



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定

土壤调查 与制图

(第二版)

● 朱克贵 主编

● 土壤与植物营养专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

土壤调查与制图

(第二版)

朱克贵 主编

土壤与植物营养专业用

中国农业出版社

序 言

土壤资源是人类赖以生存的最基本的物质基础。土壤则是农、林、牧业不可缺少的生产资料。因此，世界各国都非常重视对土壤资源的调查、制图、评价与区划，进而有效地给以合理利用和保护。它既与一个国家的国计民生相联系，也是土地和土壤科学发展水平高低的一种标志。在对土壤资源的调查与制图方面，美国、日本、原苏联、西欧和朝鲜等国家都曾做了大量工作。我国自解放以来，除了区域性的土壤调查与区划，还开展了两次全国性的土壤普查，其目的都是在于弄清土壤资源的数量与质量，为农业生产发展服务。当前，中央又提出了发展持续农业和三高农业的战略，其实施过程，对土壤资源的深入调查与研究更显示其重要地位。因为，持续和三高农业是一个大的系统工程，它包括生命科学和环境科学的发展，以及经济结构的优化，环境科学内涵中的重要组成成分就是土壤资源。

对土壤资源的调查与制图，随着工、农业的发展，它的理论及技能也在不断地发展与更新。在理论方面，已由原来主要为粮食增产服务的农业区划、建设高产稳产农田、扩大垦殖资源和科学种田等单一的思想体系，逐步发展到为农、林、牧综合经营的调查，甚至为城镇建设的非农范畴的调查；学术思想上，已经从为传统农业服务，发展到为生态农业、环境保护和持续农业服务；对土壤资源的调查，已经从生产性能为主，发展到同时注视到土壤科学升华的内涵；调查技术上，已经由以地形图为主的野外实测调查，发展到航、卫片新技术的应用；调查成果数据的处理，已经由简单的数据归纳运算，发展到应用电脑技术的统计、贮存、甚至制图。

本教材，在历来对土壤资源调查的进程中，均能以当时的理论和技术，培养人才，指导土地与土壤调查工作者去完成服务，尤其在全国第二次土壤普查中间，这种作用表现得特别突出。另一方面，两次土壤普查的实践，也在理论和技术上，充实丰富了土壤调查制图的内容。本教材1981年出版，先后印刷4次，累计印数一万余册，藉以满足土壤调查工作者的需要。然而，随着上述土壤资源调查理论与技术的不断发展，土壤调查与制图的内容也在更新，这次的修订本，就是为了这个目的而做出的努力。所以，全书已由原版的七章，拓宽至九章，其中增加了土壤分类与土壤野外制图、以卫片为基础的土壤调查制图和土壤调查成果的应用等三章，将原来的土壤草图的测绘与土壤编图一章，合并到以航、卫片为基础的土壤调查中去。第二章成土因素与区域景观研究，在原来单独阐述之成土因素作用的基础上，给以综合归纳，提出区域景观的概念；第三章土壤剖面性态研究，增加了若干新材料，使内容更趋于详尽和细致；第五章土壤分类，陈述了国际上主要学派对土壤分类的理论、技术及方案，并增加了中国土壤系统分类研究的内容；第七章土壤调查成果的整理与总结，加进了数据处理的数据统计技术；在新列第九章的土壤调查成果应用中，增加了科学种田的若干新近应用成果、污染防治应用、城镇建设中的土力学应用等材料。总之，力求使教材能够符合形势发展的需要。

在修订过程中，正、副主编朱克贵和徐盛荣先生，以及参加修订的诸位先生，都付出了辛勤的劳动。刘兴久修订了第一章土壤调查的准备工作和第八章中的林区调查；谭成君、蒋玉衡修订了第二章成土因素与区域景观研究；王深发修订了第三章土壤剖面性态的观测研究；刘腾辉修订了第五章以航片为基础的土壤调查制图；王庆云修订了第六章以卫片为基础的土壤调查制图；李刚修订了第七章土壤调查成果的整理与总结和第八章中的水土保持；林恩涌修订了第八章中的盐渍土区调查和牧区调查；主编朱克贵仔细统观和审阅了全书；副主编徐盛荣新编了土壤分类和成果应用两章，同时协助主编统观和审阅了全书直至定稿。修订后的部分稿件，特邀王人潮先生审改第二、六两章，林培先生审改第三、四两章，李永昌先生审改第一、五两章。他们修订得非常细致和详尽，付出了艰辛的劳动。在此，还要提出，全部插图都是由硕士王志明精心完成的。在定稿过程中，博士吴克宁和刘晓磊，以及王志明，认真地参加了校对和勘误工作，使稿件得以及时地完成。对以上同志，均致衷心感谢！

编者

1994年12月

目 录

序 言

第一章 土壤调查的准备工作	1
第一节 确定任务、拟定工作计划和技术规程	1
一、确定调查任务	1
二、确定调查底图的比例尺	1
三、组织调查队伍	3
四、拟定工作计划	3
第二节 资料的收集与分析	3
一、自然成土因素资料的收集	3
二、农业生产资料的收集	5
三、土壤资料的收集	5
四、资料的分析	6
第三节 调查物质的准备	7
一、图件的准备	7
二、遥感资料的准备	8
三、调查工具的准备	8
第二章 成土因素与区域景观研究	11
引 言	11
一、成土因素揭示土壤的发生与特性	11
二、土壤利用改良分区高一级制图单元的制订,就是以成土因素为依据	12
第一节 气候因素研究	12
一、研究内容	12
二、研究方法	16
第二节 地形因素研究	17
一、研究内容	17
二、研究方法	26
第三节 母质研究	27
一、研究内容	27
二、研究方法	32
第四节 时间因素与古土壤研究	34
一、研究内容	34
二、研究方法	36
第五节 地表水与地下水	37
一、研究内容	37
二、研究方法	40
第六节 生物因素研究	42
一、研究内容	42

二、研究方法	45
第七节 农业生产活动的调查研究	47
一、研究内容	47
二、研究方法	47
第八节 区域景观的综合分析	49
第三章 土壤剖面性态的观测研究	52
第一节 土壤剖面的设置与挖掘	52
一、土壤剖面与单个土体、聚合土体	52
二、土壤剖面的种类	53
三、土壤剖面数量的确定	54
四、土壤剖面点的设置	56
五、土壤剖面点的野外选择与挖掘	58
第二节 土壤剖面形态观察与描述	59
一、土壤发生层的划分与命名	59
二、土壤发生型与土体构型	62
三、土壤形态要素及其描述	63
四、土壤自然性态的描述	72
第三节 土壤剖面理化性状的简易测定	75
一、土壤 pH 测定	75
二、土壤石灰性反应	75
三、土壤氧化还原电位 (Eh)	76
四、土壤电导率测定	76
五、土壤亚铁反应	77
第四节 土壤标本的采集与剖面摄影	77
一、土壤分析标本的采集	77
二、比样标本的采集	79
三、整段标本的采集与制作	79
四、土壤剖面摄影	81
第五节 土壤剖面性态的综合分析	82
一、土壤生产性能的分析	82
二、土壤剖面生产性和发生性的分析	82
三、分析土壤生产性的两个基本观点	83
第四章 土壤分类与土壤野外制图	85
引言	85
第一节 几种主要土壤分类体系简述	85
一、地理发生学土壤分类体系	85
二、土壤属性分类体系	87
三、中国的土壤分类	91
第二节 单个土体识别技术及其在土壤分类体系中的定位	96
一、地理发生学土壤分类体系	96
二、美国与中国土壤系统分类的检索及定位	97
第三节 土壤分类与土壤野外制图	98
一、土壤分类与制图单元相一致的状况	98
二、土壤分类与制图单元不一致的状况	99

第五章 以航片为基础的土壤调查制图	101
第一节 航片准备工作	101
一、明确任务, 确定航片比例尺	101
二、航片的收集与分析	101
三、航片土壤判读的理论基础	102
四、航片土壤判读的标志	105
第二节 野外概查与建标	107
一、确定概查路线	108
二、土壤类型及其特性和土壤分布规律的研究	108
三、土壤工作分类系统表的拟订	108
四、建立航片判读标志	109
五、图例式样和工作定额的订定	109
第三节 室内预判	110
一、土壤航片判读的方法和步骤	110
二、地形判读	113
三、基岩和母质判读	115
四、植被和农业利用方式的判读	117
五、土壤的判读	118
第四节 野外检查验证与调绘	120
一、野外检查验证工作的主要内容	120
二、野外检查验证的做法	121
三、航空像片的调绘	123
第五节 航空像片土壤图的转绘	123
一、图解转绘	123
二、蔡司平面转绘仪转绘	124
三、航空像片纠正技术	125
第六章 以卫片为基础的土壤调查制图	130
第一节 卫星图像特征和应用评述	130
一、陆地卫星的结构和运行特征	130
二、陆地卫星图像的特征	133
三、卫片土壤调查与制图评述	139
第二节 地物解译的理论基础	140
一、电磁波特性	140
二、地物电磁波反射特性	146
第三节 目视解译方法和解译标志	150
一、目视解译方法	150
二、目视解译标志	151
第四节 卫片的景观与土壤解译	153
一、卫片景观与土壤影像特征的总体规律	153
二、景观解译	154
三、土壤解译	154
第五节 卫片土壤测图与编图	155
一、测、编土壤草图精度和详度的要求	155
二、卫片土壤草图测制技术	159

三、卫片土壤编图与校核技术	160
四、土壤图的清绘成图	163
第七章 土壤调查成果的整理与总结	164
第一节 原始资料的审核	164
一、土壤标本和野外记录的审核	164
二、土壤草图的审查	164
三、比土评土, 制定土壤分类系统	165
第二节 组织土样化验	165
一、分析土样的选择	165
二、分析项目的确定	165
三、分析资料的审查和登记	166
第三节 调查与分析资料的整理	167
一、资料整理的若干数理统计技术	167
二、土壤剖面形态统计	173
三、土壤中地球化学物质数据的整理	174
四、土壤养分的统计	174
第四节 土壤图的绘制	174
一、土壤草图的修正	174
二、土壤成图的绘制	175
三、图例的制定	175
四、土壤图的清绘与装饰	176
五、土壤面积量算	178
第五节 其它成果图的编制	178
一、土壤评级图的编绘	178
二、土壤养分图的编制	181
三、土壤改良利用分区图的编制	182
四、土地利用现状图的绘制	183
第六节 土壤调查报告的编写	185
一、总论(前言)	185
二、调查地区的自然和农业概况	185
三、土壤性态综述	185
四、土壤与土地资源评价	185
五、土壤改良利用分区	186
六、其它	186
第八章 特殊任务的土壤调查	187
第一节 水土保持区土壤调查	187
一、调查的目的和任务	187
二、调查的内容	187
第二节 盐渍土区调查	193
一、调查的目的与任务	193
二、调查的内容	194
三、土壤图的特点及辅助性图件的测绘	195
第三节 林区土壤调查	198
一、林区土壤调查的任务和内容	198

二、林区土壤调查方法	198
三、林区土壤调查报告的编写	208
第四节 草场牧区调查	208
一、调查的目的和任务	208
二、调查的内容	209
三、土壤调查报告的编写	212
第九章 土壤调查成果的应用	213
第一节 土壤调查制图成果在发展土壤科学中的应用	213
一、土壤发生分类学科的发展与土壤调查有密切的关联	213
二、土壤制图理论和技能的提高是土壤调查的直接成果	214
三、土壤与土地资源评价的基础是调查	214
第二节 土壤调查成果在农业区划中的应用	214
一、低产田地改良规划	215
二、农田水利规划	215
三、平整土地规划	216
四、肥料规划	217
第三节 科学种田必须在土壤调查的基础上开展	218
一、土壤特性揭示及其利用改良中的调查工作	218
二、名、特、优产品土宜调查成果的应用	221
第四节 城镇建设中的土力学调查成果的应用	222
一、土体成因、年代对工程性质影响的调查	222
二、土体结构、构造对工程性质的影响	224
三、地基用土的调查	224
四、筑路用土的评价	225
第五节 土壤与环境质量调查成果在污染防治中的应用	225
一、土壤背景值调查成果的应用	225
二、土壤环境容量	225
三、影响土壤背景值和环境容量因素的调查	225
四、土壤环境质量评价和污染防治的基础是调查	226
主要参考文献	227

第一章 土壤调查的准备工作

土壤调查工作按其工作进程可分为准备工作、野外工作与室内汇总工作等三个阶段。准备工作阶段的主要任务是组建调查队伍，明确调查任务，确定制图比例尺，统一“技术规程”，提出质量标准及成果要求；同时要收集并分析已有的基础资料与图件，研究前人工作的成果；还要准备调查工具与仪器，做好物质准备，准备工作是完成后二阶段工作的基础。

第一节 确定任务、拟定工作计划和技术规程

一、确定调查任务

明确调查目的任务、调查范围和面积、质量标准及成果要求，是做好整个调查与制图的基础工作。

随着国民经济建设的发展，高产、优质、高效农业体系的建立，对土壤调查与制图工作的要求更高更加深入。专业性调查增多，诸如进行山区开发的土壤调查；土壤侵蚀分区的调查；防止土壤污染及区域土壤环境背景值的调查；为科学施肥的典型田块调查；发展经济林木的土宜及旅游资源开发的调查；水利资源开发利用中土壤沼泽化及次生盐渍化的预测调查等等。都是不同条件下提出的，它们的任务要求也不同。只有对调查目的和任务非常明确，才能提高工作效能与调查质量。

土壤调查的任务一般可分为两大类型：

1. 对一个较大区域，如一个省或地区一级的行政区域、或大流域、或某一自然区域的土壤资源作一概括的了解，以便进行农业区划；土地资料评价；或是总体规划等。这种调查均采用中比例尺或小比例尺。其比例尺的确定主要考虑其调查面积大小，即面积较小者多采用中比例尺；反之，则多采用小比例尺。

2. 对一个具体地区，如某一县、乡、农场，甚至更小型的生产单位，需要对其土壤情况进行比较详细的了解，以便进行具体的土地利用或土壤改良规划等，一般采用大比例尺调查。

如果调查一个没有资料的新区土壤，应首先进行概查，即中小比例尺的调查，在此基础上再根据需要进行有计划的大比例尺调查。这相似于地形测量中，首先进行控制测量，然后进行碎部测量等工序一样。

二、确定调查底图的比例尺

（一）底图的精度及要求 土壤调查的精度是用成图的比例尺表示的。精度不同，所用地形底图比例尺也不一样。通常采用的比例尺有以下四种：

1. 详测比例尺：规定为 1:200—1:5000。多用于小型试验地、各种苗圃、土壤改良

试验区、村和农场的分场等类型的土壤利用改良设计。土壤制图单位要求到变种或更细。

2. 大比例尺：规定为1:1万—1:2.5万。多用做乡和国营农场的农业生产规划，土壤利用改良区划和指导农业生产。土壤制图单元要求到土种、变种或其复区。

3. 中比例尺：规定为1:5万—1:20万。多用做县或中、小河流流域的农业区划和土壤利用改良区划，以及森林和草原的开发利用调查。土壤制图单位要求到土属、土种或其复区。

4. 小比例尺：规定为小于1:20万。多用做全国、大区或大的河流流域土壤资源开发，国际土壤图幅的测绘和编制。土壤制图单元要求到亚类或土属的复区。

(二) 确定比例尺的其它影响因素 除上述按任务确定地形底图比例尺外，在同一级比例尺范围内，还有几项其它因素影响比例尺的选择。

1. 根据农业用地方式，确定比例尺。在自然成土因素较一致的情况下，一般果园土壤调查所选比例尺最大，农地次之，林地再次之，牧地最小。如果在同一地区，有两种不同利用方式，也允许采用两种不同的比例尺测制土壤图。

2. 根据地形切割程度和土壤复杂状况，确定比例尺。通常对地形平坦、切割程度不深而土壤种类又比较单纯的情况，所用比例尺可略小；反之，要稍大。例如：进行区乡范围的大比例尺土壤调查，在平原地区，土壤种类比较单纯的，可采用1:2.5万比例尺；在切割平原地区，土壤种类又比较复杂的，需采用1:1万比例尺；在丘陵岗地，土壤种类更为复杂的，应采用1:1万或更大的比例尺。

3. 根据调查面积大小，确定比例尺。调查面积较大的，采用比例尺可略小；反之，要稍大。这与调查后的成图图幅大小是否相称有关。例如，在1km²面积上测制的土壤图，若采用1:5000的底图，图幅为400cm²，显然嫌小，若改用1:2000，图幅扩大到2050cm²，图幅大小即比较适宜。

我国第二次土壤普查规定，山区调查底图要求1:2.5万或1:5万的比例尺，牧区土壤调查，一般情况下，要求做1:10万或1:20万土壤图。乡完成1:5000—1:1万土壤图，县完成1:5万—1:10万土壤图，地区或省完成1:20万的土壤图。实践证明，这些规定是比较适宜的。

地形底图除带有等高线外，应具有精确的和足够的地物点，正确的水文地理网。地形底图的精度对土壤调查的成图精度影响很大，因此，调查人员要向测绘部门搜集调查地区的最新测制的相当比例尺的地形图。

地形图的比例尺要大于成果图的比例尺，如我们要完成1:5万的县级土壤图，最好选用1:2.5万或1:1万的地形图做底图，要完成区的1:1万土壤图最好用1:5000的地形图做底图。

总之，地形图是进行土壤野外草图测制和室内转绘成图的基础图件。为保证制图的精度和质量，通常野外用底图的比例尺比最后成图的比例尺要大。在没有合适比例尺的地形图时，可以用稍小的比例尺地形图进行放大，但放大的地形图上，地物点及其它地理要素较少，使用前要到野外进行补充调查与调绘。为了根据规程的具体要求准备好地形图，还须了解各级不同比例尺地形图的特点及我国地形图的分幅编号，以及制图单位、方法和时间，以把握住图件的质量。

三、组织调查队伍

土壤调查通常按着调查的目的、任务和精度要求，分概查和详查两种类型。

概查工作是为了对大的河流流域或省级行政区域范围内的农业区划或土壤改良所做的中比例尺的土壤调查与制图。概查工作的特点是综合性强，工作的流动性和分散性大，因此，概查工作队伍要配备有经验的植物、地理、水文、气象、农业和土壤等各专业人员参加，组成综合性的调查工作队。

详测工作队是为对国营农场和县级行政区域内农业生产区划、农田基本建设规划、科学种田规划等所做的土壤调查。其特点是成果的精度要求高、生产上要求见效快、工作集中。详测工作队要有专业骨干，吸收有经验的农民参加，在农科站的技术力量配合下进行。

实践证明，无论哪一种土壤调查工作，都要当地行政人员参加，调查工作的性质牵涉的面广，许多问题不是技术干部所能解决的。调查队伍组建时，要有专业人员分工负责野外调查工作、室内分析、资料整理、图件编绘、物质的供应工作，要有明确的岗位职责，明确“技术规程”，并建立严格的检查验收制度，保证调查工作的成果质量。

四、拟定工作计划

制定工作计划时，先要熟悉本次调查的目的与任务，并了解调查地区的基本情况和特点，确切估算工作量。工作量的估量主要取决于成图所要求的比例尺、调查地区的地面的复杂程度、调查使用的工作底图种类、选择观察剖面点的方法、剖面观查的深度与类型、土壤分类与制图图例、其它附加要求及报告编写要求等方面，是考虑工作量的基础。对前人在该区的工作成果，要详细的了解与分析，这样才能制定出切合实际的工作计划。

计划内容一般包括：(1) 调查精度，如调查比例尺的大小、制图单元确定、野外观察和化验分析所需采样的密度等。(2) 成果要求，如完成哪些图幅、调查报告的要求，必须完成的资料汇编，化验分析数据。(3) 工作方法和步骤，包括野外试点、全面展开、室内分析安排，工作总结等。(4) 完成工作的时间，可以时间表的形式落实，以使工作人员遵守。(5) 各项工作阶段所必须的设备、包括野外调查装备及室内化验设备、制图的仪器等。(6) 经费的估算。

第二节 资料的收集与分析

系统的收集、整理并分析研究调查地区的有关资料十分重要。通过资料的分析与研究，可以对调查地区的基本情况和存在的问题有一个总的概念，可以初步确定要补充和修正的调查内容，以及了解前人工作方法的特点。

收集资料要根据调查的任务与目的进行，要注意材料的来源及可靠程度、资料的历史条件等。对收集到的资料要进行编目登记，重要的资料要摘录和加工整理。

一、自然成土因素资料的收集

(一) 气象资料 气候是土壤形成和农业生产的重要因素。地区性的水热状况，对土壤

的发生及其特性,对农业生产的发展,都有重要的影响。因此,需要收集并分析研究温度、湿度、雨量、蒸发量、风和灾害性天气及物候等方面的资料。有时为了研究土壤发生上的某些特殊问题,甚至还要收集并分析古气候资料。

要收集调查区历年的年、月、旬平均气温,年绝对最高、最低温度等,借以了解调查区总热量及热量变化的情况。此外,还要注意收集 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温及有效天数,这些都是作物生长和布局的重要因素——气温指数。还要收集对影响作物生长的关键性温度,如调查区3、5、9月出现低温和7、8月出现高温的资料。

要掌握历年的年、月、旬平均降水量,借以了解水资源及其分配状况。对估计土壤侵蚀力和排涝,灌溉的规划设计有重要价值的大雨和暴雨资料;对研究旱象规律有关的日降雨量、降雨强度等资料也要收集。

灾害性天气、包括干旱冷冻、冰雹、台风、暴雨、霉雨等资料,以及群众抗灾经验的资料,也要收集。

为了研究调查地区气候因素对土壤形成与分类的影响,要收集土壤温度,如表土、心土、底土层的日均温,日最高、最低温度、旬变幅资料,因为这些资料直接影响作物的生育状况及土壤养分转化状况。

对于估测土壤风蚀、风灾和设计农田防护林等有关的风向、风速、风力等级资料,也要收集。

气象资料的获得,一般是通过调查地区的气象台(站)及水文站取得,也可访问农民,总结他们关于历年气候感受所得的经验。另外,还要重视调查地区有关物候资料和气象农谚的收集与整理。

(二) 地质和地貌 地质资料,是我们认识调查地区的地质构造和岩性的基础。地貌影响土壤的水热状况和土壤的利用方向。因此,要收集调查地区的地质图、地貌图及其文字说明,地形图和航片、卫片等图件及文字资料。

借助地质图及文字资料,分析调查地区的地质构造、岩性及其分布规律,成土母质及其基岩等等情况,特别是第四纪地质资料和图件,对于土壤母质的了解具有十分重要的意义。

一个地区的地貌类型往往综合反映了该地区的地表状况、物质组成和地下潜水运动规律。借助于地貌图、地形图,了解调查区的地貌类型、成因及其特性;了解不同地貌类型的特点,诸如河床和阶地的宽度,分水岭高地和坡地宽度;确定不同地貌分区和地貌部位的绝对高度以及分水岭高地高出侵蚀基准面高度等等。

充分了解地质、地貌情况,对确定土属的界线,掌握土壤养分状况的丰缺、土壤物理性状的好坏,以及防止土壤侵蚀和规划农田基本建设等方面,都有很大帮助。

地质、地貌资料的收集,主要依靠地质部门和地理工作者所做的成果图件与文字说明。

(三) 地表水和地下水 地表水和地下水是决定土壤发生及某些性状的重要因素,也是影响作物布局和水利设施的重要条件。借助地形图、水系分布图及航片可以了解调查区的水系及其发生发育情况,以及水系分布的主要特点。这些资料对制定基本农田建设的水利规划是不可缺少的。

浅层和深层地下水的埋藏深度、储量、补给情况,地下水季节性变化动态,地下含水

层状况，地下水矿化度及化学性质等资料都要认真收集。上述资料对发展井灌，研究土壤沼泽化、盐渍化等方面都是重要的。这些资料可以向水利局和当地水文站收集。

(四) 植被资料 植物是主要的成土因素，是土壤有机质和氮素营养积累的重要来源。植被群落也明显地影响着土壤的水、热状况，因此，收集自然植被方面的资料更为重要。其主要内容包括：

了解调查地区所处的植被区划位置（如亚热带常绿林、温带夏绿林、草原及草地等），熟悉不同土类的植被群落特征及演替过程，以及植被与土壤之间的相互关系。在农区调查，要了解当地的作物品种、农田杂草种类及其生长繁殖条件和危害程度。

自然植被图和资料的收集主要通过查阅文献，而农田杂草和当地作物品种及适生植物的种类主要向当地农民访问了解。

二、农业生产资料的收集

土壤是农业的基本生产资料，农、林、牧业的生产都是在土壤上进行的。同时，人类的农业生产活动也影响着成土过程和土壤性质。因此，收集研究调查地区的农业生产资料是土壤调查的一项重要内容。对调查地区农业生产的研究报告，以及试验资料要尽量加以收集与分析研究。要向农业部门了解调查地区的农业历史，农、林、牧业的生产情况，各业所占的比重，历年作物产量、产值以及生产中存在的问题；了解调查地区轮作布局的发展及其对粮食单产和总产的影响；了解历年农田基本建设的成就问题；了解当地开展山、水、田、林、路综合治理的主要措施，以及各种土地耕作管理经验，用地养地的措施及其效率等等。以上资料都与土壤调查成果在农业生产上的应用密切相关，因此都应认真对待。

为了研究调查区农业生产潜力和条件，还要收集一些基本资料，如人口、劳力、畜力、农业机械的马力、耕地面积、林业、牧业用地面积等。

要研究当地的农业生产历史及其变迁情况，特殊的土地利用经验与特产，农业区划与农业发展规划等。

三、土壤资料的收集

土壤资料的收集与分析，对提高土壤调查成果的质量非常重要，是资料收集的主体。只有了解了过去已有的资料，以避免工作中的简单重复。应通过刊物、技术档案以及有关调查总结和科研试验材料，了解调查区的土壤类型、分布规律、形成特点、肥力特征、土壤问题和改良利用经验。要从农业科学研究所收集土壤定位试验和改良资料；有关土壤与农业生产关系方面的资料，如土壤生产性能、因土施肥、因土耕作、因土种植、因土管理以及障碍因素等方面的研究成果。

对于土壤调查资料还应注意研究历次调查使用的分类系统、调查方法、比例尺大小及质量标准。对于一些主要剖面资料，应进行编号整理，摘记主要剖面特征及分析结果，并将剖面号码注记在地形图上。关于培肥与改良土壤的试验方法及效果，也要详细抄录，作为参考。

此外，应按区域整理过去调查的土壤资料，最好设计表格进行填写，以掌握区域土壤特点与问题。还应收集一些特殊的土宜资料，因许多地域性植物性特产往往与一定的土宜

特性有关，在发展商品生产的今天，不应忽视。

四、资料的分析

土壤调查工作者要善于分析所收集到的资料。因为调查地区所收集到的有关资料都是过去调查的成果，所以分析研究这些资料，能帮助我们了解调查区过去的土壤情况及问题，因此，要深入地分析研究所得到的资料。资料分析可以从四个方面进行。

1. 分析调查地区自然成土因素的特点：根据气象资料，分析调查地区的水热系数。水热系数（干燥度）是反映温暖季节的某地区的干湿程度，水热系数与干湿程度的关系如下：

水热系数	干湿程度
0.8—1.0	干燥区
1.0—1.4	湿润区
1.4—2.2	水分充足区
≥2.0	过湿润区

我国采用的计算水热系数公式为：

$$\text{水热系数} = \frac{\text{降水量总和 (日均温} \geq 10^{\circ}\text{C)}}{0.16 \times \text{活动积温 (日均温} \geq 10^{\circ}\text{C)}}$$

为了研究调查区气候因素对土壤形成与分类的影响，可以将多年按日平均的气温、降水与蒸发量画一个综合坐标曲线图（图 1-1）。

美国的土壤分类系统将土壤气候分为四种：

- (1) 干燥的，即土壤干燥时期为大于 180 天。
- (2) 干湿交替而夏季湿润的，即高温多雨同时出现。
- (3) 干湿交替而冬季湿润的，即地中海型气候，在种植夏季作物时还需灌溉。
- (4) 湿润的，即全年最少四分之三时间是湿润的。这种土壤气候的区分方法也可作为我们的参考。

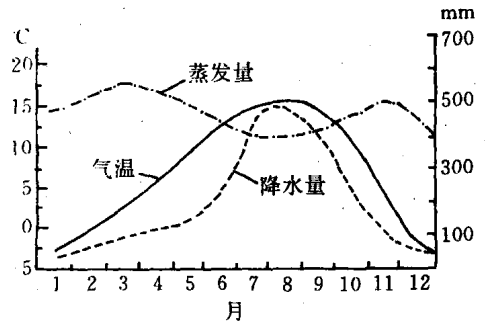


图 1-1 气温、降水、蒸发的月平均分布示意图

表 1-1 武汉市 ≥10°C 积温统计表

积温范围 (°C)	次数 (年)	频率 (%)	保证率 (%)
5501—5600	1	4	4
5401—5500	5	21	25
5301—5400	4	17	42
5201—5300	4	17	59
5101—5200	3	12	71
5001—5100	5	21	92
4901—5000	2	8	100
总计	24	100	—

又如，根据气象资料，分析各气候要素出现的频率和保证率。如以武汉市（1951—

1974) $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的平均活动积温为 5239.8°C ，而历年活动积温按一定的范围为 $4915.3-5523.2^{\circ}\text{C}$ 之间，将历年活动积温按一定的范围分组如上表，然后统计各组出现的次数，除以总次数得出频率，按频率自上而下逐项累加，就得出积温范围的保证率。从表 1-1 可知武汉市 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的活动积温在历年的可靠性。

用同样的方法，可以统计有关温度或降水的频率和保证率。

此外，可从地质图、地形图和有关资料来分析调查地区的地理景观，如地势的差异，山地、丘陵、平原的分布状况，以及分析基岩类型及成土母质的状况。作为土壤、土壤改良和土壤利用的地学基础。根据水文资料，分析当地水资源情况，如可利用水量有多少，利用水资源存在问题等。在沿海地区调查要分析该区的潮位高低及潮侵频率。当地的植被类型，适生植物种类，分析它们的生境条件，重要的指示植物和它们的分布情况等。特别注意研究野生经济植物的生境条件，土宜问题，因为它们是很重要的再生资源。

2. 分析调查地区农业生产的发展情况：根据统计材料分析历年农业生产的变化，分析气候特征、施肥量、耕作改制与农业发展的关系幅度。特别要注意研究创建高产、优质、高效农业的有利条件与不利因素。例如，上海市青浦区从 1971—1980 的 10 年间，粮食生产有大幅度的增长，但在总的增长趋势中，也出现不稳定现象（图 1-2）。在常产的起落现象中，存在着不平衡状况。粮食年际常产波动在很大程度上与气候有关。但同一丰年或同一欠年内各乡之间的常产高低图（图 1-3），除栽培管理外，主要是土壤质量好坏引起的。因而改善低产、平产土壤条件，对促进均衡生产有很大的潜力。

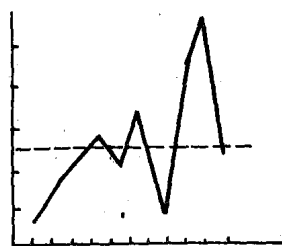


图 1-2 1971—1980 年 10 年常产曲线图

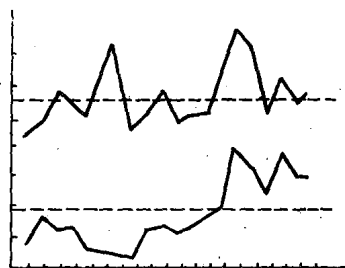


图 1-3 各乡丰、欠年常产的距平分布

3. 分析调查地区主要土壤类型的发生、特性、分布规律：分析各成土因素对土壤发生发育的影响，对土壤肥力高低的作用及对农业生产情况的影响等。

4. 要在分析已有资料的基础上，提出要进行调查的内容，调查深度，设计调查计划，如要研究的土壤特征，要分析化验的项目，要设计的调查路线以及必须观察的剖面点等。

第三节 调查物质的准备

一、图件的准备

带有等高线的实测或由航片转绘的地形图是土壤调查采用的最基础图件。它是野外草图测制和室内转绘成图的基础图。为了保证制图的精度和质量，通常野外（地形图）的比例尺比最后成图比例尺要大。例如，土壤成图的比例尺为 $1:5$ 万，则野外测制草图比例尺

应为1:2.5万,因此,就要同时收集这两种比例尺的地形图,分别作野外和室内成图之用。如野外制图的底图为航空像片,则所收集的底图比例尺可以和最后成图比例尺相同。以做为室内转绘成图之用。

在外出调查前,需根据调查任务的要求,由测绘部门提供有关比例尺的最新地形图。至于土壤调查所用地形图的份数,决定于成果条件的数量。每幅相同图件至少要准备双份,供草测和清绘使用。为根据规程的具体要求准备好地形底图,还须了解各级不同比例尺地形图的特点及我国地形图的分幅编号,以及测图单位、方法和时间,以把握住图件的质量。

二、遥感资料的准备

航空像片与卫星影像等遥感资料,是进行土壤调查与制图的现代化手段之一,在准备地形图的同时,一定要准备和研究航片和卫星影像。应用航片进行土壤调查与制图,具有许多优点,因此,凡有条件的地区,要尽量利用航片做为土壤调查的底图。

(一) 航片比例尺的选择 航空像片、地形图、土壤图的比例尺划分标准不同。航片的划分标准为:1/10000或1/15000以下为大比例尺;1/25000以上为中比例尺;而1/35000以上为小比例尺。

进行1/5000—1/10000的大比例尺土壤调查制图时,最好使用大比例尺的航片,由于大比例尺反映地面状况极为详尽,故像片的比例尺可稍小于成图比例尺,如进行1/5000土壤调查制图可使用1/7000航片,进行1/10000土壤调查制图,可使用1/12000—1/14000的航片,都无损于精度,并可减少航片拼接等工作量。

进行1/25000的土壤调查制图时,最好选用同比例尺的航片,但不要大于制图比例尺。航片比例尺大了是浪费,相片比例尺小了,判读性能降低,影响调查制图的质量。

干旱、寒冷地区自然景观比较单纯,人类活动影响较小,在这些地区1/60000左右的航片仍能详细反映地面实况,可满足1/50000—1/100000的土壤调查制图。

(二) 航片的准备 在有相片平面或影像地图的地区,最好利用它们作为土壤调查的底图。多数情况下,是以接触晒印航片及由此镶嵌的像片略图作为调查底图。

准备相片一般要向测绘部门订购二套接触晒印相片(至少一套半),其中一套供立体观察、判读和转绘用;另一套(半套)供镶嵌相片略图,或供野外控制测量,选编典型影像图谱等用。

因当前我国广大地区主要是大比例尺和中比例尺的黑白航片,所以主要是准备黑白航片,对少数地区具有彩红外航片和多波段航片也可以使用。在订购航片时,要索取诸如摄影时间、航高、航片的焦距等资料,以便对航片质量进行分析。

(三) 卫星影像的准备 主要准备陆地卫星影像MSS和TM影像,MSS影像主要用于牧区、荒漠区的专业制图和省级、地区级的资料汇总工作,而TM影像主要适用平原区的1/50000—1/100000的土地利用调查。

三、调查工具的准备

(一) 取土工具 到目前为止,我国观察土壤剖面的主要方法仍然是用锹挖掘土坑,或