

[英] D. 登特 A. 扬 著

土壤调查与土地评价

倪绍祥 译

农业出版社

土壤调查与土地评价

〔英〕D. 登特A. 扬 著

倪绍祥 译

农 业 出 版 社

前 言

本书目的有三个方面：为那些积极从事土壤调查与土地评价的人提供关于技术和过程的简要说明；为那些学习本专业的人提供一本基础教材；为土地利用规划工作者、农学家、经济学家和所有可能涉及委托土壤调查或应用这种调查成果的人提供关于方法现状的评价。

我们没有将对方法的详细说明包括在本书之中，从已发表的手册和调查指南中读者不难找到这些技术细节。本书提供了这方面的一个选择书目。若不可能从别处得到详细说明，尤其是关于土地适宜性评价，则提供有对方法的比较详细的解释。就多数部分而言，我们已尝试对这些方法的基本概念和原理作出概略说明和评述。这样，读者便可对这些方法有所选择和采用，以满足不同类型的土地规划、开发和管理的要求。

本书内容包括三大部分：土壤调查（第1—7章）；土地评价（第8—11章）以及与土壤调查和土地评价共同有关的方面（第12—15章）。然而，土壤调查解译与土地评价之间并无严格的界限，区别只在于着重点和方法而已。一般读者，即规划工作者、农学家、农民、工程师或考虑委托调查或使用调查的一类读者，可先从第1、8和15章读起，因为这几章直接针对土壤与土地评价调查可以提供的那些类型的信息。然后，他们可转而阅读本书其余部分的详细材料，因

为这些材料可能与他们的兴趣或需要有关。职业调查人员，可以首先阅读他们已经具备有专门知识或感兴趣的那些章节，比较书中所表达的观点，否定其中某些观点，希望他们能从中得到某些新的想法。学生，可从头到尾阅读，因为作者本来就是带着这样的意图，依据我们在东英吉利大学开设的同一名称的课程写出这本书的。

为了避免作重复说明，“调查人员”（surveyor）这一术语用于包括调查机构、野外调查队伍或单个调查工作人员。使用“调查人员”这一术语时，并不意味着我们指的是单个人的调查。为简洁起见我们也采用“使用者”（user）这一用起来相当不便的术语，用以包括规划工作者、农学家、林学家、农民、工程师、经济学家和所有其他利用调查成果的人。

土壤调查与土地评价是以经验为主要资格的一个领域。我们通过与某些国家调查机构和顾问公司中的其他调查人员一起工作得到了我们的经验。很多同事的想法已收入本书之中，我们对那些曾和我们一起工作的土壤调查人员和其他专家表示热诚的感谢。对特别的感谢书中有专门说明。但是为了避免正文被参考文献打乱，在每一章之末附有进一步阅读文献，它们已包含有对这些发表材料的感谢之意。

D. 登特

A. 扬

1980年于英国诺里奇

感 谢

作者对下列诸位就本书初稿提出有益和建设性意见致以感谢：J. A. 卡特博士，H. S. 吉布斯教授，G. W. 奥尔森博士；J. A. 阿伦博士（第3章）和R. K. 图内博士（第11章）。

作者和出版人感谢下列机构和个人容许翻版照片、插图和表格：

图版 I —— 剑桥大学航空调查组；图版 II —— 格拉斯哥大学地理系R. 普赖斯博士；图版 III —— 冈比亚，调查主管人；图版 IV —— 马拉维，调查专员；图 1 与表 5 —— 剑桥大学出版社；图 2 —— R. U. 库克教授，J. C. 多恩凯普博士及牛津大学出版社；图 6 与表 9 —— 英格兰和威尔士土壤调查 (Soil Survey of England and Wales) 负责人；图 8 —— P. H. T. 贝克特博士和ICI股份有限公司；图 9 —— G. 穆道赫博士；图 10 —— 联合国粮农组织；图 11、13，表 33、34 和 35 —— 皇家地理学会；图 12 —— K. J. 毕克博士和瓦格宁根国际土地开垦与改良研究所；表 20 —— T. F. 夏克森先生和马拉维农业与自然资源部；表 28 —— 联合国粮农组织。

目 录

前言

感谢

第一章 土壤调查能做什么和不能做什么.....	1
§ 1—1 一般目的和专门目的的土壤调查.....	3
§ 1—2 规划环境.....	4
§ 1—3 土壤调查的使用者.....	6
§ 1—4 土壤调查的应用.....	10
§ 1—5 谁开展土壤调查.....	14
§ 1—6 某些原则.....	15
§ 1—7 土壤调查不能做什么.....	18
第二章 土壤调查的规划.....	21
§ 2—1 目标.....	23
§ 2—2 调查设计.....	24
§ 2—3 工作人员.....	29
§ 2—4 装备.....	30
§ 2—5 后援服务.....	32
§ 2—6 时间安排和成本.....	34
§ 2—7 调查规范.....	36
第三章 遥感.....	38
§ 3—1 航空象片.....	39
§ 3—2 航空象片在土壤调查中的应用.....	46
§ 3—3 解译.....	47
§ 3—4 其他类型机载遥感.....	60

§ 3—5 卫星遥感·····	66
第四章 野外调查·····	71
§ 4—1 研究阶段·····	71
§ 4—2 制图阶段·····	78
§ 4—3 协调与质量控制·····	94
§ 4—4 解译阶段·····	96
第五章 制图单元·····	100
§ 5—1 分类单元和制图单元·····	100
§ 5—2 建立制图单元的准则·····	102
§ 5—3 详细土壤调查的制图单元·····	104
§ 5—4 专门目的土壤调查的制图单元·····	108
§ 5—5 小比例尺土壤调查的制图单元·····	109
§ 5—6 选择制图单元的指导原则·····	110
第六章 比例尺、精度、成本与利润·····	112
§ 6—1 比例尺与集约水平·····	112
§ 6—2 对土壤图精度的限制性·····	118
§ 6—3 土壤调查的成本和利润·····	124
第七章 土地系统方法·····	134
§ 7—1 踏勘性调查的目的·····	134
§ 7—2 土地系统方法·····	135
§ 7—3 其他方法·····	143
§ 7—4 踏勘性调查中的评价·····	144
§ 7—5 踏勘性调查的价值·····	146
第八章 土地评价·····	150
§ 8—1 定义·····	153
§ 8—2 土地评价的类型·····	156
§ 8—3 土地评价的目的·····	158
§ 8—4 原则·····	162
第九章 土地潜力分类·····	166

§ 9—1 概念与假设	167
§ 9—2 分类的结构	170
§ 9—3 调查步骤	172
§ 9—4 利用土地潜力分类	178
§ 9—5 讨论	180
第十章 土地适宜性评价	183
§ 10—1 分类的结构	185
§ 10—2 开展土地适宜性评价调查	190
§ 10—3 讨论	241
第十一章 土地评价的经济分析	245
§ 11—1 步骤	249
§ 11—2 应用	258
§ 11—3 更广泛的经济与社会分析	265
第十二章 自动数据处理	268
§ 12—1 土壤信息系统	268
§ 12—2 土壤信息的数量分析技术	273
§ 12—3 土地评价的自动方法	275
第十三章 成果的提交	281
§ 13—1 报告	285
§ 13—2 公开	296
第十四章 为灌溉目的的调查	299
§ 14—1 土壤调查	300
§ 14—2 土地评价	311
第十五章 应用	316
§ 15—1 应用	320
§ 15—2 近今趋势	328
附录	334
参考文献	339
译后记	347

第一章 土壤调查能做什么 和不能做什么

农业、林业、乡村和城市规划的非正式决策，土地发展项目中的可行性和设计研究，以及许多工程项目，都需要对土壤的性质以及这些性质对于管理的反响作出评价。土壤调查的实际目的是为某些特殊目的作出比任何其他途径能够作出的更为数量化、准确和有用的预测。

为了实现这个目的，必须确定土壤覆盖的图式并将这种图式划分成相对一致性的单元；对这些单元进行制图，以便可预测一个区域内的土壤性质；以及按这种方式阐明这些制图单元的特性，即对它们的土地利用潜力和对管理变化的反响作出有用的说明。

土壤调查并不是对景观的孤立片段进行制图的简单过程。每一土壤性质都在一定程度上沿垂直方向和水平方向逐渐演变。一种性质的变化并不一定与另一性质的变化同步。因此，相同的结合并不一定在此景观内重现。然而，土壤的个体是要确定的，但它们的界限是渐变的，过渡型土壤是常见的。这与生物世界的孤立个体情况正好相反；在生物界，可以辨别出种，每个种都有一定特性范围，混杂或其它过渡型式相对较少。

编制土壤图的第一步是确定制图单元。如果调查目的十分狭窄明确，并对与此目的有关的土壤性质已有所知，那么可对这些性质直接制图。如果目的比较泛泛，那么通常对上

壤进行分类，并按土壤形态即野外观测到的性质对土壤进行制图。其他性质，只是在每一个形态组的代表性采样点对其加以测定。

土壤调查是否有用，第一取决于对土壤性质制图的准确性，第二取决于这些性质与调查目的之间的关联程度。任何特殊目的土壤调查的有用与否，取决于与此目的关联的土壤性质以及制图所依据的土壤性质之间的相关程度。对于那些能够借助手和眼睛测定的土壤性质的制图，要比对那些要求实验室分析才能测定的土壤性质的制图快速和便宜得多。因此，土壤调查的核心部分，是通过研究去建立土壤形态和其他感兴趣性质之间的相互联系（如果存在这种联系的话）。

人们有时提到：“土壤调查的目的是编绘土壤图”。作为目的语句，这是不妥当的。这会给人造成这样的误解，即图就是所希望的一切。要是默认这个概念，就会导致作出不平衡的努力，即在对土壤分布和为说明制图单元性质而进行的常规分析方面化费不必要的时间和资金，而忽视探究土壤图是否可能有用，以及什么土壤性质与可能的作用过程有关。土壤调查本身并非最终目的。它的使用价值不应简单地等同于它能预报土壤性质的准确性，而不涉及这些性质是否对实际土地管理有重要性。土壤调查，通常是协助农民、林业工作者、工程师、规划工作者、发展机构和其他一些使用者作出关于土地利用和管理的明智决策的工具。因此，在土壤调查的初始阶段应该十分注意这个调查可能的潜在使用者以及他们可能需要哪一类土壤信息。反之，委托土壤调查的人应该认真地考虑需要知道一些什么，并明确地将这些告诉调查队伍。

§ 1—1 一般目的和专门目的的土壤调查

如果一开始进行足够详细的制图，对每个制图单元的特征有足够详细的描述，那么这种基础土壤图可用于许多目的的解译，而不需遇到一个新的管理问题时重新进行调查。这种做法已成为土壤调查的一条原则。然而，要是不是随便碰巧，而是特意考虑用户的要求，那么必须将这些要求包含在调查的概念之中，包括制图单元的选择，制图比例尺，调查密集度和报告形式。

于是，土壤调查可以采取两种办法，即一般目的的土壤调查或专门目的的土壤调查。

一般目的的土壤调查 是指望为很多不同目的提供解译的基础，这些目的中有些也许还不太清楚。在缺乏任何可行的替代方法的情况下，制图单元必须依据土壤形态。最合适的单元是一组具有相同的层序，发育于类似母质上和处于类似的外部状况下的土壤，这就是指土系。按此方式归并的土壤有许多共同之处，土系已被证明无论对于一般目的解译还是作为研究土壤—植物关系的基础都是一个有用的单元。

一般目的的土壤调查涉及制作表明土壤单元分布的土壤图；这些土壤单元主要依据其形态以及在野外和实验室对这些单元的其他物理、化学和生物学特征的分析资料加以确定。一般目的的土壤图可以作为进一步解译即土地评价的基础，这种土地评价不仅涉及土壤单元的性质，而且也涉及其他有关的自然、经济和社会因素。

专门目的的土壤调查 是在土壤调查的目的不仅已经知道，而且这种目的比较专门，如灌溉、土地开垦或特殊作物

如茶叶或甘蔗的栽培等情况下进行。假定目的已经明确地确定，与此目的的有关的土壤性质也已清楚，这些土壤性质或者通过参照可加以观测的性质，否则依据艰巨的网格取样和分析可加以制图，具备了这些条件，专门土壤调查方可进行。例如在灌溉发展中可开展专门土壤调查，因为已经确定了相关的土壤性质以及它们的界限值，同时进行深入细致的野外调查在经济投资上说也是合理的。

一般目的土壤调查最适合应用于不太发达地区，那里对自然环境以及潜在土地利用几无所知。可能利用的范围较为广泛，也许包括耕作和非耕作利用；在作出土地利用的决策前必须收集关于土壤的基本信息。那些试图一致地对全国范围进行制图的国家土壤调查机构也必须采用这种调查。在那些人们对包括其土地利用潜力已有较好了解的地区，专门土壤调查是最为有用，发达地区或人口稠密地区也适于这种情况。

一般目的的土壤调查的缺陷，是不能在同等程度上很好服务于各种目的。相反，这种逻辑则可运用于专门目的的分类。调查按一个专门目的剪裁得越多，它在其他目的方面的价值越低。一个专门旨在作为甘蔗种植园生产基础的调查将不适于规划小农的混合耕作。如果需要进一步的信息，很可能需要进行另一次调查。

§ 1—2 规划环境

土地利用和管理方面的决策的作出体现了土壤调查的用处。这种决策的类型随国家或地区的社会和经济状况的不同而不同。有两种主要的区别，一是存在于发达和不太发达国

家之间，一是存在于人口稠密和人口稀少或无人居住地区之间。为了使用较好的术语，按此区别而作的划分可称为规划环境。

发达和人口稠密地区可以西欧和美国东北部为例加以说明。这些地区在土地的农业、林业、娱乐、城市和工业利用之间存在竞争和矛盾。土地利用改变的决策在很大程度上受到法律和制度因素的限制，易受压力集团以及有时公众质询的关注。在这种情况下，土壤的质量只是许多考虑因素之一，虽然是最客观的考虑因素之一。许多土地仍然处于老早以前延续至今的利用方式之下，受到法律权利或私人兴趣的限制，以致土壤调查的作用之一是改善在这种利用下的管理。现有使用者具有很好的关于土壤性质的经验和知识，很大的土地资本投资以及很发达的科学和顾问后援。

在发展中国家，土壤调查大多是在土地开发规划的范畴内进行，并常得到海外的资助。在人口稀少或无人地区，开发形式表现为土地定居项目；在人口定居地区，则表现为土地的重新组织或开发项目。具有定居潜力的人口稀少地区在南美洲最为广泛，其次是非洲，以及亚洲的某些局部地区（如苏门答腊）。在所有大陆上这种人口稀少地区正在逐渐变小。这就为土壤调查提供了最简单的涵意：取属于政府所有的无人居住土地，并将其每一部分分配给最适宜的利用。一个相应的缺点是，无人居住表明也不可能获得当地农作方面的经验。

发达国家无人居住土地的规划环境，就可能的土地利用决策种类而言，与发展中国家类似土地无很大差别。澳大利亚内陆某些部分和加拿大北部属这一类型。可能的土地利用的性质受到高的劳动力价格和较大的获得资本的可能性的影

响。同时在保持方面的兴趣可能更强烈些。土壤调查的涵意基本上是相同的：有一块土地，原始的决策是否去发展这块土地。如果是这样的话，怎样将这块土地分配给不同的利用。

在由印度次大陆的大部分地区这种极端形式所代表的不发达国家的人口稠密地区，也不能排除土地利用种类的改变，但是这种改变必须是在取得现有人口许可的情况下才能进行。土地管理的标准受到人们的教育水平和资本来源的抑制。那里有关于农业耕作的丰富经验，但是这主要是与低的输入和简单技术的农业耕作相联系的经验。常常有这样的规划要求，即将足够的区域投入食品作物生产，以满足农村人口之需。

为了某些目的，一个进一步的重要方面是中央规划经济。这包括东欧的发达和人口稠密地区，诸如中国农村那种人口稠密的发展中地区，以及西伯利亚和蒙古的无人居住地区。在那些地方，尤其是在苏联，有规模很大的国家土壤调查机构，土壤调查一定也是大量的，但是难于获得关于这些调查所起作用的信息。据迄今所能看到的，在这类经济中的土壤调查的使用与西方相应环境相比，看不出有什么根本的差别。

§ 1—3 土壤调查的使用者

土壤调查信息的实际和潜在使用者，包括农民、农业顾问人员、研究人员、林业工作者、规划机构、发展组织、工程师和私人投资家。

农民 由于耕作农业是土壤调查与之最为密切联系的土

地利用种类，因此可以指望土壤调查的主要使用者是农民。可是，实际上大多数农民几乎或根本不使用土壤调查。他们已有的有关的土壤知识可能比调查者所能获得的要好得多。农民掌握的有关土壤的见解主要与一些重要的管理特征有关：质地（犁耕时土地粘重和轻），排水性（湿地），营养保持（贫瘠土壤）以及表土的构造状况（耕性，肥沃程度）。不仅知道每一田块的这类特性（在英国很多特性有内涵的名称），而且有时也知道单一田块内部的变化。看上去不合理而实际可能的是，只要农民在同一土地上继续以往那样的行业，他们往往就不需要土壤调查。

在仔细考虑革新（如引进附加的喷灌）或新土地的利用的地方情况则有所不同。任何新的农业行业均要求资本投资，在发达国家投资规划是很大的。清除林木、灌溉或土地开垦也是昂贵的。在上述每一种情况下，错误意味着浪费金钱。通过土壤调查事先避免这些错误，至少要比从错误中吸取教训要便宜一个数量级。

农业顾问人员 很多国家土壤调查的主要使用者是农业推广服务机构，如英国的农业发展和顾问服务（ADAS）。在某些发达和人口稠密的国家，国家土壤调查组织的工作主要是满足这方面的需要。顾问人员的任务是将一个农场的经验介绍给另一个农场，以及引进由研究而得到的新技术。对这类目的而言，已发现土系是最合适的单元，顾问人员正在逐渐建立起与土系相联系的一组管理经验。

另一类顾问服务是农场保持计划。它最先在美国建立起来，现在已成了发展中国家较为先进的农民的标准实践。这一计划有两个主要组成部分：将农场的每一部分分配给主要的土地利用类型（轮作耕作，永久牧地，林地等）以及设计

土壤保持措施。农场道路、钻空定位以及农场建筑物等也包括在内。土地潜力分类正是为这种目的而设计，并能很好地为之服务。

研究工作者 农业研究工作者总是应该与和其研究有关的气候和土壤有关联。这既适用于其他的田间实验项目，如疾病抗御。然而，在农学试验报告的序言中加入关于气候，试验年份的天气，土壤类型（地方名称和国际名称）以及主要的土壤性质方面的详细说明，这决不是到处适用的做法。因为这会造成大量的不必要的重复劳动，有时会将结果推广到它们并不适用的环境条件中去。

林业工作者 林业是农村土地的一种主要利用方式，常常是在政府而非私人管理之下。在这种情况下，顾问人员和操作者可能是一人和相同的人。林业与耕作农业的需要有许多相似之处：树种类类似于作物，依其对土壤的嗜好和忍耐性而变。输入投资，例如建立和维护森林道路，与木材产量一样重要。不同特点是林业的长周期性质，因此树种与生境的原始搭配十分重要。一旦提出要建立一个林地，最好要进行一次土壤调查。这种调查可作为林地形式、栽植和管理的基础。土系可以成为栽植和管理的基础，而土系的成份则更为有用，如陡峭度、深度、排水、侵蚀性、岩石露头和巨砾的频率。如同在农业中那样，可以进行基本制图单元的解译归并。

规划机构 农民、农业工作者是在有限的利用范围涵意内活动，而规划工作者则关注主要利用类型即从粗草放收到林业，从耕作到城市之间变化的决策。在发达国家，这类机构是当地政府的乡村规划当局。例如在英国，它们包括郡和区政会的规划部，以及一些准政府机构，如乡村委员会和国

家公园局。假定说在发达国家和人口稠密国家土地利用的改变会遭受到巨大的抑制，但仍需要为一些专门目的的土地适宜性进行比较详细的评价。某些国家，以美国为首，对于土地利用中的一些大的变化要求进行环境预断评价，其中必须包括土壤的评价以及土壤对于拟议土地利用变化的可能反响。

发展组织 在不太发达的国家，提出土壤调查要求的主要是一些负责乡村土地发展的机构。其中包括国际组织如世界银行和粮农组织（FAO），国家海外援助组织，以及国家政府机构，有时还包括这些国家的地区政府机构。在对一个地区计划进行大量投资，而对该地区几乎一无所知，或者对一个地区在建议的土地利用类型上几乎没有什么经验；在这些情形下危险因素最大。

在某些灾难以后，其中最著名的是1947年东非花生计划，土壤调查已成为土地发展项目的一个标准组成部分。

工程师 工程师利用土壤调查，是一件相对较晚但是正在迅速发展的事。他们利用土壤调查的主要目的，是道路选线和路基，建筑物基础以及污水和其他废水包括有毒物质的处理。现在已有大量证据，说明工程参数（如抗剪和挤压强度、可塑性、胀缩性能，对钢铁和混凝土的腐蚀性）与土壤类型是密切相联系的。土壤调查可为景观的分层采样提供一个基础，这样就大大减少了工程测量的工作量和成本。

私人投资者 在私人投资者中也可包括银行和其他的信用机构。有钱在手的人必定对使用土壤调查持谨慎态度。只要可能，他们宁可倾向于有经验人的当场判断，这是可以理解的。在那些对所要进行的行业类型先前已经积累有许多经验的地区，这种直观判断多数情形下是可靠的。然而，要是