

湖北省土壤系统分类命名及其类比

周 勇 蔡崇法 王庆云

(华中农业大学 武汉 430070)

摘 要

选取和分析了湖北省不同地带、地貌和母质上发育的 30 个土壤诊断剖面。以《中国土壤系统分类(修订方案)》的诊断层、诊断特性和分段连续命名法为依据,拟订湖北省土壤系统分类命名。并与中国第二次土壤普查分类、美国土壤系统分类(ST)、联合国世界土壤图图例(FAO/UNESCO)、世界土壤资源参比基础(WRB)进行类比。检索验证表明,与 ST、FAO/UNESCO 相关良好。

关键词 土壤系统分类;分段连续命名;类比

湖北省处于亚热带向暖温带的过渡地带,土壤的形成和特性兼具南北过渡特点。长期以来,由于缺乏定量化的可比性的土壤分类依据,在土壤分类命名及其归属上很不规范。

现以《中国土壤系统分类(修订方案)》中的诊断层、诊断特性和分段连续命名法为依据,拟定湖北省土壤系统分类命名,并与中国第二次土壤普查分类、美国土壤系统分类(ST)、联合国世界土壤图图例(FAO/UNESCO)、世界土壤资源参比基础(WRB)类比,观其与国内、国际“双接轨”的趋向。

1 研究区土壤地理背景

湖北省位于长江中游洞庭湖以北地区,地理位置:东经 $108^{\circ}21'$ — $116^{\circ}07'$,北纬 $29^{\circ}25'$ — $33^{\circ}20'$,南北跨度不大。总土地面积 18.59 万平方公里。

湖北省地貌轮廓为三面环山、中间低平、向南敞开的三面临盆盆地。山地丘陵主要有砂页岩、石灰岩、紫(红)色砂页岩、花岗岩、片麻岩等母岩母质;中部腹地的广阔岗地,为下蜀黄土(Q_3)和第四纪红粘土(Q_2);向南敞开的江汉平原,为冲积物(Q_4^{L-L})和湖积物(Q_4^{L-L})。

本区属亚热带季风气候。夏季高温,具亚热带特征,冬季短时低温,具暖温带特征。年辐射量 $114-85\text{kcal/cm}^2$,年均气温 $15-17^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $4700-5400^{\circ}\text{C}$,年均降水量 $800-1600\text{mm}$,干燥系数 1 左右,无霜期 230—300 天。依水热状况,全省可划分为鄂南、鄂北和神农架 3 个气候区(表 1)。

本区自然植被系常绿、落叶阔叶与针叶混交林带。在植物区系上显示出南北、东西区系的相互渗透,热带、亚热带和温带成分交汇的特点。

· 本研究为南京土壤研究所主持的《中国土壤系统分类》资助项目。
研究中承蒙杨补勤教授指导,特表感谢。

表 1 代表点的水热状况及气候分区

地 区	年均温 (℃)	积 温 (≥10℃)	年均降水量 (mm)	年均蒸发量 (mm)	干 燥 度	相对湿度 (%)	无霜期 (天)	气候分区
鄂南 (咸宁)	16.9	5311	1499	1478	0.90	79	259	湿润中亚热带
鄂北 (襄樊)	15.9	4957	828	1603	1.12	75	231	半湿润北亚热带
神农架 (海拔 1600—2200m)	6—9	1500—2800	1600—2200	—	0.21—0.41	>80	120—150	常湿润温带

2 供试土壤和分析方法

选取湖北省境内不同地带、地貌和母质的 30 个诊断剖面土壤, 基本情况见表 2。测试项目及分析方法, 参照南京土壤研究所土壤系统分类课题组制订的《土壤实验室分析项目及方法规范》进行。14—16 号土资料引自《湖北土壤》(1990)。

3 土壤形成和性状特点

湖北省土壤分布、形成和性状, 均呈有规律的空间分异。

3.1 富铁铝化和富铁特性

湖北省土壤从南向北经历中等到弱的富铁铝化。土壤 pH、盐基饱和度、Ba 值、粘粒 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 和粘粒 CEC 等趋增, 游离 Ee_2O_3 /全 Ee_2O_3 趋减, 而铝饱和度则锐减, 甚至痕迹。粘粒矿物组合, 呈现南北过渡特点 (图 1)。1—6 号土以高岭石、水云母为主, 伴有少量 1.4nm 过渡矿物和微量三水铝石; 7—11 号土中以水云母、高岭石、蛭石为主, 有的含少量 1.4nm 过渡矿物; 但 12 号土中以水云母为主, 次为蛭石和高岭石, 伴有少量蒙脱石。

鄂南的 1—5 号土具富铁特性, 其中有的还具聚铁网纹层 (或现象)。

3.2 粘化和微形态特征

湖北省气候南北干湿交替明显, 土壤粘粒的形成与淋淀十分活跃, 常形成淀积粘化层 (Bt), 甚至形成粘盘。1—12 号土粘化层的粘化比 (Bt/A) 虽在 1.2 左右, 但普遍存在光性定向粘粒胶膜和铁锰淀积物。微形态观察表明, 1, 2 号土为棕红色铁质粘粒胶膜, 有老化现象; 7, 12 号土为淡黄色粘粒胶膜, 但 7 号土粘粒胶膜厚, 量更多, 在 5% 以上。

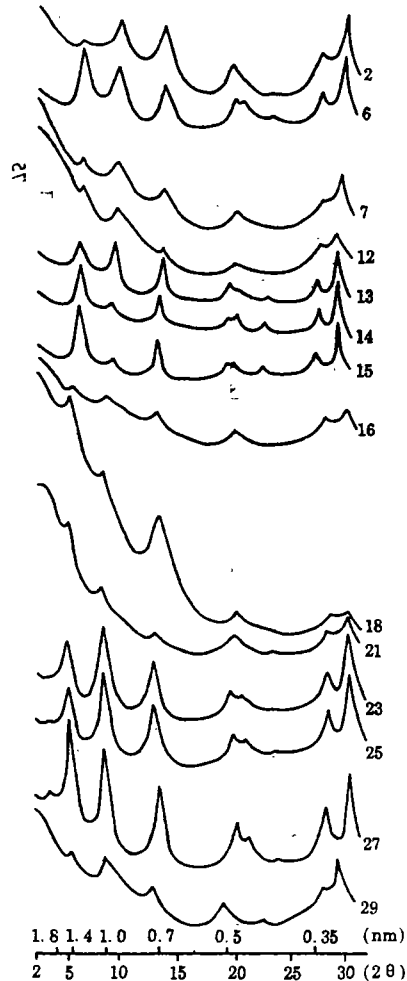


图 1 湖北省 14 个土壤 (2 号土…) B 层粘粒 X 射线衍射图谱 (Mg-G)

表 2 湖北省 30 个土壤 B 层主要理化性质

土号	地点	地形	母质	层深度 (cm)	土 色	粘粒 <2 μ m (%)	Bt/ Δ	pH (H ₂ O)	Ba	Fe ₂ O ₃ (%)		交换量 [cmol(+)/kg]		交换性盐基 [cmol(+)/kg]		饱和度 (%)	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	粘粒 CEC cmol(+)/kg	CEC/Clay
										Fed	Fed/Fet $\times 100$								
1	蒲圻县	岗地	Q ₂	24-104	2.5YR4/8	49.51	1.28	4.70	0.24	3.91	51.51	12.19	1.44	6.22	11.81	81.20	2.65	22.20	0.25
2	咸宁县	低丘	Q ₂	12-80	2.5YR5/8	45.40	0.99	5.32	0.21	3.30	49.00	13.02	2.24	6.20	17.20	73.40	2.84	22.41	0.39
3	通城县	低丘	花岗岩	14-38	10R6/8	38.78	1.69	4.60	0.39	2.24	58.48	15.04	0.70	4.58	4.65	92.73	2.25	17.94	0.39
4	通城县	低丘	页岩	15-35	2.5YR5/8	34.44	1.14	4.65	0.33	3.11	73.69	14.70	1.17	4.86	7.96	80.59	3.01	25.20	0.44
5	武汉市	低丘	石英砂岩	12-28	5YR5/8	33.30	1.22	5.12	0.23	4.84	75.98	11.64	3.51	4.79	30.16	57.65	2.97	21.19	0.34
6	恩施市	低山	石灰岩	22-51	2.5YR6/8	42.01	1.29	5.50	0.17	3.56	64.40	16.10	11.12	—	69.20	—	2.44	19.63	0.17
7	京山县	岗地	Q ₃	30-100	5YR5/8	60.57	1.82	6.60	0.42	3.60	49.78	26.17	12.30	0.35	47.00	2.76	2.93	37.79	0.43
8	黄陂县	低丘	花岗岩	9-25	2.5YR7/8	16.15	1.21	5.65	0.81	0.86	50.59	3.08	1.37	Tr*	44.48	18.93	2.35	21.90	0.19
9	随州市	低丘	花岗岩	35-85	7.5YR6/8	37.77	2.72	5.30	0.49	3.21	51.11	21.00	12.48	0.75	59.43	5.67	2.96	38.38	0.57
10	枣阳市	低丘	页岩	12-100	7.5YR5/6	46.18	1.44	6.28	0.38	2.40	42.25	14.18	8.52	0.13	60.08	1.50	3.14	35.70	0.31
11	襄樊市	低丘	页岩	15-57	7.5YR5/6	50.74	1.13	6.51	0.55	3.00	51.65	17.00	10.21	0.30	60.06	2.85	3.14	36.47	0.40
12	襄樊市	岗地	Q ₃	55-206	10YR5/8	59.70	1.21	7.18	0.59	3.39	48.78	24.04	19.98	Tr	83.11	0.00	3.21	44.63	0.48
13	罗田县	中山	花岗岩	20-60	10YR7/6	20.70	1.31	5.50	0.61	—	—	12.15	1.82	3.57	49.59	2.43	2.43	26.58	0.61
14	宜昌市	中山	花岗岩	20-74	5YR5/2	20.83	1.24	5.20	—	—	—	28.96	4.55	4.72	15.71	37.73	2.72	—	1.39
15	神农架	高山	砂页岩	20-32	7.5YR4/4	35.04	1.10	5.30	0.46	6.62	57.60	16.66	5.35	17.22	20.72	83.52	2.77	46.53	0.47
16	神农架	高山	玄武岩	14-30	7.5YR5/6	—	—	4.40	—	4.94	65.78	23.14	28.27	Tr	Sa**	0.00	2.60	35.70	0.36
17	樊阳县	低丘	石灰岩	19-44	2.5YR8/6	75.11	1.28	6.80	0.46	5.62	65.78	23.14	28.27	Tr	Sa	0.00	2.61	28.42	0.37
18	京山县	低丘	石灰岩	20-45	5YR2/4	87.05	1.22	7.20	0.37	5.21	58.79	31.91	30.10	Tr	Sa	0.00	2.97	32.23	0.35
19	襄樊市	低丘	石灰岩	27-72	10YR4/3	68.88	1.91	6.52	0.49	3.20	42.50	24.35	30.75	Tr	Sa	0.00	3.13	19.25	0.58
20	蒲圻县	低丘	紫色砂页岩	18-83	5YR5/4	45.02	1.15	5.20	0.46	3.95	59.94	26.34	16.20	6.04	61.50	27.16	4.20	30.04	0.54
21	秭归县	低丘	紫色砂页岩	13-55	5YR6/3	34.58	1.58	6.55	0.58	0.94	21.24	18.64	18.30	Tr	98.17	0.00	3.33	44.04	0.51
22	谷城县	低丘	红砂岩	18-35	10YR6/8	21.17	1.14	7.38	0.74	2.33	43.47	13.03	13.48	Tr	Sa	0.00	3.26	58.58	0.54
23	枣阳市	漫岗	河湖沉积物	11-40	5Y6/1	66.06	1.35	7.70	0.59	2.23	35.85	35.35	29.17	Tr	82.53	0.00	2.68	29.88	0.65
24	新州县	平原	Q ₄	20-46	10YR4/3	20.59	0.93	6.00	0.92	1.75	34.30	13.51	13.39	0.08	99.10	0.06	3.30	—	0.32
25	武汉市	平原	Q ₄	59-107	10YR5/2	35.56	1.47	7.90	0.93	2.29	39.10	11.39	26.19	Tr	Sa	0.00	3.23	—	0.39
26	嘉鱼县	平原	Q ₄	48-78	10YR4/3	16.55	1.10	7.40	1.53	2.43	40.10	6.50	51.76	Tr	Sa	0.00	3.60	32.89	0.64
27	洪湖县	平原	Q ₄	20-100	5Y4/1	32.80	1.32	6.82	0.72	—	—	20.97	26.37	Tr	Sa	0.00	3.06	24.32	0.49
28	咸宁县	岗地	Q ₂	27-50	2.5YR7/6	49.70	0.85	5.60	0.39	1.93	45.50	—	6.35	—	67.20	—	3.26	31.82	1.22
29	京山县	岗地	Q ₃	23-50	10YR4/3	25.99	0.70	6.10	0.53	2.94	55.10	—	11.64	—	87.25	—	3.39	—	—
30	枣阳市	岗地	Q ₃	22-52	5YR4/2	21.20	0.71	6.80	0.69	1.63	37.30	—	9.84	—	92.45	—	—	38.31	1.46

* Tr—痕迹; ** Sa—饱和

3.3 水耕熟化及土性特点

水稻土在人为耕种、灌排、施肥的水耕熟化作用下, 形成独特的水耕表层和水耕氧化还原层。但水稻土某些性质仍受到风化淋溶和富铁铝化作用的影响。28—30号土自南向北: (1) 土壤 pH、盐基饱和度、Ba 值、粘粒 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 等趋增, 游离 Fe_2O_3 /全 Fe_2O_3 趋降; (2) 粘粒矿物组成中, 高岭石减少, 水云母增多, 鄂南 28 号土有 1.4nm 过渡矿物, 鄂北 30 号土则伴有少量蒙脱石。

3.4 岩性特征和土性特点

湖北省存在大面积的冲积物、紫(红)色砂页岩和碳酸盐岩等岩性特征。17—27号土均有岩性残留特征。24—27号土均以水云母为主, 次为蛭石、高岭石和蒙皂石, 常含微量绿泥石。20—22号土粘粒矿物均以水云母为主, 次要矿物为绿泥石或蛭石或蒙皂石。由于受近代生物气候影响, 土性呈有规律的空间变异。如 17—19号土由南向北: (1) b_{Al} 值 ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$) 和 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 渐增, 而游离 Fe_2O_3 /全 Fe_2O_3 渐减; (2) 粘粒矿物组成中, 水云母增加, 高岭石减少, 17号土可见 1.4nm 过渡矿物, 18号土出现蛭石, 19号土伴有蒙皂石。

3.5 变性特征及土性特点

23号土当地俗称砂姜黑土, 处于鄂北漫岗平原, 由黄土性古河湖相沉积物发育, 有明显变性特征。黑土层有明显的楔形结构体和光亮槽痕的滑擦面, 有宽度 $\geq 0.5\text{cm}$ 裂隙, 线性膨胀系数 (COLE) 为 0.09—1.12, 粘粒 ($< 2\mu\text{m}$) 含量达 66%, 粘粒 CEC 达 58.58cmol (+)/kg, 粘粒矿物以水云母、蒙皂石、高岭石为主, 有少量蛭石。1992 年对该土进行了土壤水分和土壤裂隙周年变化的观测, 表明 23 号土具有季节性干旱的水分状况, 土壤自然开裂起始时间长达半年之久, 裂隙宽 0.5—1.5cm。

3.6 山地土壤形成和性状特点

湖北省山地土壤在相对弱风化弱富铁铝化和强淋溶强生化作用下, 土壤特性随着海拔升高。呈现垂直演化: (1) 土壤有机质含量、粘粒 CEC、氧化铁的活化度趋增, 氧化铝相对富集; (2) 土壤 pH、盐基饱和度、氧化硅趋减; (3) 粘粒矿物组成中, 1:1 型矿物含量减少, 2:1 型矿物、1.4nm 过渡矿物以及三水铝石增加。山地中上部土壤中三水铝石增多, 主要是原生矿物 (如斜长石) 在强淋溶、迅速脱钾条件下的产物, 并非强富铁铝化作用的表征。

4 土壤系统分类及其类比

以《中国土壤系统分类 (修订方案)》的诊断层、诊断特性和分段连续命名法为依据, 拟订湖北省 30 个诊断剖面土壤系统分类命名, 并与中国第二次土壤普查分类 (1988)、美国土壤系统分类 (ST, 1992)、联合国世界土壤图例 (FAO/UNESCO, 1988)、世界土壤资源参比基础 (WRB, 1994) 进行类比, 结果列于表 3。检索验证表明, 中国土壤系统分类与 ST、FAO/UNESCO 在分类命名上相关较佳。“修订方案”变革了“首次方案”中的某些弊端, 既反映了我国土壤分类的基础和特色, 又体现了与国际接轨的趋势。

5 问题讨论

对“修订方案”中的某些变革, 还需进一步探讨, 以更臻完善。例如富铁土纲的更名:

表 3 湖北省土壤系统分类命名及其类比

剖面号	湖北省土壤分类 [*]		湖北省土壤系统分类 ^{**}	联合国世界土壤图上图单元(1988)	美国土壤系统分类(1992)	世界土壤资源参比基础(1994)
	土 类	亚纲·土纲	土类·亚纲·土纲	土壤单元·集合土类	土类·亚纲·土纲	集合土类
1	红 壤	湿热铁铝土	粘化湿润富铁土	聚铁网纹低活性强酸土 (Plinthic Acrisols)	聚铁网纹湿润老成土 (Plinthudults)	低活性强酸土 (Acrisols)
2	红 壤	湿热铁铝土	粘化湿润富铁土	聚铁网纹低活性强酸土 (Plinthic Acrisols)	聚铁网纹湿润老成土 (Plinthudults)	低活性强酸土 (Acrisols)
3	红 壤	湿热铁铝土	粘化湿润富铁土	普通低活性强酸土 (Haplic Acrisols)	弱发育湿润老成土 (Hapludults)	低活性强酸土 (Acrisols)
4	红 壤	湿热铁铝土	铝质湿润淋溶土	铁质高活性强酸土 (Ferric Alisols)	弱发育湿润老成土 (Hapludults)	高活性强酸土 (Alisols)
5	红 壤	湿热铁铝土	粘化湿润富铁土	铁质低活性强酸土 (Ferric Acrisols)	弱发育湿润老成土 (Hapludults)	低活性淋溶土 (Lixisols)
6	黄 壤	温暖铁铝土	粘化常湿润富铁土	普通低活性淋溶土 (Haplic Lixisols)	弱发育湿润老成土 (Hapludults)	低活性淋溶土 (Lixisols)
7	黄棕壤	温暖淋溶土	粘盘湿润淋溶土	铁质高活性强酸土 (Ferric Alisols)	铁质湿润淋溶土 (Ferrudalfs)	高活性淋溶土 (Luvisols)
8	黄棕壤	温暖淋溶土	筒育湿润雏形土	不饱和雏形土 (Dystric Cambisols)	不饱和淡色始成土 (Dystrochrepts)	雏形土 (Cambisols)
9	黄棕壤	温暖淋溶土	铁质湿润淋溶土	铁质高活性淋溶土 (Ferric Luvisols)	铁质湿润淋溶土 (Ferrudalfs)	高活性淋溶土 (Luvisols)
10	黄棕壤	温暖淋溶土	铁质湿润淋溶土	铁质高活性淋溶土 (Ferric Luvisols)	铁质湿润淋溶土 (Ferrudalfs)	高活性淋溶土 (Luvisols)
11	黄棕壤	温暖淋溶土	铁质湿润淋溶土	铁质高活性淋溶土 (Ferric Luvisols)	铁质湿润淋溶土 (Ferrudalfs)	高活性淋溶土 (Luvisols)
12	黄褐土	温暖淋溶土	粘盘湿润淋溶土	钙积高活性淋溶土 (Calcic Luvisols)	硬盘湿润淋溶土 (Duragualfs)	高活性淋溶土 (Luvisols)
13	棕 壤	温暖温淋溶土	筒育湿润淋溶土	普通高活性强酸土 (Haplic Alisols)	弱发育湿润淋溶土 (Hapludalfs)	高活性淋溶土 (Luvisols)
14	山地草甸土	暗半水成土	筒育湿润淋溶土	普通低活性强酸土 Haplic Acrisols	弱发育湿润淋溶土 (Hapludalfs)	低活性淋溶土 (Lixisols)
15	暗棕壤	湿温淋溶土	暗色冷凉淋溶土	腐殖质雏形土 (Humic Cambisols)	暗色始成土 (Umbrepts)	腐殖质雏形土 (Humic Cambisols)

续表 3

剖面号	湖北省土壤分类*		湖北省土壤系统分类**	联合国世界土壤图上图单元(1988)	美国土壤系统分类(1992)	世界土壤资源参比基础(1994)
	土 类	亚纲·土纲	土类·亚纲·土纲	土壤单元·集合土类	土类·亚纲·土纲	集合土类
16	棕色针叶林土	湿寒温淋溶土	暗色冷凉淋溶土	腐殖质雏形土 (Humic Cambisols)	暗色始成土 (Umbrepts)	腐殖质雏形土 (Humic Cambisols)
17	石灰(岩)土	石质初育土	钙质湿润淋溶土	棕色高活性淋溶土 (Chromic Luvisols)	暗红色湿润淋溶土 (Rhodudalfs)	高活性淋溶土 (Luvisols)
18	石灰(岩)土	石质初育土	钙质湿润淋溶土	棕色高活性淋溶土 (Chromic Luvisols)	暗红色湿润淋溶土 (Rhodudalfs)	高活性淋溶土 (Luvisols)
19	石灰(岩)土	石质初育土	钙质湿润淋溶土	棕色高活性淋溶土 (Chromic Luvisols)	暗红色湿润淋溶土 (Rhodudalfs)	高活性淋溶土 (Luvisols)
20	紫色土	土质初育土	紫色暖热雏形土	饱和疏松岩性土 (Eutric Regosols)	饱和淡色始成土 (Eutrochrepts)	雏形土 (Cambisols)
21	紫色土	土质初育土	紫色正常新成土	石灰性疏松岩性土 (Calcaric Regosols)	饱和淡色始成土 (Eutrochrepts)	雏形土 (Cambisols)
22	紫色土	土质初育土	红色正常新成土	石灰性疏松岩性土 (Calcaric Regosols)	饱和淡色始成土 (Eutrochrepts)	雏形土 (Cambisols)
23	砂姜黑土	暗半水成土	钙质湿润变性土	饱和变性土 (Eutric Vertisols)	钙质湿润变性土 (Calcicuderts)	变性土 (Vertisols)
24	沼泽土	暗半水成土	有机潜育潮湿土	松软冲积土 (Nollic Fluvisols)	腐殖质潮湿始成土 (Humaquepts)	冲积土 (Fluvisols)
25	潮 土	淡半水成土	简育正常潮湿土	饱和冲积土 (Eutric Fluvisols)	饱和淡色始成土 (Eutrochrepts)	冲积土 (Fluvisols)
26	潮 土	淡半水成土	简育正常潮湿土	石灰性冲积土 (Calcaric Fluvisols)	饱和淡色始成土 (Eutrochrepts)	冲积土 (Fluvisols)
27	潮 土	淡半水成土	简育正常潮湿土	石灰性冲积土 (Calcaric Fluvisols)	饱和淡色始成土 (Eutrochrepts)	冲积土 (Fluvisols)
28	水稻土	人为土	铁聚水耕人为土	耕作人为土 (Cumulic Anthrosols)	间层潮湿淋溶土 (Epiaqualfs)	人为土 (Anthrosols)
29	水稻土	人为土	铁聚水耕人为土	耕作人为土 (Cumulic Anthrosols)	间层潮湿淋溶土 (Epiaqualfs)	人为土 (Anthrosols)
30	水稻土	人为土	铁聚水耕人为土	耕作人为土 (Cumulic Anthrosols)	间层潮湿淋溶土 (Epiaqualfs)	人为土 (Anthrosols)

* 根据中国第二次土壤普查分类(1988), ** 根据中国土壤系统分类(修订方案, 1995 年)

“修订方案”中增设了富铁土纲, 这是我国土壤系统分类工作的重大变革。该土纲中的原红壤的最大特点是具富铝特性, 交换性 $Al \geq 5 \text{ cmol (+) / kg}$, Al 饱和, 是铝毒甚重的低产土壤, 为喜铝的茶叶的主要产地。因此, 建议将富铁土更名为富铝土 (或铝质土), 相应将富铁特性改名为富铝特性, 主要特征是: 有粘化 B 层或粘化现象、粘粒 $CEC < 24 \text{ cmol (+) / kg}$, $B_s < 50\%$ ($pH 7.0$)、 Al 饱和度 $\geq 60\%$ 。以更体现我国实际与特色。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组、中国土壤系统分类课题研究协作组, 中国土壤系统分类 (首次方案)。科学出版社, 1993。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组、中国土壤系统分类课题研究协作组编, 中国土壤系统分类 (修订方案)。中国农业科技出版社, 1995。
- [3] (美) Soil Survey Staff (钟骏平、张凤荣译), 土壤系统分类检索, 新疆大学出版社, 1994。
- [4] 联合国粮农组织编, 1988: FAU—UNESCO 世界土壤图图例 (修订版), 粮农组织中文版, 北京印刷, 1990。
- [5] 《中国土壤系统分类研究丛书》编委会, 中国土壤系统分类进展, 科学出版社, 1993, 1—6。

(上接第 124 页)

- [2] 宋木兰等, 茶叶科学, 1990, 10 (2): 19—26。
- [3] 吴洵等, 茶叶文摘, 1991, (1): 1—6。
- [4] 李庆康, 土壤通报, 1987, (2): 69—71。
- [5] 中国农科院茶叶研究所主编, 中国茶树栽培学, 上海科技出版社, 1986, 258—268。
- [6] 陈达中, 茶叶, 1979, (2): 15—20。
- [7] 李国满, 茶叶通讯, 1990, (4): 11—14。
- [8] 姚传宙, 安徽茶叶科技, 1988, (4): 22—28。
- [9] 罗影霞等, 安徽茶叶科技, 1986, (2): 1—7。
- [10] 钱时霖等, 中国茶叶, 1986, (6): 22—25。
- [11] 罗瑞君, 茶叶科技, 1989, (1): 18—22。
- [12] 林心炯, 茶叶科学简报, 1989, (3): 1—5。
- [13] 杨跃华等, 国外农学—茶叶, 1987, (2): 1—5。
- [14] 王晓萍, 中国茶叶, 1992, (4): 10—11。
- [15] 许允文等, 茶叶科学, 1991, 11 (1): 5—10。
- [16] 姚国坤等, 中国茶叶, 1987, (2): 24—27。
- [17] 刘继尧等, 茶叶通讯, 1991, (3): 4—9。
- [18] 张亚莲, 茶叶通讯, 1990, (2): 14—16。
- [19] 段建真等, 安徽茶叶科技, 1988, (3): 1—4。