

DOI: 10.11766/trxb201910300222

余星兴, 袁大刚美国土壤系统分类中 Pale-类型设置的演变历程[J]. 土壤学报, 2020, 57(4): 1032-1039.

YU Xingxing, YUAN Dagang. Evolution process of setting of Pale-Type in US soil Taxonomy[J]. Acta Pedologica Sinica, 2020, 57(4): 1032-1039.

## 美国土壤系统分类中 Pale-类型设置的演变历程

余星兴, 袁大刚<sup>†</sup>

(四川农业大学资源学院, 成都 611130)

**摘 要:** 美国土壤系统分类中的 Pale-类型是用于归类发育程度高、年龄大的土壤, 在比较分析了两版《土壤系统分类》及各版《土壤系统分类检索》后, 概括介绍了 Pale-类型的设置缘起, 及其检索条件和检索顺序的修订历程, 在此基础上阐述了 Pale-类型设置的演变历程对中国土壤系统分类的启示。

**关键词:** Pale-类型; 演变历程; 土壤系统分类

中图分类号: S155.3 文献标志码: A

## Evolution Process of Setting of Pale-Type in US Soil Taxonomy

YU Xingxing, YUAN Dagang<sup>†</sup>

(College of Resources, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China)

**Abstract:** At the beginning of its development, the Chinese Soil Taxonomy referenced the US Soil taxonomy, citing no a few concepts and names therefrom. The comparison between the two systems found that in the latter existed a Pale-type, which was translated into a name that coincided with the name of a soil type in the former, but differed in connotation. The Pale-type in the US Soil Taxonomy encompasses great groups and subgroups of soils, and its detailed retrieval conditions show that it is a more specific category that has no similar soil type in the Chinese Soil Taxonomy. In the US Soil Taxonomy, Pale-type is used to classify soils high in development degree and old in age. Through comparing and analyzing two editions of the US Soil Taxonomy and several editions of the Keys to Soil Taxonomy, this paper briefly introduces the origin of the setting of Pale-type and the revision course of its retrieval condition and retrieval sequence. At present, many pedologists have proposed to revise the Chinese Soil Taxonomy. On such a basis this paper is going to expound how the evolution process of the Pale-type setting enlightened the development of the Chinese soil taxonomy, with a view to providing suggestions for revision of the Chinese Soil Taxonomy.

**Key words:** Pale-type; Evolution process; Soil taxonomy

美国自 1951 年开始研究土壤系统分类, 经过近 七十年的努力形成了第 7 次修改草案<sup>[1]</sup>, 补充完善后

\* 国家自然科学基金项目 (41671218) 和国家科技基础性工作专项项目 (2014FY110200A12) Supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 41671218) and Basic Work of the Ministry of Science and Technology of China (No. 2014FY110200A12)

<sup>†</sup> 通讯作者 Corresponding author, E-mail: 690654034@qq.com

作者简介: 余星兴 (1996—), 女, 四川南充人, 硕士研究生, 主要从事土壤资源可持续利用研究。E-mail: 1803927051@qq.com

收稿日期: 2019-10-30; 收到修改稿日期: 2020-03-21; 网络首发日期 (www.cnki.net): 2020-04-26

公布的《土壤系统分类》(《ST》)<sup>[2]</sup>极大地影响了世界土壤分类格局。受此影响,中国于1984年开始了中国土壤系统分类的研究,在吸收国外经验的同时根据我国实际情况进行修正、补充,于1985年形成《中国土壤系统分类初拟》(《CST》)<sup>[3]</sup>后陆续发布了一系列土壤系统分类方案。美国自1983年出版了《土壤系统分类检索》(《KST》)第1版<sup>[4]</sup>后,每2~4年修订一次,目前《KST》已更新至第12版(2014年出版)<sup>[5]</sup>。我国在出版《中国土壤系统分类检索(第三版)》<sup>[6]</sup>后,经过不断的研究,目前也已计划修订完善现有土壤系统分类版本。我国在青藏高原高寒区、西北干旱-半干旱区、东部季风区存在多种古土壤类型<sup>[7]</sup>,其分类问题在目前的中国土壤系统分类检索中还无法得到圆满的解决,使得土壤调查制图方面有许多不便之处,美国在这方面积累了更加丰富的经验,其设置的Pale-类型可以解决部分古土壤的分类问题,因此本文拟通过对《ST》中Pale-类型的设置缘起与修订历程的系统梳理,为修订《中国土壤系统分类检索》提供借鉴。

## 1 Pale-类型的设置缘起

美国土壤系统分类(《ST》)<sup>[8]</sup>在前言中指出,由于许多古土壤较现行土壤分类体系规定的2 m界限更深,观察和分类这些土壤有困难,目前并没有为古土壤设置专门的分类位置,尤其是其中的埋藏古土壤。《ST》认为埋藏土的限制条件是:上覆一层厚度等于或超过50 cm的新物质,或上覆新物质厚度虽在30~50 cm之间但至少已相当于埋藏土诊断层总厚度的一半。在分类实践中,当土壤剖面中包含埋藏土层时,要求以当前的土壤表面来衡量土壤湿度、温度、诊断层深度和厚度以及其他诊断特性;在确定包含埋藏土层的土壤的分类位置时,除非检索条件中明确指出埋藏土的诊断层,否则不考虑埋藏土层及其包含的大部分诊断特性;如果是全新世时期的有机碳、火山灰特性、盐基饱和度以及其他能用于决定土族和土系位置的性质则可被纳入考虑范围。尽管目前《ST》还没有给出埋藏土明确的分类位置,但它设置了Pale-类型,用于解决残存古土壤和部分埋藏古土壤的分类问题。

Pale-类型在美国土壤系统分类发展过程中并不

是一开始就受到重视的,在1960年公布的第七次草案<sup>[1]</sup>中就未见及,直到1967年公布的第七次草案补充修订版<sup>[9]</sup>中才增加了Pale-土类,并解释“pale-”词根的含义为“古老的发育”,1975年正式出版的《土壤系统分类》<sup>[2]</sup>将“pale-”的含义引申为“过度发育”,此后再未修改其含义。“pale-”作为构词前缀来源于希腊语“palaio”,有“古老(old)”之意,助记词为“paleosol”(古土壤)。Pale-类型一开始是为了将美国东南部海岸平原的淋溶土和老成土、西南部干旱-半干旱地区的干旱土和软土中那些年龄非常大的土壤区分出来而设立的<sup>[10]</sup>。很明显,“Pale-”是用于合理处理那些发育程度高、年龄较大的土壤的分类位置。本研究的土壤年龄大不仅指因剖面发育程度高而相对年龄大,也指绝对年龄大,因为当时发现某些土壤可以追溯到上新世和更新世早期,为了将其与全新世的土壤分开才设立了Pale-土类<sup>[10]</sup>。

《ST》中的Pale-土类指的均是一些年龄很大的土壤,因此席承藩<sup>[11]</sup>将“Pale-”译为“古”,由于该类土壤很可能是已经高度风化的母质发育而成的,黄瑞采等<sup>[12]</sup>在编译《土壤的发生分类与资源评价》一书时将“Pale-”译为“残存”,赵其国等<sup>[13]</sup>根据《ST》中解释“pale”为“过度发育”而将其译为“强育”,从《ST》的释义来看,“强育”这一中文译名相对而言更好一些,因此张凤荣等<sup>[14]</sup>、钟骏平和张凤荣<sup>[15]</sup>也将其译为“强育”,并沿用至今。这一译名对部分古土壤而言理解为“强育”较合适,但并不适合所有古土壤,所以该词的中文翻译还需要进一步商榷。在本文中,有关《ST》和《KST》中“Pale-”的翻译也暂定为“强育”。

## 2 Pale-类型的修订历程

### 2.1 Pale-类型的设置沿革

对比各版《ST》和《KST》<sup>[16-25]</sup>(表1)可以发现,Pale-类型主要在土类一级设立,最初设立了14个Pale-土类,《ST》正式出版时在老成土中增加了一个强育潮湿老成土,第6版《KST》删除了干旱土中的正常干旱土(Orthids)亚纲,Pale-土类总数也随之减少1个,第8版《KST》删除了冷凉(bor-)亚纲,保留了寒性(cry-)亚纲,将原冷凉亚纲下的Pale-土类归到寒性亚纲下,检索条件不变,Pale-土

类仍为 14 个，此修订内容维持到最新出版的第 12 版《KST》。14 个 Pale-土类下共有 164 个亚类。在亚类一级，只有硬磐夏旱软土下有 2 个 Pale-亚类。

虽然 Pale-土类的个数和类型在变化，但始终只有干旱土、软土、淋溶土、老成土这 4 个土纲中设立了该土类。

表 1 各版美国土壤系统分类中的 Pale-土类

Table 1 Pale- groups in the US Soil Taxonomy relative to edition

土纲 Order	土类 Great group			
	7th《ST》草案补充修订版 7th《ST》Approximation	1st《ST》	6th《KST》	8th~12th《KST》
干旱土 Aridisol	强育黏淀干旱土 Paleargids	强育黏淀干旱土 Paleargids	强育黏淀干旱土 Paleargids	强育黏淀干旱土 Paleargids
软土 Mollisol	强育正常干旱土 Paleorthids	强育正常干旱土 Paleorthids	强育冷凉软土 Paleborolls	强育寒性软土 Palecryolls
	强育冷凉软土 Paleborolls	强育冷凉软土 Paleborolls	强育湿润软土 Paleudolls	强育湿润软土 Paleudolls
	强育湿润软土 Paleudolls	强育湿润软土 Paleudolls	强育半干润软土 Paleustolls	强育半干润软土 Paleustolls
	强育半干润软土 Paleustolls	强育半干润软土 Paleustolls	强育夏旱软土 Palexerolls	强育夏旱软土 Palexerolls
淋溶土 Alfisol	强育冷凉淋溶土 Paleboralfs	强育冷凉淋溶土 Paleboralfs	强育冷凉淋溶土 Paleboralfs	强育寒性淋溶土 Palecryalfs
	强育湿润淋溶土 Paleudalfs	强育湿润淋溶土 Paleudalfs	强育湿润淋溶土 Paleudalfs	强育湿润淋溶土 Paleudalfs
	强育半干润淋溶土 Paleustalfs	强育半干润淋溶土 Paleustalfs	强育半干润淋溶土 Paleustalfs	强育半干润淋溶土 Paleustalfs
	强育夏旱淋溶土 Palexeralfs	强育夏旱淋溶土 Palexeralfs	强育夏旱淋溶土 Palexeralfs	强育夏旱淋溶土 Palexeralfs
老成土 Ultisol	强育腐殖质老成土 Palehumults	强育潮湿老成土 Paleaquults	强育潮湿老成土 Paleaquults	强育潮湿老成土 Paleaquults
	强育腐殖质老成土 Palehumults	强育腐殖质老成土 Palehumults	强育腐殖质老成土 Palehumults	强育腐殖质老成土 Palehumults
	强育湿润老成土 Paleudults	强育湿润老成土 Paleudults	强育湿润老成土 Paleudults	强育湿润老成土 Paleudults
	强育半干润老成土 Paleustults	强育半干润老成土 Paleustults	强育半干润老成土 Paleustults	强育半干润老成土 Paleustults
	强育夏旱老成土 Palexerults	强育夏旱老成土 Palexerults	强育夏旱老成土 Palexerults	强育夏旱老成土 Palexerults
总计 Total	14	15	14	14

## 2.2 Pale-土类检索条件的变化

Pale-土类从第 7 次《ST》草案补充修订版设立之初到第 1 版~第 12 版《KST》之间的检索条件变化不大,从设立之初到第 1 版《KST》主要是增删了一些限定条件,而第 1 版到第 12 版《KST》之间则主要是某些具体规定的细微修改。可以看出,各 Pale-土类的检索条件不断精简,且趋近一致,例如老成土中 5 个土类的检索条件原本是相似而不尽相同,现在则保留了共同部分而使其检索条件相同。

**2.2.1 干旱土 Paleargids:** 删除了设立之初的两个条件: 有上边界距矿质土表 1 m 内的石化钙积层; 无上边界距矿质土表 1 m 内的硬磐。增加了质地突变的条件和部分关于土壤颜色的规定。

Paleorthids 则由原先关于石化钙积层、硬磐和黏化层的规定逐渐精简,直至随着 Orthids 亚纲的取消而取消。

**2.2.2 老成土 Paleaquults:** 删除了关于可风化石质的规定,强调了“距矿质土表 150 cm 范围内无石质或准石质接触面”。

Palehumults: 删除了关于可风化石质的规定,强调了“距矿质土表 150 cm 范围内无石质或准石质接触面”。

Paleudults: 删除了“土体内无脆磐; 距矿质土表 125 cm 内没有聚铁网纹体形成连续相或者构成基质的一半以上”这两个条件和关于可风化石质的规定。

Paleustults: 删除了原本关于可风化石质、颜色、聚铁网纹体和脆磐的规定。

Palexerults: 删除了原本关于可风化石质、颜色、聚铁网纹体和脆磐的规定。

**2.2.3 软土 Palecryolls:** 在第 8 版《KST》之前均为 Paleborolls 土类,但其检索条件基本不变,只有黏化层上边界与矿质土表的距离由最初规定的 50 cm 修改为 60 cm。

Paleudolls: 增加了“无石质或准石质接触面”的规定,和当土壤温度状况为冷性时与 Palecryolls 类似的条件,并修改了土壤和氧化还原浓聚物颜色的规定,要求色调更红、彩度更高。

Paleustolls: 主要修改了关于颜色的规定,要求色调更红、彩度更高,删除了原本的“无上边界距矿质土表 1 m 内的硬磐; 无碱化层”两个条件。

Palexerolls: 删除了原本关于硬磐、碱化层、钙积层、高岭层和极细质地的条件,增加了“质地突变”,修改了关于颜色的规定,要求色调更红、彩度更高。

**2.2.4 淋溶土 Palecryalfs:** 在第 8 版《KST》之前均为 Paleboralfs 土类,但其检索条件与现在大致相同,设立之初只规定了黏化层的深度和极细质地,后来增加了漂白物质,现在(第 12 版《KST》)则增加了下边界物质且黏化层可替换为碱化层或高岭层。

Paleudalfs: 最初规定了土体内无碱化层、耕作淀积层和脆磐,第 1 版《KST》删除了此条件,而增加了“距矿质土表 50 cm 内的土壤温度在夏天和冬天相差 5℃ 以上”,现在已删除此条件,增加了当土壤温度状况为冷性时与 Palecryalfs 类似的条件,并修改了关于颜色的规定,土壤干湿态明度较之前小了 1 个单位,氧化还原浓聚物颜色色调更红、彩度更高。

Paleustalfs: 删除了最初规定的两个条件: 土体内无碱化层且距矿质土表 1 m 内无硬磐; 距矿质土表 125 cm 内有黏化层,其亚层没有聚铁网纹体形成连续相或者构成基质的一半以上。增加了质地突变的条件,修改了关于颜色的规定,现在的颜色要求色调更红、彩度更高,删去了对干湿态明度的要求。

Palexeralfs: 删除了原本有关颜色的规定,和“距矿质土表 1 m 内无硬磐; 距矿质土表 125 cm 内有黏化层,其亚层没有聚铁网纹体形成连续相或者构成基质的一半以上”两个条件,增加了质地突变的条件。

**2.2.5 第 12 版《KST》中 Pale-土类的检索条件包括以下几个方面:**

- (1) 具有淀积黏化层,或高岭层,或碱化层:
  - a. 其上边界位于矿质土表之下 60 cm 或更深处,同时应在含 30% 以上玻璃质火山灰、火山渣及火山碎屑物的表土下边界之下 60 cm 或更深处; 和
  - b. 其上有一个或更多的土层具有较砂壤更细的质地; 和
  - c. 有漂白物质形成舌状层或呈指间状延伸;
- (2) 冷性土壤温度状况;
- (3) 距矿质土表 150 cm 内有石化钙积层;
- (4) 距矿质土表 150 cm (或 50 cm) 内无紧实、

石质或准石质接触面而有黏化层；

(5) 黏粒含量变化：

a. 距矿质土表 150 cm 范围内，随深度增加黏粒含量从最大值减少不超过 20%；

b. 距矿质土表 150 cm 范围内，在黏粒含量 <20% 的层次中，土壤结构体面上的骨骼颗粒膜至少占 5% (体积计)，该层之下黏粒绝对含量至少增加 3%；

c. 黏化层上部有一个或更多非碳酸盐黏粒含量超过 35% 的亚层，距其上边界的垂直距离 7.5 cm 内黏粒含量 (绝对值，细土组分中) 至少增加 20% 或垂直距离 2.5 cm 内黏粒含量 (绝对值，细土组分中) 至少增加 15%；

(6) 淀积黏化层 (或高岭层) 上边界与淋溶层之间有质地突变；

(7) 偏红的颜色：

a. 黏化层下半部有 50% 以上的土壤基质色调为 7.5YR 或更红，彩度  $\geq 5$ ；

b. 黏化层下半部有 50% 以上的土壤基质色调为 7.5YR 或更红，湿态明度  $\leq 3$ ，干态明度  $\leq 4$ ；

c. 在厚度超过总厚度一半的黏化层中有 50% 以上的土壤基质色调为 2.5YR 或更红，湿态明度  $\leq 3$ ，干态明度  $\leq 4$ ；

d. 有色调为 5YR 或更红，或彩度  $\geq 6$ ，或两者皆备的氧化还原浓聚物；

e. 有色调为 7.5YR 或更红，或彩度  $\geq 6$ ，或两者皆备的氧化还原浓聚物。

将不同土纲和亚纲下的 Pale-土类的检索条件进行对比 (表 2)，可以发现干旱土中只有黏淀亚纲下设立 Pale-土类，是以特殊深度的黏化层及短距离内黏粒含量剧增引起质地突变或土壤色调偏红而与黏淀干旱土下的其他土类区分开来。老成土中有潮湿-、腐殖质-、湿润-、半干润-、夏旱-5 个亚纲设立 Pale-土类，其检索条件相同，且与其他土纲下的检索条件相比有较为简单的特点，即只对黏化层深度及黏粒含量降幅有要求。淋溶土和软土土纲均在寒性、湿润、半干润和夏旱 4 个亚纲下设立 Pale-土类，要求有石化钙积层或特殊深度的黏化层，除寒性亚纲外均对黏粒含量变化做出了规定，湿润和半干润亚纲则在土壤颜色和氧化还原浓聚物方面做了限定。

同一土纲下的半干润和夏旱亚纲的 Pale-土类

检索条件基本相同，如在淋溶土和软土中，使用石化钙积层、特定深度的黏化层及黏粒含量变化和质地突变等性状，除夏旱淋溶土外，也以土壤颜色和氧化还原浓聚物衡量。不同土纲下相同亚纲类型中 Pale-的检索条件相似，如淋溶土和软土下的寒性亚纲及湿润亚纲，寒性软土要求距土表 60 cm 以上具有黏化层且上层土壤质地极细，寒性淋溶土则要求除此之外还可以高岭层或碱化层衡量，湿润软土与湿润淋溶土相比则没有漂白物质的要求，而这些细微的差别是土壤水热差异造成的。

由于时空变化，古土壤的土壤属性与现代土壤有很多不同之处，这也是古土壤分类的难点所在。而 Pale-土类将剖面发育程度高的古土壤归为一类时，在现行诊断标准的基础上结合其本身特性来制定检索条件，通过对石化钙积层以及古黏化层的颜色、黏粒含量、氧化还原浓聚物等进行规定，实现了古土壤分类的指标化、量化。

### 2.3 Pale-土类的检索顺序

在第 12 版《KST》中，Pale-土类的检索顺序基本均在碱化、高岭弱育等土类之后，在黏淀、弱育等土类之前。在淋溶土、老成土的湿润和半干润亚纲下，Pale-土类在高岭弱育和暗红土类之间；软土中的寒性、湿润和半干润亚纲下的 Pale-土类均在黏淀土类之前；老成土中的潮湿和腐殖质亚纲下的 Pale-土类均在高岭弱育土类之后；强育黏淀干旱土则在碱化和石膏土类之间。各版《KST》中 Pale-土类的检索顺序基本无变化，干旱土中的 Pale-土类也参考了原先两个 Pale-土类的检索位置，原强育黏淀干旱土在碱化土类之后，强育正常干旱土则在石膏土类之前。

## 3 对中国土壤系统分类修订的启示

《ST》中的“pale-”词根在中国多被翻译为“强育”，由其本身词意及应用范围可知，美国的“强育”是指土壤“年龄大、发育程度高”，表征的是土壤剖面层次高度分异的典型古土壤。《CST》则在湿润富铁土亚纲下有一强育湿润富铁土土类，其英文对照词根为“wea-”，释义为“highly weathered”，意为“高度风化的”，表明“强育”指的是高度风化的诊断特征。《ST》中没有富铁土纲，《CST》之所以设置该土纲，是考虑到其代表了“中度富铁铝化作用为主要

表 2 各亚纲下 Pale-土类的检索条件

Table 2 Conditions for retrieval of Pale- groups in different suborder

土纲 Order	亚纲 Suborder	诊断特性 Diagnostic characteristics						
		特殊黏化层 Special argillic horizon	冷性土温 Frigid soil temperature regime	石化钙积层 Petrocalcic horizon	无石质接触面 No lithic contact	黏粒含量 Clay content	质地突变 Abrupt textural change	颜色 Color
干旱土 Aridisol	黏淀- Argids				√	a; c	√	a, b
老成土 Ultisol	5个亚纲 Suborders				√	a, b		
	寒性- Cryolls	c						
软土 Mollisol	湿润- Udolls	c	√		√	a		a, c, d
	半干润- Ustolls			√		a, c	√	b, e
	夏旱- Xerolls			√		a, c	√	b, e
	寒性- Cryalfs	√						
淋溶土 Alfisol	湿润- Udalfs	√	√		√	a, b		a, c, d
	半干润- Ustalfs			√	√	a, b; c	√	a, e
	夏旱- Xeralfs			√	√	a, b; c	√	

注：老成土中潮湿-、腐殖质-、湿润-、半干润-、夏旱-五个亚纲下的 Pale-土类检索条件相同。Note: The Pale- groups in Aquults, Humults, Udults, Ustults and Xerults share the same conditions for retrieval.

过程，并有低活性黏粒积累作用”的土壤，是在土壤发育过程中介于以高活性黏粒积累作用为主要过程的淋溶土和具有高度富铁铝化作用的铁铝土之间的一个土纲<sup>[26]</sup>。强育湿润富铁土（K3.2）的定义为“其他湿润富铁土中在矿质土表至 125 cm 范围内 B 层的部分亚层（≥10 cm）CEC<sub>7</sub> 和 ECEC 分别 <16 和 <12 cmol kg<sup>-1</sup> 黏粒，且有富铝特性。”而富铝特性是指“在除铁铝土外的土壤中铝富集，并有较多三水铝石，铝间层矿物或 1:1 型矿物存在的特性，它具有下列一个或一个以上条件：（1）细土三酸消化物组

成或黏粒全量组成的硅铝率 ≤2.0；或（2）细土热碱（0.5 mol L<sup>-1</sup> NaOH）浸提硅铝率 ≤1.0<sup>[6]</sup>。”可见，此“强育”明显与美国的强育概念不同。综上，建议将《CST》中富铁土纲下的强育湿润富铁土改为强风化湿润富铁土，其强育亚类改为强风化亚类，检索条件不变，以与《Chinese Soil Taxonomy》书中的英文名称相对应<sup>[27]</sup>。

除此之外，美国土壤系统分类利用 Pale-类型解决部分古土壤分类问题的思路也值得借鉴。Pale-类型在设立之初是为了将全新世与更早之前的土壤区

分开, 基于时间因素是 Pale-类型设置的依据之一, 因此在设置古土壤类型之前首先要确定这个“古”的界限。古土壤在美国土壤系统分类中很多土纲和亚纲下均有所体现, 但这些土壤类型不仅限于古土壤, 只有 Pale-类型是为归类发育程度较高的古土壤而单独设立的。现行中国土壤系统分类中, 特别是亚类一级, 已存在很多包含古土壤特性的类型, 为了保持现行中国土壤系统分类的相对稳定性, 建议在亚类一级将这些类型中含明显古土壤特性的类型独立出来, 特殊情况下考虑在土类一级设立相应的含古土壤特性的类型。在制定古土壤诊断标准时要以其本身的土壤属性为依据, 由于部分古土壤埋藏较深, 将其进行合理分类的难度很大, 在规定检索条件时可适当下调诊断层、诊断特性和其他诊断属性上边界的深度范围。同时, 现有古土壤分类主要是基于古土壤本身进行的分类, 未将上覆与下伏其他土层作为一个整体考虑, 应将其作为一个整体进行系统分类。从 Pale-类型的设置历程中可以看到, 在现有土壤分类系统中增设反映古土壤特性的类型, 将提高土壤分类的科学性, 推动中国土壤系统分类更广泛的应用, 并有望在土壤学与古土壤及其相关领域之间建立起一座学术信息交流的桥梁。

### 参考文献 (References)

- [ 1 ] Soil Survey Staff. Soil Classification: A comprehensive system, 7th approximation[M]. USDA. Washington, DC, 1960.
- [ 2 ] Soil Survey Staff. Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys[M]. USDA. Agriculture Handbook, 436. Washington, DC, 1975.
- [ 3 ] Chinese Soil Taxonomy Research Group, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences. Chinese soil taxonomy (First fruits) [J]. Soils, 1985, 17(6): 290—318. [中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组. 中国土壤系统分类初拟[J]. 土壤, 1985, 17(6): 290—318.]
- [ 4 ] Agronomy Department, Cornell University. Keys to soil taxonomy[M]. 1st ed. SMSS technical monograph No. 6. Ithaca, New York, 1983.
- [ 5 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 12th ed. USDA/NRCS. Washington, DC, 2014.
- [ 6 ] Soil Taxonomy Project of Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences. Keys to Chinese soil taxonomy, 3rd ed[M]. Hefei: University of Science and Technology of China Press, 2001. [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组研究协作组. 中国土壤系统分类检索(第三版)[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001.]
- [ 7 ] Gong Z T, Chen H Z, Liu L W. Paleosols and quaternary environment in China[J]. Acta Pedologica Sinica, 1989, 26(4): 379—387. [龚子同, 陈鸿昭, 刘良梧. 中国古土壤与第四纪环境[J]. 土壤学报, 1989, 26(4): 379—387.]
- [ 8 ] Soil Survey Staff. Soil Taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys[M]. 2nd ed. NRCS, USDA. Agriculture Handbook, 436. Washington, DC, 1999.
- [ 9 ] Soil Survey Staff. Supplement to soil classification system, 7th approximation[M]. USDA. Washington, DC, 1967.
- [ 10 ] Smith G D. The Guy Smith interviews: Rationale for concepts in soil taxonomy[M]. SMSS technical monograph No. 11, Washington, 1986.
- [ 11 ] Xi C F. Soil taxonomy[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1994. [席承藩. 土壤分类学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.]
- [ 12 ] Huang R C, Zhou C H. Genesis classification and resource assessment of soil[M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1986. [黄瑞采, 周传槐. 土壤的发生分类与资源评价[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1986.]
- [ 13 ] Zhao Q G, Cao S G, Xiong G Y. Trans. Agronomy Department, Cornell University. Keys to soil taxonomy[M]. Beijing: Science Press, 1985. [(美)康奈尔大学农学系编: 赵其国, 曹升赓, 熊国炎译. 美国土壤系统分类检索[M]. 北京: 科学出版社, 1985.]
- [ 14 ] Zhang F R, Ma B Z, Li L J. Soil genesis and taxonomy[M]. Beijing: Peking University Press, 1992. [张凤荣, 马步洲, 李连捷. 土壤发生与分类学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1992.]
- [ 15 ] Zhong J P, Zhang F R. trans. Keys to soil taxonomy[M]. Xinjiang: Xinjiang University Press, 1994. [钟骏平, 张凤荣. 译. 土壤系统分类检索[M]. 新疆: 新疆大学出版社, 1994.]
- [ 16 ] Agronomy Department, Cornell University. Keys to soil taxonomy, 2nd ed[M]. SMSS technical monograph No. 6. Ithaca, New York, 1985.
- [ 17 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 3rd ed. SMSS technical monograph No. 6. Ithaca, New York, 1987.
- [ 18 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 4th ed. SMSS technical monograph No. 19. Virginia Polytechnic Institute and State University, 1990.
- [ 19 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 5th ed. SMSS technical monograph No. 19. Blacksburg Virginia: Pocahontas Press Inc., 1992.
- [ 20 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 6th ed.

- USDA/SCS. Washington, DC, 1994.
- [ 21 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 7th ed. USDA/NRCS. Washington, DC, 1996.
- [ 22 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 8th ed. USDA/NRCS. Washington, DC, 1998.
- [ 23 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 9th ed. USDA/NRCS. Washington, DC, 2003.
- [ 24 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 10th ed. USDA/NRCS. Washington, DC, 2006.
- [ 25 ] Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy[M]. 11th ed. USDA/NRCS. Washington, DC, 2010.
- [ 26 ] Shi X Z, Chen Z C, Zhang J M. Basic theory for identification of Ferrosols, Argosols and Camhisols[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 1995, 32 ( S ): 97—102. [史学正, 陈志诚, 张俊民. 富铁土、淋溶土和锥型土划分的理论依据[J]. *土壤学报*, 1995, 32 ( S ): 97—102.]
- [ 27 ] Gong Z T, Zhang G L. Chinese soil taxonomy: A milestone of soil classification in China[J]. *Science Foundation in China*, 2007, 1 ( 1 ): 41—45.

(责任编辑：檀满枝)