

# 湖北省土壤地理分布的卫星 图象解译与验证\*

王庆云

(华中农学院)

湖北省土壤的地理分布有明显的南北过渡的特点。长期以来,由于土壤调查手段的限制和分类诊断指标不齐全,迄今不仅对土壤分类命名有争议,而且对土壤分布界线也无定论<sup>[1-3]</sup>。随着全国、全省土壤普查成果资料汇总工作的需要,急待研究与确定我省境内的土壤类型及其分布界线。

遥感图象具有宏观性、多时间性、多波段性、综合性等特点,为客观地解译土壤类型和分布界线提供了科学手段。近年来国内已开展这方面的工作<sup>[4-7]</sup>。本研究旨在应用卫片的宏观性,解译我省境内红壤、黄棕壤、黄褐土的地理分布,并提出核查验证的土壤分类诊断指标。

## 一、材料和方法

选定1:50万假彩色合成卫片和1:50万地形图作为解译成图的基础。另收集有1:50万多波段黑白片、1:50万地质图、少数县的1:5万土壤图等专业图件和资料。

从1980年开始,在咸宁、黄冈、襄阳三个地区和武汉市等地,采取“实地建标—室内解译—核查验证—清绘成图”的程序及遥感图象综合分析方法,编制了土壤带界图(图1)。为了核查验证,对红壤系列,黄棕壤系列等的剖面分析的大量文献资料进行数理统计,寻求各类土壤的中心概念(Central conception)及区分的诊断指标。然后在省境内从南到北,迂迴于土壤带界两侧的30多个县、市,进行实地核查与资料验证。

## 二、结果与讨论

### (一) 土壤地理分布的卫星图象解译

土壤是自然景观的组成部分,又是自然景观的一面镜子。因此,只要在实地建立“景观-影象-土壤”三者的相关性,就有可能根据所处的地理位置,卫片上的宏观景观特征,客观地解译土壤类型及其分布界线。作者以中国土壤分类暂行草案<sup>[2]</sup>和湖北省第二次土壤普查土壤工作分类暂行方案<sup>[1]</sup>作为解译红壤、黄棕壤、黄褐土地理分布的依据。

\* 本文承蒙杨补勤教授指导,深表谢意。参加此项研究的还有贺铁、徐千均同志。

1) 湖北省土壤普查办公室1981年拟订。

### 1. 红壤与黄棕壤土类带界的卫片解译

根据卫片上反映的地貌、母质、土壤和农业利用等自然景观的影象特征，解译了红壤、黄棕壤土类及其带界(图1)，现分鄂南、鄂西和鄂东三线分述如下。

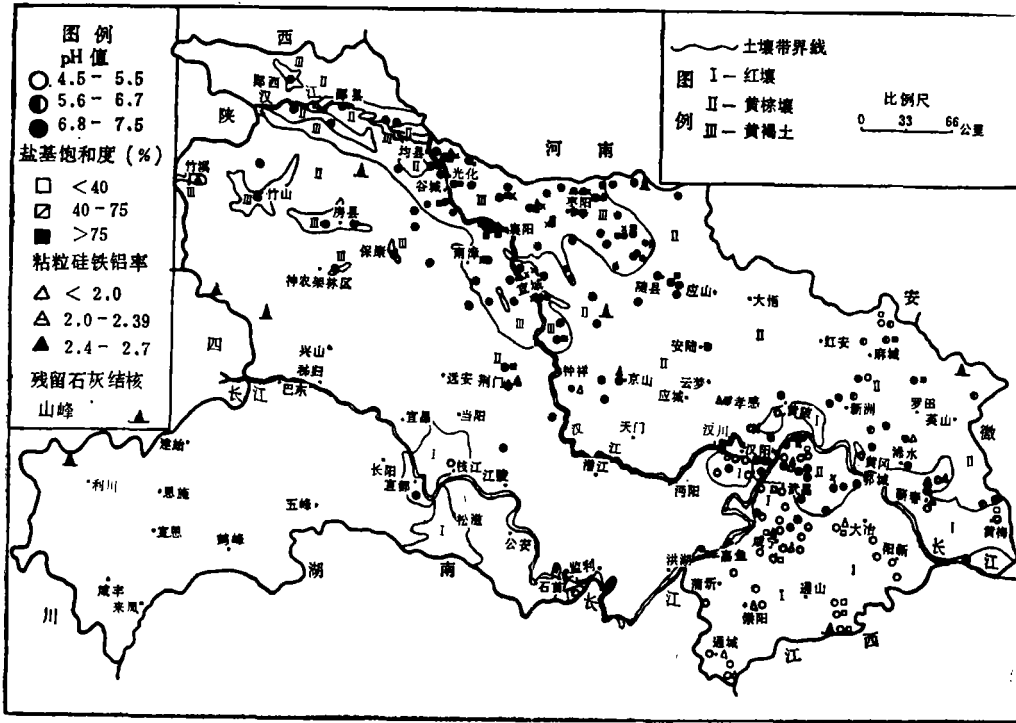


图1 湖北省红壤、黄棕壤、黄褐土带界土壤 pH 值、粘粒硅铁铝率、盐基饱和度、残留石灰结核点位图  
Fig. 1 The map of soil pH, silica-sesquioxide ratio of clay, base saturation, residual lime concretion in boundaries of red earth, yellow-brown earth, yellow cinnamon soil in Hubei Province

鄂南线段：区内的梁子湖为一断裂凹陷，其南为海拔 50 米以上的垄岗和石质低丘陵，其北为海拔 30 米左右的低垄岗地形。是中更新世红色粘土母质(Q<sub>2</sub>)与上更新世下蜀黄土母质(Q<sub>3</sub>)的交接带。

在武汉幅彩卫片(6月16日)上，呈现两种截然不同的基色，上方呈白色，下方呈黄色，两交接处有一狭窄的淡黄色的过渡条带，呈“V”形分布。根据成象机理，界南卫片上反映的是裸露的红色土体所反射的光谱特征，而呈黄基色，局部低丘残存 Q<sub>3</sub> 母质上形成的黄棕壤则呈白斑点影象。界北卫片上反映的是裸露的黄棕壤土体所反射的光谱特征，呈白基色，局部高丘露出的古红土和红砂岩形成的红土，在卫片上亦呈明显的黄色斑点斑块影象。这既证明了上述成象机理的可靠性，又反映了带界附近两类土壤交错分布的客观实际。综上所述，我们认为“V”形基色差异是高阶地 Q<sub>2</sub> 母质发育的红壤与低阶地 Q<sub>3</sub> 母质发育的黄棕壤带界的客观反映。带界西起汉阳县索河，经黄陵、金口、纸坊、涂镇、沼山、泽林，东至鄂城县燕矶。

鄂西线段：在枝江至宜昌长江两岸的低丘和石首县桃花山—三菱湖北缘有红壤零星分布。

鄂东线段: 在黄冈至黄梅一线的低丘和黄冈的路口、黄陂的横店一带有红壤零星分布。

## 2. 黄棕壤与黄褐土亚类带界的卫片解译

黄棕壤与黄褐土的水热条件、土壤属性、农业利用、耕作制度都有明显的区别,其影象特征作为卫片土壤解译是十分有效的。现分鄂北和鄂西北两线概述如下。

鄂北线段: 鄂北岗地属南阳盆地的南缘,是黄褐土主要分布区域。其中部为残余碳酸盐(含有砂姜)的下蜀黄土( $Q_3$ ),盆地边缘为无石灰性丛状红土( $Q_1-Q_2$ )和石灰岩、红砂岩、辉绿岩、武当片岩、云母片岩等的残积坡积物。农耕地以麦稻和麦棉的一年两熟制为主。从而构成独有的景观特色。

纵观宜城幅(5月30日)、襄阳幅(10月18日)彩卫片,岗地土壤呈橙黄、天蓝色调影象,与丘陵黄棕壤的红色影象轮廓十分明显。黄褐土中,红砂岩发育的呈醒目的黄绿色调;砂姜黑土特异的乌云影象;典型黄褐土呈白、灰、绿、蓝等杂色图象,隐见暗灰、红紫色的“梳子状”条岗影象,是裸露的黄褐色土体、水体、中稻等的光谱特征的反映。而低丘黄棕壤区,多为双季稻,在彩卫片上显示红色“树枝状”冲垄田早稻的影象,这是赖以区别岗地黄褐土与低丘黄棕壤的主要标志。该段黄褐土带界大体定为:西起丹江,南至钟祥千山,绕过大洪山,南至随县厉山,西沿桐柏低山丘陵北上至荆川出境。

鄂西北线段: 分布于均县、郧县、郧西一线以及房县、竹山、竹溪、保康、阳日等的山间盆地和河谷阶地中的黄褐土的影象色调浅淡,轮廓清晰,带界见图1。

## (二) 卫片土壤带界解译的核实验证

土壤的地理分布与生物气候条件密切相关。从图2看出,咸宁的降水量 $>$ 蒸发量,其年均温 $16.9^{\circ}\text{C}$ ,水热系数为1.4,属湿润气候,土壤的淋溶,富铝化作用较强,形成红壤。随县的蒸发量 $>$ 降水量,年均温 $15.6^{\circ}\text{C}$ ,水热系数为 $0.8\sim 0.9$ ,属半湿润气候,土壤的淋溶和富铝化作用都较弱,属黄棕壤发育,因水热等条件的影响,黄棕壤土类带幅不宽,性质有明显的地区变异。西北部较干冷,属黄褐土亚类。中部和东部较湿热,属黄棕壤亚类。

分布于我省南北黄土状成土母质系第四纪不同时期的古老风化壳,每个时期的沉积物具有不同的特征,因而我省在第四纪沉积物上形成的土壤,是在新构造运动以后,近代侵蚀和生物气候的作用下形成的。因此,北部和南部均有与地带性不相称的土壤的分布。如黄褐土区插花分布有酸性至弱酸性土壤。或者在一个较小的范围内有两个土类插花分布。这表明仅以某一气候等值线代替土壤分界线是不符合实际的,而应以能反映土壤性质(土壤的形态特征和理化性质)的诊断指标作为土壤分类、定界的依据。

在形态特征中,土壤颜色虽因母质、土壤侵蚀、水湿条件等不同而稍有差异,但它是土壤形成过程中物质变化、迁移淀积的直观反映,是重要的发生学形态特征,可作为野外核查土壤及带界的诊断指标。土体中的铁锰淀积物、网纹的发育,以及残余碳酸钙结核等在我省都有明显的地理分布,因而土壤新生体是野外核查土壤类型和带界的重要标志。

在理化性质中,对常用于土壤分类的土壤pH值、代换量、盐基饱和度、粘粒的硅铝率、硅铁铝率等项目进行了文献资料及测定结果的数理统计(以B层为准),算出平均数、标准差和变异系数。试图以土壤中心概念值( $cc = \bar{x} \pm s$ )为准则,选择分异大、变异小、重迭

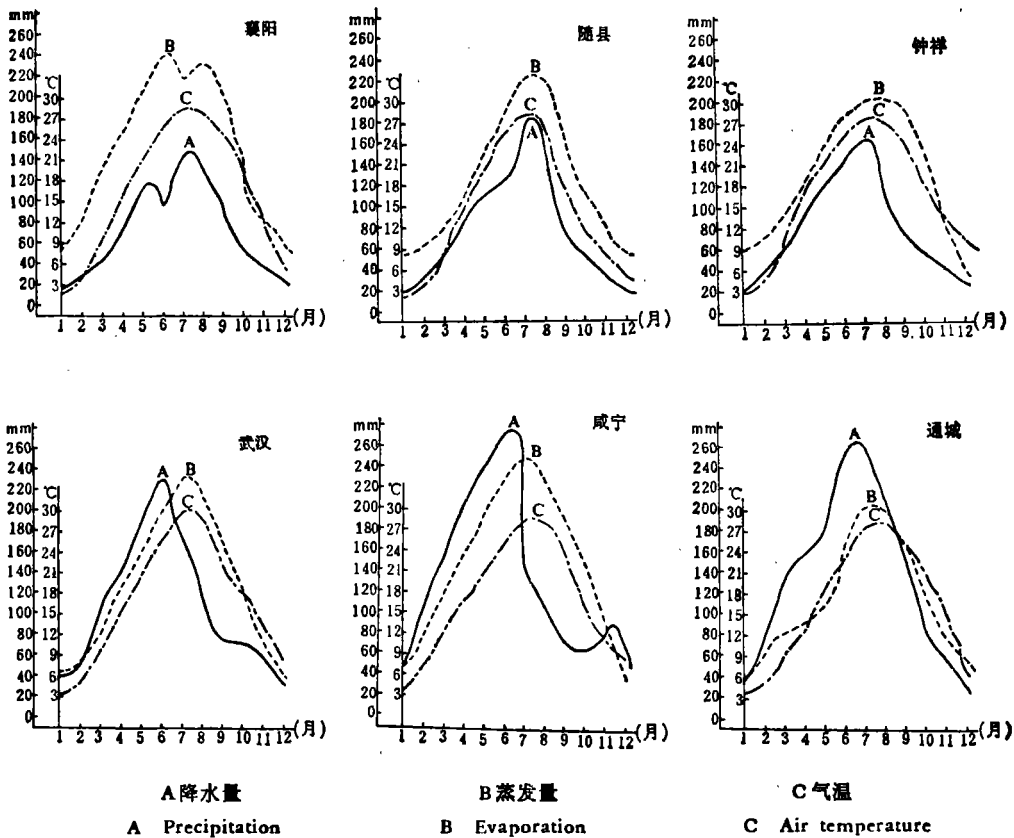


图 2 湖北省南北几个点的月平均降水量、蒸发量和气温曲线

Fig. 2 Curves of monthly mean precipitation, evaporation and air temperature of some places in Hubei province

少的土壤性质作为土壤分类、定界的数量诊断指标(图 3)。

(1) 土壤代换量(CEC), 因受矿物组成、胶体类型及数量等多种因素的影响, 变幅宽, 变异系数大(高的达 54%), 各土类间逐级重迭大, 不能作为我省土壤分类、定界的可靠指标。但粘粒代换量, 红壤、黄棕壤、黄褐土依次增加, 这与粘土矿物组成相关, 可作为我省土壤分类、定界的参考指标。

(2) 粘粒的硅铝率、硅铁铝率, 其均值反映出自北向南逐渐变小的规律性。褐土、棕壤的数值大, 变异系数小(<10%); 而砖红壤、红壤的数值小, 变异系数大(23.6—29.9%), 且各土类间逐级重迭大。因此, 我们认为粘粒的硅铝率、硅铁铝率虽能反映成土母质风化度或土壤富铝化程度的一般趋势, 但从我省实际情况验证, 它不能作为土壤带界定位的可靠的发生学指标。

(3) 土壤盐基饱和度, 是反映土壤胶体类型和淋溶程度的一种较稳定的土壤性质。它自北向南逐渐变小, 且逐级很少甚至没有重迭, 可选作我省土壤分类、定界的诊断指标。

(4) 土壤酸碱度(pH 值), 是土壤中多种化学性质和盐基状况的综合反映。从图 3 看出, 土壤 pH 值总的特点是稳定, 变异系数小(均<10%)。南部各类土壤的 pH 值基本一致, 多为 4.5—5.5, 重迭度大; 而北部各类土壤的 pH 值也趋于一致, 多在 7—8 之间, 重迭

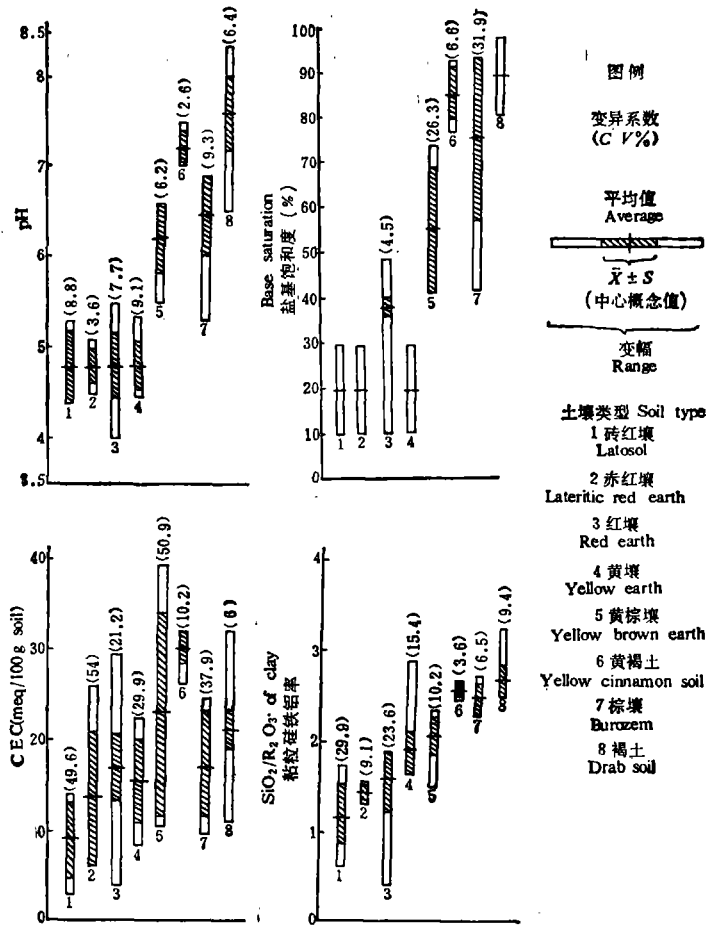


图 3 不同土壤类型的化学性质变化趋势

Fig. 3 Tendency of variation of chemical properties of different soil types

度大;唯中间过渡地带的土壤 pH 分异明显,基本不重叠。因此,我们认为土壤 pH 值也可作为我省红壤、黄棕壤、黄褐土的分类、定界的诊断指标。

(5) 土壤粘粒的粘土矿物组成,能反映土壤形成过程的特点,具有一定的地带分布规律。据粘粒的 X-射线衍射分析结果<sup>1)</sup>,红壤的粘土矿物以高岭石为主,组合单一;黄棕壤和黄褐土的粘土矿物具有明显的过渡特点,既有高岭石,又有水云母和蛭石,但黄棕壤和黄褐土在优势矿物含量上仍存在着明显的差异。因此,粘土矿物组成可作为本省地带土壤分类的诊断指标。

综上所述,目前还没有任何单项性质可作为土壤带界定位的唯一指标,必须以综合数量指标为依据。根据统计和分析比较,选定土壤颜色、新生体、pH 值、盐基饱和度和粘粒的指示矿物作为本省地带土壤分类和定界的诊断指标,以粘粒代换量、硅铝率或硅铁铝率

1) 徐凤琳等同志分析。

表1 暂拟湖北省地带性土壤诊断及参考指标\*

Table 1 Tentative diagnostic and reference indexes of zonal soils in Hubei Province

土壤 Soil type	综合诊断指标 Complex diagnostic index				参考指标 Reference index		
	土色 Soil colour	新生体 Concretions	pH	盐基饱和度 (%) Degree of base saturation	粘粒指示矿物 Dominant clay minerals	粘粒代换量 (meq/100g) CEC of clay	$SiO_2/R_2O_3$
红壤 Red earth	10R6/8—4/8, 2.5YR6/8—4/8, 5YR5/8—7/8 为主	无石灰结核, 铁淀积物为主, 明显红白网纹	4.5—5.5	<40	高岭石为 主, 伴有水 云母、蛭石	<30	1.80—2.20
黄棕壤 Yellow-brown earth	10YR3/4—5/4, 7.5YR4/6—5/6, 5YR4/6—6/6 为主	深层可能残留 石灰结核, 铁锰 淀积物兼有, 黄 白网纹	5.6—6.7	40—75	蛭石、水 云母、高岭 石	30—40	1.50—2.39
黄褐土 Yellow cinnamon soil	10YR3/6—5/6, 7.5YR3/4—5/4, 为主	残留石灰结核 或无, 铁淀积物 为主, 黄白网纹	6.8—7.5	>75	水云母、 蛭石、高岭 石、还含一 些蒙脱石	>40	>2.40

\* pH 值、盐基饱和度、 $SiO_2/R_2O_3$ 、粘粒代换量、土色均为 B 层指标。

作为参考指标(表 1)。

根据上述土壤诊断指标,对卫片解译的红壤、黄棕壤和黄褐土及其带界进行了实地核查,并采集了分析土样。对带界附近交错分布的土壤,以诊断指标作为分类和定界的根据。如在下蜀黄土母质( $Q_3$ )发育的黄棕壤区,将红色古风化壳( $Q_1, Q_2$ )、酸性基岩上发育的酸性土(可能与  $Q_1, Q_2$  是同期的风化产物)划入红壤,可以更确切地反映过渡带土壤的分布特点。

最后,将调查、测定和收集的土壤 pH 值,盐基饱和度、 $SiO_2/R_2O_3$  值、残余碳酸钙结核点标注在所在地理位置上,绘制成点位图(图 1)。经综合分析所勾绘的土壤带界与卫片解译的土壤带界基本吻合,从而证明了所解译的土壤及其带界是符合客观实际的。

### 三、小 结

1. 自然界的土壤分布是狗牙交错和逐渐过渡的,其土壤带界不是一条非此即彼的截然界线。单靠野外实地调查,不仅花工多,速度慢,而且精度也难以保证。应用卫片上反映自然景观的宏观影像特征,能客观地解译本省的地带土壤及其带界。这不仅花工少,速度快,而且与单纯的生物气候定界相比,提高了精度,更有利于因地制宜管理土壤。它为中、小比例尺土壤资源调查开辟了新的途径。

2. “实地建标、室内解译、核查验证和清绘成图”是卫片土壤及带界解译的可行程序。充分应用自然景观的影像特征、多种补充信息资料,采取实地核查与资料验证相结合的方法,能提高卫片解译的可靠性。

3. 在卫片解译与核查验证中,选定了土壤较稳定的性状,如土壤颜色、新生体、pH 值、

盐基饱和度以及粘粒中的指示矿物等作为本省地带土壤分类和定界的综合诊断指标, 符合卫片的影象特征和土壤地理分布的客观规律性。

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所主编, 1978: 中国土壤, 第 495—537 页, 科学出版社。
- [2] 龚子同等整理, 1978: 中国土壤分类暂行草案。土壤, 第 5 期, 168—169 页。
- [3] 马溶之, 1957: 中国土壤的地理分布规律。土壤学报, 第 5 卷第 1 期, 1—18 页。
- [4] 全国土壤普查科研协作组, 1982: 卫星象片在土壤普查中的应用技术研究初报。土壤肥料, 第 6 期, 5—6 页。
- [5] 戴昌达等, 1978: 应用遥感资料进行荒地资源综合考察的初步研究。科学通报, 第 11 期, 687—691 页。
- [6] 刘兴文, 1982: 土壤遥感自动分类与制图的初步试验。土壤学报, 第 19 卷 2 期, 184—192 页。
- [7] 齐国光、蒋光润、李纯忠、白增森、顾方乔, 1982: 大同幅卫片土壤解译及其成图精度。土壤肥料, 第 6 期, 7—10 页。

## INTERPRETATION AND VERIFICATION OF LANDSAT IMAGES FOR GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF SOILS IN HUBEI PROVINCE

Wang Qingyun

(Huazhong Agricultural College)

### Summary

This paper deals with the application of LANDSAT images in survey of the distribution of the major soils including red earth, yellow-brown earth and cinnamon soil in Hubei Province, and the promotion of the reliability of LANDSAT image interpretation for the delimitation of the soils.

Central conception and numerical analysis were used and soil colour, concretions, pH values, degree of base saturation and dominant clay minerals were selected as the diagnostic indexes, which were used for the delimitation of the main soil types in this region.

The boundaries of distribution of the soils delineated by the methods mentioned above well coincided with those of LANDSAT images.