学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

源头活水

——资源、环境和人类的再生之路

BOOK

内部资料 非卖品

引　言

资源、环境、持续农业和农村发展，是当代世界各国关注的热点和优先发展的领域。中国选择了跨世纪的可持续发展战略，最早提出了国家级的‘中国 21 世纪议程”，被联合国粮农组织誉为最好的议程之一。这说明中国已经敏锐地意识到现代经济建设给资源和环境带来的巨大冲击，迫切需要吸收现代可持续发展的先进思想，结合中国传统农业持续发展的实践，走出中国的农业、农村和资源、环境协调持续发展的道路。

我们工作的宗旨是向国内外大众传播可持续产业和农村发展的战略思想，并以此作为资源、环境和人类的再生之路。目前迫切需要我们做的工作是：

确保食物安全，必须建立粮食预警系统。人口增加，资源减少，食物安全面临着严峻的挑战。21 世纪谁来养活中国？科学分析表明，只要我们合理开发利用资源，未来的食物生产有着巨大的潜力。我们可以选择正确的政策，确保食物安全。

建立清洁生产体系，加快生产绿色食品。人类正在受到环境污染的危害。对此，人们提出了清洁生产的全新概念，在生产过程中进行污染控制和再生资源的利用。追求绿色食品，将会给我们带来第二个春天。

继续调整结构，合理配置资源。在经历了长期的单一经济的贫穷之后，人们找到了通向富裕之路，发展多元化产业。人们发现，食物消费和生产结构的调整，可以合理配置有限资源，可以带来巨大的经济、生态和社会效益。

合理利用能源，提高综合生产能力。现代物质的大量投入，带来了现代的文明。但是大量石油化学物质的不合理投入，的确对环境产生了巨大的威胁。因此，必须再造外源投入物质，选择提高生产力的科学道路。

制止资源过度消耗，合理管理资源。人均资源紧缺形成了巨大压力，但人们仍然需要依靠有限的资源生产更多的食物。因此，只有合理利用资源，运用市场经济手段管理资源，才能留下后代必需的资源。

确保生态平衡，建设环境工程。农业对生态平衡的冲击，主要是资源的过度开发利用和农药污染，这是全球环境面临的严峻问题。对此，人类正在寻找改善生态环境的技术，正在努力建设生态环境工程。

实行分区调控，促进区域和城乡持续协调发展。东、中、西部三个经济地带的发展形成了巨大的差异，为了扭转这一趋势，需要采取可持续性的区域调整战略，选择最优的城市化模式，实现城乡一体化的战略构想。

食物安全和预警系统

植物叶绿素，是天地的中介，宇宙的焦点，是真正盗取天火的普罗米修斯。从它的一端射进阳光，另一端开始生命的所有形式。无论是耀眼的电光，还是闪烁的松明，无论是飞转的巨轮，还是诗人手中的笔都是靠它推动的。这是俄罗斯著名的生物学家季米里亚捷夫长期潜心研究的至理名言。粮食和食物是人类社会生存的基础，支撑着整个人类文明的大厦。正当人类享受着现代物质文明成果、满意地展望着未来经济高速发展前景的时候，惊异地发现人类的资源和环境正面临着严重的威胁，同时这也威胁着人类自身的未来生存和发展，而首先受到威胁的是人类的食物安全及自身的健康和繁荣。农业能不能持续稳定地发展下去，叶绿素所盗来的文明之火到底还能燃烧多久，成为我们迫在眉睫的一个不得不回答的问题。

1996 年 11 月，世界各国首脑云集意大利首府罗马，举行首脑会议。出席这次首脑会议的总人数约 5000 人，其中正式代表为 500 人，国家元首和政府首脑近百人，中国国务院总理李鹏也出席了这次会议。各国政要之所以拨冗前去罗马，是因为世界粮食库存量及世界粮食安全系数持续下降，至 1995～1996 年度，库存量下降为 2.67 亿吨，粮食安全系数仅为 14.6%。世界粮食安全系数是指世界粮食库存量占下一年度消费量的百分比。联合国粮农组织确定的安全系数为 17%～18%，如低于 17%为不安全，低于 14%则为紧急状态。1996 年 4 月 13 日英国《卫报》刊载该报科技主编蒂姆·雷德福的文章，他在文章中指出：“在新年伊始的时候，世界谷物储备低于以往任何时候，只够 48 天之用！”世界粮食储备已接近紧急状态。首脑会议这一不寻常的举动，标志着世界粮食安全问题的严重性，也昭示出当今世界各国和联合国粮农组织对食物安全问题的重视和解决这个问题的决心。

1994 年秋天以来，21 世纪的中国粮食问题已经引起了世人的广泛关注。美国世界观察所所长莱斯特·布朗提出了 21 世纪谁来养活中国人的问题。对此，国内外展开了广泛的讨论。当前世界关注中国粮食问题，是一种历史的偶合，因为过去 5 年中全球的粮食产量没有任何增长，此时又处在中国经济高速增长的时期。布朗根据韩国等国的经验，推测中国将出现粮食总供给和总需求的巨大缺口。

农业是国民经济的基础，粮食是基础的基础。一个国家有了粮食，经济就能快速发展，人们的营养和健康水平就能不断提高，这个民族就能兴旺发达。中国政府对粮食问题历来十分重视，1996 年 10 月，就在世界粮食首脑会议的前夕，中国政府发布了中国粮食白皮书，表明了中国政府的未来粮食战略。李鹏总理在世界粮食首脑会议上发表讲话时也强调指出：中国是维护世界粮食安全的重要力量。中国的粮食总产量居世界首位，解决了世界 20%的人口的吃饭问题，这是维护世界粮食安全的重要因素。人们完全可以放心，在未来的岁月里，中国人不仅有能力依靠自己的力量实现丰衣足食，而且将对世界粮食安全做出新的贡献。

民以食为天：食物安全是人类健康的保障

“国以民为本，民以食为天”，这是中国历史经验的总结。农业在中国的历史上一直被尊为“本”业，在世界经济发展中重农主义也曾经盛行一时。然而，粮食问题，这个人类生存最基本的问题至今在全世界范围内没有得到彻底解决。中国由于其特殊的国情和历史原因，仍有 8000 万人处于不得温饱的贫困线以下，这是一个人们不得不面对的悲哀的现实。但更为严峻的是，一方面，人口持续增加，人均资源占有量持续减少，环境进一步恶化；另一方面，大量农业资源由于农业比较利益低下而不断流出农业，大量耕地流失，大批优秀青年流向城市和二、三产业，大笔资金转向回报率高、回收期短、见效快的非农项目。这两方面的交互作用，对于基础薄弱的农业无异是雪上加霜。数字可能是枯燥的，但它却是鲜活的事实，可以促使我们猛醒。

食物安全面临着严峻的挑战

从现在起到 21 世纪 30 年代，中国的食物和农业的发展，正在进入一个重要的历史发展时期，人口的继续增长将要达到高峰期。耕地的继续减少将要下降到更低的低谷，非耕地资源开发需要投入巨大的资金，人们生活将要进入到富裕阶段。这一时期中国的食物和农业状况如何，成了举世瞩目的重大问题。因此要对影响中国食物和农业的一些重要因素进行深入的分析。

1.2 一定大于 1 吗

人口持续增长，到 30 年代达到高峰期。

当我们义愤填膺地批判马尔萨斯人口论时，当我们指责马寅初教授的新人口论时，我们过于乐观地估计了人的两只手的创造能力，而忽视了一张嘴的消费能力。2 并不是永远比 1 大！正是由于我们认识上的失误使得中国在 50～60 年代形成庞大的人口基数。尽管我国从 70 年代就开始了人口计划生育工作，特别是近十几年来计划生育取得了令世人称道的成就，但是由于基数的庞大，人口仍将持续增加。

过去的 15 年，中国人口从 1980 年的 9.87 亿人增加到 1995 年的 12.11 亿人，平均每年增加近 1500 万人，年平均增长率为 1.28%。近几年，虽然明显低于过去 15 年的平均增长水平,但年平均人口增加幅度仍然有 1300 万人。

到 2000 年、2010 年、2020 年和 2030 年，根据国内外多种途径的预测，中国的人口将由 1995 年的 12.11 亿人先后增加到 13 亿人、14.0～14.3 亿人、14.7～15、4 亿人和 15.3～16.3 亿人，进入人口数量最大的时期。

2.我们将拥有多少耕地

耕地继续减少，到 2030 年减少到更低的低谷。

过去几十年来，提起国情，人们总是自豪地说两句话，一是地大物博，二是人口众多。人口众多固然是事实，但地大物博却未必如此。中国的国土质量，就农业来讲，并不算太好。

如果从黑龙江省的漠河到云南省的腾冲划一条线，可以把中国的版图分为大致相等的两个部分。西北是牧区，连片草原约 2.87 亿公顷，其中有 0.67 亿公顷左右不能利用，可以利用的部分也由于干旱、低温、生长季节短，因此开发利用难度相当大；东南是农区，集中了总耕地面积的 90%以上，后备

耕地资源已经十分有限。中国也是一个丘陵、山地较多的国家，山区水土流失相当严重，已经使江河湖泊受到了严重危害，开发利用的难度也是相当大的。因此，长期以来，中国的粮食和食物生产一直沉重地压在有限的耕地上。

在过去的 10 多年里和今后相当长的一段时间内，中国经济处在高速增长的阶段，工业扩展和农村城市化需要占用大量耕地。耕地的减少就可能降低粮食的生产能力，可能造成食物的严重短缺。几乎所有的人多地少的国家都会遇到类似的问题，但在中国由于改革前 30 多年偏重发展城市工业体系的结果，在农村滞留了大量剩余劳动力，现在主要靠就地进入乡镇企业来转移。兴办乡镇企业，要占用更多的耕地，这是我们不得不挥舞的一把双刃剑，一定量耕地的减少是我们转移剩余劳动力所必须付出的代价。

在过去的 15 年里，由于农村和城市基础设施建设规模的不断扩大，也占用了大量的耕地。尽管中国推行了耕地保护政策，但未能抑制住耕地减少的趋势。根据统计面积计算，中国耕地由 1980 年的 9930.5 万公顷减少到 1995 年的 9497.4 万公顷，平均每年减少耕地面积 28.9 万公顷，人均耕地面积由 0.1 公顷减少到 0.08 公顷。

到 2000 年和 2030 年，每年净减少耕地面积控制在 13.3 万公顷，即每年平均控制占用耕地 40 万公顷，新开垦耕地 26.7 万公顷。这样，耕地面积将可能先后减少到 9400 万公顷和 9000 万公顷，人均耕地将下降到 0.073 公顷和 0.055 公顷。

如果按实际普查耕地面积，包括卫片、遥感、航测、土地普查，取最低数字为 1.32 亿公顷，到 2000 年和 2030 年，分别减少 0.01 亿公顷和 0.07 亿公顷，将下降到 1.31 亿公顷和 1.25 亿公顷，人均耕地将下降到 0.1 公顷和 0.077 公顷。

3.吃饱＋吃好

国民经济持续增长，人们购买力成倍增加，未来的食物需求将对农业产生持续加大的压力。

1978～1995 年，全国居民平均消费水平由 350 元增加到 1169 元。增加 2.34 傍，其中用于食物的消费金额由 235 元增加到 631 元（即恩格尔系数由 67%下降到 54%），标志着人们的生活水平有了显著的提高。

到 2000 年，人均国民收入将达到 2500 元（1990 年可比价，下同），居民人均消费水平达到 1280 元。到 2030 年，人均国民收入按每年平均 5%的高速度持续增长，人均国民收入达到 10800 元，居民人均消费水平达到 5040 元，其中用于食物的支出（即恩格尔系数将由 2000 年的 48%下降到 38%左右）将达到 1915 元左右，对于食物的消费需求将有一个大幅度的增长，人们生活水平将由小康阶段进入到富裕阶段（按照联合国粮农组织的划分标准，恩格尔系数 40%～49%时为小康阶段，30%～39%时为富裕阶段）。

未来食物的前景鼓舞人心

人口的增长、人们购买力的增加，必将要求食物消费水平相应提高。但食物消费也不是无限增长的，在基本满足了人们的主要食物数量需求之后，主要是质量的改善，而不再是数量的增加。根据预测，可能在 2020 年前后，中国人的主要食物需求将达到最高点。

到 2000 年、2010 年、2020 和 2030 年，中国粮食需求总量将先后达到 5

亿吨、5.8 亿吨、6.45 亿吨和 7.20 亿吨，其中 30%、38%、43%和 50%用作饲料粮。到 2020 年人均主要食物消费量将接近日本的消费水平，主要食物营养水平开始达到富裕阶段的水平。

（1）粮食的需求要纳入到总体食物需求以至整个消费需求的全局中进行系统分析。在中国解决了温饱问题之后，在向小康水平转变的过程中，这时是各类食物人均消费增长最快的历史时期，人均直接消费的口粮已由 1985 年的 253 公斤下降到 1995 年的 234 公斤，到 2000 年将下降到 213 公斤，占粮食总消费量的比重将由了 993 年的 61%下降到 55%。与此同时，动物件食物和水果、油、糖则呈现出很快的增长趋势。这反映了中国人膳食质量和营养水平的迅速改善。这种改善仍然是以粮食作为主要的基础物质。

（2）过去的 17 年，粮食和食物的消费量以及消费结构发生了显著的变化。1978～1995 年，全国粮食消费总量由 3 亿吨增加到 4.65 亿吨，人均粮食消费量由 300 公斤提高到 385 公斤左右，粮食中的饲料粮比重由 12%上升到 27%左右。与此同时，动物性食物消费呈现了持续高速增长的趋势。人均消费肉、蛋和水产品由 8.86 公斤、1.97 公斤和 3.50 公斤分别迅速提高到 28.91 公斤、11.75 公斤和 12.09 公斤。人均消费的食用植物油、食糖和水果由 1.60 公斤、3.42 公斤和 6.60 公斤迅速提高到 6.29 公斤、5.42 公斤和 30.94 公斤。动物性食物和水果的长期增长明显地改善了人们的营养状况。

1995 年主要食物消费量（根据《中国统计年鉴》和《全国农业统计提要》资料计算的结果）：

	总消费量（亿吨）	人均消费量（公斤）
粮食	4.6010	235
肉类	0.5006	28.91
蛋类	0.1574	11.75
奶类	0.0545	4.05
水产品	0.2240	12.09
水果	0.4117	30.94

（3）到 2000 年，中国人的食物消费结构将达到或超过小康水平，特别是主要动物性食物的消费水平将明显超过专家们过去预测的水平。人均每日供给热能基本维持在 11118.8 焦耳的水平上，蛋白质 72 克，其中优质蛋白质超过 30%。

2000 年主要食物需求量（平均数）：

	总需求量（亿吨）	人均需求量（公斤）	人均消费量（公斤）
粮食	5.2000	400	213（口粮）
肉类	0.6000	46	32
蛋类	0.2080	16	15
水产品	0.3050	23	15
奶类	0.1040	8	6
水果	0.4600	36	32

（4）到 2010 年，中国人的食物消费结构和水平将进入小康水平的中期阶段，食物质量将有明显的改善。

2010 年主要食物需求量（平均数）：

	总需求量	人均需求量	人均消费量

	（亿吨）	（公斤）	（公斤）
粮食	5.8000	415	193（口粮）
肉类	0.6700	48	34
蛋类	0.2640	19	16
水产品	0.3800	24	18
奶类	0.2240	16	14
水果	0.6160	44	40

（5）到 2020 年，中国人的膳食营养结构将可能进入一个新的发展阶段，接近亚洲发达国家和发达地区的膳食营养结构和水平：人均每日供给热能基本维持在 10868 焦耳，人均每日供给蛋白质 80 克，其中优质蛋白质接近 50%，人均每日供给脂肪 78 克，动物性脂肪占 35%。

2020 年主要食物需求量（平均数）：

	总需求量（亿吨）	人均需求量（公斤）	人均消费量（公斤）
粮食	5.4500	430	173（口粮）
肉类	0.7500	50	35
蛋类	0.3360	21	18
水产品	0.4800	32	21
奶类	0.3600	24	20
水果	0.7500	50	45

（6）到 2030 年，人均粮食消费量将基本上稳定在 450 公斤。人均直接消费的口粮将继续下降到接近日本人均 125 公斤的水平。人均肉类消费量基本稳定，禽肉和牛羊肉比重将继续有所提高。水产品消费量和奶类消费量将继续有所增长。这些动物性食品饲料报酬率明显高于猪肉。同时现有先进技术的推广和管理工作的改善，又可以提高畜禽出栏率、出肉率。人均粮食消费量可以接近日本和台湾地区的水平。

2030 年主要食物需求量（平均数）：

	总需求量（亿吨）	人均需求量（公斤）	人均消费量（公斤）
粮食	7.2000	450	140（口粮）
肉类	0.8000	50	35
蛋类	0.3760	24	20
水产品	0.5800	36	24
奶类	0.5600	35	30
水果	0.8800	55	50

（7）到 2030 年，人均每年主要食物消费量将同日本比较接近。

	1990 年日本	2020 年中国	2030 年中国
粮食（公斤）	125	173	140
肉类（公斤）	28	35	35
蛋类（公斤）	15	18	20
水产品（公斤）	40	21	24
奶类（公斤）	63	20	30
水果（公斤）	44	45	50
蔬菜（公斤）	114	120	120

根据 1990 年日本食物消费量计算，人均消费粮食为 440～450 公斤。由于日本水产品的 85%是来自海洋捕捞，并未使用饲料，实际粮食消耗量明显少于这个数量。对我国城镇居民最高收入户近 10 年的统计资料分析表明，人均主要食物消费量与 2020 年全国人均预测水平接近，与日本人均消费水平和结构变动趋势基本类似。

（8）到 2000 年、2010 年、2020 年和 2030 年，粮食需求总量中的 33%、38%、43%和 50%将用作饲料。如果我们全面调整种植结构，实施三元结构工程，加快发展粮—饲—经、种—养—加、产—工—销一体化生产经营体系，则高产优质的饲料作物的效益将比现有人吃的粮食品种作饲料的效益高出 50%。到 21 世纪前 30 年增加消费的粮食基本上是用作饲料粮。我们要以结构性变化效益观点来分析未来粮食的消费需求演变趋势。

到 2030 年，粮食需求总量将可能达到 7.20 亿吨左右。其中，口粮为 2.24 亿吨，饲料粮 3.60 亿吨，其他用粮（工商行业用粮、种子粮、新增库存粮等）1.36 亿吨。

面对这巨大的压力和挑战，我们是否一筹莫展，束手无策了呢？盲目悲观也是不必要的。只要我们能合理地开发利用资源，中国食物的生产潜力是巨大的。

土地承载力：合理开发资源是确保食物安全的基础

中国的主要动物性食物和其他植物性食物与粮食密切相关，主要以粮食作为基础。因此，粮食状况如何，决定了整个食物的状况。到 2010 年、2020 年和 2030 年，粮食播种面积仍然可以维持在约 1.07 亿公顷，运用现有常规先进适用技术，粮食总产量可以先后达到 5.6 亿吨、6.2 亿吨和 6.9 亿吨左右。通过对耕地承载力的分析表明，中国可以生产 8.3 亿吨以上的粮食。

维持长期稳定的种植面积

1.中国粮食播种面积将可能长期维持在 1.1 亿公顷

过去的 10 年，粮食播种面积长期维持在接近 1.1 亿公顷的水平上。

到 2030 年，耕地面积（统计面积）将可能由 1993 年的 0.95 亿公顷下降到 0.9 亿公顷，但复种指数可能由现在的 156%上升到 160%以上，农作物总播种面积接近 1.44 亿公顷。其中 74%用于种植粮食，粮食播种面积约为 1.07 亿公顷（粮食播种面积占农作物总播种面积的比重与 1993 年的 74%相同）。

2.种植饲料作物增加复种指数的潜力可以超过 160%

目前的全国平均复种指数为 156%左右，出现过一段波动时期。南方冬闲田面积有 0.067 亿公顷，绿肥作物可以全部改为饲料作物，华北地区也可以通过改种饲料作物提高复种面积 333 万公顷左右。仅此一项，即可使农作物总播种面积达到 1.53 亿公顷，明显超过 1993 年总播种面积。维持粮食播种面积比重不变，即可使粮食播种面积不低于目前的 1.1 亿公顷。

未来生产有巨大的潜力

1.到 2010 年粮食总产量可能达到 5.6 亿吨左右

化肥使用量要求由 1995 年的 1.71 亿吨增加到 2.05 亿吨（折合标准化肥），灌溉面积达到 0.57 亿公顷，占耕地面积的 62%，配合相应的投入政策和经济管理政策，全国粮食单位面积产量可能由 1995 年的每公顷 4245 公斤增加到每公顷 5100 公斤，达到 90 年代前期吉林、辽宁、北京、浙江、江苏、上海、广东、湖南等省、市的水平。如果粮食生产技术和综合管理有所提高，则可能超过这个水平。

2.到 2020 年粮食总产量可能达到 6.2 亿吨

到那时，运用现有常规先进适用技术，化肥使用量由 1995 年的 1.71 亿吨增加到 2.25 亿吨（折合标准化肥），灌溉面积达到 0.6 亿公顷，占耕地面积的 67%，配合其他相应配套的政策、投入、技术、管理措施，全国粮食单位面积产量达到近 3 年北京市、上海市、吉林省、辽宁省、江苏省、浙江省等省、市的水平，达到每公顷 5625 公斤是可行的，总产量即可达到 6.2 亿吨。如果粮食作物品种和其他各项技术有新的突破，则可能显著超过这个产量。

3.中国耕地的最大承载力可以生产粮食 8.3 亿吨以上

根据中国农业科学院主持的《中国食物中长期发展战略研究》分析，中国耕地承载力可生产粮食 8.4 亿吨，农业部区划司的分析为 8.3 亿吨，国家土地管理局的分析为 8.2 亿吨。这个分析考虑了中国的气候、土地资源条件，

运用现有的先进适用的物质技术，即可以实现这个承载力。

4.到 2030 年粮食生产总量达到 6.9 亿吨，粮食每公顷产量达到 6300 公斤

中国耕地统计面积仅为实际土地调查面积的 72%。因此，粮食单位面积产量，1995 年为每公顷 4 245 公斤（统计面积），实际每公顷产量仅为 3 105 公斤（实际调查面积）。北京市、上海中、辽宁省、浙江省等沿海发达地区的实际面积比统计面积仅高出 15%～20%，单位面积产量比全国平均数更接近实际。到那时，如果把 50%的饲料田全部改种高产优质饲料作物，即使仅运用现有常规实用技术，也可以达到每公顷 6300 公斤的产量。

5.从现在起到 21 世纪 30 年代，主要动物性食物生产将可能持续增长

粮食的持续增长将起到基本的支撑作用，动物性食物生产中的科技进步，将会不断逼高食物资源的利用效率。到 2000 年，肉、蛋、奶和水产品的人均生产量将可能达到 44.4 公斤、15.2 公斤、7.1 公斤和 24.2 公斤，到 2010 年，将可能分别达到 47.2 公斤、17.4 公斤、16.7 公斤和 29.0 公斤，基本上能满足不断改善食物消费的需求。

6.在保证相应的物质、技术、资金和有效的经济调控政策条件下、21 世纪前 30 年可以实现粮食和主要食物的基本供需平衡

中国粮食的年进口量基本上可以控制在 2000 万吨、3000 万吨的水平上，粮食和食物的缺口主要是饲料粮的缺口。考虑到国际市场上粮食的比较优势和粮食供需结构调整，进口的粮食主要是小麦，国内增加供给的粮食主要是用作饲料，以增加动物性食物，调整食物结构。

灵敏的信号：食物安全的预警系统和政策选择

食物状态可以进行系统监测

上面所提到的几个因素，是影响食物供给和安全众多因素中较为重要和直接的因素，仅仅是“冰山”的一角。除此之外，还有诸如气象变化、技术进步、制度创新、投资政策、价格政策、市场改革、贸易政策、比较利益、市场变化、城市化水平、人口结构、消费政策等“海面”下的部分对它产生直接或间接的影响。这些因素是相互联系着的，彼此制约，并形成一个系统决定着食物供给和安全。这些因子在系统中的地位和作用是不一样的，有的因素是先兆性的，最直接的例子是剧烈的气候变化导致的自然灾害，将会降低下一期食物供给量。当然，要想进行精确的定量分析，还要考虑许多技术细节，但确实是可以做到的。对所有我们认为必要的因子，都可以进行类似的分析，综合起来，就会得到一个对食物状态进行监测的人工系统。这个系统揭示影响食物状态的各个因子之间的关系，可以预测未来的食物状态。由于食物安全的重要性，要在某种危险的临界状态到来之前就预先测知它，这时某些因子会触发系统，发出警报信号，这是该系统最主要的功能，因此，这一系统被直接称之为预警系统。就像由多个地面雷达站和预警飞机以及军用卫星所组成的监测系统一样，它时刻注视着领空，而领空上各种飞机往来频繁，系统并不大惊小怪、风声鹤唳、草木皆兵，因为在其内部具有识别敌我、判断安全和危险的装置。粮食与食物保障及预警系统的功能作用与此类似，只有在危险状态下它才发出警报信号，但非临界状态下系统所获得的和加工整理后的信息对于国家指导、调整粮食和食物生产，仍然具有十分重要的作用，就像航天预警系统可以分析航线繁忙程度、为飞机导航一样。

人类需要一个灵敏的预警系统

在中国这样一个庞大而复杂的食物和农业经济体系中，在市场体系发育很不成熟的条件下，时常会出现食物和农产品供需不平衡、结构不平衡和区域不平衡引起的波动。对此，尽快建立一个完善的、高度灵敏的食物安全和预警系统是实现国家有效宏观调控必不可少的有力工具。对于及时预防、消除以及减轻粮食和主要食物的总量、结构性、区域性不平衡的影响具有重要的意义。联合国粮农组织已经建立了一个“全球粮食和农业信息及预警系统”，经常报告全球或者地区粮食产量和短缺情况以及对未来粮食的展望，提供快捷、可靠的信息和分析，供联合国及各国官方使用。中国农业科学院、中国人民大学、农业部信息中心、国家统计局和国家计委等有关单位在国家自然科学基金会“九五”重点项目的资助下，正协同攻关，可望在短期内建立灵敏的中国粮食与食物保障预警系统。

1.建立粮食与食物保障预警系统的理论基础

建立这个系统，要从中国的实际出发来研究系统原理和运行机制，从中国的人口、资源和环境出发，应用现代总供给和总需求的均衡和非均衡理论，探讨适合中国国情的粮食与食物供需平衡理论，而且还要在实践的基础上，系统地总结和分析中国粮食和食物变化的规律，探讨结构平衡理论。在此基

础上，研究提出指标预警、模型预警、专家预备有机结合的预警系统理论和方法。

2.粮食与食物保障预警系统的判断指标体系

首先是粮食与食物保障预期目标的指标体系，包括中长期和短期的预测目标。其次是粮食与食物的预警判断指标体系，还要确定粮食与食物的警情、警限的预报指标及其分类和分级的方法。

3.粮食与食物保障预警系统的预测模型

事物都是相互关联的，根据相似性原理，我们可以建立粮食与食物保障预警系统的预测模型。只要我们对各因子及其相互关系的抽象是正确的，就可以通过对模型的运算，得到合乎实际的结果。这个模型要求能实现简单快捷的重复模拟过程，它有四个子模型：①供给模型。②需求模型。需求模型按需求结构分为三个分模型：口粮模型、饲料粮模型、其他用粮需求模型。③贸易模型。由供给和需求两个模型联结产生，属于供需均衡模型。供需之间的联系通过市场和价格来实现，供需之间的余缺通过进出口贸易和库存量变动来均衡。④国际贸易接轨模型。前三个模型结合，形成中国粮食供需平衡的初级预测模型，进一步与接轨模型相结合，形成综合预测模型。综合预测模型预测的结果，与预警指标分析结合，就形成了中国粮食与食物安全保障和预警模型系统。

4.粮食与食物保障及预警系统的数据库和网络系统

预警系统需要大量翔实、具体的数据，否则就成了巧妇难为无米之炊，因此，必须建立粮食与食物保障及预警系统的数据库和网络系统。①参照已有的国内外经济信息网的建设经验，探索和完善中国粮食与食物保障及预警系统信息网的结构与功能。②建设不同类型的联机数据库，选择和应用国内外已有的粮食和食物数据库，构建数据库系统。

选择正确的政策以确保食物安全

政策作为一种有效的手段，在进行资源配置、调整生产方面具有十分巨大的作用。为确保食物安全，必须选择正确的政策。

21 世纪前期，要实现主要食物的农产品供给和需求的基本平衡，不断满足日益增长的人民生活改善的需要，必须在推进经济体制改革和经济增长方式两个重大转变的同时，实施可持续发展和科教兴国两个战略，以实现食物和农业的持续发展。

（1）引导粮食和食物的合理消费，制定膳食模式和营养结构的调整政策。要从食物和营养的全局来认识粮食的消费和生产问题，一是要加强膳食营养知识的舆论宣传和科学普及工作，宣传和推广营养科学界推荐的“中国人民膳食指南”；二是要运用经济调节手段和通过市场运行引导人们的食物消费；三是采取必要的立法和经济干预措施，提倡科学、文明的食物消费，反对或抑制大吃大喝、铺张浪费的行为。

（2）加强农业基础设施的建设，相应地增加农业的投入。要尽快使农田有效灌溉面积由 1995 年的 4936.5 万公顷增加到 2000 年的 5333 万公顷、2010 年的 5670 万公顷、2030 年的 7300 万公顷，使灌溉面积比重增加到 80%。化肥每年投入量由 1995 年的 3595 万吨（折合纯量）增加到 2000 年的 3750 万吨和 2010 年的 4300 万吨。同时要相应地加快中低产田的改造，今后 15

年，每年争取改造 333 万公顷，以保证农田形成稳定的基本生产能力。

（3）坚持家庭经营和合作服务相结合的经营体制，稳定和完善在集体所有制基础上农户长期使用土地的制度，从法律上承认农民比较稳定的土地承包权、经营权和流转权。应当明确集体财产的产权关系，发展股份合作经济，保证集体和农民的利益都不被侵犯，在完善家庭经营的同时，逐步扩大经营规模，重点加快发展技术推广服务体系、供销合作服务体系、金融合作服务体系等多种形式的合作服务体系，加快微观经营体制的转变。

（4）尽快推进产供销一体化的宏观管理系统的建设。由于在向市场经济体制转变的过程中，市场发育不完善，必须实施有效的宏观调控，使国家的粮食和食物及农业的储备制度、风险基金制度和价格保护制度形成一个完善的统一体系，使农业、商业、水利、化工、外贸、价格、计划等多部门的管理体制真正形成一个统一的协调的整体。

（5）重点加强价格结构的调控以推进食物的稳定增长。由于我国的粮食和主要食物价格已经达到国际市场水平，保持与国际市场价格持平是整个国民经济和国际贸易长期战略的需要。我们必须下决心通过调控工农产品比价，特别是生产资料价格来保证农民的收益。如果控制农业生产资料价格确有困难，近期内可以选择以化肥、能源等生产资料直接换取粮食的手段以保证粮食价格的稳定和农业的比较效益。

（6） 加快实施“三元结构工程”以提高食物资源的综合效益。加快种植业由传统的“粮食—经济作物”为主的二元种植结构向“粮食—饲料—经济作物”协调发展、农牧结合、产—供—销一体化的三元结构的转变，尽快形成新的高效益的农业产业体系。对此，迫切需要采取综合措施和有效政策，把饲料产业相对独立出来，推进这项工程的实施。

（7）依靠科技进步，提高粮食和农业的集约化经营水平。由于大多数粮食和食物的新品种、新技术主要是产生社会效益，因此要采取优先支持粮食和农业科学技术的有效政策。增加农业科技经费，使之尽快上升到占农业总产值比重的 1%以上；调整农业科学技术结构和教育结构；优先建设一支精悍的科技攻关队伍；发展多种形式的技术推广服务组织；深化科技体制改革，转变运行机制，增强自我发展能力。

（8）支持持续农业，推进农村的可持续发展。在加快农业经济建设的同时，注重生态环境的建设。要优先支持合理利用农业资源、保护生态环境、高产优质高效的可持续发展的先进适用的技术。实行农业资源的有偿利用，把农业资源的核算纳入国民经济核算体系。尽快采取有效措施，扭转草原超载过牧、水域酷渔滥捕、森林过度砍伐、大规模水土流失的状况。统一规划农村城市化建设，合理布局乡镇企业，严格控制工业“三废”和农用化学物质污染，把生态环境保护工作转变为生态工程的系统建设，并把它纳入可持续发展的轨道。

清洁生产和绿色食品

各个民族关于创世纪的传说，几乎都是以一场大灾难开始的，这反映出人类的忧患意识。自从盘古开天、混沌初分，人类就在同自然界各种灾难的抗争中争取生存的权利。在这一过程中，虽然正如恩格斯所说的，人类对自然界的每一次征服都招致了更为猛烈的报复，但这报复却都来自于人类生产经济系统的外部。就内部而言，总还是在维持了系统健康的同时，或多或少地提高了效率。工业革命以后就不同了，大量的工业废弃物污染了农业环境，农业本身大量使用农药、化肥，造成内部污染，系统本身已是不健康的。我们今天的农业勋章含有大工业的灰烬，似乎可以嗅到残留农药那令人惊悸的气息，促使我们不得不回过头来，审视我们的足迹，寻找迷失的方向。

在进入 21 世纪的时候，中国的经济和农业正处在一个高速增长的时期，伴随着能源和原材料等污染密集型工业和现代农业的发展，生产全过程和生产末端的污染形势将可能愈加严峻，将可能影响到国民经济的总体质量，损害我国经济持续发展的物质基础。对此，我们必须选择全新的控制污染的途径，选择清洁生产和增加绿色食品的战略。

正本清源：清洁生产的新观念

清洁生产的内涵可以概括为：运用现代可持续发展的原理，科学地规划和组织农业生产的全过程，优化生产各个环节，由传统的单纯的生产末端污染控制，转向生产全过程的污染控制，交叉利用和综合利用可再生资源和增加能量投入，减少单位农产品生产量的废弃物和污染物的排放量，以实现在加快农业生产发展的同时，提高资源利用效率、保护生态环境的双重目标。

清洁生产可以包括常规农产品的生产和绿色食品的生产。既要解决最后产品和副产品及废弃物的污染控制问题，又要解决中间产品和废弃物的污染控制问题。这种新型的生产方式，既需要运用高新技术，又需要运用多学科的综合知识，是一个多种技术和多种知识的复合体。

在生产全过程中进行再生资源和污染物质的控制利用

1.工业清洁生产可以消除农业的主要污染来源

随着国民经济的发展和农业现代化的推进，工业和乡镇企业的“三废”和其他污染物质排放量不断增加，这些污染物质约占全国总污染物质的 70%以上，是农村污染的主要来源。这是开展清洁生产和绿色生产需要控制的主要污染物质。

过去，根据传统的观念，人们一般仅注意乡镇企业和城镇工业生产终端形成的工业“三废”。当工业“三废”大量形成后，再来治理，就要付出更大的代价，而且已经给农业带来了严重的、难以治理的污染。

由此可见，为了治理农村污染，必须十分重视乡镇企业和小城镇工业的合理布局，及时处理排放的“三废”更为重要的是，要加快推行工业清洁生产，从根本上消除农业和农村的主要污染来源。

2．农业清洁生产可以消除农业自身形成的污染来源

与此同时，农用化肥、农药、农用塑料薄膜和其他农用化学物质，则是农业生产过程中投入的现代工业物质。在生产过程中形成的污染，特别是在中国现代经济高速增长的时期，为了满足人民生活改善对农产品日益增长的需要，为了提高单位面积农产品生产量，就需要不断地增加现代化学物质的投入，这是农业迅速发展过程中自身投入的大量污染物质。

目前发展中国家，像过去发达国家一样，为了追求经济高速增长，或者为了解决生存危机，必须大量增加现代化学物质投入。但是，由于科学技术和投入资金的限制，大量化学物质给环境带来了污染。虽然人们对此付出了很大的努力，但仍然对人类的健康形成一定的威胁。由此可见，为了防治农业本身的污染，必须努力在生产的全过程中逐步降低带有污染性的化学物质的使用。一方面，努力增加有机物质的投入，尽可能替代一部分化学物质；另一方面，加快研制新的农用化学物质，尽可能采用新剂型的无污染的化肥、农药、农用薄膜和其他石油化学投入物，力争在生产的全过程中实行清洁生产的成套技术措施，实现无污染生产。

清洁生产是人类长期以来的美好愿望

（1）20 世纪 20 年代提出的有机农业，就反映了人们对于新的发展模式的追求。最早提出有机农业的是德国学者 Rudolf Steiner（1924 年）。第二次世界大战前，欧美一些学者曾对有机农业作了描述。战后，尤其是 70 年代以来，有机农业在一定范围内进入了实验阶段。1972 年国际有机联盟（IFOAM）成立，到 1982 年已扩大为 30 个国家 80 个团体。目前，有机农业主要在西欧推广，其中以德、法、意为主，一部分有机农产品开始少量销售。

对有机农业的概念的论述，各方面学者不尽相同。1980 年，美国农业部的一个考察组把它描述为“完全不用或基本不用人工合成的化肥和农药，以及生长调节剂和饲料添加剂的生产制度”。有机农业的主要内容是采用豆科作物、绿肥、作物秸秆、牲畜粪肥、有机废物和作物轮作，来保持土壤肥力，并对病虫害实行生物防治。

有机农业的提出，是为了保护环境和防止化学物质污染农业。目前，有机农产品销售价格较高，有机农场占农场总量的比重，法国仅为 1 %，英国仅为 0. 3%，西欧仅在 0.1%以下。欧洲消费者一般还不愿意支付 30%～40%的额外费用。有机农业强调保护环境，有益于健康的观点是可取的，对收入较高阶层来说，有机农产品具有一定的市场潜力。在 50 年代以前，中国并不使用现代农用化学投入物，可以说，是纯粹的有机农业生产，但是生产力低下。目前，中国和许多发展中国家的农业生产力水平较低，还要加快增加农产品供给，有机农业还不可能成为农业的主要发展模式，还不可能替代现代农业的生产方式。但是，有机农业毕竟是一种清洁型生产，是未来发展的一个方向。

（2）70 年代提出的生态农业，实质上是有机农业思想的进一步发展。1971 年，美国土壤学家 w. Albrecht 首先正式提出了生态农业：主要内容是通过增加腐植质、少施化肥、禁施农药来改善土壤条件和避免环境污染。可以看出，生态农业和有机农业的区别是，有机农业主张完全不使用人工合成化学物质，而生态农业则同意少施化肥，同样反对使用其他人工合成的化学物质。

生态农业的主要内涵是建立生态上能自我维持的、低投入的、成本低的小型农业系统，也就是尽量减少能量投入，通过发展畜牧业，使用农家肥，通过作物轮作等途径，实现农业内部的物质循环，以保护生态环境，增加就业机会，减少人口流入城市，并维护农村的美丽景观。

欧美发达国家的很多实验表明，生态农场的产量明显偏低。美国生态农业的小麦、玉米、大豆和棉花的产量，仅相当于常规农业产量的 44%～50%；前联邦德国的研究表明，一般减产 20%～30%。对英国 100 个生态农场的调查结果是，收入也普遍减少。德国的 G.Kahnt 认为，生态农业的基本问题是无法增加外源营养要素投入，就无法提高产量。但是，生态农业提倡保护环境，减少化学制品的污染是值得注意的。因此，中国和其他发展中国家一样，在农业现代化的过程中，既要发展现代农业，又要充分吸取生态农业的长处，把现代农业的发展和保护环境密切结合起来。

（3）30 年代提出的自然农业，和生态农业以及有机农业的思想基本一致。1938 年，日本人冈田吉茂提出无肥栽培、自然农法的主张，并在 53 个实验场进行了实验，80 年代创办了全国自然农法国际综合开发中心，每个县都设有分会。目前，日本有 1.5 万农民实施自然农法。

自然农法的主要内容是采用轮作、绿肥、堆肥、间作套种、地表覆盖、

物种共生、天敌治虫、天然饲料等措施，主张不耕地，不施肥，不用农药，不除草。在日本，由于“回归自然”思潮的影响，不少学者对自然农法给予很高的评价。

当然，自然农法也存在类似的问题：小麦和水稻的单产比常规农业产量分别下降16%和25%，需要给予大量补贴才能收回成本。大部分农户主要是自己食用。与生态农业和有机农业相比，它更注重实行封闭式生产。但是，自然农法强调保护土壤、防止食物污染同样具有积极的意义。

从以上不同类型的农业思想来看，人们已经深深认识到，生态环境污染给人类生活和健康带来的严重危害，正在积极追求清洁生产和无公害的天然产品。这是人类共同的美好愿望。

清洁生产的目标、行动和政策的选择

目前采用的政策和法规及管理规程，大多数不适于推行清洁生产，而且也没有有效的政策来鼓励生产者，没有在污染产生之前去寻找减少污染的机会。因此，迫切需要制定一些新的政策及一系列管理办法，转变现有的环境管理模式，使各个产业部门在生产过程中的废弃物和污染物达到最小量化。

发达国家走过的道路表明，传统的称之为“末端管理”的工业污染控制方法，是一种被动式的管理。先污染后治理，其最终的经济代价是昂贵的。对中国来讲，及时依靠科技进步，紧密结合工农业技术改造，适时推进清洁生产，是协调环境效益和经济效益的最佳选择。通过促进清洁生产，中国将开始进入一个从根本上全面预防工业污染的时代。

（1）总体目标是要逐步实现工农业生产污染防治从以末端控制为重点向生产全过程管理的战略转变。改变传统的产业发展模式，将污染控制纳入生产全过程之中，最终实现工农业废弃物和污染物最小量化和一种可持续的产业发展模式。

第一是制定清洁生产的政策、法规、审计指标和标准，建立起一种保证清洁生产持续实施的运行机制，建立中国清洁生产中心及清洁生产信息中心等服务体系。

第二是建立一批示范工程项目，把这些项目合理布局在有代表性的地区，严格按照示范操作规程进行，取得经验后，逐步推行整个清洁生产计划。

第三是有步骤、分区域地全面推行清洁生产管理模式，逐步实现环境与经济协调发展和可持续产业的繁荣。

（2）主要行动是要进行宣传和培训，加强技术研究，开发清洁产品，制定政策和法规。

第一是广泛宣传清洁生产的可持续性意义，并对有关人员进行系统的培训，改变“末端控制”的传统观念，吸收发达国家在开发清洁产品方面的成功经验。

第二是加强清洁生产技术和配套装备的研究，促进多学科和多部门科技人员的合作，以使清洁技术取得最佳效果，尽快在生产中应用和推广。

第三是开发高效优质的清洁产品和绿色产品，鼓励采用清洁方式使用能源和资源，特别要鼓励使用可再生资源和能源。

第四是更新和替代有害环境的产品，积极开发绿色产品，努力促进取得环境保护标志的产品的生产与使用。第五是制定与本国的经济和技术水平相

适应的清洁生产标准和原则，制定相应的政策和法规，确保目标和行动的成功实施。

如果我们能够持续不懈地努力推进清洁生产和开发绿色产品，我们将会少走弯路，少付出代价，早日实现向经济和环境协调的可持续产业的成功转变。

返璞归真：人类追求绿色食品

绿色是三原色之一，红、绿、蓝相互化合，可以呈现出万紫千红的缤纷色彩。绿色也是生命的原色，大约在 1 万年以前，人类为了生存，开始栽培植物。绿色象征着生命、健康和活力，象征着养育人类的农业。绿色是蓝天大地之子，为人类所憧憬、追寻。哪里有绿色，哪里就有生命。正是基于这绿色的农业，人类才能在历史的舞台上表演一出出波澜壮阔的话剧。

人类自身制造环境污染的产品

当人类的祖先开始采集植物的叶、茎、根、果充饥的时候，便和绿色结下了不解之缘。悠悠岁月，绿色遍染了茂密的森林、辽阔的草原、富饶的田野、幸福的家园。绿色哺育了人类，千百年来，人们所食用的都是清洁的绿色食品。一个幸运的北京猿人掷出棍棒打中了兔子，他尽可以大胆食用，绝不会有 DDT、六六六的残留，使他染上各种痛不欲生的疑难杂症。荆楚的先民们在丰收之后以五谷祭天的时候，冥冥之中的自然之神也会受之无愧地接受他们虔诚的谢意，因为他们所奉献出的确实是没有任何污染的“绿色食品”

曾几何时，农业这个大地之子的脸上，蒙上了灰色的阴霾。人类在改造自然的同时，也不同程度地破坏了自然。人类从自然界中获取生存资源，通过生产和消费活动，又将部分有损环境的废弃物还给了自然。农业环境是生态环境的主要组成部分，这些废弃物对农业造成了最大的影响，农业成了垃圾收集站，而人类则成了自身的垃圾处理厂。还由于滥垦、滥伐、滥牧，造成严重的水土流失，沃土消瘦，草原褪色。化肥、农药一拥而上，力争大地母亲挤出更多的乳汁来养活她日见增多、拥挤不堪的子女，结果造成食品的生物性、化学性、放射性污染，致使许多有害物质进入人体，有些毒素还能随母亲的乳汁转入后代体内，产生潜在和远期危害。大地在哀叹，生命在呼唤：还我绿色！还我自然！

绿色食品将给我们带来第二个春天

为解决人类面临的食品污染问题，1972 年在斯德哥尔摩召开的联合国环境会议上，提出要更新生态农业的新观念，开始生产和监制无污染、无公害的食品。1990 年“中国绿色食品工程”奠基。“绿色食品”是人类进入现代文明、创造了辉煌灿烂的饮食文化之后，重新崇尚自然、返璞归真的产物，也是我国政府保护环境和提高人民健康水平的大举措，是人民生活水平从温饱转向小康、追求生活质量的重要举措。

1.什么是绿色食品

绿色食品是无污染的安全、优质、营养类食品的统称。而且与保护环境有关的事物都冠以“绿色”，如许多西方国家有以保护环境为宗旨的“绿党”，我国的三北防护林被称为“绿色长城”，以低耗能技术生产设计可多次回收利用的产品为“绿色产品”，支持和宣传保护的呼声称为“绿色大合唱”等。以“绿色”称食品突出强调了这类食品出自良好的生态环境、无公害的品质特征。

2．为什么要开发绿色食品

（1）开发绿色食品是保护环境和发展经济协同动作的有效措施。人类社会的经济系统和社会系统，是社会整个生态系统的子系统之一。在生态系统内部的各个子系统之间存在着大量的物质、能量、信息的交换，使生态系统自身保持着一定的动态平衡。人类经济社会系统的运转在不断地打破原有的平衡，并在新的条件下达到新的平衡，这是正常的。退回到老子的“小国寡民”的老死不相往来，甚至茹毛饮血的蛮荒状态当然是不可取的，但现代大工业和城市的发展、进步，一方面为人类社会创造了大量的财富，但另一方面也确实造成了严重的环境污染。而随着环境污染的加剧，食品受到的污染也越来越严重，对人体健康构成极大的威胁。食品的污染主要来自三个方面：一是工业废弃物污染农田、水源和大气，导致有害物质在农产品中聚积；二是随着农业生产中化学肥料、化学农药等化学产品使用量的增加，一些有害化学物质残留在农产品中；三是食品加工过程中一些化学色素、化学添加剂的不适当使用、使食品中的有害物质增加。目前我国农药使环境受污染的范围比较广，局部地区已很严重，环境污染和生态环境被破坏已成为阻碍农业持续发展和影响人体健康的重要因素。人民群众迫切需要企业生产无污染产品。提倡在食品原料生产、加工等各环节树立“食品安全”的思想，把环境保护与生产发展紧密结合起来，是保护环境、治理污染的最好方法之一。

（2）开发绿色食品是我国经济和社会发展的必然。我国第二步战略目标明确提出，在温饱基础上要达到小康生活水平。温饱是指吃饱穿暖，而小康生活水平主要是指提高生活质量。

随着经济的不断发展，人们的消费观念也在不断发生变化，对食品的需求不仅仅是结构的多样化，而且日益注重食品的安全保障。发达国家 80 年代食品生产总量超过了需求，越来越多的人提出生产的食品应该少些，而质量应该高些。专家预测，到 2000 年无污染食品在发达国家的消费量将是目前的 5 倍，消费最高的国家将达到食品消费额的 5%。我国的粮食和食品供应还十分紧张，从总体上来看不存在减少生产的问题，而应该大力发展生产，但是近几年来，也出现了低水平的品种、结构和地区性过剩。要发展高产、优质、高效农业，发展绿色食品，把占用在市场需求不足的食品生产上的资源节省下来，用于发展市场急需产品的生产。

（3）开发绿色食品是促进农业科技进步的重要动力。科学技术是生产力，而且是第一生产力。投入科技开发的资金有着极高的回报率，对整个国民经济和社会进步起着火车头的作用。美国耗费巨资进行的航天登月计划，虽然使许多纳税人颇有微词，认为花费上千亿的美元送几个人到亘古寂静的月球上去实在是不值得，但即使抛开一切不谈，这一系统工程所开发的技术几乎影响到社会生活的每一个角落，使国民经济有了巨大的增长。科技兴农是中国农业生产的重要措施。农业科技开发周期长、见效慢，虽然社会效益大，但具体开发单位直接效益并不明显。农技开发长期由国家包下来，开发同推广相分离，许多农业科技成果封存于象牙之塔，未能造福苍生。绿色食品是高科技的物化，其本身具有承载和促进科技进步的作用。发展绿色食品可以实现先进的高科技与传统农艺精华的结合。如运用生物工程技术在植物体特区用有益菌种生产增产菌，以此提高作物本身的抗性，采用基因工程技术去除植物体的腐败基因、致病基因等。更为重要的是，绿色食品的开发和销售，可以由企业组织进行，把科技开发和企业的盈利冲动结合起来，为农业科技进步提供更大的动力。

（4）开发绿色食品是提高农业经济效益的重要措施。开发绿色食品，可以增强我国食品在国际市场上的竞争力，更有力地推动创汇农业的发展。发达国家是世界上生态食品最主要的消费国，而其中不少国家对这类食品的消费量超过了本国生产量，生态食品价格比一般食品高 50%～200%。由于我国农产品中一些有害残留物质高于国家标准，使我国同类农产品价格远远低于其他国家的产品价格。开发绿色食品可以提高我国出口产品的竞争力，并可以绕过一些非关税壁垒，少受进口国苛刻的商检标准的影响，提高农业的经济效益。

（5）开发绿色食品，是中国政府重视保护人类生存的基本权利的具体表现。中国历来把保护生态环境、提高人民健康水平作为一项基本国策。由政府部门倡导开发绿色食品，在世界上中国是第一家，这表明中国政府重视保护人类生存的基本权利。我们生产的最终目的是为了不断提高人们的生活水平和民族健康状况，开发绿色食品，正是使经济建设同保护环境协调发展的有力措施。随着食品工业的发展，食物添加剂被广泛地应用在食品的生产和加工过程中，如防腐剂、抗氧化剂、调味剂、甜味剂、乳化剂、凝固剂、可塑剂、香精等，五花八门，多达千种。有些添加剂是必要的、有益的，有些则完全为了商业竞争和盈利，而且对人体是极为有害的。

以坚实的步伐建设绿色食品工程

给“绿色食品”下一个简洁而又准确的定义是很困难的，目前世界上还没有无公害食品的公认定义。对无公害食品的认识，依各国社会经济发展、文化科技水平的不同而有差异。有些国家侧重对原料作物生产环境的描述；有的特别强调控制作物生长过程中工业品（如化肥、农药）的投入；有的苛求于最终产品的食品加工过程中人工合成添加剂的含量；有的则只对最终产品提出标准；更有甚者，认为被害虫啃咬过的作物就是无公害的标准。显然，对无公害食品概念的认识，受到每个国家经济发展水平、农产品供给能力以及环保控制手段的局限。目前国际上还不可能形成一个规范的说法。

1.无规矩不成方圆——严格掌握绿色食品的标准

根据我国的实践，绿色食品的标准主要有四个方面：

（1）产品或产品的主要原料产地必须符合绿色食品的生态环境标准，她必须出身高贵、天生丽质，这是保证绿色食品质量的基础。具体讲就是：农业初级产品或食品的主要原料，其生长区域内没有工业企业的直接污染，水域、上游、上风口没有污染源对该区域构成污染威胁，该区域内的大气、土壤质量及灌溉用水、养殖用水质量均符绿色食品大气标准、绿色食品土壤标准、绿色食品水质标准，并有一套保证措施，确保该区域在今后的生产过程中环境质量不下降。

（2）农作物种植、畜禽饲养、水产养殖及食品加工必须符合绿色食品的生产操作规程。

种植业的操作规程系指原料作物在播种、施肥、浇水、喷药及收获等各个生产环节中必须遵守的程序。其无公害控制标准的主要内容是：①植保方面，农药的使用必须符合绿色食品的特殊要求。 ②作物栽培方面、化学合成的肥料和化学合成生长调节剂，必须限制在不对环境和作物质量产生不良后果、不使作物产品有毒物质残留积累到影响人体健康的限度内。有机肥的施

用量必须达到保持或增加土壤有机质含量的程度。③品种选育方面、选育的品种尽可能地适应当地土壤和气候条件，并对病虫害有较强的抵抗力。

畜牧业生产的操作规程系指畜禽在选种、饲养、防治疾病等环节必须遵守的程序。其无公害控制标准的主要内容是：①必须饲养适应当地生长条件的种畜种禽；②饲料原料应主要来源于无公害区域内的草场和种植基地；③畜禽房舍内不得使用毒性杀虫、灭菌、防腐药物；④不可对畜禽使用各类化学合成激素、有机磷和有机药物。

水产养殖过程中的绿色食品生产操作规程标准，要求养殖用水必须达到绿色食品要求的水质标准，鱼虾等水生物的饵料，其固体成分应主要来源于无公害生产区域。食品加工的绿色食品生产操作规程标准，要求食品在加工过程中，不能使用国家明令禁用的色素、防腐剂、品质改良剂等添加剂。允许使用的要严格控制用量，禁用糖精及人工合成添加剂。食品生产加工过程、包装材料的选用、产品流通媒介等都要具备安全无污染条件。

（3）产品必须符合绿色食品的质量和卫生标准。绿色食品的最终产品，必须由农业部指定的食品监测部门依据绿色食品卫生标准检测合格。绿色食品卫生标准参照有关国家、部门、行业标准制定，通常高于或等同于现行标准，有些还增加了检测项目。绿色食品卫生标准一般分为三部分：农药残留、有害重金属和细菌等。农药残留通过检测杀螟硫磷、倍硫磷、敌敌畏、乐果、马拉硫磷、对硫磷、六六六、DDT、二氧化硫等物质的含量来衡量；有害重金属通过检测砷、铅、汞、铜、锡、锰等来衡量；细菌通过检测大肠杆菌和致病菌等来衡量。另外，有些产品的卫生标准中还包括黄曲霉素和溶剂残留量等。绿色食品卫生标准同普通食品卫生标准相比，指标要求严，如粮食类产品的绿色食品卫生标准检测共 21 项指标,而常规的粮食类产品卫生检测项目只有 10 项指标；全脂加糖奶粉的绿色食品卫生标准检测项目有 9 项指标，奶粉常规卫生检测一般只检测细菌、大肠菌群和致病菌。

（4） 产品标签必须符合《绿色食品标志设计标准手册》的有关规定。绿色食品标志是由农业部在国家工商行政管理局商标局正式注册的质量证明商标。绿色食品标志由三部分构成，即上方的太阳、下方的叶片和中心的蓓蕾。标志为正圆形，意为保护。整个图形描绘了一幅明媚阳光照耀下的和谐生机，告诉人们绿色食品正是出自纯净、良好生态环境的安全无污染食品，能给人们以顽强的生命力。绿色食品标志还提醒人们要保护环境，通过改善人与环境的关系，创造自然界的和谐。绿色食品标志作为一种特定的产品质量的证明商标，其商标专用权受《中华人民共和国商标法》保护。

2.绿色食品的技术选择和效益

绿色食品标志已经由中华人民共和国工商行政管理局商标局批准注册，按商标分类法划分的第 29、30、31、32、33 类食品，具备条件的均可申请使用绿色食品标志。

国家商标分类中第 29 类主要商品为：肉，家禽，野味，肉干，水产品，罐头，腌制、干制水果及制品，腌制、干制蔬菜，蛋品，奶及乳制品，食用油脂，沙司（凉拌菜用），食用果胶。

国家商标分类中第 30 类主要商品为：酵母、食用香精、香料、食用淀粉及其制品、饮用水、冰制品、食盐、酱油、醋、咖啡、咖啡代用品、可可、茶、糖、糖果、南糖、蜂蜜、糖浆、面包、糕点、米、面粉（包括五谷杂粮）、其他谷类制品、豆制品、包子、春卷、汉堡包、炒饭、粥、鱼签酥、年糕、

棕子、叶儿粑、元宵、方便面、干吃面、麻花、煎饼、八宝饭、豆沙、咖啡茶、可可茶、巧克力饮料、谷类制品、面粉碾磨制品、各种面条、燕麦食品、玉米食品、各种馅饼、饺子、包子、三明治、方便甜食品、食品用香精、蛋糕调味香料、饮料调味香料、制糖果用香料、制蜜饯用香料、芥末、味精、沙司（不包括凉拌菜用沙司）等调味品、搅稠奶油的制剂、嫩肉粉、家用嫩肉剂。

国家商标分类中第 31 类主要商品为：未加工的谷物及农产品，活生物，未加工的水果及干果（鲜水果、鲜葡萄，新鲜栗子、椰子、松树球果、柠檬、甘蔗），新鲜蔬菜，种籽，动物饲料（包括非医用饲料添加剂及催肥剂），麦芽。

国家商标分类中第 32 类主要商品为：啤酒、矿泉水和汽水以及其他不含酒精的饮料、水果饮料及果汁、固体饮料、糖浆及其他供饮料用的制剂。

国家商标分类中第 33 类主要商品为：含酒精的饮料。

3．怎样申请使用绿色食品标志

绿色食品标志是经国家工商行政管理局商标局批准注册的质量证明商标，受《中华人民共和国商标法》的保护。企业产品欲使用绿色食品标志，必须依照规定向标志的注册人中国绿色食品发展中心申请，由该“中心”认定其资格，颁发标志使用证书之后方可使用。根据《绿色食品标志管理办法》，企业申请绿色食品标志必须按下列程序进行：

（1）申请人填写《绿色食品标志使用申请书》，一式两份（含附报材料），报所在省（自治区、直辖市、计划单列市，下同）绿色食品管理部门。

（2）省绿色食品管理部门委托通过省级以上计量认证的环境保护监测机构，对该项产品或产品原料的产地进行环境评价。

（3）省绿色食品管理部门对申请材料进行初审，并将初审合格的材料报中国绿色食品发展中心。

（4）中国绿色食品发展中心会同权威的环境保护机构，对上述材料进行审核。合格的由中国绿色食品发展中心指定的食品监测机构对其申报产品进行抽样，并依据绿色食品质量和卫生标准进行检测；不合格的，当年不再受理其申请。

（5）中国绿色食品发展中心对质量和卫生检测合格的产品进行综合审查（含实地核查），并与符合条件的申请人签定“绿色食品标品使用协议”，由农业部颁发绿色食品标志使用证书及编号，报国家工商行政管理局商标局备案，同时公告于众。对卫生和质量检测不合格的产品，当年不再受理其申请。

4．什么是绿色食品工程

所谓工程是指将自然科学原理应用到工农业生产部门中去而形成的学科的总称。绿色食品工程是指将农学、生态环境科学、营养学、卫生学等多学科的原理运用到食品的生产、　加工、贮运、销售以及相关的教育、科研等环节，从而形成一个完整的无公害污染的优质食品的产—供—销管理系统。

绿色食品工程注重生产基地、环境监测、市场运行、科研教育等各子系统之间的结构和联系，通过标志管理等方法，宏观调控系统因子、各层次之间的平衡，使其形成一个完整的有机整体。以市场为先导，以无污染的原料基地为基础，以环境监测、食品检验为保证，以教育培训、宣传为推广手段，依靠先进的科学技术，带动生态条件的优化、耕作技术的改进，推动农业现

代化进程，逐步实现经济效益、社会效益、生态效益的良性循环，为我国的环境保护事业做出贡献。

5．绿色食品工程的现状如何

（1）生产基地状况。审查批准了 271 个绿色食品，其分布在 26 个省的 151 个企业中。自 1991 年投资兴建及完善配套了 7 个绿色食品基地，其基本情况如下：

长春奶牛示范中心。拥有 300 公顷饲料地，年产饲料 1500 公斤，饲养奶牛 800 头，年产消毒鲜奶 3000 吨。1994 年达到 1 万吨，年产消毒鲜奶占全国的 58%，年销售收入 1 200 万元，利润 114 万元，税金 36 万元。

上海五四农场蔬菜基地。五四农场是一家农、牧、工、商综合性的企业，现有耕地 0．13 万公顷，生态环境优越，各种有害重金属和有机磷、有机氯含量几乎为零。多年种植无污染蔬菜，有一套成功经验。农场拥有各类农业专业人员 30 多名，其中高中级技术职称的占 50%。近来投资兴建了一座大型沼气站，可供蔬菜生产用。自 1991 年投资 480 万元，兴建了 6．67 公顷保护地，露地 200 公顷，配套蔬菜种子基地 0．67 公顷，生物检测站 200 平方米。年产蔬菜 1.2 万吨，年销售收入 522 万元，利润 67 万元。

浙江萧山红星农场蔬菜基地。红星农场现有耕地 508 公顷，种植蔬菜 113．33 公顷，年产量 700 吨。1984 年从日本引进年加工 5000 吨蔬菜的设备，可加工 20 多个品种，产品 90%出口，农场还有 1 座年加工 2500 吨酱菜的加工厂。目前，酱菜已全部被认定为绿色食品。1991 年投资 240 万元，配套建设了 333．33 公顷蔬菜基地。年产蔬菜达到 2.2 万吨，销售收入 750 万元，利润 150 万元，税金 7.5 万元。

北京南口农场绿色食品基地。该农场是一个以果树业、畜牧业为基础，以食品加工为支柱的企业。目前，已有水果、乳制品、果脯等 10 个品种被确认为绿色食品。该农场果树种植面积 533.33 公顷，奶牛 1300 头，有 1 座 1500 吨冷库。年产乳制品 2000 吨、果脯 5000 吨。

福建天宝香蕉基地。五蜂农场是天宝香蕉的主要种植农场，生态环境好，技术力量强。目前拥有年产 100 万株组织培养工厂，自 1992 年投资 400 万元，兴建 66．67 公顷香蕉基地及 500 吨储量的冷库，年产香蕉 2000 吨，总产值可达 310 万元，利润 93 万元，税金 18 万元。

广东海鸥农场茶叶基地。海鸥农场地处徐闻县，目前，已有 313.33 公顷茶园，年产成品茶 550 吨。该场长期不用农药和生长激素，有一套成熟的管理经验。自 1992 年投资 400 万元，新植 66.67 公顷茶园，改造 80 公顷茶园，年产成品茶 1200 吨。

湖南东山峰农场茶叶基地。东山峰农场地处海拔 1500 米的汀西山区，无污染，现有茶园面积 420 公顷，年产茶叶 800 吨。自 1991 年投资 500 万元，新植茶园 113.33 公顷，改造茶园 266．67 公顷，并配套改造加工厂，年产茶叶达到 1400 吨，产值达到 1520 万元，利润 135 万元，税金 253 万元。

（2）销售网状况。已建立了 4 个绿色食品商店及两个服务中心。

绿色食品北京总店。该店是绿色食品全国销售龙头，专门从事绿色食品的批发及零售业务。已在北京前门大厦和西单购物中心设立专柜。

绿色食品上海总店。农业部（1992）以农垦函字第 17 号文批复，专门从事绿色食品的批发及零售业务，也是绿色食品在华东沿海地区的窗口。计划在上海再办若干个连锁店。

绿色食品广州总店。该店是在农业部支持下，由广州农垦局最早兴建的专门从事绿色食品批发及零售业务的商店，是绿色食品在华南地区的窗口。目前营业面积为 200 平方米，仓库 500 平方米。

绿色食品天津总店。目前正在筹建中。

绿色食品广东、浙江服务中心。由农业部农垦（1991）计字（152）号文批准，负责绿色食品技术推广、培训、生产资料供应、绿色食品批发、零售、运输、仓储等。

（3）监测网络状况。已建立了食品监测中心。它们是：中国农垦北方食品监测中心、农业部级食品监测中心（黑龙江），设在黑龙江农垦科学院；农业部级食品监测中心（新疆），设在新疆农垦科学院；农业部级食品监测中心（上海），设在上海奶业培训中心；农业部级食品监测中心（广东），设在华南农垦卫生防疫站；农业部级食品监测中心（湖北），设在湖北省农科院。建立了下列环保监测站（中心）：农业部环保监测中心，设在北京；黑龙江农垦环保监测站，设在黑龙江农垦科学院；新疆农垦环保监测站，设在新疆兵团勘测设计院；上海农垦环保监测站，设在华南热作加工所；武汉农垦环保监测站，设在武汉市东西湖；海南农垦环保监测站，设在海南农垦卫生防疫站。

（4）科研体系状况。组织北京农业大学、中国农科院的有关专家、教授，以及农垦科学院、大专院校部分科技人员，对绿色食品的难题进行攻关：一是绿色食品操作规程高技术研究；二是进一步完善绿色食品标准；三是研究开发高效生物肥料、生物农药、生物保鲜剂及其他生物制剂。

初步设想到 2000 年“绿色食品”的发展目标大体是：

——供应大中城市的肉、蛋、奶、禽大部分达到“绿色食品”标准；

——出口基地的农副产品，如猪肉、禽肉、牛羊肉、禽蛋、茶叶、粮食、水果及其加工品，生态环境、生产操作过程都必须按“绿色食品”标准进行。

建设项目规划大体是：

——配套、完善“绿色食品”原料基地，并扩建部分基地；

——建立无污染饲料基地，建设有机肥加工厂：

——改造、扩建生物农药厂、生物肥料厂；

——改造一批食品加工厂；

——在主要大中城市建立“绿色食品”商店或柜台；

——在大部分垦区建立环保监测站。

各垦区、各农场都要从自身的环境特点和物产优势出发，制定规划，做好前期准备工作，并要组织专门技术人员制定无公害食品操作技术规程。要排出近期、中期的发展顺序，定出计划，定出措施。各级计划部门要在制定“九五”规划中对此应加以体现。这里要特别强调把住质量关，一定要宁缺勿滥，切不可滥竽充数，自砸牌子。这是“绿色食品”登上中国舞台和闯进世界市场的物质前提。

结构调整和资源配置

“食有鱼，出有车”是一个古老的梦想，是过去士大夫阶层才能企及的目标，人“七十而食肉”固然把敬老的美德发挥到了极点，但若有肉，又何妨让别人分一杯羹呢？老百姓与此无缘，这当然是生产力水平低下的结果。历史的车轮驶入20世纪50年代，中国人似乎有理由过上好日子了，但老百姓的餐桌上仍然鲜见鸡鸭鱼肉。资源配置失当、农业生产结构不合理是其重要原因。

一线曙光：农业增长的结构启动和优化结构的巨大潜力

建国时，我们所继承的是“一头沉”的产业结构，农字当头，以粮当家，农村主要搞农业，农业主要靠种植业，种植业主要是种粮食。这种情况，在建国后几十年没有大的变化，结果是主要农产品的需求压力集中在有限耕地和粮食生产上，资源配置不合理，粮食生产既没上去，农民手中也没钱花，农业和农村经济发展缓慢。据研究，种植业单位面积产出的卡路里是畜牧业的 7 倍，所以，人多要吃饭，不得不主要靠种植业，靠粮食。虽然过去我们讲以粮为纲，全面发展，但一直不敢放松粮食这个“纲”，牧区乱垦草原，林区毁林开荒，湖区围湖造田，片面强调粮食生产，结果不仅产业结构这张网没有结成，粮食这个“纲”也是紧绷绷的，路子越走越窄。

通向富裕之路

在人口不断增长和资源开发难度大的条件制约下，我国农业需要调整结构和综合发展。我国不仅要以占世界 7%的耕地养活占世界 22%的人口，而且要使人民尽快富裕起来。长期以来，主要农产品的供给和需求单一，压力集中在 0.97 亿公顷耕地上。

我国有 2.87 亿公顷草原，其中可利用的有 2.2 亿公顷，湿润草原有 0.4 亿公顷，但来自草原牧区的肉类仅占全国肉类总产量的 5%。全国淡水面积 0.18 亿公顷，其中可养殖水面有 500 万公顷，目前仅利用 43.33 万公顷。水产业的发展主要依靠增加养殖。因此，现在畜牧业和水产业的发展主要依靠饲料供给，而且主要是依靠有限耕地上生产的粮食。但是，长期以来，我国人均粮食产量徘徊在 300 公斤左右，仅能勉强维持人民生活直接用粮，基本上没有专用饲料粮，农业结构基本上没有变化。要想大力发展畜牧业和水产业、必须走利用非耕地资源和耕地资源相结合的路子。一方面，农业的发展需要合理开发利用有限的耕地资源，提高效益；另一方面，也要充分发挥其他资源的优势，走调整结构、综合发展的道路。

鼓起来的钱袋让人们想吃得更好。

80 年代社会消费需求的持续增长，有效地促进了农业的发展，我国出现了农产品消费增长和消费结构变化最快的时期。

（1）居民消费水平迅速提高，消费结构也发生了显著变化。从 1952 年到 1978 年，居民消费水平每年平均仅增加 3.67 元，而从 1978 年到 1990 年，由 194 元迅速增加到 491 元，每年平均增加 20.1 元（按 1980 年不变价）。与此同时，也显著改善了消费结构，吃、穿所占比重下降。从 1978 年到 1990 年，食物的恩格尔系数由 67%下降到 54%，衣着消费比重由 0.15 下降到 0.11。这反映了居民在改善其他生活消费的同时，食物和衣着的消费水平仍然明显提高（见表 1）。

表 1　国民收入和恩格尔系数

年份	国民收入元		消费水平/元	恩格尔系数/%
	元	美元		
1978	339	226	194	67.0
1984	506	337	304	58.8
1990	764	509	435	54.0
2000	1176	784	581	48.0
2010	2350	1570	1220	43.0

过去 10 多年也是我国人民营养改善和营养结构变化最快的时期。

（2）长期以来，由于我国人均粮食和动物性食物增加缓慢，营养素供给量和结构变化不大，未能解决温饱问题。从 1978 年到 1990 年，膳食中主要营养素大幅度增长。每人每日平均供给热能由 930.05 万焦耳增加到 1120.24 万焦耳、蛋白质由 56.3 克增加到 70.2 克，脂肪由 39.5 克增加到 56.8 克。蛋白质中优质动物性蛋白质所占比重由 9%上升到 14%。营养结构发生了显著变化。

从表 2 可以看出，我国人民的营养水平已经接近世界平均水平，但动物性蛋白质所占比重仍然明显低于世界平均水平，也低于亚洲和发展中国家平均水平。1989 年我国

表 2　中国同世界、亚洲、发展中国家的水平和营养结构比较

区域	年份	热量		蛋白质			脂肪		
		单位/万焦耳	动物来源/%	单位/克	动物来源/%	占热量/%	单位/克	动物来源/%	占热量/%
世界	1983～1985	1114.388	15.2	68.2	32.8		64.2	46.8	
	1986～1989	1116.478	15.7	70.0	34.6	10.4	65.8	48.0	21.7
亚洲	1983～1985	1018.666	7.8	58.7	18.1		40.9	35.5	
	1986～1989	1024.100	8.9	60.4	21.2	9.8	44.3	37.3	14.9
发民中国家	1983～1985	1013.232	8.3	58.2	19.4		42.8	35.5	
	1986～1989	1017.412	9.0	59.4	21.5	9.6	45.4	36.1	15.9
日本	1979～1981	1192.136	20.7	88.7	52.3	12.3	80.6	48.3	
	1986～1989	1210.1110	18.9	92.9	53.1	12.7	82.5	46.6	25.6
中国	1984	1109.372	9.3	66.6	11.1	10.0	51.4	46.1	17.4
	1989	1112.716	10.7	69.7	13.7	10.0	56.0	47.4	18.9
	2000	1076.350	13.2	72.8	19.8	11.3	57.7	42.3	25.0
	2020	1086.800	16.0	78.0	25.0	12.0	76.0	42.0	25.4

注　世界、亚洲、发展中国家的数据来自 1985、1989 年联合国粮农组织生产年鉴。

人均供给热量为 1112.716 万焦耳，同世界平均 1116.478 万焦耳相近，但高于亚洲 1024.100 万焦耳和发展中国家 1017.412 万焦耳。同期，我国人均所摄取的蛋白质达到 69.7 克，世界平均为 70.0 克，亚洲和发展中国家分别平均为 60.4 克和 59.4 克。10 年前，我国的人均蛋白质供给量还低于亚洲和发展中国家的平均水平，而现在已超过亚洲和发展中国家水平 10 克左右。但是、同期我国可摄取蛋白质中动物性蛋白质比重虽然上升到 13.7%，但同世界、亚洲和发展中国家平均水平 34.6%、21.2%、21.5%相比，仍然明显偏低。

（3）从消费来看，1978～1990 年，食物类：人均直接食用的口粮（包括豆类和薯类）由 196 公斤增加到 239 公斤；主要动物性食物都增加了 1 倍以上,肉类和蛋类分别由 8.86 公斤和 1.97 公斤迅速增加到 20.10 公斤和 6.27 公斤；水产品由 3.5 公斤增加到 6.53 公斤；水果由 6.6 公斤增加到 16.4 公斤。纤维类：棉花、蚕茧和羊毛分别由 2.3 公斤、0.24 公斤和 0.17 公斤增加到 4.0 公斤、0.47 公斤和 0.22 公斤。主要农产品消费量的增长幅度显著增加，反映了食物和农业结构的迅速变化。

从单一经济走向多元化产业

80 年代是主要农产品生产发展最快的时期，为生产结构调整提供了良好的基础，开始了从单一粮食和种植业向多元化产业的转化。

1.粮食生产量迅速接近人均 400 公斤，带动了其他农产品产量的增长

长期以来，我国人均粮食产量徘徊在 300 公斤左右，仅能勉强保证人民生活直接用粮，因此畜牧业和水产养殖业的发展极为缓慢。1957～1978 年，肉类人均产量每年仅增加 0.13 公斤，水产、油料、大豆和棉花反而有所减少。1978～1990 年，由于粮食增产，肉类、水产品、油料和棉花人均产量每年分别增加 1.3 公斤、0.5 公斤、0.7 公斤和 0.2 公斤。肉类增长幅度超过过去 10 倍。畜产品和水产品产量大幅度增长，是 80 年代营养改良的基础（见表 3）。

表 3　中国食物生产量　　公斤/人·年

年份	粮食	大豆	油料	糖料	肉	蛋	奶	水产品	水果
1978	319	7.8	5.5	24.7	8.9	2.7*	1.0	4.9	6.8
1984	394	9.3	11.5	43.7	16.3	4.2	2.4	6.0	9.5
1990	393	9.6	14.2	63.1	25.0	7.0	4.2	10.9	16.4
2000	391	10.0	17.5	68.3	50.0	14.0	10.0	24.0	40.0
2020	420	18.0	24.0	90.0	55.0	18.0	20.0	30.0	50.0

注：*1980 年数据。

2.80 年代中期以来，我国农业生产结构发生了显著的变化

一是种植业中饲料用粮大幅度增加。1980～1990 年，全国可统计的饲料粮由 680 亿公斤增加到 920 亿公斤。占粮食比重由 10%上升到 21%，也就是有相当于 0.22 亿公顷播种面积的粮食用作饲料粮。二是畜牧业结构变化较大的是肉类结构。1978～1990 年，肉类中猪肉所占比重由长期以来的 90%以上迅速下降到 80%，禽肉和牛羊肉比重由不到 10%上升到 20%。三是水产品中人工养殖产量所占比重由 26%上升到 49%，从而使我国成为世界水产养殖产量最高的国家。我国食物结构变化特点之一，是较快地增加了鱼虾等水产品的产量（见表 4、表 5）。

表 4　中国内类生产结构变化　　产量/万吨　比重/%

年份	肉类		猪肉		牛羊肉		禽肉	
	产量	比重	产量	比重	产量	比重	产量	比重
1978	1062	100	1001	94	61	6		
1984	1690	100	1445	86	96	6	149	8
1990	2857	100	2281	80	232	9	323	11
2000	6500	100	4225	65	650	10	1625	25
2020	8250	100	4950	60	990	12	2310	28

表 5　中国水产品结构变化　　产量/万吨　比重/%

年份	总产量		海水产品		淡水产品		人工养殖		捕捞	
	产量	比重	产量	比重	产量	比重	产量	比重	产量	比重
1978	466	100	360	77	106	23	121	26	345	74
1984	619	100	394	64	225	36	245	40	374	60
1990	1237	100	713	58	524	42	607	49	630	51
2000	3500	100	1750	50	1750	50	2345	67	1155	33
2020	4500	100	2025	45	2475	55	3150	70	1350	30

3．农产品质量和结构出现了不能满足市场需求的新问题

（1）农产品积压反映了结构上的供需不平衡。1990～1992 年 3 年主要农产品产量大幅度增长。1990 年全国粮食总产量达到 4.46 亿吨，人均 396 公斤，肉类 2857 万吨，都超过了历史最高水平。1992 年粮食总产量仍然达到 4.43 亿吨。一方面一些地区出现了粮食等部分农产品的积压和滞销，市场价格也明显较低；另一方面国内外市场需要的优质农产品又供给不足，暴露了结构上的不平衡。

（2）农业生产比较效益下降。由于工农产业结构比较利益不协调，生产要素价格受到扭曲，如农产品与农用生产资料交换综合比价，1978～1984 年为 1.3 ：1，1985 年以后下降为 1.1：1。1989～1991 年全国粮食的零售价格可比指数下降 16 个百分点，而农用生产资料却上升 16 个百分点；同期农民纯收入（扣除物价上涨因素）年平均增长率不到 1%。农民收入增长缓慢，将会导致整个城乡市场疲软。如果不能尽快扭转，将会影响本世纪末小康目标的实现。

晨曦中的道路：结构调整的目标选择

根据 1950～2020 年的 70 年的统计和预测数据分析：80 年代是这 70 年中主要农产品数量增长最快的时期。粮食、肉类、水产品、油料、食糖、棉花等主要农产品年平均增长量，比前 30 年（1950～1980 年）和后 30 年（1990～2020 年）都高出 4～10 倍。这说明我国主要农产品的数量大幅度增长时期已经过去。90 年代是中国农产品结构调整的关键时期。今后一段时间，人均粮食基本维持在 400 公斤的水平上，主要是通过调整结构增加肉、蛋、奶、水产品、食用植物油、糖、蔬菜、水果等优质食品，粮食和棉花、麻类、茧丝主要是增加优质品种的产量和比重。我国农业正进入一个新的发展时期，正在由数量增长为主转向质量效益提高为主。中国不仅要吃饱，而且要吃好，我们只能主要依靠自己的力量做到这一点，要合理配置资源，确定农产品的生产和消费目标。

未来的消费需求结构

1.居民消费水平和消费结构将明显升级

据预测，到 2000 年和 2020 年，全国居民平均消费水平将上升到 581 元和 1450 元（1980 年不变价），每年平均增加幅度将有所降低，但个人积累和储蓄将明显增加，这同消费能力改善是相适应的。居民消费支出中，用于食物支出所占的比重（即恩格尔系数）将先后下降到 48%和 42%。衣着的比重将基本维持在 11%～12%的水平上。用于吃穿的相对比重虽有明显下降，但消费额却会不断上升，而且剩余购买力也将不断增加，这将会相应增加对优质农产品的需求压力，需要调整消费政策。

2.农产品消费质量和结构将显著改善

据预测，今后 30 年，一方面人均直接食用的口粮将由 1990 年的 239 公斤先后下降到 213 公斤和 170 公斤；另一方面主要动物食物继续增加，到 2000 年和 2020 年，人均肉类消费量增加到 27 公斤和 33 公斤，蛋类、奶类有较大幅度增加，分别增加到 12 公斤、9 公斤和 18 公斤、20 公斤，水产品增加到 9 公斤和 12.8 公斤，水果增加到 18 公厅和 30 公斤。与此同时，人们的衣着也将有显著改善，人均棉花消费量先后增加到 3.2 公斤和 3.5 公斤，呢绒和丝绸的比重也将有明显提高。这都反映了农产品消费结构和消费质量将要有明显的改善。

3.营养结构和水平将上升到新的高度

据预测，从现在到 2000 年和 2020 年，我国每天人均供给的热量将基本稳定在 1045 万焦耳左右；蛋白质由 69.7 克先后增加到 72.8 克和 78 克，其中动物性蛋白质将由 15%分别上升到 20%和 30%，大豆蛋白质将由 9.5%分别增加到 15%和 20%；脂肪将由 56 克分别增加到 70 克和 76 克。2000 年达到小康营养水平，2020 年开始走向富裕。

未来的生产供给结构

1.主要农产品人均产量将继续增长，但优质农产品增长较快是一个基本

特征

①人均粮食产量将有缓慢增长，到 2000 年和 2020 年将分别达到 400 公斤和 435 公斤。②肉类、蛋类、奶类和水产品产量增长较快，仍然是今后生产发展中的一个基本特征，2000 年将分别达到 30 公斤、12 公斤、9 公斤和 14 公斤，2020 年将分别达到 37 公斤、17 公斤、30 公斤和 20 公斤。③水果产量将有大幅度增长，先后达到 25 公斤和 40 公斤，蔬菜主要是提高优质菜的比重。④棉花、蚕茧和羊毛产量，2000 年分别达到 4.1 公斤、0.53 公斤和 0.29 公斤，2020 年分别达到 4.5 公斤、0.46 公斤和 0.25 公斤。由于丝绸和呢绒制品使用期较长，人均产量将有所下降。

主要农产品的总产量随着人口的增加和人均生产量的增加，仍将有较大幅度的增长。到 2000 年和 2020 年主要农产品总产量需要分别达到 粮食 0.52 亿吨和 0.645 亿吨，肉类 5800 万吨和 7000 万吨，蛋类 0.175 亿吨和 2600 万吨，水产品 3200 万吨和 4200 万吨，棉花 550 万吨和 675 万吨，其他农产品产量也需要有相应的增加。

2.需要和可能的落差

（1）今后 30 年，我国农产品主要是增加优质产品。粮食的增加主要是饲料粮产量的增加；食物类中主要是增加动物性食品和水果、蔬菜、食用植物油等优质食物；纤维类中重点发展优质棉花、蚕丝和羊毛。这就是说，对现有农产品结构必须作较大的调整，才能适应消费和营养改善的需求。

（2）根据资源条件、物质技术、资金投入产出等不同研究途径的分析，到 2000 年和 2020 年，主要农产品需求总量和生产总量的差量如下：粮食 2200～2500 万吨，肉类 180～250 万吨，蛋类 80～90 万吨，水产品 50～100 万吨。

从对缺口的分析可以看出，肉、蛋、水产品的差量主要是饲料粮差量的反映。主要动物性产品按饲料报酬率计算的饲料粮需要量占了粮食差量的主要部分。由于人们购买力还要成倍增长，但农业生产受国力和资源的制约。这也反映了主要农产品将长期存在着数量，特别是质量和结构上的供需不平衡。

（3）为了实现主要农产品质量和数量上的供需平衡，必须加快调整结构。到本世纪末，人们购买力将提高近 1 倍，到下个世纪前 20 年还要提高 1.5 倍以上。但是，主要农产品生产受国力和资源的制约，难以与购买力同步增长，质量和结构上的需求压力将是我国经济生活中长期存在的一个重要难点。

对此，必须选择结构调整战略，在提高农业综合生产力的同时，通过调整系统结构、提高结构效益来实现进入 21 世纪的农业发展目标。

阳光下的灿烂：合理配置资源的未来希望

结构战略，是指从我国资源、经济、技术、社会的实际情况出发，依靠技术进步和改善管理，通过系统组装、优化配套，调整消费结构和生产结构，提高有限资源、物质投入和资金的利用效益，在实现人均 400 公斤粮食的同时，增加更多的优质蛋白质食物，改善人民的衣着，实现提高人民生活水平的中长期目标。结构战略的基本特征，是在调整结构，提高效益的过程中求得发展，在发展的过程中调整结构，以求实现常规措施难以达到的发展目标，并具有明显的质量效益特征。

系统结构的调整和巨大的效益（见图 1）

1.消费和营养结构的调整和效益

（1）食物中主要优质蛋白质食物比重将明显上升，将会显示出增强人民体质的效益。到 2000 年和 2020 年，由于膳食结构改善，营养结构也将得到相应改善。一是膳食中动物蛋白质比重将由 14%陆续增加到 20%和 30%，大豆蛋白质比重将由 9.5%分别上升到 15%和 20%。这样，优质蛋白质比重将陆续上升到 35%和 50%。而且大豆蛋白质比重也明显上升，体现了我国食物和营养结构的一个重要特点，也提高了食物资源的利用效益。二是由于脂肪明显增加，来自脂肪的热量也将有明显上升，但要控制在 30%较为合理的水平上。与此同时，要正确引导消费，通过调整消费结构来减轻食物需求压力，拓宽消费渠道，改变福利补贴制度，调整居民的货币支出结构，提高消费效益。

（2）纤维类。今后 30 年内，纤维中化学纤维比重经过一段时间的持续上升之后，将趋于稳定甚至下降，天然纤维的数量和比重将继续上升。棉花纤维中，由于 70%以上的纺织纤维长度超过 28 毫木以上，造成长绒短用，而且纤维成熟度和强力不够。今后要逐步使 27 毫米的优质纤维由目前的 30%上升到 70%左右，以适应纺织业的需求，实现优棉优用，提高纺织效益。随着人民生活的改善，丝织品和毛绒织品的需求数量和比重也将逐渐上升，人民的衣着质量也将逐步提高。

2.农业生产结构的调整

（1）种植业。山以传统的粮食和经济作物为主的二元结构，逐步转变为粮食一饲料一经济作物协调发展、农牧业相互促进的三元结构，逐步使饲料作物生产形成相对独立的产业。三元结构比例，到 2000 年将达到 6：2：2，2020 年达剑 5：3：2，即这两个时期应当有 0.27～0.33 亿公顷和 0.4～0.47 亿公顷粮田用作饲料生产。三元种植结构的突破口在南方水稻集中产区。据试验调查，南方双季稻改为一季稻和一季高产优质饲料作物，一般综合效益可提高 50%以上。

（2）豆类。恢复和增加大豆及其他豆类生产是一项必须努力实现的目标。大豆是中国的特产，现在世界各国栽培的大豆都是从中国直接或间接传去的。国粹大豆在历史上曾经盛极一时，几乎独占世界市场。1936 年中国的大豆产量占世界总量的 91.2%。曾几何时，中国的大豆地位一落千丈，1978 年美国大豆产量达到 501.5 亿公斤，相当于中国大豆产量的 6.64 倍，巴西 1975 年的大豆产量也已超过中国 30%。时至今日，中国反而要进口一部分大

豆和豆油。

因此，要把豆类从粮食中分离出来，作为高蛋白作物列为专项生产，优先支持发展。50 年代，我国大豆和其他食用豆播种面积曾分别达到 0.13 亿公顷和 626.67 万公顷。1990 年，分别减少到 0.08 亿公顷和 333.33 万公顷左右，远远不能满足实际需求。到 2000 年和 2020 年，大豆播种面积应分别恢复到 0.09 亿公顷和 0.12 亿公顷,总产量分别达到 1700 万吨和 2400 万吨；其他食用豆类恢复到 400 万公顷和 600 万公顷，豆类总产量应分别到 480 万吨和 900 万吨。大规模恢复豆类作物生产，是改善人民食物结构的一项重要措施。大豆蛋白质作为优质蛋白质，其含量一般为谷类粮食作物的 4～5 倍。与此同时，恢复和扩大豆类作物生产，将更加有利于改革耕作制度，培肥土壤，提高地力。实践证明，豆类作物每公顷约可固氮 75 公斤，相当于 375 公斤标准化肥的氮素含量，效益相当明显。通过调整种植结构和种植制度，调整经济政策和产量计算方法，豆类作物生产目标是可以实现的。

（3）饲料。调整食物结构的核心问题是增加蛋白质饲料。要广辟蛋白质饲料来源，就要尽快提高饲料结构中蛋白质饲料的比重，努力使豆科作物播种面积比重由目前的 10%到 2000 年和 2020 年分别上升到 14%和 20%，分别达到 0.2 亿公顷和 0.24 亿公顷,同时使各类饼粕利用率由现在的 30%提高到 40%和 70%，并开发其他蛋白质饲料资源。这样，就有可能使饲料中蛋白质含量分别达到 12%和 14.5%的要求，到 2020 年达到普通混合饲料的标准，可以分别增产优质动物性食物 15%和 30%，同时可以减少能量饲料的大量浪费。

（4）畜牧业。今后较长的一段时间内，草地资源利用水平将有所提高。消耗饲料粮食最多的猪肉生产仍占有很大比重，动物性食物增长的压力仍然主要在农区耕地上，仍然需要在调整结构方面继续做出努力。长期以来，一方面我国的饲料来源主要是压在有限的耕地上，另一方面我国的肉类生产又占很高的比重，形成了一种很不合理的组合结构。因此，要在稳步发展养猪生产的同时，加快发展禽、蛋、奶和草食动物生产，也就是加快发展耗粮少、转化率高，或者是拓宽饲料资源利用渠道的禽畜生产。到 2000 年和 2020 年，猪肉比重将由 1990 年的 80%下降到 70%和 60%，禽肉比重将由 11%上升到 20%和 28%，同时加快发展牛、羊、兔肉生产。这样，可以节省或相当增产 100 亿公斤和 260 亿公斤饲料粮食。这种结构性变化，一方面可以提高饲料报酬率，另一方面也可以相对减轻耕地日益减少的压力。

（5）水产业。提高水产品在食物构成中的比重，是改善我国人民膳食构成的一个极其重要的方面。目前尽管我国淡水和近海水产资源己消耗过度，远洋捕捞能力已显不足，但淡水和海水养殖资源的潜力却很大。因此。今后水产业发展的重点在养殖，尤其是小水体精养高产技术的发展，可以迅速提高人工养殖产量。全国有可养殖的淡水面积 500 万公顷，到 2000 年和 2020 年，可以分别利用到 400 万公顷和 433.33 万公顷以上，占可养水面的 80%和 86%以上。水产品结构的调整重点是提高人工养殖比重，将由 1990 年的 49%陆续上升到 67%和 75%，同时大幅度提高水产养殖单位面积产量。这样，可以有效地提高水域资源的利用效益。

（6）林业。在稳定发展用村林、速生丰产林的同时，加快发展经济林、防护林、薪炭林。到 2000 年，林业结构中，用材林的比重将由目前的 72%逐步下降到 60%，防护林由 12%上升到 25%，经济林上升到 15%。这将有利于提高林业的经济效益、生态效益和综合效益。

实施相应的产业政策以推进结构升级换代

（1）产业政策要推进产业结构的调整和向市场经济机制的转变。产业政策可以成为国家在宏观上调节市场活动的重要手段，又可以成为推动市场发育的措施。制定产业政策要有明确的结构调整目标。同时要科学地怦定农业各部门的产业地位和作用。通过结构分析可以看出：粮食和饲料是农业和整个国民经济的基础产业，畜牧业和水产业是农业中发展最快的优势带头产业。这是制定产业政策的基本评估工作。在这个基础上对各产业发展的三大类政策，即产业的经济政策、技术政策和组织政策进行相应地组装配套是十分重要的。

（2）产业经济政策，主要是指价格、税收、信贷、投资的结构和水平，要相互配套，有效地调节产业的发展速度和比例。一是要根据市场信息和供需预测，判断价格结构变动趋势，以市场为导向，把农产品推向市场，从宏观上配套地引导价格结构的变动，使之与产业结构的变动相适应。二是征收土地税、农业税，将粮食单独列出，采取保护性税收政策。对优质农产品增加税收时，要对其效应进行定量预测，以促进结构调整。三是在调整信贷资金投放机制的时候，对粮食生产的信贷资金要在计划和规划中单列。要适当增加中长期贷款比例，按照产业发展顺序调整信贷结构。四是根据资金供需结构预测，保证国家农业基本建设的投资比例稳定在 10%，农用工业投资比重为 4%左右。要按照结构预测，引导农民投资结构的转变。

（3）产业技术政策，主要是指实现产业协调发展和优化结构的必要物质条件和基本建设项目以及重点支持的技术改造项目，并按照其在产业中的地位和作用以及优先发展的顺序进行合理安排。

①主要的物质投入：化肥使用量，到 2000 年和 2020 年分别达到 3000 万吨和 4800 万吨（有效成分）；农膜分别达到 123 万吨和 440 万吨；农业机械总动力达到 4.0 亿千瓦和 4.5 亿千瓦；农田灌溉面积达到 0.53 亿公顷和 0.6 亿公顷。

②依靠技术进步，提高生产效益。到 2000 年和 2020 年，农业生产中技术进步的贡献率，要由目前的 35%上升到 50%和 60%～70%。重点支持粮食、饲料、畜产品、蔬菜、果品、棉花等新品种、新农艺以及提高投入物质利用效率的推广、教育和研究项目。

（4）产业组织政策，主要是建立一套与经济发展阶段相适应的产业系统，以适应市场经济运行机制，支撑各农业部门经济的有效运转。

①农业经济组织在较长的时期内仍然是多种形式并存，主要模式应是在家庭经营的基础上发展社会化服务体系，逐步扩大经营规模。

②加强市场体系的建设，逐步建立有组织、有规范、受市场和指导性计划调控的多种形式、多层次的市场，把农村各种集贸市场、批发市场、零售市场连接成地域性的网络体系。在此基础上，加强流通领域的组织协调，使各种流通组织形成一个合理、有效的组织体系。

从目前情况看，只要努力扎实地工作，再经过 5～8 年的实践探索，我国就有希望形成一个复合的、多层次的、综合配套的产业政策体系，并以市场为导向，根据市场供求关系的变化，通过有效的宏观调控，促进结构战略目标的实现。

能量投入和生产能力

爱因斯但的著名公式 $E=MC^2$，揭示了物质和能量相互转化的关系，拉开了创世纪之谜厚重帏幕的一条缝隙，它不仅使人类第一颗原子弹爆炸了，而且使人类窥到了宇宙的秘密。根据宇宙起源的大爆炸理论，世界源自于一点，在一次爆炸中，在人类难以想象的瞬间，形成了基础物质，并向四周迸散而去。这个点，并非是人们想象中的致密的质点，不存在任何一般意义上的物质，甚至也没有时间和空间，而是能量的集合。虽然能量具有回天换地之功，但也不是越多越好。根据耗散结构理论，远离平衡态的系统，只有不断从外部输人物质和能量才能维持存在，系统的每一部分都是相互关联的，某一部分输入的物质和能量只有保持适当的比例，才能不破坏系统的平衡。世界农业的发展经历了一个漫长的历史时期，由原始农业、古代农业、近代农业发展到现代农业，农业有了较大的发展。特别是第二次世界大战以后，世界农业发生了巨大的变化。1950～1995 年，世界谷物产量从 7 亿吨增加到 19 亿多吨，全世界人均谷物产量比人类历史上任何时期都高。农业生产取得这样前所未有的增长，部分是由于耕地面积的扩大，更重要的是由于大量的能量投入和农业科学技术的进步使农业生产能力明显提高。显然，增加农业的能量投入，农业综合生产能力肯定会得到提高，要提高农业综合生产能力，必须增加相应的物质投入，且在一定条件下这种投入报酬率还相当高，但并不是无限制的正比关系。在为提高农业生产能力而增加农业能量投入的道路上，我们将面临两方面的严峻挑战：一是能量资源的有限性，资源并非是取之不尽、用之不竭东西；二是在一定科学技术条件下，能量投入的报酬呈递减趋势发展，并非投入越多，生产能力越高。因此，面对当前全球人口增长、粮食需求增加、资源减少、生态环境恶化等问题，必须坚持以农业可持续发展的战略思想为指导，正确处理能量投入和资源环境的关系。

百川归海：不断增加的能量投入

现代物质投入的道路

一部农业史清楚地显示出：农业物质投入的道路是一个农业生产资料质和量的交互变化的发展过程。首先表现为世界农业发展历史中农业物质投入的质变道路。世界农业经历了漫长的变化之后才转向现代农业，它是一个伴随农业物质投入和农业科学技术进步相结合的发展过程，是一个不断质变的过程。在物质投入的道路上相应地经历了刀耕火种或轮垦制和依靠长期休闲自然恢复地力，过渡到以畜力牵引、人工施肥与农作物间套复种，然后发展到以机械化、电气化、化学化、水利化为特征的现代农业。其次表现为现代农业发展中农业物质投入质变和量变的同步发展，物质投入的种类以及各种投入物质消耗的质量和数量的发展，并注意到效益的提高。

1.世界农业发展历史中的物质投入

（1）农前阶段。在有农业生产以前，人类靠采集和狩猎为生，这是远古和旧石器时期人类唯一的生存手段。人类经历了许多万年的群游制生活。在农前阶段，人类不是用自己的劳动去生产食物，而是从自然界寻找食物，并以粗制的、未经磨制的石器、棍棒和标枪为工具。人类在旧石器时期学会了用火。采集植物、捕鱼和狩猎是人类劳动和生活的主要内容，还算不上本来意义上的生产，或者说，还不是真正的农业生产。因此，也谈不上农业生产过程中的物质能量投入。

（2）原始农业。原始农业是指新石器时代的农业。随着生产经验的积累和生产工具的改进，人类逐渐了解了一些动植物的生活习性和生长发育过程，开始懂得栽培植物和驯养动物，制造和使用从事这些生产活动所需的工具，原始农业遂告产生。

原始农业最基本的特征是：以打磨制作的石器如石刀、石铲、石锄、骨制和木制等简陋的工具作为主要生产工具，采用粗放的刀耕火种的耕作方法，实行以简单协作为主的集体劳动。在这种条件下，人们只能获取有限的生活资料并以此来维持低水平的共同生活。

原始农业经历了刀耕和锄耕两个阶段。采用刀耕火种或轮垦耕作制，靠长期休闲自然恢复地力，而不是靠人工耕作栽培技术提高土壤肥力。从这个意义上说，原始农业是自然农业，它最重大的技术成就是对野生动植物的驯化，并且发明了灌溉，从而有了改造生产条件的能力。

（3）古代农业。古代农业大体上从石器时代和铁器时代交替时期到 19 世纪后期止。随着铁器的出现和发展，生产力水平日益提高，生产经验日益丰富，原始农业逐渐过渡到古代农业。

古代农业的基本特征是：较为先进的铁木农具替代了原始的石器农具，相继发明和推广了铁犁、耧车、风车、水车、石磨等工具；畜力逐渐成为生产的主要动力；一整套农业技术措施逐步形成，如选择作物和畜禽良种、积制农家肥料、兴修水利、防治病虫害、采用较为先进的畜禽饲养技术以及从撩荒制过渡到轮作制等。古代农业技术基本上还建立在对生物及其环境的外部观察和直接经验积累的基础上，农业科学技术研究应用尚未形成，农业生产社会化程度很低，并表现为一种自给自足的自然经济农业。农业物质投入主要来自农业生产系统，能量的转化也只限于农业系统内部，基本上没有外

源物质的投入。因此，农业生产只能缓慢地、渐进式地发展。

（4）近代农业。近代农业大体上指经济发达国家 19 世纪后期到 20 世纪 40 年代的农业。随着近代自然科学的发展，半机械化农具的使用和多种农业机器的相继出现，生产力水平提高，古代农业便进一步发展为近代农业。

近代农业的基本特征是：畜力牵引的半机械化农具（如马拉的钢犁、改良的播种机和中耕机、摇臂收割机等）成为农业的主要生产工具；多种农业机器（如脱谷机、拖拉机等）相继出现，并在一些地区推广；在植物学、动物学、遗传学、物理学、化学等科学技术发展的基础上产生的育种、栽培、饲养、土壤改良、植物保护等农业科学技术在一定程度上得到推广；农业生产的社会分工发展起来，打破了自然经济农业的狭隘界限，从事商品生产的农业企业逐步成为主要的农业经营形式。

（5）现代农业。现代农业指第二次世界大战后经济发达地区的农业，它是伴随社会经济的发展和科学技术的进步发展起来的农业。现代农业是广泛应用现代科学技术、现代工业提供的生产资料和科学管理方法的社会化农业。

2.现代农业物质投入过程中质与量的演变

第二次世界大战后，以美国为代表的经济发达国家，广泛应用现代科学技术、现代工业提供的生产资料和科学管理方法，加速农业现代化。现代农业的基本特征是：一整套建立在现代自然科学基础上的农业科学技术的形成和推广，使农业生产技术由经验转向科学，如在植物学、动物学、遗传学、物理学、化学等学科发展的基础上，育种、栽培、饲养、土壤改良、植物保护等农业科学技术的迅速提高和广泛应用；现代农业机器体系的形成和农业机器的应用，使农业由手工、畜力、农具生产转变为机器生产，如技术经济性能优良的拖拉机、耕耘机、联合收割机、农用汽车、农用飞机以及林、牧业中的各种机器已成为农业的主要工具，投入农业的能源显著增加；广泛应用化学工业提供的农用化学制品，如化学肥料、化学农药、除草剂、塑料薄膜等；兴建水利工程和设施以调节和控制农业用水，发展灌溉农业；电子计算机、原子能、激光、遥感技术在农业中的应用；高度社会化的生产方式和科学化的管理，极大地提高了农业的劳动生产率、土地生产率，促进了农业的快速发展。

从 50 年代起，我国政府为发展农业、增加物质投入和提高农业综合生产能力创造条件。有先对农用工业给予了扶持。1953～1993 年，国家对化肥、农药、农机等行业的基本建设投资总额达 500 亿元，约占同期国家基本建设投资总额的 5%。近 10 年来国家又加强了对饲料工业和畜用药品及良种繁育等行业的建设。“六五”及“七五”时期，用于这三个行业的基本建设投资达 20 多亿元，用于上述各行业的技术改造投资为 160 多亿元。农用工业的发展为农业物质投放创造了必要条件，对农业技术进步及农业综合生产力水平提高的作用是显而易见的。据有关部门测算，1992 年同 1952 年比较，因化肥、农药、农膜、良种等物质投入量增加而增产的粮食，相当于同期全国粮食增产总量的 50%左右。另据中国农科院农经所在 80 年代中期对徐州、淮阴、宿县等地农业技术进步因素的测定结果表明：仅在 1978～1984 年，物质技术投入（包括水利、化肥、良种等）在上述地区的农业技术年平均进步率中所占份额高达 60%。到了”七五”时期，虽全国农业技术进步的速度已相对放慢，但是物质投入对农业技术进步的贡献份额仍占 34%左右。在今后若干年

里，继续扩大物质投入规模、不断优化投入结构来推动我国农业技术进步，并以集约化经营来全面提高农业的综合生产能力，将是我国农业发展的关键举措之一。

（1）化学肥料。化学肥料是 19 世纪人类三大发明的产物，它为农业的发展做出了不可估量的贡献。据估计，第二次世界大战以后，粮食增产的 40%～50%来自化肥。1950～1951 年度全世界共生产化肥 139 万吨，其中生产氮肥 40 万吨，磷肥 56 万吨，钾肥 43 万吨，化肥生产主要集中在中北美洲和欧洲；全球化肥消费量为 137 万吨，消费量仍以中、北美洲和欧洲居多，其中美国、英国、法国、加拿大等经济发达国家几乎消耗了世界化肥产量的 2/3。1970～1971 年度世界生产 7.6877 亿吨，比 1950～1951 年度增加 553 倍。1980～1981 年度世界生产化肥 12.457　7 亿吨，比 1970～1971 年度增加了 62%，化肥消费量增加到 11.6089 亿吨。1990～1991 年度世界生产化肥 14.7589 亿吨，比 1980～1981 年度增加 18.5%，化肥消费量为 13.8047 亿吨。1994 年世界生产化肥 13.1539 亿吨，比 1990～1991 年度下降 10.9%，化肥消费量为 12.0672 亿吨，比 1990～1991 年度下降 12.6%。

在经过 60 年代、70 年代生产和消费较大幅度的发展后，由于化肥对生态和环境的不利影响，发达国家化肥生产量和消费量开始下降，农业发展逐渐步入持续农业的方向。发展中国家由于其国情和发展的需要，化肥生产量和消耗量仍在继续增长，在世界化肥生产和消费中所占的比例也进一步增加，但增长速度开始下降，从 1970 年的 20%增至 1980 年的 32%和 1990 年 43%，到 2000 年，这一比例可望超过 50%。发展中国家化肥的使用量在过去 20 年增加了 3 倍，目前的化肥使用量已经达到每公顷收获面积 62 公斤（大约为发达国家平均化肥使用量的一半），但是区域之间的差别很大，而且 80 年代的增长速度大大低于 70 年代。70 年代，发展中国家的化肥消耗量以每年 9%以上的比率增加，但 80 年代则低于每年 6%。在今后 20 年当中，化肥消耗量的增加速度会进一步放慢，年增长率估计会降至 3.8%。

尽管不断加大化肥施用量，但目前有些发展中国家在提高单产方面仍遇到重重困难。化肥使用的效率通常相当低，一般不是因为施肥时机不对和施肥方法不当，就是因为未能在主要养分（氮、磷、钾）、次要养分和微量元素之间保持平衡。土壤的毒性，如含盐度、含碱度、强干旱、铁毒和有机物质过量也会妨碍化肥充分发挥其效益。证据表明，从长期来看，单靠化肥是不够的，采取措施增加土壤中的有机物质是至关重要的。必须在小块农田、农场和乡村范围内不断完善作物和养分的管理，以确保即使缺少一种养分也不会妨碍所有养分的价值都发挥出来。

我国的化肥用量在经过一段时间的发展之后，有了较大幅度的增加。1949～1995 年，化肥消费量由 1.3 万吨增加到 3593.6 万吨（有效成分），其中氮肥 2021.9 万吨，磷肥 632.4 万吨，钾肥 268.5 万吨，复合肥 670.8 万吨。

（2）农药。在传统农业时代，当病虫害大暴发的时候，人们往往束手无策，甚至求助于神仙。进入现代农业的初期，人们发明了化学剧毒农药，对暴发严重的害虫一扫而光，一度深受农业生产者的欢迎，发挥了重要的历史作用。

50 年代初到 70 年代中期，是化学农药大量生产和消费的时期，全球的化学农药品种由最初的几种发展到几十种，农药的生产量也在逐年提高。由

于有害生物抗性的增强，农药的毒性也越来越高，在当时的发达国家已经构成了对生态和环境的影响，在随后的发展中国家掀起的“绿色革命”，使化学防除方法在发展中国家得到普遍应用。各种作物的农药消耗量差异很大。从全世界的农药使用情况来看，棉花、落叶果、蔬菜和稻谷的农药使用量很高，柑桔类水果、可可、咖啡、玉米、甘蔗、茶和热带水果的使用量适中，而大麦、小米和高粱很少使用农药。

1980 年，发展中国家的农药消耗量约为 62 万吨（有效成分），此后开始下降，特别是在非洲撒哈拉以南地区、拉丁美洲、近东和北非。到 1985 年，消耗量约为 53 万吨，然后重新开始增加，但每年的增加速度仅为 1%，与同期发达国家的增长速度相近。到 1991 年，发展中国家用于农药的支出估计达 57 万美元。发达国家正在逐渐采取可望减少农药用量的新政策，但发展中国家的农药用量会继续增加，反映在农业生产的强化和开拓新的土地上。然而，旨在减少对农药的依赖性的虫害防治战略已在发展中国家取得立足点。农药消耗量的增加可能主要是在南亚、东亚以及拉丁美洲。

80 年代中期，发展中国家的农药消耗量在全球大约只占 1/5。发展中国家使用的杀虫剂在全世界总用量中所占的比例比较高，为 50%，发展中国家使用的杀真菌剂和除草剂所占的比例分别为 20%和 10%。东亚（包括中国）在发展中国家的农药用量中占 38%，拉丁美洲占 30%，近东和北非占 15%，南亚占 13%，非洲撒哈拉以南地区仅占 4%。目前，发展中国家使用的农药有大约 50%是杀虫剂，杀真菌剂和除草剂分别占总消耗量的 35%和 15%。相比之下，发达国家使用的除草剂占总消耗量的 48%，杀真菌剂占 35%，杀虫剂仅占 17%。

（3）农用薄膜。塑料薄膜应用于农业，为人类扩大利用农业自然资源提供了重要的物质条件。塑料薄膜在我国农业中大规模应用只是最近 10 多年的事情。60 年代，从日本引进这项技术，在水稻生产中进行试验。80 年代，很快在很多农作物生产中大面积应用，使用面积大幅度增长。

大量化学物质投入威胁着环境

20 世纪以来，经济发达国家先后逐步实现了农业现代化。在这个过程中，农业生产力的性质与传统农业相比发生了重大变化，一个重要的特点是农业生产中应用了大量的石油、机械，化肥、农药、电力等工业产品，与此同时，生物科学技术的发展，使以遗传育种、生物工程为代表的生物技术的应用成为现代农业的另一个重要特征，并日益显示出其重要性。

1.对现代物质投入的再认识

持续农业的提出，是对本世纪特别是第二次世界大战以后现代农业科学技术的继承与发展，而不是否定。把持续农业作为现代农业之后的农业，其来源于一种片面观点，即把战后在发达国家发展起来的现代农业概括为石油农业，并认为它是造成自然资源减少和退化、生态和环境恶化的根源，惊呼石油农业已走进死胡同，从而主张要用持续农业取代现代农业。

（1）把现代农业简单地归结为石油农业是很不全面的。诚然，广泛地应用石油产品是战后发展起来的高效率农业的一个重大特征，但这只是现代农业科学技术体系中的一个有机组成部分。例如良种的培育和杂交种的广泛应用，就是现代科学技术体系中的一个重要支柱。也就是说，如果没有生物科学技术、环境科学技术以及化学的、物理的、机械的诸多科学技术在农业中

的应用，也就不可能有石油在农业中的广泛应用。石油只不过是一种能源或材料，使各种现代科学技术能量并入农业生产力。

（2）今日的科学技术还没有提供一个立即替代石油的新能源，无论在发达国家的实践中，还是在提倡有机农业、生态农业的方案中，都不可能排除石油产品作为农业的重要能源。石油资源枯竭了怎么办？也许再过一个世纪或更长时间，这一天总会到来，但我相信人类一定能寻找到新的能源来取代它，例如核能等。生物能源也会有新的发展，但不会取代或排斥非生物能源在农业中的应用。

(3)不能单一强调农业生产系统内部生物与环境之间的物质与能量的循环。如果能从农业的外部向农业输入物质与能量，从而促进生物与环境之间物质和能量的转换，不也符合生态农业的原理吗？我想提醒一个众所周知的事实，当年，正是担忧大量农畜产品进城带走了土壤中的养分而使地力减退，从而根据李比西的植物矿质营养学发明了化学肥料。所以应该看到，正是石油在农业中的应用，才使农业生态循环中的能量和物质的循环从封闭、半封闭系统走向开放系统，才为农业输入大量的能量和物质，才使土地有今日的高产出，并从总体上使资源、环境得到改进。也许令人难以相信，但是，只要如实地比较一下，当今世界上地力减退、水土流失、环境恶化等现象比较严重的地方，究竟是发达国家的现代石油农业还是发展中国家的传统农业？不难得出结论，正是所谓的“石油农业”比传统农业在历史上前进了一大步。

（4）当今世界上出现资源和环境恶化的主要原因不在于石油农业。二次世界大战后，世界农业出现了三种农业生产方式：即发达国家的工业化农业、部分发展中国家的绿色革命农业和部分发展中国家的资源贫瘠农业。在当今的世界经济发展中，这三种农业生产方式都存在不同程度、不同性质的制约农业持续发展的问题，例如耕地的更新丧失、地力减退、森林资源被滥伐、生物物种减少、水土流失和沙化面积扩大等，主要发生在经济不发达的国家和地区；又如水源污染和枯竭、地球变暖、臭氧层遭破坏等，主要是工业发展所造成的工业污染。

2.现代物质投入的负效应

现代农业在促进农业生产力发展的同时，也随之产生了一系列问题：一是生态和环境污染加重，典型例子是剧毒长效农药对自然生态和环境的危害；二是大量施用有污染的化学肥料；三是单一栽培种植模式和机械化耕作，严重地影响了自然资源和遗传资源的多样性，破坏了土壤质地，造成水土流失、盐碱化和沙漠化。现代农业及其现代物质投入的这些负效应，促使发达国家对大量使用化学农药、化学肥料以及生产方式等的反思，并先后出现过有机农业、生态农业、无公害农业等农业发展思潮与实践，又发展到了持续农业的提出。在战后初期，人们高兴地看到六六六、DDT 的发明与使用，对病虫害防治起到明显的效果。当初谁也没想到二三十年后这些农药残毒的严重后果。类似这种情况，过去有过，今后也不能杜绝。历史证明，人类不可能完全预料到某项技术在长远的将来形成的问题。今天我们提倡的生物防治以及各种生物工程，用现有的科技观察是无公害的，但有谁能断言在今后不会出现某些意想不到的结果？但我们相信人类会找出新的对付办法。今天高效、低毒、低残留、微量的、甚至无公害的新农药正一代一代地被推出。化学肥料也是如此，新有机化肥品种、质量、施用技术都在朝着持久提高土壤肥力方向发展。因此，当我们强调农业持续发展时，不应得出不用或少用化

肥、农药、石油的结论，而应提倡正确有效地使用和不断地按照持续农业的要求对其进行改进。当我们建立适合我国现代农业的科学体系时，既要对生物技术的突飞猛进予以重视，同时又不应陷入片面，不能片面提倡走有机农业的道路，或者想要跳过石油农业阶段，而是要把生物和非生物的、有机和无机的石油都纳入持续发展的技术体系中，在建设高产、优质、高效的现代农业过程中进行生态与环境的优化。

炼狱之火：科学技术的希望之光

人类很久以前就开始研究科学技术，在物质资料的生产中应用与当时时代相适应的科学技术。科学技术从来不是为自身的存在而发展，相反，从来就是作为社会生产力的一个组成部分，为促进物质资料生产的发展而发展。农业科学技术作为使人类生存成为可能的科学，与农业发展的关系更是日益密切。它的每项巨大创造发明甚至会引起社会经济的革命性变化。

科学技术进步是一个不断创造新知识和发明新技术，不断推广应用，从而不断提高社会生产力的过程；是一个把知识形态的生产力变成物质形态的生产力以不断促进社会进步发展的过程。科学技术进步的高级形式是技术革命，其结果是产生新技术、新材料、新能源、新工艺、新方法和新的组织管理形式，从而使社会生产力发生质变性的巨大发展。即使是渐进的量变性的科学技术进步，也会促进社会生产力的发展，促进生产效率的提高。

农业科学技术进步对于农业生产力的增长起着巨大的促进作用，概括地说，它能够使原有数量的生产要素（如一定的土地、劳动力和物质投入）的组合生产出比以前更多的产品，或者用比以前数量少的生产要素的组合生产出和以前同样多的产品或品质更好的产品。

随着有限的资源的开发利用和生产集约化程度的提高，增加单位投入的边际产量递减，因此，人们越来越注重发挥科技进步对经济增长和农业发展的作用。这不仅因为科学技术的潜力是无穷尽的，而且因为它比其他资源代价低、效益高。科学技术进步所发挥的效用可以加以计算，可用具体数字表示出来。

20 世纪以来，农业科技进步促进农业发展的作用率，通常都大于总的科学技术进步的作用率。据经济发达国家统计，本世纪初，这些国家农业生产率增长量中不到 27%是靠科学技术进步实现的，而现在这个增长量中的 60%～80%应归功于农业科学技术成就。

投入物质的再创造

依靠科技进步和现代管理科学合理地增加外源物质投入，以较少的人均资源的投放生产更多的农产品，力争获取最大的经济、社会和生态效益。高产出一定来源于高投入，没有外源物质投入的增加，生产可能性曲线就不可能向前推移，农业生态经济系统的物质循环水平和生产功能就不可能提高；没有大量的外源物质投入，就不会有农业的重大突破。现代农业要实现持续发展目标，一方面要努力增加外源物质投入，提高农业生态系统的物质循环水平；另一方面又要依靠技术进步，提高外源投入的物质能量转化效率和消除环境污染。

1.依靠技术进步提高农业物质投入的效益

中国现代集约持续农业的发展，要更多地注重外源物质投入和科学技术投入的结合，逐步把农业发展的战略重点转移到主要依靠技术进步的轨道上来。到 2000 年和 2020 年，使科学技术进步对农业增长的综合贡献率先后达到 40%和 55%。中国农业高产、优质、高效的持续性能和技术体系，不仅包括化肥、灌溉水和农业机械的合理使用技术，还包括建立和完善作物、畜禽、水产良种繁育体系，采用高产、优质、高效农牧综合增产技术，推广区域综

合开发治理技术以及病虫害综合防治技术。目前我国农业科技成果推广率仅在 30%～40%之间，尚有 60%～70%的科技成果未能及时推广应用，如能有效地克服技术开发和推广的种种障碍，健全技术推广体系，使这一比例提高到 50%～60%以上，就将对我国农业持续增长带来不可估量的深远影响。当然，要依靠技术进步增加外源物质投入实现农业高产出与高效益，还需要有选择地采取一套相应的保证措施：首先，要认真执行国家农业技术政策；其次，国家应增加对农业科技的资金投入,到 2000 年这方面的经费支出也应力争达到占农业总产值的 0.5%以上，并使农业科技投入的增长速度高于农业产值的增长速度；同时，要建立健全农业技术服务体系，提高农民文化技术素质，使广大农民尽快掌握提高物质投入效益的技术，把物质技术投入转化成农业综合生产能力。

农用工业的发展是增加农业物质投入的基础。为保证农业物质投入的稳定增长，国家应在充分考虑到农用工业的行业特征及其服务对象特殊性的基础上，在财政及税收政策上给予专门扶持，即首先要保证国家财政对农用工业投入的稳定增长；其次是强化投资功能，保证农用工业不断增强对农业物质投入的基础。

2.外源物质投入中的化肥仍然居于重要地位

目前，我国农业生态系统中来自化肥的氮素已占全部氮素投入的 60%，到 2000 年这一比例将要上升到 65%，这是有机化肥源所无力取代的。实践表明，生物供氮和有机氮供给的增长是极其缓慢的，而且所需相应劳动投入较多。因此，在较长的一段时期内，化肥氮素仍然是提高我国农业生态系统氮素循环和产出水平的主要来源，这就是我国农业（特别是种植业和农区畜牧业）必须增加化肥等外源物质投入的资源背景。

据联合国粮农组织计算，世界每公顷耕地化肥施用量为 104 公斤，中国为 246 公斤，从表面看，中国化肥施用水平是世界平均水平的 2 倍多，但有几点需要注意：①中国耕地实际数字要大于统计数字近 40%；②中国耕地复种指数达 156%，而世界和美国每年有 15%和 25%的耕地休闲；③中国化肥施用的对象 30%为果园、茶园、菜园等非大田作物。考虑到以上三个方面，中国每公顷耕地实际施用化肥水平为 90 公斤，接近于世界平均水平。再与人均耕地面积同样不足 0.13 公顷的经济发达国家或地区相比,我国每公顷化肥投入量还少 150～390 公斤，每公顷谷物单产还低 1600～2700 公斤。虽然在我国局部地区或地块，有的化肥投入量接近或达到饱和程度，但从全国范围来看，化肥投入量远远满足不了需要量，我国的化肥投入还有潜力。

增加农业化肥投入必须推行合理施肥办法：①尽快调整化肥结构。在继续增加氮肥生产的同时，应重点增加磷、钾和复合肥的比重，还要提高高浓度化肥如尿素、复合肥、液态肥等的比重。②当前尤其应加强轮作施肥技术、化肥深施技术、配方施肥技术，以不同土壤性质与肥力为依据，合理施肥。③注重化肥与有机肥的结合，这对改良土壤性状、减轻环境污染、缓和化肥紧张都能起重要作用。

为实现粮食和农产品需求增长的目标，中国农业不仅要增加大量外源物质投入以继续提高其综合生产能力，而且要消除资源过度消耗和环境恶化加重的潜在威胁，这是中国现代集约持续农业必须解决的问题。农业环境资源的原生形态是形成农业持续发展格局的重要基础，一个协调平衡、合理、高效的农业生态系统是实现农业持续发展的物质基础。中国现代集约持续农业

的资源和环境发展目标可概述如下：

作为一个自然资源相对不足的大国，我国农业受土地资源的严重约束，基本依靠集约经营提高单产，而且随着产量的增加会出现报酬递减。为了实现 2000 年和 2020 年中国农业的发展目标,在保证物质投入加速增长的同时，还必须选择有效的技术，配合科学的管理，改进投入物的性能与结构，改进投入物的使用方法，以充分发挥外源物质的潜在增产能力，并有利于改善农业生态环境。为了使现代集约持续农业系统得以建立、维系和演进，我国必须重点研究、推广和采用合理施肥、节约水源、节约能源、降低污染的农业科学技术。

3.外源物质投入是提高生态系统水平的重要源泉

我国人口众多，人均资源有限，尤其是耕地较少，复种指数已经不低，增加投入量总有一定限度，必须主要依靠科学技术进步的作用提高农业增产总量。以粮食作物为例，到 2010 年，如果我国在常规育种方面能有重大突破，培育出一大批高产稳产、多抗低耗的新品种，并拿出与之相配套的丰产栽培技术，我们就可以使主要粮食作物品种实现两次更新。按每次更新换种每公顷增产 10%计算，就可增产粮食近 500 亿公斤。按此计算，仅新品种这一个因素即可占到粮食增产总量的 1/5 左右，其余部分依靠发展灌溉、综合治理中低产田、增施复合化肥和发展绿肥、改进栽培技术、控制好植物保护、开发利用新技术、调整作物布局等来实现。总之，科学技术进步在今后农业增产总量中的作用，经过努力，可以逐步达到一半以上。

到本世纪末，要实现 5 亿吨粮食的总产量和其他各种农产品的发展目标，需要投入 1.65 亿吨化肥（有效成分近 3650 万吨），有效灌溉面积达到 0.53 亿公顷，农业机械总动力达到 3.68 亿千瓦，农药使用量接近 25 万吨，农用薄膜达到 123 万吨。到 2000 年我国农用化肥的投入平均每年至少需增加 3.8%，农业排灌和耕作机械每年需增加 4.2%，农膜要增加 5%，配、混合饲料需增加 5.5%。即通过科技进步和现代管理，科学地投入较多的物质能量，以现代物质生产要素代替传统要素，迅速提高土地生产率与劳动生产率。因此，可以说，没有大量的外源物质投入和现代科学技术的结合，就不会有农业的重大突破。

提高综合生产力道路的选择

农业综合生产力是在一定地区、一定时期和一定社会经济技术条件下，由农业生产诸要素综合投入所形成的，可以相对稳定地达到一定水平的农业综合产出的能力。在已经具备这种农业综合生产能力的基础上，通过具体生产过程的组织、运筹与调控，才能获得相应综合产出的现实生产力。

1.要正确认识中国农业发展的基本特征

充分认清中国农业发展的特征，有助于对农业综合生产力发展的持续性与非持续性进行准确的判别。

总的来说，我国农业的基本特征是人口多、耕地少，人均资源相对紧缺，非耕地开发难度大，地区发展不平衡，经济、技术基础比较薄弱。我们在选择农业综合生产力提高途径和农业发展战略时，应该把农业的基本特征作为出发点。

2.提高农业综合生产力的战略选择

（1）农业综合生产力发展的指导思想。我国农业综合生产力发展应以我国国情为基础，以持续发展为前提，按照社会主义市场经济的要求，坚持一靠政策、二靠科技、三靠投入，走高投入、高产出、高效益、低消耗，开发利用农业资源和环境为主，保护并举，各部门协调发展、地区间均衡发展、稳定发展的道路，保证农业持续、稳定、协调发展。

（2）农业综合生产力的发展重点。由于我国是发展中国家，我国农业综合生产力发展，必须强调中国特色。任何脱离国情、国力的发展思想或战略，都将是不切实际的，当然也将是不利于我国农业综合生产力发展的。发展综合生产力囿于我国国情、国力。全系统整体推进是我们努力的方向，但必须因地制宜，突出重点，优先发展。为了使现代集约持续农业系统得以建立、维系和演进，中国须重点研究、推广和采用合理施肥、节约水源、节约能源、降低污染的农业科学技术。农业综合生产力持续发展重点包括以下几方面：

第一，努力发展种植业、畜牧业、林业和水产业的部门生产。在进一步稳定发展种植业的基础上，大力发展相对效益较高的养殖业，包括畜牧业和水产业，加快发展加工业和商业服务业。

第二，协调发展人口、自然资源与产出总量，努力使三者向有利于农业持续发展、农业综合生产力持续提高的方向发展，即产出总量要大力提高，人口要严格控制，自然资源要严格保护。

第三，使提高劳动生产率、土地利用率、耕地产出率、农产品商品率的传统技术与生物技术相结合，生物措施与工程措施相结合，长效技术与“短平快”技术相结合，高投入技术与少投入（或低投入）技术相结合，土地节约型技术与劳动节约型技术相结合，开发利用资源技术与保护资源环境相结合。

第四，使投入与提高投入利用率结合，把投入规模与效益提高到有利于农业综合生产力大发展的水平上，并重点投向农业规模化、集约化、高效化、持续化领域（项目）或地区。

第五，保护耕地、草地等不可再生资源，遏制农业资源和生态环境的恶化，并努力向社会、经济、生态效益“三统一”方向发展。

第六，创造有利于农业持续发展的良好环境，特别是加强农业立法，减少政策的波动和投放的不稳定性。

3.农业综合生产力的发展模式

农业的技术进步基本上反映了农业投入要素的相对稀缺程度。在土地丰富而劳动力不足的国家里，农业技术是按照代替劳动的方向发展的，称为劳动节约型技术。在土地稀缺而劳动力丰富的国家里，农业技术是按照代替土地方向发展的，称为土地节约型技术。由于我国人多地少，而且工业能够向农业提供的现代化装备极其有限，因此百先在农业部门发展“土地节约型技术”，即通过增加化肥、良种的投入来提高土地生产率，是符合我国目前国情的。

在我国，利用和发展”土地节约型技术”是有利于农业发展的。但是从发展经济学的观点看，“土地节约型技术”只是一种“经济增长型”的技术，而不是一种“经济发展型”的技术。从我国的国情出发，分析发达国家农业发展经验，现代集约持续农业将是我国今后提高农业综合生产力的主要模式。

“现代集约持续农业”将是我国农业发展的一个历史阶段与过程，它将

随着我国科学技术和工业化水平的提高以及社会主义市场经济的发展而不断发展完善。众所周知，由于当代科学技术已全面进入农业的产前、产中和产后的各个领域并渗透到农业这个自然再生产与经济再生产相结合的过程中，对提高农业综合生产力起到越来越大的作用，因此，“现化集约持续农业”在我国的发展，其核心必须是以当代科学技术进步为基础，并以持续提高的生产率，提高与保持土壤肥力，建设持续协调的农村生态环境，持续利用与保护农业自然资源为目标，以“高产、优质、高效、低耗”和社会主义农村共同富裕为宗旨，用现代科学、现代化工业来武装，现代经营方法来管理而建立的一种农业综合体系。它的特征是“调整优化农业产业、产品结构”，“控制人口、提高素质”，“资源节约”，“经营集约”，“生态保护”，“持续发展”和“共同富裕”。

通过发展“现代集约持续农业”，推动我国农业综合生产力的发展，是符合我国国情的。建立“现代集约持续农业”，是历史的渐进过程，必须从初级到高级，由局部到全面地循序发展；必须因地制宜、多样化地开发利用农业资源；必须自始至终坚持集约经营、持续发展原则；必须切实防止环境污染，保护环境资源。总而言之，必须坚持集约性、持续性、高效性和多样性，经济、社会和生态效益相结合的原则。

4．中国现代集约持续农业发展的政策建议

（1）制定和完善提高农业综合生产能力的投入政策。由于中国农业生态系统生产力的提高，需要增加大量外源投入物质，并要提高投放物质的效益，因而投入政策的重点是优先支持主要的物质投入，尤其是系统内无力自我增生的氮、磷、钾等主要营养元素和必需的微量元素、水分以及必要的能源的投入：一是要增加化肥生产基本建设投资，化肥等农用工业的投资占国家基本建设投资比重应恢复到 4%。在国内再建设 10 座大化肥厂，使国内化肥生产能力维持在化肥总投入量的 75%～80%的水平上。二是应重点支持流域间调水，特别是南水北调，应尽快解决华北地区严重缺水的问题，同时要加快解决一部分特区人畜严重缺水的问题。为了提高水利效益，要制定新的农田水利建设投资政策，同时要把农业用水和工业用水、生活用水分别进行水资源核算以改善水资源的使用和管理办法。

为了尽快改变一部分地区生态环境恶化的状况，在投入政策上要向一批具有改善生态环境作用的重点生态工程倾斜：一是江河流域上游、沙漠边缘和水土流失地区防护林体系建设工程。应当重点建设长江和珠江“两江”上游防护林体系。对这些重大工程要实行全流域共同治理的办法，全流域受益、全流域集资，并在信贷利率上给予优惠甚至减免政策。二是有严重障碍因素的土地改良建设工程。南方红黄壤地区和北方干旱地区、低洼涝和盐碱化地区都存在着严重的生态障碍因素，而区域治理和改造都需要长期投入大量的物力和财力，因此国家和地方要共同管理，在资金、信贷和引进外资上给予优先的政策，在综合开发上要给予优惠的政策、以尽快改善这些地区的生态环境。

（2）制定提高农业生态经济效益的技术政策。政府应该优先支持并重点发展一些持续农业科技领域，特别是以下三大领域：一是化肥农药、农膜新品种、新剂型及其高效利用的技术。大量使用化肥、农药、农膜带来的污染必须依靠技术进步加以减轻或消除，重要的是选用无污染或污染少的新品种。国家要支持科研部门和大专院校建设一批重点实验室和中试基地，引进

国外新品种和自己创新相结合，联合攻关，尽快突破。二是推广持续农业、生态农业，立体农业、旱地农业和各种类型的多层综合利用资源的成套技术体系。三是进一步依靠科技进步，对中国传统农业创造的各种类型的间、套、复种耕地制度和多熟制种植制度、能量多层次利用及病虫害综合防治技术有重点地给予总结提高，加快示范和推广。

（3）制定和完善保持农业生态平衡的环境政策。保持农业生态平衡的环境政策，主要应着重于两个方面：一是防治水土流失的政策。在目前水土流失面积继续扩大的情况下，必须完善政策与法律上的规定，加强经济制裁的力度，并具有相应配套的严格执行政策法规的手段。二是防治工业和乡镇企业环境污染的政策。政策的制定既要引导乡镇企业合理布局，支持发展乡镇企业小区，统筹规划、统一安排基础设施建设，又要对乡镇企业的环境污染更多地采取经济制裁措施，对乡镇企业发展从支持和约束两个方面给予调控和干预。

资源耗费和资源管理

孤独而美丽的地球环绕着太阳，在宇宙中奔向茫茫无际、未知的远方。无论是幸运地踏上月球的人类使者，还是日行八万、绕地飞行的宇航员，在他们遥望自己家乡的时候，都会发现，这蓝色的星球是那么的脆弱。星外文明的数量也许有如天上的繁星，但我们也可能是文明之火的唯一守望者。它能不能永远燃烧下去，使智慧之光照亮宇宙，主要取决于我们如何管理和使用好地球资源——这文明之火的宝贵薪柴。

众人“使”柴：人均资源紧缺的巨大压力

现代农业的建设，必然伴随着资源的大量投入。我国农业自然资源的基本特征是，地大物博，但人均资源相对紧缺，特别是人均耕地和水资源尤为紧缺，地区分布不平衡，耕地资源承受巨大的压力，非耕地资源开发难度大，资源开发利用的技术水平和经济效益不高。我们在选择农业自然资源开发利用途径和农村发展战略时，应该把自然资源特征作为基本出发点。

紧缺的农业自然资源

1.自然资源总量丰富、人均相对量紧缺且具有明显区域差异

我国幅员辽阔，总土地面积 960 万平方公里，海洋面积 354 万平方公里，合计为 1314 万平万公里，居世界第三位。由于季风气候影响，52.5%的国土属干旱、半干旱区，土地承载力低，其中的 12.1%为沙漠戈壁，在目前科技与生产条件下难以用来发展农业。由于复杂地形的影响，国土面积中高原、山地、丘陵占 65%，其中 4.8%为 裸露的石质山地、1.6%为海拔 5000 米以上的高寒荒漠、0.5%为冰川和永久积雪地，这些都是农业无法利用的。可耕地面积为 9565 万公顷，仅占国土面积的 9.96%，远远低于美国的 20.50%、印度的 55.82%、日本的 12.03%等，而且耕地质量不高，中低产田约占 60%。草地资源虽然有 3.8 亿公顷，占国土面积的 39.6%，但干旱与高寒草地就占一半。年水资源总量达 2.7 亿立方米，但地区、时间分布不均衡，长江流域及其以南地区仅占国土面积的 30%，水资源拥有量却占全国总量的 80%，北部广大地区严重缺水。长期以来，是以相对紧缺的自然资源承担着巨大数量人口生存所需食物的生产。

1995 年，全国人口数量达到 12.11 亿人，以人均占有量计算资源水平：

人均占有耕地仅 0.087 公顷，只占到世界平均数的 1/4，美国的 1/9，加拿大的 1/20，澳大利亚的 1/34。越是经济相对发达的地区，越是农产品需求量大的地区，其人均耕地越少，生产压力越大，难以做到耕地休闲，甚至轮作倒茬也很困难。

年人均水资源径流量为 2474 立方米，只占世界平均水平的 1/4，世界排序仅列第 88 位，水资源的时空分布、人均占有量等也很不均衡。

人均拥有森林面积仅为世界人均水平的 14.6%，人均林木蓄积量仅为世界人均水平的 15.5%。

人均可利用草地面积仅为世界人均水平的 33.1%。

自然资源的后备量也相对不足，全国有可利用的草地 2.867 亿公顷，宜林荒山荒坡 0.667 亿公顷，可开垦的宜农荒地 0.133 亿公顷，沿海滩涂几百万公顷，开发利用这些后备耕地资源可以为我国提供大量食物和其他生产资料和生活必需品，但其投资量大，开发难度大，投入产出效益不理想。就我国目前的国情、国力而言，使这部分资源形成现实的生产能力不是一朝一夕的事，尚需长期的努力。科学、合理地利用好现有的已开发出来的资源是关键，特别是对不可再生资源，必须特别注重保护，如耕地资源和地下水资源等。

2.耕地人均占有量不断下降，但仍有很大增产潜力

人多耕地少，使有限耕地承担着沉重的农产品供给的压力。在我国人民全部生活消费品中，农产品和以农产品为原料的工业品占 85%，穿着的 80%也主要靠农业提供原料来解决。而耕地又在逐年减少，近 10 年来，每年减少 40～47 万公顷。最近几年通过行政、法律、经济等综合措施，急剧减少的势头虽然得到初步控制，但每年仍趋于减少。世界人均耕地 0.28 公顷，而我国仅 0.087 公顷，长期承受着以较少耕地养活较多人口的沉重压力。但也要看到，我国农业还有较大发展潜力，全国中低产田 0.56 亿公顷，接近耕地的 60%。目前，虽然全国粮食每公顷产量已提高到 3750 多公斤的水平，但从土壤理化性状、改造中低产田的条件以及光、温等自然条件来看，我国单产能力仍有较大幅度提高的可能，南、北方都有不少地方已总结出大面积吨粮田的经验，说明我国耕地还有相当大的增产潜力。

3.非耕地资源开发难度大，但仍可提供一定的食物与其他原料

我国现有可利用草地 2.87 亿公顷，其中，北方可利用草地 2.27 亿公顷，南方宜牧草山、草坡 0.47 亿公顷；宜林荒山、荒坡 0.67 亿公顷，森林面积 1.25 亿公顷。还有可能开垦的宜农荒地 0.13 亿公顷，可造林的荒山约 0.87 亿公顷，可养殖的水面约 0.07 亿公顷。只要统一规划、综合治理，到本世纪末或下世纪初，即可以开发利用相当一部分非耕地资源，并形成相应的生产能力。

4.农业经济基础比较薄弱，但已形成了一定的综合生产能力

我国农业现代化水平仍然不高，目前全国人均农业产值和农业固定资产都只在 1000 美元，每个农业劳动力平均生产谷物为 1200 公斤，农业劳动生产率仍然较低，但与改革开放前的 1978 年比，农业综合生产能力提高很多。1993 年我国国内生产总值为 31380 亿元，其中，农业产值为 6650 亿元，占国内生产总值的 21.2%。1993 年农业机械总动力 3.18 亿千瓦，比 1978 年的 1.18 亿千瓦增长 169.5%。大中型拖拉机 72 万台，比 1978 年的 55.7 万台增长 29.3%。排灌动力机械 7545 万千瓦，比 1978 年的 4823 万千瓦增长 56.4%。化肥施用量 3000 万吨（有效成分），比 1978 的的 884 万吨增长 239.4%。农村用电 1253 亿度，比 1978 年的 235.1 亿度增长 433%。此外，开展了大规模的农田水利建设。40 多年来初步治理了长江、黄河、淮河和海河，修建水库 8.6 万多座，农田灌溉面积占耕地面积的 45%以上，盐碱地有 60%得到不同程度的改造，经过改造的红黄壤累计近 670 万公顷。这些都反映了我国的农业技术改造和物质装备达到了一个新的水平。

5.资源利用虽有一定潜力，但根本出路在于转变利用方式

我国的基本国情决定了我国农业发展只能走挖掘资源潜力为主，拓宽产业领域与提高效益结合、以提高效益为主的道路。从我国农业发展的长远战略看，奋斗目标是要实现有中国特色的农业现代化，也就是在坚持社会主义方向的前提下，不断提高土地生产力、资源产出率、劳动生产率和产品商品率，以满足人民生活日益增长的需要。我国农业现代化的主要特征是，以科学技术和现代化工业为强大支柱，把传统农业转变到以现代科学技术和现代管理为基础的现代集约化持续农业上来，用现代工业装备农业。我国人口多，耕地少，资金不充裕，还处在向工业化发展的过程中。显然只有依靠科学技术进步，以最经济有效的投入换取最大的产出，以较少的人均资源生产更多的产品，以最科学的方法获取最大的经济、社会和生态效益，才是建设有中国特色社会主义现代化农业的正确道路。

承担着巨大压力的资源

自然资源是国民经济与社会发展的重要物质基础，分为可耗竭或不可再生（如矿产）和不可耗竭或可再生资源（如森林和草原）两大类。随着工业化的发展和人口的增多，人类对自然资源的巨大需求和大规模的开采消耗已导致资源基础的削弱、退化、枯竭。如何以最低的资源成本确保自然资源可持续利用，将成为当代所有国家在经济和社会发展过程中所面临的一大难题。中国正处于快速工业化、城市化的过程中，以单纯的消耗资源追求经济数量增长的传统发展模式，正在严重地威胁着自然资源的可持续利用。因此，以较低的资源代价和社会代价取得高于世界经济发展平均水平的效果，并保持可持续增长，是具有中国特色的可持续发展的战略选择。

由于人口和经济的迅速增长，中国十分有限的农业自然资源开发强度不断加大，非农业占用耕地继续扩展，草地过牧、森林超采、渔业过度捕捞，再加上污染和生态环境退化，加重了农业自然资源的破坏和衰退趋势。为了实现农业可持续发展，保护和合理利用自然资源成为急需解决的问题。

长期以来的自然资源的无偿使用，已造成资源的严重浪费，对自然资源保护非常不利。在市场经济条件下，若仍然保持资源无价（产品高价、原料低价、资源无价）或价格扭曲的局面，无疑会加重对资源的浪费。因此，必须加快开展农业自然资源评估和定价工作，建立自然资源的有偿使用机制。

1.农业水资源

中国目前人均水资源量不足 2 400 立方米，约为世界人均水量的 1/4。随着人口和经济的发展，农业和工业、农村和城市用水的矛盾日益突出。中国大部分农业供水工程都是六七十年代修建的，供水能力下降。建国 44 年来兴建了大量水资源开发利用工程，水利工程年供水量约 5000 多亿立方米，但是，农业和城市缺水依然十分严重。农业每年缺水达 300 亿立方米，受旱面积约 2000 万公顷，实际灌溉面积仅 4867 万公顷，平均每年因缺水减产粮食约 500 万吨。此外，还有 8000 万农村人口饮水困难。全国有 300 个城市，按资源缺水、工程缺水、污染缺水和给水设施不足缺水四种类型划分，前三种占城市总缺水量的 70%。

目前，中国大部分城市和地区的淡水资源供给已受到水质恶化和水生态系统被破坏的威胁。由于全国 80%左右的污水未经处理直接排入水域，造成全国 13%以上的河段受到污染，90%以上城市水域污染严重，近 50%的重点城镇水源地不符合饮水标准。这些污水的相当一部分直接污染了生物和农产品。同时，由于大量围垦、不合理使用农药、化肥以及水土流失等，水域生态系统被破坏，淡水生物资源（尤其是渔业资源）受到威胁。据统计，每年由于水生态环境系统被破坏，造成淡水鱼资源损失达 8 万吨。所以，保护水质和水生态系统已成当务之急。

地下水是中国城市和乡村以及工农业用水的重要供水水源。全国约有 2/3 的城市和部分农田以地下水作为主要供水水源和灌溉用水，后者占地下水总开采量的 81%。目前，地下水资源开发利用存在着缺乏规划和管理、严重超量开采、水位持续下降、漏斗面积不断扩大和城市地下水受到普遍污染等问题，直接影响到地下水资源的持续利用和保护。为减轻这些影响和威胁，需要立即对地下水资源实施永久利用的战略。

从长远来看，中国的水资源问题主要是短缺或不足。根据我国 2000 年国民生产总值翻两番的目标要求，预测本世纪末在积极节水、合理用水和中等干旱的前提条件下，全国年总需水量为 6000 亿立方米。到 21 世纪初的 10 年间，淡水需求若按 2%～3%的增长预测，则 2010 年全国总需水量达 7200 亿立方米，即 10 年间增加 1000 多立方米。为此，需要在 2010 年前增加供水能力近 1200 亿立方米。

在 21 世纪前后，我国淡水资源供需矛盾最突出的地区仍是华北地区、西北地区、辽中南部地区以及部分沿海城市，缺水地区的经济和社会发展受水资源不足的威胁将日趋严重，尤其是北方地区的农田灌溉用水不足，山西能源基地严重缺水以及辽中南部和山东半岛地区的缺水。

2.土地资源

中国土地资源总面积为 9.6 亿公顷，根据 1985 年调查统计，其中耕地、林地、牧草地、建设用地、水域和未利用土地面积分别占总面积的 13.8%、20.7%、27.5%、2.9%、3.8%和 31.3%。中国是一个多山的国家，山地丘陵占国土面积的 23%，又是一个人多地少的国家，人均土地面积约 0.9 公顷。最近几年，每年减少耕地数十万公顷，农业用地和城市以及工业用地需求矛盾日益突出。此外，还有滥垦草原、过度放牧、乡镇企业占地和土壤污染，山地垦殖和水土流失造成土地污染，山地垦殖和水土流失造成土地资源的严重退化和浪费寺问题。

随着社会主义市场经济机制的运行，中国土地资源作为不可替代的生产要素日益趋向于市场化。因此，如何建立健全土地市场机制、政策、法规，以及现代化土地管理，一方面发挥市场机制在土地资源配置中的基础作用，另一方面加强政府的合理干预，达到土地高效公平和可持续性利用，已成为中国土地资源面临的重大问题。

中国已开展了多次土地资源调查，积累了大量土地资源信息，但由于调查方法、数据管理、更新与辅助决策等方面落后于国际先进水平，至今未形成一套完整而有效的土地动态监测与管理系统，因此，难以为政府提供现实性强、可靠程度高的土地资源开发决策依据。加强土地资源管理、实施动态监测与信息管理的现代化已迫在眉睫。

湿地是一种特有的土地资源和生境。中国大约有 2500 万公顷低洼湿地，其中沼泽、滩涂盐碱地分别有 1100 万公顷和 210 万公顷。由于长期忽视了对湿地的保护，围垦滩涂和沼泽地改建鱼塘、虾池等现象时有发生，在许多滩涂沼泽里，野生动物彼大量捕杀，生态环境总体上呈恶化趋势。近年来情况有所好转，建立了许多自然保护区。1992 年中国加入关于作为水禽栖息地的国际重要湿地公约。但是，由于此项工作起步晚，缺乏统一规划管理，破坏现象仍然存在。

3.森林资源

中国森林面积 1993 年为 1.2863 亿公顷，森林覆盖率为 13.4%，人均森林面积不到世界人均水平的 15%，森林蓄积量为 93.1 亿立方米，由 80 年代初的每年 0.3 亿立方米“赤字”转变为现在的 0.39 亿立方米盈余，这表明中国森林的可持续发展已有良好的势头。但是，用材林的消耗量仍然高于生长量，森林质量不高，郁闭度偏低（全国平均为 0.52），大片的森林继续受到无法控制的退化、任意改作其他用途、农村能源短缺以及森林病虫害的危害，要消灭用材林的“赤字”和森林的破坏或退化，则要采取一致紧急行动，大

力培育森林资源，使公众了解森林的重大影响，并参与保护森林资源的各种活动。

森林是陆地生态系统的主体，它不仅为社会提供木材，而且还具有保护环境、防风固沙、蓄水保土、涵养水源、净化大气、保护生物多样性和栖息地、吸收二氧化碳以及生态旅游等功能。中国传统的森林开发与管理正是缺乏对森林资源的多功能作用特性的认识，只注重森林的直接经济价值，而忽视了其巨大的生态价值，导致林地逆转、生产力低下、质量下降和森林病虫害蔓延等森林退化的恶果。一些国际组织、财团和中国政府都已注意到森林的多种生态功能特性，并强调尽快采取一些保护措施来确保森林资源的多种作用。

4.草地资源

中国可利用草地资源面积为 3.1 亿公顷，其中人工草地 10.53 万公顷。草地资源是中国陆地上面积最大的生态系统，对发展畜牧业、保护生物多样性、保持水土和维护生态平衡都有着重大的作用和价值。中国的草地按照地区大致可分为东北草原区，蒙、宁、甘草地区，新疆草地区，青藏草地区和南方的草山五个区。

中国草地资源的分布和开发利用具有下列特点：一是面积大、分布广和类型多样，是节粮型畜牧业资源，一些草地地区还适宜综合开发和多种经营；二是大部分牧区和草山、草地地区都居住少数民族，其中相当一部分是老区和贫困地区；三是草原和草地地区大多是黄河、长江、淮河等水系的源头区和中上游区，具有生态屏障的功能；四是目前草地资源平均利用面积小于 50%，在牧区草原中约有 2700 万公顷缺水草原和夏季牧场未被合理利用。

长期以来，由于对草地资源采用自然粗放经营的方式，重利用、轻建设，重开发、轻管理，草地资源面临严重危机，主要表现在：

一是超载过牧、乱开滥垦，草原破坏严重；草原建设缺乏统一计划管理，投入少，建设速度慢；草原退化、沙化、碱化面积日益扩大，生产力不断下降；全国有 86.67 万平方公里草地退化，占可利用草地面积的 1/3，并继续在发展。

二是草原土壤的营养成分锐减，草原动植物资源被严重破坏，草原生产力下降。如果不采取有效措施，预计 2000 年，草原牧草产量可能比目前下降 30%，草原生态环境将更加恶化。

三是目前草地牧业基本上是处于原始自然放牧利用阶段，草地资源的综合优势和潜在生产力未能有效发挥，牧区草原生产率仅为发达国家（如美国、澳大利亚等）的 5%～10%。

我国北方草原和南方草山、草坡面积有 4 亿公顷，其中北方牧区可利用草原面积有 3.13 亿公顷，占国土面积的 32.6%，相当于美国耕地面积的 3 倍，约占世界永久性草地面积的 1/4，仅次于澳大利亚和前苏联，居世界第 3 位。广阔的牧区草原是大地的生态屏障，对我国畜牧业的发展以及牧区经济全面发展具有十分重要的作用。目前牧区饲养着全国 1/4 左右的牛和 1/3 的羊，猪仅占 3.5%，5%，其中牛肉占 25%，羊肉占 30%，牛羊奶占 30%左右，整体生产水平不高。草原牧业产值仅占全国农业总产值的 1.6%，每公顷草原年产值仅 15 元左右，每公顷草场产品产量只相当于新西兰的 1/82、美国的 1/27、澳大利亚的 1/10。主要原因是历史上长期不合理利用造成的，加之现在投入较少，草地制度改革进展缓慢。在牲畜头数不断增加的同时，草原也在继续

退化，全国草场超载过牧面积约占 30%，形成“牲畜越养越多，牧草越啃越少”的现象。草原建设治理速度赶不上长期形成的退化、沙化速度。

南方草山、草坡潜力很大，但开发难度较大，近期难以形成新生产力。我国南方草山、草坡多处于亚热带地区，总面积 0.667 亿公顷，多为森林破坏后的次生植被，成为稀树湿草原。由于过去开发利用不合理，水土流失严重，农林牧业都不能协调发展。虽然亚热带草地分布于高雨量地区，降水量多，年平均气温 8～16℃，有较好的水热条件，但在天然草地上的高营养价值牧草少，只能饲养一些当地土种畜，生产性能低。近年来做了一些试验性开发利用，取得了明显的经济效益、社会效益和生态效益。总体看来，如果建立后的人工草地若不利用或利用不合理（过牧、过刈），则很快退化，人工草地群落经常有被天然群落取代的危险，它将重新回到原始状态。亚热带草地仍有许多技术问题需要进一步深入研究。要选择适于不同地区高温、耐季节性干旱的草种，使全年均衡供应饲草，缩短人工草地的枯草期，延长青草期。引进适宜的家畜品种，提高饲草利用率和综合产出率。

5.生物资源

（1）农作物种质资源十分丰富。据统计，世界栽培植物有 1200 多种，其中有半数以上起源于我国。我国是水稻的起源地之一，又是大豆、小豆的原产地和绿豆起源中心之一，还是小麦遗传多样性中心之一。此外，果树、蔬菜及花卉的类型丰富，我国是许多园艺作物的起源地，故被称之为“世界园林之母”。新中国成立尤其是党的十一届三中全会以来，我国重视和加强了植物种质资源的调查、收集、鉴定和保存等基础性研究工作，到目前为止，我国已有 27 万多份作物品种资源经过繁育、鉴定，并安全存入了国家长期种质库。此外，还有 5 万份多年生和无性繁殖作物品种保存在全国 33 个资源圃内。贮存份数之多，仅次于美国（41 万份）和前苏联（34.5 万份），但它们有相当数量的资源来自国外，而我国绝大多数（85%以上）原产本国。可以说，我国的植物资源对种植业的持续发展是非常有利的。

（2）水产生物资源种类繁多。中国海洋生物资源有 3000 多种，其中鱼类有 1694 种，经济价值较大的有 150 多种。沿海浅滩、滩涂的生物资源有 2500 种，重要的是增加养殖生物有 238 种。种类的海区分布总趋势以南海区最多，向北各海区依次递减，有些种类是跨海区分布的。南海区约有 198 种，东海区 96 种，黄海区 79 种，渤海区 57 种。种类的组成以软体动物贝类为主，占总数的 45.7%，鱼类占 16.8%，藻类占 16.3%，甲壳类占 13.4%，其他生物占 7.8%。

中国内陆水域生物资源种类相当多。据统计，在中国自然繁殖的纯淡水鱼有 709 个种和 58 个亚种，海淡水洄游性鱼类 64 种，从国外移殖的有 30 多种，已分布到各地养殖的有 10 多种。各地调查发现的新种也在不断增加。

但是，由于经济的快速发展，人类活动的足迹几乎遍及一切生物赖以生存的地域，任意捕杀和采集大量珍贵的野生动植物，使得有些珍贵的物种面临着灭绝的危险，自然界丰富的生物多样性面临着严重的威胁，也威胁着人类自身的发展。人们逐渐认识到，必须采取有效管理办法，保护人类自身赖以生存的宝贵资源。

责无旁贷：留下后代必需的资源

中国自然资源的利用耗费十分巨大。随着人口和经济的增长，资源投入需求量将会继续扩大。我们再也不可能继续单一扩大资源利用数量以实现经济外延增长了，相反，我们必须加快转变经济增长方式，走提高资源利用效率的道路，节约使用资源，管理子孙后代必需的资源。

走向合理利用资源的目标

中国未来资源的利用，必然是选择节约、集约、高效的模式。

（1）水资源可持续利用的目标是：积极开发利用水资源和实行全面节约用水，以缓解目前存在的城市和农村严重缺水危机，使水资源的开发利用获得最大的经济、社会和环境效益，满足社会、经济发展对水量和水质的日益增长的需求，同时在维护水资源的水文、生物和化学等方面的自然功能，维护和改善生态环境的前提下，合理、充分地利用水资源，使得经济建设与水资源保护同步发展。为了增强农业发展后劲，2000 年的全国灌溉面积将由目前的 4867 万公顷增加到 5333 万公顷，农业年缺水量将由目前的 300 亿立方米增加到 400～600 亿立方米。通过兴修农田水利，建设一大批以中小型工程为主的蓄、引、提水工程，可增加农业年供水能力 300～500 亿立方米，同时大力提高农业灌溉技术水平，如低压管道灌水、喷灌、滴灌、微灌技术的推广，采取平整土地、提高渠系利用率等措施，在保证 5333 万公顷灌溉面积的前提下，每年节约农业灌溉用水量 80～100 亿立方米。

（2）土地资源的可持续利用目标是：在 2000 年以前完成国家、省、地（市）、县四级土地资源调查和土地利用总体规划，进一步明确利用的总体方向、目标和任务，综合平衡各种建设用地需求，优化土地利用模式；建立各级政府土地资源管理信息系统，逐步建设土地利用监测网，掌握土地的动态变化，实现土地资源管理的现代化。健全市场经济机制下的土地管理政策与法规，全面推行土地有偿使用和分阶段实现土地市场化，实现大面积土地开发利用的综合有效管理，全面整治退化土地，加强山地资源的评价、综合利用与管理，提高土地利用效率。在湿地资源保护方面，在国家和地方两级明确管理机构，对现有湿地资源进行依法管理，提高管理的科学性，保护好一批在世界上最重要的湿地保护区。到 2000 年，建立 100 处多种湿地类型自然保护区，全面制止随意破坏湿地资源和湿地生境的现象发生。

（3）森林资源的可持续利用目标是：加速造林绿化、提高森林质量，实现本世纪末森林覆盖率增加到 15%～16%的目标；到 2000 年消灭全国用材林“赤字”；制止现有森林资源的破坏和退化，促进森林生态效益、经济效益和社会效益的全面提高。采取有效的措施维持、增进和充分评价森林的生态价值和资源效益；加大人力投入、提高技术和专业技能，以有效地制定和实施有关维护、管理和可持续利用森林的政策和法规。到本世纪末，建成全国森林资源监测系统，包括地方系统、监测数据和地理信息系统；在森林管理方面，尽快建立森林资产管理体系，实行森林资源的有偿使用，最终建立适应市场经济条件下的森林资源监督管理体系。

（4）草地资源的可持续利用目标是：到 2000 年再新增人工草场和改良草场 2333 万公顷，围栏草场 1467 万公顷，达到全国累计保留人工和改良草

场 3333 万公顷、围栏 2000 万公顷，使人工和改良草场占可利用草场的 10%左右。争取建设 20 个草地自然保护区，达到基本控制草原及其生态环境退化趋势。到 2000 年，使约 2600 万公顷草原得到初步治理，实现草原生态环境由恶性循环向良性循环的转变。

（5）生物资源的可持续利用目标是：全面保护动植物品种、野生近缘动植物物种和农区野生物种，加强保护工作体系建设，修订、补充必要的法规、标准，在 2000 年前逐步形成农业资源保护的法规体系。

在制定和实施耕地保护条例的基础上，将 80%左右的耕地作为基本农田保护区，改造中低产田，分期分批实施中低产田规划，加快建设高产、稳产农田。促进土地复垦，防治耕地风蚀（农田防护林带）、水蚀（土地平整和农田水利）。在稳定农村土地使用制度的基础上，促使农户秸秆还田和多施有机肥。

保证大中型能源基地（特别是大中型电厂电站）对农村的能源输送，发展农村小型能源建设，促进初级能源的换代和转化，开辟新能源并洁净能源。

对未利用和已利用的自然资源，特别是大量使用的物质资源，进行新使用价值的研究和开发利用，加强对野生动植物资源进行多学科、多功能的研究和开发利用。

从国外引进新的生物品种资源，并加以改良、选育、区域化，使其具有商业性生产价值，并丰富国家种质资源。

农业资源的系统管理

现代资源管理通常采用市场运行和行政干预相结合的办法。市场运行的特点主要体现在资源定价、有偿使用上；行政干预的特点主要体现在政策法规、经济调控的运用上。2000 年以前，为农业自然资源合理利用和环境保护及有效管理提供真实而公正的价格依据，并以此作为生产要素市场的一个重要的组成部分，作为对农业环境评估、监测的一个有效手段，纳入国民经济核算体系。

审理现有与农业自然资源和生态环境有关的法规、标准，明确农业部门在资源与环境保护利用中的职责，补充新的更专门化的法规、标准；强化农业资源与环境管理体系建设，提高管理效率和能力。建立健全农业资源和环境的数量、质量和分布等性状数据库，并保证数据库的持续、更新和正常运行。

1.土地资源的管理

一是土地资源调查、监测和规划。加强全国范围内大面积土地开发利用规划（如农业、工业、城乡基本建设等用地）和管理；加强成片土地开发区的宏观管理，特别是土地环境的宏观评价、特定土地估价、使用方向审定和土地开发对环境的影响；划定不同类型的耕地保护区，严格限制把耕地转向非农业用地；加强大型建设项目用地和跨行政区划土地利用方面的管理与协作；制定省、地（市）和县级土地利用总体规划；加强山地资源的调查，进行适宜性评价，制定山区土地可持续利用规划，建立山地可持续发展样板，防治山地灾害，加强山地资源综合管理。

二是土地市场培育和综合管理。由国家土地管理部门和立法机构全面审查和完善有关土地立法和管理条例，制定土地市场或有偿使用的法规条例；

各级政府应在国家现有法律基础上，根据本地区市场发育的具体情况制定出适合市场经济运行的有关制度和措施，并建立一批土地市场及其管理机构，尤其是进一步完善土地市场和土地使用权转让以及土地基础地价体系；在地（市）、县两级建立土地验收评估机构，规范土地市场和城市农村土地市场的一体化，市、县两级政府土地综合管理部门完成土地利用总体规划，制定包括城市居民、公用、工业、农业以及特殊保护等类型的土地利用计划。

三是土地资源信息管理现代化建设。一是建立或健全土地信息管理机构；二是逐步开发各级土地资源信息管理系统；三是开发土地市场信息管理系统和土地有偿使用专家系统；四是培训各级土地管理业务人员；五是建立全国各级土地资源管理信息系统，并与世界有关组织的信息系统以及全国土地市场的计算机联网，充分实现信息有偿共享。

开展国家、省、地（市）、县四级土地现状清查，实现调查数据计算机动态管理和地籍数据信息管理，以及世界土地资源信息的共享；政府定期向社会和公众发布、宣传土地资源信息和政策。

四是湿地资源的利用与保护。加强现有湿地资源管理，严禁盲目围垦；加强湿地地区的保护和建设，建立相应的机构，制定法律法规；制定全国湿地的保护战略和行动计划；开展湿地资源的评估和科学研究；研究湿地资源开发利用与保护的最佳模式；推动湿地资源科学研究方面的国际合作。

2.森林资源的管理

制定各种造林和森林开发规划，健全各级管理机构，提高公众绿化意识，提倡全民绿化。

制定监测体系发展规划和有关技术规范，建立和完善东北、中南、华东和西北 4 个国家级森林资源监测中心，建立国家森林资源信息数据库和地理信息系统。

实行森林资源有偿使用制度，积极推行林价和林木商品化制度，严格执行林木采伐许可证制度和环境影响评价制度；对国有林实行森林资产化管理，试点和推广森林资产所有权管理和有偿合作管理模式。

重点搞好速生丰产用材林基地建设和五大防护林体系建设；多种植速生、高产、热值高和多用途的新树种，解决农村能源困难，对严重缺柴的山区应重点加快薪炭林培育；鼓励寻找各种替代和节约能源的措施，如沼气、太阳污染、林火、病虫害和其他人为因素造成的森林破坏和退化。

3.草地资源的管理

一是加强与《草原法》配套的法规建设和机构建设，按照《草原法》及其有关法规，对滥垦、滥挖、滥搂、滥牧等掠夺式利用草原者，给予批评、警告、罚款或赔偿经济损失等处罚，对构成犯罪的追究刑事责任。推行草地有偿使用，利用经济刺激手段限制草地资源的过度使用。

二是加强草原建设，治理退化草场，实行国家、集体和个人相结合的措施，大力建设人工和半人工草场，积极改良退化草场；利用洼地储积降水和地表径流，灌溉草场；有条件的可以实行松翻补播，提高产草量；大力发展人工牧草场，适宜地区实行草田轮作，采取科学措施，综合防治草原病虫鼠害，注意防止农药及工矿企业排放，“三废”对草原的污染。

三是加强草地畜牧业科学管理，合理控制牲畜头数，调整畜群结构，实行以草定畜，防止草场超载过牧；建立以两季或三季为主的季节营地，大力推行划区围栏轮牧；推行草地有偿承包合作制度。

四是大力开辟牧区新能源，加太阳能、风能、沼气等，解决一部分牧区居民的生活用燃料，以减轻对天然植被的破坏。

五是发展草业科学，加强草业系统过程和草原生态研究；引种驯化、筛选培育优良牧草，加强牧草病虫鼠害防治技术和退化草原恢复技术研究，维护草原生态系统的良性循环；同时建立永久的草原生态监测网，为草原建设和管理提供科学依据。

4.水资源的管理

一是做好水资源供求与评价的管理工作。健全和完善国家和地方编制、审批、实施水长期供求计划管理体制和规章制度；采取先进技术和方法，制定目标明确、切实可行和具有成本估算的国家和地方行动计划和投资方案；通过需求管理、供给管理以及价格机制实现水资源的有效分配和有偿使用。二是要加强水污染防治和水生态环境保护管理。三是全面评价地下水严重超量开采的现状、影响以及不同条件下的控制措施。此外，还需加强水资源利用和保护的科学研究与示范工程建设。

资源管理需要坚持资源效率与经济效率并重的原则。以经济效率的提高带动资源效率的提高，以资源效率的提高保证经济效率的持续增长。根据农业区划和农业资源数据库资料，对农业自然资源分类、分区进行评估。分区要到县一级，以提高估价精确度，建立农业自然资源核算体系，并纳入农业及农村经济以致整个国民经济核算体系。在估价和核算的基础上，制定各种自然资源开发利用方案，充分利用核算成果，建立监测控制系统和信息网络，对农业自然资源变化进行长期系统的监测和控制。

有步骤地推行农业自然资源的合理估价和有偿使用，以市场经济手段管理自然资源的配置和使用。由点到面逐步地开展农业自然资源的核算试验，建立资源定价和核算的制度和法规，最终使资源的开发利用走上高效益的轨道。

生态平衡和环境工程

“敕勒川，阴山下。天似穹庐，笼盖四野。天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊。”古代的游牧民族，以蓝天大地为伴，天如穹顶，永无尽头，地似载舆，无边无尽。虽然总有先贤哲人提出天有多高，地有多厚的问题，但这是没有答案的。它只能作为一种理性的思考，成为先民们敬奉上天、崇拜自然力量的理由。那时的自然界，只作为外在的力量发挥作用，人类的触角还没有触及到它的边缘。天赐的财富似乎是取之不尽、用之不竭的。但时至今日，人们似乎正在走向世界的尽头，自然界好像变得吝啬了，为了自己的衣食，人们遭尽自然的白眼，饱尝了捉襟见肘的难堪。为了继续生存和发展下去，我们必须维护和再造农业生态环境。

生态失衡：农业发展对环境的沉重压力

千百年来，农业之树结出的果实，虽然不像人们期望的那么丰盈，但总还是保证了人类的生息繁衍，为越来越多的人遮蔽了风雨。然而，今天农业的发展对环境的压力越来越大，甚至造成了对环境的破坏，反过来又破坏了农业自身的基础。这棵大树还能再屹立千年吗？这是我们要联系环境因素分析才能回答的问题。

农业对生态平衡的冲击

1.僧多粥少——争夺水土现象严重

随着社会经济的发展，农业各部门和各生产系统之间争夺土地的竞争会越来越剧烈。这种竞争最集中地表现为农、林、牧、鱼各业及其内部各生产项目都要扩大各自的用地范围。另外，人口不断增加和经济增长也会使更多的土地转用于人类住宅和基础设施。同时农业造成的林地损失比较严重。热带地区毁林面积目前约为每年 1540 万公顷，其中大部分是由扩大放牧和耕作，特别是轮垦造成的。

人工造林速度超过毁林速度已在许多国家成为现实。中国正在实施一个庞大的造林计划。出于种种原因，毁林速度可能会放慢。第一，近来实施的改进政策产生的滞后影响。例如，在鼓励措施和税收方面，取消一些助长毁林的不正常做法或加强对伐木业控制的政策。第二，适合耕种的林地日渐稀少。第三，预计发展中国家靠农业为生的人口增长速度会放慢。第四，改进技术，通过土地强化而不仅仅是通过扩大耕地来满足农业需求。第五，采取并执行持续农业和农村发展的政策及方案。第六，一些金融机构调整政策，对投资项目造成的环境影响进行更严格的评审。

然而，即使目前的毁林率有所下降，在今后 20 年左右的时间内仍会有大片热带森林被改为某种形式的农业用地。到 2000 年，除中国外，发展中国家还会有大约 9000 万公顷的土地被改作耕地。

森林是陆地自然生态系统的重要组成部分，具有保持水土、调节气候、改善生态环境等多方面的功能。滥伐森林对生态环境造成的破坏是十分严重的。如美国从 1880 年开始滥伐东部各地原始森林，于是引起“ 灰尘笼罩 ”。们 34 年,一场风暴从土地破坏最严重的干旱地区刮起,席卷全国 2/3 的地区，一次就刮走 3 亿多吨土壤，破坏了得克萨斯州等地的许多农场，全国冬小麦一年减产 51 亿公斤。

这种持续不断的压力要求：①使农业研究更加侧重于寻找替代轮垦的可持续的方法。②制定一项旨在保护热带森林的、整体性更强的战略，如粮农组织热带森林行动纲领寻求的战略。这是因为，目前的林业政策倾向于将毁林问题看作孤立的林业问题，结果，这些政策大都归于失败。此外，还应强调有助于放慢人口向环境易受损害的边际地区流动的速度，进行土地改革。

干旱地区的作物生产面积估计会扩大 600～700 万公顷,这是一个较小的数字。但是，这些土地目前大部分是草原，改变其用途会增加对其余牧场的压力或将牧畜驱赶到更为偏远的土地上的危险，并有可能造成土地退化。如前苏联从 1954 年至 1963 年，在中亚细亚草原地区毁掉天然草场，盲目开垦

这里的处女地，种植粮食作物。原来表土有草原保护，不产生土壤侵蚀，开垦以后使土壤失去草原保护，春天大风袭击时，风吹土起，造成严重的风暴灾难，严重破坏了这里的生态平衡。据统计，盲目开荒使前苏联中亚地区遭到风蚀的耕地约 0.07 亿公顷，比前苏联欧洲部分的全部耕地面积还要大。这个问题必须妥善处理。

就数量而言，因为所涉及的土地面积一般都不太大，水产养殖对用地的竞争并不十分明显。然而，从质的方面来看，这种竞争可能关系重大，因为有些国家开发的土地是比较独特的红树林沼泽，具有生物进化方面的潜在价值，并正在发挥着沿海渔业繁殖地的作用。对有关典型地点的具体研究表明，除非采取更有力的保护措施，否则在今后 20 年当中可能继续出现重大损失。

关于农业与人类住区（包括城市工业及基础结构发展）之间的竞争，由于存在一些未知因素，难以突出说明压力的程度。在今后 20 年中，发展中国家的人口估计会增长约 19 亿人，但这些人将占用多少土地，却是一个极难断定的因素。经济增长、工业化以及持续不断的城市化将进一步增加对扩大用于人类住区的土地的压力。在到 2010 年的期间内，发展中国家的人类住区将占用约 3500 万公顷的新土地，其中 2000 公顷是具有农业潜力的土地。在具有农业潜力的 18 亿公顷土地中，这只是一小部分。因此，从表面来看，对于所有发展中国家来说，人类住区方面的土地损失看来并没有构成重大威胁，只要稍微提高现有土地的生产率并从尚未用于农业的土地中增加一小部分就可抵消这一损失。但是，由于以下几个因素的作用，整体情况也不能使人乐观。

首先，有些国家的新土地微乎其微。其次，大部分城市往往建在优质土壤上，而未作农用的土地的土质往往较差。再次，在 21 世纪下半叶中，发展中国家的人口还会继续增长，因此，可能还会损失大片土地，一旦建造房屋，就会永远丧失这些土地。由于旅游业对土地造成的压力，许多小岛国沿海地区的情况尤为严重。当然，这一问题还不止于此，因为人类住区的扩展并非是造成土地损失的唯一因素。例如，土地退化不仅造成土地损失，而且减少了大片土地的生产率。长期的全球气候转暖和气候变迁会使海平面升高或使农业生态条件恶化，从而危及一些国家多达一半的优质土地资源，如孟加拉国和冈比亚。这些事实是得出上述结论的根据，即应当采用预防性措施，尽量减少人类住区方面的土地损失。尽管如此，仍然存在着一些发展中国家今后走与许多发达国家今天所走的道路相反的可能性，即在成功地强化土地后减少耕地。

技术的发展，一般可继续在小规模扩展农业用地的情况下提高农业产量。然而迄今为止，水的消耗情况并非如此，在近期内不可能显著提高水的利用率。尽管技术进步提高了少数地区水的利用率，但还不足以补偿收入增长和消费造成的用水增加，这两者加在一起，可使非农用人均用水需求量增加许多倍。未来不一定和过去一样，但技术的改进和用水方式的改变很少在 15 年的时间内就能产生可观的效果，通常要等很长时间才能产生效果。这些情况对今后 20 年以及更遥远的未来有看严重影响。非洲和亚洲的人均淡水供应量现已严重不足，与土地使用限度相比，许多国家更接近本国的供水限度，提高农业产量，就会增加对水资源的压力。以下三个方面尤其重要：

第一，发展中国家的粮食供应严重依赖于灌溉地谷物生产，其产量约占谷物总产量的一半。尽管一些国家的水利灌溉设施成本高昂，同时面临着取

消对现有灌溉设施的补贴（隐蔽或公开的）的压力，而且今后将越来越难以用经济或社会理由作为补贴的根据，这种依赖性估计还会有所增加。

第二，对灌溉设施的用水需求不断增加以及工业需求和家庭需求不断增加，将加剧用水方面的竞争，抬高用水价格，使有些地区的粮食生产无利可图。农业是用水大户，在水资源的总消耗量中占近 70%，而工业用水和家庭用水分别只约占 21%和 6%。后者通常靠从农业“抢”水来扩大其用水量，而且通常比农业部门实力雄厚。

第三，过量抽取地下水已在许多地区成为越来越严重的问题。这一问题在近东最严重，以至于盐水有可能侵入，最终使该地区的水不适合用来生产作物。然而，在南亚的大片地区，因为粮食安全严重依赖于灌溉，这些地区过量抽水造成水位下降，使深度不大的管井抽不上水来，存在着灌溉设施最终可能变得过于昂贵或者实际上根本无法使用的危险。

第四，现有灌溉系统的退化（甚至已到了不得不废弃的程度）以及水质的下降使供水不足问题加重。地下水的开采近几十年当中之所以能够成功地扩大水利灌溉设施，主要是靠用管井抽地下水。管井具有规模小、成本低、可以迅速建成的优点，不会使肥沃土地受损，也不会像大型水库自流供水那样给人类住区造成破坏。管井的增加极为迅速，仅在印度，管井的数目就从 1950 年的大约 9 万眼猛增到 1990 年的 1200 多万眼。然而，这种成功掩盖了对下述事实的忽视：在使用地下水的基础上实现农业发展是不能持续的。如果这种发展使用的是“化石”水或提取率超过了补给率的话，由于地下水的自然补给率很低，管井灌溉面积的迅速扩大对一种通常是静止的资源造成了极大压力，而且由于灌溉技术还比较落后，大部分工程设施老化失修，管理不善，水资源浪费损失现象依然没有从根本上解决，这一紧缺资源损失浪费严重。据调查估算，在中国，仅渠系渗漏损失，每年就高达 1700 多亿立方米，占灌溉水总量的 43%，自流灌区渠系水的有效利用率只有 40%左右，而且灌区一般也只有 65%。此外，这一问题还因与提取地点有一段距离而加重，其中主要是高地集水区的森林被毁、放牧过度和其他形式都会加速径流和雨水下渗减少的土地退化。因此，地下水位不断下降，广泛造成环境、经济和社会问题。在许多沿海地区，盐水侵蚀问题正日趋严重。过量抽水使投资或操作费用增加，因为地下水位下降后必须挖掘更深的水井，还要消耗更多的能源抽水。在有些情况下，无力出资深挖水井的贫困农民不得不靠天降雨生产。

2.竭泽而渔——水土资源的退化

水土资源的退化，特别是侵蚀、养分耗竭、土壤盐渍化以及水污染，从每年收成和肥料用量比率可以看出这些破坏对生产率的影响。最近，采用了一种标准化方法——土壤退化全球评估方法，对目前退化的范围和严重程度进行评估。这种方法比以前将各国和各区域的评估结果汇集起来更先进。土壤侵蚀是最普遍的退化原因，而水侵蚀是主要的催化剂。对退化严重程度的评估，其重要性更大。据估计，发展中国家近 10 亿公顷的有植被土地严重退化，致使生产力受到一定影响或严重影响。全世界约有 900 万公顷的土地的原始生物功能已完全被破坏，其中 500 万公顷在非洲，以至于要重整这些土地可能已不容易。

（1）土壤侵蚀。大量证据表明，侵蚀造成的损失大大超过每年每公顷 50 吨土，这种损失可能是土壤自然形成率的 5 倍以上。虽然已在这方面做过多次尝试，但是还没有从实际方面或经济方面完全确定这种损失对作物收成

或生产的影响。和人为侵蚀与自然侵蚀之间的关系一样，侵蚀与生产率丧失之间的关系也比以前想象的复杂。同样，一度曾用来衡量这些损失的实验技术也没有以前想象的那样有效。土壤侵蚀与收成损失之间的关系并非线性的，这就是说，这种关系既不是与丧失的土层的厚度成正比，也不是与丧失的颗粒的种类成正比。此外，对土壤结构的影响，特别是对空气间隙度的影响可能比对土壤化学构成的影响更重要。另外，一个地区收成的损失可能会由于土壤最终沉积到山坡、山谷或平原的下面而得到补偿。然而，这同样不是一个简单的问题。首先，这是因为土壤的沉积还可能产生消极的外部后果，例如，水库和灌溉渠会被淤塞，从而减少其有效寿命。其次，造成大多数河流的淤塞。

（2）土壤养分的耗费。这是一个目前就环境会计学进行辩论时突出强调的问题。休闲期缩短，作物收获期延长，同时又没有采取适当的技术对策，如增施有机肥料或生物肥料，种植豆类作物、固氮藻类等来补充作物吸取的土壤养分。因此，农业生产的可持续性受到威胁。但由于不均匀使用肥料提高了产量，这一问题曾部分地被掩盖起来。不均匀使用肥料虽可提高收成，但会降低肥料的各种养分的技术效率，从而增加经济成本。这种情况在非洲撒哈拉以南地区最严重，在其他许多地区的情况也很严重。这些地区不仅缺乏氮和磷酸盐等主要养分，而且缺少硼和锰等微量元素。80 年代中期，该区域所有国家估计都不同程度地发生土壤养分耗竭问题，最严重的地区是半干旱地区。那里的牧畜粪便不足，使用化学肥料基本上是不经济的。中国耕地约占国土面积的 10%，但由于人口众多，人地比例关系长期处于失调状态，因此对耕地的利用强度很大。目前中国粮食平均单产已大大超过世界平均水平，过度耕种使耕地质量不断下降。第二次全国土壤普查结果表明，在相当大的地区土壤肥力正在下降，如东北三江平原土壤有机质和颗粒结构分别由建国初期的 6%～11%和 60%～90%，下降到现在的 3%～5%和 30%～50%；土壤无障碍因素的耕地只占总耕地面积的 15.3%；耕地总面积的 59%缺磷，23%缺钾，14%磷钾俱缺；耕层浅的占 26%，土壤板结的占 12%；受水土流失危害的耕地约占总耕地面积的 1/3。从整体上看，地力明显不足。

（3）土壤盐渍化。土壤的盐渍化主要是灌溉地区的问题，但在水分蒸发快、盐分跑到表土中的炎热干旱地带也会发生。在灌溉地区，这通常是因为设计不当造成排水不畅，以及保养不充分和管理不力，造成使用率过高和水道渗漏，最终结果是出现水涝、盐渍化、作物收成降低。如不采取行动加以制止，甚至会丧失农业用地。因此，这方面存在着两种压力：①如果土地再也不可能恢复，就会对有限的资源基础形成更大的压力。根据某些估计，全世界每年永久性失去的土地可能在 20 万公顷到 150 万公顷之间，另外还有 10%～15%的灌溉地会因水涝和盐渍化而在某种程度上退化。②经济方面的压力，这是因为对灌溉设施的主要投资迅速减少，收成下降，使生产的单位成本增加。

（4） 沙漠化。沙漠化的定义大致可称之为干旱地区的土地退化。其注意力一直主要放在非洲的苏丹—萨赫勒地区。据报告，那里的沙漠在不断推进。然而，这不只是非洲的问题，各大洲都面临着这一问题。据估计，被沙漠吞噬的作物种植地区和草原会占全世界陆地面积的 30%。中国的土地沙漠化问题也是很严重的，据统计，土地沙漠化总面积从 70 年代中期的 17.6 万平方公里，增加到 90 年代的 33.4 万平方公里，并仍以每年 1600 平方公里的

速度扩展。目前，约有 400 万公顷农田、500 万公顷草地受到沙漠化的威胁。

（5） 水污染。今后，水的供应不仅会受到数量方面限制的威胁，还有农业中产生的危及作物产量以及人类、牲畜和野生动物健康的威胁。来自农业的主要威胁有：灌溉地区的盐分不断增加，肥料和农药对表土和地下水的污染，集约化饲养单位和鱼场的有机排入物。由于适当的制止行动要过很长时间才会发生作用，估计所有这些威胁会越来越严重。强化灌溉将提高水的复用率，因此会使盐的聚积程度增加，但如果不采取纠正措施，就有可能影响作物收成和灌溉设施的持续性。庆幸的是，主要灌溉谷物，如稻谷和小麦对低度和中度含盐土壤的耐力比较强，但当含盐量高时、收成会损失约 10%。更多地使用有机肥料和矿物肥料对防止耗尽土壤养分和提高作物收成至关重要，然而，在有些施肥率极高的地区（如旁遮普）或蓄水层上的沙质岩层不厚的地区（如斯里兰卡的一些地区），如果不采取纠正措施，就会出现严重危险。在近东、北非和南亚的一些国家，每公顷土地的矿物肥料使用到 2010 年估计氮肥将超过 100 公斤，在 20 至 30 年以至更长的时间内都会保持这么高的施肥率。发达国家就在这样长的一段时间内开始面临严重的地下水含硝酸盐问题，从而说明了调整施肥率使之适合作物的吸收率的重要性。为了保护水质、满足人类不断增加的消耗量，就要对使用农业化学品和农用加工处理废料进行限制，但这方面的费用必然会摊到消费者的头上。集约化饲养乳牛、猪和家禽的单位估计会在全部畜产品产出中占越来越大的比重，它们的排泄物也会增加。许多发达国家都采取了措施，对存储和处理这些排泄物进行管理。例如，在荷兰的透水沙质盐地区，对牧畜的集中程度进行了严格管理。在开始采取类似措施之前，发展中国家的情况会继续恶化。另一方面，水质污染不断加重，使水资源更加短缺。目前中国每年污水排放量约 350 亿吨（1987 年为 349 亿吨），其中 80%未经处理就排入水域。大部分水系污染呈加重趋势，水资源危机日趋严重。

3.饮鸩止渴——农药的使用

农药的使用有三种变化会对环境构成严重威胁。第一，休闲期进一步缩短不仅会危及土壤的肥力，而且如不采取适当的纠正措施，还会造成更严重、更经常的杂草丛生和病虫害问题，因为耕作季节之间时间短会使更多的祸根生存下来，到下一个耕作季节再卷土重来。第二，由于一年种两次、甚至种三次作物的土地面积增加，可能会产生与休闲短类似的影响。第三，对蔬菜、水果需求量的增加，可能因过量使用杀虫剂而造成更大污染并危及人的健康。这些作物往往都被施用过量杀虫剂，离收获期通常太接近，这里是为了防止失去一茬经济价值很高的作物，或者纯粹是为了改进外观，以此提高价格。这种过量施肥会造成诸多危险——对于施肥的人、消费者、蔬菜害虫的天敌以及饮水供应都会带来危险。

农药污染日趋严重。中国从 1950 年开始使用有机氯农药，30 多年来共施用“六六六”400 万吨，DDT 50 万吨，造成严重的农药污染。1982 年，国务院决定停止生产这两类农药。据 1978～1980 年对全国十几个省、市、区的调查，在 1914 批粮食作物中，“六六六”和 DDT 的检出率分别为 100%和 49．8%，分别超过国家卫生标准 36．5%和 2.8%。烟叶、茶叶等检出率和超标率也很高。烟叶农药污染超标率为 98%，茶叶超标率为 44%。在对 236 批家禽类调查中，“六六六”和 DDT 的检出率是 100%和 99%，超标率是 34%和 16%。

据计算，农药污染造成的经济损失为 146.5 亿元，还降低了农产品出口

量，影响了人体的健康。

农村工业化对生态环境的冲击

农村工业化最主要的特征是农村自然资源和经济社会资源的就地开发、就地利用和就地转化。因此，农村工业化一开始就表现出布局分散化、规模小型化、产业趋同化的特征。这种“村村点火，户户冒烟”，绿色大地“遍地开花”的发展格局，带来了诸如交通不便、信息不畅、基础设施和第三产业的发展严重滞后，社区内生产要素合理流动不大、交易成本费用过高，以及严重的资源浪费、环境污染和对生态平衡的巨大冲击等问题，使农村资源和环境付出了巨大的代价。

农村工业化对农村生态环境的影响可以分为三种类型：第一种是农村工业生产过程中造成的直接环境污染；第二种是农村自然资源开发利用过程中所带来的生态平衡的影响；第三种是与农村工业相适应的农业现代化对生态环境的影响。

1.农村工业直接造成的环境污染

农村工业的污染主要集中在少数行业上，如造纸业、食品工业、印染工业、电镀工业、化学工业、建材及其他非金属采矿业（主要是砖瓦、水泥、土法炼磺）和煤制品业（主要是土法炼焦）。对农村工业污染的大量调查表明，造纸的废水排放量占农村工业废水排放总量的 44%，其中废水的化学耗氧量占主要污染行业废水中化学耗氧量的 70%；水泥工业的粉尘排放量占乡村工业粉尘排放量的 79%；砖瓦、陶瓷业的二氧化硫、烟尘和氟化物排放量分别占乡村工业排放总量的 57%、68%和 89%。因此，控制农村工业污染的目标是相当明确的。

在同类污染产业中，乡村工业的污染强度要明显高于城市工业。例如，乡村工业单位产值的废水排放量为城市的 2.55 倍，污染强度高达 1.98。从乡村工业环境污染总体情况来看,《2000 年中国环境预测及对策》报告对 1982 年全国乡镇工业“三废”排放与污染的经济损失作了概略的估计，乡镇工业“三废”综合污染损失系数达 2.42 元/吨，高出全国“三废”综合污染损失系数（1.67 元/吨）45%，《全国乡镇企业环境污染对策研究》课题总报中的结论是：乡镇工业污染损失值占全国工业污染损失值的份额，1978 年为 6%，1988 年上升到 20%，预计 2000 年将超过 32%。

目前，全国乡镇工业的“三废”排放量在全国“三废”排放总量中所占的比重不算太高，但局部地区污染负荷过高的状况仍然很严重。如果考虑到乡镇企业高度分散式布局，厂点、污染点与农业、农田和农村居民点交织在一起，易造成直接污染问题，加之缺乏及时有效的治理措施，乡镇企业的实际污染比统计数字所表明的结果严重得多。由此可见，在农村工业化初级阶段和较低发展水平上，就造成了如此严重的环境污染，不能不令人担忧。

但是，更令人担忧的是，对农村工业的环境管理远远滞后于农村工业的发展。统计资料和调查表明：乡镇工业交纳的排污费约占全国排污费征收总额的 10%，低于它的污染份额。乡镇企业和环境影响评价制度执行率仅为 23%，而城市大中型企业已达到 100%；“三同时”制度的执行率为 15%，与城市大中型企业 90%的执行率相比还有相当大的差距。1985 年，农业部首次在全国开展了乡镇工业环境污染状况调查，基本掌握了乡镇工业污染的状况

及发展趋势。经过近几年的努力，《1991 年中国环境状况公报》表明，1992 年中国农业生态环境开始出现转机。1993 年农业部推出了《迈进 21 世纪乡镇工业环境保护行动计划》。正如该计划指出的，本世纪末到 21 世纪初，既是乡镇工业发展的重要时机，又是加强环境管理、控制环境污染的关键时期。

2．资源的不合理开发利用破坏了生态环境

农村工业设备陈旧、工业落后、技术水平低、对资源的利用不合理是农村环境污染的直接原因，由此造成的资源浪费和对生态平衡的冲击也是相当严重的，而且更为复杂。

中国耕地资源极其宝贵，但农村工业占用土地资源情况相当严重。由于土地资源的无偿使用或低价使用，以及农村工业的分散布局，造成占地过多、侵占浪费土地资源现象已经十分严重。从 1978 年到 1984 年，乡镇企业发展处于初级阶段，新增就业人员有 5500 万人，占耕地约 533 万公顷，即每个乡镇企业职工人均占用耕地 0.1 公顷。1985 年以后，乡镇企业进入迅速发展时期，占用耕地面积也迅速增加。调查资料表明：1957～1985 年，我国耕地面积每年平均净减少 53 万公顷，1985～1992 年，平均每年净减少耕地面积增加到 71 万公顷，比前 10 年平均数增加 50%。耕地数量不仅日益减少，耕地质量也日趋下降。目前全国遭受污染的农田面积已达 1000 万公顷，每年损失粮食 120 亿公斤。其中，由于污水灌溉造成污染的农田达 330 万公顷，固体废弃物堆存侵占农田和污泥使用不当污染农田 90 万公顷。农村工业的盲目发展不仅浪费、污染了宝贵的水资源和土地资源，还严重浪费了大量的矿产资源。

3.农村工业利用资源方式对环境的不利影响

农村工业利用的自然资源一般以矿产资源和农业资源为主。但是，农村工业利用资源却有明显的高消耗、低效益，高浪费、低付费的特点。这种资源利用方式不仅浪费了宝贵的自然资源，还造成了严重的环境污染和生态破坏。造成这种资源利用不合理方式的原因很多，但主要原因是资源产权制度和资源管理不完善。很多自然资源，特别是乡镇企业开采利用的那些资源，常常是谁开采、谁占有，收益也就归谁所有。开采资源无需付费，即使付费也是极低的。一些人关心的只是开采使用资源以获得单位或个人的收益，而不关心资源的储备和供给能力及其合理使用，不注意节约和保护资源，这是一种短期化的行为方式、掠夺性的开发方式。这种资源利用方式的效率低下，会造成严重的资源浪费并破坏生态环境。一些乡镇企业污染环境却不加治理，滥占耕地和乱挖矿山却不顾长远的利益，这是急功近利的思想表现和行为。

农村工业虽然技术水平低、工艺落后、设备陈旧、占用耕地多、污染重、资源浪费多，但自 1978 年以来，产值连年大幅度增长，对我国的农村经济发展以致对整个国家经济的发展做出了巨大的贡献，只是今后在积极发展农村工业的同时，一定不要以牺牲资源和环境为代价。

日趋恶化的全球环境问题

1.无可挽回的损失——生物多样性的丧失

预测表明，需要注意两种特殊压力，即毁林和丧失潮湿土地。森林、生物多样性和气候密切相关，因为森林可以起到双重作用，既可以作为栖息地，

又可作为炭储存库。森林覆盖，特别是热带森林的覆盖参差不齐，光线强度和水分也千差万别，在一小片生物多样性极为丰富的地区内，可以同时存在着许多不同的环境。例如，封闭性的热带森林只覆盖地球表面的 7%，但全世界的物种起码有 50%、甚至可能是 90%都栖息在热带森林中。对于其中许多物种，还没有说明或评估其食物和医药用途或其他用途。尽管在 1990～2010 年期间农业可能占用的热带森林的面积在全球剩余的森林面积中只占比较小的比例，但仍应尽量努力减少这种损失。

发展中国家的一小部分潮湿土地估计也会在排水后用来生产作物，因为这些土地是发展中国家适合长期农作的所剩无几的资源之一。潮湿土地既是一种生物多样性的来源，又是一种可提供环境服务的生态系统，如减洪、养鱼、野生动物的环境和气候改善。因此必须保护潮湿土地。

2.气候变化——潜在的全球区域影响

农业活动对人为地产生温室气体发挥着主要作用，而这种温室气体又会增热，从而改变气候，气候变化又会对农业产生影响。除生物量燃烧释放的二氧化碳（主要是由于毁林和草原大火，这两者大约共占所释放的二氧化碳总量的 30%外，农业是通过释放沼气对增热发挥主要作用的。种水稻看来是全球沼气释放最大的人为来源，一系列主要影响产生沼气和吸收沼气的细菌的复杂因素都会对这种释放发生作用。水稻的物理、化学和生物环境对这些相互作用极为敏感，因此，可通过管理方法对其进行控制。例如，在深水中种水稻比在浅水中种水稻释放到大气层中的沼气更多。据估计，到 2010 年，稻谷的收获面积约增加 1100 万公顷，即大约增加 10%。因此，预计从这一来源增加的沼气释放量比较小，因为在增加的稻谷面积中，有一些原来在自然状态下就是沼气的潮湿土地。由于来自水产养殖业的竞争越来越激烈，估计会减少深水水稻种植面积，这一来源增幅不大的沼气释放量还会进一步减少。与种水稻相比，反刍牲畜释放到大气层中的沼气量增加得更快，到 2010 年，反刍牲畜（不包括骆驼科的反刍牲畜）估计会增加近 30%。沼气的释放是由于有氧发酵不能完全分解植物材料，而发展中国家饲养反刍牲畜普遍采用的纤维性、质量不同的牧草饲料往往都采用这种有氧发酵方法。因此，饲料差的反刍动物比饲料好的反刍动物失掉的沼气多。难以评估这些预计数对增热产生的全面影响，因为这是反刍牲畜的数目及其饲料的营养构成形成的两种影响，但在对畜产品的需求不断增加的压力下，反刍牲畜的饲料营养构成估计会有一定改善。

科学界已取得这样的共识，即全球气候转暖是一种确实存在的现象，会对农业产生许多不利影响和有利影响。其中最严重的不良影响可能发生在目前已深受气候变化之害的地区，特别是非洲撒哈拉以南地区，也就是最无力进行研究或出钱设法摆脱困境的地区。大致说来，尽管全球气候转暖后，大多数所处纬度较高的发达国家的气温上升幅度最大，但这种可能的气候变化对发展中国家的影响要比对发达国家的影响更严重。从实际条件来着，对发展中国家产生的潜在影响更大是因为这些国家大都位于低雨量地区或有着大片旱地，由于降雨量变化不定，使之面临着严重的农业生产问题；从经济方面来看，这是因为它们对农业的依赖性更大。

尽管气候变化产生的主要不利影响可能是 2010 年以后的事情,但仍应根据现在的社会和经济需要采取一些有助于尽量减轻气候变化潜在影响农业的措施。

炼石补天：建设农业生态环境工程

最近几年，关于为减缓上述许多压力所采取的少量或大量外部投入技术对环境的安全和适宜性影响的观点已严重向两极分化，双方都坚持各自的看法。有一个问题是清楚的，即增加农业生产依赖于补充收获作物时带走的大部分土壤养分，否则养分便会耗尽，生产便不能持续下去。低量外部投入办法将需要大量的劳动投入（这种劳动投入不是总能有的），而大量外部投入办法则需要相当多的矿物燃料（即非再生性的）能源投入。虽然矿物肥料的使用将继续增长，但是在许多情况下，矿物肥料并不能提供保持土壤肥力所需的全部投入物，而且必须作为综合作物营养体系的一部分与有机肥和其他生物投入物一起使用。应注意到，少量外部投入办法不一定比大量投入办法造成的污染少。例如，不合时宜地使用有机肥会比适量使用矿物肥料成为更加严重的地下和地表水的污染源，所以这里的要求不仅是技术性的，而且还包括人员培训和规章制度。

我们所需要的是权衡利弊，将两种办法结合起来。因为它们来自对发展中国家技术发展的优先领域和所走的道路不断变化的看法，来自发达国家中变化着的机会。对技术的强调不是想说明只确定某一新的技术道路就足够了，还需要采取范围广泛的政策和机构措施以为农民、森林使用者和渔民采取可持续的技术和资源管理办法提供必要的刺激。

人口压力和技术变革

对于整个人口和依靠农业的部分人口数量的增长、土地利用（和因此带来的环境变化）及技术变革之间复杂关系的分析有助于将 1990～2010 年的预测置于更广阔的背景下予以考虑。这些分析也提供了对政策有益的深入认识，以便政策可以指导而不是妨碍决定土地使用的集约化和采用技术的自然进程。目前似存在着两种观点：第一种观点认为，乡村人口的增长和环境质量之间存在一种消极的关系。第二种观点更加能动地和更着眼于经济层来看待这种关系。

第一种观点特别强调这样一个事实：人口对有限的土地基础的压力以及为减缓这些压力而缓慢地进行以农民为基础或以正规研究为基础的革新已对环境造成了广泛的不利影响。休闲期的缩短和易受侵蚀土壤上的植被的减少，加之恢复土壤肥力的自然进程缓慢，因此养分的丧失和对养分的过度消耗已降低了土地的生产力。

第二种观点集中于埃斯特·波希利普进行的工作。他应用要素替代（以工换地）的概念和技术变革假设：随着人口密度的增加，技术变革通过缩短休闲期、增加劳动力投入和采用改良工具（从播种棒到锄头到畜力犁）而“自发地”产生。根据这一假设，人口数量的增长导致对粮食需求的增长的问题可能通过变换要素价格自行解决：首先是与劳动力相比土地的日渐减少，造成增加土地集约化程度即缩短休闲期和增加对劳动力的使用；而后在赤林休闲、灌丛休闲和每年耕作等一系列土地集约化过程中，在某个阶段劳动力进一步短缺，导致采用改良工具。这样一种“以农民为基础的革新”，描述了使生产技术适应要素短变化的进化过程。以“科学为基础的革新”对整个经

济要素的反应，如土地和劳动力的自然条件，非农业活动对劳力的需求及对粮食和其他农产品需求的情况，引发了紧密相关的“诱发革新”的概念。因此，19 世纪后期日本的土地短缺，农业经济引发了生物技术革新，增加了单位面积产量；而美国，在当时每个农业劳动力的土地占有量要高出 100 倍之多，则采用了机械化的农业技术。直到几十年之后的 40 年代，为了适应土地价值的上涨情况，美国才广泛使用生物技术。

然而，如果人口数量增长迅速，或反之受到劳动力短缺的限制，如果可以找到如迁移这样较容易、又不需要很多劳动力的办法，那么这种导致为减轻对环境的压力而采取适当的技术措施——如修建梯田控制土壤侵蚀和使用有机肥恢复土壤肥力的“自发”进程不一定会以应有的速度出现。采用以研究为基础的革新办法也可能受到不完善的基础设施和推广、销售及信贷体系的限制。这样，最终结果可能是以农民为基础或以研究为基础的革新采用率都很低、农业生产率低、环境退化和贫困等现象的往复循环出现。如果管理土地使用权的体制不能适应变化的情况，将导致贫困和环境退化之间的恶性循环。还有贫困问题，通常与上述这些反复出现的情况类似。可以这样论证，即在某些情况下，贫困成为一种解决办法，因为穷人的对策是出走他乡；做出个人牺牲以便使自己的孩子能够受到教育和找到农业以外的就业机会；为了适应变化的市场从多种渠道增加农业和非农业收入。在其他情况下，不具备必要的条件，贫困和环境恶化并存，而且相互加剧。

发展中国家农业和生态环境技术的选择

发展中国家农业的最初发展，主要是以具有有利土壤和农业气候条件的地区、接受发达国家的技术和管理方法为基础的。这产生了一些积极的效果，但同时也有某些不良后果。发展中国家的农业增长超过了人口增长。另外，一些国家还增加了农业出口收入以及由此产生的地方收入，而没有使国内粮食生产受到影响。这是通过在有巨大潜力的地区实行主要技术改进所取得的，尽管在某些情况下出现了如前所述的对环境的破坏，但这些效益在中期阶段还会继续保持下去，而同时使生产向更加持续发展的道路转移。比较显著的成就包括，在亚洲和拉丁美洲采用高产小麦和水稻品种，在某些国家（如哥伦比亚）糖产量增加，棕榈油业迅速发展，其主要的不良后果如下：

（1）对气候变化和病虫害有很大抵抗力的传统混作和间作方法一般不再受到鼓励，并代之以不太稳定的单一作物种植和行植。人们现在承认，对短期家庭粮食安全和较脆弱环境的持续性来说，这一转变在有些情况下是不可取的，在另外一些情况下甚至是有害的。

（2）除了通过正式灌溉可克服缺水问题的地区之外，忽视了干旱和半干旱地区的技术需要。

（3） 育种工作以经济作物或一些主要主食作物为主，往往忽视了如谷子、块根、块茎和大部分豆科作物等粮食作物的育种工作。另外，育种的目标集中于最大限度地提高单产，而不是稳定单产，而稳定单产才是许多农民首要关心的问题。在某些情况下，如对高粱和玉米，育种者为提高单产，盲目挑选生长期长的品种，这就使作物生长期的长短受雨量和气候制约的地区的农民要冒更多的歉收风险。

（4）耕作制以传统的犁耕为主，这不适合发展中国家的劣质土壤。

（5）主要用矿物肥料更新土壤养分，而不是发展综合作物营养体系。

（6）制定土壤保持方法时应着眼于工程，而不是采用稳定土质的生物学方法；以防止土壤侵蚀而不是以管理土壤墒情为首要目标。

然而，这一认识还尚未导致各国和国际研究重点的明显转移，而且即使在调整了重点的地方，重大的技术和机构改革意见也不会在短期和中期内被广泛采纳。因此，我们仍然假设，在今后 15～20 年间仍会走现行的技术道路。

由于采用“西方”农业发展方式而造成的农业科技成果推广不力，通常归咎于农民未能参加市场经济活动和缺乏获利的动力，而很少归咎于上述的不足之处或归咎于所推荐的技术不适合农民的需要。然而，在确定技术需要和进行研究的方法方面，已经有所改进，这将会使为 2010 年所估计的生产水平更容易达到，并能持续下去。

在确定农民需要方面，有三个明显变化。第一，现在人们普遍接受以前曾经争论的观点，即如果给农民提供风险不十分大的技术，农民便会受益最大，而且在采用这些技术的最初阶段就可受益。这两方面在设计和评价许多技术时均被忽视了。第二，在理解人口对资源的压力与发展、使用技术之间的联系方面已取得了某些进展。例如。农民采用扩大土地和增加产量技术的程度取决于他们能否得到多余的土地和市场刺激。第三，人们越来越认识到，农民做决定时更多地考虑的是技术是否会带来利润，而较少考虑这些技术与环境是否相宜。

同样地，在如何进行研究方面也有明显的变化。第一，现在强调对耕作制度的研究，让农民更多地参与决策过程，以便促进将对商品的研究更好地与生产联系起来。第二，开始进行面向用户的农场研究，这是旨在满足缺乏资源的贫穷农民的需要，补充并依赖实验站研究的做法。最后，“挖掘”当地技术知识。日益认识到有必要发展现有的、已经被农民据其自己的社会和生态条件选择并改进了的技术，而又懂得只有这些技术是不够的。

发达国家面临着生态环境技术转变的机遇

公众更加自愿地为创造更好的环境付出代价。虽然从长远的角度讲，通过使用更洁净的和持续性的农业耕作法获得更好的环境可能是节约成本的，但是较高的生产成本、限制对资源的使用以及用税收支持公共开支的做法又会在短期内造成经济困难。这样，用有机肥种植的粮食成本要比“传统”产品高出 10%～20%，美国限制使用资源以促进持续木材采伐和保护斑点猫头鹰的生境的要求造成了美国 1993 年初木材价格上涨。结果，朝着持续性技术和做法发生的公共政策变革在很大程度上依赖于各个消费者和公营部门是否愿意付出这些额外的代价。自 70 年代初以来，这种意愿一直在加强，而且可望继续加强，虽然在经济不稳定时期会出现某些短期下降。

技术中面向环境的转移。这种转移受到三种力量的推动。第一，上面论述的公众压力。第二，主要是在欧洲共同体国家，解决剩余生产问题的必要性。第三，科学和技术本身的进步。第三种力量，即科学知识的增长和技术进步，以两种特殊的方式表现出来。首先表现在某些做法对人类和生态系统造成的危险有了深刻的认识上。例如，对含氯氟烃物质的应用和臭氧破坏之间的联系的发现，以及对南极上空臭氧洞穴的发现迅速导致了制定《维也纳

公约》和《蒙特利尔议定书》。其次表现在发展较洁净节能和更具成本效益从而甚至在没有管理压力的情况下也能通过市场力量被采纳的技术上。尽管这些力量在发达国家可以产生初步效果，但它们也能使发展中国家受益。它们将会给发展中国家提供新的或更好的技术开发工具，而且适合发达国家市场的某些技术可以直接投入使用，或可经变通改造适应发展中国家。

农村工业化持续发展和保护环境的对策

在农村工业高速增长的同时，必须注重保护生态环境。坚持改革农村自然资源开发利用方式，强化环境保护管理制度，推进小企业技术改造，建设农村工业小区，合理布局，调整结构，提高经济、生态和社会效益。

1.改革自然资源开发利用方式和制度，克服短期化行为

为了彻底改善农村生态环境，必须改革现存不合理的资源利用和管理制度，逐步健全资源产权制度，制定并完善资源税费制度。实行资源有偿使用制度可以使资源所有权（包括占有、使用、收益和处置权）在经济上得到实现。国家和集体作为资源所有者，可以使经营者、使用者的经济行为有产权约束作用，任何占有、使用都不再是无偿的。经营使用者必须按一定的程序与国有资产代理机构建立明确的法律契约关系，明确二者之间的责任、权力和利益，要按规定向国家和集体交纳租金和税费。有偿使用制度实际上是所有权要求获得收益权的一种方式，对经营使用者来说，可以获得经营自主权和收益分享权，便稀缺资源社会共享。建立资源有偿使用制度的管理和约束机制，可以促使企业主动采用新技术，节约使用资源；为减少稀缺资源的使用，可以征收高额的资源税费。有偿使用资源，必须交付税费，可以起到约束作用，以克服短期化行为，迫使那些资源消耗大、经济效益差、污染严重的乡镇企业尽快改变经营管理方式，推进技术改造，减少能耗、物耗，减少资源浪费并控制环境污染。

2.建立和完善各项制度，强化环境管理

通过加强管理以保护环境，是多年实践探索出来的一个适合我国国情的行之有效的途径。据估计，环境问题有 50%是由于管理不善造成的。而乡镇企业的环境管理更为薄弱，因此，加强管理对于乡镇企业的健康发展和农村生态环境的改善极为重要。由于环保力量的局限，前一时期我国的环境保护工作一直偏重于城市，注重解决最现实、最迫切的城市环境问题。而乡镇工业规模小、数量多、布局分散，难于治理，农村基层环保部门力量薄弱，力不从心。从现在起，必须把农村生态环境的保护工作提高到十分重要的地位，尽快制止农村环境的进一步恶化。对农村环境的管理，要考虑到农村工业数量多、规模小、布局分散、设备陈旧、工艺落后、技术水平低、经济效益差、治理能力不足等特点，还要研究不同类型区域的特点，根据我国现有的环境影响、“三同时”、超标准排污费三项制度和新推出的环境保护目标责任制、城市环境综合整治定量考核制度（可适用于县城）、排放污染物质许可证制度、污染集中控制和限期治理五项新制度，尽快制定出切实可行的、适合农村环境管理特点的政策体系和管理措施，使农村环境管理法制化和制度化。

3.推进技术改造，提高农村工业经济效益和环境效益

生态环境问题的产生起因于对资源的不合理开发利用，环境问题的最终解决必须依靠科学技术进步。农村工业化是以对农村资源（包括农业资源、

自然资源、劳动力资源等）的大规模开发利用为前提的。但是，农村工业技术普遍落后，污染严重，又缺乏治理能力，乡镇企业的设备大多数是城市工业淘汰的，甚至有些乡镇企业使用的是极简陋的原始手工操作工具设备，大多数设备对资源的利用率不足 20%，远远低于城市工业，更不能与发达国家工业的资源高利用率（一般在 80%以上）相比，大部分资源被浪费了，被排放到环境中去了，变成了残余物、污染物。因此，加强技术改造，提高资源利用率，既有利于节约资源，又可减少环境污染，在提高经济效益的同时，也提高了环境效益，这是解决农村工业污染的最终出路。

4.合理布局，建立农村工业开发小区

实践表明，对于高度分散的农村工业，如果仅仅实行单一治理和分散管理，要取得理想的效果，将会付出十分巨大的管理成本，这是乡镇企业不可能负担的。因此，需要寻求一种管理成本低和治理费用少的有效方法。对此，不少学者和管理专家提出采取大区域分散、小区域集中的策略，通过建立农村开发小区来实现农村工业与农村资源管理和生态环境保护的协调持续发展。

建立农村工业开发小区，就是在有条件的县、镇、乡，包括有市场条件、地理条件、资源条件、环境条件的地区，有规划、有重点地建立农村工业开发小区，集中管理，重点扶持农村工业的发展，以此带动社区经济的发展，并在农村工业化和城市化之间找到联系的纽带，把农村工业化与全国的社会经济发展有机地连为一体。其意义在于：第一，农村工业小区的建设，有利于那些具有充分发展潜力的地区自然地发展成为周围地区的经济中心，率先成长为小城镇，甚至最终可能成长为大中城市，推动农村工业化进程，打破制约乡镇企业发展的社会壁垒。第二，有利于国家对乡镇企业的宏观管理和统一规划，避免遍地开花、盲目发展、重复建设；有利于发挥规模经济和聚集效应，从而改善农村的市场条件以及公共基础设施，提高资源配置的总体效率和乡镇企业的竞争能力。第三，通过集中供热、供电、供水，可以高效合理地使用能源资源；通过污染企业的综合治理、集中治理、超前限制和有效控制，达到有效保护生态环境的目的，真正有可能避免重蹈先污染、后治理的工作化覆辙。

对工业小区可实行综合管理、分级管理的模式，由国家和地方共同管理。建立工业小区的实质，就是在国家政策指导和宏观管理下，建立可调控的规模化的区域市场。通过管理小区市场，间接引导企业的经济行为和发展方向。在建立市场经济新体制的过程中，通过管理调节市场、引导企业是一项基本经济原则。因此，为农村工业提供良好的发展环境和市场条件，提高企业的效益和竞争能力，就成为小区的发展目标和宗旨。“积极扶持、合理规划、正确引导、加强管理”既是指导乡镇企业的总方针，也应是指导小区发展的总方针。

关键在于选择可持续发展的农业技术

《国语》中有一个里革断罟（渔网）的故事。说的是有一年夏天，鲁宣公到泗水撒网捕鱼，而大夫里革认为鲁宣公破坏了“夏三月川泽不入网略”的制度，竟把渔网割破扔掉，还向鲁宣公讲了保护草木鸟兽鱼虫，使之繁衍生息的古训：山上再生出来的树条不得再砍，水中未长大的水草不能割，捕

鱼不捕小鱼，捕兽不捕幼兽。《管子·地数》中说：“为人君而不能谨守其山林菹泽草莱，未可以为天下王”，“苟山之见荣者，谨封而为禁。有动封山者罪死而不赦。有犯令者，左足人，左足断；右足人，右足断”。《吕氏春秋》中还记载了四时之禁：在规定的季节中，禁止随便进山砍树，禁止割水草烧灰，禁止打鸟猎兽，禁止捕捞鱼鳖。中国历史上就十分重视对自然的保护，今天要想使农业持续发展下去，还应该从保护农业生态环境人手。

1.减少土地和水资源的退化

减少土地和水资源退化的保护措施的成功主要取决于农民是在执行这些措施之后的第一或第二季度收到的作物产量和经济效益。在干旱地区，这种收益往往更多地来自改善物质结构，使之增加和保持土壤水分，而不是通过减少土壤养分损失来取得，尽管后者更为重要。由于不能满足这些要求，加上机构上的缺陷是过去水土保持技术和项目失败的原因，因为这些技术和项目不是需要大量劳动力的就是需要成本高的机械作业，因此，它们在短期内甚至在长期内往往难以获利，此外，保养维持的费用也很高。所以，农民很少采用这种水土保持技术，或在项目结束后不去维修这些水土保持结构。今天的成功经验和这些结论是一致的，在某种意义上说，就是过去的成功经验，通常也是以本地技术为基础的。

上述结论和意见对技术发展取得长期连续性是有一定重要意义的。

第一，土壤保持战略、研究和推广应该着重于提出不用或少用外部资金的措施，以便使之更适合于预计会受到日益严重压力的脆弱地区缺少资金的农民。

第二，如果有适当的机构支持，已有的技术可以在预测期前半期和较长时间内帮助提高或稳定单产。

第三，这些技术未被广泛应用，但是广泛应用可以使更大地区受益。可能撒哈拉以南非洲足足 5000 万公顷的旱地和亚洲更多的土地可以通过增加和进一步稳定单产以及增加种植频度等技术得益。另外，多雨量热带地区近 2500 万公顷坡地可以获益于更好地适应其特殊限制因素（土地类别“潮湿”，坡度 8%～16%）的技术。技术研究重点应该放在土壤保护的生物方法而不是机械方法上，因为生物措施，无论是植物障碍技术或实行系统的作物和残留物管理，都可以保留土壤粒子并最终修建起自然梯田，或保护土壤表层不受雨的影响和侵蚀。还应注意能限制土壤侵蚀又能控制更广泛土地退化的技术，如使用豆科植物活性覆盖物。国际农业研究磋商小组的各国际农业研究中心，主要是国际热带农业中心、非洲国际畜牧中心和国际热带农业研究所一直在通过收集和试验，寻找能用作饲草或用于覆盖目的的适宜豆科作物来支持各国的研究工作，但是当前国家和国际的努力与面临的任务及其对持续发展可能做出的贡献相比是不够的。

第四，在一个更具体的水平上存在着盐渍化的问题。由于盐渍化，灌溉土地正在丧失，大量土地减产。因此，采取纠正措施是获得灌溉土地和预测生产力水平的先决条件。最普遍的原因是排水设备不足、分水渠道渗漏造成的地下水位升高和用水量过度。结果，标准的纠正措施是增加排水设施和水渠衬砌，两种办法虽然经济，但代价也可能是很高的。然而在将来，一部分解决办法看来可能是地面和地下水一起作用及渠道和管道井系统的并用，后者提供纵向排水和次级灌溉。例如，中国的经验已表明一个较整体化的用水管理做法——当地称为“四水概念”——如何防止次生盐渍化和开垦盐渍化

的土地。

2.促进综合植物营养体系的形成

形成综合植物营养体系的目的是通过把农田及农田以外的植物养分更好地结合起来，即通过提高土壤的生产能力保证持续的农业生产，以最大限度地提高对作物的植物养分的供应效率。这种体系可以大大降低对矿物肥料的需要，因为这种体系可以根据确定的作物产量目标及时地为作物提供足够的植物养分，并且在耕作制度中尽量降低植物养分的损失。采取这种体系具有增加农民从使用化肥中获益的潜力。

第一，必须根据发展中国家农业各种不同的生态和经济条件来看待在实现这些广泛淋溶和挥发引起的植物养分的损失超过低水平的植物养分供应而使土壤中的植物养分耗尽的事实。这时，综合植物营养体系便会帮助取得更好的营养平衡，并且以有限的外部投入、当地来源养分更好的再利用，最重要的是以大量减少养分的损失来实现耕作制度的集约化。

第二，有这样的情况，即使有各种来源的大量养分供应，但植物养分的效率很低。在这种情况下，综合植物营养体系既会改善植物养分来源又会改进耕作技术，从而提高效率。在大多数情况下，这种低效率是由于植物养分的供应不平衡（与其他养分相比，氮的供应过多），或者由于另一个限制因素如二级或微量营养素缺乏、土壤的物理或化学方面的限制因素及气候危害所致。综合作物营养体系是根据资源（植物养分、设备、能源、经改良的品种和灌溉）的状况，谋求从经济上解除这些限制因素。

第三，由于植物养分供应过多或管理不善，植物养分的丧失污染环境：如地表水和地下水中有硝酸盐，地表水中还有磷酸盐，大气中含有亚硝酸氧化物和氨。在这种情况下，综合植物营养体系将更好地平衡或减少养分的供应，保持产量，但其重点放在既增加植物营养效率又减少植物养分损失方面。

第四，在干旱和半干旱地区，土壤有机质的保持对有效的植物营养管理，维持土壤渗透性和保水能力，促进能够利用储藏在土壤中的水的深根系统的发育都是至关重要的。综合植物营养体系面临的一个挑战是生产足够的生物量以便恢复土壤中至少在作物轮种时矿化了的等量土壤有机质。由于农民过分消耗土壤的植物养分储备，降低了其土壤生物量的能力，从而使土壤失去有机质。然而，当土壤温度高时，土壤有机质矿化的速度是较快的，而且在植物营养不是限制因素的时候，生物量的生产与是否能得到水直接相关。因此，在半干旱的热带地区，恢复已退化了的土壤中的有机质含量可能是困难的。在潮湿热带地区，植物养分的侵蚀、淋溶和酸化以及土壤中植物养分的固定可能会阻碍养分对作物的有效供应。另外，杂草的竞争和病虫害的压力也是降低这一效率的重要因素。然而，在这些地区比在半干旱热带地区的作物产量、生物量产量和作物多样化的程度高，而气温对土壤有机质矿化的影响一般较低。与半干旱地区相比，气候上的风险也较低，而且一般来说，自然条件对农业集约化更加有利。因此，综合植物营养体系将根据农产品的市场条件及农民的生产目标来解决不同水平集约化的问题。提高这些地区的土壤肥力参数比在半干旱或干旱热带地区容易，因为生物量产量较高。然而，由于雨量多，在实行机械化的地方土壤很容易发生板结。限制植物养分的丧失比在半干旱热带地区更加复杂，因为所牵涉的植物养分的总量较高，引起这种损失的因素压力也较大。

在灌溉地区，为作物消除干旱危险大大增加了植物养分效率的潜力。然

而，由于在耕作制度中对氮的损失控制不利或施肥不平稳，植物养分的经济效果经常是不佳的。灌溉地区的综合植物营养体系是相当特殊的，因为作物残留物的利用必须谨慎地加以管理以避免病害的发生及植物养分的淋溶。然而，固氮直接通过传统的温灌方式（蓝色藻类，绿萍）或者在混作或套作制度中进行喷灌的情况下是可能的。这样，综合植物营养体系在大多数情况下需要提高植物养分的效力，因为生物量产量一般较高，保持土壤有机质含量比在雨育地区更加容易。

氮的经济效益是综合植物营养体系中一个主要的问题。如果有水和磷及硫的话，空气固氮可以为耕作制度提供大量的氮。然而，氮的生物固定不能为超出一般水平的集约化生产提供所需要的全部的氮。现在有多种非寄生土壤细菌从大气中吸收氮并供给植物生长。还有其他细菌，主要是根瘤菌。这后一种办法已在欧洲和世界的其他地区多年被人们所应用，并维持了耕作制度。在中国、泰国、越南和其他亚洲国家，这种与水生蕨类绿萍共生的鱼腥藻类几个世纪以来一直通过提供大量所需要的氮来维持水稻种植。现在面临的挑战是利用传统技术，并与改造自然的遗传工程相结合，以提高氮的供应量并扩大植物生产区及可受益的环境。当前雨量较充沛的地区的自然的或经过管理的植物/微生物系统可以为每公顷土地提供 20～60 公斤氮，足以维持约 1 吨的谷物产量。到 2010 年，这种技术可望将这一数字提高 25%。传统的植物育种技术可以通过使用能较好地利用植物养分的品种来提高产量，或通过具有避免淋溶损失的较强的根系的品种帮助提高效率。对土壤缺陷（盐渍、缺氧、游离铝）具有耐力的品种也可以比传统品种更多地从植物养分的供应中受益。

综合植物营养体系在走向 2010 年的这一时期很可能会对作物产量增长及实现持续农业发展体系做出重要贡献。然而，如果对综合植物营养系统在短期到中期内所面临的困难估计不足或对在长期内的收益估计过高都是不明智的。缺少牲畜和劳动力将是某些地区面临的主要障碍：例如许多小农户不能饲养足够的牲畜以提供必要的粪肥（每公顷需 10 吨或更多），或不能为收集、运送和播撒粪肥提供大量劳动力。在土地限制因素严重和目标是取得高度国内粮食自给的地方，也许在现有或可预见的技术情况下可能用某些生态学家所主张的植物养分供应再循环或生物固定技术取得并保持所要求的高产量，几十年来中国便一直处于这样的状况中。中国有有机残留物再利用和利用生物氮的有效方法，然而，自 1950 年以来，主食作物生产已越来越依赖矿物肥料，现在中国是世界上矿物肥料最大的使用国。尽管目前中国正努力进一步发展生态农业科学，这一趋势看来仍然将继续下去，甚至会由于收集和施用有机肥、劳动力的日益短缺而加强。有关研究报告对生产的预测说明，有些国家和地区面将临着与中国相同的困难，例如，塞内加尔、布隆迪、卢旺达、马拉维、印度和泰国等国家。

3.扩大综合防治病虫害的机会

过去的农业生产承受着由于我们原来缺乏对农药毒性、毒性长期残留在土壤和水中，通过食物链积累及对非目标和目标品种造成的影响的认识而造成的错误的负担，这些错误的代价可见于人的死亡和发病，遭到破坏的生态系统和病虫对农药抗性的增加。由于反复施用农药，现在已有 450 多个有害节足动物品种产生了对一种或多种农药的抗性。作物病源和杂草的抗性也在增强。幸运的是，人类可以从自己所犯的错误中吸取教训，尽管并不总是能

及时这样做。有关研究表明，农药对人类健康和生态体系的破坏作用日益加剧,联合国粮农组织在 60 年代中期首先确定了发展和实行综合防治病虫害的概念。最初几年进展缓慢，但同时对用捕食虫控制被捕食虫的做法和生态体系作用的其他主要方面的认识向前推进了。在过去 10～15 年间，这方面成功的例子增加了，而且这一概念也发展得更加全面了。现在这一概念已将 5 个相互促进的防治方法结合起来。

区域控制和持续发展

“黄河之水天上来，奔流到海不复回”是对中国自然地貌的绝妙注解。同地质上由东到西渐高的三个阶梯相反，中国经济发展却呈现出由东到西渐低的三个梯度。东、中、西部三大区域如何协调共进，是水漫金山式的梯度推移，还是依托中、西部重点城市实施高屋建瓴式的反梯度发展，一直是仁者见仁、智者见智、莫衷一是的理论热点问题。

八仙过海：东、中、西部的前进步伐

我国地域辽阔，自然环境多样，经济发展不可能平衡推进，农业生产显示出明显的区域特征，形成了东部、中部和西部三个不同发展水平的经济地带。所谓“三大经济带”是指按经济技术、发展水平和地理位置相结合的原则，将中国分为东部、中部和西部三个经济区域，借以根据各地带的具体情况制定地区布局和地区经济发展政策。三个经济带的划分如下：

东部经济带包括京、津、辽、冀、鲁、苏、沪、浙、闽、粤、琼、桂等12个沿海省区。这一经济带工农业生产发达，交通运输、通讯设施基础较好，科学技术力量雄厚，在整个国民经济中占主导地位。

中部经济带包括黑、吉、晋、皖、赣、豫、鄂、湘、内蒙古等9个省区。这一经济带能源和矿产资源比较丰富，工农业的发展和科技力量有相当基础，属于次发达地带。

西部经济地带包括新、川、藏、滇、青、甘、宁、陕、黔等9个省区。这一经济地带矿产资源丰富，但交通运输不便，经济文化发展不平衡。

三大经济地带的巨大差异

1.东部地带

东部地带占国土面积的比重为 14%，农业人口占全国农业人口的比重为41%，耕地面积占全国的比重为32%，人均占耕地面积约为0.063公顷。沿海地带海洋资源丰富，气候温和，水资源充足，土地平坦肥沃，交通运输方便，经济发达，乡镇企业发展迅速，乡镇企业总产值占全国的 68%。农业生产水平较高，粮食每公顷耕地产量达到5745公斤，比中、西部地区分别高出27%和 43%，人均粮食生产量 364 公斤，明显低于中部地区。但是，也存在着工业“三废”严重污染、农业比较效益低、人均占有主要农业资源量相对较少、近海重要渔业资源急剧减少、农业土地资源被挤占多等非持续因素。

2.中部地带

中部地带占国土面积的比重为 29%，农业人口占全国农业人口的比重为35%，耕地面积占全国的比重为44%，人均占耕地面积为0.1公顷。我国三大平原的主要部分和南方亚热带丘陵位于这一地带，淡水面积占全国的 55%，森林面积占全国的45%，是我国主要的农产品商品生产基地，是我国粮、棉、油和畜禽产品最集中的地区。人均占有耕地面积分别比东部和西部高出58.7%和14.9%，但粮食每公顷产量仅及东部的79%。人均粮食生产量多达456公斤，分别比东部和西部地带高出25%和33%。工业污染和农业化学物质使用量都低于东部地带，但是，经济发展处于中等水平，乡镇企业不发达，乡镇企业产值仅占全国的 23%，农业资源严重短缺，南方丘陵山区也有一定程度的水土流失，这些都是制约农业发展的非持续性因素。

3.西部地带

西部地带占国土面积的比重为 57%，农业人口占全国农业人口的比重为24%，耕地面积占全国的比重为24%，人均占耕地面积约为0.087公顷。有丰富的农业和工业自然资源。西北日照充足，昼夜温差大，西南水资源和主物资源蕴藏量大，是我国牧区畜牧业的主要生产基地。草原、草山、草坡占全国的70%，林木畜积量占全国的50%，宜林荒地占全国的53%，有很大的农业

资源开发潜力。但是，经济发展水平较低，乡镇企业产值仅占总产值的 9%，农业基本建设滞后，交通不方便，生态环境不良，水土流失严重。

现代集约持续农业的区域战略选择

由于东、中、西部自然、社会、经济等条件的差异，其农业持续发展的战略应因地制宜。

1.东部地带

（1）农业要加快向技术和资金集约型转变，在农业劳动力迅速转移的同时，逐步扩大经营规模，提高机械化水平。要加快发展沿海外向型农业，重点发展高产、优质、高效农业，以增强其在国际市场竞争能力，特别应当重视饲料工业和食品工业的发展。

（2）要加快发展沿海大中城市市郊型“菜蓝子”工程，要建立蔬菜生产基地和设施农业。关于畜牧业，要在扩大郊区奶牛业的同时，相应发展配合饲料产业和青贮饲料及青饲技术。

（3）建设一个海上东部经济地带。充分利用沿海资源优势，加快发展近海水产养殖业，重视保护近海经济鱼类资源，扩大增种养殖资源，合理利用水产资源，逐步推进海洋资源的开发利用。

（4）建设沿海和江河沿岸及农田防护林体系。充分利用水资源充足的优势，加快发展速生丰产林，相应地发展速生木材加工业，这也是增加农民收入的一条重要途径。

（5）重点加强对乡镇工业的合理布局和防治工业污染工作。在继续提高乡镇企业竞争能力的同时，重视调整乡镇企业的产业结构和技术结构，逐步把企业集中到乡镇发展规划中去，统一规划，严格保护农村环境。

（6）在发展种植业和养殖业的同时，提高有机肥利用水平，逐步控制和减少大量使用农业化学物质带来的污染，依靠技术进步，调整农用化学物质结构，减少和消除有污染的化学物质。

2.中部地带

（1）加快我国主要农产品商品生产基地的现代化建设，特别是商品粮、棉、油、猪、牛和家禽基地建设。要对基地实行有效的保护政策，重视增加农业投入和农业基地建设。要对基地实行有效的保护政策，重视增加农业基本建设（特别是防洪、排涝、抗旱、抗灾等工程）以及中低产田的改造，提高农产品商品综合性生产能力和有效供给能力。

（2）在粮食集中产区要加快实施“种植业三元结构工程”。要建设相互独立的产业体系，相应发展养殖业，加快建设华北肉牛带、推进南方亚热带丘陵地区草坡畜牧业的发展，推动东北平原商品粮基地饲料粮的就地转化。同时，要相应地发展食品和农产品加工业，实行种养加、贸工农一体化的生产经营体系。

（3）建设我国最大的淡水水产养殖基地。在这一地带要加快推广小水体精养集约高产技术，尽快提高淡水水产资源生产力。加快池塘养鱼的基础建设，扩大湖泊围栏养殖面积和网箱养殖规模，完善水产品渔工商一体化建设体系。

（4）建设我国最大的速主丰产林基地。利用广阔的南方亚热丘陵地区和华北及东北平原的自然资源和经济资源的优势，加快速生丰产林体系和多种

果树业的建设，加强立体农业的建设，实行农林综合经营。同时，要提高农业建设水平。

（5）要尽早规划中部地区乡镇企业的合理布局，避免工业“三废”对农业基地的污染。这一地带即将加快发展乡镇企业和增加农业化学物质的投入，要重点预防农村工业化和农业现代化可能带来的生态环境污染和破坏。

3.西部地带

（1）采取有效政策保护和建设西部地带有限的“基本农田”。为控制西南山地、高原、坡地的过度开垦，必须保护河谷地带宝贵的基本农田和实施“坡改梯”工程，重点加强水利设施建设和提高基本农田的集约生产能力，同时要加强西北优质棉花和特产、水产以及蔬菜基地的建设，提高灌溉水的利用率，积极推广管道灌溉和喷灌、滴灌技术。

（2）逐步提高牧区牧业集约建设水平。增加投放，重点建设水资源比较充足的草地，发挥人工草场的生产潜力。对干旱冷凉的草地要控制放牧，严禁超载过牧，保护草场资源的再生能力。

（3）重点建设人工池塘水产养殖体系。西南丘陵河谷地带或山区的水塘、水库，都是发展水产养殖业的良好资源，稻田养鱼也有相当的潜力。推广小水体精养高产技术，是开发水域资源的主要途径。

（4）建设两江上游和西北防护林体系。这个防护林体系不仅关系到西部地带的水土流失，而且严重影响到长江和珠江中下游地带的环境和经济发展。西北防护林体系也是关系到西北水土流失和黄河中下游安全的重大工程，需要国家和地方、上游和中下游联合，共同建设。

（5）东西部联手综合开发西部资源。为了加快开发西南的磷、硫矿藏，水和能源，特种生物资源和南亚热带农业资源，西北的石油、钾矿、光能、风能、特产经济作物资源，需要同东部的资金和技术相结合，以尽快发挥资源的优势，推进农业和农村的持续发展。

从总体上来看，三大经济地带在推进现代农业和农村发展的过程中，应当把生产、技术、经济、生态和社会五大系统有机地结合起来，根据本地带的实际资源环境，加强区域间的协作，逐步实现区域内的现代集约持续农业的稳步协调发展。

资源的区位流动现象

曹操曾在“短歌行”中写道“月明星稀，乌鹊南飞；绕树三匝，无枝可依”。他感慨于东汉末年政治动荡、军阀割据、士人离散的局面，并且以“周公吐哺，天下归心”表达了延揽人才、统一天下的博大胸怀。在《三国演义》中，被演绎成南征军中，大江之上，微醺之后，横槊赋诗，并挺槊刺死不懂诗意，却又聒噪不休、败人诗兴的刘馥的戏剧性场面。如果说乌鹊南飞是失去可依之枝投林乱靠的话，那么，现在人们用乐府诗中起兴的“孔雀东南飞，五里一徘徊”来形容中西部地区的人财物等资源向东南沿海地区流动的现象，却是有着十分明确的方向。我们不禁要问，孔雀在未来到底要飞向何处？

1.“马太效应”——东、中、西部差异扩大

80 年代以来，我国乡镇企业异军突起，形成了我国工业三分天下有其一的格局。农村非农产业快速增长，但这种增长在地域上的表现是极不均衡的。从我国三个地区不同时期按可比价格计算的乡镇企业总产值增长情况和乡镇

企业工业总产值增长情况看，一个明显的特征是：尽管三个地区都表现出了较快的增长，但发达地区则保持了更快的增长势头。整个 80 年代，发达地区的乡镇企业平均每年增长超过了 29%，比落后地区快近 10%；90 年代初，发达地区乡镇企业产值的增长率达到每年 55%，这比中等地区快 10 个多百分点。在农村工业增长方面，发达地区的较快势头更为明显。1980～1990 年，发达地区的乡镇企业工业产值平均每年增长 27%，这比中等地区快 4 个百分点，比中等地区快近 10 个百分点；1991～1992 年，发达地区乡镇企业工业产值每年增长 55%，这比中等地区快近 10 个百分点，比落后地区快 7 个多百分点。

发达地区农村非农产业较快增长的直接结果是，扩大了农村经济发展区域不平衡性。所以，我国农村非农产业发展区域差异的动态趋势是差异扩大。东、中、西部地带农民人均收入差距有扩大的趋势， 1985 年东、中、西部的比例为 1.59 ：1.18：1，到 1993 年扩大为 1.87 ：1.19：1。所以我国农村非农产业发展水平的差异，在地理位置上就表现为东部、中部和西部三个地区之间的差异。从 1992 年这三个地区农村非农产业水平的综合比较看：

首先，从农村产业结构看，发达地区的农业产值份额比中等地区低 20 个百分点，比落后地区低 43 个百分点，发达地区的农业产值份额明显低于全国平均水平，其他两个地区的农业产值份额则明显高于全国平均水平；农村工业产值份额发达地区已达到 64%，分别比中等地区和落后地区高 28 个百分点和 46 个百分点。这就是说，落后地区的农村工业化程度只相当于发达地区的 1/4 多一点，中等地区的农村工业化程度也只有发达地区的一半多一点。总体上讲， 1992 年我国发达地区的农村产业结构已经是农村工业占绝对优势的结构，中等地区的农村产业结构大致是农村非农产业略占优势的结构，而落后地区的农村产业结构则是农业占绝对优势的结构。其次，从乡镇企业产值和职工人数的结构比重来看，三个地区之间的差异也十分明显，乡镇企业产值占社会总产值的比重，发达地区已超过 1/3，中等地区接近 30%，落后地区还不到 15%。很明显，乡镇企业在国民经济中“三分天下有其一”的格局实际上只存在于发达地区，而在落后地区，乡镇企业只能做到“七分天下有其一”。乡镇企业产值占农村社会总产值的比重发达地区高达 77%，而落后地区只有 38%左右。在发达地区，全社会劳动力的近 1/4、农村劳动力的 1/3 已经是乡镇企业职工，而在落后地区，乡镇企业职工人数只占全社会劳动力的 1/10 左右。再次，从乡镇企业的资产占有量和生产经济效果上看，发达地区的水平都明显优于中等地区和落后地区。农民人均占有的乡镇企业工资，发达地区是中等地区的 2 倍多，是落后地区的 3 倍；落后地区乡镇企业的全员劳动生产率只是发达地区的 1/3 左右。这就是说，落后地区乡镇企业的 3 个职工的劳动效率才相当于发达地区乡镇企业 1 个职工的；乡镇企业人均资产占有量发达地区分别比中等地区和落后地区多 1.4 倍和 1.5 倍，其人均定额流动资金占有量发达地区比中等地区和落后地区多近 1.6 倍和近 2.7 倍，人均创税额较低，都只是发达地区的 2/5。

从总体上看,发达地区的 12 个省、市生产出了 2/3 的全国农村社会总值、3/4 的全国农村产值和 7/10 的全国农村非农产业产值，而中等地区和落后地区的 18 个省区只生产出了 1/3 的全国农村社会总产值、 1/4 的全国农村工业产值和 3/10 的全国农村非农产业产值，其中落后地区的 10 个省区仅生产出了 1/13 的全国农村社会总产值、 1/33 的全国农村工业产值和 1/25 的全

国农村非农产业产值。

2.栽上梧桐引凤凰——加快中、西部的发展

既然近年来三大经济地带社会发展的不均衡主要是由乡镇企业发展引起的，乡镇企业发展的这种空间差异正是构成我国农村经济东、中、西部差距扩大的主要原因。没有乡镇企业的大发展，仅靠农业，中、西部进入不了小康，全社会的小康目标也会落空。因此，乡镇企业向中、西部推进，已成为实现我国农村经济空间均衡发展的一项重要区域政策。

（1）中、西部地区自然资源丰富，以优质资源开发加工为主来创建乡镇企业，是乡镇企业快速发展的有效途径。

（2）改善中、西部地区乡镇企业发展的外部经济环境。研究表明，东、中、西部农村工业生产率差异的相当部分来自外部经济环境（电力、交通、通讯等基础设施及与其他企业联营）的作用。

（3）乡镇企业的布局要避免过分分散，选择资源、市场、交通、能源等条件较好的地方，相对集中地建设乡镇工业小区，并同发展小城镇结合起来。

（4）实施特殊政策、建立统一的国内要素市场。采取优惠政策吸引东部乡镇企业的资金、人才，提高管理水平，并对进入中、西部的东部企业资产、利益提供安全保障。建立统一的国内要素市场，消除区域间的部门间产品与要素流动体制障碍。

殊途同归：分区指导下的协调发展

城乡一体化的构想

城市，作为包括土地、水源及其他自然资源在内的自然物质和包括建筑物、各项基础设施等人工物质在内的载体，一经出现，便开始了人类社会的农村城市化进程。世界上所有发达国家都毫无例外地经历了“工业化水平提高—农业劳动转移—农村城市化加快—农业发展—国民经济发展（工业化水平提高）”这样一个过程。城市既是社会经济发展的产物，又是经济与社会发展的动力，实现农村城市化，是一个国家和地区从不发达走向发达、从贫困走向富裕的物质前提。农村城市化，是人类进人工业社会的必然结果，是社会发展的大趋势。这是世界范围的普遍现象，也是不同社会制度、不同地域社会经济发展的共同规律。

1.调整乡镇企业布局，让乡镇企业向城镇聚集，是解决我国农村城市化问题的合适途径

（1）调整乡镇企业布局，让乡镇企业向城市聚集，是乡镇企业发展的内在要求。受城乡相互隔离体制的制约和“进厂不进城”、“离土不离乡”的农村工业化政策的束缚，乡镇企业大部分分布在社区范围内。1992 年我国的 2079.2 万个乡镇企业的 80%分布在村落原野，7%分布在行政村所在地，分布集镇的不足 12%，分布在县城以上的不足 1%，布局极为分散。由于广大农村的绝大部分地区几乎没有什么基础设施，供电、供水、供油、交通、通讯、排污、仓储等一系列问题，都要由企业各搞一套，不但浪费了大量的土地、人力、物力、财力，也加大了企业的经营难度，降低了企业的经济效益。资金短缺的乡镇企业根本就没有能力来建设和改变这些基础设施。落后的通讯设施使企业根本无法及时掌握现代多变的市场信息，资金、技术、人才、熟练劳动力和现代管理经验也难以得到：生产要素的分散配置阻滞了生产要素的积聚；横向联系不便制约了技术改造的深化和专业化的分工协作以及产品、产业的升级换代；亦工亦农的就业方式，限制了非农业大军的稳定成长；偏僻的地理位置使企业运输成本剧增；低下的经济效益又使环境污染、工作条件恶劣、事故频繁等问题长期得不到解决。除占国土极少部分的道路纵横、河网密布、靠近城市群落的特定地区，如珠江三角洲、长江三角洲和大中城市郊区等地区的乡镇企业能够享受城市聚集的好处而迅速成长外，占国土绝大部分的交通闭塞、缺电少水的山区、丘陵和高原地区则是乡镇企业的荒漠。国家投资 2000 余亿元的三线工程尚为无果之花，丧失了聚集效益、规模效益、协作效益，布局分散的乡镇企业的命运注定是发育迟缓、停滞和夭折。如不适时调整，乡镇企业利用市场经济灵活性所掩盖的因其布局所产生的困境以及产生的问题将日趋严重，将给包括农村经济在内的整个国民经济的发展带来一系列不利的影响。只有遵循工业生产的客观规律，让乡镇企业自由地向城市聚集，加深基础设施的共建共享程度，将有限的生产要素合理配置，高效使用，提高投放的经济效益、社会效益、生态效益，才能使乡镇企业在加快城市繁荣、刺激非农产业发展、促进农业剩余人口向非农产业转移诸方面更有效地发挥出内在的多重功能，担当起发展经济和促进社会进步的历史使命，走出一条依靠乡镇企业促进农村城市化的具有中国特色的道路。

（2）有利于农民收入的增加和农业现代化的实现。农民收入增长缓慢已

成为我国农业发展的第一难题。其根源是 9 亿农民在 1 亿公顷的耕地上为 12.11 亿人提供农产品，劳动生产率难以提高。人均 0.087 公顷的耕地，即使实现高产优质高效，也难以使 9 亿农民实现小康目标。并且，家家“小面全”，户户“粮棉油”，不利于农村专业化；农产品除自给外，商业量有限，不利于商品化；经营耕地少，利用现代化手段不合算，不利于机械化。“三化”慢，实现农业现代化就难。只有让乡镇企业向城市聚集，加快农村城市化步伐，让土地兼业户向种田大户集中，促进规模经营，提高农业劳动生产率，才能从根本上扭转农民收入低下的局面，才能促使农业走上现代化轨道。

（3）是发展第三产业的重要载体和转移农村剩余劳动力的有效途径。第三产业的发展是以相应的城市化为前提的。只有提供城市载体，商业饮食、邮电通讯、金融、娱乐等第三产业的发展才有可能。世界上发达国家二、三产业就业人数比为 1∶2～1∶3，我国不到 1∶1，发展第三产业潜力较大。而且，第三产业投资少，见效快，如果让乡镇企业向城市集中，必将带动第三产业的发展，第三产业的发展将为农村和城市剩余劳动力创造广阔的就业空间。

（4）是农村实现高度文明的必经之路。农民居住在自然村落，文化、教育、科技、卫生等事业投资大、发展难，即使物质生活达到“小康”，精神生活也难达到“小康”。反之，相对集中人口于城市，将有利于推动城市文明的传播，有利于从根本上改变几千年中国农村的封闭状态，有利于文化交流和提高人口素质，有利于改变旧有的生产方式、生活方式和思想方式，有利于从根本上控制农村人口的增长。

2.要解决的若干政策问题

调整乡镇企业布局，让乡镇企业向城市聚集，走城市群落化的道路，加快农村城市化的步伐，将从根本上触动我国城乡二元结构和现行的经济体制，必然涉及到方方面面的制度和利益，必须按照市场的通行原则，深化改革，使政策配套。

（1）城乡协调发展的政策。让乡镇企业向城市聚集，是在保证农业持续稳定发展的基础上，有条件（如收取城市建设费并以投资为前提等）地让有资金、有条件的乡镇企业进城，让农民用自己的资金按照政府的规划建设城市，这与资本主义国家随意地让大量破产的农民流入城市有着本质的不同。它要求在国民经济的发展中，城市和城市工业不但不能舍弃农民，还要为农业发展和农民进城创造条件。我国经过几十年的努力，已经建立起了独立完整的工业体系，积累了上万亿元的固定资产，经济结构已变为以工业为主的经济结构，人均国民生产总值按人民币实际购买力计算接近其他国家步入工业化中期的低限水平。也就是城市和城市工业已经具备了自我积累、自我发展的能力，几十年来奉行的剥夺农业、农村无偿为工业和城市提供积累和服务的政策向城乡协调发展转变的时机成熟。无论从哪一方面讲，我们都没有任何理由采取任何一种形式剥夺农业和农村。相反，实力雄厚的城市工业在依靠自身积累自我发展的同时，应为农业提供越来越多的现代技术装备，并为农业剩余劳动力创造一些新的就业机会。城市经济存在的问题应当通过深化内部改革来解决，不能把负担转嫁在农民身上。近 10 年来出现的工农城乡收入差距、工农产品剪刀差、城乡就业差不断扩大的趋势必须从根本上予以遏制，并进一步缩小这种差距，让农业和农村能够为发展乡镇企业、推进农村城市化提供足够的的工业积累资金。

（2）打破城乡封闭体制，消除农村城市农民和城市居民的差距。在传统计划经济、公有制下建立的以城市不能流动的户籍管理制度为核心的，由食品供应制度、劳动就业制度、教育制度、医疗制度、养老保险制度等多种制度构成的城乡相互封闭隔离的体制，从根本上阻碍着农民流动和经济增长，阻碍着农村城市化的进展。既然要发展市场经济，推进农村城市化，必须按照市场经济的运行原则，对这些超经济的、违背市场经济发展的体制和制度统统进行处理，真正形成城乡开通、城乡一体的新格局。只有这样，乡镇企业才有向城市聚集的可能，才能加快我国农村城市化的进程。

（3）采取诱导政策，引导乡镇企业及时向城市聚集。一是经济杠杆诱导。聚集效益、规模效益、协作效益是决定乡镇企业向城市集中的基本规律和动力，要充分利用经济杠杆的调节作用（如税率、利率、城建费、投资起点等）刺激要素所有者及时把它投放到不同层次的城市中去，以期获得丰厚的利润。二是投资诱导。农村城市化需要巨额资金，完全靠国家是根本不可能的，但完全靠农民也有较大困难。必须采取国家投资诱导政策，形成以国家投资为导向，乡镇企业和农民投资为主体的全方位投资机制，走谁投资、谁所有、谁受益、谁补偿的路子，调动乡镇企业（包括个体和私营企业）和农民以及社会各界的积极性，加速生产要素的聚集。

（4）采取区域性的政策加以引导。用城市群落的观念来分析，只有在高层节点具备的情况下，发展小城镇才是可行的，并会带来大中城市的扩散效应和小城镇的吸引效应。在城市群落中，城市间的距离一般在 50 公里左右。这样，小城镇的发展不但连接了城市，也密切了城市与农村的关系。而在缺乏高层节点或者高层节点不完善的地区，主要发展小城镇就是一种浪费，它缺乏大中城市所具有的聚集经济、外部经济和规模经济。如果能在一定区域把建设众多小城镇的资金、物资和乡镇企业集中起来，就会形成规模较大的中等城市或大城市，其经济效益、生态效益、社会效益就会好得多。

（5）尽快立法，使乡镇企业向城市聚集受到法律保护。乡镇企业向城市聚集是一项跨世纪的历史性宏观系统工程，具体操作过程必然十分艰巨、复杂。集中的结果，将对我国社会经济产生长远的历史影响，应从强化国家宏观调控的角度，设计构造一个利于促进宏观调控并在稳定的基础上逐步实行的措施。

（6）统一规划的政策。无论是农村建设，还是城市建设，都要统一规划。没有统一规划，就不可能建成环境优美以及功能设施齐全的新农村、新城市。但是，推行统一规划必须有一个总的指导思想，那就是农村城市化，城市群落化，城乡一体化，既不能继续用城乡分割的观念把城乡看成是一个水火不相容的社会，就农村规划搞农村规划，又不能继续用小农经济的思想规划农村未来，更不能就一个城市或者一个地区搞规划，必须用城市群落的观念，大区域内搞规划，单个城市或地区的小规划必须服从大规划。要在区划、区域规划的基础上，引导区域和国家向逐步形成合理的城市群落的方向发展，以取得较大的社会效益和经济效益。

3.因地制宜发展小城镇

目前，我国多数地方没有把农村小城镇建设提高到农业现代化、农村现代化的高度上来，缺乏有效的、长远的宏观调控机制和管理体系，制约了小城镇作用的发挥和潜力的开发。针对这些问题，从实现农村现代化的角度出发，要把农村小城镇的发展与农业现代化建设结合起来、做到定位、定性和

定量。

（1）定位就是要把小城镇建设作为实现农业现代化的主要载体。通过小城镇的基础设施建设，促进乡镇企业，特别是农产品加工业的发展，发展农业产前服务业和农村第三产业，如交通、通讯、教育、卫生、旅游、娱乐、饮食、金融、保险及信息咨询，为农村经济发展服务，为农民实现小康生活服务，为形成社会主义市场体系服务。

（2）定性就是要坚持现代化、一体化和社会化的方向，建设各具特色的农村小城镇。农村小城镇的建设要有超前性，按照高标准、高起点的现代化要求，科学合理地布置生产、生活与服务等各项设施；打破相互隔绝的发展状态。改革户籍制度，不能把小城镇的建设从农村发展中分离出去，而要把小城镇作为农民生产、生活与交换的场所，为农业提供产前服务和产后加工、销售与流通服务，形成家庭经营条件下的专业化生产和农村小城镇的产前、产中、产后服务一体化布局、社会化分工与协作的产业链。

（3）定量就是从农村持续发展的要求出发，把握住农村乡镇建设的数量、规模和水平。农村小城镇建设必须从地理区位、市场潜力、就业容量、主业布局、环境保护以及小康要求等方面严格定量。避免不切实际的盲目攀比、大建大拆现象的发生。有些地方在市场化进程中不能坚持因地制宜原则，把市场经济简单化为建设一两个市场设施；有些地方按照大中城市标准兴建农村小城镇，与农村经济发展和农民生活要求脱节，这方面的教训值得注意。

4.我国农村小城镇发展与农业现代化建设的基本模式

改革开放以来，我国农村经济总格局发生了根本性变化，现代生产要素的投入、新技术的应用加快了农村经济的增长，农民参与全社会、利益共享的局面正在逐步形成。但多年来形成的地区经济发展水平的差距却依然存在，并呈继续扩大的趋势。目前，我国形成的明显的东、中、西部三大经济地带中，平均每年省建制镇东部 455 个，中、西部只有 362 个。随着市场经济体制的确立，全国范围内的农村小城镇建设将继续不平衡发展，农业现代化发展呈梯度推进态势，形成各具区域经济特色的发展模式。

（1）东部发达型。在我国东部沿海发达地区，经过几十年的建设，已经基本完成了工业化初期和中期的发展目标，现正向工业化后期迈进。如苏南地区所属的 12 个县市均为全国百强县；在全国百强镇中，分布在苏南地区的有 45 个，几乎占了一半。农村小城镇发展与农业现代化建设已开始进入发达阶段。如江苏省昆山市依托 20 个乡镇的开发小区，1994 年已开办工业企业 447 家，职工总数 27 万人，实现工业产值 32 亿元，上缴税利 1.8 亿元，分别占昆山市工业产值和上缴税利总数的 57%和 60.5%，同时共享基础设施，还节约资金 10%～15%，节约土地 5%～10%。在广东省东莞市，通过引进资金、技术与人才，完善基础设施，依托城区中心，镇为卫星城，管理区为小镇，发展了家电、服装、食品饮料、五金机械、建筑材料、医药等六大支柱产业。1994 年仅出口创汇就有 12.6 亿美元，已基本上成为“城中有镇、镇中有城”的现代化发达地区。目前，这些地区正大力发展二、三产业，发展高新技术产业，建设农村社会保障体系，提高城市化水平，提高居民生活的质量，向现代化迈进。

（2）中部发展型。在我国中部地区，主要是大宗农产品粮、棉、油、肉的生产区域，农村小城镇的发展与农业种养以及农产品加工业的发展密切相关。如江西省石城县，通过对耕地使用权实行租赁、转让，涌现出 2 公顷以

上的田园庄主 300 多个，同时促使一批农民从土地上分离出来。辽宁省北镇县，通过贸工农一体化建设，结合农村小城镇发展，建立了一批产值达 20 亿元的农产品加工企业，建设了 33 个专业批发市场，1994 年农民人均收入达到 1359 元。依靠农业、产前服务业和产后加工业的发展，带动了小城镇建设，形成的“基地生产加城镇企业加工”模式，将是中西部地区发展农村小城镇的主流。

（3）西部起步型。在我国西部地区，乡镇企业发展迟缓，农业仍以种养业为主，多数地区仍以解决温饱、摆脱贫困为发展目标，农村小城镇建设落后。如云南省昆明郊区宜良县，1994 年共有各类乡镇企业 8235 个，从业人员 3.3 万人，大多数属于分散的个体私营商饮和运输户，很少依托于该县丰富的农产品资源和城市工业的辐射，使乡镇企业在技术与规模上难以参与市场竞争，使原已转移的劳动力又回到农村，农村小城镇发展和农业现代化建设处于起步阶段。在宁夏平罗县，乡镇企业在 90 年代虽然发展迅速，但仍限于面粉加工、砖瓦原料、采石和铁木制具等行业，结构层次低。1994 年，总产值 2.3 亿元，农村小城镇仍然是多年形成的自然村集，缺乏基本的公共基础设施。这类地区农村小城镇的发展，要依靠当地资源的综合开发，提高农产品商品率，在集市基础上发展专业性的集贸市场、批发市场，组建农产品加工、运输公司等，并建立各类农民供销合作组织，发展二、三产业。

中、西部地区城市化的战略选择

加快我国农村城市化进程，已形成共识。在农村城市化模式选择上，虽然意见不尽统一，但是，走小城镇发展道路的城市化理论在目前似乎占据主导地位。这一理论也普遍指导着各地的实践，并且已经在经济活跃的沿海地区取得成功。中、西部地区在这一理论的指导下，也发展了一大批小城镇，但其效果不如东部地区明显。根据中、西部地区经济欠发达、人口素质不高、城镇体系发育不全的实际，走以中小城市为中心的集中城市化道路则更为合适。

中国西部地区实施中小城市发展战略，并以此来推动农村城市化，有以下优势：

1.区位优势

中小城市地处农村、小城镇和大城市之间，居于特别有利的位置。其一，它既是“接受器”，又是“放大器”。它把从城市传播出来的信息、技术接受下来，自己吸收，壮大经济实力；或向周边扩散，推动区域内经济的发展。同时，它又是周围地区各种物质资源的集散中心，既可以有效地消化部分产品、资源，又可发展为中介把它们转送到大城市，这样，能使农村和大中小城市形成一个有机的整体，从而有利于城乡一体化协调发展。其二，它是“减压器”。它既可以有效地截流向大城市涌进的农村剩余人口，又可以吸引大城市疏散出来的各种人才和剩余劳动人员，对减轻农村人口压力和大城市膨胀压力都有好处。其三，它是“离合器”。中小城市都是周边乡村、小城镇的经济中心和调节中心，直接控制和影响着周围地区的经济发展。可以说，中小城市功能越强，周边地区的经济就越活跃。由此可见，中小城市在农村城市化中的作用和地位是十分重要的。

2.环境优势

中、西部地区小城镇大多数既“陋”又小，与农民理想中的城市相差太远，对农村的吸引力不大，由此来推动农村城市化，是得不到农民强有力支持的；中、西部地区的大城市又过大，且文明程度、生活习惯、经济条件与农村差别太大，这样的城市，农民也不大愿意选择。而中小城市不似小城镇之“陋”，也不似大城市之“豪”，有城市规模的气氛，与农民的生活习惯虽有反差，但不太大。对农民来说，进入中小城市，既满足了进城的需求，又消除了进城的压力，所以愿意在此安居乐业。以此推动农村城市化，农民比较容易接受。

3.规模优势

一般来说，城市经济效益与城市规模成正比，城市规模越大，经济效益就越高；城市规模越小，则经济效益越低。这决定了中小城市经济效益要比小城镇高。但是，我们说城市规模与效益成正比，是就一定范围而言的，并不是说城市越大越好。而恰恰相反，当城市过大时，就会带来诸如交通拥挤、住房紧张、能源供应不足、环境污染严重等一系列问题，这些问题恰恰与城市综合效益背道而驰。只有中小城市规模适中，在人口、空间、经济三大要素之间的结合关系上矛盾较小，既克服了小城镇三要素结合不足带来的“农村病”的弱点，又避开了城市三要素结合紧张的矛盾及造成“城市病”的弊端，因而最具有远大前途。

4.投资优势

中小城市有一定的规模，进行投资改造，既可以避免小城镇建设从零开始、投资过大，又可以防止小城镇“遍地开花”带来的投资浪费。同时，又因为其征地、劳动力等远比大城市便宜，其投资也远在扩建大城市之下，所以，选择投资最省的中小城市为农村城市化的发展重点，无疑是一个正确举措。

后　　记

当我接到编写本书邀请的时候，我对“人与自然”丛书第一系列书目编委会和东北林业大学出版社给予我的重任感到十分荣幸。向国内外大众传播可持续产业的发展，并以此作为资源、环境和人类的再生之路，这是一个很重要的发展思想，也是我们义不容辞的职责。但由于时间和任务的紧迫，我也感到压力很大。在编委会的鼓励下，我还是欣然接受了这项艰巨的任务。

所幸的是，在可持续发展这个领域我们还有较多的工作基础，我们完成了国家科委软科学委员会委托的第一个农业重点项目——中国农业的持续发展和综合生产力研究，有长达 70 多万字的报告：我们召开了第一次在发展中国家召开的“国际持续农业和农村持续发展座谈会”有长达 70 多万字的会议论文集；我们曾受委托负责《中国 21 世纪议程》中的“农业和农村的持续发展”一章的起草工作，并迅速得到了联合国开发计划署工作组的赞同。本书还引用了绿色食品中心的一部分文献。近几年我们还应邀出度了国内外一些关于可持续发展方面的会议，提交了一些报告，这些工作都是写好本书的基础。

在本书的编写过程中，得到了我的助手和学生魏虹、聂凤英、韩福军、蒋建科的鼎力相助，他们付出了辛勤的劳动，发挥了重要的作用，在此对他们表示深深的谢意。

著　者

1996 年 12 月