

土壤调查地区级汇总的遥感 制图试验研究

姚力 林培

(北京农业大学农业遥感中心)

1987年6月11日收稿

摘 要

本研究的目的是探讨利用遥感影像数据,对县级土壤调查资料进行地区级汇总的制图工作方法。我们依据的制图综合原则是:(1)以现有的土壤图为基础,充分尊重原图上的界线,主要以土层界线重新综合;(2)研究并搞清各种土壤分布规律和它们之间的组合规律,然后进行归并和区分;(3)参照卫星影像特征和判读标志,对某些明显与实地不符之处,以影像和实地调查资料进行修正,有些土壤类型以组合形式表达。本文对利用遥感数据进行制图综合的工作方法进行了详细描述,其中包括:制图单元的综合和比例尺的改变,底图的制作和利用卫星影像对综合后的土壤图进行编制等。研究表明,此种方法与常规方法比较,特别是对有一定物质和技术条件的单位(如省级),不仅在土壤调查中,而且在资源调查中皆可采用此种编图技术,收到节省人力、物力和时间的效果。

关键词: 土壤 制图 遥感

近十几年来,利用卫星影像进行土壤判读的研究工作已有很多实际应用范例。其中包括:中小比例尺土壤图的卫星影像目视判读^[1],卫星图像 CCTs 磁带资料的土壤自动识别技术^[2,3],特定土壤类型的专题调查与制图^[4,5],此外还包括各种工作方法和理论研究。对于利用陆地卫星影像对县级土壤调查资料进行地区级汇总的遥感制图研究,目前尚未见报道。地区级土壤调查汇总工作一个很重要的方面,是对原 1:5 万县级土壤图进行缩绘和制图综合。按照常规方法,这项工作需要投入较大的人力和时间,且拼图时常发生相邻县土壤图斑不相吻合的现象。为了发挥卫星影像的优势,探索遥感土壤制图的方法,我们选择了位于黄淮海平原黑龙港流域的邢台地区进行了遥感制图试验研究。

本研究使用的遥感及非遥感资料包括:(1)1:20 万石家庄幅假彩色合成陆地卫星影像四幅。成像时间分别是 1974 年 6 月 7 日;1975 年 5 月 6 日;1976 年 11 月 14 日和 1978 年 6 月 4 日。(2)1:25 万石家庄幅假彩色卫星影像。成像日期为 1979 年 5 月 3 日。(3)邢台全区 1:5 万和 1:20 万地形图;1:5 万土壤图;河北省古河道图、地质图、水文地质图等。

一、工作程序和制图综合

在室内我们首先对以上资料进行熟悉和分析,然后结合野外核对,对全区进行制图综合和编译制图。整个工作程序可概括为:准备工作,资料分析,制图综合,缩绘和拼图,野

外校核,编译和转绘成图等步骤,其中有些是交叉进行的。

在外业工作中,我们对邢台地区的 18 个县、市,应用县级 1:5 万土壤图,在以土属为单位进行制图综合的基础上,实地对各种土壤的判读标志、影像特征与土壤图斑进行了对照和核对,对一些有明显出入之处,参照影像进行了修改。同时对不同土壤类型采取剖面样本比土评土和化学分析。此外,我们还应用已有的土壤图和卫星影像,对各种土壤组合关系做了实地调查和研究,基本搞清了平原区土壤的组合规律和演变方向。

原县级土壤图比例尺为 1:5 万,土壤制图单位为土种。地区级土壤图要求成图比例尺为 1:20 万,制图单位为土属。前者向后者的转换需要进行制图综合,这里所说的制图综合包括的含义为:(1)制图单元的改变;(2)比例尺的缩小;(3)相邻图件的准确拼接和制图单元的衔接。制图综合的原则是:(1)以现有的土壤图为基础,充分尊重原图上的土壤界线,并以原土属界线为主;(2)研究和摸清各种土壤之间的分布规律和组合规律,明确它们之间的关系,然后进行合并和区分;(3)参照卫星影像特征和判读标志,对某些明显错误之处,以影像特征和实地调查进行修改和校对;(4)对一些呈有规律分布的、但由于制图比例尺限制难以表示出来的土壤类型,采用组合图例表示。这在山区和平原中微地形变化复杂的区域尤为突出。所以,在汇总过程中,并不是机械地将同一土属内的土种合并为同一土属,而是遵照以上原则进行了综合取舍。

在制图综合过程中,我们首先将 1:5 万县级土壤图经光学方法缩制成 1:10 万。在 1:10 万图上,我们根据卫星影像的特点和制图综合的要求,对原制图单元进行了部分修改,合并了一些土属。第二步是将 1:10 万土壤图经光学方法缩制成 1:20 万土壤图,然后将此 1:20 万的小块土壤图以地形图作控制进行拼接,并清绘在透明薄膜上,这就保证了编图的制图精度。第三步是以水系和居民点为控制点,将其与 1:20 万卫星像片局部重合,对土壤制图单元进行编译和勾绘。在此图中,结合野外获得的有关土壤组合和分布规律的资料,重点对低产土壤,如风积新成土、盐化潮土、砂姜黑土以及现代河床及两岸上的非土壤物质的分布范围和界线,根据影像特征和判读标志进行了修正。其它影像特征不十分明显的土壤类型以原土壤图为准。对相邻图的拼接图斑不能吻合之处,采用实地调查与影像特征相结合的方法进行修正,使其相互吻合。

底图的制作是将 6 幅 1:20 万邢台地区地形图拼接起来,经过透绘其中的某些要素而成的。底图上选取的要素有地区界、经纬度、主要河流、渠道、公路、铁路、市县所在地和部分乡所在地。将这些要素清绘在半透明聚脂薄膜上,填以专业内容后,经照相制板成图。

二、土壤分布概况与组合关系

邢台地区地带性土壤为褐土。根据土壤地理学原理,在特定的气候条件下,土壤分布与地形、母质有着密切的关系。由于太行山山地的影响,使山区土壤呈垂直地带性分布。泛滥平原和交接洼地受地下水的影响,发育有以潮土为主的其它非地带性土壤。在土壤的空间分布上,西部大致 1000 米以上的中山区,主要为棕壤。低山、丘陵及山前平原,包括邢台、沙河、临城、内邱、邢台市、柏乡 6 个县市和隆尧、南和、任县、宁晋 4 个县西部,主要为粗骨土、始成褐土和褐土。在微地形的影响下,夹有水稻土、潮土和新成土等。

交接洼地和泛滥冲积平原，包括隆尧、南和、任县、宁晋东部和广宗、平乡、巨鹿、新河、南官、威县、临西和清河等县，潮土分布面积很广，还有少量新成土、脱潮土、盐化潮土和盐土等土壤类型。全区地貌、母质、土壤类型及与影像之间的关系见图 1。

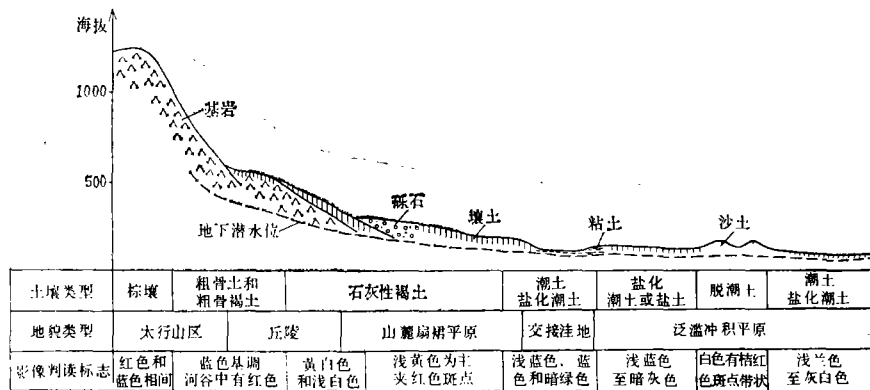


图 1 邢台地区地貌、土壤判读标志关系断面示意图

Fig. 1 A Transection of Relationship among Landforms, Soils and Landsat Image Features

土壤分布的各种组合关系及其大区分布规律是与地形和母质规律一致的。但是在由微地貌、地形引起的土壤组合关系上可以细分为三种形式。第一种为山地土壤的组合形式，它除去我们常见的垂直带结构外，在山体的坡向和沟谷部位，具有不同的组合关系。阴坡常为淋溶粗骨褐土和石灰性褐土的组合，阴坡则是粗骨土和石灰性褐土的组合。第二种组合形式主要在扇缘交接洼地，土壤的发育受地下水的影响很大，它们是盐化潮土、沼泽土、季节性积水沼泽草甸土和潮土的组合。第三种组合形式位于冲积平原的古河床高地，为石灰性褐土、盐化潮土和季节性积水相普通潮土的组合。

以上这几种土壤组合关系是我们进行组合编制小区图的基础。在制图上采用组合图例表示。

三、主要土壤类型的编译

1. 风积新成土

它主要是古河床相沉积，后经风力改造而成。邢台地区的泛滥冲积平原区主要由黄河、漳河、洛河和沙河等河流冲积物组成，因河流多次改道，形成了古黄河、漳河等数条近南北向故道，遗弃带状的沙质故道，经风力再次搬运沉积成为沙丘。它主要分布在古河道两岸附近和近代河流决口处，大多为固定和半固定状态，沙丘间有平铺沙地和大小不同的洼地。整个沙带的宽度可达数公里，其上的自然植被主要为茅草、蒺藜、地丁和蓬子等，树木则多为人造林，如杨、榆、枣、杏、梨等，它们组合在一起构成一种沙地的特殊景观。由于植被覆盖度低，在卫星像片上红色不很明显。经过对照 4 个时相的卫星影像，以 1974 年 6 月 7 日的卫星像片沙土判读标志最明显，这时农田中的小麦已收割，土壤裸露而显示暗蓝绿色，仅沙地上的稀疏片林和灌木使影像呈桔黄色、斑点状纹理并呈条带状或斑块状分布。因此，在编译汇总中，风积新成土的界线，主要参照此时相的卫星像片，对原图上界线

不符之处进行了修改。

2. 盐化潮土

盐化潮土主要分布在巨鹿、广宗、平乡、威县、清河等县。地貌部位处于冲积平原洼地周边、冲积平原与交接洼地的交接地区和河流两侧二坡地上。盐化潮土的编译主要是根据卫星像片的地貌分析和影像特征。它在影像上呈暗蓝色基调。邢台大面积盐化潮土分布在冲积平原的巨鹿县东部和平乡县北部，紧接交接洼地，地貌部位处于二坡地上。另外，现在盐化潮土的面积比过去大为减少，原来轻盐化和部分中盐化潮土向着潮土方向转变，部分重盐化和中盐化潮土也演变为轻盐化潮土。我们利用卫星像片结合实地调查，特别对这种变化作了适当的修正。

3. 棕壤

棕壤分布在山地垂直结构中，通常剖面发育较好的只有在海拔高于 1000 米的中山阴坡，且地势较平的黄土状物质母质上。因此，在卫星影像上呈浅黄色底色，而且具有较高的植被覆盖度，色调呈红色，沟谷切割纹理表现不明显。

4. 褐土

这种典型褐土只发育在低山和丘陵区的黄土状母质上。A 层石灰已经淋失，粘化层比较明显，石灰反应微弱，影像上呈浅黄色块状或条状分布。

5. 石灰性褐土

主要分布在丘陵区及与丘陵区相接的山麓平原。一般有粘化层发育，通体有石灰反应。母质为 Q_3 或 Q_4 洪冲积物，地下水位较低。在 5 月份影像上呈灰白色和浅黄色调，纹理平滑，呈块状分布。

6. 始成褐土

包括低山丘陵中部分人工堆垫物质上发育的土壤、平原中原来分类系统中的潮化褐土以及不受地下水影响的山麓平原中河流冲积的沙质或沙壤质物质。它们的土壤成土过程均开始朝着褐土方向发展，其标志是土体中碳酸钙开始向下移动，但目前褐土特征很不明显。由于植被的影像在山区呈红色条状分布在河谷地带，在平原区其基调为黄白色，编译中通过卫星像片的地貌分析结合色调来确定它们的分布范围。

7. 粗骨土

粗骨土类包括石质粗骨土、中性粗骨土和钙质粗骨土。成土母质为硅铝质或钙质岩类残坡积物。共同特点是土层很薄，无土壤发生层次的发育，植被稀少，岩石裸露。在卫星像片上呈蓝色和暗灰色调，由于沟谷切割严重，影像纹理粗糙紊乱。

8. 冲积新成土

主要由山麓平原中河流沙质洪积物组成，分布于河流两岸或河漫滩中，沉积物的年龄

较轻,几乎没有剖面发育特征。影像上为白色或暗棕色(11月影像,树木落叶后)。在5月份影像上,由于树木的影响,呈现红色。

9. 潮土

潮土主要分布于冲积平原上,是本区主要农业土壤之一。由于河流历次泛滥沉积,土层巨厚,地面平坦,土体下部受季节性地下水影响,多有锈纹锈斑。由于耕作历史悠久,土壤表层的生草过程被人为植被代替。现在地下水埋深已降至3—10米左右,卫星像片上色调呈浅蓝灰色基调,分布面积很广。

10. 湿潮土

原称沼泽化潮土,主要分布在邢台市东南部洼淀周边。土体下层长期处于还原状态,地下水埋深1米左右,生长有喜湿植物,潜育化现象明显,一般质地较粘,土体颜色发黑,在卫星像片上呈明显的蓝色调,呈小块状图形,分布面积极小。

11. 脱潮土

原称褐化潮土,广泛分布于冲积平原。其面积比1958年绘制的华北平原土壤图增加很多。原因是气候干旱和工农业用水猛增,地下水位平均每年下降0.55米,整个冲积平原地下水埋深一般为3—7米,且在成土过程中的作用愈来愈小,从而导致潮土面积减少,脱潮土面积增加,反映了土壤发育过程及类型的演变。在卫星像片上呈浅蓝和灰白色,难以同潮土区分,所以编译的土壤图中,其界线采用原来县级土壤图上的界线。

12. 潜育型水稻土

潜育型水稻土面积很小,主要分布在邢台东汪乡东北部,地下水埋深很浅或溢出地面,地貌部位为扇缘潜水溢出带。由于常年种植水稻,土壤发育受人为影响较大,土体常处于潜育还原状态。由于积水,在卫星像片上呈蓝色、黑色,在6月份影像上因有植被而呈红色,较易判读,界线容易确定。

13. 非土壤物质

它包含两类,一类是现代河流河床中的以石英为主的粗沙物质,其上无植被生长,反射率很高,在影像上形成白色条状图案,易于识别。一类是流动沙丘,由于它具有流动特征,划为非土壤物质。目前多数沙丘已基本固定,流动沙丘的面积愈来愈小,影像上呈浅白色和黄白色色调,没有植被的红色色调。编译时的界线以卫星像片特征为主。

四、结 语

研究表明,利用遥感技术进行地区级土壤调查汇总制图工作,在技术路线、制图方法和精度上都是可行的。在制图综合中,与常规方法相比,它不仅仅是简单地机械地将同一土属中的各种土种合并,而是利用卫星影像宏观性、综合性和信息丰富的特点,对一些

土壤组合分布特征,在制图中以组合图例表示出来。这样,其土壤分布规律就更加清楚、准确和符合实际状况。另外,在拼图过程中,应用卫星像片作为控制,使相邻图件的图斑对准,拟合程度更高,也更加有依据。

此外,采用多时相卫星影像非常有利于不同类型的土壤汇总。利用作物和植被的生长季及土壤类型与土地利用的关系,结合影像特征,则可判读某些土壤,如风沙土,盐化潮土和粗骨土等,且具有较高的识别能力,在制图中,其位置和面积精度皆优于常规方法。

在资源调查特别是土壤调查中,很多单位,特别是省级的科研和教学单位,都可以采用这种编图技术,因此,它具有广泛的应用前景。

参 考 文 献

- [1] 李天杰,关于陆地卫星影像土壤解译方法论的探讨,遥感文选,科学出版社,1981年。
- [2] 曾志远,卫星图像土壤类型自动识别与制图的研究,土壤学报,21(8),1984。
- [3] 姚力等,卫星影像计算机土壤解译的研究,环境遥感,2(1),1987。
- [4] 戴昌达等,黄淮海平原低产土壤的遥感清查,环境遥感,1(2),1986。
- [5] 赵克齐等,黄泛平原低产土壤卫星像片目视解译制图的试验研究,环境遥感,1(4),1986。

A Pilot Study on Soil Mapping with Remote Sensing Data at Prefectural level

Yao Li Lin Pei

(National Agricultural Remote sensing Center, Beijing Agricultural University)

Abstract

This paper is aimed at soil mapping technics with remote sensing data to produce a soil map at a prefectural level (1:200000) from county level (1:50000). The principles of mapping synthesis for our research are 1. the new boundary is delineated on the base of soil family boundary on the original soil maps, 2. the regularity of soil distribution has to be studied so that soil mapping units are merged and distinguished according to the regularity and the interpretation of Landsat image, 3. some mapping units with regularity are presented as association after they are merged.

The mapping scale was reduced from 1:50000 to 1:200000 after the mapping units were changed from the series on original soil maps to the families on the new map. To meet the need of the scale change, some modifications for the classification system were made. The base map was prepared from topography maps which can satisfactorily reach mapping accuracy. New soil map and Landsat image were overlapped, on which the synthesis and corrections were carried out. We merged some families into one family according to Landsat image pattern and ground truth data. For same soil types without special interpretation character, we made few changes. The results show that this method is more effective than the traditional one. It saves time and expense.

Key words Soil mapping remote sensing