

土壤详图的 编制和应用

[苏] Н.П. 索洛金娜 编著

齐国光 译
王浩清 校

农 业 出 版 社

土壤详图的编制和应用

[苏] H.П. 索洛金娜 编著

齐国光 译 王浩清 校

农业出版社

Составление и использование детальных почвенных карт
Методические рекомендации
Н.П.Сорокина
Почвенный институт имени В.В.Докучаева, Москва, 1977

土壤详图的编制和应用

[苏] Н.П.索洛金娜 编著
齐国光 译 王浩清 校

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 2印张 43千字
1984年12月第1版 1984年12月北京第1次印刷
印数 1—7,150册
统一书号 16144·2926 定价 0.38元

译 序

土壤详测制图以详细而真切地剖析土被为特点，它既是深入研究土壤发生、分类、分布等土壤学基本理论问题的重要方法，也是土壤地理学科能在基层生产单位紧密联系生产实际的独特手段。苏联开展土壤详测制图研究历史已久，《土壤详图的编制和应用》在反映基本理论和主要方法的最新进展方面作了努力。例如：制图对象，引用了土壤个体和单元土区等概念；制图单元独立性的确定和土壤界线过渡性的处理，采用了土壤诊断特征的统计学论证；土壤图制图精度的鉴定和评价，运用了图斑无错判定的概率估计，等等。由于对土壤详测制图的主要技术关键成功地采用了数理统计方法，使常规土壤调查得以尽力摒弃主观随意性，而大大增强数学可证性，因而显著地提高了研究成果的客观性和科学性。同时，书中还介绍了道库恰耶夫土壤研究所在泽列诺格拉德斯克定位试验站运用上述理论和方法进行 1:1000 比例尺土壤详测制图，以及将其研究成果应用于田间试验解决生产实际问题的成功例子。全书内容全面而新颖，文字简练有一定的学术价值，也有明显的实用意义。

我国土壤学者早在 30 年代起就对土壤详测制图给以一定的关注，其后呼声越来越高。但半个世纪过去，迄今未能系统深入研究，成果报道亦寥。这种状况，不能与我国农业生产发展步调相适应，也影响我国土壤科学本身的发展。目前，我

国正在进行第二次全国土壤普查，工作比例尺大都采用1:10000；一些技术条件较好的地区做得更细，如上海进行了1:2000的详细调查。这次土壤普查，面广、量大，在质量方面也有明显提高，无疑将对我国农业生产和土壤学发展产生深远影响。但目前的土壤普查成果直接为基层生产单位所应用，并以措施形式落实到具体的地段和田块尚有一定距离。今后，还应在土壤普查基础上选择若干代表性地段，深入进行土壤详测制图，解剖麻雀，以点控面，这样将大大促进土壤普查成果的直接应用。就实用意义而言，土壤详测制图在如下四种地区范围将能发挥独特作用：（1）最基层生产单位，如人民公社生产大队、生产队，各类农、林场；（2）对高度集约经营区，如太湖平原、珠江三角洲、成都平原、洞庭湖平原等农业区，以及全国各大中城市蔬菜区；（3）特种作物区，如各类经济作物种植区、果园、苗圃、药材、场植物园等；（4）科学研究基地，如农、林、牧各类试验和定位观测点，以及高产样板片等。人们可以期望，土壤详测制图将在详实剖析复杂的土壤自然体和有效地解决实际生产问题的良好统一中，不断丰富和完善土壤学的理论宝库。翻译这本小册子的目的，在于在第二次土壤普查基础上进一步开展土壤详测制图时，在理论、方法和成果应用诸方面，为我国土壤工作者提供最新参考资料。

为了便于阅读，译校者对原著目录和文中小标题按汉语习惯作了少许改动。原著术语颇多，而且作者又似乎喜欢变换修辞手法，常见同一概念用不同术语表达。为减少理解上的困难，译文尽量注明俄语原词。虽然这样，限于审译者水平，错译之处恐在所难免，诚望读者不吝指教。

席承藩

一九八三年春于南京

目 录

序.....	1
第一节 土壤详测基本原理.....	2
一、制图对象和详测比例尺	2
二、图班内容.....	3
三、土壤剖面(Выработка)布设	5
四、制图底图及其利用和评价	6
五、土壤详图的精度评价	9
第二节 土壤详测方法.....	10
一、外业前的室内准备	10
(一) 室内时期的工作内容	10
(二) 分析大比例尺图件	11
(三) 选择详测比例尺	12
(四) 选择航片	12
二、土壤详测第一阶段	13
(一) 野外工作	13
(二) 室内工作	20
三、土壤详测第二阶段	33
(一) 野外工作	33
(二) 室内工作	34
第三节 土壤详测方法应用举例.....	37
一、第一阶段野外工作	37

(一) 地形测量	38
(二) 布设系统剖面网	38
(三) 布设剖面壕	38
二、第一阶段室内工作	42
五、第二阶段野外工作	43
第四节 土壤详图的应用	45
附录	48
参考文献	51

序

编制土被详图是研究土被最有效的方法之一。土壤详图不仅用于解决纯粹的实用问题（布置农业技术和农业化学试验、品种试验、农机试验），也用于研究土被分布规律和土壤发生的理论问题。解决这些问题的效果主要取决于基础资料，即土壤图的质量。但是现有的编制土壤图的方法与上述任务，即反映土被真实结构尚不适应。

查考土壤详测制图文献（包括某些土壤调查方法手册）表明，虽然这个问题历史已久，但探讨不深。必须明确制图对象，进一步研究和论证实验方法。困难在于低级土壤分类及其诊断(диагностики)研究得不够。在进行土壤详测制图时，对成土因素(首先是地形和植被)的利用要作出客观分析，要研究详细判读航空像片的方法。必须详细拟订土壤图的精度标准和制图技术方法。

本书是关于编制土壤详图的方法介绍。我们力图总结国内上世纪末以来累积的详测制图经验，顾及不同时期试验工作包含的详测工作的一般方法和制图技术要素，并且考虑到以后定量描述土被及其结构，以及分析不同试验条件下产量与土壤的关系，作了必要的补充。

本书介绍的方法是土壤详测方面初步的专业方法论资料，无疑需要逐步完善。道库恰耶夫土壤研究所土壤发生、地理和分类研究室怀着感激的心情接受建议和批评意见，以期使土壤

详测方法进一步完善。

第一节 土壤详测基本原理

一、制图对象和详测比例尺

土壤图的内容取决于制图对象的选择。我们把与调查目的相适应的面积(площадь)作为制图的基本对象,并将这个面积作为一个均一体(однородной)来考虑,而不再进一步细分。本书介绍的方法中单元土区(ЭПА)^①是土壤详测的对象(Фридланд, 1965)。也就是说,只有全部用单元土区表示独立图斑(контур)的图才算土壤详图。对复合土被制图时,组成复区(Комплекс)各成分的所有单元土区都要查明。这些单元土区的范围可能是几平方米。

土壤详图作为单元土区图(Карты элементарных почвенных ареалов),其比例尺取决于单元土区的大小。因此,虽然有一定范围的变动(1:500—1:2000—1:5000),但反映单元土区(Фридланд, 1972; Бербров, 1973)的制图比例尺还是一个可以计算的数值。迄今不同地区土被结构研究所积累的试验资料,使我们通常可以预先规定需要的比例尺;而在详测过程中,再进一步确定比例尺。

ЭПА详图反映土被最基本的组织水平(уровень организации),使土壤发生和土壤地理的研究任务得以圆满解决。这种图也极其符合В.С.Богдан, А.Н.Лебедев及А.Н.Со-

^① ЭПА为элементарный почвенный ареал的缩写,本书译作“单元土区”。——译者注

КОЛОВСКИЙ 所作的试验要求。只有这种详图能为研究土壤与产量的关系提供资料，揭示产量多变的原因，以及用以查明各种土壤农业生产的共性和差异。

揭示土被结构至 ЭПА 水平，是土壤详测的独到之处，因为与其它任何别的土壤分类和制图不同，土壤详测原则上要求用另外的方法进行。

二、图斑内容

土壤详图的内容由低级分类单元构成。图斑内容取决于所采用的土壤分类，并与野外制图确定土壤类型的正确性，即形态诊断的客观性有关。

目前，土壤详测应用统一的土壤分类表（土壤分类和诊断指南，1967）。土壤低级分类采用土种、变种和土相（разряд）。但是，这些低级分类单元的診断不够具体，尤其是对耕作土壤。进行详测制图，要对分类上相近的土壤划分单元土区，规定对毗邻图斑的診断界限提高精度要求。为此，在土壤详测过程中进行试验性检查，并明确规定土壤的診断标准（диагностическая шкала）可能是必要的。分类上愈是相近的土壤，彼此区分的质的特征愈少。通常，制图单元的差别只是其各个特征量上的差异。这些土壤的单元土区制图学划分，由于診断特征（признаков）的空间变异很大而复杂化。应用统计方法对制图区域的地方性条件确定定量指标，可以部分地克服这一困难。

简单而有效的检查方法分为两步：① 分析診断特征统计分布的实际作用；② 检验分类单元的制图学独立性（самостоятельности）。

统计分布分析（Анализ статистических распределений）

能给总体(совокупность)的均一性(однородность)或非均一性以初步评价,并在证实非均一的情况下,为下一步制图学检验拟定诊断界限。

制图学标准用以评价土壤分类单元可制图的程度。这不能依靠统计分布分析提供任何情报,因为土壤及其特征的地域分布极不相同,也可能形成同样的统计分布。兹举两个极端例子。

① 根据统计曲线的峰值(вершинам),全区可以分为2—3个均一密接的(компактный)图斑。这种情况下,统计分析中采纳的土壤分类,制图学上也是有根据的。

② 全部诊断特征只出现于局部地段,其面积未超过最小的图斑面积(例如一个剖面范围),而且这些地段又具有相似的分佈。在这种条件下,对土壤作制图学划分是不适宜的,而应当认为是同类ЭПА内的变异(вариабельность)。

论证低级分类单元制图学独立性的理论基础是关于土壤个体(почвенный индивидуум)的概念。ЭПА及其具有分类和诊断意义的性质多种多样,土壤个体即是表现ЭПА这些基本特点的最小面积(Johnson, 1963; Козловский, 1966; 1970)。从这个观点来看,图斑包括的土壤个体样本(выборки)要达到某种数额(10个左右),才能认为在制图上是独立的。因为这在统计上可以鉴定这种图斑。单元土区面积过小,就难于对其中土壤个体的变异作出统计鉴定,因而也就不能论证ЭПА本身土壤个体的相似性及其同周围其它ЭПА土壤个体的差异性。这个标准在实际进行近似土壤制图时十分重要。因为近似土壤的诊断特征常有很大范围的重合。在我们介绍的方法中,土壤个体的概念也用来确定分类上相近的、但属于不同ЭПА的土壤界线,并为揭示这些土壤而选择所需的精度。

应当估计到，统计分析所确定的诊断特征的自然序列(естественные градации)可能具有严格的地方性特点，例如，只适于同一类型的成土母质、地形等等。

三、土壤剖面(выработка)布设

在许多场合需要导入定量统计方法，这是土壤详测的一个重要特点。这一特点的产生是由于土壤和成土因素之间主要是一种概率性质(вероятностный характер)，而反映在底图上的成土因素则是土壤详测的“指示器”(индикатор)。土壤与成土因素完全相关的情况，即使在荒地上也不多见。在指示性因素(факторов-индикаторов)(微地形、植被状况)表现明显的情况下，例如荒地碱土复区的一系列类型所表现的那样，便容易发现土被成分与指示因素的一致性，因而不必进行数量鉴定，因为土壤与成土因素的相关系数(коэффициент корреляции)近于1。在这种情况下，土壤剖面可布设于微地形的特征位置。但应指出，即使在复区中心，也可能会碰到微地形反映不明显，土壤与微地形联系相当弱的对象，所谓非微地形复区(Комплексы без микрорельефа)。在耕作区，微地形反映很弱，土壤与微地形的联系只有通过统计才能确定。只有在统计评价之后，才能充分利用相应的底图绘制土壤图。

鉴此，在微地形表现微弱的耕作区制图时，宜采用系统剖面网(регулярная сеть прикопок)，以便用平均概率(равная вероятностью)全面鉴定土壤的多样性。剖面网应当与地形底图的高程系统相联系。显然，系统鉴定布设的剖面，对这种地区的土壤详测最为有利。均匀布设的剖面网是土壤图的基础，并同时为进一步的诊断和其它定量研究，尤其为鉴定详测所用底图的信息量(информативность)提供材料。在进一步完善土壤

图的过程中，还要以一系列小剖面（микрпрофиль）和少数剖面来补充系统剖面网。

预先估计土壤-微地形（及其它指示因素）的关系，对确定剖面数量是必要的，因为剖面网的密度与土壤-成土因素的相关性（корреляция）呈反相关（обратная зависимость）。土被实际的复杂性，特别是调查地段的图斑数量，则是确定剖面需要量的又一标准。因此，每个具体地段的剖面数量只有在详测过程中才能确定。从土壤调查手册中引用的，以及根据底图类型和复杂程度拟定的一般定额，只能保证对剖面总数和野外工作时间作出估计，便于合理地作出计划。但这些定额不能用来作为编制具体土壤图的精度标准。

四、制图底图及其利用和评价

建议采用航摄像片和微地形单元图（карты элементов микрорельефа）作为土壤详测的底图。土壤详图上的土壤界线常与微地形单元的界线相吻合或紧密相关，所以，有必要编制微地形图。不过，土壤单元的界线只有与微地形单元（小高地—斜坡，陡坡和缓坡之间的肩线等）的界线吻合时，地形图上的等高线（горизонталь）及其精密的等高距（отрезок）才能用作土壤单元的界线。

根据出现频率（частот встречаемости）指示表（附录3）分析土被成分与某些微地形单元和航片影象色调的一致性极为方便。可用这种表格对编制土壤详图的底图信息量作比较性的定量评价。这种评价是有意义的。因为流行的观念认为，航片用作任何土壤图的底图均具有极大的优越性，以致以为有了航片就不需要地形图了。但是，对以编制土壤详图为目的的航片土壤判读，至今尚未深入研究。而大比例尺土壤调查中积累的判

该经验，又不能机械地推广于详测制图。土壤详测中，应用航片具有许多特殊的复杂性。航片上同ЭПА大小相仿的众多斑块(пятнистость)影象，并不总能反映ЭПА界线。正如试验表明，同样的斑块可能是那些易变标志的反映。如地表干湿不均匀，植被状况(尤其是野生植被)不一致等等。这在很多场合导致航片上清晰可见的色调斑块(тоновые пятна)对土壤制图没有指示作用，而见到的边界并非ЭПА的区界。

土壤详测的另一个重要条件是具体详测区的可判性(дешифрируемость)。进行航空摄影，对整个地区最适宜的日期，对一个具体地段可能并不适宜。判读遇到的复杂性只得借助更多的土壤剖面来掌握调查区的ЭПА。因为调查区实际存在的ЭПА数目，要比调查手册中现今规定的剖面定额所能揭示的ЭПА多得多。

鉴于上述原因，深入研究底图信息量的客观鉴定方法十分迫切。应当指出，对土壤制图而言，进行这种鉴定，兴趣不在底图的全部信息(информация)，而只是确实能够指示土壤的那部分信息。

对生草灰化土和黑钙土进行信息量的定量鉴定实验表明(Сорокина, 1975)，采用微地形图作为编制土壤详图的底图是优越的。当然，得到的结果有很大的局限性，不能视为普遍规律。在其它土壤上，尤其是生荒草原复区和河漫滩土壤上可能是另一种相关关系(соотношения)。

使用两种底图(微地形图和航片)无疑最为适宜，因为二者可以相互补充。两种底图相互校核，提高了应用效果：航片上的色调斑块内容可以根据微地形图作出解译(проинтерпретировать)；微地形图上的各种边界和地形线(орографические линии)则可根据航片加以说明。但是，调查的具体地段可能没有航

片。编制详细的地形底图是较为可行的，并且很有必要。因为只有具备地形图，才能在土壤详测(包括对航片影象的解译)时采用地理比较法。

应当认为，没有地形图和航片而进行土壤详测是不允许的。同样的情况早在大比例尺制图中对几种底图(航片、地形图、生产部门的土地整理平面图进行对比鉴定时已经研究过。因此，大比例尺土壤调查规程(1964, 1973)不允许在土地整理平面图上进行大比例尺土壤制图。因为即使大大增加剖面数量，也不会编制出符合标准的土壤图。其基本原因是，这种土壤调查不能揭示与土被分化(дифференциации)因素相联系的土壤分布规律，因而制图是盲目的。这些要求也应当同时推广于土壤详测制图，同时规定，反映微地形的地形图才能算标准的底图(кондиционная основа)。这一点最重要，因为缺少应有详度即反映微地形的底图，将导致一些研究者得出土壤与微地形没有联系的毫无根据的结论，并因此错误地推荐资料内插法制图(картирование интер-поляции данных)(在缺少航片情况下)。具备详细的微地形图，土壤和微地形之间的规律性常可充分地揭示出来，虽然这种规律性常常带有统计性质(不完全相关)。

应当注意，即使是局部平坦的和经过改造的老耕地，微地形与土壤的多样性也不无关系。因此，从土壤详测的角度看，编制微地形图十分重要。只有精心规划的大片灌溉地和某些宅旁地的微地形才可能是十分均一的。

由此看来，目前使用详细的地形图作底图是进行土壤详测的基本要求，甚至有了航片也是如此。为了编制符合土壤详测要求的具有细小等高距(сечение)的地形底图，必须遵循几个条件：

- ① 大大增加高程测量网点的密度，以适应微地形单元的

水平变化；

② 选择最佳测量时间(翻耕前或留花期)；

③ 避免将测尺布置在极端的小形态(如石块、小坑等测量不必反映的)点上，这是任何比例尺地形测量的一般要求。

地形学家去完成地形测量可能最有资格。但在许多情况下，地形图的详细规定和编制是由土壤学家来完成的。鉴于地形底图对土壤详测的重要性，而详细的地形测量在文献中又很少说明，故本书介绍的方法中包括了底图编制的内容。

进行土壤详测没有上述底图(微地形图和航片)，而在如平面图那样的图上进行，是不允许的。

五、土壤详图的精度评价

在我们介绍的方法中，采用概率方法评价景观指示关系(ландшафтно-индикационные связи)和计划剖面数额，使评价编图精度成为可能。土壤详图精度应从以下两方面来评价：

1. 是否完全查明并正确确定了所有实际存在的 ЭПА。

2. 是否将这些 ЭПА 的界线都转绘到图上了。

第一条标准的必要性是显然的，因为遗漏任何 ЭПА 或者定错任何土壤均大大降低土壤图的质量，问题比在图上由于界线位置移动造成的误差更为严重。违反第一条要求，会对土被结构及其组成的基本参数，以及在土壤同成土因素、产量与试验结果的关系方面导致得出不正确的结论。

由此可见，我们提出的土壤详测方法，是建立在定量基础上的地理对比法。本方法也考虑了试验地土壤图所要求的特点。对此，А.Н. Лебединцев 曾指出，土壤图应当反映的与其说是土被的一般规律性，毋宁说是反映土被的具体特点。

按照建议的方法，绝大部分 ЭПА 根据剖面诊断，而少数

ЭПА 则借助底图(微地形图和航片)信息的定量而有根据的指示作用分析,便可确保进行 ЭПА 水平的土壤制图。查明的土壤与成土因素指示联系的外推法(экстраполяция)制图,只限于同类单元土壤结构(элементальная почвенная структура)的小范围应用。大部分土壤界线是通过建立土壤与成土因素界线(也即微地貌和植物群落界线)的联系确定的;少数指示性不明显的界线,直接用内插法(интерполяция)确定。

这种制图方法,决定了土壤详图作为形象反映土被的第一手资料的价值,并且可以用于① 研究土被结构的规律性;② 分析土壤与产量的关系;③ 为研究区的大比例尺土壤制图方法提出根据。

详测过程中必须详细确定一系列方法论问题,从而决定土壤详测要分两个阶段(двухфазность)进行。在第一阶段,确定土壤分布的一般规律性,明确诊断标准和土被成分组成,鉴定土壤与成土因素的指示性联系和底图信息量。土壤详测的两个阶段可能进行一个或两个野外时期,这取决于总的工作量及其复杂程度。但是在任何条件下,总是在室内分析第一阶段的野外资料之后,才转入第二阶段,因为必须对土壤与成土因素指示性联系的统计鉴定结果进行相应的研究。

第二节 土壤详测方法

一、外业前的室内准备

(一) 室内时期的工作内容

包括已有文献和制图资料的选择和分析,估量其完备性,