

S155

土壤普查制图培训班教材

土壤分类和土壤理化分析方法  
土壤专业图件的常规编图技术

(上册)

华中农学院土化系

一九八四年九月

前

言

农牧渔业部土地管理局全国土壤普查办公室委托我院举办了南方十三省(市)土壤普查制图培训班,为了使更多的同志能掌握地区(市、州)级汇总的原则和技术要求,特将先后两期的讲授内容,经过修改整理后汇编成册,供地区(市、州)级土壤普查资料汇总时参考。参加编写工作的有杨补勤、黄仁涛、夏斌、杨祖达、王庆云、邓波儿、刘雄德等同志,因限于编者水平和付印仓促,错误之处请指正。

华中农学院土化系

一九八四年九月

## 前 言



农牧渔业部土地管理局全国土壤普查办公室委托我院举办了南方十三省(市)土壤普查制图培训班,为了使更多的同志能掌握地区(市、州)级汇总的原则和技术要求,特将先后两期的讲授内容,经过修改整理后汇编成册,供地区(市、州)级土壤普查资料汇总时参考。参加编写工作的有杨补勤、夏斌、杨祖达、王庆云、刘波儿、刘雄德等同志,因限于编者水平和付印仓促,错误之处请指正。

华中农学院土化系

一九八四年九月

## 《上册》目 录

### 第一篇 土壤分类和土壤理化分析方法

第一章 土壤类型一些属性的形成和划分依据.....	1
一、脱硅富铝化过程.....	1—6
二、关于粘化层.....	6—8
三、关于潜育化和灰粘化问题.....	8—9
四、表潜和次生潜育化.....	9—10
第二章 土壤分类.....	10
一、土壤的发生层及其代号.....	11—13
二、土属的划分依据.....	12—13
三、土壤分类系统的编排和编号.....	13—14
附录一：土属划分原则和依据的补充说明.....	14—21
附录二：我国富铝化土壤诊断土层的初步研究及其在分类上的应用.....	21—31
附录三：水稻土发生层的划分、命名及其特征.....	32—61
第三章 关于土壤普查中土壤分析方法和应用的问题	
一、关于粘土矿物的分离和分析.....	62—76
二、土壤交换量、盐基交换量、交换氢、铝量以及盐基饱和度的分析.....	76—84
三、无定形铁、游离铁、络合态氧化铁和全铁的分析...	85—90
四、机械组成的分级和粘化现象.....	91—95
五、利用土壤矿物质全量分析资料阐明土壤发育特征或统计评价某些土壤特性之用.....	95—98

六、土壤盐碱的分析.....	98—110
----------------	--------

## 第二篇 土壤专业图件的常规编图技术

第一章 地区(市、州)底图的编制.....	1
第一节 编制地区(市、州)底图的目的,要求.....	1—3
第二节 底图的内容.....	3
一、数学基础内容.....	3—11
二、地理基础内容.....	11
第三节 底图的编制方法和步骤.....	11
一、编图前准备.....	11—14
二、编绘稿图.....	14—23
三、出版前准备.....	23—24
四、一点说明.....	24—25
第二章 土壤图编制的程序和技术要求.....	25
第一节 土壤图编制的程序.....	25
一、准备工作.....	25—26
二、编制土壤草图.....	26—27
三、绘制编稿图和清绘.....	27—29
第二节 土壤图的编制.....	30
一、土壤图的内容和要求.....	30—31
二、土壤图的编制——制图综合的指标及制图综合的实施.....	31—38
三、土壤图的表示方法及色彩整饰.....	38—39
第三章 其他土壤成果图的编制技术.....	
第一节 土壤养分图的编制.....	40

一、目的与任务.....	4 1
二、养分分级.....	4 1
三、编制的程序与要求.....	41—43
四、土壤养分图的表示方法及色彩设计.....	43—44
第二节 土壤改良利用分区图的编制.....	4 4
一、分区的原则和依据.....	4 4
二、分区系统和命名.....	4 5
三、编图程序和要求.....	45—46
四、图幅的内容和图例设计.....	46—47
第三节 土地利用现状图的编制.....	4 7
一、目的和要求.....	4 8
二、编制程序和方法.....	48—51
三、土地利用图的表示方法与色彩设计.....	51—52
附录一、土地分类表.....	53—56
附录二、土壤普查中的县级制图工作.....	5 6—70

## 第一篇 土壤分类和土壤理化分析方法

关于土壤分类自第二次全国土壤普查开展以后，全国和各省市都作了规定和补充。当今全国土壤普查处于地（市、州）级汇总阶段，全国土壤普查办公室于1984年4月又发出关于土壤普查地区（市、州）汇总中基层分类的要求，对土属一级分类作一些规定和说明，以统一划分土壤类型的依据和标准，提高成果汇总的质量。

### 第一章 土壤类型一些属性的形成和划分依据

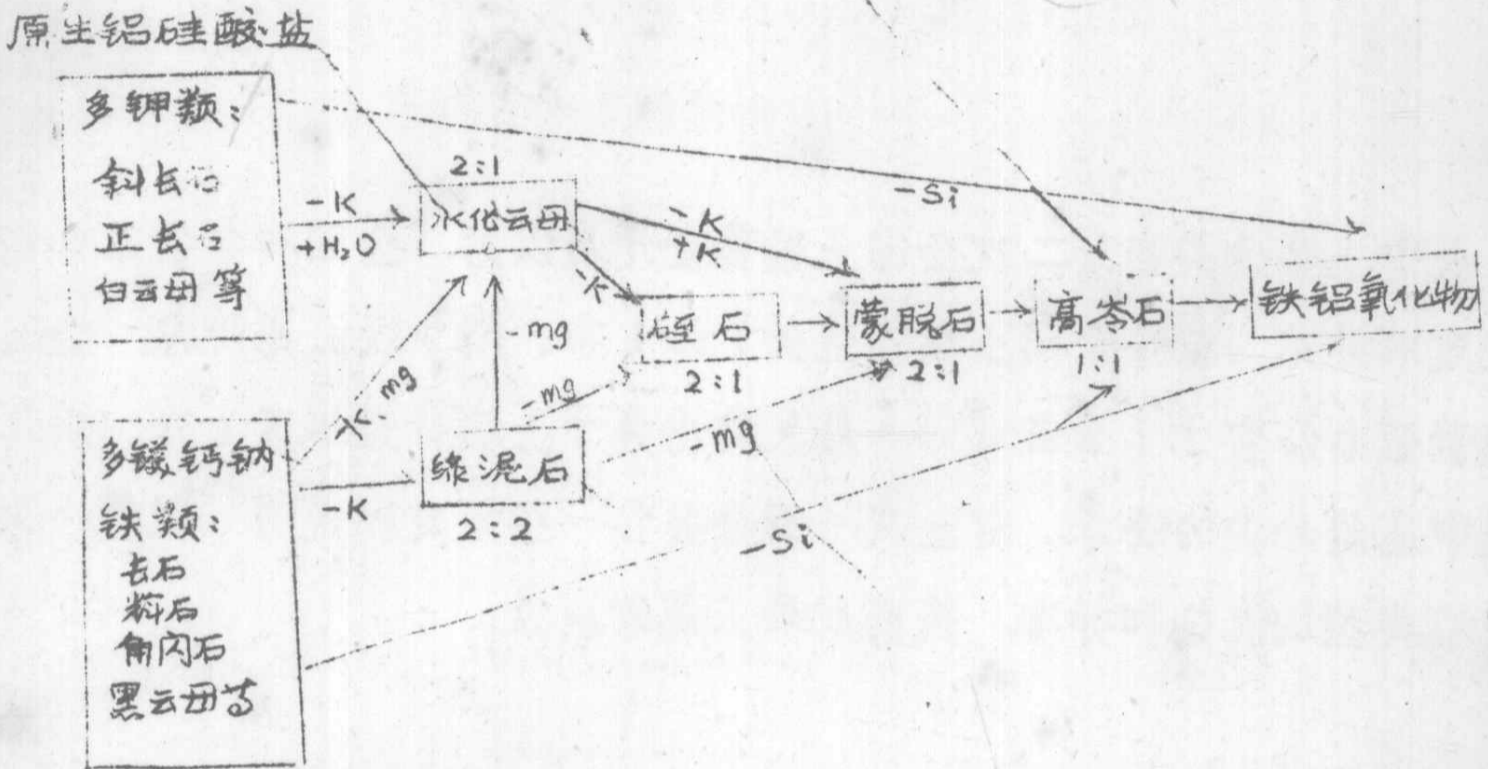
我国第二次土壤普查所采用的土壤分类系统是以发生学作为理论基础的，这个分类系统反映了成土条件、成土过程和土壤属性的统一。应该指出的是，成土条件和成土过程主要反映在土壤属性和诊断指标上，体现了土壤分类的实践意义。土壤作为一个历史自然体，各级分类单元都是客观实体不同内容的概括，它们都有一个可资观测的和能鉴别的客观内容，作为归并和区分的依据。下面把我国南方土壤的主要成土过程，阐明土壤属性的形成，作为土壤分类的参考。

#### 一、脱硅富铝化过程

##### （一）脱硅富铝化土壤形成特点和诊断测定

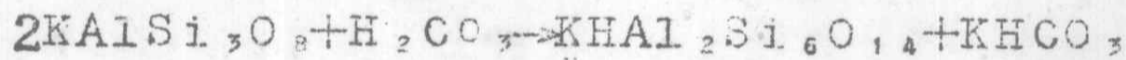
脱硅富铝（或富铝化）过程是湿热的热带和亚热带土壤的主要成土过程，我国的砖红壤、红壤、黄壤，甚至黄棕壤都存在着不同程度的富铝化过程。

土壤的脱硅富铝过程在土壤学教课书中都有详细的说明，它是在湿热的条件下，硅酸盐矿物的强烈风化，盐基和氧化硅的淋失，脱硅富铝过程可用下列演化图式来表示（图1）。

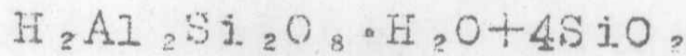
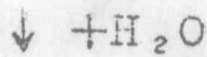
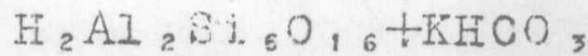
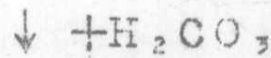


图一：粘土矿物的演化顺序

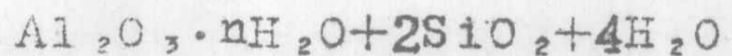
以正长石为例，用分子式表示粘土矿物的演化顺序：



(正长石)



(高岭石)  $\downarrow n\text{H}_2\text{O}$



(含水铝石)

自然界的风化作用是一个连续过程，受到环境条件的影响，各地环境条件的不同，使风化壳的发展处于不同的阶段上。土壤粘土矿物的组



成。无疑地可以作为土壤发育程度的一种标志。据研究，热带和亚热带地区硅的损失量可达40—70%，铁铝氧化物有明显的积累，铁可达7—15%，铝可达10—12%。脱硅富铝化过程对土壤性态特性的发展可以概括为下述几方面：

1. 土壤深厚，土层过渡不明显，B层色调范围为5YR—2.5YR—10R。

2. 常有网纹层、铁结核和三水铝石积聚。

3. 除了抗风化的原生矿物（石英）外，随着富铝化作用的加强，原生矿物逐渐减少，氧化物（主要为赤铁矿和针铁矿）成为土壤中主要次生矿物。高度风化的土壤，富含石英和二、三氧化物，少含或不含2:1型晶格矿物。

4. 永久电荷减少（晶格矿物减少），粘土部分的阳离子交换量显著减少。由于铁铝氧化物增加而增加了可受电荷量（因随 $P^H$ 而改变电荷，故也称依变电荷）。在酸性条件下，氧化物铁离子接受一个质子而带阳电荷，这是热带和亚热带土壤 $C_{EC}$ 低的主要原因。

5. 盐基饱和度低（交换性 $H^+$ 和 $Al^{3+}$ 增加）。

6. 铁的游离度增加（游离 $Fe(Fed)$ 占全 $Fe(Fet)$ 的百分数），土壤中不属于层状硅酸盐组成的其它形态的铁，主要是氧化铁及其水化物，统称游离铁。土壤中 $Fe$ 的游离度在某种程度上也能反映成土过程的特点。据陈家坊的资料，在云南发育于石英粗面岩和片岩上的砖红壤其游离度为84—86%。砂面岩和玄武岩红壤为64—66%；江苏石灰岩黄棕壤为70%。内蒙花岗岩栗钙土仅为28%（全土）。

$Fe$ 的游离度与母质有密切的关系，一般基性岩高于酸性岩。如果在相同母质的基础上，把一剖面各土层的 $Fe$ 游离度，被母质或母岩的 $Fe$ 游离度除之，则更能反映红壤化或黄壤化的程度。用这个比值来

比较红壤亚类，或过渡性土壤（如黄壤和黄棕壤），很可以找出区分的指标。

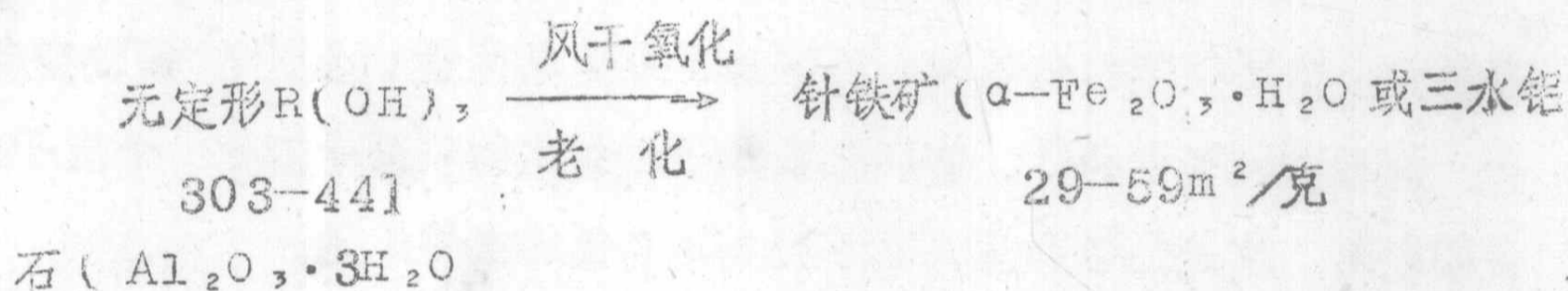
对各土层  $F_{ed}$  / 粘粒的检验，可判明剖面中硅酸盐粘土矿物和  $F_{ed}$  是否协同迁移淀积，而在热带和亚热带土壤中，这两种粘粒往往是同时迁移淀积的。

### 2. Fe 的活化度 ( $F_{eox}/F_{ed}$ )

土壤中的  $F_{ed}$  包括晶质氧化 Fe 和非晶质的无定形氧化 Fe ( $F_{eo}$  或  $F_{eox}$ )。  $F_{eox}$  是一种不产生 X 射线衍射谱的胶体物质。

从结晶化学角度看，  $F_{eox}$  和  $F_{ed}$  总是处在晶质  $\rightleftharpoons$  非晶质，即处于老化  $\rightleftharpoons$  活化系列中。

$F_{eox}$  具有很大的面积，化学活性高，因此是不稳定的，在一定条件下会老化，其表面积也锐减，如



随着无定形氧化物的老化，其阳离子交换量也下降，据研究可下降 30—74%（砖红壤性土）。老化过程是不可逆的，即加水使土壤再湿润，并不能使其交换量恢复。但是在有机物质和大气因素 ( $H_2O$ 、 $O_2$ 、 $CO_2$ ) 等综合作用下，老化了的氧化物可以通过螯合溶提作用、氧化还原水合和溶解作用而活化。因此，活化度是反映土壤处在老化过程中的不同阶段，是某种土壤特定形成环境的反映。氧化物的活化度也能用以作为水稻土层段发育的鉴定。下表表明不同土壤类型具有不同的活化度。不同母质在土壤形成过程中，其活化度渐趋相似。

土壤或母岩	海拔 (m)	Feo (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	活化度 (Feo/Fed)
棕色森林土	1150	1.56	0.44
红壤	42	1.52	0.22
蛇纹岩	—	2.02	0.16
花岗闪绿岩	150-280	0.22	0.12

### (三) 富铝化土壤区分的某些参供性指标\*

土 壤	CEC (me/100克土)		交换性盐基 (me/100克)	饱和度 (%)	PH	Feo/Fed	粘土矿物
	全土	粘粒					
红壤	10-25	30-35	3-4	30-35	5-6	40-45	蒙脱、高岭、水云母
过渡性—赤红壤	3-10	15-30	1-2	20-30	4-6	55	高岭、蒙脱、水云母
强发育的一砖红壤	6-15	15-20	2-10	20-40	4.5-5	60-65	高岭、针铁矿、三水铝石
弱富铝化—黄棕壤	>20	>35	>10	>35	3.5-6.5	30-35	水云母、蒙脱、高岭

\* 为B层，在引用上述指标时，宜采用综合的方法。

(三) 热带和亚热带地区土壤的鉴定，建议测定下列的项目或系数值。

1. 土壤的阳离子交换量和盐基饱和度，为了避免误差，可采用有效交换量，即以1N醋酸铵测定Ca<sup>++</sup>、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>；以1N氯化钾测定H<sup>+</sup>、Al<sup>3+</sup>。

2. 粘粒的矿物学鉴定，粘粒粒经采用0.002mm，不采用0.001mm，据研究，0.002mm粒经中95%为0.001mm，而且有缩短提取时间的优越性。

3. 测定游离铁、无定形铁和全铁，求得氧化铁的游离度 (Fed/Fet) 活化度 (Feox/Fed) 和晶化度 (Fed-Feox/Fed)。晶化度作为

水稻土诊断指标。Feo 可用草酸铵缓冲液 (0.2M) 提取; Fed 可用连二亚硫酸钠提取; Fet 可用 Na(OH) 熔融法。

4. 粘粒的硅铝分子率 ( $SiO_2/Al_2O_3$ ), 它可以与粘粒的矿物组成相互论证。如限于条件, 可取其一。

5. 机械组成, 可采用国际制, 吸管法。

6. 腐殖质组成 (HA/FA) 和光密度测定, 有条件的做。

7. 作为肥力特性, 则应做有机质、全氮、全磷和全钾的测定。

8. 淋溶系数或  $\beta$  值 (淋溶层  $ba_1$ /母质层的  $ba_1$ ),  $ba_1$  值 =  $K_2O+Na_2O/Al_2O_3$ , 其值 (全土壤) 愈小, 表明风化淋溶度愈大。比较相同母质的  $\beta$  值, 可以鉴定不同土壤的风化淋溶程度, 但须做土壤的全量分析。

## 二、关于粘化层

### (一) 粘化层定义

粘化是指层状硅酸盐粘土在土层中 (主要是 B 层) 相对集聚的现象。它说明在成土过程中, 粘粒的生成、迁入和积累大于粘粒的破坏、淋失和迁出量, 因为很多土壤具有粘化层, 所以它不是土壤分类的重要依据。但是粘化层的形成需要一定的水热条件, 因而粘化层与土壤类型有从属的关系。同时, 由于粘化层的存在而影响许多的理化性质, 可以作为高一级的分类依据。

土壤剖面中的粘化层既有淋淀粘化, 也可能有残积粘化, 只有借助土壤薄片显微技术才能鉴别。

粘化层是在温暖、干湿交替的水热状况下产生的, 干旱和湿涝的地区, 不能形成粘化层。因此, 在红黄壤、黄棕壤乃至棕壤地区都有粘化现象的可能。

(二) 粘化层的发生 粘化是粘粒从 A 层淋到下层淀积或从土体的

一点间另外一点淀积。虽然，粘粒的淀积机理尚不甚清楚，但一般认为层状硅酸盐粘粒是分散于水中的粘粒，通过渗漏水而移动，当其停滞而淀积，在非毛管孔隙管壁上形成定向排列的粘粒膜，粘粒膜是在先湿后干的条件下才能形成，据研究粘化层的形成需几千年之久。

粘化层的形成，森林比草地更明显，但粘化层不一定是在现代气候和植被条件下形成的。在干旱地区的粘化层显然不是现在的环境条件下形成的。所以粘化层在研究气候的演变、表层的稳定性和季节性土壤水分亏缺等是很有意义的。

### (三) 粘化层的鉴定指标

(1) 粘粒膜或胶膜 孔隙和结构体表面、包裹于砂粒的表面，定向排列。

粘化层的鉴定指标 粘化现象一般规定为1·2，即粘化层粘粒( $< 0.002\text{mm}$ )至少超过上部淋溶层的20%，其细粘粒( $< 0.002\text{mm}$ )也应达到1·2。

然而，粘化层的形成与土壤粘粒含量有密切的关系，不同质地的土壤， $B_t/A$  ( $B_t$ 为粘化层)的粘粒比值是不同的。

(1) 细土部分( $< 2\text{mm}$ )的粘粒含量 $< 15\%$ ，粘化层至少比淋溶层多3%。

(2) 细土部分的粘粒为15—40%，粘化层至少比淋溶层高20%。

(3) 细土部分的粘粒 $> 40\%$ ，粘化层要比淋溶层至少超过8%粘化层的粘粒是来源于A层，这样粘化层的厚度应该是上层土壤厚度的1/10或更小。

粘粒部分的 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 和粘土的矿物组成，A层和 $B_t$ 层是无差别的。而细土部分的 $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ ，则有较大的差别。由于粘粒的

$\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  比砂粒和粉砂粒为小。所以，粘化层粘粒的增加，标志着细土部分粘粒比例的增加，又意味着细土部分  $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$  的降低。

在目前条件下，采用机械分析确定 B<sub>t</sub> 层，并用细土部分的粘粒含量分别规定粘化层的指标。机械分析及议采用国际制，而吸管法比重计法更为准确。

应用粘化层特征时，要把下述几种情况区分开来。

(1) 与红黄壤的粘土层的区别 红黄壤剖面粘土层的形成是脱硅富铝化过程中产生的，形成铁铝氧化物，并具有盐基饱和度低的特点，因此，强富铝化粘土层并非层状矿物淋淀的结果。

(2) 在 Q<sub>3</sub> 和基性岩上发育的土壤分类问题 不同母质上发育的红、黄壤和黄棕壤都有形成 B<sub>t</sub> 层的条件，但红黄壤盐基饱和度一般 < 35%，而黄棕壤则因 > 35%。如果只考虑地带性而易视土壤属性，就会出现分类上名不符实的现象。只有在测定土壤粘粒的分配、矿物学组成、阳离子交换量和盐基饱和度等以后确定其归属。既要考虑土壤的生境条件，更要重视土壤的属性，也就是说应该根据土壤的属性说话，根据土壤属性来分类命名，这种观点同样可以用于其它古风化壳母质形成的土壤。

(3) 在同一地区或同一母质上发育的土壤，由于客土、平整土地、侵蚀和淤积等影响，也可表现粘重的 B 层，在分类上应与典型的粘化层区别开来。

### 三、关于潜育化和灰粘化问题

潜育化的定义是在排水不良的条件下（一般是长期积水）由于缺氧而产生的还原过程，形成特定的青泥层或灰粘层。如果积水而无还原过程，土壤不产生潜育层。严格的讲，土壤潜育化发生在生物学零度（>5℃）以上的积水还原过程。积水而仍有氧供应，或低有机质的土壤不形成潜育层，潜育层呈灰兰色或青灰色，滴以铁氰化钾呈兰色反应，滴以

联吡啶显红色反应，在风干过程中很快地氧化转呈黄色至棕色，证明潜育化主要与土壤富含亚铁离子而形成兰铁矿有关。

脱沼或脱潜过程 具有潜育层的沼泽土或湖沼地，由于加强了排水措施，土壤正经历着不同的脱沼或脱潜阶段。其演变过程可用剖面构型来表示： $A_g-G \rightarrow A-A_p g-G \rightarrow A-A_p-P_g-G \rightarrow A-A_p-p-G_w-G \rightarrow A-A_p-p-w-G$ 。脱潜过程是潜育层逐渐消失和潜育层逐渐形成的过程，不同的脱潜阶段可以作为土属划分的依据（图二）

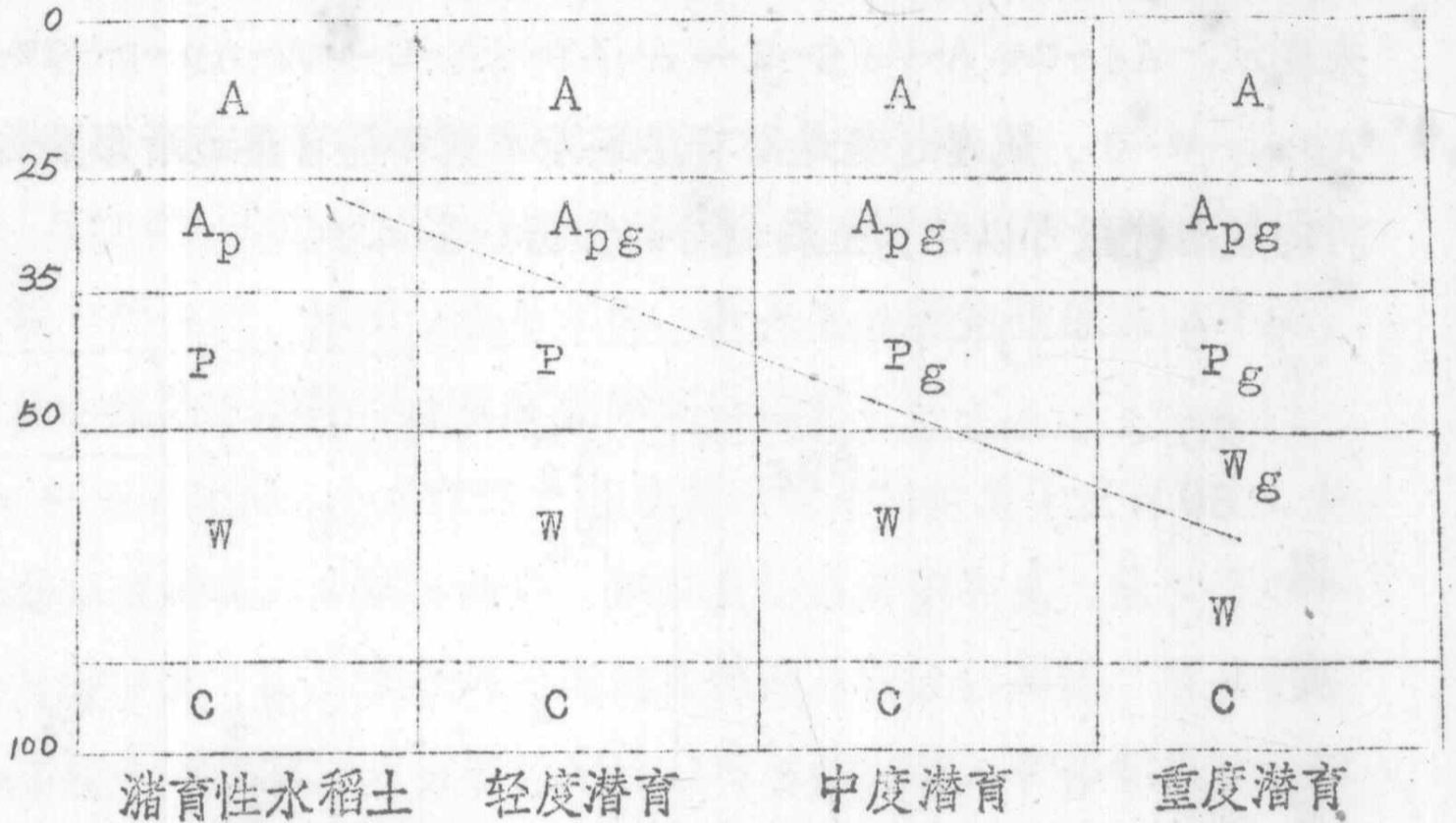
深度 (厘米)	0					
	25		$A_{pg}$	$A_p$		
	30			$P_g$	$P$	
					$w_g$	$w_g$
	60	$G$	$G$	$G$		$w_g$
	80				$G$	$G$
		沼泽型		脱沼(潜)型		
				轻度	中度	脱沼

图二：脱沼型水稻土的演变示意图

四、表潜和次生潜育化 表潜育的文献上用“假潜”，它是土壤（旱地和水田）内排水不良，表层产生季节性积水的还原过程，具有明显的灰斑和铁锰斑纹，是一定水文条件下的潜育层段，在土壤分类系统反映出来是有实践意义的。

次生潜育化与表潜有相似的形成特点，即都有滞水还原过程。但其成因上表潜属于半水成范畴，在间歇性积水的条件下形成的；次潜常是

外加原因所造成的。由上层滞水逐渐向下层发展，其发展过程也可用土壤剖面构型来表示： $A-Ap-P-W-C \rightarrow A-Ap_g-P-W-C \rightarrow A-Ap_g-P_g-W-W-C \rightarrow A-Ap_g-P_g-W_g-W-C$ ，次潜与脱潜相反，是向潜育化土壤演变，潜育层出现的深度和厚度可以作为潜育性水稻土的土种处理（图三）。



图三：次生潜育性水稻土的演变示意图

水稻各层段氧化铁的活化度 ( $Fe_{ox}/Fe_d$ ) 有明显的差别，A层和Ap层活化度比P层和W层为高，（不同母土有程度上的区别），在鉴定水稻土发育时，可以作为诊断指标。

## 第二章 土壤分类

第二次土壤普查采用五级分类制，各分类单元的划分依据，在全国和各省（市）或州都作了具体的规定：土种和变种主要是县级以下的基层分类单元，土属以上主要是地区、市、州，或省级主要分类单元。特别是土属，它是一个承上启下的分类级，在地区（市、州）汇总时，应该在县级分类的基础下作认真讨论和分析，做到统一划分的原则和依据。



做到数据化和指标化，这是一个省和全国汇总的基础。所以地区或市、州级的土属可能要作某些更改，可以采取上动下不动的原则，这样做则地区（或市、州）级的土壤分类系统可以达到既不脱离县而高于县的要求。

关于地区（市、州）汇总的土层划分的原则和依据，可参照全国土壤普查办公室一九八四年四月印发的技术要求执行（附录1）。关于土壤分类和制图某些共同性问题作如下的说明，供参考。

### 一、土壤的发生层及其代号

土壤的发生层具有一定的科学含义和内容，土壤学上以特定的符号表示。

具有发育的土壤采用A（淋溶层，耕作层用Ap）、B（淀积层）、C或D（母质或母岩层）。林地土壤如有枯枝落叶层用O（O<sub>1</sub>，能辨植物组织者，O<sub>2</sub>，腐解不能辨者）。如一个发生层尚可分几个亚层者，可用A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>等表示。如二个发生层有过渡的特征者，可用AB、BC等表示。发生层代号不适用于冲积母质，严格地说，大部分冲积母质的潮土，在耕层以下都属C层。

水稻土发生层符号采用A（耕作层）、Ap（犁底层）、P（渗育层）、W（潜育层或淀积层）、G（潜育层）和C（母土层）。

为了表明发生层的特征，可以在发生层右下方用小写字母表示，特征符号可以加在任何发生层上，常遇的特征符号有：

- b 灰漂层，如水稻土的Pb（渗育层有漂洗的特征）We（潜育层有漂洗特征）等。
- ir 铁淀积层、铁结核或铁胶结的硬盘层。
- g 潜育层，如Ag为表潜，Pg和Wg为次潜。
- pl 网纹层
- t 粘化层。