

青藏高原1:100万安多幅土壤图的编制

鲍新奎

高以信

(中国科学院西北高原生物研究所) (中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

作者以编制1:100万安多幅土壤图为基础,对青藏高原小比例尺土壤图的编制问题进行了讨论。

本幅地处北纬32—36°,东经90—96°。行政上除南部唐古拉山以南属西藏的那曲、昌都地区外,其余都属青海省玉树藏族自治州的杂多、治多、曲麻莱、囊谦四县和海西蒙古族、藏族自治州格尔木市,是青南高原的主体,亦是江(长江、澜沧江、怒江)、河(黄河)的发源地。整个区域深居内陆,远离海洋,位于青藏高原腹地,对占全国近四分之一面积的青藏大高原有较大的代表性。

本文以编制1:100万安多幅土壤图为基础,对青藏高原小比例尺土壤图的编制方法进行初步探讨。

一、成土条件和土壤分布

(一)成土条件

本图域北部为东昆仑山,南部为唐古拉山,海拔均在5000米以上,其间为广阔的高平原,海拔4500—4900米。

成土母质按成因类型可划分为残积物、坡积物、洪积物、冲积物和风积物外,还有高山、高原常见的重力堆积物^[1]、冰碛物、湖积物等。由于大部分成土风化壳都含有大量石砾,表明高原土壤发育的年青性是与成土年龄短及母质风化弱有关。

年均温为0.2—5.9℃,年降水量268—514毫米。夏季温和多雨,6—9月降水量231—425毫米,占年降水量的79—89%;冬季寒冷干燥、多风、冬半年(11—4月)除4月外,各月降水很少超过10毫米。年平均相对湿度为48—58%左右,冬半年则低于此值^①。冬半年成土作用微弱,夏半年气温不高,昼夜温差大,化学风化受到了夜间低温的限制。多年冻土发育普遍其厚度可达100多米(河谷)至300—400米(山地)。夏季地表可出现0.5—2(3)米的融化层^[2,3]。本图域东部江河发源区的平整滩地上,因多年冻土的隔水作用使水分不易垂直下渗,常年水分饱和,有利冰泥炭土的发育。

高原虽属高寒区,但其气温远高于同纬度低海拔地区同高度处,因而它并非终年冻结的冻原,生长有草本植物、灌木、甚至森林。其植被可划分为高山稀疏垫状植被;高山草甸;高山草原;高山灌丛草甸;山地草甸;山地草原;寒温针叶林;草甸和沼泽等类型。植被均以耐寒的高山型植物占优势,且部分还兼具耐旱特性。

^①中央气象局,中国地面气候资料(内部),第一册,中央气象局出版,1974,

(二)土壤分佈

本幅高原平均海拔在4000米以上，由于地势高耸，高原面广阔，高原土壤分佈具有垂直地带性和水平地带性两种特性。通常在高原面上出现与同纬度低海拔地区迥然不同的土壤水平地带结构；随着高原上山地的起伏，又在土壤水平地带分异的基础上形成高原特有的土壤垂直带结构，这是高原土壤分佈的最大特色。

1. 土壤水平分佈。

本幅虽处于中纬度温暖带位置，但由于高原的大幅度隆起，破坏了延续于亚洲南部的土壤地带结构，使高原土壤地带主要由高原特有的土壤类型所组成，其地带的划分是按类同的土壤垂直带谱来进行归纳，它们更替的特点与水热状况和植被的空间变化趋势相一致，都是向着同一的西北方向递变。土壤地带从东南向西北表现出以下的变化：灰褐土、亚高山草甸土地带—高山草甸土地带—高山草原土地带—干旱高山草原土(高山荒漠草原土)地带。

2. 土壤垂直分佈。

耸立在高原面上的山地，及高原面遭切割而成的高山峡谷，土壤都是随海拔高度、坡向以及气候、植被的变化，有规律地排列组合成一定的垂直带谱，可归纳为三个类型：(1)高山峡谷半湿润垂直带谱型：主要见于东南部高山峡谷的解曲河谷及其大支流下段地区。因处高原内部，受西南季风的影响较弱，海拔4000米以上的山地面积大，森林土壤面积较小。土壤垂直带谱由栗钙土、灰褐土、亚高山草甸土、高山草甸土和冻粗骨土、冻石质土组成；(2)高原面上半湿润垂直带谱型：主要见于中部以东高原面上。地面海拔4000米以上，森林消失，基带为高山草甸土(阴坡为饱和高山草甸土，阳坡为石灰性高山草甸土)，土壤类型的垂直分异弱，带谱结构简单，高山草甸土直接与冻粗骨土、冻石质土相接；(3)高原面上干旱垂直带谱型：主要见于中部以西地区。气候寒冷较干旱，高山草甸土带消失而代之以高山草原土带，土壤类型的垂直分异弱，带谱结构亦简单，高山草原土直接与面积增大的冻粗骨土、冻石质土衔接。至西北部，地面海拔升至4800—4900米，气候寒冷干旱，基带土壤为干旱高山草原土。

3. 土壤地域分佈。

在范围较小，相对高差不大的条件下，由于中地形和永久冻土的影响，导致母质、水文地质条件的变化而使植被发生相应的区域改变，使土壤在地带性分佈的基础上，与非地带性土壤镶嵌分佈的形式与内容也发生改变。如在东南部峡谷区，可出现与河谷伸展近于平行的栗钙土或亚高山草甸土与潜育土的组合；而在4600—4800米以上的山地高处，可出现冻粗骨土、冻石质土与淡高山草甸土的组合。在中部宽广的倾斜平原上，可出现土壤的扇形组合，如青藏公路东侧的北麓河北岸20—25公里宽的倾斜平原上，上部山麓地带为狭带状的高山草原土；而宽阔的倾斜平原由于强劲的西北风吹拂而增加干旱，代之为干旱高山草原土，至河谷滩地和低阶地，则出现小块状的风沙土和潜育土。但在高寒湿润的宽广滩地，永久冻土特别发育，如当曲上游形成大面积的冰泥炭土，而其中一些孤立的小高地常为高山草甸土占据；而河源地区，如口前曲源头地区，冻粗骨土、冻石质土以下的山地缓坡为大面积的冰泥炭土。高寒干旱的西北部，则出现干旱高山草原土与冻石质土或冻粗骨土的镶嵌分佈。

二、制图单元的等级和排列

为更好地反映高原山地土壤的分佈状况，我们采用组合发生的制图原则，以土壤类型和类型组合作为制图单元的主要内容。因此，分类单元与制图单元不完全一致，土壤复区较多，

且对占有一定空间的非土壤形成物，如冰川雪被、裸岩等也均以图斑或符号同时标出，更增加了分类单元与制图单元的不一致性。

本幅上层制图单元为土类，起综合概括之用；基本制图单元是亚类或亚类组合。

为了正确表现土壤的分布规律，我们对制图单元系统以山地土壤；隐域性土壤；高山土壤的顺序由南向北，自东往西，先低后高的原则进行排列。复区图斑排在单区之后，非土壤形成物排在最后。

三、图斑的结构和类型

为了比较客观地反映本图域内的土壤存在状况，制图时我们采用单区与复区图斑相结合的方式。由于制图区域人烟稀少，交通闭塞，基础资料的地区差异大。因此，在资料相对丰富地区，最小图斑以0.2平方厘米为限；而基础资料不足的地区，限度适当放宽。在此基础上，图斑能以某个分类单元单独表示时，则呈单区图斑，否则以分类单元组合表示，而出现复区图斑，一般复区图斑以两个分类单元的组合为限。在西北部的干旱高原面上，海拔4800—5200米，地形条件较为一致，土壤类型单调，带谱宽度较大，以单区图斑为主，面积也大。在东南部半干润区，降水较多，是江河源头地区，地形切割破碎，相对高差悬殊，土壤类型众多，犬齿交错分布不易定量分开，故图斑较小，复区图斑也多。本幅复区图斑常是因地形变化导致水热条件差异而形成的。有以热量差异为主引起的；有因水分状况不同引起的；也有因发育程度不同引起的(表1)。但在小比例尺图上难以全部表示。复区图斑中主次成分的比例控制在50—70%和30—50%。

表1 复区图斑的土壤组合类型

地形系列	1. 由坡度陡缓引起的，如粗骨土与石质土。
	2. 由坡向差别引起的，如饱和高山草甸土与石灰性高山草甸土；淋溶灰褐土与石灰性灰褐土等。
	3. 由海拔高度不同引起的，如冻粗骨土与淡高山草甸土；淡高山草甸土与饱和高山草甸土；亚高山草甸土与石灰性灰褐土等。
	4. 由水分差异为主引起的。如纤维质冰泥炭土与半分解冰泥炭土；泥炭土与泥炭潜育土等。
	5. 由小地形改变造成土壤水分差异引起的，如高山草甸土与冰泥炭土或泥炭土、潜育土等。
寒冻风化系列	物理风化强引起的，如寒性石灰性粗骨土与干旱高山草原土；冻粗骨土与石灰性高山草原土或淡高山草甸土。

四、制图方法

(一)方法的确定

编绘区域小比例尺土壤图，常用两种方法，其一是缩编制图方法，由于制图区只有1985年出版的1:100万的青海省土壤图和1:250万西藏自治区土壤图可作参考，没有较大比例尺的土壤图和相当详细的土壤资料，故缩编制图方法当前尚无应用条件；另一为卫片解译法制图，因在广大区域不易收集到适用的相同时相的卫片，对区域内按发生层不同或按物理性质、化学性质差异划分的土壤不易直接识别，尤其卫片没有立体象对，海拔

高度不易直接解译，垂直带划分困难，而高原上垂直分布又特别明显；同时，卫片解译依赖于地面解译标志的建立(建标)，而地面建标要求穿越地貌变化最复杂、土壤类型最丰富的路线来核对卫片上不同的色斑和影象的内涵。但由于区域地形与交通条件的限制，实际难以完全做到甚至目前完全没有条件能做。因此，单纯应用卫片解译图法编也没有可能。

鉴于上述，故我们采用基本地形图资料、卫片影象解译、已有小比例尺土壤图与补充调

查所获得的区域土壤分布规律三方面结合进行编绘成图的方法。以地形图的高程和地貌变化特点为基础,卫片的影象特征为标志,区域土壤分布规律为依据进行综合,同时参考其它邻近学科和邻近地区的资料,特别是草场、植被、土壤及地质等方面的文字、图件进行编绘。制图时分两步进行。第一步依地形图上地貌变化和海拔高度为基础,根据卫片影象——形态、色调和阴影特征确定图斑界线;第二步依以前对该区域路线调查记录中各调查点土壤类型在卫片上的影象特征,以及区域土壤的分布规律;参考地形图上的各种注记,如草地、沙漠沙砾、沼泽湿地、裸岩、冰川雪被及其它学科的图件、文字资料和访问资料进行综合分析,来确定图斑内容。不同地区,资料基础不同,确定图斑内容的侧重点可有差异,如东南部和青藏公路沿线一带,实际调查资料较多,我们以路线调查中各类土壤卫片的影象特征为主,并结合其它学科资料和地形图注记对卫片影象进行解译来确定图斑内容进行编绘;对资料较少甚至空白的地区、如西及西北部一带,侧重于地形图注记,邻近学科资料,结合卫片影象特征和土壤分布规律,并参考青海、西藏的小比例尺土壤图,用解译与编绘相结合的方法制图。为保证成图精度,先编1:50万的过渡图,并在部分地区进行路线考察来核对与修改,最后照相缩制成1:100万的土壤图。

(二)地理底图和卫片的选择

由于区域条件限制,这次制图对地理底图和卫片的依赖性较大。地理底图不但是土壤图的骨架,也是其数学基础的体现。我们选用了国家测绘总局1981年出版的1:100万国际分幅的地形图作基础底图。在编制1:50万过渡图时,选用了青海省测绘局1980年编制出版的1:50万地形图作底图,它是双标准纬线正轴等角圆锥投影,1956年黄海高程系,现势性强,注记较多,准确度也高,可与同比例尺的卫片套用。

卫片是编制和修编土壤图的重要资料。我们收集了1:50万的地球资源卫星拍摄的多光谱扫描图象(即MSS)的假彩色合成片(中科院地理所1982年2月版)作解译的基础资料,同时,还收集了1:100万的MSS假彩色片作参考。

(三)卫片影象的解译原则

土壤的特征特性很少能在卫片影象上得到直接显示,因此,土壤类型难以根据影象特征直接判读。但卫片影象是地面地物反射光谱和发射光谱的真实记录。不同地物的光谱特征不同,在卫片上反映的影象特征就不同,对假彩色合成片而言,实质是反映地物光谱特征改变的彩色变化和反映地貌条件差异的形态组合特征改变。如145—38卫片,其上淡青绿色色调有二种形态,一种是细条状的,时隐时现,多分枝,分布在地形最低处,对照地形图不难确定为水系;另一种是斑块状,其中还夹有深色的阴影或条纹,常出现于地形高处,沿山脊线方向伸展,与山顶重合,这常是冻粗骨土、冻石质土或裸岩,可按形态特征,如坡度陡缓,影象的粗糙感,深色的阴影或条纹状况等进一步判断是冻粗骨土、冻石质土或裸岩。卫片解译时:

1.要注意色彩与形态特征结合进行分析。

同一区域的形态特征,在不同时相或不同卫片上,表现相对稳定,而色调易于变化。如摄于生长盛期(7月16日)的149—35幅卫片,底色青灰,带红黄色斑块,在雪山以下的沟谷阴坡出现条带状的棕红色斑;而摄于10月2日的150—35幅卫片,底色黄绿,完全没有红黄色的斑块,即使在149—35幅卫片上出现棕红色斑块的沟谷阴坡,其色斑也完全消失。这是不同时相卫片。因土壤水分和植被盖度改变,其反射光谱和发射光谱不同造成的。又如摄于1976年11月10日的147—36幅卫片与摄于第二天的148—36幅卫片,成象日期仅相隔一天,土壤水分和

植被复盖等条件不可能产生实质性变化,但即使都是风火山地区,形态特征一致,而色调一为红黄色,另一为青灰色。这可能是卫片制作工艺的差异造成的。因此,卫片色调改变的原因是多样的,其中有与土壤性态有关的,也有与土壤性态改变无关的。但不同时相或不同卫片色调差异的原因我们常难以判定,故色调只有在同一卫片上才有相对比较的意义。我们不能以色调改变作为判读土壤类型改变的唯一依据,而应结合形态特征和其它原则进行综合分析

2.要注意影像特征与土壤区域分布规律相结合。

在成土条件特殊的青藏高原,成土因素对土壤形成过程的影响不同于平原地区。如高山土壤都具有年青性,成土年龄的影响相对较小,而造成水热条件区域分异的气候、地貌、海拔高度等的影响相对深刻。在某一区域,不同成土因子对成土过程的影响强度不可能完全一致,其中必然某个因素对土壤发育起主导作用。当然不同区域的主导因素可以不同。在解译时要考虑到不同区域中相应的主导因素及其变化以判读相应的土壤类型。根据掌握的分佈规律,及幅内各区域影响土壤发育的主导因素,有助于提高卫片解译的准确度。

3.要注意卫片解译的区域差异。

卫片影象是地面景观的综合反映,而土壤是地面景观的组成分之一。土壤信息常与其它地理信息共同反映在卫片上,这有可能出现不同土壤在各种地理信息配合下出现相似的光谱特征,或相同土壤在不同的地理信息配合下出现不同的光谱特征,从而导致卫片影象上出现“同土异象”或“异土同象”的发生。因此,卫片解译要进行地面“建标”工作,借以揭露土壤与景观要素之间的相关性,查明土壤类型与卫片影象的内在联系。当然“建标”季节最好与成象季节一致。但解译标志有地域性,通常在同一卫片区域内可靠性较大。不可在某一区域内建立解译标志后向其它区域无限扩展,否则会降低精度甚至出现错判。如148—37幅卫片,温泉谷地的兰紫色为冰泥炭土,但同一土类在147—37幅卫片上的当曲河源地区却表现为黄绿色、浓淡不匀的斑块;而在146—36幅卫片的科欠曲源头,又表现为黄红色浓淡不匀的斑块,并伴生大量热融湖塘。由此可知,相同土壤在不同地域可出现差异很大的卫片影象。因此,不同地域要分别建立解译标志,这虽增加了制图的工作量和难度,但有利于提高准确度,是完全必要的。

4.要掌握单因子与多因子相结合的综合分析原则。

如图幅西北部的西金乌兰湖南侧,内陆时令河谷下段及倾斜平原前缘,在149—36幅(1976年11月)上表现为明显的纯白色斑块,与冰川雪被相似。但分布地段与位于山峰高处的冰川雪被相反,处于地形洼处,在其它幅冬半年的卫片上,白色斑块表现稳定,但其面积及形状有所差异。由于该湖为矿化度很高的盐湖,湖边洼地有可能在旱季地表积聚大量白色盐分,使反射光谱增强而卫片显示白斑,如是,则应判读为盐土。但当我们查看6月卫片时,没有发现该地的白色斑块,由此推测,如果是盐分在地表大量积聚造成卫片白斑的存在,则它一定是硫酸盐,而不可能是使地表呈现灰褐色的碳酸盐(碱土)或氯化物(盐土)。但如果是硫酸盐,在当地极干旱,湿度很小的环境中,常风化失水呈粉末状。冬半年是当地多大风的季节,粉状硫酸盐难以在地表原状保留,为此是硫酸盐的可能不大。考虑水文地质条件时,西金乌兰湖如此巨大的湖泊,在干旱地区所以能长期存在,必然有大量的水分补给,但从卫片看,其周围都是干枯的时令河,因此估计湖水主要由时令河的地下潜流所补充。至冬半年,土壤冻结,潜流入湖受到抑制而溢出地表,此时地表温度已低,溢出的潜流冻结成冰而复盖广大地面。至夏半年,土壤解冻,潜流通畅,地表冰层也融化,卫片上的白色斑块则趋于消失。由此认为

(下转第335页)

虎林、抚远、哈尔滨幅体现暗棕壤、黑土、白浆土、潜育土(沼泽土)等各种类型及类型组合。综合后仍要显示出各图幅之间及图幅内不同区域间土壤分布的特点,以保证土壤图质量。第三、严格按制图规范中的规定进行制图综合。由于各种小比例尺的制图综合都是根据编图目的和图幅所表达的可能性来进行的,在制图规范中提出了编制的内容和要求,也提出了制图综合的要求和指标,因此根据制图规范才能保证制图的精度、质量和各图幅的统一协调。以上这三条原则在制图综合过程中同时考虑、同时应用,不是分割进行的。

(二)制图综合的内容 制图综合的内容包括地理底图各要素的综合和土壤专业内容的制图综合两个方面。对底图要素来说,直接影响到土壤图的数学基础。因而,应尽量选择稳定因子及与土壤专业内容有密切相关的因子。如水系综合尽量小,保留其自然弯曲,这有利于增强土壤图的真实感,又是确定土壤分布位置和界线的重要标志。对易变因子则尽量多删去一些,只保留其必要的公路、铁路、居民地等。具有特殊意义的地物则应保留而不受等级的限制,如新疆乌鲁木齐幅南边的阿尔干是土壤和地质上具有重要意义的地方,虽属小居民点还是选取。总之,底图要素是土壤专业图件的骨架,是它的数学基础所在,并能起到校核土壤专业内容的作用,它反映了土壤图的精度。

土壤专业内容的制图综合,是一项复杂而艰巨的工作,它既影响到精度,又影响到质量。其做法首先是根据土壤图的比例尺、用途、区域特征对图例系统进行归纳,即以概括的分类代替详细的分类,减少制图单元的层次,用高一单元概括低一单元,然后对图斑内容进行综合,同时又对图斑界线进行综合取舍,除去微小弯曲及过小图斑(<0.2 平方厘米),显示和强调图形(轮廓)的主要形状和特点。如干旱区山地垂直带谱中黑钙土、灰褐色森林土绝大部分是成带状或斑块状分布,通过综合必须仍显示这一特点,即保留了大的、本质的特征性弯曲,至于那些细小的、非本质的碎部则应删去。在丘陵地区(如吉泰盆地)土壤分布往往会出现犬牙交错(或很小图斑相间),缩小后难以区分时,可归并为一个图斑或采用复区图斑以更好地显示其特征。这就能保证土壤图的质量。

制图综合虽是一项复杂而细致的工作,只要我们循序渐进,掌握土壤分布规律,根据上述原则是不难克服困难的。

参 考 文 献

- [1]李锦等,中国1:100万土壤图制图原则与方法的研究,土壤,第18卷,第1期,1986。
- [2]曹锦铎,小比例尺土壤图的制图综合探讨(以新疆1:100万乌鲁木齐幅土壤图为例),土壤通报,第19卷,第5期,1988。
- [3]李锦等,1:100万乌鲁木齐幅土壤图的编制,土壤,第19卷,第1期,1987。
- [4]曹锦铎,关于小比例尺土壤图的质量评价问题,土壤,第20卷,第1期,1988。

(上接第331页)

该处可能是湿地。因当地海拔在4800米左右,温度低,故定为冰泥炭土。

由上例可知,卫片解译不能仅从一个因子考虑,而应对多个因素进行综合分析以提高解译的准确度。