

The Ecological Economics Series

生态经济丛书

主编 王文学

# 自然物流的一角

李振吾 李建国 丁永齐



山西经济出版社

## 《生态经济丛书》总序

### (一)

世纪之交正向我们走来。在中国的大地上奏响了两个时代的强音。一个是来自国际社会的声音：世界人民将迈着怎样的步伐走向 21 世纪？1992 年 6 月在巴西里约热内卢召开的“环境与发展”世界首脑会议，通过的《里约宣言》和《21 世纪议程》，表明各国政府达成了—个共识：经济发展必须与环境保护相协调，必须加强国际合作，全面实施全球的可持续发展战略。中国在世界率先履行这项国际责任和义务，1994 年 3 月 25 日国务院通过了《中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书》。中国人民将以实际行动积极参加国际合作，与世界各国人民共同保护好地球环境，创造一个能让人类安居乐业的家园。另一个是来自中国社会的声音：中国人民将以什么样的姿态迎接新时代？1995 年 9 月 28 日中国共产党第十四届中央委员会第五次全体会议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标的建议》，提出了全面实现达小康目标的第二步战略任务，并向第三步战略目标迈出重大步伐，为下世纪中叶基本实现现代化奠定坚实的基础。这个纲领性的文件，为中国人民展示了跨世纪的宏伟蓝图，指明了迎接新时代的方向：

生态与经济协调发展，是当今国际社会普遍关注的重大问题，也是人类生存和社会前进的永恒主题，可持续发展战略的目标，就是要把世人梦寐以求的这个主题，通过能够遵循的纲领，能够实施的方案，能够执行的政策，能够操作的方法，实现既能满足当代人的需求而又不对满足后代人需求的能力构成危害；既能满足—个国家、—个地区的需求，而又不对其他国家和地区的需求造成危害的新时代。

这套《生态经济丛书》（下简称《丛书》）就是为了响应时代强音的呼唤，面向广大群众，宣传普及当代最新的一门科学知识——生态经济学，希望有更多的人掌握这门科学，为实现中国的现代化目标乃至全球的可持续发展战略目标而努力奋斗。这就是我们组织编写这套《丛书》的宗旨。

### (二)

生态经济学是现代科学技术进步的象征。

它是由生态学和经济学相互交叉、渗透、有机融台而成的一门新兴综合性学科。它的研究对象是生态经济系统。它把自然生态系统与社会经济系统视为—个整体并揭示其相互作用的规律性。这是人类认识客观世界的—个飞跃。本世纪 50 年代以来，世界性人口猛增、环境污染、食物短缺、能源紧张、资源破坏等，形成了令人震惊的环境问题，向人类敲响了环境危机的警

钟。随之世界上出现了第一次为拯救人类生存环境危机的科普宣传高潮。在短短的 20 年里，一大批论述人口、环境、资源方面的科普著作和理论专著，如《寂静的春天》、《封闭的循环》、《只有一个地球》、《2000 年的忧虑》、《立足于地球》、《增长的极限》、《一门科学——生态经济学》、《我们需要一门新的经济学》以及《生存的蓝图》等相继问世。同时形成了广泛动员和广泛参与的大讨论，并且对人类未来前景的看法，大体形成了比较悲观的和比较乐观的两种思潮。不同观点的争论归结到一点：人类能不能从环境危机中拯救自己而且生活得更好。生态经济学就是在这样的国际社会背景下应运而生的。

美国经济学家肯尼斯·鲍尔丁是国际生态经济学的创立人，他在 60 年代发表的《宇宙飞船经济学》一文中，把人类赖以生存的地球比喻为茫茫宇宙中的一个渺小的太空船，警告人们：不能继续贪得无厌地消耗它的自然资源了，否则它就会很快失去控制！他提出的节约地利用资源，控制好飞船航向的主张，引起了世界的巨大反响，涌现出包括前苏联经济学家梅林斯基，和英国生态学家爱得华·哥尔德史密斯、罗马俱乐部创始人意大利奥雷利奥·佩西博士、中国经济学家许涤新教授、日本池田大作博士等一代国际著名生态经济学家。

当代科学技术的巨大进步，人类认识世界的不断突破，推动了生态经济学的发展。从 1984 年 10 月联合国环境发展委员会召开首脑会议，提出《从一个地球到一个世界》的报告，到 1990 年 5 月成立国际生态经济学会，人们达到了一个共识，就是人类必须建立一个持续发展的经济社会。生态经济学的理论核心就是持续发展思想。这就为人类解脱生态环境危机提供了新的发展思维和新的发展对策，从而改变了人们对世界未来的悲观看法。

最值得庆幸的是，联合国把可持续发展战略作为全球的共同战略，纳入了国际决策，变成了世界各国政府的行动纲领，这标志着生态经济学已经成为当代乃至 21 世纪的主流经济学科。与此相适应，第二次环境与发展的科普宣传高潮也在到来。这次宣传的重点，将由唤醒世人危机的警钟，转为鼓舞世人进军的号角，在拯救环境危机中创建美好家园。

我们推出这套《丛书》就是为了顺平时代潮流的昭示，参与第二次环发科普宣传新高潮，充当向新世纪进发鸣锣开道的号角，启迪和引导人们走上以生态经济科学为指导的可持续发展之路。

### （三）

传播和普及科学知识、科学思想和科学方法，提高全民族科技文化素质，是推进中国现代化建设、实施可持续发展战略的前提，也是中华民族强盛的基础。这套《丛书》就是为了适应这一需求，采用喜闻乐见的形式和题材，从多角度、多侧面、多方位，阐述评介生态经济学的产生背景、思想渊

源、观点论据、理论核心、战略对策以及实证案例。从而达到用这门科学理论武装人们，提高环境意识和生态觉悟，鼓舞人们自觉自愿地投身到保护生态、保护环境、发展经济、创建未来的伟大事业中去。

这套《丛书》放眼世界、面向未来。它是在当代生态经济学理论研究成果的基础上，借鉴吸收了生态农业、生态工业、生态城市、生态技术、生态伦理、生态教育、生态哲学、生态医学以及人口生态学、灾害经济学等多分支学科的思想精华和实验结晶，综合归纳而成的一部比较全面、比较系统的理论探讨与实证分析相结合的科普专著。特别是把中国和山西省域作为实证案例，既充实丰富了《丛书》的内容，又突出显示了它的特色。世人皆知，中国是地球家园中的一个最大的古老家族，山西省域又是中华民族的摇篮，这两个案例不仅在人类文明与环境演变方面具有代表性，而且在现代社会与生态资源循环作用方面也具有典型意义。中国正处于传统社会向现代社会全面推进的转型时期，经济社会的迅速发展，使得环境、生态和资源面临着巨大的压力。在中国，特别是在以煤炭能源工业为主导产业的山西省域，把保护环境、生态和资源与经济增长方式的根本转变紧密结合起来，尤为重要和迫切。

这套《丛书》的内容结构包括 10 个方面或侧面，也就自然构成了相互联系又相对独立的各有侧重的 10 册专著。虽然每册专著都保持了各自的内涵、外延和风格，但是它们都具有理论性、知识性，经验性、政策性和资料性的共同特点。所以，可供领导决策、科学研究、理论教学、业务工作以及广大读者参考阅读。

#### (四)

生态经济学作为一门新兴的学科进行科学实验，在国际上仅仅有 20 多年，在中国也不过 10 多年的历史，虽然已经取得了丰硕的理论成果和实践经验，而且被世人公认为当代和未来的主流经济学科，但是，它毕竟是一个正在成长积累过程中的年轻学科。在理论和方法的诸多领域，还有待于开拓和深入，需要继续完善和发展。在《中国 21 世纪议程》公布之后，中国科学院于 1994 年 6 月编制了《中国 21 世纪议程中国科学院优选项目计划》，初步确定了 11 个优先领域、140 多个优选项目。中国社会科学院于 1995 年 5 月也成立了生态与环境经济研究中心。这就标志着生态经济学研究，从哲学思辩进入了应用研究和实证分析的新阶段。技术创新理论、产权经济学、制度经济学将成为解决和解释生态经济问题的主要工具；能量转换中的价值流分析将成为生态经济学的核心问题。诸如此类的新动态、新成果和新观点，没有也不可能都写进《丛书》中去。

编写这套《丛书》的倡议，是在 1993 年初山西省生态经济学会成立暨首次学术讨论会上提出来的，随即得到了山西省领导同志和富有经验的老领

导、老专家的大力支持；中国生态经济学会、中国林学会、中国农经学会、中国科学院、中国社会科学院、中国人民大学等学术权威单位的著名学者、专家和教授热情鼓励、精心指导；山西经济出版社的领导热心帮助策划；山西省 20 多个单位的 60 多位领导、专家和学者鼎力合作，经过一年酝酿筹划，两年撰写、统编，基本完成了《丛书》的编写出版任务。在此特向所有为《丛书》编写出版付出辛劳的各位女士和先生，表示衷心感谢。

这套《丛书》无论在理论观点和知识体系方面，还是在论据资料和引证案例或其他方面，都会有错误、疏漏和不当之处，恳请广大读者批评指正。

《生态经济丛书》编委会

1996 年 1 月

## 前言

资源与环境，是两个具有不同内涵的概念，它们有着自己的运行机制和变化规律。环境是指与人类密切相关的，影响人类生活和生产活动的各种自然力量（物质和能量）或作用的总和，它不仅包括各种自然要素的组合，还包括人类和自然要素间相互生成的各种生态关系的组合，其基本要素包括土、气、水、生等，以及这些自然要素与人类长期共处所产生的各种依存关系。而资源则是自然界中能为人类所利用的物质和能量的总称。由于二者是处于以人类为中心的“经济—社会—自然”这一复合生态系统中，它们就产生了相互制约的有机联系。我们通常所说的物流，就是物质在非生物环境与生物之间循环运转的过程，生态系统中，物流的强弱是决定系统生产力的重要因素。因而生态经济学家是这样认为的：自然资源的开发在给人类带来物质文明的同时也影响着环境，环境质量的优劣又影响着经济，经济能否持续发展则直接影响到人类物质文明水平的提高，乃至影响到整个社会的发展。

山西的自然资源比较丰富，特别是煤炭资源极为丰富，无论是质量还是数量都居全国之首。国家将山西确定为能源基地以后，煤炭工业已成为山西的支柱产业，有力地支援了全国经济建设，同时也为山西带来了巨大的经济效益。但由于曾经有一段时期在发展煤炭产业中缺乏生态经济观点，因此也给山西带来了一定的生态经济负效应。主要表现是：破坏了耕地，影响了粮食生产；破坏了植被，引发了新的水土流失；破坏了地下水补排规律，使木资源数量减少；“三废”排放增多，加剧了环境污染；地方小煤矿乱开滥采，破坏了煤炭资源。这些问题的出现，已在一定程度上影响到山西的经济建设和人民的生活环境。

山西在土地资源、水资源、生物资源和气候资源的开发利用上，也同样由于生态经济观点不强，而影响了综合效益，有的问题表现在开发利用过度而保护不够，如土地资源、水资源、森林资源等即是如此；有的问题则是出在开发利用不够，造成了资源的浪费，没有发挥生态经济效益，如草地资源、气候资源等即是如此。

山西是我国的能源基地，在生态经济理论的指导下发展社会经济，既是为保证全国经济建设持续发展提供充足的能源，促进社会主义现代化建设，也是为了使山西人民能够有一个良好的生活环境；山西又是一个农村贫困面较大的省，以生态经济理论指导发展农村经济，将促进各产业和农林牧各业的协调发展，在合理及充分利用自然资源，提高其永续利用能力，保护和改善农业生态环境的前提下，不断增加农民收入，迅速达到小康生活水平，持续提高农业生产力，为社会提供充足的粮食、棉花、油料、肉类、禽蛋、鲜奶、蔬菜、果品。本书通过对山西资源与环境的剖析，使我们系统了解山西自然资源的特点、开发现状以及对生态经济环境的影响，将会给今后的生态经济建设带来启迪，这无疑是有利于山西人民的好事。

## 第一章 山西的支柱产业——煤

### 第一节 中国能源的明珠

煤是我国的主要能源，它占全国能源生产与消费量的 70% 以上。1993 年我国原煤产量达到 11.50 亿吨，居世界第一。山西省煤炭资源丰富，截止 1990 年底，探明保有储量 2573.81 亿吨，占全国保有储量的 26.97%。全省 15.6 万平方公里土地上，含煤面积 61916 平方公里，占全省总面积的 39.61%。在全省 111 个农业县（市、区）中，94 个县（市、区）分布有煤田。从新中国成立后到 1993 年累计生产原煤 44.16 亿吨，山西煤炭外调量占全国 70% 左右，运销到全国 26 个省（市）区和 12 个计划单列市，并出口到世界很多国家和地区。山西煤炭在全国能源生产中占有举足轻重的位置。

山西煤炭开采具有得天独厚的条件，煤炭不仅储量大，而且煤种齐全，主焦煤、气煤、肥煤、瘦煤、无烟煤分别占全国已探明储量的一半左右。煤炭开发条件优越，一般储存在 300—400 米之间，构造简单，煤层较稳定，倾角平缓，便于开发，吨煤投资比全国平均低 39%，作为全国能源基地是当之无愧的。

#### 一、山西煤的形成历史

煤是由植物渐变而成的。在漫长的地质年代中，山西曾生长有大量植物，由于受细菌生物化学的作用，使植物残体引起分解变化，呈缓慢燃烧，植物质中的氢、氧和氮等被分解出来，形成一种炭分逐渐集中的有机物，再经腐土化作用，而成含炭不多的固体残留物，这些残留物在地壳沧海桑田的变迁中被浸入水中，完全与空气隔绝，就形成泥煤，泥煤受地壳的变动或其他原因而被埋入地下，再长期受地壳的压力和温度的作用，逐渐失去了水分、二氧化碳和沼气等，而形成一种富含碳质的物体，就是成层状而坚硬的煤。一般按照炭分集中程度和挥发性物质失去的程度，可分为褐煤、烟煤和无烟煤等。

从以上叙述可知，煤的形成必须有大量植物不断繁殖和堆积。地球原始地壳的形成已经有 46 亿多年的历史了。地质学研究把地球历史分成为若干地质年代，分别称为宙、代、纪、世、期、时，这就是地质年代单位。从古到今，地球的历史分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代。反映各地质年代堆积的地层称为界、系、统、层、组。而植物的繁盛是距今约 6 亿年古生代以后的事情了，在漫长的地质年代中，山西有三个聚煤期。第一个聚煤期是大约距今 3 亿年左右的晚古生界晚石炭统——早二叠统的太原组——

---

《山西省矿产资源对经济建设保证程度研究报告》，1992 年。

—山西组，这一时期聚煤作用最强，含煤性最好，分布最广。

太原组是我国北方主要含煤地层之一，山西境内集中分布在大同、西山、宁武、沁水、霍西、河东等煤田。该地层由灰、深灰色泥岩、砂质泥岩夹各粒级砂岩组成，全组厚度一般在90—110米左右，在山西中部及东部沉积较厚，在沁水煤田东缘阳泉—武乡一带最厚可达140米，往南往北逐渐变薄，河东煤田南部乡宁矿区及大同煤田北部约50米左右。本组自顶到底都含煤，最多达13层，可采者一般3—7层，可采煤层总厚在襄垣—临汾一线以南，为2.05—4.60米，轩岗—河曲一线以北为14.08—25.50米，其他煤田一般为6—9米。

山西组分布范围与太原组基本一致，岩性为灰、深灰色泥岩砂质泥岩夹各级粒砂岩。全组含煤岩系变化较大，可由20米到近百米，一般35—45米，含煤层4—10层，可采者一般1—3层。可采煤层总厚，在宁武、朔州以北为10余米，宁武煤田及河东煤田北段为6—8米，西山煤田、沁水煤田北部及霍西煤田、汾孝矿区北部、河东煤田中部为4—6米左右；此线以南至襄垣—南湾里一线之间为2—3米，再往南煤层又发育成6米左右的厚煤层，延展到河南省境内。

这一时期含煤建造，太原组标志层明显。晋北大同、平鲁一带以碎屑岩为主，海相灰岩层很少，属滨海冲积平原环境，有利于泥炭沼泽环境形成并持续稳定，含煤性好；晋中、晋南等地的主要聚煤盆地多形成于海陆交互的滨海平原环境，其余大部分地区为海退后的残留海过渡相沉积，以陆相中的湖沼相为主。山西组以陆相地层为主，海水自北向南逐步撤出，陆地地域相应扩大，呈现了由山前冲积平原、滨海平原和泻湖海湾等海退式古地理环境。当时，山西气候温暖湿润，适于植物生长，共有植物93属，计365种，高层植物以鳞木为主，低层植物以古相种子蕨为主，沼泽深处有藻类存在。

第二个聚煤期是大约距今1.6亿年左右的中生界的早—中侏罗统的大同组，仅分布于大同煤田的北部和宁武煤田的中部，约占全省煤炭储量的1.6%。大同、宁武一带是阴山古陆南侧一系列侏罗纪煤盆地中较大的一个，是凹陷的山间内陆盆地，地势北低南高。中侏罗世初，地势高差逐渐变小，气候也变得温暖而湿润，植物繁茂，植物化石约有40属100种，以蕨科、苏铁和银杏类为主，在这里沉积了含煤地层。煤层总厚约160—220米，最厚260米，煤田边缘逐渐减薄至尖灭。含煤最多处有24层，其中稳定及较稳定可采煤有7个层组，中上部煤层层位间距变化较小，下部煤层分岔合并变化较大，可采煤层总厚为15—25米。

第三个聚煤期是在大约距今3000万年左右的新生界第三系渐新统白水村组和繁峙组。白水村组以湖泊相沉积为主，沼泽相、泥炭沼泽相、河漫滩相次之，属内陆山间盆地沉积的产物。繁峙组是一种高原玄武岩类型的含煤岩系，煤层是在玄武岩喷发间歇期形成的。白水村组煤系总厚约382米，含煤21层，其中可采和局部可采6层，厚9.6米；繁峙组有3层可采，厚0.75

—1.5 米，极不稳定。本期形成的煤以褐煤为主，储量不多。

## 二、山西煤炭资源的储量、种类及分布

山西是我国发现和利用煤炭最早的地区之一，素以“煤炭之乡”著称于世。但是对于煤炭储量进行科学的调查，还是最近 100 多年来的事情，中外地质学家曾在山西做过大量的煤田地质研究。山西煤田按地质条件自北向南分为大同、宁武、太原西山、沁水、霍西和河东六大煤田以及浑源、五台、垣曲、平陆 4 个煤产地。新中国成立以后，特别是党的十一届三中全会以后，对上述煤田和产煤地开展了大规模的煤田地质调查和勘探工作，完成不同程度的煤田地质调查和地质测量面积达 2 万余平方公里，共提交各类煤田地质报告 486 件，其中精查 244 件，详查 112 件，普查 80 件，概查 28 件，其他报告 22 件；全省煤田地质勘探覆盖面积 15047 平方公里，占含煤面积 24.3%。截止 1990 年，全省已探明的 304 个煤产地（勘探位区、井田、煤矿），煤炭保有储量 2573.81 亿吨，占全国煤炭保有储量的 26.97%，其中工业储量 1240.28 亿吨，占全省总储量的 48.19%。304 个煤产地中，大型产地 148 个，保有储量 2439.56 亿吨，占全省总储量的 94.78%；中型产地 94 个，保有储量 121.28 亿吨，占全省总储量 4.71%；小型产地 62 个，保有储量 12.97 亿吨，占全省总储量的 0.51%。按煤炭勘查程度分析，精查保有储量 567.73 亿吨，占全省保有储量 22.06%，产地 166 个；详查保有储量 600.71 亿吨，占全省保有储量 23.34%，产地 77 个；普查保有储量 1405.37 亿吨，占全省保有储量 54.06%，产地 61 个。

### （一）大同煤田

位于大同市西南，跨左云、右玉、山阴、怀仁等县。矿区东北以青磁窑断层为界，南和东南界为口泉山西麓的煤层露头，西界为洪涛山东麓煤层露头，北部十里河一带为煤系沉积边缘，西北为推测的煤层沉积剥蚀边界。煤田总面积 1888 平方公里。是赋存晚古生代石炭二叠纪和侏罗纪含煤地层的双纪煤田。下部为石炭二叠纪煤矿区，以气煤为主，含煤地层总厚约 192 米，共含煤 18 层，煤层总厚 33 米，含煤系数 17%；上部为侏罗纪大同组弱粘结煤，勘探程度高，全区已有 90% 以上的面积达到精查勘探程度，煤矿开发强度大。大同组共含煤 20 余层，含煤地层一般厚约 180 米，煤层总厚 16—20 米，含煤系数 9%，累计探明保有储量 341.81 亿吨，占全省煤田储量 13.28%。

### （二）宁武煤田

位于晋北，跨平鲁、朔城区和宁武、原平、岚县、静乐等县（市）境。矿区东、南、西均为煤层露头，南缘一直延伸到“岚县勘探区”，煤田面积 3538 平方公里，累计探明保有储量 405.65 亿吨，占全省储量 15.76%。煤种以气煤为主，肥煤、焦煤次之，煤田深部可能有瘦煤。主要矿区有平朔矿

区，系太原组和山西组含煤地层，总厚约 130 米；可采和局部可采煤层 10 层，总厚约 30 米左右，含煤系数 23%。轩岗矿区，有侏罗纪大同组和石炭二叠纪的山西组和太原组上下两个含煤地层，上煤系大同组一般含煤 3 层，可采煤厚 7—8 米；下煤系山西组和太原组，其含煤 5—6 层，主采煤层 2 层，煤厚平均为 14.90 米。

### （三）西山煤田

位于太原市西，跨古交、清徐、文水、交城、娄烦等市、县境，主要由西山、古交、清交和东社等矿区组成，面积 1602.9 平方公里，累计探明保有储量为 187.56 亿吨，占全省总储量 7.29%，煤种主要有肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤和无烟煤。主要矿区有：

（1）西山矿区：是西山煤田的主要产地。主要含煤地层为上石炭统太原组和下二叠统山西组，太原组共含煤 7 层，可采煤层 3 层，采煤平均厚度 7.2 米；山西组含煤 4 层，可采煤层 2 层，采煤平均厚度 7.11 米，保有储量 24.68 亿吨，占西山煤田储量 13.2%。

（2）古交矿区：是国家重点建设的大型矿区，主要含煤地层为太原组和山西组，含煤地层总厚 150 米，含煤系数 7%，其中太原组含煤 7 层，可采煤层 3 层，采煤平均厚度 6.17 米；山西组含煤 6 层，主要可采煤层 3 层，采煤平均厚度 5.26 米，矿区保有储量 84.12 亿吨，占西山煤田储量 44.9%。

### （四）霍西煤田

位于省境中西部，跨汾阳、孝义、介休、灵石、汾西、蒲县、霍州、洪洞、临汾和襄汾等县（市）。包括汾孝、灵石、霍州、克城乔家湾、南里湾和襄汾等矿区。累计探明保有储量 266.93 亿吨，占全省储量 10.37%，煤种为气煤、肥煤、焦煤、瘦煤。主要矿区有：

（1）汾孝矿区：位于山西省中部，跨介休、灵石、孝义、汾阳、交口等县（市），含煤面积约 1100 平方公里。主要含煤地层为太原组和山西组，地层总厚 133 米，共含煤 13 层，含煤系数 8%。其中山西组可采煤层 2 层，采煤平均厚度 2.13 米；太原组可采煤层 3 层，采煤平均厚度 5.34 米。保有储量 123.67 亿吨，占霍西煤田储量 46.3%。

（2）灵石矿区：大部分在灵石县境内，北端延伸至介休市，含煤面积 510 平方公里。本区含煤地层主要为太原组，局部有山西组，可采煤层总厚 140 米，含煤 6 层。太原组可采煤层 3 层，采煤平均厚度 4.61 米；山西组局部可采煤层 2 层，采煤平均厚度 1.26 米，保有储量 22.04 亿吨，占霍西煤田储量 8.3%。

（3）霍州矿区：位于临汾地区，跨灵石、交口、汾西、霍州、洪洞等县（市）。含煤面积 560 平方公里，主要含煤地层为太原组和山西组，含煤总厚 125 米，共含煤 9 层。山西组可采煤层 2 层，采煤平均厚度 4.24 米；太原组可采煤层 2 层，采煤平均厚度 4.03 米。保有煤炭储量 65.74 亿吨，占霍西煤田储量 24.6%。

### （五）河东煤田

位于省境西部黄河沿岸地带，自北向南包括河曲、保德、兴县、岢县、离石、柳林、中阳、蒲县、大宁和乡宁等县，含煤面积 15887 平方公里。目前勘探和开发程度较低。已经详查、精查面积约占煤田面积 8% 左右，仅限于离石、中阳、柳林、临县和乡宁一带。包括偏关、河曲、保德、兴县、三交、离石、柳林和乡宁等矿区，累计探明保有储量 523.90 亿吨，占全省煤田储量 20.35%，主要煤种北部以气煤为主，中南部有肥煤、焦煤、瘦煤。主要矿区有：

（1）北部矿区：包括偏关、河曲、保德和兴县等矿区。矿区面积 1232 平方公里，含煤地层为太原组和山西组，含煤地层总厚度 138—172 米，含煤 15—16 层，其中山西组可采煤层 1 层，平均采煤厚度 3.65 米；太原组可采煤层 3 层，平均采煤厚度 21.06 米。矿区保有储量 63.99 亿吨，占河东煤田储量 12.2%。

（2）离石矿区：位于河东煤田中部，跨中阳、离石县境。矿区面积 300 余平方公里。主要含煤地层为太原组和山西组，含煤地层总厚度 154 米，含煤 15 层，含煤系数 8.5%。其中山西组含煤 8 层，可采煤层 2 层，平均采煤厚度 2.14 米；太原组含煤 7 层，可采煤层 2 层，平均采煤厚度 2.29 米。矿区保有储量 31.95 亿吨，占河东煤田储量 6.1%。

（3）乡宁矿区：位于省境西南部，跨乡宁、河津两个县（市）。矿区面积 760 平方公里，太原组和山西组为主要含煤地层。太原组含煤 3—7 层，可采和局部可采煤层 3 层，平均采煤厚度 2.68 米；山西组含煤 3—6 层，主要采煤层 1 层，平均采煤厚度 5.34 米。矿区保有储量 55.05 亿吨，占河东煤田储量 10.5%。

### （六）沁水煤田

位于山西省东南部，包括太原东山、寿阳、阳泉、昔阳、和顺、左权、武乡、沁县、沁源、襄垣、长治、高平、晋城、阳城、沁水、安泽和翼城等县（市）。煤田面积 29954.4 平方公里，不仅是山西最大的煤田，也是国内最大的煤田之一，已经勘探面积约 10% 左右，以东翼勘探开发程度为高，煤种有无烟煤、贫煤、瘦煤、肥煤、焦煤等，包括太原东山、寿阳、阳泉、潞安、长治、晋城、沁水等 16 个矿区，累计探明保有储量 245.58 亿吨，占全省储量 32.86%。主要矿区有：

（1）太原东山矿区：位于沁水煤田西北隅，太原市东侧，矿区面积约 170 平方公里，主要含煤地层为太原组和山西组，总厚 166 米，含煤系数 8%。其中太原组可采煤层 5 层，平均采煤厚度 10.54 米；山西组可采煤层 2 层，平均采煤厚度 1.32 米。矿区保有储量 14.62 亿吨，占沁水煤田储量 6%。

（2）寿阳矿区：位于沁水煤田北翼，主要在寿阳境内，矿区面积约 490 平方公里。主要含煤地层为太原组和山西组，总厚 165 米，含煤系数 8.6%。

其中太原组可采和局部可采煤层 6 层，平均采煤厚度 10.87 米；山西组可采煤层 2 层，平均采煤厚度 2.07 米。矿区保有储量 60.99 亿吨，占沁水煤田储量 24.8%。

(3) 潞安矿区：位于沁水煤田东南侧，跨襄垣、屯留、长子、长治县和长治市，面积约 700 余平方公里，太原组和山西组为主要含煤地层，总厚 139—183 米，共含煤层 6—18 层，含煤系数 7.6%，其中山西组中下部为主要可采煤层，一般厚度可达 6 米；太原组稳定可采煤层 1 层，平均可采厚度 1.16 米。矿区保有煤炭储量 54.72 亿吨，占沁水煤田储量 22.3%。(4) 阳泉矿区：位于沁水煤田东北，盂县和阳泉市境内，矿区面积 608 平方公里，太原组及山西组为主要含煤地层，总厚 176 米，共含煤 17 层，可采煤层 4—6 层，煤层总厚 16 米，含煤系数 9%。其中山西组可采 1 层，平均采煤厚度 1.65 米，太原组稳定可采 5 层，平均采煤厚度 12.20 米，矿区保有煤炭储量 68.59 亿吨，占沁水煤田储量 27.9%。

(5) 高平矿区：位于沁水煤田东翼，跨高平、长子两县及长治市。矿区面积约 900 平方公里，主要含煤地层为山西组和太原组，地层总厚 150 米，含煤 8—11 层，含煤系数 7%，主要可采煤层 2 层，平均采煤厚度 8.91 米。矿区煤炭保有储量 105.78 亿吨，占沁水煤田储量 43.1%。

(6) 晋城矿区：位于沁水煤田南端，跨高平、晋城、阳城和沁水等县(市)。矿区面积 1850 平方公里。主要含煤地层为太原组和山西组，含煤地层 9—15 层，含煤系数 10%，可采和局部可采煤层 3 层，平均采煤厚度 10.60 米。矿区保有储量 26.78 亿吨，占沁水煤田储量 10.9%。

山西除了上述六大煤田外，较为集中的还有：浑源煤产地，面积 147 平方公里，含煤地层为太原组和山西组，煤层总厚 17.50 米，稳定可采的有 3—4 层，保有煤炭储量 0.37 亿吨；五台煤产地，含煤区面积 13.5 平方公里，主要含煤地层为太原组和山西组，煤层总厚约 11 米，可采煤层 2—3 层，保有储量 0.46 亿吨。繁峙煤产地，面积约 106 平方公里，共有 5 个煤层，煤层总厚 4.13 米，预测储量 3.8 亿吨。平陆煤产地，跨平陆、夏县，含煤 8 层，煤层总厚 11 米，预测储量 19.94 亿吨。垣曲煤产地，面积 530 平方公里，含煤地层为太原组、山西组，含煤 4—5 层，煤层 6.35 米；第三系成家坡组，含煤地层厚 382 米，含煤 21 层，煤层厚 26.3 米，以褐煤为主。

山西煤炭资源不仅储量大，分布广，而且煤种比较齐全。按照《中国煤炭分类国家标准》中 14 大类划分，山西境内除褐煤、石粘结煤及气肥煤尚无探明储量外，其他煤种均有一定的探明储量。在 11 个煤种中，属于炼焦煤的有：气煤、肥煤、1/3 焦煤、焦煤、瘦煤、贫瘦煤；属于非炼焦煤的有：长焰煤、弱粘结煤、1/2 中粘煤、贫煤和无烟煤。煤种储量统计见表 1—1。

表 1—1 山西省煤炭分煤种储量统计

炼焦煤			非炼焦煤		
煤种	保有储量 (万吨)	%	煤种	保有储量 (万吨)	%
气煤	8007241.5	31.10	长焰煤	757243.5	2.94
肥煤	1630048.9	6.33	弱粘结煤	606893.9	2.36
3焦煤	179058.0	0.70	1/2中粘煤	215656.0	0.84
焦煤	2381979.8	9.25	贫煤	3762377.6	14.62
瘦煤	2459662.9	9.56	无烟煤	4985078.5	19.37
贫瘦煤	293329.7	1.14	合计	10327249.5	40.13
合计	14951320.8	58.09	分类不明	459555.3	1.79

资料来源：《山西省矿产资源对经济建设保证程度研究报告》，1992年。

### 三、山西煤炭资源开发现状

山西煤炭资源开发历史悠久，早在 2000 多年以前的汉代即开始利用煤炭。据先秦时期地理名著《山海经》中记载：“孟门之山，其上多苍玉、多金，其下多黄垚、多涅石。”“贲门之山，其上多苍玉，其下多黄垚、多涅石。”涅石是煤的古称。“孟门之山”在今古县西部，也就是河东煤田的南端，“贲门之山”泛指境内东部煤田。远在北魏时期，大同煤田已经开发。唐宋年间，太原西山煤田也被开采利用。北宋仁宗年代，阳城一带开采煤炭，冶铁铸钱。从宋代开始，山西的煤炭开采进入了空前鼎盛时期，以后历代煤窑逐渐增多，煤炭的开发已成为工矿业中重要的经济部门。清代山西境内有采煤地约 57 处，分布在 51 个县，据《清续文献通考》载：“光绪三十二年（1906 年）……石炭产额最多者首推直隶（今河北省），次为山西……”据民国初年统计资料，当时山西平定、太原等 45 个县（市）即办有稍具规模的煤窑 240 余处。尤其是近代工业的兴起，山西煤炭开采发展迅速。然而，解放前，大同、阳泉、西山、汾西、潞安、轩岗等矿区都是些小煤窑，往往是在煤层有露头的地方手工挖煤，生产能力很低。据《中国实业志》记载，1934 年，山西已有产煤县 64 个，大小煤窑 1425 处，矿区总面积 3.25 万公顷，开采面积 0.93 万公顷，年产原煤 302 万吨，1942 年全省原煤产量发展到 621.7 万吨，是新中国成立以前山西最高的年产量，而到了 1949 年则下降为 267 万吨。

新中国的诞生，为国民经济的发展开辟了美好的前景，使古老的煤炭工业焕发了生机。在党和政府的关怀、支持下，山西省煤矿经过恢复、改建、扩建和新建，目前已建成了大同、阳泉、西山、汾西、潞安、晋城、轩岗和霍州八大煤炭基地和平朔煤炭工业公司，以及地方经营的众多中、小型煤矿。煤矿企业有国家统配、地方统配、非统配地方国营、集体和中外合作经

营五大类型。截止 1993 年，全省有煤炭及炼焦工业企业 2202 个，原煤产量达 31015 万吨，煤炭工业产值 162.43 亿元。煤炭运销全国 26 个省市自治区和 12 个计划单列市，以及出口到 23 个国家和地区。1993 年输出煤炭 22477 万吨，占煤炭生产量的 72.47%，其中铁路销往外省（市）18366 万吨，公路外销 2745 万吨。出口煤炭 1366 万吨。现将各主要煤炭生产单位的资源开发利用状况介绍如下：

（1）大同矿务局：位于大同市西南，跨大同市、左云、右玉、怀仁、山阴等县，是我国目前最大的煤炭企业。矿区交通运输方便，京包、同蒲、大秦铁路为煤炭运输大动脉。大同煤田开发历史悠久，早在 1500 年以前即有开采，明清时期的小窑林立，19 世纪末已闻名中外。1949 年，大同解放，同年 8 月，成立大同矿务局。目前已发展到 16 个煤矿，2000 年规划能力为 3685 万吨，全局现有职工 18 万多人，1993 年原煤产量 3836.63 万吨，居全国第一，采煤机械化程度达到 97.0%，回采率 73.20%。该局现采侏罗纪煤层，工业储量 43.13 亿吨，煤种为 2 号弱粘结煤，灰分 10% 左右，含硫 0.9%，含磷 0.29%，发热量 33440 千焦/公斤，煤中沼气含量低，为优质动力煤，供应着 25 个省、市、自治区共 2500 多个用户，并向一些国家出口，其煤质优良在国内外享有盛誉。

（2）阳泉矿务局：位于沁水煤田东北部，横跨阳泉、平定、寿阳、盂县、昔阳等市县，是我国重要的无烟煤生产基地之一。石太铁路横贯矿区，各矿均有铁路专用线，太石、阳左、阳盂公路形成网络，太旧高速公路建成，更加快了煤炭的外运。阳泉煤炭开发历史悠久，早在 800 年前的宋元时代即有开采，明清时代这里的煤窑星罗棋布。1947 年 5 月阳泉矿区解放，1950 年 1 月正式成立阳泉矿务局。目前，阳泉矿务局已发展到 5 个矿，12 对矿井，到 2000 年规划煤炭生产能力为 2525 万吨。全局现有职工 7.65 万人，1993 年原煤产量 1407.69 万吨，采煤全部实现了机械化，回采率达到 79.35%。阳泉矿区含煤地层为下二叠系山西组和上石炭系太原组，工业储量 45.53 亿吨。煤种为无烟煤，具有灰分低、发热量高、含硫少、可磨性好等优点，是重要的化工原料和冶金、电力及民用优质燃料，产品运销京、津、沪等 16 个省、市、自治区，并出口到朝鲜、日本等 8 个国家和地区，在国内外享有很高的声誉。

（3）西山矿务局：位于太原市西部和古交工矿区，是我国著名的大型炼焦煤产地。矿区交通运输便利，铁路编组站与石太、南同蒲、北同蒲、太焦线相连，公路四通八达，具有大规模开发的条件。西山煤田早在唐宋年间即有开采，明清时代进一步发展，1949 年 4 月太原解放后，成立了西山煤矿，1956 年 1 月成立了西山矿务局。西山矿区属西山煤田的一部分，煤种有肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤等，原煤灰分 18%—20%，发热量 25080—33440 千焦/公斤，可供炼焦、动力、气化及民用。全局有职工 7 万余名，生产矿和筹建矿井 11 个，1993 年生产原煤 1419.77 万吨，采煤机械化程度达到 100%，

回采率 75.48%。已探明工业储量 66.71 亿吨，2000 年规划煤炭生产能力 3000 余万吨，所产原煤和洗精煤除供应本省外，还供给苏、辽、鲁、冀、粤、琼等省的电厂及宝钢、太钢、包钢、鞍钢、本钢等钢厂和京、津等地的焦化厂用煤，有力地支援了国家建设。

(4) 汾西矿务局：位于山西省中部，跨灵石、介休、孝义、汾阳、交口 5 县（市）。矿区交通便利，南同蒲铁路和太风公路纵贯矿区，各生产矿井均有铁路专用线、公路支线与铁路、公路干线相通，汾西矿务局开采历史悠久，早在元代和明代即有季节性开采的小煤窑，到本世纪 30 年代，富家滩一带已有大小煤窑 38 个；1948 年 5 月富家滩煤矿回到人民手中，1956 年 1 月富家滩煤矿与义棠煤矿筹备处合并，正式成立汾西矿务局。矿区主要含煤层为上石炭系太原群和下二叠系山西组，含大小煤层 10—14 层，可采 3—8 层，采厚 18—20 米，工业储量 26.08 亿吨。该局有职工近 4 万人，现有生产矿 7 个，1993 年原煤产量 481.9 万吨，采煤机械化程度 95.1%，回采率 79.85%，到 2000 年规划生产能力 1370 万吨，该局生产煤种有气煤、肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤等，煤炭发热量高，结构性能适中，易于洗选加工，是冶金、化工、电力等行业理想的原料和燃料。

(5) 潞安矿务局：地处山西东南部上党盆地中部，沁水煤田东部边缘中段。太焦铁路纵贯全区，北接石太 and 同蒲铁路，南经新焦和洛焦铁路，分别与京广和陇海干线铁路相连，公路南北贯通，四通八达，交通便利。潞安矿区，素称“煤铁之乡”，隋唐时期就有采煤业，至明代已有相当规模，到本世纪 20 年代，区内小煤窑已有 220 多个；1945 年 8 月矿山回到人民手中，1959 年 1 月潞安矿务局正式成立。矿区含煤地层为上石炭统太原群和下二叠统山西组，煤系地层平均厚度 210.48 米，含煤 14 层，煤层平均厚 12.35 米，探明工业储量 17.53 亿吨。全局现有职工 2 万余人，生产矿 5 个，1993 年原煤产量 910.64 万吨，采煤机械化程度 100%，回采率 83.20%，是全国第一个现代化矿区，到 2000 年规划生产能力 1720 万吨。潞安矿区煤种为焦煤、瘦煤和贫煤，煤质优良，灰分、挥发分都在 16% 左右，硫分在 0.5% 以下，发热量在 31062—34050 千焦/公斤之间，适用于炼焦、发电、动力和化工，用途宽广。

(6) 轩岗矿务局：位于原平市轩岗镇，北同蒲铁路横贯矿区，各生产矿井都有铁路专用线与干线相接，公路运输也很方便，矿区在 19 世纪以前就有小煤窑开采。1946 年轩岗解放，煤矿回到人民手中，1959 年 1 月由轩岗煤矿筹备处改称为轩岗矿务局，1965 年易名轩岗煤矿，1977 年 2 月恢复轩岗矿务局之称至今。矿区位于宁武煤田东北边缘，主要含煤地层为石炭系太原群和下二叠统山西组，共含煤 6 层，煤层总厚 18 米左右，矿区工业储量 6.43 亿吨，该局现有职工 1.5 万余人，煤炭产地 5 个，1993 年原煤产量 224.71 万吨，采煤机械化程度 72.3%，回采率 70.78%，到 2000 年规划生产能力 561 万吨。该局主要产品为肥气 2 号煤，用于冶炼、化工、电力、动

力及民用，运销冀、鲁、苏、浙和京、津等省市。

(7) 晋城矿务局：位于山西省东南，沁水煤田南端，矿区跨晋城、阳城、沁水等县市，太焦铁路纵贯全区，公路四通八达，交通运输十分便利。晋城矿务局筹建于1958年，现有煤炭产地4个，全局有职工2万余人，1993年生产原煤1032.06万吨，采煤机械化程度100%，回采率81.20%，到2000年规划生产能力为2310万吨。该矿区含煤地层为上石炭系太原群和下二叠系山西组，主要含煤3层，平均厚度6米，煤种为中等变质程度的无烟煤，夹矸少，挥发分低于10%，含硫较低，最低仅为0.3%左右，商品煤灰分在17%左右，发热量在29260千焦/公斤，煤质优良，炭块表面如镜，光可鉴人，燃烧时无毒无味，被人们誉为“香煤”和“兰花炭”，广泛用于化工、冶炼、烧结、民用诸方面，产品运销18省、市、自治区，出口土耳其、朝鲜等国，在国内外享有盛誉。

(8) 霍州矿务局：地处霍西煤田中部，跨霍州、洪洞、汾西3县市，南同蒲铁路和太（原）三（门峡）公路纵贯矿区，交通十分方便。该局煤炭开采可以追溯到清光绪年间，1947年4月霍州解放，煤窑回到人民手中，1958年11月成立霍县矿务局，现为霍州矿务局。该局现有职工近2万人，煤炭产地8个，探明工业储量14.24亿吨，1993年原煤产量380万吨，采煤机械化程度90.1%，回采率70.26%，到2000年规划生产能力765万吨，现主要开采2号煤层，为优质低硫肥煤，含硫量0.5%以下，发热量在27170千焦/公斤以上。结焦性好，属优质炼焦煤，是冶金工业理想的原料和燃料。

(9) 平朔煤炭工业公司：位于宁武煤田北部，地跨平鲁区、朔城区，是山西唯一露天开采的矿区，也是我国目前规模最大、现代化程度最高的露天煤矿。现开采的是安太堡露天煤矿，工业储量4.12亿吨，煤田倾角较小，覆盖层约100米，最薄处约20米，采区含煤8层，主要可采煤3层，平均厚度为26.9米，原煤灰分24%，水分30%，洗后精煤发热量可达28006千焦/公斤，是优质气煤。平朔矿区露天开采始于1965年。1982年3月与美国签订了《合作编制山西省平朔矿区安太堡露天煤矿可行性研究报告协议书》，1983年5月完成了可行性研究报告，1985年7月1日正式开工，1987年9月10日建成投产，现已移交中国管理。1993年原煤产量1106.09万吨，2000年规划生产能力4500万吨，回采率88.46%，产品行销欧、亚10多个国家和地区。

山西省煤炭资源的开发利用，地方煤矿是一支不可忽视的力量。特别是党的十一届三中全会以后，山西省煤炭系统贯彻“国家、集体、个人”一齐上的方针，全省地方煤矿企业发展很快，乡镇煤矿采矿点近6000个，1993年生产原煤1.39亿吨。自1982年起，山西地方煤矿的产量就超过了统配煤矿，其中乡镇煤矿的原煤产量占全省的比重，由1978年占17.1%增加到1993年的44.9%。乡镇煤矿的崛起，有力地推动了山西煤炭资源的开发利用，为缓和全国煤炭紧张局势起到了重要的作用。

#### 四、山西煤炭为全国经济建设作出了巨大贡献

我国是一个以煤为主要能源的国家,1993年煤炭占商品能源总消费量的72.8%。目前,我国75%的工业燃料和动力、65%的化工原料以及85%的城市民用燃料,都是由煤炭提供的,煤炭是我国发展经济的重要物质基础。煤炭资源在我国是比较丰富的矿藏,但分布很不平衡,其中70%分布在以山西为中心,包括宁夏、内蒙古西部、河南西部和陕西北部地区的能源基地内,因此国家决定把山西建成全国能源重化工基地,这不仅对山西,而且对在全国实现社会主义现代化目标、保证我国经济持续发展都具有极其重要的意义。

山西煤炭开发历史悠久。据古书记载,自周末经秦汉直至明清2000多年来,在全国不论炼铜、冶铁,还是铸造兵器、制作农具有民间炊具等,大多都离不开山西煤炭。而随着近代工业的兴起,山西煤炭则成为我国主要能源和化工原料的重要来源。新中国成立以后,山西煤炭工业呈稳定发展态势,产量迅速增加,承担了支援全国经济建设的重任。1949—1993年的45年间,山西累计外销煤炭289643万吨,供应了全国26个省、市、自治区和12个计划单列市。京、津、沪三市煤炭消费量的60%以上,浙江省40%以上,都是由山西供应的。据有关资料表明,由于能源供应不足,全国约有25%的产值不能实现,每年大约有1/3的工业生产能力得不到正常的发挥,一些严重缺煤地区仍不得不实行定量供应。能源紧缺仍将是我国相当长一段时间内经济发展的重要制约因素,因此,进一步搞好山西煤炭的供应,对于全国经济的持续发展将具有积极的促进作用。

## 第二节 煤炭是山西的“财源”

### 一、近年来山西煤炭开采与输出形势

山西煤炭生产 1979 年原煤生产突破亿吨大关，达到 10893 万吨，占全国原煤产量的 1/6，1985 年原煤产量突破 2 亿大关，达到 21418 万吨，占全国原煤产量的 1/4，1993 年原煤产量突破了 3 亿吨大关，达到了 31015 万吨，占到全国原煤生产的 27%。1979—1993 年的 15 年中累计生产原煤 32.27 亿吨，占 45 年累计原煤产量的 73.1%，平均每年增加原煤产量 1410 万吨。目前山西已经成为名符其实的全国煤炭能源的生产供应基地，大同矿务局原煤产量突破 3000 万吨，名列全国榜首，成为世界上为数不多的特大型矿务局，阳泉、西山、潞安、晋城等矿务局也相继突破了 1000 万吨，进入了全国特大型矿务局行列。

山西煤炭销售量，1960 年为 4156 万吨，1970 年为 5045 万吨，1980 年为 11745 万吨，1990 年为 26968 万吨，1993 年已突破了 3 亿吨大关，达到 30666 万吨，1993 年的煤炭销售量占当年原煤产量的 99%，45 年间销售量增长了 114.8 倍。1979—1993 年的 15 年间，累计供应外省市煤炭总量达 21.21 亿吨，占同期生产量的 65.7%，供应量占全国省市净调出量的 2/3。从山西供应外省煤炭的流向和流量分析，大致构成晋煤东运、晋煤入关、晋煤下海的基本格局。

#### （一）东北地区

东北地区是我国重要的重工业基地，主要的能源消耗地区，也是我国重要的煤炭产区之一。随着东北地区经济的发展和能源需求的急剧增长，加上该地区煤炭资源的日渐减少，自 60 年代开始已改变了煤炭运输格局，变煤炭入关为煤炭出关，从山西调往东北的煤炭量日益增加。据 1993 年资料，东北（包括内蒙）煤炭产量为 1.98 亿吨，煤炭消费量约 2.4 亿多吨，缺口达 4000 多万吨，当年由山西调入 1776.61 万吨，占总调入量的 42.3%。预计 1995—2000 年煤炭缺口将达到 5000—6500 万吨，山西的调入量将占到 50% 以上。

#### （二）京津冀地区

北京、天津和河北地区的经济比较发达，该地区除天津外，河北和北京均有煤炭生产。但从 1984 年开始，河北由煤炭调出省变为净调入省。京津冀地区 1993 年煤炭生产量为 7500 万吨，而消费量达到 1.5 亿多吨，缺口量达到 7000 多万吨，其不足部分除极少数由山东就近供应外，几乎都是由山西供应。1993 年从山西调入煤炭达 7027.94 万吨，约占整个调入量的 94% 以上，预计到 2000 年缺口将达到 9000 万吨以上，山西必然成为其主要的煤炭供应基地。

#### （三）华东地区

华东六省一市，地处东部沿海，是我国经济最发达的地区。该地区的工农业产值占全国 1/3 以上，也是我国能源消耗最多的地区。该地区煤炭生产主要集中在山东、安徽两省，近年来，随着两省经济的发展，省内煤炭自销量逐年增多，山东省已由煤炭调出省变为调入省，安徽省煤炭的调出量也十分有限。该地区 1993 年煤炭生产量为 16300 万吨，而煤炭消费量达到 25000 万吨，缺口约为 9000 万吨，而由山西调入的煤炭 1993 年达到 6200.85 万吨，大致占该地区调入量的 70% 和需求量的 1/3。预计 2000 年调入华东地区的煤炭将增加到 18000 万吨，按上述比例测算，山西调入该地区的煤炭将达到 12000 万吨以上。

#### （四）两广、两湖和海南地区

广东、广西、湖南、湖北以及海南五省区煤炭资源比较贫乏，历来是煤炭的主要调入地区。1993 年该地区生产原煤 7400 万吨，而消费量则为 1.2 亿吨左右，缺口煤炭约 5000 万吨，其中 1993 年由山西调入煤炭为 2062.84 万吨，约占该地区整个调入量的 40% 以上和需求量的 1/4。今后，随着沿海地区经济的迅速发展，煤炭需求量必将急剧增长，煤炭的调入量亦将相应增大，预计 1995—2000 年调入该地区的煤炭将达到 7000—8000 万吨，由山西调入的煤炭将增加到 4000 万吨。

#### （五）其他地区

根据 1993 年资料分析，调往其他缺煤地区的煤炭，主要是供应河南和陕西省，少量供应宁夏、青海和甘肃，约占晋煤外销量的 5% 左右。预计到 2000 年，这些地区的煤炭需求量在 1500 万吨左右。

以 1993 年为例，晋煤售给外省市 21111 万吨，占全年原煤产量的 68.1%，其输出形势是：北京市 1454.93 万吨、天津市 1720.04 万吨、河北省 3852.97 万吨、内蒙 270.84 万吨、辽宁省 1105.48 万吨、吉林省 185.66 万吨、黑龙江省 30.49 万吨、上海市 1080.98 万吨、江苏省 1858.31 万吨、浙江省 697.89 万吨、安徽省 305.88 万吨、福建省 219.36 万吨、江西省 91.10 万吨、山东省 1836.40 万吨、河南省 921.61 万吨、湖北省 582.04 万吨、湖南省 288.75 万吨、广东省 721.34 万吨、海南省 52.45 万吨、广西 122.59 万吨、贵州省 0.49 万吨、陕西省 294.61 万吨、青海省 11.58 万吨、宁夏 16.12 万吨、甘肃省 2.12 万吨、大连市 131.98 万吨、沈阳市 50.20 万吨、哈尔滨市 0.56 万吨、长春市 1.40 万吨、南京市 49.02 万吨、宁波市 50.13 万吨、厦

门市 11.78 万吨、青岛市 37.55 万吨、武汉市 129.81 万吨、广

州市 151.12 万吨、西安市 40.62 万吨、深圳市 67.19 万吨。近年来山西煤炭产、销情况见表 1—2。

表 1—2 山西省 1985—1993 年煤炭产销量

单位：万吨

	1985年	1990年	1991年	1992年	1993年	1985与1993年比较	
						净增	增长%
全国原煤产量	87246	108000	108700	111600	115000	27754	31.8
山西原煤产量	21418	28597	29162	29687	31015	9597	44.8
山西占全国%	24.5	26.5	27.0	26.6	27.0		34.6
山西煤炭外销量	13846	20268	20610	21990	22477	8631	62.3
外调占山西煤炭%	64.6	66.5	65.7	74.1	72.5		
其中：铁路外运量	12075	17828	17904	19092	19732	7657	63.4
铁路外运%	87.2	88.0	86.9	86.8	87.8		
外贸出口量	378	1263	1436	1419	1366	991	264.0

山西煤炭出口，自1917年至今已有近80年的历史。现在秦皇岛港和天津港有专用出口煤场地，又与进口煤炭的国家与地区的市场相邻。山西煤炭出口贸易的条件十分有利，解放45年来供应外贸出口煤炭累计11822万吨，占全省累计外销煤总量的4.25%。1979—1993年的15年中，出口煤炭累计达到了10389万吨，是改革开放前30年的7.3倍。1993年出口煤炭占全省外销煤总量的6.1%，出口煤炭在全国总出口的比重，也由1980年的37.5%提高到1992年的72.7%。山西的煤主要供应日本、朝鲜、菲律宾、马来西亚、英国、法国、意大利、荷兰、缅甸、孟加拉国以及港、澳等十几个国家与地区。

但是应该看到，作为世界产煤大国，我国在世界煤炭贸易竞争中与其他煤炭出口国相比，差距还很大。山西是我国煤炭出口的主要供应基地，但由于尚未形成供货的稳定性，在质量适用性方面尚不完善，同时在价格方面缺乏灵活性，因此，严重制约着煤炭出口的进一步扩大。主要的差距表现在：

(1) 质量差距。目前国外用户对煤炭质量要求越来越高，煤中雷管、灰分、矸石、水分、粒度等均有严格的要求。随着科技的发展，国外用煤由直接燃烧原煤改为经过钢磨加工后高炉喷吹燃烧，因此要求较高质量的煤炭。另外，各国大气清洁法案对燃用煤的灰分、硫分也做了严格的规定，因此，扩大出口必须有真正的优质煤种是非常关键的一环。

(2) 供货差距。主要是供货不稳定。在1992年澳大利亚国际煤炭会议期间，有的国家把中国列为供货不稳定国家，由于煤矿生产规模偏小，铁路运输紧张以及国内能源供应的波动，使山西出口煤炭货源计划任务难以完成。1985年完成85.08%，1991年为85.57%，1992年达到91.26%，货源难以集港，自然也就无法确保装船运往国外了。

(3) 价格差距。主要缺乏随行就市的灵活性。国际煤炭市场需求波动起伏，这就要求出口煤炭的成本必须低于市场平均售价。要使出口煤卖价具有较大的灵活性，如果煤炭成本不能低于世界平均水平，灵活性也就无从谈

起。因此，千方百计降低煤炭成本是价格灵活的前提。

据有关资料指出，世界石油储量按目前消费水平，仅能维持 30 年左右，石油紧张的局面必将再度出现，而煤炭的需求将会迅速增长。据预测，全球一次能源消费量，将由 1990 年的 125 亿吨标煤增加到 2000 年的 147 亿吨标煤，而亚洲地区则是能源需求和消费增长最快的地区。我国地处东亚，位置优越，山西煤炭要在国际煤炭市场上增强竞争力，必须提高井下采煤技术，开展地面洗选加工，按用户要求把好出口煤炭质量关，建立起稳定的供货体制，加强经营管理，努力降低出口煤炭成本，增加出口煤炭卖价的灵活性，山西煤炭出口的前景将是十分可观的。

## 二、煤炭是山西财政的支柱

近十几年来，是山西经济发展最快的一个时期。煤炭能源工业为经济发展提供了大量资金。1985—1993 年，全省乡镇煤矿实现销售利润 6.28 亿元，上缴税金 1.46 亿元。1993 年全省能源工业实现利税 28.56 亿元，占全省工业企业实现利税总额的 36.4%，为 1978 年的 3.49 倍，其中煤炭及炼焦业实现利税 22.13 亿元，电力工业实现利税 6.43 亿元，分别为 1978 年的 2.77 倍和 4.88 倍。1979—1993 年的 15 年间，全省能源工业共实现利税 223.26 亿元，占同期全省工业企业实现利税的 39.67%，其中煤炭采选业和炼焦业共实现利税 145.63 亿元，电力工业实现利税 77.22 亿元，石油工业实现利税 0.41 亿元。煤炭能源工业的高速增长，对山西经济增长实现第一个翻番的直接、间接贡献率约为 35%。

但是，应该看到，由于煤炭能源工业属成本递增、效益递减的微利企业，多年来山西煤炭工业企业效益低下，积累能力微弱，因此导致企业的贡献率逐年下降。1980 年煤炭工业企业占山西财政收入的比重为 52.1%，到 1985 年下降为 21%，1993 年更下降为 15%。因此，必须强化发展煤炭生产与经济发展的相关配套政策，国家在政策和投入上继续给予倾斜和扶持，使山西的煤炭生产在促进经济发展中起到更大的作用。

## 三、部分农民得益于煤炭富起来了

农业是国民经济的基础，“兴晋富民”离不开农业的发展。近十几年来，通过“以煤兴农”、“以工补农”，走煤炭与农业协调发展的道路，进而带动各行各业，促进了经济和社会的发展，取得了可喜的成绩，发生了显著的变化。

有关山西 9 个重点产煤县的调查资料表明，走煤炭农业综合协调发展之路，是一条富有山西特色的、符合产煤县经济特点的发展道路。这几个县的特点是乡镇煤矿发展很快，积累了一些资金，除了发展再生产以外，他

们把资金投放到以改善农业生产基本条件为主的领域，投之于农田水利基本建设、小流域治理、改善农业机械化设施以及农业科技、文化教育事业的发展上，及时地补救和扭转了一些地方因采煤造成的农业生产条件的破坏和恶化的状况。例如，孟县近几年来坚持“以煤兴农”，每年以 300 万元用于农田水利基本建设，以 300 万元用于发展林、牧、渔业生产，以 50 万元用于发展农村科技事业，此外每年还平均以 260 万元资金发展农业机械化。这样连续几年的投入，基本上保持了农业的连年稳定，在农村人均总收入中，有 60% 左右来自煤炭工业和与煤炭相关的运输业和其他产业的收入。据粗略估计，目前各县从事煤炭生产的劳动力，约占农村劳动力的 15% 左右，其中 80% 兼种口粮田，成为亦工亦农的新型劳动者。

与此同时，煤炭工业的发展带动了相关产业，使农村经济结构逐步向协调方向转变，一般重点产煤县都是由煤起家，在国家的扶持下，用“滚雪球”的办法，“积累—发展—再积累—再发展”，使先行的煤炭工业为其他产业奠基开路，推动了整个农村经济结构的变化。如宁武县 1978 年的农村社会总产值构成中，农业的比重高达 52.2%，工业占 34.2%，到 1990 年农业下降为 26.4%，而农村工业的比重上升到 54.5%。乡镇工业内部结构也发生了较大的变化，逐步推进了地下工业向地面工业的转移，改变了过去以卖原料为主的生产结构，形成了以煤炭为主、相关产业为辅，以农产品与非农产品加工为补充的农村工业生产体系。

煤炭工业的发展，还直接带动了产煤县交通运输的发展，汽车、拖拉机数量大大增加，公路通车里程逐年增长，有的县还开始建设地方铁路专用线，彻底改变了过去封闭落后和畜拉人推的落后状况，大大解放了生产力。如孟县目前 25 个乡镇 500 多个村都能通汽车；乡宁县 1978 年农村运输业总产值仅 18 万元，1990 年增加到 704 万元，是 1978 年的 39 倍多；怀仁县农用载重汽车 1978 年为 20 辆，1990 年发展到 440 辆，是 1978 年的 22 倍。从调查中发现，在山西，有煤县普遍比无煤县发展得快，重点产煤县比一般产煤县的经济繁荣活跃。产煤县由于财政收入逐年增长，使城乡建设逐年发展，市场繁荣，商品销售额逐年增长。如襄垣县，1990 年全县社会农副产品收购总额为 4918 万元，比 1978 年增长了 2.9 倍，县以下社会商品零售额 5039 万元，比 1973 年增长了 4 倍，一些乡镇致富以后，新的小城镇建设也为农村经济社会的发展提供了条件。

煤炭工业特别是乡镇煤矿的高速发展，还吸收了农村大批剩余劳动力。到 1993 年，乡镇煤矿的原煤产量猛增至 1.39 亿吨，占全省原煤产量的 44.9%，比 1978 年提高了 28.2 个百分点，煤炭及炼焦业产值在乡镇企业总产值中占到了 38.4%。尽管在乡镇煤矿中外省民工占有很大的比重，但不能否认乡镇煤矿仍是吸纳农村剩余劳力的主要渠道。目前，在乡镇煤矿就业的劳动力约有 25 万多人，占采煤县（区）农村劳动力的一半左右，这不能不说也是农村致富的一条重要途径。

山西煤炭工业的发展，尤其是重点产煤县的发展，不仅使农村经济面貌发生了深刻的变化，同时还涌现出一批因采煤致富的先进典型。

左云县是全国重点产煤县之一。全县共有乡镇煤矿 113 座，煤田面积约 650 平方公里，可采储量 19 亿吨，而且煤质好，煤层厚，埋藏浅，易开采。党的十一届三中全会以后，全县按照“统一规划、合理布局、联合经营、共同受益”的办矿方针，推动了全县煤炭工业不断迈上新台阶。1990 年全县原煤产量达到 1172 万吨，产值为 25476.06 万元，占全县工业总产值的 94.5%，总收入达到 23503.3 万元，占全县农村经济总收入的 64%；上缴利税 3810.9 万元，占全县财政总收入的 88.1%；而在煤炭工业中，乡镇煤矿又居于重要地位，其产值占全县煤炭工业总产值的 90% 以上。这充分说明，煤炭工业已成为左云县经济和地方财政以及农民致富的主要来源。该县的上张家坟村，走“以煤炭生产为龙头、以工促农、农工商并举”的振兴经济之路，一跃成为闻名全国的“小康第一村”。该村现有煤矿 3 座，年产原煤 60 万吨，1992 年全村工农业总收入达到 1500 多万元，全村公共积累达到 200 万元。从 1986 年以来，全村人均年收入一直保持在 6000 元以上，连续 10 年被评为省、地（市）、县先进村，1991 年又被山西省委、省政府树为全省农业战线 20 面红旗之一。该村党总支书记左升同志是山西省特级劳模，山西省优秀农民企业家，全国劳动模范，第六、七、八届全国人大代表，在上张家坟村民的心目中，左升是党在农村的好带头人，是人们开拓奋进的旗帜，是庄稼人的骄傲。

### 第三节 枯竭的预警

#### 一、煤炭资源的不可再生性

自然资源是自然界中能为人类利用的物质和能量的总称，是人类生活和生产资料的来源，是人类社会和经济发展的物质基础，也是构成人类生存环境的基本要素。按自然资源的物质属性，通常可分为可再生资源 and 不可再生资源，前者具有可更新、可循环、可再生的特点，如生物资源、水资源；后者为不可再生、不可循环、不可更新的资源，如煤、铁等矿产资源。

自然资源并非取之不尽、用之不竭，这种自然资源的有限性，是自然资源最重要的特性，也是我们在资源开发利用中应当首先明确的。人类对于资源的开发利用，必须符合资源自身的发展规律，并与环境的负载能力相协调。我国是世界上煤炭资源储量最丰富的国家之一，1993年煤炭保有储量为10018.65亿吨，煤炭探明保有储量居世界第2位，远景储量居世界首位。目前，我国煤田已勘探面积和预测面积约55万平方公里，占全国陆地面积的5.73%，我国煤炭资源分布虽广，但很不均衡，虽然全国30个省、市、区除上海市外都蕴藏有煤炭资源，但主要煤田集中在华北和西北地区。华北地区的探明储量最为丰富，约占全国的2/3，其中山西探明煤炭保有储量占全国的27%。但据1989年资源分析，在全国煤炭保有储量中，探明程度较高的精查未利用储量为822亿吨，还不足探明储量的1/10；在精查未利用储量中可供建井的只有350亿吨，约占42.6%。许多煤炭资源探明程度较高，但由于地理位置偏僻或外部条件不具备，地形复杂，修路造价很高，附近缺乏充足的水源，开采之后煤运不出来，而且不能就地发电，因此，尽管这些储量已列入探明储量，但建井困难，故不能算作经济可利用量。山西蕴藏着丰富煤炭资源，但煤炭作为不可再生的资源，并非挖之不尽，甩之不竭。据测算，如接近10年山西煤炭年均递增9.6%的速度继续增长，则50年后山西煤炭储量即将告罄，如按到2000年产煤4—4.3亿吨速度增长，山西煤炭也只能开采90—100年。因此我们必须具有忧患意识，清醒地处理能源基地的建设与山西经济协调发展的关系，一旦以煤炭为主的能源工业产生滑坡和衰退，山西的主导经济也将随之衰退。因此，一方面坚持贯彻执行保护和节约使用煤炭资源这一采掘工业的基本原则，建立一种有利于形成资源节约型的经济体系和社会体系的机制，另一方面则要求在山西能源经济发展的鼎盛时期选择好后备支柱产业，这将对未来的山西经济社会的发展具有十分重要的意义。

#### 二、煤炭资源枯竭的预警

我国近年来已经开展了资源的宏观预警研究工作，并取得了很大成绩，

它不仅成为资源经济和经济预警的重要组成部分，而且为各级政府制定资源开发和保护政策、促进资源的综合利用和有效地配置起到了积极的作用。

资源的宏观预警是从国民经济持续、稳定发展的要求出发，研究资源总体性的供求态势，寻找资源短缺的品种、幅度、长度、走向、类型、成因、危害和对策。山西在资源的预警方面做了一定的工作。山西省地质矿产局和山西省计划委员会于 1992 年提出了《山西省矿产资源对经济建设保证程度的研究报告》。根据历史的平均经济增长速度和资源消耗速度来推断和评价煤炭对经济建设的保证程度，这实质上是一项资源预警的研究。研究报告提出的资源保证程度和远景分析包括：

(1) 生产矿井保有储量的保证程度。从目前生产矿井的保有储量分析，统配煤矿于 1997 年前后消失的有阳泉矿务局四矿和大同矿务局的大斗沟煤矿。地方煤矿中大型矿井的保有储量均有较充分的保证，中型矿井中有少量矿井储量不足，在 2000 年前将有部分矿井煤炭资源枯竭，小型矿井因生产能力较小，对全省整个煤炭产量影响不大。乡村煤矿中除少数中型矿井储量保证程度较好外，其余多为小煤矿，因受煤层深度、开采技术方法等方面的限制，主要开采边角、露头 and 古空区，所以在 2000 年前将有一批小矿因不能继续开采而关闭淘汰。预计到本世纪末报废矿井将达到 1700 多个。据阳城县资料，“七五”期末已有 17 对矿井报废，“八五”期末有 37 对矿井枯竭，约占全县现有矿井数的 37%。灵石县是山西重点采煤县，在全县 267 对矿井中，只有 24 对矿井的资源比较完整，可开采 30 年左右，170 多对矿井 20 年后将全部报废，40 多对矿井的煤炭储量 5 年以后将彻底枯竭，浅层煤的资源将面临枯竭。由此，从现有生产矿井保证程度分析，大、中型矿井一般资源均有充分的保证，地方小煤矿的前景则不容乐观。

(2) 对 2000 年原煤产量的保证程度。根据山西煤炭生产能力预测，到 2000 年原煤产量将达到 4 亿吨。其中统配煤矿是山西煤炭生产主力，预测产量为 2 亿吨，关键在于“九五”期间几个特大型矿井的投入资金能否到位，按期建成投产，从煤炭资源储量均有充分的保证。地方煤矿是重点建设 35 个重点产煤县和一批骨干企业，到 2000 年地方煤矿原煤总产量为 2 亿吨，其中县以上地方煤矿 0.78 亿吨，乡村煤矿 1.22 亿吨，虽然一批小煤矿因资源枯竭而报废，但可用对资源条件较好的老矿井的改造扩建予以弥补，资源储量还是有保证的。

(3) 煤炭资源总的保证程度。在全省探明储量中工业储量 1240.28 亿吨，要满足本世纪末原煤总产量 4 亿吨以及今后煤炭工业的发展要求，是有充分保证的。但如前所述，煤炭生产和布局还受到许多因素的影响，因此，对新建大型矿井和改建、扩建的重点地方煤矿，应加强前期的精查勘探工作。此外，资金的投入也是保证煤炭资源优势变成经济优势的重要前提。

(4) 预测储量及远景分析。几十年来有关部门对山西煤炭蕴藏量进行过多次预测研究，提交过不同的煤炭资源预测数据。迄今为止，对山西煤炭

资源最新最系统的总结报告是由山西省地质矿产局 212 地质队编写的《山西省煤炭资源远景调查研究报告》。报告根据国家地质矿产部和山西省地质矿产局的文件精神，在全面收集前人资料的基础上，通过认真分析对比，研究预测全省煤炭资源总量为 7688.76 亿吨，其中含已探明储量 2584.40 亿吨。在以上预测储量中，按不同的埋深水平可分为 600 米以上者 454.22 亿吨，600—1000 米之间为 660.07 亿吨，合计 1114.29 亿吨，这是现阶段有意义的资源。至于埋深大于 1000 米的预测资源，在现阶段因受众多因素的制约可暂不考虑。可作为今后规划的实际煤炭资源量，首先是已探明的保有储量 2573.81 亿吨，其次是埋深小于 1000 米的 1114.29 亿吨的预测储量，合计 3688.10 亿吨。由此可见，山西煤炭资源丰富，在相当长一段时间对山西煤炭工业的发展是有充分保证的。根据上述分析，我们认为煤炭工业的发展资源枯竭的预警，当然是十分重要的。但是煤炭工业发展过程中存在的问题而引起的“管理枯竭”也必须引起人们高度的重视，主要表现在：（1）回采率低，资源浪费严重。据统计，山西全省煤炭资源平均回采率为 49.6%，即在采区内有 1/2 的资源被丢失掉，若以矿井所占用资源量来核算（按采区回采率 75.2% 计算），则矿井资源回采率只有 37.3%。特别是乡镇煤矿，矿点密，煤矿井田面积平均只有 0.7 平方公里，其中年产量不足 3 万吨的矿占到 75.8%。由于规模小，生产方式落后，缺乏延伸开拓的经济实力。如乡宁县人力开采占 65%，半机械化开采占 30%，机械化开采仅占 5%，资源浪费十分严重，采区回采率仅 20% 左右，矿井回采率仅 15%，有的甚至更低。全省乡、村煤矿经过批准的储量 277 亿吨，按年采 1.15 亿吨生产规模测算，采区回采率 50%，可采 120 年，若按现在回采率计算，只能开采 36 年。据粗略估算，以 1990 年为例，国统矿资源回采率为 75.9%，地方国营矿为 60.8%，均低于国际 85% 的平均水平。而乡镇煤矿回采率仅 15% 左右，当年约损失煤炭储量 8.3 亿吨，其中乡镇煤矿损失 8.09 亿吨。因此，若不迅速提高乡、村煤矿的回采率，必将加速山西省煤炭资源的枯竭。

（2）体制不顺，产销价格不合理，挖煤的不如卖煤的、倒煤的。“煤贱伤晋”，煤贱连成本都收不回，如优质动力煤“大同煤”，1991 年煤价全部放开，每吨煤的价格由 1991 年的 60 多元上升为 100 多元，但由于成本急剧上升，每吨煤仍亏损 1.9 元。

（3）亏损面增大，经济效益差。1990 年乡及乡以上全部独立核算能源工业企业 2183 个，其中亏损企业 278 个，占 12.73%。在亏损企业中，煤炭采选业、炼焦、煤气及煤制品业占到 23.13%，煤炭采选业 1985 年盈利 42386 万元，1990 年却亏损了 20264 万元。现在名目繁多的摊派、捐赠、提留，使煤矿如牛重负，经济效益低下，使得企业留利微薄，抑制了企业自我发展的能力。

（4）煤炭工业的发展引起的环境问题日趋严重。采矿对土地造成的塌陷和裂缝，采矿漏水和水位下降加剧了水资源的短缺，矿山固体废弃物污染

了环境，这些都影响着矿区周围的环境状况和居民的生活质量。

煤炭生产是一项劳动强度大、工作条件较艰苦的产业，如果煤炭生产没有较高的比较经济效益，要想吸引稳定高素质的劳动者是比较困难的。因此，在重视、研究资源预警的同时，要认真解决“管理枯竭”的问题，否则，纵然有丰富的煤炭资源储量，要想变成持续稳定的可利用财富也是比较困难的。

### 三、山西煤炭开采速度及经济开采时限

山西煤炭开采速度与基本建设投资有着直接的关系。从新中国成立以后到 1993 年，煤炭工业累计投资 227.93 亿元。由于受国家各个时期重点建设政策变化的影响，所以投资规模也是在起伏中不断增长。“一五”、“二五”和三年调整时期，山西是国家煤炭开采的重点地区，13 年中煤炭工业投资 15.9 亿元，原煤产量由 1952 年的 1060 万吨增加到 1965 年的 3927 万吨，比 1952 年增长了 2.7 倍，年均增加 223 万吨，年递增率 10.6%，吨煤投资 54.9 元。“三五”和“四五”时期，能源建设投资急剧下降，10 年间煤炭工业投资 7.7 亿元，仅为“二五”时期煤炭工业投资的 83.2%，原煤产量由 1966 年的 3928 万吨增加到 7541 万吨，年均增加 361 万吨，年均递增率为 6.7%，增加吨煤投资为 21.3 元。“五五”期间，国家决定把山西建成全国的能源重化工基地，煤炭生产坚持两条腿走路，统配矿、地方矿、乡镇矿一起上，大、中、小型煤矿并举，煤炭生产进入了一个高速发展时期，煤炭工业的投资达到 14.10 亿元，原煤生产由 1975 年的 7541 万吨增加到 1980 年的 12103 万吨，比 1975 年增长了 60.5%，平均每年增加 912 万吨，年均递增率为 9.92%，增加吨煤投资 30.9 元。“六五”期间煤炭生产继续保持高速增长势头，投资为 38.12 亿元，原煤产量由 1980 年的 12103 万吨增加到 1985 年的 21418 万吨，年均增加原煤产量 1863 万吨，年均递增率为 12.09%；增加吨煤投资 40.9 元。“七五”期间进入持续稳定发展阶段，煤炭工业投资总额为 78.87 亿元，原煤产量 1990 年达到 28597 万吨，比 1985 年增加了 7179 万吨，增长了 33.5%，年均增加原煤产量 1436 万吨，年均递增率为 5.95%，增加吨煤投资 109.9 元。“八五”前 3 年山西煤炭工业投资 72.85 亿元，1993 年原煤产量达到 31015 万吨，比 1990 年增长了 2418 万吨，年均增加原煤产量 806 万吨，这 3 年中递增率为 2.74%，增加吨煤投资 301.2 元。由于原煤产量基数已突破了 3 亿吨大关，山西煤炭生产步入了平稳发展时期。从山西煤炭开采史分析，新中国成立以后 40 多年，原煤产量从 1949 年的 267 万吨发展到 1993 年的 31015 万吨，增川了 115 倍，年均递增速度为 11.41%，每年平均增产原煤 698 吨。因此，无论是年均原煤的增加量还是平均递增速度，新中国成立以来的这一阶段在整个山西煤炭开采史上都是最为突出的。新中国成立以来各个历史时期的递增率、投资和增长量见表 1—3 和图 1—1。

表 1—3 新中国成立以来山西省煤炭生产建设开发速度

时期	基本建设投资 (亿元)	年均增产量 (万吨)	递增率 %	增加吨煤投资 (元)
1949—1993 年	227.93	698	11.41	74.1
恢复时期	0.40	264	58.34	5.1
“一五”时期	3.85	267	17.70	28.9
“二五”时期	9.22	157	5.84	117.3
1963—1965	2.86	249	7.29	38.2
“三五”时期	2.84	274	6.17	20.7
“四五”时期	4.82	449	7.32	21.5
“五五”时期	14.10	812	9.92	30.9
“六五”时期	38.12	1863	12.09	40.9
“七五”时期	78.87	1436	5.95	109.9
“八五”前 3 年	72.85	806	2.74	301.2

根据山西省地质矿产局提供的资料，截止 1990 年，山西已开发利用的煤矿有 6124 个，其中统配煤矿和主要的县营以上地方煤矿及二轻系统煤矿有 364 个，占用煤炭保有储量 413.61 亿吨，占全省保有储量的 16.07%，在这当中，工业储量为 392.67 亿吨，占全省煤炭保有工业储量的 31.66%。按照煤矿的服务年限与煤炭资源的储量公式测算，山西各大矿务局的开采时限如下：

$$Z = \frac{A \cdot T}{K} \quad AT = ZK \quad T = \frac{ZK}{A}$$

其中：Z 为可采储量，指扣除了开采损失之后实际可能采出的储量（万吨）；A 为煤矿的设计能力（万吨/年），是以 2000 年规划生产能力作为基数；T 为煤矿的服务年限；K 为储量富裕系数，是为了确保煤矿服务年限而对可采储量留有的余地（一般为 1.4 以上）。

大同矿务局：工业储量 43.13 亿吨，按年产 4000 万吨计算，其开采年限为 150 年；

西山矿务局：工业储量 66.71 亿吨，按年产 3000 万吨计算，其开采年限为 311 年；

阳泉矿务局：工业储量 45.53 亿吨，按年产 2500 万吨计算，其开采年限为 255 年；

汾西矿务局：工业储量 26.08 亿吨，按年产 1400 万吨计算，其开采年限为 260 年；

潞安矿务局：工业储量 17.53 亿吨，按年产 1720 万吨计算，其开采年

限为 143 年；

晋城矿务局：工业储量 16.77 亿吨，按年产 2300 万吨计算，其开采年限为 102 年；

轩岗矿务局：工业储量 6.43 亿吨，按年产 560 万吨计算，其开采年限为 160 年；

平朔煤炭工业公司安太堡露天矿：工业储量 4.12 亿吨，按年产 3000 万吨计算（因系露天开采，采区回收率高），其开采年限为 15 年；

山西省地方统配煤矿：工业储量 28.51 亿吨，按年产 2000 万吨计算，其开采年限为 199 年；

山西省地方县以上煤矿：工业储量 134.49 亿吨，按年产 7750 万吨计算，并考虑到回收率较低的因素，从全省分析，大致可维持 120 年左右。

县以下的煤矿，全省星罗棋布，开采年限因矿而异，较难预测开采年限。

## 第四节 负效应

### 一、黑色抹去了绿色，带来了沉寂

山西煤炭资源的开发，唤醒了沉睡千万年的黄土大地。煤炭的开采，对于山西经济的发展和人民物质文化生活的改善，都起到了不可磨灭的作用。但同时也使环境受到日益严重的压力，采矿影响和破坏了当地矿区周围的景观，直接造成了地表形态的变化，绿色覆盖的消失，人造山体的隆起，采空区塌陷的出现，采区水文地质条件的改变，土地生产力的下降，空气的污浊，邻近区域生物生存条件的恶化，噪声的干扰，小气候的变化以及地壳、地表层岩土（剥离物）的重新组合、堆垫等，致使各矿区环境质量日趋恶化，空间破败，生活质量下降，即使勉强留下一些植被面，也由于着点和比例关系的失调，难以发挥绿地的生态功能。

#### （一）土地的沉降与塌陷

煤炭地下开采，上覆岩土层丧失了稳定的支撑，在重力作用下，地表往往会发生崩塌、滑坡、沉降、裂缝和塌陷，以致会诱发小地震和引起地层活化。据测算，山西统配煤矿煤炭地下开采每平方公里约产煤 600—700 万吨，如按目前的生产水平匡算，每年大约要增加 40—50 平方公里地下采空区面积，由于采空区的不断延伸，采煤后所引起的地面变形而辐射产生的影响，要远远超过采空区的实际面积。据调查分析，截止 1994 年底，全省八大统配矿务局采空区面积约 550 平方公里，折合 82 万多亩，其中已形成塌陷裂缝面积约 14 万多亩。据山西省土地管理局等单位 1994 年对部分矿区的典型调查，汾西矿务局的富家滩煤矿，从 1937 年开采，直至 1978 年因资源枯竭而报废，采区内涉及到 5 个村，塌陷裂缝面积达 1100 多亩，占耕地总量的 26.8%，其中严重塌陷造成耕地荒芜的 920 亩，占耕地总量的 22%。张家庄煤矿始建于 50 年代，采区范围内涉及 6 个村庄，由于采煤引起土地塌陷裂缝约 5000 亩，占耕地总量的 66.7%，其中严重塌陷造成耕地荒芜的有 2600 余亩，占耕地总量 35%。这样的事例在矿区是屡见不鲜的。

值得注意的是，上列数据仅是国统煤矿的塌陷情况。目前山西还有一半以上的原煤是通过地方煤矿和乡镇煤矿来采掘，由于历史的原因和技术经济条件的限制，地方煤矿的资源回收率较低，相对来说就加大了采空区的面积。虽然地方煤矿因单个采空区面积偏小，其塌陷裂缝程度没有国统大煤矿严重，但由于一般多是采挖浅层煤田，对地表也会造成不同程度的影响。

至于全省地方煤矿的开采所引起的土地塌陷和裂缝，因缺乏系统的资料，目前尚难有精确的数据，仅有一些具体的典型调查个案可供参考。例如晋城城区西关煤矿是一个村办矿，由于采空区的延伸，致使西吕匠村为城区开发的蔬菜基地受到严重的影响，塌陷已有 50 亩，该村科研组兴建的一处温室和两座大棚已出现倾斜，边缘部分因陷落而出现了一个 20 多平方米的

大坑，深达 7 米，温室部分水泥骨架断裂报废，造成了严重的经济损失。因此，地方煤矿对土地的破坏也是一个不容忽视的严重问题。

山西省地形 80% 以上是山区丘陵，上覆深厚黄土，耕作性能良好。全省煤矿采区地表 90% 是农耕地，因此，煤炭开采对农业生态环境的影响尤为突出。主要表现在以下几个方面：

(1) 耕地锐减。如霍州市，省、地营煤矿占地近万亩，并且绝大部分是汾河沿岸的水浇地，致使该市人均耕地从新中国成立初期的 5.3 亩下降到目前的 1.7 亩。霍州矿务局辛置煤矿范围内的北村，人均耕地由解放初期的 2 亩下降到现在的 0.3 亩。襄垣县的王桥村，煤矿开采前人均耕地 4 亩，目前减少到 0.9 亩。于是，在山西省内一些矿区和城市郊区出现了一批无地户和无地村，由于耕地减少，给农业生产和农村经济发展带来了严重的影响。

(2) 农业减产。煤田开采引起的地表塌陷和裂缝，使一些原有的旱平地或缓坡耕地变成旱坡地和陡坡地，塌陷使一些灌溉渠系和蓄水池沉陷断裂，水源渗漏，水浇地变成旱地。据不完全统计，山西的八大统配矿务局由于煤炭开采而引发的地表塌陷等现象，已使全省 18 个县 300 多个乡镇的 30 多万亩水浇地变为旱地，直接影响着各种农作物的产量，减产最为严重的要属水浇地。据典型调查，水浇地旱化后，作物产量平均减少 60%—70%。而地表变形、坡度增大则可导致旱地减产 10%—40%。据报道，仅据八大矿务局因煤炭开采导致地表塌陷等而使水浇地被破坏一项，每年山西损失粮食就达 1 亿多公斤。

(3) 农业耕作条件恶化。耕地的塌陷和裂缝使耕作条件不断恶化，目前，山西一些地区的农业生产，已由往日的机耕、机播、机收等“三机配套”形式被迫返回到原始的人畜耕作形式，农业机械化水平明显下降。据调查，由于耕作条件的恶化，农民亩均投工要比原未多投入 3—5 个，影响了农民的经济收入。此外，坡度的增大，导致了水土流失的加剧。据有关资料测算，5° 坡耕地坡度每增加 1°，在同样的降水条件下，其冲刷量和细沟侵蚀量大致可增加 20% 左右。据研究表明，即使在植被较好的自然条件下，大自然也需要用 100—400 年，甚至更长的时间才能创造出 10 厘米厚的表土，矿山开发或其他人为活动引起的水土流失，就可以使大自然数千年的劳作毁于一旦。

煤炭是一次性开采使用而又不可再生的资源，这就意味着煤炭的开采必有其衰落的时期。据有关部门预测，山西省乡镇煤矿到 2000 年将有 1700 多个矿井面临报废，国统矿当中有的大煤矿也因资源逐渐穷尽而黯然失色，原有的交通以及其他附属设施的占地也将失去原有的功能，昔日喧闹的矿山，就会出现大量废弃的土地，呈现出一幅萧条的景象。

## (二) 固体废弃物占地及污染

任何一个生产工艺进程都不可能将原料全部转化为产品。煤炭在采掘和剥离的过程中产生的废石，选矿丢弃的“贫矿”等，使煤炭生产过程中排放

出大量固体废弃物。山西矿井开凿和采煤产生的废石和矸石量，与原煤产量的比例大致为 1：1，其中与煤矸石的比例为 1：0.2—0.3。按目前的煤炭生产水平，山西每年排出固体废弃物就在 3 亿吨以上。这些固体废弃物有的平地起堆，有的沿天然沟壑倾倒，有的向塌陷区充填，有的弃入尾砂库。大多数随意排放，日积月累，年复一年，不仅占用了大量的土地，同时也对矿区周围的生态环境造成极大的危害。

关于固体废弃物的排放量，目前尚无精确的数据，若按原煤产量推算，从 80 年代起到本世纪末，山西全省可排放固体废弃物约 40 亿吨，其中矸石在 10 亿吨以上，估计占地将达到 15 万亩以上，其中耕地可达 9 万亩左右，如不实施复垦措施，使其达到可利用程度，必然造成土地资源的极大浪费。此外，在煤矸石中夹杂有一定数量的煤炭，矸石从翻矸车上倾倒，大粒度的滚到矸石堆底部，小粒度的留在矸石堆的顶部，在一定的温度、湿度条件下，煤和硫在空气中因氧化而引起自燃。目前，山西全省矸石山一半以上都产生过或正在自燃。矸石自燃后，排出大量有害气体，污染环境，使局部的气候恶化，对建筑物和人民生命财产危害极大。据测定，正在燃烧和薰燃的矸石堆，每平方米燃烧面积，每昼夜可释放出一氧化硫 1.1 公斤，二氧化硫 6.5 公斤，硫化氢和一氧化氮 0.6 公斤。而生产 1 吨土焦，排放烟尘约 20 公斤、苯系物 3.9 公斤、二氧化硫 6.1 公斤，以及其他挥发酚、氰化物等有害物质，其中以二氧化硫危害最大。这些有害气体可使树木凋零，庄稼受到损害，使下风向处许多公里之内油漆褪色。更为严重的是散发出来的有害气体，将使慢性气管炎、气喘或肺炎之类的疾病患者和呼吸系统不健康人的病情加重。矸石中含有的硫化物，经雨水冲刷，细小颗粒顺流而下，使流域两旁的土壤酸化，酸性水中产生的氢氧化铁，可使生物窒息，河床硬化，降低了渗水性和氧化作用，缩小了各种生物的繁殖区域。此外，矸石山除自燃外，还极易产生滑坡，造成人员伤亡，交通堵塞，因此，采煤排出的固体废弃物对矿区周围的影响已经成为严重的环境问题。

## 二、甘泉之木哪里去了

山西是全国严重缺水的省份之一。全省多年平均（1956—1984 年）水资源总量为 138.1 亿立方米，河川径流量 108.6 亿立方米，地下水储量 93.1 亿立方米，河川径流和地下水重复量为 65.6 亿立方米。水资源紧缺已成为影响山西国民经济发展的重要制约因素。并且煤炭工业发展对水资源的破坏和水环境的污染影响越来越严重。

### （一）煤炭开采对水资源影响的一般过程

#### 1. 采煤初期矿井涌水不断增加的初级阶段

采煤初期，一般矿井涌水主要来自煤层自身和疏干上层潜水，因而涌水量较小。随着累积产量的不断增加，采空区逐渐扩大，以及回采放顶、放炮

震动、地表洪水冲刷，造成上覆岩土发生破裂，甚至塌陷，相应地煤层以上含水层地下水、地表水和坡面径流及河道水流沿着塌裂区下渗补给，矿井的水量也随之不断地增多，矿井涌水量越来越大。与此相应，上覆地层中各含水层地下水储存量不断流于，地下水位逐渐降低，河道基流逐渐变小乃至枯竭，地表径流渗漏量越来越大，河川径流越来越小。

## 2. 随着采煤向纵深发展、矿井渗水量达到高峰阶段

煤炭产量的不断增大，采区向纵深发展，当采空范围达到某种规模的时候，地下水降落漏斗具备了最佳的疏干能力，补给矿井的水量达到最大。这时在煤层浅埋藏区产生地表塌陷地带。地表水的转化能力达到一定水平，相应地矿井渗水量进入了高峰期。在疏干补给、地表径流入渗补给及其他补给处于最佳叠加状态下，矿井涌水量达到最大，形成了整个开采过程中的涌水高峰。这一时期，开采层以上，地下水储存空间还在减少，地下水位仍继续下降，河道基流大部干枯，河道断流历时明显增长。这一阶段矿井涌水量中，疏干量仍占相当比重，地表水补给量达到最大比例。

## 3. 矿井涌水量趋于下降并逐渐与降水量同步

随着累计煤产量的不断增加，煤层以上地下水储存空间已大大减少，疏干补给量越来越小，矿井涌水量对当年降水的对应性愈来愈明显。这一阶段随采空区范围的扩大，地表径流达到枯竭的程度。由于深层煤的开采，地下水位也降至相当低的程度。另外，在煤层较浅的埋藏区，随着煤矿开采向纵深发展，地表裂隙亦因塌陷范围的增大而不断扩大，地表水和地下水的产流条件不断改变，入渗补给增加，结果使开采条件下的水资源总量要大于天然水资源总量。

值得注意的是，当开采煤层深度达到下伏岩溶水压力水头的以下时，如有构造断裂沟通，煤层与下伏岩溶水相连，就会发生岩溶水顶板突水，矿井涌水量突然加大，使部分优质水源长时期地转化为矿坑水。与此相反，当下伏岩溶水压力水头低于开采煤层底板高程时，如有构造断裂沟通与下伏岩溶水，这时矿坑污水就会不断地补给下层岩溶水，从而使水质良好的岩溶水不断地受到污染。

## （二）煤炭开采对水资源环境的影响

### 1. 地下水位不同程度的下降

煤炭开采和加工不仅本身需要大量用水，同时，由于采煤而引起的地面裂缝和塌陷，直接或间接地破坏了煤系地层以上的所有储水构造，破坏了地表径流的排泄条件，导致河川径流减少，地表径流枯竭，地下水位下降，井泉干涸，水利设施破坏，蓄水工程失去作用。在正常情况下，每产一吨煤综合用水标准为 1—3 立方米。为了维持采煤的正常生产，煤炭生产时必须把采煤工作面的矿井涌水排出，这样就导致上层地下水被疏干。一般在开采初期，随着采煤工作面向纵深发展，矿井排水累积量逐渐增加，形成了以煤矿为中心的降落漏斗，使水流的水平运动改向垂直入渗运动，从而使地表水越

来越少，地下水位越来越深。如太原市西山煤矿，部分深井地下水位已下降 50 米以上，而产水量则减少 1/3。襄垣县采煤地区浅层水井已更换了 4 次，水位下降了 30 米以上，部分地区由于浅层水全部渗漏，不得不开采深层水，井深达到 300 米以上。

## 2. 河川径流大量渗漏

由于煤层浅埋藏区煤矿开采，矿区附近流域的采空区逐渐扩大。采空区裂缝和塌陷范围的扩大，造成了河川径流量的大量渗漏。如西山煤矿冶峪沟流域，面积 18.9 平方公里，1958 年降水量 532.6 毫米，实测河川径流量 31.7 毫米，1983 年降水量 564.5 毫米，而径流量为 5.8 毫米，仅为 1958 年的 18.3 %。

## 3. 矿区外围水源的影响

由于采煤改变了水文下垫面条件和地表水的产流汇流条件，破坏了地下水浅、中、深层之间的循环系统和储存条件，而且在一定的水文地质条件下，随着采煤深度的增加，有的还穿透了原有的隔水层，发生突水，势必影响整个系统的补、径、排条件，从而使原来排泄点流量减少，危及矿区外围水源。如晋祠因附近煤炭开采而不同程度地影响着晋泉的出水量，千年名泉晋祠难老泉的涌水量，50 年代为 2.83 立方米/秒，70 年代下降到 1.3 立方米/秒，1985 年减为 0.37 立方米/秒，1990 年减为 0.17 立方米/秒，1992 年曾出现断流惨状，这不能不说与煤炭开采有着很大的关系。

## 4. 矿坑排水和固体废弃物污染水源

采煤不仅减少了水资源的可利用量，而且井下排出的矿井水当中含有大量有毒有害物质污染着水源。据调查测算，1994 年全省 6000 多座煤矿排到地面的矿坑废水总量约 4 亿多吨。矿井水的危害具体表现为：一是对地下水的污染。当岩溶水顶板突水时，水质良好的岩溶水变成矿坑污水，减少了岩溶水出露水量。而当采煤层底板高于岩溶水压力水头时，矿井水将补给下层岩溶水，使下层水质受到污染，降低了水源的使用价值。二是对地表水的污染。矿井排出的污水，不仅混入大量的煤尘，而且还受到井下腐烂坑木以及油类等严重污染，一排出地表后，直接使河道水流受到污染。太原西山地区矿坑水质资源表明，大多数污染物都有检出。从超标率来看，酚最高，达到 83.3%，以下依次为亚硝酸氨 64.3%、COD 40.0%，pH36.8%、硫酸盐 30.3%、氨氮 27.2%、总硬度 25.0%、氟 20.0%、硝酸氨 15.4%、砷 14.3%、汞 9.1%，从最大超标倍数来看，亚硝酸氨超标 99.6 倍、酚 13 倍、氨氮 10.1 倍、砷 2.6 倍、COD 和硫酸盐 2.5 倍、汞 2 倍、氟 1.3 倍、总硬度 0.8 倍、硝酸氨 0.5 倍。上述数据表明，矿井水有机污染和毒物污染都较为严重，有机污染以亚硝酸氨、COD、氨氮为主，毒物污染以酚为主。一般来说，大型

---

COD：化学需氧量。指水体中能被氧化的物质在规定条件下发生化学氧化所消耗的氧化剂量，是评价水体受有机物污染程度的指标之一。

煤矿分布集中，矿坑水污染程度较低，加之排放集中，便于处理，对水质的污染相对来说比较轻；地方小煤矿星罗棋布，矿坑水污染严重，排放点多而量不大，处理难，对水质污染既普遍又严重。

煤矿开采排出大量固体废弃物，这些矿体周围的废物，均为地质作用的产物，它们原来是在一定的物理化学条件下形成的，一般是处于地下深处高温高压情况下，保持相对稳定的状态，这些废弃物出露于地表或上升到近地表位置时，所处的环境条件就发生了变化。为了适应常温条件多水富氧的环境，这些固体废弃物在原地发生物理化学变化，并形成松散堆积物及新的矿物。据了解，山西煤炭生产因采掘而产生的固体废弃物与原煤产量之比，大致为 1:1，其中与煤矸石之比为 1:0.2—0.3。按目前的生产水平，山西每年因产煤而产生的固体废弃物达 3 亿多吨，其中煤矸石约 0.6—1 亿吨。山西的煤矸石主要是石炭纪、二叠纪、侏罗纪的含煤地层的夹石，其岩性以砂页岩为主，并夹带着少量煤块。其主要成分有碳、氢、氧、氮、硫、铁、铝、硅、钙等常量元素及镉、铬、砷、铅、汞、铜、锰、氟等痕量有毒元素。这些矸石都是未经处理排放到矿区附近的山沟、山坡，经日晒雨淋，风化侵蚀，天长日久便发生自燃，从而释放出大量有害气体，严重地影响着矿区及周围环境的大气质量，进而污染大气降水。一部分有害元素经雨水或地表水淋溶转入地表水和地下水，造成了对地表水和地下水的污染。水质状况的恶化，通过饮用水、灌溉水利水生动植物用水进入生态系统，危害人体健康，造成农田土壤板结，农作物减产，品质下降，水生动植物减少，品种退化，体态畸形甚至绝迹。各种尾矿颗粒细小，结构性差，被风吹移搬运，每遇大风，粉尘飞扬，小气候环境严重恶化，粉尘中所含的有毒有害元素，随粉尘散落在农田和粮食、蔬菜等作物上，造成周围土壤、作物的二次污染。

#### 5. 采煤对水源影响的长期性

当煤炭采完而终止人工排水后，水资源的自然排泄量将会剧减，降雨入渗补给将长期积蓄于深广的采空区和流域地面下，地表径流和地下水将会较长时期地保持在采煤条件下的低水平，即使到了蓄满后能再度自然排泄，由于坑下长时期积蓄水量的水质基本上处于静止状态，水质要比开采期矿井排水水质更坏，势必导致河川径流与地下水水质进一步恶化，使水资源利用程度进一步降低。因此，采煤地水源的影响将持续较长的时期。

#### 6. 煤炭开采加剧了用水的供需矛盾

随着国民经济的发展，国家对山西煤炭能源的需求量越来越多，随之而来的是煤炭开采地区的水资源紧缺问题越来越突出。如上所述，这种紧缺主要表现为，一是破坏了“三水”和浅、中、深层水之间的转化和补给关系；二是水质的恶化造成水资源可利用程度的降低。据孝义市有关部门对矿区周围 22 个村所进行的调查，发现有 19 个村的 32 处小型农田水利工程遭到彻底破坏，影响灌溉面积达 5580 多亩。据在晋城、潞安、汾西、霍州等几个矿务局的调查，了解到因土地塌陷而引起水源短缺，已使 2 万多亩水浇地变

成了旱地。霍州矿务局内有 4 个乡 20 多个村 1.4 万多人的饮用水源遭到破坏，辛置镇 5 个村，原有的 39 处泉水现已全部干涸。据不完全统计，山西全省因采煤而使水源遭到破坏，直接影响到 30 多个县 300 多个村庄的 26 万余人及 2 万多头大牲畜的饮水，并使 40 多万亩水浇地变成旱地。山西煤炭开采造成的对水源的破坏与污染，使全省本来就十分匮乏的水资源更加紧缺。

### 三、灰蒙蒙的城市

大气是人类共同的财富，也是生态环境重要的组成部分。人类生存瞬息不能离开空气，优美的环境，清新的空气，使人心旷神怡，促进人们身心健康。反之，恶劣的环境，浑浊的空气，使人感到压抑，有碍身体健康。随着人口的迅速增加和社会经济的不断发展，加快了对自然资源开发的强度以及资源消耗的速度。环境保护与资源开发利用面临着许多严峻的挑战，大气污染也是诸多突出矛盾之一。

我国是一个以煤为主要能源的国家，煤炭约占商品能源总消费的 73% 左右。75% 的工业燃料和动力，65% 的化工原料以及 85% 的城市民用燃料都是由煤炭提供的，山西不仅是煤炭资源和生产的大省，同时也是煤炭消费的大省。据 1990 年能源统计资料，山西每万元国民收入煤炭消费量为 37.93 吨，为全国平均数的 3.1 倍，居全国省、市、自治区的第 1 位；每万元工业总产值煤炭消费量为 18.87 吨，为全国平均数的 3.7 倍，居全国第 2 位，居民年生活用煤 295.4 公斤，为全国平均的 2 倍。

山西的地形特点是，中部是平川盆地，东西两侧为山地。而工业和人口比较集中于中部盆地。山西大气环境污染绝大部分地区属煤烟型污染，盆地中的太原、大同、临汾、运城等几个城市，其城市建成区面积仅占全省面积的 2.53%，而煤炭消费量则占到全省 70% 以上，由于城市经济密度高，受地形的影响，烟尘不易扩散，更加重了城市大气的污染。

#### （一）山西燃煤造成大气污染状况

大气污染的根本原因是在于污染源。当污染源排出的污染物超过大气的自净能力，就可能产生大气污染。根据污染物产生的类型，可分为工业污染源和燃料燃烧污染源。前者是指工业生产中有组织排放的工艺废气和无组织排放的废气；后者是指燃料燃烧过程中排放的大量废气，包括工业锅炉、炉窑、采暖锅炉以及居民生活用的炉灶等。山西大气污染的主要原因是由燃煤形成的，属典型的煤烟型。燃煤形成的煤烟，随风飘散，煤中的硫在燃烧过程中部分氧化成二氧化硫随烟气排出。1990 年全省燃煤产生的烟尘量约为 395 万吨，其中电力行业为 294 万吨，烟尘去除量 330 万吨，其中电力行业去除 118 万吨，实际排放量约 65 万吨，占全国烟尘排放总量的 5.5%；县营以上企业二氧化硫的产生量为 67.7 万吨，其中电力行业产生量为 30.4

万吨，二氧化硫去除量 6.2 万吨，实际排放量为 61.5 万吨，约占全国总排放量的 4.1%。由于主要集中在城市，致使山西大部分城镇的煤烟型污染已经达到相当严重的程度。有关的监测情况表明，全省人均排污量为全国平均值的 2.9 倍，其中颗粒物和二氧化硫排放量为全国平均值的 6.8 倍，烟尘排放量为 7 倍，各项指标都严重超标。近年来，虽然在环保和有关部门的积极努力下，加大了治理污染的力度，大气污染状况有所改善，但全省降尘量和总悬浮微粒仍普遍超过国家环境质量标准，其中大中城市则尤为突出。

据环保部门对太原、大同、阳泉、晋城、运城、榆次、长治、临汾、忻州和离石等 10 个市（县）的监测，通过烟尘、二氧化硫和氮氧化物 3 组数据分析，主要城市大气污染仍然严重。具体表现在如下几个方面：

（1）烟尘污染是大气污染中最严重的污染源。在整理得出的年日均值 59 个数据中，超过日均浓度三级标准（0.50 毫克/立方米）的占 74.6%。其中：太原市、阳泉市、忻州市超标率为 100%，太原市、阳泉市、忻州市、临汾市最大超标倍数分别为 1.13 倍（1988 年）、1.29 倍（1988 年）、1.81 倍（1987 年）和 2.23 倍（1988 年）；大同市、晋城市、临汾市和离石市超过上述标准 83%。烟尘污染比较轻的是长治市，日均浓度均未超过三级标准。如将上述监测与日均浓度二级标准（0.30 毫克/立方米）加以比较，超标率为 98.3%，最大超标倍数分别为：

太原 2.55 倍、大同 2.17 倍、阳泉 2.82 倍、长治 0.43 倍、晋城 1.96 倍、榆次 0.90 倍、临汾 4.52 倍、运城 2.93 倍、忻州 3.68 倍、离石 1.57 倍。

从四季来分析，冬季污染更为严重些。超过三级标准的 76.8%。其中太原、大同、忻州、临汾超标率均为 100%，阳泉市超标率为 83.3%，晋城、运城、榆次和离石市超标率分别为 66.7%、80%、50%和 60%。长治市超标率为 33.3%。如按二级标准比较，除榆次一个数值和长治两个数值未超过外，其余都 100% 超过。

从监测结果来看，全省城市总悬浮物浓度范围为 0.44—1.47 毫克/立方米，均值为 0.88 毫克/立方米，超过国家大气环境质量三级标准 0.75 倍，比全国北方城市均值高出了 0.21 毫克/立方米。

（2）氧化硫的污染也很严重。从上述 10 个城镇 59 个年日均值中可以看出，超过国家规定的三级标准（0.10 毫克/立方米）的占 64.9%，其中：太原、大同、阳泉、忻州市超标均为 100%，榆次、临汾、运城、晋城、离石分别超标 83%、67%、33%、17%和 17%，只有长治市没有超标。如果用二级大气质量标准（0.06 毫克/立方米）去比较，太原、大同、阳泉、榆次、临汾、忻州等城市的超标率均为 100%，晋城市为 33%，运城和长治市为 17%，离石市为 80%。冬季污染更为严重，以日均最高允许浓度二级标

准(0.15毫克/立方米)测算,太原、大同、阳泉、运城、榆次、忻州等城市的超标率均为100%。临汾为80%,离石为60%,长治为16%,晋城不超标。从二氧化硫监测浓度范围来看,山西省为0.042—0.304毫克/立方米,均值为0.155毫克/立方米,超过国家大气质量三级标准0.055毫克/立方米,比北方城市均值多出0.066毫克/立方米。

(3) 氮氧化物的污染(包括二氧化氮、一氧化氮、三氧化二氮等)。其规律和烟尘、二氧化硫基本一样。污染最重的是太原市,其年日均值与国家一级标准日均值(0.05毫克/立方米)相比较,超标率为83%,冬季超过国家标准日均最高浓度二级标准(0.10毫克/立方米)33%,其次是阳泉和临汾,忻州和大同的污染情况也值得注意。较轻微的是长治、榆次、运城和晋城等市。

从全省城市大气污染情况分析,以太原市和忻州市为最重,各项指标的超标率均为100%,其次是大同、阳泉、临汾和榆次市,污染较轻是长治和晋城市。从季节分析,各城市冬季污染均高于其他季节,夏季则最轻。各城市季日均浓度冬夏相比,烟尘多在1.0—2.0毫克/立方米之间,占54%,大于2.0毫克/立方米的,占27%,小于1.0毫克/立方米的,占19%;二氧化硫表现更为突出,大于3.0毫克/立方米的占74%,在5.0毫克/立方米以上的还占到44%。冬季是城市空气污染控制的主要目标。

## (二) 太原市大气污染状况分析

太原市是山西省省会,山西能源基地的中心城市,又是山西对外开放的窗口,代表着山西的形象。太原地处晋中盆地,城区东、西、北三面环山,汾河自北而南纵贯市区,市区呈北高南低,南北狭长,东西向马鞍形城市。由于处于半封闭的空间环境,山风和谷风交替转化,使大气污染物随风在太原和晋中地区之间往返输送,水平方向上污染物的扩散和稀释受到限制,太原地区逆温出现频率高,逆温高度在市中心400米左右,尤以城市北部逆温最强,造成低空的空气不能向上流动,污染物也很难在垂直方向上进行扩散和输送,另外由于城市具有的“热岛效应”,城市上空的受热空气与郊区低层冷空气循环流动所造成的城郊大气环境,造成由郊区向市区吹风的现象,使市区总是处于主要污染源的下风向,从而加重了市区的污染。加上现有工业布局不合理,两个工业群体处于市区的西北和西南方向,而太原地区冬季高空受蒙古高压控制,以偏北风为主,夏季受大陆低压和太平洋副热带高压控制,高空以偏南风为主;而低空则经常存在着山谷风的地方性环流,故太原市区经常处于污染源的控制之中。

太原市属典型烟煤型污染,全市煤炭消费约占一次能源消费的97%以上,污染物主要是颗粒物和二氧化硫,工业锅炉和窑煤是其主要排放源。固体颗粒物包括烟尘、粉尘和烟汽尘三种。烟尘包括烟炱和飞灰,产生于燃料的燃烧过程。粉尘则来自自然界和工业生产过程。烟汽尘是由升华、蒸馏、煅烧或化学反应过程中产生的熏汽冷凝物,固体颗粒物按直径大小来分,直

径大于 10 微米的称降尘，它可以很快降落到地面；直径小于 10 微米的称飘尘，它可以几小时甚至几年飘浮在大气中，如果与二氧化硫等气体混合，还能在城市上空形成很厚的烟雾。据环保部门监测，目前，太原市每年排入大气的各种污染物约 40 余万吨，其中颗粒物和二氧化硫的排放量占全市污染物排放总量的 78%。主要污染物总悬浮微粒日均浓度值为 0.575 毫克/立方米，二氧化硫日均浓度值为 0.265 毫克/立方米，降尘月均浓度值范围为 28.56—65.09 吨/平方公里。

太原市颗粒物的来源主要是工业源、生活源和交通源。工业源排放量最大，占 75.8%，其中又以太原钢铁公司、太原第一热电厂、太原第二热电厂和太原水泥厂为最大，占 44.6%。二氧化硫主要来自工业锅炉，占 67.7%，采暖锅炉占 9.4%，居民灶占 9.4%，工业窑炉占 8.5%。全市大气污染源的分布以汾河为界，形成南北走向两大群体。河东污染源强度高于河西，一电厂、二电厂和太钢发电厂是三个超级点源。市中心到太原钢铁公司一带形成一个相当大的污染面源，河西化工区也是一个污染面源。

### （三）大气污染的影响

大气污染是当前生态环境中的一个突出问题，特别是在人口集中的城市，问题尤为突出。由于大量的污染物排入大气中，受当地不利气象条件等影响，使这些污染物不能在大气中及时迁移和扩散，逐渐积累、变化，加上有些污染物的协同作用，使污染物的浓度达到危害的程度。城市大气污染不仅危害广大居民的身体健康，影响生产，降低产品质量，而且影响气候，降低光合作用，缩短视程，增加交通事故，腐蚀建筑物和其他物品。与此同时，大气污染还由城市扩大到广大的农村，影响农作物和树木的生长以及畜牧业生产，给生产造成损失。有些污染物则会通过各种渠道在生物体内累积，直接或间接地危害人们的健康。

#### 1. 大气污染对植物的影响

大气污染对农业、林业生产有相当大的影响。硫是植物必需的营养元素，高等植物从土壤和空气中获得硫的营养，但空气中二氧化硫含量过多，特别当转变为硫酸烟雾时，对植物就会产生危害。烟尘落在植物上，能堵塞植物呼吸气孔，妨碍叶面气孔进行正常的气体交换，使日光难于进入叶组织中，影响农作物生长，致使叶面出现失绿斑点，甚至完全枯黄，严重者可引起植物全部死亡。例如，在一个大冶炼中心，如果每天排出二氧化硫达到 6000 吨，就会使其周围半径 30 公里内的所有植物全部死亡。据研究，植物受害程度与空气中二氧化硫浓度和植物暴露时间有关。低浓度时，进入植物体中的二氧化硫较少，植物可以进行氧化、还原、中和，一般不会受到伤害，不会引起叶片失绿；但当达到一定浓度后（一般为 1—5ppm），植物的生长就会受影响，受伤害程度则随着浓度增大而加深。大麦、小麦和棉花在开花结实期，受二氧化硫影响最大。如大麦：

早期生长期  $Y = 98 - 0.06X$

开花期  $Y = 98 - 0.40X$

(式中  $Y$  为产量减少量,  $X$  为叶面积破坏的百分比)

## 2. 大气污染对家畜的影响

大气污染对家禽、家畜的影响, 主要是污染物沉降到牧草上和土壤中, 通过食物链对家禽、家畜造成危害; 另外, 在烟雾浓度较高的情况下, 家畜如果食用含有污染物质的食物或饮水, 就会引起呼吸道感染, 乃至发生中毒, 甚至死亡。

## 3. 大气污染对人群健康的影响

大气污染对人群影响是相当复杂的问题。尤其是对大气污染很敏感的人群, 如早产婴儿、新生儿、老年人和体弱者, 其影响更为明显。当烟尘浓度高时能刺激人的呼吸道, 造成气管炎、支气管哮喘等疾病, 烟尘中的飞灰, 通过呼吸, 可以进入人体肺泡深处并沉积下来, 容易引起肺气肿。烟尘严重时还能刺激眼睛, 使眼结膜炎等眼病患病率提高。据报道, 山西肺癌发病率主要集中在污染严重的中部盆地地区, 在近 10 年中, 肺癌发病率和死亡率较 70 年代上升了 30%—50%, 恶性肿瘤则占厂矿职工死亡总数的 30% 以上。烟尘还是水蒸气凝集的核心, 大气被烟尘污染可以促使形成云雾, 阴天增多, 气温提高, 大量烟尘和水蒸气还能吸收太阳辐射和紫外线, 降低大气透明度, 减弱了太阳辐射强度。调查资料显示, 城市太阳辐射强度一般要比农村减弱 10%—30%, 紫外线减弱 10%—25%。此外, 大气污染除影响人体健康外, 还恶化了生活卫生条件, 影响工农业生产。在污染严重的城市, 空中烟雾弥漫, 建筑物表面呈黄黑色, 腐蚀金属材料和设备, 居民不能经常开窗换气, 甚至不能在室外晒衣物。大量煤烟粉尘排入空中, 实际上是大量的煤炭没有得到充分燃烧, 这也是对宝贵燃料资源的严重浪费。

## 第五节 没有近忧，必有远虑

### 一、继续发展能源基地建设

山西能源基地经过 15 年的大规模建设，取得了令人瞩目的成就，综合经济实力有了显著增长，人民物质生活水平有了较明显的提高，社会生产力得到较快的发展。能源基地建设为推动全省和全国经济的发展，发挥了巨大的作用。

#### （一）能源基地已具相当规模

从改革开放的 15 年间（1979—1993 年），山西基本建设投资总额为 737.13 亿元，其中能源工业完成基本建设投资 339.56 亿元，占全省投资总额的 46.07%，为前 30 年（1949—1978 年）能源工业投资总额的 6.8 倍，占全省工业投资总额的 69.56%。15 年全省能源工业基本建设新增固定资产 233.84 亿元，为前 30 年的 6.7 倍，其中煤炭行业新增固定资产 125.1 亿元，电力行业新增固定资产 102.1 亿元，分别为前 30 年的 6.14 倍和 7.2 倍。

15 年来，能源产品大幅度地增加。原煤产量从 1978 年的 9825 万吨增到 1993 年的 31015 万吨，为 1978 年的 3.2 倍，15 年间累计原煤产量 32.27 亿吨，是前 30 年的 2.7 倍。乡镇煤矿在全省原煤生产中起到了重要的作用。1978 年乡镇煤矿产量仅为 1647 万吨，占同期全省原煤总产量的 16.7%，到 1993 年已达到 1.35 亿吨，占到总产量的 44.9%，为 1978 年的 8.2 倍。15 年间乡镇煤矿累计生产原煤 12.13 亿吨，为前 30 年的 7.5 倍。山西作为能源基地担负着供应全国商品煤的重任。1978 年外调原煤 5270 万吨，1993 年增加到 21005 万吨，增长了 3 倍。1979—1993 年供应外省市煤炭 21.84 亿吨，占解放以来外调原煤总量的 82.9%，是前 30 年的 4.9 倍。为支援全国经济建设起到了不可估量的作用。

为适应全国及山西省经济发展的需要，加快电力工业发展的步伐，中共山西省委和山西省政府提出了输煤输电并重的发展战略，大幅度增加外输电量，使山西成为商品电基地。1979—1993 年共输出电力 622.72 亿千瓦小时，1993 年电力外调量为 1978 年的 39.2 倍，年均递增率为 27.7%。同时，加大了能源加工转换的投入量，投入总量由 1978 年的 1466 万吨标准煤增加到 1993 年的 7186 万吨标准煤，增加了 3.9 倍。投入产出总效率也有明显提高，由 1978 年的 56.74% 提高到 1993 年的 77.58%，提高了 20.84 个百分点。能源加工转换的迅速发展，使山西能源产品结构不断优化，为改变能源产品输出单一、经济效益低下的状况创造了较为有利的条件。1978 年山西电力工业和煤炭及炼焦工业占全省工业总产值 5.56% 和 28.81%，1993 年则改变为 6.67% 和 26.90%。在一、二次能源外调产品的构成中，1978 年原煤占到 95.3%，电力占 0.2%，洗煤占 3.9%，焦炭占 0.6%，到 1993 年则变为原煤 86.5%、电力 2.2%、洗煤 6.4%、焦炭 4.9%。这种变化可使原煤增值 2—5 倍，

其效率是十分可观的。

### （二）能源基地的发展增强了山西的经济实力

1978 年与 1993 年相比较，国内生产总值增长了 216.2%，平均年增长 7.98%，其中第一产业增长 79.9%，第二产业增长 244.9%，第二产业增长 301.7%；工业总产值增长 398.6%，平均年增长 11.31%；地方财政收入增加了 2.69 倍，年平均增长 9.08%，能源工业每年提供的利税已成为山西利税的重要支柱。1993 年全省能源工业实现利税 28.52 亿元，占全省工业企业实现利税总额的 36.4%，为 1978 年的 3.49 倍。在 1979—1993 年的 15 年间，全省能源工业共实现利税 223 亿元，占同期全省工业企业实现利税的 39.7%。其中，煤炭采选和炼焦业实现利税 145.63 亿元，占能源利税总额的 65.4%，电力工业实现利税 77.22 亿元，占到 34.5%。

### （三）能源基地建设促进了山西社会经济全面发展

能源工业的迅猛增长，带动了山西以能源、原材料为主体的工业产业的发展，一些高耗能行业依托资源优势加快了发展的步伐。如冶金工业、化学工业的产值，1978 年在工业总产值中所占比重为 12.4%和 9.8%，到 1993 年提高到 16.4%和 11.7%，分别上升了 4.0 和 1.9 个百分点，其产值增长速度，在 1978—1993 年间，冶金工业产值年均递增率为 10.4%，化学工业为 9.6%，超过了同期全省工业产值年递增率 8.4%的速度。1993 年冶金、化工行业的产值占到全省工业总产值的 28.1%，比 1978 年这两个行业产值占全省工业总产值 22.2%的水平增加了 5.9 个百分点。

15 年来，山西交通运输事业为适应基地建设的需要，加快了建设进程，铁路外运煤炭能力大大提高，1993 年在外销量中铁路外运 1.97 亿吨，为 1978 年的 3.6 倍，年均递增率 8.91%，公路运输业有很大发展，1993 年公路外运煤炭 2745 万吨，为 1980 年的 7.96 倍。

与此同时，能源基地的建设还推动了农村经济的快速发展，为农村劳动力提供了广阔的就业市场，为发展农业提供了资金，增加了农民的收入。1993 年农林牧渔业总产值比 1978 年增长了 97.5%，年均递增 4.6%，乡办村办工业总产值增长了 10.5 倍，年均递增度达到 17.4%，产业结构逐步朝着有利于发挥山西优势的方向发展。

当前，我国经济体制正在从传统的计划经济向社会主义市场经济体制转变，标志着我国进入了一个新的历史发展时期，经济建设要保持持续、稳定、健康的发展，山西作为全国能源化工基地，能否抓住机遇，充分发挥资源优势，使经济上一个新的台阶，不论对国家还是对本省都是至关重要的。从全国能源供需形势分析，到 2000 年中国能源总量将达到 14 亿吨标准煤，按届时的人口 13 亿多计算，人均只有 1 吨标准煤左右，仅为世界平均值的 40%，也低于中等收入的发展中国家，即使是考虑一种务实的、基本满足经济建设和生活需要的水平，这种人均耗能水平也是不够的。因此，未来能源消耗总量和人均耗能水平都将有较大的提高，这是不可避免的。从能源

结构分析，我国是以煤为主要能源的国家，煤炭占商品能源总消费量的 70% 以上，工业燃料动力和化工原料以及民用燃料大部分都由煤炭提供，这种格局在相当长时间内不会发生明显的变化。面临这样的形势，山西能源基地建设必须抓住机遇，迎接挑战。以实事求是的态度，超越的视野，实行“整体创新、综合开发”的发展战略。以全方位改革实现由自由经济、产品经济到社会主义市场经济的彻底转变，从整体上推进能源重化工基地产业结构的优化，建立能不断提高社会经济整体效益及全国经济发展不断相适应的内在运行机制，以煤、电、原材料等产业先行，推进山西全省高耗能工业、煤化工产品以及一、二、三产业的协调发展，树立“环境—经济—社会协调发展”的思想，保护好山西十分脆弱的生态环境，为把山西建设成我国综合发展的现代化能源重化工基地，为兴晋富民，促进全国经济建设持续、稳定、健康发展作出新的贡献。

## 二、开发与保护并重

世界工业化的历史是从资源开发起步的，资源开发在社会经济发展的进程中推动了经济的繁荣，这是毋庸置疑的。山西能源基地建设为国家作出了重大而卓越的贡献，但这种能源工业的高速发展是以严重浪费资源、牺牲环境和其他产业的发展为代价换来的。因此，资源开发和保护并重，实质上是要解决开发过程中出现的环境质量问题和经济持续发展的问题。山西作为一个资源大省，在资源开发利用和生态环境保护方面面临着许多严峻挑战，形成诸多突出的矛盾，主要表现是：工业迅速发展与污染治理滞后的矛盾；乡镇企业的崛起与农村生态环境保护的矛盾；以煤为主的能源结构与燃煤形成的大气污染的矛盾；水资源严重短缺与水污染不断加剧的矛盾；煤炭开发与土地环境的矛盾；资源优势与资源利用率不高的矛盾；生态基础脆弱与生态环境不断恶化的矛盾。

要保证山西国民经济持续、稳定、健康地发展，使之走向良性循环的轨道，必须要妥善解决好上述诸多矛盾，真正做到资源开发和环境保护并重。否则，山西的经济发展就有可能因缺乏后劲而难以持久。因此，提出开发和保护并重，在今天比任何时候都更加迫切，更加重要。

### 1. 改变传统发展战略，走可持续发展的道路

当今，可持续发展的道路，已经是每一发达国家和发展中国家的共同选择。协调共进、持续发展的战略是一种总体调控手段，就是把资源开发和环境保护和谐地结合起来，即以自然资源、社会资源的开发利用为基础，以经济发展为前提，以技术进步作支撑，通过环境经济社会系统，对自然资源、社会资源做到最佳组合和最优配置，促使山西经济形成社会和生态环境共同持续稳定发展的格局。

### 2. 建立以合理利用自然资源为核心的资源开发战略，加强资源的综合利

用

资源的综合利用，是保护环境、提高经济效益的重要途径，因此，要结合山西实际，制定一套完善的合理利用、节约资源、保改革和理顺现行的自然资源价格体系，明确规定自然资源的资产属性，逐步实行资源的有偿使用；大力加强煤炭资源综合利用技术的研究，对煤矸石、粉煤灰等固体废弃物要通过综合利用逐步减少排放量，提高环境质量，提高经济效益和环境效益；另外，应大力推行“清洁生产工艺”，利用高科技改造煤炭的生产加工和利用，把过去污染控制侧重于“末端治理”的战略转向全过程控制，把污染消化在整个工艺过程之中，使洁净煤时代早日到来。在审批、审查项目时要全面考虑综合利用问题，力求避免资源的浪费和环境的污染。

### 3. 实施煤炭开发和节约并重的方针

中国以煤为主的能源结构在很长时期内将难以改变，这就决定了山西煤炭生产在全国的重要地位。山西煤炭资源虽然十分丰富，但毕竟是越挖越少，维持目前的开发和利用水平，还可能出现越开发损失浪费越大的恶性循环。因此，山西煤炭资源开发必须把合理适度开发和节约放在并重的位置，除了努力提高资源回采率以外，应大力发展煤炭洗选和加工，逐步提高煤炭转换成电力和煤气的比重，实现改输煤为输电的转变；积极推广煤炭脱硫、除尘技术，火力发电厂要安装脱硫设备，降低二氧化硫的排放量；发展城市集中供热，限制和逐步淘汰分散的锅炉。缓解经济发展和环境质量二者之间的矛盾。

### 4. 制定适合省情的资源利用与保护配套政策，建立健全协调的管理体制

今后，人口将继续增长，劳动力资源过剩，煤炭产品需求量将随着经济的不断发展而逐步增加，这是一个很难逆转的事实。月前已显现出不同程度的枯竭预警。为此，要制定一套适合山西省情的资源合理利用、杜绝浪费、培育保护的配套政策，建立健全有效的协调管理体制和法规细则。对于已经颁布的资源法规，根据市场经济发展的新形势，通过实践检验，可进行必要的修改、完善、补充或制定适合省情的实施细则。对煤炭资源开采，提倡“全民、集体和个人一起上”，虽然对经济发展起到了重要作用，但也同时使资源遭到大量破坏，不仅造成国有资源的严重损失，而且也恶化了生态环境。今后必须辅以有力的监督机制，避免和减少资源浪费或利用率不高，要花大力气扭转只顾当前利益、不顾子孙后代，只顾开发、不顾保护的倾向，必须考虑建立一套从投资、勘探、开采、利用到培育、保护的一系列相互联系、协调配合的具有权威和综合协调职能的资源管理体系。

## 第二章 人类的根——土地

土地是国家的宝贵财富，是人类生产、建设和赖以生存的基地，也是农业发展最重要的生产资料。合理开发、充分利用、积极保护土地资源，是世界各国共同的基本国策。

### 第一节 谁不说山西大地好

山西省是我国历史上开化较早的地区之一，早在 100 多万年前旧石器时代，我们的祖先就生活繁衍在中条山垣曲一带。距今大约 10 万年以前，“丁村人”（襄汾）、“许家窑人”（阳高）已在汾河中下游和桑干河流域，靠摄取丰富的动、植物资源繁衍生息，逐步形成原始氏族社会。新石器时代，随着原始农业和畜牧业的发展，揭开了人类近代文明史。

传说中的唐尧、虞舜、夏禹都在晋南一带。尧舜时“环山襄秀，草木畅茂，万山丛绿，古木参天”。山西境内大部分地区被森林覆盖，据古地理学家史念海教授考证材料推算，春秋战国时代，开发较早的黄河流域的山西部分，有森林 546,67 万公顷，森林覆盖率为 58.5%，平川地区也有大片森林，田、园、林相间并存。西周时，晋西南水草丰盛，草质优良，大畜牛羊于猗氏（临猗）之南、屈产（石楼）产龙驹而闻名全国。战国之后，随着人口的增殖，中南部平川已开垦为农田，当时“三晋地狭而民众”。

公元前 113 年，汉武帝刘彻祭后土，曾乘大型楼船入汾河，他在《秋风辞》中写到：“泛楼船兮济汾河，横中流兮扬素波。”那时的山西可谓山清水秀，景色宜人。

#### 一、黄土覆盖的山西大地

山西省地处黄河中游，东至太行山与河北接壤，西隔黄河与陕西相望，南至风陵渡与河南、陕西毗邻，北靠长城与内蒙古相连。东有太行山，西有吕梁山，南北有中条山与恒山，五台山、系舟山、云中山及太岳山分布其间。中间相挟的五大盆地由北而南绵延而卧，山峦起伏，沟壑纵横。全省土地总面积约 15.68 万平方公里，占全国总土地面积的 1.63%，居全国第 19 位。根据 1993 年全省总人口 3012 万计算，每人平均占有土地 7.8 亩，低于全国人均 14.4 亩的水平，居全国第 12 位。

据《山西省土地利用总体规划》资料，全省城镇、村庄、道路等非生产占地 94 万多公顷，岩石裸露等暂不能利用的土地 369.52 万公顷，可为农、林、牧、渔业生产所利用的土地资源约 1104.03 万公顷。

按地貌划分，在全省土地总面积中，山地面积约为 62703 平方公里，占总土地面积的 40.0%；丘陵面积约 63173 平方公里，占总土地面积的 40.3

%；平原面积为 30880 平方公里，占总土地面积的 19.7%，山区、丘陵和平原的比例大体是 4 4 2。

表 2—1 全省各类地形面积

地区 \ 地形	总面积	平原	丘陵	山地	单位：万公顷		
					%		
					平原	丘陵	山区
太原市	69.57	9.91	20.00	39.65	14.2	28.8	57.0
大同市	140.62						
阳泉市	45.70						
长治市	139.81	25.44	80.95	33.42	18.2	57.9	23.9
晋城市	94.26	12.16	26.87	55.23	12.9	28.5	58.6
朔州市	105.87						
忻州地区	251.58	26.84	91.55	136.19	10.5	36.3	53.5
吕梁地区	211.58	17.77	104.31	89.50	8.4	49.3	42.3
晋中地区	163.20	20.23	27.69	115.28	12.8	16.6	70.6
临汾地区	203.30	57.17	48.77	97.99	28.0	23.9	48.1
运城地区	142.06	83.77	31.56	26.73	59.0	22.2	18.8
全省合计	1567.55	308.8	631.7	627.0	19.7	40.3	40.0

由于山地、丘陵比重大，海拔高，致使山西气温比同纬度的华北平原偏低，生长期较短，农作物生长的气候条件受到一定限制。许多喜温作物如玉米、水稻、甘薯、棉花等不宜在山区栽培。海拔 1600 米以上的山区，只能种植莜麦、马铃薯、胡麻等耐寒作物。作物种植的高限大致在海拔 1800 米左右。山西的优势在于土地宽广，适宜发展林牧业。山区林副业和土特产资源丰富，发展多种经营潜力极大。

山西地貌为黄土广泛覆盖的山地型高原，属黄土高原的东部组成部分，地貌类型复杂多样，省境的东部和西部为山地丘陵区，中部为断陷盆地，地势起伏悬殊。除晋中、晋南盆地外，大部分地区海拔高度在 1000 米以上，其中，五台山海拔最高为，3058 米，垣曲县黄河滩海拔最低，为 245 米。东部的恒山、五台山、太行山、中条山和西部的管涔山、吕梁山是山西的六大山脉，也是省境内各条河流的源头，流域面积大于 4000 平方公里，长度达 150 公里以上的河流有 8 条，其中汾河、沁河、涑水河、三川河，昕水河属黄河水系，桑干河、滹沱河和漳河属海河水系。山西地貌类型的多样性，形成区域气候、植被和农业生产的巨大差别。山区、丘陵多，平原少和地高水低的地貌特点，给水土保持、农田水利基本建设及植树造林等工程造成了极大的不便。

#### (一) 盆地星罗棋布

山西省中部及晋城、长治两市管辖区内，分布着地面比较平坦开阔、坡度较小的平川盆地。面积在 1000 平方公里以上的盆地有 6 个；分布在东西两山，面积在 100 平方公里以上的中小盆地有 10 个；零散分布的山间盆地，多属新生代断陷盆地，盆地大小受两侧新生代正断层控制。盆地边缘的山麓多有泉水涌出，著名的有神头泉、兰村泉、晋祠泉、霍泉、龙子泉等。上述盆地有较为优越的水、土条件，是山西省主要的农业区。山西境内的盆地，按照平原地貌的成因和地质构造，可分为冲积平原、洪积倾斜平原、湖冲积平原、坡洪积平原和湖积平原五种类型。冲积平原约占各盆地平原总面积的 48.6%，包括河漫滩及一、二级阶地，土地肥沃，是山西农业的高产区；洪积倾斜平原，约占盆地总面积的 42.3%，为盆地边缘洪积扇连片的倾斜地带，地下水丰富，也多为农业的高产区；湖冲积平原约占盆地平原总面积的 3.6%，主要分布在运城盆地；坡洪积平原，约占盆地平原总面积的 3.4%，它是由坡积和洪积作用形成的山前缓倾斜地面，主要分布在各盆地陡峻山岭的前沿；湖积平原是由湖积物质形成的平坦地面，约占盆地平原总面积的 2.1%，主要分布在运城、雁北盆地，地下水较浅，土壤中残留盐分较多，土壤盐渍化较重，不利于农作物生长。

## （二）台地点缀于全省的南北中

台地是由平原向丘陵、低山过渡的一种地貌类型。一般具有较平的台面和较陡的台坡。山西台地面积为 15367 平方公里，约占全省土地总面积的 9.8%。按地貌类型划分，山西的台地可分为黄土台地，黄土断块台地和玄武岩基台地。通常将一级黄土台地并入平原面积，二级台地并入丘陵面积。

（1）一级黄土台地：是由剥蚀、侵蚀堆积形成的台地，一般地表水和地下水缺乏，灌溉条件较差，主要分布在太原、临汾、长治等盆地内侧的倾斜平原或冲积平原的交接地带，面积约 5643.8 平方公里；这类台地水系冲沟稀疏，台面完整，地势平坦，耕作条件好，为农业产区。

（2）二级黄土台地：主要分布在太原盆地边缘、临汾盆地东部和中条山南麓的与山石丘陵或低山的交接地带，面积 7098.4 平方公里，为农业产区；这类台地台面微倾斜，水系冲沟较明显，沟谷溯源侵蚀较强烈，有的台面已相当破碎，呈现残塬或黄土梁峁丘陵的地貌形态。

（3）黄土断块台地：主要分布在万荣、临猗、稷山一带的峨嵋岭台地，面积 2325.6 平方公里，黄土层较厚，地下水埋藏深，梯级台面较平坦，为棉麦的主要产区；台面边缘沟谷侵蚀相当严重，已属丘陵类型。

（4）玄武岩基台地：是由玄武岩喷溢而形成的台地，主要分布在大同盆地黄花梁及大同县阁老山火山群的东南部，面积约 300 平方公里，少数已垦为农田，大部分沙厚土瘠，可以作为林业用地。

## （三）丘陵散布于全省各地

山西境内遍布梁峁波状起伏的黄土丘陵。严重的水土流失是造成丘陵地区生态条件恶化、土壤肥力下降、土地贫瘠、干旱和农作物低产的根本原因。

丘陵地区是山西水土保持和扶贫工作的重点地区。丘陵地貌可分为堆积剥蚀丘陵、侵蚀剥蚀丘陵、侵蚀熔岩丘陵和熔岩丘陵四大类型。

#### 1. 堆积剥蚀丘陵

为山西主要丘陵类型，面积约占全省丘陵总面积的 70%。按丘陵的地貌形态及地表物质构成，又可划分为黄土残塬丘陵、黄土梁状丘陵、黄土梁峁丘陵、黄土缓坡丘陵和黄土与红土丘陵五种。

(1) 黄土残塬丘陵：主要分布在石楼、隰县、蒲县、永和、吉县、乡宁、汾西一带。面积约占山西丘陵总面积的 5.3%，塬地土层深厚，适宜于大中型机械耕作，土地肥力较好，是丘陵地区的主要农业区。

(2) 黄土梁丘陵：主要分布在兴县、离石、中阳、交口及孝义以西的丘陵地带，这类丘陵区呈顶部平坦、微倾斜的长梁状地形，面积约占丘陵总面积的 23%，耕作条件尚好，土壤水分和肥力不如塬地，属农业低产区。(3) 黄土梁峁丘陵：主要分布在临县湫水河流域和柳林、离石以北，面积约占丘陵总面积的 16%，土地破碎，坡陡沟深，耕作条件极差，土壤有机质含量不足 0.5%，为农业低产区。(4) 黄土缓坡丘陵：主要分布在左云、右玉、平鲁、偏关、河曲、保德、神池、五寨一带，多为黄砂土覆盖，坡度平缓，沟谷宽浅，面积约占山西丘陵总面积的 13%，这类地区地广人稀，耕作粗放，为农业低产区。

(5) 黄土与红土丘陵：主要分布在浊漳河北流的榆社、武乡、长治盆地及寿阳、阳泉一带，是风成黄土、河湖沉积物及第三纪红土组成的丘陵类型，地势起伏平缓，丘顶几乎在同一平面上，面积约占山西丘陵总面积的 11.3%，这类地区人口稠密，耕作精细，土地肥沃，又有一定的灌溉条件，为丘陵区中的农业高产区。

#### 2. 侵蚀剥蚀丘陵

属黄土覆盖的基岩丘陵类型，主要分布于吕梁山东侧及汾河灵石峡谷、古交峡谷、三川河柳林峡谷、太原东山、寿阳、阳泉盆地边山一带，面积约占丘陵总面积的 29%，土层薄且贫瘠，不耐旱，沟深坡陡，不利于农业耕作。

#### 3. 侵蚀溶岩丘陵

即灰岩丘陵，主要分布在长治盆地的东部和南部、昔阳等地，面积较小，约占山西丘陵总面积的 1.3%。丘陵上部岩石裸露，植被稀疏。

#### 4. 熔岩丘陵

也称玄武岩丘陵，主要分布在大同盆地阁老山、左云、右玉一带，面积仅 32 平方公里，土层薄，植被稀疏，生产潜力极低。

山西的丘陵，以晋西的丘陵最具有代表性，晋西黄土丘陵由北而南依次由缓坡状、梁峁状、梁状及残塬状丘陵地貌构成，各类丘陵地表组成物质的粒径，亦由北向南逐渐变细，沟谷密度由南向北逐渐变小。

### (四) 群山起伏巍峨壮观

山西是一个多山的省份，山区面积占全省总土地面积的 40%，其中包括

低山、中山和亚高山。

目前，关于山地绝对高程的划分，还没有较为统一的规程，根据山西的情况，我们把绝对高程为 1200—1600 米、相对切割深度为 300—500 米的山脉视作低山，其面积约占全省山地面积的 47.9%，部分黄土深厚的低山已为农业利用，其余为荒山和杂木林。按地表岩性和成因可分为侵蚀、剥蚀低山，侵蚀、溶蚀低山和熔岩低山三大类。

侵蚀、剥蚀低山为结晶岩、变质岩、砂质岩、黄土与基岩地区，以水蚀为主的山地，面积约占低山面积的 82%，按其物质组成又分四种类型。结晶岩低山主要分布在万荣孤山和襄汾塔儿山一带，面积仅 222.3 平方公里，多为童山秃岭；变质岩低山主要分布在中条山的中部，五台山的南部、西部和东部省界附近及黑茶山西部、大同盆地东部，面积约 2450 平方公里，山中多灌丛草类或灌木状乔木林；砂页岩低山分布范围较广，包括太岳山东南部、东部和北部，太行山左权县东部及盂县附近的山地，面积约 9864.6 平方公里，一般山脊多呈宽梁状，沟谷浅而开阔，天然植被不很发育；覆有黄土的基岩低山为黄土丘陵与石质山地的过渡地带，各大山的边山多有分布，包括吕梁山西侧石质山地与黄土丘陵交接地带、偏关河上游、岢岚北部和五寨县西部、汾河灵石峡谷东侧、寿阳芦家庄等山地均为覆有黄土的基岩低山，面积约为 1371.2 平方公里，下覆多为灰岩或砂页岩，上覆薄层黄土与基岩间杂分布，沟谷较为发育，相对高度大于 300 米，地表切割破碎，黄土覆盖部分多已开发为农田；侵蚀低山也称灰岩低山，主要分布在离石西部的马头山，汾河兰村峡谷，太行山中段、南段和娘子关一带，面积约 5416.7 平方公里，溶洞发育呈层状出现，山地形态低缓，切割较深，相对高度 300—500 米，天然植被稀疏；熔岩低山也称玄武岩低山，主要分布在阳高、天镇盆地之南与河北省接壤的地带，面积仅有 16.2 平方公里。

中山山地绝对高程为 1600—2700 米，相对切割深度 500—1000 米，面积占山区面积的一半，为山西主要林区分布地带。其中包括侵蚀剥蚀中山、侵蚀溶蚀中山和熔岩中山三种类型。

侵蚀剥蚀中山是指砂页岩、变质岩、混合岩、花岗岩地区以水蚀为主的中山山地，其面积占全省中山总面积的 57%，其中又分结晶岩中山、混合岩中山、变质岩中山、砂页岩中山和覆有黄土的基岩中山，分别分布在恒山、五台山、芦芽山、云山和关帝山等地，上述山区的植被发育较弱。

侵蚀溶蚀中山也称灰岩中山，主要分布在吕梁山脉和太行山山脉的大部，管涔山脉的西北部、霍山主峰、绵山的东部、云中山南段等处，占全省中山总面积的 40%，其特点是山势陡峻，多峡谷断崖，天然植被较好。

熔岩中山或称玄武岩中山，分布在右玉北部、繁峙东北部山地，山顶平展，山势缓和，以草被覆盖为主，占全省中山面积的 2%。

亚高山的绝对高程在 2700 米以上，相对切割深度在 1000 米以上。在林缘线以上，生长着亚高山草甸植被，是天然草场的分布地区，占山地总面积

的 2%，主要分布在五台山、吕梁山主峰地段和芦芽山上部。多以天然草被为主，天然植被发育较好，是季节性天然草场。

表 2—2 各山地面积及高程

山系名称	面积(平方公里)	主峰所在地及高程(米)	
吕梁山	15000	孝文山	2830
太行山	13557	左权观音垭	2180
管涔山	6520	芦芽山	2772
太岳山	6300	石膏山	2500
恒山	5850	馒头山	2426
五台山	5470	北台顶	3058
中条山	4030	舜王坪	2358
云中山	2760	水北尖	2364
其他小山	3215		
合计	62702		

## 二、开发与利用

山西的土地资源，截至 80 年代以前，没有组织过全面系统的科学调查，没有准确统计过耕地面积和单位面积产量、单位面积活劳动及物化劳动的投入量；水地、平地、坡地等地类面积以及农田基本建设投资、投劳的计算也与实际脱节，出入很大；林业、牧业用地数量各有关部门也争论不休。因此，土地合理利用规划、山区基本农田规划、高中低产农田的改造规划、农林牧业用地长远的合理分配都缺乏科学依据。

在农业自然资源调查以前，山西总土地面积的通用数字为 156623 平方公里，1980 年《山西省简明综合农业区划》地形图量算数据为 156267 平方公里，1986 年土地概查汇总为 156864.4 平方公里，1993 年完成的山西省土地利用总体规划，根据全省土地详查汇总的数据，山西省土地总面积为 156755 平方公里，我们对各地类的分析即以此数据为准。

根据 1989 年《山西省土地利用总体规划》的统计情况，全省实际耕地为 489.83 万公顷，其中的 3/4 分布于山区和丘陵。分布在盆地和山间河谷的平地约占 1/4。全省的后备土地资源很少，仅在大同市、晋中等盆地有 26.67 万公顷左右的盐碱滩，在黄河、汾河沿岸有 6.67 万公顷左右的沙滩地，可为农、林、牧业利用。而且考虑到 25° 以上的急陡坡耕地将退耕还林、还草及非农占地的上升，加之全省人口的增长，山西农耕地必须保持在 480 万公顷以上，牧业用地需保持 236.33 万公顷以上，非农业占地不得超过 101.29 万公顷。如果全省林业用地扩大到 30%，尚需改造 46.67 万公顷暂不能利用的土地进行造林。

### （一）土地资源利用概况

山西省总土地面积 1567.55 万公顷，截至 1989 年已开发利用的土地面积约 1198 万公顷，利用率为 76.43%。土地利用现状是：

#### 1. 耕地

全省耕地面积为 489.83 万公顷（统计数为 370.18 万公顷），比统计上根数多出 119.65 万公顷，实际耕地面积占全省总面积的 31.25%。其中水浇地面积约为 100 万公顷，占总耕地面积的 20.4%；旱地 487.54 万公顷，占总耕地面积的 79.6%。旱地面积中最多的是坡耕地，约 170.87 万公顷，占旱地面积的 44%，总耕地面积的 35%；其次是梯田为 110.13 万公顷，占旱地的 28%，总耕地面积的 22.5%；再次是旱平地，约 50.33 万公顷，占旱地的 12.9%，总耕地面积的 10.27%。1989 年人均耕地 2.58 亩，农业人均耕地 3.5 亩。在旱地中，中低产田占 70% 以上。其中，中产田 142.27 万公顷，占旱地面积的 36.5%；低产田 139.2 万公顷，占旱地面积的 35.7%。

#### 2. 园地

主要是指果园、菜园、桑园，不包括经济林，全省园地面积约 15.06 万公顷，仅占全省总面积的 0.96%，主要分布在中南部盆地。

#### 3. 林地

主要是指有林地、灌木林、疏林地、未成林造林地和苗圃，全省林地面积 356.91 万公顷，占全省总面积的 22.77%，但其分布不均，且有林地面积少，仅占林地面积的 53%（190.67 万公顷）；疏林地约 85.26 万公顷，占林地面积的 9%；灌木林地面积 106.09 万公顷，占林地面积的 30%；其他未成林地面积 31.73 万公顷，占林地面积的 8%。1990 年山西省森林覆盖率约为 17%。全省 90% 以上的天然林主要分布在管涔山、关帝山、太岳山、中条山、吕梁山、黑茶山、太行山、五台山等八大林区，其他地区则分布很少。

#### 4. 牧草地

主要是指已利用的牧草地和质量较好的荒草地，面积约 205.15 万公顷，占全省总面积的 13.09%。其中人工草场、改良草场和天然牧草地面积 70.6 万公顷，占全省草地面积的 34%。其余为质量较好的荒草地，主要分布在东西两山、丘陵及河流两岸，适口牧草密度不高，季节性利用明显，产草量高和营养价值较高的牧草地不多，远远不能满足畜牧业发展的需要。

#### 5. 居民点及工矿用地

包括城镇、乡村、工矿、盐田等特殊用地，面积约 80 万公顷，占全省总面积的 5.10%。除农村居民点用地较为分散外，城镇和工矿用地大部分集中在平川地区。

#### 6. 交通用地

主要有铁路、公路干线、县级公路、农村道路及民用机场等，面积为 13.99 万公顷，占全省总面积的 0.89%。

## 7. 水域

全省水域面积约 37.08 万公顷，占总土地面积的 2.37%。其中水产养殖面积为 1.87 万公顷，有将近 80% 的淡水水面未被充分利用。

## 8. 未利用土地

主要指质量较差的荒草地、盐碱地、沼泽地、沙地、裸土地及裸岩等，面积约 369.52 公顷，未利用率为 23.57%，其中可开发利用的不足 200 万公顷。

### （二）土地资源利用的主要问题与对策

为充分满足社会对粮食的需求和实现全省农村达小康的战略目标，严格土地管理，加强农田基本建设，继续控制耕地减少速度，防止土地资源的破坏与污染，强化中低产田改造与开发的力度，这是当前土地资源利用中的几个主要问题。

#### 1. 继续控制耕地减少的速度

据统计，山西耕地面积每年减少的数字十分惊人，1949 年，的耕地总面积为 415.69 万公顷，人均 4.9 亩。1954 年山西省耕地面积达到历史上最高峰，为 468.79 万公顷，以后逐年减少，到 1993 年耕地减少至 366.93 万公顷，与 1954 年相比净减少耕地 101.86 万公顷。

山西省耕地面积的增减动态大体可分为几个阶段，1949—1954 年耕地面积迅速增加，由 415.69 万公顷猛增到 468.79 万公顷，5 年净增耕地 53.10 万公顷，平均每年增加 10.62 万公顷；1955—1958 年耕地面积由 464.86 万公顷减至 413.73 万公顷，3 年共减少耕地 51.13 万公顷，平均每年减少 17.04 万公顷，为历史上减少最快的时期；1959—1981 年，耕地由 411.06 万公顷减至 389.39 万公顷，净减 21.67 万公顷，年均减少耕地 0.98 万公顷，为缓慢减少时期；1982—1988 年，全省耕地从 388.02 万公顷减至 370.67 万公顷，共减少耕地 17.35 万公顷，平均每年减少 2.89 万公顷，为次高峰减少时期。近几年来，耕地面积减少量基本稳定在 1.35 万公顷以下。

1984—1993 年 10 年间，全省耕地减少的面积虽呈下降趋势，但年平均减少耕地的面积仍达 34.57 万亩，相当于一个县的人口失去了土地依附，等于 20—30 万人口失去了粮食生产基地，这个数字是十分惊人的。因此，继续认真贯彻国家和省的保护耕地的有关法规，对城乡建设非农业占用耕地从严控制，对果园、林地占用耕地严加控制，对撂荒耕地组织复垦，就成为今后必须坚持的刚性措施。到本世纪末，全省的实有耕地面积必须稳定在 7000 万亩以上，以粮食为主的各项农产品以及畜产品才能与人口的增长、能源基地的发展相适应。

#### 2. 防止土地资源的破坏与污染

据山西省农科院资源综考所的调查，截止 1988 年，大同、晋城、轩岗、汾西、潞安、阳泉、西山、霍州等八大统配煤矿采空面积已达 434.47 平方公里，这些煤矿所在地区已有 11.48 万亩土地出现塌陷、裂缝，平均每采万

吨煤即塌陷土地 0.87 亩，因土地塌陷而弃耕的情况在各矿区都不同程度地存在着，一般弃耕面积为塌陷面积的 1%—5%，个别矿区达 7%—8%。平川土地塌陷形成积水坑，面积最大的达 30 亩左右，有的地面下沉形成阶地，下沉最深的达 5 米以上，裂缝宽度 1.2—1.5 米，最宽者达 2.7 米，已无法耕作。1985 年汾两矿务局 3 个矿区内有 8 个村庄共弃耕土地 1460 亩；晋城矿务局因采煤致使 2500 多亩水地变成旱地，晋普山煤矿则因采煤致使 7000 亩水地变成旱地。

近年来，山西因采矿破坏水资源和饮水工程，造成人畜吃水困难和饮水污染及影响农业生产的情况屡见不鲜。涑水河口由于工业污染，使 5000 亩土地变成污水塘；襄垣县境内漳河沿岸，因工业废水污染、荒芜土地 2200 多亩；平朔煤矿矿山基建剥离量达 5700—6000 万立方米，土地资源破坏面积 18.58 平方公里，至今尚未实现平整、复垦与治理。

山西省山区丘陵面积大，水土流失严重，现已成为制约全省农业发展的主要因素。农业生态环境和农业生产条件遭到破坏，其受害者不单单是农业、农民，而且直接危及城市的建设、工业的发展和全民的衣食与健康。

### 3. 加快中低产田综合开发步伐

在山西现有耕地中，中低产农田的面积大体占 80% 左右。中低产田面积大，改造工程艰巨，这是全省农田水利基本建设的主要特点。在中低产田中，中产田的基础相对较好，建设升级比较容易，因此，在中低产田的改造中，应以中产田为重点，先易后难，可以较少地投入，获得较大产出的经济效益。根据已有经验，中低产田的改造规划应落实到乡镇一级，方能充分调动和依靠广大农民群众的积极性，加快中低产田开发改造的进程。在做好规划的基础上，省、地（市）、县、乡四级认真组织实施，把占有全省耕地面积 40% 左右的中产田的 60% 升级为高产田，亩均增产 75 公斤，可增产粮食 15.6 亿公斤。这样的话，全省粮食总产突破 100 亿公斤大关，就有了可靠的保证。

### 4. 贯彻土地复垦的有关条例，增加植被覆盖率，改善山西生态环境

山西是全国土地开发历史悠久的省份之一，又是国家煤炭能源重化工基地。由于气候、地形以及长期忽视土地保护措施等多方面的原因，造成大面积水土流失、土地沙化、盐碱化、土地塌陷、污染严重的局面。为加快改善山西生态环境、生活环境的步伐，造福子孙后代，从现在起，必须认真地抓好土地复垦，因地制宜地大力搞好植树造林和种植牧草工作，以增加植被覆盖，限制土地破坏，有计划地开展小流域综合治理，有效地控制水土流失，为改善全省的生态环境做出最大的努力。

### 5. 增强全民珍惜土地意识，认真贯彻、落实有关法规和政策，促进土地合理利用

近年来，国家为增强全民的土地意识，促进土地合理利用，制定了一系列法规，加强了土地管理机构，并开始实施土地有偿使用制度。

土地有偿使用应包括城镇国有土地的可有偿使用、农用土地的可有偿使用和

农村集体土地的有偿使用三个方面。目前，由于土地有偿使用的法规尚不健全，已出台的法规也因执法不严或有法不依的问题存在，造成国有土地的不法交易现象时有发生，致使房地产投机者有机可乘，使国家蒙受巨大经济损失。为此，必须按照国家的统一部署，深化土地使用制度的改革，全面建立土地市场机制，对建设用地实行统一规划，统一征用，统一管理，有效地控制土地交易中的投机行为。

农村国有及集体所有制土地，也应逐步实行有偿、有限期使用。目前推行的农村宅基地有偿使用，农村“四荒”地有偿开发利用的实施办法也应进一步完善。

必须切实加强土地开发利用的宏观管理，在省级土地利用总体规划的基础上，各级政府均应认真搞好本地的土地利用总体规划，把珍惜每一寸土地、合理开发利用土地落在实处。

## 第二节 山西土地在憔悴

### 一、水土流失严重

山西是中华民族的发祥地，也是我国古代农业文明的摇篮，古代的山西曾经是一块山清水秀、景色宜人的多林地带。但是由于历代王朝战争频繁，加之暴虐性的砍伐，上千年来只毁不育，致使繁茂的森林破坏殆尽。到新中国成立初期，山西的森林、草地、湖泊大都消失殆尽。处处童山濯濯，仅残留次生林 551 万亩，森林覆盖率降至 2.3%。

山西地处黄土高原，由于森林和草原惨遭破坏，土壤失去保护而大量流失。处于半干旱地区的黄土高原，虽然降雨量少，但由于降水集中，强度大，再加上土质疏松，因而成为我国水土流失最严重的地区之一。

统计资料表明，山西水土流失面积为 10.8 万平方公里。占全省总面积的 68.9%，占全省山区、丘陵区总面积的 88%，几乎每个县都有水土流失问题，这使山西成为世界上水土流失最严重的地区之一，被称为地球上的一块经常流血的“伤疤”。全省平均侵蚀模数为每平方公里 3000 吨，严重地区可达每平方公里 10000—15000 吨，每年平均向黄河、海河输送泥沙 4.56 亿吨，其中黄河流域输泥沙 3.66 亿吨，占全省输泥沙量的 80%，而晋西地区年输沙量竟达 2.9 亿吨，占全省输黄河泥沙量的 79%。

山西省虽属面积较小的省份，但地形却十分复杂，山区和丘陵面积占全省面积的 80%。全省分属黄河、海河两大流域；黄河流域 97188 平方公里，海河流域 59567 平方公里。地形特点是沟壑纵横，坡陡沟深，高低起伏十分显著。除几个盆地、谷地的海拔较低外，其余大都在 1000 米以上，最高海拔 3058 米，最低 245 米，高差 2813 米。综观全貌为北部高而南部低的倾斜地形，形成一个强烈的隆起地势。西部山区位居黄河中游，土层深厚，水土流失十分严重；东部山区位于海河上游，土层较薄，岩石复杂，洪水和泥石流常有发生。侵蚀最严重的是晋西黄土残塬沟壑区和黄土丘陵沟壑区，北起右玉，南至乡宁，紧临黄河的狭长地带共 29 个县属山西黄土高原的主要组成部分。这里既是雨量集中的暴雨区，又是土质疏松的多沙区，暴雨侵蚀力很强，土地抗蚀力又很低，近 7 万条 0.5 公里以上的沟道将整个地表切割得支离破碎，是黄河中游侵蚀最厉害的地区，其流失面积达 33736 平方公里，占该区土地总面积的 71%。年平均侵蚀模数为每平方公里 5000 吨左右，流失严重的可高达万吨以上。每亩耕地每年有 5—6 吨泥沙被冲刷流入黄河。

由于上游水土大量流失，下游河床年年抬高，两岸土地渐趋盐渍化，河水常有泛滥，特别是在黄土残塬和丘陵沟壑区，沟谷越冲越深，梁、塬、峁面积越来越小，地形破碎，沟壑面积已占到总面积的 40%—60%，沟壑密度每平方公里 4—6 公里。

据史料记载，清朝光绪年间，大宁县太德塬塬面面积为 1.3 万亩，至今

只剩下 9000 亩。民间流传着“远看像平川，几步到沟边，隔沟常相见，过去走半天”的歌谣。除水力侵蚀外，风力侵蚀也相当严重，土地沙化，沙漠南移。山西省沙化面积约 329 万亩。朔州市平鲁区下木角、黄土崖等 13 个村自 1954 年至 1980 年，已有 9150 亩坡地变成了基石裸露、无法耕种的不毛之地，人均达 1.5 亩，占耕地面积的 14.9%，已直接威胁着生产的发展和人类的生存。

### （一）水土流失因素的分析

造成山西省水土流失的因素很多，归纳起来可概括为如下五个方面：

#### 1. 地形坡度大

地形是引起水土流失的条件，山西省位于黄土高原的东侧，属山地自然型高原，其趋势为由东北向西南倾斜，地形陡峻，坡度较大，给水土流失提供了侵蚀条件，全省地形自然坡度分级为：10° 以下约占 10%，10°—20° 占 30%，20°—30° 占 30%，30°—40° 约占 20%，40° 以上占 10%。晋西地区的情况更加严重，据调查，西山区 15° 以上的坡地竟占到 70%—80%，其中耕地占到 60% 以上，坡面坡度越大，水土流失越严重，土壤肥力越瘠薄。

#### 2. 土质疏松

山西大部分地区是粉沙质壤土，粘聚力小，抗蚀力低，结构疏松，具有垂直节理发育，遇雨水易溶解流失，这是造成土壤侵蚀严重的又一重要因素。

#### 3. 降水集中

山西属温带大陆性季风气候，平均年降雨量为 400—650 毫米，多集中在 7—9 月，占全年降雨量的 70% 以上，且多为暴雨，强度大，历时短，对土壤结构破坏严重，暴雨击溅形成泥浆，堵塞下渗，常引起洪水泛滥，加大了水土流失。在晋西地区，由于暴雨倾泻，集成汹涌洪流，造成山洪暴发，酿成严重的水土流失。

#### 4. 植被稀疏

山西属温带草原和森林草原地带，历史上曾经是一个有广阔草原和茂密森林的绿色高原。由于人类的繁衍，围猎滥牧，毁林垦田，伐薪烧炭，加上历代统治阶级穷奢极欲而大兴土木等原因，致使森林惨遭破坏。至解放初期，山西森林覆盖率不足 2.4%，解放后，虽经 40 余年大规模的植树造林运动，全省植被覆盖率有所增加，但全省平均植被覆盖率仅上升为 10%；近年来，由于人口急剧增长，有些地区为解决粮食问题，又出现了不合理的开荒垦殖，其结果是越垦越穷，植被遭到严重破坏，每遇暴雨，水土冲刷，河岸崩塌，招致严重的水土流失。

#### 5. 缺乏生态观念

山西的农业生产，长期以来仍处在传统农业的落后状态，特别在西山地区，广种薄收的掠夺式经营尤为突出。70 年代以前，在“以粮为纲、单一经

营”极左思潮的影响下，广大农村开荒扩种之风十分严重，森林植被惨遭破坏，加之过度放牧，毁林毁草，致使生态系统严重失调。近几年来，建房筑路，采矿开渠，大量占用良田沃土，加之土地复垦措施得不到应有的重视，这样长期下去，总有一天人类将失去赖以生存的土地资源。

水土流失危害极大，不仅直接造成土壤肥力下降，而且也是引起气候干旱、风沙灾害频繁发生的主要原因，大量泥沙泻入河流，淤积水库，抬高河床，危害下游安全，已成为一种社会公害。

据山西水保所多年观测，坡耕地每年每亩平均流失雨水 13 立方米，冲走表土 4.5 吨。每吨表土中含氮 0.5 公斤、磷 1.5 公斤、钾 20 公斤。每年每亩流失氮素 2.25 公斤，相当于 11 公斤硫酸化肥的含氮量。由于冲刷，将含有大量植物营养元素的肥沃表土冲走，耕地减少，沟壑扩大，河床变宽，大片塬地变成了支离破碎的坡耕地，致使粮食作物产量大幅度下降水土流失是形成多种自然灾害的重要原因，由于绿色植被遭到毁灭性的破坏，生态失去平衡，随之而来的就是旱涝灾害频繁发生。山西大部分山区基本上是冬春干旱，夏秋季节暴雨、冰雹成灾。据统计，在隋唐两代的 326 年中，山西曾发生大旱灾 49 次，平均每百年 15 次；自清初到光绪时期的 250 年中，西山区的离石、方山、柳林、中阳一带共发生特大干旱和雹灾 25 次；在清朝的 275 年中，山西曾发生大旱灾 40 次，平均每百年 21 次；解放后至 1979 年的 30 年中，山西发生较大旱灾约 10 次。由此可以看出，从古至今，山西旱灾的发生越来越频繁。

为了根治黄河，开发黄河水利，控制水土流失，改善生态环境，新中国成立以来在党和人民政府的领导下，全省连续展开了大规模群众性的水土保持工作，采用工程措施、生物措施相结合的综合治理与集中治理的方法，到 1989 年底，已完成水土保持初步治理面积 425.3 万公顷，占流失面积的 39.4%，其中生物措施完成 281.24 万公顷，包括水保林 202.77 万公顷，封山育林 56.84 万公顷，种草 21.63 万公顷，占完成总工作量的 66.1%。工程措施完成 144.06 万公顷，其中包括修水平梯田 56.47 万公顷，打坝淤地 15.40 万公顷，淤滩漫地 10.20 万公顷，修旱坪塬地 41.63 万公顷，占完成总工作量的 33.9%。

## （二）水土保持工作的经验与成果

从新中国成立初期开始，在党和人民政府的领导下，山西省的水土保持工作树立了一批较好的典型，涌现出了许多战天斗地的模范人物。从 50 年代到 70 年代的近 30 年中，全省掀起了几次农田基本建设高潮，对减缓水土流失、促进农村经济发展起到了巨大的推动作用。70 年代初，山西省率先提出了以小流域为单元，山、水、田、林、路统筹规划，垣、峁、坡、沟、川综合治理的战略方针，把水土保持工作引上了科学发展的轨道。80 年代初，随着家庭联产承包责任制在农村的普遍实施，山西省农民又创造了户包治理小流域的经验，将小流域这个自然单元与农户这个社会经济单元紧密地结合

起来，使水土保持工作又进入到一个崭新的发展阶段。户包治理，坚持治山、治水与治穷致富相结合，寓宏观和长远的目标于千家万户的微观经济活动之中，寓防护效益及生态效益于经济效益之中，使广大农民在寻求治穷致富的经济活动中焕发出治山治水的高度热情。在社会经济不断发展、农民不断富裕的大好形势下，强化监督，边开发、边治理，就可避免对大自然的不合理索取，这是户包治理小流域经验的核心。

为促进小流域治理开发的不断发展，从 1986 年开始，山西省每两年召开一次全省水土保持工作会议，这是山西省委、省政府领导水土保持工作的重大举措。两年一次会，两年都有一个新发展。1992 年潞城会议之后，全省各地认真落实会议提出的各项任务，使小流域治理进入了一个新的阶段。全省新增初步治理面积达 56.73 万公顷，年治理度达到 2.6%，其中两年建设基本农田 9.87 万公顷，营造水保林 41.07 万公顷，种植牧草 2.93 万公顷，封山育林 4.86 万公顷。在治理区内，两年新上马骨干坝 100 座，完成验收 64 座，新建淤地坝 2200 座，筑河坝 21 万米，修筑排洪渠道 27 万米，沟头埂 173 万米，谷坊 3 万座。到 1993 年底，全省累计保存治理面积 314.07 万公顷，治理度达到 29%。

近两年来，重点治理区取得了突出成就。国家重点治理区采取超常措施，完成了第一期 127 条小流域的最后攻坚战，条条小流域基本上都得到了治理，通过了水利部组织的抽查复验，汾河水库上游的四县重点治理区，认真贯彻山西省委、省政府提出的“治穷致富、拦沙保库”的方针，以建设基本农田为突破口，多种治理措施优化配置，落实治管责任制，强化监督管护，6 年共完成治理面积 9.4 万公顷，年治理度达到 4.3%。

经过几十年的艰苦努力，山西省小流域治理开发取得了很大成绩，然而面临的还相当艰巨，一方面全省尚有 70% 的水土流失面积，治理难度也越来越大，而且在市场经济条件下，竞争的自发性，又常常会造成对自然资源的滥用，造成对环境的破坏，形成新的人为的水土流失。另一方面，要在本世纪末实现小康目标，首先要使农民实现小康，这就要求农业生产不但要保护和合理利用水土资源，而且要提供更多的优质农产品。从这两方面来看，都需要对水土保持工作提出新的更高要求。

在山西省第四次小流域治理工作会议上，提出要建设一大批高效益的小流域，推动以小流域治理开发为依托的商品生产，各地按照这一要求，大力推广速度快、效益好的各种致富模式，涌现出了一大批不同类型的高产、优质、高效的小流域治理典型。平陆县圪塔涧流域总面积 4.35 万亩，水土流失面积占到 96.5%，经过综合治理，建设梯田 7200 亩，人均 1.8 亩，发展经济林 9557 亩，人均 1.5 亩，修建水库 3 座，小型水保工程 77 处，治理度达到 75.4%，1993 年人均粮食产量 430 公斤，人均收入 1183 元，分别比治理前增加 22% 和 10.1 倍。陵川县东上河流域，总面积 6200 亩，水土流失面积占总面积的 81%。当地群众将治理与开发紧密结合，积极发展区域性支柱

产业，修建高标准基本农田 1100 亩，栽培经济林 630 亩，建设桑园 50 亩，并加工增殖，扩大销售，1993 年人均粮食产量 800 公斤，人均纯收入 1120 元，分别比 1983 年增加 2 倍和 4.6 倍。神池县银洞洼流域，总面积 2 万亩，4 年来建成基本农田 2730 亩，营造水保林 5226 亩，种植牧草 1970 亩，发展经济林 110 亩，筑坝 5 座，蓄水 50 余万方，治理度达到 82%。近两年来，他们从三个方面向深度开发，一是利用基本农田建设高产粮油优种区，培育当地优良品种，种植面积 260 亩。年产优种 5 万公斤；二是建立优质经济林培育区，建立苗圃 500 亩，年出圃优种苗 60 万株；三是利用水面养鱼 3.5 万尾，种草养肉牛 20 头，羊 200 只，年产值超过 15 万元。像这样的高产高效优质小流域在山西全省各地还有许多，诸如吉县蔡家川、岢岚县石塔沟、浑源县弯弯沟、寿阳县洞门沟等。据忻州地区的统计，近两年全区建设经济生态沟 127 条，取得了显著的经济效益。从全省的初步统计结果来看，治理度达 70% 以上、年人均产粮 500 公斤、年人均纯收入 1000 元以上的小流域已达 200 多条，这对于加快农民致富奔小康的步伐起到了巨大的推动作用。

根据农业生产和农村经济发展的要求，小流域治理开发应以不断增加农民收入为基本出发点，为此，高效小流域建设必须在三个方面有所突破。第一，要认真下大力气抓好基本农田建设，把跑土、跑水、跑肥的“三跑田”变为三保田。通过持续深耕深翻、增施有机肥、改良土壤、培肥地力、提高蓄水保墒能力等措施，再加上采用精耕细作的方法和增加科技投入，使粮食产量大幅度地增加。如岚县狠抓基本农田建设，大修以机耕梯田为主的水平梯田，全县人均高标准基本农田达 1.6 亩，人均 2 亩以上的村占全县总村数的 60% 以上，全县粮食产量每年以 13% 的速度递增。建设高标准的机修梯田，不仅是广大山区农民解决温饱的根本措施，也是农民的一项根本致富工程。第二，继续抓好干鲜果品的生产。经济林建设是小流域治理开发的龙头产业，必须抓紧抓好。隰县的干鲜果树现已发展到 20 万亩，其中水果 12 万亩，户均 7.5 亩，人均 55 株。同时，吉县、芮城、平陆等县的苹果，石楼、柳林、保德的红枣，阳高、岚县的杏，也都取得了显著的经济效益。为继续保持这种良好的发展势头，则必须坚持发展与提高并重的原则，在新建与扩建的同时，下大力气抓好现有果园的管理与改造。新建果园的起点要高，务求做到品种多样化和优种化，对现有果园要从制定技术操作规程入手，施行规范化管理。强化物质和技术的投入。第三，突出抓好种草发展畜牧业。种草养畜是提高小流域近期效益的重要措施，在大抓基本农田和经济林建设的同时，把种草养畜工作抓上来，不仅有利于提高山区农民近期的经济效益，而且也是增加绿色覆盖面积、改善生态环境的重要步骤。岢岚县坚持“三同步”原则，1993 年全县养羊 20.4 万口，户均 12.5 只，人均 3.2 只。全县畜牧总收入 1335 万元，人均畜牧纯收入达到 108 元。乡宁县近几年累计种草 5.04 万亩，建氨化池 2140 个，青贮窖 815 个。1993 年牛存栏 5.47 万头，出栏 6886 头，有牛 5 头以上的养殖户达 700 多户。浑源县北榆林乡在科技

人员的指导下，种沙打旺 8000 余亩，饲养瘦肉型种猪 102 头，1994 年产仔猪 1000 头，纯收入可达 7 万元。各地也都在不断总结这方面的经验，采取有效措施，以点带面，把种草养畜的任务逐步落到实处，把小流域综合治理推向一个崭新的水平。要突破传统农业生产模式，开创规模性开发的新路子。在一个较大的区域内，以小流域为自然单元，小集中，大连片，形成规模经营，开发出拳头产品，去吸引四方客商，抓好已经初具规模的开发区，如晋南的苹果开发基地、晋北的仁用杏开发基地、晋西北的绒山羊开发基地和胡麻开发基地、晋西黄河沿岸的红枣开发基地等。

小流域经济开发一定要根据市场供求关系合理调整产品结构，科学地预测市场，避免由于市场调节的滞后性给治理开发带来损失。隰县近几年大力发展以核桃、仁用杏为主的干果，寿阳县扩种杂豆，这都是在分析预测国际、国内市场的基础上所作出的战略性调整。要按照大生产的要求，走产供销一体化经营的道路，在集中种植、规模养殖的基础上，兴办屠宰、编织、食品加工、商贸运输等一系列的企业集团公司。总之，应以小流域支柱产业为基础，建立龙头企业，上接市场，下联基地，加工增殖，逐步形成种养加结合、产供销一条龙的生产格局，以产业集团的力量去迎战多变的市场。

从 1982 年户包治理小流域开始，由于它是一种完全符合现阶段农村生产力水平的责任制形式，因而不断得到发展。到 1993 年底，山西累计发展小流域承包户 44.6 万户，占山区农户的 11.7%，承包治理面积 1070 万亩，承包管护面积 1725 万亩。治理面积占到承包面积的 70% 以上，占到当年全省治理面积的 1/4。广大承包户经过综合治理、专业经营、深度开发，经济效益显著提高。全省有近 55% 的承包户，户人均收入达千元以上。省地（市）县三级跟踪调查分析发展较快的 49 户，承包小流域治理面积 5.16 万亩，治理度达 87.5%，其中建设基本农田 1556 亩，种植经济林 2534 亩，营造水保林 3809 亩，种草 186 亩。1993 年农林牧各业收入 67.7 万元，人均收入达到 2444 元，人均产粮 1090 公斤。据忻州地区 19576 户统计，1993 年有 30% 的承包户初步摆脱了贫困，28% 的户达到了稳定脱贫，还有 2% 的户率先达到了小康。

### （三）放手拍卖小流域，大力发展股份合作制，进一步调动山区农民治山治水的积极性

拍卖治理小流域和股份合作制治理小流域是社会主义市场经济条件下具有旺盛生命力的责任制形式。拍卖小流域，实质上是在保证土地集体所有这一基本制度不变的前提下，对土地使用制度改革的深化。从户包到拍卖，由无偿变有偿，标志着以户包为基础多种形式的小流域治理已发展到运用市场调节作用来优化资源配置的新水平。1993 年，中共中央政治局候补委员、书记处书记温家宝看了岚县李贵喜购买治理的小流域之后说：“这是贫困山区脱贫致富的一条路子，应该大力推广。”1994 年元月，江泽民总书记在视察吕梁地区时，十分称赞拍卖小流域，他说：“拍卖的是使用权，得到的是

农民治山治水的积极性。”对于这项措施的优越性和发展前景，完全可以用近两年的实践加以论证。

在户包治理小流域不断发展的同时，伴随着农村经济体制改革的不断深化，特别是农村向社会主义市场经济转轨的过程中，劳动者的主体意识和权属观念得以强化，农民们普遍要求享有长期而稳定的土地使用权；正是在这种社会背景条件下，小流域治理的另一个重要责任形式——拍卖治理小流域，在山西省西山地区如雨后春笋般的迅猛发展起来。

早在 1984 年，岚县县政府在充分肯定户包治理小流域做法的同时，就开始对中幼林山地使用权实行有偿转让。1988 年，临县曲峪乡把全乡范围内的支毛沟推向市场，进行公开拍卖。1992 年 8 月，吕梁地委、行署率先出台了《关于拍卖荒山、荒坡、荒沟、荒滩使用权，加速小流域治理的意见》。1993 年 3 月，山西省人民政府制定下发了《关于继续搞好以户包为基础的治理开发小流域的决定》，明确规定对“尚未治理的小流域，可拍卖使用权和经营权，50 年至 100 年不变”，“允许继承，允许有偿转让，长期不变”。山西迅速出现了拍卖小流域的热潮。两年来，吉县有 4300 户农民、6 个机关团体购买小流域 10.6 万亩，成交金额达 560 万元，已治理 664 万亩，占拍卖面积的 60%；截止 1993 年，和顺县已拍卖小流域 15 万亩，占可拍卖面积的 60%；购买小流域的农户 1.5 万户，占全县总户数的 51%；已治理面积 8 万亩，收回拍卖资金 135 万元。在短短的两年内，全省已有近 10 万户农民和 100 多家机关团体购买小流域 342 万亩，已治理 36%，拍卖资金 1700 万元，集体收回 830 万元。

总结近两年拍卖小流域治理的实践经验，使人们认识到：增强了农民自我激励机制。拍卖小流域，把土地使用权彻底地交给了农民，更加进一步调动了农民治理开发的积极性。方山县潘家畷村的鸡儿沟，10 年前就承包给 10 户农民，但当时谁也没动一锹一锄，没栽一草一木，现在沟里打了坝，栽了树，梯田平展展，庄稼绿油油。这条沟的主人说：“这是小流域拍卖带来的变化。”经营规模打破了小农经济格局。在参与竞买的队伍中，有走南闯北的生意人，有搞多种经营的企业家，有返乡的离退休干部职工，还有毕业回村的知识青年，他们有资金，有技术，会经营，懂管理，这就使购买主体在文化素质、商品生产意识和资金实力等方面的水平都比以前的承包主体有较大的提高，一开始就打破了平均主义和小农经济格局，有利于扩大治理经营规模，有利于促进商品经济的发展。譬如中阳县沙焉村村民武润锁、杨凤平，前几年曾靠承包建筑、修车致富，1990 年他们先后拿出 30 多万元，贷款 54 万元，购买了 3900 多亩土地，然后雇用村民开发治理，到 1993 年底，新修梯田 1000 亩，发展经济林 980 亩，营造油松林 1600 亩，并为全村引电、修路、建学校，使全村农民的人均收由 1990 年以前的 200 多元增加到目前的 1000 多元。小流域拍卖治理开发激发了农民自觉投入的积极性。一是聚集了社会上的闲散资金，二是吸引购买者向小流域开发积极投资、投

劳。根据吕梁地区统计，1992年以来，全区购买户已投入资金2000多万元，投工达6000多万个。国家和农民的投入比例已由1990年的7:3变为现在的4.5:5.5，广大农民已真正成为治理水土的投入主体。

山西省在水土保持工作中，继户包治理小流域之后，又率先兴起另一责任制形式即股份合作制治理开发小流域。早在1984年，河曲县五花城流域就以股份制的形式进行治理开发，然而这一形式一度发展得比较缓慢，直到1992年党的十四大召开和拍卖小流域兴起后，才促进了这一形式的快速发展。保德县故城村，1992年有64户农民自愿入股，集资3万元，治理300亩黄河滩，1993年产粮52500公斤，纯收入36750元，入股户人均增加粮食175公斤，增收123元。和顺县张庄村陈凤鸣等3户农民，购买荒山5000多亩，又吸引了28户投劳入股，劳资结合，受益后按出资与投劳6:4的比例分成。武乡县信义村，1992年成立了股份合作制小流域开发公司，集体投入土地，300多户村民投入劳力和资金，共计股金25.2万元，治理荒山、荒坡4000亩，其中营造油松林1000亩，发展经济林3000亩。到目前，山西全省治理开发小流域的股份合作制组织已达1000多个，治理开发面积43.1万亩。通过近几年的实践，以股份合作制实体组织治理开发小流域的优越性更加明显地展示出来，使投资多元化，拓宽了投资渠道；解决了单家独户力量小的困难，推动了大面积治理的积极性。所以，拍卖治理小流域和股份合作制治理小流域，是社会主义市场经济条件下具有旺盛生命力的责任制形式。

#### （四）认清市场经济发展的形势，采取得力措施，把全省的水土保持工作推向新的高潮

在计划经济向社会主义市场经济体制转轨的新形势下，进一步加快小流域治理开发速度，加大改革力度，提高经济效益，是一项全新的开创性的伟大事业，这就需把水土保持工作当作改变山区贫困面貌、造福子孙后代的重要历史使命来抓，集中更多的精力，采取更加得力的措施，把这项工作推向一个新的高潮。

推动小流域治理工作的深入发展，首先，各级政府要把这项工作纳入国民经济计划，摆上政府重要议事日程，落实在行动上，常抓不懈，一抓到底。要在广大干部中尽快普及社会主义市场经济的基本知识，不断提高各级领导干部的政治素质、科技水平和带领群众发展商品经济的本领。其次，需要各行各业密切配合，打好水土保持的总体战。小流域治理开发是一项跨行业、跨部门、跨学科的综合性工作，必须依靠多部门的协同作战才能搞好。第三，要强化各级水保机构，充分调动和发挥他们在小流域治理开发中的管理、指导和技术服务等功能。当前的重点是加强三个体系的建设，即健全水土保持管理体系，加强水土保持的科研体系，建立水土保持的监测体系。为保证各个体系的良性运转，要有效地利用水土资源和技术设备优势，大力发展生产基地和开发性经济实体，不断增强自身活力，改善工作条件，强化服务功能。

当前，山西省小流域治理开发正处在一个改革与深入发展的关键时期，改革是唯一的出路，发展经济是小流域治理的根本，要继承山西人民艰苦创业、改天换地的光荣传统，发扬“愚公移山、改造中国”的革命精神，以高度的历史责任感和时代的紧迫感，抓住机遇，解放思想，锐意改革，不断进取，为把“利在当代，功在千秋”的水土保持事业不断推向前进作出更大的贡献。

### （五）水土保持治理纲要

山西省水土保持的治理方针是：土、水、林综合治理；农、林、牧全面发展；因地制宜，全面规划，综合治理，防治并重，除害兴利。既要加速治理，又要保护现有的水土保持设施，防止造成新的水土流失。

按照山西省各地自然特点和地质地貌现状，可划分为如下几个类型区，有针对性采取治理措施：

#### 1. 黄土丘陵沟壑区

是指晋西的中部地区，北起偏关、南至石楼等的 16 个县，总面积 25882 平方公里，人口密度每平方公里 75 人。该地区特点是丘陵起伏，沟壑纵横，坡陡沟深，坡面短而陡峭，沟壑密度甚大，每平方公里沟长可达 4—5 公里，是水土流失极强烈地区，侵蚀模数每平方公里 8000—12000 吨，有的高达 20000 吨以上。此类地区应大力营造水土保持林，实行封山育林，以林、牧为主，农、林、牧综合发展。停耕 25° 以上的陡坡，宽沟打坝淤地，在较宽的河道淤滩造地，建设高标准稳产、高产田。坚持实行生物措施和工程措施相结合，治坡和治沟相结合，以小流域为单位进行综合、连续治理。

#### 2. 黄土残塬沟壑区

该区主要包括临汾地区西山的 7 个县，总面积 9938 平方公里，人口密度每平方公里 52 人。该区塬面较大，尚存万亩塬 14 个，其余塬面为几千亩到 1 万亩，坡面由东向西倾斜，塬面与沟壑高差较大，侵蚀基底深，沟坡的泻溜与崩塌非常严重。侵蚀模数多为每平方公里 4000—8000 吨左右。在治理方向上应贯彻“保塬固沟、以沟养塬”的方针，具体方法是平整塬面，切片划方，大搞林网方格田，改良土壤，提高地力。沟坡应以林为主，在较缓沟坡上大种乔木，在陡坡种植灌木和牧草，塬边大量栽植灌木，防止塬基继续坍塌，继续推广“浅沟果树深沟林，小沟打坝大沟建库”的成功经验。

#### 3. 黄土丘陵缓坡风沙区

主要包括晋西北的左云、右玉、平鲁、神池、五寨、岢岚 6 个县，总面积 10474 平方公里，人口密度每平方公里 46 人。这类地区 50% 的面积，地表自然坡度在 10° 左右，水蚀、风蚀都较严重，土地沙化，地广人稀，植被稀疏，干旱缺水，年侵蚀模数每平方公里可达 2000—4000 吨，本区大风多出现在 3—6 月，最大风力可达 9 级。大风过境，风沙弥漫，沙丘南移，年移速度 20—100 米。肥沃表土或被刮走或被沙埋，对农业生产危害极大。该类地区在治理方针上应大力营造防风固沙林，大搞林网方格田，实行以牧为

主、以林保牧、以牧保农的有效措施。

#### 4. 黄土丘陵台地区

该区分布在汾河、桑干河、滹沱河、漳河、沁河等河流两侧的黄土丘陵台地，总面积 46245 平方公里，人口密度每平方公里 160 人，年侵蚀模数每平方公里 2000—4000 吨。其自然特点是黄土，台阶地形，植被稀少。这类地区的治理方针是：以农为主，大搞农田基本建设，通过里切外垫，起高垫低，加高地边地埂，修建水平梯田。在生物措施上，除绿化荒山荒坡外，应积极发展干鲜果。

#### 5. 土石山区

山西土石山区主要分布在太行山系的山西一侧。总面积约 32557 平方公里，人口密度每平方公里仅有 60 人左右。其自然特点是：山势陡峻，气温偏低，土层薄但植被较好，荒山面积大，坡耕地多，水土流失比较严重。年降雨量较西山偏多，一遇暴雨，多有山洪暴发和泥石流危害，年侵蚀模数平均每平方公里 200—2000 吨。在治理措施上，应防、治并重，修筑梯田，利用小泉小水发展蓄水灌溉，在人少地多的荒山荒沟应实行封山育林，在土层较深的荒山荒坡上进行造林，发展经济林和副业。

#### 6. 冲积平原区

山西的冲积平原系指大同、忻州、晋中、临汾、运城、长治六大盆地，总面积约 31170 平方公里，是全省的主要农业区，其共同特点是地势平坦，水源丰富，山麓多涌泉，较大的有神池、晋祠、洪山、霍州、龙子祠等泉水，其年侵蚀模数每平方公里在 200 吨以下，其治理方针应该是健全排灌系统，建设高标准高产农田。

## 二、耕地的人口负荷过重

人口增长、经济发展，都离不开自然环境的承受力，人类为了自身的发展，既要利用自然，又要保护自然，并要求得与自然界的和谐相处。但是，以往的历史，大都是以损害自然环境为代价来取得发展的。当人们给自然带来的损害超越出自然界本身的再生能力的时候，事情就会走向反面，从而对人类赖以生存和发展的资源环境造成破坏。结果，不仅会严重阻碍社会生产力的发展，而且也会造成对人类生存的威胁。因此，研究处理人口膨胀、资源短缺与有限的环境容量的关系是当代的一项重大课题。

本世纪初，全世界人口只有 16 亿；到了 1990 年，世界人口已经达到 53 亿；预计到 2010 年世界人口将达到 70 亿。就我国来讲，1949 年，我国总人口是 5.5 亿；到 1990 年 7 月，我国第四次人口普查的数字已经达到 11.3 亿；预计到 2000 年我国人口将要突破 13 亿。另外，世界人口增长的 90% 是在发展中国家，发展中国家的人口占世界总人口的 77%，他们中的多数人是世界上最贫穷的人。所以，人口无限制地激增，必然会加剧生活贫困和资源危机，而贫穷落后又会造成资源和生态环境的进一步恶化。

耕地减少，土地退化、沙漠化是当前的资源危机之一。至今全球陆地面积的 15%，由于人类活动而遭到不同程度的退化。全球共有 46.87 亿公顷耕地，其中有 12.3 亿公顷已经退化，干旱半干旱地区的沙漠化日趋严重，全世界大约 10 亿人生活在沙漠化和遭受干旱威胁的地区。

我国目前的土地资源生产力，每年的生物生产量大约是 32 亿吨干物质，其中包括 4000 亿公斤的粮食，这一数字的合理的人口承载量是 9.5 亿人，到 2000 年合理的人口承载量是 11.6 亿人，如果按照目前人口发展的趋势来说，到 2015 年，我国人口将远远突破这个极限，因此，控制人口增长不仅是现在，而且也是今后长期不可放松的一项艰巨任务。

中国是世界第一人口大国，近年来人口急剧增长，而人类赖以生存的耕地面积却在不断减少，尽管有一部分可供开垦的荒地，但开垦难度大，垦后质量不高，且每年开垦面积还抵不上减少量，因此，我国耕地面积绝对数量的减少已成定局，人地矛盾将日益突出。粮食需求量迅速增长，而粮食增长却举步艰难，使粮食供求缺口愈来愈大。

这里对山西省近代人口、耕地、粮食变化趋势作一分析。

1949 年，山西的总人口为 1280.9 万，截止 1990 年，全省总人口达到 2898.9 万，40 年净增人口 1618 万，增加 1.3 倍，平均每年增加 2.01%。1949 年全省总耕地面积为 415.69 万公顷，到 1990 年减少到 369.25 万公顷，减少近 46.44 万公顷，平均每年减少 5.7%。人均耕地 1949 年为 4.87 亩，1990 年仅为 1949 年的 39%，下降到 1.91 亩，平均每年减少 2.1%。粮食总产量从 1949 年的 259.57 万吨增加到 1990 年的 969.01 万吨，增加近 3.73 倍，平均每年增加 2.90%，人均粮食从 1949 年的 202.7 公斤增加到 1990 年的 334.3 公斤，共增加 1.65 倍，平均每年增加 1.04%。

粮食总产平均每年增加 2.9%，而人均粮食平均每年仅增加 1.04%，二者的增长速度极不协调，主要原因是人口增长的速度抵消了粮食总增长速度，形成了人均粮食增长缓慢的局面。

据《中国实业志》记载，抗战前的 1936 年，山西省总耕地面积为 403.73 万公顷。当时全省人口为 1132.8 万人，人均耕地 5.3 亩。新中国成立后，在国民经济恢复时期，耕地发展较快，1952 年达到 462.31 万公顷，比 1949 年增加 46.62 万公顷。在第一个五年计划时期的 1954 年，耕地面积达到 468.79 万公顷，为山西历史上耕地面积的最高记录。其后为改变耕作粗放、广种薄收的现状，进一步合理安排农、林、牧各业用地，1961 年退耕还林、还牧等弃耕了一部分耕地，面积缩小为 412.87 万公顷。1962 年，在不影响水土保持的原则下，恢复了部分弃耕地，并开垦了少量荒地，耕地面积又有扩大。1965 年，全省耕地面积为 415.33 万公顷。后来，由于国家建设用地、社会企业的发展、农民住宅建设用地，调整农业内部结构、退耕还林还草等原因，到 1994 年底，全省耕地面积下降到 365.65 万公顷。比 1954 年减少 103.14 万公顷，即平均每年减少耕地 2.58 万公顷。而在同一时期，全省人

口由 1464.5 万增加到 3045.2 万人，净增加 1580.7 万人，而全省人均耕地却由 1954 年的 4.87 亩，减少为 1994 年的 1.80 亩。其间，全省人口增加了 1.4 倍，人均耕地却为当时的 37%，而且被占用的多为好地（表 2—3）。

山西省耕地面积和分布也极不平衡。北部和西北部，地广人稀，绝大多数县的人均耕地在 3 亩以上，而中部、南部和东部多数县（市）人均耕地不足 2 亩。特别是长治市、阳泉市人均耕地不足 0.5 亩。

再从粮食产量分析，在 1952 年以前，粮食总产的增加是靠提高单产和扩大耕地面积“两条腿”来实现的，1954 年以后，耕地面积不断减少，只有依靠提高单产来增加粮食总产，使得粮食供求关系变得越来越严峻。

从山西省人口、耕地、粮食三者关系的历史演变，可以清

表 2—3 山西省人口、耕地面积、粮食产量变化情况

年份	总人口 (万人)	总耕地面积 (万公顷)	人均耕地 (亩)	粮食总产 (万吨)	人均粮食 (公斤)
1949 年	1280.9	415.69	4.87	259.57	202.7
1952 年	1395.2	462.31	4.97	384.200	279.6
1957 年	1586.7	454.18	4.29	356.67	227.2
1962 年	1745.3	413.59	3.55	374.63	216.8
1965 年	1871.6	415.33	3.33	462.93	250.5
1970 年	2111.4	388.76	2.76	518.54	249.3
1975 年	2340.0	392.18	2.51	767.42	330.6
1980 年	2476.4	392.15	2.38	685.71	278.5
1985 年	2626.5	376.11	2.15	822.68	307.7
1990 年	2898.9	369.25	1.91	969.01	334.3
1991 年	29414.8	368.80	1.88	742.40	252.4
1992 年	2979.3	368.04	1.85	858.30	288.1
1993 年	3012.6	366.93	1.83	990.20	328.7
1994 年	3045.2	365.65	1.80	890.40	292.4

楚地看到，随着人口不断增加的惯性运动和耕地日趋锐减的趋势，人口、耕地、粮食的矛盾更加尖锐，并可能成为山西省经济发展的长期制约因素。总之，人口、资源、环境的协调，是关系到人类生存和发展的一个重大问题，计划生育和环境保护都是我国的基本国策，是需要长期认真对待的，这既是当代人的紧迫需要，也是子孙后代永续生存的需要。我国从 90 年代开始，面临生存与发展的双重压力。一方面，在今后 10 年，要使全国人民生活达到小康水平；另一方面，又要向工业化、现代化迈进。生存是发展的基础和前提，而发展又是在更高层次上求得生存。这两者既是统一的，又是矛盾的，如何处理好这两者的关系，关键在于人口、资源、环境之间的协调发展，没有这种协调发展，就不可能有国民经济内部比例关系的协调，也不可能有合

理的产业结构，更不可能有高质量的现代文明生活。

### 三、利用结构制约了综合效益

农业是人类生存与发展的基础，土地资源的合理开发和利用是提高农业经济效益、社会效益和生态效益的前提。随着人口数量的自然增长和生活水平的提高，对以粮食为主的农产品的数量要求越来越多，质量要求也越来越高。为满足这一要求，世界各国都在一直不断地探索农业持续发展的有效途径。长期以来，我国传统农业仅仅局限在粮食生产上，从总体上忽视了农林牧的协调发展，更为严重的是过度垦殖，破坏了林草植被，使得水土流失及风沙侵蚀日益严重，环境条件逐步恶化，生态平衡遭到破坏，农业生产条件越来越差，致使农业生产不能稳定持续发展，农业生产力和农业经济效益得不到快速提高。农业基础的薄弱，制约社会经济的发展，形成一个滞后的社会经济大环境，通过系统间的制约关系，进一步阻碍了农业经济的发展。在这样的恶性循环中，农业内部的活力越来越低，因此，农业生产就越来越难以摆脱落后的困境。

随着我国农村经济由自然经济向市场经济的转化，过去那种以种植业为主，林、牧、工为辅的旧农村经济格局正在改变。一个农林牧并重，农工商、科教文全面发展的新的农村经济格局正在形成。不断提高农业生产的经济效益，增加农民收入，使农民尽快富裕起来，已成为农村经济发展的主要目标。

山西省是我国的能源重化工基地，也是我国北方的重要农业省份。农村经济的发展，一方面是为改善农村生态经济及社会环境，增加农民收入，提高农民生活水平；另一方面还担负着为城市及工矿区提供农产品的任务。近年来，山西省的农村经济有了较快的发展：1990年粮食总产量达到969万吨，比1980年的686万吨增长41.3%；1990年农民人均纯收入达到603.5元，比1980年的155.8元增长了2.9倍；1990年农村社会总产值达到332亿元，比1980年的66亿元增长了4倍。但与全国比较，山西省的农村经济发展水平还是较低的，1994年全省第一产业总产值仅居第22位，农业总产值居第23位，粮食居第19位，粮食亩产居第25位，人均纯收入居第24位。由于农业生产条件的制约，特别是土地利用结构不合理，粮食总产量从1980年至1982年由686万吨增加到825万吨，连续上了两个台阶之后，1982—1992年10年间一直徘徊不前，没有取得新的突破。为迅速改变这种局面，促进农村经济的持续发展，提高农村经济的综合效益，必须针对山西生态类型复杂多样的特点，认真拟订一个协调农林牧全面发展的总体规划，从土地利用结构上做出科学的安排，走出一条宜农则农、宜牧则牧、宜林则林的全面发展新路子。

根据山西省土地利用总体规划资料显示，全省农耕地占31.25%，林地占22.77%，牧草地占13.9%，其他占32.89%。这种用地结构与山西的土

地资源特点极不相称，它严重地阻碍了土地资源优势的充分发挥，并导致农业生产低而不稳，林牧副渔十分薄弱。所以，调整用地结构乃是解放土地生产力、发挥土地资源优势的一项战略方针。

山西省土地资源的特点是：山多川少，地多水少，水低地高，植被稀疏，水土流失严重，宜林宜牧地广阔，宜耕地少。今后，土地利用方向应以林牧为主，如此才能发挥山西高原土地资源的优势，从根本上改变恶劣的生态环境，确保农业稳产高产，农林牧副渔全面发展。

由于山西高原土地类型差异较大，因此必须遵循因地制宜的原则，根据国民经济发展对土地的需求情况，确定各地区的利用方向。

#### 1. 中部河谷盆地农业区

系指大同、忻定、太原、晋南和长治五大盆地。这些地区地势平坦，基本上无水土流失现象，土层肥厚，气候温暖，水资源相对丰富，其土地利用应以农为主，农林牧综合发展。

#### 2. 晋西黄土丘陵沟壑区

系指吕梁山以西各县。该区黄土梁峁发育，沟深坡陡，土地破碎，土壤贫瘠，气候干旱，植被稀疏，黄土广泛覆盖，水土流失极为严重。是山西水保工作的重点地区。该区应以水保为中心，以林牧为主，走林牧农综合发展的路子。

#### 3. 晋西北风沙草田轮作牧业区

系指大同盆地以西、吕梁山以北、黄土丘陵以东地区，特别是多为缓坡丘陵，气候寒冷，多大风，植被稀少，土地结构松散，风蚀、水蚀都很严重，是山西有名的风沙区。其土地利用方向应以改造风沙为主，实行林草上山、粮田下川、草田轮作、发展牧业、以牧为主、牧农林综合发展的方针。

#### 4. 土石丘陵区

系指吕梁山、管涔山、五台山、恒山、太行山、太岳山、中条山等山区。这些地区山高坡陡，土层薄，气候寒冷，林木草场资源较为丰富，是山西高原较为理想的林、牧区。本区应以发展水源涵养林和天然牧场为主，实行林牧农综合发展的方针。

### 第三节 “母亲”的哺育力

#### 一、耕地变势分析

土地是各种生物的载体，其中的耕地是农业生产的基础资源。土地资源的多少、耕地的人均占有量、土地生产率等，直接影响着人类所需农产品的数量，而土地开发是否合理，利用结构是否协调，还影响农业生态环境。因此，土地又是构成农业生态环境的一项重要因素。

目前，山西省土地资源总的势态是：资源量相对丰富，但耕地日趋减少，后备资源缺乏，土地生产率低，农林牧用地结构不协调。

以 1990 年总人口计，山西省人均占有土地面积为 8.7 亩，虽低于全国 14.4 亩的平均水平，但比沿海及邻近各省都高。解放后，山西省的经济建设有了很大发展，但大量耕地被占用，致使耕地面积日趋减少。为了保证足够的耕地面积，扭转人均占有耕地急剧下降的局面，开垦荒地是一项重要途径，但是，山西省的后备耕地资源贫乏。据调查，全省适宜开垦的耕地资源，包括荒山、盐碱地和滩涂在内约 28.67 万公顷。即使全部予以开发利用，也仅占 1954—1990 年非农占地面积 99.53 万公顷的 28.8%。随着煤炭能源重化工基地建设的发展，必然还要占用耕地，若以平均每年占用 2.5 万公顷计，到本世纪末全省耕地面积还将减少 25 万公顷，耕地面积的不断减少，严重威胁着农业生产的发展。

#### 二、粮食发展预测

当前，粮食生产问题已成为全球性普遍关注的问题，世界各国的农民正被迫在越来越少的土地上为越来越多的人口生产粮食，尤其是在我国，它始终是困扰国民经济增长的一个根本性的制约因素。

纵观解放后的 40 余年，山西的粮食生产可概括为一句话：单产不高，总产不稳，呈波浪式的前进态势。

1949—1952 年的三年恢复时期，山西省的粮食总产量连年增长，可谓直线上升。从 1949 年的 26 亿公斤，持续增长到 1952 年的 38.4 亿公斤，三年间共增产 12.4 亿公斤，年平均递增 13.9%。

1953—1970 年的 18 年间，即“一五”至“三五”时期，山西的粮食产量长期徘徊，从 1953 年的 43.2 亿公斤到 1969 年的 48.5 亿公斤，在这 17 年中，比上年增产的有 9 个年份，减产的有 8 个年份，增减相抵后共增产粮食 5.3 亿公斤，年平均递增长率仅为 0.7%。到 1970 年才以 10 倍于前 16 年的平均增长速度，闯过了 50 亿公斤大关，结束了长时期徘徊不前的局面。

1971—1975 年，即“四五”时期，是山西省粮食生产大跃进阶段，从 1970 年的 51.9 亿公斤猛增至 1975 年的 76.7 亿公斤，5 年间共增产粮食 24.8

亿公斤，年平均递增率为 8.1%。

1976—1980 年，即“五五”时期，山西省粮食生产波动惊人，从 1976 年下滑到 70.7 亿公斤之后，连续 3 年粮食总产处于稳定状态；年平均增长 0.2 亿公斤。1979 年猛增到 80.1 亿公斤，比前 3 年平均增加 10 亿公斤。然而，1980 年的粮食总产又急剧下跌到 68.6 亿公斤的低谷，比上年减产 11.5 亿公斤。1981—1984 年，即“六五”期间的前 4 年，山西粮食总产猛增，从 1980 年的 68.6 亿公斤增加到 1984 年的 87.2 亿公斤，创山西省粮食生产的最高记录。从 1982 年开始便一直在 80 亿公斤的高峰盘桓，4 年间共增产粮食 18.6 亿公斤，年平均递增率达 6.2%。

1985—1989 年，即“七五”时期，前 3 年全省粮食连年滑坡，沉入低谷，从 1984 年的 87.2 亿公斤，下降到 1987 年的 71.3 亿公斤，这 3 年粮食总产共减少 15.9 亿公斤成为减产幅度较大的时期。1988 年之后，全省粮食总产回升到 81.8 亿公斤，年递增率达 14.8%，1993 年粮食总产又再次提高到 99.02 亿公斤，年递增率为 11.8%，比 1984 年历史最高峰的 87.2 亿公斤还高 11.82 亿公斤，创山西粮食发展史上的最高年（见图 2—1）。

山西粮食生产与全国及毗邻省份比较有如下特点：

（1）山西粮食总产增长速度前快后慢，粮食总产量占全国的比重逐年下降。党的十一届三中全会以前的 29 年，山西粮食总产量由 1949 年的 26 亿公斤上升为 70.7 亿公斤，年平均增长 1.54 亿公斤，年递增 3.5%，比全国平均水平快 0.04 个百分点。总产量占全国的比重一直保持在 2.3% 以上。1978—1984 年，山西粮食总产由 70.7 亿公斤上升为 87.2 亿公斤，年平均增长 2.75 亿公斤，年递增速度为 3.56%，比全国同期增长速度慢 1.39 个百分点，总产量占全国的比重为 2.2%。1985—1987 年，山西粮食生产连续 3 年滑坡，总产量占全国的比重由 1984 年的

图 2—2 不同时期山西粮食总产变化曲线图 2.14% 下降到 1987 年的 1.76%，降至解放以来的最低点，递减速度高达 6.5%。

（2）粮食亩产同全国及邻省平均水平相比，差距逐步拉大。50 年代山西粮食亩产由 50 公斤提高到 75 公斤，年平均增长 2.7 公斤，年递增 4.5%，比全国高 2.3%，也高于河北、河南和陕西三省。1959 年至 1969 年亩产平均水平与全国相比，由低 23 公斤进而低到 31 公斤。70 年代山西粮食亩产年增长 6.2 公斤，比全国平均递增速度快 1.7%。进入 80 年代，特别是“六五”时期，粮食平均亩产由 1980 年的 130 公斤上升为 1985 年的 180 公斤，递增速度比全国高出 1.7%。1984 年山西是丰收年，亩产比内蒙古、陕西分别高 60 公斤和 20 公斤。比河北、河南分别低 22 公斤和 20 公斤。与全国平均水平相比，又由 1975 年的低 17 公斤进而低到 52 公斤。1986 年和 1987 年，山西粮食亩产逐年减少，由 1985 年的 180 公斤减少为 1986 年的 155 公斤，1987 年减为 147 公斤，比全国同期分别低 80 公斤和 95 公斤，位居全国倒数第 3 位。

(3) 粮食人均占有量低于全国和邻近省的水平。1949—1987年,山西人均粮食占有量除1953年、1964年、1975年高于全国平均水平,1950年同全国平均水平持平外,其余均低于全国平均水平。近年来差距则逐渐拉大,1994年人均占有粮食的数量比全国同期平均水平低81公斤。

### 三、人口发展预测

山西省1990年总人口为2899万,比1949年的1281万增加了1.3倍,高于全国的1.1倍的增长幅度,年均增长速度为2.01%。其中非农业人口为639万,农业人口为2260万,分别比1949年的106万和1175万增长了5倍和92.3%,年平均增长速度分别为4.5%和1.6%,1990年全省人口自然增长率为15.98%,高于全国14.39%的自然增长率,位居全国第12位。山西省人口增长速度快的原因有四:

#### 1. 人口基数大,自然增长绝对量逐年增多

如果以1970年为界,把解放初期至1994年的45年分为两个阶段:1950—1970年是人口盲目增长时期,年均自然增长率为20.76‰,1971—1994年是推行计划生育时期,年自然增长率为13.69‰,后一时期的自然增长率虽比前一时期下降了7.7个百分点,但年均自然增长人数却都是33万人,这是由于人口基数增大,使得自然增长绝对量逐年增多的原因。

#### 2. 婚育人群比重大,多次出现生育高峰期

1990年全省育龄妇女753万人,占人口总数的26.7%,处于生育旺盛期的妇女约271万人,处于生育后备期的妇女约147万人,两项合计418万人,占育龄妇女总数的55.5%,接近全闰55.7%的比重。

#### 3. 农村妇女生育率高,人口控制难度大

山西省农村人口比重大,再加上“重男轻女”、“多子多福”等封建思想在农村的影响,所以农村超计划生育和早婚早育现象比较严重,妇女生育率一般都高,特别是贫困山区生育率尤其高,1989年全省育龄妇女生育率为2.46,城市为1.75,农村为2.75,山区为2.9以上。而贫困山区的吉县竟高达4.4,农村多胎生育率比城市高15.7个百分点,比全省平均水平高3.5个百分点。

#### 4. 人口平均寿命增加,死亡率降低

解放后,随着人民生活水平的提高,医疗卫生条件的改善,山西人口的寿命延长,死亡率迅速下降。据统计,山西省1953年60岁以上的人口占总人口的7.6%,1990年上升到8.5%,其中70—79岁和80岁以上的人口增加幅度较大。解放后人口死亡率呈直线下降趋势,1949年为13.7‰,1953年为11.4‰,1964年为14.0‰,1982年为6.6‰,1988年为6.4‰。1988年比1949年下降了7.3个百分点。

关于人口数量的发展趋势,不仅是社会科学所关心的问题,同时也是发

展生态经济、建设生态农业在理论与实践中最敏感的问题。运用灰色预测原理的估计结果表明，到 1995 年，全省总人口为 3097—3132 万，比 1990 年增长 6.83%—8.04%，年平均增长速度为 1.33%—1.56%，均高于 1982—1987 年的增长率和年平均增长速度。2000 年总人口预测值为 3280 万人，比 1995 年增长 5.91%，年平均增长速度为 1.15%。

1995 年全省农业人口预测值为 2351—2365 万，比 1990 年增长 4.03%—4.65%，年平均增长速度为 0.80%—0.91%，均接近于 1982—1987 年的增长率和年平均增长速度。2000 年农业人口的预测值为 2464—2488 万，比 1995 年增长 4.8%—5.25%，年平均增长速度为 0.94%—1.02%，均高于 1982—1987 年的增长率和年平均增长速度。这是由于山西 1962—1973 年第二次生育高峰出生的人口相继进入育龄期，从而形成又一次生育高峰的缘故。这符合山西省人口发展的规律，因此，预测是可信的。

由人口预测结果可以看出，山西省的人口到本世纪末仍呈增长的趋势，这不仅会带来粮食、收入、就业和治安等一系列的社会问题，而且将加重各种资源的负荷。可见控制人口增长是发展生态经济的一个战略要点。

#### 四、耕地—粮食—人口矛盾变势分析

人口的骤增所引起的资源短缺、环境恶化、土地承载力等问题，日益受到世界各国的普遍关注。联合国粮农组织于 70 年代末完成的 117 个发展中国家的土地资源承载能力的研究表明，到本世纪末，发展中国家所拥有的全部可垦土地将只能勉强养活预期人口，其中有 60 多个国家将无法依靠本国土地资源供养预期人口。据预测，人口增长的加速趋势不可能很快减缓，“人口—粮食”的矛盾将会日趋尖锐。

中国是世界第一人口大国，近年来，人口急剧增长，而人类赖以生存的耕地面积却不断减少。人口增长和耕地相对不足的矛盾将日益突出。中国科学院国情分析研究小组的分析报告表明，未来的中国将面临如下的困境。

其一，人口继续膨胀和迅速老化，就业负担加重。其二，农业资源日趋紧张，将接近资源承载极限。据估测，我国现有耕地 19.9 亿亩，有林地 17.3 亿亩，天然草地 43 亿亩，水域 4.3 亿亩，河川径流量 2.6 亿立方米，地下水约 8000 亿立方米，资源绝对占有量虽居世界前列，但人均占有量却低于世界平均水平。随着人口的增长和社会经济的发展，农业资源尤其是耕地和水资源将会日趋减少，人口与资源的矛盾更加突出。“中国土地资源生产能力及人口承载力”课题组的结论表明：在高投入水平下，2000 年的粮食生产能力有可能跨上 5 亿吨的台阶，以人均 400 公斤计，可承载 12.77 亿人口。2025 年的粮食生产有可能接近 7 亿吨的台阶，以人均 450 公斤计，可承载 15.48 亿人口。但如果出现较低投入水平的粮食生产量和人口控制不够得力的状况，二者叠加所形成的态势将更加严峻。

粮食需求量激增，环境污染不断加剧，自然生态环境日益恶化，使本来就不稳定的农业生态系统变得更加脆弱。

从山西省分析，“耕地—粮食—人口”系统的特征是：

(1) 粮食总产从 1949 年的 26 亿公斤增加到 1990 年的 96.9 亿公斤，增加了 2.73 倍，平均每年递增 3.3%。

(2) 总人口从 1949 年的 1281 万增加到 1990 年的 2899 万，增加近 1.3 倍，平均每年递增 2.01%。

(3) 人均粮食从 1949 年的 202.7 公斤增加到 1990 年 334.3 公斤，增加 53.1%，平均每年递增 1.22%。

(4) 总耕地面积从 1949 年的 415.69 万公顷减少到 1990 年的 369.25 万公顷，减少近 46.44 万公顷。平均每年递减 0.3%。

(5) 人均耕地从 1949 年的 4.87 亩，下降到 1990 年的 1.91 亩，平均递减 2.3%。

从“耕地—粮食—人口”三者关系的历史演变，可以清楚地看到，随着人口的不断增加和耕地的日益减少，使得山西“耕地—粮食—人口”的矛盾将更加突出，并可能成为山西省经济发展的长期制约因素。如何解决这一矛盾，出路只有一条，即建设良性的“人口—土地”平衡系统，制定协调的“人口—土地”政策，而其基本的理论依据就是生态经济学理论。

通过以上分析，我们更加清楚地看到，“自然环境—社会经济—生态系统”之间不可分割的联系。对于山西省生态经济系统来说，由于它的整体性、连续性及系统内部的关联性，一方面要加强自然资源的开发、保护与利用，促进生态经济系统的改良与提高，同时又要大力发展农村经济，以使农业自然资源能够充分开发利用，为生态经济效益的大幅度提高提供经济支柱。

由于自然条件的限制和传统农业结构的束缚，山西省的农业曾长期处于低水平状态，近年来，虽然通过政策措施和技术措施使农业生产水平有了大幅度的提高，但综观社会需求，当前的农业生产水平仍然不适应形势的发展，随着人口的增长、人民生活水平的提高，对粮、棉、油、菜、肉、蛋、奶等农产品的需求量越来越多，农业面临的任务还很严峻，如何按照生态学、生态经济学原理和运用系统工程的方法调整农业环境各因素的运行机制和组织农业生产，使有利因素得以充分发挥，不利因素得以有效的改造，逐步提高环境质量，促进社会、经济和生态效益的协调发展，的确是摆在我们面前的一个非常重要的研究课题。

## 第四节 让古老的土地焕发青春

中华人民共和国成立 40 余年来，山西省在土地资源的开发利用方面，取得了巨大的成绩，但也存在不少问题，主要表现在，土地资源家底不清；利用不充分；结构不合理；掠夺式的开发，资源破坏严重；综合整治不力；等等。由于土地开发和整治存在着上述问题，直接牵动着全省人民的生产和生活，为此，生态经济体系的建设与发展迫在眉睫，亟待解决。

### 一、加强国土综合开发

#### （一）搞好土地利用的动态监测

山西省虽然完成了土地详查任务，但已时过多年，为此应在详查的基础上建立科学的统计制度和土地利用动态监测网点，及时查清全省各地、市、县、乡和自然村的土地资源的数量、质量、分布和变化规律，准确掌握土地资源的变化规律，做到心中有数。

#### （二）调整土地利用结构，充分合理地开发利用土地资源

如前所述，山西省土地利用结构不合理，农耕地比重大，林牧地比重小，这与山西省宜林宜牧地广阔的特点极不协调，必须合理调整。从全省考虑，当务之急是调整农业生产结构和农业生产布局，因地制宜地开发利用各类土地资源。目前山西省粮食生产虽有好转，但仍未过关，粮食生产还必须放在第一位，抓紧抓好，认真落实山西省委、省政府提出的“五个一”工程，力争尽快突破 100 亿公斤大关。要积极发展多种经营，统一安排好经济作物、林、牧、土特产，在国土开发利用上必须放眼全省的山、河、川、丘，实现综合开发，决不能两只眼睛只盯在仅占全省总面积 31% 的耕地上，而忽视占全省 70% 以上的其他土地资源。特别是把“八分山地”利用好，充分发挥多山的特点，把全省的大农业调整到一个良性循环的轨道上来。

#### （三）加强土地基本建设，提高单产

山西省的耕地、林地、牧地的基本建设都较差，旱源地区广种薄收的现象还相当严重；林地抚育管理也很差，重采轻育，重种轻管，种得多，死得也多，发展十分缓慢；牧场绝大多数系天然草地，存在着超载放牧、草质退化的现象，要改变这种状态，一方面要严加控制放牧，另一方面要加强人工改良草地，提高产草量与质量。实践证明，经过人工种草，产草量和载畜量可提高 10 倍左右，潜力很大。在农耕地中，现有 139.2 万公顷低产田和 142.27 万公顷中产田，只要狠抓农田基本建设，实现稳产高产，增产潜力还是很大的。

#### （四）加强土地资源的管理与保护

长期以来，由于山西对土地资源的管理和保护措施不力，土地资源的浪费和破坏现象比较严重，如不采取积极措施，后果将不堪设想。为此，必须

健全土地管理机构，按照国家颁布的土地法，加强管理，保护每一寸土地。采取有力措施，控制水土流失，防止土地污染和乱占耕地等不良倾向的继续发生。

#### （五）在改善水利设施的同时，认真抓好旱作农业

40多年来，山西的水利事业取得了巨大的成绩，水地面积已达117万公顷，占全省总耕地面积的32%，为山西省农业稳产、高产作出了贡献。但山西省水利设施老化，配套差，水的利用率较低，工程效益没有充分发挥，如果搞好配套，扩大水浇地的面积，尚有潜力可挖。另外，山西省的水资源尚未全部利用起来，地表水、地下水以及边界水均有很大的潜力。但由于山西省水资源不足，供求矛盾很大，除农业用水外，工业和生活用水也日趋紧张，供不应求。到本世纪末，山西省水浇地可发展到130万公顷，占耕地的33%，而旱地仍占67%。因此，抓好旱作农业仍然是一个十分重要的战略问题。山西人民在旱作有机农业方面有许多丰富的经验，综合这些典型经验，可采取如下措施：狠抓农田基本建设，变“三跑田”为“三保田”，这是旱作农业的基础工作；深翻改土，增施有机肥料，发展有机农业，这是提高土壤肥力的有效措施；因地制宜，加强耕作措施，在风沙不大的地区进行秋翻，做到伏雨春用；选用抗旱作物及抗旱品种，提高抗旱能力；营造农田防护林带，改善生态环境；大力推广行之有效的旱作综合配套技术。

#### （六）立足当前，放眼未来，积极开展土地区划和规划

土地的合理开发及有效利用，必须建立在科学的土地区划和规划的基础上才能避免盲目性。所谓土地区划，是指在土地资源调查的基础上，根据土地资源的地域分异规律，进行分区划片，指出每区开发利用，治理保护的方向。规划则是在区划的基础上，根据国民经济发展对土地的需求，对各类土地在空间上进行合理的分配。区划和规划的核心问题是确定土地开发利用方向和合理的用地结构。确定土地资源利用方向的依据，是土地资源的特点和国民经济发展的需要。土地资源特点主要考虑土地的水、热及其高度和土地类型的组合。山西高原土地资源的特点是：山多川少，地多水少，水低地高，植被稀疏，水土流失严重，十年九旱，宜林宜牧地广阔，宜耕地少。因此，从农业利用角度考虑，应以林牧为主，农林牧综合发展。只有如此，才能发挥山西高原土地资源的优势，才能从根本上改变生态环境的恶性循环，建设良性生态环境系统，确保农业的稳产高产和农林牧副渔全面发展。

## 二、优化土地利用结构

在土地区划和规划的基础上，根据土地资源的适宜性和立地条件，坚持合理开发利用与有效保护相结合，优化农林牧用地结构，合理规划交通、工矿企业、城乡建设用地，提高土地的生产力和利用率，使有限的土地获得最佳经济、社会、生态效益，实现土地总需求与总供给的基本平衡。

### （一）正确处理人口增长与土地相对减少的矛盾

随着人口的增长，人均土地面积越来越少，加大了土地承载力，特别是人口与耕地的矛盾显得特别突出。为此，在土地规划中，控制人口和节约土地必须双管齐下，处理好土地与人口增长的矛盾，使土地承载力趋于合理。

### （二）处理好农业用地和非农业用地的矛盾

随着工业、交通、城乡建设的发展，非农业用地急剧加大，特别是农耕地的减少，将给农业带来严重的隐患。为此，在土地规划中对非农业用地要以不削弱农业的基础地位为前提，决不能无限度地以牺牲耕地为代价，要确保粮棉油菜生产用地的相对稳定，增强农业用地的基础地位和发展后劲。

### （三）把握好社会经济发展的用地平衡

土地是人类生存的场所，也是社会经济发展的物质基础。山西土地资源有限，其供需矛盾将日趋尖锐，为此，在土地规划中一定要很好地把握社会经济的发展对土地需求与土地实际供给量的平衡。要十分珍惜、合理利用每一寸土地，提高土地利用率，走内涵扩大再生产的道路。

### （四）从土地适宜性出发，建立合理的农林牧用地结构

山西土地类型多样，其适宜性各不相同。因此在规划中，要坚持从土地适宜性出发，宜农则农，宜牧则牧，宜林则林，建立合理的农林牧用地结构，进一步发挥土地资源的优势。优化土地利用结构，就是要对全部土地作出统筹安排。鉴于非农业用地不断扩大，加之坡度在 25° 以上的农耕地要退耕还草、还林，农用耕地面积必然下降。但考虑到山西省人多耕地少和农业生产水平低的情况，为在 2000 年能够达到粮食总产 108 亿公斤和棉花、油料、蔬菜等经济作物产量基本满足本省需求的目标，耕地面积必须保持在 480.00 万公顷左右，其中 75% 的耕地用于粮食作物，25% 的耕地用于经济作物与其他作物。耕地面积由 1989 年的 439.83 万公顷（占总面积的 31%）降至本世纪末的 480.00 万公顷（占总面积的 30%），林地、草地要由 1989 年的 356.91 万公顷和 205.15 万公顷，分别增加到 380.00 万公顷和 236.33 万公顷（占总面积的 24.24% 和 15.08%）。

城乡居民和工矿用地，到本世纪末将由 1989 年的 80.00 万公顷增加到 86.16 万公顷，这是社会经济发展的需要，可见控制非农业用地的增加是今后土地管理的重点。

交通运输是国民经济的命脉，特别是对于占全国煤炭产量 1/4 的山西，为使晋煤外运道路畅通，发展交通事业就显得更加重要。据预测，随着侯月、阳涉、孝柳、神府煤炭东运铁路的建设和大运公路、大旧高速公路等主要干线的改造和修建，以及乡村公路的建设，将占用大量的土地，到本世纪末，交通用地将达到 15.13 万公顷。因此，在铁路、公路的建设中应本着少占耕地、节约用地的原则。

未利用土地包括荒山、荒坡、盐碱下湿地、河流滩地、裸土地以及裸岩石砾等。全省 1989 年有未利用土地 369.52 万公顷，占总土地面积的 23.57

%，可开发利用的约有 233.28 万公顷，难以开发利用的有 136.24 万公顷，争取到本世纪末开发未利用土地 57.28 万公顷，用于植树造林和人工种草，以及城乡工矿的交通建设。对于所剩下的 176.00 万公顷可开发利用的未利用地，要根据适宜性逐步开发，充分挖掘每寸土地的生产力。建立土地复垦制度。土地复垦是一种土地逆向开发途径。山西是矿产资源丰实型的能源基地，煤炭、冶金、建材等基本建设项目多，不仅占用土地面积大，而且造成土地塌陷，尤其是遍及广大农村的乡镇工业、村办企业，多为开矿、挖煤、炼铁、取土、掏沙以及砖、瓦、灰、沙、石建筑材料企业，占用和废弃了较多的土地。为此，应建立土地复垦制度，采取逆向开发，实行谁占用谁复垦，还土于地，还田于农，提高土地利用率和使用率。

### 三、保护与开发耕地

#### （一）抓紧对中低田的改造

农作物单产的高低，直接反映耕地的质量，只有在保护耕地面积的基础上，进一步挖掘土地生产潜力，才能增强农业发展的后劲。在山西，中低产田的改造和肥力提高是农业发展的希望。据统计，山西省中低产田的面积约 281.47 万公顷左右，占全省总耕地面积的 76% 以上，主要分布在丘陵山区，自然条件较差，有机质及氮磷钾元素贫乏，耕层浅薄，干旱缺水，农作物产量低而不稳，改造和提高的难度较大。对中低产田的改造，应本着先易后难、先平川后山区的战略方针，其具体措施是：

##### 1. 合理规划，因地制宜，综合治理

山西省中低产田分布较广，各地条件相差很大，不可强求一致，要从全省实际情况出发，合理规划，因地制宜分期分批进行治理。中低产田的改造是一项综合性的工程，应本着山、田、林、路一起上，经济、社会和生态效益一起抓，综合治理。在开发治理中，应“以短养中，短中养长，短中长相结合”，逐步提高中低产田的产量和效益。

##### 2. 全面增加投入，提高综合功能

针对中低产田土层薄、肥力低、干旱缺水等问题，要有计划地大搞农田基本建设，增厚土壤耕作层；要增加肥料，特别是有机肥的投入，提高土壤的有机质含量，提高土壤肥力；要增加农业科学技术的投入，靠科学技术增加中低产田的产量和效益。

#### （二）对黄河滩涂的开发

黄河干流流经山西省长达 854.5 公里，其中从偏关至河津的禹门口一段，河床较窄，可供开发的滩涂很少；从禹门口至三门峡段，河床较宽，是黄河滩涂开发的主要地段，主要分布在运城地区的永济、河津、芮城、万荣等县（市），约 4.39 万公顷。这些滩涂，地势平坦，土层深厚，地下水贮量丰实，而且区内气候温暖，光热充沛，可实行一年两熟制耕作。具体措施

为：

### 1. 因地制宜发挥优势

(1) 近滩应发展粮、油、水产养殖业。近滩地势低洼，属黄河旧道，土壤属浅色草甸土，pH 值一般为 8—9，水质适合养鱼。也可通过排水改土，建设基本农田，发展粮食生产。

(2) 中滩发展果林。中滩土质沙壤，地下水埋深多为 1.5—3 米，pH 值 7.6—8.9，适宜种植花生、苹果、梨、杏和营造用材林。近年来，永济市在中滩营造防风林带 0.43 万公顷，经济林 0.1 万公顷，建成农田林网 0.87 万公顷，种植牧草 0.1 万公顷，获得了较好的经济、社会和生态效益，值得推广。

(3) 远滩发展畜牧生产。远滩土质属河沙土，地下水埋深较浅，有积水，宜种植牧草，发展畜牧业。

### 2. 多项措施综合治理

由于黄河洪水、风沙以及涑水河汇流在河滩形成积污，使大面积的滩涂难以开发利用。必须采用工程措施、生物措施和技术措施进行综合治理，才能实现对黄河滩涂的治理和改造。

(1) 工程措施。是开发黄河滩涂的重要防护措施，根据各区段的特点，从控制水势、稳定河床出发，布设各类工程。修筑堰坝，防洪护滩。顺老岸，沿河势，修筑土石混合堤坝，在支流进出口修筑截堵工程；在适宜地段设置隔堤及回流淤积闸口，既可防洪，又可淤漫滩地。疏通河道，治理积污。井黄并举，增加水源。据初步测算，黄河滩涂各开发区年需水总量 1.7 亿立方米，地下水储量远不能满足需要。为解决水源不足问题，可沿河分散建立低扬程小型提水站，并就地打井挖取地下水，实行井黄并举。修路引电，解决运输能源问题。修路时，要做到田、林建设并举，形成田、林、路网。能源是滩涂开发的重要保证，要根据滩涂开发的需要，架设输电线路和修建发电站。

(2) 生物措施。在黄河沿岸营造百里防护林带，建设田、路、林网，防风固沙，发挥生态效益，在滩地上种植人工豆科牧草，实行草粮轮作，增加土壤养分。

(3) 技术措施。开发治理黄河滩涂，无论是种植业还是林牧业，都要使用新技术，因地制宜地推广种植、养殖、林果结合的生态型农业，提高滩涂开发利用率和土地生产力，保护生态平衡。

### (三) 盐碱地开发

据山西省土壤普查资料，山西共有盐碱地 30.12 万公顷，占总耕地面积的 6.15%，呈斑状分布于桑干河、滹沱河、汾河、涑水河沿岸，涉及 9 个地市，51 个县（市），其中面积在 20 万亩以上的县有 6 个，10—19 万亩的县有 8 个，5—9 万亩的县有 7 个，小于 5 万亩的县有 30 个。其中，以大同、忻定、晋中、运城 4 大盆地最多，且集中连片，面积达 28.11 万公顷，占全

省盐碱地总面积的 93.3%。全省盐碱地按行政区域划分，大同市和朔州市有 18.15 万公顷，忻州地区 3.73 万公顷，晋中地区 2.01 万公顷，吕梁地区 2.34 万公顷，临汾地区 0.14 万公顷，运城地区 2.33 万公顷，太原市 0.8 万公顷。

山西的盐碱地中，耕地有 22.73 万公顷，占全省耕地总面积的 4.55%；非耕地（盐碱荒地）7.39 万公顷，其中轻度盐碱荒地 2 万公顷，中度盐碱荒地 0.95 万公顷，重度盐碱荒地 1.81 万公顷，盐土 2.63 万公顷。按盐碱类型划分，碳酸盐碱化盐土 3.49 万公顷，硫酸盐碱化盐土 3.55 万公顷，氯化物碱化盐土（含镁、钙、钠）0.15 万公顷，混合碱化盐土 0.21 万公顷。

在盐碱地的开发利用中，应根据各地区特点，本着先易后难、先轻后重、全面规划、综合治理的原则。

#### 1. 大同盆地盐碱地的开发治理

大同盆地是山西盐碱地分布广、盐碱化程度最重的地区，其中山阴、阳高、天镇、怀仁、大同、应县等县面积最大，盐渍化程度从河谷边缘向河流沿岸低洼处逐渐加重。正如群众中流传的民谣所说：“春天白茫茫，夏天水汪汪，有雨一泡泥，无雨一把刀。”这是对当地盐碱地的生动写照。大同盆地的盐碱地开发治理已列入国家项目。当前的主要措施是：

（1）排灌结合，种植耐盐作物。据山西省水利厅调查，本区宜排灌面积达 220 万亩，具有就地开采、就地灌溉、井灌井排的地理优势，辅之以平整土地、深耕深翻、增加有机肥料等措施，改善土壤结构，种植向日葵、黄花菜、甜菜等耐盐碱作物和沙打旺、草木樨、田菁、红豆草等绿肥作物，培肥地力，合理增施石膏、黑矾等化学改良剂等。

（2）引洪淤灌，围堰浸泡。雁北地区的群众有引洪灌淤压碱的习惯，洪淤是改良低洼地、盐碱地的有效措施，在盐碱地四面筑埂，夏秋灌水浸泡，加速盐分的分解和淋洗，待水渗干后，来年进行旱作是治理瓦碱的有效措施。

#### 2. 忻定、晋中盆地盐碱地的开发治理

这些地区盐碱地面积较大的有原平市、定襄县、忻州市和平遥县。属内陆碱地，以盐化浅色草甸土为主，开发治理的主要措施是：

（1）河井双灌。选用农业综合配套技术，在原有河灌条件的基础上发展井灌，形成排灌网络，搞好田间排水的配套措施，平田整地，增施执性有机肥，秋深耕，种植耐盐作物，冻碱晒碱等。

（2）铺沙改土，种稻改碱。碱地铺沙可改善碱地的土壤结构，切断毛细管，防止表层聚碱，可起到治理盐碱的作用。

#### 3. 临汾、运城盆地盐碱地的开发治理

这些地区盐碱地面积较大的是襄汾县、永济市和运城市，治理的主要措施是：

（1）发展水稻、草田轮作。利用盐碱地水多和区域光热资源丰富的优势，发展水稻，或实行草田轮作、以肥吃碱的治理措施，也十分有效。

(2) 挖沟排水，垄种，穴播耐盐作物。运城盆地主要为水害和盐害并存的盐碱地，因此，治理的关键是消除水害，抑制盐害，开沟排水，躲盐巧种是治理的核心。

(3) 挖塘养鱼，开发利用下湿盐碱荒地。这些地区盐碱地水多，热量足，挖塘养鱼是一条效益较好的措施，永济市出现了不少好典型，应大力推广。

#### (四) 荒山荒坡的开发

山西省荒山荒坡面积较大，据测算约有 130 多万公顷，主要分布在东、西两山的丘陵和山区。荒山荒坡的主要特征是：草、林稀疏，绿色覆盖度低，水土流失极为严重。荒山荒坡的面积大，开发潜力也大，因此，把荒山荒坡的开发作为山区开发的重点，种草种树，发展林牧业，对改善山西的生态环境为山区人民造福，都有着极为重要的战略意义。

##### 1. 种草种树，绿化荒山

种草植树，发展林牧业，是开发荒山荒坡的一项重要措施。在开发中，一要坚持因地制宜的原则，加强幼林保护管理，做到种一片，活一片，成一片。二要营造乔灌草相结合的水保防护林，要选育饲用、药用、材用等经济价值较高的速生树种和草种。三要封山育林、育灌、育草；扩大林草面积，对灌草稀少的荒山秃岭，在造林 5 年以前轮封轮禁，使稀疏的植被得到一定程度的恢复，改善造林的立体条件。四要因地制宜引进优良树种和草种。

2. 加快户包治理和荒山荒坡的拍卖步伐户包治理，拍卖小流域，是治理荒山荒坡的有效举措，应进一步完善。

#### 四、提高农村土地利用率

山西地处内陆，近年来由于经济发展的需要，修厂建矿，城市发展，占用了大量耕地，加之人口的不断增长，使耕地、人口、粮食之间的矛盾愈加突出。据测算，2000 年山西总人口将达到 3280 万，根据人民生活水平逐步提高和不断改善的原则，按人均粮食占有量 384 公斤的水平来计算，那么，届时社会粮食消费总量将达到 120 亿公斤，即使 2000 年的目标能够如期实现，也只不过是目前的全国平均水平，与届时全国水平相比，差距可能更大。与粮食消费预测对应，2000 年山西粮食生产预测为 115 亿公斤，供需缺口为 5 亿公斤。从需求来看，其压力依然来自人口，人口的绝对增长与消费水平的居高不下，促成了粮食消费的上升趋势。从生产来看，脆弱的生产能力，灾害性的自然气候，以及有待治理的经济环境，共同构成了起落不稳的供给能力。再加上耕地面积的不断减少，3000 万人口多吃一点、吃好一点都会形成不可忽视的压力，为此，若想在严格控制人口增长的同时，努力发展粮食生产，稳定地提高供给能力，就必须在稳定耕地面积、提高粮食单产水平上下大功夫。因此，提高农村土地利用率和生产力，就成为实现奋斗目标必不

可少的有效措施。提高土地利用率的具体措施如下：

### （一）发展立体农业

立体农业是由多种农业生物组成的多层次复合体，它可增加单位面积上空间的利用层次，使光、热、水、养分等资源得到充分利用，同时又使处于不同生态位的多种生物种群在空间上合理组合，发挥生物间的互利共生作用。立体农业具有如下几方面的功能：充分利用当地农业资源，进一步提高光能利用率和土地利用率。利用多种农业生物间的食物链关系，提高生物间的物质循环作用，以较少的经济投入换取较多的产品输出。广泛利用生物作用，维持农田生态平衡，提高土地用养水平和耕地的生产力。有利于增加农作物和农产品的种类，增强农业生态系统的稳定性和抗灾能力。

立体农业是在传统农业间混套种基础上发展起来的，但它又不同于传统的间混套种，它所涉及的生物种群更加多样化。传统的间混套种主要是农作物，而立体农业却是在以农作物为主的基础上，把鱼、果、林、药和微生物等纳入农田生态系统，具有多层次的立体分布和多级物能循环利用功能。它除了采用传统的用地和养地的农业技术外，还广泛采用了现代科学技术，组成一个高效的集约型农业技术体系。

山西省的立体农业的类型可归纳为如下几种：

#### 1. 立体种植业

（1）以粮食为主的间作套种。它是指作物的间混套种和多层次结构，如以粮食和经济作物为主的间作套种等，主要模式有：小麦套种花生（甘薯）；小麦套种玉米；小麦套种玉米再套种甘薯；小麦套种棉花间作大豆。

（2）以蔬菜为主的间作套种。如为固定菜地，周年种植多种生育季节不同的短生长期蔬菜。采用多层次的间套作种植结构，近年来山西省广大地区秋冬春季利用大棚栽培蔬菜，充分利用棚内空间多层次立体间作套种。

（3）以林果为主的间套种。利用幼年林果空地间作粮食作物、经济作物或蔬菜。

#### 2. 庭院型立体种养

充分利用房前房后和庭院来经营种植业、养殖业，形成多层次的立体结构，例如葡萄、蔬菜、花卉、食用菌的空间立体种植。

立体农业是一种集约型高产农业，为保证土地用养结合，维持农田生态平衡，特别是系统内的养分和水分的平衡，必须增加投入，才能保持其持续高产的功能。除立体农业内部要加强生物固氮、有机质循环外，还需要合理施用化肥、农药，重视薄膜、机械、电力以及行之有效的高科技对立体农业的投入，只有保持内涵和扩大循环相结合，才能保证地力常新，永续利用。

### （二）多熟种植

多熟种植是根据自然资源和社会资源的时间节律变化，以及农业生物生育的规律，在一定的地块上，利用不同生物种群，建立时间和空间序列结构，以求提高资源转化效率和产出量的一种种植制度。

多熟种植的功能表现在以下四个方面：

(1) 提高光能利用率。目前我国农田平均光能利用率仅为 1% 左右，从理论上计算太阳辐射能的光能利用率可达到 5%—6%，而山西省一些产量较低的地区仅为 0.2%—0.4%。光能利用率的大小，决定于光合作用的效率、光合面积和光合时间三个因素，提高农业生产的光能利用率，就是要保证上述三个因素处于最佳状态。

(2) 提高对水热资源的利用，能使田间全年维持绿色面积，充分利用有限的热量资源。山西的晋中、晋南一带，在一年一作小麦的情况下，小麦收获后浪费了 8—9 月份光、热、水条件最好的季节，浪费了 8—9 月份的积温 1000—1400。发展多熟种植之后，可将这部分热量充分利用起来。如小麦套种玉米可多利用积温 900—1000，小麦套种草木樨或豌豆等饲料和绿肥作物可多利用积温 1300—1400。多熟种植还可以充分地利用降水，节约需水量，例如小麦一季每亩需耗水 400—600 毫米，一季春玉米需耗水 400—500 毫米，而小麦、玉米一年两熟则只耗水 700—900 毫米，因为它们有共同的用水季节。如小麦、玉米两熟制，小麦的麦黄水可作为夏玉米的底墒水；玉米的灌浆攻粒水可作为冬小麦播种的底墒水，共同用水期间，土壤水分的蒸发量和作物蒸腾量都较该生育期一熟制的累加耗水量小得多。

(3) 提高土地的利用率和生产率。多熟种植通过减少土地休闲时间来提高土地利用率，如果以一年一熟制的土地利用率为 100%，则两年三熟的土地利用率为 150%，一年两熟的土地利用率为 200%，通过提高土壤中的养分利用率来提高土地生产率。

(4) 提高作物的单位面积产量。通过增加复播可大大提高单位面积的作物产量。多熟种植在相当大的程度上解决了粮棉、粮油、粮菜、粮饲料等作物的争地矛盾，推动了农业生产的全面发展。山西的运城、临汾地区多以麦棉套作方式种植棉花，还有小麦套种玉米的多熟制种植制度，取得了较为成功的经验。

由于生产条件的限制，山西省在历史上多实行一年一熟的种植制度。新中国成立以后，随着生产条件的改善，尤其是水浇地面积的不断扩大，逐渐推行两年三熟制和两熟制。目前，山西省多熟制类型主要有：

(1) 小麦、玉米两熟制类型。这是山西晋中、临汾、运城地区的主要种植类型，种植方式有小麦复播玉米和麦田套种中晚熟玉米两种。夏播作物除玉米外，还有高粱、谷子、大豆、花生、甘薯等作物。但在土地较多和劳力、机械不足的情况下往往因农耗时间长，而致使夏播作物成熟不良。为了解决这个问题，又发展了麦田套种，在麦田套种玉米、棉花、甘薯、花生、大豆等，这样既利用了光、热、水资源，又提高了作物的产量，改善了品质。

(2) 两年三熟的种植制度。主要分布在生产条件较好的平川旱地，其轮作复种方式有小麦复种大豆或甘薯、谷子，来年再种春玉米或春高粱、春甘薯。另有小麦复种绿肥作物或夏闲，秋播小麦，复种玉米，谷子或大豆。

(3) 其他种植制度。如在幼龄果树下可间作矮旱作物，包括麦类、花生、甘薯、瓜类、豆类，盛果期的果园内可间作瓜类、花生等作物。蔬菜栽培是高度集约化的多熟种植，往往一年种三四茬或者更多，常采用间套复种相结合的办法，如黄瓜与甘薯、洋葱，蒜与胡萝卜（菠菜、窝笋）等间作；粮菜、经菜间套种，如马铃薯套种玉米又复播大白菜，又如玉米与菜豆间作，棉花与大蒜间作，玉米或棉花与西瓜、甜瓜间作等。其他还有小麦、玉米、油菜、大豆两年五作，大麻、小麦、玉米、油菜、谷子三年五作，以及小麦、秋豆四年五作等多种种植制度，但一般分布范围较小。

在多熟制种植中，往往存在对作物生长发育起限制作用的自然因子，特别是积温和降水不足，会影响多熟种植的产量，因此，采用人工设施改变限制因子是实现多熟种植、增加总产量的必要措施。如地膜覆盖可以使土壤的年蒸发量减少一半，节水 1/3，提高水的利用率 32%—65%，增加积温 400 左右，一般增产 20% 以上；利用小弓棚、塑料大棚、日光温室，一年可生产多茬蔬菜，起早错晚，解决淡季蔬菜供应，增加经济效益；在降水量不足但有较丰富的地表水和地下水地区，应兴修水利，扩大灌溉面积，满足多熟制对水的需求。

实行多熟种植增加了土壤养分的消耗。虽然它留给土壤的根茬以及直接、间接归还土壤的有机质相应有所增加，但终究只占作物从土壤中取走的一部分。例如小麦、玉米、高粱三茬套作，其全部秸秆、根茬还田，回田的氮素仅占所取走的 25%，磷只占 13.25%，钾占 72.17%，于物质占 50%，因此，在秸秆还田的同时，应增施各种有机、无机肥料，保持农田生态系统中能量与物质的平衡。

多熟种植，在作物复合群体之间既有竞争的一面，又有互补关系，极为复杂，应尽量减少过度竞争的一面，促进互补的一面。所以在多熟制的人工复合群体中，首先，选择好作物和品种的搭配。例如，为了分层利用空间，就要选择高秆与矮秆、稀播与密植、宽行与窄行、喜光与耐阴作物的合理搭配；为延续利用时间，就要选择喜温与喜冷作物搭配；为充分利用地力，就要选择喜氮与喜磷、钾，耐肥与耐瘠作物的合理搭配。其次，还要注意合理的田间种植结构。一般来说，凡是间混作增产的，其密度都高于单作；减产的则往往是由于密度不足。除合理密植外，植株的空间排列、行向也很重要。要因因地制宜，视肥水条件和生长期来确定作物间的搭配。最后，还要调整好前后作的关系，避免作物在时间和土壤肥力上的相互竞争。

### (三) 调整农村产业结构

农村产业结构的调整，不仅是现代化农业建设的一个重要内容，而且是发展大农业，稳定协调发展农村生态经济的重要举措。

山西是一个南北跨度较大的内陆省份，境内海拔悬殊，山区、丘陵、河谷、盆地等各种地形交错，生态条件极为复杂，各地都有适应当地气候、土壤、水资源特点的土特产品，野生资源也十分丰富。发展大农业，推动农村

经济的协调发展，就必须放眼于山川、湖泊，充分利用山区的特有资源，借助高科技手段，形成自己的拳头产业，占领国内外市场。同时，创造条件发展旅游业，增加收入，这是解决山西省人多地少矛盾和活跃农村经济的一个重要途径。

1991年11月29日颁行的《中共中央关于进一步加强农业和农村工作的规定》中指出：“总的目标是：在全面发展农村经济的基础上，使广大农民的生活从温饱达到小康水平，逐步实现物质生活比较丰裕，精神生活比较充实，居住环境改善，健康水平提高，公益事业发展，社会治安良好。”这里不仅提到了收入水平，还对物质生活、精神生活、居住环境、健康水平、公益事业、社会治安等都提出了要求。我们必须紧跟中央的部署，确定区域发展规划，合理确定地区的优势产业，实行商品性专业化生产，充分利用山区、丘陵、河川的每一寸土地，提供足够数量的农业产品，为实现2000年全国农民达小康水平这个目标作出积极贡献。第三章 生命之源——水

水是自然界极其普通的成分，人们日常生活和生产中极为平常的物质。它几乎无处不在，人们对它，更是无时不需。

水是一种动态资源，在水多的地方和洪水季节，往往会泛滥成灾；而在水少的地方和枯水季节，则又“水贵如油”。水资源，这个大自然对人类的“恩赐”，并不是“取之不尽、用之不竭”的。用水不加节制，浪费水，会导致水源枯竭；无计划地滥用河川径流，会使河道断流，湖泊干涸，生态环境遭到破坏；过量开采地下水，会使地面沉陷，地下水枯竭，给人民生活和工农业生产带来严重后果。深入认识水资源的变化规律，以适应、利用和改造水环境，是人类生存和持续发展的必要条件。

水的问题，已成为全球性的生态问题。1977年8月，联合国水资源会议向全世界宣布：“水不久将成为一个深刻的社会危机！”接着，联合国环境与发展大会通过《21世纪议程》时，“考虑到虽然一切社会和经济活动都极大地依赖于淡水的供应量和质量，但人们并未认识到水资源开发对提高生产力，改善社会福利所起的作用；还考虑到随着人口增长和经济发展，许多国家将很快陷入缺水困境，经济发展将受到限制；进一步考虑到推动水的保护和持续性管理需要地方级、全国一级、地区间、国际间的公众意识”，决定根据议程中的提议，从1993年开始，确定每年的3月22日为“世界水日”。并提请各国根据自己的国情，举办一系列的纪念、宣传活动。

我国水资源总量为2.86亿立方米，居世界第6位。而人均水资源量只有2470立方米，仅为世界人均占有量的1/4，名列第88位，是水资源相对匮乏的国家之一。被列入世界13个贫水国家的名单。

世界缺水，中国缺水，那么，地处中国黄土高原的山西省的水资源状况又是怎样的呢？

## 第一节 山西的水环境

山西，因拥有丰富优质的煤炭而驰名中外，全国能源重化工基地又把山西同国家经济的稳定、繁荣紧密结合在一起。“山西之长在于煤”，道出了山西资源环境的一大特点。

山西，又处于干旱少雨的黄土高原，多年平均降雨量为 524 毫米。“十年九旱”的结果，必然是水资源的严重缺乏。“山西之短在于水”，又揭示了山西经济发展的最大制约因素。

### 一、先天不足的水资源

#### （一）山西水资源总量与水资源特点

山西水资源总量多年平均（1956—1984 年）为 138.1 亿立方米，其中河川径流 108.6 亿立方米，地下水资源量 93.1 亿立方米，两项资源重复量为 65.6 亿立方米，水资源总量居全国倒数第 2 位。全省人均占有水资源量仅为全国人均占有量的 19%，为世界人均占有水资源量的 4.4%；亩均占有水资源量仅为全国亩均占有量的 13%，为全国严重缺水的省份之一。

然而，就是这少得可怜的水资源量还在呈现不断减少的趋势。进入 80 年代后，全省水资源量衰减，1984—1990 年平均值为 102.9 亿立方米，其间的 1985—1987 年平均值权为 92 亿立方米，分别相当于多年平均值的 72.5% 和 64.8%。其中河川径流的衰减尤为突出，50 年代为 140 亿立方米，60 年代为 120 亿立方米，70 年代为 95 亿立方米，80 年代衰减为 80 亿立方米，仅为多年平均值的 70%。目前，全省人均水资源量只有 466 立方米，相当于全国人均水平的 17%，世界人均水平的 4%。

山西水资源不仅总量少，而且具有时空分布不均、开发利用艰难的明显特点。一是河川径流丰枯变化悬殊。新中国成立以来，1964 年河川径流量最大，达到 184 亿立方米，1972 年为 64 亿立方米。除了年际之间的河川径流量相差较大之外，其年内的分配也极不均匀，汛期径流集中，山洪爆发，枯季径流锐减，大部分河道断流。二是水资源地区分布不均。相对来说东部比较丰富，如漳河、沁河等流域径流深达 100—150 毫米；西部却很贫乏，晋西北黄河支流径流深只有 30—40 毫米。而全省 26 亿立方米的岩溶泉水就有 40% 分布在河道下游及边境地带。三是水土流失严重，河流含沙量大。全省山区丘陵占 80% 以上，沟壑纵横，坡陡沟深，源短流急，不仅难以控制利用，而且水土流失十分严重。全省水土流失面积达 10.8 万平方公里，平均每年输出境外的泥沙高达 4.56 亿吨。由于多沙河流的特征，加剧了河道和水库的淤积。再加上山西是一个台地，东、西、南三面下切，灰岩地区占 1/3 以上，蓄水困难，流出省外的水量相当可观，水源工程建设的难度很大，使得水资源开发利用异常艰巨。

## （二）山西水资源开发利用的现状与主要矛盾

新中国成立以来，山西人民在党和政府的领导下，发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，治山治水，除害兴利，水利建设取得了辉煌的成就。截至1995年底，全省已拥有大型水库6座，中型水库55座，小型水库726座，总库容达到42.3亿立方米；建成万亩以上自流灌区107处，万亩以上机电灌站68处，小型水利工程1.6万处，小型机电灌站7527处，配套机电井8.1万眼，有效灌溉面积发展到1800万亩，占到全省耕地面积31.7%；修建堤防2974公里，防洪工程保护333万人和470万亩耕地免受洪害；除涝面积132万亩，占易涝面积的78%；治理水土流失面积7500万亩，占到全省水土流失面积的46%；建成水电站200处，装机容量12.73万千瓦；发展水产养殖面积28万亩，水产品年总产量达到1.4万吨；水利工程年供水量达到45亿立方米，其中供给农业用水38亿立方米，供给工业用水3.8亿立方米，供给城镇生活用水0.8亿立方米，供给农村人畜饮水2.6亿立方米，解决和重复解决了1113万人的饮水困难，占到饮水困难人数的74%。与此同时，建成城市自来水厂近百座，工业自备水源5000多处，全省可供水能力达到51.9亿立方米。

水利建设的发展，使山西的工农业生产和人民生活条件发生了翻天覆地的变化。水地粮食产量占全省粮食总产的比率，一般平水年为59%，枯水年则达68%，在“十年九旱”的山西，水地是丰产的主力，更是稳产的保障。水利工程每年向工业和城镇生活供水4.6亿立方米，为国民经济的持续发展和社会的安定提供了有效的供水服务和防洪安全保障，仅61座大中型水库就拦蓄致灾洪水364次，减免损失近40亿元。

山西水资源严重不足的恶劣环境，必然造成水资源开发利用中的不合理性，必然构成水资源分布与开发利用的突出矛盾。

一是开发利用很不平衡。在山西工业与人口相对集中的腹部盆地，水资源的开发利用率很高，其中桑干河流域达70%—80%，汾河上中游达80%—90%，涑水河流域达100%。东西两翼山区边境地带利用率则很低。目前容易开发的水资源大部分已被利用，今后开发利用的水资源，工程艰巨，投资巨大，势必越来越困难。二是供水结构变化很大。农业用水的比重急剧下降，已由新中国成立初期的95%下降到70%。工业和城市生活用水的比重大幅度增加，由解放初期的5%增加到近30%。今后，随着工业和城市建设的发展，这一比重还会进一步扩大。三是地下水开发强度大。由于山西大部分河川径流开发利用比较困难，工农业和城市生活用水对地下水的开采强度很大，全省地下水开采量占到总用水量的47%，特别是盆地内部的大中城市和工厂区附近更为突出，如太原、大同等供水水源基地以地下水为主，地下水占到总用水量的70%以上。四是现有供水工程老化失修。山西的水源工程大部分是60年代初兴建的，已达到和接近设计规定的使用年限，目前多数长期超龄服役，带病运行。58座大中型水库已淤积侵占了库容13亿立方米

左右,其中汾河水库 7 亿立方米的库容已淤积一半。全省近 30%的水利设施、40%的机电设备老化失修,水井年淘汰率达 68%。因此,保持已有水工程的完善、安全和良好运行,甚至比工程建设本身更为重要和艰巨。

自然条件的限制和不尽合理的开发方式,使得山西的水利工程可供水量逐年减少。1983 年全省可供水量为 63.5 亿立方米,1984—1990 年下降到 51.9 亿立方米。1985—1994 年 10 年间,全省水利工程(不含自备水源)的供水能力一直徘徊在 40 亿立方米左右,使水的供需矛盾在山西经济的发展中显得愈来愈突出,成为制约整个山西社会发展的“瓶颈”。

### (三) 山西水资源的开发利用水平与取用的特点

山西现有水工程设施的供水能力平均 51.9 亿立方米,占到水资源总量的 37.5%,其中河川径流开发利用率为 21.4%,高于全国河川径流利用率 16%的水平;地下水开发利用率高达 97%,在全国处于高开发利用区。

在 51.9 亿立方米的取水量中,农业灌溉取水量为 35.2 亿立方米,工业取水量为 11.6 亿立方米,城市生活取水量为 2.4 亿立方米,农村生活取水量为 2.62 亿立方米,分别占取水量的 67.9%、22.3%、4.7%、5.1%。按人口计算,山西每人每年平均取用水量 167 立方米,约为世界人口年平均取水量的 23%,是国内人口年平均取水量的 37%,北京市人口年平均取水量的 50%,天津市人口年平均取水量的 58%,河北省人口年平均取水量的 50%。而人均产值亦只有北京市的 30%,天津市的 25%,河北省的 80%。人均粮食产量只有北京市的 11.5%,天津市的 13.5%,河北省的 79%。可见,山西由于供水能力严重不足,国民经济各部门取水水平甚低,只能勉强维持山西能源基地经济建设和社会发展对水资源的需求,事实上已严重影响了山西经济建设上新台阶的进程。

近期山西水资源的开发利用概括起来,具有以下特点:按水源类型,以 1990 年与 1984 年比较,地下水开采量增加 4.65 亿立方米,年增长 3.9%;河川径流量减少 4.95 亿立方米,年递减率为 3.3%。如以 7 年河川径流量均值与 1979 年比较,减少 14 亿多立方米,减少了 37.7%。

按取水对象,7 年平均灌溉取水量较 1979 年减少 14.73 亿立方米,减少 29.5%。1990 年城市生活取水量较 1984 年增加 0.49 亿立方米,年增长率达 7.7%。若 1984 年与 1979 年比较,年增长率高达 10%。工业取水量 1990 年比 1984 年增加 2.45 亿立方米,年增长率为 3.6%。与此同时,工业产值递增率为 11.2%。农村生活取水量不大,在 2.3—2.8 亿立方米之间。

从国民经济各部门取水水源比重来看,生活及工业用水中以地下水为主,自备水源供水比重很高。据 1988—1990 年 3 年统计资料,城市生活取水量地下水占到 93%,农村生活取水量中地下水占到 75%。在 1984—1990 年的取水中,地下水占到工业总取水量的 61.1%。

1990 年,全省自来水系统供水井为 646 眼,供水量仅占城市生活及工业取水量的 25%。而工业及城市生活自备水井高达 7636 眼,为自来水供水

系统供水井的 11.8 倍。工业取用水量的 85% 为自备水源供给，体现了山西城市供水中供水工程的高度分散性。

需要特别强调的是，山西岩溶大泉由于流量稳定，水质优良，易于管理，在山西能源重化工基地的建设中，其开发利用已日益显示出重要性，为山西国民经济和社会发展发挥了巨大的作用。腹部断陷盆地水资源高开发区，泉水利用率已达到 57%，占全省岩溶水利用水量的 75%。

## 二、干涸的河道与污浊的河水

### （一）日趋干涸的河流

“人说山西好风光，地肥水美五谷香，左手一指是太行，右手一指是吕梁。站在那高处望上一望，你看那汾河的水呀，哗啦啦流过我的小村旁。”每当人们唱起这首充满乡情的山西民歌时，便会想到汾河和那哗啦啦的汾河水，想到山西高原上的大河小溪那美好的过去。如今，当你乘火车沿同蒲铁路或坐汽车走大运公路纵贯山西时，看到的却是另一番景象：古诗中“无日不悠悠”的汾河，已是河床干涸，荒滩暴露，一条细细的黑水污流在河槽深处缓缓流过，数十条支流河口已不见水流。看到的和听到的只有对汾河的叹惜和祭奠。

汾河如此，山西的其他河流也大多难逃厄运。山西河流分属黄河、海河两大流域。黄河流域在山西省的面积为 97188 平方公里，占全省面积的 62%；海河流域在山西省的面积为 59569 平方公里，占全省面积的 38%。全省流域面积大于 4000 平方公里的河流有 9 条。其中属于黄河流域的有：汾河 39471 平方公里，年径流 26.5 亿立方米；沁河（至省界）9315 平方公里，年径流 4.1 亿立方米；涑水河 5565 平方公里，年径流 1.33 亿立方米；昕水河 4326 平方公里，年径流 2.04 亿立方米；三川河 4161 平方公里，年径流 2.02 亿立方米。海河流域有：桑干河（至省界）15464 平方公里，年径流 6.92 亿立方米；滹沱河（至省界）14284 平方公里，年径流 10.5 亿立方米；清漳河 4159 平方公里，年径流 4.15 亿立方米；浊漳河（至省界）11668 平方公里，年径流 12.7 亿立方米。除上述较大河流外，全省集水面积大于 100 平方公里的河流还有 240 条。

那么，山西的河水哪里去了，又如何发生像汾河那样恶性循环的变迁呢？

山西水资源的补给来自大气降水，全省多年平均降水总量约 835 亿立方米。而全省平均水面蒸发 1050 毫米，陆面蒸发 451 毫米。这样留下的河川径流量多年平均也只有 114 亿立方米，折合径流深 73 毫米。其中包括地下水的补给 65.5 亿立方米，洪水径流 48.5 亿立方米。也就是说天然降水大部分蒸发掉了。山西河川径流的年际分配极不均匀。汛期 6—9 月水量占年水量的 65%—80% 左右，而灰岩区则占到 90%。枯季的 12—2 月或 3—5 月，

仅占年径流的 10%左右。在灰岩排泄区，有泉水流入河道的地方，如桑干河罗庄站有神头泉补给，枯季径流可占到 20%以上，而灰岩补给区，如后会站，枯季水量仅为 0.3%—0.4%。

山西河川径流的年际变化也很大，最大丰枯比值在 3—5 倍之间。径流受降水补给影响，降水有连旱，径流必定有连枯。据不完全统计，解放前汾河干过 8 次，浍河干过 4 次，浊漳河干过 2 次，涑水河的伍姓湖、盐湖、硝池等也都干涸过。加之山西河流大都分布在东西两侧山区，由于气候影响，具有明显的夏雨型、山地型的特征，河床比降陡，源短流急，泥沙含量大，用水难以控制，因而一遇降雨就洪流滚滚，雨过则河又枯竭，大部分河流在一年的大多数时间呈现干涸河床。尤其是在有水库工程控制的河道，在水库下游，一年中除下雨时有洪水流过外，几乎与废弃的古河道别无两样。如汾河支流文峪河水库以下、象峪河郭堡水库以下、乌马河庞庄水库以下、昌源河子洪水库以下、惠济河尹回水库以下、孝河张家庄水库以下、涑水河吕庄水库以下等河道，几乎是一年四季不见流水。在晋中平川的汾河东岸，竟有无尾河流 20 余条。甚至流经省境西南的我国第二大河黄河，最枯时流量仅有 100 立方米/秒，接近断流的边缘，直把沿黄数十座电灌站吊了起来。

山西水文变迁除了自然界演变引起的后果之外，人为盲目改造自然也是其最重要的一个方面。早在明代，山西学者阎绳芳就曾在《镇河楼记》中举过这样的例子，代表性地说明了汾河中游水文变迁的原因。文章说：祁县的东、西麓台和上下幞诸山，在明代正德（1506 年）之前，林木茂盛，山中泉水缓缓下流，汇为盘陀水，流而为昌源河，长波澎湃，从六支、丰泽等村庄流入汾河。每年六七月间，大雨不时下降，但为林本所蕴蓄，河水总是从固定的河床流下来，从不改道；而且长流水源源不绝，一年到头也不见枯竭。因此沿岸许多村庄都开浚支渠，溉田数千顷，祁县也就富起来了。到了嘉靖初年（1522 年），当地居民争相盖新房，于是“南山之木，采无虚岁”，还有人到山里开荒垦田。结果，到夏季遇到暴雨集中下降，水无所碍，清晨落于县南的山上，傍晚就冲到县北的平原上，延涨冲决，流无所定，河道经常在平原地区迁徙不定，冲毁村庄农田。冬季则河枯水微，丧失了灌溉之利，使祁县的农业生产受到很大危害。1982 年山西第一次水资源评价报告也揭示了这一规律，在汛期径流中，荒山和平川农业区占年径流的 80%，而森林区仅占 43%左右，林地的季径流几乎是均匀流出的。

## （二）水污染——“雪上加霜”

如果不是无可辩驳的事实，无论怎样也难以置信，在山西干燥的黄土高原上，工业和城市生活污水以每年 8.64 亿立方米的惊人排放量，污染了全省 90%的河道。许多昔日的清流，而今已是坏死的“臭水沟”。如同一个已患贫血的巨人，又染上了可怕的“败血症”。

据统计，1980 年全省排污量为 5.5 亿立方米，1985 年已超过 7 亿立方米，占到城市工业总引水量的 60%。1993 年，全省工业和城市生活取水量

18 亿立方米，污废水排放量已达 8.64 亿立方米，占取水量的 47.5%，其中工业废水 6.67 亿立方米，占污废水排放量的 77%。而煤矿排水已达 3 亿立方米。大量未经处理的污废水无所控制地顺沟沿渠流淌，有 46%—50% 的污水被用于农田灌溉或渗入地下，去污染庄稼和地下清泉水。

山西的水环境污染主要来自工业与城镇生活排污水、废渣的点污染源和由于施用化肥、农药的面污染源两种。

山西的工业结构以污染型工业为主，在工业污废水中，化工、冶金、电力、煤炭、造纸、机械等六大行业废污水排放量占全省工业排放量的 91.3%。其中化工占全省排放量的 36.8%。在化工废水中，化肥企业所排废水约占化工行业的 60%。随废污水排放出的汞、镉、铅、六价铬等重金属 148 吨，酚和氰化物 2350 吨，石油、有机类 2850 吨。遍及全省的近百个小化肥厂，因设备简陋、工艺落后，“三废”排放量大，使全省河流污染由点向面展开。此外，化工废水中含砷、氰、酚、硝基化物等使水体毒性升高，COD、BOD<sub>5</sub> 增大。山西农药厂（永济）的废水排放使涑水河下游水体三氯乙醛、有机磷、有机氯污染严重。钢铁工业集中的城市是造成当地酚、氰等污染的根源。大型火力发电厂，又成为当地水体悬浮物、氰化物升高以及热污染的来源。全省煤矿的洗煤水、炼焦水、矿井废水中含有致浊物、硫化酚、硫化物、悬浮物及纸浆黑液，也造成了诸多河段的严重污染。

山西的生活污水的排放量与人口密度成正比，各地市生活污水与工业废水之比在 1 : 1.2 到 1 : 3.8 之间。在大城市附近，生活污水的排放，使河流中的氨氮、BOD<sub>5</sub> 和细菌含量明显增大。一些医院废水中除含酚，汞等有毒物质外，还有许多超标的病菌、病毒及放射性物质，严重的是竟采用渗坑（井）方式排放废水，使地下水受到污染，构成潜在威胁。

近年来，小土焦窑、石灰窑遍布全省的山区、半山区及河道两岸，废焦、废渣随意乱扔在山上、河滩。这些固体废弃物中的污染物受降水径流淋滤、冲刷进入水体，进一步加剧了水体的恶化。1990 年，山西全省共耗煤 7292 万吨，各种废气污染物质排放量中，二氧化硫达 61.55 万吨，烟尘达 65.26 万吨，致使山西的 6 个城市发生酸雨，其中阳泉、太原、忻州三市的酸雨频率分别达到 100%、80% 和 66.7%。

人口稠密、污染严重的汾河，接纳了全省排污量的 1/2，经过处理的却不到 15%。其含酚量超过国家标准 462 倍，已成为名符其实的“酚河”了。涑水河入黄河处的蒲州段，6 项标准无一符合，已成丧失自净能力的排污沟。就连号称山西“处女河”的沁河，在润城段因受阳城等县废污水影响而被污染。桃河阳泉段、浊漳河南源长治段和御河大同段，某些指标的污染超标都在几倍到几十倍以上。

---

BOD<sub>5</sub>：生物需氧量。指地面水体中微生物分解有机化合物过程中消耗的溶解氧，是评价水体有机物污染的主要指标之一。

### 三、日益濒危的地下水和急剧衰竭的泉水

#### (一) 过量开采——地下水入不敷出

山西特殊的水文下垫面条件,使降水、河川径流和地下水的转化频繁并复杂,这是山西水资源的又一特点。降水补给地下水(尤其是在岩溶山区),地下水补给河川径流(尤其是以泉的形式出露),河川径流又在一定的水文地质条件下渗漏补给地下水。使山西夏雨补给的河川径流年内动态,转变为泉水补给型的河川径流年内动态。由于泉水的集中出露和泉水与降雨的滞后关系,使山西的河川径流水文情势趋向有利于资源开发利用的方面。

然而,近年来,这一有利的形势终于被打破了。不用说 50 年代挖地数米即可见到的浅层地下水,就是中、深层承压地下水水位也开始持续下降,并在部分地区形成了局部降落漏斗和含水层被抽干的地下水危机。1984 年全省盆地地下水位下降区面积达 7145 平方公里,全省水位平均下降 0.19 米,累计超采地下水 20 多亿立方米,并造成 1419 眼水井枯竭报废。其原因是由于长期以来对地下水资源缺乏科学的认识,对大规模的开采利用地下水缺乏统一的规划和管理,造成开采井群在平面位置和空间层位上的高度集中。井越打越密,越打越深,到了用水高峰期,争水矛盾十分突出,遇到干旱年份愈加尖锐。总的趋势是水位逐年下降,单位涌水量逐年降低,局部地区的含水层已经或面临疏干枯竭。在大同、太原、介休、运城等工农业集中开采区,地下水漏斗面积正在逐年扩大。

大同市城北水源地 1984 年同 1965 年相比,水位平均下降 7.99 米,单井涌水量减少 54.6%;城西水源地经过 20 年的开采,在水源区和上游地段,工农业开采井达 37 眼,因过量开采导致地下水位大幅度下降,被迫停用。城西十里河水源地,位于十里河洪积扇上,在开采 24 年内水位平均下降 25.44 米,单位涌水量减少 92%,至 80 年代中期已处于疏干状态,承压水仅够大同糖厂用水。90 年代,大同全市因大量超采地下水,已形成 100 平方公里的漏斗区,水位以每年 1.4 米左右的速度下降,漏斗面积以每年 5.8 平方公里的速度扩大,并因此引起地面沉降,造成地面裂缝,较大的有 7 条,总长度达 20 公里。

太原市的水井 50 年代初只有数十眼,到目前已达 4395 眼,采水量由 100 万立方米增加到 5.3 亿立方米。由于大量超采,已形成了以动物园、菜园村为中心扩展的漏斗区和西张水源地漏斗区,动物园、菜园村漏斗区深层水降落,漏斗面积 1965 年为 11 平方公里,到 1980 年扩大为 138 平方公里,1988 年以来又向西扩展至西山,向南扩展至武宿、小店以南一带;漏斗区中心水位降幅越来越快,1965—1981 年,年平均下降 3.8 米,1982—1988 年,年平均下降 4.64 米,目前漏斗中心水位下降已达 100 多米。预计到 2000 年,这一漏斗的水位将下降到 130 米以下,城南及北营地区近百家工矿企业将面

临缺水停产的威胁。另一漏斗区即西张水源地漏斗区，最早形成于1980年，到1995年漏斗面积已由10平方公里迅速扩展到160平方公里，水位普遍下降10多米，其中漏斗区中心下降了40多米，预计到2000年下降近百米。这样，西张水源地将衰减50%以上。兰村水源地存在超采问题，从1971年到1986年，17年中水位下降4.8米，而从1987年到1990年，3年中水位急剧下降6.1米。而且由于西张漏斗区水位大幅度下降，势必大量袭夺兰村的岩溶水，使兰村水源衰减。

闻名中外的杏花村汾酒厂，在已形成4平方公里的漏斗区内，每天仍强超采地下水130多万吨。水越抽越少，井愈打愈深。据1985年至1988年统计，酒厂地下水位累计下降26.6米，地下漏斗区不断蔓延，下降速度有增无减。90年代初，酒厂在一条小沟内，同时连续掘深井5眼，打通了深层石灰岩吸取难以回补的水。这种杀鸡取卵的做法，后果不堪设想。

## （二）采煤漏排水——山西地下水的灾难

山西煤炭资源分布广，开采强度大，煤矿排水漏水和污染水质，是山西水资源管理和保护的一个特殊问题。采煤破坏了浅、中、深层地下水原来的补给、径流和排泄规律，破坏了水文地质条件，破坏了产水汇流规律，破坏了水资源水质，必然引起一系列水资源的环境问题。如地下含水层的疏干、地表水系断流而造成供水设施报废、农村居民生活用水、牲畜饮水困难、水质污染等。采煤形成地下水采空间，使地下水向该空间汇入，形成以煤矿为中心的地下水降落漏斗。因长期排泄矿坑水，疏干了煤系地层以上的地下水。随着矿坑向纵深发展，漏斗范围越来越大，造成水井干枯，地面下陷，地表径流减少甚至枯竭。如汾西矿务局柳湾、水峪和高阳等矿，平定县宋家庄一带，阳泉煤系地层25眼取水管井，大同矿务局晋华宫矿的水源地，陵川县城关镇尧庄村，晋城市巴公镇等，都因煤矿开采疏干了浅、中、深层地下水及泉水，致使矿区自身和工农业生产及生活用水遭到破坏。

盂县原有水井100眼，80年代初，由于煤炭大量开采，到1985年已有50多眼水井干枯。该县清城乡1980年仅有4座煤矿，1985年猛增到18座煤矿，最终致使28眼大口井、6眼深井、3处提水工程枯干，设施报废，农村居民生活与牲畜饮水出现严重紧缺的局面。

据1994年不完全统计，全省有各类煤矿6000余座，遍及11个地市，74个县市，采煤排、漏水量达2.6亿立方米，造成700多个村庄、72.5万多人和5.18万头大牲畜没有饮用水，70多万亩水浇地变旱地。

煤矿开采不仅破坏煤层以上地下水的循环系统和储存条件，而且随着采煤深度的增加，开采位置已下降到奥陶系岩溶地下水水位高程以下，承压板高程，当穿透原水相对隔水层时，就会发生突出现象，既破坏优质岩溶水，也危及到矿井的安全。如轩岗矿务局刘家梁煤矿，1984年奥系岩溶地下水顶板突出，使吨煤排水量高达3.72立方米，1985年又增至4.59立方米，每年约排掉岩溶水372万立方米，危及到附近马圈泉动态的稳定。太原东山观家峪

矿 1982 年出现奥陶系岩溶突水，突水量达 1.2 万立方米/日，使矿井淹没，被迫停产，造成很大损失。这样，既破坏了岩溶水原来的排泄途径，又使优质岩溶水变成了矿坑污水。

相反，开采煤层底板高程高于下面奥陶系岩溶水压力水头时，矿井水则将补给奥陶系岩溶水，使下伏岩溶水质污染，降低水资源的使用价值。

更有甚者，如晋城凤凰山煤矿，采用排漏法，将矿坑水排入岩溶水，严重污染了岩溶水质。

采煤排水漏水是相当惊人的，据统计和计算，1980 年以来全省仅采煤漏水即达 30 多亿立方米，矿坑排水量低，每采 1 吨煤，排水 0.5—1 立方米，排水量高的，吨煤高达 2—3 立方米。总之，随着煤炭的不断开采，使开采地区大气降水、地下水、地表水的相互转化关系不断发生改变，结果是地表水越来越少，地下水位越来越低，矿坑污水越来越多，可利用量越来越少。

### （三）泉水衰竭——超采地下水的恶果

山西是个“十年九旱”的水资源匮乏的省份，但在山西的许多地方，却有众多的泉水涌出。明末清初学者顾炎武认为，山西泉水之盛可与福建相伯仲。

山西碳酸盐岩类石分布甚广，约占全省面积的 1/5，沉积厚度达千余米，主要分布于吕梁山、太岳山、太行山以及晋西北地区。这些地区的碳酸盐岩类岩石裂隙岩溶有着不同程度的发育，它反映了我国北方地区裂隙岩溶发育的特点，以及裂隙岩溶水的形成和分布规律，并以露出稳定的大型泉水为特征。泉水之多，流量之大，也是北方地区少有的。根据资料显示，全省流量大于 0.1 立方米/秒的泉水有 86 处，其中大于 1 立方米每秒的岩溶大泉就有广灵水神堂泉、朔州神头泉、宁武下马圈泉、五台水泉湾泉、李家庄泉、太原兰村泉、晋祠泉、平定娘子关泉、柳林柳林泉、介休洪山泉、霍州郭庄泉、洪洞霍泉、临汾龙子祠泉、新绛鼓堆泉、黎城源泉、潞城辛安泉、阳城延河泉、晋城三股泉等 18 处。全省泉水总流量约为 88.2—107.8 立方米/秒，年总径流量为 27.3—34 亿立方米，占全省地表径流总量的 27.3%—33.3%。

山西的岩溶大泉具有如下特征：一是泉域范围大，可达数千平方公里，具有比较固定的泉域边界，形成相对独立的岩溶水系统。二是泉水成因多，因岩溶含水岩组与相邻隔水地层接触或受断裂构造控制与弱透水层接触，岩溶水受阻溢流成泉，且多在河谷中出露，故山西岩溶大泉多为全排型泉。三是降水入渗是岩溶泉水的主要补给来源。裸露可溶岩区河川径流系数一般小于 5%。泉域内大面积、大厚度分布的岩溶裂隙含水岩体，具有输水与储水的双重作用，形成大型“地下水库”，具有很强的调节能力。故岩溶大泉流量稳定，不稳定系数在 1.1—2.1 之间。泉水流量和降水量呈滞后相关关系，滞后时间可达 7—11 年。四是受岩性、构造、岩溶发育程度及补给条件等综合因素影响，岩溶含水层富水性通常由补给区到径流区至排泄区逐渐增强。除排泄区外，泉域内岩溶水位埋藏深深度一般在 100—400 米之间，在深埋

藏富水性较差的裸露可溶岩补给区，开采条件差，往往成为干旱缺水地区，人畜饮水困难。五是中部诸泉泉水出露集中，开发条件优越，古代即用于农业灌溉，利用率高。东西两侧诸泉因水低地高或低水高用，山西本省开发利用受到限制。而在泉域径流汇流区，因富水条件较好，具备管井取水建立中、小型水源地条件。

山西的岩溶大泉水质优良，水量稳定，是山西极为宝贵的水资源。山西岩溶大泉多年平均水量达 31.4 亿立方米，相当于全省多年平均水资源总量的 21%。其中东部诸泉占 49.8%，中部占 38.2%，西部仅占 12%。除东西部省境边界出露诸泉存在低水高用、开发利用条件较差的缺陷外，岩溶大泉以其泉域调节能力强、集中出露、水量稳定、水质优良而成为山西自古迄今最为宝贵和开发利用率最高的水资源。

晋祠泉早在春秋战国时期就已被开发利用。鼓堆泉、霍泉、龙子祠泉、洪山泉等泉水的全面开发都在唐宋时期。解放以来，特别是党的十一届三中全会以来，随着经济建设和社会的发展，岩溶大泉及泉域岩溶水资源的开发利用迅速发展，利用量已达 8.16 亿立方米，占同期山西省取水量的 16.4%。岩溶水已成为太原、阳泉、长治、晋城、朔州、临汾等城市及神头、娘子关、霍州电厂和平朔露天煤矿等大中型企业的主要供水水源。正在建设中的阳城、五曲、柳林、阳泉二电、河保偏等大型火电厂也将取用岩溶大泉。到本世纪末，全省岩溶大泉的水的利用量将达到 16 亿立方米。由此可见，岩溶水资源在山西能源重化工基地建设中的重要地位。

在山西岩溶泉水资源的开发利用上，也曾经出现“扩泉”、“泉水搬家”及开发深层岩溶水等错误认识和做法，造成十分不良的后果和损失。从 50 年代“扩泉”开始到 70 年代沿泉水排泄区不合理地打井，使一些泉水流量减少甚至枯竭，以及 80 年代开发中、深层岩溶水，试图解决山西的缺水问题等等，已经为事实和教训所否定。缺乏以系统论的观点作为指导及以水量平衡观点作为基础，来正确认识山西岩溶大泉岩溶水贮存、循环、运移规律等基本特性，是造成上述错误认识和做法的致命弱点。“扩泉”，在泉水排泄带不合理凿井，只是对一个处于补、排平衡状态的岩溶泉水系统中，通过人为方式增加排泄量，从水量平衡原理可知，在不增加泉域补给量的情况下，这种人工动用泉域含水层贮存量的增排量，即使可以暂时取得比泉水天然流量稍大的水量，但最终只能使泉水流量削减直至干涸，造成难以挽回的恶果。著名的晋祠泉，由于下游清徐平泉的开挖、大批农用井和上游化工区深井的开凿，70 年代初流量已减至 1.3 立方米/秒，到 1984 年已减为 0.5 立方米/秒。新绛鼓堆泉 60 年代的水量为 1.2 立方米/秒左右，70 年代由于上游襄汾县相继在泉域开凿深井数十眼，80 年代的泉水流量迅速下降为 0.5—0.7 立方米/秒，实际上是“泉水搬家”。

近年来，由于大批煤矿的开采，特别是县乡煤矿遍地开花，采煤漏排水的问题十分严重，致使山西的岩溶大泉出现迅速减少的明显趋势，有的甚至

已经枯竭。据初步统计，50年代全省大于0.5立方米/秒的泉水出流总量约30亿立方米/秒左右，但到80年代已下降为20亿立方米/秒。晋祠泉到了1984年仅有流量0.54立方米/秒，1990年最低降为0.37立方米/秒，最后，终于在1993年4月30日断流干涸。千古名泉的枯竭曾使多少人痛心疾首，然而人们哪里晓得，在晋祠泉域保护区内竟有126座煤矿在采煤中大量排水，贪婪地吞噬着与晋泉一脉相承的“血脉”。其中日排水量高达1000多吨的煤矿就有15座，甚至有的煤矿拿22吨水的高代价来换取1吨煤，如此下去，晋祠难老泉怎能不老，怎能不亡！

其他大泉也能逃厄运。神头泉50年代流量为8.4立方米/秒，1985年下降到5.9立方米/秒，1991年减到4.68立方米/秒。华北最大的娘子关泉多年平均流量12.7立方米/秒，1985年下降为9.591立方米/秒，1991年已减为8.5立方米/秒，其中著名的水帘洞泉已干涸断流，娘子关飞泉已成为历史名词。太原的兰村泉原有流量4.5立方米/秒，由于集中开采现已断流。霍泉、龙子祠泉、郭庄泉、洪山泉等名泉的水量都出现了大幅度的减少趋势，其他小泉小水更是成批干涸。

山西泉水的形势十分严峻，前景令人担忧。

## 第二节 山西的水困惑

毫无疑问，山西是全国以至于全世界出了名的水资源奇缺的地区之一。像山西这样贫乏的水资源，加上“十年九旱”的气候条件，在过去一直是对山西经济和社会发展的制约因素之一。但在当时以农业为主的自然经济条件下，矛盾还不至于尖锐到激化的程度。随着工业的增长，城市的发展，人民生活水平的提高，特别是能源基地建设步伐的加快，煤炭开采量的增大和电力工业的迅速发展，矛盾已日益尖锐起来了。

如今，在绵亘起伏的三晋高原上，农业在喊“渴”，工业在喊“渴”，城市在喊“渴”，乡村在喊“渴”，万物生灵都在喊“渴”。山西在未来世界的水危机到来之前，过早地陷入了贫水的困境中。山西的“水簿”已成了写满“赤字”的“水簿”。

### 一、城市“旱灾”

#### （一）山西城市供水现状与缺水态势

城镇供水是城镇发展的重要基础设施。它同社会经济的发展，关系极为密切。解放以前，山西的城镇供水事业极为落后，从1941年省会太原市开始有了集中供水系统起，到1949年，全省仅有太原、阳泉、长治、临汾、运城5个城镇有简易的供水设施，日供水量只有1.25万立方米，管道总长70公里，用水人口还不到当时5城镇人口的20%。解放以后，城镇供水有了很大发展。特别是党的十一届三中全会以来，随着经济建设的腾飞，进一步促进了城镇供水事业的发展。到1985年底，全省10城市中已建自来水厂22个，城镇的总供水能力已经发展到日供水量92.2万立方米，其中10个城市的日供水量为76万立方米；管道总长3156公里，其中10城市管道长1405公里；城市生活用水的普及率达到89%；城市人均生活用水86升。同1949年相比，供水能力增长了73.8倍，供水管道增长了45倍。

1985年后，为进一步扩大城市供水能力，又新建和扩建了一批大中城市供水骨干工程，诸如长治市辛安泉引水工程（日供水能力8.68万立方米）、临汾市龙子祠泉供水工程（日供水能力8.6万立方米）、运城市引黄供水工程（日供水能力4万立方米）和引泗（交河）供水工程（日供水能力4万立方米）、忻州市豆罗供水工程（日供水能力2万立方米）、大同市册田水库供水工程、介休市洪山泉供水工程、阳泉市娘子关泉供水工程等。1985年，全省96个县的日供水能力已经达到13.2万立方米，比1980年增长45%，管道总长1751公里，比1980年增长2.7倍。目前，全省每个县城都有了自来水厂，初步改善了县城人民的用水状况。

山西城镇供水事业所取得的成绩，是与原来十分薄弱的基础相比较而言的。事实上，目前城镇供水的现状，无论是与国家的要求还是与周边省市相

比，都有很大差距，城镇供水的问题还很多。一是水资源缺乏，供水量不足。1985年，全省城市供水的平均总量仅11亿立方米，城市人均占有水量130立方米，仅相当于全省人均水平的28%，全国人均水平的4.8%。

据1987年初步测算，全省10个城市规划区范围内的地下水日允许开采量约129.45万立方米，现日开采量已达127.56万立方米，占到城市地下水允许开采量的98.5%，其中太原、大同、阳泉、榆次、运城、临汾、侯马等市的地下水已超量开采，影响了城市供水事业的建设和发展。全省10个大中城市，日缺水达60万吨，96个县城，有一半以上发生水荒。由于供量不足，已使城市工业生产和人民生活受到很大影响。大旱的1986年六七月份，全省10个城市中有8个城市经常发生居民停水断水现象，有的住宅是“一楼稀稀啦啦，二楼滴滴嗒嗒，三楼以上干巴巴”，群众只好半夜等水接水，严重影响了正常的生活秩序。目前最缺水的太原市，全市每日在超采22.5万立方米的情况下，仍缺水20万立方米。根据1994年中国环境状况公报公布的材料，在全国各主要城市地下水超采、严重超采的名单中，太原名列榜首。大同市在改造册田水库而使缺水有所缓解之后，在日超采13万立方米的情况下，仍缺水11.3万立方米。朔州市也是在超采地下水的情况下，还日缺水2.4万立方米。令人担忧的是，这样严重缺水的状况还在继续以加速度的势态发展和恶化。据多次研究、论证和预测，太原、大同、朔州三个供水区的年缺水量，到本世纪末将达到8.2亿立方米，2020年将达到12亿立方米。

## （二）干旱缺水威胁下的省会

太原是全国严重缺水的城市之一，全市人均占有地表水资源量250立方米（人口基数以1990年为准），为山西人均占有量的50%，为全国人均占有量的9%，仅为全世界人均占有量的2.5%。

目前，太原的城市规模扩大、用水户不断增加以及需水量的迅速增长，已与城市供水能力的不断衰减形成了尖锐的矛盾。城市供水的严重不足，已直接影响到工业生产和居民的日常生活。

据调查统计，太原市的城市生活用水量远远低于华北地区城市用水平均水平。北京、石家庄、秦皇岛每人每日用水指标为155升到220升，而太原市1993年每人每日居民生活用水仅67升，连同城市公用设施人均也才116升，相当于华北地区城市人均用水指标的一半，相当于全国城市人均用水的1/3。在太原城区120平方公里的供水范围内，约有74平方公里的地区长期实行间断供水和低压供水，双塔东街、坞城路、老军营地区生活用量人均每日仅为40升，黑土巷地区近5万居民人均每日不足35升，西山矿务局1994年居民生活用水定额仅为23升，其中西铭矿仅为13升，被人们无可奈何地戏称为和平环境下的现代都市里的“上甘岭”。

供水严重不足，也直接影响了城市的建设和发展。市内已建成的许多小公园的喷泉、水池等经常无水，使得城市环境大为逊色；许多游泳场馆池都

存在着供水不足和不能定期供水的问题，直接影响了市民的业余文化生活。

在城市需水不断增加、地下水水位持续下降、水源井产水量不断衰减的情况下，城市供水与工业用水之间，工业用水与农业用水之间，集中供水水源与分散自备水源之间以及自备水源之间的矛盾将更加尖锐，城市供水将面临更加严峻的局面。

太原钢铁公司是我国最大的特种钢生产企业，日用水量 10 万立方米。80 年代以来，水源地产水量衰减 30%，自 1988 年以来，汾河水库供水不足，由此形成的缺水状况已严重影响了太钢的生产。特别是 1987 年夏季，低温水严重不足，影响到高炉的安全生产。为确保太钢安全生产，太原市水利局和北郊区水利局不得不从严重不足的农业用水中每日挤出 1—1.5 万立方米的水量增供太钢，太原市自来水公司从兰村水源中每日增供太钢 1.0 万立方米水，才使太钢勉强得以维持生产。

太原化学工业公司是全市工业第二大用水户，同时担负着河西化工区近 8 万居民生活用水的重任。近年来，由于晋祠泉水的大幅度衰减和孔隙水源产水量的不断下降，供水紧缺状况日趋严重，1988 年因供水严重不足，致使太原化肥厂部分车间被迫停产。

据不完全统计，太原市 50% 的企业由于缺水使生产受到了不同程度的影响，缺水问题严重制约着全市工业生产的发展。据初步测算，在太原市的北营地区，若不及时解决水源问题，该区很快将有 50% 的企业因缺水而停产或半停产；到本世纪末，近 20 万人的基本生活用水也难以维持。全国政协副主席、原水利部部长钱正英同志说，如不解决水的问题，太原将面临着搬迁。这一严峻的现实应当引起我们的警惕和重视。

## 二、山区——“老井村”

7 月的右玉县，炎炎的烈日把干燥的土地烤得冒烟。在高家堡乡的土路上，一队跋涉 10 公里外挑水的人流在缓缓移动。队伍中有白发苍苍的老人，也有充满稚气的孩子。

这是山西山区缺水地区的一个普通镜头。在山西干旱山区的一些缺水村庄里，担水排队，甚至为争水而发生械斗已不足为奇。在平鲁区上面高村的蓄水井旁，昼夜有桶有人。常有人为等水依井而眠，也常有人为争水而大打出手。在神池、五寨等地，一排排新砌的砖窑成了冬天放冰的库房，家里的所有器皿都是存雪化水的好工具。

《老井》这部感人的影片，曾在全国产生过轰动效应。仅仅为了一口救命的井水，就付出了几代人悲壮的牺牲。有人说，《老井》的原型是和顺县的山乡；也有人说，壶关县就是《老井》的蓝本。然而，在山西，像老井村这样的缺水村何止成百上千。据山西省水利厅统计，农村人畜缺水的问题在山西十分突出，涉及全省 111 个农业县区，尤以东部山区的壶关、平顺、陵

川、和顺、昔阳和西部山区的平鲁、神池、五寨、奇岚、偏关、河曲、柳林、中阳、交口、汾西、隰县、乡宁、万荣等县为最。这些县的缺水人口大约占到农业人口的一半以上，神池、壶关的缺水人口则高达 80% 以上。

据不完全统计，1965 年大旱期间，在山西全省 66 个缺水县中，运水距离在 2.5 公里外的严重缺水村庄有 5822 个，涉及人口 140 万和大小牲畜 105 万头。当时动用了各种运水车辆 5000 多部，投入运水劳力 10 余万人。有些村庄的拉水距离甚至超过 25 公里。1972 年大旱，全省缺水人口达 403 万，大牲畜 63 万头。到 1979 年底，全省仍有缺水人口 661 万，其中缺水人口在 10 万人以上的县有 19 个。进入 80 年代以来，全省人畜缺水仍呈上升趋势。有相当一批本来并不缺水的村庄也发生了缺水问题，尤其是过去水源较好的一些平川村庄。仅 1983—1985 年的 3 年中，全省就新出现缺水村庄 4910 个，缺水人口 167 万人，年平均增加 50 多万人。1986 年全省普查，共有缺水村庄 27794 个，缺水人口 906 万人，缺水大牲畜 131 万头。

新中国成立以来，党和人民政府对解决山区人畜饮水困难十分重视，国家、地方和群众投入了近 10 亿元资金和 7500 多万个劳动力，每年解决的人数在 90 万人左右。累计解决和重复解决的缺水人口达 1000 多万人，使万荣、阳城等一批缺水县结束了“吃水贵如油”的历史，有效地解放了农村生产力，为缺水村庄的脱贫致富奠定了坚实的基础。

然而，尽管各级政府和水利部门在解决人畜饮水困难方面进行了艰苦卓绝的努力，取得了显著的成效，但是，随着环境的恶性变化，解决山区人畜饮水的任务并未减轻。至 1994 年，全省仍有 360 万人的饮水问题尚未得到解决。究其主要原因，是由于采煤漏水和水质污染造成了一批新缺水人口。因此，要从根本上解决山西山区的人畜缺水问题，就必须把改善水环境作为首要问题来抓。

### 三、“名誉水地”与“新增旱地”

#### （一）干旱威胁下的山西灌溉供水状况

山西农业主要为雨养农业。由于天然降水偏少，粮食产量低而不稳，且常因干旱缺水而导致粮食歉收甚至绝收，造成饥荒和灾情，人民长期难以温饱。据明代以来 516 年的历史资料分析，其中就有 408 年遭受不同程度的干旱，平均 1.3 年受旱一次，1950—1985 年的 30 多年中则有 23 年受旱。每遇旱年，农业生产就大幅度减产。特别是往往出现连续干旱，对农业生产造成的威胁就更为严重。例如，清朝始于光绪三年（1877 年）的大旱，曾接连持续 9 年，出现了“赤地千里、饿殍遍野”和“人相食”的惨况。新中国成立以来几次大旱，也是连年少雨，受灾面积都在 3000 万亩以上。1972 年粮食减产 7.5 亿公斤，1986 年减产 10.5 亿公斤。从山西旱地的农业生产情况来看，降水对产量的影响更为明显。在丰水年旱地亩产可达 150 公斤以上，

干旱年亩产不足 50 公斤，有的连种籽也收不回来。

山西农业存在气候干旱、水土流失严重和土壤贫瘠三个主要障碍因素，而干旱则是其最大的威胁。造成山西干旱的主要原因有三：一是降水量少，全省平均降水量只有 524 毫米；二是地区分布不平衡，北、西部较少，约 400 毫米，晋东南地区最多，为 600—650 毫米，水资源相对也较丰富；三是在农时季节上分配不均匀，且年际变化大。春季为小麦返青、拔节、育穗期，也是秋作物播种与生产期，降水仅占全年降水量的 15%，土壤含水量一般为 8%—16%。因此，在这段时期，一般年份都需要进行农田灌溉，这也是旱地作物产量不高的主要原因。夏季降水量占全年降水量的 59%，常有局部洪涝灾害发生，但在此期间，临汾、运城两地区气温偏高，蒸发量大，局部伏旱几乎年年都有，不仅造成当年秋作物减产，还使冬小麦播种缺墒，影响第二年的产量。从历史降水情况看，年际变化也很大。新中国成立以来，降水量最大的 1964 年为 725 毫米，而大旱的 1965 年只有 307 毫米，前者比后者高出 1 倍多。

解放以来，由于水利建设的发展，促进了农业生产的稳步增长，山西全省粮食总产量由解放初期的 26 亿公斤增加到 1993 年的 99 亿公斤。虽然增产的原因是多方面的，但在山西“十年九旱”的条件下，农田灌溉对农业的稳定发展无疑是发挥了关键的作用。据 1985 年水地粮食产量的调查统计，108 个自流灌区平均亩产 271 公斤，66 处万亩机电灌站平均亩产 309.5 公斤，纯井区平均亩产 314 公斤，均比当年全省旱地平均亩产多 150 公斤左右。全省种植粮食的 1300 多万亩水地，约占总耕地的 25%，而粮食产量却达 40 多亿公斤，占全省粮食总产量的 50%。再从山西各个时期粮食生产的情况看，哪个时期水地面积发展快，哪个时期粮食增产幅度就大，粮食增长与水地发展呈相对应的趋势。1957 年，水地发展到 874 万亩，粮食总产上升到 35 亿公斤；1970 年，水地发展到 1103 万亩，粮食产量上升到 51.5 亿公斤；1979 年水地发展到 1712 万亩，粮食总产量上升到 80 亿公斤；1993 年，水地面积上升到 1760 万亩，粮食总产量上升到 99 亿公斤。这说明灌溉农业在山西农业发展中占有举足轻重的地位，农田水利的兴衰与农业生产息息相关。

山西的灌区按灌溉方式与规模，可分为大中型自流灌区、大中型机电站灌区、纯井灌区、小型机电灌站和小型水利等 5 类。1985 年全省有效灌溉面积 1700 万亩，其中大型自流灌区 686 万亩，大中型机电灌站灌区 215 万亩，纯井灌区 492 万亩，小型机电灌站灌区 193 万亩，小型水利 114 万亩。同年全省灌溉总用水量为 33.19 亿立方米，实浇面积 1386 万亩，占总面积的 81.5%，亩均灌水量为 240 立方米，亩次灌水量 139 立方米，平均只灌溉水 1.7 次。

全省有效灌溉面积中，若能适时适量，灌水次数可以达到 4—5 次，平均亩产 400 公斤以上的丰产田 338 万亩，占 19.9%；灌水 3 次，亩产可达 350—400 公斤的 126 万亩，占 7.4%；灌水 1—2 次，亩产 350 公斤以下的

面积 992 万亩，其中有 485 万亩亩产在 250 公斤以下；还有 314 万亩一次也浇不上，成为“名誉水地”。上述情况说明，山西现有水浇地远远不能达到丰产灌溉水平，而处于半饥渴状态。

据 1982 年山西省第一次水资源评价成果，保证率达 75% 的年份，现有水利工程可供农业水量为 50 亿立方米。由于河川径流量减少，工程老化失修，水库淤积严重，工业占用农业水源等原因，现状可供农业水源已减少为 38 亿立方米左右。如果 1800 万亩水地平均亩产 300—400 公斤，在采取节水措施的前提下，灌溉需水量为 65 亿立方米左右，约缺水 27 亿立方米。

在河川径流供水中，水库供水 13 亿立方米，其中供农业灌溉 12.3 亿立方米。全省 61 座大中型水库，只有汾河水库为多年调节，总库容 7 亿立方米，已淤积了 3 亿多立方米。径流调蓄能力随之降低，近几年来只能进行年调节。由于调蓄能力低，1985 年大中型自灌区的水源利用率仅 54.8%。有些河流如沁河，开发利用程度更低。一方面严重缺水，另一方面有水用不起来，再一方面灌溉用水的浪费很大，这就是山西 80 年代灌溉的基本状况。

## （二）山西灌溉工程的主要问题

当前，山西灌溉工程的主要问题，一是先天不足，工程配套情况远远低于设计要求；二是工程设施老化失修严重，更新改造任务很大；三是工程管理水平低，量水设备少，田面工程标准不高。

1987 年，全省万亩以上自流灌区，实有建筑物仅为设计应有数量的 33%，平均每一座建筑物负担面积为设计的 3 倍。其中，农渠建筑物配套率只有 24%。各种渠道完成率只有 74%，量水建筑物仅为应有的 3.2%。灌区工程老化也很严重，按国家水利部和财政部的规定，大中型节制分水闸等建筑物折旧年限为 30 年；一般砌护渠道折旧年限为 40 年，1987 年，全省 108 个万亩以上自流灌区当中有 18 处超过折旧年限，占本类灌区中有效面积的 39.7%；使用年限在 30—40 年的灌区有 40 处，占本类灌区有效面积的 43.8%；不能正常运用的建筑物占现有总数的 38.7%；老化失修的防渗渠道长度占当年总数的 51.6%。由于上述原因，渠道引水流量由 2947.5 立方米/秒减少到 2449 立方米/秒，灌溉水有效利用系数仅为 0.41，水源利用率由 1976—1980 年的年平均 61% 下降到 1981—1985 年的年平均 55%。不仅有效面积减少，灌水亩次也由 60 年代平均每亩实灌 2.5 次下降到 1.7 次，由于田面工程差，加之农村实行联产承包责任制以后，有的地方把水地分成了窄长条，有的地块长达 300 米，从而增大了曹水的田间损失量，一般亩次灌水量高这 120—150 立方术，比田园化标准高的灌区亩次灌水量 70—80 立方术的标准高出 1 倍多。

万亩以上机电灌站的主要问题是，主体设施建设标准低、质量差，大部分设备均已运行多年，不仅老化，而且已属淘汰型号，配套不齐，能源单耗大于 5 千瓦小时/千吨米的 27 处，其中最大的西范电灌站是 7.8 千瓦小时/千吨米（部颁标准不得大于 5 千瓦小时/千吨米，最近新标准为 4.2 千瓦小

时/千吨米)。建筑物配套率只有 31%，渠系完成率为 74%，现有灌溉水利利用系数为 0.4，从而增加了用水成本，有的灌区 1 亩次水费在 1987 年已高达 8—10 元。因此，农民只能浇“保命水”，使得水资源紧缺的山西出现了上水无人要的怪现象。

大中型水库，大部分修建于 1958 年“大跃进”和 70 年代“学大寨”时期，设计标准低，工程质量差，泥沙淤积严重，淤积量已占总库容的 1/3，有 37 座水库已侵占了防洪库容。61 座大中型水库中，70% 没有达到部颁标准，核查过的 167 座小型水库，50% 未达标准，不少水库只能空库渡汛或限制利用，不能发挥拦洪兴利的应有作用。加之“六五”、“七五”两个水利建设低潮期的水利投资大幅度减少，耽误了水利工程除险加固和更新建设的不少时间，使得山西水利工程与当今山西经济建设和市场经济大发展的需要矛盾更加突出，供水形势更加严峻。

### (三) 山画灌溉农业的“双重代价”

山西煤炭资源丰富，储量和产量均居全国之首。把山西建成能源重化工基地，既是山西经济发展的中心，也是全国经济建设和社会发展的需要。随着能源重化工基地建设的发展，山西的工业和城市建设要求相应的大发展，非农业人口的比重增加很快，商品粮和蔬菜等农副产品的需求量越来越大，因此，作为国民经济基础的农业，必须担负起供养基地人口的重任。目前，全省人口已由新中国成立初期的 1280 万人增加到 3000 多万人。随着非农业人口的增长，农业对社会承受的负担不断加重。解放初期，全省农业人口与非农业人口的比例是 11:1，目前已发展到 4:1，这就要求农业生产必须走集约化农业的道路。在山西十年九旱的条件下，发展灌溉农业就更为重要。因此，必须把灌溉农业作为能源重化工基地建设的重要组成部分，统筹考虑，才能保证国民经济建设的协调发展。

同时，在能源重化工基地建设中，作为山西农业生产最为宝贵的水土资源，必然会因基地建设的占用而减少，甚至遭到破坏，使山西农业在担负供养基地人口重任的情况下，还要承受因资源占用而付出的代价。尤其是山西的“保命田”水地的占用和“救命水”的水资源的挤占和污染，已使山西脆弱的农业基础受到严重影响。

前已述及的因采煤漏水而致使山西 70 多万亩水地变为旱地的事实，就是这种负面影响的结果。

1982 年以来，随着能源重化工基地建设的加快，在水源工程没有同步建设的情况下，为确保能源重点工程的用水需要，不得不进一步挤占农业用水，仅 1985—1987 年的 3 年时间，全省工业和城市建设已先后挤占农业用水 2.5 亿立方米，使得工农业争水矛盾日益突出。自 1980 年以来，山西的工业和城市用水每年以 2.6% 的平均速度增长，而农业灌溉水量却以 4% 左右的速度递减。仅太原、大同、朔州三市，每年由农业转让给工业的水量即高达 1.84 亿立方米，占全省总转让水量的 60% 以上，致使这三市的水地面

积减少了 50 万亩，每年少收粮食 1 亿公斤。当地群众形象地称这种现象为“新增旱地”。

农业水源的大量挤占，加上基建用地的日益增加，使得山西全省水地面积和保浇面积一度出现衰减趋势。80 年代后期，尽管全省每年以 15 万亩左右的速度建成新的有效水地，但水地总面积还是由 1700 万亩一度下降到 1660 万亩左右，每年的实灌面积一直停滞在 1200 万亩左右。只是在 90 年代大面积推广节水扩浇新技术和建设节水灌溉农田后，水地面积才逐步回升和增长到目前的 1800 万亩。

#### 四、工业——“耗水结构”与缺水困扰

山西以煤炭输出和煤电输出并重的能源重化工基地建设的经济格局已基本形成，这一格局无疑是以电力、化工为主体的高耗水工业用水结构。面对现实，当人们赞誉能源基地建设的巨大成就时，又应当如何去考虑有关水的问题呢？让我们来看一组有关工业生产用水的数字：

- 采 1 吨煤要用水 1—1.5 吨；
- 发 1 千瓦小时电要用水 10—12 公斤；
- 炼 1 吨钢要用水 20—40 吨；
- 造 1 吨纸要用水 200—500 吨；
- 产 1 吨氮肥要用水 500—600 吨；
- 提取 1 吨人造纤维要用水 1200—1700 吨。

当工业这条巨龙吸取了大量清洁水后，却吐出难以利用的废水，致使水的重复利用率下降。据统计，1980 年至 1993 年，山西累计产煤 35 亿吨，其中外运煤炭 24 亿吨；火电装机已达 868 万千瓦，外送电 749 亿千瓦时。在水资源本来就极为紧缺的条件下，由于煤炭电力工业及其他工业的发展，致使山西工业用水量猛增，加上采煤漏水、排水，缺水就更为严重。据 1993 年统计，电力和煤炭工业取水分别占到太原工业取水总量的 19% 和 7%，大同市电力和煤炭工业取水量分别占全市工业取水量的 33% 和 32%；朔州市电力和煤炭工业取水合计占全市工业用水量的 97.5%。从当前来看，煤炭工业用水量低于电力工业，但随着洗煤、炼焦工业的发展，也将大量增加。总之，煤之长与水之短这一对山西资源开发与经济发展的特殊矛盾，已经越来越尖锐，并由此进一步激发和不断加剧了工业用水与农业用水的矛盾、生产用水与生活用水的矛盾、维持当前应急用水与长期保护水资源永续利用的矛盾，逐步形成了严重的水危机。同时，由于严重缺水，已造成了重大的经济损失，极大地制约了山西经济的发展。

太原、大同、朔州三市，煤炭产量占全省的 47.5%，火电装机占全省的 51.4%，大水泥产量占全省的 71%，钢产量占全省的 81.5%，是山西能源重化工业的主要生产基地。目前，这三市已具备生产能力的工矿企业，在大

量超采地下水的情况下，仍有 50%的企业因供水不足而不得不采取限产措施，每年造成的直接经济损失达 55 亿元，间接经济损失则达 138 亿元。如果不超采地下水，现有的经济损失还将增加 104 亿元。由于缺水，许多大中型企业的改扩建和新建项目不能上马或不能按时投产，每年直接经济损失为 110 亿元，间接经济损失则为 275 亿元。由于缺水，国家的许多重点项目不能在山西兴建，使山西失去了一次又一次经济腾飞的机遇，其影响和损失是不可估量的。

在山西，供水不足成为制约的工矿企业正常生产的最主要的因素，引起了企业上上下下的关注和忧虑，特别是在工业集中的太原、大同、阳泉、晋城、榆次等城市，不得不采取停水限水措施，甚至到了令企业“谈水色变”的地步。

原煤产量 3300 多万吨，居全国统配煤矿之首的大同矿务局，日需水 126 万吨，但每天有 4 万吨水没有着落。一些矿井难以定时洒水，潜伏着煤尘爆炸的隐患。矿工的洗澡水不能按时更换。一些矿工家属说：我们每天盼着定时供应的那点水，等不上，就喝废矿井抽的水，生病的人很多。据检测，废矿井水质大都不符合饮用标准，超标达 60%。大肠杆菌则超标 10 倍。新建的燕子山、四台沟矿因水源无保证，不能按时投入生产，每年的损失数以亿元计。

主要向京津唐地区输电的大同二电厂，因缺水，每天少发电 326 万千瓦小时，一年损失达 1 亿多元。大同市为保证电厂用水，对糖厂限制供水，迫使糖厂向农民买水。

山西最大的企业太原钢铁公司，1986 年冷却水减少到警戒水位，高炉生产面临停产威胁，不得不牺牲农田灌溉用水以救历来怕水，每年都在防洪问题上花费大力气的运城盐池，近年来破天荒地出现了湖中水少、无法生产的现象，只好求助于尊村引黄工程，从黄河提水回补盐池。

分布在太原北营地区的东西宽 2 公里、南北长约 12 公里的狭长地带的砂轮厂、自行车厂、溶剂厂、肉联厂、肥皂厂、电池厂、灯泡厂、有机化工厂等，因为缺水，有 50%的企业面临限产停产的威胁，直接影响省城的经济发展和社会稳定。

## 五、水污染——争夺人们的生存空间

位于汾河西岸的古城营村是一个不平凡的地方，春秋战国时期，赵简子派董安于选中了汾河以西、晋泉水以东的这块丰腴宝地，以古城营为中心建成了晋阳城。千百年来，这里的人们依汾、晋之水而生存，依汾、晋之水而富裕。汾、晋水量之丰富，在古代战争史上留下了三次引汾河和晋泉水漫灌、攻打、摧毁晋阳城的记载。

但进入 20 世纪 80 年代，古城营村却让水开了个不大不小的玩笑。

1987年，古城营960亩水稻在抽穗期突然死亡；

1988年，稻米和小麦减产30万公斤，白菜变质腐烂250万公斤；

1989年，千亩稻苗烧死枯黄。

灾难的原因很简单，是引用工业污水浇地所致。这样的事，在古城营的近邻晋源镇，在太原城北的向阳村，都不止一次地发生过。

漳河是晋东南的主干河流，近年来严重的水污染，已使它失去了往日的魅力，留下的是对两岸生灵的危害。不久前，襄垣县有4个村600多人移乡他处，撂荒土地2200多亩。

在山西，水污染已成为社会和经济发展的重大难题。由于严重缺水和水污染的加剧，使山西的生态环境日益恶化，已严重影响人民的身体健康和生命安全。一是浅层水源得不到补充，工业和城市排放的污废水下渗，严重污染了地下水源。如大同市已有近70平方公里面积的地下水达不到饮用水标准，太原市南郊区6个乡96眼井的水质已恶化超标，汾河两岸已形成一条5—10公里的地下水污染带。阳泉桃河、运城涑水河的情况和太原汾河差不多。二是为缓解缺水矛盾，不少地方利用污水回灌农田、菜田，使粮食和蔬菜中有害物质含量增加。据大同市对污水灌区蔬菜的化验分析，青椒中铅含量超过清水灌区4.6倍，群众反映蔬菜味不正，但又不得不吃。太原市南郊区一些地方产的玉米、高粱、稻米，经化验，镉和汞的含量均严重超标。太原市环境卫生监测站对清徐县汾河两岸乡镇的井水、河水及土壤中致畸金属进行了调查，结果表明，饮用井水中的硒、砷、锰超标率较高，砷的最大检出值为0.21毫克/升，超标4倍，31份样品中27%超标；锰的含量最高值为6.26毫克/升，超标61倍，超标率达90%。土壤中锰、砷、硒的检出值也较高。

太原市化工区的大量废水、废气、工业垃圾，排放和倾倒在南郊区南堰村周围，“三废”危害严重。南堰村1700余人，5年来，因癌症而死亡的有17人，新生儿畸形11人，葡萄胎4人，其他污染原因而死亡的有8人。大牲畜死亡率也不断增加，两年内就死亡12头，经解剖均系心肺肿烂之故，与三废污染有很大关系。

在永济、孝义、介休、古交等县市的污染较严重的村庄，连年新兵体检无一人合格的现象已司空见惯。可见，水质污染不仅使水资源的可利用量减少，同时使饮用水源、土壤和农作物受到污染，影响人民健康，危及子孙后代。

水污染，已成了山西水环境中的毒瘤，若不尽快根除，就会演变为不治的癌症，必将导致山西水环境的衰亡。

## 六、洪涝灾害——缺水中的特殊问题

洪水是造成洪涝灾害的原因，又是水资源的重要组成部分。降水和河川

径流的年内分配集中和年际变化大的特点，和用水要求有很大矛盾，且使洪涝旱灾频繁发生，给社会和人民生活带来不安定的因素。采取工程措施使部分洪水转化为可用的水资源，是减轻洪涝旱灾并缓解水资源供需矛盾的有效办法。

在山西河川径流量中，约有 3/4 是洪水径流。近年来，由于山西水资源的恶性变迁，人们因长期干旱缺水而对洪水灾害产生麻痹思想，以及水利工程的诸多问题，致使洪涝灾害成为山西水环境中的一个特殊问题，使防洪与缺水这对待殊的矛盾越来越尖锐。一方面水资源紧缺，必须提高水资源的开发利用，另一方面，又必须让汛期洪水流失，确保安全渡汛。从现实来看，山西的防洪形势依然十分严峻。

#### （一）主要河流的防洪标准偏低

目前，山西平川地区的河道，一般仅能防御 5—20 年一遇的洪水。如汾河中游除太原市区按百年一遇洪水设计外，其上下游均在 20 年一遇洪水标准之下；姚暹渠、涑水河行洪标准按 20 年一遇洪水标准设计，实际相差甚远。其他河流标准更低。加之河流防洪工程多为 50—60 年代修建的，用以防当时标准的洪水，已是勉为其难。要求保护 90 年代迅速增长的生命财富和经济发展的安全，显然是难以当其重任的。况且，经过几十年的风雨，原来的设施大部分老化，有的则失修，大大降低了原来所具有的防御能力。这与经济发展对防洪标准更高、更安全的要求形成了新的矛盾。

#### （二）河道人为设障，盲目围垦湖泊洼地，加之泥沙的淤积，河道过洪和洼地蓄洪能力普遍下降

山西河流的含沙量大，大多数河床呈逐年淤积抬高的趋势，尤其是黄河河床逐年淤积抬高，致使入黄支流的河床也相应淤积抬高。有关资料表明，黄河小北干流每年淤高 0.1 米，汾河同样淤高 0.1 米，16 年间淤高达 1.65 米，结果造成入黄河道多数成为地上河道。另一方面，盲目侵占河道，使洪水的出路受到限制。在全省防洪的重点河段汾河中下游的涑水河、姚暹渠上，堤防尚不牢固，河道中农田、仓库、临时住房应有尽有；树木林立，杂草丛生，淤积严重，许多工矿区和县城在河道中发展，许多河道成了采矿和基建工程的弃土弃渣场所。如乡宁县 300 余处乡镇煤矿和铁矿、石膏矿等，每年向河道倾倒废渣 62 万立方米；大运公路开山炸石清理的石渣也大多倾倒在汾河河道中；董村农场和永济电厂占据五姓湖蓄洪区建场、弃渣等，使河道洼蓄泄洪水的功能大大下降。人与水争地，河道人为设障、盲目围垦，必然导致水灾的加剧。

#### （三）水库防洪标准低，工程质量差，淤积严重

由于全省水库大部分兴建于 50 年代后期“大跃进”和 70 年代“学大寨”期间，多为边设计、边施工、边运用工程，当时设计标准低，工程质量差，遗留问题多，造成多数水库的病险问题。特别是 70 年代修建的水库，遇到较大洪水，溃坝事故时有发生。从 1970 年到 1989 年，全省共垮掉水库 229

座，其中除 1 座中型水库外，其余均为小型水库。垮坝水库中以尹回水库和东输林水库最为严重，前者因防洪标准低，洪水超标而垮，后者则因质量差而晴天垮坝。由于水库的改造加固跟不上，老化失修严重，已严重制约水库效益的发挥。全省大中型水库有近 75% 的水库达不到防洪标准，汛期不敢多蓄水，防洪供水效益也大打折扣。721 座小型水库，尚有 346 座属病险库，占总数的 47.9%。另一方面，山西的水库淤积情况亦十分严重。1989 年，全省 59 座大中型水库，总库容 31 亿立方米，泥沙淤积就占去库容 10.2 亿立方米，为总库容的 33%。晋中地区 9 座中型水库，总库容 2.92 亿立方米，已淤积 4674 立方米，占到总库容的 16%。最严重的是蔡庄水库，其总库容为 2070 万立方米，已淤积 1260 万立方米，占总库容的 60.9%，已侵占了防洪库容，为此被迫改变运用方式，采取蓄清排浑运用，空库渡汛。姚暹渠上游的史家峪、赤峪、王峪口 3 座小型水库，总库容 394 万立方米，已淤积 125.6 万立方米，占到总库容的 32%，防洪能力明显降低。

#### （四）城市、工矿企业、交通干线等防洪能力薄弱

50—60 年代，山西全省城市当中在防洪方面存在问题的为数不多，而到目前，已有 70% 的县城防洪问题严重。其原因，一是在生产建设发展过程中，没有切实注意到防洪问题；二是连年干旱使人产生麻痹思想，连原有的防洪工程也遭到破坏；三是由于盲目蛮干，缺乏科学态度而造成。全省绝大多数工矿企业都位于河道两岸和边山峪口，防洪任务相当艰巨。新中国成立后，山西也曾多次遭灾，如 1955 年太原西山山洪暴发，冲入 743 工厂，车间进水，147 户人家被洪水吞没，死亡 81 人，停产半个月。80 年代以后，随着乡镇企业的发展，小煤矿、小工厂等遍布全省河谷峪口，有的侵占河道，阻碍行洪，已成为山西防洪遇到的新的问题。山西铁路、公路等交通干线的防洪问题也十分严重。一是桥涵、路基防洪标准不够而被水冲，二是由暴雨引起路基沉陷或山体塌方。如 1993 年灵石水灾，同蒲铁路被冲和大运公路间边塌入河中，主要是由于对洪水考虑不足而造成的。

#### （五）社会防洪意识不强，防洪经费不足

山西历来被称作是“十年九旱”的地方，经济发展和水利建设基本上是为了解决干旱缺水的问题而进行的。兴建的水利工程，防洪并未放到适当位置或未进行防洪的配套设施建设。如晋中的庞庄、子洪、郭堡、尹回等水库以下，河道工程基本建设不配套，甚至已成无尾河，遇到大洪水，若让水库泄洪就会导致灾害的发生。

防洪问题的严重，与投入不足直接相关。有人概括水利建设是“50 年代前进一大步，70 年代一小步，80 年代基本上原地踏步”。国家投资在减少，地方投资也在减少，其直接结果是防洪工程体系和非工程措施设施建设进度的延缓。全省一些防洪、供水效益显著的骨干工程，如潇河松塔水库、文峪河柏叶水库、龙凤河水库、洪安涧五马水库、御河孤水库和汾河中游堤防体系等，规划了几十年，至今仍是规划，原因是没有钱。没有钱上新工程，也

没有钱维护原有工程。防洪工程利在社会，却并没有得到社会的补偿。有人说我们的资金体制是有钱买“棺材”而无钱买“药”，遭了洪灾，工程出险，就有了投资，而防洪工程除险加固和平时维修的费用却没有渠道。这种投资体制不改革，防洪措施和体系的发展都会受到制约。

## 七、未来缺水知多少

山西水资源紧缺的状况目前就已相当严重，从国民经济发展和能源重化工基地建设的未来需水要求来看，缺水问题将会越来越严重。根据山西省国民经济发展规划，到本世纪末，工农业的主要发展指标为：原煤年产4亿吨，电力装机容量1750万千瓦，钢铁产量350—400万吨，粮食总产量115亿公斤，水浇地发展到1900万亩。根据1985年用水水平进行预测，2000年全省需水量将达125亿立方米，其中工业41亿立方米，农业74亿立方米，生活用水10亿立方米。加上节水措施，也需维持供水97.4亿立方米，其中工业25.3亿立方米，农业61.4亿立方米，生活用水10亿立方米，其他0.5亿立方米。根据1982年水资源评价成果，山西本省的可利用资源量仅70—80亿立方米，当地水资源无法满足未来用水的需要。目前，山西现有供水能力不足56亿立方米，考虑到工程老化失修，维护任务大，到2000年，还需建设40多亿立方米的水源工程，而实际是加上万家寨引黄一期工程，也只能增加供水量20亿立方米，达到76亿立方米，缺口仍达20多亿立方米。即使到2010年，供水能力也只能达到97.97亿立方米。上述情况说明，山西水源工程建设的任务还相当艰巨，在相当长的时间内得不到缓和，水的问题无论现在还是将来，都是山西能源重化工基地建设的主要制约因素。

在了解水资源紧缺的状况和供水水源衰竭趋势的基础上，我们还不得不考虑连年特大干旱情况下的水危机。据历史资料统计，从明代成化元年（1465年）到1985年的521年内，山西共出现一般旱年326次，大旱年79次，特大旱年平均74年出现一次。明崇祯十三年（1640年），特大干旱前后达6年之久。清同治十一年至光绪六年（1872—1880年），特大干旱持续了9年，其中以光绪三年（1877年）最为严重，全省连续100天至200天无雨，年降水量仅156毫米。经过这场旱灾，阳曲县户口减少了1.1万户，人口减少了10万，徐沟县因旱灾死人达40%—50%。这样的旱灾虽属罕见，但很难说今后不会再出现。如果出现这种特大干旱年头，太原市的地下水源又因多年超采而严重衰减，据预测，届时全市的可供水量仅为2.74亿立方米，缺水7.49亿立方米，那就不仅是企业无法生产，农田无法灌溉，而且恐怕连人民群众的最低生活用水也无法保证了。在这种情况下，作为能源基地，不能正常采煤发电，对全国的经济又将造成什么样的后果，就可想而知了。因此，我们对出现这种特大干旱的可能性，不能掉以轻心，必须防患未然，有所认识，有所分析，有所对策。

### 第三节 夺取生存的权利

日益严重的山西水危机，已引起了山西各级政府和人民的密切关注和重视。当有识之士用科学的眼光重新认识水这个我们非常熟悉而又陌生的物质以及它与自然环境、人类发展的关系时，他们已在为让更多的人去明白它而奔波呐喊，为寻求根本解决这一问题的途径而发奋工作……

1982年，《山西省水资源管理条例》经山西省人大批准而诞生了。山西，率先在全国实现了依法统一管理、开发利用和保护水资源的构想。

1987年，一次高规格、大规模的“山西水资源紧缺水对策讨论会”在太原召开。从中央到地方的领导和专家聚集一堂，共商山西治水大计，提出了卓有见解的对策：节流、开源、保护和污水资源化。

1989年，山西又大胆地实行了水费改革，改变了沿袭40年的不合理的低水费标准，为节约用水、科学用水创造了条件。

同时，与《中华人民共和国水法》相配套的一系列山西水利、水资源、水土保持、水污染防治法规和管理办法陆续颁布和予以实施，水资源“五统一”管理在全省实现……依法治水在山西渐具雏形。

面对21世纪，山西的水资源战略又如何？

#### 一、走出“取之不尽、用之不竭”的误区

众所周知，水资源与其他自然资源都处于共同的生态系统中，彼此互相影响互相制约，并共同对人类产生着影响。但是，水资源在一定空间和时间范围内的数量是有限的，水资源的更新也是有限的。一旦超量开发和使用，势必造成更新水资源的不足，破坏了水资源的环境。因此，必须保证水资源得以永续利用，使之免遭破坏。长期以来，由于我们在宣传上的片面性，使得一部分人受旧的观念的影响，认为水是“取之不尽、用之不竭”的。这种观念仍然左右着一部分人的行动，已成为做好水资源管理工作的思想障碍。

面对21世纪，山西水资源的战略抉择，首先是必须破除旧的观念，坚定地走出“取之不尽，用之不竭”的误区，按照联合国环境与发展大会提出的“保护全球环境、实现持续发展”的原则，制定并实施科学合理的水资源开发、利用、保护对策，从而实现“除害兴利，满足由于社会经济发展的需要”的战略目标。也就是说，要使山西水资源的开发利用能够获得最大的经济效益、社会效益和环境效益，满足由于社会经济和人民生活水平提高而带来的日益增长的对水质和水量的要求，同时维护水资源的水文、生物和化学等方面的自然功能，在大自然的承载能力的限度内调整人类活动，使得经济建设与环境保护同步发展。为此，应坚持统筹兼顾，合理利用，开源、节流、保护、管理并重的方针；对水资源实行统筹规划，包括所有水体以及地表水和地下水，且需要考虑水的数量和质量；与此同时，按照规划，根据需要和

可能，以及轻重缓急的程度，有计划、有步骤地予以实施；对水资源实行统一管理，采取一切行之有效的行政的、法律的、经济的、技术的手段，管好、用好、保护好水资源。使有限的、宝贵的水资源在山西国民经济和社会发展中发挥出更大更好的作用。

## 二、面向 21 世纪的战略思路

根据山西的基本省情，总结几十年来山西水资源开发利用实践中创造和积累的经验，按照社会主义市场经济条件下，山西国民经济和社会发展对水资源开发和水利建设的要求，今后一个时期的山西水利发展的战略可概括为：“实施两大对策，突出三个重点，抓好四个环节。”

山西水资源严重短缺，必须实施“开源节流”的对策；水土流失严重，必须实施“保水固土”的对策。两大对策是山西水利发展带有根本性的战略大计，也是山西经济和社会发展的两条生命线。围绕实施两大对策，山西水利建设的三个战略重点是：突出抓好增水工程、节水工程和水保工程。本世纪末，山西年缺水量达 48 亿立方米，必须加快新水源工程建设，增加供水能力。从当前和长远上缓解水资源供需矛盾，必须大规模实施节水工程，全方位推进节水工作，建设节水型农业、节水型工业和节水型社会。改变山西面貌，发展山区经济，必须加快水土保持治理步伐。突出“三个重点”，就明确了实施“两大对策”的主攻方向。

贯彻实施战略思路和战略重点，必须抓“四个关键环节”，即“增加水利投入，依靠科技兴水，坚持依法治水和深化水利改革”，这是长期以来山西水利建设的薄弱环节，也是今后水利建设和水资源开发利用的长期的战略措施。

## 三、西引黄河，东抓蓄调

鉴于山西需水增长幅度很大，当前急需在硬件，也就是在建设新的水源工程上下大力气。从区域上讲，解决山西水资源紧缺应和解决整个北方水短缺问题结合起来，抓紧南水北调西线方案的实施。从省内讲，“西引黄河、东抓蓄调”应成为今后水源工程建设的战略重点。

黄河流经山西西部、南部 960 多公里，多年平均径流量近 400 亿立方米，是补充山西境内水资源不足的最可靠的水源，但目前全省直接用量只有 1.2 亿立方米，所以西部引黄将是今后山西新水源开发的重点。东部是山西的相对富水区，滹沱河、沁河，漳河等河水量比较充沛，但目前开发利用程度只有 12.6%，绝大部分水量流出境外。今后要有计划地兴建一批拦蓄工程，除满足东部经济开发的需水要求外，还可将水引到腹部地区。纵贯南北的腹部盆地平川，人口稠密，工业集中，农业发达，水资源开发利用程度较高，

桑干河、汾河、涑水河的开发利用率已达 70% 以上，地下水严重超采，开源增水已无潜力，水的供需矛盾最为突出，必须走节调并举的道路。

“九五”时期的新水源工程建设，要重点抓好万家寨引黄、汾河二库、临汾沁河灌区、黄河浪店水源工程、禹门口提水工程和滹沱河南庄引水工程等，力争“九五”末实现新增供水 20 亿立方米。同时考虑本世纪末经济和社会发展对新增供水需求的压力，及早掌握本省境内，特别是边界水资源的控制权，应加紧浊漳河吴家庄水库、沁河涨峰水库、滹沱河坪上水库、文峪河柏叶口水库、潇河松塔水库和运城北赵引黄等项目的前期准备工作，力争早日上马，实现到 2010 年再增供水能力 20 亿立方米的目标。

万家寨引黄工程是关系山西全省乃至全国的千秋大业，也是山西的一号重大项目。渠首在偏关县境取黄河水，总干渠长 35 公里，输水至偏关县下土寨后，分南北干渠分别送水至太原、朔州和大同市。工程引水流量 48 立方米/秒，年引水量 12 亿立方米。其中北干向大同、朔州引水流量 22.2 立方米/秒，年引水量 5.6 亿立方米；南干向太原引水流量 25.8 立方米/秒，年引水量 6.4 亿立方米。该工程是从根本上解决太原市水资源紧缺，推动山西能源重化工基地全面发展，振兴山西经济的重点工程。

汾河二库位于汾河水库下游 80 公里的太原市北郊玄泉寺附近汾河干流上，是以防洪、城市供水为主，并具有调蓄万家寨引黄水量和水力发电等综合效益的大型水库工程。设计总库容 1.33 亿立方米，坝高 83 米。水库建成后，自身年平均可为太原市增加工业及城市用水 0.44 亿立方米。

禹门口提水工程是山西麦棉基地的骨干水源工程之一，总装机 44270 千瓦，提水流量 26 立方米/秒，年提水量 4 亿立方米，其中工业用水 1.88 亿立方米，农业用水 1.82 亿立方米，冲沙用水 0.3 亿立方米，主要供给山西铝厂工业用水和灌溉河津、稷山、新绛汾河北岸 49.82 万亩农田，其中改善水地 15.45 万亩，新增灌溉面积 34.37 万亩。工程于“八五”初期开工，提水枢纽已基本建成，所有灌区工程在“九五”期间内完成。

沁河灌区工程系大型跨流域调水工程，它在沁河上游兴建马连圪塔水库，从水库引水 2.6 亿立方米，穿过草峪岭隧洞送水到汾河东岸，灌溉洪洞、临汾、襄汾、侯马、曲沃、翼城、浮山等 7 县市的汾东 50 万亩高垣旱地和改善 30 万亩水地，并给城市供水 0.63 亿立方米。其总干渠全长 75.5 公里，“八五”初期草峪岭隧洞工程正式启动。第一期计划先建总干渠 36.6 公里及两条干渠和临时渠首工程，后建水库枢纽工程。竣工后，每年可为农业供水 0.78 亿立方米，增加灌溉面积 10.0 万亩。

南庄引水工程渠首设在定襄县南庄村附近的滹沱河上，引用滹沱河、涑水河河川径流和坪上泉水，凿隧洞穿过系舟山，分四级扬水，铺设 60 公里压力管道，引水至忻州市豆罗水厂。建成后可供城市和工业用水 1 亿立方米/年。该工程已提出可行性研究报告，正在进行坪上泉组泉水量评价的深化工作。

浪店水源工程位于黄河小北流中段左岸的临猗县浪店上游自流率较高的黄河岸边，主要解决已建的夹马口、小樊、尊村三大引黄提水灌区取水口长期脱流取不上水的问题，设简易固定泵站，提水流量 42.9 立方米/秒，沿黄河左堤外侧开挖自流输水干渠，依序送水至夹马口、小樊、尊村各站取水口。竣工后，可增加提引黄河水量 2.4 亿立方米/年，改善三站灌溉面积 200 万亩。

吴家庄水库位于黎城县吴家庄附近的浊漳河干流上，是山西境内浊漳河最下游的一座大型水库。控制流域面积 9410 平方公里，水库总库容 2.75 亿立方米，坝高 77 米。水库建成后，每年可供给长治市工业用水 0.86 亿立方米（包括补充王曲电厂辛安泉供水的不足部分），供给黎城县农业用水 0.54 亿立方米，新增灌溉面积 10 万亩，改善水地面积 8 万亩。

在抓好大型水源工程建设的同时，还要坚持大中小并举、分级举办的方针，发动和依靠群众坚持不懈地大搞农田水利基本建设，大力兴办小水利工程，特别是要大力拦蓄和利用天然降水与境内小泉小水，形成星罗棋布的小水库、小塘坝，努力扩大和增加区域灌溉面积。根据合理开发、补采平衡的原则，还要重点抓好大同、朔州、忻州、长治的部分地区和东西两山的地下水连片开发，“九五”期间再打新井 300 眼，安排重点小水利工程 300—500 处。

#### 四、狠抓节约用水，建设节水型社会

通过节水解决山西水资源紧缺的问题，是与增水工程相对应的另一个战略措施。尤其是在山西水资源短缺、提引水工程建设大、耗资多的情况下，节水更具有现实和长远的意义。

实施节水工程，要全方位推进，社会化运作，做到农业、工业和城乡生活用水一起抓。但从目前山西用水结构和节水潜力看，要把农业节水作为重点，大幅度提高农业灌溉用水的利用率。

在农业节水的道路上，山西人民进行了长期的艰苦探索。

70 年代，随着灌溉农业的迅速发展，全省掀起了群众性的包括渠道整修、平田整地为主要内容的节水配套工程建设，辅之于农业灌溉制度的改革，把农业灌溉用水指标由大水漫灌下的 200 多立方米降到 150 立方米以下。

80 年代，伴随着老化失修水利工程的整修配套，山西人民把农业灌溉节水的视线集中到渠道防渗改造中，在此期间，干支斗三级输水渠道采用混凝土预制板、预制板和加塑料布以及现浇 U 型渠道防渗技术，全省发展防渗渠道近 4000 公里，40% 的渠道实现了防渗，使灌溉的亩次用水指标下降到 100 立方米左右。

90 年代，山西从试点到推广，农业节水围绕输水渠道化出现了新的局

面。主要技术标准为：每亩管道不少于6—8米，田面畦块不少于10畦，出水口距离不超过30米，亩次用水量不大于50立方米。以此为标准，截止1994年底，全省铺设输水管道25000多公里，发展达标管道输水节水面积480万亩。每年可节水7亿多立方米，相当于数十亿元建设的大型水库。

管道输水在减少渠道渗漏、蒸发，减少渠道占地，加快灌溉周期等方面显示了强大的生命力，配合传统和现代的耕作技术，农民得到了实惠，激发了农业节水工程建设的热情。群众盛赞这种节水方式：“管灌加上塑料布，家家都是万元户。”

管道输水灌溉在农业节水上不能说不是一个大的跨越。但是管道输水只是解决了输水系统的节水问题，并没有真正解决浇地中的节水问题，农业节水必须从更高的层次上进行更深入的改革。1994年9月，中共山西省委领导在听取水利部门农业节水工程建设汇报以后，省委书记胡富国强调，要学习和推广世界上最先进的节水经验和节水技术，提出要把以色列的节水技术搬到山西来。其后，省地县数次组织主要领导和专业技术人员到以色列进行农业节水考察，结合山西实际，提出了农业节水的新思路。一是农业节水要向深度发展。由输水系统的节水向田间节水发展，把过去“浇地”的传统观念逐步向浇庄稼更新。二是农业节水要向广度扩展。山西山地面积大，农业节水不仅要占领平川，同时要充分利用小泉小水、小塘小坝，发展微型灌溉，农业节水逐步由平川向山区扩展。三是节水技术要向高度进军。加大农业节水的科技含量，由过去的逐年改造向连片治理一步到位发展。在因地制宜的前提下，尽可能多地发展大田喷灌，林果滴灌、山地流动喷灌以及经济作物渗灌等高新灌溉技术。

围绕这一思路，山西对“九五”农业节水进行了规划，以省政府的名义做出大力实施农业节水的决定。并在全省布设了大同菜地微灌、晋中大田喷灌、临汾经济作物喷灌、运城万荣渗灌、临猗微机控制滴灌等5个不同类型的农业节水示范区，以此辐射和带动全省农业节水向更高的层次发展。与此同时，成立农业节水技术推广站，加强农业节水应用技术的研究与推广，把农业节水从提引拦蓄到输水系统，从田间灌溉到耕作栽培技术，作为一项系统工程来抓，用最少的水量获得最佳的经济效益，最终向“生育节水”农业发展。

山西农业必须走节水的路子，这是我们面对现实做出的历史选择，也是山西农业发展的希望所在。山西省委、省政府已经做出决定，全省每年新增节水面积120万亩，到本世纪末，达到1150万亩，农业节水工程建设必将为山西农业的再度发展积蓄更大的能量，提供更大的支持。

同时，山西的工业节水近几年来也取得了初步成效，使工业用水的重复利用率由27%提高到73%，工业用水年递增由14.4%下降到1.15%。今后工业节水在具体措施上要普及计量仪表的安装，制定合理用水定额，加强用水计划管理，积极采用先进的节水工艺技术，降低单耗，提高水的重复利用

率。为了用经济杠杆促进节约用水，要按照不低于今后节水成本的原则调整工业用水价格，实行重奖重罚，将现行累进制加价收费的标准由 1—5 倍调高为 10—50 倍。同时建立节水奖励基金，调动节水的积极性。工业节水的重点仍然是电力、化工、冶金、机械、造纸等用水大户，以及太原、大同、阳泉、长治、榆次等缺水地区。“九五”期间以加强管理、回收冷却水为主，以后逐步向节水深度发展，在抓好冷却水回收的同时，结合污水治理回用，大力节约工艺水。通过上述措施，到本世纪末把工业用水总量控制在 25.3 亿立方米，万元产值综合取水指标达到 343 立方米，重复利用率达到 85.5 %。

城市生活用水也要积极推广节水。普及计量仪表、节水马桶、节水龙头等节水器具的安装。制定合理定额，加强计划用水管理。对超计划用水实行累进制加价收费，节水的重点是公用事业单位。有条件的要积极采用中水道供应杂用水，努力杜绝生活用水的浪费。

## 五、加速污水治理，实现污水资源化

近几年，山西的水污染治理已开始引起重视，省政府每年都拨出专款，用于环保和污水治理。工矿企业现已安装污水处理设施的有 200 多套，处理能力近 1.0 亿吨/年。已建成的污水集中处理设施有太钢、太原北郊、杨家堡等污水处理厂，处理能力已达 20 万吨/日，其中二级处理 3.5 万吨/日。大同东郊污水处理厂、长治污水处理厂和太原杨家堡的二级处理设施也已建成。太原市是山西污水治理的重点，目前已基本控制了污水排放量的增长。但是，山西污水处理水平还很低，随着工业和乡镇企业的发展，污水量还会有很大的增长。据环保部门按现状预测，到 2000 年全省污水总排放量将达 13 亿立方米，这说明污水处理的任务还很艰巨，污水回用的潜力还很大。因此，必须把污水处理回用作为解决山西水资源紧缺、保护生态环境的一项重要措施来抓。污水处理应坚持集中与分散相结合、处理与回用相结合的方针，近期以改造工艺技术、压缩污水排放量、适当进行厂内净化措施为主。从现在起，工矿企业包括乡镇企业及其他排污单位都要做出污水治理规划，结合技术改造，抓紧安装污水处理设施，限期达到污水排放标准，增加污水回用量。新建企业应严格执行“三同时”原则，在工程设计中同时设计污水处理设施，同时建设，同时使用，达不到“三同时”标准不能投产。同时，在污水排放集中地的大中城市及工矿区，要有计划地兴建一批污水处理厂。

“九五”期间，使全省主要工业城市大型污水处理厂的处理能力达到 65—70 万立方米/日，新增 28—33 万立方米/日，年可新增工业处理回供量 6000 万立方米，农业处理回供量 8000 万立方米。节水战略的实施和污水回供，对缓解工农业供水紧张的状况将发挥出一定的作用。

## 六、就水建厂，合理调整工业布局

为缓解山西水资源的供需矛盾，新建工矿企业在布局选点时，应充分考虑到水资源分布和开发利用在地区上不平衡的特点，扬长避短，就水建厂。在水资源紧缺的地区，应严格控制耗水量大的工业发展，新建工业企业尽量安排在东西两翼相对富水地区，以缓解腹部地区供水紧张的压力。在辛安泉、柳林泉、禹门口黄河岸边、天桥、龙口等地布设的潞城工业区、柳林工业区、河律铝煤电工业区、河保偏煤电工业区，已在规划拟定，应优先开发，并再适当布设一些耗水大的工业项目。随着能源重化工基地的规模扩大，还要在沁河流域建设阳城工业区，在清漳河建设左权工业区，在滹沱河建设忻定工业区，同时充分利用尊村提黄工程，发展水济工业区，并在尚未充分利用的后湾、关河等大中型水库附近布设工业项目。

## 七、加强水资源的统一管理保护

加强水资源的统一管理，保护水资源，是解决山西水资源紧缺的一项重要措施。要继续贯彻《水法》和《山西省水资源管理条例》，严格以法治水，在重要的泉源、城市工矿供水水源地、地下水超采区，划定水资源保护区，设立专门机构，制定特殊措施，强化对水资源的统一管理保护。对水资源的开发利用要加强统一规划，合理安排，严禁乱采乱用，防止水资源的破坏。为了控制地下水状况的进一步恶化，要调整腹部盆地水资源开发利用结构，制定安全超采理论，调整水井密度，实行水权登记，统一发放取水许可证，逐步实现采补平衡。在这些地区要加速地面水源工程和污水回用工程的建设，实行多水源的联合调度，提高供水系统的应变能力。对地下水漏水区应严格控制开采，并采用工程措施，结合灌溉进行回灌，使地下水得以休养生息。加强水资源的长期观测、水质监测和地下水的勘探工作。对岩溶地下水的开发利用、地下水的人工回灌、水资源联合调度运用、水源保护和节约用水等重大课题，组织有关部门集中力量进行多学科的综合研究，使有限的资源发挥更大的经济效益。对取得的水资源勘探成果和科学研究成果等，必须按照有关法律履行审批手续，否则不得作为开发利用的依据，以免造成失误。

## 八、全方位建设保水固土的拦蓄工程

山西水土流失严重，天然降水偏少，而且利用率不高。因此，大搞保水固土的拦蓄工程不仅是涵养水源、改善环境与河川治理的战略工程，也是贫困山区发展经济、脱贫奔小康的致富工程。

改革开放以来，山西省委、省政府在大量调查研究的基础上，先后不失

时机地制定了一系列保水固土的方针政策，组织实施了一系列以流域为单元的系统拦蓄工程建设，把拦蓄水土同水土流失综合开发治理结合起来，把工程措施同生物措施结合起来，推动了水土保持系统拦蓄工程在全省范围内的持续、稳定、健康和快速的发展。第四章 人类的近邻——生物

自然生态经济系统，是由人类、生物、土地、气候、水资源及矿产资源等子系统构成的一个相互制约、相互促进的链式生态圈，生物子系统是这一链式生态圈中重要的一环。

人类是地球的主宰，生物是人类的近邻。人类的活动影响着生物的发展，生物的盛衰也影响着人类的生存，这就是我们所说的生态平衡。生物对人类文明有重要的现实及长远作用，随着人类生态意识的提高，人们已经越来越重视保护自身的近邻。

我国是生物多样性十分丰富的国家，从植物种类来说，约有 3 万多种，仅次于马来西亚和巴西，居世界第 3 位。物种特有性也很高，仅哺乳类特有种就占总种属的 14%。这是一笔巨大的财富，不仅能为我国人民带来现实的生态经济效益，而且通过生物技术、遗传工程等现代手段，利用这些生物基因，将会培育出更多的满足人类物质生活需要的新品种，因此，它们还具有深远的生态经济战略意义。所以，当今科学家赋予我国丰富的多样性生物资源更广、更深层的意义：生物多样性是自然界中生物基因、物种及生态系统多样性的总和。而随着生物技术、遗传工程的发展，远缘物种间的特性移植、替换已成为可能，利用遗传技术可交配出更符合人们需要的品种，这使得物种基因的多样性、特有性显得更加重要。基于这一认识，世界各国都十分重视保护生物多样性和建设种质基因库。

从更深一层意义上来看，生物多样性资源不仅是一个国家的财富，更是人类生存发展必须依赖的物质基础。一个物种是大自然经历了千万年育化出来的，一旦消失将不再出现，而一个物种灭绝，给整个生态经济系统带来的破坏将是无法估计的。可是据美国国会技术监督局估算，到 2000 年，地球上 15%—20% 的物种将消失。保守地估计，每天都有一个物种在灭绝，到 2050 年将有 25% 的物种陷入绝境，6 万种植物将要濒临灭绝，物种灭绝总数将达到 66—186 万种，形势十分严峻。

森林作为野生物种重要的生长栖息地，它的快速消失是物种大规模灭绝的一个重要原因。我国森林覆盖率低，导致了我国许多物种的灭绝，据专家估计，我国的濒危物种占到总物种的 10%。

人为因素的破坏，是物种多样性受到的另一个严重威胁。由于人口的巨大压力，发展经济摆脱贫困的需要，巨额利润的诱惑，使得破坏生物资源的活动愈演愈烈。每年全世界的非法野生动物贸易额有 50—90 亿美元，其中，走私珍稀濒危动物达 20—30 亿美元，成为仅次于毒品、军火交易之后的第三大走私活动。1993 年 12 月，中国根据美国提供的资料，在有关部门的配

合下，侦破了我国一起历时长、涉及人员多的走私贩卖珍稀蝴蝶案件；近年还连续发生了捕杀大熊猫及倒卖大熊猫皮的案件。虽然发案不是很多，但由此可以看出我国也存在着破坏野生动物资源的问题。

漫长的时间，惨痛的教训，终于使人们认识到自己是不能脱离多样性生物环境而孤立生存的。在保护生态环境和发展经济的矛盾中，终于在生态经济观点的指导下做出了正确抉择：保护生物多样性，协调发展，永续利用，人类才可能持续生存。于是从 20 世纪 70 年代初开始，各国签署了一系列公约以保护生物。1992 年，《生物多样性公约》的签定标志着世界各国政府和人民对待自然生态环境态度的一大转折。李鹏总理代表中国政府在公约上签了字，这表明，中国政府在保护生物多样性方面的态度是积极、主动的。而且在保护生物多样性方面的成绩是显著的。

山西的野生生物资源比较丰富，并有多种特有生物，但也同样面临着野生生物资源不断遭受破坏、多种生物已经灭绝或濒临灭绝的严峻形势。为了保护山西的野生生物资源，建设山西的物种资源种质基因库，使山西的野生生物资源在多样、持续、协调的良性机制下不断发展，最大限度地发挥其生态经济功能，给山西人民带来更大的生态经济效益，十分有必要让人们了解山西生物资源的演变、现状和发展概况。

## 第一节 景色迷人的山西原野

打开山西的植被图，一幅色彩斑斓的织锦画面呈现在我们面前，仿佛看到了山西原野上种类繁多、五彩缤纷、千姿百态的植物群体。它们覆盖着三晋大地，给我们源源不断地提供着粮、棉、菜、果、木材及野生天然食品，成为 3000 万山西人民主要生活物质的来源，与此同时，还点缀着三晋河山，在改善生态环境上发挥着巨大作用。

打开山西动物分布图，我们又发现，山西还有一个生机勃勃的动物世界。那里有着多种种属的飞禽走兽，其中不乏珍禽异兽。它们与人类朝夕相伴，有的给人带来麻烦，但更多的是人类的朋友。由于它们的存在，不仅使三晋大地增添了生机，而且作为生态圈中重要的一环，在给人们提供丰富的野生动物资源、提高人们物质生活水平的时候，还帮助人们消灭危害农作物和森林生长的鼠类与害虫。

过去人类没有认识到生物对自己的重要性，采取了不屑一顾的态度，对有用的生物大肆进行掠夺性开发，而对暂时还没有认识到利用价值的生物则不去研究开发，造成了一方面是利用过度，破坏了生态环境；一方面是利用不足，浪费了生物资源。在当今人口日益膨胀、生活物资严重短缺、环境污染日益加重、人类生存与发展已受到严重威胁的情况下，人类为了给自己寻找新的生活物资来源和改善生态环境，已不得不重新审视自己与近邻的关系。利用与保护并重，已作为人类与生物相处的重要原则，提到人类生存的

议事日程上来。山西也同样存在上述问题，因此，认识山西的生物资源，开发和保护山西的生物资源，已成为生态经济建设中的一个重要课题。

## 一、丰富的物种资源

远古时期，地球气候温暖，雨量充沛，生物种类极多。到距今 7 亿年的白垩纪末，地球的气候发生了巨变，使许多生物灭绝。到距今 2—3 亿年的第四纪，地球进入了大冰川时期，气候严寒，生物种类又一次大幅度减少。而山西自白垩纪以后，气候变化不太剧烈，受第四纪冰川的影响也较小，特别是南部中条山地区，在冰川时期气候变化更小，因而成为古老动植物的避难所，使它们免遭火绝之灾，形成了山西种类繁多、数量丰富的物种资源。

据《山西林业科学》杂志称，山西的植物资源，目前已知的种子植物有 134 科，628 属，1694 种；约占国产科的 38%，国产属的 19.8%，国产种的 7.2%。其中本本植物有 481 种，包括乔木 242 种，灌木 229 种，竹类 10 种。从植物区系上看，受秦岭植物区系和中南、西南植物区系的影响比较明显。在南部的局部地区，有着暖温带半湿润气候，所以尚保留着一部分亚热带种属和中国特有种属及山西特有种属。

据山西自然保护区管理站等编写的《山西陆栖野生动物》一书称，山西的陆栖野生动物资源，目前已知的陆栖脊椎动物共 413 种，占全国总数的 20.1%。其中，兽类 65 种，鸟类 316 种，爬行类 20 种，两栖类 12 种。这些动物中，包括国家一级重点保护野生动物褐马鸡、金雕、黑鹳、金钱豹等 14 种；国家重点保护野生动物天鹅、灰鹤、勺鸡以及各种猛禽、猕猴、大鲵等 54 种；省重点保护野生动物苍鹭、冠鱼狗、复齿鼯鼠等 27 种；中日候鸟保护协定中提出保护的鸟类在山西就有 140 种。

山西动植物资源虽然种类较多，但多数种属的个体数量较少，分布范围狭窄。植物种属 60% 以上分布在南部山区，不少植物种，如南方红豆杉、连香树、翅果油树、山白树、矮牡丹等，只有数百株和小片零星分布，不少已濒于灭绝。在野生动物资源中，只有 87 种分布比较广泛，而近 80% 的种属个体数量已经很少，仅能偶尔见到数只，或在深山密林中有很小的种群，如大鲵、猕猴等。单体数量少，濒危种类多，是山西野生动植物资源的一大特点。为了发展生态经济，今后必须加强野生动植物资源的保护。

山西是我国人类活动最早的地区之一。随着人口的繁衍和增长，人类的社会经济活动范围越来越大，使山西原来十分繁密茂盛的原始植被被逐渐破坏，有的被辟为耕地，有的演变为次生植被。1982—1983 年期间，山西省林业厅根据卫星照片资料解译，同时通过组织综合考察和国内著名林学专家鉴定，在中条山中段的垣曲七十二混沟发现了 10 多万亩以辽东栎为主的栎类斑块状原始森林群落。这是迄今为止全省仅有的一处原始森林群落类型，现已划为历山自然保护区，对其实施重点保护。受人为活动影响明显，原始群

落类型稀少，是山西植被的特点。

## 二、山西的植被

### （一）山西的植被带及特征

山西位于黄土高原的东部，其天然植被当属黄土高原类型。中国科学院黄土高原综合考察队在《黄土高原地区植被资源及其合理利用》研究报告中，根据总体生态特征，将黄土高原划分为5个植被地带，由东南向西北依次为：暖温性森林地带；暖温性森林草原地带；暖温性典型草原地带；暖温性荒漠草原地带和暖温性草原化荒漠地带。山西地处黄土高原的东部，只跨前3个植被带，其特征是：

#### 1. 暖温性森林地带

位于山西南部，在地域上大体是和顺—榆社—灵石—汾西—蒲县—吉县以南的汾河下游及涑水河、沁河流域，包括太行山南段、吕梁山南段、太岳山和中条山。气候属温暖半湿润区，干燥度 1.3—1.5，山区为 1.0—1.2；生物气温为 12—13，山区为 8—10；降水量约 550—650 毫米，山区可达 700 毫米。本地带的森林以落叶阔叶林为主，其中栓皮栎、槲栎、櫟树和麻栎是确定的标志树木。

温性针叶林中以油松、侧柏和白皮松为主。本地带内出现喜暖的白皮松林，主要分布在吕梁山南段、霍山、中条山的低山地带，最北不越过关帝山。

天然生的小乔木有槐、桑、榆、臭椿等。谨丛多生长在黄土丘陵的阴坡与石质低山，以丁香、荆条、酸枣为主，随着海拔的增高，则多为二色胡枝子、绣线菊、栒子木等中生灌丛。黄土丘陵的自然坡面上，主要分布着羊胡子草、野黄菊、中华隐子草、黄背草、大油芒和白羊草等，组成了草甸草原。这一地带气候温暖，雨量较多，土壤肥沃，是开发较早的农区。农作物以冬小麦、玉米、水稻、棉花、花生、甘薯为主，二年三熟；栽培的果树有柿、枣、核桃、苹果、桃、杏、山楂、石榴等。在农业生态经济建设中，应利用水热资源丰富的优势，发展以种植业为主的多种经营。河谷平原是粮食主产区，广泛应用生态农业技术提高单位面积产量，是这里持续提高粮食生产力的主攻方向。黄土丘陵区应在发展多层次林业建设和控制水土流失的同时，实行林粮间作、果粮间作，以充分利用光热资源。低山区应发展以果树为主的林业建设。山地以发展用材林为主，人工造林与保护恢复天然林相结合，发挥林木的水源涵养作用。

#### 2. 暖温性森林草原地带

本地带位于暖温性森林地带的北部，北至五台—原平—宁武—神池—奇

---

干燥度：根据 Panman 的方法计算。

生物气温：根据 Thotnthwaite 的方法计算，为高于 0 至低于 30 各月平均气温 3 年平均值。

岚—兴县—临县—一线，包括汾河上游、太行山北段、吕梁山中段。这一地带内，除忻定盆地和太原盆地地势较低（海拔约 700—900 米）外，其余均为海拔 1000—1200 米的黄土丘陵。气候属温暖的半湿润半干旱区，干燥度 1.4—1.8，山区为 1.1—1.2；生物气温为 9—10℃，山区为 6—8℃；降水量 450—550 毫米，山区可达 600 毫米以上。

该地带处于森林与典型草原的过渡地带，草原植被已经在黄土丘陵上占有较大优势。分布较广并有代表性的草原是白羊草草原、长芒草—白羊草—兴安胡枝子草原、艾蒿—长芒草草原、长芒草—兴安胡枝子—杂草草原等。它们多分布在黄土丘陵的阳坡、梁顶以及田边地埂和多年的撂荒地上，也常出现在侧柏林下，使这里的侧柏疏林具有十分明显的草原化特征。沟谷阴坡以赖草、披碱草、鹅冠草及曲尖萎陵等组合的各类草甸草原比较普遍。

这里分布较多的灌木，多为中旱生与旱中生种类。在中低山地区是灌丛植被发育最广泛的地区，尤其以吕梁山和太行山地区为最。在阻坡，多见虎榛子、绣花菊、黄刺玫等灌丛；在阳坡，则多见沙棘灌丛。它们多是在森林被破坏后形成的。

这一地带的森林主要生长在地势较高的山体上和阴蔽的沟谷中，主要是油松、白桦、山杨等树种组成的纯林或混交林。黄土丘陵区的自生小乔木有榆和臭椿。栽培于沟谷中的多是洋槐，由于冬季寒冷，所以难成大乔木，但其根系发达，有较强的水土保持功能。

这一地带，黄土层较厚，农业开发也较早，但因水土流失严重，所以农业生产水平不高。主要农作物有冬小麦、玉米、糜、谷、高粱和马铃薯，一年一熟或二年三熟。从作物种类和熟制方面也呈现了过渡性。

在农业生态经济建设中，这里应在精耕细作的基础上，实行多模式的草粮轮作，以提高耕地肥力，增加农作物产量。大于 25° 的坡耕地要积极退耕还林还牧。加强垣边沟坡的造林，以固沟护坡，减少对农田的侵蚀。

### 3. 暖温性草原地带

位于暖温性森林草原地带以北，包括大同市的桑干河流域。山地有恒山、管涔山和洪涛山。属温暖半干旱气候，大部分的干燥度在 1.8—2.2 之间，山区为 1.2—1.6；生物气温为 8—9℃，山区在 7℃ 左右；年降水量在 450 毫米以下，山区可达 500—600 毫米。

这里的植被以草原占优势，其中以长芒草草原分布最广。在桑干河流域的黄土台地上，多是由大针茅单独或与麦芒草共同构成的草原。灌木以柠条、锦鸡儿和小叶锦鸡儿分布较多。在黄河峡谷中，分布有酸枣。天然生的乔木树种较少，只有一些散生的侧柏。在已经沙化的丘陵上，锦鸡儿疏灌丛和油蒿半灌木群落较多。天然生的乔木树种较少，以侧柏多见。

由于气候干旱，这里的农业生产水平较低。除去大同盆地及河流沿岸适于发展农业以外，其他地区则是农牧结合区。大部分的农业生产水平不稳定，作物歉年率在 11%—30% 以上；适宜的作物有春小麦、糜、谷、马铃薯、

荞麦、莜麦、胡麻、黑豆等，一年一熟。

为了改善这里风沙大、气温低、干旱严重的生态环境，必须大力发展林业和人工种草。由于自然条件的限制，这里在发展人工植被中，不适于种植大型乔木，只适合种植柠条、小叶锦鸡儿等旱生灌木及早生草本植物；阴坡虽然可以栽植侧柏、杏树、榆树、油松和杜松，但只能成疏林，且多为“小老树”。为了控制水土侵蚀，可种植萌孽性强的沙棘，同时栽种榆树、侧柏、山杏，利用沙棘固氮改土的生态功能，来提高乔木的生存率和生长质量。在地下水埋深浅的沙地，可种植獐子松、臭柏、小叶杨和怪柳。

## （二）山西的植被区

山西地形复杂，气候多样，土壤类型繁多，在这些自然因素的综合作用下，实际有着多种多样的植被类型。其最大特点是南北地带性分布和垂直变化十分明显。

根据地理位置、气候条件及构成植被的主体植物种类等特征，从植被水平分布看，山西从南到北可划分为5个植被区。

### 1. 晋南落叶阔叶、针阔叶混交林区

本区包括中条山、吕梁山南段、运城及临汾地区。这里是山西热量条件最好、降水较多的地区，也是植被类型最多、种类最丰富的地区。据调查，本区有种子植物127科、480多属、1100余种。全省现有的种子植物种属这里大部分都有，是5个植被区中植物种属最多的一个。这里的植被以暖温带植物为主，还有一定数量的亚热带种属，如领春木、连香树、南方红豆杉、三叶木通、葛藤，以及经济价值较高的山茱萸、软猕猴桃、华中五味子、漆树、杜仲等。本区内有中条山、吕梁山两大林区和历山、蟒河两个自然保护区。

### 2. 晋东南针叶阔叶混交林区

本区包括太行山中南段、太岳山和长治、晋城、阳城盆地。本区热量条件较好，降水也比较丰富，适于多种植物生长。药用植物、干鲜果类品种多、分布广；油松面积大，是山西油松天然林和人工林分布较集中的区域。本区内有太行山、太岳山两大林区。

### 3. 晋中针叶林、落叶阔叶林区

本区包括晋南、晋东南以北，恒山、管涔山、紫金山一线以南的广大地区。这里多为山地丘陵区，高差较大，森林分布较广，有五台山、管涔山、关帝山、黑茶山四大林区和一些地方林场。自然植被有云杉林、华北落叶松林、油松林、辽东栎林及小片分布的山杨、桦林，灌丛以土庄绣线绒、虎榛子、黄蔷薇、沙棘等次生灌木占优势。管涔山和关帝山的植被保存较好，除了省属两大林区外，还建立芦芽山和庞泉沟两个自然保护区。

### 4. 晋西北灌丛草原区

本区包括黄河东岸的河曲、保德、偏关、兴县。气候比较干燥，少有森林植被，只在局部山地有小片的桦树及山杨、华北落叶松林。主要自然植被

为白羊草、针茅、蒿类和柠条、沙棘等组成的灌木草原。

#### 5. 雁北干草原区

本区包括恒山以北、管涔山以东的广大地区。这里地势高，气候寒冷干燥，自然植被以芒草及早生蒿类组成的草原和百里香草原为主，局部山地有小片的山杨、白桦、华北落叶松林，但生长数量较少。为了改善生态环境，这里曾大量营造小叶杨林，但生长极差，难以成材，多为“小老树”，改造这些林木是这里林业建设中的一项重要任务。

山西地势高差悬殊，在不同的高度具有不同的自然条件，因此也形成了不同的植被类型，这就出现了植被垂直分布差异明显的特征。在海拔高的山区表现尤为明显。

就全省总体看，随着海拔的升高，植被的垂直变化依次是：草原带（或灌丛带） 针叶阔叶混交林带 中山针叶林带 亚高山灌丛或亚高山草甸；南部由于比较温暖，植被的垂直变化依次是：灌丛带（或草原带） 低中山针阔叶混交林带 落叶阔叶林带 亚高山草甸（或高山草原带）。在五台山、吕梁山、芦芽山、太岳山、中条山和太行山等不同的山区又有着不同的植被垂直变化情况。

#### （三）山西主要植被类型及群系

根据植物群落的建群种和优势种的生活型、层片结构状况以及栽培作物的组合与熟制，山西的植被又可划分为 9 个主要植被类型和 61 个群系。这样划分的植被类型不仅反映了植被外貌，而且反映了植物群落的生态环境特点。

9 个主要植被类型和 61 个群系是：

##### 1. 针叶林

可分为 7 个群系，即华北落叶松林；白杆、青杆林；含臭冷杉的华北落叶松白杆青杆林；油松林；白皮松、侧柏林；侧柏林；华山松林。

##### 2. 针阔叶混交林

可分为 3 个群系，即华北落叶松、白桦林；油松、辽东栎林；油杉、山杨、白桦林。

##### 3. 阔叶林

可分为 9 个群系，即辽东栎林；栓皮栎林；僵子栎林；栎类、鹅草栎杂木林；山杨林；白桦林；山杨、白桦林；小叶杨林；刺槐林。

##### 4. 落叶阔叶灌丛

可分为 11 个群系，即箭叶锦鸡儿、金露梅、银露梅灌丛；白腊叶竟花灌丛；柠条、锦鸡儿灌丛；三裂绣菊灌丛；土庄绣线绒、二色胡枝子灌丛；虎榛子、沙棘、黄刺玫灌丛；沙棘灌木；蚂炸腿子、野皂荚灌丛；翅果油树灌丛；荆条、酸枣、白刺花灌丛；黄庐、连翘灌丛。

##### 5. 灌草丛

可分为 5 个群系，即灌木铁线莲、蒿类灌草丛；三裂绣线菊、杂草类灌

草丛；沙棘、白羊草灌草丛；野皂英、白羊草灌丛；荆条、白羊草灌丛。

#### 6. 草原

可分为 5 个群系，即蒿类草原；白羊草、黄背草草原；铁杆蒿、艾蒿、禾草草原；百里香、本氏针茅草原；达乌里胡枝子草原。

#### 7. 草甸

可分为 9 个群系，即苔草草甸；五花草甸；杂草草甸；以葡萄萎陵菜、地榆为主的杂类草草甸；拂子茅草甸；罗布麻草甸；獐茅草甸；隐花草；盐地碱蓬、盐角草草甸。

#### 8. 沼泽

可分为 2 个群系，即芦苇、香蒲沼泽；慈菇、泽泻群落。

#### 9. 栽培植被

可分为 10 个群种，即春麦、谷子、莜麦、马铃薯、甜菜等一年一熟农作物群落；玉米、高粱为主的冬麦、杂粮两年三熟农作物群落；麦、稻、杂粮两年三熟农作物群落；玉米为主的冬麦、杂粮两年三熟农作物群落；冬麦、玉米，谷子为主的杂粮两年三熟农作物群落；麦、棉一年两熟农作物群落；棉、麦一年两熟农作物群落；干鲜果品；柠条为主的人工草地；沙打旺为主的人工草地。

### 三、山西的动物区系

自然界中的动物，有选择最适宜的环境生存和繁衍的本能。不同种类的动物的适应能力差别很大，对某一种动物种类来说，不适宜的环境，常常成为动物生存、分布的局限。

尽管环境对动物有种种限制，但动物总是不断地适应环境。这种适应，通常表现在形态生理和行为生态方面的各种特征上。动物对环境的适应，是经过无数代长期的自然选择和互相竞争而形成的，能够生存至今日环境的动物，都是自然选择的优秀者和相互间竞争的胜利者。现在的环境对动物仍在继续不断地进行选择，未来仍将是“适者生存”。可见，动物对环境的适应并不是完全的、绝对的，而是有限的、相对的。环境限制动物，动物适应环境，二者之间是一种对立统一的关系。

在自然界中，任何环境因素都不是单独地对动物发生作用，而是相互联系、相互制约、综合地在起作用。强调环境的综合作用，并不是各种因素等同地发挥作用，而是一种或几种因素在起主要作用。主导因素决定着某种动物的生态分布。例如，荒漠动物是湿度这一主要因素决定了其分布，对于两栖动物则是温度决定了其分布。

任何一种动物，都在受着环境因素的影响，同时动物也在影响着环境。这种相互作用是通过动物机体的新陈代谢而完成的，也就是说，动物不断地从外界环境中吸收所需物质，一方面建造和发展自身，同时又将生命活动过

程中的各种产物反馈到外界环境，在改变环境的同时，也对自身产生影响。

在上述机制的作用下，不同种类动物的分布就具有了很强的区域性，这就形成了动物分布上的区系。研究动物的分布区系，将使我们系统地认识在国域或省域中动物的分布规律及其种类态势。这在开发利用和保护动物资源，持续地提高其生态经济效益，在经济建设中充分发挥其生态经济功能等方面，具有重要的现实意义和战略意义。

### (一) 山西动物区系特征

#### 1. 动物种类繁多

山西地跨两个热量带——中温带和暖温带，南北热量差异较大，地形又比较复杂，形成了多种多样的植被类型，为野生动物提供了多种多样的栖息环境，因而出现了多种多样的野生动物，而且在全国野生动物种数上占有一定比例（表 4—1）。

表 4—1 山西陆栖脊椎动物科种及占全国比重

纲别	科			种		
	全国	山西	占全国%	全国	山西	占全国%
哺乳纲	44	20	45.45	414	65	15.70
鸟纲	81	51	62.96	1166	316	27.10
爬行纲	21	7	33.33	315	20	6.35
两栖纲	10	5	50.00	146	12	8.22
合计	156	83	53.21	2041	413	20.24

#### 2. 区系组成复杂

根据全国动物地理区划，山西的动物区系属于古北界—东北亚界—华北区—黄土高原亚区。山西 413 种陆栖脊椎动物，依照动物地理分布范围分析，动物区系组成为古北界、东洋界和广布界，其中古北界的种类占优势。

根据种的分布区相对集中，并与一定的自然地理区域相关的事实，又可将山西陆栖脊椎动物分为以下几个分布类型。（1）北方种类：含北方型、东北型、中亚型、高地型、华北特有型，占总种数的 37.50%。

（2）南方种类：占总种数的 20.50%。

（3）广布种类：占总种数的 21.75%。

#### 3. 动物区系组成与临近地区关系密切

山西与毗邻地区虽有山脉、河流等天然屏障，但对动物的互相渗入的阻隔作用不十分明显，因此，按种的分布，绝大多数都是与临近地区共有的，而山西的特有种较少。

### (二) 动物生态地理分布特征

#### 1. 南北之间动物分布差异十分明显

山西南北跨纬较大，气候环境差异显著，植被类型明显不同，构成了不同的动物栖息生态环境，因此出现了南北之间动物分布种类差异十分明显的特征。

北部与蒙古高原为邻，无明显的天然屏障，多受蒙古高原气候的影响，气候干燥，干草原是主要植被类型，其动物区系的组成是以北方动物群为主，其特点是：耐旱、耐寒，如沙灵、蒙古百灵、五趾跳鼠、黑线长鼠等，是这里常见的动物。还有一些种类是随西北季风南渗的，如石鸡、斑翅山鹑、风头百灵、毛腿沙鸡、阿拉善黄鼠、子午沙鼠等。

南部中条山区，是半湿润暖温气候，植被为落叶阔叶林，为南方喜温暖动物的渗入提供了条件。这里动物区系的组成特点是：古北界种类居优势，同时也有相当多的东洋界种类，如猕猴、褐沙鸟、山麻雀、白冠长尾雉、大鲵、无指盘臭蛙、隆肛蛙，菜花烙铁头等。另有一些沿东南季风向北渗入的动物种类，如果子狸、豹、社鼠、黄鹌、黑卷尾、长尾山椒鸟等。中部地区是南北两地相互渗入地带，但以北方型动物为主要类型，华北区特有动物主要分布在这里，如褐马鸡、藏树兔、棕色田鼠、岢岚绒鼠、棕背鼠等。

## 2. 动物垂直分布明显

山西的地形山地多，且高低悬殊，带来垂直生态环境变化显著的特点，这就导致了动物垂直分布明显，在山西的诸山系中，以中条山和芦芽山比较典型。

中条山在山西南部，东西走向，最高海拔 2322 米，基处海拔 500 米；气候温暖，降水充沛，但垂直差异大。其主峰历山、云梦山，南坡海拔 500—800 米处，北坡海拔 500—1000 米处，以农田及灌丛植被为主，野生植被矮小稀疏，岩石裸露，同时没有大山和河流。栖息的动物以鸟类为多，常见种类有野鸭、苍鹭、黑鹳、金眶乌、麻雀、家燕、喜鹊、石鸡、金翅雀、三道眉草鹀、白顶 等；兽类以草兔及啮齿类动物为主，也可见到狗獾、狐、黄鼬、艾虎等食肉目动物。在马家河、林家河、李家河等石沙小溪中分布着省内其他地区没有的、两栖类中最大的有尾动物——大鲵，俗称“娃娃鱼”，属国家二级保护动物，由于种群数量少，如不加保护，有灭绝的危险。

在海拔 800—1000 米处的南坡及海拔 1000—1500 米处的北坡，生长着灌丛，栖息的鸟类优势种为，棕头鸦雀、大山雀、北红尾鹀、黄眉柳莺、银猴长尾山雀等，其他常见的还有山鹧、山噪鹛、芦莺、紫啸鸟、三道眉草鹀等，另有红嘴蓝鹳、绿啄木鸟、山斑鸠、杜鹃、红嘴山鸦等栖息于疏林。最常见的兽类有岩松鼠、花鼠，其次是草兔、林姬鼠，较高处的灌丛中有狗、獾、刺猬、野猪，较低处灌丛中有属东洋界种类的花面狸、石鸡、环颈雉和隼类。

到海拔 1200—1200 米处，森林茂密，林下灌草丰富，为动物提供了较好的栖息环境，因此这里的动物种类与数量都较多。大型食草动物有麝、狗等，大型食肉动物有狼、豹、猪獾。狗獾等以及杂食动物野猪等。小型啮齿

关有岩松鼠、花鼠、社鼠、大仓鼠等。山西稀有种类灵长目中的猕猴主要分布于此，属国家二级重点保护动物，是重要的科研实验动物，有观赏价值。鸟类更为繁多，常见的种类有黄眉柳莺与大山雀；普通种类有山斑鸠、绿啄木鸟、斑啄木鸟、棕眉柳莺、褐头山鸡、棕鸟、普通等；偶见种有红脚隼、红嘴蓝鹊、鹤鹑、蓝歌鸲、朱雀、极北柳莺、暗绿柳莺、北灰翁、寿带、锡嘴等。栖息于南坡的有发冠卷尾、黄眉柳莺、沼泽山雀、棕头鸦雀、褐头山雀、角鸮、星头啄木鸟、白腰雨燕、松鸦、黑枕黄鹂、绣脸钩嘴脊鹟等；在针叶阔叶混交林中数量较多的是勺鸡。

海拔 2000 米以上的北坡和海拔 2200 米以上的南坡，气候寒冷，草株低矮，动物栖息条件较差，所以这里的动物比较稀少，常见的有云雀，还有喜鹊、乌鸦；啮齿类动物多是岢岚绒鼠，偶见狼、豺、獾等食肉动物。

芦芽山位于吕梁山北端的宁武县，南北走向，最高海拔 2787 米，基处海拔 1300 米，气温较低，降水量比较丰富。由于生物种类较多，并有多种稀有生物，所以已建自然保护区。海拔 1300—1600 米的低山基处，气温较高，多河谷，自然植被稀疏，多栽培作物，所以野生动物较少。鸟类优势种是喜鹊、石鸡；常见种有红嘴山鸦、北红尾鸲、红尾伯劳、白鹡鸰、大斑啄木鸟、白顶、穗等。兽类优势种是花鼠、鼯鼠、长尾仓鼠等。在梯田、村庄及水面附近栖息着麻雀、红尾溪鸲、金翅雀、家燕等。啮齿类动物有小家鼠、子午鼠、褐家鼠、黑线姬鼠等。渗入的东洋界种类有黑枕黄鹂、火斑鸡、星火啄木鸟等。河漫滩常见种有针尾沙雉、扇尾沙雉、金眶鸻、剑鸻、环嘴鹬等禽类，猛禽有鸢、红脚隼、小鸮，食肉动物有黄鼬等。

海拔 1550—1800 米处的中低山，植被为什叶阔叶混交疏林。栖息鸟类的优势种为山噪鹛、山鹛、河北红尾鸲，常见种是雉、三道眉草鹛。兽类优势种为花鼠、大林姬鼠，常见种是岩松鼠、大仓鼠。东洋界种类猪獾，广布界种类有赤狐、獾、青鼬及绿啄木鸟、山斑鸠、普通夜莺、红隼等。

海拔 1750—2600 米处的高中山，植被为茂密的针叶林，人迹罕至，为动物提供了较好的栖息环境，所以动物的种类和数量都较多，仅啮齿类动物就有 11 种，占到全省该类动物 20 种的一半以上，优势种为林姬鼠和长尾仓鼠。在这里繁衍的鸟类有 24 种，如褐马鸡、红嘴蓝鹊、黄腰柳莺、黄盾柳莺、极北柳莺、星鸦、大嘴乌鸦、大山雀、煤山雀、褐头山雀等。栖息的兽类有原麝、豹、豹、虎和野猪。东洋界种类有果子狸、复齿鼯鼠及长尾山椒鸟等。其中褐马鸡是山西省鸟，与虎、豹均属国家一级保护动物。

海拔 2400—2784 米的亚高山处，植被为低矮草甸，加之长期放牧，动物栖息条件很差，所以鸟类的种类和数量较少，这里已看不到大型动物，多见的是小型动物，优势种为西藏鼠兔，常见种为中华鼯鼠、岢岚绒鼠和棕背等。鸟类的优势种是云雀、树鹩等，常见种为红嘴山鸦、大嘴乌鸦等。

### （三）山西动物的物理地理分布

山西不仅有着自己的动物区系，而且不同地理区域的动物，在不同自然

环境的作用下，又有着具有不同生态经济功能的优势种、常见种和特征种，这就使山西的动物分布带有很强的地域分布特征。认识和掌握这一特征，对开发利用和保护野生动物资源、持续地发挥其生态经济功能、不断地提高其生态经济效益有着重要意义。

根据山西动物区系优势种、具有经济意义的常见种、特征种及自然环境特征，全省可划分为4个物理地理区。

### 1. 雁北—晋西北动物区

包括恒山北麓，沿内长城向西南经芦芽山西麓至紫金山一线以北的区域。这里气候寒冷干燥，1月平均气温为-10℃左右，7月平均气温为20℃左右，年降水量400毫米上下，土壤为栗钙土，地形起伏较大，植被以干草原为主。

动物组成以中亚型动物为主体，啮齿类动物占优势，分布较广的有黑线仓鼠、长爪沙鼠、阿拉善黄鼠、五趾跳鼠、小毛足鼠等，它们都是当地农业和草地的主要害兽。食肉目特有种有貉和沙狐等；在具有经济价值的毛皮兽中，属国家二级重点保护动物的有青鼬、石貂，还有艾虎、兔狲、蒙古兔、达乌尔鼠兔、狗獾、黄鼬等。常见的鸟类有大鸨、毛腿沙鸡、蒙古百灵、沙百灵、红嘴交雀、老鹰等。两栖爬行动物稀少，常见的有大蟾蜍及丽斑麻蜥等。

### 2. 晋中动物区

包括恒山、五台山、吕梁山山区，晋西黄土丘陵区，忻定盆地及太原盆地。气候寒冷干燥，夏季温暖多雨，1月平均气温为-12—-7℃，7月平均气温为23—25℃，年降水量400—500毫米；地形多山地丘陵，中部是盆地平原；山地植被以针叶林、针叶阔叶混交林和灌丛为主，盆地丘陵多为栽培植物。

动物组成以北方型为主，较多的混有中亚型动物，啮齿类动物占优势，常见的有小家鼠、褐家鼠、长尾仓鼠、黄鼠、大林姬鼠、中华鼯鼠、奇岚鼠、棕背、岩松鼠等，都是危害农作物的主要兽类，鸟类特有种，属于国家一级保护动物的有褐马鸡、丹顶鹤、大鸨、虎头海雕、玉带海雕、胡、鸢；属于省重点保护动物的有贺兰山红尾鸽，属于中日保护候鸟的有北红尾鸽，另外还有卷尾鹁鹑等。最多的鸟类为红嘴山鸦、石鸡、斑翅山鸡、环颈雉、树麻雀、鹁鹑、黄眉柳莺、金腰燕等。混生的中亚型有沙百灵、凤头百灵、田鸫、白顶等。大型兽类极少，具有经济价值的国家一级保护动物有虎、梅花鹿；国家二级保护动物有石貂、青羊、兔狲。两栖爬行动物主要有红脖游蛇、蝮蛇、黄脊蛇、大蟾蜍及花背蟾蜍。

### 3. 晋南动物区

包括大行山、大岳山山区，临汾盆地、运城盆地与晋东南各县。地理位置偏南，气候温暖，植被有落叶阔叶林、针叶林、次生灌丛及农田栽培植被。

动物组成以北方型为主，混生有一定东洋界成分。常见的对农作物和森

林构成危害的啮齿类有黑绒姬鼠、长尾仓鼠、大仓鼠、小仓鼠、褐家鼠等。属于国家一级珍稀保护动物的有金钱豹，属于国家二级重点保护的有原麝、林麝、青羊、猕猴等。主要经济动物有狐、狗獾、水獭(国家二级保护动物)、黄鼬、青鼬(国家二级保护动物)、猪獾、果子狸等。食肉动物常见种有麝鼯。鸟类种类繁多，其中列入国家一级重点保护的有大鸨、黑鹳、白鹳，列入国家二级重点保护的有卷尾鹁鹑。鸳鸯、大天鹅，中日保护候鸟有红尾白鹳、罗纹鸟，绿头鸭，其他鸟类有金翅雀、寿带等。两栖爬行动物有蝮蛇、黑眉锦蛇、花脊贻蛛、青蛙等。

#### 4. 中条山动物区

包括中条山山地及其以南的黄河沿岸的地区，地处山西南部，气候温暖，年平均气温 14℃，年降水量 600—650 毫米，植被以落叶栎类及次生灌丛较多。

这里由于气候温暖，植被层次多，覆盖率高，为各种野生动物提供了良好的栖息条件，使其成为山西野生动物种类最多。数量最大的地区，据有关资料统计，该区野生动物有 65 科，225 种，分别占山西科种总数的 83.3% 和 58.9%，其中兽类 46 种，鸟类 150 种，两栖爬行类 28 种。属国家保护的珍稀动物有 14 种，其中一级的有虎、朱鹮、金钱豹、黑鹳、梅花鹿、白尾海雕和金雕，二级的有林麝、原麝、啥狍、鸳鸯，白冠长尾雉、猕猴和大鲵，这里的省内特有种有十几种，除前面提到的大鲵、猕猴、白冠长尾雉外，还有菜花烙铁头、西藏蟾蜍、隆肛蛙、淡盾角蟾等。

## 第二节 森林：历史的遗憾到今天的发展

森林是一个绿色宝库，它能为人类提供大量的木材和多种其他林产品，这些产品在人类的物质生活中有着重要的作用。

森林又是地球上生物多样性最强、功能最完善的陆地生态系统，其特有的调节气候、涵养水源、保持水土、防风固沙、吸收二氧化碳、释放氧气和为野生动物提供生存条件的功能，在保持环境稳定、维持生态平衡上有着其他生态系统难以替代的作用。这一作用，对国民经济建设，特别是对农业经济的持续发展，对解决当今世界所面临的日益严重的环境问题，有着十分重要的意义，因此，人们一致认为森林是国家的基础资源，也是生命资源。

### 一、历史上的山西曾是“万山丛绿，古木参天”

今日的山西森林稀少，这已是众所周知的事实，但古代的山西却与今天的现状迥然不同。

山西地处黄土高原，境内多山，位居中纬，气候多样，为森林发育提供了良好的自然环境，有利于多种树木生长。古代，山西大地覆盖有大面积的茂密森林，是我们先民生活繁衍的基地。据《中国农史》中《我国森林资源的变迁》一文称，大约在公元前 2700 年的新石器末期，山西的森林面积约占总土地面积的 63%。那时，不仅中条、霍山、吕梁、大岳、太行等山系都布满了郁郁葱葱的森林，就是在平原也间生着大片的森林。后来，随着农业的发展和人口的增加，将森林垦辟为耕地的数量日益增多；以木材作为燃料，也大量地消耗着森林；封建统治者用木材大肆兴建宫室苑囿和连绵的战争也破坏了森林，使得山西的森林面积不断减少。到战国时期，山西广阔的绿色林被依然繁茂，但在平原地区森林已明显减少。

三晋时期，魏国相国李悝在推行“尽地力之教”、制定农业发展规划时，只是从全国 900 万亩土地中，除去山泽邑居所占用的土地面积，而没有提到平原上森林的占用面积。由此可见，当时河东地区的可耕土地中，由于不断地开垦，已经很少有森林了。到战国后期，全省森林覆盖率下降到 50% 左右。

秦汉至魏晋时期，山西的森林进一步遭到破坏，面积继续缩小，平原地区的森林已几乎消失。究其原因，除统治者大兴土木修建宫殿和战争的破坏外，另一个重要原因是，这一时期的大量屯田垦殖、增辟农田，以及冶炼业的兴起。

到唐宋，由于制墨业的迅速发展，又增加了一个破坏森林的因素，这时，山西的森林面积减少的速度继续加快。尽管当时山西的森林仍有着“林霭郁幽，百木富饶”的景象，但与过去相比，已经相差很远了。这时山西的森林覆盖率已经下降到 40% 以下。

明清时期，山西人口激增，为了增产粮食，统治者采取了鼓励农民垦殖

的措施；为了戍边，当时又开展了“三屯”，即军屯、民屯和商屯，这就更加速了对森林的破坏。不仅平原地区及其附近山区的森林被大片垦辟为耕地，就连深远山区的森林也因垦殖而遭到破坏，正如有关资料所述，当时“偏关雁门三关森林既已破坏，则相邻的芦芽山也就难于幸免。原来‘林木参差，干霄蔽日’，到后来也都砍伐殆尽”。史念海在其所著《山河集》中《历史时期黄河中游的森林》一文中曾说，明清时代“是黄河中游森林受到摧毁性破坏的时代”，“这种摧毁性的破坏是从明代中叶开始的”。山西恰是地处黄河中游。据《我国森林资源的变迁》一文提供的资料，由于历代不断地破坏森林。到清初（1700年），山西的森林面积由公元前2700年占土地总面积16万平方公里的63%，下降为18.8%。公元1700年以后，森林破坏进一步加速，到1937年，仅过了200年，山西森林面积占土地总面积的比重又下降为6%。到新中国成立初期（1949年），山西的森林覆盖率只有2.3%，当时森林总面积为36.7万公顷，其中天然次生林35.5万公顷，人工林1.3万公顷，林木蓄积量）1037万立方米。

## 二、新中国成立后，山西黄土地逐渐变绿

新中国成立后，随着社会主义建设的发展，山西的林业也在迅速发展。据1991年林业部西北森林资源监测中心和山西省林业勘测设计院共同提交的《山西省森林资源连续清查第二次复查报告》称，到1990年，全省实有林地面积262.43万公顷，其中有林地127万公顷，疏林地45.1万公顷，灌木林地79.7万公顷，未成林地1.1万公顷，森林蓄积量达7226.87万立方米，森林覆盖率为16.0%。同1984年相比，实有林地面积增加了19.5万公顷，增长了8.0%；有林地面积增加了27.7万公顷，增长了27.9%；灌木林增加了0.6万公顷，增长了0.8%；森林蓄积量增加了2743.55万立方米，增长了61.2%；森林覆盖率增长了2.14个百分点。

据《山西日报》1995年3月公布的资料，山西林地面积已发展到267万公顷，森林覆盖率已达到17%，与1984年相比，分别增长了9.9%和3.14个百分点。在生态经济观点的指导下，山西在发展林业中还十分注意发展经济林，1993年，全省已有干鲜水果经济林73万多公顷，而1949年全省仅有果园821公顷，到1990年也只有1800公顷。目前，林果业已成为广大丘陵山区农民脱贫致富的支柱产业。

为了改善山西的生态环境和调整农业结构，不断地增加农民收入，山西在发展总体生态经济林业建设上，主要抓了以下几项工程。

### （一）两山防护林建设工程

西山地区包括太原、大同、忻州、吕梁、临汾5个地市的43个县（市、区），总面积6711平方公里，总人口784万，总耕地21.9万公顷，林地45.8万公顷，森林覆盖率12.7%，尚有宜林荒山145.6万公顷，占总土地面积的

21.7%。总体生态环境特征是，森林覆盖率低，水土流失严重。这里土地面积占到全省的 1/3，而粮食产量仅为 1/7。1978 年以前，所生产的粮食不够自用，农民人均年纯收入仅 50—60 元，是山西最贫困的地区。1978 年经国务院批准，这里被划为“三北”防护林体系建设区。这个体系旨在我国西北、华北北部和东北西部风沙区及黄河中游水土流失区建设一条“绿色万里长城”，以改善这里的生态环境。到 1985 年底，山西已胜利完成 75 万公顷的第一期造林工程，从南部的听水河流域，中部的三川河、宋家川流域，到北部的长城沿线，营造了集中连片万亩以上的造林工程 27 处，千亩以上的造林工程 700 多处。初步建起了带网片相结合、乔灌草相结合、新造林与保护天然林相结合的区域性防护林体系框架，取得了明显的生态效益，使这里的风沙有所减轻，水土流失得到一定程度的控制。“三北”防护林体系建设完成后，届时，西山地区的林地将增加到 160 万公顷，森林覆盖率将达到 24%，这对于控制黄河、汾河等水系的水土流失，减轻这一地区的风沙危害和建立良性生态环境具有深远的意义。

### （二）太行山绿化工程

为了改变太行山区林草覆盖率低、水土流失严重、农民贫困的恶劣生态经济环境，1979 年山西省制定了东山 28 县（市、区）建设 667 万公顷用材林的规划，1984 年列入国家制定的太行山绿化工程一并实施。在山西的范围是，北起广灵，南至芮城，包括 9 个地市的 57 个县（市、区），造林任务 233 万公顷。按照“组织群众，造林种草，保护植被，改善生态，以短养长，富山保川”的指导思想，几年来，山西境内的太行山绿化主要抓了“三河”（漳河、沁河、滹沱河），“三线”（石大、大焦、京原铁路线），“三大片”（雁北樟子松、落叶松、油松基地，五台山旅游区，垣曲原始森林外围）及平陆、沁县、壶关、平顺等 5 个重点县的绿化，同时完成了 57 个县（市、区）的林业区划。为整个太行山绿化的全面展开奠定了基础。到 1988 年底，已完成造林 41 万公顷，出现了沁县、壶关、平陆等绿化先进县。

### （三）平原绿化和丰产林建设

山西的平原主要分布在大同、忻定、临汾、运城、上党盆地的 52 个县（市、区），占山西总土地面积的 19.7%。由于过度垦殖，新中国成立初期，山西平原的森林覆盖率极低，水土流失及其所带来的生态环境恶化比较严重，成为制约农业生产发展的重要因素。为了改变这一局面，党和政府从 50 年代就开始注意平原绿化工作，夏县就是当时全国第一个达到高标准四旁绿化的县，1977 年华北、中原第一次平原绿化会议之后，山西全面推广夏县的绿化经验，把平原绿化的重点由四旁转向农业腹地，由零星植树发展成护田林带，继而向方田林网化方向发展。经过 10 年的奋斗，到 1986 年底，52 个平原绿化县已基本形成了网带片相结合的农田防护林体系。境内总长 4.55 万公里的铁路、公路、田间道路以及 3.89 万公里渠道两旁的树木形成了稳定的骨架林带，97.3 万公顷的农田镶嵌了 7 万多个林网方格，使 78.9%的

宜网农田实现了林网化。52个平原绿化县已分别在1983—1986年基本达到省内平原绿化标准，其中有38个县达到林业部颁绿化标准。现在全省平原农区四旁和农田林网树木有4亿多株，林木蓄集量达到1700万立方米，相当于山西最大的国营林区——关帝山林区的活立木蓄积量。目前，山西平原绿化正朝着林种多样化、品种优良化、林网丰产化、村镇园林化的方向迈进。在平原地区，营造以杨树，泡桐为主的速生丰产林，可以很快地取得生态经济效益。

#### （四）经济林建设工程

山西有丰富的水果和干果经济林资源，种类多，品种优良，其中有不少产品在省内外享有盛誉。为了提高林业的生态经济效益，山西近十年来十分注意发展经济林，由于注重规模经营，所以面积和产量都大幅度增加，并出现了干鲜水果十强县（市、区），它们分别是：

（1）苹果：芮城县、临猗县、平陆县、万荣县、襄汾县、翼城县、祁县、太原市北郊区、乡宁县。年产量202.5万吨，占全省的60.7%。

（2）梨：高平市、原平市、隰县、代县、榆次市、祁县、五台县、忻州市、运城市、屯留县。年产量3.2万吨，占全省的54.1%。

（3）葡萄：太原市北郊区、清徐县、文水县、交城县、忻州市、太原市南郊区、榆次市、阳高县、大同市南郊区、夏县。年产量1.7万吨，占全省的64.7%。

（4）红枣：临县、柳林县、石楼县、永和县、芮城县、兴县、保德县、原平市、稷山县、榆次市。年产量5.4万吨，占全省的78.6%。

（5）柿子：万荣县、闻喜县、阳城县、翼城县、稷山县、晋城市郊区、平陆县、黎城县、芮城县、新绛县。年产量3.6万吨，占全省的61.2%。

（6）桃：平陆县、襄汾县、清徐县、太谷县、芮城县、临猗县、翼城县、榆次市、河津市、祁县。年产量1万吨，占全（7）杏：阳高县、灵丘县、代县、原子市、隰县、大同县、广灵县、沁县、武乡县、清徐县。年产量0.5万吨，占全省的45.1%。

（8）核桃：左权县、蒲县、汾阳县、古县、平顺县、孟县、沁源县、孝义市、壶关县、黎城县。年产量1.3万吨，占全省的61.8%。

### 三，森林资源相对占有量少与“八颖翠珠”

到目前为止，山西的林业建设虽有了长足发展，但由于历史上的人为破坏过于严重，新中国成立后曾经有一段时间人工造林发展缓慢，所以至今在全国仍是少林省，资源相对占有量少是山西森林的一大特点。1990年，山西有林地面积262.43万公顷，森林蓄积量7226.87万立方米，人均占有量分别为0.09公顷和2.54立方米；同期全国人均有林地面积与森林蓄积量分别为0.12公顷和8.24立方米。山西人均占有有林地比全国低25%，人均占有

森林蓄集量只有全国的 1/3。1987 年，全国 30 个省（市、自治区）森林覆盖率排队，山西位居第 24 名，近年来山西森林覆盖率虽然提高到 17%，但在全国林业建设迅速发展的形势下，山西仍相对较低。与世界水平相比，山西人均有林地面积只有世界的 1/8，人均森林蓄积量只有世界的 1/22，更是相差甚远。

山西森林不但面积小，蓄积量少，而且分布不均，多呈镶嵌式分布。从总体上看，全省森林集中为八大片，分别分布在省境的东西两山，在这八大片仅占全省总土地面积 17.9%的土地上，分布着全省 76%的森林，覆盖率达 29.6%，具有林地面积相对大、森林蓄积量相对多、木材质量好等特点，为了加强管理，都相继建立了省直国营林区。40 多年来，山西一直把国有森林资源当做涵养水源和水土保持的防护用材林性质来经营，通过大力人工造林、封山育林和更新改造，使国有森林资源不断扩大，形成了山西林业上的“八颗翠珠”。据 1984 年统计，全省国有森林面积达到 104.8 万公顷，比新中国成立初期增长了 2 倍；森林活立木蓄积量达到 4103 万立方米，比新中国成立初期增长了 2.9 倍。国有森林在山西的经济建设中发挥了重要作用，因此，要了解山西的森林资源，就必须了解山西的八大林区。

#### （一）管涔山林区

位于吕梁山北端的宁武县，以及神池、五寨、奇岚、静乐、原平与宁武交界的山区。总面积 24.2 万公顷，森林面积 6.2 万公顷，木材蓄积量为 531 万立方米，覆盖率达 24.3%，是山西林相最好的林区。林管局驻宁武县东寨镇，下辖 12 个林场和 1 个自然保护区。这一林区不仅森林茂密，单位蓄集量较大，而且林木干形通直，出材率高，是较好的建筑用材林基地。同时，它也是山西和华北地区面积最大的云杉林区，郁闭度在 0.7 以上，林龄 40—70 年，亩均蓄积量 10.6 立方米；其次是华北落叶松，有“华北落叶松故乡”之称，郁闭度 0.7 左右，林龄 30—50 年，亩均蓄积量为 7.13 立方米。以上两个树种的生态系统均保持完好。另外还有油松、白桦林等。林中有褐马鸡、豹、麝等珍稀动物。1981 年建立自然保护区。全境属“三北”防护林体系，地处汾河上游，对涵养水源和保持水土有着重要作用。

#### （二）关帝山林区

位于吕梁山中段、关帝山主脊两侧，包括娄烦、方山、离石、中阳、汾阳、文水、交城和古交市的部分地区，林管局驻文水县开栅镇。总面积 49.20 万公顷，森林面积 21.02 公，木材蓄积量 1066.9 万立方米，是山西森林面积和蓄积量最大的林区。以油松和落叶阔叶天然次生林为主，面积约占森林总面积的 96.7%，蓄积量为 1001.5 万立方米，郁闭度 0.4 以上的林地占 82.8%。以油松林最多，其次是以辽东栎为主的栎类林，此外还有山杨林、白桦林、落叶松林及云杉、侧柏林。野生动物较多，以褐马鸡、豹、麝最为著名，1981 年在区内建立了庞泉沟自然保护区。

#### （三）太岳山林区

位于太岳山东西两侧，包括沁源县及平遥、介休、灵石、霍州、洪洞、古县、安泽、屯留、沁县等与沁源县毗连的山区，林管局驻沁源县郭道镇。总面积 37.30 万公顷，林地面积 13.61 万公顷，木材蓄积量为 635 万立方米，覆盖率达 48.3%。树种以油松为主，面积占到林地总面积的 90.8%，有“油松之乡”的美称，主要分布在沁源县及沁县、平遥与沁源交界处，由于砍伐过度，所以林木稀疏，林龄多为 30—60 年，郁闭度 0.4—0.7，亩均蓄积量为 2.33 立方米。其次有栎类林和白桦林，此外还有山杨林和侧柏林。该区林产品综合利用率较高，建有纤维板厂和松香厂，油松籽产量居华北第一。

#### （四）中条山林区

包括中条山南北两侧阳城、沁水县的大部，以及垣曲、夏县、永济、闻喜、绛县、翼城、浮山等县的部分山区，林管局驻沁水县张马村，下设 14 个林场和 2 个自然保护区。总面积 62.88 万公顷，林地面积 14.76 万公顷，木材蓄积量 192 万立方米，森林覆盖率 40.3%。以暖温性落叶阔叶杂木林为主，其中以櫟栎、辽东栎为主的栎类林占有林地面积的 31%，油松林占 23.9%，栓皮栎林占 18.3%，僵子栎林占 16%，还有少量的山杨、白桦、侧柏林。引人注目的是，这里还有珍贵的杜仲、黑惊子、猕猴桃、漆树等省内稀有树种，是山西树种最多的一个林区，也是山西南部的用材林基地和暖温带植物天然繁殖园。区内有猕猴、大鲵等稀有动物，已建立历山和蟒河自然保护区。

#### （五）黑茶山林区

位于兴县、临县、岚县和奇岚县交界地区，林管局驻岚县东村，下设 6 个林场，总面积 17.37 万公顷，森林面积 6.01 万公顷，木材蓄积量 137.38 万立方米，树种以油松和辽东栎、白桦、山杨等针阔叶混交林居多，其次为落叶阔叶灌丛和散生乔木，自然条件较好，又有 1.7 万公顷的荒山荒坡可用于人工造林，所以林业发展前途很大。

#### （六）吕梁山林区

位于吕梁山南端，包括交口、隰县、蒲县、吉县、乡宁、临汾、汾西等县的部分山区，林管局驻蒲县，下设 9 个林场，总面积 35.6 万公顷，森林面积 12.21 万公顷，木材蓄积量 204.71 万立方米，森林覆盖率 34.3%。主要是由辽东栎、白桦、山杨、僵于栎、鹅耳枥、侧柏、白皮松等构成阔叶针叶杂木林，其中以油松为主的林地面积约占森林总面积的 1/4。亩均蓄积量 1.8 立方米。有大面积的灌木，涵养水源能力较强，在保持水上、减少对黄河泥沙输入量上有一定作用。

#### （七）五台山林区

位于繁峙、五台、代县交界的五台山山区，林管局驻五台县砂河镇，下设 6 个林场。总面积 25.79 万公顷，森林面积 4.19 万公顷，是山西森林面积最小的林区，覆盖率为 16.3%，木材蓄积量 110.22 万立方米。以寒温性落叶针叶林、常绿针叶林为主，有华北落叶松、云杉、白桦以及散生的冷杉

等，树干高直，材质良好，有林地亩蓄积量 1.6 立方米。这里土层厚。雨量大，有大片的荒坡，具有发展林业的良好基础。

#### （八）太行山林区

位于太行山中段，包括和顺、左权、榆社等县，林管局驻和顺县城，下设 6 个林场，总面积 52.25 万公顷，是山西面积最大的林区；林地面积 7.59 万公顷，覆盖率 14.5%，木材蓄积量 134.59 万立方米，主要树种为油松，辽东栎、白桦、山杨次之，油松林占森林面积的 49.3%，有林地亩均蓄积量 1.7 立方米。

### 四、提供了丰富的林产品，改善了生态环境

森林有着重要的生态经济功能。从总体上说，不仅提供多种林产品，促进经济建设，满足人民的生活需要，增加农民的收入；而且可以保持水土，调节气候，改善生态环境，有利于经济建设的持续发展。

#### （一）提供了丰富的林产品

##### 1. 木材

木材是经济建设和人民生活的重要原材料，也是林业的主产品，能否生产足够的木材直接影响着区域的经济建设和人民的生活水平。山西是我国的煤炭能源基地，采煤需要大量的木材，山西的林业能否提供充足的矿用木材，还制约着煤炭能源基地的建设，从而也制约着全国的经济的发展，这就更显示了山西森林的重要性。据统计，1993 年山西的木材总产量为 32.22 万立方米，人均占有量为 0.01 立方米，分别比 1965 年的 10.98 万立方米和 0.006 立方米增长了 1.9 倍和 66.70%；比 1990 年的 19.79 万立方米和 0.005 立方米增长了 1.2 倍和 1 倍。在改变山西木材缺乏方面发挥了很大作用，有力地支援了经济建设和在一定程度上满足了人民生活需要，山西 1965—1993 年木材产量年递增速度为 3.98%，高于同期全国 1.72% 的递增速度；同期山西木材产量的增长幅度为 190%，高于全国 60.6% 的增长幅度，但 1993 年山西人均木材占有量却低于全国 0.05 立方米的水平，木材自给率仍然很低。

##### 2. 果品

干鲜水果经济林是林业的重要组成部分，它不仅能力人们提供营养价值高的干鲜水果，而且能为果农带来丰厚的经济收入，这在提高民族身体素质、改善人民生活水平、加速贫困地区脱贫致富、促进农民生活达小康等方面都具有重要意义。

山西的地理位置和气候特点适合于多种干鲜水果树木生长，历史上又有发展干鲜水果的传统。现在山西栽培的果树有 15 科、21 属、84 个树种、18 个变种、1328 个品种。主要果品有苹果、梨、桃、杏、葡萄、槟果、沙果等鲜果和红枣、柿、核桃等干果。特别是近年来，随着市场需求量的增加，苹果园发展极快，产量迅速增加，使山西成为我国重要的苹果生产基地之一。

据 1993 年统计，全省苹果园已经发展到 14.5 万公顷，苹果产量达 33.43 万吨，分别比 1990 年增长了 43.4% 和 128%。1993 年水果产值占农业总产值的比重为 2.6%，比 1990 年的 1.4% 增长了 1.2 个百分点，这不仅满足了山西人民生活水平日益提高的需要，而且在增加农民收入上发挥了很大作用。意义极为重大的是许多贫困县由于苹果园的规模发展而形成了新型的支柱产业，加快了脱贫的步伐，其中平陆县就是典型的一例。该县属贫困县，1994 年苹果园发展到 25 万亩，达到人均 1 亩，加上其他果品，总产量达 1.5 亿公斤，产值 1 亿元。该县的苹

果远销两湖、两广及沪、闽、川、黔等南方省市，使农民得益不小，全县农民人均纯收入达到 679 元，比 1983 年的 180 元增长了 2.8 倍，比 1990 年的 288 元增长了 1.4 倍，从而走上了初步富裕的道路。

### 3. 食用菌

森林所形成的温湿、荫蔽、有机质丰富等独特的生态环境，极有利于食用菌生长。山西林区的食用菌资源十分丰富，它们既可供食用，也可供药用，特别是由于林区食用菌无污染，食用安全，更受国内外消费者欢迎。山西林区食用菌种类有猴头、木耳和蘑菇。随着市场对野生食用菌需求量的增加，食用菌采集业已成为林区职工和农民增加收入的重要途径之一。地处管涔山林区的宁武县大庙乡，过去一直比较贫困，近年来，那里的农民充分利用林区野生资源优势，大力发展蘑菇及药材、松塔等采集业，每年收入达 30 多万元，仅此一项农民人均纯收入就达 280 元。

## （二）促进了以林产品为原料的工业发展

### 1. 木材机械加工

为了提高木材利用率和为用材部门提供规范的板材，山西的木材机械加工工业发展很快。目前，林区木材机械加工项目主要有两项，一是制材，即把原木锯割成规格的板材。全省有 130 多个国营林场都开展了这项业务，占林场的 60% 左右。在国营林场的带动下，林区农村乡镇和个体户制材厂也相继发展起来。现在全省有各类制材厂 300 多个，年产各种板方材 19 万立方米，产值达 6000 多万元，一般加工利润率为 25%，年利润在 1500 万元左右。二是小木制品，主要利用林区采伐与造材剩余物及部分灌木作为原料，生产各种日用小木制品与农具毛料。由于价格低廉，销路很好，有较好的经济效益。全省年产各种小木制品 1500 多万件，利润为 750 多万元。

### 2. 人造板生产

山西人造板生产以胶合板、纤维板和刨花板为主，共有 13 个厂家，设计生产能力为 6.87 万立方米。经过加工处理的这些板材，大大改善了木材性能，广泛用于家具、建筑、室内及车船装潢等。

人造板生产有很好的经济效益和社会效益，以省直关帝、大岳、太行三个纤维板厂为例，1980—1989 年的 10 年中，直接经济效益累计达 826.46 万

元,相当于三厂基建和改造的总投资。10年间三厂共产纤维板9万余立方米,1立方米纤维板相当于5.7立方米原木制成的板材的使用价值,9万立方米纤维板相当于增产木材50多万立方米,约占全省计划内木材产量的36.67%,对缓和省内木材供需矛盾起到了一定作用。生产纤维板的原料是价格不高的采伐与造材剩余物,经加工后,价值大幅度增长,从而增加了林场收入;农民向加工厂交售采伐与造材剩余物,也增加了收入。三厂的纤维板生产,每年可消除18万吨废材,有利于整地造林、防止森林火灾和病虫害的发生,保护了林区生态环境。

### 3. 林业化工生产

林业采伐与造材剩余物及子实,通过一定的工艺处理后,还可生产多种用途广、价值高的化工产品。目前,山西林化工业已有30多个厂家,分属林业、工业、二轻、乡镇企业、农机等系统,由林业部门归口管理,主要有4个类型的产品。水解类产品有糠醛、橡子淀粉;热解类产品有木炭、活性碳;提炼物产品有栲胶、松香、松节油;其他产品有软木制品、松针粉。

### 4. 野生食品与食用菌加工

山西的灌木林资源十分丰富,其中不乏有经济价值的种类。例如沙棘资源,全国共有7万公顷,山西就有3.5万公顷,占全国的1/2;其次还有野山楂等。山西的林野生食用菌不仅产量可观,而且以其品质好而在国内外享有盛誉,主要种类有蘑菇、木耳、猴头、灵芝等。这些经济灌木和食用菌生长在深山地区,没有受到污染,已引起人们的重视。近来,以此为原料开发出多种食品、饮料、药物和化妆品,在改善人民生活、提高健康水平方面发挥了一定作用。目前主要产品有:沙棘系列产品;山楂制品;猴头;木耳;蘑菇等野生食品和食用菌加工系列产品。

### (三) 控制了水土流失

山西是我国水土流失严重的区域之一,严重的水土流失造成了生态环境的恶化,不仅直接制约了农业生产水平的提高,造成了大量农民的贫困,而且也影响到某些工业部门的发展和人们的生活环境,这对我们的经济建设是非常不利的。而森林在控制水土流失方面有着强大的生态经济功能,据北京林业大学研究,黄土高原森林覆盖率每增加一个百分点,中小流域每平方公里可增加拦洪量14.06—129.44立方米,大流域每平方公里消减洪峰流量可达每秒7.27立方米,年均减少泥沙量1.34万吨;有林流域比无林流域涵养水源作用提高4.79%—9.33%。山西八大林区所在地,由于森林覆盖率高,所以都属土壤轻度侵蚀区,侵蚀模数每年每平方公里只有200—2000吨;湫水河上游森林覆盖率为59.5%,这里的阳坡水库18年只淤积了总库容量的13.3%;中阳县陈家湾水库上游森林覆盖率为78%,建库18年只淤积了总库容量的17.5%;而孝义市张家庄水库由于上游森林覆盖率只有18%,所以建库仅15年就淤积了50.4%,这充分说明森林在控制水土流失中的作用。

灌木有很好的抗风沙侵蚀作用，据研究，一丛冠幅 4 米的柠条，可固沙 23 立方米；间距 7 米的柠条林带，可使背风向 1 米高的风速降低 50%。晋西北的偏关县大力营造柠条灌木林，目前已发展到 3 万多公顷，居全省第一，近年来，该县 6 级以上的大风年均只有 3 次，比五六十年代减少了 81.1%，有效地控制了风沙侵蚀，使暴虐千年的风卷沙所形成的“黄龙”已十分罕见，明沙梁已全部消失。在昔日风沙侵蚀最严重的黄龙池、马家埝，万家寨等乡镇的山梁上，如今到处都生长着郁郁葱葱的柠条林。

地处太行山南端的壶关县，原来森林覆盖率只有 7%，水土流失比较严重，土壤侵蚀率达 87.3%，侵蚀模数为每年每平方公里 4300 吨。1983 年该县列入太行山绿化工程后，大力发展林业建设，昔日的荒山秃岭逐渐为各种林覆盖，1994 年有林地达到 4.9 万公顷，森林覆盖率为 33.9%，形成了一个“山坡搞立体林建、带片网多模式造林”的林业防护体系，有效地控制了水土流失，使水土流失率下降到 30%，土壤侵蚀模数减少到每年每平方公里 1500 吨，基本上达到小雨不流河，中雨流小河，大雨流清河，暴雨不塌坡。

#### （四）改善了气候环境

森林还具有减少温差、提高湿度、增加降水量、防风等改善气候的生态功能，这在提高农业生产水平和改善人们生活环境方面具有重要作用。

森林通过叶面的蒸腾作用，可使林区夏季气温比非林区低 3—4℃，冬季由于阻止了地面散热，使林区气温比非林区高 1—2℃；森林蒸腾增加了大气中的水分，使林区的相对湿度增加 157%—300%，同时也增加了降水量。据北京林业大学对“三北”防护林体系生态效益的研究证明，有林区域的年均气温能下降 0.5℃，无霜期延长 7 天，大风日数年均减少 20 天左右。

山西壶关县，当森林覆盖率由 7% 提高到 33.9% 后，1991—1994 年的 4 年间，春季降水量达到 105 毫米，比 4 年前同期增加 24.1 毫米，“十年九春旱”的状况正在改变，同时全年相对湿度提高 12%，无霜期延长了 10—15 天“原来断流的山泉小水又重新出水，多年枯竭的水井也出了水；风、雹、冻等自然灾害较以前减少了一半，该县的气候环境有了明显改善。其他林业发展迅速的县也有同样的现象。

#### （五）为野生动物提供了栖息环境

野生动物中有许多是对人类有益的动物，有的具有较高的经济价值，可为人们提供珍贵的皮毛、营养丰富的肉类、治疗疾病的药物、加工工艺品的原料；有的具有生态作用，可帮助人们消灭危害森林和农作物的鼠害及虫害，维持生态平衡。总之，野生动物对人类有着重要的生态经济意义，森林是野生动物的主要栖息处，它能为野生动物提供所需食物和居住条件，所以森林的消长与野生动物的多寡有着密切的关系。当森林发展时，野生动物就有了繁衍条件，给人们带来较好的生态经济效益；当森林减少时，就制约了野生动物的生存，使其数量减少，从而降低了生态经济效益。

虽然山西的森林目前已出现了面积和蓄积量双增长的可喜局面，但从总

体上看，山西的森林发展还存在着不少问题，其主要表现是：面积少，覆盖率低；单位面积蓄积量少，木材自给率低；部分地区仍有乱砍滥伐和超计划采伐现象；森林质量不高，有的地方还在下降；有不少地方林种结构不合理，使得林业经济效益不高；人工造林成活率低，影响了森林的发展，这些问题的存在，不仅影响了山西生态环境的改善，同时也制约了山西林业的经济效益，这是与经济建设发展及人民生活水平提高的要求不相适应的。

森林虽是一种可再生的生态经济资源，但却有产生生态经济效益周期长的特点。为了提高森林生态经济效益的持续功能，山西在林业建设中应注意以下几方面的问题。

(1) 贯彻“利用与保护并重”的方针，对现有森林要合理地计划采伐。

(2) 加强宣传教育，提高全民的保护森林和珍惜森林意识。

(3) 加强人工造林技术研究，提高人工造林成活率和生长质量。

(4) 合理调整林种结构，做到生态效益和经济效益同步提高，以此来调动农民林业建设的积极性。

(5) 积极开发和推广木材代用品，减少木材消耗量，尽量降低森林面积的减少速度。

## 五、径流林业：黄土高原绿色的希望

山西地处黄土高原，最大的生态特征是干旱缺水。没有水，万物不能生长，树木也不例外。因此说，干旱是山西农业发展的主要制约因素，同样也是林业发展的“瓶颈”因素。根据有关资料来看，黄土高原的年降雨量只有300—600毫米，而要使树木健壮生长，至少需要1000多毫米的雨量。因此，这一地区造林保存率极低，即使有树木幸存下来，由于土壤水分严重短缺，树木始终处于半饥渴状态，以至成了生长速度很慢或生长停滞的“小老树”。

干旱这一幽灵不仅仅徘徊在黄土高原，目前，约占世界陆地35%的地区也受着它的肆虐，我国更有一半以上的土地处于中纬度干旱半干旱地带。干旱地区水环境研究一直是中外科技界关注的课题。美国西南部、西澳大利亚、以色列的涅杰夫地区，已开始采用建造大型集水区的方式汇集径流，以解决人畜用水和农林灌溉，这就是径流农业，是否可以将这一模式应用于我国以黄土高原为主的干旱地区的林业建设，创造一个适合中国国情和能适应黄土高原地区经济基础的利用径流模式，是摆在林业科技工作者面前的一项重大课题。北京林业大学教授王斌瑞，在地处黄土高原的山西吕梁地区方山县，经过几年的奋力攻关，创造出的“径流林业”模式较好地解决了这一问题。

这一模式的原理是：在干旱半干旱地区，以林木生长的最佳水量平衡为基础，通过应用大隔坡深整地及坡面的防渗处理等科学的人工调控措施，以引起并就近就地拦蓄地表径流，把有限的降水资源进行时空再分配，在干旱

中为树木的生长创造出适宜的土壤水分环境，使树木正常稳定地生长，是一个可以取得良好的生态经济效益的林业系统工程。在不增加自然降水和人工灌溉的情况下，径流林业可为生长在干旱半干旱地区的树木创造一个相当于长江流域的水分小环境。

“八五”期间，王斌瑞教授率领课题组在山西、甘肃两省的黄土山地建立了3个径流林业试验基地，建立了2000亩具有40000个微型集水区的径流林业试验区。它们均显示出了巨大的生态经济功能。

1992年5—10月，当地降水量仅有331.6毫米，一场两个半小时降水景仅5毫米的小雨，自然坡面上的降水全被干土吸收，没有一点水流，而试验区用高分子化合物溶液处理后的坡面却积蓄了相当于14毫米的降水，这一期间，植树带内总蓄水量达到1162.1毫米，为树木创造了800多毫米的水分。

树木生长最旺盛的时期正是黄土高原最干旱的时候，自然坡面土壤中的含水量仅4.5%，这是树木存活与死亡的临界含水值，而试验区的土壤含水量最低也有9%。

这一技术显著提高了林木成活率。试验区的造林成活率为：苹果树95%、梨树84%、刺槐98%、侧柏90%、油松85%，而非试验区经济林造林成活率仅为20%，用材林不足30%；三年中和六年生刺槐直径生长和高生长分别比对照地块提高了83%和90%，74%和104%。

在初步试验成功的基础上，王斌瑞教授继而又开发出了性能更为优越的两种新型高分子化合物及低等生物地表防渗材料、机械化施工方法和施工机械，特别是研究了以集水技术为基础的经济林早实丰产综合栽培技术和速生用材林栽培管理技术，并完善了系统设计理论及方法，从而终于攻克了世界性难题，成为我国“八五”期间的一项重大科研成果。

这一成果还基本形成了中国的径流林业理论体系，解决了不同气候卜林木的水分需求量，不同气候区、不同林种集水面积的理论计算方法，不同降雨、集流措施的产流模型，径流林业的设计程序和方法等一系列理论问题。

1994年7月，中国林学会和林业部“三北”防护林局会同造林分会、水上保持专业委员会及12省市的林学会与林业厅，在径流林业的诞生地山西方山县召开了专题学术研讨会，120多名与会专家学者对径流林业给予了充分肯定和高度评价。专家们指出，径流林业的形成和发展，使干旱半干旱地区林业形成了一个完整体系，并有了自己的系统概念和认识。这也是林业由湿润地区向干旱地区发展后，在认识上的一个重大突破。其基本理论和方法对这一地区的农业、水土保持业部有重大借鉴价值。专家们实地考察后进一步强调，径流林业是造林整地技术发展的一个里程碑，是对传统林学思想的一个新补充和新挑战，标志着造林学科发展到一个新的高度。

世界粮食计划署顾问，联合国粮农组织的专家，尼泊尔、意大利、日本、英国、德国等国家的学者们，在前往参观后，都赞叹径流林业内容丰富全面，

是了不起的工程，具有世界领先水平，是一个奇迹。

在第 11 届国际农业电影节上，介绍这一成果影片荣获唯一的联合国粮农组织奖，说明了黄土高原径流林业受到了世界广泛的承认和赞赏。

林业部领导视察后，给予了高度评价；山西省要求全省各县都要到方山学习这一技术；来自全国各地的专业技术人员也都到方山学习径流林业技术。

径流林业丰富和发展了林业学科，它给贫穷落后的黄土高原带来了通过绿色途径振兴经济的希望，它开始为广大的干旱半干旱地区造福。

### 第三节 草地：重要的生态经济资源

草地是草和其滋生的土地所构成的自然综合体，其中草是主体，土地是基础。草地是发展畜牧业的基本生产资料，是牛羊经生物转化，为人类提供肉乳类和皮毛制品的基本物质，所形成的植被在保护土壤、防止水土流失、调节气候、为野生动物提供栖息条件和维持生态平衡上也有重要作用，因此说，草地也是一个重要的生态经济资源。

山西在习惯上把草地称之为牧坡。把牧坡草地管理好，是保护生态环境及草地生态系统、发展现代化草地畜牧业、提高畜牧业在农业中的比重、增加农民收入、为社会提供更多的食用安全的肉乳产品、逐步改变人们的食品结构、提高民族身体素质的一项根本措施。这在当前世界环境污染日趋严重。人口数量激增、粮食严重短缺的形势下，更具有重要意义。衡量一个区域畜牧业的生态经济水平，在很大程度上取决于那里的草地资源的保护与利用水平。

山西古代曾有着广阔的牧坡草地。随着农业的发展，虽有不少草地被垦辟为耕地，但草地资源仍比较丰富，据《中国自然资源手册》提供的资料，1984年，山西农业人口为2089万，牧坡草地总面积为412万公顷，人均0.2公顷，在全国24个农业省中排居第7位，高于同年全国农区农村人口人均牧坡草地0.13公顷的平均水平，山西丰富的牧坡草地资源，既为发展畜牧业提供了雄厚的物质基础，又有效地防止了土壤侵蚀和改善了生态环境。在经济上以畜牧业为主的草原地区，牧草几乎是牲畜唯一的饲料；在山西虽有大量的农副产品可作牲畜饲料，但大部分县和相当数量的家畜，尤其是山区及食草家畜，仍是以天然牧草为主要饲料来源，一年中有近半年是靠草地放牧来饲养。这是因为，牧坡草地的牧草营养成分含量高、种类齐全，而且比干草秸秆等饲料消化率高，经济合算。丰富的天然牧坡草地，加上农村经济体制改革的不断深入，使山西的牛羊家畜及其产品数量迅速增加。

由此可以看出，天然牧坡草地，是天然饲用植物为主的具有较高生态经济功能的生态经济系统。只有合理开发利用，科学培育改良，加强管理建设山西的牧坡草地资源，才能持续提高其生态经济效益。

#### 一、草地资源的“家底”

山西于1979年进行了第一次全省牧坡资源调查，经过3年的普查，初步摸清了牧坡草地资源的“家底”。

山西牧坡草地总面积为455.2万公顷，占全省总土地面积的29.1%（按土地规划数据为205.1万公顷，占全省总面积13.09%），由于在草地资源调查中，有时口径不尽统一以及与林地面积有一定的重叠，所以二者数据差别较大，这里采用了山西省农业厅畜牧兽医局的调查资料进行分析评价。在

这些牧坡草地中，面积在 20 公顷（300 亩）以上的大片天然草地共有 371.1 万公顷，占全省总土地面积的 23.7%，在五台山、关帝山、管涔山等海拔 2000 米以上的亚高山地带，分布有连片面积在数千公顷以上至上万公顷的高质量草地，这些牧坡草地植被良好，牧草种类多，草地质量较高，平均每公顷产鲜草 4500 公斤，总产草量为 165 亿公斤，年载畜量为 908.7 万只羊单位。面积在 20 公顷以下的，分布在林边、路边、水边、地边的零星小片草地有 84.1 万公顷，占全省总土地面积的 5.4%，平均每公顷亩产鲜草 4100 公斤，每年可提供鲜草 35 亿公斤，年载畜量为 190 万只羊单位。全省的牧坡草地年产鲜草量可达 200 亿公斤，年载畜量为 1098.7 万只羊单位。

目前，山西对于牧坡草地的管理利用水平不高。全省 20 公顷以上的牧坡草地中，大约有 25% 的属于深山远坡，这里产草量大，草质好，夏季气候凉爽，是理想的夏季牧场，但交通不便，水源不足，几乎没有放牧基础设施，所以开发利用较差，这里枯草堆积，新草难发，在一定程度上影响了草地质量，有待于今后加强牧道、蓄水池等放牧基础设施的建设，为开发利用创造条件，使其充分发挥生态经济效益。近山牧坡约占 50% 左右，是牛羊的重要放牧基地，由于归属不明，普遍存在着只用不管的问题，为此经常发生争坡争草纠纷；由于牲畜集中，超载十分严重，使牧草难以休养恢复，造成生长受阻，甚至退化。今后应在人工播种优质牧草的同时进行封山培育，以利于牧草的恢复；还应明确归属，加强管理，计划放牧，以便提高持续生态经济效益。其余的牧坡草地，由于放牧条件好，牲畜更为集中，超载现象更加严重，使草地受到剧烈破坏，以致草被稀疏，水土流失严重，优质牧草衰退，草质低劣，有害杂草增加。严重退化的草坡，岩石裸露，失去了牧用价值。今后应大量种植优质牧草，并实行围栏育草，迅速恢复草被，提高草质草量。

全省 84.1 万公顷“四边”草地，几乎全部用于放牧和刈割，用以饲养役畜及兔、羊。“四边”草地水肥条件好，产草量高，草质好，家畜喜食。

## 二、繁多的草地类型

山西野生牧草种类丰富多样。1979—1980 年对全省牧坡草地实地调查时，采集制作了实物标本，据统计，包括蕨类植物、裸子植物和被子植物 3 个门，共 101 科、897 种植物，其中可做饲料的有 500 余种；分布广、面积大、品质优良的有 100 余种。

受地形、土壤、气候、水文等自然条件的影响，山西草地植被类型也十分繁多，根据全国草地资源统一分类标准，结合山西具体情况，全省天然牧坡草地可分为 6 大类、32 个组、110 个型。

### （一）喜温灌木草丛类草地

---

一只 40 公斤体重的母羊，带一只哺乳羔羊，日采食 5 公斤草为一个羊单位，简称羊单位。

这是山西分布最广、面积最大的一个草地类型，主要分布在内长城以南、海拔 1500—1700 米以下、10℃积温为 3000—5000 的比较温暖的地区，以晋中、临汾、长治等地市较多，安泽、沁水等县则连片集中。其面积共有 196 万公顷，占全省总草地面积的 43.03%。其主要建群优势植物有白羊草、黄背草、野古草、苔草、蒿类以及达乌里胡枝子、沙棘、荆条、酸枣等灌木，包括 3 个组、21 个型。这类草地生长期较长，草群再生能力强，是羊群的主要放牧地和刈草地。平均每公顷产青草 3800 公斤，年载畜量为 452.9 万个羊单位。

#### （二）山地灌丛类草地

指以落叶阔叶灌木为主，其下有禾草、苔草、杂草类组成的草地。灌丛的覆盖度一般在 0.4 以上，多分布于海拔 1500 米以下的中低山丘陵区与梁峁山坡，有很大一部分分布在中山阴坡、半阴坡或沟谷，以中条、太岳、太行、管涔、吕梁、恒山、五台等山脉的较高山地的下部分布为多。其面积共有 79.5 万公顷，约占全省总草地面积的 17.64%，平均每公顷产青草 4700 公斤，年载畜量 204.4 万个羊单位。主要建群种为沙棘、虎榛子、绣线菊、胡枝子、荆条、黄刺玫以及侧柏等灌丛，包括 11 个组、35 个型。这类草地一般用作山羊和牛的放牧地，载畜量不高，有刺灌木会造成羊毛及羊绒的损失。在吕梁山区，此类草地有侧柏—苔草组，山羊在此抓膘时，就以柏子为饲料，其肉具有独特的柏子味，这就是山西有名的“柏子山羊”。

#### （三）山地草原类草地

指以耐寒的旱生草类、多年生草类组成的草地，一般生长在山地的阳坡、梁峁地及坡度较大的石质干旱山坡。在一些低山地，尤其是阳坡，常以旱生禾草及蒿类为主，形成旱生草地景观。它主要分布于恒山以北地区及忻州、太原、晋中一带的部分山区阳坡，面积共有 43.8 万公顷，占全省草地面积的 9.63%，平均每公顷产青草 3000 公斤，年载畜量为 74.4 万个羊单位。主要优势建群种为针茅、冰草、百里香、铁杆蒿、隐子草等，包括 5 个组、17 个型。一般产草量较低，草群密度与覆盖度均较小，宜于春季放牧绵羊及山羊。

#### （四）山地草甸类草地

主要分布于太行、太岳、吕梁、五台、恒山、中条等山脉海拔 2000 米以上的地区。由于土壤水分条件好，土层较厚，所以草层密度及覆盖度都较大，草质好，特别是五台山、荷叶坪、岭上、舜王坪、西华镇、赫赫岩的这类草地比较著名。面积 43.8 万亩，占全省草地面积的 8.14%。这一类型，植物以中生耐寒的多年生草为主，并混生有湿生和旱生植物，夏季花色艳丽，形成著名的“五花草甸”。由于环境条件复杂，草甸类型多样，主要建群种为禾本科、豆科、菊科植物，是山西良好的夏季牧场，其中的禾草地段，又是优良的天然刈草场。平均每公顷产青草 6900 公斤，年载畜量为 140.1 万个羊单位。因山高路远，交通不便，气温较低，致使放牧期短，草地的利

用率不高。

#### （五）低湿草甸类草地

指的是平川地区的下湿草地，分布于大同盆地的盐碱滩和忻州、太原、临汾、运城盆地的水库周围，河流两岸的河漫滩及盐碱滩等低湿地带，面积小而分散，又不稳定，多为耕畜夏季刈割草地及供牛羊零散放牧。全省有 3.3 万公顷，占总草地面积的 0.74%，平均每公顷产青草 3900 公斤，年载畜量为 7.1 万个羊单位。植被以草本为主，有小糠草、佛子草、莎草、狼尾草、芦苇、碱蓬等，包括 6 个组、12 个型。

#### （六）疏林草地类草地

主要是指亚高山以下的、处于森林交错分布地带的、郁闭度在 0.3 以下的天然林疏林地段的草地。全省约有 11.44 万公顷，占草地总面积的 2.51%，多为森林破坏后所形成的植被，层次分明，以中生多年生草本植物为主，草丛高大，覆盖度在 0.9 以上，平均每公顷产青草 4700 公斤，年载畜量 29.7 万个羊单位。主要有野青茅、鹅冠草、苔草及兰花棘豆等，是较好的夏季牧场，也可刈割使用。

山西草地类型的多样性，除了在水平分布上表现明显外，同时在垂直分布上也有明显的规律性和多样性。从高海拔地区到低海拔地区，草地类型的分布顺序为：亚高山草地 林缘草地 针叶林林间草地 混交林林间草地 落叶阔叶林林间草地 山地灌丛 丘陵干草原（北、西部）或丘陵喜暖灌草丛（中、南部） 旱生山地干坡草原 河漫滩草甸。

### 三、评价：质量较好，产草量中等，利用价值高

根据全国草地资源专业会议精神，按照北方草地资源调查办公室的调查大纲和技术规程的要求，草地资源的质量以“等”、“级”来表示，目的是既要反映草地质量，又要反映草群地上部分的产量，给出一个草地质与量水平的综合概念。“等”，表示草群品质的优劣。对各种牧草按适口性、利用率、营养价值等因素，分为“一等”（优）、“二等”（良）、“三等”（中）、“四等”（低）、“五等”（劣）5 个等级。各等牧草的重量在草群中所占的比重，是决定草地等级的主要依据。优等牧草有：兰花棘豆、歪头菜、山野豌豆、直立黄芪、达乌里黄芪、无芒雀麦、小糠草、芦苇、天兰、野大豆等。良等牧草有：草地早熟禾、西伯利亚早熟禾、臭草、糙隐子草、中华隐子草、弯穗鹅冠草、冰草、老芒麦、披碱草、麦宾草、碱草、赖草、白羊草、白草、细叶苔、披针叶苔、达乌里苔、别氏蒿草、破蒿草、山葱、地榆、二色胡枝子、鸡眼草、西伯利亚亚蓼、拳蓼、达乌里胡枝子、柴胡、珠芽蓼等。中等牧草有：野青茅、野古草、大油芒、硬质早熟禾、万年蓬、冷蒿、裂叶蒿、铁杆蒿、翻白草、东方草莓、草木西状黄芪、草木栖、小叶锦鸡儿、甘草等。

低等牧草有：黄背草、佛子草、芨芨草、山马蔺、羽茅、本氏针茅、大针茅狼、针草、戈壁针茅、野艾蒿、石竹、沙蓬、酸枣、沙棘、三裂叶绣线绒、碱蓬等。

劣等牧草有：克氏针茅、薄雪草、百里香、岩青兰、黄芩、荆条、虎榛子、黄刺玫等。

一等草地：优等牧草占 60 以上；

二等草地：良等牧草占 60%以上，优等及中等牧草占 40%以下；

三等草地：中等牧草占 60%以上，良等及低等牧草占 40%以下；

四等草地：低等牧草占 60%以上，中等及劣等牧草占 40%以下；五等草地；劣等牧草占 60%以上。

“级”，表示草地草群地上部分的产量。

一级草地：每公顷产鲜草 12000 公斤以上；

二级草地：每公顷产鲜草 12000 9000 公斤；

三级草地：每公顷产鲜草 9000 6000 公斤；

四级草地：每公顷产鲜草 6000 4500 公斤；

五级草地：每公顷产鲜草 4500 3000 公斤；

六级草地，每公顷产鲜草 3000 1500 公斤；

七级草地：每公顷产鲜草 1500 750 公斤；

八级草地：每公顷产鲜草 750 公斤以下。

根据上述标准，划定了山西省 20 公顷以上牧坡草地的等级面积(见表 4 2)。

表 4 2 山西省 20 公顷以上天然草地等级规模

单位：万公顷

		一等	二等	三等	四等	五等
合计	371.05	1.88	145.27	112.92	85.48	25.50
一级	6.52	0.03	3.31	0.87	1.30	10.1
二级	19.41	0.60	10.64	3.48	2.43	2.26
三级	55.38	0.42	28.09	13.99	8.53	4.35
四级	57.33	0.43	23.68	17.54	12.32	3.36
五级	109.12	0.31	47.67	32.28	20.73	8.13
六级	106.25	0.09	27.55	41.64	32.06	4.91
七级	15.90	—	4.20	3.10	7.65	0.95
八级	1.14	—	0.13	0.02	0.46	0.53

其中各等牧坡草地占全省总草地面积的比重分别为 0.51%、39.15%、30.43%、23.04%和 6.87%；各级牧坡草地占全省总草地面积的比重分别为 1.76%、5.23%、14.93%、15.45%、29.41%、28.63%、4.29%和 0.31

%。从以上分等划级的情况中可以看出，山西牧坡草地在质量方面，三等以上的有 260.07 万公顷，占全省牧坡草地面积的 70.09%，说明牧坡草地的质量较好。在产量方面，山西牧坡草地每公顷产青草 3000 公斤以上的有 247.76 万公顷，占全省牧坡草地总面积的 66.8%。其中，每公顷产鲜草 9000 公斤的以上的有 25.93 万公顷，仅占牧坡草地总面积的 7.0%；而每公顷产青草在 3000 公斤以下的有 123.29 万公顷，占牧坡草地总面积的 33.2%。说明山西的牧坡草地资源大部是属于中等质量的，仅有 1/3 的牧坡草地质量较差，有待进一步改良提高。所以，山西利用牧坡草地资源发展畜牧业的条件较好，只要能够充分利用本省的各种资源优势，那么，山西会在不久的将来赶上或超过周边发达省市。

表 4-3 所列，是山西省各地市 20 公顷以上草地面积的统计，从中可以看出，山西 20 公顷以上的牧坡草地在分布上有着地区间的不平衡性。就各地市看，忻州地区最多，有 69.88 万公顷，占到全省牧坡草地的 18.8%；其次是临汾地区，有 51.13 万公顷，占到全省牧坡草地总面积的 13.8%；第三是晋中地区，有 46.95 万公顷，占到全省牧坡草地总面积的 12.7%；三个地区共有 20 公顷以上牧坡草地 167.96 万公顷，占全省的 45.3%。

由表 4-3 还可看出，山西牧坡草地占总土地面积的比重也存在着地区间的不平衡性。阳泉市的比重最大，占到总土地面

表 4-3 山西省各地市 20 公顷以上草地面积统计

单位：万公顷

	总土地面积	20 公顷以上草地面积	草地占土地%	草地占总草地%
全省	1567.55	371.05	23.7	100.0
太原市	69.57	16.11	23.3	4.3
大同市	140.62	39.65	28.2	10.7
阳泉市	45.70	17.97	36.7	4.8
长治市	139.81	40.19	28.8	10.8
晋城市	94.26	21.15	22.5	5.7
朔州市	105.87	8.90	8.4	2.4
忻州地区	251.58	69.88	27.8	18.8
吕梁地区	211.58	41.78	19.8	11.3
晋中地区	163.20	46.95	28.7	12.7
临汾地区	203.30	51.13	25.2	13.8
运城地区	142.06	17.34	12.3	4.7

积的 36.7%；第二是长治市，占到 28.8%；第三是晋中地区，占到 28.7%；朔州市最小，仅占到 8.4%；运城地区倒数第二，占到 12.3%。

山西牧坡草地单位面积产青草量也存在着较大的地区间不平衡性。运城

地区每公顷牧坡草地产青草量高达 7875 公斤，居全省之首，比全省每公顷平均产草量 4470 公斤的水平高出 76.2%；高于全省平均水平的还有忻州地区和长治市，其余均低于全省平均水平；大同市最低，只有 2925 公斤，比全省平均水平低 34.6%。

#### 四、草地畜牧业：生态经济效益显著的产业

牧草，能将太阳能和土壤中的有机质转化成为自身的营养物质。试验估测，绿色草本植物每年所制造的有机质，大约相当于全世界消耗的能量。草内所含的全部养分中，蛋白质最为丰富，如紫花苜蓿干草，含蛋白质 17% 21%。这种蛋白质多是“纯蛋白质”，比谷物和糠的蛋白质含量高得多。据测定，优质青草中的粗蛋白质含量相当于小麦麸，比稻秆与小麦秆要高 4 倍多；粗脂肪及矿物质含量高于粗饲料的 2 倍；同时青干草中含有丰富的维生素和钙质。用优质牧草饲养家畜，能使家畜膘肥体壮，少生疾病，多产畜产品，而其本身是天然生长，成本低廉。当牧草被家畜采食后，这些营养物质又被家畜机体转化形成能为人所利用的肉、奶、皮、毛等畜产品，其粪便是优质的有机肥，施入耕地后，能显著改善土壤的理化性质，提高农作物对太阳能和降水的利用率，同时也为农作物提供了丰富的营养元素，从而提高了种植业的产量。自然界有许多草既是家畜的饲草，又是农作物的绿肥，有较强的改良土壤及提高土壤肥力的能力。如豆科牧草长有根瘤，其中的根瘤菌可以固定游离氮，增加土壤含氮量。多年生牧草的根量要比农作物多 3 倍，残根腐烂后，可形成有机质，使土壤变肥。牧草覆盖了地面，减少雨滴对土壤的直接冲击力，增加雨水渗入量，减轻径流冲刷，多年生禾本科牧草则要比玉米的保土保水能力大得多。草还可以净化空气，减少噪音，调节气温，美化环境，具有保持水土和保护环境的作用。牛羊是草地畜牧业的主要畜种，牛羊肉及其皮毛是草地畜牧业的主要产品。牛羊肉是一种低脂肪高蛋白的肉类，长期食用对人体健康十分有利。近年来，随着人们健康意识和生活水平的提高，牛羊肉的消费量越来越大，已出现了供不应求的局面。据联合国粮农组织统计，1978 年世界牛肉生产量为 5000 万吨，比需求量短缺 1/5 1/4，估计现在缺口更大。欧洲的 26 个国家 1975 年牛肉消费量为 1669 万吨，到 2000 年预计将达到 2400 万吨，25 年增加 50%。60 年代以来，世界肉牛养殖业发展很快，牛肉产量居各种肉类之首，牛肉消费量占肉类总产量的 1/3。据 1991 年统计，世界平均每人消耗牛肉 10 公斤，发达国家达 50 公斤，最多的澳大利亚达 89 公斤。

在我国，1992 年全国城镇居民人均消费猪牛羊肉 23.9 公斤，比 1978 年增长 60.4%；在肉类消费结构中，牛羊肉所占比重较猪肉的上升要快得多。1992 年猪肉消费量只比上年上升 13.8%，而牛羊肉消费量比重则上升了 83.96%。与此同时，不论国内还是国际市场，牛肉牛皮及其制品的价格大

幅度上升。按可比口径计算，1992 年国内肉牛价格比 1978 年提高了 330%，国际市场活牛价格提高了 200% 多。

在价格规律和市场机制的驱动下，国内外以牛羊为主的草地畜牧业发展很快。过去，山西牧坡草地资源虽然很丰富，但农民却比较贫困，随着生态经济意识的提高和经济效益的吸引，近年来以牛羊为主的草地畜牧业也有了显著发展。目前，山西已经建立了 26 个商品牛基地县，其中和顺、左权、昔阳、五寨、宁武、山阴、朔城、平鲁、沁源、襄汾和阳城 11 县（区）属国家基地县。黄牛改良工作已在 62 个县（市、区）开展。1993 年同 1980 年相比，牛羊饲养量分别增长了 102.7% 和 2.4%；牛肉、羊肉、鲜奶、羊毛（绒）等畜产品产量分别增长了 28 倍、3.6 倍、5.1 倍和 72.4%（见表 4 4）。

表 4 4 山西省 1980、1993 年牛羊产品生产情况

单位：吨

年代	牛肉	羊肉	鲜奶	羊毛(绒)
1980 年	1572	9899	35941	4375
1993 年	45538	45181	217996	7511
1993 年比 1980 年 增长%	2800	360	510	72.4

由于发展牛羊草地畜牧业具有周期短、见效快、成本低、风险小、综合效益高等特点，所以给农民带来了突出的生态经济效益。

地处晋西北的偏关县，农民素有养羊的传统习惯。全县有牧坡草地 4.72 万公顷，近年来为了治理风沙侵蚀，又大力营造了柠条灌木林，为养羊业提供了充足的饲料，从而进一步促进了该县养羊业的发展。1992 年，偏关县的羊的饲养量达到 18.6 万只，农民人均 2.6 只，位居全省第二名。畜牧业产值占农业总产值的比重，由 1983 年的 10.0% 提高到 1991 年的 36.5%，全县农业总产值中有 1/3 是来自以养羊为主的畜牧业。

该县黄龙乡张家埝村有 10 户 32 口人，依靠牧坡草地和柠条养羊 710 只，人均 22 只。羊多肥多，有效地改善了耕地的生态环境，使该村种植业生产水平大幅度提高，粮食每公顷产量达 2250 公斤，比该县历史上最高的每公顷 1560 公斤增长了 44.2%，油料每公顷产量，比该县历史上最高的每公顷产量增长了 3.7 倍，由此使这个村的农民获得了显著的经济效益。1992 年人均纯收入达到 1039 元，是全县农民人均纯收入 304 元的 3.4 倍，跨入了富裕村的行列。

为了继续提高生态经济效益，偏关县抓住市场经济迅猛发展的机遇，发挥柠条种植面积大、养羊数量多的优势，开展了以这两种资源为原料的加工业。该县陈家营乡率先办起了皮革加工业，年加工羊皮 1.1 万张，生产出了

皮夹克等 9 个系列产品，远销 7 省 13 市，1992 年产值达 78 万元；万家寨乡开发了羊杂碎罐头食品，不仅在省内销售形势看好，而且产品已经打到省外。同时，全县有 9 个乡镇的 3 万人以柠条代煤做为生活能源，每年可以节约煤炭开支 80 多万元，而他们用柠条编制的箩筐则很受建筑业欢迎。

晋西北的左云县汉圪塔村，原来是一个地下资源缺乏的贫困村，可是牧坡草地面积大，草质好，产草量高，载畜量大，又有养羊的传统习惯，利用这一资源优势传统产业优势，开展绵羊改良，提高本地羊的产毛和产肉能力，发展规模经营，提高养羊业的经济效益，经过 10 年的发展，1992 年羊的饲养量达到 1 万多只，共产半细毛 3 万多公斤，收入 36 万元；出栏肉羊 7000 多只，收入 57.4 万元；合计收入 93.4 万元。该村 850 口人，仅养羊一项人均纯收入就有 1090 元，比 1992 年全县农民人均纯收入 936 元的水平高出 16.5%。

左权县是太行山中段的一个“七山二水一分田”的土石山区，有 8.6 万公顷牧坡草地，牧草种类有 120 余种，发展草地畜牧业的潜力很大。大青山羊是左权县的地方良种，具有能爬坡、善高攀、食草范围广的生理特点，非常适应该县牧坡高陡的环境；又由于大青山羊耐粗饲，易管理，发展养羊业投资小，见效快，生态经济效益高，因此左权县历来就十分注意以大青山羊为主的草地养羊业，这一品种多年来一直占全县羊群的 85% 以上。农村经济体制改革后，进一步促进了该县养羊业的发展，已经成为农民脱贫致富的重要途径。1980 年至 1993 年的 14 年中，全县共出栏羊 40 多万只，产羊肉 4688 万吨，每只羊按 60 元计，总收入可达 2400 万元。

地处太行山中段的盂县、寿阳、昔阳、和顺、左权等县，属中低山地区，有大面积的牧坡草地。由于地势较低，放牧方便，所以很早就发展起来了用海福特、夏洛来、西门塔尔等优种肉牛改良本地牛的肉牛养殖业，成为国家肉牛生产基地后，每年可提供一定数量的优质肉牛供应国内外市场，肉牛养殖业成为当地农村经济中经济效益和创汇额较高的产业部门。仅和顺县 1993 年就出栏肉牛 10009 头，产值达 687 万元，占到全县畜牧业产值的 39.0%，但这里的牧坡草地多属二、三等，四至七级，质量及产草量都比较低，限制了肉牛养殖业的发展。今后，应加强牧坡草地建设，改良草种，以提高牧坡草地的质量和产量，为进一步发展肉牛基地创造条件。

太岳山地区的牧坡草地资源不仅丰富，而且连片集中，牧草种类多，草质好，密度及覆盖度都比较大，是山西的优质牧草场。地处这一地区的沁源县，利用这一资源，很早就注意发展以牛羊为主的草地畜牧业，近年来，乳肉兼用牛发展较快。沁源县是国家肉牛生产基地县，他们用乳肉兼用型的西门塔尔牛改良本地牛取得了成功的经验，1993 年出栏肉牛 4405 头，产值 302 万元，产鲜奶 1663 吨，产值 119 万元，肉乳合计产值 421 万元，占当年全县畜牧业产值的 22.6%，为当地农民带来很大的生态经济效益。这里山势崎岖，交通不便，气候寒冷，所以牧坡草地利用率不高，但只要加强牧坡草地

基础设施建设，提高牧草利用率，就可以进一步提高牧坡草地的生态经济效益。

表 4 5 是和顺、五寨、沁源、襄汾、阳城 5 个国家肉牛生产基地县及全省 1990—1993 年肉牛生产情况。1993 年同 1990 年相比，5 县肉牛出栏率平均增长 72.8%，超过全省 63.1% 的平均水平，其中五寨县最高，达 184.5%；肉牛产值占畜牧业产值比重平均增长了 6.6 个百分点，而全省却下降了 0.1 个百分点，其中也是五寨县增长最多，达 10.2 个百分点。这说明，由于 5 个基地县均处牧坡资源丰富的地区，它们充分利用这一价格低廉、质量优良的饲草资源和加强了肉牛的科学饲养管理，所以取得了较好的生态经济效益。

表 4 5 山西省重点黄牛改良县 1990—1993 年效益比较

单位：头、万元、%

	1993			1990			1993 年比 1990 年增长%	
	出栏数	产值	占畜牧 产值	出栏数	产值	占畜牧 产值	出栏	产值比
和顺	10009	687	39.0	5670	389	39.9	76.5	-0.9
五寨	3311	227	17.6	1164	80	7.4	184.5	10.2
沁源	4405	302	16.2	3012	207	15.3	46.2	0.9
襄汾	7965	546	15.3	3918	269	8.6	103.3	6.7
阳城	10977	753	13.6	7450	511	8.3	47.3	5.3
合计	36667	2515	18.1	21214	1456	11.5	72.8	6.6
全省	336591	23090	6.3	206281	14151	6.4	63.1	-0.1

## 五、合理开发利用，加强建设，提高牧坡草地的持续生态经济效益

草地资源同森林资源一样，也是一种可再生资源，虽然其生产周期比森林短，但在新建和恢复中，仍需几年到几十年的时间才能发挥出持久的生态经济效益。因此，合理开发利用天然牧坡草地资源，保持草地生态平衡，使牧草能够获得自然恢复，维持较高的生态经济功能，是持续发挥牧坡草地生态经济功能的一个关键因素。

山西天然草地的年产草量为 200 亿公斤，年载畜量 1100 万个羊单位，而全省现有牛羊共折合 1693 万个羊单位，似乎超载了 593 万个羊单位，其实这是一个假相。究其原因，首先，计算上采用的标准羊单位所设体重为 40 公斤，超过山西目前羊群平均体重 20 公斤的一倍，也即大约一个标准羊单位相当于山西的两只羊；其次，山西的大部分牛羊将近有半年的时间是依靠

农作物秸秆饲养，属半放牧半舍饲。这就说明山西目前牧坡草地并没有超载，同时也说明为什么山西还有许多牧坡草地未被开发利用。

目前，山西的牧坡草地在开发利用上存在着不合理的问题，因而降低了利用率。近山地区的牧坡草地地处交通方便、水源充足、牧草质量好的亚高山草甸，由于牲畜放牧集中，利用时间较长，因而出现了超载和牲畜践踏严重的现象，使得牧草难以休养恢复，从而造成了牧草生长受阻，草地退化，水土流失严重，生态经济功能日趋衰退。如关帝山的西华镇草场就是一个典型例子。为了避免这些问题，就应当合理利用这些牧坡草地资源，方法是：

(1) 以类定畜。不同畜种对饲草的营养比有不同的要求，其采食牧草的偏好不同，对牧场地形的适应能力也不同。采取以牧坡草地类型定放牧畜种的办法，就可使不同类型的牧坡草地资源合理与充分地加以利用。

(2) 以草定畜。以草地的实际生产能力来确定牲畜的放牧量，做到适度放牧，避免因超载重牧而造成牧坡草地退化或因轻牧而造成牧草资源浪费。

(3) 分区轮牧。以围栏方式将草地划分为多个小区，然后根据各区牧草生长及恢复再生情况轮流放牧或刈割。

(4) 缩短饲养周期。家畜在其体重达到成年体重 70% 以前，饲料转化率最高，随着年龄的增长则逐渐降低。为了提高牧草利用率，应利用家畜的这一生理特征加快育肥及出栏速度，适时淘汰更新母畜，及时处理病弱老畜，尽量缩短牲畜的平均饲养周期。这还可以提高畜产品的产量和质量及草地养殖业的生态经济效益。

山西有相当一部分山区牧坡草地资源，面积大，草质好，可供大量牲畜放牧利用，但因交通不便，水热条件较差，所以利用不足，一年当中只是作为短期的夏季牧场而有所利用，致使大量牧草自生自灭，这样不仅浪费了资源，而且由于腐草层过厚，影响了牧草的生长，使草地的质量出现了退化。如五台山、荷叶坪、岭上等草地就已经出现了这种问题。加强放牧基础设施建设，开展牧草的机械化刈割和加工，是减少牧草资源浪费、进一步提高草地质量和充分发挥牧坡草地生态经济功能的有效途径。如果能把山西的牧坡草地合理地加以规划，有计划、有步骤地改良建设，在有条件的地方实施集约化经营，逐步建立人工或半人工草场，并严禁滥垦，搞好防火，消灭鼠害、虫害，加强管理，防止牧坡草地的逆向演替，就会大大提高牧坡草地的质量与产量，使其具有较高的生态经济效益，并使之不断地加以提高。

建立人工草地是加强牧坡草地建设的重要内容，也是提高现有牧坡草地质量的有效措施。山西从 1981 年就开始了人工草地试验示范工作，到 1990 年，全省的人工草地已达到 21 万公顷，占全省天然草地总面积的 5.5%。牧草飞播，是一种利用飞机高速度、大规模建设人工草地的现代化手段。山西已在 41 个县大面积进行了飞播，全省累计飞播面积达 10 万公顷，保留面积 5.1 万公顷。使昔日的荒山荒坡披上了绿装，不仅控制了水土流失，而且也

提高了草地畜牧业的经济效益。

右玉县花柳沟播区，飞播牧草367公顷。播前天然草地每公顷产鲜草1300公斤，播后达到8300公斤。过去养一只羊需1.3公顷草地，现在只需0.3公顷。阳曲县大直峪播区，是黄土丘陵缓坡地带，过去水土流失比较严重，1982年飞播了沙打旺、苜蓿、胡枝子等牧草后，当年覆盖率即由20%提高到70%，第二年则达到90%，整个播区呈现出一片翠绿，基本上看不到水土流失的迹象。

#### 第四节 野生动物：生态链中重要的一环

在自然生态系统这一链式生态圈中，生物是一个重要的子系统；而在生物这一子系统中，除了森林、草地、栽培植物、家畜和野生植物外，还有野生动物，它们又以人类为中心，形成一个链式生态圈。野生动物以其特有的生态经济功能影响着整个自然生态系统，是自然生态链中重要的一环，是人类生存和发展的一项物质基础，是社会的宝贵财富。自古以来，人们就在吃穿用等生活方面利用着野生动物资源。随着科学技术与经济建设的不断发展，以及人们生活水平的不断提高，对野生动物有了新的需求，使其在经济建设、生态环境、科学研究、文化艺术、教育、旅游等方面占有重要位置。

如前所述，山西有着丰富的野生动物资源，但是，人们在劳动生产和发展经济的过程中，由于生态经济观点和系统观点不强，在对野生动物利用中，形成了只顾眼前利益不顾长远利益、只顾经济效益不顾生态效益，只顾局部利益不顾整体利益的利用格局，致使多种野生动物灭绝或濒临灭绝，出现了“山水有情人无情”的冷酷局面，这已引起了生态经济的链锁式负效应。如森林草地和农作物的正常生长受到威胁，有的甚至成灾，不仅造成严重的经济损失，同时也造成了植被破坏，加剧了水土流失，影响了气候环境，制约了经济发展及影响了人类的生活环境。为此，保护野生动物就成为生态经济建设中的刻不容缓的任务。

##### 一、种类多、经济用途广的鸟兽资源

许多野生动物资源在经济建设中有着重要用途。经济种野生动物的选定标准是，特有种或稀有珍贵的动物；数量多、经济价值较大的动物；数量较少，但个体经济价值较大的动物；数量较多，但个体经济价值不大的动物；具有开发利用前途而尚未被重视的动物。

为了提高人们的保护意识，现将山西经济种动物的生态特征作一简要介绍。

##### （一）珍贵稀有动物

山西属于国家级、省级重点保护动物及中日候鸟保护协会中规定的在山西分布的鸟类共有 235 种，其中国家一、二级重点保护动物有 68 种，占全国 148 种的 45.9%。这些野生动物在经济、文化、科研及对外交流等方面都具有重要意义。

##### 1. 国家一级重点保护动物

山西共有 14 种，占全国国家一级重点保护动物 62 种的 22.6%。主要有：虎（山西历史上曾有虎分布，后已绝迹，最近中条山、管涔山及朔州大莲山一带群众反映有虎，但尚在调查中）、金钱豹、梅花鹿、黑鹳、白鹳、大鸨、褐马鸡、金雕。

## 2. 国家二级重点保护动物

山西共有 54 种，占全国 86 种二级重点保护动物的 62.8%，主要有：水獭、青羊、原麝、猕猴、大鲵、勺鸡。

## 3. 山西省重点保护动物

共 27 种，主要有：复齿鼯鼠（俗称寒号鸟）、冠鱼狗、苍鹭、池鹭、金眶鸻、星头啄木鸟、牛头伯劳、缙嘴鹟。

## 4. 中日保护候鸟

山西共有 140 种，主要食虫农林益鸟有：夜鹭、毛脚、灰背隼、红胸田鸡、金鸻、林鹑、红嘴鸥、短耳鸮、白腰雨燕、金腰燕、山鹊鸲、树鹩、灰山椒鸟、红尾伯劳、发冠卷尾、红点颏、红胁蓝尾鸟、黑喉石、斑鸫、黄眉柳莺、北灰鹟、燕雀。以上动物具有多种生态经济功能，有的是农林益鸟益兽，有的具有皮毛、肉用、药用价值，有的具有观赏价值，有的兼具两种功能，但均因数量少，或濒临灭绝，所以列入重点保护对象。

## （二）毛皮动物

毛皮是北方人喜欢穿着的裘皮服装原料。用毛皮制作的裘皮服装具有轻俏、美观、保温、结实等优点。目前，随着加工技术的提高和人们的精心设计，裘皮服装的款式越来越多，深受消费者的欢迎。而这些毛皮原材料有很大一部分是来自野生动物。

山西毛皮动物有 20 余种，年产毛皮数十万张。山西冬季气候寒冷，这时猎取的野生动物毛皮毛长绒厚，受到国内外市场重视。在所产毛皮中，以水獭、金钱豹、石貂、狐、果子狸等的毛皮为上乘。其中水獭是山西珍贵的毛皮兽之一；石貂皮坚韧，绒毛细密，是制裘毛皮中的珍品；狐皮也较名贵，尤以 9 月以后的狐皮毛齐绒厚，经济价值最高；果子狸毛皮所制裘衣、皮帽、手套等，以柔软美观而畅销。但由于这些野生动物栖息环境的破坏及乱捕滥猎，使这些野生动物的数量日渐减少，所产毛皮也呈减少趋势，例如名贵的水獭皮，外贸部门每年仅收 10 余张。在这些毛皮中，唯狐皮的产量还比较大，山西省每年可收购数千张。

其他毛皮产量一般。价值较高的毛皮动物有：黄鼬、艾虎、猪獾、狗獾、豹猫、青鼬等，在山西省内各山地或平川都有分布，其中以黄鼬、艾虎、猪獾、狗獾分布较广，毛皮产量较多，是外贸主要收购品。黄鼬毛皮较为珍贵，以毛绒整齐色泽光润者为上品；艾虎毛皮以柔软著称；猪獾不仅毛皮有经济价值，所产獾油在治疗烧伤烫伤上也有很好的疗效。

产量大价值低的毛皮动物有野兔和几种野鼠。野兔和野鼠在山西分布面广，数量多，尽管其毛皮价值不太高，但累计经济效益仍然可观。山西省野兔皮年收购量在 10 万张以上，其中以长治市和运城地区收购量较多。野鼠皮张以黄鼠皮与花鼠皮收购量较大，多加工成皮褥等产品用于出口。运城地区有一年曾加工出口鼠皮褥 5 万余张，价值上百万元。捕猎加工鼠皮，既起到消灭鼠害、保护农作物的作用，又可增加农民经济收入，因此是一项有较

好生态经济效益的举措，应大力提倡。其他野鼠，如鼯鼠、松岩鼠、花鼠、鼠兔的毛皮也有一定的经济价值，同时也是危害农业的鼠类，如能大量捕猎利用，就能进一步提高捕猎业的生态经济效益。

### （三）肉用动物

鸟鲁的肉类自古以来就是人类的食物，即使在物质文明已相当发达的今天，人们也喜食野生动物肉类，特别是在人们吃腻了家畜肉类之后，或出于提高身体健康水平的需要，人们更把野生动物肉类视为美味佳肴，使得野生动物肉类价值陡涨，从而成为受人青睐的肉食资源。大部分鸟鲁均可食用，而在山西分布广、产量大的，既不是重点保护动物又可供食用的野生动物主要有：野兔、野猪、狍、野鸡、石鸡、斑翅山鹑以及鸠鸽等，所产肉类是山西山禽野味之大宗，以肉味鲜美、无污染、食用安全为特点，吸引着国内外消费者。据统计，全省每年可收购野禽 50 万余只，产肉 25 万余公斤；产野兔肉 24 万余公斤。狍子肉的产量也很可观，仅吕梁、晋中、长治 3 地市，一年就可收购狍子肉 9 万多公斤。

山禽野味还是国际市场的紧俏物资，有很好的价格。近年来，随着需求量的增加，价格还在不断上涨。这些野生动物就成为成本低、数量大、创汇力强的资源。

### （四）药用动物

中药材中有相当一部分是来自野生动物。山西有药用价值的野生动物有 70 多种，如金钱豹，鹿、麝、复齿鼯鼠，各种蝙蝠及刺猬、麻雀等；有的兼具药用价值，如狐、獾、野兔、狼、青羊、长耳鸮（猫头鹰）、金雕、中华鳖等。

雄麝鼠蹊部囊状腺体的分泌物称为麝香，是珍贵的中药材，具有开窍辟秽、通经络的功效；同时是高贵的定香剂，是制造高级香水的原料。山西所产之麝，以“台麝”（产于五台山）及“交麝”（产于交城关帝山）质量较好。过去山西麝香产量较大，近年来，随着麝资源的减少，其产量也显著减少。

复齿鼯鼠又叫寒号鸟或飞鼠，其粪便就是中药材五灵脂，具有通利血脉、行淤止痛的功效，是山西山区特有的产品，过去每年可收购 3 万多公斤，近年来，随着复齿鼯鼠栖息环境的破坏，致使其数量减少，因此收购量也有所下降。

豹骨有追风定痛、强筋壮骨、镇静安神的功效，药用效能仅次于虎骨。

还有一些动物的粪便也可以入药，如夜明砂（蝙蝠）、望丹砂（兔）、草灵脂（鼠兔）、白丁香（麻雀）等。

### （五）羽用及制革动物

鸟类的羽毛具有绒用、饰用、工艺用等多种用途。鹰、雕类的雕羽，水禽、涉禽、雉类等的羽翎均可用于妇女装饰和室内装饰，很受国外欢迎。尤其是大型雕翎，其价值极为昂贵，经加工后价值可提高 10 多倍。山西的山

区有多种猛禽栖息，每年可收购数以千计的各种雕翎。此外，有些兽类除毛用或肉用外，其皮还是很好的制草原料，如野猪、狍、猪獾、狗獾等。

#### （六）农林有益动物

在野生动物资源中，有不少种类繁多、数量可观的动物是危害农作物与树木生长的鼠虫害的天敌，它们的生态意义远远超过其经济价值，在发展农业生态经济中有着重要的生态作用，尤其是数量众多的食鼠食虫鸟类，在这方面更有不可替代的生态功能。据不完全统计，在山西的 316 种鸟类中，有 150 种是“农林益友”，占到总数的 47.5%。如前述 23 种中日保护候鸟就都属于这一类。

有益鸟类有较强的综合生态经济功能。科学家们研究发现，世界鸟类的 95% 以上是以昆虫为食，一只猫头鹰一夜可捕食 5—6 只田鼠，一个夏季可消灭 1000 多只，这不但为人类保护了 1000 多公斤粮食，而且还起到控制由田鼠传播的流行性出血热；一只灰喜鹊，一年能吃掉 18000 多条松毛虫，以及金龟子等害虫，可保护 4 公顷森林免受虫害；一只啄木鸟一天可以吃掉农药喷不到的树中心的 300—500 只天牛虫、金龟子害虫，能够保护 30 多公顷林地；一只燕子仅在夏季就能捕食 120 万只苍蝇、蚊子，牛虻等传播人畜疾病的害虫，从而有效地控制疟疾、乙型脑炎、病毒性肝炎、肠道传染病的流行；一只大山雀一昼夜所吃害虫的重量可相当于自身的体重，这就防止了果园果实的大量脱落；一些食肉禽鸟专门啄食动物的腐肉和腐尸，有利于消除有机物对环境的污染。鸟类对环境污染比人类敏感，根据其数量的变化可以监测环境状况。

## 二、时空中野生动物的“动态”

野生动物是自然生态系统中的重要组成部分，它的形成与发展，和自然环境的变化有着很大依赖关系。从远古漫长的生物进化过程中，在不同的自然条件下，逐步形成了不同类群的动物，因而动物随着栖息环境的变化也处于动态平衡之中。在这一过程中，如果受到外力的影响，如人为破坏环境或过度捕猎等，就会使动物与环境产生了不可逆的平衡失调，从而必然导致某些动物的减少以至灭绝。

森林与草地是野生动物的主要栖息繁衍场所。历史上，山西有茂密的森林与广袤的草地，所以当时的野生动物的种类也十分繁多。后来，随着人口的增加及森林和草地面积的大量减少，野生动物的栖息环境逐渐被破坏，使野生动物区系分布、种类、数量也发生变化，造成了一部分动物的迫迁或灭绝。

据有关史料记载，殷商时期，山西曾有野象分布。唐宋年间，“雁北郡、马邑郡贡翎各五具，定襄郡贡豹尾十枚，娄烦郡贡麝香十颗”。元代“泽州贡野鸡九十只，岚州开元贡熊皮，忻州、代州、隰州并贡麝香”。由上述贡

品的种类、数量和产地，反映出古代山西野生动物的种类多、数量大、分布广。

尔后，随着人口的激增和农田的不断扩大，森林和草地面积迅速减少，使许多野生动物失去了栖息繁衍之地，它们就逐渐从原来生活的地域消失了，这种情况，特别是在农区表现更为突出。明正德年间（1506—1521年）编纂的《朔州志》中记载，兽属有“熊、虎、兔、狼、麋、獐、獾、麝、豺、黄羊、狐狸、夜猴、黄鼠……”到清雍正十二年（1734年）编修的《朔州志》中，所记兽属仍有“熊、虎、狼、虎、獐、獾……黄羊、狐狸”，但已没有麝、豺、夜猴的记载了。在近200年的时间中，至少有3种野生动物从朔州地域上消失掉了。

清顺治十七年（1660年）编纂的《潞安府志》中记载：“兽属有鼠、狐、兔、鹿、狗、狼、獾、猴、虎、豹、熊……”到乾隆三十五年（1770年）编修的《潞安府志》“兽属”中则这样记载：“有虎、兔、鹿、麋、獐、狼、獾、猴。虎、豹、熊三兽不恒有，有则惊，以为异，然亦在深山绝壑中避人迹。”这表明，由于人为的因素，潞安府地域上的虎、豹、熊等大型食肉野生动物的数量有了大幅度的减少。

乾隆五年（1740年）编纂的《陵川县志》中记有“陵川多猴种”，有獬猴。而过了39年后，到乾隆四十四年（1779年）所修《陵川县志》中已无关于猴的记载。这虽不能说明当时陵川已无猴，但至少说明当时陵川猴已经十分罕见。

山西全境野生动物的种类和数量也基本是减少的趋势，特别是进入近代时期后，随着因水土流失而引发的生态经济恶性循环的加剧，山西野生动物的变化更大。

光绪七年（1881年）至民国7年（1918年），山西还有较多的虎、麋、梅花鹿、麝、獐，豪猪、猓獾，白冠长尾雉，而今已很少见或已灭绝了，不过这只是人们的估测，见于正式资料的是，1980年根据林业部关于国家一、二、三级重点保护动物的规定，当时山西列入国家重点保护的野生动物名录中，提到的可能灭绝和已灭绝的野生动物有虎、梅花鹿、马鹿、林麝、猓獾、穿山甲、獐。在该名录中有7种是数量极少或极少见的野生动物，其中的金猫、卷尾鹈鹕和大壁虎3种野生动物，在1993年由山西省自然保护区管理站等编写出版的《山西陆栖野生动物》一书中未列入国家重点保护对象，只能说明这几种动物已经灭绝。

在上述的1980年和1993年的这两份统计资料当中，后者所记国家级重点保护动物比前者增加了46种，这从一定程度上反映了这些野生动物的数量也在减少，如不重点保护将直接威胁到它们的生存。这些野生动物有：哺乳类的豺、水獭、青鼬、黄羊4种；鸟类的角鸮、小天鹅、鸢、苍鹰、大

、秃鹫、白尾鹫、鸮猎隼、白雉、勺鸡、灰鹤、金眶鸻、四声杜鹃、红角、长耳鸮、短耳鸮等 42 种。

### 三、野生动物益害关系的对立与统一

对野生动物益害关系的认识，是人类对其开发利用的理论基础。只有搞清楚野生动物益与害的辩证关系，才能采取有效措施，更好地利用和保护它们，在充分持续发挥它们生态经济效益的同时，与人类共生共荣地协调发展，从而形成一个野生动物平衡的生态体系。

把野生动物分成益害两类，这只是对人类而言，但由于野生动物对人类的益与害是一个相对概念，是一个生态概念，所以说，即使从人类的角度出发，也很难对某一野生动物是益是害下一断论。总的来说，绝大多数野生动物都对人类有不同程度的益处，它们的生存繁衍会给人类带来这方面或那方面的好处。随着科学技术的发展及人类认识水平的提高，野生动物为人类带来的利益将会越来越多。而纯粹对人类有害的野生动物为数极少。但是，对野生动物系统来说，人类的认识还是知之甚少，有的益多的野生动物也有其不利于人类的一面；而对人类危害突出的种类也有可为人类利用的价值；有的废之有害，用之有益；有的今天有害，明天有益；有的对人类有害，对大自然有益。因此，要用对立统一的观点来全面地、辩证地评价野生动物对人类的益与害，既不能因为某些野生动物的益大于害而对其有害的一面失去应有的警惕，也不能因为某些野生动物在某一方面的害大于益就强调消灭和无情捕杀，这都不利于保持生态平衡，极端的行将最终危害人类的生存与发展。

某些野生动物对人类有明显的益处，如食虫益鸟多以有害昆虫为食，它们可以有效地保护农业和林业。但也有相当一部分野生动物对人类是益害并存的。在鸟类中，麻雀在秋季大量啄食谷物子实，造成粮食的损失，但在春夏繁殖期却能大量捕食有害昆虫，保护了农作物及林木；灰椋鸟，在果园则啄食破坏浆果，危害水果生产，而在用材林区却十分有益。在兽类中，鹿科动物及毛皮动物益远大于害；狗几乎全身都有经济价值，是公认的益兽，但在冬季食物缺乏时，却啃食树苗麦苗，危害农林业；黄鼬、狐狸是名贵皮产量较多的毛皮兽，又是鼠类的天敌，是生态经济效益高的动物资源，但它们有时也偷袭家禽，危害养殖业，因此被误认为是害兽；野猪因有时跑到农田糟害农作物，也被认为是害兽，在一些地区被列入消灭对象，但其肉脂皮毛均有较高经济价值，仍有其有益的一面；许多啮齿动物对农业、林业乃至人类健康危害极大，应当积极消灭，但其又是有益猛禽及食肉类动物的食物，啮齿动物的大量减少将会影响这些鸟兽的生存，导致生态失衡，削弱野生动物体系的总体生态经济功能。因此，我们对野生动物的利用原则应是：合理捕猎，控制危害，化害为益，保护野生动物的生态平衡，不断提高野生动物

的生态经济效益。为了保护野生动物这一生态经济资源，使其在我国的经济建设中充分发挥生态经济功能，我国十分重视野生动物保护工作，不仅采取了有效措施，而且已经步入了法制保护轨道，先后出台了一系列保护野生动物的法律。在国际上我国已经分别同日、澳、美等国签署了候鸟保护协定及护鸟议定书，并先后加入了《濒危野生动植物种国际公约》、《关于水禽鸟类栖息地的国际公约》及《保护生物多样性国际公约》，这标志着中国将与世界大多数国家一起共同承担拯救和保护野生动物的任务。

当前，对野生动物有一种“保护就是为了利用”的观点。乍一听，这一观点似乎对保护野生动物有利，但究其实质，也是出自人本位的狭隘和不确切观点。保护野生动物的目的包含着利用，但又不仅仅是为了利用，我们保护野生动物的目标比利用要广泛和深刻得多。当前应当看到一个严峻的事实，即很多动物正是在“为了利用”的情况下走向灭亡的。“保护就是为了利用”这一观点的提出，把人们引入了只有在“利用”的刺激下，才能发挥“保护”积极性的认识误区。因此，目前社会上出现了一股人工饲养热。人工饲养可以认为是一种保护野生动物的重要措施，它有两种含义：一是把一些严重濒危的野生动物从原栖息地转移到动物园、水族馆、畜牧场或保护中心，经过人工驯养和繁殖，待恢复到一定数量后，再重新让其回归到原栖息地复兴种群。如应用这一措施抢救麋鹿、扬子鳄、蒙古野马、欧洲野牛，黄颈黑雁、关岛秧鸡等都取得了成功。再是通过人工饲养以缓和保护与利用的矛盾。譬如鹿茸、麝香、熊胆等都是重要的中药材，但鹿、熊等又是稀有的受保护动物，怎样解决这个矛盾呢？有效的办法是发展这些动物的人工养殖业。为此，许多地方兴起了药用野生动物养殖热，这虽在解决药材需要上起到了积极作用，但也出现了弊端，一些人乘机打着人工饲养的招牌，大肆捕猎这些濒危动物，养蛇的借此捕捉或收购稀有蛇类；养娃娃鱼的借此捕捉或收购娃娃鱼；养活熊取熊胆的借此捕捉或收购野熊；甚至出口猕猴者可以伪造档案，把捕捉收购来的野生猴说成是人工繁殖的。这就使许多珍稀动物的处境进一步恶化，有的已处于濒危地步。

什么是正确的保护呢？那就是在生态学观点指导下的保护。具体地说，就是按照大自然本来的面目和自身的规律，来认识、研究和保护野生动物。我们生活的地球，本来是个有机的统一体，一切生物都生长、繁衍、进化在这个统一体中。我国古代诗坛巨匠李白曾说：“天生我才必有用。”这话适用于人，同样也适用于野生动物及一切生物。任何组成天然群落的物种都是共同进化过程中的产物，各个生物区系的存在和作用，都是经过自然选择的结果，各个物种和人类一样，都是自然界中的一个环节，在漫长的进化发展过程中共同维持着自然界的稳定、和谐与进步。在这个多种多样的生物圈中，谁能生存，谁被淘汰，是在自然历史的长河中物竞天择、不断演化、不断优化的结果，既非上帝所创造，更不能由人类来主宰。这就是大自然为什么拥有物种的多样性、遗传的变异性和生态系统的复杂性的原因。所以，我

们保护野生动物的哲学观点可用著名环境生态学家唐锡阳的一句话来概括，即“物我同舟，天人合一，尊重历史，还我自然。”其实这样的观点，早在 2000 多年前的庄子就说过：“天地与我并生，而万物与我为一。”老子则说过：“天之道，损有余而补不足；人之道则不然，损不足以奉有余。”荀子则说：“天行有常，不为尧存，不为纣亡。应之以治则吉；应之以乱则凶。”所以，我们对野生动物的保护应超脱人本位的狭隘观点，从生态和生态学观点出发，站在保护生态系统、保护生态环境的高度，去保护生态系统中的一切物种，特别是濒危的物种。但现实却是由于人们缺乏这一正确观点，已造成包括野生动物在内的生物种的急剧消失，目前已经达到了威胁整个自然界的生态平衡，威胁人类生存与发展的严重程度。我们应当清醒地认识到，保护一个物种，就意味着保护若干物种，就意味着保护一个生物群落，就意味着保护一个生态系统；反之，破坏一个物种，就意味着破坏若干物种，就意味着破坏一个生物群落，就意味着破坏一个生态系统。而世界是相互关联的，这种保护和破坏，必然会影响到地球的稳定和人类的未来。

结合山西的具体情况，在保护利用野生动物上应当做好以下四个方面的工作：

(1) 加强自然保护区的建设和管理，逐步开展扩大珍稀动物资源的科学研究及合理利用这些资源途径的探索。(2) 认真贯彻国家及省有关保护野生动物资源的法规与条例，全面保护山西的野生动物。

(3) 加强狩猎管理，建立健全狩猎制度，做到既充分利用野生动物资源，极大地发挥其在经济建设中的生态经济功能，又保护好野生动物资源体系，使其可持续地提高生态经济功能。(4) 充实人员，提高手段，加强野生动物资源的科学研究，逐步提高山西野生动物资源开发利用与保护发展的水平。

## 第五章 大气的变幻——气候

自从有了人类以来，气候就是地球上人类赖以生存和发展的一个重要环境条件。随着科学技术的进步以及人类认识自然、改造自然能力的提高，气候作为一种重要的自然资源，在社会经济活动中的价值逐步为人们所认识并重视。特别是在今天，气候问题已成为全世界共同关注的问题。1972年“联合国环境大会”、1974年“联合国粮食大会”、1976年“世界水大会”、1977年“世界沙漠化大会”、1979年“世界气候大会”等均将气候作为一个中心议题来讨论。因此，气候资源已作为劳动对象进入社会生产过程，成为人类社会经济活动过程中所必需的物质和能量，在工业、农业、交通运输业及其他建设事业中都具有重要意义。尤其是在农业生产中，目前在科技水平不甚发达的条件下，气候资源在土地利用、农业管理、作物布局、农产品产量与质量、品种改良、水利排灌等方面都是应当首先考虑的重要因素。这里应当首先清楚，气候条件与气候资源是两个有密切联系却又截然不同的概念。

气候条件是人类生产生活所依赖的自然条件之一，它作为人类社会活动过程的外部环境条件而起着重要作用。例如，大气中的臭氧层拦截了大部分紫外线，成为地球上一切生命的保护屏障，它仅仅作为气候条件对人类起着保护的作用。气候条件包括气候资源和气候灾害。气候资源是气候系统中可供人类利用的物质和能量，它包括空气、太阳辐射能、热量、水分、风能等，在一定条件下能够产生经济价值，用来满足人类的社会需要。而对人类生产与生活带来不利或造成危害的气候条件便是气候灾害，包括旱、涝、霜冻、冰雹、飓风等。

山西省地处黄土高原东缘，境内地形复杂，气候资源丰富多样，为发展农林牧业生产提供了有利的自然条件。同时，因位于东亚季风区的西北边缘，受季风环流年际变化的影响，天然降水年际变率大，旱、涝、风、雹等灾害性天气频繁发生，是造成农林牧业生产不稳定的主要原因之一。本着合理利用自然资源、保护生态环境、提高自然资源永续利用能力的目的，有必要对山西省的气候特征、气候资源、气候灾害等方面进行全面而正确的认识与研究，以期为领导决策机构、生产建设部门，特别是为农业生产提供合理利用气候资源的科学依据。

## 第一节 一张多变的“脸”

### 一、复杂，要素资源丰富，量差大

#### (一) 光能资源

光能资源是指太阳能辐射所提供的能量，亦称太阳辐射能，它是地球上最主要的光热源。太阳辐射通过大气时，一部分被大气所吸收和散射，一部分受云和地面的反射而折回宇宙空间，仅有 57% 左右的太阳辐射为地表和大气所吸收。其中大气直接吸收 14%，到达地面的直接辐射和散射辐射分别为 27% 和 16%。据估算，真正辐射到地球陆地表面的太阳辐射能为  $7.11 \times 10^{13}$  千焦，我国陆地表面每年接受的太阳辐射能约  $50.2 \times 10^{18}$  千焦。通常用太阳辐射、光合有效辐射、日照时数来反映光能资源的丰歉程度。

##### 1. 太阳辐射

山西光能资源十分丰富。全省年太阳总辐射量为 489.9—598.7 千焦/方厘米，西部山区较多，南部盆地较少。为了便于和全国各地太阳辐射情况进行比较，这里以哈尔滨、玉门、北京、汉口、广州、福州、重庆和拉萨分别代表东北、西北、华北、长江流域、华南、东南、西南和青藏高原地区，列表进行比较（见表 5—1）。从表中可以看出，山西北部地区太阳年总辐射量虽不及青藏高原、西北地区高，但高于其他地区；中南部地区除低于上述两地区外，和北京地区相差不大，但明显高于东北、长江流域、华南、东南及西南的广大地区，说明山西省的光能资源仅次于青藏高原和西北地区，是我国光能资源高值区，其太阳年总辐射量比辐射量最小的重庆地区多 125.6—209.3 千焦/平方厘米，年日照总时数多 1000—1600 小时。可见，山西省的光能资源相当丰富，在太阳能资源的利用上有看得天独厚的优越条件。

山西省内太阳年总辐射量的分布大致由东南向西北逐渐递增。大同、右玉、五寨等地由于地势高，多晴朗天气，空气干燥，大气透明状况良好，太阳总辐射量较丰富，均在 585.2

表 5—1 各地太阳总辐射量及有效辐射量

单位：千焦/平方厘米

月份 地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
大同	28.5	34.8	50.7	58.6	70.3	71.2	64.9	61.5	51.9	43.5
右玉	29.3	35.2	51.5	58.2	69.9	70.3	66.2	60.3	51.5	44.0
可曲	28.5	33.9	49.0	57.4	69.5	72.0	68.2	60.7	50.7	43.1
原平	29.3	35.2	49.4	56.1	68.7	68.2	62.0	56.1	49.4	41.5
五台山	33.1	38.5	53.6	60.3	71.2	68.2	59.9	54.4	51.1	45.2
太原	28.5	33.1	47.3	54.0	66.6	66.6	61.1	56.5	47.3	41.0
离石	28.1	32.2	44.8	51.9	63.2	64.9	59.5	54.4	44.4	38.5
介休	28.1	32.2	44.8	53.2	64.5	64.9	59.5	54.8	45.2	39.4
运城	24.3	28.5	39.4	45.6	56.5	59.0	57.8	54.8	40.6	34.6
长治	29.3	32.2	45.2	51.9	63.6	63.6	59.5	56.1	44.4	39.4
临汾	26.8	30.1	41.4	49.0	59.9	62.4	57.8	53.2	42.3	36.4
阳城	28.9	31.4	44.0	50.7	63.2	65.3	60.7	56.9	43.5	38.5
侯马	27.2	30.1	42.3	49.4	61.5	64.1	60.3	56.9	42.7	37.5
哈尔滨	18.8	27.2	43.1	51.1	62.4	64.1	59.9	54.0	44.4	32.7
玉门	29.7	35.6	52.3	63.6	76.6	79.5	78.3	72.4	61.1	47.7
北京	28.5	34.8	50.2	56.9	69.1	67.0	59.5	55.3	49.4	39.4

资料来源：李国华编著：《季节与山西气候》，山西人民出版社 1990 年版。

千焦/平方厘米·年左右。五台山则由于海拔高度较高，年辐射总量最高达 599.1 千焦/平方厘米。南部的临汾、运城一带阴天较多，日照时数少，年辐射总量相应较少，均在 511.2 千焦/平方厘米左右。

一年中，山西各地太阳年总辐射量具有明显的季节变化。大致呈冬季少、夏季多的变化趋势。各季总辐射量的变化状况是：春季（3—5 月）各地总辐射量一般为 150.7184.2 千焦/平方厘米，占全年总量的 29%—31%；夏季（6—8 月）是太阳总辐射量最大的季节，约为 171.7—201.0 千焦/平方厘米，占全年总量的 30%—35%；秋季（9—11 月）各地虽因云少天气晴朗，透明度大，但因太阳高度角变小，使日照时间缩短，太阳总辐射量由南向北也相应减少，约为 100.5—125.6 千焦/平方厘米，占全年总量的 21%左右；冬季（12 月—2 月），太阳高度角最小，日照时数最短，因此是太阳总辐射量最小的季节，约为 71.1—83.7 千焦/平方厘米，仅占全年总辐射量的 15%—17%。

一般来说，全省各地太阳辐射的年变化幅度不同，北部略大于南部。以最高月与最低月的差值计算，大同为 46.5 千焦/平方厘米，离石为 38.9 千焦/平方厘米，侯马为 38.9 千焦/平方厘米。这表明，南部光能资源年内分配比较均衡，而北部则集中于夏季。上述这种光能资源的年内分配状况，有利于提高山西省冬小麦的光合利用率，对大秋作物的光合利用率也较为理

想。

## 2. 光合有效辐射

农业生产的实质就是植物利用太阳光进行能量累积的过程，植物由叶面及其他光合器官，将从空气中吸收的二氧化碳和从土壤中吸收的水分、养分，通过光合作用制造出农产品。因此，除了解太阳辐射的区域分布及其季节变化外，我们还应当掌握光合有效辐射（生理辐射）的有关情况，以便提高农业生产的光能利用率。

太阳辐射的波长范围很广，辐射能的绝大部分集中在 0.17—4.00 微米之间的波长区间内。波长介于 0.40—0.76 微米之间的为可见光，太阳辐射能量约有一半是集中在可见光区域。而植物在光合作用过程中，只能同化光谱中 0.38—0.71 微米区间的可见光能量，人们通常把这部分能被植物吸收的太阳辐射称为光合有效辐射或生理辐射。

山西光合有效辐射量在 238.6—293.1 千焦/平方厘米·年之间，分布规律与年总辐射量的分布趋势一致。太原以北一般在 251.2—268.0 千焦/平方厘米·年，太原以南在 211.9—251.2 千焦/平方厘米·年之间，南部的临汾、运城盆地是山西省生理辐射值最小区，仅有 211.9—238.6 千焦/平方厘米·年，与全国相比，除拉萨和西北地区以外，山西省各地的光合有效辐射值比其他地区偏高（见表 5—1）。考虑到温度是限制光合作用的主要因素之一，各种作物的光合作用都需要有一定的温度范围和最适温度，因而作物主长期间的光合有效辐射量也有一定的差异。大体上讲，山西省作物生长期（日温  $0$ ）的光合有效辐射在 184—222 千焦/平方厘米·年之间；作物活跃生长期（日温  $10$ ）的光合有效辐射在 134—176 千焦/平方厘米·年之间。但冬小麦在日平均气温  $< 0$  期间处于休眠状态，光合作用基本停止。当春季来临，气温回升，小麦返青后，才开始营养物质的积累。因此，冬小麦生长期间的光合有效辐射即为日温  $0$  期间的光合有效辐射。晋南冬小麦的光合有效辐射为 209—218 千焦/平方厘米·年左右，北部晚熟冬小麦区的光合有效辐射为 184—201 千焦/平方厘米·年。各种喜温作物如玉米、棉花、高粱等，其生长发育要求的温度条件较高，一般都在日平均气温  $10$  期间完成生长发育。因此，一般可用  $10$  期间的光合有效辐射作为喜温作物的光合有效辐射。这样，山西省境内南部和北部  $10$  期间的光合有效辐射值差异不大，一般波动在 134—176 千焦/平方厘米·年之间。

省内各地  $0$  期间的光合有效辐射，随海拔高度和纬度的升高、温度的降低、生长期的缩短而有所减少。随着界限温度的提高，生长期缩短，全省各地  $10$  期间的光合有效辐射比  $0$  期间的光合有效辐射偏少。

由于光合有效辐射被植物吸收利用的只是其中很小一部分，而这部分能量经绿色植物的光合作用转化为化学能贮藏于光合产物中的百分数，称为光合有效辐射利用率，或称光能利用率。国内外研究表明，在理想条件下，光合有效辐射利用率最高可达 10%—14%。目前，由于作物品种、耕作制度和

农业技术水平等各方面条件的限制，有效辐射的利用率还很低。我国目前全年平均仅为 1%，国外高产地块已接近 5%，而山西省一些产量较低的地区甚至仅仅为 0.2%—0.4%。近年来，随着农业生产的发展和生产技术的提高，以及对科学种田的重视，一些高产田和试验田地块的光能利用率已达 2%—4%。可见，提高山西省农业生产的光能利用率，以期增加单位面积产量，还是很有潜力的。

### 3. 日照时数

日照时数是指地面实际受到太阳光照射的时数，它随纬度和季节的不同而变化。日照时数的长短对于植物的光合作用和光周期现象有很大影响，工业生产活动和日常生活中的光能利用也与日照时数有着密切的关系。但某地日照时数的长短，不仅决定于地理纬度，而且在很大程度上决定于云量、阴雨天数，通常用日照百分率表征这种天气条件对日照时数的影响程度。

山西省年日照时数在 2200—3000 小时之间，年日照百分率在 50%—65% 之间。基本上呈盆地少于山区、南部少于北部的分布趋势。晋西北的左云、右玉一带及西部山区高山地带，日照时数均在 2900—3000 小时之间，日照百分率在 60%—65% 之间，其中左云日照时数达 3010 小时，右玉等地日照百分率达 66%，均为山西省的高值区。五台山地区虽然海拔较高，但因云、雨天气多，使日照时数反而较少。晋南盆地及东部山区的川谷地带日照偏少，普遍在 2300—2500 小时之间，其中运城最少，仅为 2270 小时，日照百分率也偏小，在 50%—55% 之间。其余各地光照时间在 2500—2900 小时之间，日照百分率在 55%—60% 之间。一年中日照时数以五六月份为最多，北部地区月平均达 270—290 小时，南部地区一般为 230—260 小时；大部分地区 11 月份日照时数最少，一般都在 200 小时以内；七八月份正值雨季，云量多，日照时数相对减少，对大秋作物生长发育有一定影响。与全国其他地区相比，山西省各地日照时数尚属丰富，在这方面具有较为有利的气候条件。

## （二）热量资源

热量，是植物生长发育过程中最主要的依赖条件。通常以温度高低和积温多少为标志。如日平均气温达到 0℃ 以上时，土壤开始解冻，这时可以进行农耕；日平均气温高于 5℃ 时，冬作物及大多数树木恢复生长；10℃ 以上时，大部分作物呈现积极生长的状态。植物制造有机物质，包括养分溶解、水肥吸收运转、水分蒸发等作物生理现象，均受到热量条件的制约。一个地区生长季节的长短、积温的多少、夏季高温强度和冬季寒冷程度的变化及其规律，往往是决定植物种类、作物布局、品种类型、种植制度和产量水平的前提条件。因此，确切地掌握各地的热量资源及其变化特征，对于合理部署农业生产，因地制宜地安排作物布局和熟制，提高科学种田水平，充分发挥热量资源的生产潜力是非常必要的。

### 1 气温的分布与变化

气温的高低是衡量一个地区热量资源丰富程度和变化状况的主要标志，它对人类的生产和生活具有极大的制约作用，特别是对一个地区作物的生长发育、耕作制度及各种农事活动起着重要的作用。

(1) 年平均气温。山西省地处黄土高原，地势较高，地形高度这一因素对气温的影响远较纬度显著，气温比同纬度的河北平原偏低，绝大部分地区年平均气温介于 4—14 之间，总的分布趋势是由北向南升高，由盆地向高山降低。境内中部的东西山区和雁北地区，年平均气温在 8 以下，其中晋西北地区 4—6，中高山区 4 以下；忻定、太原盆地、晋西北黄河沿岸、晋东的阳泉和平定、晋东南大部分地区为 8—10；临汾、运城盆地及中条山以南的河谷地带是山西省热量资源最丰富的地区，年平均气温可达 12—14

。省内大部分地区年平均最高气温在 12—20 之间；年平均最低气温在—4—8 之间；极端最高气温为 35—42 之间；极端最低气温在—14—40 之间。极端最高气温一般出现在 6 月份，临猗县 1966 年 6 月 21 日曾出现 42.8 的高温记录。从 6 月下旬到 8 月上旬为全年最热的时期。极端最低气温各地差异较大，北部和东西山区达—30—40，五台山 1985 年 1 月 5 日极端最低气温曾达—44.8。太原、上党盆地和晋西黄河沿岸为—20—30；临汾、运城及省境南端川各地带为—14—25。各地极端最低气温一般出现在 12 月到次年的 2 月；从 12 月下旬到次年 1 月下旬为全年最冷的时期。

#### (2) 气温的时间变化。

气温的年变化。山西省各地月平均气温均以 7 月份最高，1 月份最低。寒暑变化剧烈，气温年较差（一年中最热月与最冷月平均气温之差）大。全省气温年较差一般变化在 27—35 之间，并有随着纬度的增加由南往北加大的趋势。晋南盆地及东西山区的绝大部分地区在 30 以下，省境东南端因地势相对较高，纬度相对较低，其年较差在 28 以下，为全省最低的地区。太原及忻定盆地在 30—32 之间；晋西北地区因纬度高、海拔高、空气干燥、大陆性特征明显，年较差较其他地区大，大部分地区在 32 以上，偏关、右玉、岢岚大于 34。全省气温最大年较差（年极端最高气温与年极端最低气温之差）一般在 52—60 之间，南部较小，北部较大，如右玉高达 66.3。此外，气温年较差随着地势的升高而减少。如忻定盆地年较差大于 31，忻州达 32.2，而纬度相近的五台山，年较差迅速减至 27.8。

气温的年际变化。山西省内各地年平均气温年际变化幅度一般在 2 左右，基本上随纬度增高而加大，且盆地大于山区。夏季气温年际变化规律与变化幅度也不相同。例如：运城变幅为 4.3，而其他地区均在 4 以下；隰县大于五寨，这说明山西省境内南部夏季平均气温的稳定性还不如北部地区，出现了个别年份特别冷或特别热的情况。这种平均气温的不稳定性所导致的热量资源的不稳定性，对农业生产是个不利因素。冬季平均气温的年际

变化幅度基本上呈北部大于南部、山区大于盆地的分布趋势。

气温的月际变化。山西境内气温月际变化的特点是：春、秋两季升温特别迅速，并且月际变化以秋季为最大。春季气温回升过程中，绝大多数地方在 3—4 月升温最快，少数地区则在 2—3 月升温最快，例如五寨、运城。由于春季升温快，对早春播种、蔬菜生长、树木发芽十分有利，但有时升温后由于寒潮入侵又急剧降温，出现所谓“倒春寒”，往往冻死、冻伤幼苗，造成农业减产。同样，秋季降温也快，10—11 月降温幅度可达 7—9 。由于入秋以后气温急剧下降，加之北方冷性气团不断爆发南下，常形成霜冻，影响大秋作物成熟，尤其是山区和中部、北部地区，常常因急剧降温而造成农业大幅度减产。山西气温月际变化的另一个特点是：南部月际变化幅度小于北部，而且越往北春、秋季升降温的幅度越大，隆冬和盛夏气温的月际变化均为最小。

气温的日变化。气温日变化具有一定的周期性规律。通常最高气温出现在每日 15 时左右，最低气温多出现在日出之前。日出时间随季节而异，因此最低气温出现时间也不尽一致。春、夏季多在 6 时左右，秋季约在 7 时，冬季多在 8 时前后。气温的日变化，一般是用日较差来表示。日较差（一天之内最高气温与最低气温之差）的大小，随纬度高低、地区和季节的不同而异。另外，天气状况也有一定的影响，例如，晴天日较差大于阴天。

山西省境内气温年平均日较差的分布特点是：北部大于南部，盆地大于山区，晴天大于阴天，阳坡大于阴坡。省境南端、西部山区南端日较差最小，均在 10 以下；西部山区大部及太岳山区为 10—12 之间；其余地区由于空气比较干燥，白天太阳光透过大气层时损失的能量少，阳光辐射强度大，升温很快；夜晚，地面热量又大量向空气中散失，较干燥的气层不容易储存热量，所以气温迅速下降，故昼夜温差大，日较差为 12—15 。这些地区由于气温日较差大，白天温度高，光合作用强，作物的同化作用加决；夜间温度低，作物呼吸作用进行缓慢，十分有利于作物体内营养物质的积累。同时，山西省大陆性气候显著，气温日较差偏大，海拔偏高（与同纬度的河北平原相比），紫外线光强，所以可使粮棉高产，瓜果硕肥香甜，品质优良。

## 2. 积温

积温往往是衡量一个地区热量资源多寡的主要指标，它也决定着植物、农作物的分布与种植制度。资料表明，不同植物、农作物和品种要完成某个或全部生育期，需一定数量的热量总和才能满足作物生长、发育直到成熟的要求。对热量的需求通常是用活动积温来表示，即指稳定高于某个界限温度持续日期内逐日平均气温的总和，简称积温。

(1) 0 的积温及分布。各地日平均气温稳定 0 期间的持续期，为衡量作物可能生长期和农事活动季节长短的一个重要指标，也是确定各地种植制度的重要参考指标。山西省各地稳定通过 0 的始现期由南向北逐渐推迟，永济最早，为 2 月 7 日，北部右玉最晚，为 4 月 1 日，南北相差 54

天。日温  $0^{\circ}\text{C}$  的终止期恰好相反，即北部的右玉最早，为 10 月 23 日，晋南盆地的运城最晚，为 12 月 16 日，相差 76 天。日温  $0^{\circ}\text{C}$  的持续天数则由南向北递减，作物生长期差异很大。最多的是永济，为 313 天，最少的是右玉，为 211 天，二者相差 102 天。临汾、运城盆地生长期为 280—290 天，太原盆地和晋东南南部及阳泉等地为 265—275 天。上党盆地、忻定盆地及西部黄河沿岸为 250—260 天。大同盆地、朔州市大部为 235 天左右。晋西北高原的左云、右玉、平鲁、神池、五寨、岢岚等地，地势高，气候寒冷，大于  $0^{\circ}\text{C}$  的生长期一般为 210 天左右。省内其他海拔较高、温度偏低的中高山地区，大于  $0^{\circ}\text{C}$  的生长期一般在 200 天以内，基本上不宜发展种植业，但具有发展林牧业生产的良好条件。

日平均气温稳定在  $0^{\circ}\text{C}$  以上持续期内的积温，可作为评定最大可能利用的热量资源标准，它基本上反映了一个地区农事活动期间热量资源的多寡程度。山西省各地热量资源的多少差异很大，在分布上一般是由北向南递增，由盆地向高山逐渐递减。运城、临汾盆地的热量资源最丰富， $0^{\circ}\text{C}$  期间的平均总积温为 4600—5100  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ；其次是阳城、晋城、阳泉等地，总积温为 4100—4400  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ；太原盆地为 4000—4150  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ；忻定盆地、上党盆地的大部分地区和西部黄河沿岸各县，总积温为 3800  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$  左右；大同盆地及灵丘、广灵、寿阳、左权、岚县、静乐等地总积温为 3300—3500  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ；晋西北的右玉、神池、五寨一带，热量资源不足，总积温仅为 2700—2900  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ 。

在同纬度地区，热量资源随海拔高度升高而递减。一般是每上升 100 米，总积温减少 130—150  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ，生长期缩短 5—7 天。五台山、恒山、吕梁山的中高山地区，热量资源最少，总积温一般在 2500  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$  以下。例如，五台山顶只有 900  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ，可能生长期只有 130 天左右。

当然，仅从热量条件分析， $0^{\circ}\text{C}$  积温在 4100  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$  以上就可以实行两熟制，5100  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$  以上就可实行三熟制，山西省南部的运城、永济、平陆、临猗等地  $0^{\circ}\text{C}$  的多年平均积温虽均在 5100  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$  以上，但是，为了充分利用热量资源，因地制宜地确定种植制度和复种的可能性以及布局适宜的作物品种，常用 80% 保证值作依据。这样，实际上运城盆地  $0^{\circ}\text{C}$  积温的 80% 保证值在 4100  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$  以上，所以只能实行两熟制。

(2)  $10^{\circ}\text{C}$  的积温及分布。日温  $10^{\circ}\text{C}$  的始现期，通常为喜温作物开始生长发育与喜凉作物生长活跃期。此时，冬小麦开始迅速生长进入拔节期，油菜抽苔开花，树木牧草积极生长。秋季  $10^{\circ}\text{C}$  的终止期为喜温作物停止生长的日期，故  $10^{\circ}\text{C}$  的持续期可称为喜温作物生长期或活跃生长期。因此，此期间的积温常作为评价一个地区热量资源对喜温作物的满足程度的指标。

山西省内  $10^{\circ}\text{C}$  期间的积温及持续天数，与  $0^{\circ}\text{C}$  期间积温及持续期的地区分布和变化特征基本一致。各地  $10^{\circ}\text{C}$  积温一般比  $0^{\circ}\text{C}$  积温减少 500—550  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ，山区减少 600  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$  以上。 $10^{\circ}\text{C}$  的活跃生长期比  $0^{\circ}\text{C}$  的可能生长期

缩短 75—90 天。山西省 10℃ 积温的始现期由南向北推迟，最早的永济为 3 月 29 日，最晚的右玉为 5 月 10 日，相差 42 天；10℃ 积温终止期，北部右玉最早，为 10 月 11 日，南部平陆最晚，为 11 月 21 日，相差 41 天；10℃ 积温的持续天数也相应由南向北递减，最多的永济为 213 天，最少的右玉为 132 天，相差 81 天；10℃ 积温最多的永济为 4563℃·h，最少的右玉为 2220℃·h，还不及永济的一半。运城、临汾盆地，10℃ 积温初日在 4 月上旬，终日在 10 月下旬，活跃生长期为 200—210 天，10℃ 积温 80% 的保证值为 4000—4500℃·h；太原盆地和晋城、阳城、阳泉等地，10℃ 积温初日在 4 月中旬，终日在 10 月中旬，活跃生长期为 180—190 天，10℃ 积温 80% 保证值为 3500—3900℃·h；忻定、上党盆地及西部黄河沿岸，10℃ 积温初日在 4 月 20 日前后，终日在 10 月上旬，活跃生长期 170 天左右，10℃ 积温 80% 的保证值为 3000—3300℃·h；大同盆地及广灵、灵丘等地，10℃ 积温初日在 4 月底，终日在 9 月底或 10 月初，活跃生长期 155 天左右，10℃ 积温 80% 保证值为 2800—3000℃·h。晋西北右玉、五寨一带，10℃ 积温初日在 5 月上旬，终日在 9 月 20 日前后，活跃生长期 135 天左右，10℃ 积温 80% 的保证值只有 2200—2400℃·h。中部与北部一些中高山区的热量资源不足，活跃生长期一般都在 120 天以内，10℃ 积温 80% 的保证值低于 2000℃·h。

一般来讲，省内 10℃ 积温 80% 的保证值较 10℃ 平均积温少 100—170℃·h。因此，了解各地积温保证值，便可知道各地的热量条件都能满足哪种熟制和哪一类型的作物品种要求，为合理安排各地的种植制度提供气候依据。

总的来看，山西省多数地区热量资源比较优越，但由于其他气候条件的制约，如干旱少雨、春秋霜冻等影响，使积温利用率较低。

### 3. 最热月平均气温与极端最低气温平均值

小麦和棉花是山西省的重要作物。它们的分布除与一定的热量积累（积温）有关外，在生长发育过程中尚要一定的热量强度。棉花现蕾、开花、结铃期气温在 25—30℃ 之间较为适宜，要求最热月平均气温在 23—25℃ 以上，否则就不能开花结桃。省内最热月平均气温的分布南北差异不大，晋南盆地、太原盆地以及晋东南、忻定盆地的部分地区，最热月平均气温均可达到 23℃ 以上，因此都能够种植棉花。

年极端最低气温多年平均值的高低，对越冬作物和多年生果木能否安全越冬，有着决定性的影响，故它是了解一地区热量资源不可缺少的指标。山西省极端最低气温多年平均值大部分地区介于—12—28℃ 之间，基本上呈由南向北递减趋势，而—23—24℃ 是冬小麦种植区的北界和高度上限，大体上讲，忻定盆地的代县、原平、五台、定襄以南各盆地和低山丘陵区以及河曲县以南黄河谷地，都可种植冬小麦，这些地区也是山西省多熟制地区。其余东西山地和雁北地区冬季低温超过—23℃，冬小麦不能安全越冬，而适宜种植春小麦（恒山、五台山、关帝山等除外），这里也是山西省单熟制地区。省内一些多年生果木，如苹果、枣、梨等果树分布区大体与冬小麦分布

区一致。同时，冬小麦分布区也是确定复种的依据。

#### 4. 无霜冻期

无霜冻期是指地表最低温度  $0^{\circ}\text{C}$  的初、终日之间的天数。霜冻的出现很大程度上限制着热量资源的充分利用，而无霜冻期长短是农作物布局及品种选择与搭配的主要依据之一。山西省内无霜冻期分布较为复杂，自北而南平均为 120—220 天。临汾、运城、阳城、晋城盆地最长，平均终日、初日分别出现在 3 月中下旬（或 4 月初）与 10 月中旬，无霜期为 180 天以上；太原和忻定盆地、晋东南大部、晋西黄土丘陵区、孟县、阳泉、昔阳等地平均终霜期在 4 月中下旬或 5 月上旬，平均初日出现在 10 月上中旬，无霜期为 160—180 天；其余地区的平均终日、初日分别出现于 5 月上中旬与 9 月中下旬，间隔天数均不足 160 天，晋西北高寒地区仅为 120 天左右。山西省内各地的多年平均终、初霜冻日期，与日平均气温稳定通过  $10^{\circ}\text{C}$  的初、终日期之间具有密切的相关性，其规律是：终霜冻一般出现于 10 月初日后 10—25 天，初霜冻期则较多地发生在 10 终日前半月以内。安排农业生产时，一般用无霜冻期 80% 保证值比较适宜。这样，在太原盆地的部分地区和临汾、运城盆地以及南部山区无霜冻期也可达 150 天以上。

### （三）降水资源

降水是最重要的气象要素之一，它不仅是决定农业生产发展和产量高低的重要因素，而且直接决定着某地区的气候湿润程度、植被景观类型、水资源以及国民经济的发展。特别是气候较为干旱的山西省，在光热资源满足的情况下，降水已成为农业生产发展的限制性因素。因为一个地区的光热资源即使很充裕，若没有充足的水分保证，还是不能发挥农作物增产潜力的。因此，了解一个地区降水资源的丰缺程度、季节变化规律以及分布特征等方面的情况，对国民经济建设是至关重要的。

#### 1. 降水资源的丰缺程度

山西省内大部分地区年降水量介于 400—650 毫米之间，多年平均降水量为 524 毫米。全球大陆多年平均降水量为 682 毫米，其中亚洲为 740 毫米。我国多年平均降水量为 630 毫米，而山西省与我国其他地区相比（见表 5—2），降水资源略感不足，但山西省年降水量要比西部黄土高原优越得多，也不比东部河北平原少，降水量在华北地区来说还是比较充裕的。但由于省内地形复杂、坡度大、沟壑多、植被覆盖差、降水年内分布不均，致使水土流失严重，降水利用率低。

表 5—2 山西省与全国部分地区多年平均降水量比较

单位：毫米

#### 2. 降水资源的空间分布

受季风气候的影响，山西省年降水量空间分布的总特征是：从东南向西北递减，山区多于盆地，山地迎风坡多于背风坡，降水量随海拔高度的升高

而增加。晋东南大部分地区，临汾东山区的安泽和古县，晋中东山区的榆社、和顺、昔阳等县的部分山区及吕梁山海拔 1500 米以上的山区，年降水量为 600—700 毫米，为山西省多雨区；临汾、运城盆地和西部黄河沿岸南段在 500—550 毫米之间；太原盆地及黄河沿岸中段为 450—500 毫米；忻定盆地为 450 毫米左右；大同盆地及繁峙、平鲁西部等地为少雨区，年降水量不足 400 毫米；整个晋西北地区在 450 毫米以内。由于地形的动力抬升作用，致使山地降水量普遍多于川谷。如中条山东段山区、陵川东部山区、太岳山区、五台山顶、关帝山和芦芽山的中高山区等，为我省多雨中心，降水量可达 700 毫米以上。就以同纬度地区的五台县豆村和五台山顶的降水量比较，五台山顶年降水量为 913 毫米，而豆村只有 559 毫米，相差 354 毫米。

省内降水日数（按日降水量达到或超过 0.1 毫米的天数计算）的分布趋势基本上和年降水量分布特征一致，即由东南向西北逐渐减少，盆地少于山区，南部略大于北部。年降水量最少的地区也正是年降水日数最少的地区。全省降水日数普遍在 75—100 天之间，东西山区及五台山区大于 90 天，其中西山地区及南部山区、五台山地区和沁水、陵川一带，普遍在 95 天以上；盆地降水日数偏少，运城、临汾、太原、忻定及大同盆地降水日数均少于 80 天。

### 3. 降水资源的时间分布

就农业生产对降水的要求来看，既需要有一定数量的年降水总量，也要求年降水总量在各季节中合理分配，即降水在各季节间相差不要过分悬殊，而且要雨热同期，这样才能满足农作物生长阶段对降水资源的需求，有利于农作物的生长发育。所以，降水的季节分配与农作物生长发育的关系十分密切。

山西省降水量在时间分布上是很不均衡的，这正是季风气候不稳定性特征的表现。一般来说，山西省冬季干旱少雨，夏季雨水充沛，秋雨多于春雨。就是在同一季节里，各地干旱程度也不尽一致，季降水量的地区分布差异也较大。受季风气候的影响，山西省降水的季节变化比较突出。夏季（6—8 月）降水量高度集中，降水量界于 250—400 毫米之间，约占全年总降水量的 50%—60%，且越往北所占比例的增大趋势越明显。以岚县、离石、介休、太谷、榆社、长治为界，此线以北大于 60%，此线以南小于 60%，运城盆地不足 50%。往往一个月的降水量可占到全年降水量的 25%—50%，而一个月的降水量又往往集中在几次较强的降水过程中，这就给降水资源的利用带来极大不便。冬季（12—2 月）由于受干冷的极地大陆气团控制而干旱少雨，是一年中最少雨的季节，降水量界于 8—25 毫米之间，约占全年总降水量的 2%—5%，其分布形势基本上与年平均降水量分布形势相同。春季（3—5 月）是气温迅速回升阶段，气旋过境频繁，带来一定的降水，但是还不能满足作物在这一季节正常生长发育所需要的全部水分。相对来说，对春播作物和小麦返青后生长是比较有利的。春季全省降水量为 55—120 毫米之间，较冬

季明显增多，大部分地区降水量占到全年总降水量的 10%—20%，运城地区及省境南端川谷地带在 20% 以上。秋季（9—11 月）是继夏季降水高峰后的又一个降水多雨季节，但降水量比夏季显著减少。降水量分布呈由北向南增加、由高山向盆地减少的趋势，大部分地区降水量在 80—160 毫米之间，省境南端川谷地带大于 160 毫米，降水量占到全年总降水量的 20—30%，仅极个别地区不足 20%。

#### 4. 降水变率与降水量保证值

由于季风气候的不稳定性，山西省内大部分地区降水量的年际变化很大。例如，宁武多年平均降水量为 468.1 毫米，但 1964 年年降水量为 750.6 毫米，而 1965 年年降水量只有 226.1 毫米。这不仅影响农作物生长发育，并且给水资源的利用开发造成一定的困难。因此，仅以降水的多年平均值来表征降水资源是不够的，还必须考虑降水量的变率和降水量的保证值。

降水相对变率（即降水量平均偏差与降水量平均值的百分比）是衡量一个地区降水利用价值的指标，可表征各地区旱灾发生的可能性及其强度。一般而言，当作物生长季的降水变率大于 25% 时，对农作物就有不同程度的影响，40% 时则易出现旱涝灾害。山西省各地平均年降水量变率在 10%—26% 之间。灵丘、五台山、盂县、左权、晋城一线以东年降水量相对变率在 20%—25% 之间；该线以西，浑源、寿阳、榆社、安泽以东在 15%—20% 之间；运城盆地变率较小，其中部分地区在 10%—15% 之间；吕梁山区及太原盆地在 15%—20% 之间；吕梁山中高山区及忻定盆地部分地区略大于 25%，是山西省降水量相对变率较大的地区；其余各地在 20%—25% 之间。山西全省一年中冬季的降水变率最大，部分地区平均在 40%—60% 之间，分布形势基本上呈南部大于北部、盆地大于山区的格局。但因冬季越冬作物处于冬眠期，所以对作物生长影响不大。夏季变率最小，平均为 20%—30% 之间；春秋两季介于冬夏季之间，普遍在 25%—45% 之间，西北部朔州市朔城区、平鲁一带较大，超过 45%。但就某年或某季而言，其变率可远远超出上述平均值范围。因此，在农业生产方面就像积温一样，降水量尽可能以 80% 保证值作为依据。

山西省年降水量 80% 保证值普遍在 300—500 毫米之间，其分布规律基本上是由北向南递增，由盆地向山区递增。东西山区及上党盆地、五台山邻近地区普遍在 450 毫米以上，省境东南部地区及五台山顶可达 500 毫米以上，而中部、北部盆地区均少于 400 毫米，大同盆地最少，在 300 毫米以下。可见，东南部地区降水比较充沛，且变率小，保证值较高，这正是该地区农业生产稳产高产的主要因素之一。

#### （四）风能资源

风能是太阳能的自然转换，与太阳能一样，也是一种取之不尽、用之不竭而又无污染的廉价自然资源。随着常规能源的紧缺，近年来风能资源的开发利用已受到重视。特别是对于广大农村发展农业生产、改善农村生活和生

态环境具有实际意义。

风能资源量一般以一定风速下的有效风能密度和有效风力可利用小时来衡量。一般来讲,3—20米/秒范围内的风速称为有效风速,根据有效风速求出的风能密度,即为有效风能密度(瓦/平方米),以有效风能密度乘以有效风速全年出现累计小时数,就是全年有效风能(千瓦小时/平方米)。按我国风能资源分类,有效风能密度超过50瓦/平方米,全年可利用时数超过2000小时即为可利用区域。

山西省的风能资源分布特征,受区域地理环境因素影响十分明显。总体上讲,地势较高、地形开阔的地方,风能资源一般比较丰富;地势低下、地形闭塞的地方,风能资源则较贫乏。在山西北部的太行山、吕梁山北段及恒山以北(除大同盆地外),因海拔高度较高,又地处内蒙古高原南缘,为冬季风南下之要冲,故为山西省风能资源的高值区,具有较高的开发利用价值。其中尤以神池、平鲁一带及五台山中、高山区较为丰富,其有效风能密度在150瓦/平方米以上,有效风速全年在4000小时以上,年有效风能贮量在600千瓦小时/平方米以上;尤其是在五台山中台顶地区,有效风速时数可占全年总时数的85%,有效风能贮量多达5500千瓦小时/平方米以上,风能潜力相当可观。其次,在省境南部的陵川、阳城、垣曲、芮城一带,地处夏季风的迎风面上,年有效风能贮量可达300—470千瓦小时/平方米左右,风能资源也较丰富,也具有一定的开发价值。而省内其余地区的年有效风能贮量,大多在300千瓦小时/平方米以下,如太原、临汾等盆地和晋东南盆地丘陵区以及晋西北黄河谷地,多在200千瓦小时/平方米以下,为山西省风能资源相对贫乏区,特别是榆社、武乡及沁源一带,不足100千瓦小时/平方米,则不具备开发利用价值。

但应当指出,既然风力的大小受局地地形及高度影响很大,则无论是风能资源较丰富地区或是一般可利用地区,均应重视地点的选择。一般应尽量选择在地势较高的山顶、塬面、台地上,或濒临开阔地的迎风面、隘口、峡谷等增加风速效应的地点,以便有效地利用风能资源。

此外,受季风的影响,风能资源在时间上分布是极不稳定的。因此,山西省风能资源的分布尚有季节性差异。依各月有效风速时数而言,省内北部、中部大部分地区春季最多,冬季次之,夏季最少;省境南部一带的部分地区则以春夏两季居多,秋冬季较少。

## 二、经济潜力大,利用不充分

### (一) 气候资源评价

#### 1. 山西省气候资源的优点

(1) 光能资源丰富,光合潜力大。太阳能是绿色植物通过光合作用制造有机物的唯一能量来源,农作物产量的90%—95%取决于光能。而光能潜力的大小,又决定于各地光能的数量和质量。山西省年总辐射量介于489.9—

598.7 千焦/平方厘米,年光合有效辐射量在 238.6—293.1 千焦/平方厘米之间。与全国相比,除青藏高原和西北地区光能资源最丰富外,山西省是光能资源的一个高值区。山西全年日照时数在 2200—3000 小时之间,年日照百分率为 50%—65%之间,在农作物生长季节期间,正值其日照时间最长,日照时数可达 14—16 小时,生长季节(日温  $0^{\circ}\text{C}$ )期间的年总日照时数大部分地区可达 1900—2000 小时,完全可以满足作物生长的要求。但是,由于作物品种、耕作制度和农业技术水平的限制,山西的光能利用率很低。全省光能利用率平均为 0.29%,低于全国作物生长季节(日温  $0^{\circ}\text{C}$ )0.4%的平均水平,与国外高产地块平均 5%的水平相差则更远。因此,山西在光能资源开发利用方面还有许多工作要做。

(2) 雨热同期,水热利用效率高。温度和降水量是影响作物布局和产量高低的基本条件。在一定光能资源的保证下,水热条件的合理搭配,有利于气候资源潜力的充分发挥。山西省受季风气候的影响,每年入春后,气温迅速回升,暖湿气流逐渐加强,降水增多;进入夏季,高温和雨季同步出现;入秋后暖湿气流势力减弱,极地干冷空气不断南下,气温急骤下降,降水明显减少;冬季气候干冷,各种植物停止生长。全年这种雨热同步升降特点,使农业生产形成每年只有一个明显生长季节的显著特点。夏季(6—8 月)3 个月的降水量约占全年总降水量的 50%—60%,这时气温高,植物生长旺盛,需水量多,田间耗水量大,而同期降水量也多。特别是气温最高的七八月份,正值雨季高峰,降水量可占到全年降水量的 50%左右,也是山西省大秋作物的生长旺季,从而提高了水热资源利用率,对山西省农业生产是一个很重要的有利因素。

(3) 热量资源丰富,适宜多种作物及不同熟制种植。热量资源的多少是确定作物布局和合理安排种植制度的重要依据。山西省地处中纬度,南北约跨 6 个纬度,气候分属暖温带和中温带气候亚带,绝大部分地区为半干旱气候。加之境内地形复杂,热量资源受纬度因素和海拔高度影响很大,致使省内各地热量相差悬殊,各地日平均气温稳定通过  $0^{\circ}\text{C}$  期间的总积温为 4600—5100  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ;  $10^{\circ}\text{C}$  期间的积温为 2000—4600  $^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}$ ;无霜冻期为 120—220 天。这种热量条件,一般能适应多种作物生长的要求,从而构成山西省喜热、喜温、喜凉多种作物的复杂生态类型。全省既能种植喜热的棉花、花生、油菜,也能种植喜温的玉米、高粱、谷子,还能种植喜凉的春小麦、莜麦、胡麻、马铃薯等作物,这为发展多样化农业提供了极为有利的气候环境。

(4) 昼夜温差大,积温有效性高,有利于有机质的积累。山西省属大陆性季风气候,气温日较差较华北和南方地区偏大。加上丰富的光能资源,形成了山西有利于农业生产的气候条件。省内各地平均日较差多在 9—16  $^{\circ}\text{C}$  之间,山区日较差较小,如五台山日较差最小为 7.2  $^{\circ}\text{C}$ 。全省日较差的变化趋势大致由北向南递减。例如,右玉为 15.7  $^{\circ}\text{C}$ ,太原 13.3  $^{\circ}\text{C}$ ,运城 11.8  $^{\circ}\text{C}$ 。省内大部分地区日平均气温稳定通过  $10^{\circ}\text{C}$  期间活动积温 80%的保证值普遍

介于 2500—4000 之间，五台山地区最少仅为 1500 ，中部与北部一些中、高山地区（如关帝山、芦芽山、管涔山、恒山等地区）热量资源不足，10℃ 期间活动积温 80% 的保证值仅在 2000℃ 左右。以上情况表明，山西省多数地区热量条件优越，同时，由于白天气温高，日照充足，作物根系吸收能力强，有利于光合作用和干物质的形成，夜间气温低，植物呼吸作用减弱，可减少植物营养物质的消耗，从而有利于干物质和糖分的积累，使农作物千粒重增加，瓜果品质优良。

## 2. 山西气候资源中的不利因素

（1）光热水资源的组合不够协调，限制了气候生产潜力的发挥。季风气候的不稳定性，造成降水规律的不稳定性和雨带来去迟早、强弱的变化，使得山西省水热资源不协调、不稳定。如省境南部的运城、永济、平陆等地 0℃ 的多年平均积温均在 5000 以上，0℃ 积温的 80% 的保证值也在 4100 以上。从热量条件来讲，完全可以满足一年两熟的种植制度，但因水分资源不足、依靠天然降水，目前大部分地区只能进行一年一熟制种植。中部五大盆地和丘陵低山区，地势低平，热量丰富，而降水却欠缺，这里又恰好是需水较多的农业区，农田耗水得不到满足，热量资源不能充分利用，农业多以旱作为主。而山区虽降水较多，但因海拔较高，气温较低，地形不平，耕地较少，致使水分资源得不到充分利用。与此同时，由于季风环流的进退迟早和强弱不同，造成每年雨季来去早晚不同，气温回暖转凉早晚不一，逐年气温高低不同，从而导致水热资源的亏损或浪费，限制了气候生产潜力的发挥，影响了农业生产的稳定增长。

（2）气候灾害种类多样，活动频繁。山西省地处中纬度地带，气候上属我国东部季风区与蒙新干旱区之间的过渡性气候，气象要素极不稳定，气候灾害种类多，活动频繁，成灾严重，严重地制约了国民经济的发展。关于这个问题将在后边专门论述。

## （二）气候资源利用现状与潜力分析

### 1. 光能资源

目前对光能的利用率普遍较低，世界平均水平只有 0.3%，我国由于农业实行土地整治和精耕细作，全国平均光能利用率一般不足 1%。但各地很不平衡，北方有的地区只有 0.1%，南方许多地方达到 1%—2%，一些高产地块达到 3% 左右；野生植物的光能利用率只有 0.5%，粮食作物一般平均只有 0.5%—1%，高产作物也只有 1.5%—2%。据国内外试验表明，作物光能利用率有可能达到 5%，甚至达到 19%，理论上光能利用率的极限也可达到 9%。

就山西省各地的光能利用率现状分析，差异很大。0℃ 期间的光能利用率平均为 0.29%，低于全国 0.4% 的平均水平，也低于河北、河南、陕西等相邻省区。总体来看，南部的运城、临汾盆地及晋东南的上党盆地较高，侯马最高为 0.34%；晋北、晋西北、吕梁山区的广大丘陵区，作物产量很低，

光能利用率只有 0.1%—0.2%，甚至小于 0.1%，最低的是静乐县，仅为 0.3%。如五寨县光能资源比较丰富，年总辐射量达 600 千焦/平方厘米，日照总时数为 2872 小时，而光能利用率平均仅为 0.1%—0.7%。虽然局部高产地块的光能利用率玉米最高为 1.28%，谷子 0.34%，春小麦 0.25%，但大部分低产田不到 0.2%。神池的高产莜麦、豌豆（150 公斤/亩左右），光能利用率可达 1%，但大部分低产田只有 0.2%左右。这充分说明，山西省光能利用率的潜力还很大。相对而言，光能利用率较低的地区，光能潜力大，粮食增产潜力也大。从理论上推算，上党盆地光能利用率每提高 1%，粮食产量可增加 1 倍；晋西北神池等地如把光能利用率由目前的小于 0.1%提高到 0.5%，则单位面积的粮食产量可增加 1 倍多。可见，目前山西省光能利用率虽然很低，但蕴藏着极大的光能潜力和粮食增产潜力。

当然，导致光能利用率低的原因很多，如种植制度、作物品种的选育等。但是，山西省的目前情况，主要是热量、水分对光能利用起限制因素。北部地区，特别是晋西北、晋北和中部丘陵地带，作物生产季短、农田裸露期长，热量资源偏低，限制了光能资源的充分发挥，造成光热水资源的严重浪费。而南部盆地和晋东南及南部川谷地带，冬小麦收割后严重缺水，限制了复种指数提高和光能资源的进一步利用，造成光能利用率偏低。今后，应改进耕作制度，充分利用生长季节，采取合理的栽培技术，选用优良品种，掌握作物生长期间各阶段光能利用规律，以提高光能利用率。

## 2. 热量资源

山西省热量资源丰富，加上地势起伏的影响，形成多样化的热量分布状况，构成作物的复杂生态类型。据研究，山西热量资源的最佳利用率，运城盆地为 94.1%，太原盆地为 91.2%，大同盆地为 91.7%。但是，目前由于种植制度的不合理性，各地热量资源的利用还很不充分。

南部运城盆地是山西省热量资源最富裕的地区， $0$  和  $10$  期间积温 80%的保证值分别是 5010 和 4412 °C，完全可以满足一年两熟的种植制度。如按冬小麦—夏玉米一年两熟制或棉花—冬小麦—玉米的两年三熟制，热量资源利用率可分别提高到 98%和 95%左右。但是，由于伏旱严重（习惯上称卡脖子旱），农田水分不足，极大地限制了复种指数与热量资源利用率的提高，棉花最高为 80%，玉米为 60%左右，冬小麦为 40%左右。太原盆地和晋东南南部及阳泉等地，单从热量条件上讲，两年三熟制是比较稳妥的种植制度，但这些地区仍沿袭一年一熟制的旧模式，不论是种冬小麦还是大秋作物，对有限的热量资源的利用还相当不充分。例如，太原盆地一年一作的大秋作物热量资源利用率为 79%，而只种冬小麦的热量资源利用率仅为 52%左右。大同盆地是省内热量条件最差的地区， $0$  和  $10$  积温 80%的保证值分别为 3200 和 2800 左右，由于低温的限制，只能实行一年一熟制，热量资源利用率偏低。春小麦的热量资源利用率为 55%，其他作物如谷子、莜麦、胡麻等也不足 70%。一般春小麦收割后余留 65—70 天的生长

期，茬茬粮食作物季节紧张。致使热量资源白白地浪费掉。种植甜菜热量资源利用率可达到 91.7%，可因地制宜地大力发展。晋西北高寒区， $0^{\circ}\text{C}$  生长期一般为 210 天左右，由于夏季气温偏低，热量资源不足，实际上是喜凉作物的一年一熟制种植区，但一般作物如胡麻、马铃薯、莜麦、糜谷等生长期只有 100 多天，对热量资源的利用显然是很不充分的，这一地区应当发展牧草生产，充分利用生长季节，这样可提高热量资源的利用率。

### 3. 降水资源

山西省大部分地区年降水量介于 400—650 毫米之间，多年平均降水量为 524 毫米，降水量空间分布上是从东南向西北递减，由盆地到高山递增。但因境内地形复杂，山地丘陵面积偏大，植被覆盖差，水土流失严重，降水年内分配不均且年际变化大，以及降水年内分配与作物需水期严重失调等，致使自然降水利用率很低。目前平均利用率仅为 62%，即平均利用量为 320 毫米左右，其余 200 毫米左右的天然降水未直接参与作物的生命活动，而是在闲季与生长季的初期以无效蒸发和雨季的径流为主要形式白白地浪费掉了。

据国内外试验研究表明，1 毫米降水量的粮食生产潜力一般为 0.7—1.0 公斤/亩。将山西省一些代表县以近 10 年来平均粮食单产与  $0^{\circ}\text{C}$  期间的自然降水（扣除地表径流）量的比值作为衡量作物生长季自然降水生产率，可反映出上党盆地、晋东南地区每毫米降水每亩产粮为 0.45—0.5 公斤，运城、临汾盆地及南部川谷地带为 0.4 公斤左右，晋西北地区、吕梁地区普遍偏低，均在 0.25 公斤以下，其中晋西北地区最低普遍小于 0.17 公斤，保德县仅为 0.13 公斤。这种现状明显地说明山西降水资源利用率很低，增产潜力很大，今后，应加强农田基本建设和农田水利的投入，增加林草覆盖率，提高降水资源的利用率。

### 三、自然灾害频繁，对于经济建设造成一定影响

丰富的气候资源对山西省的国土开发利用和国民经济建设带来了有利的条件，而各种自然灾害，尤其是灾害性天气造成的气候灾害，常给人民的生活及经济建设带来很大的影响，甚至造成严重损失。据统计，全世界每年因自然灾害造成的经济损失达 400 多亿美元，其中洪涝造成的损失占 40%，台风占 20%，干旱占 15%。我国的气候灾害对经济建设造成的损失也是很大的，尤其是对农业生产影响最大。在正常年景，每年都有约 4 亿亩的农田遭受不同程度的干旱、雨涝、低温、干热风、冰雹、台风等灾害。

历史上，山西的自然灾害十分频繁，严重地制约了经济的发展。由于季风气候影响，雨量季节分配不均匀，常有旱涝发生。在春秋季节，由于冷空气南下，则造成低温冻害。以下，着重分析山西危害工农业生产较为严重的几种气候灾害，即干旱、冰雹、暴雨、霜冻、大风、寒潮等。

### （一）旱灾频率高，对农业威胁大

干旱是山西省自然灾害中对农业生产危害较大、影响范围较广和出现机会最多的一种气象灾害，它不仅使农业生产受害，而且给工业和城市用水等方面也带来威胁。由于山西省地处内陆，距海较远，加之境内东部山地的屏障作用，暖湿气流难以深入，降水量较少，因此构成了干旱的基调，加上年内降水时空分布极不均匀，年际变化大，这又加大了干旱发生的机率。据对山西省近 30 年来干旱发生的时空分布规律来看，每年 3—10 月份农作物生长期间均可能出现干旱现象，常常是春旱、春夏连旱或夏旱、夏秋连旱，还有少数年份局部地区甚至出现春夏秋连旱，严重地威胁着农作物的生长，造成农业生产的巨大损失。

山西省春旱尤其严重，每年都有不同程度与不同范围的春旱发生，素有“十年九春旱”之说。尤以山西北部、中部地区发生频率较高；出现机率为 30%—45%，而南部则为 20%—30%。雁北地区和晋中地区发生大范围春旱的频率最高，平均 2—3 年一遇，临汾、运城地区发生频率最低，约 5 年以上出现一次。如山西中部地区 1971—1974 年连续 4 年发生春旱和春季大旱，雁北地区 1972—1978 年连续 7 年发生了局部或大范围春旱及春季大旱。由此可以看出，山西省北中部不仅多春旱，而且还有连续数年发生春旱的特点，对越冬作物来说，春旱旱情严重地影响着抽穗、开花，甚至使籽粒不能正常灌浆成熟，最后导致产量显著降低。

夏旱各地均有发生，各地发生频率为 15%—30%，雁北地区最少，平均 6—7 年一遇，临汾、运城、晋东内地区最多，平均 3—4 年一遇。它影响冬小麦和春小麦产量的稳定性，若初夏旱与伏旱相连可形成持续期很长的夏旱，不仅影响农业生产，而且对人民生活也极为不利。

秋旱各地发生频率大致相同，一般为 30%—40%，平均 34 年一遇。它主要影响晚秋作物的成熟和延误秋播作物适时播种与出苗生长，特别是夏秋旱连续发生，则对秋收与秋播作物影响更为严重，将会造成大幅度的减产。

春夏连旱主要发生于山西北部，中部次之，南部多为局部性春夏连旱；夏秋连旱以中部居多，运城地区仅局部地方发生过；春夏秋连旱发生频率最小，运城地区尚未发生过，其他地区至多 10—20 年一遇，但这种三季连旱的危害最为严重，也最为可怕。

值得指出的是，这里所说的干旱通常指某地区某时段内降水量（ $R$ ）与该时段多年平均降水量（ $\bar{R}$ ）之差同该时段多年平均降水量的比值，即以降水距平百分率  $[(R - \bar{R}) / \bar{R}] \times 100\%$  来反映干旱程度。并以时段（如季、年）降水量负距平百分率的绝对值 30%为旱、50%为大旱，作为干旱指标。

当然，由于地形影响及各地气候差异，省内干旱的时空分布极不均匀。一般来说，全省性干旱发生的机率最小，区域性干旱或局部干旱出现较为频繁。同时，各地干旱发生时间并不同步。

据对《华北近 500 年旱涝史料》的分析，从 1470—1983 年的 513 年中，山西省共有 359 个旱年，其中有 15 次特旱年（特旱年指干旱持续两年以上，或因干旱成灾面积达 70% 左右）。而且，山西境内全省性旱和大旱或局部大旱年出现次数的总趋势是逐渐增加的，即山西干旱越来越频繁，造成的危害也越来越严重。如清光绪三年（1877 年）大旱，实际是全省性连旱 4 年（1875—1878 年），史料记载有关清光绪三年山西全省遭旱灾的情况是：左云，大旱，人相食，道路饿殍盈途；太原，上年秋禾未登，春麦又发生亢旱，大旱饥，民死于饿者十之三四；临汾，夏大旱，亦地千里大荒旱；芮城，大旱，五至十二月不雨，秋无禾，民死甚多……可见，山西一旦发生持续特大旱，灾情往往十分惨重。实际上，近 500 年来发生的 15 次特大旱，不仅覆盖全省范围，甚至遍及整个华北地区，有些年份甚至还扩大到华北以外的区域。如最严重的明崇祯年间的大旱，自崇祯五年（1632 年）至崇祯十六年（1643 年）的连续 12 年干旱，范围波及中国大部分地区，这在史籍中都有记载。

表 5—3 山西省公元 1 世纪到 20 世纪 80 年代干旱次数统计

旱年	世纪	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
全省性旱和大旱或局部大旱年出现总数		2	5	2	8	0	12	17	4	7	19	15	10	25	21
其中：全省性旱和大旱年		1	2	0	4	2	4	8	1	1	6	6	2	7	6

资料来源：钱林清等主编：《山西气候》，气象出版社 1991 版。

近 30 年来，大面积重旱年在山西也屡有发生。如 1962 年全省性春旱、1965 年全省性夏秋连旱、1968 年大部分地区春夏连旱、1972 年全省大范围春夏秋连旱和 1978 年干旱等。其中尤以 1978 年的干旱最为严重，它波及范围达 96 个县市，是在上一年干旱的基础上又遇春旱、夏旱并接伏旱，未伏再遭卡脖子旱，特别是夏秋作物生长发育的关键时期严重缺水，连续和严重的干旱，对山西省夏秋作物收成都有很大影响。可见，旱灾对于山西省的影响非常严重，为此，改善干旱的气候环境，应是今后山西生态经济建设的重点。

## （二）雹灾严重，是全国多雹地区之一

在山西省各种自然灾害的危害程度当中，雹灾位居第二，山西几乎年年都有不同程度的雹灾发生，是我国冰雹灾害较严重的地区之一。据对新中国成立以来资料统计，山西平均每年因冰雹成灾的面积约 160—170 万亩，受灾面积占全省总耕地面积的 4.5%，成灾面积占 2.7%。山西地区的冰雹危害具有雹粒大，范围较广，灾情重的特点。雹粒之大确实惊人，史料中有“如枣”、“如卵”、“如拳”、“如碗”等记载。历史上明崇祯十年（1637 年）闰四月癸丑，武乡、沁源大雨雹，雹大如牛、如象。1957 年 7 月灵丘县

一次降雹，数日始消。这实际上是由无数小冰雹在云雾中形成后，由于上升气流强大，在行程中汇聚降落地面而成。降雹深度方面，积雹数尺的记录也有多次，如明嘉靖二年（1523年）大同前卫雨雹大如鸡卵，深4—5尺。清康熙四十年（1701年）平定雹大如碗，积尺余，禾俱死。1982年5月26日—6月25日，陵川县六泉乡一次降雹2小时，雹大如枣、如鸡蛋，平地积雹1尺有余，树木摧折，禾稼荡然，击死麻雀、乌鸦无数。全省范围内都可出现降雹现象，但与旱灾相比，毕竟是“雹打一条线”，比旱灾范围要小得多。常呈狭长的带状分布，宽约3—5公里，长约20—30公里。各地降雹天数多少和危害程度大小也不尽一致。

一般来说，冰雹多发源于沿山一带，其路径多呈西北—东南走向，沿河谷地带，逐渐转移向丘陵平原区。空间分布上呈北部多于南部、山区多于盆地、东部山区多于西部山区的特点。雁北地区、五台山区为多雹区，平均每年3—4次；五台山最多一年曾出现23次，晋中、晋东南地区冰雹较少，年平均1—2次；运城、临汾盆地最少，一般2—3年一遇。冰雹发生的季节为春、夏、秋三季，一般始于3月中旬，终于11月上旬，盛期在5—8月，这时由于低层大气增温很快，而高空不断有冷空气侵入，温度仍然较低，形成上冷下暖，大气层结构很不稳定，对流强烈显著，从而产生冰雹天气。各季降雹比例以6—8月的夏季居多，占全年的65.0%，成灾冰雹正值作物生长旺盛期，特别是抽穗开花至灌浆成熟期的作物，受灾较为严重。一天之中降雹又多发生在下午至傍晚，即14—20时，占到75.9%，深夜和清晨降雹很少。每次降雹持续时间长短不一，一般在10分钟之内居多，占到85.9%，大于10分钟的所占比例较少，少数长达1小时左右。例如，1984年8月23日，离石、临县、汾阳、孝义、中阳、柳林、方山等7县46个乡镇发生冰雹大风天气，降雹历时3小时，最大雹块重0.8公斤，粮食减产6500万公斤，冰雹还砸死1人，砸伤149人，7个县受灾损失44万多元，离石县受灾最重。同时，降雹还常常伴有大风、暴雨天气，给农业生产带来更大的损失。例如，1985年6月15日汾西县发生特大冰雹，雹点密集，并伴有7—8级大风，20分钟内最大降水量达30毫米，平地积雹6—10厘米，垄边、地崖达1米多厚。全县受灾面积为96000亩，粮食减产1050万公斤，46%的小麦颗粒无收，37人被冰雹打伤，多数大牲畜及家禽被砸伤、砸死。

### （三）风灾常见，类型多样

风是重要的气候要素之一，受季风环流的影响，山西是一个多风的省份，年内不仅风日多、风力大，且风灾类型也多。就其危害程度而言，主要表现在于热风和寒潮大风上。

#### 1. 干热风

老百姓常称干热风为“火风”、“旱风”，它是影响山西省冬小麦稳产高产的主要灾害性天气之一。在小麦扬花至乳熟阶段，根系吸收的水分不足以供应蒸腾需要，使植株体内的水分平衡失调，进而影响光合作用正常进行

和干物质的积累，致使小麦炸芒、青干和秕粒，轻者减产 5%左右，重者将减产 10%—20%，极严重的地区减产则达 30%以上。这种干热风出现的时间常常是在春末夏初之际，此时天气晴朗少云，太阳辐射强，气候干燥，地面增温迅速，相对湿度降低，加上地势起伏的影响，气流的背风坡常产生焚风效应，极易形成干热风。一般南部出现较早，北部出现较晚。南部运城、临汾盆地的干热风灾害最为严重，出现次数较多，持续时间较长，平均每年出现干热风约 4 次，其中强干热风约 1 次，其中以 5 月下旬的干热风危害最大。例如，1968 年 5 月 30 日—6 月 6 日，临汾地区出现严重干热风，对小麦危害极其严重。这期间，最高气温达到 37.4℃，14 时相对湿度降到 9%，风力维持在 3—8 米/秒，持续天数达 8 天多，小麦受灾减产严重，是临汾地区历史上最严重的一次干热风灾害。

## 2. 寒潮大风

寒潮大风主要是指在冬半年，极强的寒冷空气突然向南爆发入侵山西，使受影响地区气温降温幅度达到寒潮标准时出现的大风。这种大风天气，风力一般为 6—8 级以上，强的可达 10 级以上。它的出现频率较高，持续时间长，分布范围广，危害性较大，是山西省主要风灾的一种类型。如 1982—1984 年持续 3 年出现的春季寒潮大风为历史上所罕见。1982 年 5 月 2—3 日，太原、沁水、晋城、长子县出现寒潮大风降温灾害性天气。太原瞬间风速为 33 米/秒，气温下降 8—10℃，郊区 550 个塑料大棚被大风掀掉，1 万余间温室和 1000 余亩地膜覆盖田被刮坏，推迟了蔬菜上市时间，并有 2 万多株树木被刮断；清徐县 9—10 级大风连刮 4 天，致使 1837 亩葡萄严重受害，3000 余间蔬菜塑料大棚、7000 余间温室和大量保护地膜被破坏；沁水由于大风刮倒电线杆而断线，30 多个村庄数日不能通电；晋城麦田受灾，15900 余株树木被刮断，9200 间房瓦片刮落；长子县房倒树断，人畜均有伤亡。

综上所述，风所带来的灾害不容忽视，除上述两种主要风灾外，还有雷雨大风、龙卷风、倒伏风、糜谷风等。雷雨大风是一种来势凶猛、风力强大、破坏性极强、持续时间短、影响范围小的局部性风灾天气，常伴随雷雨、冰雹出现，主要集中在夏秋季节，特别是在天气晴朗、地面受热强烈、空气对流旺盛、大气层结构不稳定的情况下极易形成，它常使正在生长的夏秋作物成片被打断和倒伏，甚至毁屋拔树，危害交通电信等，加重灾情。龙卷风较为罕见，解放以来山西省虽只有 3 次记载，但是危害异常严重。倒伏风主要发生在夏季，常常是与雷雨、冰雹伴生出现的大风，可使拔节后的高杆作物倒伏、折断，造成严重危害。糜谷风主要出现在秋季糜谷作物成熟期间，常出现 5—6 级大风，且连续数小时，会使成熟的糜、谷穗因相互摩擦而掉籽落粒，造成作物减产，重者可减产 50%—60%，但这种风害主要对北部地区和丘陵山区大面积谷田造成严重危害，具有局部性特点。

## 第二节 给人的不安

### 一、降水量减少，制约农业生产

#### （一）降水不足，日趋减少，干旱频率高

山西省大部分地区年降水量介于 400—650 毫米之间，1956—1984 年年平均降水量为 524 毫米。由于降水年内分配极不均匀，年际变率大，所以天然降水利用率不高。尤其是降水多集中在 6—8 月，降水集中时间与作物生育需水时间不够协调，这 3 个月的降水量往往可占到全年总降水量的 50%—60%，而春季到初夏正值冬麦返青和大秋作物出苗的需水季节，降水量却只占到全年的 5%—10% 左右。因此，春旱发生频率可高达 60%—90%，素有“十年九春旱”之说。据对 1951—1987 年 30 多年的降水量的变化分析，太原以北地区以 1969 年为界，在此之前为多雨期，其后至今为少雨期。太原以南地区，以 1976 年为界，在此之前为多雨期，其后至今为少雨期。这充分反映出山西省年降水量的总趋势是逐渐减少的。另据近 500 年来的旱涝史料分析表明，旱年发生的机率为 40% 左右，且全省性旱和大旱或局部大旱年出现年数的总趋势是有增无减的，平均每 1.3 年出现一次程度不等的旱年。可见，山西省干旱年份出现的机率愈来愈频繁，这从反面也说明山西省年降水量有逐年减少的趋势。

#### （二）水资源匮乏，导致农业生产不稳定

大气降水的多寡决定了水资源的丰歉程度，全省多年平均天然水资源总量为 142 亿立方米，与全国各省区相比位居倒数第 2 位。受降水的年际变化影响，水资源极不稳定，空间分布上也极不均匀。加上地形复杂、坡大沟深以及黄土质地的影响，水资源利用愈加困难。1994 年全省有效灌溉面积为 1671 万亩，占总耕地面积 5552.7 万亩的 30%，其粮食产量却占总产量的 50% 多。这足以说明，没有灌溉就没有稳产高产农业。近年来，由于降水量日趋减少，加上工业挤占农业用水以及水资源环境恶化等问题，水浇地每年平均减少和淘汰约 30 万亩，净减少 20 万亩，严重地制约了农业生产。今后，提高旱地农业生产水平是山西农业发展的希望和出路所在。

### 二、暴雨带来的灾害及水土流失

#### （一）暴雨灾害肆虐

山西省暴雨灾害具有明显的区域性，通常范围小，强度大。平均每年因暴雨受灾的面积占总耕地面积一般不超过 2%，但由于暴雨的破坏作用极其强大，常给国民经济各部门以及人民生活与生命财产带来严重的损失。尤其是山西省许多地方植被条件差，绿色植被覆盖程度低，黄土裸露，耕地多呈坡状，活土层很薄，水源涵养条件差，一旦暴雨骤降，就会导致水土流失，

表土丧失，给农业生产和生态环境造成极其严重的破坏。

据对山西省 1954—1974 年间的 119 次暴雨统计分析，有 86.6% 的暴雨是出现在 7—8 月份。所以，7—8 月份是山西省暴雨灾害集中发生的时间。空间上的分布具有东南多、西北少，盆地多、山区丘陵少的基本特征。同时，暴雨常常与洪涝灾害有关。例如，1966 年 8 月 22—24 日，晋东的桃河、松溪河流域发生了一场大暴雨，平定县 24 小时的暴雨量达 580 毫米，其中雨量最大的 6 小时曾高达 453 毫米，1000 平方公里内平均雨量为 226 毫米，使桃河在阳泉市以上决口，洪水进入阳泉市区，石太铁路被冲坏，给工农业生产和交通运输带来了巨大损失。1977 年 8 月 4—6 日，汾河中游南部发生罕见的大暴雨，暴雨中心在平遥县城附近，8 月 5 日这一天降雨量达 358.2 毫米，过程雨量 378.3 毫米，暴雨笼罩了交城、文水、汾阳、孝义、祁县、平遥、介休 7 个县的近 5000 平方公里的地域，造成两座小型水库垮坝失事，洪水冲毁南同蒲铁路桥梁 2 座、路基 15 公里和渡槽 1 座，地势较低的达蒲庄积水深达 1.5 米，时间长达半月之久。再如，1988 年 8 月 6 日汾阳大暴雨，在 6—7 个小时内降水量高达 250—260 毫米，巨大的洪水冲毁了许多水利设施，有 318 个村庄进水，5510 间房屋倒塌，56 人丧生，约 2 万公顷农田受灾，汾阳至离石段公路有 3 处被冲断，直接经济损失高达 1908.07 万元。

此外，暴雨还常引发山洪暴发、滑坡、泥石流等环境灾害，给工农业生产和人民生命财产带来难以估量的损失。

### （二）水土流失蔓延，沃土仍在丧失

山西，水土流失极其严重，已成为制约经济发展的一个重要因素。本书第二章已作了详细论述。

## 三、低温、风沙对生态与经济的影响

### （一）低温冻害突出

低温冻害通常是由寒潮带来的大幅度降温及霜冻造成的。山西省每年因低温冻害成灾面积平均占到总耕地面积的 2%，仅次于旱灾和雹灾。每次寒潮入侵，造成的低温常使全省境内受早春、晚秋霜冻害。春霜冻主要发生在南部、中部的冬小麦产区，常在小麦拔节期间出现—5——1 的严重冻害，致使冬小麦和春播农作物受到很大损失，较重的年份，可使晋南冬小麦减产达 30%—80%。秋霜冻主要发生在北部及山区，常使未成熟的大秋作物发生冻害，造成粮食减产，灾情也较为严重。据统计，山西省在 1470—1983 年间的 500 多年中，有 71 年发生过重霜冻或严重霜冻，其中有 9 年发生严重霜冻。例如，1954 年 4 月曾发生新中国成立以来最严重的一次春霜冻，临汾最低气温降至—6.8，低温持续 8 小时之久。全省受灾面积涉及 54 个县，仅小麦就冻坏 69 万公顷，其中有 26.7 万公顷小麦全部冻死，使主要小麦产区的临汾、运城地区小麦严重减产。1980 年 5 月，临汾、晋中、忻州、吕梁、

雁北等地的 66 个县遭受不同程度的春霜冻袭击，受灾面积达 26.7 万公顷左右，其中棉花 2.5 万公顷，油料 2.8 万公顷，甜菜瓜果 0.8 万公顷，大秋作物 20.6 万公顷。再如 1978 年 9 月秋霜冻，由于久旱之后遭连阴雨，作物贪青晚熟，这次霜冻又比常年提早 8—10 天，致使全省的雁北、忻州、吕梁、晋中 4 个地区的 37 个县发生严重秋霜冻。尤其是左云、右玉、天镇、五寨、静乐等县的气温降至—3—6℃，受灾面积达 21.6 万公顷，其中有 6.9 万公顷未成熟的大秋作物全部冻死，昔阳、平定、寿阳、和顺等县则有 2.7 万公顷玉米和 2.5 万公顷谷子只能收获 5—6 成，有 0.4 万公顷荞麦颗粒无收，损失极其惨重。

一般而言，秋季霜冻的出现往往使大秋作物停止生长，造成产量下降，品质变坏。秋季发生霜冻越早，危害性就越大。发生在春季作物生长初期的霜冻，会使冬小麦和春播农作物受到很大危害，春霜冻发生愈晚，受害愈严重。此外，低温冻害除直接威胁农业生产外，还能使自来水管冻坏，造成水源供给困难，给工农业生产、城镇人民生活及交通运输带来一定的危害和经济损失。

## （二）悄然逼近的风沙威胁

山西的春季，人们往往要接受风沙的洗礼。尤其是晋西北地区，每年吹得令人睁不开眼的风沙天数（指 8 级的大风），一般在 40—80 天，河曲多达 147 天，而且从 50 年代到 80 年代有明显增加的趋势，沙化土地已越过管涔山向南蔓延，风沙威胁正在不断地向南逼近。

一般而言，当风速大于 4.2 米/秒时，便可就地起沙，引起风蚀沙化现象。而晋西北地处内外长城沿线和鄂尔多斯高原前缘，属潜在沙漠化地区。境内地表土质颗粒较粗，沙黄土分布广泛，土壤沙性较大并缺乏团粒结构和粘性物质，植被覆盖度小，再加上位居南北气流频繁进退的主要通道之上，冬春气候干燥，降水偏少，风旱同季，大风日数偏多，风速较大，风沙现象十分活跃，危害极其严重，土地沙化趋势日益明显。据右玉县水土保持试验站调查，全县沙化土地面积达 15 万公顷，占土地总面积的 76.4%，在黄土缓丘风沙区，年风蚀模数达 2000—15000 吨/平方公里，农耕地每年风蚀量达 1.43 吨，撂荒地每年为 0.4 吨。历史上右玉就是风沙肆虐、土地沙化极其严重的地方。据《朔平府志》记载：“大风拔禾、坏屋、伤牛羊，昼晦如夜，人物咫尺不辨。”《右玉县志》也记载：“一年一场风，从春刮到冬，十山九秃头，沙丘遍地走，风起黄沙飞，十年九不收。”明万历年间（1573—1619 年）修造的 12 米高的右玉城墙现已被沙土埋没。城关镇红旗口村民舍堆沙成坡，行人可从屋后踩沙直上房顶。此外，在多数黄土丘陵背风坡、迎风的谷坡两侧和风口地带，到处都可见到锥形沙丘，甚至新月型沙丘。可见，山西省土地沙化形势严峻，风沙危害也已成为山西突出的生态环境问题。

然而，风沙危害并不像滑坡、泥石流等地质灾害那样，来得突然，迅速爆发，灾情惨重，但也不容忽视。它是一种缓慢的生态退化过程，其危害是

多方面的：一是沙埋耕地。例如右玉由于半固定沙丘的移动和沙尘堆积，使许多耕地被黄沙埋没，土壤耕性变劣，无法耕种，造成土地生产力降低，粮食减产。二是吹蚀表土。因大风吹扬，表土被层层剥蚀，熟土层受到破坏，土壤肥力明显下降，农业生产歉收。例如，1972年春天右玉县杀虎口的一场大风，农田表土竟被刮走 10 厘米。此外，风沙还破坏林草生境条件和地表水文状况，危及生活设施和庄稼长势，进一步加剧了生态环境的脆弱性和失调性。为此，对于风沙活动规律的研究和风蚀沙化土地的整治，应引起政府部门和人们的高度重视。

### 第三节 不安带来的反思

山西丰富的气候资源，为工农业发展提供了有利的条件，合理开发和利用这些气候资源，无疑对山西的社会经济发展起着十分重要的作用。但是，山西自然降水年变率大，旱、涝、风、雹等灾害性天气发生频繁，进而诱发风沙入侵、水土流失、生态环境恶化等一系列环境问题，给国民经济和人民的生命财产带来巨大损失。为此，我们应根据山西气候特征，增加绿色植被，整治水土流失，发展生态农业，建设良好的生态环境，提高气候资源的综合利用率。

#### 一、增加绿色植被，改善气候环境

森林对其周围气候有很大的影响，这一观点，早已被国内外科学试验所证实。

首先，森林能够有效地涵养水源，减少地表径流。一般有林地可减少流量的40%—60%，每公顷森林可蓄水300—2000吨，3000公顷森林的蓄水量相当于一座100万立方米的水库。一次降雨30毫米，70%—80%的雨水可以被拦截在林地变成渗透水，说明森林不仅可以有效地削减暴雨造成的洪峰流量，减少地表径流，防止水土流失，而且大量的降水被林地内枯枝落叶腐殖层和森林土壤蓄积起来。即使是干旱季节也能获得水源供给，使得林区雨季不涝，旱季不旱。事实表明，凡是有大面积森林的地方，地上水和地下水都比较丰富。所以说，森林有“绿色水库”之美称，“造林如造水”。

其次，森林影响近地面层的水分与热量平衡，从而改善林区气候环境。据测算，林区的空气湿度一般要比无林地区高10%—25%，比农田地上空气层湿度要高5%—10%，甚至高20%。调节气温方面，一般夏季温度林内低于林外8—10℃，冬季林内温度高于林外1—2℃。白天林地内气温低于林外，夜晚林内高于林外。可见，森林这种增加空气湿度、调节气温的作用对人类生活和作物生长都是十分有益的。同时，也可使林地周围能够减免旱灾的发生或减轻旱灾的危害程度。

至于森林对于大气降水的影响，目前尚无一致的看法。但森林对局部地区的空气对流以及与此有关的降水有一定影响是肯定的。例如，据管涔山林区调查表明，林区的年降水量平均为738毫米，而与林区相邻的宁武、五寨、神池、岢岚、静乐、原平6县（市），年降水量仅为426毫米。森林效应加上山地地形的影响，使得林区降水量是周围县城的1.73倍。据国内外有关资料表明，一个国家或地区，森林覆盖率达到30%以上，且分布均匀，就可以基本上起到调节小气候的作用。如若这个理论成立的话，山西省目前森林覆盖率与30%相距甚远，森林在调节气候、改善气候环境及生态环境方面的功能和效益还是十分有限的。因此，应大力发展林业，增加绿色植被，以提

高森林的生态功能和环境效应。

此外，森林在防风固沙和保持水土方面也具有十分明显的作用。由于林带对风速的影响是非常明显的，当气流翻越树冠和穿绕树茎时，摩擦而消耗了部分能量，从而降低风速，减小了风对地表的侵蚀作用，保护了林带内和林带下风向一侧一定范围内的土壤不受或少受风蚀。野外沙风洞实验表明，无论风向如何，经过林带阻挡后，在林带背风面林缘处出现风速最低值，在距离林带 30 倍树高范围内，平均风速比林前风速降低 50%—60%，并且起始风速越大，林带的防风作用越大。以地处晋西北风沙灾害严重的偏关县为例。气象资料表明，50 年代，当地 6 级以上大风的次数平均每年 19 次，最高年份可达 36 次，风口地带仅一个春天的平均风蚀表土就达 60 多厘米，每亩损失表土为 0.4 吨左右。到 70 年代，狠抓植树造林，大搞林草建设，广泛种植适生性强的柠条植被。截止 1992 年底，柠条发展到 47 万亩，乔木林 18 万亩，共占到全县总面积的 25.8%，使得近年来地表风蚀比过去减少 60%—70%，同期同级的大风平均降到 3.6 次。可见，森林的防风固沙效果十分显著。在保持水土方面，据中科院西北水土保持研究所测算，在降雨 346 毫米的情况下，一亩柠条地比荒地的水土流失减少 95%。水土流失面积可得到明显控制，河流输沙模数也相应减少。一般来说，森林覆盖率越高，土壤侵蚀模数越小。如方山县森林覆盖率为 38.34%，土壤侵蚀模数为 2412 吨/平方公里，而柳林县森林覆盖率为 4.1%，土壤侵蚀模数为 14984 吨/平方公里，其土壤侵蚀模数是方山县的 6 倍多。这足以说明森林的保土效应。

上述大量事实表明，森林是陆地生态系统的支柱，没有足够多的森林，生态环境就无法改善，更谈不上改善局部地区气候环境以及防止旱涝等自然灾害的发生。因此，我们必须大力开展植树造林，增加绿色植被，充分发挥森林的生态功能和生态效益，这是改善局部地区气候环境的有效途径，也是改善整个生态环境的根本措施。

## 二、全面发展农业，治理水土流失，是改善气候的有效措施

水土流失已成为制约山西农业经济发展的一个重要因素，也是生态平衡失调的突出表现。治理水土流失，是改善气候的有效措施，在本书第二章中已作了详细论述。

## 三、生态农业建设是提高气候资源利用率的正确途径

生态农业是继原始农业、传统农业和石油农业之后出现的又一个农业发展阶段。简单地说，生态农业就是在总结和吸取了各种农业生产实践的成功经验之基础上，根据生态学和生态经济学原理，应用现代科学技术方法发展起来的一种多层次、多结构、多功能的集约管理的综合农业生产体系。也就

是通过人为改变第一性生产者——植物的成分、组成，利用和促进植物的光合作用，将更多的太阳能转化为化学能，将更多的无机物转化为有机物，从而提高第一性生产力，进而提高第二性生产力。同时，通过加强生物与环境、生物与生物之间的能量和物质转化过程，充分利用农业自然资源的潜在优势，不断促进农业生态系统内各组成成分的相互协调及系统水平的最佳化，以促使这一人类干预下的农业生态系统具有最大的稳定性。只有这样，才能在有限的空间和土地上既保证生态环境的良性循环和自然资源的永续利用，又源源不断地创造出丰富而洁净的物质产品，以满足人类社会的需求，即以最少的物质和能量投入来取得最大的生态、经济、社会的综合效益。

生态农业的基本属性与成功经验表明，它有五大优点：绿色植被面积最大；生物生产量最高；光合产物利用最合理；经济效益最好；动态平衡最佳。生态农业是人为干预下的社会—经济—自然复合生态系统，其系统中的生物成分与环境具有内在的和谐性。在物质循环和生物生产过程方面，生态农业有两个显著特点，其一，它是土壤—作物—动物三者为基础所组成的一个能量多级利用和物质循环再生系统，既要求生物资源产生食物和饲料，又要求把它们作为燃料和肥料，使其中各种物质成分能为人们充分利用和多次利用。生态农业正是遵循这一原理巧接食物链，合理组织生产，充分挖掘资源潜力。如将秸秆经过糖化和氨化，可加工成为家畜喜食的饲料，饲养家畜增加畜产品产出，利用家畜的排泄物培养食用菌，生产食用菌后的残菌床又用于繁殖蚯蚓，最后将蚯蚓利用后的残余物返回农田作肥料，使未能参与有效转化的生物与排泄物得到利用和转化，从而大大提高能量转化效率。其二，生态农业作为一个复杂的系统，其中的生物不是孤立存在的，而是与环境紧密联系，相互作用，共存于统一体中。这样，生态农业的生物与环境协同进化的原理和结构稳定性与功能协调性原理就得到了充分体现。同时，生态农业作为人类和环境相互交织与协调的一个过程，在地域上表现为一个耗散的生态结构，其功能具有可变性，即受制于自然和人类经济活动两方面的影响，而核心则是由人类去调节与控制农业生产系统，并按经济目的精心安排系统的生物组分，干预、改造自然生态系统。因此，可以通过各种人工措施，增加绿色植被面积，强化人工生态系统的物质和能量循环过程，从而获得优质高产的生物量，促进资源永续利用，实现经济与生态的良性循环。

正是由于生态农业可以使第一性产品大幅度地增加，解决了人类需求与资源的失衡矛盾，协调了生态与经济的矛盾，改善了农业生态环境，促进了农业的持续、稳定、协调发展，才使得 80 年代初期在我国兴起的生态农业尤如雨后春笋，蓬勃发展。据不完全统计，目前全国有 100 多个县（包括山西省的河曲县、闻喜县和中阳县）、300 多个乡镇、900 多个生态农业试点已取得了令人瞩目的经济效益、社会效益和生态效益，明显地改善了制约当地农业持续发展的生态环境，试点区的粮食总产、人均收入等年增长幅度均

明显高于同类未试点地区的水平。统计分析表明，试点区同未试点地区相比，粮食总产增长幅度达 15% 以上，人均收入提高 12%，光能利用率提高 10%—30%，特别是在经济增长的同时，生态环境也得到了明显改善，农业生态系统抗灾能力提高，农业生产后劲增强。由此可见，生态农业已显示出极其强大的生命力。

然而，生态农业建设的基本内容和发展模式是由当地自然条件、资源状况及社会经济条件来决定的，模式不可强求一律。不论生态农业发展的条件如何，规模如何，它们都是一个结构和功能均被优化的农业生态系统或农业生产体系，其发展并没有固定的模式，各地都可以因地制宜地去创造多种生态农业模式，并在应用各种生态农业模式的过程中，要求对系统内生物物种（种植业种类）的配置结构、时空结构和营养结构不断加以优化，保持各要素、各链条、各环节功能的正常运转，从而使农业生态系统实现多层次的物质循环利用，生物立体共生和再生资源的持续利用，充分发挥出系统的巨大生产优势、内在潜力和经济效益。

根据山西省的自然条件、农业发展方向及农业自然资源现状，生态模式具有多样化形式。其中逐步完善并形成的以小流域治理为核心的农林牧协调发展的立体生态模式较为典范，在整个黄土高原的贫困山区起到一定的引导和促进农业发展的示范带头作用。这种模式有效地提高了农业系统中光、热、水、土资源的利用率和生物能的转化率，从而也提高了经济效益，改善了生态环境，实现了生态与经济的良性循环。

实践证明，户包小流域治理是黄土高原土地开发的可行方式，也是黄土丘陵沟壑区水土保持、生态环境恶化逆转的根本措施和贫困山区脱贫致富的有效途径。同时，这种治理方式也有利于气候资源利用率的显著提高。例如，晋西黄土丘陵沟壑区土地面积广阔，类型多样，山、川、丘不同立地条件均有，光热资源丰富，开发潜力巨大，主要的生态环境问题是水土流失严重。在全面实行户包小流域治理以来，以流域为基本开发单元，利用地形，采取林草先行、林牧结合、粮林间作、草田轮作的方式进行从梁到沟的综合治理，退耕还林，退耕还牧，最终形成组合得当结构合理的、生态与经济效益显著的“立体生态农业模式”。柳林县长峪村农民张振珠，从 1983 年开始承包了 300 亩小流域，8 年累计治理面积 270 亩，治理度达到 90%，1992 年流域内总收入达 1.4 万元，人均收入为 2300 元。再比如，晋西北的河曲县是黄土高原有名的贫困县，水土流失面积占土地总面积的 82%，人均耕地为 6 亩，1978 年人均占有粮食 265 公斤，人均纯收入 59 元。实行综合治理以来，新增基本农田 3300 公顷，退耕造林种草 1.6 万公顷，发展经济林 8000 公顷，治理度达 59%，人均基本农田达 2 亩，人均收入 484 元，基本上解决了吃粮问题。上述这些典型事例，充分说明了走生态农业道路是摆脱农业困境、改善生态环境、提高资源利用率的有效出路。

一般来说，小流域综合治理，坚持林草先行，山水田林路、垣梁峁坡沟

川统筹兼顾，梯、坝、滩、林、果、草、种、养、加、贸全面发展，构成一个完整的自然流域生态经济系统（或单元）。系统中草林起着重要的作用，尤其是营造经济林，既能保持水土，又能取得较高的经济效益。根据国内外的实践经验，在山地陡坡地区，森林覆盖率达到 60%左右才能防止水土流失。在丘陵缓坡地区，森林覆盖率在 40%—50%时才可起到蓄水保土的作用。加上林、灌、草相间分布或是林、粮、草相间种植，可形成一个多层次、多结构的复杂结构体系，对太阳能的吸收利用率最高，光、热、水资源也能得到有效的利用。目前山西省的光、热、水资源利用率都很低，据有关部门测试统计，若光能利用率达到 2%、5%、10%时，粮食亩产可达 407 公斤、1021 公斤、2045 公斤。然而山西省目前被绿色植物利用的光能仅为 0.2%—0.5%，农作物也只有 0.5%—1.0%，仅少数高产作物可达 1.5%—2.0%，光能潜力优势远未发挥出来。如采用套种间作，立体种植，多种经营，可充分发挥气候资源复杂多样的特性及综合开发的潜力优势，为社会创造和增加更多的绿色成果和一级营养产品。另外，林、灌、草是初级生产者，也是次级生产或二级营养者的依托基础，它不仅是生态农业建设、食物链的物质基础，而且还能起到涵养水源、防风固沙、保持水土、调节气候、减少自然灾害等多种功能与作用。一经形成林粮草为主的立体生态农业，就能大力发展畜牧业，对生物积蓄的能量进行高一级的转化、利用，延长食物链，达到生物种群间关系的协调发展，实现由粗放经营向集约化经营的转变，发挥气候资源的深度开发和潜力优势，形成生态农业系统中生态要素、生物产量和经济收入三者之间的良性循环。

大搞农田基本建设是生态农业建设的主要内容。通过改良土壤，增施有机肥，进行水平梯田的修造，可提高土地持水能力，起到抗旱保墒、增产的效益，使水资源和降水利用率明显提高。目前，山西省从总的方面来讲，由于农田基本建设跟不上，活土层薄，沟深坡陡，土壤有机质含量低，水土流失严重，致使降水入渗低，植物吸收利用少，一般低于 20%，其余的降水都以地表径流的形式白白地浪费掉了。有人粗略地估算，山西省水资源和降水的利用率如能提高到 20%，全省耕地每年就可以多蓄水 40 多亿立方米，相当于现在大中小型水库的总库容量。这足以说明农田基本建设是生态农业建设的关键和主要内容。而且，通过农田基本建设还可改变地表对光、热、水资源的再分配，使气候资源得到更合理的利用。

其他生态农业模式也同样可以促进气候资源潜力的发挥，使气候资源向深层次开发。比如根据农作物各自的生长特点，相互组合实行套种、轮种。这既能合理地利用光热、水分、土地资源，也能提高生态农业系统的抗干扰能力。例如晋北盆地，春小麦套种向日葵间作蚕豆、春小麦套种向日葵复种大白菜、玉米间作豆类等，都可以充分地利用气候资源。因为晋北春小麦生长期在 3 月中下旬至 7 月中下旬，7 月份春小麦收获后至 9 月的这两个多月时间里，正是全年雨量集中季节，这期间光热水资源配合得比较好，通过间

作套种其他作物，便可以多收一季，使一熟变两熟，收到较好的经济效益。此外，结合传统农业的精华，采用先进的科学技术大幅度地增加田间投入，不仅提高了单位产出率，而且也使气候资源得到有效发挥。如采用地膜覆盖技术和拱棚栽培技术，可以适当延长有效积温的利用率，提高光、热、水资源利用率，改善农田生态环境，达到农业的稳产高产。据对山西省 1984 年 113000 公顷作物的地膜覆盖调查，旱地粮食作物一般增产 33%—79%，水浇地增产 50%—100%。地膜覆盖一般提高有效积温 200—300℃，缩短了作物生长期，扩大了一些作物种植范围；50 厘米土层含水率为 8.4%—12.4%，较未覆盖的 4.6%—16.7% 的含水率缩小了变幅，使有效水分增加，一般可提高水分利用效率 32%—65%。

#### 第四节 未来气候的发展趋势

目前，影响人类生存环境（或地球环境）变化的“温室气体”与全球增暖问题正日益受到国际上的广泛关注。大气温室气体浓度的变化将会改变地球表面和大气热力平衡的空间结构，从而影响到人类生存环境，气候变化往往是生态因子变化的先兆，进而会影响生长季节的长短、雨量的分布、植物的分布和退化、树木的生长、野生动物生存界限的迁化、病原体的活动以及火灾发生的频率和强度等。因此，研究人类活动造成大气温室气体浓度的增加和未来全球气候变化可能出现的新格局，以及给社会和经济各方面带来的可能影响，均具有重要的科学意义和实际价值。

##### 一、大气温室气体浓度的变化

地球自诞生以来，其表层的大气环境经历了漫长的岁月和复杂的演化过程。从而形成今天适合于人类和一切生命存在的大气环境。就目前对太阳系中行星大气的了解，地球现在的大气圈在太阳系中是最具特色的。其主要成分是氮气（78%）和氧气（21%），二氧化碳仅占0.034%。

随着人类文明的到来，特别是工业革命以来，由于人类大量使用煤、石油、天然气等矿物燃料和生物物质燃料，使得大气中二氧化碳等的含量急剧增加。早在上世纪中叶，就开始了大气中二氧化碳浓度的测定工作。1896年瑞典化学家斯万特·阿勒尼斯提出，矿物燃料燃烧时排放二氧化碳在大气中起着类似玻璃温室的作用，使地球湿度升高，为此提出了“温室效应”一词，认为能引起温室效应的气体为温室气体，而二氧化碳是主要的温室气体。但因所使用仪器的精度较差，还不能可靠地测出二氧化碳浓度的微小变化。直到本世纪50年代末，世界科学跨入了国际地球物理年代，科学工作者才正式开始应用精密仪器对大气中的二氧化碳浓度进行系统的观测记录。当时，美国在夏威夷 Mauna Loa 火山岛开始对大气中的二氧化碳浓度进行系统监测（1958年），1958年大气中的二氧化碳浓度为315ppm，至80年代初已接近340ppm。1968年前，年增长量不到1ppm，近年已接近1.5ppm，整体呈上升趋势。二氧化碳浓度的波动值为6ppm，极大值在4月份，极小值在10月份。另外，通过南极冰岩芯分析，揭示出最近200年来（1750—1950年）几种关键温室气体浓度的变化，即在工业革命前的18世纪，大气中的二氧化碳浓度约为280ppm，大约在1920年增加到300ppm，到本世纪60年代已增加到320ppm，到1984年则增加到343.8ppm。这主要归因于矿物燃料的使用及森林的砍伐。

到目前为止，全世界约有12个观测站在进行二氧化碳浓度的监测工作，所有这些观测站的资料都反映出二氧化碳的浓度有逐渐增长的类似结果。据最近公布的观测结果表明，在1976年以前的20年中，大气中二氧化碳的浓

度约增加了 5%，1980 年以前的 23 年中增加了 7.9%。Machta 认为 1858—1958 年间，大气中二氧化碳的浓度增加了 3%—15%。布迪科认为到现在为止，二氧化碳的浓度增加了 8%—20%，Barry 则认为增加了 15%—20%。冰岩芯记录表明，大气中二氧化碳的浓度也是增加了 20%。虽然各国学者对大气中二氧化碳的浓度增长量的估算有一定差异，但仍比较接近，一般约在 10%—20% 左右，且正每年以 1.5ppm 的增长速度继续上升。可见，人类活动对大气中的二氧化碳浓度的影响是相当可观的。

大气中主要的温室气体除二氧化碳外，还有甲烷、一氧化二氮等，其浓度也在明显地增加。目前测得甲烷年增长速度为 0.8%—1.0%，一氧化二氮年增长速度为 0.2%—0.3%。同时，人类活动还向大气排放一些新的温室气体，如氯氟烃等（包括 CFC—11、CFC—12、CFC—13），尽管它们在大气中的含量很少，但因年增长率高，一般为 4%—10%，温室效应极强，因而备受人们重视。

大气中温室气体的增加，必然导致温室效应增强。但是，各种温室气体对全球增温的因果不尽相同。二氧化碳作为最主要的温室气体，是因其在大气中的浓度相对于其他微量气体而言为最大，而且，其增长所导致的辐射强迫增长的绝对量，就目前而言要比其他所有微量气体变化所导致的辐射变化量更大。尽管大气中其他微量气体比二氧化碳少得多（见表 5—4），但它们的增温作用都不容忽视。在过去 200 多年的全球增温过程中，二氧化碳的作用约占 60%，但到 2000 年，其他微量气体温室效应的总和可能将远远超过二氧化碳的温室效应。

表 5—4 重要温室气体浓度变化及其对大气的相对致暖潜力

大气微量气体	工业化前的浓度 (1765 年)	目前浓度及 其年增长率		相对增长潜力
		目前浓度	年增长率	
CO <sub>2</sub>	285ppm	350ppm	0.4 %	1
CH <sub>4</sub>	650ppb	1700ppb	0.9 %	21
N <sub>2</sub>	288ppb	309ppb	0.25 %	290
CFC-11	0	250ppb	4 %	3500
CFC-12	0	415ppb	4 %	7300

资料来源：叶笃正主编：《中国的全球变化预研究》，气象出版社 1992 年版。

## 二、温室效应对气候的影响

### （一）温室效应的气温响应

所谓“温室效应”，是指大气中二氧化碳等微量气体能无阻挡地让太阳的短波辐射到达地球，同时部分吸收地球向外发射的长波辐射，从而使地球表层及低层大气加热。如果没有这种温室效应，地球表面平均温度将下降 33

，就不会是现在的 15℃，而是—18℃，那将是一个冰雪覆盖的白色地球。正是由于温室气体的保温作用，才使地球上 40 亿年之久的生命历史得以维持发展。可见，大气中的二氧化碳等温室气体对调节地球和大气的温度起着十分重要的作用。但是，自工业革命以来的 200 多年，由于砍伐森林、燃烧矿物生物物质燃料及排放工业废物等人类活动的影响，大气中二氧化碳等温室气体含量迅速增长，全球气候变暖趋势日益明显。过去 100 年间全球平均气温升高了 0.3—0.6℃，预计到 2030 年左右，大气中二氧化碳及其他温室气体的含量将是工业革命前含量的 2 倍，即由 18 世纪工业革命前的 285ppm 增加到 600ppm。届时，由二氧化碳等气体浓度增加所造成的温室效应将使地球表面温度升高 1.5—4.5℃（1985 年 10 月奥地利菲拉赫会议上公认的结论）。如此强烈的增温将引起全球气候的灾难性变化，可能导致极地冰川和高山冰雪的融化，致使世界海平面上升 20—140 厘米，海陆轮廓发生明显改观，全球生态环境产生变异，以致极大地影响着社会稳定和国民经济的发展。因此，二氧化碳等温室气体增加引起全球增温已成为举世瞩目的环境问题，很多学者运用目前有权威性并应用较广泛的 5 种全球大气与海洋环流模式，对未来二氧化碳浓度倍增后气温变化进行了模拟，其结果在总的趋势上是基本一致的，但也存在着较明显的差异。一般来说，二氧化碳浓度的增加所产生的温室效应并不都使地球上不同地区产生相同的温度变化，即不同纬度带对气候影响是有区别的。增温在极区大于赤道，高纬大于低纬，冬季大于夏季，对流层升温，而平流层降温。根据模式计算，二氧化碳浓度加倍时的增温情况是，极区低层升温最多，可能达 10℃以上，而低纬仅 2—3℃。而各种模式对我国未来气候变化趋势模拟结果表明，冬季气温变化的模拟结果可比性较好，夏季相对差些。但一俟未来二氧化碳倍增后，我国各地气温都有增长的趋势是各种模式都肯定的，其平均值冬季增温约为 3.1—5.7℃，夏季增温约为 1.8—5.1℃，与全球平均增温 1.5—4.5℃相比较，我国受温室效应影响的增温幅度略偏大，这与屠其璞所得结论一致。

我国近 40 年来温度变化状况表明，增暖的趋势确实存在，但并不像北半球平均气温状况那样明显，而且各地增温差异较大。80 年代是我国近 40 年中最暖的时期，根据国家气象局 160 个台站资料统计，80 年代我国年平均气温（12.55℃）比前 30 年（1951—1980 年）的平均气温高 0.21℃，比 70 年代的年平均气温高 0.16℃，比 60 年代的年平均气温高 0.22℃，比 50 年代的平均气温高 0.25℃。而且，气候变暖具有以北方为主和冬季增温为最明显的特征。就全国而言，80 年代冬季平均气温比前 30 年的冬季平均气温高出约 0.5℃，与北半球近 40 年来气温变化情况比较，可看出北半球增温从 80 年代初就已开始，且以跃变形式上升，而我国温度上升过程较平稳，上升幅度也比较小。分析 70—80 年代的气温变化规律，北半球上升 0.24℃，全球平均上升 0.23℃，我国也上升 0.23℃。同时，我国各地冬夏温差有所减小，最明显的是华北和东北。这可能与我国地处中低纬度受季风气候影响有关。

根据目前应用广泛的 5 个全球大气与海洋环流气候模式对我国进行的二氧化碳浓度倍增后地面气温变化的模拟，其结果如 5—5 表。从表中可以看出，在二氧化碳浓度倍增后，我国冬季变暖幅度为 3.1—5.7 ，夏季变暖程度低于冬季，但仍有 1.8—5.1 。

冬季东北地区变暖最为明显，大约 4—6 ；华南与西南地区增温较小，大约 2—4 ；夏季增温最明显的地区是西北，大约 3—5 ；华中、华南与西南增温较小，大约 2—3 。这说明，

表 5-5 我国地面气温变化的模拟结果(2 × CO<sub>2</sub> - 1 × CO<sub>2</sub>)

T/C 模式	12 月—2 月	6 月—8 月
GFDL	3.5 — 6.0	1.5 — 6.0
GISS	3.5 — 5.5	2.0 — 6.0
NCAR	2.0 — 6.0	0.0 — 4.0
OSU	2.5 — 3.5	2.0 — 3.5
UKMO	4.0 — 7.5	3.5 — 6.0
平均	3.1 — 5.7	1.8 — 5.1

美国普林斯顿大学地球物理流体动力学实验室模式。

美国宇航局高层空间研究所模式。

美国国家大气研究中心模式。

美国俄勒冈州州立大学气候研究所模式。

英国气象局模式。

二氧化碳浓度倍增后，我国气温变暖趋势明显，气温变化幅度较全球 1.5—4.5 偏高。其中南方变暖幅度较小，北方变暖幅度较大。但由于我国地处亚欧大陆东部和太平洋西岸，属于典型的季风气候区，全年各季的温度变化与全球增暖的平均状况有所不同。冬季，由于温室效应造成高纬度地带增温比中低度纬地带强烈，南北之间的温差将比现在有所减少，冬季风势也比现在有所减弱，其结果将使我国冬季增温幅度较同纬度带的其他地区的平均值要偏大；夏季，由于全球增温导致夏季风加强，使我国未来夏季的增温幅度较同纬度带的其他地区平均值要偏小。这种由于季风的特殊性造成的气温变化，将使我国在二氧化碳浓度倍增的情况下，冬夏之间的年较差比同纬度带的其他地区平均值偏小（或冬、夏温差和气温年变幅减小）。综上所述，各种全球气候模式与二氧化碳浓度倍增后未来气候变化的模拟结果的基本趋势是一致的，即气候增暖的趋势是明显的，只是增温幅度不同而已。从近 40 年的气候资料看，本世纪后半叶气温具有上升的趋势，这可能与二氧化碳有关。从 21 世纪初开始，全球气候将可能进入偏暖期，加上二氧化碳等温室气体浓度增加所造成的温室效应，我国的气温可能会有较明显的上升。

但是，关于未来气候变暖的预测仅是根据人类活动导致二氧化碳浓度增加这一单因子，将忽视了二氧化碳，特别是气温的自然变化预测。为此，有

些科学家对由于大气中二氧化碳和其他温室效应气体增加而导致气温升高的论点持有完全不同的看法，甚至惊呼地球正面临一次冰期的到来。而矿物燃料的燃烧，同时释放大量的二氧化硫，二氧化硫形成的硫酸盐微粒可导致气候变冷，所以，人们称之为反向气候效应，可以抵消二氧化碳的增温效应。这里，我们对大气中二氧化碳和其他痕量气体的增加所引起的温室效应的不同观点的争论不多加讨论，但值得注意的是，它的潜在的影响已引起各方面对这一问题的研究，有的甚至为此而立法。这样做的目的是为决策部门提供更大的可能性，更好地权衡各种可选策略的利弊和风险。

### (二) 温室效应对降水的影响

未来气候变化具有不确定性，目前比较一致的看法是气候要变暖，但是，对未来水分变化的认识有较大的分歧，反映在模拟结果上有增减两种倾向。综合国际上近 50 个模式的模拟结果表明，大气中二氧化碳的浓度增加 1 倍，全球年平均气温将增加 0.48—5.2℃，全球年降水率则增加 2.7%—15%。中国科学院大气物理研究所等单位，采用 5 个应用较广的全球三维大气耦合海洋环流模式，模拟了我国在二氧化碳浓度增加 1 倍时的降水率变化情况（见表 5—6），从表中可知，我国冬季降水增

表 5—6 我国降水率变化的模拟结果（ $2 \times \text{CO}_2$ — $1 \times \text{CO}_2$ ）

R(mm/日)模式	12月—2月	6月—8月
GFDL	+ 0.2 - + 0.6	+ 1.0 - + 2.0
GISS	- 0.1 - + 0.1	- 0.1 - + 0.1
NCAR	+ 0.4 - + 0.7	- 2.0 - - 1.0
OSU	+ 0.1 - + 0.4	+ 0.3 - + 0.6
UKMO	- 0.1 - + 0.1	+ 0.5 - + 1.5
平均	+ 0.1 - + 0.4	- 0.1 - + 0.6

加 0.1—0.4 毫米/天，夏季降水可能变化范围是在—0.1—+0.6 毫米/天。全国各地降水率的变化也有差异，东北地区冬夏降水可能增加，华北地区冬夏降水有可能减少，北部和中部地区夏季土壤湿度变干。结合气温模拟结果可看出，由于二氧化碳浓度倍增，我国东北及南方沿海地区有变暖变湿趋势，而华北大部分地区则有可能变暖变干。Bulltot 利用全球气候模式模拟出了在二氧化碳浓度倍增时某些气候要素的估计值。结果是平均太阳辐射照度减少 2.5 瓦/平方米（现在地球年平均吸收的太阳辐射为 237 瓦/平方米），年平均气温升高 2.86℃，各月平均气温均升高，年降水量增加 54.3 毫米，其中 5—8 月降水有所减少（见表 5—7），即主要是夏季降水减少。

表 5—7  $2 \times \text{CO}_2$  时的大气温度和降水量变化

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1
大气温度 ( )	3.1	3.4	3.4	3.1	2.8	2.7	2.5	2.3	2.3	2.7	2
降水量 ( mm/月)	9.3	10.5	9.91	0.2	1.2	2.7	1.6	2.2	0.0	5.3	8

而张家诚(1989年)研究表明,气温每升高1,降水量相应增加100毫米,所以我国总趋势是变暖变湿。由于年降水量在年际之间、地区之间的变率都比较大,表现复杂,对于80年代我国降水量减少的趋势,可以认为是一次小的波动中的低谷期。预计90年代以后,有可能回归到5个数值模拟的模式预测值。由此可见,降水量预测的不确定性更大。

以全球而言,由于二氧化碳浓度倍增导致全球地面平均气温出现逐渐上升的趋势,必将造成全球各纬度带、各地区降水状况发生相应的变化。二氧化碳浓度的增高使高纬度地带的增温比低纬度地带强烈,导致未来极地与赤道之间的温度梯度减少,气温差减小,引起地球环流的巨大改变,特别是北半球西风环流的减弱,从而使地球不同地带的降水量及蒸发量发生变化。中纬度(北纬30°—60°)的一些地区由于夏季高温时间延长,土壤湿度降低,降水量减少,气候趋于干旱。这势必使中纬度地带的广大地区的环境产生重大影响。Budyko还通过计算表明,现代冻原带地区下世纪初的年降水量将比现代超出500—600毫米。由此向南增加量明显减少。由于增温,使蒸发力大为增加,到2025年,俄罗斯欧洲部分的西部一带年降水量将增加200毫米,中部和东北部增加300毫米,东南部增加400—500毫米。显而易见,在降水和蒸发作用的共同影响下,随着纬度的降低,干燥程度将会增加。

近年来,我国也有不少科学工作者关心二氧化碳浓度倍增后降水的影响程度。目前存在两种看法。一种看法认为,我国地处欧亚大陆,未来气候变化可能与北半球变化的趋势一致。由此估计,我国今后几十年内由于二氧化碳浓度增加的温室效应所造成的气候变暖,将使热带海南岛地区夏季对流性降水增加,而地处中纬度地带的大部分地区夏季雨量将可能减少(事实上我国疆土的98%位于北纬20°—50°之间),尤其是我国西北部原来就是干旱区,本世纪末到下世纪初旱情将更加明显。另一种看法认为我国降水的变化有其特殊成因,不能与全球的一般情况相提并论。因我国属于季风气候区域,雨带主要产生在夏季风前沿,而不是产生在西风气流里(除新疆高山地带)。在夏季风无法到达的地区为干旱区,而夏季风勉强到达的地区为半干旱区。已经处于夏季风前沿,但夏季风在盛夏期间一般都到达的地区(如华北地区),也正是降水十分集中又不稳定的地区。在未来二氧化碳浓度增加的温室效应将导致全球气温增高的条件下,估计夏季风能够到达更高的纬度,更加深入大陆腹地,其结果将引起夏季风边缘地区的降水量增多。因此,

可以预计未来在温室气体温室效应的影响下，我国华北地区雨量将有所增加，年内变化和年际变化趋于减少，而半干旱地区也将比现在湿润。根据晚近地质时期全球气候演化模式，冰期时气候寒冷干燥，间冰期时气候温暖湿润，尤其是我国东部地区，高温与多雨相对应；所以，未来二氧化碳增加的温室效应将导致我国东部降水增多，华北地区降水也相应增加。

另外，当前气候模式对降水变化的模拟结果可靠性较差。表 5—8 是美国能源部材料中所列举的三个模式对现代气候中降水量部分的模拟结果。

表 5—8 全球平均降水率（毫米/日）现代气候  
模拟误差和二氧化碳倍增时的变化

模式	模拟误差	二氧化碳倍增时 最大变幅
GISS	0.6	0.5—1.0
NCAR	0.7	0.5
GFDL	0.3	0.5

表中降水变率的模拟误差一般与二氧化碳浓度倍增后降水率变化的最大幅度差不多。可见，降水模拟结果的不确定性较明显。张家诚等曾预测最近一个冷期可能延续到 21 世纪初。但是，由于二氧化碳等温室气体的温室效应作用，可能使冷期出现有延缓的趋势。从这一角度出发，预计未来二氧化碳浓度倍增时我国干旱程度有所减缓、降水有所增加的可能性是存在的。

应该指出，气候系统的复杂性和影响气候变化因素的多样性及不确定性，即使是模拟二氧化碳浓度增加对气候的影响，不同模式的模拟结果也不尽相同。目前，一般采用的全球气候模式（GCM）进行气候数值模拟的方法来考察二氧化碳浓度增加对未来气候的影响，其模拟结果并不是对未来实际气候的预测。另外，用这些全球气候模式来模拟局部地区的气候变化，由于模式的设计还不够精细完善，其结果也是不尽人意，会产生一定的误差。而我们考虑未来气候的环境效应，只是以大气中二氧化碳增加而导致全球增暖为其基本出发点。

### 三、全球增暖的环境效应

21 世纪气候增暖将会引起地球极地地区与赤道间气温差的变化，将对环境产生重要影响，北半球中纬度地区尤为明显。正如我国著名气象学家叶笃正先生所指出的：“受气候变化影响最大的莫过于气候脆弱地区将经不起变化（当然对有些地区也可能有好的影响）。最使我们担心的地区是我国严重缺水的华北和西北。这两个地区正处于中纬度……”赵宗慈利用 5 个应用较广的全球大气与海洋环流模式模拟表明：由于大气中二氧化碳浓度增加，将

导致全球地面气温增暖大约 4℃，其中引人注目的是中纬度地区土壤湿度可能减小，而土地旱化面积将扩大。也有的学者根据 Washington 等人的计算认为，当二氧化碳浓度加倍时，我国所处的地理位置增温在 4℃左右，夏季北半球增温多在 2℃左右，个别地区达 4℃，并指出亚热带北界将由现在的淮河、秦岭一带扩展到黄河以北；冬季，徐州、郑州一带温度将和现在的杭州、武汉相似，而东北和青藏高原的多年冻土及祁连山、天山的冰川都将趋于消失，长江以南的夏季更趋炎热。更为重要的是，现在已经干旱的西北、华北地区，土壤沙化问题更趋厉害，盐碱扩大，缺水突出。此外，气候变暖，将导致海平面上升，生态系统以及社会经济发生变化。当然，很多科学家认为全球变暖会造成地球毁灭性的结局。我国著名的自然地理学家黄秉维先生对这一问题在《黄秉维文集》中也做了精辟的阐述，并分析了中国未来的情景。

事实上，在全球气候变暖的背景下，将不可避免地给我国的气候及环境带来一系列的影响。这里，仅就全球气温升高 1.5—4.5℃时，对我国所产生的气候及环境效应作进一步讨论。在全球变暖的同时，各地降水量将发生不同的变化。降水量少的地区，高温、干旱使土壤蒸发加大，表层干燥，风蚀沙化过程加速。二氧化碳倍增引起的气候变化将使全球目前沙漠面积由 21%扩展到 24%，草原面积从 18%增加到 29%。而降水强度大的地区则可能加快土壤侵蚀速率，水土流失加剧，土壤肥力下降。据估计，2035 年中纬度地区的俄罗斯圣彼得堡地区降水量增加将导致土壤肥力下降 20%以上。

根据千年尺度上的古气候资料表明，全球高温期亚洲季风系统向西向北扩大，使亚洲中部很大范围内较今湿润得多。黄土高原、内蒙古高原、华北平原全新世气候环境演化规律已证实了这一点，即冷期与干燥期相对应，暖期与湿润期相对应。例如，在距今 18000 年前的末次冰期盛期时气温最低，华北平原较今低 6—8℃，估计二氧化碳含量仅为 200ppm，到全新世高温期（距今大约 6000 年左右）二氧化碳增加到 270ppm，全新世高温期的全球气温较今高 2—4℃。黄土高原降水比现代多 150—250 毫米，黑垆土层在黄土高原地区普遍形成与发育就是全新世高温多雨的产物。地处中纬度地带的华北和西北地区对全球变暖最为敏感，由此推断，未来全球增温，黄土高原地区、华北平原和内蒙古高原要比现在湿润，也就是降水比现在要增多。

实际上，当二氧化碳浓度倍增全球气候变暖时，由于气温较低的高纬度地区增温强烈，减小了高低纬度之间的温度梯度，大气环流的形式和强度发生显著改变。这样，冷空气南下势力明显减弱，受到影响的首当其冲是中纬度地区。像我国华北地区的降水过程，主要靠太平洋的暖湿气流与西伯利亚地区来的冷空气在这里交汇而成。受季风气候的影响，当大气中的二氧化碳浓度倍增而使气温升高时，势必强化了东亚季风，极锋位置大幅度地北移，使得来自太平洋及印度洋的暖湿气流可以长驱直入，深入大陆腹地（当然新疆一些地区降水是受西风气流控制），夏季风影响的范围进一步扩大，降水

量会有大幅度的增加。整个华北平原和西北地区降水量可能较现在明显增多。因此，华北平原还不至于受到沙漠化的威胁。这也许与目前流行的因二氧化碳增加而产生的温室效应使华北、西北地区更加干暖旱化的结论相悖。

目前，我国西北地区和华北地区北部的沙漠化问题十分突出，这主要是因为这些地区位于我国干旱、半干旱及部分半湿润地区，具有干旱多风、地表物质疏松等脆弱生态特征，生态环境敏感易变，这便构成了沙漠化发生发展的潜在危险性，而人类不合理的经济活动是沙漠化发生发展的直接原因。所以，在现代气候环境条件下，土地沙漠化的发生发展主要取决于气候条件和人类活动的影响。如人类活动对自然环境的冲击而致使生态平衡破坏、植被退化、土地肥力下降等，并由此导致土地沙漠化的发生和形成。像我国的毛乌素沙漠、科尔沁沙地的形成过程，主要是人类不合理经济活动的产物。但是，应该指出的是，气候因素对沙漠及沙漠化的发生和形成一直起着主导作用。在我国北方，土地沙漠化发生期与气候的关系十分明显。公元 4—5 世纪、10—11 世纪、14 世纪末至 17 世纪和 18 世纪以后，我国北方干旱大风的次数远较其他时期多，而这些时期我国北方广泛出现了沙漠化现象。特别是 16—19 世纪的“小冰期”，气候寒冷干燥，沙漠扩大，沙流向南入侵，整个水平生物气候带向南摆动，沙漠与黄土之间界线南迁，这在晋陕黄土高原北部的地层中留下了清晰的气候环境信息。华北和西北沙漠化地区的地质历史证据也表明，气候变化是呈干冷与暖湿相交替的特征的。干燥寒冷时期为沙漠化发生发展时期，而温暖湿润时期为沙漠化逆转时期。因此，在当前二氧化碳浓度增加而产生全球气温增高的情况下，华北和西北地区（新疆除外）降水可能反而有所增多，沙漠化过程可能减缓甚至逆转。这里，应该强调的是土地沙漠化（或荒漠化）已成为全球环境变化中的一个重要组成部分。一些研究表明，沙漠化成因不仅仅在于局部地区人类活动的破坏，还可能有大尺度气候环流变化的影响，大尺度的沙漠化反过来又会影响气候变化，以至于形成某些方面的恶性循环，加剧环境的恶化，如同 Charnay 所指出的生物—地球物理反馈那样。因此，进一步加强有关沙漠化和陆—气相互作用的研究是十分有益的。

由于全球变暖，会引起海平面上升，对沿海地区有较大影响，也会影响到内陆省份。

#### 四、全球变暖对山西生态环境的影响

山西地处黄土高原东部，气候上属中纬度温带大陆性季风气候。随着大气中二氧化碳浓度增加而导致全球性气候变暖，山西不可避免地会受到气候增暖的影响，尤其是脆弱的农业生态环境受其影响最大。

山西省现代气候变化具有冷暖交替之特征。据山西省 50 个观测站多年的资料统计表明，本世纪 20 年代初的 1921—1925 年，气温比 1951—1980

年这 30 年间平均要高 1.5℃，个别地方（如和顺、黎城、岚县、石楼等）则高 3℃ 以上。而 1921—1925 年的气温比 1971—1980 年则高 1.4℃。以温度的三年滑动平均距平值分析表明，山西省 1951—1987 年的年平均气温，在 1971 年以前均为偏冷期，而 1972 年以后为偏暖期。其中 1987 年是最近 30 年来气温最高的一年，气温变化趋势与我国近 40 年来气温变化趋势基本一致。

根据现有气候模式的预测，未来华北地区气候将有变暖的趋势。事实上，这一地区气温已在上升：80 年代与 50 年代相比，河北省增温 0.84℃，山东省增温 0.5℃，山西省增温 0.6℃，其他省市都有不同程度的增温且平均气温上升幅度高于全球平均气温上升值。然而，全球气温增暖将引起农业气候资源（光、热、水等）的变化，从而导致农业种植制度、作物布局、品种选育及农业生态环境的极大变化。赵宗慈用 OSU 模式模拟了我国二氧化碳浓度倍增时年平均气温的变化，高素华等据此资料估计了我国未来 10℃ 积温与持续日数变化及其地区分布指出，华北地区 10℃ 以上积温可增加 10%—15%，全国平均约增加 15%。夏季气温大部分地区将升高 2.4℃ 以上，增加积温 200℃·日以上。当二氧化碳浓度倍增时，全国 10℃ 日数和无霜期平均增加 30 天左右。与此同时，气候变暖，我国农作物熟制将随之向北推移。

一般来说，温度平均升高 1℃，农业气候带北移 100 公里。

在二氧化碳倍增、年平均温度升高 1.5℃ 的气候背景下，一年一熟区北界大致向北推移 150—200 公里。如果按二氧化碳倍增后气温平均增高 1.5℃ 计算，山西省 0℃ 积温增值为 380—490℃·年，0℃ 积温等值线将向东北方向推移，北移距离大约为 200—300 公里左右。届时，山西省 0℃ 持续日数为 250—320 天，10℃ 持续日数为 170—230 天，0℃ 积温值绝大部分为 3800—5400℃·年，较目前增加 10%—11% 左右，10℃ 积温值变化范围为 2650—5290℃·年。以日平均气温 0℃ 的积温 4000℃·年为一年一熟制南界，此线大致在原平、兴县一带。二氧化碳浓度倍增时，此线将移到河曲、大同一带，即向北推移约 250 公里，麦稻两熟区的北界将移至阳泉、离石一带。以 0℃ 积温 5800℃·年为一年三熟制北界，二氧化碳倍增时，此时北界将北移至运城、宝鸡一带，以南为水稻生产区。这将为扩大多熟种植面积、提高复种指数提供了有利的热量条件。

一般情况下，随着大气中二氧化碳浓度的增加，可以直接提高作物光合作用和蒸腾作用。据 Cooper 试验结果表明，在温室中增加二氧化碳的浓度，水稻可增产 67%，黄瓜可增产 49%。同时，二氧化碳温室效应可延长生长季节，扩大种植面积，增加复种指数，从而提高作物生产力。

二氧化碳倍增，使各种熟制的北界将向北推移，可扩大种植面积增加复种指数，提高作物生产力，似乎前景令人乐观。但事实上可能并非如此。因为决定种植界限除了热量条件外，尚需水分条件的配合。山西省降水年际变

化大，地域分布不均，降水过分集中于夏季，降低了有效利用程度，这对农业生产都是不利因素。在热量条件有保证的前提下，年降水量小于 600 毫米只能一年一熟或两年三熟。据估测，当二氧化碳倍增时，整个黄河流域降水将明显减少，土壤中的水分蒸发量增大，湿度降低，干旱趋势愈加明显，山西尤为严重，因此仍将是“十年九旱”的局面。

但是，在未来气候变暖的情况下，值得一提的是，我国东北地区、内蒙东部、河北、山西、陕西北部、宁夏至甘肃东部的农牧过渡带对气候变化非常敏感。这将使我国干旱半干旱地区的农牧过渡带向东南方向扩大。因为增温引起土壤蒸发加大，风速、大风日数增加，将会使干旱期延长，水分供求差加剧。这里的年降水量在旱作农业对水分基本要求（400 毫米）以下，大风日数多，存在着潜在的风蚀沙化的可能。如果按照上述所估测的情况来看，未来西北、华北的夏季土壤湿度下降，蒸发量增大，干旱趋势更加明显，那么，农业生产问题将更加严重，将导致作物种植面积减少，牧草产量下降，生态环境更加脆弱。后记

本书是研究人员集体编著。在编写过程中，参阅了大量前人研究的成果和资料，根据编者的认识水平，用生态经济学的观点，用大量的资料和数据来阐述山西煤炭等资源的基本概貌和分布变化情况，预测未来的发展趋势。

参加编写的有：前言，聂宏声；第一章，李振吾、丁永齐；第二章，姜藏珍；第三章，李建国、李乾太；第四章，李振吾、聂宏声；第五章，丁永齐、苏志珠、马义娟；主编，李振吾；副主编，李建国、丁永齐。全书由李振吾、丁永齐统编。限于编者的资料和理论水平，书中有些问题论述不够，有些观点也许欠妥，殷切希望读者批评指正。

编者

1996 年 10 月

## 主要参考文献

1. 《中国自然资源手册》，科学出版社，1990年。
2. 刘东生等：《黄土与环境》，科学出版社，1985年。
3. 《山西煤炭工业志》，煤炭工业出版社，1991年。
4. 山西农业区划委员会：《山西农业资源综合开发研究》，山西经济出版社，1991年。
5. 胡富国、乌杰主编：《整体创新综合开发》，中国经济出版社，1992年。
6. 王国清、宋德祥编著：《世界煤炭地理》，商务印书馆，1987年。
7. 《山西能源》（专辑），1995年4月。
8. 山西省土地管理局：《山西省土地利用总体规划》（内部资料），1993年。
9. 山西省土地管理局：《山西省土地利用总体规划专题研究》（内部资料），1993年。
10. 山西省农业区划委员会：《山西省农业自然资源》丛书，中国地图出版社，1992年。
11. 山西省水资源委员会：《山西水资源》，山西人民出版社，1992年。
12. 郭裕怀、刘贯文：《山西农书》，山西经济出版社，1992年。
13. 阎武宏主编：《山西经济》，山西人民出版社，1985年。
14. 张树德主编：《三晋水土保持纪略》，山西经济出版社，1994年。
15. 钱正英主编：《中国水利》，水利电力出版社，1991年。
16. 吴俊洲主编：《山西自然灾害》，山西科技出版社，1989年。
17. 张荷、李乾太主编：《晋水春秋》，水利电力出版社，1990年。
18. 张荷、李乾太主编：《山西水利史论集》，山西人民出版社，1990年。
19. 郝永和主编：《山西水利四十年》，山西人民出版社，1991年。
20. 贾泽民主编：《水资源管理概论》，山西人民出版社，1990年。
21. 山西省水利厅：《1978—1995年水利工作会议报告》（内部资料）。
22. 山西省计划委员会、山西省测绘局：《山西省国土资源地图集》，测绘出版社，1990年。
23. 山西四十年编委会：《山西四十年》，中国统计出版社，1989年。
24. 陈鹏：《动物地理学》，高等教育出版社，1986年。
25. 武吉华、张绅：《植物地理学》，高等教育出版社，1983年。
26. 聂宏声等：《山西省生态农业建设宏观研究》，成都科技大学出版社，1993年。
27. 钱林清等：《山西气候》，气象出版社，1991年。
28. 丁永齐等：《山西旱地农业》，山西科技出版社，1992年。

29. 山西省气象档案馆编绘：《山西省农业气候资源图集》，气象出版社，1990年。
30. 李国华编著：《季节与山西气候》，山西人民出版社，1990年。
31. 山西省地方志编纂委员会办公室：《山西气象志》，1985年。
32. 张杰等编著：《山西省自然灾害史年表》，1987年。
33. 张维邦等编著：《山西经济地理》，新华出版社，1987年。
34. 丁永齐等：《山西省土地沙漠化及防治效益》，《干旱区资源与环境》，1991年。
35. 王文学编著：《生态农业原理及应用》，人民出版社，1991。
36. 黄占斌等：《黄土高原粮食生产与水土流失和水土保持的相关分析》，《生态学杂志》，1993年。
37. 王绍武：《温室效应及其对气候影响的最新研究》，《气象》，1990年。
38. 世界气象组织：《全球气候变化》，《气象科技》，1990年。
39. 章基嘉等：《当代气候变化的趋势及原因分析》，《气象科技》，1987年。
40. Lindzen：《对全球变暖的一些看法》，《气象科技》，1990年。
41. 张家诚：《二氧化碳的气候效应与华北干旱问题》，《气象》，1989年。
42. 王绍武：《温室气体增长对气候和社会的影响》，《气象科技》，1989年。
43. 赵宗慈：《模拟温室效应对我国气候变化的影响》，《气象》，1989年。
44. 屠其璞：《二氧化碳浓度增加对我国气候变化趋势的影响》，《气象科技》，1990年。
45. 王绍武：《全球气候变暖及未来发展趋势》，《气候变化与环境问题学术讨论会论文集》，1991年。
46. 林学椿等：《近40年我国气候趋势》，《气象》，1990年。
47. 任振球等：《气候变冷与干旱沙漠化》，《气象科技》，1987年。
48. 郑斯中等：《气候影响评价》，气象出版社，1987年。
49. 施雅风：《行将出现的气候和环境大变化及对策建议》，《未来与发展》，1986年。
50. 高素华等：《温室效应对未来农业气候资源的影响问题》，《中国农业气象》1991年。
51. 李月娥等：《温室效应对我国北方粮食作物生产潜力的影响》，《中国农业气象》，1991年。
52. 张厚宣等：《气候变暖对我国农业生态环境影响及其对策的研究》，《中国农业气象》，1992年。

53. 张厚宣等：《二氧化碳倍增后对我国植被和农业生产力预测的初步探讨》，《中国农业气象》，1989年。
54. 国家科委社会发展司：《全球气候变化及其对策》，气象出版社，1990年。
55. 赵宗慈：《五个全球大气的海洋环流模式模拟二氧化碳增加对气候变化的影响》，《大气科学》1990年。
56. 崔读昌：《气候变暖对我国农业生产的影响与对策》，《中国农业气象》，1992年。
57. Dennissenft 著，李卫华译：《温室效应并非完全有害》，《中国农业气象》，1992年。
58. EduardBarbier：《全球温室效应——经济上的影响和政策上要考虑的问题》，《气象科技》，1991年。
59. 曹银真：《大气二氧化碳浓度的变化及其气候环境效应》，《地理科学》，1991年。
60. 王贵勇、董光荣：《地质时期的二氧化碳及其温室效应》，《环境科学》，1989年。
61. 苏志珠、董光荣：《陕北黄土高原北部的气候变迁》，《中国 62. 李吉均等：《中国西北地区晚更新世以来环境变迁模式》，《第四纪研究》，1990年。
63. 叶笃正等：《中国的全球变化预研究》，气象出版社，1992年。
64. 韩慕康：《假如海平面上升1米》，《地理知识》，1993年。
65. Bryson：《饥馑的气候》，科学出版社，1981年。

