

中国土壤系统分类土族和土系划分标准*

张甘霖^{1†} 王秋兵² 张凤荣³ 吴克宁⁴ 蔡崇法⁵ 章明奎⁶
李德成¹ 赵玉国¹ 杨金玲¹

(1 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008)

(2 沈阳农业大学土地与环境学院, 沈阳 110161)

(3 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193)

(4 中国地质大学土地科学技术学院, 北京 100083)

(5 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070)

(6 浙江大学环境与资源学院, 杭州 310058)

摘要 中国土壤系统分类建立了亚类以上高级单元分类标准和检索,但在基层分类标准方面尚待系统建立和完善。本文主要介绍了中国土壤系统分类土族与土系划分的标准,从标准建立的背景、原则与特点到标准本身进行了较为详尽的描述,并用实例演示了土族土系标准在具体土壤上的应用。

关键词 中国土壤系统分类;基层分类;土族;土系;标准

中图分类号 S155.3 **文献标识码** A

土壤分类一直是土壤科学的核心和基础内容,也是其他学科利用土壤学成果的重要“桥梁”。土壤分类体系一般包括高级单元和基层单元,从土壤分类的基本原则来看,亚类以上的高级单元主要反映土壤发生过程,即体现较长时间尺度和较大空间尺度上的成土因素的影响,而基层分类主要体现区域性因素和较短时间尺度成土因素的作用结果。一般而言,基层单元包括发生分类中的土属和土种^[1-2]或系统分类中的土族和土系^[1,3]。基层分类单元在学科上为高级分类单元提供支撑,能更精确地解释土壤类型;在应用上直接联系着各区域的实际,可为农业生产、土地评价、土地利用规划、生态环境建设等提供重要的基础数据。

我国的土壤基层分类发展大致经历了 20 世纪 30~40 年代 Marbut 分类的土系、50 年代发生分类的土种、80 年代第二次土壤普查中的土种和 90 年代后系统分类中的土系^[3-5]几个阶段。这一变化趋势基本符合国际土壤分类发展趋势,在一定程度上也体现了我国土壤学研究与时俱进的特点。目前来看,土壤系统分类在世界上的影响较发生学分类

要更为深刻和广泛,已被多个国家和地区采用^[6],并成为土壤分类的主流^[3,7]。

发达国家在土壤基层分类上的工作处于领先水平,美国至今已建立了 2.2 万多个有详细描述和定量数据的土系^[8],构成了国家土壤信息系统 NASIS 数据库的重要基础(<http://soils.usda.gov/technical/classification/osd/>),而其分类标准和土系建设仍在不断更新中,如其《Keys to Soil Taxonomy》从 1983 年第一版问世至今已经 10 次修订更新到第十一版^[9]。其他国家如加拿大、德国、英国、法国、澳大利亚、南非等也均建立了比较详尽的基层单元,并用印刷和数据库的方式为用户提供数据清单。而发展中国家由于分类体系尚不完善,基层分类研究和建设一直处于落后水平,亟待通过大量艰辛的工作迎头赶上。

2001 年出版的《中国土壤系统分类检索(第三版)》^[10]和对应的英文版《Chinese Soil Taxonomy》^[11]在国内外土壤学界产生了巨大的影响,其除建立了我国土壤系统分类高级分类单元的框架外(14 个土纲、39 个亚纲、138 个土类、588 个亚类),并借鉴国外经验和充分结合我国的实际情况,对基

* 科技部基础性工作专项(2008FY110600)资助

† 通讯作者, E-mail: glzhang@issas.ac.cn

作者简介:张甘霖(1966—),男,博士,研究员,主要从事土壤发生、分类与数字土壤制图研究

收稿日期:2013-03-18;收到修改稿日期:2013-04-25

层分类单元(土族和土系)的划分原则、依据和命名等也做了初步的规定^[10-11]。之后,在中国土壤系统分类基层分类及其制图表达的样区研究中,在我国各典型地区开展了一些样区的土系研究工作,如杜国华等建立的安徽省怀远县包集乡 1 个变性土和 7 个潮湿锥形土的土系^[12]、顾也萍等建立安徽宣城样区的 5 个土系^[13]、黄金良建立了闽东南的 14 个土系^[14]、何毓蓉等建立了成都平原的 3 个水耕人为土土系^[15]、张凤荣等建立了北京百花山地区的 10 个土系^[16]、尹力初等建立了江苏省江宁县淳化样区的 6 个土系^[17]、关欣等建立了南疆平原典型荒漠样区耕种土壤的 9 个土系^[18]、辛刚等建立了黑龙江省有机土的 6 个土系^[19]、郑惠玲等建立了豫东平原开封样区的 10 个土系^[20-21]、闫湘等建立了陕西关中土垫旱耕人为土样区的 9 个土系^[22]、杨秀华等建立了辽宁省瓦房店市石灰岩类土壤的 10 个土系^[23]、李诚等建立了江汉平原人为土的 26 个土系^[24]、王勇等建立了北京鹫峰国家森林公园土壤的 8 个土系^[25]、杨帆等建立了海南省儋州市的 17 个土系^[26]、赵燕等建立了河南省砂姜黑土的 14 个土系^[27]、安红艳等建立了冀北山地土壤的 5 个土系^[28];也出版了一系列专著,如《土系研究与制图表达》^[29]、《湖北省土系概要》^[30]、《浙江省土系概论》^[31]、《海南土系概论》^[32]和《黑龙江土系概论》^[33],分别建立了 75、125、77 和 116 个土系。

但迄今为止,我国具有详细规范记述的土系数目大致仅有 1 000 多个,仅约为美国的 4.5%,估计不足全国“潜在土系”总量的 5%。这种局面与我国这样一个幅员辽阔、土壤类型众多的大国极不相称。造成这一落后局面的原因较为复杂,除我国的土系建设起步较晚,研究投入力度不够,研究广度和深度不足等外,缺乏全国统一的土壤基层分类单元建立的标准也是一个重要的原因。

有鉴于此,在 2008 年由中国科学院南京土壤研究所牵头,联合国内 16 所大学和科研机构,在国家科技部基础性工作专项支持下,一起开展了“我国土系调查与《中国土系志》编制(2008FY110600)”的研究工作,对我国东部地区黑龙江、吉林、辽宁、河北、北京、天津、山东、河南、湖北、安徽、江苏、上海、浙江、福建、广东和海南 16 个省(直辖市)全面开展了土系调查工作。为确保各地区土族和土系建立方法上的统一,在参考国内外已有的土族和土系划分方法特别是在中国土壤系统分类基层分类前期探索和样区研究的基础上,经过上述协作单位

从 2008 年到 2012 年四年来的探索和实践,充分结合我国实际,经过数次讨论和修改,制订了用于中国土壤系统分类的《中国土壤系统分类土族与土系划分建立原则与标准(试用稿)》,本文重点介绍该标准。

1 土族与土系划分标准建立的原则

土族和土系作为系统分类的基层单元,携带有用以定义高级单元从土纲到亚类以及自身的一系列土壤性质,是所属高级分类单元的续分。同时,土族和土系兼具为土地利用和评价服务的目的性,因此不能单纯地将基层分类作为高级分类的演绎产物而使基层分类受到限制。

1.1 土族划分标准建立的原则

(1)使用区域性成土因素所形成的相对稳定的土壤属性差异作为划分依据,而不用成土因素本身。土壤物理性质往往可以稳定地影响土壤行为而更适合作为土族划分的指标,如土壤颗粒大小级别会直接影响水分和养分等物质在土壤中的运行而被优先考虑;同样,虽然土族的划分很大程度上是为土壤生产管理服务,但划分土族时考虑的并不是土壤肥力本身而是潜在地力。

(2)在同一亚类中土族的鉴别特征应当一致,主要表现在土族控制层段内其“量”的差异,在不同亚类中土族的鉴别特征可有所不同。划分土族的土壤控制层段也充分考虑了不同土壤发生层的特点,特别是这些发生层次对溶质迁移的潜在影响,在没有石质接触面或黏磐等障碍层存在的情况下,一般为 0~100 cm。

(3)鉴别土族的依据指标不能与上或下级分类单元交叉或重复使用。如砂质新成土中的土族,因为已明确了“砂质”因而不再使用颗粒大小级别。

1.2 土系划分标准建立的原则

(1)土系鉴别特征必须在土系控制层段内使用。与土族不同,土系控制层段始于土表,也包括根系限制层或准石质接触面以下的 25 cm。考虑到土壤的多功能性,一般情况下(即没有明显限制层的情况下),土系的控制层段超越了传统农业土壤深度要求,为 0~150 cm。

(2)土系鉴别特征的变幅范围不能超过土族,但要明显大于观测误差。土系中某几个土壤特征的变幅可与其所在土族的范围完全一致,但至少有一个鉴别特征的变化范围小于土族。

(3)使用易于观测且较稳定的土壤属性,如土体深度、厚度等。

(4)不同利用强度和功能的土壤,土系属性变幅可以不同。一般地,具有重要功能的土壤类型(如耕作土壤等)可以适当细分,否则划分可以相对较粗。

2 土族与土系划分标准的特点

《中国土壤系统分类土族与土系划分建立原则与标准(试用稿)》¹⁾,具以下特点:

(1)借鉴了国内外经验,结合中国实际。如对于有机土和具有火山灰、浮石等物质或特性的土壤,由于此类土壤在我国甚少,也缺乏相关研究经验,故直接采纳美国土壤系统分类中对这类土壤土族的划分;对于土族温度等级的划分,美国根据其作物种植类型和种植方式确定了8℃、15℃、22℃为冷性、温性、热性、高热性的临界点,而中国受冬夏季风的明显影响,物候特征与美国大陆有所不同,根据张慧智等^[34]的研究,在中国土壤系统分类土族与土系划分标准中,结合受季风气候影响的特点与农作物空间种植和生产布局的实际状况,将土族温度等级临界点分别提高1℃,即设为9℃、16℃、23℃。

(2)鉴别特征简化,实用性强。对土族鉴别特征与土系划分标准进行简化,只选用显著且稳定影响土壤行为的属性;对强对比(即土壤层次之间的颗粒大小存在显著差异)颗粒大小级别,仅规定形成强对比颗粒大小级别的标准而对具体表现不作一一列举,这些均使该标准更具有有一定的灵活性而易于操作。

3 土族划分标准

土族是土壤系统分类的基层分类单元。它是亚类的续分,主要反映与土壤利用管理有关的土壤理化性质的分异,特别是能显著影响土壤功能潜力发挥的鉴别特征。土族的主要鉴别特征是剖面控制层段的土壤颗粒大小级别、不同颗粒级别的土壤矿物组成类型、土壤温度等级、石灰性与土壤酸碱性、土体厚度等,它们能反映成土因素和土壤性质的地域性差异。不同类别的土壤划分土族的依据及指标可以不同。采用这些鉴别特征主要是因为它们可以显著地影响土壤的水分运动(颗粒大小级别)、吸附和保持养分的能力(矿物组成)、土壤养分

的形态(石灰性)以及潜在根系生长空间(土体厚度)。在分类标准中,不使用易受人为活动影响的特征,如土壤有机质水平或者某些养分元素含量。

划分土族的不同鉴别特征的控制层段不尽相同,所有鉴别特征均要求在其控制层段内进行检索。不同鉴别特征的控制层段参考《中国土壤系统分类土族与土系划分建立原则与标准(试用稿)》。

3.1 矿质土壤

区分矿质土壤同一亚类中不同土族时,可选择的主要鉴别特征如下。土族名称由该土族所具有的主要鉴别特征按以下顺序有选择性地组合而成,如果某个鉴别特征在高级单元名称中已使用过,则土族命名不再使用该鉴别特征。

- (1)颗粒大小级别与替代
- (2)矿物学类型
- (3)石灰性和酸碱反应类别
- (4)土壤温度等级

3.1.1 颗粒大小级别与替代 颗粒大小级别与替代是划分土族的首要依据。在此所称的颗粒大小级别不同于一般意义上的土壤质地级别,后者的对象是<2.0 mm的土壤颗粒部分,而颗粒大小级别是指单个土体中包括极细岩石块和半风化碎屑在内的土壤部分(除有机质及较石膏更易溶的盐以外),因而更能表达现实环境中土壤的构成和物理特征^[35]。

如果颗粒大小控制层段内有两个层次的碎屑(2~75 mm之间)含量之差>50%或黏粒绝对含量之差>25%,且两层厚度均≥10 cm而过渡区厚度<10 cm,则认为形成强对比颗粒大小级别,根据检索出的颗粒大小级别复合命名,如砂质盖黏质。如果有两组及以上颗粒大小强烈对比层次,以对比最强烈的一组命名;若两组组合对比相似,以出现深度较浅的对比组命名,并附加“多层”名称。

当土层不具有强对比颗粒大小级别时,土族名称中所用颗粒大小级别由控制层段内不同层次的颗粒大小的加权平均值决定;对于火山灰土或者具有火山灰特性的土壤,则以层次(累积)最厚的颗粒大小级别或替代级别描述土族名称。

对具有火山灰、火山渣、火山砾、浮石和类浮石碎屑等物质或特性的土壤,采纳美国土壤系统分类中对这一类土壤的土族颗粒大小级别的划分,具体参见《中国土壤系统分类土族与土系建立原则与标准(试用稿)》。

1)我国土系调查与《中国土系志》编制项目组. 中国土壤系统分类土族与土系建立的原则与标准(试用稿). 2012

对于一般矿质土壤而言,按以下标准进行顺序检索控制层段内颗粒大小级别,首先检出符合其标准的级别即为该土壤的土族颗粒大小级别。

土族颗粒大小级别检索如下:

(1)岩石碎屑含量 $\geq 75\%$ (体积计)(即细土部分($< 2\text{mm}$ 颗粒) $< 25\%$)。粗骨质

(2)岩石碎屑含量 $\geq 25\%$ (体积计),细土部分砂粒含量 $\geq 55\%$ (重量计)。粗骨砂质

(3)岩石碎屑含量 $\geq 25\%$ (体积计),细土部分黏粒含量 $\geq 35\%$ (重量计)。粗骨黏质

(4)岩石碎屑含量 $\geq 25\%$ (体积计)的其他土壤。粗骨壤质

(5)岩石碎屑含量 $< 25\%$ (体积计),细土部分砂粒含量 $\geq 55\%$ (重量计)。砂质

(6)岩石碎屑含量 $< 25\%$ (体积计),细土部分黏粒含量 $\geq 60\%$ (重量计)。极黏质

(7)岩石碎屑含量 $< 25\%$ (体积计),细土部分黏粒含量介于 $35\% \sim 60\%$ (重量计)。黏质

(8)岩石碎屑含量 $< 25\%$ (体积计),细土部分黏粒含量介于 $20\% \sim 35\%$ (重量计)。黏壤质

(9)岩石碎屑含量 $< 25\%$ (体积计)的其他土壤。壤质

3.1.2 矿物学类型 土壤矿物有原生矿物与次生黏土矿物,是母质的风化或综合成土过程的结果,土体中不同矿物类型或矿物的组合群,反映了该类土壤的发生发育过程或强度,也是反映土壤性质、特别是对养分吸持能力的标志,有较强的区域性,是土族划分的重要依据^[7]。

土族矿物学类型是根据(颗粒大小级别)控制层段内特定颗粒大小组分的矿物学组成来确定。对于有强对比颗粒大小级别的土壤而言,要给出两个颗粒大小级别的矿物学类别名称(二者一致除外)。表1是矿质土壤矿物学类型检索表,土族矿物学类型即为首先检出的满足其标准的类型。例如,如果控制层段 CaCO_3 当量大于 40% ,即使同时满足其他标准,依然视为碳酸盐型。

3.1.3 石灰性和酸碱反应类别 石灰性、酸性、非酸性类别如果在高级分类单元土纲至亚类中已经使用的,土族就不再考虑。其他的可考虑使用。石灰性和酸碱反应类别检索如下:

A. 铁铝土中在控制层段中有一厚度 $\geq 30\text{ cm}$ 土层,在其细土部分中每千克土壤含 KCl 提取态 $\text{Al} > 2\text{ cmol}(+)$ 。铝质

B. 其他土壤中,全部控制层段的细土部分有石灰反应(遇冷稀 HCl 冒气泡)的土壤。石灰性

C. 其他土壤中,整个控制层段 $\text{pH} < 5.5$ ($1:2.5$ 水土比提取)的土壤。酸性

D. 其他土壤中,控制层段的部分或全部在水提取液($1:2.5$)中 $\text{pH} \geq 5.5$ 的土壤。非酸性

3.1.4 土壤温度等级 温度等级用于矿质土壤和有机土壤土族名称的一部分,但在高级单元中已经使用温度限定词的除外。根据土壤年均温,对于 50 cm 深度年均土温 $< 0^\circ\text{C}$ 的永冻性土壤,分为高寒性、近寒性和亚寒性,其临界温度为 -10°C 和 -5°C ;对于其他土壤,若夏季与冬季平均土温之差 $\geq 6^\circ\text{C}$,土壤温度等级分为四级:冷性($0 \sim 9^\circ\text{C}$)、温性($9 \sim 16^\circ\text{C}$)、热性($16 \sim 23^\circ\text{C}$)和高热性($> 23^\circ\text{C}$),若冬夏温差 $< 6^\circ\text{C}$,则在以上四种温度等级前加“恒”。

3.1.5 土族命名 土族命名采用格式为:颗粒大小级别矿物类型石灰性与酸碱反应土壤温度-亚类名称,如“壤质云母混合型-弱盐淡色潮湿锥形土”或“砂质硅质混合型非酸性热性-铁聚潜育水耕人为土”。土族修饰词连续使用,在修饰词与亚类之间加破折号,以示区别。

3.2 有机土壤

鉴于有机土的特殊性,将其与矿质土壤区别对待。由于我国有机土空间分布很有限,研究资料也相对缺乏,主要内容借鉴美国土壤系统分类。有机土土族的鉴别特征与矿质土壤既有一致性也有其特殊性。以下的描述中主要对之前没有明确规定的特征加以确定,并列应用这些特征的级别。

有机土的土族名称中,各级别出现的顺序应该如下:

(1)颗粒大小级别

(2)矿物学类别

(3)酸碱反应类别

(4)土壤温度等级

(5)土体厚度等级(仅用于有机土)

3.2.1 颗粒大小级别 颗粒大小级别仅用于有机土中的矿质底层亚类的土族名称。通过对控制层段中矿质土壤物质进行颗粒大小级别检索来确定颗粒大小级别名称。该级别与矿质土壤颗粒大小级别相比更具概括性。按有机土矿质底层亚类控制层段内颗粒组成将有机土颗粒大小级别分成六级:粗骨质、砂质-或砂质粗骨质、壤质-粗骨质、黏质-粗骨质、黏质、壤质。

表 1 矿质土壤矿物学类型检索

Table 1 Keys to mineralogy classes in mineral soils for the identification of soil families in Chinese Soil Taxonomy

矿物学类型 Mineralogy class	定义 Definition	决定组分 Identification component
适用于所有颗粒大小级别的矿物学类别		
碳酸盐型	碳酸盐 (CaCO ₃ 表示) 与石膏含量之和 ≥40% (重量计), 其中碳酸盐占总量的 65% 以上	<2mm 或 <20mm
石膏型	碳酸盐 (CaCO ₃ 表示) 与石膏含量之和 ≥40% (重量计), 其中石膏占总量的 35% 以上	<2mm 或 <20mm
氧化铁型	连二亚硫酸盐 - 柠檬酸盐浸提性氧化铁 (Fe ₂ O ₃) 含量 >40% (重量计)	<2mm
三水铝石型	三水铝石含量 >40% (重量计)	<2mm
氧化物型	连二亚硫酸盐 - 柠檬酸盐浸提性氧化铁 (%) + 三水铝石 (%) 与黏粒含量之比 (%) ≥0.20	<2mm
蛇纹石型	蛇纹石矿物含量 >40% (重量计)	<2mm
海绿石型	海绿石含量 >40% (重量计)	<2mm
适用于土族颗粒大小级别为粗骨质、粗骨砂质、粗骨壤质、砂质、壤质、黏壤质的矿物学类别		
云母型	云母含量 >40% (重量计)	0.02 ~ 2 mm
云母混合型	云母含量 20% ~ 40% (重量计), 余为其他矿物	0.02 ~ 2 mm
硅质型	二氧化硅和其他极耐风化矿物含量 >90% (重量计)	0.02 ~ 2 mm
硅质混合型	二氧化硅含量 40% ~ 90% (重量计), 余为其他矿物	0.02 ~ 2 mm
长石型	长石含量 >40% (重量计)	0.02 ~ 2 mm
长石混合型	长石含量 20% ~ 40% (重量计), 余为其他矿物	0.02 ~ 2 mm
混合型	其他土壤	0.02 ~ 2 mm
适用于土族颗粒大小级别为粗骨黏质、黏质、极黏质的矿物学类别		
埃洛石型	埃洛石含量 >50% (重量计)	≤0.002 mm
埃洛石混合型	埃洛石含量 30% ~ 50% (重量计), 余为其他矿物	≤0.002 mm
高岭石型	高岭石及少量其他 1:1 或非膨胀的 2:1 型层状矿物含量 >50% (重量计)	≤0.002 mm
高岭石混合型	高岭石及少量其他 1:1 或非膨胀的 2:1 型层状矿物含量 30% ~ 50% (重量计), 余为其他矿物	≤0.002 mm
蒙脱石型	蒙脱石类矿物 (蒙脱石或绿脱石) 含量 >50% (重量计)	≤0.002 mm
蒙脱石混合型	蒙脱石类矿物 (蒙脱石或绿脱石) 含量 30% ~ 50% (重量计), 余为其他矿物	≤0.002 mm
伊利石型	伊利石 (水合云母) 含量 >50% (重量计)	≤0.002 mm
伊利石混合型	伊利石 (水合云母) 含量 30% ~ 50% (重量计), 余为其他矿物	≤0.002 mm
蛭石型	蛭石含量 >50% (重量计)	≤0.002 mm
蛭石混合型	蛭石含量 30% ~ 50% (重量计), 余为其他矿物	≤0.002 mm
绿泥石型	绿泥石含量 >50% (重量计)	≤0.002 mm
绿泥石混合型	绿泥石含量 30% ~ 50% (重量计), 余为其他矿物	≤0.002 mm
混合型	其他土壤	≤0.002 mm

3.2.2 矿物学类别 有机土的矿物学类别, 根据土类或亚类的性质不同可以分为三种: 第一种是铁质腐殖质土壤物质, 其矿物学类别为铁腐殖质型; 第二种是三种湖积物质—粪粒质土、硅藻质土、灰泥质土, 其矿物学类别分别为粪粒质型、硅藻质型、灰泥质型; 第三种是矿质底层亚类的矿质土层, 这些矿质土层的矿物学类别检索与矿质土壤相同。

3.2.3 酸碱反应类别 反应类别用于所有有机土的土族名称中。共两类: 当有机土控制层段内的一层或多层中有机土壤物质的未风干土样 pH ≥ 4.5 (0.01 mol L⁻¹ MCaCl₂ 处理) 为弱酸性, 其余有机土为强酸性。

3.2.4 土壤温度等级 同矿质土壤。

3.2.5 土体厚度等级 土体厚度是指到根系限

制层、碎屑质层、火山渣或浮石质层的深度。土体厚度不足 18 cm 者定义为极浅薄,18 ~ 50 cm 者定义为浅薄,其他有机土不使用土体厚度等级。

4 土系划分标准

土系是土壤系统分类中最基层的分类单元,是发育在相同母质上、处于相同景观部位、具有相同土层排列和相似土壤属性的土壤集合(聚合土体)。其划分依据应主要考虑土族内影响土壤利用的性质差异,以影响利用的表土特征和地方性分异为主。相对于其他分类级别而言,土系能够对不同的土壤类型给出精确的解释。鉴于不同的地区、土壤类型、利用条件的千差万别,在土系的标准中只列出可能使用的划分标准,某土族中的土壤聚合体之间的差别只要符合这些标准,就可以建立新的土系。

4.1 土系划分可选用的土壤性质与划分标准

4.1.1 特定土层深度和厚度 (1)特定土层或属性(诊断表下层、根系限制层、残留母质层、诊断特性、诊断现象)(锥形层除外)依上界出现深度,可分为 0 ~ 50 cm、50 ~ 100 cm、100 ~ 150 cm。如指标在高级单元已经应用,则不再在土系中使用。

(2)诊断表下层厚度。在出现深度范围一致的情况下,如诊断表下层厚度差异达到两倍(即相差达到 3 倍)、或厚度差异超过 30 cm,可以区分不同的土系。

4.1.2 表层土壤质地 当表层(或耕作层)20 cm 混合后质地为不同的类别时,可以按照质地类别区分土系。

土壤质地类别为:砂土类,壤土类,黏壤土类,黏土类^[36]。

4.1.3 土壤中岩石碎屑、结核、侵入体等 在同一土族中,当土体内土层加权碎屑、结核、侵入体等(直径或最大尺寸 2 ~ 75 mm)绝对含量差异超过 30% 时,可以划分不同土系。

4.1.4 土壤盐分含量 盐化类型的土壤(非盐成土)按照表层土壤盐分含量,可以划分不同的土系。高盐含量(10 ~ 20 g kg⁻¹),中盐含量(5 ~ 10 g kg⁻¹)和低盐含量(2 ~ 5 g kg⁻¹)。

4.2 土系命名

土系以首次发现并记录或占优势的地区名称命名,地名不宜过大或过小,可以优先考虑乡镇或中心村以及风景名胜区的名称,名称长度一般不宜过长,最好在 2 ~ 4 字之间。

下列情况应避免做为土系名称^[29]:(1)不雅的或粗俗的词语;(2)地质名词,如岩石名、矿物名以及当地地貌和地层名词;(3)动物名;(4)特定人名,除非该人名已被用于表示地理位置的名称;(5)已获注册的版权名和商标名;(6)在发音和拼写上与已有土系名称基本相似的名称。

在一个特定区域内,当没有合适地名用于命名两个不同土系时,可以“创造”土系名,如将在某地 XY 乡的两个土系,可以借鉴美国的经验,一个命名为“XY 系”,另一个命名为“YX 系”。

5 应用实例

以安徽省舒城县柏林乡柏林村和铜陵县西林乡大姚村的两个水耕人为土的为例,介绍土族和土系的建立过程。两个水耕人为土单个土体位置分别在 31°30'1.3"N - 116°50'51.1"E,31°00'24.8"N - 116°54'31.4"E,海拔分别为 19 m 和 9 m,地形部位均匀为平缓岗地区低冲部位,成土母质均为下蜀黄土搬运再沉积物。

土族的建立:(1)依据《中国土壤系统分类检索(第三版)》确定到亚类,均为“铁聚潜育水耕人为土”。(2)根据《中国土壤系统分类土族与土系建立原则与标准(试用稿)》,由于 0 ~ 100 cm 土体内没有石质接触面或黏化层等障碍层,因此土族颗粒大小控制层段均为“25 ~ 100 cm”。(3)“25 ~ 100 cm”土体内,岩石碎屑含量分别为 5% ~ 10% 和 2% ~ 5% (体积计),均小于 25%,而细土部分砂粒含量分别为 66% 和 64% (重量计),因此颗粒大小级别均为“砂质”(下蜀黄土母质自身为黏质,但在其搬运再沉积过程中混有了其他来源的粗颗粒的冲积物,导致这两个单个土体的颗粒大小级别为砂质)。(4)因颗粒大小级别为“砂质”,“25 ~ 100 cm”土体的 0.02 ~ 2 mm 部分经 χ 射线衍射定量测定,原生矿物中石英等硅质矿物含量均约 50% 左右,介于 40% ~ 90%,依据颗粒大小级别检索的矿物学类型,均为“硅质混合型”。(5)“25 ~ 100 cm”土体均无石灰性,pH 分别为 6.6 ~ 7.0 和 7.0 ~ 7.1,均大于 5.5,因此石灰性与酸碱反应类型均为“非酸性”。(6)50 cm 深度土温分别为 17.6°C 和 18.0°C,介于 16 ~ 23°C,土壤温度级别均为“热性”。至此得到两个土壤的土族类型,均为砂质硅质混合型非酸性热性-铁聚潜育水耕人为土。

土系的建立:柏林村土体水耕表层(0 ~ 17 mm)

砂粒含量为 72%，质地类型为砂质壤土；西林村的土体水耕表层（0 ~ 17 mm）砂粒含量为 25%，质地类型为黏壤土，因此分别命名为“柏林系”和“西林系”。

最后进行调查对比分析现有的土系，没有发现与命名的柏林系和西林系相同的，因此确定为新土系。

6 土系描述格式

以西林系为例：

西林系 (Xilin Series)

土族名称：砂质硅质混合型非酸性热性 - 铁聚潜育水耕人为土

拟定者：李德成，陈吉科

拟定日期：2012 - 10 - 29

核定者：张甘霖，杜国华

分布与环境条件 主要分布于安庆、铜陵、巢湖、六安、滁州等地，缓岗低冲部位，海拔 8 ~ 20 m。成土母质为下蜀黄土再搬运物，面积约 $6 \times 10^3 \text{ hm}^{-2}$ 。水田，小麦（油菜）- 晚稻轮作。暖温带半湿润 - 北亚热带湿润季风气候，年均日照 2 000 ~ 2 300 h，年均气温 15.0 ~ 16.0℃， $\geq 0^\circ\text{C}$ 的积温 5 500 ~ 5 900℃， $\geq 10^\circ\text{C}$ 的积温 4 800 ~ 5 100℃，年均降水量 900 ~ 1 400 mm 左右，无霜期 220 ~ 240 d，季节性冻层深度一般小于 20 cm。

代表性单个土体 单个土体位置在安徽省铜陵市铜陵县西林乡大姚村，31°00′24.8″N，116°54′31.4″E，海拔 9 m，50 cm 深度土温：18.0℃，热性；人为滞水水分状况。

Apg1:0 ~ 17cm，浊黄橙色 (10YR 7/2, 干)，灰白色 (10GY 8/0, 润)；细土质地为黏壤土，发育中等的直径 2 ~ 5 mm 的块状结构，松软；水稻根系，丰度 15 ~ 20 条 dm^{-2} ；孔隙度 > 40%，结构面上有 40% 左右的锈纹锈斑；清晰平滑过渡。

Apg2:17 ~ 25 cm，浊黄棕色 (10YR 7/2, 干)，灰白色 (10GY 8/0, 润)；细土质地为黏壤土，发育中等的直径 2 ~ 5 cm 的块状结构，稍坚实；水稻根系，丰度 5 ~ 8 条 dm^{-2} ；孔隙度 > 40%，结构面上有 40% 左右锈纹锈斑；渐变波状过渡。

G:25 ~ 55 cm，浊黄橙色 (10YR 7/1, 干)，灰白色 (10GY 8/0, 润)；细土质地为砂质黏壤土，发育弱的直径 2 ~ 5 cm 的块状结构，稍坚实；水稻根系，丰度 2 ~ 5 条 dm^{-2} ，孔隙度 > 40%，结构面上有 10%

左右的铁锰斑纹，清晰平滑过渡。

BCg:55 ~ 120 cm，浊黄橙色 (10YR 8/4, 干)，灰白色 (10GY 8/0, 润)；细土质地为砂质黏壤土，发育较弱的直径 2 ~ 5 cm 的块状结构，坚实；孔隙度 > 40%，结构面上有 40% 左右的铁锰斑纹，2% 左右直径 2 ~ 5 mm 的黑色球形软铁锰结核。

土壤性状与特征变幅 成土过程包括水耕熟化过程和潜育化过程，潜育层的形成是由于长期植稻冬沤，加之常年盛水防旱，致使地下水位高，常与地表水相连接，导致土体长期处于还原态，潜育层一般出现 60 cm 以上，厚度约 40 ~ 60 cm。水耕表层质地类型为黏壤土，以下层次质地类型为砂质黏壤土，土体呈弱酸性 - 中性，pH 5.4 ~ 7.1。土体中通常有 40% 左右的锈纹锈斑，50 ~ 60 cm 以下土体有 2% ~ 5% 左右的铁锰结核。水耕表层土壤阳离子交换量为 14.0 ~ 21.5 cmol kg^{-1} ，有机质和全氮含量分别在 20 ~ 45 g kg^{-1} 和 1.1 ~ 2.0 g kg^{-1} ，全磷和全钾含量分别为 0.3 ~ 0.4 g kg^{-1} 和 12 ~ 15 g kg^{-1} 。

对比土系 柏林系，其质地层次构型为砂质壤土 - 砂质黏壤土。

农业生产、工程和环境性能综述 土体略偏黏，通透性和耕性略差，由于表下层质地较黏，水分入渗性能较差，春节易受涝渍威胁；有机质和全氮含量较高，但磷钾不足。改良利用上主要：(1) 兴修地坝小水库，改善排灌条件，深沟排水，降低地下水位；(2) 继续实行油菜 - 晚稻水旱轮作，干耕晒垆，改善土壤通透性能；(3) 增施有机肥和实行秸秆还田，或冬季种植绿肥，以培肥土壤和改善土壤结构；(4) 增施磷肥和钾肥。目前多是基本农田，又在一定程度上起到蓄水防汛作用，不宜转为他用。

7 展 望

中国土壤系统分类土族土系标准的建立，是对中国土壤系统分类，尤其是对基层单元建立的进一步完善。用土族土系标准对土壤信息进行系统分类并建立数据库，可极大地改进对土壤资源的科学管理。土族、土系与土地利用相结合是其应用价值的体现，同时也可在实际应用中发现问题的体现，以便进一步升自身科学性。作为中国土壤系统分类的一部分，该标准可积极推动土壤分类的发展。本标准虽然结合了国内外的一些经验，但仍需要在实际应用中进一步检验和完善。

致 谢 参加讨论的还有龚子同、杜国华、翟瑞常、辛刚、隋跃宇、韩春兰、张维理、龙怀玉、刘黎明、宋付鹏、陈杰、李玲、黄标、潘剑君、麻万诸、卢璘、漆智平和其他项目组成员,一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 席承藩. 土壤分类学. 北京: 中国农业出版社, 1994. Xi C F. Soil Taxonomy (In Chinese). Beijing: China Agriculture Press, 1994
- [2] 全国土壤普查办公室. 中国土壤. 北京: 中国农业出版社, 1998: 45—72. National Soil Survey Office. Soils of China (In Chinese). Beijing: China Agriculture Press, 1998: 45—72
- [3] 龚子同, 等. 中国土壤系统分类——理论·方法·实践. 北京: 科学出版社, 1999. Gong Z T, et al. Chinese Soil Taxonomy: Theory, methodology and practices (In Chinese). Beijing: Science Press, 1999
- [4] 龚子同. 中国土壤分类四十年. 土壤学报, 1989, 26(3): 217—224. Gong Z T. Review of Chinese soil classification for the past four decades (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1989, 26(3): 217—224
- [5] 龚子同, 张甘霖, 骆国保. 世纪之交对土壤基层分类的回顾和展望. 土壤通报, 1999, 30(专辑): 5—9. Gong Z T, Zhang G L, Luo G B. Review and prospect on basic categories of soil classification at the turn of the century (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 1999, 30(Special Issue): 5—9
- [6] 陈杰. 国内外土壤基层分类概况. 土壤学进展, 1991(4): 43—48. Chen J. On basic categories of soil classification in domestic and abroad (In Chinese). Progress in Soil Science, 1991(4): 43—48
- [7] 龚子同, 张甘霖, 陈志诚, 等. 土壤发生与系统分类. 北京: 科学出版社, 2007. Gong Z T, Zhang G L, Chen Z C, et al. Pedogenesis and Soil Taxonomy (In Chinese). Beijing: Science Press, 2007
- [8] Soil Survey Staff, NRCS, USDA. Soil Series Classification Database. <http://soils.usda.gov/technical/classification/scfile/index.html>
- [9] Soil Survey Staff, NRCS, USDA. Keys to Soil Taxonomy. 11th ed. ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil_Taxonomy/keys/2010_Keys_to_Soil_Taxonomy.pdf
- [10] 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. 中国土壤系统分类检索(第三版). 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001. Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Keys to Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). 3rd ed. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 2001
- [11] Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Chinese Soil Taxonomy. Beijing & New York: Science Press, 2001
- [12] 杜国华, 张甘霖, 骆国保. 淮北平原样区土系划分. 土壤, 1999, 31(2): 70—75. Du G H, Zhang G L, Luo G B. Differentiation of soil series in sample region of Huaibei Plain (In Chinese). Soils, 1999, 31(2): 70—75
- [13] 顾也萍, 钱进, 吕成文, 等. 安徽宣城样区土系的划分. 土壤, 2001, 33(1): 7—12. Gu Y P, Qian J, Lv C W, et al. Differentiation of soil series in Xuancheng sample region of Anhui (In Chinese). Soils, 2001, 33(1): 7—12
- [14] 黄金良. 基于 CST 和 GIS 的闽东南土壤基层分类研究. 福州: 福建师范大学, 2001. Huang J L. A study on low category classification of soils based on CST & GIS in southeast of Fujian Province (In Chinese). Fuzhou: Fujian Normal University, 2001
- [15] 何毓蓉, 黄成敏, 周红艺, 等. 成都平原水耕人为土诊断层的微形态特征与土壤基层分类. 山地学报, 2002, 20(2): 157—163. He Y R, Huang C M, Zhou H Y, et al. Features of microstructure of diagnostic horizons and lower categorical classification of Stagnic Anthrosols in Chengdu Plain (In Chinese). Journal of Mountain Science, 2002, 20(2): 157—163
- [16] 张凤荣, 王印传, 李红, 等. 北京百花山地区土系鉴定及其在不同土壤分类体系中的分类和制图参比. 山地学报, 2002, 20(2): 164—169. Zhang F R, Wang Y C, Li H, et al. The series identification and classification and mapping references based on different classification systems for soils in Baihuashan, Beijing region (In Chinese). Journal of Mountain Science, 2002, 20(2): 164—169
- [17] 尹力初. 江苏省江宁县淳化样区土壤系统分类中基层分类的研究. 南京: 南京农业大学, 2002. Yin L C. Taxonomy at lower category in a typical area located at Chunhua Town of Jiangning County of Jiangsu Province (In Chinese). Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2002
- [18] 关欣, 张凤荣, 李巧云, 等. 南疆平原典型荒漠样区耕种土壤基层分类的探讨. 土壤, 2003, 35(1): 53—57. Guan X, Zhang F R, Li Q Y, et al. Basic Category classification of irrigated brown desert soil in south Xinjiang (In Chinese). Soils, 2003, 35(1): 53—57
- [19] 辛刚, 韩殿柱, 崔伟, 等. 黑龙江省有机土基层分类研究. 黑龙江八一农垦大学学报, 2003, 15(2): 23—27. Xin G, Han D Z, Cui W, et al. Research on basic categories of soil taxonomy of Histosols in Heilongjiang Province (In Chinese). Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University, 2003, 15(2): 23—27
- [20] 郑惠玲, 姚健, 杨稚娟. 豫东平原土壤基层分类开封样区土系特征浅析(一). 河南农业科学, 2003(1): 29—32. Zheng H L, Yao J, Yang Z J. Brief analysis on basic category of soil classification in Eastern Henan plain (1) (In Chinese). Agricultural Sciences of Henan, 2003(1): 29—32
- [21] 郑惠玲, 姚健, 杨稚娟. 豫东平原土壤基层分类开封样区土系特征浅析(二). 河南农业科学, 2003(2): 29—32. Zheng H L, Yao J, Yang Z J. Brief analysis on basic category of soil classification in Eastern Henan plain (2) (In Chinese). Agricultural Sciences of Henan, 2003(2): 29—32
- [22] 闫湘, 常庆瑞, 王晓强, 等. 陕西关中土垫旱耕人为土样区的基层分类研究. 土壤学报, 2005, 42(4): 537—544. Yan X, Chang Q R, Wang X Q, et al. Basic soil categories of Earth-Cumulic Orthic Anthrosols (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2005, 42(4): 537—544

- [23] 杨秀华, 丁青坡. 石灰岩类土壤基层分类在地力评价中的应用—以辽宁省瓦房店市为例. 科技创新导报, 2008(18): 66. Yang X H, Ding Q P. Application of basic categories of soil classification of limestone soils in soil fertility assessment (In Chinese). Science and Technology Innovation Herald, 2008(18): 66
- [24] 李诚. 江汉平原人为土基层分类制图研究. 武汉: 华中师范大学, 2009. Li C. Classification and map of soil series of Jianghan plain Anthrosols (In Chinese). Wuhan: Huazhong Normal University, 2009
- [25] 王勇. 鹞峰国家森林公园土壤系统分类研究. 北京: 北京林业大学, 2010. Wang Y. Classification of Jiufeng National Forest Park (In Chinese). Beijing: Beijing Forestry University, 2010
- [26] 杨帆. 澹州市土系划分的理论和实践. 海口: 海南大学, 2011. Yang F. Theory and practice of taxonomy of soil series in Danzhou City (In Chinese). Haikou: Hainan University, 2011
- [27] 赵燕. 河南省砂姜黑土系统分类归属及代表土系. 郑州: 郑州大学, 2012. Zhao Y. Calcic black soils classified in Chinese Soil Taxonomy and the soil series established in Henan Province (In Chinese). Zhengzhou: Zhengzhou University, 2012
- [28] 安红艳, 龙怀玉, 张认连, 等. 冀北山地 5 个土壤发生学分类代表性剖面在系统分类中的归属研究. 河北农业大学学报, 2012, 25(4): 26—32. An H Y, Long H Y, Zhang R L, et al. The belonging of 5 representative genetic soil profiles in the north of Hebei in Chinese Soil Taxonomy (In Chinese). Journal of Agricultural University of Hebei, 2012, 25(4): 26—32
- [29] 张甘霖, 等. 土系研究与制图表达. 合肥: 中国科技大学出版社, 2001. Zhang G L, et al. Study and mapping on soil series (In Chinese). Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 2001
- [30] 王庆云, 徐能海. 湖北省土系概要. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1997. Wang Q Y, Xu N H. Outline of soil series of Hubei Province (In Chinese). Wuhan: Hubei Science and Technology Press, 1997
- [31] 章明奎, 魏孝孚, 厉仁安. 浙江省土系概论. 北京: 中国农业出版社, 2000. Zhang M K, Wei X F, Li R A. Outline of soil series of Zhejiang Province (In Chinese). Beijing: China Agriculture Press, 2000
- [32] 龚子同, 张甘霖, 漆智平. 海南土系概论. 北京: 科学出版社, 2004. Gong Z T, Zhang G L, Qi Z P. Outline of soil series of Hainan (In Chinese). Beijing: Science Press, 2004
- [33] 张之一, 翟瑞常, 蔡德利. 黑龙江土系概论. 哈尔滨: 哈尔滨滨地图出版社, 2006. Zhang Z Y, Zai R C, Cai D L. Outline of soil series of Heilongjiang (In Chinese). Harbin: Harbin Cartographic Publishing House, 2006
- [34] 张慧智. 中国土壤温度空间预测与表征研究. 南京: 中国科学院南京土壤研究所, 2008. Zhang H Z. Spatial predication and characterization of soil temperature in China (In Chinese). Nanjing: Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, 2008
- [35] Guy D S. The Guy Smith Interviews: Rationale for concepts in Soil Taxonomy. SMSS Technical Monograph No. 11, 1986: 139—141
- [36] 张甘霖, 龚子同. 土壤调查实验室分析方法. 北京: 科学出版社, 2012. Zhang G L, Gong Z T. Soil survey laboratory methods (In Chinese). Beijing: Science Press, 2012

CRITERIA FOR ESTABLISHMENT OF SOIL FAMILY AND SOIL SERIES IN CHINESE SOIL TAXONOMY

Zhang Ganlin^{1†} Wang Qiubing² Zhang Fengrong³ Wu Kening⁴ Cai Chongfa⁵ Zhang Mingkui⁶
Li Decheng¹ Zhao Yuguo¹ Yang Jinling¹

(1 State Key Laboratory of Soil And Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

(2 College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

(3 College of Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

(4 School of Land Science and Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

(5 College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

(6 College of Environmental and Resource Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract This paper is an introduction to the Principles and Criteria for Establishment of Soil Family and Soil Series in Chinese Soil Taxonomy. The background, principles, and characteristics of the criteria followed by the criteria itself are described in details. Then an example is given to demonstrate the application of the criteria on specific soils.

Key words Chinese Soil Taxonomy; Lower categories; Soil family; Soil series; Criteria for identification

(责任编辑: 陈德明)