

编制1:100万国家土壤图的设计思想和特点

李 锦

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

本文对编制1:100万国家土壤图的设计思想、编制特点及制图方法与表示方法作了全面的论述和讨论。

编制1:100万全国土壤图——国家基本图幅是1978——1985年全国科学技术发展规划重点项目及全国基础科学发展规划地质重点项目的重要组成部分。它反映全国和大地区主要土壤类型、组合及其分布规律,并体现区域性特征,既是编制全国和大地区土壤资源图、土壤性质图、土壤肥力图、土壤分区图等的基础图,也可为国家及省级进行自然区划、农业区划、土壤利用改良规划提供科学依据,对自然资源的开发利用、农业生产的合理配置、国土整治及国防建设均有很大实用价值,同时,对土壤分类、分布和制图的研究也具有重要意义。

1985年8月这项工作作为科学基金资助项目正式由中国科学院南京土壤研究所主持,与南京农业大学、山东农业大学、河南农业大学、中国科学院林业土壤研究所(现中国科学院沈阳应用生态研究所)、西北高原生物研究所、西北水土保持研究所、广东省土壤研究所、安徽省水利科学研究所等10多个单位的土壤学家通力协作下,进行了对“中国1:100万土壤图制图规范”的拟制及1:100万安多、太原、虎林、抚远、哈尔滨(半幅)南京、南通、广州、汕头、海南岛等试点幅土壤图的编制。1984年还与新疆生产建设兵团二分院和中科院新疆生物土壤沙漠研究所进行了首次试点乌鲁木齐幅的调查和编制。经过大家的共同努力。现已完成了中国1:100万土壤图制图规范(修改稿)、中国1:100万土壤图试点图幅土壤单元系统、10.5幅1:100万土壤图编稿原图及大部分文字说明书,并进行了制图方法论的探讨。

通过工作实践。笔者对1:100万图制图设计思想和编制特点有进一步的认识,兹分述如下。

一、制图设计思想

(一)总结已有成果吸收先进经验 我国土壤调查工作始于本世纪30年代,50多年来,特点是新中国建立后结合流域规划、宜农宜林荒地开垦、合理利用森林资源、水土保持、自然资源考查、边远地区科学考察、自然区划、农业区划、国土整治以及土壤普查,开展了大规模的土壤调查制图工作,编制了各种中、小比例尺土壤图,其中包括许多省区的1:100万土壤图。在编制1:100万国家土壤图时必须充分运用制图资料,系统地整理和研究建国以来土壤调查、制图、发生、分类的研究成果。70年代后半期到现在,对土壤制图方法论的研究以及遥感技术在土壤制图上的应用都有所进展,其研究成果也要体现在制图上。还应吸收国际上的有关经验,因此,1:100万土壤图的编制以总结已有成果,吸收国内外先进经验为基础,其制图过程也是研究制图理论和方法的过程。

(二)科学性与生产性相结合 1:100万国家土壤图是综合性土壤图,但同时它又是土壤资源图、土壤性质图、土壤肥力图、土壤分区图、土壤退化图等单因素和应用性图幅的基础图。根据科学性和生产性相结合的指导思想,编图时要尽量反映与生产利用有关的因素。除土壤单元反映与生产有关因素(如母岩、质地、侵蚀、各种肥力特性)外,还表示各种非土壤形成物,如冰川、雪被、盐壳、盐泥、沙漠、岩石露头等;为了反映山地土壤与平地土壤在性质上和利用管理上的不同,以利于拟定土地综合利用方案和土壤改良措施,还表示了山地相。同时,注意制图内容的定量化,以期具有广泛的应用前景。

(三)逐步走向规范化与定量化 早在50年代我国就开始提出编制1:100万国家土壤图,以后结合各项国民经济任务先后编制了不少省区1:100万土壤图,但因缺乏统一的组织和制图规范,这一设想未能实现。为适应全国清查土壤资源和农业区划等需要而编制的1:100万国家土壤图必须在统一而具体的规范下进行,确立统一的制图原则、方法和程序作为制图的准绳。但是,过去土壤分类和制图停留在主要是定性的阶段,难以确切地反映土壤的类型、组合及其分布规律,也不能满足统计、评价、利用、改良土壤资源的要求,所以土壤制图必须走向定量化:考虑土壤单元和制图单元划分的定量指标;采取加强定量化程度的图斑结构形式;研究和确定复区图斑中制图单元组成成分的数量比例和质量对比;注意制图精度和面积量算;应用卫判制图技术,增大图斑勾绘的准确度等。

二、编制特点

(一)统一制图单元系统

统一制图单元系统是编好国际分幅全国1:100万土壤图的前提。

1. 明确制图单元与分类单元的关系,采用制图单元两级制:土壤分类单元是区分土壤类型的单元,而土壤制图单元则是表示图斑内容的单位。后者以前者为基础,但不等于前者。制图单元是根据制图比例尺所能表示的上图单元,可以是单个土壤单元,也可以是组合土壤单元。在一定范围内,比例尺愈小,图斑中组合土壤单元愈多,1:100万土壤图以组合土壤单元为内容的图斑占相当大比重。

为了简明、易用,土壤制图单元系统采用两级制,即基本制图单元和上层制图单元,基本制图单元为实际上图单元,相当于土属或土属的组合,部分地相当于亚类、土种或它们的组合。上层制图单元是概括归纳的单元,阐明土壤类型间的发生关系,相当于土类(组合土壤单元按其进行成分进行归纳),这种系统与土壤分类系统既有联系,也有区别。

2. 以“中国土壤系统分类(二稿)”中的分类单元作为制图单元系统中土类、亚类一级土壤单元的基础:土壤系统分类吸取了美国诊断层的概念,以属性为依据,根据反映属性的诊断层和诊断特性来分类土壤,比起过去的土壤分类有比较明确的质量和数量指标,定量化程度有所提高,它有利于制图的定量化。因此,1:100万土壤图以该系统中土类、亚类级的分类单元作为上层制图单元和部分基本制图单元的基础。

3. 对基本制图单元的明确化和具体化:以往编制出版的全国土壤图最大比例尺为1:400万,主要以亚类为基本制图单元,而1:100万全国土壤图的编制在我国还是首次。根据制图的目的和成图比例尺,其基本制图单元主要为土属,故对土属划分依据和命名的研究及统一土属命名原则是确定统一土壤单元系统的基本问题。

土属根据地方性因素引起的土壤属性划分,如主要化学元素组成、质地状况等。不同土

壤类型，土属划分的主要指标有所差异。

发育在岩石风化物上土属的划分和命名主要根据风化物的化学元素组成，而不依据母岩类型。但因我国地域辽阔，土壤受地区性影响较大，根据风化物的性质划分土属，也不宜用全国统一的指标，而应分别对待。例如，北方森林土壤区域母岩的风化程度相对较低，且对风化物的组成和分类研究较少，可用母岩类型划分和命名，如花岗片麻岩类母质暗棕壤，砂页岩类母质暗棕壤，南方森林土壤区域母岩风化程度高，对其风化物的主要化学元素组成也有较多的研究，则以风化物的组成划分，但为了便于读图，在命名上采用双名制(母岩名称后括注主要化学元素组成)。如花岗岩类(硅铝质)母质红壤、砂页岩类(硅铁质)母质红壤。

草原和荒漠草原区域，坚硬岩石风化物与松散沉积物对土壤土层厚薄的影响很大，故以土层厚薄进行区分。如厚层栗钙土、薄层栗钙土。

对厚层黄土、红土上发育的土壤仍按黄土、红土质命名，并可进一步细分壤、粘等类型。如砂壤质黑垆土、壤质黑垆土、粘质黑垆土。

对冲积物上发育的土壤，可按母质的质地状况区分。如砂质、砂壤质、壤质、粘质石灰性潮土等。

水稻土则可根据母质或母土的类型和性质划分和命名。如花岗岩类母质淹育水稻土、砖红壤起源淹育水稻土。

此外，盐土根据盐分组成划分。土质初育土根据质地，石质初育土根据母岩类型划分。

4. 根据土壤空间分布特点排列制图单元系统：1:100万土壤图主要是反映土壤广域和中域分布规律及区域性特征的，故制图单元系统根据土壤空间分布特点进行排列，其顺序是：

(1) 将所有制图单元的相应土类分为3大系列，先排发育土壤，再排初育土，最后为高山发育土壤。

(2) 发育土壤中先地带性土壤，然后隐域性土壤，前者自北而南，自东向西进行排列，后者按水成土、盐渍土等进行排列。

(3) 初育土中土质初育土在前，石质初育土在后。

(4) 高山发育土壤由低而高进行排列。

(二) 重视图斑内容的定量化

土壤图的专业内容主要由制图单元和图斑来体现。土壤单元和图斑内容的定量化是制图定量化的关键，故在解决土壤单元定量化的同时，须重视图斑内容的定量表示。

1. 确立单区和复区并重的制图原则：过去吸收苏联土壤发生分类观点和土壤地带性学说，强调了成土条件对土壤分类的影响，在同一生物气候条件下，不管其发育程度和属性的差异，自成型土壤往往被包括在一个地带性土壤中，因此容易从“家族”上进行综合。并且制图时对图斑中次要和面积小的土壤类型也未有足够的重视，导致采用以单区图斑为主的制图方式。但是，小比例尺土壤图在最小图斑规定的范围内，很多情况都难以用单一类型表示，特别是以系统分类中土壤单元为制图单元时，图斑内容更有其多样性和复杂性。因而，为了反映土壤地理分布的实际情况，需要采取以单个土壤类型和组合土壤类型为制图单元，单区和复区并重的制图方式。与土壤分类强调形成条件转变为依据属性的同时，改变过去套地带以单区为主的作法有利于统计和评价土壤资源，是土壤制图由定性向定量过渡的途径。

根据试点幅的实践，我们认为，按照实际情况决定单区和复区图斑的土壤图比以单区为主的类型图详细程度加大，能更客观地反映土壤分布规律。例如，1:100万乌鲁木齐福库勒三角洲中下部因受洪水散流影响，地形切割破碎，起伏不平，图上16平方厘米内，1985年编

制的土壤图比1961年编制的图多10个图斑,其山区的黑钙土或亚高山草甸土与灰褐土的复区,各种山地土壤与石质土的复区(过去均为第一个土壤类型的单区)更符合土壤分布的实际。

2. 根据最小图斑面积和编图的目的决定具体图斑的结构形式:根据1:100万土壤图表达的可能性,结合全面反映我国土壤分布规律和展示土壤资源的编图目的,我们将最小图斑面积确定为0.2平方厘米。在最小图斑允许的范围内,相应于土属、土种的土壤类型(研究细度不够的地区可为亚类),能够单独表示的以单区图斑表示,否则以复区图斑表示。需要说明的是,小比例尺图即使是单区图斑也并非百分之百的纯度,而复区图斑也只能表示出占优势土壤类型的组合。一般 $<10-30\%$ 的土壤在目前工作精度下可以忽略不计,复区图斑多为两个土壤类型的结合,其主要和次要成分分别为 $50-70\%$ 和 $30-50\%$ 。少数面积比例相差不多,或者在分布或利用上有重要的类型又难以舍去,则用3个土壤类型的组合。

3. 研究复区图斑的成因,反映各种复区图斑的土壤组合特点:复区图斑是指以组合单元为内容的图形,它对比于单区图斑[不等同于苏联的与中、小地形相联系的组合(Сочетания)或是美国在制图上所用的组合(association)和复区(Complex)],其主要内容是地理上有一定发生联系,并毗连分布的能重复出现的土壤组合,而不是不同土壤类型的简单相加。

根据成因,复区图斑可归纳为地形系列、母质系列、历史演化系列、耕种系列、寒冻风化系列,每一系列可分为若干成因类型。

地形系列可分:

(1) 山地地形高差悬殊垂直带过渡迅速引起的复区图斑类型。如喜马拉雅山南侧边缘山地的黄壤和黄棕壤组合;

(2) 山区坡度陡缓引起的。如花岗片麻岩类母质暗棕壤或棕壤—花岗片麻岩类饱和粗骨土,山地薄层栗钙土或薄层棕钙土—石灰性粗骨土;砂页岩类(硅铁质)母质赤红壤—砂页岩类不饱和粗骨土;

(3) 山地坡向差别引起的。如天山北坡黑钙土或亚高山草甸土(阳坡)—灰褐土(阴坡);青南高原边缘峡谷区饱和山地草甸土(阳坡)—淋溶灰褐土(阴坡)。

(4) 丘陵起伏引起的。如复盐基赤红壤—洪积冲积物质潜育水稻土或潜育水稻土;黄棕壤起源淹育水稻土—黄土质漂白水稻土或黄土质潜育水稻土;耕种淡栗钙土(丘间平地)—灌溉淡栗钙土(丘坡);白浆土—潮白浆土或潜育白浆土;

(5) 平原区水分状况变化引起的。如塔里木河平原盐化林灌草甸土(沿河两岸)—盐化潮土(河间地);

(6) 水盐状况变化引起的。如华北平原潮土—盐化潮土;孔雀河三角洲(南疆)盐化潮土(小地形起伏低处)—氯化物潮土(小地形起伏高处)。

母质系列可分:

(1) 不同母质交叉分布引起的图斑类型。如砂页岩类(硅铁质)母质赤红壤—红色石灰土,表蚀赤红壤—不饱和紫色土;花岗片麻岩类母质棕壤—石灰岩类母质褐土;花岗片麻岩类母质暗棕壤—砂砾岩类母质暗棕壤;

(2) 侵蚀作用引起的。如西北黄土高原黄绵土—夹粘黄绵土(红粘土)。南方湿润地区花岗岩类(硅铝质)母质赤红壤—表蚀赤红壤;

(3) 风沙覆盖引起的。如塔里木盆地半固定风沙土—盐化林灌草甸土,流动风沙土—龟裂土;

(4) 细土洪积物覆盖引起的。如盐化棕漠土—龟裂土。

历史演化系列可分：

(1) 荒漠化作用下引起的复区图斑类型。如塔里木盆地龟裂土—干潮土—半固定风沙土。

(2) 成土年龄不同引起的。如淮北平原砂姜黑土—潮土；西北黄土高原黄绵土—黑垆土。

耕种系列可分：

(1) 不同耕种类型组合的复区图斑类型：如西北干旱区淡灌淤潮土—盐化灌淤潮土；南方湿润区复盐基赤红壤—洪积冲积物质潜育水稻土，赤红壤起源淹育水稻土—洪积冲积物质潜育水稻土；

(2) 耕种与非耕种类型组合的。如西北干旱区灌淤潮土—潮盐土；南方湿润区花岗岩类(硅铝质)母质赤红壤—复盐基赤红壤，复盐基赤红壤—红土质赤红壤。

寒冻风化系列可分：

(1) 与寒冻条件下物理风化强度有关的。如青南高原寒性石灰性粗骨土—干旱高山草原土；冻粗骨土—石灰性高山草原土或淡高山草甸土。

(2) 与受地下水和冰冻层双重影响有关的。如青南高原长江河源地区纤维质冰泥炭土—淡高山草甸土。

各种土壤组合的成因往往不是单一的，以上仅根据其主要的成因进行区分。

(三)体现土壤分布和组合的区域特征

根据上述原则制定制图单元和图斑结构有利于正确地反映土壤的分布和组合规律。

我国幅员辽阔，纵跨热带、亚热带、暖温带、温带、寒温带五个热量带，东临太平洋，西至欧亚大陆中心。全国地势自西向东呈三大阶梯，从矗立于世界屋脊的青藏高原逐级下降到东部的滨海平原。复杂的生物气候条件以及巨大的地势梯级，影响到我国土壤分布和组合的地域差别。10幅半试点图幅占有的地区分别位于三个阶梯上。不同阶梯上，代表图幅的土壤呈现明显的区域特征。

安多幅位处最高一级阶梯，为高寒地区，属高原、山地地形，除高原土壤水平—垂直复合分布规律外，由于寒冻风化作用造成土壤粗骨性强和受永冻层影响，而且地势越高，粗骨性越强，因而出现呈垂直关系的冻粗骨土和高山草甸土或高山草原土组合；同一垂直带内的寒性石灰性粗骨土和石灰性、干旱高山草原土或石灰性、淡高山草甸土的组合。长江河源地区冰泥炭土和淡高山草甸土的组合。

乌鲁木齐幅和太原幅位于第二级阶梯上，前者为三大盆地之一，后者为三大高原之一。乌鲁木齐幅大部为暖温带干旱地区，属高山、盆地地形，反映了干旱区高山垂直带谱的特征及盆地中盐渍干旱和盐渍土壤的特点，由于气候干旱，造成干旱的水分状况，盆地中土壤盐渍化作用强和受风沙影响较大，多形成各种土壤与风沙土的组合，潮土和潮盐土的组合。山地阴、阳坡水分差别明显，常形成黑钙土或亚高山草甸土与灰褐土(旱生森林土壤)的组合。太原幅为暖温带半干旱地区，大部分属丘陵、沟壑地形，因疏松黄土母质易受侵蚀影响，属于初育土的黄绵土面积大，土壤类型简单，往往形成黄绵土与夹粘黄绵土(红粘土)组合及黄绵土与黑垆土组合。

虎林、抚远、哈尔滨(东半幅)、南京、南通、广州、汕头、海南岛幅位于第三级阶梯上。虎林、抚远、哈尔滨幅为温带半湿润地区，属缓岗、平原、中低山地地形，气候比较寒冷和湿润，腐殖质积累作用强，白浆化作用明显，沼泽化作用普遍。缓岗、平原中不同的部位，在母质条件和水分状况的影响下，分别广泛地分布着黑土、白浆土和潜育土，往往形成白浆土

与潜育土、白浆土与潮白浆土、潮白浆土与潜育白浆土的组合，黑土与暗潮土、黑土与潮黑土的组合。山地则出现暗棕壤与粗骨土组合。南京、南通幅处于暖温带与北亚热带的过渡，为半湿润半干旱到湿润气候，属平原、丘陵、中低山地形(平原占图幅总面积近80%，其中以黄泛平原最大，约占图幅总面积65%)，耕地面积大，为我国的主要农区。过渡带的特征和自然地理条件的多样性影响土壤的形成和分布，土壤类型繁多而区域分异明显。基带土壤以淮河为界，北部为棕壤和褐土，南部为黄棕壤，本幅西部还有黄褐土。广大的平原地区如黄泛平原有不同质地石灰性潮土的组合及石灰性潮土与盐化潮土的组合，淮北平原多有潮土与砂姜黑土组合。淮南丘陵区常形成各种水稻土如漂白水稻土与潜育水稻土组合。鲁中南山地常因母岩的变化而形成棕壤与褐土的组合等等。广州、汕头、海南岛幅为亚热带、热带湿润地区，属丘陵低中山及部分平原区，主要发育赤红壤、砖红壤和水稻土，还有石灰土和紫色土。由于山丘土壤易受侵蚀，常形成赤红壤与表蚀赤红壤、砖红壤与表蚀砖红壤的组合。因母岩和侵蚀的双重影响形成赤红壤与石灰土、赤红壤与紫色土组合。因耕种作用形成赤红壤与复盐基赤红壤、砖红壤与复盐基砖红壤、赤红壤或砖红壤与水稻土组合，珠江三角洲还有堆垫土与水稻土的组合。

三、制图方法与表示方法

(一)制图方法 中国1:100万土壤图的制图规范规定以基本图幅资料、必要的土壤调查和卫星象片判读三者相结合的制图方法。通过实践，为保证土壤图的质量，三者的关系是：

1. 以编制为主：即主要根据较大比例尺的土壤图作为基础资料，尽量总结以往土壤研究成果，结合地质、地貌、植被、土地利用等图件资料综合分析进行编制，以达到比较准确地反映制图单元的内容和细度。易变地区特别要注意资料的现势性。

2. 卫片的校核和编制作用：土壤卫片目视判读主要根据各种成土因素与土壤类型之间的相关分析，以及土壤内在性质和利用状况在影象上(包括颜色、图型等)的反映。容易区分地貌分异、植被覆盖度差别显著的土壤；耕地与非耕地的界线；以及裸露土壤的某些性质。不易区分地貌分异不明显、植被复盖度较大的不同土壤类型和垂直带谱的组成成分。因此，它能够提高图斑界线勾绘的准确性，判读部分制图单元的内容。但有一些制图单元的内容还不易识别，也难以满足1:100万土壤图的细度要求，故在资料充足的地区主要利用卫片进行校核，在资料较差的地区，着重进行野外调查，结合卫片和有关学科的资料进行编制。

3. 野外调查主要是路线考察，其目的在于掌握土壤类型及分布、组合规律；建立卫片判读指标；分析评价、使用、校核已有资料。

(二)表示方法 以表达科学内容和图面清晰美观为原则。图斑以颜色和代号表示。

1. 代号稳定简明：上层制图单元相当于土类的，代号用英文字母缩写。土壤类型的英文名称有两个或两个以上的词时，采取第一个词首的大写字母和第二个词首的小写字母表示。如红壤用Re表示。土壤类型的英文字母为一个词时则采取词首的大写字母和第二个字母的小写(与其它类型重复时可用其它字母小写)组合表示。如盐土用So表示。基本制图单元则是在组合英文字母的右下角用阿拉伯数字1、2、3……顺序排列。如 $Re_1, Re_2, \dots, So_1, So_2, \dots$ 。这种表示言简意明，又不至动一牵万。

2. 颜色具有象征性：颜色的配置要求反映土壤分布规律，整个图幅协调美观。设色注意

(下转第294页)

达到一定的精度。因而，在接边互审以后，即分省根据实地调查资料，对以卫判为主编制的平原区作了一定的修改。

在统编和统审过程中，修改确定全幅的土壤制图单元系统。根据规范要求进行制图综合，在1:50万土壤图的基础上，缩编1:100万土壤图初稿，同时对全图审查修改，其中对达不到规范精度和细度的地区，再次进行较大的修改和补充。

最后，为合理利用和改良土壤提供科学依据，还需要从表示方法上如各类土壤颜色的设计和区分等方面明显地表达出来，以充分展示这一地区土壤资源的面貌。

参 考 文 献

- [1] 李锦、曹锦铎、王鹤林，中国1:100万土壤制图原则和方法的研究，土壤，18卷1期，1986。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类基金课题组，中国土壤系统分类(二稿)，土壤学进展，土壤系统分类研讨会特刊，1987。
- [3] 中国科学院(中国自然地理)编辑委员会，中国自然地理—地貌，科学出版社，1980。
- [4] 孙庆基、林育其等主编，山东省地理，山东教育出版社，1987。
- [5] 张俊民主编，山东省山地丘陵区土壤，山东科学技术出版社，1986。
- [6] 魏克循主编，河南土壤，河南人民出版社，1979。
- [7] 《江苏农业地理》编写组，江苏农业地理，江苏科学技术出版社，1979。
- [8] 安徽省水利局勘测设计院、中国科学院南京土壤研究所编著，安徽淮北平原的土壤，上海人民出版社，1976。
- [9] 雷文进、朱洪官，江苏里下河地区的土壤和改良利用途径，土壤专报，36号，130—177，1962。
- [10] 唐淑英等，苏北滨海盐渍土的形成和演化，土壤学报，15卷2期，1978。

(上接第287页)

象征性，多数选择近似土壤本身的颜色，部分选择土壤某一重要性质的颜色(如水分湿润的土壤用蓝绿色、旱地土壤用黄绿色)，部分选择警戒色(如盐渍土用紫红色)。暖热地区用鲜艳色，温凉地区用灰暗色，低地用蓝绿色，高地用灰蓝、灰绿、灰紫等冷色。上层制图单元以不同色调分开，基本制图单元以颜色的不同饱和度区别，一般区分到亚类，少数到土属。

3. 明确表示复区图斑：复区图斑以组合土壤单元在图例中明确表示，其组成成分的代号按所占面积由多到少依次排列，并以加号联结，为了在具体图斑中简短反映，另给组合土壤单元以代号，如花岗片麻岩类母质暗棕壤与花岗片麻岩类饱和粗骨土组合的图例为 $Db_1(1)$ ($Db_1 + Sk_1$)。复区图斑以主要成分上色。

此外，在图例中还用各种符号表示非土壤形成物和相。

参 考 文 献

- [1] 李锦、曹锦铎、王鹤林，中国1:100万土壤制图原则和方法的研究，土壤，18卷1期，8—14页，1986。
- [2] 李锦，土壤制图学的研究概况及其发展，土壤学进展，5期，1—11页，1983。