

世界土壤资源参比基础 (WRB): 建立和发展

龚子同 陈志诚 张甘霖

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 WRB (World Reference Base for Soil Resources) 是 IUSS 和 FAO 联合领导下的土壤分类组织。作为 IRB (International Reference Base) 的继承者, 在联合国图例单元的基础上, 经过包括中国土壤学家在内的各国土壤学家历时 7 年的共同努力, 1998 年形成了 WRB 的正式方案。在此基础上, 还出版了“世界主要土壤”和相应的 CD-ROM。目前这一方案已以 10 种文字出版, 中文版也即将问世。这是世界上最有影响的土壤分类方案之一。

关键词 土壤资源; 诊断层和诊断特性; 土壤系统分类; 分类参比

中国分类号 S155

土壤学家常以没有一个世界统一的土壤分类而引以为憾! 国际土壤学会 (IUSS) 为此而奋斗了几十年。联合国 FAO/UNESCO 的世界土壤图例单元起了土壤分类的作用^[1], 但本身毕竟不是土壤分类。早在 1978 年, 在加拿大召开的 12 届国际土壤学会上, IUSS 就倡议建立一个国际性的土壤分类, 1980 年在保加利亚成立了 IRB (International Reference Base for Soil Classification)。由 IUSS 第 V 组分管。1990 年在日本召开的 14 届国际土壤学会上, IRB 作为一个专题进行了报告和讨论。1992 年 1 月 13~15 日于法国 Montpellier 召开的会议上, 在 IRB 的基础上, 由 IUSS、FAO 和 ISRIC 一起成立了 WRB (World Reference Base for Soil Resources), 由法国 Alain Ruellan 为第一届主席, 第二任主席为比利时 Deckers J.。Ruellan A. 说, 这一分类的目的, 是便于各国土壤分类系统之间更好地进行比较, 以利于土壤科学的国际交流、资料共享、信息联网以及土壤科学成果在土地利用和农业持续发展上得到广泛作用。

1 WRB 的特点

在 WRB 的组织领导下, 世界各国的著名土壤学家积极参与, 经过 2 年多的努力, 1994 年在墨西哥召开的 16 届国际土壤学会上, 散发了《世界土壤资源参比基础》草案^[2]。此后, WRB 在世界上广泛传布, 吸取各国土壤学家的智慧, 以诊断层和诊断特性为基础, 以 FAO/UNESCO/ISRIC 修订的图例单元为起点, 并尽可能多的吸收世界各国土壤学家的

最新研究成果, 邀请了各有经验的土壤学家进行学术交流和现场考察。先后在法国蒙比利埃、英国 Silsoe、意大利的罗马、比利时鲁汶、南非、阿根廷、越南、中国和格鲁吉亚等地举行会议并实地验证, 使这一方案不断完善。1998 年在法国 Montpellier 第 16 届国际土壤学会大会上出版了这一方案的正式版本^[3], 同时还出版了相应的简要本 (Introduction)^[4]和图册 (Atlas)^[5]。并以这一方案为基础出版了“世界主要土壤”^[6]和相应的 CD-ROM。目前, 这一方案已以英、法、德、日、西班牙、意大利、立陶宛、波兰、罗马尼亚和越南文出版, 中文版也即将问世。其在世界上的影响空前扩大。

WRB 方案是以欧洲土壤学派的学术思想为基础的, 特别是吸取了俄罗斯、英国、德国和法国土壤分类的一些概念和术语, 如盐土、碱土、黑钙土、栗钙土和黑土等。此方案与美国土壤系统分类同样以诊断层和诊断特性为基础, 但有各自的侧重, 并显示出它的特点^[7]:

1.1 强调粘粒的活性在分类中的重要性

早在上世纪 70 年代美国土壤学家认识到土壤粘粒的活性在土壤学理论和实践上的重要性, 于 1976 年成立了以荷兰土壤学家 Moormann FR 为首的低活性粘粒土壤国际分类委员会 (International Committee on Classification of Soils with Low Activity Clays, ICOMLAC), 这是美国土壤系统分类研究中 9 个国际委员会中成立最早的一个。但至今其研究成果并未充分反映在高级分类单元中。WRB 继承世界土壤图例单元的经验, 将粘粒的活性放

表 1 WRB 根据粘粒活性区别的一级单元

Table 1 Soil groups of WRB differentiation by clay activity

CEC (cmol/kg 粘粒)	土壤单元
>24	高活性淋溶土(Luvisols)、高活性强酸土(Alisols)
<24	低活性淋溶土(Lixisols)、低活性强酸土(Acrisols)
<16	铁铝土 (Ferralsols) *

*有铁铝层

在一级单元中加以区分。如表 1 所示,对具有粘化层的土壤根据粘粒的活性区分出低活性淋溶土、高活性淋溶土、低活性强酸土、高活性强酸土和铁铝土。图 1 中所划分的单元考虑也是粘粒活性差异。

1.2 坚持水成作用在分类中的意义

鉴于水分运动对土壤形成的影响,俄国、英国、德国和法国土壤高级分类单元中都有水成土的独特地位。在美国虽有潮湿水分状况委员会(ICOMAQ),但在土壤系统分类的土纲一级类型中并无水成土的位置,只有在亚纲一级有所体现。如图 2 所示,在水成作用下不仅有地下水潜育,而且还有地表水潜育作用。在 WRB 方案中,除了根据潜育特性在一级单元中划分出潜育土外,还根据潜育特性和滞水特性划分出大量的潜育或滞水的二级单元。

1.3 确认人为土的分类地位

美国土壤系统分类中在土纲级单元中至今无人土分类位置,1995 年开始,在其它 9 个独立的委员会完成各自的使命以后,成立了人为土委员会(ICOMATH),探讨建立人为土土纲的可能性。在图例单元中虽有人为土的分类,但似较薄弱。未能总结已有的研究成果,只是在作为图例单元的最后一个单元中划分了人为土(Anthrosols),其下分为耕作的(Aric)、堆积的(Cumulic)、肥熟的(Fimic)和城郊的(Urbic)等几个二级单元,在具体划分时缺乏明确指标。对长期水耕条件下形成的水稻土则

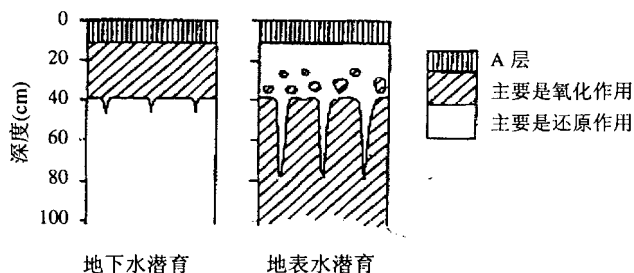


图 2 地下水潜育和地表水潜育的区别

Fig. 2 Differentiation between ground water gley and surface water gley

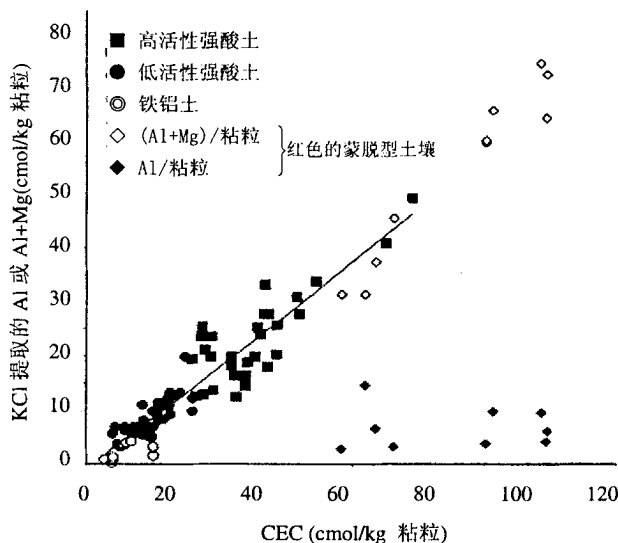


图 1 低活性强酸土、高活性强酸土和铁铝土的 CEC 状况

Fig.1 CEC of Acrisols, Alisols and Ferralsols

仅作为土相划分出来。WRB 邀请了中国土壤学家作为指导委员会委员,并直接负责人为土分类。该方案进一步确认了人为土在分类中的位置,并根据中国土壤学家的意见,按中国土壤系统分类采用了灌淤层、堆垫层、草垫层、厚熟层和水耕层系列(包括水耕表层和水耕氧化还原层)划分出灌淤土、草垫土(欧洲堆垫土)、堆垫土、厚熟土和水耕人为土(水稻土)。同样根据中国土壤学家的意见在疏松岩性土中增加了人为疏松岩性土二级单元。随着城市土壤研究的深入,这一方案中又增加了一些城市土壤所特有的诊断物质(如 Garbic、Spolic、Urbic 等人为土壤物质)。

2 WRB 的诊断层、诊断特性和诊断物质

根据新的研究成果进行修订,原图例单元中有 16 个诊断层和 26 个诊断特性;在草案中诊断层增至 29 个,减少了诊断特性,增设了土壤物质;在正式方案中诊断层增至 40 个,诊断特性 13 个,还有 7 个土壤物质。

2.1 诊断层

在图例单元的基础上,出版了 WRB 的草案(1994),其后又形成正式方案(1998),几经修改,最终形成 40 个诊断层:漂白层(Albic)、火山灰层(Andic)、水耕表层(Anthroquic)、人为发生层(Anthropogenic)、粘化层(Argic)、钙积层(Calcic)、锥形层(Cambic)、暗黑层(Chernic)、寒冻层(Cryic)、硅胶结层(Duric)、铁铝层(Ferralic)、铁质层

(Ferric) 落叶层 (Folic horizon) 脆磐层 (Fragic) 暗黄层 (Fulvic) 石膏层 (Gypsic) 有机层 (Histic) 水耕氧化还原层 (Hydragric) 厚熟层 (Hortic) 灌淤层 (Irragric) 火山灰暗黑层 (Melanic) 松软层 (Mollic) 碱化层 (Natric) 粘缋层 (Nitric) 淡色层 (Ochric) 石化钙积层 (Petrocalcic) 石化硅胶结层 (Petroduric) 石化石膏层 (Petrogypsic) 石化聚铁网纹层 (Petroplinthic) 草垫层 (Plaggic) 聚铁网纹层 (Plinthic) 盐积层 (Salic) 灰化淀积层 (Spodic) 含硫层 (Sulfuric) 龟裂层 (Takyric) 暗色层 (Umbric) 变性层 (Vertic) 玻璃质层 (Vitric) 干漠层 (Yermic)

2.2 诊断特性

质地突变 (Abrupt textural change) 漂白淋溶舌状物 (Albeluvic tonguing) 高活性强酸特性 (Alic properties) 干旱特性 (Aridic properties) 连续硬质基岩 (Continuos hard rock) 铁铝特性 (Ferralic properties) 超强风化特性 (Geric) 潜育特性 (Gleyic properties) 永冻层 (Permafrost) 次生碳酸盐 (Secondary carbonates) 滞水特性 (Stagnic properties) 强腐殖质特性 (Strongly humic properties) 变性特性 (Vertic properties)

2.3 诊断物质

人为土壤物质 (Anthropogeomorphic soil material) 石灰性土壤物质 (Calcaric soil material) 冲积土壤物质 (Fluvic soil material) 石膏性土壤物质 (Gypsic soil material) 有机土壤物质 (Organic soil material) 硫化物土壤物质 (Sulfidic soil material) 和火山喷出土壤物质 (Tephric soil material)

3 WRB 方案的检索

这一方案分一级单元和二级单元。一级单元和图例单元基本相当, 只有少量增减, 即增加了寒冻土 (Gryosols) 硅质结核土 (Durisols) 暗色土 (Umbrisols) 和漂白淋溶土 (Albeluvisols); 删去了灰黑土 (Greyzems) 和灰化淋溶土 (Podzoluvisols)。而这一方案的特点是对一级单元都有详细的介绍, 整个方案中 30 个单元, 对每一单元分布、概念、定义和性质以及与相关土壤的联系均有报道。同时对二级单元也从原来的 153 个增至 200 多个, 内容也得到很大扩充。

根据 WRB 诊断层、诊断特性和诊断物质检索一级单元, 据此可检索出 30 个一级单元, 其简化的检索如下(表 2)。

表 2 简化的 WRB 一级单元检索^[7]

Table 2 Simplified keys to the WRB soil groups

1	有机物质>40cm	有 有机土	11	50cm 深度内聚铁网纹或石化聚铁网纹层	有 聚铁网纹土	21	粘化层和漂白舌状物特性	有 漂白淋溶土
	无			无			无	
2	寒冻层	有 寒冻土	12	铁铝层	有 铁铝土	22	粘化层 CEC _c >24, Al _{sat} >60%	有 高活性强酸土
	无			无			无	
3	人为层	有 人为土	13	碱化层	有 碱土	23	粘缋层	有 粘缋土
	无			无			无	
4	厚度<25cm	有 薄层土	14	质地突变	有 粘磐土	24	粘化层 CEC _c <24, BS<50%	有 低活性强酸土
	无			无			无	
5	膨胀性粘粒>35%变性层	有 变性土	15	暗黑层或暗色松软层	有 黑钙土	25	粘化层 CEC _c >24	有 高活性淋溶土
	无			无			无	
6	冲积物质	有 冲积土	16	棕色松软层和次生 CaCO ₃	有 栗钙土	26	粘化层 CEC _c <24, BS>50%	有 低活性淋溶土
	无			无			无	
7	盐积层	有 盐土	17	松软层	有 黑土	27	暗色层	有 暗色土
	无			无			无	
8	潜育特性	有 潜育土	18	石膏层和石化石膏层	有 石膏土	28	雏形层	有 雏形土
	无			无			无	
9	火山灰层或玻璃质层	有 火山灰土	19	硅质结核层或石化硅质结核层	有 硅质结核土	29	粗质地>100cm	有 砂性土
	无			无			无	
10	灰化淀积层	有 灰土	20	钙积或石化钙积层	钙积土	30	其它土壤	疏松岩性土
				无				

表 3 WRB 的土壤分类^[3]Table 3 WRB-based soil classification^[3]

有机土 (HISTOSOLS)	饱和薄层土 (Eutric)	硫质潜育土 (Thionic)
冰渍有机土 (Glacic)	简育薄层土 (Haplic)	有机潜育土 (Histic)
硫质有机土 (Thionic)		永冻潜育土 (Gellic)
寒冻有机土 (Gryic)	变性土 (VERTISOLS)	水耕潜育土 (Anthraquic)
永冻有机土 (Gellic)	硫质变性土 (Thionic)	变性潜育土 (Vertic)
盐积有机土 (Salic)	盐积变性土 (Salic)	底盐潜育土 (Endosalic)
落叶有机土 (Folic)	碱化变性土 (Natric)	火山灰潜育土 (Andic)
纤维有机土 (Fibric)	石膏变性土 (Gypsic)	玻璃质潜育土 (Vitric)
高分解有机土 (Sapric)	硅胶结变性土 (Duric)	网纹潜育土 (Plinthic)
盈余水有机土 (Ombric)	钙积变性土 (Calcic)	松软潜育土 (Mollic)
地表水有机土 (Rheic)	高活性铝饱和和变性土 (Alic)	石膏潜育土 (Gypsic)
碱性有机土 (Alcalic)	石膏性变性土 (Gypsic)	钙积潜育土 (Calcic)
有毒有机土 (Toxic)	粒状变性土 (Grumic)	暗色潜育土 (Umbric)
不饱和有机土 (Dystric)	大块状变性土 (Mazic)	砂性潜育土 (Arenic)
饱和有机土 (Eutric)	次饱和和变性土 (Mesotrophic)	火山喷出物潜育土 (Tephric)
简育有机土 (Haplic)	低钠质变性土 (Hyposodic)	滞水潜育土 (Stagnic)
	饱和和变性土 (Eutric)	质地突变潜育土 (Abruptic)
寒冻土 (CRYOSOLS)	暗浊变性土 (Pellic)	腐殖质潜育土 (Humic)
冻搅寒冻土 (Turbic)	艳色变性土 (Chromic)	石灰性潜育土 (Calcaric)
冰渍寒冻土 (Glacic)	简育变性土 (Haplic)	龟裂潜育土 (Takryic)
有机寒冻土 (Histic)		碱性潜育土 (Alcalic)
石质寒冻土 (Lithic)	冲积土 (FLUVISOLS)	有毒潜育土 (Toxic)
薄层寒冻土 (Leptic)	硫质冲积土 (Thionic)	钠质潜育土 (Sodic)
盐积寒冻土 (Salic)	有机冲积土 (Histic)	铝质潜育土 (Alumic)
潜育寒冻土 (Gleyic)	永冻冲积土 (Gellic)	不饱和潜育土 (Dystric)
火山灰寒冻土 (Andic)	盐积冲积土 (Salic)	饱和潜育土 (Eutric)
碱化寒冻土 (Natric)	潜育冲积土 (Gleyic)	正常潜育土 (Orthic)
松软寒冻土 (Mollic)	松软冲积土 (Mollic)	
石膏寒冻土 (Gypsic)	暗色冲积土 (Umbric)	火山灰土 (ANDOSOLS)
钙积寒冻土 (Calcic)	砂质冲积土 (Arenic)	玻璃质火山灰土 (Vitric)
暗色寒冻土 (Umbric)	火山喷出物冲积土 (Tephric)	硅质火山灰土 (Silandic)
硫质寒冻土 (Thionic)	滞水冲积土 (Stagnic)	铝质火山灰土 (Aluandic)
滞水寒冻土 (Stagnic)	腐殖质冲积土 (Humic)	饱和和硅质火山灰土 (Eutrisilic)
干漠寒冻土 (Yemic)	石膏性冲积土 (Gypsic)	暗黑火山灰土 (Melanic)
干旱寒冻土 (Aridic)	石灰性冲积土 (Calcaric)	冲积火山灰土 (Fluvic)
融渍寒冻土 (Oxyaquic)	龟裂冲积土 (Takryic)	渍水火山灰土 (Hydric)
简育寒冻土 (Haplic)	干漠冲积土 (Yemic)	有机火山灰土 (Histic)
	干旱冲积土 (Aridic)	薄层火山灰土 (Leptic)
人为土 (ANTHROSOLS)	粗骨冲积土 (Skeletal)	潜育火山灰土 (Gleyic)
水耕人为土 (Hydragric)	钠质冲积土 (Sodic)	松软火山灰土 (Mollic)
灌淤人为土 (Inragric)	不饱和冲积土 (Dystric)	硅胶结火山灰土 (Duric)
堆垫人为土 (Terric)	饱和和冲积土 (Eutric)	高活性淋溶火山灰土 (Luvic)
草垫人为土 (Plaggic)	简育冲积土 (Haplic)	暗色火山灰土 (Umbric)
厚熟人为土 (Hortic)		砂性火山灰土 (Arenic)
潜育人为土 (Gleyic)	盐土 (SOLOCHAKS)	薄铁盘火山灰土 (Placic)
灰化人为土 (Spodic)	有机盐土 (Histic)	暗厚火山灰土 (Pachic)
铁铝性人为土 (Ferralic)	永冻盐土 (Gellic)	石灰性火山灰土 (Calcaric)
高活性淋溶人为土 (Luvic)	变性盐土 (Vertic)	粗骨火山灰土 (Skeletal)
砂性人为土 (Arenic)	潜育盐土 (Gleyic)	氧化土性火山灰土 (Acroxic)
滞水人为土 (Stagnic)	松软盐土 (Mollic)	强风化火山灰土 (Vetic)
疏松岩性人为土 (Regic)	石膏盐土 (Gypsic)	钠质火山灰土 (Sodic)
简育人为土 (Haplic)	硅胶结盐土 (Duric)	不饱和火山灰土 (Dystric)
	钙积盐土 (Calcic)	饱和火山灰土 (Eutric)
薄层土 (LEPTOSOLS)	石化盐积盐土 (Petrosalic)	简育火山灰土 (Haplic)
石质薄层土 (Lithic)	超量盐土 (Hypersalic)	
超量粗骨薄层土 (Hyperskeletal)	滞水盐土 (Stagnic)	灰壤 (PODZOLS)
黑色石灰薄层土 (Rendzic)	龟裂盐土 (Takryic)	硬磐灰壤 (Densic)
永冻薄层土 (Gellic)	干漠盐土 (Yemic)	碳胶结灰壤 (Carbic)
变性薄层土 (Vertic)	干旱盐土 (Aridic)	铁胶结灰壤 (Rustic)
潜育薄层土 (Gleyic)	灰白盐土 (Hydrochric)	有机灰壤 (Histic)
松软薄层土 (Mollic)	酸性硫酸盐盐土 (Aceric)	永冻灰壤 (Gellic)
暗色薄层土 (Umbric)	氯化物盐土 (Chloridic)	人为灰壤 (Anthric)
腐殖质薄层土 (Humic)	硫酸盐盐土 (Sulphatic)	潜育灰壤 (Gleyic)
石膏性薄层土 (Gypsic)	碳酸盐盐土 (Carbonatic)	暗色灰壤 (Umbric)
石灰性薄层土 (Calcaric)	钠质盐土 (Sodic)	薄磐灰壤 (Placic)
干漠薄层土 (Yemic)	简育盐土 (Haplic)	粗骨灰壤 (Skeletal)
干旱薄层土 (Aridic)		滞水灰壤 (Stagnic)
不饱和薄层土 (Dystric)	潜育土 (GLEYSOLS)	薄片灰壤 (Lamellic)

续表 3

脆磐灰壤 (Fragic)	永冻粘磐土 (Gelic)	艳色黑土 (Chromic)
新成灰壤 (Entic)	变性粘磐土 (Vertic)	简育黑土 (Haplic)
简育灰壤 (Haplic)	底盐粘磐土 (Endosalic)	
聚铁网纹土 (PLINTHOSOLS)	潜育粘磐土 (Gleyic)	石膏土 (GYPSISOLS)
石化聚铁网纹土 (Petric)	铁聚网纹粘磐土 (Pinthic)	石化石膏土 (Petric)
底层硅胶结聚铁网纹土 (Endoduric)	松软粘磐土 (Mollic)	超量石膏土 (Hypergyptic)
高活性铝饱和聚铁网纹土 (Alic)	石膏粘磐土 (Gypsic)	薄层石膏土 (Leptic)
铁铝聚铁网纹土 (Acric)	钙积粘磐土 (Calcic)	变性石膏土 (Vertic)
暗色聚铁网纹土 (Umbric)	高活性铝饱和粘磐土 (Alic)	底盐石膏土 (Endosalic)
超强风化聚铁网纹土 (Geric)	高活性淋溶粘磐土 (Luvic)	硅胶结石膏土 (Duric)
滞水聚铁网纹土 (Stagnic)	暗色粘磐土 (Umbric)	钙积石膏土 (Calcic)
质地突变聚铁网纹土 (Abruptic)	砂性粘磐土 (Arenic)	粘化石膏土 (Luvic)
暗厚表层聚铁网纹土 (Pachic)	超强风化粘磐土 (Geric)	龟裂石膏土 (Takyrlic)
舌状聚铁网纹土 (Glossic)	石灰性粘磐土 (Calcaric)	干漠石膏土 (Yemic)
腐殖质聚铁网纹土 (Humic)	漂白粘磐土 (Albic)	干旱石膏土 (Aridic)
漂白聚铁网纹土 (Albic)	铁质粘磐土 (Ferric)	灰白石膏土 (Hyperochric)
铁质聚铁网纹土 (Ferric)	碱性粘磐土 (Alcalic)	粗骨石膏土 (Skeletalic)
粗骨聚铁网纹土 (Skeletalic)	钠质粘磐土 (Sodic)	钠质石膏土 (Sodic)
强风化聚铁网纹土 (Vertic)	铝质粘磐土 (Alumic)	硫酸地下水石膏土 (Arzic)
铝质聚铁网纹土 (Alumic)	不饱和粘磐土 (Dystric)	简育石膏土 (Haplic)
底层饱和聚铁网纹土 (Endoeutric)	饱和粘磐土 (Eutric)	
简育聚铁网纹土 (Haplic)	暗红粘磐土 (Rhodic)	硅胶结土 (DURISOLS)
铁铝土 (FERRALSOLS)	艳色粘磐土 (Chromic)	石化硅胶结土 (Petric)
三水铝石铁铝土 (Gibbsic)	简育粘磐土 (Haplic)	薄层硅胶结土 (Leptic)
超强风化铁铝土 (Geric)		变性硅胶结土 (Vertic)
正电荷铁铝土 (Posic)	黑钙土 (CHERNOZEMS)	石膏硅胶结土 (Gypsic)
有机铁铝土 (Histic)	暗黑钙土 (Chernic)	钙积硅胶结土 (Calcic)
潜育铁铝土 (Gleyic)	变性黑钙土 (Vertic)	饱和粘化硅胶结土 (Luvic)
火山灰铁铝土 (Andic)	潜育黑钙土 (Gleyic)	砂性硅胶结土 (Arenic)
聚铁网纹铁铝土 (Plinthic)	钙积黑钙土 (Calcic)	超硬磐硅胶结土 (Hyperduric)
松软铁铝土 (Mollic)	舌状黑钙土 (Glossic)	龟裂硅胶结土 (Takyrlic)
不饱和粘化铁铝土 (Acric)	粉砂质黑钙土 (Siltic)	干漠硅胶结土 (Yemic)
饱和粘化铁铝土 (Lixic)	动物搅动黑钙土 (Vermic)	干旱硅胶结土 (Aridic)
暗色铁铝土 (Umbric)	简育黑钙土 (Haplic)	苍白硅胶结土 (Hyperochric)
砂性铁铝土 (Arenic)	栗钙土 (KASTANOZEMS)	艳色硅胶结土 (Chromic)
底滞铁铝土 (Endostagnic)	人为栗钙土 (Anthric)	简育硅胶结土 (Haplic)
腐殖质铁铝土 (Humic)	变性栗钙土 (Vertic)	
铁质铁铝土 (Ferric)	石化石膏栗钙土 (Petrogyptic)	钙积土 (CALCISOLS)
强风化铁铝土 (Vetic)	石膏栗钙土 (Gypsic)	石化钙积土 (Petric)
铝质铁铝土 (Alumic)	石化钙积栗钙土 (Petrocalcic)	超量钙积土 (Hypercalcic)
超不饱和铁铝土 (Hyperdystric)	钙积栗钙土 (Calcic)	薄层钙积土 (Leptic)
超饱和铁铝土 (Hypereutric)	粘化栗钙土 (Luvic)	变性钙积土 (Vertic)
暗红铁铝土 (Rhodic)	弱钠质栗钙土 (Hyposodic)	底盐钙积土 (Endosalic)
黄色铁铝土 (Xanthic)	粉砂质栗钙土 (Siltic)	潜育钙积土 (Gleyic)
简育铁铝土 (Haplic)	艳色的栗钙土 (Chromic)	粘化钙积土 (Luvic)
	简育栗钙土 (Haplic)	龟裂钙积土 (Takyrlic)
碱土 (SOLONETZ)		干漠钙积土 (Yemic)
变性碱土 (Vertic)	黑土 (PHAEZEMS)	干旱钙积土 (Aridic)
盐积碱土 (Salic)	暗黑土 (Chernic)	灰白钙积土 (Hyperochric)
潜育碱土 (Gleyic)	薄层黑土 (Leptic)	粗骨钙积土 (Skeletalic)
松软碱土 (Mollic)	变性黑土 (Vertic)	钠质钙积土 (Sodic)
石膏碱土 (Gypsic)	潜育黑土 (Gleyic)	简育钙积土 (Haplic)
硅胶结碱土 (Duric)	玻璃质黑土 (Vitric)	
钙积碱土 (Calcic)	火山灰黑土 (Andic)	漂白淋溶土 (ALBELUVISOLS)
滞水碱土 (Stagnic)	饱和粘化黑土 (Luvic)	有机漂白淋溶土 (Histic)
腐殖质碱土 (Humic)	火山喷出物黑土 (Tephric)	潜育漂白淋溶土 (Gleyic)
漂白碱土 (Albic)	滞水黑土 (Stagnic)	高活性铝饱和漂白淋溶土 (Alic)
龟裂碱土 (Takyrlic)	质地突变黑土 (Abruptic)	暗色漂白淋溶土 (Umbric)
干漠碱土 (Yemic)	灰色黑土 (Greyic)	砂性漂白淋溶土 (Arenic)
干旱碱土 (Aridic)	暗厚黑土 (Pachic)	永冻漂白淋溶土 (Gelic)
镁质碱土 (Magnesian)	舌状黑土 (Glossic)	滞水漂白淋溶土 (Stagnic)
简育碱土 (Haplic)	石灰性黑土 (Calcaric)	质地突变漂白淋溶土 (Abruptic)
粘磐土 (PLANOSOLS)	漂白黑土 (Albic)	铁质漂白淋溶土 (Ferric)
硫质粘磐土 (Thionic)	粗骨黑土 (Skeletalic)	脆磐漂白淋溶土 (Fragic)
有机粘磐土 (Histic)	钠质黑土 (Sodic)	粉砂质漂白淋溶土 (Siltic)
	粉砂质黑土 (Siltic)	铝质漂白淋溶土 (Alumic)
	动物搅动黑土 (Vermic)	底层饱和漂白淋溶土 (Endoeutric)
	不饱和黑土 (Dystric)	简育漂白淋溶土 (Haplic)

续表 3

高活性强酸土 (ALISOLS)	砂性高活性淋溶土 (Arenic)	石膏性雏形土 (Gypsic)
变性高活性强酸土 (Vertic)	滞水高活性淋溶土 (Stagnic)	龟裂雏形土 (Takyric)
潜育高活性强酸土 (Gleyic)	质地突变高活性淋溶土 (Abruptic)	干漠雏形土 (Yemic)
火山灰高活性强酸土 (Andic)	漂白高活性淋溶土 (Albic)	干旱雏形土 (Aridic)
聚铁网纹高活性强酸土 (Plinthic)	强发育高活性淋溶土 (Profondic)	灰白雏形土 (Hyperochric)
粘缋高活性强酸土 (Nitric)	薄片高活性淋溶土 (Lamellic)	粗骨雏形土 (Skeletal)
暗色高活性强酸土 (Umbric)	粘膜高活性淋溶土 (Cutanic)	钠质雏形土 (Sodic)
砂性高活性强酸土 (Arenic)	铁质高活性淋溶土 (Ferric)	不饱和雏形土 (Dystric)
滞水高活性强酸土 (Stagnic)	灰白高活性淋溶土 (Hyperochric)	饱和雏形土 (Eutric)
质地突变高活性强酸土 (Abruptic)	粗骨高活性淋溶土 (Skeletal)	暗红雏形土 (Rhodic)
腐殖质高活性强酸土 (Humic)	低钠质高活性淋溶土 (Hyposodic)	艳色雏形土 (Chromic)
漂白高活性强酸土 (Albic)	不饱和高活性淋溶土 (Dystric)	简育雏形土 (Haplic)
强发育高活性强酸土 (Profondic)	暗红高活性淋溶土 (Rhodic)	
薄片高活性强酸土 (Lamellic)	艳色高活性淋溶土 (Chromic)	砂性土 (ARENOSOLS)
铁质高活性强酸土 (Ferric)	简育高活性淋溶土 (Haplic)	永冻砂性土 (Gelic)
粗骨高活性强酸土 (Skeletal)		弱盐砂性土 (Hyposalic)
超不饱和高活性强酸土 (Hyperdystric)	低活性淋溶土 (LIXISOLS)	潜育砂性土 (Gleyic)
暗红高活性强酸土 (Rhodic)	薄层低活性淋溶土 (Leptic)	强漂白砂性土 (Hyperalbic)
艳色高活性强酸土 (Chromic)	潜育低活性淋溶土 (Gleyic)	聚铁网纹砂性土 (Plinthic)
简育高活性强酸土 (Haplic)	玻璃质低活性淋溶土 (Vitric)	铁铝性砂性土 (Ferralic)
	火山灰低活性淋溶土 (Andic)	弱铁铝性砂性土 (Hypoferralic)
粘缋土 (NTISOLS)	聚铁网纹低活性淋溶土 (Plinthic)	弱粘化砂性土 (Hypoluvisc)
火山灰粘缋土 (Andic)	钙积低活性淋溶土 (Calcic)	火山喷出物砂性土 (Tephric)
铁铝性粘缋土 (Ferralic)	砂性低活性淋溶土 (Arenic)	石膏性砂性土 (Gypsic)
松软粘缋土 (Mollic)	滞水低活性淋溶土 (Stagnic)	石灰性砂性土 (Calcaric)
高活性铝饱和粘缋土 (Alc)	质地突变低活性淋溶土 (Abruptic)	漂白砂性土 (Albic)
暗色粘缋土 (Umbric)	腐殖质低活性淋溶土 (Humic)	薄片砂性土 (Lamellic)
腐殖质粘缋土 (Humic)	漂白低活性淋溶土 (Albic)	脆磐砂性土 (Fragic)
强风化粘缋土 (Vetic)	强发育低活性淋溶土 (Profondic)	干漠砂性土 (Yemic)
铝质粘缋土 (Alumic)	薄片状低活性淋溶土 (Lmellic)	干旱砂性土 (Aridic)
饱和粘缋土 (Eutric)	铁质低活性淋溶土 (Ferric)	原始砂性土 (Protic)
不饱和粘缋土 (Dystric)	灰白低活性淋溶土 (Hyperochric)	不饱和砂性土 (Dystric)
暗红粘缋土 (Rhodic)	超强风化低活性淋溶土 (Geric)	饱和砂性土 (Eutric)
正常粘缋土 (Orthic)	强风化低活性淋溶土 (Vetic)	红褐色砂性土 (Rubic)
	暗红低活性淋溶土 (Rhodic)	简育砂性土 (Haplic)
	简育低活性淋溶土 (Haplic)	
低活性强酸土 (ACRISOLS)	暗色土 (UMBRISOLS)	疏松岩性土 (REGOSOLS)
薄层低活性强酸土 (Leptic)	硫质暗色土 (Thionic)	永冻疏松岩性土 (Gelic)
潜育低活性强酸土 (Gleyic)	永冻暗色土 (Gelic)	薄层疏松岩性土 (Leptic)
玻璃质低活性强酸土 (Vitric)	人为暗色土 (Anthric)	弱盐疏松岩性土 (Hyposalic)
火山灰低活性强酸土 (Andic)	薄层暗色土 (Leptic)	潜育疏松岩性土 (Gleyic)
聚铁网纹低活性强酸土 (Plinthic)	潜育暗色土 (Gleyic)	埋藏玻璃质疏松岩性土 (Thaptovitric)
暗色低活性强酸土 (Umbric)	铁铝性暗色土 (Ferralic)	埋藏火山灰疏松岩性土 (Thaptoandic)
砂性低活性强酸土 (Arenic)	砂性暗色土 (Arenic)	砂性疏松岩性土 (Arenic)
滞水低活性强酸土 (Stagnic)	滞水暗色土 (Stagnic)	耕作搅动疏松岩性土 (Aric)
质地突变低活性强酸土 (Abruptic)	腐殖质暗色土 (Humic)	垃圾疏松岩性土 (Garbic)
超强风化低活性强酸土 (Geric)	漂白暗色土 (Albic)	还原性疏松岩性土 (Reductic)
腐殖质低活性强酸土 (Humic)	粗骨暗色土 (Skeletal)	工程废物疏松岩性土 (Spolic)
漂白低活性强酸土 (Albic)	简育暗色土 (Haplic)	城市疏松岩性土 (Urbic)
强发育低活性强酸土 (Profondic)		火山喷出物疏松岩性土 (Tephric)
薄片低活性强酸土 (Lamellic)	雏形土 (CAMBISOLS)	永冻滞水疏松岩性土 (Gelstagnic)
铁质低活性强酸土 (Ferric)	硫质雏形土 (Thionic)	滞水疏松岩性土 (Stagnic)
灰白低活性强酸土 (Hyperochric)	永冻雏形土 (Gelic)	腐殖质疏松岩性土 (Humic)
粗骨低活性强酸土 (Skeletal)	薄层雏形土 (Leptic)	石膏性疏松岩性土 (Gypsic)
强风化低活性强酸土 (Vetic)	变性雏形土 (Vertic)	石灰性疏松岩性土 (Calcaric)
铝质低活性强酸土 (Alumic)	冲积雏形土 (Fluvic)	龟裂疏松岩性土 (Takyric)
超不饱和低活性强酸土 (Hyperdystric)	底盐雏形土 (Endosalic)	干漠疏松岩性土 (Yemic)
暗红低活性强酸土 (Rhodic)	潜育雏形土 (Gleyic)	干旱疏松岩性土 (Aridic)
艳色低活性强酸土 (Chromic)	玻璃质雏形土 (Vitric)	灰白疏松岩性土 (Hyperochric)
简育低活性强酸土 (Haplic)	火山灰雏形土 (Andic)	人为疏松岩性土 (Anthropic)
	聚铁网纹雏形土 (Plinthic)	粗骨性疏松岩性土 (Skeletal)
高活性淋溶土 (LUVISOLS)	铁铝性雏形土 (Ferralic)	低钠质疏松岩性土 (Hyposodic)
薄层高活性淋溶土 (Leptic)	永冻滞水雏形土 (Gelstagnic)	动物搅动疏松岩性土 (Vermic)
变性高活性淋溶土 (Vertic)	滞水雏形土 (Stagnic)	不饱和疏松岩性土 (Dystric)
潜育高活性淋溶土 (Gleyic)	腐殖质雏形土 (Humic)	饱和疏松岩性土 (Eutric)
玻璃质高活性淋溶土 (Vitric)	石灰性雏形土 (Calcaric)	正常疏松岩性土 (Orthic)
火山灰高活性淋溶土 (Andic)		
钙积高活性淋溶土 (Calcic)		

表 4 WRB 与 ST^[8]制和 CST^[9, 10]制的参比

Table 4 Correlations between WRB, ST and CST

WRB	ST 制	CST 制
有机土 (Histosols)	有机土 (Histosols) *	有机土
寒冻土 (Cryosols)	冻土 (Gelisols) *	寒冻寒性干旱土/寒冻锥形土
人为土 (Anthrosols)	始成土 (Inceptisols) *, 厚熟始成土 (Plaggepts)	人为土
薄层土 (Leptosols)	新成土、石质的亚类 (Entisols, Lithic subgroups) *	新成土及部分“石质”亚类
变性土 (Vertisols)	变性土 (Vertisols)	变性土
冲积土 (Fluvisols)	冲积土新成土 (Fluvents)	冲积新成土
盐土 (Solonchaks)	盐积干旱土 (Salids) *	正常盐成土
潜育土 (Gleysols)	潮湿始成土、潮湿新成土 (Aquepts, Aquepts) *	潜育土
火山灰土 (Andosols)	火山灰土 (Andosols)	火山灰土
灰土 (Podzols)	灰土 (Spodosols)	灰土
聚铁网纹土 (Plinthosols)	聚铁网纹潮湿氧化土 (Plinthaqueux) *	富铁土/铁铝土中部分“网纹”亚类
铁铝土 (Ferralsols)	氧化土 (Oxisols) *	铁铝土
碱土 (Solonetz)	钠质粘淀干旱土 (Natragids) *	碱积盐成土
粘磐土 (Planosols)	质地突变漂白潮湿淋溶土/老成土 (Abruptic Albaqualf/Albaqualts) *	漂白冷凉/漂白湿润淋溶土
黑钙土 (Chernozems)	*	干润均腐土
栗钙土 (Kastanozems)	冷凉软土 (Borolls) *	干润均腐土
黑土 (Phaezems)	干润软土、夏旱软土 (Ustolls, Xerolls) *	湿润均腐土
石膏土 (Gypisols)	湿润软土 (Udolls) *	石膏干旱土
硅胶结土 (Durisols)	石膏干旱土 (Gypsids) *	部分干旱土
钙积土 (Calcisols)	硬磐干旱土 (Durids) *	钙积干旱土
漂白淋溶土 (Albeluvisols)	钙积干旱土 (Calcids) *	部分冷凉淋溶土/湿润淋溶土中“漂白”亚类
高活性强酸土 (Alisols)	脆磐舌状湿润淋溶土 (Fraglossudalfs) *	铝质湿润淋溶土
粘缚土 (Nitrisols)	湿润老成土 (Udults) *	湿润富铁土及锥形土中部分“铁质”土类
低活性强酸土 ((Acrisols)	高岭湿润氧化土/老成土 (Kandiudox, Kandiudults) *	富铁土中“粘化”土类或部分“粘化”亚类
高活性淋溶土 (Luvisols)	湿润/干润老成土、筒育干润淋溶土 (Udults, Ustults, Haplustalfs) *	淋溶土
低活性淋溶土 (Lixisols)	淋溶土 (Alfisols) *	粘化干润富铁土及其他富铁土中“盐基”亚类
暗色土 (Umbrisols)	强发育半干润/半干润/湿润淋溶土 (Paleustafs, Ustalfs, Udalfs) *	锥形土中部分“暗色”土类或亚类
锥形土 (Cambisols)	始成土 (Inceptisols) *	锥形土
砂性土 (Arenosols)	始成土 (Inceptisols) *	砂质新成土
疏松岩性土 (Regosols)	砂质新成土 (Psamments)	新成土
	新成土 (Entisols)	

*为部分相当 (WRB 作者注)。

4 WRB 的土壤分类

在 30 个一级单元之下,根据诊断层和诊断特性或诊断物质划分二级单元,共有 122 个二级单元的冠词。不过,其检索必须依下列的顺序进行,以免引起混乱 (表 3)。

5 WRB 与美国和中国土壤系统分类参比

三者都是以诊断层和诊断特性为基础的土壤分类,即把土壤看作为客观实体,以土壤具体属性为依据,这是三者共同点。但 WRB 着眼于世界范围,比较宏观;而美国 ST 和中国 CST 制不仅面向世界,也服务于本国实践。所以 WRB 只分二级,在 30 个一级单元之下,有 200 个二级单元,在一个一级单

元之下有的有 20 多个二级单元,显得十分拥挤。而 ST 和 CST 制是一个谱系式分类,是一个完整的体系,且有很强的基层分类。这是与 WRB 不相同的。

5.1 与 ST 制的参比^[8]

(1) 美国土壤系统分类中,与气候因素相关的土壤水分状况和土壤温度状况除用于区分土纲一级,如冻土和干旱土外,还普遍用于区分亚纲一级,如“湿润”、“半干润”、“夏旱”、“干热”、“冷凉”。WRB 方案中尽量避免用气候相关的指标,以免掩盖对土地利用有用的精确的气象信息。

(2) ST 制和 WRB 制不能完全吻合的另一个理由是,WRB 方案中区分出 30 个最高一级单元,而 ST 制只有 12 个土纲。如 ST 制的松软土 (Molisols) 覆盖了 WRB 一级单元的黑钙土,栗钙土和黑土。

(3) WRB 只用了二级分类单元,而 ST 制包含了 6 级。

(4) WRB 比 ST 制用了更多的诊断层、诊断特性和诊断物质。

(5) 虽然 WRB 和 ST 制用的诊断层的名称十分相似,但有时其意义相差很大(如粘化层 Argic 和盐积层 Salic)。WRB 作了特有的努力以简化土壤分类对分析的要求,同时应注意的是,WRB 在最高一级单元确认一些过程,如水成过程和强度的人为变化,而在 ST 制中只在次一级单元中才得到认可。

所以,从表 4 可见,WRB 与 ST 制中只有变性土、火山灰土、灰土和冲积土是完全相当的,其余类型只能部分相当或类似而非完全等同。

5.2 与 CST 制的参比^[9, 12]

与 ST 制相比较,WRB 与 CST 制有更多的共同点:

(1) 有些一级单元的名称相同。如有机土、人为土、变性土、灰土、铁铝土、潜育土和雏形土等,而在 ST 制中没有人为土和潜育土;

(2) 内容完全可以对应的有:盐土-正常盐成土,碱土-碱积盐成土,冲积土-冲积新成土,砂性土-砂质新成土,石膏土-石膏正常干旱土,钙积土-钙积正常干旱土,而在 ST 制中是没有盐土、碱土的;

(3) 人为土基本上是一致的,因为中国土壤学家的参与,所以两者对人为土的界定是基本一致的,WRB 中有在欧洲特有的长期施用厩肥形成的草垫人为土,而在中国堆垫土中还有泥垫旱耕人为土。

但是尽管有些土壤名称相同,但内容也并非完全一样,即使水耕表层和水耕氧化还原层两者的指标也不尽相同,所以要进行严格的参比,只有根据土壤的具体性质来确定。

总之,各个分类制之间的参比都是近似的。所以对我们来说,一方面要充分了解国外的土壤分类,便于交流;另一方面,更重要的是发展以诊断层和诊断特性为基础、符合本国特点的中国土壤分类,便于应用。

参考文献

- 1 FAO/Unesco. Soil Map of the World, revised Legend, Published by ISRIC, Wageningen, 1989, 1~138
- 2 ISSS, ISRIC, FAO. World Reference Base for Soil Resources (Draft). Wageningen/Rome. 1994, 1~161
- 3 ISSS, ISRIC, FAO. World Reference Base for Soil Resources, Wageningen/Rome. 1998, 1~68
- 4 Deckers JA, Nachtergaele FO and Spaargaren OC. WRB:Introduction. Acco, Leuven/Amersfoort.1998, 1~165
- 5 Bridges EM, Batjes NH and Nachtergaele FO. WRB: Atlas. Acco, Leuven/Amersfoort. 1998, 1~79
- 6 ISRIC, ITC, Catholic University of Leuven, Wageningen Agricultural University, FAO. Lecture Notes on the Major Soil of the World. World Soil Resources Reports 94, FAO, Rome, 2001, 1~334
- 7 Deckers JA, et al. Anticipated development of the World Reference Base for Soil Resources. In: Eswaran H.ed. Soil Classification. Boca Raton, CRC Press. 2003, 245~256
- 8 Soil Survey Staff, Soil Taxonomy. 2nd ed. Agriculture Hand-book 436 U.S. Government Printing Office. Washington. D.C. 1999, 1~869
- 9 Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Chinese Soil Taxonomy. Beijing•New York: Science Press, 2001,1~203
- 10 龚子同等著. 中国土壤系统分类——理论•方法•实践. 北京: 科学出版社, 1999,1~903
- 11 Gong Zitong, Zhang Ganlin and Chen Zhicheng. Development of Soil Classification in China. In: Eswaran H. ed. Soil Classification. Boca. Raton, CRC Press, 2003, 101~125
- 12 Gong Zitong, Zhang Ganlin and Luo Guobao. Diversity of anthrosols in China. Pedosphere, 1999, 9(3): 193~204

WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES(WRB): ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT

Gong Zitong Chen Zhicheng Zhang Ganlin

(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Science, Nanjing 210008)

Abstract The paper introduces establishment and development of the World Reference Base for Soil Resources (WRB), by summarizing some of its characteristics and its diagnostic system. Firstly, some characteristics of WRB are pointed out, then diagnostic horizons, diagnostic properties and diagnostic soil materials are listed. The keys to WRB are explained as well. Finally, correlations between WRB and ST. CST are discussed.

Key words Soil resources, Diagnostic horizons and diagnostic characteristics, Soil taxonomy, Soil reference.