

农业部 青藏地区
土壤普查培训班教材

土壤調查与制图

土壤农化系土壤调查课程小组编著

西南农学院

一九八一年三月

目 录

第一章 土壤调查的地位、任务和它的研究对象、内容与方法·····	(1)
第一节 土壤调查在我国农业现代化中的作用和地位·····	(1)
第二节 第二次全国土壤普查的任务·····	(6)
第三节 土壤调查的研究对象和内容·····	(6)
第四节 土壤调查对象的特点和研究方法·····	(9)
第二章 自然成土因素和农业生产条件的研究·····	(11)
第一节 土壤调查中气候因素的分析与整理·····	(11)
第二节 土壤调查中地形因素的野外研究·····	(31)
第三节 土壤调查中母质因素的野外研究·····	(51)
第四节 土壤调查中地表水和地下水的野外研究·····	(56)
第五节 土壤调查中植被因素的野外研究·····	(62)
第六节 土壤调查中人为耕作活动对土壤肥力影响的研究·····	(67)
第三章 土壤剖面的观察与研究·····	(71)
第一节 土壤剖面涵义和它的种类·····	(71)
第二节 土壤剖面的设置与挖掘·····	(72)
第三节 土壤剖面的观察、记载与标本采集·····	(74)
第四章 航空象片在土壤调查制图中的应用·····	(98)
第一节 土壤调查制图技术的发展·····	(98)
第二节 航空象片的基本知识·····	(101)
第三节 航空象片的判读原理·····	(112)
第四节 航空象片的地物判读·····	(117)
第五节 航空象片的土壤判读·····	(121)
第六节 应用航片进行土壤调查制图的工作程序·····	(149)
第五章 土壤分类与土壤分区·····	(154)
第一节 土壤分类·····	(154)
第二节 土壤分区·····	(168)
第六章 县级土壤普查·····	(175)
第一节 土壤普查的准备工作·····	(175)
第二节 土壤概查·····	(179)
第三节 土壤详查·····	(186)
第四节 室内资料整理与成果应用·····	(189)
第七章 土壤制图·····	(195)

第一节	土壤图的绘制	(195)
第二节	土壤养分图的编绘	(204)
第三节	土地利用现状图的绘制	(206)
第四节	土地生产力评级图的编绘	(211)
第五节	土壤改良分区图的编绘	(217)
第六节	土壤图幅的面积量算	(219)
第八章	荒地、草场及森林土壤资源调查	(224)
第一节	荒地资源调查	(224)
第二节	草场土壤资源调查	(229)
第三节	森林土壤资源调查	(234)
编后记		(封三)

第一章 土壤调查的地位、任务和它的研究对象、内容与方法

第一节 土壤调查在我国农业现代化中的作用和地位

土壤是人类赖以生存的重要农业自然资源之一，也是农、林、牧生产的基础。而土壤调查却是制订农业区划、搞好农田基本建设、提高科学种田水平、实现农业现代化的基础工作。其重要性正如李先念同志所指出的“全国要进行土壤普查，按照不同的土壤情况和其它自然条件，确定发展农业还是林业、牧业或者三者兼顾，确定农业种什么作物，施什么肥，需要什么灌溉方法，耕作方法和什么农业机械”。为了加速实现农业现代化进程，真正摸清我国的土壤资源，全国开展了第二次土壤普查工作，这是经济建设方面一项非常重要的工作，也是实现农业现代化的必须做的第一步工作。

我国将要在本世纪末实现工业、农业、国防和科学技术的现代化，怎样化法？要求达到什么程度？实施步骤如何？先化什么？后化什么？都应根据我国的国情，走自己的道路，才能实现这一光荣而伟大的历史任务。全国各地正就中国式的现代化开展着热烈的讨论，不管看法和认识如何，就农业现代化而言，概括起来，至少有两个方面的问题是必须解决的。一是包括全部农业生产工艺流程的现代化，即搞农业生产全过程的高度机械化、电气化和自动化；二是农业生态结构的现代化，即指建立起高产稳产优质高效的生态系统，如包括培育高肥力土壤在内的优良农田生态系统的建立；农、林、牧各业的合理配置；按流域进行山、水、田、林、路、气（沼气）的综合治理；以及各种专业化生产基地的布局等等。新的农业现代化就是要运用现代的先进科学技术武装农业，最合理地利用气候、水、土、生物资源，建立起高产稳产优质高效的生态系统，达到大幅度地提高土地生产率和劳动生产率，以便不断地满足人民生活对各种农产品的需要。由此可见，对农业现代化的认识，不能简单地理解为科学种田加机械化。实际上它是包括农业技术、农业生产条件以及农业生产管理的整体系统化和科学化。它不仅涉及应用最新的科学技术进行农业生产工艺流程的改革，也关系到自然和农业的全面区划和农业生态结构的改造和配置。不可否认，农业现代化需要有先进的现代化的科学技术，没有它去武装农业，是不可能实现农业机械化、农业电气化自动化、农业化学化和灌排合理化等等。但是所有这些化，必须建立在大面积持续肥沃的土壤基础上。没有大面积高肥力土壤这个坚实的物质基础，那么任何农业生产工艺流程的科学化和机械化，以及农业生态结构的合理化，就不可能做到因地制宜，更谈不上建立高产稳产优质高效的农业生态体系。所以为了扎扎实实进行农业现代化，加快它的进程，全国开展了第二次土壤普查，它既是实现农业现代化的起点，又

是农业现代化必不可少的基础，其重要性是十分明显的，现分数点陈述如下：

(一) 要实现农业现代化，必须先摸清土地和土壤资源

我国素称“地大物博”，全国有土地面积960万平方公里。不错，疆域的确辽阔，但面积不准确，就连960万平方公里这个数量概念，也仅仅是三十年代根据粗略地图得出的结论。其中究竟有多少平原，多少丘陵，多少山地和高原，多少水面、草场、沙漠和荒地？所有这些家底，时至今日尚不清楚，物博又博到什么程度，有那些矿产和自然资源，数量质量如何？那些丰，那些歉，也是底细不明，盲目性很大。就耕地而言，我国已发表的估计性数字是15亿亩，但据美国卫星资料的报导，中国耕地面积是24亿亩，在这两个数字之中，究竟有那些类型的土壤；面积数量与分布如何？其中有多少是高产？多少是平产与低产，存在什么障碍因素？也是心中无数，据此而得到的各种数据，如用种量、施肥量、收获量等等却是不可信的，怎么去指导科学种田呢？更何况按人口平均，我国的耕地面积，并不令人乐观，人平耕地数远远低于美国、加拿大和西欧一些国家人平耕地数，并且还要看到我国的土地利用率和劳动生产率是十分低下的，六亿多农业人口，只能养活10亿人口，远远落后于一些农业发达的国家，如美国400万农业人口，可养活2亿多人口，还有剩余农产品出口。就以土地生产而言，我国某些粮食总产量虽然占世界第一、二位，但折算成单位面积产量却很低，粮食亩产仅292斤，只能排到世界的第十七位，比起一些单产最高国的水平就差距很大了（请参阅下表）。因此目前调整国民经济计划的过程中，尤需先弄清楚各种自然资源的家

表 1—1 我国粮食生产在世界上的地位 (1973年)

作物	世界总产量 (亿斤)	最主要生产国	占世界总产量(%)	我国居世界地位
粮食合计	31,397	中国	16.8	第一
谷物合计	27,362	中国	15.4	第一
水稻	6,414	中国	38.0	第一
小麦	7,540	苏联	33.6	第三
玉米	6,225	美国	45.9	第二
高粱	1,034	美国	46.1	第二
大豆	1,256	美国	67.7	第二

表 1—2 我国和世界粮食播种面积单产水平对比 (1973年)

作物	单产最高国 (斤/亩)	世界平均单产 (斤/亩)	我国平均单产 (斤/亩)	我国居世界地位
粮食平均	日本 704	241	292	第 17
谷物平均	日本 757	252	316	第 19
水稻	西班牙 833	291	463	第 19
小麦	荷兰 701	226	178	第 34
玉米	新西兰 1,041	375	311	第 9
高粱	法国 582	162	272	第 11
大豆	加拿大 278	189	151	第 16

(以上两表引自《中国农业地理总论》第122页)

底，特别要摸清各类土地和土壤资源的数量和质量，根据我国山丘多平原少的特点，扬长避短，充分发挥土地优势，因地制宜安排农林牧副渔生产，才能地尽其利，并为正确编制我国农业发展规划，实现农业现代化提供科学的依据。

其次，就我国土壤资源而言，有如下三个特点：一是土壤类型繁多，性质殊异；二是山丘土壤众多，几占总面积的65%；三是已垦耕地面积少，仅占总面积的10%多一点。长期以来，我们只注意了15亿亩耕地的经营，而忽视了对近40亿亩的草原，近20亿亩的森林和大面积的宜林荒地，以及5亿多亩水域的利用。这与社会主义大农业生产方式极不相称，急需从数与质方面查清土壤的肥瘦、厚薄、粘沙、有利和不利因素、土地潜力等，以便找出各类土壤最适的利用方式和途径，确定宜农、宜林、宜牧的方向与比例，才能统一规划，全面安排，扬长避短，更好地发挥我国土壤资源优势。而要查清和评价好我国的土地和土壤资源的数量和质量，这是一项宏观面性质的调查研究工作，必须而且只有结合这次全国性的土壤普查，借助于1:5万的地形图，航片或卫星照片，并利用先进的量算技术，才能搞清全国不同土地和土壤资源。这对今后划分农业区域，调整农林牧布局，改革耕作制度，推进农业现代化的进程，都是必不可少的工作。

(二) 要搞好农业区划必须先搞好土壤区划

农业区划是以农业生产的地域分异规律为依据的，它是以划分区域单元的方式来反映农业生产及其相关条件的地域分异性与联系性，为社会主义农业现代化总体布局的设计工作提供科学依据的。在各种农业自然条件中，无论是气候、地貌、水文、土壤和植被等等，都是与农业生产密切相联系的，而各自又互相影响的，可以是有利的，也可以是不利的，但是所有这些因素，无不是直接或间接通过土壤的热水肥气状况而影响动植物生产的。因此，要制订一个科学的农业现代化规划，必须先有一个反映农业客观规律的农业区划。这就要求我们必须充分地、认真地考虑影响农业生产的各种自然条件、土壤特性以及它们在地域上的差异性。因为任何一项先进的农业科学技术和改造措施的推广，以及农业区域化的确定，始终都有特定的适应条件、范围和土壤环境，这就是严格的区域性。不懂得这一点，任何措施与规划就谈不上因地制宜与因时制宜，也就谈不上科学布局。但是应明确指出，在所有这些条件中，有一个中心环节，那就是土壤——植物系统支配着一切，只有这个系统才可能将太阳能转化为能够贮存的生物化学能，也只有这个系统，才能勾通植物和动物两大部门的生产，抓住这个中心环节，这样太阳能——植物生产——动物生产——土壤管理才能联成一个完整的能量生产转化体系，于是一个良性循环的农业生产就可以持续发展下去，太阳能就能愈益积累起来，为人类创造能量形式多种多样的农林牧产品，这正是农业区划追求的最终目标。因为除土壤——植物系统以外的其它自然条件，它们虽然也有能量的转化和消化，但都不能将光能聚积和贮藏起来，供人类直接或间接利用。所以，土壤——植物系统是区划的中心环节，这就是要搞好农业区划必先开展土壤区划的道理，以摸清土壤特性、分布及其成土环境的地域分异性。这样才能提出土壤资源最佳的利用方式和途径，最大限度地利用和贮藏太阳能。而要搞好土壤区划，必须建立

在土壤普查的基础上，才能提出一个好的土壤区划，可见土壤区划既是农业区划的基础，同时又是农业区划的重要组成部分。

(三) 要建立良好的农业生态系统，必先建立优良的土壤生态系统

我们知道，生物和环境是统一体，而生态系统是研究地球表面生物与非生物相互关系的科学，土壤生态系统则是生态系统中一个重要组成部分，它是研究土壤，成土环境和植物三者之间的相互关系的科学，只有把土壤作为一个生态系统来研究，才能辩证地认识土用土和快速提高大面积土壤肥力。侯光炯教授从生态学角度提出了实现大面积快速培肥土壤的途径，其条件必须是做到“内外三稳”与“大小三化”。所谓“小三化”即指土壤层本身要做到腐殖化、结构化与细菌化；而“大三化”则指大地园林化，土地条田化及种植复种化，其中大地园林化为一个中心环节。当我们完成了大小三化之后，才会出现内外三稳。所谓“内三稳”即指土壤腐殖量的稳定、土壤结构体系的稳定、土壤有益微生物区系的稳定；而“外三稳”则指的：近地面低空大气层热水动态的稳定，植被层热水动态的稳定和土壤层热水动态的稳定。这里的稳定，不是不变，不是静态的稳，而是热水动态周期性变化的稳定，其中近地面大气层热水动态的稳定是一个核心，即要求地面不出现热水条件变化的突变和频变，只有处于这种“内外三稳”下的土壤层，其肥力就会持续发展和飞跃地提高。当我们从生产上实现了大小三化与内外三稳，这就意味着建立起了一个优良的土壤生态系统。这样就有可能从根本上消除旱涝风雹等多种气候灾害，保证大面积土壤肥力快速提高和农作物的高产稳产，并为农林牧副渔全面发展创造了前提。由以上可见，农田基本建设与耕作制的改革与建立优良土壤生态系统之间存在着非常密切的关系，故应正确处理几者之间的关系。

首先农田基本建设与生态系统的关系问题。农田基本建设必须从建立良好生态系统的观点出发，创建一个高产稳产优质的土壤生态系统，一片高产稳产农田的建立，不仅仅是局部地把土地平整好，土质培肥好，以及配置了能灌能排的渠道网，更应在改田改土，兴修水利的基础上，有规划有步骤地实现大地园林化，要大力植树造林，绿化荒山荒坡，营造各种性质的防护林，并与草场建设和发展畜牧业结合起来，真正做到农林牧合理布局。为什么要特别强调实现大地园林化，它是创造优良生态系统的中心环节，森林的作用是多方面的，调节气候，提高湿度，增加降水，涵养水源，保持水土，防止侵蚀，增加四料（木料、燃料、饲料和肥料），增加林副产品，特别是它能稳定近地面大气层水热动态的变化，缓冲小气候突变，从而减轻或消除各种自然灾害。农田只有置于林带林网和森林保护之下，才能从根本上治理旱、涝和侵蚀，保证大面积土壤肥力的提高，也为农林牧副渔全面发展提供物质基础。可见，农田基本建设每项措施的设计，都必须符合自然规律的要求，符合建立优良生态系统的要求。决不能因治山改土，修筑梯田而加剧山丘区的水土流失，也决不能因为兴修水利而使土壤盐渍化或者青泥化，更不允许强调学大寨要有“气魄”“壮观”，强求地块方整，而打乱自然的排水系统，乃至破坏森林，滥垦草场，破坏生态系统，最后带来气候失调，导致旱、洪、风、雹，最终造成农业的恶性循环，出现不可收拾的局面。

其次是耕作制与生态系统的关系问题，实质是创造一个优良的植被层问题。先进的耕作制既是“以地力争天时”的手段，也是增加粮食产量的一条重要措施，同时优良耕作制的本身，就意味着产量增长和土壤肥力提高的统一。如果只有产量的增长而无肥力的提高，未有地力低而产量能持续增长的。道理很简单，因为任何一种优良的耕作制，之所以优良，在于它的各方面内容，如前后作的衔接，轮、间、套、密的安排，耕作施肥，灌溉管理等等，都是十分严密和完整的，既是因土制宜的，又是用养结合的，既是保证作物茁壮生长的丰产栽培措施，又是不断改善土壤热水肥气状态的管理措施。土好才能根深，根深才能叶茂，叶茂就能形成一个均匀、稳健、平衡、高产的植被层，它就能最充分地利用光热空间，又能缓冲和减轻不良气候的影响，这就是群众讲的种地安排作物要“土不离根，根不离土”的道理。处于稳定植被层下的土壤，地面不裸露，自然就无失水之虞，随之土壤结构稳定，热水肥气也就协调而稳定，没有氮磷钾养分失调与缺素的问题，也没有失水导致结构变坏变板物理性不良的问题，肥力自然就会飞跃地发展，而生长在这种土壤上的植物和庄稼，它们就会稳健均衡地生长和丰满地结实，易于获得丰产。可见，通过耕作制的手段，以建立起良好的土壤生态系统，实质就是最大限度地发挥生物成土作用，以夺取大面积的丰收和大面积土壤的培肥。显然，产量愈种愈高与土地愈种愈肥完全是能统一的，其道理就在于此。

(四) 要因土制宜实现科学种田，必须先摸清土壤的性质和脾气

我国的土壤类型繁多，性质复杂多样，分布在各地的土壤，甚至处于同一田块，也有几种不同的脾气，从感温性看，有燥性土、热性土、温性土、凉性土、冷性土之分。从酸碱性看，有酸性土、中性土和碱性土之别。从发棵性看，则有早发型（发小苗不发老苗），迟发型（发老苗不发小苗），兼发型（发小苗又发老苗），弱发型（不发小苗也不发老苗）之异。此外，在宜种性和宜耕期、需肥性、灌溉管理等方面，也都是十分不同的。因此对性质脾气都不同的土壤，要获得丰产，必须采取不同的栽培管理措施，安排不同类型的作物和品种，施以不同种类和数量的肥料，即一切措施真正因土制宜，才有可能获得高产。土壤调查，通过对剖面的比较观察、分析和研究，在总结群众高产经验的基础上，摸清各类土壤的底细和脾气，并按发生分类的位置，分门别类整理出它们的土性，以便根据土壤特性，提出最适合种植什么庄稼和植物（包括品种），以及特定的气候和生产技术条件下，相应的耕作、施肥和管理的方法，为高产栽培提供依据。显然任何先进的种植技术和经验的推广，一定要因土而异，决不能一刀切，否则就会犯生搬硬套、瞎指挥的错误。前些年在四川大面积上，不看当地的热水条件和肥料劳力的差别，盲目推广双季稻的教训是深刻的，不但减产，二五不如一，还造成活土层变浅，犁底层增厚、土质变板，引起稻田肥力衰退的现象，就是一个很好的例证。

就全国范围内看，如五十年代华北平原地区，不合理灌溉，引起了严重的次生盐渍化；六十年代江苏的太湖地区，强调推广三熟制，盲目扩大双季稻面积之后，随着土壤渍水时间的延长，由于大面积土壤出现了次生潜育化，使得土壤耕层发僵变冷，肥力趋于恶化。此外很多地区，由于未做到因土种植、因土施肥、因土管理，造成沙漠

扩大，草原沙化、红壤沙化酸化和退化，特别是盲目毁林开荒、毁草种植、围湖围海造田，以及盲目推广改土和人造小平原等，不断破坏生态的结果，每年受灾面积竟达5亿多亩，以致造成全国性农业恶性循环，水土肥大量流失，上游冲，下游淹，旱涝、风雹、霜冻、涝盐等自然灾害年年不断，其损失和代价是多么惨重，这正是大自然给人类反科学行为的惩罚。该是引人猛省和检查的时候了，为了造福于子孙后代，决不能再让破坏生态平衡的现象重演。

从以上几个方面，不难看到当前在全国范围内，开展土壤普查工作对推进我国农业现代化进程具有十分深刻的意义和作用。

第二节 第二次全国土壤普查的任务

根据全国土壤普查暂行技术规程的要求，这次开展土壤普查的目的，主要为制订农业区划，搞好农田基本建设和提高科学种田水平提供措施和依据。要为加快农业发展，实现农业现代化服务，具体地讲，应着重解决以下几个方面的问题。

1. 查清土壤资源（重点是耕地）类型、分布，以及肥力状况和生产性能，提出合理开发利用土地及进行农林牧布局的意见，为制订农业区划提供依据。

2. 调查研究不同地区高产稳产农田的土壤条件（剖面构型及高肥力理化指标），提出不同类型土壤上建设高产稳产农田的主攻方向和有效措施。

3. 查清低产土壤的数量、分布和成因，总结群众改良利用低产土壤的经验，拟订改良培肥的关键措施。

4. 测定各类土壤（县级至少要落实到土种一级）的理化性质，鉴定其剖面形态特征和综合性能，总结各地群众用地养地，不断提高作物产量的经验，以便提出因土种植，因土施肥、因土耕作管理的意见。

规程还指出：普查中要认真总结我国农民认土、用土、改土的经验，研究长期耕作下，土壤肥力的发生演变规律，并逐步完善我国的土壤分类系统，深化对土壤肥力本质的认识，促进土壤分类、土壤肥力、土壤改良、土宜等土壤基础理论和应用科学的发展。同时，还要通过新技术的引进与推广，推动我国土壤调查与制图技术，分析化验技术的发展，加快现代化的进程。

此外通过普查，还要进一步普及广大干部和群众的土壤科学知识水平。

第三节 土壤调查的研究对象和内容

（一）关于研究对象的问题

基本上存在着两种不同的认识：一种从生态系的观点出发，认为土壤调查的研究对象是以土壤为中心，包括气候、地形、水文、母质、植被和耕作制在内的立体土壤（亦称“大土壤”），不是脱离了环境的单纯土壤层本身；另一种则认为限于科学的分工，为了深透地研究好土壤，把研究对象局限于土壤层本身，当然也承认环境对土壤有重要的影响。（单纯的土壤层研究也称“小土壤”）。为什么要提出立体土壤呢？这是由农业生产特点所决定的。农业生产和工业、医学都不相同，它是一个活

有机体的再生产过程，综合性强，影响因素和环节特别多，而工业生产的每台机器，南方北方都可以通用。医学也是如此，治疗方法与地区气候特点的关系不大，药与病相联，相同的病，总是用相同的药物和方法，有改变也不会太大。农业生产则不然，它总是时刻与气候、土壤、植被和耕作、施肥紧密联系的，其中任何一个因素发生变化，则其它因素也必然发生相应的变化，不然就无法获得农业的丰产，这是多因子综合体系构成的农业生产的特点。作为农业自然资源的土壤，它和人类、动植物有机体不一样，它调节环境的能力十分微弱和有限，极容易受气候、地形、水文、植被和耕作活动的影响，而时刻改变着本体的水热状况，随之土壤供应养分的种类和数量也不相同。所以农业土壤特别重视气候对土性的影响，要讲究因时与因地制宜，如四川某一个地区，78年及79年连续两年抢在惊蛰——春分节之间播种早玉米，在气温高而湿度小的年辰的确有效，可是在80年阴雨多，气温低的年辰照搬抢早播种玉米，春分节前就完成了任务，结果三百万亩玉米不能及时出苗，盘芽缺窝的现象特别严重，已出苗的生长缓慢，参差不齐，致使大面积重播。这就是不懂因时、因季节气候制宜，不知道土性随气候变化，气温低，土温亦低的道理，结果即是在养分充足的土壤上，也由于温度低，不能满足玉米出苗对温度要求，带来了很大的损失。同样，川西平原上某县78年推广球肥深施，不注意气候——土壤条件，结果也没有达到预期的效果。主要是球肥深施的田块，后期多出现疯长倒伏，造成减产。就是不懂气候、土壤、农业技术之间存在着辩证的关系，任何一项农业技术措施，必须明确它的推广范围和使用条件，尤其是气候和土壤条件。川西坝子的水稻田，由于地下水位比较高的缘故，在早春气温较低的情况下，水温土温也偏低，水稻根系前期很难下扎，因此，深施的球肥，根系常常利用不上，到了后期，随着气温的上升，水温土温也相应提高，于是根系开始下扎，穿透到球肥层，养分源源不断的供应，可是水稻已处于发育后期，故容易造成徒长，此时如再排水晒田，以为可以控制生长，恰恰适得其反，更会火上加油，排水改善了下层土壤的热水气状况，微生物更趋活跃，加速下层有机质的转化和分解，进一步提高了土壤有效养分的含量。结果，控变成了促，加速水稻的疯长，最后导致倒伏。以上两例，说明从发展农业生产出发，调查研究土壤，必须和气候、植被、耕作施肥、灌溉管理相联系，不懂得天、地、人、物四者之间的统一性，土壤研究成果不但难于运用和推广，反而会遭受大自然的惩罚，给生产带来很大的损失。

（二）关于研究内容的问题

土壤调查的研究内容问题，归纳概括起来即八个字：“分类、分区、制图、规划”。

分类：即指土壤分类。人所共知，任何一门学科的分类体系，都是代表了该学科的最高水平，因为只有较全面、较透彻认识了个体特征特性，才能提出完整而严密的分类体系。土壤分类是土壤科学的基础，土壤调查野外工作最重的一项研究成果，就是土壤分类。为了分好类，就得先弄清每个土壤个体的形成过程、形态特征、肥力特性、成土环境、地理分布，以及室内分析得到的理化生物性质，田间访问得到的种种生产性能。这些基础资料逐项搞清楚了，土壤个体与个体之间的发生联系和归属位置才

可能确定下来，最后才可能建立起一个科学的分类体系。显然，分类工作的研究对象是土壤个体。

分区：即土壤区划，指的是土壤地理区域的划分。这项工作的重要性，常常不为一般人所理解，它在指导农、林、牧生产布局，合理利用土壤资源方面具有理论上和实践上的意义。分区是根据土壤群体组合方式及其所处地域的相似性和差异性，而将土壤地域划分为若干地理单元的，例如土壤带、土壤省、土壤区、土壤片等等。土壤区划是进行综合自然区划，农业区划必须参考的部门区划之一。它属于一种基础理论的研究工作。它直接关系到土地开发利用方向、农林牧结合方式、土壤生态系的平衡、农田基本建设主攻方向、科学种田、作物布局等，无一不和土壤区划工作密切相关。分区的研究对象是土壤群体（亦即土壤区体），它偏重于研究土壤群体与成土环境之间的联系方式和群体的区域综合特征。所以分区的实质，就是研究天、地、人、物矛盾统一体的类型。

制图：即将土壤类型（个体或群体的）分布的自然边界，按一定的方法，用地形图的形式固定下来，因此野外测制土壤图的过程，就是一个不断研究土壤发生分布规律的过程。这是一种以最形象的方式反映土壤宏观地理分布规律和区域特征的工作方法，故制图是野外调查重要成果之一。

规划：是在认识土壤客观属性的基础上，通过区域光、热、水、肥和生物资源的计算，并根据可能与需要，人为设计的各项改造措施的总体。通常为了使规划能有一个可靠的科学基础，必须先开展土壤区划，才能深入地揭示土壤属性的规律性。但是不能把区划和规划两种性质不同的概念和工作内容混为一谈。前者是事物属性的客观反映，而后者是人们头脑中产生的主观意识，但两者关系十分密切。没有区划就不能搞规划，光规划而无区划就不能因时因地制宜落实主观措施。无区划的规划就缺少科学基础，就难于实现。反之，不搞规划的区划，就变成一大堆死资料，无法变成现实。可见区划是分析成因、分析条件，为综合自然体或土体客观属性的反映；而规划是认识客观规律性后，人们头脑中产生的改造自然的主观认识和措施。因此，规划要在分区的基础，分别计算特定地理区内的光能账、热量账、水分账、养分账，计算它们的总量和年度季节分配是否稳定、均衡、充足和适时，并注意与生物资源特性要求相吻合的程度。所以，规划总是从两个方面进行工作，即从顺应自然（被动的）与改造自然两个方面着手，凡能利用自然，顺应自然就要充分利用它的优势，挖掘它的生产潜力，这样就容易收到多快好省的效果。只有当其不能顺应自然的情况下，才确定走改造的途径，使之更符合人类利益的要求，这是进行规划时必须坚持的一条总原则。在这一总原则的指导下，改造土壤和改造自然的规划的内容，还要服从于土地愈种愈肥，产量愈来愈高，品质愈来愈好，和成本愈来愈低的原则。措施设计既要综合性很强，又要因地制宜针对性很强，中心是创造一个大面积的肥沃土层和优良的生态环境，这样规划的结果，才能使土壤肥力与植物生长要求经常处于协调的状态，大面积高产才有可能实现。

第四节 土壤调查对象的特点和研究方法

土壤调查对象具有以下几个特点：

(一) 分布的宏观性和空间占有性

地球拥有巨大的空间，几乎凡有陆地存在的地方，便有土壤的存在和分布，从赤道到高纬度的两极，从低海拔到高海拔，都有广阔的土壤分布，从低级的原始土壤到经过集约经营改造、高度熟化的土壤（如荒漠土、冰沼土到菜园土等），这种分布上的宏观性质，决定了土壤不可能全部搬到实验室里进行观察研究，必须把整个大自然当成实验室进行科学研究。即使我们能将一些标本搬进实验室，但土壤具有严格的空间占有性，一旦离开了田间状态，与当地气候、地形、植被条件隔绝了，土壤原有的土性和热水肥气状态就发生了变化，室内分析结果虽然重要，但并不能反映出土壤田间的真实状况，所以一定要坚持野外研究土壤，并尽可能保持原位原态。

(二) 土壤个体的连续性和多变性

土壤和其它物体如动物、植物不同之处，是它的个体之间无明确的几何界线。个体与个体之间永久是相连的，个体之划分，不是凭借自然的几何图形，而是根据野外剖面形态特征。然而个体的鉴定和划分，总是带有人为主观性，由于个体之间的界线为逐步过渡的，故土壤边界难于找准，增加了制图的困难。另一方面，土壤虽然服从于一定的分布规律，从赤道到两极，由低海拔至高海拔，表现出了一定的水平带或垂直带，在相应的地带或高度内，不管什么样的地形，母质，总是出现相应的土壤类型。但是由于成土因素组合的千差万别，个体与个体，绝对相同的是没有的，只有一定程度的相似性，完全相同的剖面也是没有的，故每个土壤个体的土性和肥力水平总是在一定范围内发生变化。而且同一类型土壤，在甲地为高肥力土，到乙地环境条件变了，就变成了低肥力土。如黑土在东北少雨蒸发大的地区为高肥力类型，到了南方多雨的山区，却变成了低肥力类型的黑土，群众称为“冷砂泥”。北方半干旱地区的蒙金土，在多雨的四川盆地却变成了低产“渣水沙”（意即具有胀水的不良层次性）。

(三) 使用的无限性和悠久性

中国有一句名言：“地力常青”，说明正确使用土地资源，用养处理得当，土地是可以愈种愈肥，历千万年而不衰，虽经多次使用并不存在着磨损性的问题，表现了土地使用无限性和悠久性。人所共知，好土或肥土的重要特征和特性是：土层深厚、颜色油黑，结构酥脆，温暖回润，宜种性广，不挑剔肥料，不苛求管理，耐旱耐涝。上述这些特性正是土壤具有一定自养能力的表现，正确的种地，就是要培养土壤的这种自养能力。这种自养能力在原始森林土壤与某些草原土壤上表现更为清楚。茂密的森林或草原，既无人去耕作，又无人去施肥灌溉，为什么森林、草原植被生长千万年而不衰呢？说明土壤供应水分和养分的能力是很强大的。那种以为要土壤高产，必须依靠大量的水肥和耕作的概念是欠全面的，贵州省湄潭茶场在坏土上创造的密植免耕高产茶园的事例证明了这点，在密植茶树的条件下，土壤不施肥不耕作，土壤照样能愈种愈肥，产量也愈加提高，培养土壤自养能力的奥妙就是在于如何充分发挥生物的

成土作用，它可不断地促进土壤腐殖化、结构化和细菌化，就可持续地提高土壤肥力。国外大面积上推广的免耕或少耕法，就是建立在培养土壤自养能力的基础上，不能形成只有耕作施肥才是唯一培养地力的概念。

由于土壤具有以上这些特点，因此在研究方法上应有它的特殊性，不能完全局限在实验室方法方面。要从研究田间状态肥力特性方面考虑方法，大体有以下几种：

野外观察——为了认识土壤肥力特性和揭示土壤发生分布规律，必须进行野外观察。但是野外观察必须和总结经验相结合，才能深入认识土壤的很多生产特性。野外观察是土壤学最基本的研究方法，是第一性资料的来源，野外观察就是要对各成土因素，土壤发生类型、分布以及相应农作物生长状况进行观察，但是上述这些观察必须一一落实到土壤剖面，务必使剖面观测的结果能印证所观察到的各种现象和生产问题，否则就失去野外观察的实际意义。

定位研究——这是从时间周期上研究土性变化的一种基本方法，即在待观察植物全生育期内，定阶段、定时间、定植株，按预先确定的项目进行观察和取样，在仪器设备允许条件下，应尽可能保持土壤的原位、原态状况，进行动态观察和分析，不仅从土壤方面测定热水肥气动态变化，同时也测定植株地上部和地下部的热水状况和营养物质的消长动态变化，只有土植并析，才容易探明土性在时间发生变化的原因。

实验及人工模拟试验——为了查明土壤母质特性、矿物组成对土壤肥力及植物营养的影响，必须充分利用现代化精密仪器提供的分析手段，在室内进行系统的分析和测定，以便从大量的数据中寻找规律性。同时，为了探明某些土性差异引起的各种生产问题，还有必要进行人工模拟试验，例如可以模拟不同质地层次与肥力变异的实验，这样所得的结果，有助于我们野外鉴别剖面层次组合方式对肥力和植物的影响。

地理比较法与历史比较法——这也是土壤调查工作者野外常用的工作方法之一。就是通过连续几个不同地理区域或者不同的年度，详细对比分析同一土壤类型肥力和土性变异的情况，一经比较，就可发现那些是某类土壤固有的特性，而那些是人为耕作活动带来的偶然性。例如我们考察一下钙质紫色土的抗旱能力，就会发现不管它出现在那一个地理区域，也不管它处于那一个少雨的年头，总是它最先出现旱象，减产也是它最严重。进一步观察，还可发现，并非它的土层浅薄，而是比任何一种抗旱力强的土壤还要厚一倍至数倍，显然这种现象的产生，是与它的矿质胶体品质差的特性相关的。因此采用改土增厚土层的办法以提高抗旱能力的作法对这种土壤而言，绝不是有效的措施。可见，通过地理或历史的比较，是较容易分析并抓住土性差异的本质，这就有利于下一步土壤利用改良措施的设计，使调查的成果更好地为农业生产服务。

第二章 自然成土因素和农业生产条件的研究

第一节 土壤调查中气候因素的分析与整理

(一) 气候对土壤形成、分布和利用管理的影响

气候是成土环境中最重要因素之一，它在土壤的形成过程中处于决定性的支配地位。气候可以直接影响植被、影响土壤的热水动态；也通过地貌、地质和水文间接影响植被和土壤的热水动态；还可以通过人工植被和耕作措施间接影响土壤的热水动态。这种作用在农业土壤方面，尤其明显而深刻，概括说来，有以下几点：

1. 气候决定了土壤的发育方向和地理分布

我国疆域辽阔，有着巨大的经纬差异（南北纬差近 50° ，东西经差逾 60° ），从地理位置看，我国地处欧亚大陆东岸，濒临太平洋，这种海陆分布形势改变了高空行星环流的季节变化；国内地形起伏，一系列不同走向的山脉与气流方向几近垂直，特别是高耸的青藏高原，阻碍了气流的运行，进一步加深水热分布的差异性。凡此种原因综合的结果，形成了东亚特有的季风环流系统。其最基本的特征是季风气候，即一年中盛行风向的季节交换明显，并随着风向的交换，产生显著的季节气候差异。冬季受西北内陆气流控制，寒冷干燥；夏季受东南与西南气流控制，湿润温暖，雨量集中在夏季。因此，这一气候总的特征决定了我国水热分布的等值线，并不与经纬度平行，而具有一定的偏转，多呈东北——西南向。这样，构成我国气候带的分布，东南半壁，纬度性强，自南而北，随热量的递减，可分为热带、亚热带、暖温带、温带、寒温带；西北半壁，则按距海洋的远近，和水分条件的递差，可分为湿润、半湿润、半干旱、干旱气候带。同时，全国各山地气候，均有其垂直带特征，一般是相对高度愈大，或纬度愈小，则气候垂直带结构也愈复杂。

随着气候带的递变和演替，我国的植被和土壤也呈现相应的地带性现象。东南半壁季风区，以森林景观为主，西北半壁非季风区，以草原、荒漠景观为主。在东半部秦岭、淮河以南，热量差异十分明显，自然景观呈纬度地带性递变。而北部温带地区，随水分的减少或干旱程度的增加，自然景观则呈经度地带性的递变。从森林、森林草原、草原到荒漠，这种植被类型逐渐过渡和演替的复杂情况，不仅反映了水热条件的变化和分异，而且还直接影响到土壤形成过程中有机质的合成和分解，以及腐殖质的质量和厚度。

在上述水热条件和植被分布特点的基础上，发育着相应的土壤类型，也呈现纬度与经度地带相结合分布的规律。即东南部沿海为湿润海洋性土壤地带谱，西北部为干

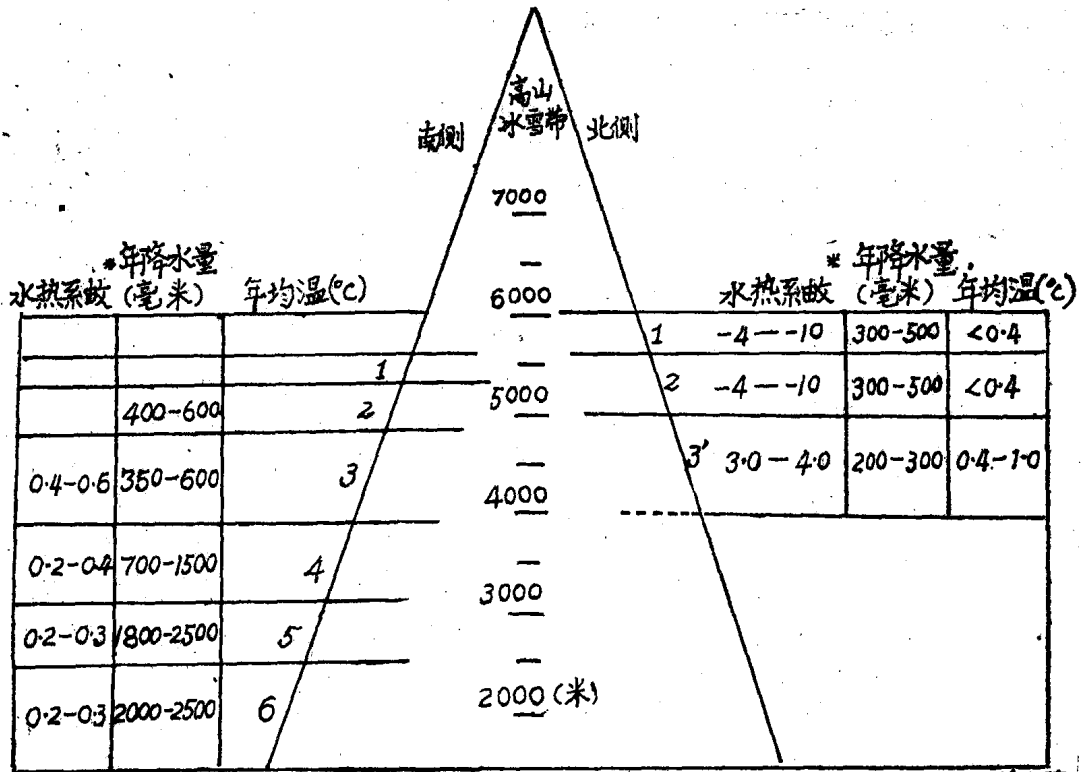
旱内陆性土壤地带谱，在两者之间为过渡性土壤地带谱。湿润海洋土壤地带谱，由南而北依次为砖红壤、红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、暗棕壤与漂灰土；而干旱内陆性土壤地带谱由东南而西北向，分布着栗钙土、棕钙土、灰钙土与漠钙土。二者之间，自黄土高原的东北到大兴安岭的西麓，则有褐土、黑炉土、黑钙土、栗钙土、灰褐土、灰黑土等过渡性土壤带。至于内陆地区，由于青藏高原的屏障，东南季风受阻，在西风带的影响下，其土壤带又呈东西向，由南疆至北疆顺序出现棕漠土、灰棕漠土与灰漠土等三个土带。

至于我国土壤的垂直分布，更是多种多样。总的特点是土壤带的结构，是随生物气候垂直带的不同，而呈有规则的变化。根据所处基带生物气候特点，可以划分为若干类型。在热带有湿润、半干旱两种垂直土壤带；亚热带有湿润、半湿润、半干旱三种垂直土壤带；暖温带最复杂，可以有湿润、半湿润、半干旱、干旱等四种垂直土壤带；寒温带的垂直土壤带又趋单一，只有湿润与半干旱两种类型。可见，土壤垂直带谱的结构，既随水平地带而有所不同，也随山地的高度和坡向而有差异。凡山地愈高，相对高差愈大，则垂直带谱类型就愈繁多，组成也愈复杂，发育也愈完整。如青藏高原，绝对高程一般多在4000~5000米，相对高差多在1000米以上，最多的可达2000米。这样，仅从基带生物气候特征的差异看，就有若干类型的土壤垂直带谱出现。如喜马拉雅山南坡受西南季风的影响，且有主脉山体的屏障，气候湿热，属海洋性垂直带谱，基带从热带(在国境外)开始，而以珠峰的垂直带谱发育最完整，为世界各地所未见。而在藏东川西分割高原，其垂直带谱类型更趋复杂，其基带有的是从亚热带开始，也有从山地暖温带——温带开始，还有从山地寒温带与亚寒带开始的。而在藏南河谷则为大陆性垂直带谱。其基带则从寒冷半干旱草原带开始，至于高原北缘的祁连山，也属于大陆性垂直带谱，其基带则从山前荒漠草原带开始。从组成看，各垂直带谱也是相差悬殊的。如以喜马拉雅山南坡论，其山前为热带季雨林和雨林，各种森林及森林土壤发育，分布界线很高，垂直带中完全没有草原及草原土壤。(参阅图2—1)。再如以祁连山看，它位于内陆荒漠区，受干燥气候的强烈影响，垂直带谱中山地草原及山地荒漠分布广泛，而森林土壤很不发育，仅限于阴坡局部片段出现。可见，土壤垂直带谱，最根本的还是受控于山地水热条件，野外调查过程中，要特别重视局部水热差异的研究和分析。

2. 气候制约着土壤肥力的形成过程

野外调查观察剖面，研究土壤形成过程之际，既要认识古气候的成土作用，又要重视现代气候特别是季风气候的影响，由于我国夏季风影响的范围和程度上的不同，土壤形成过程无论在南方北方，湿润与干旱地区都有很大的差异。例如，现存于南方热带、亚热带的砖红壤、红壤、黄壤等(包括云南山原红壤及西藏高原残留红壤)，都是古老炎热湿润气候条件下形成的。这里，由于气温高，降水丰富，暖湿时间长，植被生长茂密，有机质生产总量大，但生物小循环亦快，有机质易被分解，并生成以富啡酸为主的腐殖质类型。又因季节降水集中，土壤水分充足，下渗水处于优势，土壤内淋溶作用和化学风化强烈，参加小循环的各种元素容易淋失，脱硅与富铝

化程度较深，土壤酸度偏大，土体内粘粒含量亦高(可达60~75%)，矿物组成以1:1型的高岭土为主，硅铝铁比率也较小，故红壤型的土壤，有机与无机胶体品质差，吸收性能弱，稳水稳温能力低，盐基代换量亦小，同时土体内，由于干湿季节交替，不断膨胀收缩与高度的潜育态发育，出现了较厚的网纹层。这种网纹层，多是铁锰化合物和粘粒，硅粉等的下移和聚积，甚至还可形成铁锰结核或硬盘层。网纹层的存在，不利于耕作和水分养分的传导和渗透，所以红壤型的土壤肥力低，表现为酸、粘、瘦的特点。



1. 高山寒冻冰碛地衣带
2. 高山寒冻草甸垫状植被带
3. 亚高山寒带灌丛草甸带
- 3'. 高原寒冷半干旱草原带
4. 山地寒温带针叶林带
5. 山地暖温带针阔混交林带
6. 山地亚热带常绿阔叶林带

* 水热系数 = $\frac{0.16\Sigma t}{r}$
 式中 Σt 为日温 $\geq 5^{\circ}\text{C}$
 持续期间活动温度总
 和， r 为同期降水量。

图2-1 珠穆朗玛峰地区垂直分带

在北方，如暖温带及温带的棕壤、褐色土、黑土等，其发育则为另一种情况。这里，年均温偏低，雨量也偏少，故水热适中，唯暖湿时间短，植被生长虽好，但有机质总量较少，土壤生物小循环速度降低，有机质分解较慢，腐殖质易积累，且生成胡敏酸为主的腐殖质类型，淋溶作用只在短暂的夏季进行。相对地讲，盐基物质淋洗少，营养元素丰富，土壤呈微酸或碱性，多有石灰性反应。同时，北方适量的水热条

件，决定了土壤内物理风化和化学风化均较适中，矿物风化度不深，故土体内粘粒含量少，矿物组成以2:1型的伊利石为主，硅与铁铝的比率亦高，故有机与无机胶体品质好，吸收性能强，保水保肥与供水供肥能力大，盐基代换量也大，土壤中除有适当的粘化层外，一般无由化学风化引起的不良层次。所以土壤的天然肥力较高，多是粮食、果树生产的基地。

至于西北广大干旱草原与荒漠地区，植被与土壤同时深受水分不足的影响，土壤形成过程受到很大的限制，除山地迎风坡与阴坡湿度大，可生长森林外，平地植被主要由禾本科占优势的干草原，禾草——灌木占优势的荒漠草原，以及多年生灌木为主的荒漠。植被的盖度与生产总量很小，能提供的有机质很少，土壤发育程度不高，淋溶作用微弱，盐分聚积过程普遍，其中干草原地区表现在剖面中有紧实的钙积层或钙质结核。在荒漠盆地的土壤，其剖面中有石膏积聚和盐壳的形成，充分反映了极度干旱和强烈蒸发的气候特点。

就青藏高原讲，海拔高度、冻土及水热条件等对植被和土壤的形成有着深刻的影响。其中，水分状况的差异在很大程度上决定了植被和土壤的水平地带分布。随着整个高原从东南至西北湿润程度的减少，地带性植被依次为：高山(高寒)草甸、草原、高山草原和高寒荒漠、整个植被的长势、覆盖度和生产总量也是从东南而西北逐渐减小。因之高原土壤的水平分布也呈现相应的规律，顺序为高山草甸土、高山草原土与高山寒漠土及高山漠土。大体以冈底斯山及念青唐古拉山脉为界，山脉以南，属寒冷半湿润的气候，水热条件较好，为高山草甸土分布区域，其腐殖质积累与草甸化过程较强，故腐殖质含量高，腐殖质层厚度大，颜色亦暗，根据腐殖质的多少和出现厚度，可进一步区分为高山草毡土与高山黑毡土两个土类。同样，在山脉以北即广阔的羌塘高原一带，水热条件较差，气候上属高寒半干旱条件，分布着大片的高山草原土，其特点是土体干燥，植物覆盖较小(一般30—50%)，腐殖质积累较高山草甸土为弱，有机质含量仅1.5%左右，且出现钙化过程的特征，剖面下部有不大明显的钙积层，全剖面呈碱性反应(现改称莎嘎土，意即白色的石灰性沙质土)。高山寒漠土分布于高原西端最高寒的区域，处于寒冷低温与特别干旱条件下(年降水量<50毫米)，植被盖度与长势也差(覆盖度5—10%，植被高度15—20厘米)，故风化和成土过程都十分微弱。其剖面发育比较原始，土层浅薄，粗骨性强，并具高山荒漠特征，表土有机质含量很低(0.4—0.6%)，呈碱性反应，含石膏及碳酸钙等，砾石表面常有盐斑，这些特征，充分说明该区极度干旱，降水稀少，以致土壤内基本上无淋溶现象。

3. 气候限制着土壤利用方式与耕作管理

气候条件中的热量和水分两个因素，是植物生长必需的两个重要因素。其组合方式(冷干、冷湿、热干、热湿)与程度，既限制着土壤肥力状况，也影响着土壤的利用方式和耕作管理。

例如东北黑土地区的以垆作为中心的耕作制度，就是当地气候、土质和种植作物等具体条件所决定的。这个地区属于温带大陆性季风气候，年降雨500—700毫米，65%雨量集中在六、七、八三个月内降落，夏季温暖湿润，宜于植物生长，唯有效活