

卫片判读与常规制图法相结合 编制中国1:100万土壤图的尝试

张国枢

(中国科学院沈阳应用生态研究所)

摘 要

本文用卫片判读与常规制图相结合方法对编制三江平原地区1:100万土壤图进行了尝试。认为这种方法有利于提高编图质量和编图速度。

在编制中国1:100万土壤图试点幅的过程中,我们采用卫片判读与常规制图法相结合的方法编制中、小比例尺土壤图,对提高编图质量,加快编图速度是有利的。

虎林、抚远、哈尔滨(半幅)二幅半图位于我国黑龙江省东部,西起东经129°,东至中苏边境;在东经132°以西,南起北纬44°,北至北纬48°;在东经132°以东,北至中苏界河。行政区包括佳木斯、伊春、牡丹江等八市的全部或一部。总面积达14.14万平方公里,其中3/4属黑龙江、乌苏里江和松花江的交汇带,又称三江平原地区。现以这二幅半图为例,谈谈卫片判读与常规制图法相结合的工作方法编制中小比例尺土壤图的认识。

一、编图程序与方法

(一)资料收集工作

本区是我国东北开发较晚的地区,其三江平原部分,素有“北大荒”之称。建国以来,为开发三江平原自然资源,曾多次进行土壤及有关学科的调查工作,积累了大量资料。广泛收集并充分运用这些资料,是完成本区编图工作的前提条件。我们所收集的资料包括:1.土壤图件,这些图件概括了从50年代至80年代历次土壤调查的成果,有局部的,也有全区的;有中、小比例尺的,也有大比例尺的,而以1:20万至1:50万图件为主;2.具有代表意义的区域性土壤学科的著作、论文及调查报告;3.相邻学科的资料,包括中比例尺的地质图、水文地质图、植被图、地貌图等及有关文字资料;4.卫片资料;5.地理图件资料,包括1:50万、1:100万地形图,局部1:20万甚至更大比例尺地形图,以及区域性的行政图等;6.区域性的自然环境,社会经济等方面的著作及资料。

(二)资料的阅读

收集资料的目的在于从中提取对这次编图工作有用的信息。因此,在广泛收集有关资料的基础上,认真阅读了所有文字及图件,以便:

1. 了解工作的概况:主要了解工作区的地形地貌,植被及气候特点等。
2. 了解前人工作:本区大面积开垦土地的历史只有100—150年,建国后,为适应国家建设需要,曾组织过多次土壤调查,如黑龙江流域综合考察、第一次全国土壤普查、荒地资源

调查及第二次全国土壤普查等，有关学科也做了许多工作。所积累的大量图件及文字资料，是完成本次编图工作的基础。

3. 了解主要土壤类型及分布规律：本区主要有暗棕壤、白浆土、黑土、潮土、潜育土、粗骨土等土壤，还有少量的寒棕壤、水稻土、泥炭土、冲积土、风沙土及石质土，共十二个土类。其中暗棕壤分暗棕壤、白浆暗棕壤、潮暗棕壤三个亚类；白浆土分白浆土、潮白浆土和潜育白浆土三个亚类；黑土分黑土、暗棕壤型黑土、白浆黑土及潮黑土四个亚类；潮土分暗潮土、石灰性暗潮土、白浆暗潮土、潜育潮土和盐化潮土五个亚类；潜育土分潮潜育土、泥炭腐殖质潜育土、泥炭潜育土及淤泥潜育土四个亚类。

在小兴安岭、张广才岭、老爷岭和完达山等山地丘陵地区，中山顶部海拔800—1000米以上，呈岛状分布有寒棕壤，面积很小，其自然植被为暗色针叶林，一般为残积坡积母质。山地丘陵上大面积分布的是暗棕壤及粗骨土，植被为以红松为主的针阔混交林或次生林，母质为坡积残积物。坡度较缓的山麓或坡地上则分布有白浆暗棕壤或潮暗棕壤，植被多为柞桦次生林，母质为坡积物或洪积坡积物。在山间沟谷底部，分布有潮土或潜育土，植被一般是草甸或沼泽。

在山地丘陵边缘的山前岗地和漫岗地上，覆盖着河湖沉积的重壤土和粘土，大部分布白浆土。仅在佳木斯、集贤、宝清一带的漫岗上发育黑土；倭肯河谷地两岸漫岗上，黑土与白浆土交错分布。

平原地区土壤分布状况有三：在萝北、绥滨松花江与黑龙江交汇的三角地带，砂质垆岗与粘质、壤质平地及古河道中的沼泽地交错出现，砂质垆岗为砂质潮暗棕壤；平地为潮土或潮白浆土；而洼地为潜育潮土或潜育土；古河道则为潜育土或泥炭土。在桦川、富锦、集贤一带，平地分布潮黑土和潮土，洼地为潜育土。三江平原及穆稜兴凯平原，随着微地形变化，土壤分布序列从高到低为：白浆土、潮白浆土、潜育白浆土、潜育土和泥炭土；在河流两岸，有少量潮土。

4. 制定新的制图单元系统(初稿)：在认真阅读各种图件及文字资料之后，即着手制定新的制图单元系统(初稿)，供本次编图使用。制图单元包括土壤单区与复区两部分，根据1:100万土壤图编图的需要，制图单元分二级，第一级制图单元相当于土类；第二级为基本制图单元，相当于亚类、土属及土壤复区。制图单元系统(初稿)应既能反应土壤科学的发展，尤其是土壤分类学的发展，又利于前人资料的充分利用。

(三)图件资料的处理

1. 土壤图：在编图中，收集了本区从五十年代至八十年代的土壤图共百余幅，这些图件比例尺不一，精度各异，在阅读所有图件后，根据可利用的程度将图件分成四种：(1)基本资料：比例尺适当，覆盖区较广，资料可靠，精度高，现势性强的土壤图，是编图中最主要的资料。我们选定三江平原土壤资源遥感复查组1985年编的1:20万三江平原土壤图及有关市的最新土壤调查图件为基本编图资料。(2)主要参考资料：在部分地区具有较大参考价值，或比例尺过大或过小但参考价值较大的土壤图，做为编图中的参考。(3)参考资料：一般是只具局部意义的资料，编图中作为前二类资料的补充资料。(4)无参考价值的资料：这包括不可靠的资料，过时资料或其内容已被概括进其它图件的资料。此类资料阅读后一般存档，不再使用。

土壤图分类后，所做的工作有：

(1) 将基本资料 and 所有参考资料用静电复印法统一放缩成1:50万。

(2) 制定每幅资料图的图例系统与新的制图单元系统(初稿)的对照表。

(3) 在1:50万资料图上标出精确的经纬网格。网格密度与1:50万地形图相对应,即纬度20', 经度30', 在网格交叉点画上4×4毫米的十字。标注方法是以1:50万地形图为底图,在透图台上根据明显地物定位,保证交叉点位移不大于0.2毫米。当资料图变形较大时,可采用逐块位移法消除或减少误差。

(4) 缩小倍数较大,图斑过密者可在1:50万资料图上进行必要的制图综合。

(5) 所有具有参考价值的图件进行编号,以利用。

(6) 绘制1:100万资料分布图,将每幅具有参考价值的土壤图的利用程度级别、编号、图幅范围统一标在图上,既利于应用又可了解工作区内土壤资料占有情况,确定各种不同范围编图工作方法。

2. 卫片及其它图件:我们选择的是1:50万及1:100万重氮印放的MSS彩色合成片,在1:50万卫片上参照上述方法标出经纬网格。其它学科的图件,如地质图、水文地质图、植被图等,都进行分类、缩放、编号、标注经纬网格及绘制资料分布图,以供编图中应用。

3. 地理底图:根据中国1:100万土壤图制图规范的要求,以1:50万与1:100万地形图为工作底图。将工作底图制成晒兰聚脂片,供工作中使用。

(四)编制1:50万土壤过渡图草图

编制1:50万土壤过渡图草图分二个阶段:

1. 编制1:50万土壤资料汇总图:资料汇总图是在野外调查与卫片判读前,根据对本区土壤类型及分布规律的了解,充分利用前人工作成果所编的图件。其编制方法是:先将晒兰聚脂片以经纬网格准确定位蒙在基本资料图上,根据地理要素检查基本资料图的位置精度,土壤图斑的类型是否正确,图斑的轮廓是否合理,然后将基本资料图转绘到晒兰聚脂片上。为便于修改,可采用铅笔转绘。转绘中,所有图斑中注记一律改用新拟定的制图单元系统的注记。转绘过程不是机械描绘,而是集描绘、判断、修改于一体的创造性劳动,这一过程须由编图人员亲自完成。发现疑问应根据资料分布图选取有关土壤图件和相邻学科(与成土因素有关)的图件,根据土壤发生学观点判别。在资料图比例尺误差较大,整幅套合困难时,则分块套合以消除误差。一幅基本资料图转绘完后,再以同样方法用其它基本资料图补充空白部分。基本资料图未能覆盖地区,则顺序以主要参考资料、参考资料加以补足。

转绘结束后,将资料汇总图蒙在其它土壤资料图上和相邻学科图件上,一一检查土壤图斑的类型是否正确,图廓有无大的出入,必要时进行修改。在矛盾较大而又无法判别时则记下,留待以后解决。同时,记下每一区域资料图的可靠程度。

2. 卫片初判,与1:50万土壤资料汇总图相对照:卫片判读的首要目的是确立解译标志。我们认为,工作地区已有大量前人的资料,而且其中大部份经过野外实地调查工作,是可信的。但由于当时工作条件、调查目的,或学科发展水平及观点的差别,使各种资料图不能完全满足今日之需要。利用卫片形象和现势的特点,采用资料与卫片影象相结合的判读方法。具体做法是将资料汇总图蒙在卫片上,精确定位后,观察土壤图斑与卫片影象之间的关系,以建立每一类土壤(土壤单元)特有的色斑,这就是该土壤单元在这张卫片上(或这一区域)的解译标志。根据解译标志,采用演绎法可对照资料汇总图上的图斑内容及其形状,在资料汇总图与卫片二者相矛盾的地方,则参考其它资料,先判别是由于其它因素(如植被,人为影响,偶然因素)作用造成的同土异象,还是资料汇总图本身的错误,然后加以修改。如根据所有资料仍无法判别时,则记下,留待野外调查中解决。

在卫片初判,编制1:50万土壤过渡图过程中,工作区可分成几种类型:(1)土壤资料齐全可靠,并与卫片吻合较好的地区:如岗地、丘陵白浆土、黑土分布区,只需做少量野外路线检验工作。(2)土壤资料齐全可靠,但与卫片影象有较多矛盾的地区:主要是地形起伏不大的农业区,卫片影象因受人为作用,如耕作、灌溉、作物物候差异等的影响,所反映的土壤类型信息受到干扰;限于工作条件,又难以取得多时相卫片消除这种影响。同时这里开发较早,历次土壤调查工作较细,资料可靠,在这些地区则以土壤资料图为主,参考卫片判读进行修改,也只需做少量野外验证。(3)土壤资料较差,卫片较易判读的地区,如平地、低平地中面积较大的湿地、沼泽、开发程度低,交通不便,以往土壤图资料互相间矛盾较多,加之地势平坦,地貌分异不大,母质单一,又缺乏详细植被图,依据各种参考资料编图都很困难。但从阅读资料中发现,这里微地形的起伏决定了地表水分状况与植被类型的再分配。由于受人为干扰小,地表水与植被又与土壤类型紧密相关,如在季节性积水的低平地上,往往是沼柳—小叶章—修氏苔草沼泽草甸植被,土壤为潜育白浆土或者潜育潮土;凹地中,积水0—10厘米处,往往是苔草—小叶章沼泽,为潮潜育土;凹地较低处,积水10—30厘米,为毛果苔草沼泽或毛果苔草—漂筏苔果沼泽,发育泥炭腐殖质潜育土。通过卫片影象所反映的地表水与植被差异,可间接判读土壤类型。因此,在这类地区,可以卫片判读为主,参考土壤图件资料,但要进行细致的野外调查,以建立解译标志。(4)土壤资料较差,卫片资料也较差的地区,如某些山地与丘陵地区,历次土壤调查工作较粗,不能满足需要,而植被覆盖度又较大,卫片判读也有一定困难,但因地势起伏大,土壤分布与地势、母质、植被有一定关系,可参考各种资料暂时成图,并需进行野外补充调查。

对工作区进行上述分析后,则可选择相应的野外调查路线,确定野外调查工作方法。

(五)野外调查

野外调查工作内容包括:(1)对已编成的1:50万土壤过渡图进行路线检查;(2)对判读中具有重大疑点的地区和上述的(3)、(4)类地区进行重点调查,了解卫片解译成图的可能性并建立解译标志;(3)补充收集资料;(4)深入了解土壤分布规律;(5)采集样品;(6)请当地专家审查1:50万土壤过渡图及制图单元系统。

野外调查的路线,我们选择了前进、创业农场横穿白浆土—潮白浆土—潜育白浆土—潮潜育土—泥炭腐殖质潜育土;集贤县中横穿暗棕壤型黑土—黑土—潮黑土—潮土;萝北、绥滨一带砂质潮暗棕壤—暗潮土—潜育潮土—潜育土;完达山暗棕壤—白浆暗棕壤—白浆土;以及穿越老爷岭等。在这些地段,进行详细调查,现场审定土壤图,进行卫片判读,采集土壤标本,为下步编图打下了坚实基础。在具有不同时相、不同处理方法的假彩色合成片的地区,通过野外工作可比较其优劣,选择最佳时相与处理方法。

(六)编制1:50万土壤过渡图

1:50万土壤过渡图是为了保证1:100万土壤图的质量而编制的。编图工作在经野外调查修改后的1:50万资料汇总图上进行。

1. 确定制图单元系统:在前段工作基础上,对原来制定的制图单元系统进行修正,制定出新的、适于1:100万土壤图的制图单元系统。这个系统必须完全符合制图规范的规定。

2. 修改补充1:50万土壤过渡图草图:首先根据卫片初判和野外工作的情况,选定各个地区的解译效果(包括时相、卫片质量等)最佳的卫片,以保证卫片解译质量。然后,分别不同地区,进行编图工作:(1)对于土壤资料齐全可靠,并与卫片吻合较好,野外调查经过验证的地区,只需按新的制图单元系统,依据卫片对资料汇总图进行判读修改,即可成图。(2)

对于资料齐全可靠,但与卫片影象有较多矛盾的地区,经野外验证,查明矛盾确系卫片影象本身的问题,则应以资料为主,参考卫片及多种相邻学科资料进行判读修改,谨防误判。(3)对于土壤资料较差,卫片资料较好的地区,经过野外现场调查、判读,建立解译标志后,可主要依据卫片判读成图。但仍应注意参考多种资料。(4)对于土壤资料较差,卫片资料也较差地区,则应依据野外调查资料及补充收集的资料,结合卫片判读综合成图。

3. 转绘成图:修改补充了的图件经检查后,转绘到1:50万晒兰聚脂片底图上,接边,整饰后成图,并请专家初审。

(七)编制1:100万土壤图

1:100万土壤图是在1:50万土壤过渡图基础上缩制完成的。其过程是:

1. 将1:50万土壤过渡图采用静电复印法或照相法缩成1:100万。

2. 以1:100万晒兰聚脂片为准,采用蒙绘法,将土壤图图斑过渡到聚脂片上,同时进行必要的制图综合,即根据1:100万土壤图制图规范的要求,对缩制图的内容、细小图斑、图形细部加以概括。在制图综合过程中,务使土壤图斑的轮廓形状,走向与自然界景观及地形要素相吻合,能反映土壤分布规律及区域特征,并使图形美观自然,保持位置精度。

3. 卫片判读。将1:100万土壤图蒙在同比例尺卫片上,再次判读,检查制图综合质量,进行必要修改。

4. 清绘和整饰。此过程中,在1:100万土壤图上添加必要的地理要素,使其成为完整的土壤图。

二、编图中的几点体会

(一)卫片目视解译在编图中的应用

随着空间遥感技术的发展,从70年代起,遥感资料越来越多地应用于土壤制图中,目前,采用卫片目视解译与常规制图相结合编制中、小比例尺土壤图,成了主要方法。实践证明,这种方法适于我国现阶段的设备、经费及人员素质现状,可以提高成图质量,加快编图速度,降低工作成本。实践还证明,卫片目视解译,甚至计算机识别制图,并不能解决土壤编图中的所有问题。尽管近十几年中,国内许多单位做了大量的土壤光谱测定工作,为土壤类型解译提供了宝贵资料,但因卫片所反映的不仅是土壤本身信息,而是地形、植被、地表水分状况、母质以及土地利用等的综合信息。解译土壤类型时往往依靠环境因子(与成土因素有关的)在卫片上的综合表现与土壤类型的相关性,这种表现有时会被偶然因素,或与土壤类型相关性小的因素所掩盖。因而,在相关性明显的区域,如上文所述湿地、沼泽分布区卫片解译效果很好。而在卫片影象特征,与土壤分布情况相关性不大,如在受人为影响很大的地区,利用卫片解译困难则较多。同时,无论在什么地区,进行卫片解译都必须注意排除干扰因素,以防误判。

(二)在编图中资料的综合运用

编图中,我们收集了大量的资料,如各个时期的土壤图,不同时相和不同处理方法的卫片,地质图,水文地质图,植被图,土地利用图,地形图等等,在不同地区,各种资料运用程度各不相同。但在任何地区,都必须十分注意这些资料的综合运用,以大大减少编图中的失误。

(三)编图中位置精度的控制 (下转第316页)

物质酸性盐渍水稻土、粘质冲积物质潜育水稻土、粘质冲积物质潜育水稻土。本组土壤组合，除滨海沙土和滨海盐土在卫星图象上有比较清晰的表现外，其余土壤类型则比较模糊，要准确地勾出其图斑界线，必须有现场的调查材料或大比例尺的航天照片作参照。

四、图斑内容的综合处理

本图地貌类型以山地丘陵为主，面积广大，地形变化复杂，土壤类型丰富，由于人多耕地少，大部分的谷地及低丘缓坡地已辟为耕地，其中山谷因水源条件较好都辟为水田。这是本图幅的重要土壤类型之一。然而，坑田一般面积不大，多为十几米到几十米宽，要把该类土壤全部反映在图上是不可可能的。因此，依据“规程”要求，对某些土壤类型，必须从内容、面积及图形三个方面进行综合，其做法是：

(一)对地形破碎、丘谷交错的地方，因缓坡地多被垦殖，耕种土壤与自然土壤之间有一定发生关系，如复盐基赤红壤及其谷底的冲积母质潜育水稻土等不能以单区表示时，一般划为复区，把面积大的土壤类型摆在首位，面积少的土壤类型以一符号相连放于其后。

(二)对山丘面积较大，坑田狭小而且分布稀疏的地方，则以合并的方法处理，即舍去窄小弯曲大的坑田，而夸大在地图上位置比较显著，能反映该土壤类型分布规律的主坑田土壤。使其相应面积不致因未能上图而减少。

(三)复盐基赤红壤，是本区发展经济作物的主要土壤类型，但面积小而分散，多以镶嵌式分布于各种母质的赤红壤之中，不易单独勾绘出来，我们在编制时，则以复盐基赤红壤为主，把交错其间未被利用的赤红壤组成复区，以反映该山体的利用状况。

五、结 语

(一)应用卫星图象进行土壤系统判读编制土壤图是可行的。它以土壤发生学和地理景观学为主要理论基础和依据，把土壤发生分类、成土因素及在卫星图象中的影象特征三者联系起来，通过建立卫星图象中的判读标志，进行综合分析和推断而实现。实践证明，按照目前的土壤分类系统，与有关资料结合，一般判读到土属一级是完全可以的。

(二)各种土壤类型，都是通过各自的剖面结构和诊断特征来确定的。而卫星图象主要是反映地球表面的自然景观特征，综合程度高，其影象特征又受地表水分、植被和人为活动等影响，因此，通过图象特征的分析推断进行土壤类型的判读，必须对卫星图象特点有充分的了解。要准确地判读土壤，编图人员对制图区域必须比较熟悉，对一些自己较生疏的地方或面对图象难以得出结论时，还需查对有关地质图、土壤图或航片等辅助资料进行分析推断，以确保制图质量要求。

(上接第311页)

由于所收集到图件的投影、地物标记、制图精度等都各不相同，又经几次缩放，虽然统一成1:50万或1:100万比例尺图时尽量控制，但仍有一定误差。这给各种资料的应用带来困难，主要是难以精确定位。为保证制图精度，我们以1:50万地形图及1:100万地形用图为准，以纬度20'，经度30'的密度，在所有资料图及中间图件上标出经纬网格，在变形较大，超出位置精度要求的图件上，根据地物分块消除误差。以后编图中每一步骤，都严格按经纬网格定位，保证了制图的位置精度。