学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中国的土壤

BOOK
内部资料 非卖品

《中国自然地理知识丛书》

内容提要

中国是世界最大的国家之一，不仅疆域辽阔，人口众多，自然地理环境亦极其复杂而丰富多彩。5000 多年前，中华民族的祖先就在这片土地上劳动、生息、繁衍；在漫长的岁月里，又不断地开发、利用和改造着周围的环境。今天，中国人民正面临着新的考验——建设有中国特色的社会主义，就需要我们每一个人进一步认识这片土地。这套丛书，系统介绍中国的自然地理基本知识，广及地形、气候、水文、生物、土壤、资源、环境等各个方面，内容丰富，资料新颖，文字流畅。广大读者，特别是青年同志，将会从中学到多种知识，加深对祖国的了解，更增强民族的自豪感和自信心，以极大的爱国热忱，投入祖国的建设中去。

出版者的话

1980～1986 年间，我们曾组织出版了一批地理知识读物，着重介绍中国的自然地理基础知识。这些书出版以后，引起了国内外广大读者的注意和好评。但因时隔多年，不少读者要求重印，有的建议进行修订，增补更新的资料。为了满足广大读者的要求，同时适应新时期发展的需要，我们约请了原作者对原书进行修订，增补了新的科研成果并更新资料，修改了原书中一些不必要的或不够准确的内容和提法，文字表述上也进行了修饰。书中的插图作了部分调整，还新增了彩色照片，以增加读者的感性认识。

为了突出主题，我们将《中国的地形》、《中国的气候及其极值》、《中国的河流》、《中国的湖泊》、《中国的沼泽》、《中国的土壤》、《中国的森林》、《中国的草原》、《中国的沙漠》、《中国的海洋》和《中国的自然保护区》这 11 种书汇总起来，组成一套“ 中国自然地理知识丛书 ” 出版，在开本设计上与原书相比亦有一些变化。我们还将继续组织编写一些有关的专题，纳入这套丛书之中。

这套丛书适合于中等文化程度的读者自学阅读，又可作为中小学教师和高年级学生的教学参考资料，是一份进行爱国主义和国情教育的好材料。我们希望这套丛书能受到广大读者的欢迎。

商务印书馆编辑部
1992 年 5 月

中国的土壤

土壤的发生和形成，受到多种自然因素的影响。地表裸露的岩石，在水热因素的作用下逐渐风化，栖息各种微生物，并开始生长绿色植物。这些生物既从风化物中获得水分和养分，又使风化物积累有机物质和氮素等营养元素，创造了肥力，从而形成土壤。

中国土地广阔，自然条件复杂，而且开发历史悠久，因此形成的土壤类型繁多，利用情况多样。为了更加合理地利用土壤和提高土壤肥力，促进农业生产不断发展，必须对土壤的形成、种类、分布和分区有所认识。

一、中国土壤的形成因素

中国位于亚洲东部，东临太平洋，南北跨纬度 50 多度，东西占经度达 60 多度，面积约为 960 万平方公里。由于地域辽阔，各地自然条件差别很大，因此形成了各种各样的土壤。此外，中国又是历史悠久的农业国，人类生产活动已有几千年的历史，在长期生产过程中，不断地改造自然环境以适应于人类的需要，这些生产活动不仅能加速土壤的演变，甚至能改变土壤的发展方向。因此，中国土壤的形成与演化，与自然条件以及人类的农业生产活动有着密切的关系。

在土壤学中，将影响土壤形成的各种自然条件，归纳为地形、气候、成土母质、植被、成土年龄等五大因素，称为土壤形成因素，或简称成土因素。也就是说，地球陆地表面的任何一种土壤，都是在这 5 种因素的共同作用下形成的。但是，在不同地区，各因素的具体内容和特点不同，各因素还以不同的作用强度相配合，从而形成各种各样的土壤。

（一）地形

地形因素对土壤形成的作用很明显，就大的方面来说，山地和平原上的土壤迥然不同。山地的海拔越高，山体越大，分异也越显著。高大的山脉和高原，常常成为气流的屏障，直接影响太阳辐射量、热量和水分在地表面的分布，并影响着植被的演替和土壤内物质的运动，因而常使山体两侧的土壤差异显著。例如，秦岭是东西走向的高大山脉，对来自南方的暖湿气流和来自北方的干冷气团都有阻滞作用，所以山地南坡和北坡的土壤有显著不同。在南坡形成酸性的黄棕壤，而北坡形成中性至微碱性的褐土。又如，大体上呈南北走向的大兴安岭和太行山脉，同东南季风呈直角相交，在夏季，迎风面降水量大，有利于土壤中物质的化学分解和生物积累；背风面受气温增高、湿度小的焚风影响，土壤的淋溶和生物积累都较弱。因此，这些山地就成了不同类型土壤的分界线。例如，大兴安岭东坡为暗棕壤，而西坡为灰色森林土。

山地和高原对土壤形成的影响还表现在：海拔越高，土壤变化越复杂，形成的土壤类型就越多。这是因为，气温随山地海拔增高而递减；在一定高度范围内，降水量随高度增高而增大；植被类型也相应地更替，所以土壤类型也不同。

在平原、盆地和丘陵范围内，地形的高差变化虽小，但对土壤的形成仍有明显影响。如平原地区局部起伏的地面变异，会引起土壤水分和水质特点的变化，形成各种不同的土壤组合。在地形高、排水好的部位，形成能反映

当地生物气候条件的地带性土壤；而地形低的部位，由于地下水位较高甚至地面积水，形成非地带性的半水成土和水成土，如果地下水含盐类较多，还可以形成盐渍化土壤。又如盆地周围的高地，原来是地带性土壤，如果开垦为农地，绝大多数是旱耕地；盆地中心大多为在河流冲积物上发育的半水成土或水成土，开垦后，在北方常成为有良好灌溉条件的水浇地，而在南方则绝大部分成为稻田。丘陵的高度不大，虽不会像山地那样引起气候和植被发生大的变化，但地面形状和坡度也能影响降水的再分配，从而影响到土壤的发育程度。土壤侵蚀的强度，就是与地形和坡度密切有关的。

（二）气候

气候因素在土壤形成上的作用，主要表现为水热条件对土壤形成的方向、强度所发生的影响。概括地说，在中国东部地区，秦岭—淮河一线以北，热量较低，降水也较少，矿物风化、淋溶作用和有机质分解都较微弱，土壤可由微酸性至微碱性反应，部分土壤含有碳酸钙，也有一些土壤含有可溶盐而有盐渍化。但在该线以南，由于湿热程度增强，有机质分解强烈，风化产物和成土产物的分解和淋溶程度高，富铝化作用显著，土壤呈酸性反应，除滨海地段外，土壤无盐渍化。

在北部和西北地区，干旱程度自东往西增强，形成各种含碳酸钙的草原土壤以至漠境土壤。青藏高原的高寒环境，使土壤形成受到冻融交替的强烈影响，矿物和有机物的分解程度都不高，从而形成各类高山土壤。

（三）成土母质

中国土壤的成土母质类型，总的来说，在秦岭、淮河一线以南地区多是各种岩石在原地风化形成的风化壳，并以红色风化充分布最广。昆仑山、秦岭、山东丘陵一线以北地区，主要的成土母质是黄土状沉积物及沙质风积物。在各大江河中下游平原，成土母质主要是河流冲积物。平原湖泊地区的成土母质主要是湖积物。高山、高原地区除各种岩石的就地风化物外，还有冰碛物和冰水沉积物。

成土母质是土壤形成的物质基础。母质因素在土壤形成上具有极重要的作用，它直接影响土壤的矿物组成和土壤颗粒组成，并在很大程度上支配着土壤的物理、化学性质以及土壤生产力的高低。例如，花岗岩、砂岩等的风化物含石英多，质地粗，透水性好，除花岗岩因含长石较多而钾含量较高外，一般都缺乏矿质养分。玄武岩、页岩等的风化物含石英颗粒少，粘细物质含量较高，且富含铁、镁的基性矿物，透水性较差，矿质养分含量较丰富。石灰岩及其他含碳酸钙岩石的风化物质地比较粘重，碳酸钙含量不等，矿质养分也较丰富。

（四）植被

植被类型与土壤类型关系密切，森林凋落物、草根等直接影响土壤形成；同时随着土壤性质的变化，又能促使植被类型发生变化。例如，分布在大、小兴安岭一带的暗棕壤，是在针叶-落叶阔叶混交林下形成的，但是当森林由

于自然原因或人为原因受到破坏后，土壤水分的蒸腾量大为减少，土壤由干变湿，促进了草甸植被的发展，土壤有机质来源丰富，暗棕壤逐渐演变为富含腐殖质的黑土。但是，此后随着腐殖质大量积累和蓄水性不断加强，以及由于母质粘重和冻层托水而促成的土壤内排水不畅，土壤逐渐沼泽化，使残存的、稀疏的旱生树种，为湿生性树种所取代，草甸植被也渐演替成沼泽—草甸或沼泽植被，从而又促进土壤向沼泽化黑土或沼泽土的方向发展。

（五）成土年龄

土壤也是有年龄的。从开始形成土壤时起，直到目前的这段时间，就是土壤的年龄。对这段时间，在土壤学上称它为土壤的绝对年龄。

土壤绝对年龄的开始，是指冰川消融、退缩后地面出露，或是河流、湖泊沉积物基本稳定地露出了水面，或是海岸升高和海水退缩后海滩成陆。一般来说，高海拔的高山地区、高纬度的北方地区，脱离冰川影响较晚，土壤绝对年龄小些；低海拔地区和低纬度的南方地区，土壤绝对年龄较大。也可以说，原地残积风化物上形成的土壤，年龄一般都较大，冲积物上的土壤则年龄较轻。如仅从土壤绝对年龄这一概念本身的含义来看，似乎土壤绝对年龄越大，其发育程度越深，但事实上并不完全如此，因此又提出了土壤相对年龄的概念。

土壤相对年龄并不是指土壤存在的持续时间，而是指由于各种成土因素综合作用下的成土速度，也就是土壤发育的深度。例如，在四川省的紫色岩上，如果地形、植被等因素有利于成土作用稳定地进行，可以形成发育程度较深，有富铝化特征的黄壤；反之，由于土壤侵蚀、地面物质不断更新，土壤发育始终停留在幼年阶段，只能形成保留着许多母质特征的紫色土，而与黄壤差别甚大。但就绝对年龄来说，它们之间应当是没有区别的。

以上所说的五大成土因素，并不是各自孤立地去作用于土壤，去影响土壤形成的方向和土壤性质。相反，它们之间也在相互影响，相互作用，是以他们综合起来的特点去制约土壤形成方向的。

除了上述的自然成土因素外，人为作用也是影响土壤形成的重要因素。并且随着科学发展和技术进步，越来越具有重要的意义。

所谓人为因素的影响，主要是指人类生产活动在土地利用上对土壤形成方向的改变和对土壤性质的改造。在各种土地利用方式中，以农业利用方式对土壤的影响最为深刻。

例如，长江下游的太湖平原和中游的云梦泽，在自然状态下原来是草甸土和沼泽土分布的区域，但经过人们几千年来的改造，已培育成了稳产、高产的水稻土。陕西关中地区原来在黄土母质上形成的褐土，由于在长期农业生产活动中施用土粪的结果，熟化的耕作层不断加厚，形成了/ 土。宁夏银川平原引黄灌溉，泥沙淤积而形成灌淤土，等等。这些都是人为作用使土壤向有利于提高土壤生产力的方向发展，使土壤性质更能满足农作物生长需要的例子，但是，如果土地利用不合理，那么，生产活动对土壤的影响就会是不良的和破坏性的。例如，滥伐森林、陡坡开荒、过度放牧，等等，都会造成土壤水蚀或风蚀。土壤侵蚀的结果，不仅使土壤肥力下降，甚至完全破坏了土壤，而且蚀去的泥沙还会淤塞沟渠、河道，埋没农田，造成很难补救的不良后果，这是必须高度警惕的。

二、中国土壤的分类和分布

（一）分类系统

中国地域辽阔，影响土壤形成的自然条件（如地形、母质、气候、生物等）差异很大，加上农业历史悠久，人类耕作活动对于土壤形成的影响深刻，因此土壤种类繁多，它们的性质和生产特性也各不相同。为了因土利用改良，必须在系统认识土壤的基础上，对土壤进行科学的区分，这就是土壤分类。人们一般把土壤区分为沙土、壤土和粘土，这在生产上有一定意义，因为它们的生产性能常有很大差别。例如，沙土好耕好耙，但漏水漏肥；粘土比较保水保肥，供肥性也比较好，但一般难耕难耙，适耕期短；壤土则兼有两者的优点。但是这种分类只是从土壤颗粒大小及其组成比例来划分的，也就是说只是土壤的质地分级，它并不能全面地阐明土壤的性质。例如，中国南方和北方都有沙土，但两地的沙土因为所处地区的生物气候条件不同，成土过程的特点和化学性质常有很大差别，壤土和粘土同样也是如此。

怎样全面系统地认识土壤呢？就是要把土壤的属性与土壤形成条件和形成过程结合起来研究。在此基础上，将外部形态和内在性质相同或近似的土壤，分别列为各个分类单元，组成一个完整的土壤分类系统。这样可以正确反映不同土壤之间，以及土壤与环境条件之间的内在联系，反映它们的肥力水平和利用价值，为因土制宜合理利用土壤、改造土壤和提高土壤肥力提供依据。这就是土壤分类的目的。

1.土壤分类的过去和现在

中国是一个古老的农业国，6000 多年前就开始耕垦土壤，认识鉴别土壤的历史是悠久的。远在 4100 多年前的夏朝，禹王治水 13 年，治水治到哪里，生产就发展到哪里。发展农业生产，首先要重视认识土壤，鉴别土壤种类。据《禹贡》记载，当时就根据土色、质地和水文等，将全国九州[1]的土壤分为壤、黄壤、白壤、黑坟、白坟、赤植垆、坟垆、涂泥及青黎等 9 类，并根据肥力的高低，把土壤分为三等九级。按土壤肥力的等级安排农业生产，并制定了适当的田赋（当时称为“贡”，即土地税）。这种土壤分类显然是世界上土壤分类最早的尝试。

3100 年前的周朝，国家着重于农业建设，因此对土壤问题很为重视。《周礼》在《禹贡》土壤分类的基础上，把全国土壤分为山林、川泽、丘陵、坟衍、原隰五大类，强调根据土宜播种九谷（即黍、稷、稗、稻、麻、大麻、小麦、大豆和小豆）。春秋战国时代的《管子·地员篇》，强调“草土之道，各有其造”，对于土壤的区分更为详细。将九州之土分为 18 类，每类又分五级，即所谓“九州之土凡九十物”。

尽管中国古代土壤分类和命名各有不同，但都是从土壤利用和发展生产出发，以“土宜”为基础，以土壤肥力、性态特征和成土条件为依据的。它是中国古代从群众生产实践中总结出来的具有朴素的唯物观点的土壤分类，对当时的农业生产起了促进作用，有些概念至今仍有现实意义。

中国古代的土壤分类是从群众经验中总结出来的，此后劳动人民在长期

---

[1] ①九州，即冀州、兖州、青州、徐州、扬州、荆州、豫州、梁州和雍州。

的生产实践中，对识土、辨土又有新的经验，但在漫长的封建社会里未能进行系统的总结和整理，致使古代就开始的土壤分类工作，没有得到应有的继承和发展。土壤学成为一门独立的科学已有 100 多年的历史，而中国在本世纪 30 年代，才着手进行土壤调查与分类工作。半个世纪来，土壤分类工作不断得到发展。

新中国成立前不到 20 年的那一个时期，主要采用美国土壤分类系统。当时从事土壤分类研究的人员少，设备简陋，工作条件差，但是由于土壤工作者的努力，也做了不少有益的工作。特别是在水稻土分类研究方面，中国土壤工作者早在 30 年代，就划出了水稻土的特有土层，并从化学性质否定了国外“水稻灰壤”的说法，提出了独到的见解。

新中国成立后最初八九年，主要采用苏联土壤分类系统。那一时期，由于新中国的成立，土壤工作人员增加，设备改善，随着社会主义建设的发展，大规模开展了自然资源综合考察与土壤调查制图工作，土壤分类也得到了发展。

1958 年全国开始首次土壤普查，在摸清土壤底细的基础上，总结农民群众土壤分类和命名的经验，对耕作土壤分类原则及肥力演变规律，进行了广泛研究。60 年代初期和 70 年代后期，为规划农业生产，各地相继开展了农业区划，土壤工作者配合这一工作，进行了土壤调查和土壤分类的研究，特别是 1978 年以来开展了全国第二次土壤普查，加强了土壤基层分类的研究。通过上述一系列工作，逐步形成了中国自己的土壤分类系统。在 1978 年中国土壤学会召开的土壤分类学术会议上，讨论通过了“中国土壤分类暂行草案”，共划分 46 个土类，并概括为 11 个土纲，这是多年来土壤分类研究成果的初步整理。

2.土壤分类系统中的土类和土纲

中国土壤分类系采用六级分类制，即土纲、土类、亚类、土属、土种和变种。前三级为高级分类单元，以土类为主；后三级为基层分类单元，以土种为主。本书只就土壤高级分类单元中的土类和土纲，对全国土壤进行简要的介绍。

什么叫“土类”呢？它是在一定的生物气候条件、水文条件或耕作制度下形成的土壤类型，具有一定的成土过程和土壤属性。例如江南的红壤，是在中亚热带常绿阔叶林下形成的土壤，地下水位低（不参与成土过程），风化程度比较强烈，含赤铁矿多，故土壤染成红色，呈强酸性反应。暖温带落叶阔叶林下形成的棕壤及温带草原植被下形成的栗钙土，都属于土类。这几个土类，受生物气候条件的影响显著，有明显的地带性，一般称为“地带性土类”。另外，有的土壤尽管也受生物气候条件的影响，但是由于受水文条件影响很突出，从而形成潮土、沼泽土、盐土和碱土；或者受母质条件的影响很突出，从而形成黑色石灰土、红色石灰土、紫色土和磷质石灰土；或者受人为耕作活动影响很突出，从而形成水稻土和灌淤土。这些土壤类型也属于土类，称为“非地带性土类”。

什么叫“土纲”呢？它是根据土壤形成过程的共性归纳出来的。我们平常说“南方十一省召开红壤会议”，这里所说的“红壤”，实际上不是红壤一个土类，而是包括砖红壤、赤红壤、黄壤和燥红土等土类在内，是广义的红壤，也有人说是“大红壤”，在分类上叫“红壤土纲”。这几个土类形成

过程的特点，是具有不同程度的“富铝化”作用，所以也叫“富铝土纲”。关于“富铝化”的概念，简单地说就是土壤风化强烈，淋溶也强烈，三氧化二铝在土壤中相对富集，或者说是相对增多了。全国 40 多个土类共归纳为富铝土（红壤）、淋溶土（棕壤）、半淋溶土（褐土）、钙层土、石膏-盐层土（漠土）、盐成土（盐碱土）、岩性土、半水成土、水成土、水稻土和高山土等 11 个土纲（表 l）。

（二）分布规律

中国的土壤类型繁多，但它的分布并非杂乱无章，而是随着自然条件的变化作相应的变化，各占有一定的空间（图 1）。土壤类型在空间的组合情况，作有规律的变化，这便是土壤分布规律。它具多种表现形式，一般归纳为水平地带性、垂直地带性和地域性等分布规律。

1.土壤的水平地带性分布

中国土壤的水平地带性分布，在东部湿润、半湿润区域，表现为自南向北随气温带而变化的规律，热带为砖红壤，南亚热带为赤红壤，中亚热带为红壤和

表 1　中国土壤分类简表（土纲和土类）

土　纲	土　类
富铝土（红壤）	砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤、燥红土
淋溶土（棕壤）	黄棕壤、棕壤、暗棕壤、漂灰土、灰色森林土
半淋溶土（褐土）	褐土、[illegible]
钙层土	黑钙土、栗钙土、棕钙土、灰钙土、黑垆土
石膏-盐层土（漠土）	灰漠土、灰棕漠土、棕漠土、龟裂土
盐成土（盐碱土）	盐土、碱土
岩性土	紫色土、黑色石灰土、红色石灰土、磷质石灰土、风沙土、火山灰土
半水成土	潮土、砂礓黑土、草甸土、黑土、白浆土、灌淤土
水成土	沼泽土、泥炭土
水稻土	水稻土
高山土	高山草甸土、亚高山草甸土、高山草原土、亚高山草原土、高山漠土、高山寒漠土

黄壤，北亚热带为黄棕壤，暖温带为棕壤和褐土，温带为暗棕壤，寒温带为漂灰土，其分布与纬度基本一致，故又称纬度水平地带性。在北部干旱、半干旱区域，表现为随干燥度而变化的规律，东北的东部干燥度小于 1，新疆的干燥度大于 4，自东而西依次为暗棕壤、黑土、灰色森林土（灰黑土）、黑钙土、栗钙土、棕钙土、灰漠土、灰棕漠土，其分布与经度基本一致，故

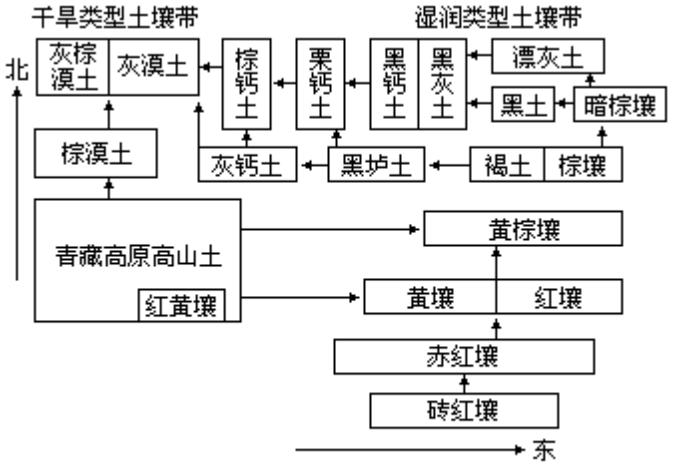

图2　中国土壤水平地带分布模式

又称经度水平地带性。这种变化主要与距离海洋的远近有关。距离海洋愈远，受潮湿季风的影响愈小，气候愈干旱；距离海洋愈近，受潮湿季风的影响愈大，气候愈湿润。由于气候条件不同，生物因素的特点也不同，对土壤的形成和分布，必然带来重大的影响（图 2）。

2.土壤的垂直地带性分布

中国的土壤由南到北、由东向西虽然具有水平地带性分布规律，但北方的土壤类型在南方山地却往往也会出现。这是什么原因呢？大家知道，随着海拔增高，山地气温就会不断降低，一般每升高 100 米，气温要降低 0.6℃；自然植被随之变化，因而土壤

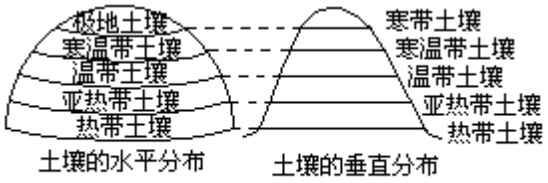

图3　土壤垂直分布与水平分布的关系

分布也发生相应的变化。土壤随海拔高度增加而变化的规律，叫土壤的垂直地带性分布规律。由图 3 可以看出，土壤由低到高的垂直分布规律，与由南到北的纬度水平地带分布规律是近似的。

土壤的垂直分布是在不同的水平地带开始的，所以，各个水平地带各有不同的土壤垂直带谱。这种垂直带谱，在低纬度的热带，较高纬度的寒带更为复杂，而且同类土壤的分布，自热带至寒带逐渐降低，从图 4 中便可一目了然。

山体的高度和相对高差，对土壤垂直带谱有影响。山体愈高，相对高差愈大，土壤垂直带谱愈完整。例如，喜马拉雅山具有最完整的土壤垂直带谱，由山麓的红黄壤起，经过黄棕壤、山地酸性棕壤、山地漂灰土、亚高山草甸土、高山草甸土、高山寒漠土，直至雪线（图 5），为世界所罕见。

3.土壤的地域分布

前面讲的土壤水平地带性分布和垂直地带性分布，都是明显地为生物气候条件所制约。而在同一生物气候带内，由于地形、水文、成土母质条件不同以及人为耕作的突出影响，除了地带性土类外，往往还有非地带性土类分布，而且有规律地成为组合，这便是土壤的地域分布。

例如：

(1)在红壤地带除了有红壤外，由于人为耕作的影响，往往还有水稻土分布。以江西省新建县的低山丘陵地区为例，红壤只分布在地势高的部位，由于遭受侵蚀，出现了红壤性土（粗骨红壤）；由于人为耕作，出现了耕种红壤（或红壤性水稻土）。而地势较低的地方和有些坡地的梯田，大都为水稻土。由于成土母质、地形部位和排灌条件的不同，水稻土中又有二泥田、沉板田、黄泥田、泛田和冷浸田之分。二泥田分布于河谷平原，田块较大，成片分布；沉板田分布于较陡的坡地，田块窄长，为梯田；冷浸田分布于狭谷，田块不大，排水不利，分布零星。

(2)自太行山横穿华北平原直到海边,依次在山地分布着粗骨褐土及淋溶褐土，冲积扇分布着褐土和潮褐土，平原分布着潮土和沼泽化潮土（夹有盐化潮土和碱化潮土），滨海平原分布着潮土及滨海盐土（图 7）。这是褐土地带大地形影响土壤地域性分布的例子。作为地带性土壤的褐土，只分布于山地和冲积扇。广大的华北平原及滨海平原，由于地形变化而引起地下水位、水质变化，而为非地带性土壤

——潮土和滨海盐土所分布。

(3)大兴安岭东部属于暗棕壤地带,但暗棕壤一般只见于海拔 400 米以上的山地。在海拔 400 米以下的各级阶地上却分布着白浆土、黑土和沼泽土。其中，三级阶地（海拔约 380 米）上的成土母质为上沙下粘的黄土状沉积物，生长疏林草甸植被，形成白浆土；二级阶地（海拔约 320 米）至一级阶地（海拔约 300 米），在质地均一的黄土状沉积物上，生长密集的草甸植被，形成黑土；河漫滩（海拔约 280～300 米）上的成土母质为河流近代沉积物，地下水埋深在旱季只有 50 厘米上下，在雨季则被水淹，生长苔草、小叶樟等草本植物，形成沼泽土。各个土类之间又常有过渡性亚类（如白浆化暗棕壤、沼泽化黑土等）。

(4)前面列举的 3 个例子，都位于东部季风区域。而西北干旱区域也有类似情况。例如，新疆焉耆盆地，气候干旱，年降水量只有 50 毫米，地带性土类为棕漠土。但它只见于海拔 1700 米以下的冲积扇上部。这里地下水埋藏很深，不能参与土壤形成过程。而冲积扇的中、下部，地下水埋深仅 2～3 米，能参与土壤形成过程，加上具有灌溉条件，土壤为灌淤白土和灌淤潮土所代替。在扇形地的前缘或河畔，地下水埋深只 1～3 米，其矿化度约 1～3 克/升，土壤为盐化林灌草甸土（曾称胡杨林土，或吐加衣土）。在三角洲和滨湖地段，地下水埋深 1～2 米，其矿化度由 5～10 克/升、10～30 克/升逐渐增加到 30 克/升以上，相应分布着草甸盐土、盐土和滨湖盐土。

土壤的地域分布，除可受地形、水文条件的影响外，也可受特殊成土母岩（或母质）的影响。四川盆地的黄壤与紫色砂页岩母质发育的紫色土成为组合；广西丘陵的红壤与石灰岩母质发育的红色石灰土、黑色石灰土成为组合，就是由于特殊的成土母岩延缓了成土过程的缘故。

以上所举的 4 个例子都是大地形或中地形所引起土壤组合的变化。土壤分布同时也受小地形的影响，而呈现微域分布的特点，这在盐碱土地区表现最为突出。大家知道盐碱土有“大中洼”和“洼中高”的分布规律。就是说，从大地形看，盐碱土分布在洼地；从小地形着，它分布在洼地的高起部分。

4.耕作土壤分布的几种形式

耕作土壤受人为因素的影响最深刻，反映在土壤分布上有下列几种形式：

(1)同心圆式分布。耕作土壤的肥力与距村庄和城镇的远近有关系，一般以村庄或城镇为中心，距离中心越近越肥，越远越瘦，形状好像同心圆。这种分布形式叫做同心圆式分布。同心圆的大小与村庄城镇的大小成正相关，村前的半圆略大于村后的半圆。耕作土壤同心圆式分布特点的形成，主要是近田施肥较多，耕作比较精细，故熟化程度较高，因此多高肥类型土壤；而远田则相反。目前，有些村庄为了均衡增产，正在改变远田少施肥的状况，从而在一定程度上改变了这种同心圆的分布特点。

图8　耕作土壤的同心圆式分布

(2)阶梯式分布。山岭和丘陵有一定坡度，水土易于流失，垦殖时，一般都修筑梯田，以保持水土。梯田是阶梯式耕地的统称，可分为水平梯田（简称梯田）和非水平梯田（也称梯地）。修筑水平梯田较修筑梯地费工，但保持水土的作用更大。中国劳动人民修筑梯田已有几千年历史。南方红壤和黄壤山区，到处可以见到层层梯田，有的梯田宽仅数米，而长达数十米甚至百米，也有的梯田小到几十块田才有一亩。

耕作土壤的阶梯式分布，表现在土壤肥力上一般是低处比高处肥沃。这是由于在串灌情况下，灌溉水和雨水从高处流往低处，将高田的一部分养分和粘粒带到低田的缘故。为此，必须采取改串灌为沟灌、高田适当多施肥料等措施。

(3)棋盘式分布。平原地区的耕作土壤在小农经济时期分布比较零乱，但通过大搞农田基本建设，统一规划，平整土地，出现了棋盘式的分布。

棋盘式分布的特点是，河流道路和排灌沟渠统一规划，沟、渠、路、林配套，耕地成方，地面平整，肥力比较均匀。沟洼填平以后，能提高土地利用率。

此外，耕作土壤还有通过挖低垫高形成的“框式”、“垛式”等分布形式。各种不同的分布形式，是在不同的耕作影响下形成的。随着社会主义大农业的迅速发展，耕作土壤的分布形式也在不断变化和发展。

三、热带和亚热带的富铝土

在热带和亚热带湿润气候条件下，土体中的铝硅酸盐矿物彻底分解，钾、钠、钙、镁、硅等成分不断淋失，而铁、铝、锰、钛等成分相对富集，其中铝的稳定性最强，所以在土壤学上把这类土壤称为“富铝土”。由于土壤中氧化铁的含量高，颜色多为红色，而且呈酸性反应，所以也称它为“红壤”。不过这里所说的红壤是广义的红壤，不仅包括砖红壤、赤红壤、红壤和燥红土等红色土壤，而且还包括酸性的黄色土壤——黄壤在内。

富铝土的分布范围大致北起长江，南至南海诸岛，东起台湾、澎湖列岛，西至云贵高原、横断山脉以及藏南的察隅地区。其中以广东、广西、海南、福建、台湾、浙江、江西、湖南、贵州、云南等省区分布最广，四川、湖北、安徽等省也有一定面积。它是中国分布最广的土壤类型之一。由于分布地区辽阔，随着热量从北向南增加，土壤中铝的富集作用和生物积累作用不断加强，土壤则由红壤向赤红壤，由赤红壤向砖红壤的方向发展。另一方面，由于干热和湿温的气候条件对铝的富集作用有影响，因此，在某些地区又形成了燥红土和黄壤。以上各个土类之间的过渡关系，可以参看图 9。

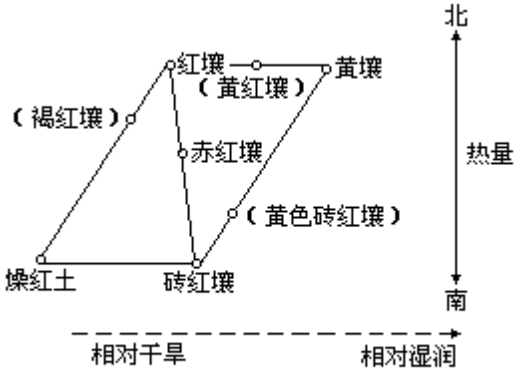

图9　富铝土纲土类之间的过渡关系

富铝土呈酸性至强酸性反应，盐基高度不饱和，磷的有效性低，这是由于在湿热条件下，风化作用和淋溶作用都很强烈的缘故。但是湿热条件对植物生长十分有利，在季雨林或常绿阔叶林下，生物积累作用非常旺盛。所以在正常情况下，土壤有机质含量并不低，常高于 5%，甚至高于 10%。富铝土在森林遭受破坏后，水土流失加重，土壤有机质含量则迅速降低，养分含量也大为减少，于是变成需要改良的低产土壤。

富铝土分布区气候条件优越、光热充足，植物生长季长，适宜于发展热带、亚热带特有的经济作物、果树和林木，而且作物一年可二熟乃至三、四熟，但目前未能充分利用，或者利用不尽合理。因此它是中国生产潜力很大的土壤资源，在开发利用方面应予以重视。

（一）砖红壤

中国砖红壤主要分布在海南岛、雷州半岛、西双版纳和台湾岛最南部，大致位于北纬 22°以南地区。地处热带，年平均气温为 23～26℃，≥10℃的积温在 7500～9500℃之间；年平均降水量为 1600～2000 毫米。冬季少雨多雾，夏季多雨，具有高温多雨、干湿季节变化较明显的季风气候特点。原生

植被为热带雨林或季雨林，树种繁多，林内攀缘植物和附生植物发达，且有板状根和老茎开花现象。一般分布在低山、丘陵和阶地上，母质为各种火成岩、沉积岩的风化物和老的沉积物。因经长期高温高湿的风化，有的已形成厚达几米甚至几十米的红色风化壳。

在湿热气候作用下，土壤中铝的富集作用高度发展。这种铝的富集作用，在土壤学上称为富铝化作用，通常用粘粒部分的硅铝率作为富铝化的指标，数值越小说明富铝化作用越强，也就是土壤的风化度越深。砖红壤的硅铝率一般为 1.5～1.8，而赤红壤为 1.7～2.0，红壤为 1.9～2.2（表 2），故砖红壤的富铝化作用较强，风化度较深。

表 2　富铝土粘粒的硅铝率

土　类	砖红壤	赤红壤	红　壤	黄　壤	燥红土
硅铝率	1.5 ～ 1.8	1.7 ～ 2.0	1.9 ～ 2.2	2.0 ～ 2.3	2.0 ～ 2.8

砖红壤固然富铝化作用强烈，盐基成分大量流失，但生物积累作用旺盛。热带森林每年有大量的枯枝落叶落于地面，如云南西双版纳的热带季雨林，全年的凋落物每亩达 770 公斤（干物质），比温带森林高 1.5～2 倍。同时，大量生物残体中含有丰富的养分，每年约有 123.5 公斤灰分元素归还土壤。

砖红壤以土壤颜色类似烧的红砖而得名，但中国雷州半岛和海南岛北部由玄武岩母质发育的砖红壤呈暗红色。土层深厚，质地粘重，粘粒含量高达 60%以上，呈酸性至强酸性反应。粘土矿物组成中，高岭石占 60%以上，氧化铁近 20%，并含有较多的三水铝矿。

表土由于生物积累作用强，呈灰棕色，厚度可在 15～30 厘米以上，有机质含量达 8～10%。但矿化作用也强烈，形成的腐殖质，分子结构比较简单，大部分为富铝酸型和简单形态的胡敏酸。其特点是分散性大，絮固作用小，形成的团聚体不稳固。

砖红壤是中国发展热带生物资源的重要基地，是橡胶的主要产区，并可种植咖啡、可可、香蕉、菠萝、油桐、剑麻、胡椒等热带经济作物。农作物可一年三熟。但在开发利用中还有“刀耕火种”现象，以致引起水土流失和肥力退化，这种粗放垦殖方法必需改正。应有计划地合理垦殖，并进行多种经营。在橡胶幼树林行间，可种植云南大叶茶、金鸡纳、可可、肉桂、三七等短期热作，这是充分利用热带土壤资源的重要途径。

（二）赤红壤

赤红壤过去称为砖红壤性红壤，是砖红壤与红壤之间的过渡类型。主要分布在中国南亚热带地区，即滇南的大部，广西、广东的南部，福建的东南部，以及台湾省的中南部，大致在北纬 22°（23°）至 25°之间。

赤红壤地区的生物气候特点是，气温较砖红壤地区低，年平均气温为 21～22℃，≥10℃的积温在 6500～8000℃之间。年降水量在 1200～2000 毫米之间，全年雨量分配比较均匀，干湿季节变化不很明显。原生植被为常绿阔叶林，除了中亚热带的植物外，尚有部分热带植物混生。林内也有攀缘植物和附生植物。

赤红壤富铝化作用弱于砖红壤，粘粒的硅铝率为 1.7～2.0。土体红色，

常见有铁锰结核和网纹层。全剖面呈较强的酸性反应。有机质和全氮含量因植被和耕作的不同而有很大的变化，但一般都不很高，磷的含量也低。粘土矿物组成属于高岭石类型。

赤红壤除了能种中亚热带经济林木和果树如油茶、茶叶、柑桔等外，还能种热带果木，如木瓜、杧果、菠萝、香蕉、洋桃、荔枝等。木棉也能生长。云南的赤红壤上还栽植有经济植物紫胶树和重要药材三七等。橡胶树和咖啡等热带经济植物只能在局部向阳静风环境的赤红壤上生长。

（三）红壤

红壤在中国分布范围广阔，大体包括湖南、江西、浙江三省的大部分，云南、广西、广东、福建、台湾五省区的北部，以及湖北、安徽、贵州三省的南部。

红壤形成于中亚热带的生物气候条件下。气候温暖，雨量充沛，无霜期长（240～280 天），年平均气温 16～26℃，≥10℃的积温 5 000～7 500℃，年降水量 1500 毫米左右。原生植被为亚热带常绿阔叶林，其中以壳斗科的栲属、石栎属和冈栎属占优势。红壤的地形条件一般为低山丘陵，但在云南为高原。成土母质在低丘陵多为第四纪红色粘土，高丘陵和低山多为千枚岩、花岗岩、砂页岩等。

红壤的富铝化作用与生物积累作用，与赤红壤和砖红壤比较起来相对较弱，但仍以均匀的红色为主要特征。一般包括 3 个主要发生土层：(1)腐殖质表土层：在覆盖良好的森林植被下，厚度约 20～30 厘米，暗棕色，有机质含量可达 4～6%。但大部红壤地区自然植被受到破坏，表土层的厚度只 10 余厘米，有机质含量约 1～2%。(2)均质红土层：一般厚度为 0.5～2 米，呈均匀的红色或棕红色，紧实，粘重，呈块状结构。(3)母质层：包括红色风化壳和各种岩石的风化物。

在均质红土层之下，往往有红色、橙黄色与白色相间的“网纹层”。这虽然是富铝土纲几个主要土类的共同特点，但在粘重紧实的由第四纪红土发育的红壤中更为多见。其成因，一般认为是在密实的红土层内，水流经常沿着土体内的裂隙流动，使高价铁还原为低价铁，并随水流失，从而使部分土体最初变为橙黄，最后变白。有人认为白色部分为高岭土，实际上白色部分与红色部分的粘土矿物并无差别，只是氧化铁显著减少（表 3）。

红壤全剖面呈酸性反应，pH 值 4.5～6.0。交换性酸较高，并含有大量的活性铝；盐基饱和度多在 30%以下。粘粒的硅铝率为 1.9～2.2，高于砖红壤

表 3　红壤网纹层粘粒的化学成分

色　　泽	SiO_2（%）	Al_2O_3（%）	Fe_2O_3（%）
红	39.96	28.17	19.49
黄	40.08	27.56	8.17
白	47.86	33.41	3.69

和赤红壤，表明其风化度没有那样深刻。粘土矿物以高岭石和水云母为主。土体含有一定量的原生矿物，大部分为石英和抗风化力较强的正长石和斜长石等。机械组成因成土母质不同而异。由第四纪红色粘土发育的红壤较为粘

重，粘粒含量可达 40%以上。在有机质缺乏、结构不良时，耕性很差，故有“干时一块铜，湿时一包脓”的农谚。由花岗岩、砂岩母质发育的红壤质地偏沙，粘粒含量一般只有 15～20%。

红壤是中国水热条件好而又面积大的重要的土壤资源，不仅能种粮、棉、油、糖、烟等农作物和经济作物，而且是亚热带经济林木、果树的重要产地，可农林结合，因地制宜发展杉木、毛竹、茶叶、油茶、油桐、桑树、漆树、柑桔、枇杷等。有的红壤由于利用不当，水土流失比较严重，而且养分含量低，应采取水土保持措施和培肥措施，提高土壤肥力。

（四）黄壤

黄壤广泛分布于中国热带、亚热带的山地和高原，以四川盆地周围的山地和贵州高原为多，广西的十万大山、广东的六万大山也是重点分布区，此外湖南、江西、浙江、福建、台湾等省的山地均有分布。大部分黄壤与红壤同属一个纬度带，生物气候条件也大体相近。惟黄壤区的水湿条件较好，雾日比红壤地区多一半以上，日照比红壤地区少 30～40%，干湿季不明显。

黄壤地区的年平均气温为 14～19℃，≥10℃的积温为 4500～5500℃，热量条件比红壤略差。年降水量 1000～2000 毫米，也有高达 3000 毫米的，例如十万大山南坡就是如此。相对湿度很大，为 70～80%。植被主要为亚热带常绿阔叶林、常绿—落叶阔叶混交林，以及热带山地湿性常绿阔叶林；在生境湿润之处，林内苔藓类与水竹类生长繁茂。目前，黄壤区原始森林甚少保存，大面积为次生植被，一般为马尾松、杉木、栓皮栎、麻栎等。有的黄壤山地毛竹成片生长，长势旺盛。成土母质以花岗岩、千枚岩、砂岩、页岩风化物为主。在气候特别湿润的地区，第四纪红色粘土和紫红色砂岩风化物也可形成黄壤，前者见于四川、贵州等地，后者见于广西十万大山南坡等地。

黄壤除具有热带、亚热带土壤所共有的富铝化作用和生物积累作用外，还有黄化作用。由于成土环境条件相对湿度大，土层经常保持潮湿，致使土壤中的氧化铁水化，形成黄色或蜡黄色土层。铁的水化物，以含化合水的针铁矿、褐铁矿和多水氧化铁为主。

黄壤的质地较红壤和砖红壤轻，多为中壤土至重壤土，但川、黔境内由第四纪红色粘土发育的黄壤也较粘重，粘粒含量可达 50～70%。呈酸性至强酸性反应，pH4.5～5.5，交换性盐基含量很低，盐基饱和度一般不超过 20%，因此垦殖后，施用石灰的较多。由于分布地势较红壤高，植被相对较好，故表土层有机质含量较红壤为高，常在 5%以上。粘粒的硅铝率为 2.0～2.5。粘土矿物因地区不同而有差别，在中亚热带以蛭石为主，高岭石和水云母次之，蒙脱含量较少；在热带和南亚热带，以高岭石占优势。虽然黄壤中也有三水铝矿出现，但与砖红壤中的三水铝矿形成有所不同。它不是由高岭石进一步分解的产物，而是母岩中某些原生矿物直接风化而来的，表明黄壤的富铝化作用虽较同地带的土壤（砖红壤、赤红壤或红壤）为弱，但也很明显。

黄壤分布地域广阔，条件复杂，应因地制宜实行综合利用。一般说来，山地以发展林业为主，造林主要树种为杉木，还可发展毛竹、茶叶、油茶等。丘陵地区的黄壤可以粮为主，多种经营。但均应注意水土保持，农地要增施有机肥，并施用石灰，以改良土壤酸性。

（五）燥红土

燥红土过去曾称为热带稀树草原土、红褐色土等。在海南岛的西南部，由于五指山阻挡了东南湿润季风的进入，形成了干热的生物气候条件。在云南南部，由于受红河的切割，形成高山峡谷地形，相对高差在 2000 米以上，产生了干热的焚风。这些地区的气候具有热量高、酷热期长、降水量少、蒸发量大、旱季长的特点。

燥红土分布地区的年平均气温为 24～25℃，≥10℃的积温高达 8700～9000℃以上，干湿季节明显，一年内旱季长达 7 个月。年降水量为 750～1000 毫米，年蒸发量大于年降水量 2～3 倍。植被类型为热带稀树草原或热带稀树灌丛草原。灌木树种有刺篱木、刺针木、刺毒木等，大都有刺，反映其旱生特点。草本植物以禾本科耐旱的扭黄茅为主，其高度可达 1 米左右。此外还有仙人掌、露兜树、霸王鞭等极耐旱的植物生长。人工栽培的木麻黄树，生长很好。

燥红土的成土母质多为片岩和花岗岩的风化物，其次是老的沉积物。在云南元江河谷观察的由片岩风化物形成的燥红土，具有红褐色心土层，粘重、干旱，甚紧实。它具有特殊的生物积累作用，雨季时植物地上部分生长旺盛，旱季时有机质分解缓慢，有利于粗有机质的相对积累，因此有机质含量常达 3～4%。

燥红土的富铝化作用远不如前面所讲的 4 个土类明显。元江燥红土粘粒的硅铝率为 2.1～2.4，K_2O 的含量为 2.62%。粘土矿物以水云母为主，其次为高岭石、石英和少量蒙脱。海南岛三亚市燥红土的硅铝率竟高达 2.6～3.3，说明富铝化作用更弱。粘粒部分的氧化铁在表层相对积累，反映干热气候条件下的土壤特征。土壤阳离子交换量较高，每 100 克土 18～30 毫克当量。由于淋溶作用弱，又受到旱季水分蒸发的影响，盐基有向表层聚积的趋势，盐基饱和度可达 70～90%，pH 为 6.0～6.5。

燥红土地区热量丰富，光照充足，但干旱时土壤常缺水。除兴修水利，截留河水，发展灌溉外，结合种树造林是解决这个矛盾的好办法。在水源未解决前宜种耐旱热带作物，如剑麻、番麻等。在解决灌溉水源后，可发展水稻、甘蔗、木瓜、西瓜、花生等。

四、温暖湿润地区的淋溶土

淋溶土是中国长江以北温暖湿润地区几类森林土壤的统称，主要分布于江苏、安徽（不包括皖南）、山东、辽宁、吉林、黑龙江等省的丘陵山地。它与下一部分将要介绍的半淋溶土相比，其分布区域偏东和偏南。由于这里绝大部分属于暖温带和温带，而且靠近海洋，所以气候条件的特点是温暖湿润。自然植被主要是落叶阔叶林，但在不同气候带林分组成的差异很大，从而形成不同的土类。在北亚热带杂生有常绿阔叶树种的落叶阔叶林下，形成黄棕壤；在暖温带落叶阔叶林或针阔混交林下，形成棕壤；在温带针阔叶混交林下，形成暗棕壤；在寒温带明亮针叶林或暗针叶林下，形成漂灰土；在向草原过渡的针阔叶混交林下，形成灰色森林土。

淋溶土是在酸性环境条件下进行着腐殖质积累，淋溶作用和淀积粘化作用一般都比较明显。所谓“淋溶作用”，就是指土壤渗透水对可溶性盐类的溶解下移，对土壤胶粒的悬浮下移，以及对细小土粒的推动下移。所谓“淀积粘化作用”，就是风化和成土作用所形成的粘土产物，自剖面上部向下淋溶淀积，从而在底土形成淀积粘粒胶膜，这种淀积粘粒胶膜的存在是淋溶土的重要特征。淋溶土的可溶性盐类均已淋失，当然更不会含游离的碳酸钙，一般呈酸性至微酸性反应。

淋溶土常有一定程度的白浆化作用，即在季节性还原条件下，土壤表层（或亚表层）的铁锰和粘粒，随水流失或下移的作用，结果在土壤剖面上部形成白色土层，通称“白浆层”或“白土层”。这种作用在棕壤和暗棕壤反映最明显，黄棕壤和漂灰土也有反映，只有灰色森林土不太明显。

淋溶土是很重要的森林土壤资源，为中国主要的林业生产基地。目前不仅有较大面积的森林可供采伐利用，而且相当大面积用于发展农业，尤其是山前洪积扇和丘陵地区的棕壤和黄棕壤农用价值更大，大部分已开垦作为农田和果园。但是由于各类土壤的特性和森林类型不同，其发展方向也就不完全一样。

（一）黄棕壤

黄棕壤是黄红壤与棕壤之间过渡性土类。其分布范围大致为：北起秦岭、淮河，南到大巴山和长江，西自青藏高原东南边缘，东至长江下游地带。

黄棕壤分布于亚热带北缘。这里夏季高温，具有亚热带特点；冬季寒冷，具有暖温带特点。年平均气温为 15～18℃，≥10℃的积温为 4500～5300℃，无霜期 210～250 天，年降水量为 750～1000 毫米，山区大于 1000 毫米。地带性植被是落叶阔叶林，但杂生有常绿阔叶树种。成土母质在山地多为花岗岩、千枚岩、砂页岩风化物，在岗地为下蜀黄土。

黄棕壤的形成过程，既具有黄壤与红壤富铝化作用的特点，又具有棕壤粘化作用的特点。这可从两方面来说明：(1)粘粒部分的硅铝率在 2.5～3.0 之间，大于黄壤和红壤，但低于棕壤；(2)剖面中、下部有粘粒淀积胶膜（在程度上不如棕壤）。

在自然植被下，地面有不连续的凋落物层，厚仅 1 厘米上下；腐殖质层呈暗灰棕色，厚 10 余厘米，逐渐过渡到黄棕色心土层，再下为母质层。由于成土母质不同，剖面形态特征有较大差异，具体来说，下蜀黄土母质发育的

黄棕壤，剖面中部一般都有一个紧实的呈棱柱状结构的“粘盘层”，故又称“粘盘黄棕壤”。而其他基岩风化物发育的普通黄棕壤，尽管剖面中部也较粘重，但并非“粘盘层”。

粘盘黄棕壤剖面上部呈酸性反应（pH5.2～6.3），盐基中度饱和，而剖面下部则呈中性反应（pH7.0～7.6），盐基高度饱和。普通黄棕壤有所不同，全剖面均呈酸性反应（pH4.6～5.8），盐基中度饱和。但它们也有共同之处，其特点是铁锰都有淋溶淀积现象，剖面的中下部可以见到铁锰胶膜和铁锰结核等新生体。不过，由于粘盘黄棕壤具有渗水力弱的粘盘层，容易产生临时性的上层滞水现象，就更有利于铁锰的还原与累积，因此铁锰胶膜和铁锰结核常较普通黄棕壤为多。

黄棕壤的自然肥力比较高，加上水热条件好，故开发利用较早。惟过去由于滥伐森林及不合理开垦，造成了相当严重的水土流失，使一些地区的土壤肥力大为降低。因此在黄棕壤的利用上，必须注意因地制宜和综合利用。山地的普通黄棕壤可以造林，岗地的粘盘黄棕壤可以经营农业和发展多种经营；同时要注意它分布于南北过渡地带的特点，引种经济林木和作物品种时，不能盲目行事。例如亚热带的茶、柑桔、甘蔗及其他经济林木，只在一定的条件下才能发展，不然要遭受冻害；暖温带的落叶水果如苹果等，生长也较差，这主要是由于气候条件不适合的原因，不能不引起重视。

（二）棕壤

棕壤也称棕色森林土，是暖温带落叶阔叶林和针阔混交林下形成的土壤，主要分布于山东半岛和辽东半岛，还广泛出现于半湿润与半干旱地区以及亚热带的山地垂直带中。

棕壤地区气候条件的特点是，夏季暖热多雨，冬季寒冷干旱，年平均气温为 5～14℃，≥10℃的积温为 3400～4500℃，季节性冻层深可达 50～100 厘米，年降水量约为 500～1000 厘米，干燥度在 0.5～1.0 之间。这里的原生森林早已破坏，目前多为次生针叶林和针阔混交林。棕壤所处地形主要为低山丘陵，成土母质多为花岗岩、片麻岩及砂页岩的残积—坡积物，或厚层洪积物。

棕壤地区由于夏季气温高、雨量多，不但土壤中的粘化作用强烈，而且还产生较明显的淋溶作用，使得易溶盐分和游离碳酸钙都被淋失，粘粒也沿剖面向下移动，并发生淀积。由于落叶阔叶林凋落物的灰分含量高，从而阻止了土壤灰化作用的发展，但白浆化作用却常有发生，在丘陵和山地都可见到。

在森林植被下发育良好的棕壤剖面，一般地表有 2～10 厘米枯枝落叶层；其下为灰棕色腐殖质层，厚仅 10～20 厘米；再下为最有代表性特征的棕色（有时为红棕色或黄棕色）粘化淀积层，厚约 30 余厘米或更厚一些，呈明显的棱块状结构，在结构体表面有淀积粘粒胶膜和铁锰胶膜；淀积层以下逐渐到颜色较浅、质地较轻的母质层。

棕壤的一般性质是：(1)在森林植被下，表层有机质含量可达 5～9%，向下急剧降低；(2)表层呈微酸性反应，向下过渡到酸性反应；(3)盐基饱和度较高，表层在 80%以上，下部各层稍低；(4)剖面中部粘粒含量较上下各层均高；(5)硅铝率在 2.5～3.4 之间，平均值为 3.03，略高于黄棕壤，但显

著低于褐土。

上述性态特征系指在森林植被下的普通棕壤而言。实际上，由于所处地形条件、人为影响以及母质等不同，其性态特征常有某些差异。因此除上述普通棕壤外，还有酸性棕壤、白浆化棕壤、潮棕壤和粗骨棕壤。

从土壤利用情况来着，棕壤是重要的森林土壤，也是重要农业土壤，具有很大的经济价值。潮棕壤分布于山前洪积平原，用于农业，大都旱涝保收，是重要的粮食生产基地。普通棕壤分布于山麓和丘陵缓坡，也多用于农业，其中一部分水土流失较重，水肥条件较差，需要采取水土保持措施和进一步发展灌溉，并加强培肥。白浆化棕壤有的分布于剥蚀堆积丘陵，多用于农业，肥力甚低，需要改良；有的分布于山地，多用于林业。酸性棕壤分布于山地，多用于林业，有的还是荒山，需要种树造林。粗骨棕壤分布于低丘陵的，多用于种植花生和柞岚（养柞蚕用）；分布于高丘陵和山地的，多为荒山疏林，水土流失都很严重，亟应采取水土保持措施。

（三）暗棕壤

暗棕壤也称暗棕色森林土，是温带针阔叶混交林下形成的土壤，主要分布在东北地区。其次在西南横断山区一带及其他亚热带山地的垂直带谱中，也有少量分布。

在东北地区，暗棕壤是面积最大的一个土类，分布于大兴安岭东坡、小兴安岭、张广才岭和长白山等地。

暗棕壤地区的气候特点是,年平均气温-1～5℃,≥10℃的积温是 2 000～3 000℃，冬季寒冷而时间长，季节性冻层深度为 1.0～2.5 米，无霜期 120～135 天，年降水量 600～1100 毫米，夏季多云雾，春旱不明显。全年平均相对湿度达 70～80%，干燥度小于 1.0。暗棕壤的原生植被类型中，针叶树种都属阴性或半阴性（如红松、冷杉等），落叶阔叶树种以桦类占优势，林下草本与灌木繁茂。暗棕壤分布的地形，多为中山、低山和丘陵。成土母质主要为花岗岩、片麻岩以及玄武岩的残积物和坡积物，部分地区为洪积物和冲积物。

暗棕壤的形成特点，主要表现为弱酸性腐殖质作用。它与棕壤比较，腐殖质的积累量多，有时甚至还有泥炭化。

典型的暗棕壤剖面，自上而下具有下列层次：枯枝落叶层，厚 3～5 厘米或更厚，由木本凋落物和草本残体组成，下部呈半分解状态，有较多的白色菌丝；腐殖质层厚约 8～15 厘米，棕灰色，粒状至团块状结构，根系密集，有蚯蚓聚居；以下逐渐过渡到淀积层，厚约 25～30 厘米或更厚，棕色或暗棕色，质地粘重，呈不明显的块状结构，结构面上常有粘粒胶膜和不甚明显的铁锰胶膜；最下为母质层，近于母岩颜色，有较多的石砾，在石砾表面有时也见铁锰胶膜。

暗棕壤理化性质的特点是：表层有较丰富的有机质，一般含量为 5～15%，这与低温湿润条件阻止微生物的活动，从而减缓有机质的分解作用有关。粘粒含量在淀积层一般都有增高的趋势，惟发育在较轻的母质上，其淀积层的粘粒聚积较不明显。土壤呈酸性反应，pH 值约为 5.5～6.5，盐基饱和度以表层为高，可达 60～80%，淀积层有所降低。粘粒的硅铝率在 2.8～3.3 之间，平均值为 3.05，只略高于棕壤。

暗棕壤是比较肥沃的森林土壤，森林生长繁茂，是我国重要的林业基地。这里是红松的中心产地，红松树高达 24～28 米，胸径达 32～36 厘米。由此可见，暗棕壤的利用方向主要是发展林业。但是，为了充分利用暗棕壤资源，可选择地势较平缓、腐殖质层较厚的地方，辟为农田，种植大豆、玉米等作物，有的可发展养蚕、养蜂和果树业。在天然林下，腐殖质层厚而水分适中的暗棕壤，种植人参最为适宜。

（四）漂灰土

漂灰土过去曾称棕色针叶林土、森林泥炭潜育土、森林灰白土和棕色泰加林土等，是中国寒温带湿润地区明亮针叶林或暗针叶林下形成的，具有灰白色亚表土的土壤。主要分布在内蒙古大兴安岭北段山地垂直带上部，北面宽南面窄，像一个楔子自北向南延伸。其次在青藏高原东南边缘的亚高山、高山垂直带上也有一部分。其相邻关系，在大兴安岭的东坡与暗棕壤组成垂直带谱，西坡与灰色森林土组成垂直带谱；在青藏高原东南边缘山地，位于垂直带山地棕壤的上部，亚高山草甸土的下部，有时还与酸性棕壤呈组合分布。自然植被以针叶林为主。大兴安岭地区的主要树种为兴安落叶松和樟子松，青藏高原边缘山区为冷杉和落叶松。地面生长大量苔藓。

气候条件的主要特点是寒冷而湿润。大兴安岭地区年平均气温为-5℃，≥10℃的积温 1400～1800℃，年降水量 450～550 毫米。青藏高原边缘山地的气温略高，年降水量也较高，可达 800 毫米以上。冬季土壤普遍结冻，冻层深度 2～3 米，在大兴安岭北端，甚至出现岛状永久冻层。在上述生物气候条件下，土壤进行着比较特殊的漂灰作用，实际包括水漂作用和灰化作用两个方面。前者是指土壤亚表层在冻层影响下，氧化铁被还原随侧向水流失的漂洗作用；后者是指雨季解冻后，土壤亚表层的铁、铝氧化物与腐殖酸形成螯合物，向下淋溶并淀积于心土或底土的作用。这两种作用所占的比重，因地区不同而有差异，有的是水漂作用占优势，有的是灰化作用占优势。

漂灰土的剖面分化比较明显，自上而下可分为苔藓枯枝落叶层、腐殖质层、漂灰层、淀积层和母质层。苔藓枯枝落叶层厚 3～20 厘米，下部呈半分解状态，多白色真菌丝，靠近土壤部分常现泥炭化；腐殖质层厚 5～15 厘米，暗灰或暗棕灰色，有的也现半泥炭化；漂灰层是漂灰土的代表性土层，灰白色，一般厚度为 5～15 厘米，但厚的可达 30～40 厘米，甚至 60 厘米，几乎全剖面都是这种颜色，而且还夹一些蓝灰、锈斑、铁子等新生体，质地也粗细不均；淀积层呈棕色、黄棕色或暗褐色，稍显核状结构，紧实且较粘重，厚度变化大，薄的几乎完全缺少此层，直接就与下边的母质层连接。整个剖面土层很少超过 1 米厚，大多在 50～60 厘米，而且常有较多石砾。

土壤有机质的含量很高，表层一般为 10～30%，高的达 40%以上，漂灰层中也有 3～15%；腐殖质淀积层中有 10～20%。腐殖质的组成，均以活动性大的富里酸占绝对优势。土壤酸性较强，pH 值 4.0～6.0。盐基饱和度变化较大，一般为 5～30%或 40%，常以表层为最高；但灰白色漂灰层厚的，则可达 50～90%。二氧化硅的含量，漂灰层比淀积层高 7～20%。铁、铝氧化物的含量则相反，淀积层比漂灰层分别高 6～16%和 2～10%。证明漂灰土确实有不同程度的淋溶作用，其中尤以铁的淋溶更为突出。

漂灰土是中国重要的林业基地之一，区内森林茂密，素有“林海”之称。

但由于林内阴暗、潮湿、气温低，以及由此引起的土壤酸性大、有效养分少，因而林木生长缓慢。因此应积极择伐成过熟林，以提高土温、降低湿度，加速生物分解的能力。同时注意及时抚育更新，防止水土流失，促进林木更好生长。

（五）灰色森林土

灰色森林土又叫灰黑土，是温带森林草原地区森林植被下形成的土壤，因具有颜色灰暗的深厚灰色土层而得名。在淋溶土类型中，它的淋溶程度最弱，分布的面积也最小，属森林土壤向草原土壤的过渡类型。在我国主要分布在内蒙古大兴安岭北段山地的西坡及南坡山地垂直带上部，在新疆阿尔泰山与准噶尔盆地以西的萨乌尔山和巴尔雷克山，也有部分分布。在相邻关系上，它常与草原植被下的黑钙土组成复区，占有山地的阴坡或半阴坡。在垂直分布上，因地区不同而有差别。例如，在大兴安岭，上与漂灰土连接；在新疆地区，上与亚高山或高山草甸土连接。

气候条件比漂灰土和亚高山草甸土地区稍微显得温和而干旱，但比草原地区的黑钙土又要凉爽湿润一些，属温带半湿润大陆性气候类型。年平均气温在-3～-4℃，≥10℃的积温为 1400～1900℃，冬季寒冷冻结，土壤冻深可达 1.5 米。年降水量 400～450 毫米，大部分降落在气温较高的 6～8 月内，对植物生长非常有利。因此，灰色森林土的植被除森林外，林下的灌木、草本植物也较发达，而且树种的地区性差异较大。在大兴安岭地区，垂直带上部和与漂灰土邻近的成片林区，主要为白桦、山杨、落叶松针阔叶混交林；在外围斑块状次生林区，则以白桦、山杨落叶阔叶林为主。新疆的阿尔泰山和萨乌尔山主要是落叶松，巴尔克雷山主要是云杉。森林郁闭度一般较漂灰土林区低，同时地面也很少有厚的苔藓。

灰色森林土的形成过程，既具有一般森林土壤的淋溶淀积过程，又具有草原土壤高度腐殖质的累积过程。但由于处在半湿润的气候条件，故淋溶程度比上述 4 种土壤都要弱一些。除可溶性盐全部淋失外，碳酸钙仅被淋到母质层以下，原生矿物的分解、蚀变也比较轻微。相反腐殖质的累积则比其它淋溶土壤强得多，不仅土层颜色深暗，而且厚度也较大，这主要是它同时进行着森林腐殖质化过程与草原腐殖质化过程共同作用的结果。

灰色森林土的剖面形态与漂灰土和淋溶黑钙土有某些类似。地面具有木本和草本植物残体组成的枯枝落叶层，厚度 2～7 厘米，下部半分解，有少量白色真菌丝，但不显泥炭化；腐殖质层厚 40～50 厘米，厚的甚至 70 厘米，颜色呈黑、暗灰或暗灰带棕色，一般以斑状林区的颜色最深，厚度最大，同时呈舌状向下层延伸；下面的硅粉淀积层，厚 30～40 厘米，浅灰稍带棕色，核状或块状结构，质地稍重，并夹有较多岩石碎片，结构和岩片面上多白色粉末状二氧化硅，因而增加了土层的灰白色成分，有点像漂灰层似的；底层母质岩片上有轻微红棕褐色铁锰斑，新疆地区有的还有石灰薄膜。全剖面含有较多岩石碎片。土层较漂灰土深厚，一般在 1 米左右。

土壤有机质的含量较高，表层一般为 7～15%，最高的可在 20%以上；至 50～60 厘米深处，仍有 1～3%，与暗黑钙土近似。这在其他森林土壤中，是很少见到的。土壤反应呈微酸性，pH 值 5.5～6.5，酸性向下逐渐增强，却又不同于黑钙土。硅粉淀积层，土体二氧化硅和粘粒的含量都有所增多，分

别比表层多 2～8%和 3～8%。活性铁、铝含量也以此层为最多，但全量氧化铁铝在全剖面却无明显变化，这说明灰色森林土的淋溶作用，确实是比其它淋溶土壤弱一些。

灰色森林土的潜在肥力和有效肥力都较高，养分条件不亚于黑钙土。由于分布在山地上部，坡度大、而且又是阴坡，因而限制了农业生产的发展，但却是很好的宜林资源。今后除大力抚育好现有林外，还应注意更新树种，逐步扩大森林面积和提高林木的生产率。

五、林灌地区的半淋溶土

半淋溶土属中国北方几类既有淋溶又有碳酸钙淀积的土壤的统称。因它地处湿润森林淋溶土壤和半干旱草原钙层土壤的过渡地带，因此土壤性状兼有淋溶土和草原土的某些特点。

半淋溶土主要分布在中国河北、山西、陕西、甘肃、宁夏、河南、山东等省区交接的丘陵地区，新疆、青海、四川的部分河谷山地上也有少量分布。这些土壤，除部分山地上还保存少数较好的森林外，其余绝大部分都已开辟成农田，耕种的历史相当悠久。大约在 3000 多年以前，这里的农业就已经很发达，中国原始公社的遗址——半坡村博物馆就是在半淋溶土地区，所以这里素来就享有中国文化发源地、文化摇篮的盛誉。这里的土壤为何开发这样早，垦殖以后又起了哪些变化，弄清他们的不同差异，对合理利用土壤资源，提高作物产量都会有很大的帮助。

原来这个地区是世界上最大的黄土分布区之一，而中国的半淋溶土绝大部分发育于这种黄土母质。大家知道，黄土母质的特点，一是土层深厚，厚度一般为 10～50 米，最厚的达 70～80 米，甚至超过 100 米，薄的也在 5 米以上；二是各种矿物营养元素比较丰富，具有较高的天然肥力。由于处在暖湿气候带内，且雨水比较适中，因此在古代，这里森林茂密，野兽很多。加上黄河在境内穿流，这一切都为中国劳动人民的祖先生活定居提供了非常有利的条件。深厚的黄土，既可用来作窑洞居住，又可用来种植五谷；众多的野兽，既可狩猎提供肉食，又为衣着提供毛皮。但随着社会发展和人口的增加，狩猎生活必然会因兽类的减少而渐让位给农垦事业，所以这里开发较早。土壤一经开垦种植，它的属性就会产生变化，要知道起了哪些变化，首先就要了解原来这里土壤的特点是什么。

从“半淋溶土”的名称，顾名思义，可知这类土壤的淋溶作用不很强烈，特别是与湿润森林地区的淋溶土相比较，淋溶作用就相对较弱。尽管这里也是生长森林，但树种都是一些旱生或中旱生类型的，如杨树、桦树、栎树、油松、云杉和灌木酸枣、黄荆条等，不需要太多水分就能长得很好。形成的土壤与典型的森林土壤（如棕壤、黄棕壤）不一样。它除了淋溶程度较弱一些外，还具有干旱草原土壤的某些特征。如在土层中下部出现碳酸钙聚积层，土壤性质都不是酸性的，而是中性到微碱性反应。因此，半淋溶土形成过程的共同特点，是在中性、微碱性森林灌木条件下进行的腐殖质累积，碳酸钙的淋溶和淀积作用明显，粘化现象有不同程度的表现。由于区域和人为生产活动的不同，这些特点表现的程度也不完全一样。如腐殖质积累表现出由东向西随着水热条件的下降而增多，粘化现象则相对减弱，碳酸钙淀积的部位升高；土层厚度和肥力状况表现出自南而北随着耕作管理的变差而变薄和降低等，反映出半淋溶土在形成上尚有比较大的差异。半淋溶土是由褐土、灰褐土、/ 土和绵土 4 个不同土类组成的。

（一）褐土

褐土也可叫褐色森林土，是半淋溶土中分布最广、面积最大的代表性类型。主要分布在山西、河北、辽宁三省连接的丘陵低山地区，山东、河南两省的西部，陕西关中，甘肃东南角，西南地区的金沙江、澜沧江河谷地段也

有一部分。在水平分布上，向东过渡到棕色森林土，向北面和西面过渡到栗钙土和黑垆土。南面因秦岭山地阻挡，故呈垂直分布与山地棕色森林土连接。

褐土的自然植被以中生和旱生森林灌木为主。气候属于暖温带半湿润、半干旱季风类型。年平均气温 11～14℃，年降水量 500～700 毫米，一半以上都集中在夏季，冬季比较干旱。成土过程以夏秋半年时期内比较活跃，所以淋溶程度不很强烈。碳酸钙仅被淋到土层 70～90 厘米深处或更深一点，多呈白色斑点、假菌丝状，夹在褐棕色土体中，肉眼可以看出来，从微形态照片上则可清晰看到针状碳酸盐结晶；有时也形成较坚硬的小结核，碳酸钙含量 2～30%不等。母质中碳酸钙多时，淀积的就多些。在森林保存较好的地段，地面常有薄层枯枝落叶，其下为腐殖质层，厚 10～15 厘米，棕灰色，含有机质 3～5%，高的可达 10%以上。心土为棕褐色粘化层，厚度在 40～70 厘米，含粒径小于 0.001 毫米的粘粒 20～30%，比上面、下面土层中的含量多 1～2 倍，氧化铁、氧化铝的含量也略微多一些。土壤性质呈中性、微碱性反应，pH 值 7.0～8.3，从上到下增大。部分淋溶较强的剖面，上部土层可出现微酸性反应，pH 值约为 6.5。以上这些性状，除少数褐土保存较完整外，绝大部分都因人为耕种活动的影响产生了变化。由于多年种植，土壤肥力消耗很大，有机质含量普遍下降到 1%左右，严重限制着单位面积产量的提高。因此，应注意广辟肥源，扩大绿肥面积，增加土壤有机质含量，提高土壤肥力。同时将水土流失严重的山地、坡地退耕，植树造林，发展果木，保持水土。

（二）灰褐土

灰褐土也可叫灰褐色森林土，过去曾称为森林棕钙土和森林栗钙土。50 年代，有些地区曾把它当成褐色森林土，后经研究，认为其性状虽与褐土有些相似，但并不完全相同。如淋溶作用比褐土弱，粘化作用不及褐土明显，土壤颜色比褐土灰暗，腐殖质积累作用比褐土强一些等。有人说它是褐土和灰色森林土之间的过渡类型。实际成土条件与褐土有很大不同，它是温带干旱半干旱地区山地旱生森林条件下形成的土壤，主要零星斑块或稍大片状分布在内蒙古的大青山，宁夏的贺兰山、六盘山，甘肃的祁连山、兴隆山，青海的日月山、唐古拉山，新疆的西部天山、帕米尔、西昆仑山等山地的阴坡、半阴坡部位，海拔高度大体在 1500～3000 米之间。灰褐土分布的范围虽广，但实际面积不大，在半淋溶土中只占第三位。在相邻关系上，它的下部有的连接黄绵土和黑垆土，有的连接栗钙土和灰钙土；上部有的是山地草甸土，有的是亚高山草甸土。

灰褐土地区的气候比褐土地区温凉、干旱。年平均气温 2～3℃，年降水量 300～600 毫米，属温带半湿润大陆性气候类型。目前大部分地区的森林长的还比较好，地面覆盖的枯枝落叶层厚 5～10 厘米，下部多呈暗褐色半分解的粗腐殖质状态，有较多白色霉菌丝，松软像沙发样富于弹性，下边的腐殖质层厚 20～40 厘米，比褐土上的厚度大一倍，颜色呈黑褐色，也比褐土的暗一些，有机质含量为 10～20%，比褐土高 1～2 倍。粘化层厚 25～70 厘米，比褐土稍薄，颜色也不如褐土鲜艳，为暗棕带褐，并夹有黑褐色腐殖质斑块在内，块状或核块状结构面上，无明显褐色光性定向粘粒胶膜淀积，粒径小于 0.001 毫米的粘粒含量仅比上下土层中的高 0.5～1 倍，比褐土中的低 1

倍多。碳酸钙淀积的部位升高，有的在 25 厘米深处就开始出现。形状开始呈白色假菌丝；向下渐增多呈斑块，最后聚积成层。在帕米尔、西昆仑山和唐古拉山等较干旱的山谷地段，碳酸钙聚积层更为明显，不少石块完全被碳酸钙薄膜包裹起来，碳酸钙含量 4～20%不等。土壤性质与褐土差不多，也是中性至微碱性反应，pH 值 7.0～8.5，部分淋溶强烈的，土层上部可出现微酸性， pH 值稍低，约为 6.5。

土壤的养分比褐土高。但因分布于山地，土层一般较薄，气温也比较低，因此发展农业生产的条件不如褐土地区好。目前绝大部分保持着较多的森林，是干旱地区发展林业生产的重要土壤资源。不过有些地区不太注意采伐迹地的更新抚育，使得林区的森林面积越来越缩小。这样下去，不仅会影响今后木材生产的供应数量，而且还会使气候更向干旱变化，对今后农林牧业的发展都是很不利的，故应加强抚育更新工作。采用人工补栽措施，使森林面积逐步恢复和扩大。

（三）/ 土

/ 土是半淋溶土中面积最小的类型，主要分布在陕西省关中和山西省西南部的汾河、渭河河谷平原阶地上。河北、河南两省境内的京广铁路两旁也有少量分布。它是在褐土的基础上，经过长期耕种和大量施用土粪堆积覆盖增厚形成的，是我国古老耕作土壤之一。堆积熟化土层的厚度约 50～60 厘米，把原来的褐土埋在下面，两种土壤紧密相接但又上下界线分明，好似盖上一层楼房一样，所以农民群众形象地把它取名为“ / 土 ”。由于土粪是用黄土垫圈堆制成的肥料，土质比较轻，颜色发黄，下边被埋的褐土，土质比较粘，颜色有些像烧过的炉灰，因此群众常把这种重叠式的/ 土剖面叫做‘ 黄盖垆 ”。

/ 土所以比褐土要肥沃些，庄稼的产量比褐土要高和稳定些，与“ 黄盖垆 ”上轻下粘的土体结构有密切关系。土粪堆积层土性柔和，疏松孔隙多，通气透水性能好，生物循环作用旺盛，矿质养料比较丰富，具有发小苗的优良性能。但它的保水蓄肥能力比较差，缺乏后劲，不发老苗。而垆土层却具有较好的保蓄性能，恰好就弥补了这个缺点。它们同时在一个剖面上存在，就增强了保墒抗旱和调剂养分供给、贮存的能力。

土粪堆积层又叫“ 熟化层 ”或“ / 化层 ”，进一步可细分为耕作层、犁底层、古熟化层和古耕腐殖质层。前三层颜色浅一些，是土粪的主要堆积层，有机质含量变动在 1.2～2.0%之间，与土粪的品质好坏关系很密切。粪多土少时，积累的就多一些，粪少土多时，积累的就少一些。第四层是原来褐土的腐殖质表土层，有机质虽经耕作分解有所耗损，但含量仍保持在 1.0～1.5%左右，颜色也比上边三层灰暗。“ 黄盖垆 ”的界线分明，就是从这一层开始的（图 10）。

在成土过程上，熟化层由于耕翻、种植、施肥等人为活动的影响，粘化作用和碳酸钙的淋溶淀积作用比原来褐土进行的要缓慢和微弱一些。粘粒分布除犁底层附近土质变粘有较明显增多外，其他土层基本上没有多大变化，更难见到褐土那样具有明显胶膜的褐色粘化层。泡沫反应从表土耕作层起，就很强烈。假菌丝状碳酸钙，从犁底层以下就开始淀积，并一直可延伸到原来褐土的粘化层甚至老的钙积层中。这些菌丝状碳酸钙新生体的出现，增加

了辨别原来土壤有关碳酸钙淋溶情况的困难，所以常常出现把它也当成褐土来看待的现象，有人则主张不列成独立的土类，而把它放到褐土的耕作类型中。

熟化层碳酸钙含量变化在 2～8%之间，中性至微碱性反应。pH7.0～8.5，与褐土接近。

/ 土的适种性比较广，小麦、棉花、玉米、谷子等都生长得较好，产量也比较稳定。西北著名的古老粮食基地“八百里秦川”，就是指这种比较肥沃的/ 土地区。但是应该注意到，随着土粪的连年施用，堆积覆盖层将会越来越增厚，与下伏垆土层的间隔将会越来越增大，“黄盖垆”的功效势必就要逐渐减弱，到最后土粪层厚度超过了垆土层起作用的最低界线，“黄盖垆”的功效就完全没有了。这样，/ 土也就变成与黄绵土相类似的没有垆土层的低产土壤。

为了充分发挥/ 土“黄盖垆”土体结构的优越性，使土壤资源利用得更加合理，从现在起，就应考虑在/ 土上不再施用低质量大的土粪，改为施用优质的有机肥料，或者进行粮草轮作、农业牧业相互结合，既解决肥料来源，又避免覆盖层厚度的增大，使/ 土的肥力和产量均不断得到提高。

（四）绵土

绵土是半淋溶土中面积次于褐土的第二个大类型，主要分布在陕西北部、宁夏南部、甘肃中东部和山西芦芽山、吕梁山以西的黄土丘陵地区。内蒙古中部的南边沿长城一线，也有一部分。在相邻关系上，东面、南面都与褐土、/ 土、黑垆土交叉相连，西边与灰钙土、黑垆土相接，北边为风沙土和栗钙土。它是黄土母质特征明显的幼年土壤，所以有的书上称它为黄土，有的又叫它黄土性土壤。由于土质疏松绵软，容易耕翻，当地群众多用绵黄土、绵沙土、黄绵土等不同名字来称呼它。

绵土是不合理耕种与侵蚀共同作用下形成的，它的前身可能是黑垆土和褐土。由于长期广种薄收，粗放耕作，在暴雨的冲刷下，以致原来的表土和心土层完全被侵蚀掉，而将底土（黄土母质）露在地面。尽管作物产量很低（亩产仅 25～30 公斤），但由于要吃粮食，所以至今仍在继续耕种着。土壤基本上没有发育。从上到下除可以分出耕作层和底土层外，其他发生层次很难看到，完全保留着清一色的黄土特点。

绵土的有机质含量很低，一般不超过 l%，含氮量仅 0.02～0.05%。土层通体都有强烈的泡沫反应，碳酸钙含量为 10～13%，分布比较均匀，但全剖面有菌丝状、斑点状的碳酸钙新生体。土壤颗粒组成，除表土耕层受施肥等影响有些改变外，全剖面都以细沙粒和粉粒为主，更看不出有粘粒下移的粘化现象。土壤通体呈碱性反应，pH8.0～8.5，上下差别不大。

绵土的耕性好，比热小、增温快，早春作物返青早、发小苗、成熟快，但缺乏后劲，不发老苗。土壤透水性能好，能够蓄积较多雨水，2 米土层内可蓄有效水分 400～500 毫米，故在雨水多的年份，可以获得较

表 4　半淋溶土性状特征比较表

项　　目		褐　土	灰 褐 土	[illegible]	绵　土
腐殖质累积	颜色	棕灰色	黑褐色	浅灰棕色	浅灰黄色
	厚度（厘米）	10～15	20～40	50～60	5～10
	有机质含量（%）	3～5（10）	10～20	1.2～2.0	0.3～0.8
粘化层特点	颜　　色	鲜艳的褐色	暗棕带褐色	无	无
	厚度（厘米）	40～70	25～70	无	无
	结构胶膜状况	核状、核块状结构面上较多光性淀积胶膜	块伏、核块状结构面上，胶膜不够明显	无	无
	粘粒含量变化变化	比上下土层中高1～2倍	比上下土层中高0.5～1倍	犁底层附近略有增多	无粘化现象
碳酸钙淀积状况	出现深度（厘米）	70～90或更深	25～80	15～25	5～10
	碳酸钙含量（%）	2～30	4～20	2～8	10～13
	淀积形态	斑点状，假菌丝状，少量结核状	假菌丝状，斑块状、层状	假菌丝状	斑点状，假菌丝状
pH值		7.0(6.5)～8.3	7.0(6.5)～8.5	7.0～8.5	8.0～8.5

高的产量，特别是豆类作物结荚多、籽粒饱满。

绵土是全国土壤侵蚀最严重的土壤之一。大部分地面被分割得支离破碎，沟壑面积超过总土壤面积的50%以上，不仅耕地面积缩小，土壤肥力和作物产量下降，而且常常造成下游河床严重淤塞，洪水危害。因此必须搞好水土保持，防止土壤侵蚀进一步恶化。改变过去片面抓粮食生产的局面；侵蚀严重的陡坡应退耕造林种草；缓坡地修筑水平梯田，实行果粮条带状间作；此外还应增施有机肥料，加强耕作管理，把低产的绵土改为畜旺、林茂、粮丰全面发展的生产基地。

六、千里草原的钙层土

钙层土，是中国北方一些具有灰白色石灰聚积层的土壤。一般把石灰聚积层称做钙积层。在土壤科学分类上，把这种具有钙积层的不同土壤归并为一个大的土纲，统称钙层土。

钙层土主要分布在中国内蒙古高原的中东部，及其与宁夏、甘肃、青海、陕西等省区的交接地段。黑龙江省的松辽平原，新疆的昭苏盆地，天山、阿尔泰山、昆仑山等山地上也有一部分。这些地区，除松辽平原开垦较早，从事农业为主外，其余地区基本上都是牧业用的广阔大草原。因此，有人又把这类土壤称做草原土壤。

中国东部地区因受季风影响，雨水多，土壤湿润，故满山都是郁郁葱葱的森林。而西北地区由于深处内陆，距海洋远，加上重重山脉的阻隔，从海洋上吹来的湿润季风到达这里已经是强弩之末了。所以区内除最东部稍感湿润外，其余都属半干旱和干旱的少雨区，降水量年仅 150～450 毫米。加以高原地形开阔，又多西北强风，土壤又有钙积层，这对根深、耗水量较大的树木来讲，立地条件就非常之差，土壤的水分状况，根本满足不了森林生长发育的需求。但对需水相对较少的草本植物来说，却是很适合的。所以这里遍野都是绿油油的肥美草场，是中国有名的草原和牧区。

草原不仅为发展畜牧业提供大量饲草，还给土壤累积了有机质。这就是土壤腐殖质积累过程。它是钙层土形成的基本过程之一。土壤腐殖质积累，是由草本植物死亡后的残体分解而来的，主要是地下死亡部分。地下部分的总量，一般超过地上部分 5～20 倍，甚至达 30 倍。腐殖质层积累的厚度为 20～100 厘米，最厚的可接近 2 米。腐殖质的含量，高的可达 12%以上，低的仅 0.5%。

钙层土的另一基本形成过程，是钙化过程，即碳酸钙在土壤剖面中的淋溶和淀积的过程。这是由于土壤处在干旱、半干旱条件下，成土母质风化释放出来的钙和植物残体水解释放出来的钙未遭到充分淋洗，而只在雨季以重碳酸钙形式向土壤下层移动，到达一定深度后。因湿度降低，便以碳酸钙的形式沉淀于土层中，年积月累，就形成钙积层，这就是钙层土多钙的原因。钙积层在土体中出现的部位，随着区内由东向西降水量减少，气候干旱程度的增加而变浅，大体在 9～15 厘米范围内开始，碳酸钙聚积层的厚度，一般在 20～60 厘米左右。聚积的形态有层状、眼斑状、结核状、假菌丝状、粉末斑点状等。有的群众把结核状叫砂礓，有的叫料礓石，说明它的硬度是比较大的。碳酸钙含量，一般为 10～30%，高的可达 40%，个别更高达 70～80%，整层都是白色石灰状，可能已不是土壤钙化过程的产物，而与过去的地球化学沉积过程有密切关系。

从以上两个基本土壤形成过程可以清楚地看出，草原土壤钙层土的共同特点是土壤上部为颜色较暗的腐殖质层，下部为颜色较淡的钙积层，再下就是各种不同的母质，整个土层都呈中性到强碱性反应。但是由于分布的范围很宽，无论水热气候条件、草原的类型和植被组成，都有很大的不同，土壤自然也就会出现很大差别。自东而西依次有黑钙土、栗钙土、棕钙土和南面的黑垆土与灰钙土等 5 个土类。

（一）黑钙土

黑钙土是钙层土中较湿润的类型，它以土色深暗发黑而得名，位于草原的最东部。主要分布在内蒙古自治区大兴安岭中南段山地的东西两侧，东北松嫩平原的中部和松花江、辽河的分水岭地区，向西可延伸到河北的燕山北坡和内蒙古阴山山地的上部。在新疆和甘肃、青海地区，多出现在山地上，如天山北坡，阿尔泰山南坡，祁连山东部的北坡，西倾山北坡等，平地仅昭苏盆地有一部分。黑钙土的西边、南边和山地向下都被栗钙土所包围，东北面与湿润草甸形成的黑土带连接，向上常与阴坡的森林土壤参差并渐次过渡为灰色森林土或暗棕色森林土。在新疆、青海地区，它的下边也是栗钙土，而向上则先与阴坡的森林灰褐土参差；然后再逐渐过渡到亚高山草甸土。从这种相邻关系来看，也可说明黑钙土所处的环境条件是比较湿润的。

黑钙土地区的气候为温带半湿润大陆型，年平均气温—3～3℃，年降水量 350～500 毫米，水热条件对旱作农业基本上是稳定的。草场是草原中生长最好的，类型为禾本科、多种草类及灌木组成的杂类草原和草甸草原。覆盖度 60～90%，草层高 30～50 厘米，高的可达 60～70 厘米，亩产鲜草 200～300 公斤，是钙层土中产草量最高的，因此它的腐殖质含量也比其它钙层土为高，一般在 5～10%之间，高的可达 15%，低的不足 4%。腐殖质层的厚度，通常在 30～50 厘米，厚的可达 70～90 厘米。颜色以黑色为主，但程度不一样。从北向南、从东到西随着气候的变干变暖，有机质分解作用增大，其厚度逐渐变薄，含量逐渐减少，颜色逐渐变淡。新疆地区因山地气温偏低，腐殖质积累普遍偏高，为 8～15%，随所处高程发生从上到下变薄、减少、变淡的垂直变化。腐殖质在土壤剖面中，从上到下减少，并以舌状下伸，有的黑黄相间土层中还可见到白色二氧化硅粉末。这两者是它区别于其它钙层土的特殊标志。因淋溶作用较强，故钙积层部位较深，一般在 60～90 厘米以下，有的甚至在 1.5 米以下。钙积层厚度 30～50 厘米，碳酸钙含量内蒙古地区为 8～20%，新疆地区为 13～30%。土壤反应为中性至微碱性，pH 值 6.5～8.5，从上到下增强。土壤养分含量很高，加之团粒结构较好，水、热、通气、耕性等条件比较优越，是很好的宜农宜牧土壤资源，发展森林也有一定条件。解放以来，这里的牧业和农业都得到很大发展，以具有三河牛、三河马大牲畜良种和乳品基地及粮食基地著称。东北的粮仓之一，就是在黑钙土上。

（二）栗钙土

栗钙土是钙层土的典型性土类，因颜色有些像板栗的外壳而得名。分布的范围很广，面积也最大。在内蒙古自治区，包括黄河后套以东（鄂尔多斯的东部和山西大同盆地在内）的广大草原地区，差不多占据整个高原面积的 1/2，成为内蒙古草原土壤的主体；在新疆，以西北部的天山、婆罗科奴山、塔尔巴哈台山、阿尔泰山等山地中上部分布较多；在青海、甘肃两省，以阿尔金山、祁连山、哈梅尔达坂、库库诺尔岭、日月山、西倾山等山地中上都较多。在相邻关系上，它的东面或上边均连接黑钙土；在西北面或下边则与棕钙土相连。

栗钙土地区气候比黑钙土地区干些、暖些，属于温带半干旱大陆性气候类型。年平均气温—2～6℃，年降水量 250～350 毫米，水分条件不能完全满足旱作农业的要求。草场为典型的干草原，生长不如黑钙土区茂密。类型以

丛生禾本科草为主，其次为走茎与根茎类，灌木、半灌木也不少。覆盖度 20～50%，草层高 5～30 厘米，亩产鲜草 100～200 公斤，产草量居钙层土的中间地位。腐殖质累积程度比黑钙土弱些。腐殖质层厚度一般为 25～45 厘米，含量多数在 1.5～6.0%之间，颜色以栗色为主，但程度不同。东部或山地上部腐殖质层厚一些，含量多一些，为暗栗色；西部或山地下部腐殖质层薄一些，含量少一些，为淡栗色；中间部分厚度、含量均居中等，颜色为典型的栗色。腐殖质下渗短促，层面整齐或略呈波浪状，没有黑钙土那样看状下渗特点。钙积层出现的部位比黑钙土的浅得多，也紧密得多，一般在剖面 30～60 厘米深处开始出现。厚度约 30～70 厘米，碳酸钙含量 10～30%之间，高的可达 60%以上，有的甚至出现完全白色的石灰盘。地区之间差异较大。大兴安岭东麓和鄂尔多斯高原碳酸钙含量普遍较高，平均为 20～28%，厚度也大些；内蒙古高原碳酸钙含量普遍较低，平均为 10～15%，厚度较薄；新疆地区介于两者之间，平均含量为 14～20%，同时底土 l 米左右还可见到纤维状、粒状石膏和其它盐分，这与所在地区的不同水热条件及地质历史特点有密切关系。土层从上到下呈弱碱至碱性反应，pH 值 7.5～9.0，局部地区还有碱化现象发生。土壤质地以细沙和粉沙为主，区内沙化现象比较严重，这和经营粗放不合理使用土壤有直接关系。

这里既是中国主要的牧业基地，又有不少旱作农业。二者都因水分不足，经营粗放单一，生产很不稳定。为合理使用土壤资源，应根据具体条件，实行以农为主或以牧为主不同形式的农牧结合。

（三）棕钙土

棕钙土是钙层土中最干旱并向漠境地带过渡的一种土壤，因它的棕色而得名。分布的范围较大，在钙层土中面积仅次于栗钙土。主要分布在内蒙古高原的中西部，鄂尔多斯高原的西部；新疆准噶尔盆地的北部，塔城盆地的外缘，中部天山北麓山前洪积扇的上部；在甘肃、青海两省，多分布在祁连山、阿尔金山、昆仑山等山地的中下部。在相邻关系上，在内蒙古地区，它的东南面连接栗钙土，西边与漠境地区的灰漠土相连，南边与灰钙土相接；在新疆地区，它的上边连接山地栗钙土，下边连接灰漠土或灰棕漠土；在甘肃、青海地区，上边也连接山地栗钙土，有的直接过渡到高山草原土，下边连接灰棕漠土。

棕钙土地区的气候比栗钙土地区更干、更暖，大陆性特点更强。年平均气温 2～7℃，热量接近暖湿带。年降水量 150～250（300）毫米，没有灌溉就没有庄稼。草长得很不好，类型为草丛戈壁针茅、沙生针茅、小针茅和旱生小灌木组成的荒漠草原和草原化荒漠。覆盖度 15～35%，草层高仅 5～15 厘米，亩产鲜草 50～100 公斤，是钙层土中产草量最低的。腐殖质的积累比栗钙土弱得多，腐殖质层厚度一般仅 15（20）～30 厘米，有机质的含量为 0.6～2.0%，是钙层土中最少的。腐殖质的颜色以棕色为主，但程度不一样。向西或向下，含量减少，渐由棕色降到淡棕色。腐殖质向土层下边延伸比栗钙土更为短促整齐。钙积层部位比栗钙土又浅一些，也松一些。一般在土层 15（20）～30 厘米深处，厚 20～30 厘米，碳酸钙含量 10～40%，变化也是向西或向下厚度变薄，含量减少，出现的部位变浅。石膏出现的部位升高，以新疆地区最显著，在 35～70 厘米深就开始出现。底土层普遍有硫酸盐等盐

分，含盐量东部不超过 0.2%，西部在 80～100 厘米深处常达 0.5～1.5%，碱化现象也较普遍。土壤通体呈碱性反应，pH 值 8.0～9.5 之间。此外，地面普遍多砾石和沙，有的还有不明显的龟裂状薄层结皮，上面附生着较多黑色低等植物地衣，这是它区别于其它钙层土并向荒漠过渡的特色。

棕钙土基本上都是牧业用地，由于干旱，草矮小稀疏，冬、春季饲草严重欠缺。土壤沙性大，砾石多，土层薄，不适合农业生产，有利条件是热量较栗钙土地区丰富，如选择有水源条件的低洼地、河谷低阶地，开发地下水，发展井灌，建立人工草料基地，以及进行粮草轮作，用农牧结合来解决冬春雨季的草料，这样就有利于牧业的更好发展。

（四）灰钙土

灰钙土是钙层土中继棕钙土后向漠境地区过渡的又一种土壤，因颜色浅淡略显灰色而得名。它是由黄土母质形成的土壤，分布范围不广，主要集中在黄土高原西部、甘肃河西走廊乌鞘岭以东的银川平原、兰州等地区。新疆西北角的伊犁谷地及宁夏的贺兰山山地上也有一部分。在相邻关系上，它的东北面连接棕钙土，东南边与黑垆土及黄绵土相连，西北与漠境土壤灰漠土和风沙土相接，西南紧靠栗钙土山地。

灰钙土地区气候为温带半干旱和干旱大陆性类型。年平均气温 6～9℃，热量更接近暖温带；年降水量 150～300（350）毫米，比棕钙土地区稍多一些。部分地区已垦殖为旱作农区，但仍要进行灌溉，生产才能较有保证。草长得不好，类型与棕钙土基本上相似，也是属于旱生丛生禾草及灌木、半灌木组成的荒漠草原。土壤腐殖质的积累也比较弱，含量最多的表土层不过 0.5～3%之间，但腐殖质层的厚度比棕钙土大得多，一般都在 30～50 厘米，厚的可达 70 厘米，而且土层上下之间的差异也不及其他钙层土明显，颜色变化非常缓和。这主要是由于黄土母质深厚，疏松、不紧密，小孔隙多，腐殖质容易下渗的结果。灰钙土剖面层次分化比较微弱，这是它与其它钙层土的主要区别，几乎看不到白色钙积层。通常只在 15～30 厘米以下见到一些像菌丝或点状的白色碳酸钙斑点，厚度 20～30 厘米左右，含碳酸钙 12～25%，这也是它不同于其它钙层土的地方。石膏和盐分不像棕钙土那样普遍，出现的部位也深一些，多数在 90 厘米以下才能见到（新疆地区）。石膏含量 6%左右，易溶盐为 1～2%，成分以硫酸盐为主，土壤也是碱性反应，pH 值 8.0～9.5，少数也有碱化现象，但土壤质地以轻壤、中壤土为主。地面也有细小的裂缝和很薄的假结皮，上边生着较多黑色的地衣和藻类。在北部风蚀严重地段，常盖着不同厚度的黄沙，有的还堆成稀疏的小沙包，这是它向更干旱荒漠过渡的表现。

这里的生产历来就是一半农业，一半牧业，驰名中外的白兰瓜和宁夏滩羊就出产在这个地区，但由于干旱缺水，放牧和耕作都很粗放，生产水平低，土壤侵蚀也较严重。为了与干旱作斗争，群众采用了在土面铺压沙石的“沙田”方式进行种植，起到了一定作用，但产量并不高。新压的沙田平均亩产 70～90 公斤，老沙田仅 20～30 公斤，与水浇地亩产 250 公斤比较，产量就低得多了。而且花工大，耕翻、施肥都不方便，这种两年，土壤肥力就很快下降。如充分引用黄河水和开采地下水来发展浇灌，一方面把缺水、少水的草场充分利用起来，一方面实行豆科牧草与粮食轮作，既能提高土壤肥力，

又提供了优质饲草，而羊粪又可作肥料，互相结合，则农牧业生产水平将会逐步提高。

（五）黑垆土

黑垆土是钙层土中面积最小的类型。零星夹在侵蚀非常严重的黄绵土中间，以其有灰暗色、好像烧过的炉灰颜色土层而得名，也是由黄土母质形成的。主要分布在中国黄土高原的陕西北部、宁夏南部、甘肃东部三省的交界地区。往东穿过黄河，顺着吕梁山山脚向西北沿着长城一线延伸到内蒙古的赤峰附近，断续分散长约 1500 公里，常出现在土壤侵蚀较轻，地形较平坦的黄土源区。如六盘山东边的董志塬和洛川塬，分布得就比较集中，面积也比较大。也 有少量出现在河流两岸的高阶地及个别残丘顶部的。在相邻关系上，西面与灰钙土连接，东边和南边都是暖温带的褐土，北面与栗钙土犬牙交错。

黑垆土地区气候暖和，年平均气温 8～10℃，热量靠近暖温带；年降水量 300～500 毫米，与黑钙土地区差不多，但由于气温较高，相对湿度就小一些，属于暖温带半干旱大陆性气候。虽可进行旱作农业，但春旱现象比较普遍。草的类型与栗钙土地区差别不大，是由针茅（包括本氏、短花、克氏三种）等组成的干草原，覆盖度 30～50%，但绝大部分都已被开垦为农田。腐殖质的积累有些像灰钙土，下渗厚度较大，一般都在 60～70 厘米以上，最深可达 2 米；有机质含量不高，表土层也不过 1～2%或 3%，从上到下减少的速度缓和，但腐殖质的颜色和上下之间的差别比灰钙土明显得多。上半段为暗灰带褐色，下半段为灰带褐色，而且常有较多灰白色碳酸钙假菌丝和粉末。当经过较长时间的耕种后，耕作层 30～40 厘米的颜色就减退为黄棕灰色，碳酸钙麻点基本上没有了，增加了上土粪留下的碳屑、炉渣、瓦片等杂物，与下边原来的腐殖层差别非常明显，好像黑垆土是被埋在下边的古土壤。钙积层多在 1 米以下出现，有的就在腐殖质层下半段开始聚积，厚度一般 50～60 厘米，有的可达 1 米厚。灰白色不明显，斑斑点点地夹在浅黄灰色的土层中，形状像豆粒大小的砂礓瘤子，菌

表 5　钙层土性状特征比较表

项　　目		黑钙土	栗钙土	棕钙土	灰钙土	黑庐土
腐殖质层特点	颜色	淡黑—暗黑	淡栗—暗栗	淡棕—棕	棕黄带灰	暗灰带褐
	厚度（厘米）	30～90	25～45	20～30	30～70	60～200
	含量（%）	3.5～15	1.5～4.0	0.6～2	0.5～3	1～3
	下伸特点	舌状下伸	整齐或波状	整齐	不明显	皮状下伸
钙积层特点	出现深度（厘米）	60～150	30～60	15～30	15～30	100左右
	厚度（厘米）	30～50	30～70	20～30	20～30	50～100
	碳酸钙含量（%）	8～30	10～30	10～40	12～25	12～20
	淀积形态	斑块状、假菌丝状成层，不紧实	紧实的粉末状成层、假菌丝状的很少	粉末状成层或眼斑状	假菌丝状、斑点状	结核状砂礓成层、假菌丝状、斑点状
石膏聚积		无	局部底土层有	局部心土层有	底土个别可见到	无
盐化碱化特点		局部有碱化	局部有盐化碱化	局部心土有盐化，碱化较普遍	局部有碱化和深位底土盐化	无
pH值		6.5～8.5	7.9～9.0	8.0～9.5	8.0～9.5	7.5～8.5

丝、粉末状的也有一些，但没有腐殖质层中那样多。含碳酸钙12～20%，碱性比灰钙土小，pH值7.5～8.5。易溶性盐大多被淋洗出去，没有盐碱危害。加上土层深厚，热量条件又较好，故绝大部分的黑垆土都被开垦为农田，种植小麦、玉米、糜子、谷子、大豆、花生等庄稼，耕种的历史很长久。但由于没有及早注意水土保持工作，黄土本身又比较疏松，所以土壤侵蚀非常严重。地面到处都是大大小小的冲沟，绝大部分土壤都被侵蚀变成母质特征明显的黄绵土，不仅肥力、产量低，亩产不超过50公斤，而且支离破碎的冲沟陡壁，根本没法利用。因此如何作好水土保持工作，就成了区内充分利用土壤资源的主要关键。应根据不同条件修筑各种水平梯田，营造各种水土保持林；把侵蚀很严重的闭耕，种植豆科牧草，扩大牧业生产的比重，农牧结合，为农业提供肥料来源，同时在一些有条件的地区修筑小型塘坝拦蓄雨水，既减少对土壤的冲刷，又可用来浇灌农田，克服春天生产上的干旱缺水问题。

七、干旱地区的石膏—盐层土

石膏—盐层土，是对中国西北干旱地区一些具有石膏和盐分的土壤的统称。因为这些土壤所处的地理环境都是我国最干旱的漠境地带，所以土壤的名称几乎都带有一个“漠”字，如灰漠土、棕漠土等。

石膏—盐层土，分布在我国新疆、甘肃、青海、内蒙古、宁夏等省区的大部分或一部分地区，面积很大，差不多要占全国总面积的 1/5。因远离海洋，气候非常干旱，属欧亚大陆的干旱中心。一年的降水量，大部分地区达不到 100 毫米，最少的若羌、罗布泊，仅 10 毫米左右。农业生产完全要靠引用冰雪水和地下水进行灌溉才能种植（属于无灌溉即无农业的极端干旱地区）。野生的草也很少，偶尔可见非常耐旱的肉汁半灌木，覆盖度很小，一般仅 l～3%左右。只有在最东部邻近荒漠草原地段，覆盖度才可达 10%以上。所以土壤基本上没有或很少有草原土壤那样明显的腐殖质层，而是以漠境地区特有的砾质化、弱铁质化、碳酸钙表聚、石膏和盐分的聚积等为该类土壤形成的主要特点。

砾质化，这里绝大部分地面都满布大大小小的砾石，由于久经风蚀曝晒，砾石表面粗糙，黑油油的在阳光下闪闪发光，群众称为黑戈壁，一部分混有细土不发光的，则叫土戈壁或假戈壁。“戈壁”，是蒙古族语言。在自然科学名词上，称作“砾漠”或”砾幂”。砾石直径一般为 0.5～5 厘米或稍大一些，厚度 1～3 厘米左右。土层中的砾石也不少，由百分之十几到 50%以上。这是由于昼夜温差大，露在地表的岩石产生裂缝崩解，不断由大变小，强劲的西北风，又把细土粒全部吹走，砾石残留，就逐渐形成了戈壁滩。

弱铁质化，指在土壤表层下端的亚表层中，有一层比上下土壤都较紧实的浅红棕色或褐棕色土层，含粘土较多，含氧化铁也较多。在干旱气候条件下，这个土层的水分、温度状况，比其它土层相对稳定一些，因此岩石风化和成土过程产生的粘土和铁化合物在这一层中的聚积也就相对多一些，这些铁化合物以红棕或褐棕色薄膜涂染在土粒外面，使整个土层显得比较鲜艳。母质含铁矿物愈多，铁质化作用愈明显，且随着气温的增高而逐渐加强。

碳酸钙表聚，指在非常干旱的气候条件下，岩石风化和成土过程中产生的碳酸钙，由于降水稀少，不可能被淋洗，常在表土的气孔状结皮和薄片层中聚积起来，这是漠土特有的不同于一般钙层土的碳酸钙聚积方式。

石膏和盐分的聚积，在极端干旱条件下，即使很容易溶解的氯化物、硫酸盐等盐分也很少淋洗出去，次溶性的石膏当然更淋洗不出去了。它们聚积在土壤剖面的中部或下部，盐分的位置通常在石膏层的下面，或者与之结合在同一土层中。盐分含量少的 1～2%，多的达 20～30%以上。石膏和盐分与碳酸钙表聚的特点一样，也是随着干旱程度的增强而增加，同时出现的部位也逐渐变浅。从这些特点中可以看到，石膏-盐层土剖面发生土层的共同形态是表土具有含碳酸钙较多的孔状结皮与薄片层，上边大多盖有不同数量的砾石；其下为含铁和粘土稍多的红棕色紧实层；紧实层之下，就是各式各样的石膏和盐分聚积层；再下就进入到母质。由于它们分布的范围东西长达 2600 多公里，南北又穿过两个不同气候带（北面为温带，南面为暖温带），以及土壤形成时间的长短等差异，因而这些形态在不同地段的土壤上，表现程度就很不一致了。

（一）灰漠土

灰漠土是石膏-盐层土中稍微湿润的类型。分布在漠境边缘地带内蒙古河套平原、宁夏银川平原的西北角，新疆准噶尔盆到沙漠的南北两边山前倾斜平原、古老冲积平原和剥蚀高原地区，甘肃河西走廊的西段也有一部分，实际分布的面积并不大。在相邻关系上，东面北段连接荒漠草原的棕钙土，南段连接灰钙土，西边和南边与灰棕漠土和风沙土连接，北边直抵国界；新疆准噶尔盆地的北边、南边均与棕钙土连接，中心部分为固定、半固定风沙土组成的古尔班通古特沙漠。

灰漠土是在温带荒漠气候条件下形成的。年平均气温为 5～8℃，热量接近暖温带，与邻近的灰钙土差不多。年降水量 100～150 毫米，比其它漠土湿润。正是这种稍微湿润的水分状况，使得以旱生灌木为主的荒漠植被中增加了针茅、闭穗、早熟禾等少量草原的成分，覆盖度可达 10%，比其它漠土高 2～3 倍；有机质的含量也最多，达 0.6～1%；碳酸钙表聚也显出有轻微的下淋现象。

土壤的砾质化程度很弱，这主要是它的成土母质大多数是黄土的原因。砂砾石母质也有一部分，但含砾石比较少。在草长得比较多的地段，还可见到少量鼠类活动的洞隙和小土包，这在其它漠土上是很少有的。表土孔状结皮发育得很好，上边具有不规则或多角形的裂纹，沿纹生长一些黑色地衣、藻类低等植物，使附近形成粗糙的黑色薄皮；下边的孔隙像蜂窝，从上到下变小和减少。结皮厚度 1～4 厘米不等，浅灰或棕灰色，干燥松脆，易顺着上边的裂纹开裂散碎。下面的薄片或鳞片状结构厚 1～5 厘米，孔隙更少，松散易碎。在沙性大和积沙较多地段，这种结皮发育不好，甚至没有。

紧实层厚 5～15 厘米，呈褐棕色或黄棕色，结构为块状或柱状，粘粒含量达 20～28%，比上下土层约多 5～10%。铁稍多一点。中、下部常有斑点状、假菌丝状或斑块状不明显的钙积层，碳酸钙含量为 10～20%，比上部孔状结皮中的多 1 倍左右，说明它具有轻微淋溶作用。石膏和盐分聚积在 40 或 60 厘米以下，以 80～100 厘米深处较多，有的还出现几层石膏。石膏一般呈白色小结晶或晶簇状态，含量高低不一。内蒙古地区的偏低，不足 1%；新疆地区的偏高，在 2～8%之间，最高的可达 14%。盐分呈脉纹状乳白色结晶，含量为 0.5～2%，也是内蒙古地区偏低。盐分组成多属氯化物为主或硫酸盐为主的混合类型，但含重碳酸盐较多，一般为 0.03～0.08%。包括表土孔状结皮在内，都有一定碱化现象，碱化度 10～20%。土壤呈强碱性反应，pH8.5～10，以紧实层为最高。

区内因干旱少水，灰漠土大部分用来放牧。实践证明，尽管它有盐化、碱化的弱点，只要有足够的灌溉条件和合理的耕作施肥管理，农业生产的效果还是比较好的。如新疆地区垦殖的一部分，亩产小麦 100～150 公斤，最高的达 400 公斤，棉花亩产皮棉 35～40 公斤。在石多土少的广大石膏-盐层土地区，相对说来它的宜农条件比其它漠土还是好得多，是发展农业较好的土壤资源。但开垦后应注意防止盐碱加重和风沙危害。

（二）灰棕漠土

灰棕漠土是石膏-盐层土中分布面积较大的类型，仅比棕漠土略小一些，

主要分布在新疆的天山山脉、甘肃省的北山、祁连山一线以北和宁夏贺兰山以西的广大戈壁平原地区，青海柴达木盆地的东北面山前洪积扇戈壁以及上述地区的部分干旱山地上，也有不少分布。在相邻关系上，东面连接灰漠土和腾格里沙漠，北面与邻国蒙古连接，西边依着棕钙土或栗钙土山地，南边与棕漠土连接；在青海地区，上接棕钙土山地，下连棕漠土与盐土。主要分布地带呈西北—东南走向，西半部比较狭窄，东半部比较宽敞。其间分布有两个大沙漠，西边的古尔班通古特沙漠，多属固定、半固定风沙土；东边的巴丹吉林沙漠，80%都是流动风沙土。气候非常干旱，年降水量大都在 100 毫米以下，蒸发量比它大 30～40 倍。年平均气温 7～10℃，更接近暖温带，与灰漠土比较起来，它的水分状况就差得多了。除中部弱水河有一点祁连山雪水补给的地表水流外，广大平原都呈现一片沉寂酷旱的石漠景色。植物非常稀少，偶尔见到稀疏的假木贼、麻黄、琐琐、红砂、霸王、优若藜、猪毛菜等小灌木，覆盖度仅 3～5%，多数地面是不毛之地。它的生物积累就更加微弱，有机质含量仅 0.3～0.5%，比灰漠土小 1 倍左右，而砾质化和碳酸钙表聚却有明显增强。

灰棕漠土的地面，普遍都有一层黑亮的砾幂，砾幂下的结皮呈浅灰或黄灰色，蜂窝状孔隙发育较好，厚度 1～3 厘米，细土中也混有碎石，下边的片状—鳞片状结构常因砾石太多不很明显，甚至缺少。碳酸钙含量为 7～11%，比下面土层高 1 倍左右。这一点既与灰漠土上少下多的分布状况显然不同，又是漠境土壤典型特征碳酸钙表聚的重要表现。紧实层厚 3～8 厘米，呈暗褐或浅红棕色，含粘粒 19～23%，比上、下土层约多 4～13%，与灰漠土相仿。氧化铁（Fe_2O_3）含量占灼烧土重的 4～6%，比上、下土层约多 0.5～1.5%，铁质化比灰漠土明显增高。石膏和盐分出现的部位比灰漠土也高得多，一般在 10～40 厘米深处，有的部位更高，揭开结皮就有大量石膏聚积，这种状况多出现在丘陵低山石质残积母质地段。石膏的颜色有肉红色、白色、灰色几种，形状有簇状、纤维状结晶，有的在砾石的背面形成钟乳状结晶，有的呈蜂窝状与砂砾石胶结在一起形成石膏磐。石膏的含量变化较大，一般以成土年龄较老，石质残积母质发育的含量较多，最高可达 30%以上；沙质或新近洪积—冲积母质发育的含量较少，低的不足 1%。盐分含量在 0.3～1.5%之间，与石膏的含量关系密切，石膏多时，盐分的含量也多。盐分类型以硫酸盐为主，也有一些氯化物。有的含重碳酸盐 0.04～0.07%，有一定碱化现象，但没有灰漠土那样普遍。土壤反应为碱性到强碱性，pH8.0～9.5，比灰漠土普遍偏低。

灰棕漠土的面积虽很广大，但由于含砾石太多，而且又非常干旱，发展农业比较困难。目前主要用来放牧，是中国西北重要的养骆驼基地。

（三）棕漠土

棕漠土是石膏-盐层土中面积最大的类型，广泛分布在新疆天山山脉、甘肃的北山一线以南，嘉峪关以西，昆仑山以北的广大戈壁平原地区。以河西走廊的西半段，新疆东部的吐鲁番、哈密盆地和噶顺戈壁地区最为集中。塔里木盆地周围山前的洪积戈壁，青海柴达木盆地的西南大半部戈壁，以及这些地区的部分干旱山地上也有不少分布。在相邻关系上，东北面与灰棕漠土连接，其余外围基本上都是背靠着棕钙土山地，西部地区分布着中国最大的

沙漠——塔克拉玛干沙漠，以流动风沙土为主。气候非常干旱，年降水量大部分地区不超过 50 毫米，若羌、罗布泊地段仅有 10 毫米，吐鲁番盆地甚至有全年无雨的地方，是世界上很少有的干旱地区。年平均气温 10～12℃，吐鲁番盆地因地形低洼，气温更高，年平均气温可达 12～14℃，是全区气温最高的地方，属于暖温带极端干旱的大陆性气候类型。在整个西北干旱地区，它的热量和干旱情况都占第一位。因此，棕漠土上的植被比灰棕漠土地区更为稀少，绝大多数地面都是一草不生的裸露戈壁滩。偶尔见到部分膜果麻黄、伊林藜、合头草、泡果白刺、霸王、红砂等小灌木，覆盖度不到 1%，少数达 1～3%。土壤的生物积累作用几乎没有，有机质含量仅 0.1～0.3%，比灰棕漠土少一半以上。但是碳酸钙的表聚，石膏和盐分的聚积，铁质化的程度却较灰棕漠土更为明显、强烈。

棕漠土的地表完全是一片漆黑的砾幂，比灰棕漠土的还要暗一些。下面的结皮为浅灰或乳黄色，厚度多不超过 1 厘米，混有小砾石，蜂窝状孔隙已不很明显，片状—鳞片状结构基本没有，并且容易破碎。在风蚀较严重地段，几乎没有这一层，而下边的红棕色紧实层或石膏层直接露于地面。碳酸钙以这一层为最多，向下逐渐减少，含量为 10～16%，是石膏-盐层土中含量最多的。红棕色或玫瑰红的紧实层厚 2～10 厘米，也混有较多砾石，有的还有少量石膏。含粘粒 14～20%，比下边土层含量常高 2～3 倍；氧化铁的含量占灼烧土重 5～6%，也比下边土层高 1～2 倍，铁质化比灰棕漠土明显增高。石膏层出现部位普遍升高，有的从表层就开始有，大量的在 2～5 厘米以下，厚度 10～40 厘米，含量多数在 20～30%之间，最高可达 55%，少的仅 2～3%。石膏的颜色有白色、红棕色、肉红色，形状多蜂窝状、纤维条状结晶，有的以小簇结晶与砂砾石胶结在一起。盐分含量为 1～2%，盐分组成也以硫酸盐为主。但在一部分土壤中，石膏层的下面还出现一或二层与砂砾胶结在一起的坚硬盐磐，厚度 10～30 厘米，含盐量为 30～40%，最多的达 50%以上，成分主要是氯化钠。这种情况，一般出现在洪积扇地形的中下部位，是长期洪积、坡积积盐形成的，而且只有在极端干旱的地区才能见到。土壤的碱性普遍比灰棕漠土弱，一般没有碱化现象，pH7.5～8.5 之间，呈微碱性到碱性反应。

这样广大的土壤资源，都因砾石太多，气候干旱，与灰棕漠土一样只有用来放牧非常耐旱的为数不多的骆驼。唯有吐鲁番的葡萄沟地区，在能引水灌溉的沟口地段，沿等高线按一定距离挖沟，沟内填一定厚度的细土，种植葡萄，取得了不小成绩，积累了改造、利用棕漠土的丰富经验，如能积极推广，前途还是广阔的。

（四）龟裂土

龟裂土是石膏-盐层土中最年幼和面积最小的类型，它因土壤表面具有像龟背的裂纹而得名。分布范围广而零散，前面 3 种漠土地区内都能见到。单独成片分布的很少，常与盐土或沙土包呈复区存在。主要分布在新疆塔里木盆地塔克拉玛干沙漠的北沿，准噶尔盆地古尔班通古特沙漠的西沿和南沿，甘肃河西走廊的疏勒河两岸，宁夏银川平原的西北角上。所处地形大都是山前洪积—冲积扇的下部，古老冲积平原，沙丘及剥蚀高原中的低平洼地边缘，地面因风蚀影响，使顺风方向形成破碎的风蚀低地和“雅丹”土墙。在相邻

关系上，上连灰漠土、灰棕漠土、棕漠土，下接受地下水影响形成的草甸土或盐碱土，由此也可看出，龟裂土的形成或多或少与过去水流的影响有一定关系。成土母质也与棕漠土等有很大不同，它主要由细土物质形成。尽管土壤的下部也可出现粗沙砾石层，但一般上部的主要土层都是比较粘重的细土。这种状况，通常只有在比较缓慢的静水条件下才能够形成。事实上从土壤所在地区的具体位置（如分布在塔里木河北岸，奎屯河南岸和玛拉斯河右岸，黄河左岸），也证实了它们大多数是河流冲积母质形成的，而且前身多经过草甸土等半水成土阶段，以后水位下降，土体变干才逐渐向荒漠土壤方向发展。目前地下水位一般在 7～10 米以下，少数古老冲积平原中，底土为砂砾石的，水位稍高，为 5～6 米，土壤的形成完全与地下水失去了联系，仅与短暂的地表水流关系密切。土壤很干，基本上没有植物生长，地衣、藻类低等植物在短暂地表水流湿润的时候可以出现，一旦水分干后就很快死亡，在地面形成粉红色极薄卷皮，同时表土逐渐收缩裂开形成平坦而坚硬的裂板，这种湿胀干缩的裂开现象，是龟裂土很重要的发生特点。所以龟裂土的地面普遍被网格状的裂纹切割成不规则的多角形裂片，直径 7～13 厘米不等，好像镶嵌在地面上的龟背状图案，非常坚硬。裂缝宽 1～5 毫米，中间常常填有沙粒。裂片厚 1～4 厘米，边缘稍向上拱曲，中部微凹，有点像一个浅盘。表面平坦光滑，有粉红色卷皮，反面与灰漠土一样，有良好的蜂窝状孔隙，含碳酸钙 6～23%。下边的片状—鳞片状结构发育很好，颜色有灰色的，褐棕色的，浅红棕色的等等，并有少量铁锈斑，厚 5～10 厘米左右。有的比较疏松，碳酸钙含量比上边孔状结皮稍多，为 8～24%，有微弱淋溶，但强度不及灰漠土明显。铁质化的紧实层还未来得及发育，通常在片状层下边见到的具有锈斑的板状或块状结构的紧实土层，仅是过去沉积的细土物质干后造成的，与棕漠土等具有紧实层有很大的

表 6　石膏-盐层土性状特征比较表

项　目	灰漠土	灰棕漠土	棕漠土	龟裂土
有机质含量(%)	0.6～1.0	0.3～0.5	0.1～0.3	0.5～1.0
砾质化状况	地表无砾质戈壁,局部有少量砾石或沙堆	地表砾质戈壁明显,土层内也多砾石	地表砾质戈壁明显,土层内砂砾石更多	地表完全无砾石,土层下部有砂砾石层
结皮特点	蜂窝状孔隙和鳞片结构发育良好,表面有粗糙裂纹	蜂窝状孔隙发育较好,鳞片结构较差	蜂窝状孔隙发育较差,无鳞片状结构	蜂窝状孔隙和鳞片结构发育良好,地表龟裂、光滑、坚硬
碳酸钙分布	表层弱淋溶，紧实层中、下部略有聚积，含量 10 ～ 20%，比上部高 1 倍左右	表聚较明显,含量 7 ～ 11%，比下面的土层高 1 倍左右	表聚更明显,含量 10 ～ 16%,比下面的土层高 1 ～ 2 倍	结皮层弱淋溶,鳞片层略聚积,含量 8 ～ 24%，比上部高 1 ～ 2 倍
铁质化现象	剖面上中部弱铁质化，显黄棕或褐棕色	亚表层铁质化,显褐棕色或浅红棕色	表层、亚表层铁质化明显,呈红棕或玫瑰红色	未发育
石膏聚积	剖面 40 ～ 110 厘米内聚积,最高含量不超过 15%	剖面 10 ～ 40 厘米内聚积,最高含量达 20 ～ 30%	剖面表层就开始聚积,含量多数大于 30%	剖面 15 ～ 50 厘米内有少量聚积,含量不超过 5%
盐化、碱化的特点	局部有残余盐化,含量 0.5 ～ 2%，碱化明显、普遍	残余盐化明显,含量 0.3 ～ 1.5%，局部有碱化现象	残余盐化明显,甚至形成盐磐,含量 1 ～ 40%，一般无碱化现象	局部残余盐化明显，含量 0.3 ～ 2%，碱化明显、普遍
pH 值	8.5～10	8.0～9.5	7.5～8.5	8.2～10

差别。石膏和盐分的聚积也较微弱，一般仅在结皮以下至 50 厘米之间见到少量斑点状结晶，而且地区之间的差别较大。石膏含量在棕漠土区内一般在 1.5～3.0%之间，其它多小于 0.5%。盐分含量为 0.3～2%，也以分布在棕漠土区内的偏高一些，类型多为氯化物或硫酸盐-氯化物，也有以硫酸盐为主的。重碳酸盐含量为 0.02～0.09%，土壤普遍具有碱化现象，碱化度 8～20%，pH8.2～10 之间，呈碱性、强碱性反应。但碱化程度强的已不在棕漠土地区，而是在灰漠土及灰棕漠土地区。

龟裂土虽面积不大，但在土少石头多的漠境地区，它还是发展农业比较好的土壤资源。近年在南疆、河西走廊已有部分垦殖成农田，因土质粘重，土性板结僵硬，加上风蚀严重，因此在开垦利用时，应特别注意掺沙和施用有机肥料或种植豆科作物改善土壤不良的物理性状，提高土壤肥力。同时注意合理灌水，植树造林，防止发生盐渍化和风沙危害。

八、难长庄稼的盐碱土

盐碱土是中国北方及滨海地区含可溶性盐分过多的盐土和含代换性钠较多的碱土的统称，二者的性质虽有很大的不同，但在发生上有密切联系，且常交错分布，所以农民群众习惯笼统地称为盐碱土。

这类土壤在中国分布非常广泛，差不多遍及淮河—秦岭—巴颜喀拉山—念青唐古拉山—冈底斯山一线以北的大半个中国，南方包括台湾在内的滨海地带和诸海岛沿岸也有分布。它们主要分布在地形比较低平，地面水流和地下径流都比较滞缓或者较易汇集的地段。由于含的盐分过多和碱性太大，要想种植庄稼，大多是很难成活的。但只要采取相应的土壤改良措施，它的增产潜力很大，对中国的农业生产将有重大影响。

滨海地区出现盐碱土，是因为受海水影响的结果。海水影响土壤积盐的方式有两种：一种是由于海水的直接浸渍、成土母质本身就含有较多的盐分。这种情况主要出现在滨海还处于水下堆积阶段的前期。一种是出水成陆后由于海潮入侵和顺河倒灌，把盐水补给到地下水中使土壤积盐。内陆地区出现盐碱土主要是因为气候比较干旱，成土母质中的各种盐分不易遭到雨水的充分淋洗和排走，而是随水带到排水不畅的低平地区，增大了地下水中的盐分含量。在蒸发作用下，盐分就随毛管水上升到地表，使土壤不断积盐，形成盐碱土。

盐碱土形成的共同特点是盐分不断向土壤上层累积。累积的形态，有呈薄层松脆盐结皮的，有呈坚硬盐结壳的，有呈不易打碎的盐磐的，有呈稍硬易散盐结核的，有呈疏松易陷盐粉末的，有呈矿质化半透明盐结晶的，有的与土体胶结成紧实的柱状或棱柱状结构等等。盐分的类型分别由一组氯根（Cl^-）、硫酸根（$SO_4^=$）、碳酸根（$CO_3^=$）、重碳酸根（HCO_3^-）的阴离子和一组钠（Na^+）、钾（K^+）、镁（Mg^{++}）、钙（Ca^{++}）的阳离子相互组合。常见的有氯化钠（$NaCl$），硫酸钠（Na_2SO_4），碳酸钠（Na_2CO_3），碳酸氢钠（$NaHCO_3$），氯化镁（$MgCl_2$），硫酸镁（$MgSO_4$），碳酸镁（$MgCO_3$），碳酸氢镁〔$Mg(HCO_3)_2$〕，氯化钙（$CaCl_2$），硫酸钙（$CaSO_4$），碳酸钙（$CaCO_3$），碳酸氢钙〔$Ca(HCO_3)_2$〕等 12 种类型，它们对庄稼的危害程度各不相同。在以钠盐为主的类型中，碳酸钠的毒性最大，其次是碳酸氢钠和氯化钠，毒性最小的是硫酸钠，危害程度大致按照 10：3：1 的比例下降。在以镁盐为主的类型中，氯化镁和硫酸镁的毒性最大，碳酸镁和碳酸氢镁的毒性很小，几乎无毒害。在以钙盐为主的类型中，氯化钙的毒性极大，其余的硫酸钙、碳酸钙等基本上都无毒害。中国不同地区各种不同类型的盐土和碱土，就是由这些毒害程度不同的各种盐类形成的。

（一）盐土

盐土是盐碱土中面积最大的类型，主要分布在中国西北新疆、甘肃、青海、内蒙古、宁夏等省、自治区地势低平的盆地、平原中。其次在华北平原，松辽平原、大同盆地以及青藏高原的一些湖盆洼地中都有分布。滨海地区的辽东湾、渤海湾、莱州湾、海州湾、杭州湾，包括台湾在内的诸海岛沿岸，也有相当面积存在。盐土是指表土层含可溶性盐超过 0.6～2%的一类土壤。

氯化物为主的盐土毒性较大，含盐量的下限为 0.6%；硫酸盐为主的盐土毒性较小，含盐量的下限为 2%；氯化物—硫酸盐或硫酸盐—氯化物组成的混合盐土毒性居中，含盐量下限为 1%。含盐量小于这个指标的，就不列入盐土范围，而列为某种土壤的盐化类型，如盐化棕钙土、盐化草甸土等。中国盐土不仅地区之间的差别较大，而且同一地区积盐状况也有很大不同。

滨海地区的盐土通称滨海盐土。它的最大特点一是土壤和地下水的盐分组成与海水一致，都是以氯化钠为主，因此又称为氯化物盐土。二是含盐量除表土稍多外，以下土层都比较均匀，这两点是它区别于其它盐土最主要的地方。滨海盐土积盐状况有如下几种：一种是距海稍远地段，草甸植被较多，土壤积盐程度较轻，含盐量表层为 2～3%，以下至 150 厘米差不多在 1%左右，土壤有机质和锈斑较多，这种类型叫滨海草甸盐土。一种是距海较近，经常受海潮侵袭的海陆交接地段，地面植物很少或仅有少量耐盐的，土壤发育很差，积盐程度较重，表土含盐量为 7～8%，以下土层至 100 厘米含量为 2～4%，这种类型是典型的滨海盐土。还有一种是在南海沿岸，地形低洼，土壤水分过多，潜育特征比较明显，生长芦苇、茳芏（咸水草）植物为主，表土含盐量 1～2%，以下土层含盐 0.6～1.5%的，叫滨海草甸沼泽盐土；在静风浅水海湾生长红树林群落为主，表土含盐量 1～2%，以下土层含盐 0.8～1.5%的，叫滨海红树林沼泽盐土；在岛周咸水湖边间歇积水地段生长海马齿苋等耐盐植被为主，表土含盐量 4%左右，以下土层含盐 0.5～1.5%的，叫滨海沼泽盐土。除滨海草甸盐土和滨海盐土两种沿海岸呈大面积的带状分布外，其它的多呈斑点状或窄条状断续分布。

在黄淮海平原地区，盐土一般多为斑块状插花分布，地形为小型洼地和大型洼地的边缘地段。植被很少，多为光板地，或仅有稀疏柽柳、盐蒿、盐吸等耐盐植物。表土有 1～5 厘米厚的盐结皮，上边多白色盐霜，含盐量 1～3.5%，以下土层至 150 厘米，个别含盐超出 1%外，多在 0.1～0.9%范围，属草甸盐土类型，盐分组成不很一致。在部分河流两岸的背河洼地中，有少数含苏打较多的碱化草甸盐土存在。

在东北松辽平原地区，盐土零星分布在暗色草甸土、灌淤土或沙丘间低平甸子地中，生长少量碱蓬、芦草、西北利亚蓼、碱蒿等。表土为 1～3 厘米盐结皮或松散盐粉末，含盐量 1～8%不等，盐分组成以碳酸钠和碳酸氢钠为主。以下至 100 厘米，含盐量 0.1～0.8%，盐分组成以碳酸氢钠和碳酸钠为主，整个剖面的碱性都比较高，pH9.5～10.5 之间。通常称做碱化草甸盐土或苏打草甸盐土。主要原因是土壤下部的岩层和地下水都含有一定数量的苏打，在积盐过程中逐步形成苏打盐土。

在内蒙古河套平原及宁夏银川平原地区，盐土比较大片地与耕地灌淤土交错分布，这里处在向干旱漠境过渡的交接地段，土壤积盐程度比上述几个平原地区都要重一些。表层含盐量多在 3～10%之间，个别高的可达 30%甚至 50%，心土含盐也在 1～2%以上。积盐状况有下列几种：分布在洼地边缘的，生长稀疏盐爪爪、白茨、芦草、碱蓬等耐盐植物，表层有薄层盐结皮，盐分组成以氯化镁—钠为主。这种盐土叫结皮盐土。有的结皮中含较多碳酸氢钠，碱性较大，可叫碱化结皮盐土。分布在地形微高起部位的盐土，生长海蓬子、芨芨草为主，表层除形成盐结皮外，下面还有 2～5 厘米疏松粉末状聚盐层，盐分组成以氯化物—硫酸盐—镁—钠为主。由于硫酸盐被蒸干失水后，体积缩小，使土内产生空隙，形成粉末疏松聚盐层，这种盐土叫结皮疏

松盐土。分布在低湿积水边缘的盐土，积盐过程与沼泽过程交替进行，表层形成盐结皮，心土、底土中的潜育现象明显。盐分组成，银川平原表土以硫酸钠为主，以下土层为氯化物—硫酸钠类型；河套平原既有全以氯化钠为主的，又有全以氯化物—硫酸钠为主的。这类盐土差不多都含有较多碳酸氢钠，土壤碱性一般较大，可叫碱化沼泽盐土。

在甘肃河西走廊、青海柴达木、新疆塔里木等地区，盐土呈大面积分布。这里气候干旱，降水稀少，土壤长年处在积盐过程中。不仅积盐的程度重，形态多，盐分组成变化复杂，同时积盐途径也多样。面积最大、分布最广的代表性类型是典型盐土，它广泛分布在洪积、冲积扇形地边缘溢出带的中下部，干三角洲的中下部，以及湖滨平原，超河漫滩阶地上。地下水位 1.5～3 米或 4 米，矿化度 5～30 克/升，高的达 40～50 克/升。聚盐层厚度一般在 10 厘米以上，最厚的可达 40～50 厘米。积盐的形态，有以盐结皮为主、结皮疏松层为主、疏松层为主和盐结壳为主等不同状况。

以结皮为主的盐土，表土形成较脆硬的盐结皮，厚 10 厘米左右，含盐量 30～60%。盐分组成多数都是氯化钠或镁钠和硫酸盐—氯化钠或镁钠类型，部分还有一定数量的苏打。以下土层至 50 厘米，深的达 100 厘米，含盐量也在 1～10%之间。盐分类型除个别与结皮层相同外，大多自上而下依次由氯化物→硫酸盐—氯化物→氯化物—硫酸盐→硫酸盐有规律地逐渐变化。这种盐土叫结皮盐土，含苏打较多的叫碱化结皮盐土。

以结皮疏松层为主的盐土，常位于地形部位稍高并微有起伏的地段。与结皮盐土的差别，是结皮聚盐层下面还有一层粉末状上盐混合的疏松聚盐层。结皮层厚一般 8～20 厘米，薄的仅 3～6 厘米。含盐量多在 10～30%之间，高的可达 70%以上。盐分组成为氯化钠或镁—钠和硫酸盐—氯化钠或镁—钠类型，也有部分为氯化钙—镁和硫酸盐—氯化钙—钠类型，个别含苏打的量稍高（新疆哈密西部）。疏松聚盐层的厚度 15～30 厘米，部分不足 10 厘米。含盐量 6～20%之间，少数高达 30%，低的不足 5%。盐分组成有硫酸钠，硫酸钙，氯化物—硫酸钠，氯化物—硫酸钙—镁，硫酸盐—氯化钠，硫酸盐—氯化钙—镁等多种类型，部分含稍多苏打。以下土层含盐量显著减少，一般仅 1～2%，盐分组成多为氯化物—硫酸钠或镁—钠类型，也有个别属硫酸盐—氯化镁—钠或氯化钠类型的，这种盐土叫结皮疏松盐土。含苏打稍高的叫碱化结皮疏松盐土。

以疏松聚盐层为主的盐土，常分布在排泄条件较好的地段。它的结盐特点是疏松粉末状聚盐层从表土就开始，向下可达 40～60 厘米，部分不足 30 厘米，地面或多或少具有不完整的雏型结皮，盐分呈粉末，部分与土粒结成不稳固的小结核。含盐量以疏松层的上部较多，一般在 10～30%左右，盐分组成多为氯化钠或硫酸盐—氯化钠类型；疏松层下部较少，仅 2～3%，盐分组成有氯化物—硫酸钙类型，又有硫酸盐—氯化钙类型的。以下土层盐量均在 1%以下，盐分组成基本上与疏松层下部近似，这种盐土叫疏松盐土。

以结壳聚盐层为主的盐土，常分布在排泄条件较差的浅平低洼地段或浅水湖泊的周围。积盐特点是形成坚硬的盐结壳，外表坎状隆起，群众称为“碱门坎”。反面盐分呈乳白、灰棕蜂窝状、针状结晶，比较疏脆。结壳层厚一般 8～15 厘米，厚的达 20～35 厘米，含盐量 20～50%，高的 60～70%，是典型盐土中含盐量最多的一种。盐分组成多为氯化钠或硫酸盐—氯化钠类型，有的结壳下半部为氯化物—硫酸盐—钙—镁或硫酸盐—氯化物—钙—镁类

型。以下土层含盐量下降到 1.5～8%，盐分组成与结壳上层差不多，这种盐土叫结壳盐土。部分结壳盐土表层被 5～15 厘米风沙覆盖，故群众称它为埋藏盐土。

上述各种盐土，有些在结皮或疏松聚盐层的下面，还可见到较坚硬的盐磐。

此外，在部分洪积—冲积扇边缘溢出带的上中部，干三角洲的上部和河流两岸低阶地上，有一种与盐化草甸土插花分布积盐较轻的盐土，地下水位 1～2 米，矿化度 1～5 克/升。植物比典型盐土茂密，覆盖度 30～60%，兼有积盐过程和草甸有机质积累过程。有机质层厚 10～20 厘米，下部土层多锈斑。积盐特点是表土形成草、盐相互胶结的盐结皮，表面有灰白色盐霜，反面有松散的盐晶。结皮厚 3～8 厘米，少数达 10～15 厘米，含盐量 5～20%，个别达 20～30%，盐分组成多数为氯化物—硫酸钠和氯化钠类型。其它有硫酸钠，硫酸盐—氯化钠或镁—钠，氯化物—硫酸盐—镁—钠和氯化镁—钠，硫酸盐—氯化钙—镁和氯化钙—镁，氯化物—硫酸盐—钙—镁和硫酸盐—钙—镁等类型。以下土层含盐量逐渐由 2～3%降到 0.1%，盐分组成与结皮层大同小异，这种盐土叫草甸盐土。部分含苏打稍高的可叫碱化草甸盐土。

在局部地形低洼泉水出露的沼泽地段，由于近年水位下降，在强烈蒸发作用下，盐分逐渐向地表聚积，形成兼有沼泽过程和积盐过程的另一盐土类型。积盐特点与草甸盐土相似，形成草、盐相互胶结的盐结皮，结皮硬度比草甸盐土的稍大，并呈小丘状隆起，下部土层蓝灰潜育化特征明显，有的还出现薄层泥炭。结皮厚 5～10 厘米，含盐量 3～25%。盐分组成有氯化物—硫酸钠类型，有硫酸盐—氯化钙—镁类型，也有以氯化钠为主的。向下含盐量显著减少，除亚表层在 1～3%外，其余均小于 1%，这种盐土叫沼泽盐土。

还有一种积盐很重的盐土，常分布在“碱门坎”中间碟形低地部位，由于地表水流的汇集，地下水位大多小于 1 米，矿化度很高，常在 50～100 克/升以上。地面完全没有植物生长，具有地质过程和积盐过程的双重特点。表层形成坚硬的盐结壳，反面为白色、乳白色蜂窝状、珊瑚枝状、片状等矿质化半透明盐结晶，厚 5～30 厘米，下面为 2～5 厘米薄层较松软的灰白色细粒土盐混合物。此层以下为比较潮湿的各种土层，部分夹有数厘米透明颗粒状盐晶。结壳矿质化盐晶层含盐量高达 60～70%以上，盐分组成以氯化钠为主。下部土层含盐量 4～11%，盐分组成有的与表土一致，有的为硫酸盐—氯化钙—钠类型，这种盐土叫矿质化盐土。

除了这些盐土外，还有另外两种的盐土。一种是由于地下水位下降到 5～6 米以下，土壤盐分上聚作用减缓；一种是下降的更深，根本停止了盐分向上聚积过程。二者的积盐特点基本上与典型盐土无多大差别，不同的是水分状况较典型盐土干燥。特别是后一种，差不多全剖面都是干的，同时地面出现开裂，结皮反面多荒漠气孔。这两种盐土，前面的叫荒漠化盐土，后面的叫残余盐土或干盐土。如果地下水位再下降，荒漠化盐土也就可以成为残余盐土。

在青藏高原地区，盐土呈斑块状分布在半干旱高山草原和干旱高山荒漠带的湖泊周围，河流两岸及局部低地内，积盐情况比上面干旱地区轻得多和简单得多。积盐特点有两种：一种是表土形成 1～3 厘米厚的盐结皮，含盐量 5～10%之间，下部土层至 50 厘米，深的 100 厘米，含盐量在 1～3%左右，盐分组成有的以氯化钠为主，有的以氯化物—硫酸钙—镁为主。以氯化钠为

主的，盐分剖面从上到下多依次由氯化钠→硫酸盐—氯化钠→氯化物—硫酸钙—钠有规律逐渐变化，这种盐土叫结皮盐土。以氯化物—硫酸钙—镁为主的，结皮中多含有苏打，这种盐土叫碱化结皮盐土。另一种是表土形成 1～2 厘米具有马尿般颜色的结皮，反面多蜂窝状气孔，结皮下面有较明显的腐殖质层，心土多锈斑，底土还有潜育蓝灰现象，含盐量结皮层为 3%左右，以下土层都小于 0.5%。盐分组成从上到下依次为氯化钠→硫酸盐—氯化钠→硫酸钠类型，全剖面的苏打含量都较高，这种盐土叫碱化草甸盐土。

所有盐土不事先经过水利土壤改良，将有害的盐类冲洗出去，就不能从事农业生产。

（二）碱土

碱土是盐碱土中面积很小的类型。零星分布在东北松辽平原、华北黄淮海平原、内蒙古草原及西北宁夏、甘肃、新疆等地的平原地区。它因土壤的碱性大而得名。吸收性复合土体中代换性钠的含量占代换总量的 20%以上。小于这个指标的不属于碱土，只将它列入某种土壤的碱化类型，如碱化盐土、碱化栗钙土。这个指标也就是碱化度，是划分碱土与碱化土壤的界线和指示碱土碱性程度的依据。碱化度愈高，表示土壤的理化性状愈坏。温时膨胀、分散、泥泞，干时收缩、板结、坚硬，通气透水适耕性能都非常差。这些不良特性主要由于钠离子具有高度的分散作用所造成。同时它又与土壤中的其它盐类发生代换作用，形成碱性很强的碳酸钠。碱土的危害作用，很大程度上是碳酸钠碱性毒害的结果。由于中国碱土零星分布在各个地区，它的形成与盐土一样，不仅地区之间的差别较大，而且在同一地区内，性状也有很大不同。

在东北松辽平原，碱土分散在盐化暗色草甸土中，常与碱化草甸盐土组成复区，分布在地形部位稍高地段。表层为十数厘米灰色片状或鳞片状淋溶层，表面胶结形成结皮，结皮反面多海绵状气孔。下面有不同厚度的柱状结构，结构上端浑圆，顶部多白色二氧化硅粉末。颜色为灰棕或暗褐灰色，呈舌条状向下延伸，非常紧实。它的下面由块状或核状结构盐分淀积层过渡到不同质地的母质。由于受地下水影响，土体中多黄棕色锈纹斑。这种碱土，分布在缓坡上部的，淋溶层厚 15～20 厘米，柱状结构出现在 15 厘米以下，厚约 20 厘米，碱化度最高达 25～30%，属于深位柱状草甸碱土。分布在缓坡中部的，淋溶层厚 10～15 厘米，柱状结构出现在 10 厘米以下，厚约 15 厘米，碱化度最高达 35～50%，属于中位柱状草甸碱土。分布在缓坡下部的，淋溶层厚 3～5 厘米，柱状结构在地表出露，厚 10 厘米左右，碱化度最高达 40～70%，属于浅位柱状草甸碱土。再低处就形成只有结皮而无明显柱状结构向碱化草甸盐土过渡的类型，碱化度最高达 55～90%，属于结皮草甸碱土。从分布状况可看出，草甸碱土由低到高，淋溶和柱状结构愈来愈厚和碱化度愈来愈减弱的变化规律。土壤积盐状况，淋溶层不足 0.5%，柱状层稍多，盐分淀积层为 1～2%，盐分组成以碳酸钠、碳酸氢钠为主。盐分含量的变化，也是由低处到高处逐渐减弱，与碱化度的变化规律相一致。这两种状况说明，这些草甸碱土完全有可能是碱化草甸盐土逐渐脱盐形成的。

在黄淮海平原，碱土零星分散在耕地潮土和砂礓黑土中，缺苗断垄现象严重，生长少量芦草、卷地穷、扒根草等耐碱植物。地下水位 1～2 米，矿化

度 1.2～16 克/升，多属重碳酸钠型水。碱土的特点，主要表现在表层碱性很强的结皮上，缺少柱状结构。在潮土地段，常与草甸盐土组成复区，分布在低平地的缓平二坡处。结皮厚 1 厘米，浅棕灰色，轻壤土，板结、平坦、坚硬，反面多针头大的海绵状气孔。干时裂呈瓦片状结构，群众称为“瓦碱土”或“缸瓦碱”。含代换性钠 2～4 毫克当量/100 克土，碱化度为 30～40%。心土、底土多黄棕色锈斑和铁锰小结核，碱化度在 20%以下。含盐量 0.05～0.2%，盐分组成以碳酸氢钠和碳酸钠为主，碱性很强，pH9.0～10.5 之间。这种碱土，多由草甸盐土或盐化潮土脱盐而形成，可称瓦状结皮草甸碱土。在砂礓黑土地段，常与碱化砂礓黑土组成复区，分布在低平洼地。结皮厚 1 厘米，灰白色，轻壤土。表面平坦、光滑、反光，有微小裂缝，反面也多海绵状气孔，庄稼易死苗，群众称为碱土，也有叫白碱土的。除亚表层颜色较浅外，其余与砂礓黑土差别不大，也具有黑土层和潜育性砂礓层，唯碱性强一些。白色结皮含代换性钠 5～6 毫克当量/100 克土，碱化度达 47～65%，浅灰色亚表土含代换性钠 3～5 毫克当量/100 克土，碱化度为 25～58%，黑土层和砂礓层碱化度稍低，变动在 13～30%范围。含盐量比瓦碱土稍高，为 0.05～0.4% ;盐分组成也以碳酸氢钠和碳酸钠为主。碱性很强，pH8.5～10.5 之间。这种碱土，可能是碱化砂礓黑土在苏打地下水作用下发展形成的，可称白色结皮草甸碱土。

在内蒙古地区，碱土呈斑块状分散在钙层土和低平阶地、丘间甸子地碱化草甸土或草甸盐土中。与钙层土一起的，常分布在地面高差约 10 厘米的碟形凹地部位，羊草稀少低矮，面积占 5～10%左右。具有明显的腐殖质—淋溶层，柱状或块状结构的碱化层，以及与碳酸钙混合的积盐层等土层。在东部与黑钙土组成复区。黑色或灰黑色腐殖质—淋溶层厚 5～15 厘米，层状片状结构不很明显，下部有二氧化硅粉末，含代换性钠 2～3 毫克当量/100 克土，碱化度为 8～12%。下面的柱状结构碱化层厚 10～50 厘米，上半段也是黑色或灰黑色，下半段显褐色，并呈舌条状伸进下面积盐层。结构的顶端和外面都有二氧化硅粉末，里面夹较多干腐根。结构被敲打可散成碎块或粒状，下部有少量碳酸钙斑点。含代换性钠 10～17 毫克当量/100 克土，碱化度达 30～80%，以下半段为最高。土壤含盐量为 0.06～0.5%，以淋溶层中最少，柱状层下段和碳酸钙积盐层最多。盐分组成均以碳酸氢钠为主。土壤碱性除淋溶层稍弱外，其它都很强， pH8.0～10.5。这种碱土随着淋溶脱碱时间的增长和腐殖质的积累，可能发展成黑钙土类型。目前叫黑色草原碱土。在西部与栗钙土组成复区，栗色或暗棕灰色腐殖质—淋溶层厚 3～10 厘米，多呈粉末或屑粒状结构。含代换性钠 0.5～3.5 毫克当量/100 克土，碱化度为 4～23%。下面的柱状结构碱化层厚 10～60 厘米，上半段为暗棕褐色，下半段为棕褐色，结构面有发亮的胶膜，顶端和裂缝中有少量二氧化硅粉末，下部夹有碳酸钙条斑。含代换性钠 5～18 毫克当量/100 克土，碱化度达 35～90%，甚至 100%，也以下半段最高。土壤含盐量为 0.1～1.0%。盐分组成以碳酸氢钠和碳酸钠为主，但含有相当数量的氯化物或硫酸盐。土壤碱性很强，pH9.5～10.5 之间。这种碱土随着淋洗脱碱和腐殖质积累，也可能发展成栗钙土类型。目前称栗色草原碱土。

与碱化草甸土或草甸盐土呈复区分布的碱土，处在微地形高差 10～30 厘米的凸起或斜坡地段，碱斑直径 1～10 米不等，圆形或长圆形。灰棕色腐殖质—淋溶层厚 5～20 厘米，呈松散的屑粒状或无结构。下面紧实的短柱状

或核块状碱化层厚 10～20 厘米，棕褐色或灰褐色，结构面有胶膜，裂缝中有二氧化硅粉末。下面的土层比较湿润，多锈斑和潜育斑、球形铁子、碳酸钙斑等新生体。淋溶层或碱化层含代换性钠 2～4 毫克当量/100 克土，碱化度 30～70%。其它土层碱化度很低，多在 5%以下。盐分集中在碱化层，含盐量为 0.2～0.4%，盐分组成以碳酸氢钠和碳酸钠为主。这种碱土，根据柱状层出现的部位，也可像松辽平原一样，区分为深位、中位、浅位等各种柱状草甸碱土类型。

在新疆、甘肃、宁夏、内蒙古西部等干旱漠境、半漠境地区，碱土呈零星小块分散在几种土壤中，代表性的类型为荒漠碱土和龟裂草甸碱土两种。荒漠碱土常与灰漠土或淡棕钙土组成复区，分布在微地形稍凸起部位，生长少量红沙（琵琶柴）小灌丛，地面微有龟裂和砾石。表土为 3～9 厘米厚的浅灰色结皮一层片状，结皮厚 0.5～5 厘米，反面海绵状气孔，有的好一些，有的差些。含代换性钠 2～3 毫克当量/100 克土，碱化度为 25～40%。下面的柱状或块状结构碱化层厚 10～25 厘米，呈鲜艳的棕褐色或褐棕色，下部有少量白色碳酸钙斑，紧实，有垂直裂缝。与淡棕钙土一起分布的，下面连接着钙积层；与灰漠土一起的，仅见少量白色石膏和盐晶。柱状层含代换性钠 3～6 毫克当量/100 克土，碱化度 40～60%；以下土层碱化状况与表层近似。土壤含盐量为 0.2～2%，以钙积层和聚盐层含量较高，碱化层以上都不足 1%。盐分组成多属氯化物为主或硫酸盐为主的混合类型，唯柱状碱化层中含的碳酸氢钠较多。土壤通体呈碱性反应，pH8～10。这种碱土，《中国土壤》一书中称为龟裂碱土。

另一种与平原灌淤土呈复区分布的碱土，处在微地形相对低洼的古湖边缘或扇缘交接低地中的稍高部位，地下水位 1～2.5 米，矿化度 0.5～2 克/升，属氯化物—重碳酸钠型水。地面平坦光滑，不长植物，具多角形龟裂，裂隙宽度和深度小于 1 厘米，每平方米约有 150～200 个龟裂小块。龟裂结皮厚 1～3 厘米，表面为灰白色，反面呈浅灰棕色，多蜂窝状气孔。结皮下面有 1～2 厘米比较松散的鳞片状结构，有的还残存少量盐晶。含代换性钠 0.04～0.4 毫克当量/100 克土，碱化度 3～8%。往下就是棱柱状或棱块状碱化层（部分呈短圆柱状），厚度 15～40 厘米，棕褐色或红棕色，有粘质胶膜，非常坚硬。下边土层沉积层次明显，湿润并多锈斑，有的还有埋藏沼泽土层。棱柱状层含代换性钠 2～3 毫克当量/100 克土，碱化度 30～50%。个别高的，碱化度在 60～80%以上。土壤含盐量大多在 0.3%以下，盐分组成属碳酸氢钠为主或硫酸钠为主的混合类型。这种碱土，群众叫白僵土，按照发生特性，称为龟裂草甸碱土。表层结皮中含盐达 1～2%以上的，可称盐渍龟裂草甸碱土。

此外，在天山北坡山脚草原钙层土地段，还有少量草原碱土，碱化状况与内蒙古地区的栗色草原碱土相仿，柱状结构层 10～20 厘米，碱化度 45～60%。

所有碱土，都必需经过深耕、施用有机肥料或掺沙和采用石膏等化学改良剂进行特殊改良后才能种植利用。

九、各色各样的岩性土

岩性土是指在一定的环境条件下，由于某些岩石的性质对土壤形成起了很大的延缓作用，使土壤仍然较多地保持着岩石的某种特性，与环境条件不完全协调的一些土壤。例如在中国热带、亚热带地区，全年气温高，降水充沛，风化作用和土壤形成作用的强度都很大，有明显的脱硅富铝化过程，形成酸性的砖红壤、红壤或黄壤。但在同一地区的紫色岩和石灰岩上，却形成了保留着母岩特性的紫色土、黑色石灰土和红色石灰土，没有明显的脱硅富铝化特征，土壤大多呈中性和微碱性反应，有的还含有碳酸钙。又如南海诸岛上的磷质石灰土，干旱和半干旱地区的风沙土，火山地区的火山灰土等，都是岩性土。

应当进一步说明，岩性土的形成，仅仅是由于母岩的某些性质延缓了土壤向与环境条件完全相协调的方向发育，它们仍然有可能形成地带性土壤。例如，在紫色土分布区，可以见到紫色岩发育的黄壤；在黄壤分布区，可以见到石灰岩形成的黄壤，等等。

（一）紫色土

紫色土是由紫色岩风化形成的土壤，由于它保留着母岩的鲜明的紫色，所以被称为紫色土。主要分布于中国亚热带地区。四川盆地是紫色土分布最为集中的地方，其次为云贵高原，湘中和赣中丘陵，在鄂、皖、浙、闽、粤、桂等省区也有零星分布。

紫色土的母岩主要是紫色砂岩和紫色页岩。紫色砂岩主要由石英砂粒构成，组成物质较粗，组织疏松，易透水，所含盐类淋失较快，风化过程中常沿节理崩解成大块；紫色页岩组成物质较细，组织致密，透水难，所含盐类的淋失要慢得多，在风化过程中容易形成细碎的颗粒，极易受雨水冲刷流失，尤其是岩层倾角大的地方更显著。由于砂岩和页岩的岩性不同，所以，它们的厚度和排叠组合关系对岩石的风化和土壤的形成都有很大影响，并与紫色土的特性有密切联系（表 7）。

紫色土的成土过程主要表现为母岩崩解成碎块和细粒。部分含碳酸钙的紫色岩，在成土过程中还表现为碳酸钙不同程度的淋失。由于土壤易遭侵蚀，故成土时间一般都较短暂，化学风化和有机质积累作用都十分微弱。因此，紫色土的许多性状，常直接与母岩的性质相联系。

表 7　不同岩层组合对紫色岩风化和紫色土形成的影响（四川）

岩层组合类型①	风化方式与成土特性
厚砂岩型	水分易渗入，盐类易流失，多形成酸性沙土。
厚砂薄页型	砂岩被淋洗成酸性沙土，砂页岩交界面上易淀积碳酸钙结核，形成砂礓石骨子土。
薄砂厚页型	砂岩透水少，页岩蓄水也少，易缺水干燥，多形成石灰性土。
薄砂夹厚页型	砂岩在上部多形成酸性土，页岩在上部多呈石灰性，岩层水平时呈石灰性，倾斜时为酸性。
厚砂夹厚页型	砂岩在上，水分易渗入，使砂页岩都是酸性，页岩在上时呈石灰性。
厚页岩型	水分不易渗入，含碳酸盐类多，常剥蚀风化成石骨子土。
细砂页岩互层型	渗透性好，流速快慢不一，化学风化程度深，干湿变化大，冲刷流失严重。

①厚层，指厚度大于 1 米者；薄层，指厚度小于 30 厘米者。

紫色土土层浅薄，剖面厚度一般仅有 50 厘米左右，甚至更薄，尤其是在丘陵顶部或坡面上部，往往在 10 余厘米之下即见半风化的母岩。土壤发育程度很弱，含有机质较少的表层下即为母质层，整个剖面颜色均一，无明显变化。但土壤的颜色、性质和生产力高低，却会因母岩地质时代和岩石性质的不同而有差异。

以分布在四川省的紫色土为例：三叠纪飞仙关组、侏罗纪自流井组岩层风化形成的土壤呈暗紫色，富含磷、钾等营养元素，土壤质地、结构较好，保肥、回润力强，生产性能好，生产力高。侏罗纪沙溪庙组、蓬莱镇组岩层形成的土壤是棕紫色，养分含量和生产性能仅次于前者，生产力也稍低。白垩纪嘉定层风化发育的土壤则呈红紫色，含营养元素少，土壤质地、结构均较差、保肥能力低，生产性能差，生产力也不高。由各种岩层形成的紫色土都可以有酸性、中性、微碱性的土壤，但它们的生产力高低，往往和紫色深浅的关系较密切，而与土壤酸、碱情况的关系较少。

凡母岩含有碳酸钙的，形成的紫色土也都含有游离碳酸钙，但含量变化较大，低者少于 1%，高者可大于 10%。土壤质地直接决定于母岩岩性，可以从沙壤土直到轻粘土，但以中壤土居多。土壤有机质含量不高，除局部地区有森林植被，表层可达 3～5%外，一般均低于 1.0%，氮素也贫乏。惟磷、钾含量较丰富，分别在 0.4%（P_2O_5）和 3%（K_2O）左右。

不同岩层形成的紫色土，在生产性能和生产力上虽有差别，但总的说来它是中国南方丘陵地区一种比较肥沃的土壤。无论粮、棉、油作物及其它经济作物，如甘蔗、烟草、果树等，几乎都能在紫色土上获得好收成，而且品质优良。

由于紫色土主要分布在丘陵坡地，水土流失严重是限制生产力提高的主要因素。土层浅薄，有机质和氮素含量低，以及抗旱能力弱等，都是与水土流失有关的。改良紫色土的关键，在于搞好水土保持。

（二）黑色石灰土

黑色石灰土是中国南方石灰岩山地丘陵地区广泛分布的一种岩性土，大

都形成于石灰岩山地的山麓坡地，以及山间各种微起伏地形的凹地中，故在当地常被称为“石卡拉”土。而在山地顶部，坡度较大处，以及凸形地形部位，则往往是没有任何土被和植被的裸露石灰岩。因此，黑色石灰土的分布特点，只能是小片的和零星的。

中国南方各地的石灰岩，大多是泥盆纪、三叠纪地质年代的沉积灰岩。其成分中除有大量碳酸钙外，还有比例不等的其他物质，如粘土、二氧化硅等。在高温多雨条件下，以溶蚀的特有方式风化，无论是残积的或运积的石灰岩风化产物，都富含碳酸钙和粘土等细微物质，质地粘重，胶结力强。

黑色石灰土上的自然植被，如未经破坏则生长很茂密，多是喜钙的常绿阔叶树，或是灌丛草本植物，都能提供和积存大量有机物质。当有机物分解时，与土壤中丰富的碳酸钙的钙离子相结合，成为钙凝腐殖质。由于它比较稳定，所以在土壤中可以积累大量腐殖质，并使土壤呈现暗色。

黑色石灰土的剖面形态特征是：腐殖质层明显，厚度差别很大，在一些岩石缝隙间，甚至可达 80～100 厘米厚，呈暗灰棕至灰黑色，大多具有团粒结构，质地较粘重。心土是块状或棱块状的淀积层，紧实、粘重，呈棕色、红棕色或黄棕色，在结构体表面上可见有发亮的胶膜。全剖面都有泡沫反应，并随深度而加强，有时在接近母质层处还可有碳酸钙淀积物，多呈粉末状或菌丝状，成为结核的较少。黑色石灰土一般都很浅薄，大多是 30 或 50 厘米左右，淀积层往往缺失，暗色的腐殖质层仅经过色泽稍淡的过渡即直接达到母岩，土层与母岩分界清晰，也是黑色石灰土的特点之一。

土壤所含碳酸钙的多少决定于母岩的组成和土壤发育状况，变化很大，可从 1%至 30%不等，在剖面上的分布是随深度而增加。土壤呈中性至微碱性反应，盐基饱和度高，交换性阳离子组成以钙为主。

黑色石灰土表层含有机质可高达 5～10%，氮素含量也高，磷、钾含量虽受母质组成差异的影响而高低悬殊，但仍属丰富。

黑色石灰土是热带、亚热带地区比较肥沃的土壤，很多都已开垦利用，以种植玉米、豆类等旱作物为主。只要生长季节内雨水适中，就能获得较好收成。

黑色石灰土区土层厚薄不一，岩石露头多，耕作较困难，水土流失严重，易遭旱灾。因此，在黑色石灰土耕地集中的地区，应有计划地发掘水源，砌石坎造梯田，防止水土流失，增厚土层。

（三）红色石灰土

红色石灰土是在老的石灰岩风化壳上发育的另一种岩性土。它以土色鲜红，但仍保持中性偏酸至中性反应为主要特征。

红色石灰土主要形成于红壤地带的比较干燥的地区。例如，在云南高原上，以及高原边缘的下切河谷中，气候夏凉冬暖，年降水量虽不算低，但年蒸发量大，干湿季节变化明显。在干旱季节中土壤相当干燥，土壤中含水氧化铁常被脱水、结晶，形成赤铁矿，故使土壤呈鲜红色。土壤中的碳酸钙受到较强淋溶，剖面上部多已不再含有碳酸钙，表层可呈微酸性，心土层仍保持中性反应。未见有铁锰氧化物移动淀积现象，腐殖质累积作用也较微弱。

但在中国热带、亚热带东部各省区石灰岩山丘地区，由于红色石灰土的形成时期久远，曾受干热和湿热古气候交替影响，因而不仅剖面上部的碳酸

钙已被淋失，并且粘粒和铁锰氧化物也有移动和淀积，显示出心土层质地较上、下土层更为粘重，核块状结构面上有明显的胶膜，甚至还会出现粒状的铁锰结核。红色石灰土曾经遭受强烈的化学风化作用，土壤中的铁铝含量很高而钙很低，有些更表现出明显的脱硅富铝化作用，已不同程度地接近红壤。

（四）磷质石灰土

磷质石灰土是在中国南海的东沙、西沙、中沙和南沙群岛上的特殊土壤类型。这些岛屿是由富含碳酸钙的珊瑚礁构成的，而且地处高温多雨的热带，植被以草本植物居多，也有一些乔、灌木生长繁茂。因此成为海鸟栖息的良好场所，不断遗下和积存了大量鸟粪以及海鸟尸体。这是磷质石灰土形成的基本条件和土壤富含磷质和碳酸钙的根本原因。所以，过去有些研究者曾称为鸟粪土、磷黑土或石灰质腐殖土。

磷质石灰土的成土特点是，地面堆积的大量鸟粪在高温多雨的情况下迅速分解，释放出大量磷酸盐，与植物残体分解形成的腐殖酸一起向土壤下层淋溶，并与钙相结合，形成“鸟粪磷矿”。

发育较好的磷质石灰土剖面，具有 3 个基本层次。表层为鸟粪和植物残体混合堆积层，厚约 10～20 厘米，黑色至暗棕色，粒状或核块状结构，疏松。其下心土为磷矿层，由表层淋洗下来的磷酸盐，在此固结成硬磐，厚约 20～30 厘米，暗棕色，构造表面有棕色胶膜，构造体内夹含有白色细沙或贝壳细屑。底层是白色珊瑚细沙或珊瑚灰岩的母质层。

磷质石灰土的质地多属沙土。土壤中碳酸钙含量达 95%以上。但在表层土壤中，含量可因有机质和磷酸盐的积累而相对减少。pH 值在 8.0～9.5 之间。表土含有机质可达 5～10%，个别可高至 30%。全氮量 0.4～0.6%，高的可达 3%。他们在剖面中随深度增加而急剧减少。由于珊瑚、贝壳碎屑母质的化学组成比较单纯，因此，通常土壤中含量最多的硅铝铁在这种土壤中含得很少，而钙和磷的含量却是最高的。

磷质石灰土本身是一种品位较高，并含有丰富有机质的天然磷肥资源。这对改良华南地区缺磷酸性土壤具有实际意义。

（五）风沙土

风沙土是在风成砂性母质上形成的土壤，这类土也是一种岩性土。

在中国，风沙土主要分布在北部的半干旱和干旱地区。从东到西，有呼伦贝尔、西辽河、小腾格里、毛乌素、库布齐、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林、柴达木、库姆塔格、古尔班通古特与塔克拉玛干等风沙土集中分布区。

风沙土地区，气候干燥，温差大，岩石物理风化强烈，不断形成岩屑和沙粒。地面植被稀疏，不能起到被覆作用，在频繁而强劲的风力吹蚀下，砾石残留，细土扬至远方，沙粒则在地表滚动、跳跃前进，以致流沙蔓延，形成风沙土。

风沙土的形成特点是成土作用经常被风蚀和沙压作用所打断，成土过程很不稳定，也很微弱，因此很难见到土层分化清晰的土壤剖面。一般只发育成具有不明显的结皮，土层变紧的表土层和松散的沙质层，剖面形态在很大程度上表现为母质的性状。

流动风沙土几乎全由细沙粒（0.25～0.05 毫米）组成，物理性粘粒含量一般不超过 1～2%。但随着沙生植物逐渐定居和滋生，成土过程逐渐稳定下来，物理性粘粒也会相应增加，可达 3～4%，甚至更多。

流沙在固定过程中，植物残体（包括根系）逐渐在上部土层中累积，有机质含量也增加。如流动风沙土的有机质含量为 0.1～0.3%，半固定后增至 0.2～0.8%，固定后可达 1%以上。

随着风沙土发育程度提高，碳酸钙也逐渐在剖面中积累。这种积累与植物残体的增多和分解有密切关系。所以，碳酸钙积累层与腐殖质层常常是一致的。由流动风沙土至固定风沙土，碳酸钙含量分别约为 1%，1.5%，2～3%。

风沙土地区的农牧民对防治风沙和提高土壤肥力，创造了许多好方法，主要措施有如下几项：

植树造林：这是防风固沙的重要措施，主要有两种形式，一是营造农田防护林，二是营造固沙林。

封沙育草：就是将沙荒封禁起来，让已被破坏的植被天然恢复，达到固定风沙的目的。

引水拉沙：指用水的冲击力拉平沙丘，这是改造沙丘成为良田的重要措施。当然，必须要有充足水源。

引洪淤灌：洪水中含有大量细土粒、腐烂植物等，如引洪淤灌，既能改良风沙土的不良特性，又能提高土壤肥力。

设置沙障：如能设置障碍物减低风速，就能收到一些固沙效果。

农业合理利用：当风沙土得到初步固定后，就要进行合理的农业利用。例如选种抗风沙作物，适时合理播种，种植绿肥，合理耕作等。

（六）火山灰土

火山灰土是第四纪以来有火山活动的地区所发育的土壤。主要分布在黑龙江省德都县五大连池和宁安县镜泊湖地区以及云南省腾冲地区。

火山灰土与早期火山喷发的火山岩上发育的地带性土壤不同，它土层浅薄，发育微弱，植被稀疏。

分布在黑龙江省德都县的火山灰土的形态特征是，土层一般不超过 20 厘米厚，有的混有以后沉积的黄土状物质，形成淡灰色有机质层，厚度仅 3 厘米左右，疏松而干燥，其下为火山砾或玄武岩浮岩，地表有旱生草本植物。火山灰土进一步发育，可逐渐表现出当地的地带性土壤特征。如暗棕壤性火山灰土，土层较厚，达 50 厘米左右。表层 0～10 厘米为灰色有机质层，疏松而呈碎块状。心土为红棕色沙壤质土层，其中夹有大量火山砾块或玄武岩浮石，厚度在 20～30 厘米之间，往下即为坚实的玄武岩熔岩体。

火山灰土质地粗大，含沙粒（1～0.05 毫米）50～80%。表土含有机质 2～5%，底土不足 1%。含氮少，但全磷、全钾含量高，土壤呈中性至微酸性反应。

在地形比较平缓处的火山灰土，如果灌溉有保证，无论垦为旱地或水田，都是矿物养分丰富的土壤。

十、平原地区的半水成土

半水成土是直接受地下水浸润和土层暂时滞水的土壤，主要分布在平原地区。东北松嫩平原、华北黄淮海平原、内蒙古河套平原、宁夏银川平原等，是这类土壤的集中分布地区。在南方类似这种水分状况的平原土壤，大部已垦为稻田，经过长期水耕熟化，变成了具有特殊性态特征的水稻土，所以半水成土不多。

半水成土一般都发育在近代沉积物上。地下水位距地表较近，埋藏深度只有 1～3 米，雨季上升，旱季下降，参与土壤形成过程，致使土壤出现锈纹、锈斑和铁锰结核，例如草甸土、潮土和砂礓黑土。不过有的土壤地下水虽然很深，但土壤上层常因季节性滞水而出现显著的锈纹、锈斑和铁锰结核，亦归为半水成土，例如黑土和白浆土。

半水成土分布区是我国旱作的主要产区。在排水不良和耕作不当的情况下，土壤易于盐碱化，旱、涝现象也常有发生。因此，采取综合措施治理旱、涝、盐碱，并结合培肥，是发挥半水成土生产潜力的重要途径。

半水成土包括草甸土、潮土、砂礓黑土、灌淤土、黑土及白浆土等土类。

（一）草甸土

草甸土是直接受地下水浸润，在草甸植被下发育而成的半水成土。它主要分布于东北松嫩平原、辽河下游平原、三江平原西部以及内蒙古呼盟海拉尔河谷平原等地，地下水埋藏深度约 1～3 米。自然植被多由中生的草甸植物组成。土壤具有明显的有机质积累。植物根系多集中在表层，由表 8 可以看出，

表 8　草甸土的根系分布（黑龙江饶河）

深度（厘米）	根量（克/平方米）	占总根量（%）
0 ～ 9	1232	72.1
9 ～ 30	379	22.2
30 ～ 62	70	4.1
62 ～ 100	27	1.6

表层 9 厘米内集中了根系总量 72.1%，30 厘米内为 94.3%，而 30 厘米以下则有急剧下降的趋势，因此草甸土的有机质主要集中于表层，向下便锐减，这与黑土腐殖质在剖面中积累较深的特点有显著不同。

其次，由于地下水埋藏浅，升降频繁，从而引起土体中氧化还原作用交替进行，铁锰氧化物随之迁移，并在局部聚积。因此土壤剖面中出现具有锈纹、锈斑和铁锰结核的氧化还原层。在该层之下，有的还出现还原作用较强的潜育层。

由于草甸土的性态有很大差别，可将草甸土分为暗色草甸土、酸性草甸土、碳酸盐草甸土、潜育草甸土、盐化草甸土、碱化草甸土等。

草甸土分布地区地形平坦，冲积母质中含有相当丰富的矿质养分，水分状况良好，自然肥力较高，是重要的农业用地或天然牧场。

草甸土因地下水位普遍较高，在雨季往往造成内涝，特别是潜育草甸土

更为严重，故应改善排水条件。暗色草甸土的潜在肥力较高，应采取熟化措施，提高其有效肥力。对盐化和碱化草甸土的利用改良，则需要采取某些改良盐土和碱土的措施。

（二）潮土

黄河中下游平原，地势平坦，土层深厚，是中国自古以来的重要粮棉产区，也是中国主要旱作土壤——潮土的集中分布地区。此外，华北山地的河谷平原、长江中下游平原以及南方山地的河谷平原也有分布，但是面积小，而且很分散。

潮土是在河流沉积物上受地下水活动的影响，经过旱耕熟化而形成的土壤。它不同于有机质积累较多的草甸土，因为在沉积之后，一般都未经过生长茂密草甸植被的阶段便已开始耕种，在耕种过程中又继续遭受洪水泛滥沉积的影响。所以潮土积累有机质不多，一般都低于 1%。其颜色较草甸土为浅，故曾称“浅色草甸土”。后因它只有“草甸”水分状况，而无“草甸”植被，于是改名为“潮土”。

潮土的特点是颗粒分选明显。以黄泛平原的潮土为最突出。因为黄河水夹带泥沙特别多，一般在 3%上下，洪水期高达 14～41%，最高可达 58%。大量泥沙随洪水泛滥而在平原沉积。河流决口处，洪水流速急，多沉积沙土；距离决口愈远，流速愈慢，则沉积淤土（粘土）。

黄河是多次决口泛滥的河流，因此沉积物的颗粒分选作用，不仅反映在平面分布上，而且反映在剖面层次上。这便是黄泛平原沙土（沙质潮土）和淤土（粘质潮土）交错分布的原因，也是沙土剖面常夹有多层淤土、淤土剖面常夹有多层沙土的原因。

潮土由于沉积物来源不同，可分为石灰性潮土和无石灰性潮土。黄河冲积平原的潮土（曾称黄潮土），属于石灰性潮土，其物质来源是西北的黄土。土壤有强石灰性，多呈微碱性反应，在排水不良和耕作管理粗放的情况下，易于盐化或碱化（特别是沙壤质至轻壤质潮土）。山区河谷平原的潮土，其物质来源是邻近山地母岩的风化物，除石灰岩山区外，土壤一般都没有石灰性，呈微酸性至中性反应，即使在排水不良和耕作管理粗放的情况下，也不易盐化和碱化。

长江冲积平原的潮土（曾称灰潮土），与上述石灰性潮土的性质相近，不过石灰性较弱，有机质含量稍高，基本上没有盐化和碱化现象。

潮土是重要的耕种土壤，盛产粮棉。但是有的由于洪、涝、旱、瘠的影响，作物产量并不高，应在防洪、除涝和发展灌溉的同时，大力培肥。对于沙壤至轻壤质的石灰性潮土，还需防治盐化和碱化。

（三）砂礓黑土

砂礓黑土是淮河流域平原地区分布很广的一种颜色较黑的半水成土，也是一种古老的耕种土壤，以安徽淮北平原分布的面积为最大，河南、江苏和山东等省也有分布，总面积约 3 000 万亩。这种土壤由于剖面上部有“黑土层”，下部有“砂礓层”，所以群众通称“砂礓黑土”。砂礓黑土不同于我国东北的黑土，有机质含量并不高，只有 1%上下。黑土层的形成与过去嫌

气条件下的生物积累，以及长期受水浸渍有密切关系。黑土层经过耕作以后，分化为耕作层、犁底层和残留黑土层。砂礓即石灰结核，可分为面砂礓、刚砂礓和砂礓盘。面砂礓性脆软，未完全硬化，一般在 70 厘米深处出现；刚砂礓性坚硬，一般在 1～2 米深度内出现，越往下越多（在地下水以上的深度内）；砂礓层是坚硬的盘层，一般在 3 米左右的深处出现。砂礓的形成显然受地下水位和水质（富含重碳酸钙）的影响，不过面砂礓的形成，还与土体中碳酸钙的淋溶淀积有密切关系（图 11）。

砂礓黑土的质地比较粘，没有明显的沉积层理，呈中性至微碱性反应，土壤上层的石灰一般都被淋溶，所以它的性状不同于潮土。

砂礓黑土不仅粘粒含量高，而且粘土矿物以交换量大的蒙脱石为主，所以保肥力强。惟由于长期明涝暗渍，加上耕作粗放，对用养结合注意不够，目前大部分属于低产土壤。对于砂礓黑土应采取综合治理措施：首先应及时排除地面积水和根系活动土层内的过多水分，但排水沟不宜过深，否则毛管水上不来，造成干旱。例如，小麦地的地下水位，可控制在 1～1.5 米间，大豆、高粱地可略浅些。对旱作适当灌溉，能显著增产。砂礓黑土地下水质好，有的含有较多的硝态氮，是很好的灌溉水源。为了提高土壤有机质含量，应增施农家肥料和种植绿肥（苕子、柽麻、绿豆、草木樨等）。砂礓黑土增施磷肥的效果很好。钾肥的效果也很好，特别是玉米和小麦。从土宜来说，砂礓黑土上可以适当多种花生，这是由于花生耐涝、耐旱、耐瘠的缘故。

（四）灌淤土

中国北方的干旱和半干旱地区，若要发展农业，必须进行灌溉。而在灌溉水中常含有较多的泥沙，使原来土壤的耕层逐渐增厚，形成特殊的“灌淤层”。具有“灌淤层”的土壤，其性质与原来的土壤大不相同，通称“灌淤土”。[①]它主要分布在宁夏银川平原、内蒙古河套平原、西辽河平原及甘肃河西走廊，在新疆的伊犁谷地、塔城盆地和青海的湟水河谷地等地也有分布。

中国内陆河流含沙量较高，每立方米水中约 0.8～6.5 公斤。一部分泥沙随灌溉水进入灌区，每立方米水的泥沙含量若以 2.5 公斤计算，每年随灌溉水带入耕地的泥沙平均每亩达 1000 公斤以上，可淤高地面 2 厘米左右。河西走廊酒泉灌区的灌淤层厚度已有 1～2.5 米。在灌溉水及其泥沙中，还含有一定的养分。因此，在灌溉淤积过程中，不仅逐渐增加灌淤层的厚度，而且还能补充养分。

灌淤土由于经常接受淤积，剖面层次分化不明显，而且也不稳定。灌淤土的性质决定于灌溉水的泥沙组成和灌溉系统的情况。由于地处干旱和半干旱地区，土壤一般都有强石灰性，碳酸钙的含量约 10～20%，呈碱性反应。有机质和氮、磷、钾等养分含量都显著高于原来的土壤。地下水位多数在 4～5 米以下，但也有高一些的。

灌淤土是干旱和半干旱地区灌溉农业的产物，同时也是重要的农业生产基地。由于当地的光照条件好，农作物单产水平颇高。由于土壤富含碳酸钙，而且有机质含量较低，故易板结；另外，在地下水位高的地区（如河套平原），

[①] 干旱地区的灌淤土，又称绿洲土。

还存在不同程度的盐渍化现象。因此，防止土壤板结和次生盐渍化，巩固和提高土壤的肥力，是利用灌淤土时所必须注意的问题。

（五）黑土

黑土是温带湿润、半湿润地区的黑色土壤，在我国仅见于黑龙江和吉林两省，主要分布在小兴安岭两侧，大兴安岭中北部的东坡以及张广才岭山地西缘的山前坡状起伏的台地（漫岗），在三江平原和兴凯平原的高阶地也有分布。

黑土分布地区的年平均气温 0.5～6℃，≥10℃的积温为 2 100～2 700℃，夏季温暖湿润，冬季漫长而寒冷，无霜期 90～140 天，干燥度 0.75～0.90。年平均降水量 450～650 毫米，季节分布不均，其中 7～9 月占全年降水量一半以上，冬季雪量很少。季节性冻层普遍。土壤冻结深度达 1.5～2 米，延续时间长达 120～200 天。自然植被为林间杂类草草甸，当地称为“五花草塘”。成土母质多为黄土状冲积物或冲积—洪积物。

黑土的地下水埋藏深度多在 10～20 米以下，并不影响土壤形成过程。但黑土因为母质和土壤质地较粘，底层透水不良，在土壤融冻水和降水集中的季节，土壤水分过多，往往在 50～70 厘米或 150～200 厘米深处形成临时性的支持重力水层，能不断向土层上部补给水分，保证草甸植被得以繁茂生长，为积累有机质创造了条件；另一方面，这层支持重力水又在土层下部造成嫌气环境，使铁质还原淋溶和淀积。

黑土在形态上最突出的特点是：(1)有一个深厚的黑色腐殖质层，从上而下逐渐过渡到淀积层和母质层。腐殖质层的厚度，一般在 70 厘米上下，个别漫岗的下部可达 1 米以上，坡度较大的部位却不足 30 厘米。(2)土壤结构性好，腐殖质层中大部分为粒状及团块状结构，水稳性团聚体可达 70～80%，土体疏松多孔。(3)剖面中无钙积层，也无石灰性，但在淀积层有锈纹、锈斑和铁锰结核，这是黑土不同于黑钙土的重要特征。

黑土的质地比较粘重，大部分为重壤土至轻粘土，但土层下部以轻粘土为主。一般呈微酸性至中性反应。表层有机质含量多为 3～6%，最高可达 15%，而且分布比较深。氮、磷、钾的含量比较高。

黑土的自然肥力很高，是中国最肥沃土壤之一，是东北地区最重要的粮食基地。但往往由于经营管理不当，以致引起水土流失，土壤肥力很快减退；而且有春旱、秋涝和早霜的危害。为了保证耕种在黑土上的各种作物获得高额而稳定的产量，必须采取保土培肥和合理排灌等措施。

（六）白浆土

白浆土是温带湿润或半湿润地区具有灰白色亚表层的一类土壤，主要分布在东北，多见于黑龙江、乌苏里江和松花江下游谷地，小兴安岭、完达山、长白山及大兴安岭东坡的山间盆地和山前台地。海拔最高 700～900 米，最低 40～50 米。

白浆土分布地区的年平均气温为 2～6℃，≥10℃的积温为 2 000～2 500℃。土壤冻结深度达 150～180 厘米。年降水量一般为 500～600 毫米，有的地方可多到 700～900 毫米。夏秋雨量最多，占总降水量 80%左右。地下水

普遍很深，不影响土壤形成过程，成土母质多为河湖相沉积物。质地上轻下粘，透水性差。每当融冻或夏秋降水集中时，土壤上层经常滞水。植被多为喜湿性种类，常见的木本植物有兴安落叶松、水曲柳和白桦等；草本植物主要为苔草和小叶樟。

白浆土在 50 年代中期以前，被认为是灰化土或生草灰化土。后来经研究，它是由于土壤上层季节性滞水引起铁锰还原淋失或就地形成铁锰结核，从而形成灰白色亚表层，但铝和腐殖质都无淋溶淀积现象，这是白浆土和灰化土的重大差别。

白浆土剖面由腐殖质层、白浆层、淀积层和母质层构成。腐殖质层很薄，一般不超过 20 厘米，但有机质含量并不低，可高达 8～10%，结构较好。白浆层厚约 20～40 厘米，灰白色，紧实，结构不明显，含大量铁锰结核，有机质含量低于 1%。淀积层呈暗棕褐色，粘重，小棱柱状、核状结构裂隙及结构面上有白色粉末，铁锰结核不多，紧实，透水差，向下逐渐过渡到母质层。

白浆土在东北的东部分布很广，但大部分是低产土壤。主要原因是白浆层养分含量低，全氮和速效磷缺乏，盐基饱和度较低，物理性质也不良，其下的淀积层又有托水作用，以致土壤上层滞水，旱季却又缺水。因此，改良白浆土主要应从增加营养物质和改良土壤物理性质两方面着手。

十一、低洼地的水成土

水成土是指地表积水并受地下水浸润的土壤，在全国分布广泛，甚至新疆干旱地区也有，但以冷湿的东北地区和川西北高原若尔盖地区分布最多。南方的水成土，大部分已垦为稻田，发育成了水稻土。

水成土由于地形低洼和排水不良，剖面上部常积累腐殖质或泥炭，而下部有潜育化特征。通常将泥炭层厚度小于 50 厘米的，称为沼泽土；大于 50 厘米的，称为泥炭土。二者在发生演化上的联系，请参阅图 12。

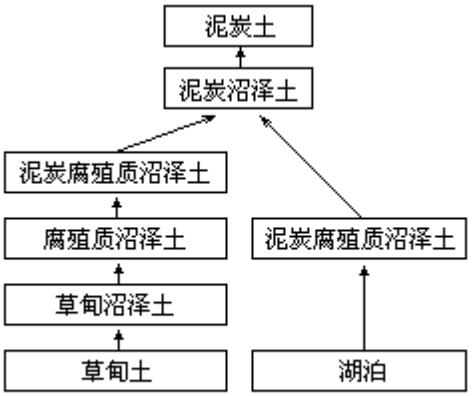

图12　沼泽土和泥炭土的演化图式

（一）沼泽土

沼泽土所处的地形大都比较低洼，如东北地区在山区多见于分水岭的碟形洼地、封闭的沟谷盆地，以及冲积扇前缘或扇间的洼地；在平原多分布于泛滥地、牛轭湖与阶地之间的低洼地，以及河流的汇合点。川西北高原的沼泽土，多分布于河漫滩、低阶地、古冰蚀谷地及湖群洼地中。南方的沼泽土，主要分布于平原洼地和湖滨；在山地也偶见分布。

沼泽土的成土母质，多为河湖相沉积物（山地区除外），质地比较粘重，透水性弱，故地表容易积水或过湿。沼泽土上的植物多为喜湿性的，其种类则随地区和水分状况不同而有变化。

冷湿的气候条件最适于沼泽土发育。中国沼泽土分布比较集中的东北和川西北高原地区，年降水量都比较多，约 500～800 毫米，且多集中于夏季；冬季寒冷，冻结时间在 120 天甚至 200 天以上。

沼泽土的生成与水分状况是密切联系的。土壤水分经常处于饱和状态，通气条件差，微生物活动受抑制，有机质得不到充分分解，并在剖面上部不断累积，形成较厚的泥炭层或腐殖质层；而在剖面下部，由于积水和有机质分解，经常处于缺氧状态，受所产生还原物质的影响，从而形成潜育层。所以沼泽土的形成过程，包括土壤剖面上部的泥炭化（或腐殖质化）和剖面下部的潜育化。

泥炭层一般呈棕褐色，松软、含水分多，混有多量半分解的植物残体和草根。腐殖质层颜色较暗，常呈粒状或鱼卵状结构，含密集的草根。潜育层呈灰蓝色或浅灰色，质地较粘。在泥炭层或腐殖质层与潜育层之间，有时出现过渡层，具有大量锈斑或灰斑，并有铁锰结核。

沼泽土的有机质含量很高，常在 5～25%之间，泥炭层可达 40%以上，

分解不完全，碳氮比值宽，多在 14～20 之间。潜育层的有机质含量显著下降，仅为 1～2%，碳氮比值也较窄。土壤一般呈微酸性至中性反应，但有些因受气候或母质的影响，含有游离碳酸钙，而呈碱性反应。

沼泽土可进一步划分为草甸沼泽土、腐殖质沼泽土、泥炭腐殖质沼泽土和泥炭沼泽土。

（二）泥炭土

泥炭土，可以说是泥炭层厚度在 50 厘米以上的沼泽土。其分布地区与沼泽土相同，但面积远小于沼泽土。

泥炭土地面常年积水，水深在 30 厘米上下。上层为 50～200 厘米或更厚的泥炭层，下为潜育层，有的在这两层之间还有腐殖质过渡层。

泥炭，又称草炭，含有大量水分，其含水量的多少，与泥炭的分解度和灰分含量有关，通常分解愈强，灰分含量愈高，水分含量则愈少。

泥炭有很大的持水性能。泥炭藓泥炭持水量最大，可超过 1000%，芦苇和苔草泥炭的持水量较小，一般为 300～600%。同一类型泥炭持水量的大小主要决定于分解度。分解度愈弱，持水量愈大。泥炭的透水性很小，若泥炭层很厚，则几乎完全不透水。

泥炭具有吸附气体的能力，特别是吸附氨的能力很强。

泥炭的导热性很小，因此冬季冻结虽浅，但春季融化却非常慢。

泥炭中含有高量有机质，如中国吉林省的泥炭有机质平均含量为 65.4%，川西北高原的泥炭为 57.5%。氮的含量也相当丰富。东北地区泥炭含氮量平均为 1.5～2.0%，最高可达 2.5%，但能被植物利用的有效氮只占全氮量的 3～5%。泥炭中磷的含量高于矿物质土体，约 0.29～0.33%；钾的含量却低于矿物质土体，约 0.24～0.27%。

中国东北地区的泥炭含钙量较少，平均含量为 1.0～1.5%，多呈微酸性反应，pH5.5～6.5。川西北高原的泥炭含钙量较多，在 10%左右，呈中性至碱性反应，pH6.5～8.0。两地泥炭的粗灰分含量也有差别，东北地区约为 20～40%，川西北高原约为 40～50%（表 9）。

表 9　泥炭层的理化性质

地点	干容重	最大持水量(%)	有机质（%）	全氮(%)	全磷(%)	全钾(%)	氧化钙（%）	pH	粗灰分(%)
黑龙江	0.2～0.3	400～600	60	1.93	0.29	0.27	1.42	6.0～6.5	30～40
吉林	0.27	300～400	65.4	1.65	0.33	0.24	0.90	5.5～6.0	20～40
川西北高原	0.2～0.4	250.～300	57.5	1.26	—	—	9.21	6.5～8.0	40～50

中国沼泽土和泥炭土的面积，初步估计为 10 万平方公里，其中多集中于东北地区，为 8.2 万平方公里，占 80%以上。此类土壤尚未充分利用，生产潜力很大，应积极采取合理措施，加以全面利用。

沼泽土和泥炭土的泥炭层，是一种宝贵的自然资源，在农业、工业、医药卫生等方面都有广泛用途。

在农业方面，它是一种良好的有机肥料资源。分解较好（分解度在 40%以上）、酸度适中、富含营养元素的泥炭，可直接施入有机质含量低的土壤，以增加土壤有机质，培肥土壤。分解度差（分解度 20%以下）、吸水和吸氨能力强的泥炭，可作为牲畜垫圈材料，以吸收畜粪尿和散发的气体，减少养分损失，并可腐熟为优质的有机肥料。分解度中等（分解度 20～40%）的泥炭，可与厩肥、人粪尿以及矿质肥料混合，制成堆肥使用。腐殖酸含量较高的泥炭，与铵、磷、钾、钠等无机成分化合，可制成腐殖酸肥料，具有改良土壤、增加农作物养分及刺激作物生长等多种功能。

中国泥炭资源很丰富，初步估计东北地区就有 304 亿立方米，其中黑龙江省约 290 亿立方米；吉林省约 13.5 亿立方米；辽宁省约 0.5 亿立方米。对于丰富的泥炭资源，应充分加以利用。

十二、人为因素影响深刻的水稻土

水稻土是不同母土（或成土母质）在人类生产活动过程中，通过水耕熟化过程而形成的特殊土壤。

中国稻谷总产量占世界首位，稻田占全国耕地面积的 25.5%。水稻土分布遍及全国，但主要分布在秦岭—淮河一线以南，以长江中下游平原、珠江三角洲、四川盆地和台湾西部平原最为集中，是中国极重要的土壤资源。

（一）水稻土的形成特点

稻田土壤每年都要受到泡田、翻耕、耙细、磨平、排水烤田，以及轮作施肥等农业技术措施的强烈影响。人们为了加速增厚耕层和改造耕层的性质，还大量施入富含有机物和矿物养分的河泥。可见水稻土的形成和发展，在很大程度上受到人类生产活动的控制。

在水稻土形成过程中，原来的各种土壤（地带性土壤、半水成土、水成土）受到强烈改造，形成水稻土所特有的形态和性质。

1.水稻土的形成过程

水稻土形成过程，包括以下几个方面。

(1)氧化还原过程。在水稻生长期间，由于淹水，土壤孔隙中几乎充满水分，土壤环境以还原态为主，其余时间，土壤孔隙中大多为土壤空气所填充，土壤环境以氧化态为主。由于不同地区自然条件不同，轮作制度也不同，水稻土一年中处于还原和氧化态的时间当然会有差别。

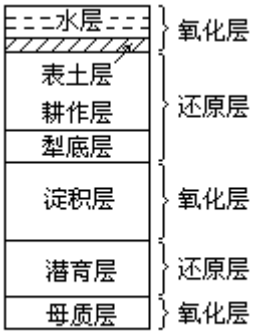

图13　水稻土剖面示意图

不同水分类型水稻土的氧化还原状况也不一样。地表水型水稻土，水稻生长季节耕层呈还原态，而其下仍为氧化态。水稻收获后，全剖面处于氧化态。良水型水稻土，随季节不同而变化，冬季主要呈氧化态。地下水型水稻土，全年基本上处于还原态，变化不大。

实际上，在同一水稻土剖面中，不同土层的氧化还原状况还有分异。当稻田灌水后，耕层及犁底层上部处于水分饱和状态，除土表极薄部分外，整个耕层和犁底层处于还原态。但由于犁底层比较紧实，或者稍粘一些，会阻滞水分大量下渗，因此心土层（淀积层）水分并不饱和，仍处于氧化态。如果地下水位达到剖面下部，则可以出现还原态的潜育层（图 13）。

这种氧化还原状况的剖面分异，为铁锰的还原淋溶和氧化淀积创造了条件。

(2)腐殖质的积累和分解。水稻土的有机质主要来自有机肥料，其中包括绿肥。腐殖质的积累和分解强度，与土壤表层还原态或氧化态持续时间的长短有密切关系。一般来说，水稻连作有利于腐殖质积累；水旱轮作有利于腐殖质分解和养分活化。

(3)复盐基和盐基淋溶。稻田淹水后的还原态环境和水分的下渗，必然加速土壤中盐基的淋失。另一方面，施肥和灌溉水中所含的盐类，却又有利于土壤复盐基。

复盐基过程在红壤、黄壤、砖红壤等酸性土壤改种水稻后表现特别明显，盐基饱和度可由 20%左右提高到 50%或更高。

(4)粘粒的积累和淋失。水稻土耕层的粘粒含量，可以比原来大幅度增加或减少。粘粒增加，是由于灌溉水中带来大量粘粒，或是由于施用粘质河泥。粘粒的淋失也有两种途径，一是从耕层沿孔隙随水分下渗移向剖面中部，由这种方式淋失的粘粒是有限的。二是灌溉水串灌引起的耕层粘粒流失，由这种方式淋失的粘粒是大量的，能使耕层的粗粒相对增多，改变性质。

以上是水稻土形成过程的几个主要内容。它们之间是相互联系和相互作用的，其中最主要的是氧化还原过程。

2.不同起源水稻土的形成途径

各种土壤在水耕熟化过程中均可形成水稻土。但起源土壤不同，其形成途径也不同。可概括为三类。

(1)地带性土壤起源的水稻土。当地带性土壤被辟为稻田后，一经灌水，土壤氧化还原状况就发生分化，表层为还原态，其下为氧化态，属地表水型。逐渐具有耕作层—犁底层—底土层或耕作层—犁底层—淀积层—底土层的土壤剖面结构。

这类水稻土大多分布在山地、丘陵的梯田上，主要问题是灌溉水的保证程度低，串灌引起粘粒和养分淋失。

(2)草甸土起源的水稻土。草甸土分布在冲积平原和丘陵河谷中，由于水源方便，在南方大都建造为稻田。

草甸土是被地下水浸润的土壤，灌水种稻后又受地表水的影响。它原来的氧化还原状况是上部为氧化态，下部为还原态；种稻后，上层为还原态，中层为氧化态，下层又为还原态，属良水型水稻土。

在还原淋溶作用下，铁锰既随下渗水向下移动，又随地下水毛管上升作用向上迁移。铁锰向下移动是水稻土形成的特点之一，而铁锰向上移动则是草甸土固有的特征。

草甸土种稻后，原来的生草层被改造成耕作层，各种营养元素的含量由于施肥而有所提高；但也加强了粘粒和铁锰的移动和淀积，形成犁底层和出现淀积层。有的草甸土原来含有盐分或碳酸钙，种稻过程中可伴有脱盐和碳酸钙淋失过程。

草甸土起源的水稻土，水分状况好，自然肥力高，只要注意耕作施肥，土壤生产潜力很大。

(3)沼泽土起源的水稻土。在沼泽土上建造稻田，除要考虑灌溉设施外，还要采取垫土和排水等措施，降低地下水位，使地表水和地下水分离。

沼泽土一般具有腐泥层，潜在养分高。全剖面处于还原状态，含还原性物质多。开垦初期，地下水位仍高，土壤处于水分饱和状态，氧化还原状况

与沼泽土相似，剖面结构也无大差异，属地下水型水稻土。当地下水位降低后，灌溉水与地下水分离，剖面上都可出现氧化态。剖面结构也进一步分化出耕作层和犁底层等水稻土所特有的土层。还可逐步发育为良水型水稻土。

无论是何种起源的水稻土，在定向培育过程中，其肥力发展大体上可概括为 3 个阶段。一是与不适于水稻生长的因素如沼泽化、盐渍化、干旱等作斗争，创造初步适宜于水稻生长的土壤环境，是低肥力阶段。二是在种植水稻过程中，逐步建造和形成了水稻生长所需要的剖面构造，逐渐形成一定厚度的耕作层、保水保肥而又通气爽水的犁底层和托水、托肥的淀积层，是中等和中上等肥力阶段。三是培育具有良好耕性的肥沃水稻土，是高肥力阶段。

但由于各地区的水热条件和耕作制度不同，起源土壤不一样，所以，水稻土的理化性质及肥沃水稻土的特征也会有差别。

（二）不同地区水稻土的特征

1.红壤地区水稻土

红壤地区水稻土主要分布于中国中亚热带、南亚热带和热带。位于中亚热带的水稻土一般为一年两熟，除山区海拔较高的地方种植一季中稻或晚稻外，在盆地和滨海平原普遍种植双季稻。稻田全年淹水时间 210 天左右。

位于南亚热带和热带地区的水稻土，由于年平均气温在 22℃以上，降水量大于 1400 毫米，无霜期很长，甚至终年无霜，因此一年可三熟。

红壤地区水稻土的理化特性，主要表现为铁、锰的淋溶淀积现象十分强烈；有机质积累作用较明显，含量较高（1.5～2.5%）。由于起源土壤富铝化，所以水稻土胶体部分硅铝率也多在 2.2 以下。土壤的阳离子交换量低，盐基不饱和，pH 在 5.0～6.5 间。处于水耕熟化初期的土壤，矿质养分不丰富；而高度熟化的水稻土则必然具有良好的物理性质和丰富的养分。由紫色土起源的水稻土，铁、锰淋淀作用微弱，土壤一般呈中性至微碱性反应，盐基饱和，矿质营养元素含量丰富。由石灰岩母质土壤起源的水稻土，因受富含重碳酸钙灌溉水和过量施用石灰的影响，常使碳酸钙在剖面上部聚积，犁底层出现石灰结核，形成石灰板结层，耕性很差。

2.黄棕壤地区水稻土

秦岭、淮河以南，长江中下游北亚热带黄棕壤地区的水稻土，一年多为稻、麦两熟，也有种双季稻的。冬作物主要是小麦、油菜或绿肥。稻田淹水时间为 160～190 天。在水旱轮作制度下，有机质的分解作用较红壤地区水稻土强，含量一般不超过 2.0%。还原淋溶程度也较弱，铁、锰在剖面中呈斑纹状，结核状的很少见。在肥沃水稻土中，耕层下部结构面上常见有鲜红色的铁的有机络合物，群众称为“鳝血”，可作为该区水稻土高度熟化的标志。这里的水稻土，主要起源于黄棕壤以及河湖沉积物上的草甸土和沼泽土。土壤多呈中性反应，pH6.5～7.5，盐基饱和。土壤胶体部分的硅铝率较红壤地区水稻土高，为 2.5～3.4。阳离子交换量为 15～20 毫克当量/100 克土，保肥性能好。矿物养分含量也较高。

3.北方地区水稻土

秦岭、淮河以北暖温带和温带地区的水稻土，为一年一季稻，也有进行

隔年水旱轮作的。起源土壤主要是草甸土、沼泽土、白浆土和草甸黑土。该区由于年降水量低，所以水稻土主要分布于江河流域低洼地、河谷盆地，以利灌溉。因冬季气温低，土壤冻结期较长，故土壤有机质分解缓慢，含量较高。剖面中物质的淋溶淀积作用也较弱，铁、锰分异现象不太明显，因此，起源土壤的特点保留较多一些。土壤多呈中性和微碱性反应，pH7.0～8.0。

（三）低产水稻土的利用与改良

水稻土是中国很重要的农业土壤资源，充分挖掘水稻土的生产潜力，对农业的迅速发展有极为重要的意义。挖掘水稻土的生产潜力，应从两方面着手。一方面是要对肥力较高、每亩年产量在千斤以上的水稻土的性质再加以改善，培育高度肥沃的水稻土，以实现高产更高产。高产水稻土在一般情况下能够旱涝保收，高产稳产。如江苏太湖地区的鳝血黄泥土，浙江杭嘉湖地区的黄斑塥土，珠江三角洲的泥肉田，成都平原的大土油沙等，都是这种高度肥沃水稻土。它们是各地区低产田改良的方向，是培育高度肥沃水稻土的具体目标。

目前各地区都还有一部分低产水稻土，它们的生产力受各种因素的抑制，不能充分发挥，因此，改良低产水稻土，就成了着手挖掘水稻土生产潜力的另一方面。

低产水稻土有好几种类型，如江苏、安徽的白土，南方丘陵地区的黄泥田（红壤性水稻土），山区的冷浸田，广东、广西沿海地区的反酸田，等等。它们是由不同的原因导致低产的，改良措施当然也应有区别。

1.白土

白土低产的原因是养分贫瘠，特别是氮、磷含量低；粘粒含量少（＜20%），粗粉沙含量高达 40～60%以上，水耙后易淀浆板结；土壤结构不良，漏水漏肥，因而保肥、供肥性差。

白土改良可从以下几方面着手：

(1)增加土壤有机质。据改良实践，白土耕作层的有机质含量如果提高到2%左右，即使土壤粘粒没有增多，淀浆板结性也会得到改善，肥力也显著提高。

(2)深耕。白土耕层浅薄，一般仅 3～4 寸厚，而且含粗粉沙多，但白土层下多有粘重的黄泥层，如逐年深耕，改变沙、粘比例，能增强保肥、供肥能力。客土也能收到同样效果。

(3)增施氮肥和磷肥。白土中氮、磷含量均低，氮、磷肥配合施用可获显著增产效果。

(4)改善灌溉方式。白土稻田切忌串灌。灌渠配套，分田进水，可减少粘粒和养分流失。

2.黄泥田

南方丘陵地区的黄泥田，低产的原因是，熟化程度不高，土质粘重或粉沙粒含量高，或是在浅层就出现铁锰结核或红白相间的网纹层；缺乏有机质，酸性大，田面易板结，透水性差，水源不足处还易受干旱为害。主要改良措施有：搞好排灌，提高防旱能力；种好绿肥，提高有机质含量；巧施磷肥和

适施石灰，以提高肥效和降低土壤酸性；加深耕层，对提高产量也有显著作用。

3.冷浸田

山区的冷浸田，其低产原因主要是：

(1)水温土温低，日照短。水稻是喜高温作物，低温对水稻返青和分蘖都不利。后期温度升高，又会造成水稻无效分蘖增多。山谷中光照时间短，减弱了水稻的光合作用，也是造成低产的因素。

(2)有效养分缺乏。由于温度低和水分过多，有机质分解和有效养分释放都很慢，不能满足水稻生长的需要。

(3)土粒分散，结构不良。冷浸田（特别是烂泥田）有深厚的烂泥层，土粒高度分散，结构不良，插秧易倒，不易全苗；而脱水成干硬土块时，稻根又常被拉断。

(4)还原性物质的毒害。土壤中的还原性物质，特别是亚铁离子，对水稻生长有很大影响。

主要改良措施有以下几方面：

(1)开沟排水、降低地下水位。即在山坡脚开环山沟，以拦截山洪黄泥水入田；在田外开排泉沟，以阻隔冷泉水和锈水入田；在田内开排灌沟，排水沟用来排除渍水并降低地下水位；灌水沟用以灌溉，但必须避免串灌和漫灌。

(2)冬耕晒垡、烤田和熏土。当冷浸田改善排水条件，土壤逐渐变硬后，就可采取此项措施，以改良土壤的耕性和通气透水性能，有利于土壤养分活化和水稻生长。

(3)施用热性肥料和磷肥。冷浸田土性冷，应该多施用牛栏粪、火土灰、老墙土、草木灰、石灰等热性肥料，能提高土温，促进稻根生长，还可中和土壤酸性。冷浸田一般都很缺磷，改善排水条件后应注意增施磷肥；同时还要大力提倡种植绿肥，才能逐步改良土壤物理性质和提高肥力。

(4)掺沙入泥和垫土。烂泥田一般都是泥多沙少，排水后会逐渐变成板实的粘土田。因此应逐年掺沙，以改善土壤的通气透水性，有利于耕作和稻根生长。山坑冷浸田多偏沙性，掺入草皮泥、塘泥和黑山泥等肥泥，既可增加土壤粘性，又可提高土壤肥力。

4.反酸田

反酸田是热带或亚热带滨海地区一种具有“反酸”特点的水稻土。“反酸”是由于原来生长的红树，其被掩埋在沉积物中的残体分解后，产生酸类引起的。

改良措施主要是以水压酸、蓄淡洗酸、挖沟排酸等。还要辅以施用石灰中和酸性、增施磷肥等措施，才能收到较好效果。

十三、世界屋脊上的高山土

中国的青藏高原是地球上一块十分独特的自然区域，总面积达 200 万平方公里。耸立在高原边缘和横亘在高原面上的大山脉，海拔高度多在六七千米以上。高度达 8848 米的珠穆朗玛峰，高踞在群峰之上，是著名的世界最高峰。虽然各大山脉之间是起伏平缓和开阔的高原面，但其高度也在 4500 米左右，因此，青藏高原素有“世界屋脊”之称。

在高原的南缘和东部地区的河谷中，由于印度洋的暖湿气流可以到达，所以分布有较茂密的森林。但随着海拔高度上升，气温不断下降，到一定高度后，热量就满足不了森林生长的需要，逐渐转变为稀疏的矮树和灌木，最终为草本植被所取代。茂密森林所能达到的最高处，称为森林郁闭线。在不同地区，由于各种环境条件的差别，森林郁闭线的海拔高度可以不同。在青藏高原，一般是在 3900～4100 米。取代森林的草本植被，是由莎草科的嵩草和苔草等组成的亚高山草甸和高山草甸植被，但向西北方向延伸后，由于暖湿气流不能伸入高原内部，湿度大为下降，草甸植被又顺序为亚高山草原或高山草原植被、亚高山荒漠或高山荒漠植被所取代，至于在垂直方向上，则是高山寒漠的植被了。凡是在森林郁闭线以上或相当于这个高度以上的无林地带的各种土壤，都应称为高山土壤。

在上述不同的生物气候条件下，自然会形成不同的土壤。因此，高山土壤可进一步划分为亚高山草甸土、高山草甸土、亚高山草原土、高山草原土、高山漠土、高山寒漠土 6 个土类。

应当说明，高山土壤虽然主要分布在青藏高原，但在其他地区的高山上也可见到，不过类型没有这样齐全，分布也没有这样集中。

（一）亚高山草甸土

亚高山草甸土主要分布在青藏高原的东部和东南部，阿尔泰山、准噶尔盆地以西山地和天山山脉上也有分布。分布的海拔高度，各地很不相同。甚至在青藏高原内也还有一定差别。例如，在比较湿润的西藏南部和雅鲁藏布江下游，分布高度是 4100（3900）～4500 米；在比较干旱的喜马拉雅山北坡，则是 4200～4700 米；西藏东部是 4300（4100）～4600 米；再往东至横断山脉中部为 3700（3800）～4200 米；阿尔泰山可见于 1800（2100）～2500 米的高度；准噶尔盆地以西山地为 2300～2900 米；天山则是 2500（2700）～3000（3300）米。

亚高山草甸土分布地带的地形，大多是比较平缓的分水岭和平坦开阔的高原面。成土母质主要是岩石风化的残积物和坡积物，也有一些土壤形成于冰碛物。在天山北坡，还有黄土状母质的。气候特点是温凉而较湿润，年平均气温在 1℃左右，一般都是正值，这是不同于高山草甸土带的一个很重要的特征。年降水量 350～750 毫米，无霜期不足 90 天。亚高山草甸植被的组成以嵩草和多种草类为主，外观绚丽，而且还有灌木加入，越接近森林郁闭线，灌木种类和数量也越增多。这是亚高山草甸植被与高山草甸植被的重要区别。

亚高山草甸土最主要的特征是土壤表层有 5～10 厘米厚且富有弹性的草皮层。它是冷湿气候条件下有机物残体不易分解的明显标志。但在土壤剖面

的中上部，水热条件比较好一些，可以形成厚 15 厘米左右的灰棕色腐殖质层，可见到蚯蚓或其排泄物，土壤剖面的中下部比较紧实，大多都是黄棕色，在核状或块状结构的表面，常可见到灰色并有光泽的腐殖质胶膜。平坦地段的剖面中还可见到棕红色的矿物胶膜。这些都是土壤溶液有从上向下移动的迹象。剖面下部是岩石风化的碎块，色泽因岩性而异。由于气温低，土壤表层有机质含量可高达 10～15%或更多，但随深度增加而迅速降低。土壤的酸碱度和盐基饱和度，在不同地区可有明显差异。在青藏高原、阿尔泰山和西部天山，这类土壤 pH 值一般为 5.0～7.0，盐基不饱和或饱和度较低；在中部天山和祁连山，则 pH 值在 7.0～8.5 之间，盐基高度饱和。除在石灰岩或黄土上形成的土壤外，一般都没有碳酸钙残存于土壤中。

亚高山草甸土历来是优良的高山牧场，特别适于牧养牦牛、藏羊等牲畜，是重要的畜产品生产基地。亚高山草甸土带可以发展高寒种植业，但宜选择在向阳避风的地段，以避免霜害。此外，在土壤上还生长有许多特有的药材，如虫草、贝母等，也是亚高山草甸土带的资源特点之一。

（二）高山草甸土

高山草甸土主要分布于青藏高原东部和东南部，在阿尔泰山东南部、准噶尔盆地以西山地和天山上部，也可见到。其分布高度的下限，在青藏高原是 4400（4700）米，阿尔泰山东南部和天山等处的分布下限还略低一些。其分布高度的上限，在青藏高原为 5200 米左右，上接高山寒漠土带。高山草甸土带的下部，在多数情况下是与亚高山草甸土带相连接的。但它不会与森林土壤带相邻。这是它在形成和分布上的重要特点，也是将它与亚高山草甸土带区别开来的重要依据之一。

高山草甸土带的地形，除平缓的分水岭和山坡外，还有比较陡峭的坡地。其成土母质，在青藏高原多是砂岩、板岩和千枚岩风化的残积或坡积物，局部尚有石灰岩风化产物或第四纪冰碛—洪积物；在天山北坡，可见有黄土状物质。气候特点与亚高山草甸土带相比较，显得更加寒冷，也比较干燥。年平均气温—2℃左右，甚至更低一些，大于 5℃的日数不足 120 天，最热月也可出现小于 0℃的低温，没有稳定的无霜期，年降水量 400 毫米左右。年平均气温为负值，是高山草甸土与亚高山草甸土在形成条件上的区别之一，也是高山草甸土带只宜牧用的根本原因。高山草甸植被在组成上虽也是以嵩草为主，但组成单纯得多，基本上没有灌木，偶尔见到单株也极矮小，但垫状点地梅、苔状蚤缀等植物却明显增多，外观比较单调。

高山草甸土的形态特征为：剖面由草皮层、腐殖质层、过渡层和母质层组成。草皮层厚 5～10 厘米，性质松脆，与寒冷和干燥有关。腐殖质层可厚 10～20 厘米。剖面总厚度一般不超过 50 厘米。草皮层呈浅灰棕色，腐殖质层灰棕色，而最暗的色泽（暗灰棕色）出现在过渡层，至母质颜色才又转淡。在过渡层不出现棕红色或黄棕色的矿物胶膜，而是呈现出比腐殖质层还要暗的颜色，这是高山草甸土的显著特征。它可能是由于每年有长达半年的冻结期，土壤通气不良有还原性物质形成所引起的。土壤剖面中各层次间的过渡不甚明显。剖面上部的土壤结构为粒状—扁核状，下部以扁核状—小块状结构居多。由于冰冻作用，在大的结构体上常常可以见到呈片状的层理。土壤表层的有机质含量在 10%左右，分布于藏南者其有机质含量一般较藏北及其

他地区为高。

高山草甸土带的降水量虽然不多，但除发育于石灰岩和黄土上的土壤外，都没有碳酸钙残留。土壤呈中性反应，盐基饱和度较高。在湿润度相对较大的藏南地区及中部天山，pH 值多在 5.8～6.5 之间；而在气候较干旱的藏北高原，pH 值较高，多为 6.5～7.0。

由于高山草甸土带更加寒冷和冰冻时期长，所以在土壤中未曾见有蚯蚓及其活动痕迹，其他土壤动物也很难见到。

高山草甸土带的气候寒冷，发展高寒种植业很困难，因此历来唯有经营牧业。高山草甸土草场虽然草的种类少得多，但对牲畜有害的毒草也少得多。牧草植株虽然比较矮小，可是密度大，草质好，适口性强，营养成分高，草皮层的耐牧性也好。所以，高山草甸土草场绝大多数是优良的放牧场。例如，藏北高原的高山草甸土草场是中国的重要畜产区之一。但在经营管理上要注意做好草场轮牧，不可过度牧用。特别是在坡度较大或草皮层已有破坏的地方，牲畜过多地践踏会促成或增强草皮层和表层土壤的滑塌。草皮层一旦破坏就极难恢复，土壤变干易受风蚀，原来多砾质的土壤很快就砾质化或沙化。高山草甸植被的嵩草就必将为旱生杂草所取代，草质、草量都大为下降。对这种草场退化的恶果不能不引起高度警惕，切不可忽视。

（三）亚高山草原土

亚高山草原土，在青藏高原，仅形成和分布在藏南喜马拉雅山北侧，具有凉温半干旱气候的所谓“雨影区”中。由于越向东部越趋湿润，故羊卓雍湖以西的高原宽谷湖盆区，才是亚高山草原土集中分布的地方。此外，在帕米尔高原、昆仑山、阿尔金山、祁连山西部等处也有分布。它所处的海拔高度范围，在青藏高原是 4200～4700 米，其它地区则要低得多，为 3300～4200 或 3500～4500 米。

亚高山草原土分布区的气候特点是较冷也较干旱，年平均气温约 1.2 ℃，年降水量约 250 毫米，多集中在 6～8 月，常带有冰雹，加之无霜期不稳定，又多大风，故农业生产常有严重灾害。植被组成以狐茅、针茅为主，伴生灌木锦鸡儿、金腊梅等。在亚高山草原土带，栖居有大量啮齿类动物，土壤中洞穴相当多，对草原有破坏作用。

亚高山草原土的特征表现为：在土壤剖面上部有腐殖质积累，土壤有机质含量大多为 5%左右，表层可见簇状草根层。腐殖质层厚 10～20 厘米，粒状结构，颜色为灰棕色或棕色，土壤常有受土壤动物扰动的痕迹。在剖面的中下部，即 30 或 50 厘米的深度上，可见比较明显的钙积层。碳酸钙的淀积形态主要是斑点状或脉纹状，含量可达 10～35%。土壤呈微碱性至碱性反应，pH 值 7.5～8.5。土壤质地较轻，大部分含有石砾。

亚高山草原土多数用于放牧，但草质、草量均较差。在背风向阳的山麓洪积扇和滨湖平原，气温较高，如引水方便可发展高寒种植业。

（四）高山草原土

高山草原土主要分布于青海南部昆仑山以南至藏北高原中部的广大高原面上，往东至青藏公路附近逐渐过渡到高山草甸土带；往西则与高山漠土带

相连接。此外，在藏南冈底斯山和定日以西喜马拉雅山北侧的高原面上也有分布。

高山草原土分布区的地形主要是山地和湖盆平地。成土母质，在山地以花岗岩、灰岩、砂岩、砾岩等风化的残积和坡积物为主；平地则为湖积、洪积和冰碛物，多含碳酸盐或易溶性盐类。母质多含有大量石砾。气候寒冷而干旱，年平均气温-2℃左右，年降水 300 毫米上下，年蒸发量却在 1500 毫米以上。植被组成中以紫花针茅为主，伴生有魏氏蒿、狐茅、异针茅、苔状蚤缀、垫状点地梅等，总盖度约 30～50%，形成灰绿色的稀疏草丛。

高山草原土有以下特征：土壤表层没有草皮层，只有不连续的成簇状的草根层，地表常有黑色的地衣壳状结皮，或有碎石、沙粒覆盖。腐殖质层厚度一般不超过 10 厘米，粒状结构为主，下部间有团块状结构，有机质含量在 1.5%左右，剖面中部（20 厘米左右）出现不太明显的厚约 20 厘米的钙积层，碳酸钙含量约 15%。土壤呈碱性反应，pH 值 8.0 左右。土壤质地多属砾质沙壤土。

高山草原土只宜牧业利用，但禾本科牧草的适口性不高，不宜放牧牦牛，主要放牧绵羊。除产草量不高外，淡水缺乏，也限制了畜群的发展。此外，高山草原土带的风蚀也比较严重。因此，特别要重视草场管理和兴办水利，逐步建立人工饲料基地和改良天然草场，只有这样才有可能促进畜牧业的发展。

（五）高山漠土

高山漠土分布于藏北高原的西北部，并延伸至昆仑山脉和帕米尔高原，海拔高度范围在 4200～5200 米间。

高山漠土带的地形，主要是高原面和高原上的低山。成土母质主要是各种岩石风化的残积物和坡积物，也有一些冰碛物。由于物理风化起主导作用，所以风化产物高度石质化。气候特点是干燥而寒冷，年平均气温-10℃左右，冬季最低气温可达-40℃，年降水低于 100 毫米。高山荒漠植被的覆盖度不足 10%，组成以藜科和菊科植物为主。

高山漠土的土层薄，石砾多，细土少；有机质含量仅 0.6%上下；碱性反应，pH 值在 8.5 左右；含碳酸钙约 5%，石膏 0.5～1.0%。

高山漠土基本上没有利用，仅在接近高山草原土带的地段，水、草有所增加，但适宜性窄，只宜牧养山羊。

（六）高山寒漠土

高山寒漠土是青藏高原土壤垂直带谱中位置最高的土壤，在其他高山上也有分布。这是一种在长期寒冻下形成的土壤。该土带的上限总是长年积雪的下限（雪线），或是冰川、倒石堆、裸岩等。但其下部，则可因地区条件不同而与其他任何高山土壤带相毗邻。其分布的海拔高度范围，也因地区不同而有差异。仅就青藏高原而言，在藏南大致是 5300～5600 米；藏北则约为 5200～5600 米。

高山寒漠土带寒冻风化强烈，地面多是杂乱的岩屑、滚石、融冻石流，或为陡峭的岩壁。在接近现代冰川的谷地，常有冰舌伸入。气候特点是全年

严寒，冰冻期在半年以上，夏季仍可降雪，年平均气温在-10℃上下，年降水量 400 毫米左右，比高山漠土带湿润。高山寒漠土带的植被，一般由特别耐寒和比较耐旱的十几种植物组成，常见的有三指凤毛菊、垫状点地梅、苔状蚤缀、垫状紫云英和苔类、地衣等。高等植物大都成垫状或莲座状贴伏地面，总盖度不过 1～2%，地面遍布大小不等的岩石碎块。土中未曾见有任何动物或其活动迹象，飞禽走兽亦极罕见。

土壤有如下特征：质地轻、粗，含砾量大。表层有机质含量仅 0.5%左右。剖面厚度小，很少超过 50 厘米，其下即为粗大石块。土壤呈微碱性反应，pH 值在 7.5 左右。

高山寒漠土带的环境条件严酷，土壤极为瘠薄，从农林牧业经营的角度来看，没有利用价值。

十四、中国土壤的分区

在中国辽阔的国土上的多种多样土壤，是综合农业生产的基地。由于土壤性状及环境条件的差异，其生产潜力与利用改良途径各不相同。为了做到因土利用改良与因土经营管理，不仅要认识各种土壤的性态特点，而且要分析它们的地区特征，探讨不同地区土壤组合的规律，进而分区划片，为安排与发展农业生产提供科学依据，这就是土壤分区。

在全国范围内进行土壤分区，必须对土壤类型组合和相应的自然条件，以及利用改良方向，进行高度的概括，一般分级不宜过多，要能给人们一个完整的概念，并且一目了然，便于参考和应用。

本书全国土壤分区，只划分两级，即土壤区域和土壤区。

“土壤区域”是全国土壤分区系统中的一级区，根据生物气候条件所引起的土纲或土纲组合的差异，农林牧业的发展方向，土壤改良的方向而进行划分。不同土壤区域的生物气候条件和土壤类型组合有着极大差异，因此反映在土壤利用改良方面的差

表 10　中国土壤分区面积统计表

土壤区域	面积		土壤区	面积	
	万平方公里	%		万平方公里	%
Ⅰ.东部森林土壤区域	443.25	46.21	I_1 华南-滇南砖红壤、赤红壤、水稻土区	51.49	5.36
			I_2 江南-台北红壤、水稻土区	71.35	7.49
			I_3 西南红壤、黄壤、水稻土区	92.69	9.65
			I_4 汉江-长江中下游黄棕壤、水稻土区	37.17	3.87
			I_5 辽东-华北棕壤、褐土、潮土区	99.12	10.3
			I_6 东北暗棕壤、白浆土、黑土区	91.43	9.52
Ⅱ.蒙新草原-荒漠土壤区域	320.88	33.40	II_1 内蒙古黑钙土、栗钙土、棕钙土区	76.73	7.99
			II_2 西北黑沪土、黄绵土、灰钙土区	20.49	2.13
			II_3 甘新灰棕漠土、棕漠土、风沙土区	223.65	23.28

续表

土壤区域	面积		土壤区	面积	
	万平方公里	%		万平方公里	%
III.青藏高山草甸-草原土壤区域	195.87	20.3	III_1 青藏东南部亚高山-高山草甸土区	85.38	8.89
			III_2 藏北亚高山-高山草原土区	83.08	8.6
			III_3 藏西北高山漠土区	27.41	2.8
总计	960.00	100		960.00	100

①据 1：1800 万的“中国土壤分区图”，用称重法计算而得。

异是方向性的。

“土壤区”是全国土壤分区系统中的二级区，在土壤区域范围内根据生物气候条件所引起的土类或土类组合的差异，农林牧业的地带性特征，主要的低产土壤类型而进行划分。不同土壤区的生物气候条件和土壤类型组合有着明显差异，需要重点改良的低产土壤类型也不同。

全国共划分 3 个土壤区域，即Ⅰ.东部森林土壤区域；Ⅱ.蒙新草原—荒漠土壤区域；Ⅲ.青藏高山草甸-草原土壤区域。全国共划分为 11 个土壤区（表 10）。

（一）东部森林土壤区域

本土壤区域位于我国东部，自东北直至华南、西南，约占全国土地总面积的 46.21%，耕地将近占全国耕地总面积的 90%，人口却占全国总人口的 90%以上，是中国重要的农业区和林业区。这里是季风进退特别活跃的区域。其特点是：夏季东南季风影响明显，随着气温的回升，降水量也逐渐增加，形成雨热同季，为农作物和林木的生长发育提供了有利条件。但风向与降水随季节而明显变化，冬季寒冷少雨，尤以秦岭、淮河一线以北为甚，常出现寒冻和干旱，有时成灾。

本区域湿润程度较高，年干燥度小于 1.5，年降水量大于 500 毫米；特别是东南部湿润程度更高，年干燥度小于 1.0，年降水量大于 1000 毫米。湿润的气候条件适宜于森林生长，故从热带至寒温带，随着热量的变化而分布不同类型的森林，相应地分布着不同类型的森林土壤，如砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、褐土、暗棕壤、漂灰土等，并各与非地带性土类（例如水稻土、潮土等）形成组合。从土壤分布和特性来看，大体而言，南方以砖红壤、赤红壤、红壤、黄壤和水稻土为主，其共同特性为质地比较粘重，多呈酸性或强酸性反应，一般不含游离碳酸钙，除滨海外，土壤没有盐碱化现象；北方以棕壤、暗棕壤、潮土、黑土、褐土等为主，并有盐碱土分布。其共同特性为质地相对较轻，多呈微酸性至碱性反应，有的含有游离碳酸钙，平原土壤易于盐碱化。从土壤利用而言，山地宜于林业，而山间盆地和河谷平原，较大河流的中下游平原、湖积平原、滨海平原，以及部分丘陵，则宜于农业。

本区域在土壤利用改良方面存在的主要问题是水土流失严重和具较大面

积的低产红壤与盐碱土需要改良。由于区内降水量较多，降水强度大，当地面的植被遭受破坏后，若不采取一定措施，就难免引起严重的水土流失。目前，除东北、鄂西、横断山、武夷山、台湾山地等保存有较好的森林外，其余山地多为稀疏的次生林，而且覆盖度很小，水土流失相当严重，特别是华北山地，及南方某些花岗岩厚层风化物的山岭，水土流失十分严重，对农林生产带来很大危害。因此，急需引起重视，及时采取有效防治措施，合理利用山地土壤资源，充分发挥其生产潜力。此外，南方（江南、华南和西南）有相当大面积的低产红壤和低产水稻土需要改良，北方（华北和东北）有相当大面积的盐碱土（包括盐化、碱化土壤）和砂礓黑土需要改良。这是中国增产潜力最大的几类低产土壤，过去已经做了不少调查试验研究工作，取得了初步成果，促进了农林生产，今后有待于进一步研究、示范、推广。

森林土壤区域南北纬度相隔 50 余度，气温相差很大，自南而北由热带、南亚热带、中亚热带、北亚热带、暖温带、温带直至寒温带，加上地形、成土母质、水文和人为耕作的影响，区域内的土壤类型组合及利用状况差异较大。现将这个土壤区域内的 6 个土壤区的情况分别加以说明。

1.华南-滇南砖红壤、赤红壤、水稻土区

本区位于中国最南方，包括东起福州湾南岸，西至西双版纳西部边陲的大陆，以及台湾省南部和海南省。区内热量丰沛，水分充足，≥10℃的积温约 6500～9000℃，无霜期长达 300～365 天，年平均气温 22～26℃，冬季温和，无雪无冬（绝对低温年平均值不低于 0℃）；年降水量 1500～2000 毫米或更高，半数以上集中在夏季。土壤以砖红壤和赤红壤为主，其次为水稻土。此外，在喀斯特地区有零星分布的黑色石灰土和红色石灰土，在滨海平原有小面积的盐土和咸酸田。南海诸岛有磷质石灰土。

本区水热条件好，林木四季常青，粮食作物一年可三熟甚至四熟，水稻可以三熟连作。茶叶每年能采 7～8 次，玉米和甘薯可以冬种，还可种热带、亚热带经济林木和经济作物。惟在北部赤红壤带，冬季因寒潮降温，常影响冬甘薯、甘蔗、香蕉等作物，对抗寒性差的橡胶等热带作物尤易造成寒害。

本区既是中国适宜于种植橡胶等多种热带经济作物的唯一地区，也是甘蔗的主要产区。过去曾片面地强调突出抓粮食，使热作和甘蔗生产受到严重影响。今后应充分利用本区有利的自然条件，建立以橡胶为中心的热作生产基地。尤其海南岛南部及西北部海拔 350 米以下的地区，以及西双版纳南部允景洪、勐腊一带海拔 900 米以下的地区，土壤为砖红壤，是最适宜于植胶的地区，更应优先发展橡胶生产，尽早建成早产稳产的橡胶生产基地。在海南岛砖红壤上，还可适当发展椰子、油棕、可可等纯热带作物。在南亚热带赤红壤上，可适当发展适应性较强的热带作物，如剑麻、胡椒、大叶茶、咖啡、热带香料等。

为使热作和甘蔗得到顺利发展，则需大力改善水肥条件，以提高农作物的复种指数和单产，以便解决粮食自给问题。在河流下游及三角洲地区，应着重防洪排涝和降低地下水位；在滨海地区，应加固加高海堤，防止海潮浸袭，并蓄淡冲咸，改良滨海盐土和咸酸田；在平原、盆地周围地势较高的台地，应通过以蓄为主，蓄提并举，解决灌溉水源，并实行坡地改梯田，防止水土流失；特别在海南岛西部、桂西、滇南旱季明显的地区，发展灌溉尤为重要；在喀斯特地区，应着重解决开发地下水源和蓄水防渗问题；在丘陵山

区，应解决冬水田和山坑低产田的灌排问题。

本区高温多雨，土壤养分及有机质易于分解流失，应尽可能发掘和利用一切肥源，要特别重视有机肥、生物固氮和野生绿肥利用。在改善水肥条件并提高机械化水平的前提下提高复种指数，充分利用土壤资源和热量资源。

本区植物种类繁多，而且生长快，应充分利用荒山荒坡，大力发展多种木本植物，尤其是营造各种珍贵用材林和经济树种，如柚木、铁道木、桉树、桃花心木、红椿、木棉、沉香、肉桂、金鸡纳树等。在平原低丘地区，可发展各种热带水果，如香蕉、菠萝、龙眼、荔枝以及亚热带水果柑桔的生产。

粤东的五华及粤西的电白等地，由于植被遭受严重破坏，深厚的花岗岩风化层抗蚀力弱，水土流失剧烈。在海南和西双版纳，对自然资源的保护和合理利用重视不够，水土流失有加剧趋势，应及时采取有效防治措施。

2.江南-台北红壤、水稻土区

本区包括长江以南、南岭以北、雪峰山以东的江南丘陵和江南山地，还包括台湾省中、北部的丘陵山地。这里地处中亚热带的东部，年平均气温 17～21℃，≥10℃的积温 5000～6500℃，年降水量 1200～1500 毫米，降水季节多集中于夏秋两季，4～9 月占 70%，仅 4～6 月就占 40%。全年无霜期在北部约 260 天，南部增至 300 天。

本区天然植被以常绿阔叶林为主，代表树种有桂、木荷、樟等。但天然林大部分已被破坏，而为次生的马尾松林所代替，有的甚至沦为草山草坡或侵蚀地。

土壤以红壤为主，黄壤一般只见于海拔 600～700 米以上的垂直带上，面积远较红壤为小，而水稻土则在河谷平原、山间盆地和山地冲积扇上集中分布。全区水田多于旱地。农作物以水稻为主，低海拔的开阔地形种双季稻较多，冬种油菜或绿肥，山区冷浸田则种单季稻。山地盛产马尾松、杉木和毛竹。有代表性的亚热带经济林与果木为茶叶、油茶、油桐和柑桔。

本区近年森林采伐量大大超过生长量，森林资源急剧减少，甚至在陡坡毁林开荒，种植旱谷（玉米），引起严重水土流失，特别是花岗岩地区更为严重。今后的利用方向是提高粮食单产和大力发展用材林和经济林。在提高粮食单产方面，重要措施之一是改良山区的冷浸田。此外，改良低产红壤也是重要措施。

3.西南红壤、黄壤、水稻土区

本区主要包括云南高原、贵州高原和四川盆地。云南高原面海拔约 2000 米，贵州高原面大部分在 800～1200 米之间。高原面上石林、溶洞、伏流河等喀斯特地形广泛分布。山间盆地多，通称“坝子”，是山区的农业生产基地。四川盆地北高南低，海拔 300～600 米，是中国重要农业区之一。盆地周围的山地，海拔约 1000～3000 米。

本区也是中亚热带，但是由于地理位置不同和地势较高，所以气候条件和土壤状况与江南地区不同。气候温暖湿润，年平均气温 15～18℃，≥10℃的积温低于江南地区，仅 4500℃左右，但无霜期却较长，约 280～350 天。年降水量 1000～1300 毫米。由于地势不同，云贵高原的气温较四川盆地低；但四川盆地和贵州高原的云雾和阴雨日较多，特别是贵州高原更为突出，故有“天无三日晴”之说。

地带性植被类型为常绿阔叶林，但次生的常绿针叶林（马尾松、云南松、岛松等）较为多见。石灰岩山地分布着稀疏的柏木林。山谷和较阴湿的地方也见杉木林和竹林。

土壤分布的地域性差异明显，云南高原以红壤为多，贵州高原以黄壤和石灰（岩）土为多，四川盆地以紫色土为多，水稻土则三地都有一定面积的分布。

本区是中国重要农业区之一，主要农作物有水稻、玉米、小麦、油菜、甘薯、花生、甘蔗等，一年两熟为主，低海拔平原谷地可种双季稻。黔西及云南高原海拔较高，夏季高温不足，不适宜种棉花和双季稻。川黔地区由于云雾阴雨多，日照时为全国最低，对棉花等高光照的作物特别不利，故不宜强调发展棉花。

本区也是中国重要的用材林和经济林生产基地，生漆、油桐籽、乌桕籽和茶叶产量在全国占有突出的地位。今后应在大力提高粮食单产的同时，抓好以油料、甘蔗、茶叶、苎麻和烤烟为主的经济作物，积极发展以林业为主的多种经营。因区内地势高差大，在规划农林生产时，要根据海拔高度的变化合理布局，因地制宜发展“立体农业”。

区内除成都平原等少数地区水利设施较好外，大约有 40%左右的水田灌溉条件还很差，对所谓“望天田”和由于灌溉水源不足而蓄水过冬的“冬水田”都需要发展灌溉。本区需要大力改良冷浸田和冬水田，在改善排水条件后，可变一年一熟为稻麦两熟或旱地两熟。此外，云南高原的发红田，贵州高原的石灰板结田，均需进行改良。

全区耕地面积一半左右是旱地，其中 2/3 以上多为坡耕地，水土流失严重，种植玉米、甘薯等作物，单产很低，应停垦和退耕陡坡地，并加强旱地农田基本建设，实行“坡改梯”。紫色土地区水土流失严重，应加强水土保持工作。

4.汉江-长江中下游黄棕壤、水稻土区

本区位于秦岭、淮河一线以南，包括汉江中上游和长江中下游两部分，属于北亚热带。最冷月平均气温大于 0°C，土壤和河流基本上不冻结，全年都有作物生长；水分有余，水田多于旱地（南阳盆地例外），除滨海平原外，土壤无盐碱化。

长江中下游年平均气温 15～16°C，≥10°C的积温 4500～5000°C，无霜期 210～250 天，年降水量在 1000 毫米以上，大别山可达 1300 毫米。汉江中上游，虽然纬度偏北，但北部有东西走向的秦岭阻止北方寒流侵袭，故汉中盆地一带反较温暖，无霜期在 235 天以上，但降水量稍低，约 800～1200 毫米。

土壤以黄棕壤为主，因成土母质不同而有较大差别。发育于花岗岩和普通砂页岩母质的，全剖面呈酸性反应；发育于下蜀黄土母质的，通常只在剖面上部呈微酸性至酸性反应，剖面下部呈中性反应。水稻土分布广泛。黄棕壤（主要是下蜀黄土母质发育的粘盘黄棕壤）和水稻土常有铁质被淋失的“白土化”现象。无论是旱地白土或水田白土，都是本区需要重点改良的低产土壤。

大别山和秦巴山地，茶叶、杉木、毛竹比较多见，油茶、油桐亦有生长，但有的年份受冻害，影响到产油量。局部地区如太湖东、西洞庭山一带有常绿果树柑桔、杨梅及枇杷种植，特别寒冷的年份（如 1954 年），曾遭受严重

冻害，故本区为亚热带林果业的北缘。

本区是中国重要的粮棉产区之一。粮食生产以稻麦两熟为主，但长江中下游平原有双季稻，甚至种双季稻、小麦三熟制。惟农时过紧，双三熟的栽培面积不宜过大。广大的江淮丘陵区虽然也有双季稻分布，但比重很小，应进一步改善水肥条件，充分发挥稻麦两熟制的优势。山区大型水库较多，在发展灌溉方面起重要作用，惟对山地合理利用重视不够，水土流失日益加剧，泥沙不断淤塞水库，必须引起重视。

5.辽东-华北棕壤、褐土、潮土区

本区包括辽东—山东半岛、华北平原（黄淮海平原）及华北山地（燕山、太行山、吕梁山等），属于暖温带，冬季较冷，但尚能种冬小麦，苹果、梨、桃、杏、柿、枣、板栗等落叶果树，无需保护就能安全越冬，而且优质高产。

华北平原的年平均气温 8～14℃，最冷月份气温为 0～-10℃，≥10℃的积温 3400～4500℃，无霜期 170～220 天，年降水量 550～800℃，胶东和青岛可高达 900 毫米。

地带性土壤有棕壤和褐土。在辽东—山东半岛，棕壤广泛分布，褐土只在济南至潍坊一带分布较为集中。在燕山、太行山和吕梁山地区，褐土分布较广，棕壤只见于山地垂直带上。在华北平原，潮土广泛分布，夹有盐化潮土和碱化潮土，背河洼地碱化尤为严重；滨海平原尚有滨海盐土，淮北平原及鲁中南河谷平原的洼地有砂礓黑土。在渭河、汾河谷地，有/ 土和潮土等。

本区是中国重要的粮棉产区，粮食作物主要有冬小麦、玉米、甘薯等，二年三熟为主；南部一年二熟占有一定比例，主要是小麦—玉米二熟，也有一部分稻麦二熟。黄淮海平原和渭河、汾河谷地，在农业生产上存在的主要问题是旱、涝、盐碱和风沙的危害，应采取综合措施有计划地进行治理，大力提高单位面积产量，挖掘现有耕地的增产潜力。要着重抓盐碱土、砂礓黑土和飞沙土的改良与利用。

辽东、山东半岛是中国落叶水果（苹果、梨等）、柞蚕丝和花生的著名产区，华北山地除落叶水果外，还多落叶干果（核桃、红枣等）。两地都有河谷平原和山间盆地，为重点农业区，种植冬小麦、玉米、杂粮等。山地丘陵区存在的主要问题是水土流失严重和水源、肥源较缺。今后应加强林业建设和山区农田基本建设，保持水土，发展灌溉和开辟肥源，促进农、林、牧、副全面发展。

6.东北暗棕壤、白浆土、黑土区

本区位于中国东北，是湿润半湿润土壤区域最北的一个土壤区，包括大、小兴安岭、长白山、松嫩平原和三江平原。山地海拔一般为 500～1500 米，平原海拔一般为 50～200 米。除大兴安岭最北部属寒温带外，其余均属中温带（简称温带）。夏季温暖湿润，冬季严寒而漫长，土壤冻结达四五个月之久。≥10℃的积温约 1700～3000℃，无霜期约 100～160 天。至于年降水量，兴安岭约 400～600 毫米（东坡多于西坡），长白山约 700～1000 毫米（东南坡较多），松嫩平原约 400～600 毫米。尽管本区平原的年降水量不算太多，但由于大部分集中在夏季，而且当季的气温又高，水热配合适时，已能满足春小麦、大豆、高粱、谷子、甜菜等多种作物生长的需要，并能获得高产。

大、小兴安岭和长白山广泛分布着暗棕壤。松嫩平原东北部是高起岗地，

平原作坡状起伏，黑土广泛分布，但倾斜坡地有白浆土分布，洼地有沼泽土分布；松嫩平原的西部，广泛分布着草甸黑钙土，洼地也见草甸和沼泽土，还有苏打盐土和风沙土分布。三江平原由于地势低平，广泛分布着沼泽土，也见草甸土、黑土和白浆土分布。

本区是全国的重要林业区。大、小兴安岭和长白山盛产红杉、落叶杉、云杉等，是中国最大的天然用材林区。松嫩平原和三江平原盛产小麦（春小麦）、高粱、大豆、玉米和谷子等，是中国按农业人口平均粮食亩产最高的地区，常年能为国家提供大量商品粮和大豆。

本区农垦历史较晚，森林覆盖率仍达 30%，水土流失问题不如前面所讲的 5 个区那么突出。但森林资源由于长期过量采伐，重采轻造，加上连年大量火灾，长此下去，势必使森林覆盖率不断降低，引起或加重水土流失，这是需要引起注意的。

本区是中国开垦扩种的重点地区，新中国成立后历年开垦的面积约占现有耕地面积的 30%，其中国营农场耕地占全国国营农场总耕地面积的 50%。松嫩平原和三江平原建设了一大批机械化国营农场，已使“北大荒”变成“北大仓”，成为中国的重点商品粮基地。

但是，本区农业生产还存在着单产不高和总产不稳的情况。主要原因是由于经营粗放和夏秋低温对中北部农作物的危害。大部分地区实行浅耕粗作，农业基本建设差，田间管理差，缺乏有机肥，单纯依赖土壤的自然肥力，致使土壤有机质含量迅速降低，土壤肥力大为减退，全区粮食平均单产只有 150 公斤。但区内的高产县单产可达 250～400 公斤，说明增产潜力很大。今后应改变粗放的经营方法，要在用好现有耕地，不断提高单产的基础上，有计划地适当开垦荒地。同时为防止低温的危害，应按照热量条件因地制宜地安排作物布局，不要过多地扩种需要热量多、生育期长的玉米（特别是中晚熟玉米），而压缩需要热量较少的谷子和大豆。此外，还应治理平原洼地的内涝和盐碱化，战胜中西部的干旱和风沙灾害，以及合理利用三江平原的泥炭资源。

（二）蒙新草原-荒漠土壤区域

本区域位于中国西北，东起内蒙古东部，西至新疆西部边陲，东西长近 3000 公里，但南北宽仅 400～1300 公里，占全国土地总面积的 33.4%。自然条件东、西之间的地带性差异，远比南北之间的地带性差异显著。自东至西，随着离海距离的增加，水分条件愈来愈差。年降水量由东部的 450 毫米，向西到达内蒙古中部逐渐降为 150～300 毫米，更西越过贺兰山，多数地区不过 100 毫米上下，一些被高山包围的内陆陷落盆地，更少至 25 毫米以下，成为中国最干旱的地区。按水分条件说，本区域东部属于半干旱气候，西部属于干旱气候。若按热量带来说，内蒙古和北疆属于中温带，南疆、河西走廊和柴达木盆地属于暖温带。

在半干旱气候条件下，生长不同的草原植物，形成黑钙土、栗钙土，棕钙土和灰钙土等草原土壤。在干旱气候条件下，生长不同的荒漠植物，形成灰漠土、灰棕漠土等荒漠土壤。此外，还有盐土、碱土和风沙土。但是还应指出，在山地垂直带上的阴坡或半阴坡，由于水分条件较好，长有森林，土壤为灰褐土等；在人工引水灌溉的地方，土壤为灌淤土等。

本区域土壤利用的方向应该是以牧为主，农牧结合，这是由于气候和土壤干旱所决定的。境内不仅干旱，而且风大，加上土质偏沙，所以过度放牧和盲目开荒，当自然植被遭受破坏后，便会风起沙飞，使土壤沙化，为害甚大。这里已有十几亿亩难以利用的沙漠，因此合理利用草原，防止风蚀就显得十分重要。此外，还应改良盐碱土和风沙土。

1.内蒙古草原黑钙土、栗钙土、棕钙土区

本区位于中国北方，东起大兴安岭西侧，西至贺兰山，北至国界，南至黄土高原，海拔大部在 1000～1500 米间，地势坦荡，一望无际，通称内蒙古高原。因太平洋季风受大兴安岭和燕山的阻滞，暖湿气流难以侵入，使本区形成内陆半干旱的自然环境。年降水量只有 250～500 毫米，自东向西递减；干燥度 1.5～4.0，自东向西递增。≥10℃的积温为 1800～3000℃，无霜期约 90～150 天。气温略高于东北区，但受水分条件的限制，不能长林，只能长耐旱的草本植物，成为我国北方广大的草原。“天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊”，就是这里的写照。

内蒙古东部的草原是中国最肥美的草原，土壤为含有机质丰富的黑钙土，生长茂密的草本植物，覆盖度可达 60%以上，草高平均在 40 厘米以上，著名的呼伦贝尔草原就位于这里。高原的中部，土壤以栗钙土为主，草本植物较稀，覆盖度 30～50%，草高 30～40 厘米。草原的西部，土壤以棕钙土和灰钙土为主，草本植物生长稀疏，覆盖度小于 30%，草高仅 10～25 厘米。在整个内蒙古草原中，河旁、湖滨或水分较多的地方，则有草甸土、盐化或碱化草甸土及沼泽土的分布。

此外，本区还有不少沙漠和沙地，自东而西有呼伦贝尔沙地、科尔沁沙地、小腾格里沙地、毛乌素沙地、库布齐沙漠和乌兰布和沙漠。它们分布零散，而面积也较小，仅占中国沙漠总面积 1/10 左右，与贺兰山以西甘新区内沙漠面积大、分布集中的情况显然不同。

本区是中国重要的牧业基地，主要牲畜为马、牛、羊，也有部分农业，主要作物为春小麦、莜麦、糜子、谷子、甜菜、马铃薯等，大部分都是一年一熟。

内蒙古区的自然条件大部宜于发展牧业，其东部是牧业与农业的过渡地带。在这种地区，发展生产不宜片面地强调粮食生产，以粮挤牧，毁草种粮。如果这样做，就违背了自然界的客观规律，引起草原沙化、退化，使草原和牧业受到破坏，结果粮食也上不去。这在过去已有教训，因此合理利用草原极为重要。对已退化的草原应进行封育、灌溉、补播牧草，加以改良，恢复其生产力。对风沙土要采取营造防护林、引水拉沙等措施，有计划地进行改良。

2.西北黑垆土、黄绵土、灰钙土区

本区包括黄土高原、鄂尔多斯高原及银川、河套灌区等地，海拔高度在 1000～1500 米之间，由于地理位置较上述土区偏南，气温稍高，≥10℃的积温约 2500～3000℃；年降水量虽然也有 400～500 毫米（西部 300 毫米），但由于气温较高，蒸发强烈，所以显得干旱。前人一般将土层深厚的黄土高原与太行山和吕梁山等土石山区合称为黄土高原。我们考虑到黄土高原的年降水量低于 500 毫米，零星分布的黑垆土并非森林土壤等特点，因而把它划

归蒙新草原-荒漠土壤区域。

黄土高原海拔 1000～1300 米，西部的华家岭可达 2000 米，除少量黑垆土外，大面积为受黄土母质影响深刻的黄绵土，兰州一带为灰钙土，银川—河套平原为灌淤土，鄂尔多斯高原多风沙土。

本区为农牧区，但长期以来重农轻牧。目前黄土高原大部分为坡耕地，除小麦外，抗旱耐瘠的谷子、糜子等比重大为增加。由于长期滥垦陡坡，片面扩大耕地，带来了极为严重的恶果：(1)引起严重的水土流失，地力迅速减退；(2)草地、林木破坏后，林牧业越来越少；(3)燃料、饲料、肥料俱缺；(4)愈广种，愈粗放，愈薄收。为了增产粮食，便进一步开荒扩种，形成了“越穷越垦，越垦越穷”的恶性循环，在吕梁山以西、六盘山以东的晋西、陕北和陇东地区最为突出，是全国水土流失最严重的地区，也是平均亩产最低、农民收入最低的地区。

鄂尔多斯高原海拔 1300～1500 米，为平缓的高原，有著名的毛乌素沙地，这里在 200 多年前还是一片肥美的草原，由于不合理开垦，以致流沙面积不断扩大，严重影响到农牧生产。

阴山山系作东西向排列，南侧有河套、中滩、土默川灌区；狼山西端及贺兰山作南北向，东侧有银川灌区。河套平原和银川平原因北部和西部有山地屏障，气温较高，≥10℃的积温在 3000℃上下，年降水量虽只 150 毫米，但依靠黄河水灌溉，能保证一年一熟春小麦或水稻稳收。这里早在秦、汉时代就是屯田区，故垦殖历史悠久，惟由于灌溉引起地下水位上升，土壤次生盐碱化比较普遍。

本区北部需要改良风沙土和防止土壤次生盐碱化，而南部却要防治水土流失。这里属于半干旱区（年降水量低于 500 毫米），为什么不是风蚀严重，而是水蚀严重呢？主要原因是雨水大部分集中在夏季降落，深厚的黄土抗蚀力弱，加上经营管理不当，于是引起剧烈的水土流失。为了发展农业生产，根本改变黄土高原的落后面貌，必须千方百计控制水土流失，并着重解决以下几个关键问题：(1)因地制宜确定合理的土地利用方式，改变单一搞粮食的生产局面，种植豆科牧草和植树造林，尽快提高牧业和林业的比重，实行农林牧全面发展；(2)大搞农田基本建设，变广种薄收为少种高产多收，川区要主攻水浇地；塬区要抓好固沟保塬为中心的农田基本建设；丘陵沟谷区和山区要主攻“三保田”；(3)总结以往水土保持的经验教训，坚持从流域整体出发，进行全面规划综合治理，实行土壤合理利用与积极治理相结合，而以合理利用为主；生物措施与工程措施相结合，而以生物措施为主；治坡与治沟相结合，而以治坡为主；治上游与治下游相结合，而以治上游为主。这样才能使水土保持工作收到实效。

3.甘新灰棕漠土、棕漠土、风沙土区

本区包括宁夏、甘肃、新疆等地，地处内陆，海洋季风影响微弱，绝大部分属于干旱气候。光能资源丰富，热量条件大部较好，≥10℃的积温 2600～4500℃；晴天多，辐射强，日照时间长，日照时数达 2600～3400 小时。但区内气候干旱，年降水量普遍低于 250 毫米，干燥度在 2.5 以上；其中一半以上地区，年降水量低于 100 毫米，干燥度在 4.0 以上（最大至 50.0）。

土壤以灰漠土、灰棕漠土、棕漠土等荒漠土壤以及风沙土为主，此外还有盐碱土、龟裂土和灌淤土等。在山地另有山地黑钙土、山地栗钙土及山地

灰褐土等。在土壤利用方面的突出问题是干旱。好在本区高山与盆地相间分布，阿尔泰山、天山、昆仑山、祁连山等高山区降水比较丰富（一般 400～600 毫米），在海拔 3500 米以上的高山区一般永久积雪，成为高山区的固体水库，夏季则部分消融补给河流，成为山麓地带农田灌溉的主要水源。

本区土地广阔，开旷的高平原占绝对优势，广大的山麓平原，只要有水灌溉，即可成为良好的耕地，通常被称为“绿洲”。绿洲的大小全靠“以水定地”，没有灌溉就没有农业。只有少数海拔较高的山前地，如天山、祁连山等，因雨水较多而有少量旱地，但产量比之灌区地可相差几倍。区内作物比较单纯，小麦常占半数以上。甘肃的河西走廊和新疆的伊犁地区，是本区重要粮食基地。南疆长绒棉单产高，品质好。吐鲁番等地的哈密瓜特别甜。这都与当地日照长、日温差大等气候条件有关。

本区农耕区面积不到全区土壤面积的 5%，其余 95%以上是荒漠和山地，除去大沙漠中心、石质戈壁及高山冰雪区外，绝大部分经营着荒漠放牧业。其特点是平原（盆地）牧场与山地牧场相结合，主要牲畜有绵羊、山羊、马、牛等，缺乏山地牧场的地方，则有骆驼、裘皮绵羊等。

本区土壤利用方面存在的主要问题是：多数农区农田水利建设差，耕作管理粗放，风沙危害和土壤次生盐碱化比较普遍，单产水平低（约 125 公斤/亩）；放牧业很大程度上尚停留在“靠天养畜”状态。今后应合理开发和节约利用水源，改良盐碱土和防治次生盐碱化；造林种草，防风固沙；调整季节牧场，加强草场建设。

（三）青藏高山草甸-草原土壤区域

本区域即被称为“世界屋脊”的青藏高原，其主要特征是高、大、新。高，即高原面海拔高达 3000～5000 米。耸立在高原边缘的巨大山系，海拔在 6000～7000 米以上，横亘于南部的喜马拉雅山，其主峰珠穆朗玛峰为世界最高峰。大，就是面积巨大，近 200 万平方公里，占全国土地总面积 20.39%。新，就是形成的年代新，最近 300～500 万年才隆起而形成的。

青藏高原的隆起，使气候变冷，影响土壤的形成和植被演变，也为第四纪冰川的发育提供了条件。现在广泛分布着亚高山草甸土、高山草甸土、亚高山草原土、高山草原土和高山漠土等。

由于地势高，大部分地方热量不足，在海拔 4500 米以上的高原上（占总面积 2/3），没有绝对无霜期，谷类作物难以成熟，只宜放牧。东部和南部海拔 4000 米以下地区，≥10℃的积温可达 1000～2000℃，可种耐寒喜凉作物，如青稞、小麦、豌豆、马铃薯等，一年一熟。但应指出，这里空气稀薄清新，太阳辐射强烈，白天增温快，晚上降温也快，气温日较差大（20℃上下），而年较差却不很大，这均有利于作物的生长，所以小麦和青稞能种到海拔 4000 米以上，亩产达 500 公斤以上。春小麦最高亩产曾达 850 公斤，种植高度达海拔 4260 米；青稞最高亩产曾达 520 公斤，种植高度达 4750 米。

本区域牧场广阔，天然草场约占全区土地总面积的 60%。在高原的东部和东南部地区，土壤主要为亚高山草甸土和高山草甸土，草甸植物覆盖度大，产草量高，为优良牧场。在西北部地区，土壤主要为亚高山草原土和高山草原土，草原植物覆盖度小，耐牧性也较差。区内牲畜以耐高寒的牦牛、藏绵

羊和藏山羊为主。在东南部低于高原面的峡谷，有大片天然森林，是中国仅次于东北的第二大林区。

青藏高原地广人稀，绝大部分地区还处于半开发或未开发状态，今后土壤的利用方向应是以牧为主，农林牧结合，应防止草场退化，合理开发利用森林资源，大力建设全国性的牧业和林业基地，发展自给性农业。

青藏高原地域辽阔，区内土壤类型组合及利用状况仍有甚大差异，现分3个土壤区略加说明。

1.青藏东南部亚高山-高山草甸土区

本区包括青藏高原东南部广大的“切割高原”，以及雅鲁藏布江河谷与藏南高原。“切割高原”有许多自北向南的河流，将高原面切割成许多峡谷，其高差达1000～3000米以上。区内比较湿润，年降水量500～800毫米，自南向北递减。高原面上分布着具有草皮层的亚高山草甸土和高山草甸土，草甸植物较密，是良好的牧区。峡谷分布着山地褐土、山地棕壤和山地暗棕壤，保存有较好的天然林。主干河流的谷底才有农业。

雅鲁藏布江中游河谷，海拔3500～4100米，土壤为山地灌丛草原上，气候温和，日照充足（年日照2900～3200小时），无霜期120～150天，年降水量虽只400毫米左右，但能引水灌溉，很适合耐寒喜凉作物的生长，小麦亩产多在200公斤以上，而且亩产有超千斤的。河谷南部的藏南高原，地势较高，海拔4400～4600米，气温偏低，无霜期只有60天，土壤以亚高山草原土为主，多用于放牧。但河谷气温稍高，局部引水灌溉，从事农业生产。农区小而多，呈条状或块状分布在牧区内，形成农牧交错。

总之，本区除以牧业为主外，峡谷林业亦占有重要位置。今后应防止草场退化，合理开发利用森林资源，发展自给性农业。

2.藏北亚高山-高山草原土区

本区属于藏北内陆湖区，通称羌塘（“北部旷地”之意）高原，东西长约2000公里，南北宽约700公里，平均海拔4500～5000米，高原形态完整，除了边缘地区几条东西向的高大山系外，高原内部主要是连绵起伏的低山丘陵，其间分布着连片的宽坦盆地与谷地。盆地中有众多的盐湖。由于地势高亢，气候寒冷而干旱，最热月平均气温仅6～10℃。年降水量在200～400毫米间，由东南向西北递减。生长稀疏的草原植物。

土壤主要为亚高山草原土和高山草原土。由于气候较干，草原植物覆盖度小，故表土不形成草皮层，全剖面砂砾含量高，土层甚薄，呈碱性反应，并富含碳酸钙。

本区对农业而言，水、热条件都感不足，历来是纯牧区。区内大部分土壤上的草质，虽然并不太差，但因饮用水源缺乏，而不能立即应用，形成所谓“无人区”。但东南边缘过渡区，有不少地方有淡水河、湖，草场质量也较好，是良好的夏季牧场，发展牧业具有一定潜力；这里的局部地段试种油菜、元根（芜菁）、青稞和冬小麦已获成功，应总结经验，适当发展。

3.藏西北高山漠土区

本区域位于西藏高原的西北隅，亦称阿里高原，包括昆仑山西段和中段（在新疆境内），海拔一般4800～5000米以上，是青藏高原中最高寒的地区。昆仑山为东西走向山地，北坡陡峭，剧烈降低到海拔1000米以下的塔里木盆

地，南坡则平缓与羌塘高原相接。

气候寒冷干旱，年降水量不过 50～100 毫米。冬春多大风，为高寒荒漠。土壤主要为高山漠土。由于低温和干旱，且植物覆盖度小（小于 30%），生长期又很短，故风化和成土作用都十分微弱。土层薄，粗骨性强，有机质含量低（表层 0.4～0.6%），呈碱性反应，含石膏和碳酸钙，砾石表面并常有盐斑。这里人迹罕见，野生动物颇多，有大群藏羚、黄羊、野牦牛、野驴等。

本区草场质量较低，每亩产草量不到 10 公斤，但仍有一定牧业。一些自然条件较好的湖盆谷地，已逐步发展农业，如日土县在海拔 4700 米处种植青稞，最好的年成亩产达 150 公斤。故本区在牧业和农业方面仍有一定潜力。