

DOI: 10.11766/trxb201901180578

晏昭敏, 袁大刚[†], 余星兴, 吕扬. “紫色砂、页岩岩性特征”颜色修订建议——基于四川紫色土母岩颜色特征[J]. 土壤学报, 2020, 57(1): 60–70.
YAN Zhaomin, YUAN Dagang, YU Xingxing, LÜ Yang. Proposal on Revising Color Definition for “L.C. of Purplish Sandstones and Shales”—Based On Color Characteristics of Parent Rock of Purplish Soil in Sichuan[J]. Acta Pedologica Sinica, 2020, 57(1): 60–70.

“紫色砂、页岩岩性特征”颜色修订建议* ——基于四川紫色土母岩颜色特征

晏昭敏, 袁大刚[†], 余星兴, 吕扬

(四川农业大学资源学院, 成都 611130)

摘要: 四川是我国紫色砂、页岩分布最具代表性的地区。利用《中国标准土壤色卡》(以下简称中国色卡)、日本《新版标准土色贴》(以下简称日本色卡)和分光测色计采集了四川 45 个典型紫色土母岩样品的颜色信息, 并与《中国土壤系统分类检索(第三版)》中“紫色砂、页岩岩性特征”的紫色(RP)定义进行了比对, 在此基础上提出了相关的修订建议。结果表明, 用中国色卡和日本色卡对母岩岩块测色时, 符合 RP 色调的样品分别占 20.0% 和 33.3%; 而对母岩粉末测色时, 仅中国色卡有 2.2% 的样品符合 RP 色调; 用分光测色计对母岩岩块及粉末的测色结果则均无 RP 色调, 绝大部分为 YR 色调。因此, 结合他人对紫色及红色的定义等, 建议将“紫色砂、页岩岩性特征”的颜色修订为: 色调为 2.5RP~10RP; 或色调为 2.5R~5YR, 干态明度为 3~6, 干态彩度为 2~4。按修改后的标准, 有 62.2%~75.6% 的样品符合紫色定义, 这一结果更符合对紫色土颜色的传统认识。此外, 建议进一步完善土壤色卡系统, 或使用可客观、准确、自动读取 Munsell 颜色信息的便携式测色仪来测量土壤颜色; 野外调查时对“紫色土”要注意观测土壤中紫色砂、页岩碎屑“紫色”区域的颜色, 以防忽略有“紫色砂、页岩岩性特征”的土壤。

关键词: 紫色土; 土壤系统分类; 紫色砂、页岩岩性特征; 颜色修订

中图分类号: S155 **文献标志码:** A

Proposal on Revising Color Definition for “L.C. of Purplish Sandstones and Shales”

——Based on Color Characteristics of Parent Rock of Purplish Soil in Sichuan

YAN Zhaomin, YUAN Dagang[†], YU Xingxing, LÜ Yang

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

Abstract: [Objective] Sichuan is the area the most representative of purplish sandstones and shales distribution in China. The purpose of this article is to verify whether the hue of “L.C. of Purplish Sandstones and Shales” in Chinese Soil Taxonomy (Third Edition) is reasonable. [Method] In this paper, a total of 45 samples of the parent rocks of typical purplish soils in Sichuan were

* 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)资助 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)

[†] 通讯作者 Corresponding author, E-mail: 690654034@qq.com

作者简介: 晏昭敏(1995—), 女, 四川泸州人, 硕士研究生, 主要从事土壤资源可持续利用研究。E-mail: 1756000941@qq.com

收稿日期: 2019-01-18; 收到修改稿日期: 2019-04-23; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2019-05-07

collected and analyzed for hue in the light of the “Chinese Standard Soil Color Charts” (hereinafter referred to as Chinese Color Charts), and “Japanese Revised Standard Soil Color Charts” (hereinafter referred to as Japanese Color Charts) and with the aid of a spectrophotometer. And then, the data were compared against the purple (RP) definition for “L.C. of Purplish Sandstones and Shales” in the Chinese Soil Taxonomy (Third Edition). Based on this, relevant revisions were suggested. 【Result】 Results show that when the color of the parent rock samples in block was measured with the Chinese Color Charts and the Japanese Color Charts, the number of the samples conforming to the RP hue reached up to 20.0% and 33.3%, respectively. And when the color of the parent rock samples in powder (ground to pass a 10 mesh sieve), only 2.2% of the samples matched the RP hue in the Chinese Color Charts. When measured with a spectrophotometer the parent rock samples, either in block or in powder were RP-free, and most of them were of YR hue. 【Conclusion】 Therefore, taking into account the definitions of purplish soil and red soil set by other scholars, it is suggested that the color definition for “L.C. of Purplish Sandstones and Shales” should be revised as follows: hue of 2.5RP~10RP; or hue of 2.5R~5YR, dry value of 3~6, and dry chroma of 2~4. Once the revised standard is used, 62%~75% of the samples meet the definition of purple, which is much closer to the traditional understanding of the color of purplish soil. In addition, it is necessary to further improve the soil color charts system, or to use a portable colorimeter that can objectively, accurately and automatically read Munsell color information in measuring soil color. And it is essential to observe more attentively the “purple” color of purplish sandstones and shales during the field investigation so as to avoid negligence of the soil with “L.C. of Purplish Sandstones and Shales”.

Key words: Purplish soil; Soil taxonomy; L.C. of purplish sandstones and shales; Color revision

紫色土是湿润热带、亚热带地区由紫色岩类风化而成的初育土，土体较薄，剖面层次分化不明显，基本保持母岩理化特征^[1]。紫色土具有成土作用迅速、矿质养分含量丰富、耕性好、自然肥力高等特点^[2]，分布广，面积大，集中分布在四川盆地丘陵区 and 海拔 800 m 以下的低山区，面积约为 16 万 km²，其中，耕地约 470 万 hm²，占全区耕地面积 68%，是川渝地区甚至全国重要的粮食和主要经济作物产区^[3]。

紫色土以其具有的“紫色”而得名，这种颜色继承并保持了母岩的特征^[4]。在中国二十世纪三、四十年代的土壤调查中，参考英国土色标准及 Munsell 颜色，侯光炯配制了 48 个土色标准瓶，成为当时中央地质调查所暂行土色标准，其中有红紫、紫、浅紫棕、棕紫等 4 种带“紫”字的土壤颜色名称^[5]；这个时期描述紫色土颜色的名称除上述几个以外，还有红、红棕、粉红棕、棕红、淡棕红等颜色名称^[6]。在全国第二次土壤普查中，华中农学院编制了《标准土色卡》^[7]，其中有紫灰(2.5YR 6/2)、紫(5YR 6/3)和紫棕(5YR 5/4) 3 种带“紫”字的土壤颜色名称，使用该色卡描述紫色土及其母岩颜色的除这 3 个以外，还有红(10R 4/8)、暗棕红(2.5YR 3/6)、淡棕红(2.5YR 5/8)、红橙(2.5YR 7/8)、红棕(5YR 4/6)、淡红棕(5YR 5/8)、灰棕(5YR 5/2)

等颜色名称。随着土壤调查研究工作的深入，中国科学院南京土壤研究所和西安光学精密机械研究所联合编制了《中国标准土壤色卡》^[8]，与其他 Munsell 土色卡相比，增加了专供描述紫色土的 2.5RP、5RP、7.5RP、10RP 和 5P 等色调，其颜色名称中均带有“紫”字。《中国土壤系统分类检索》(第三版)的诊断特性“岩性特征”中，将“紫色砂、页岩岩性特征”的“紫色”色调定义为 2.5RP~10RP，并将“紫色”特征体现在“紫色湿润锥形土”和“紫色正常新成土”两个土类上^[9]。

长期以来，各国在土壤调查中对土壤颜色主要采用目视比色法描述。目前国际上土壤调查普遍采用的色卡有美国的 *Munsell Soil Color Charts*^[10]、日本的《新版标准土色贴》^[11]。在发展中国土壤系统分类高级分类体系的过程中，《中国土壤系统分类》推荐使用《中国标准土壤色卡》和日本《新版标准土色贴》。为克服土色卡测色时的主观性和异读性，近年来发展了分光测色计，可以准确、客观、快速测定土壤颜色^[12]。

关于紫色土的中国土壤系统分类归属的研究已有不少^[13-22]，但部分研究缺乏母岩的色调信息^[15-16]，很多研究中母岩的色调在 10RP~5YR^[17-22]之间，如果严格按照“紫色”2.5RP~10RP 的色调定义，上述研究中很多土壤均不能划为紫色湿润锥形土或紫

色正常新成土。2009 年起开展的国家科技基础性工作专项“我国土系调查与《中国土系志》编制”项目(2008FY110600, 2014FY110200)也发现了很多“紫色土不紫”的现象,造成了很多地区虽然存在地理发生分类上的紫色土,但却无法在中国土壤系统分类中体现出来的“窘境”。

有关修订中国土壤系统分类检索中“紫色砂、页岩岩性特征”色调的呼声早已出现^[19-20],如唐时嘉等^[23]就认为“紫色岩性特征”的颜色可有 2.5RP~10RP、2.5R~10R 和 2.5YR~5YR 等诸多色调,而近年来这一修订的呼声日趋高涨,但如何修订至今还没有明确的说法。《中国土壤系统分类检索》是开放的,允许进行必要和适当的修订和完善^[9]。同时,“紫色砂、页岩岩性特征”主要表现在土表至 125 cm 范围内细土或 < 4 cm 石砾颜色满足相应规定,而紫色土母质/母岩正是细土和石砾的物质来源且具有很强的继承性,可以反映细土和石砾的颜色特征,因此,本文用《中国标准土壤色卡》、日本《新版标准土色贴》和分光测色计对四川土系调查中 45 个典型紫色土剖面的母岩样品进行颜色测定,并与《中国土壤系统分类检索(第三版)》中“紫色砂、页岩岩性特征”的紫色(RP)定义进行了比对,在此基础上尝试提出初步的“紫色砂、页岩岩性特征”的“紫色”修订建议,旨在进一步完善我国土壤系统分类研究。

1 材料与方法

1.1 紫色土母岩样品采集与颜色测定

根据四川是“紫色土”发现最早、类型最多、面积最大的实际情况,“四川省土系”课题组为此有意调查搜集了四川省“紫色土”的颜色信息。根据《中国土种志》^[24]及《四川土种志》^[25]中记载的四川紫色土信息,采集了 39 个红层母岩发育且有母岩样品的紫色土剖面(图 1),土壤类型覆盖酸性、中性和石灰性紫色土 3 个亚类共 45 个母岩样品(部分剖面采集 2 个及以上母岩样品)。供试母岩所属地层及其岩性见表 1。由表 1 可见成土母岩多为中生代白垩系、侏罗系的砂岩、泥岩等沉积岩,颜色多呈棕红、浊橙和灰红紫色等。

用《中国标准土壤色卡》、日本《新版标准土色贴》和日本柯尼卡美能达 CM-600d 型分光测色计对干态母岩岩块进行室内比色和分光测色计测色。由于母岩往往颜色斑杂,既有紫色斑块,也有其他颜色的斑块,而风化形成的细土物质颜色往往又较均匀,为了随后的比较研究,将母岩研磨过 10 目筛后再进行色卡比色与分光测色计测色。

使用土壤色卡目测比色时,参与比色的实验人员均无色盲、色弱,比色时段控制在上午 9 点至下午 5 点之间,靠近窗口比色且避免阳光直接照射。过 10 目筛后的干态母岩样品需平铺置于白瓷盘内,

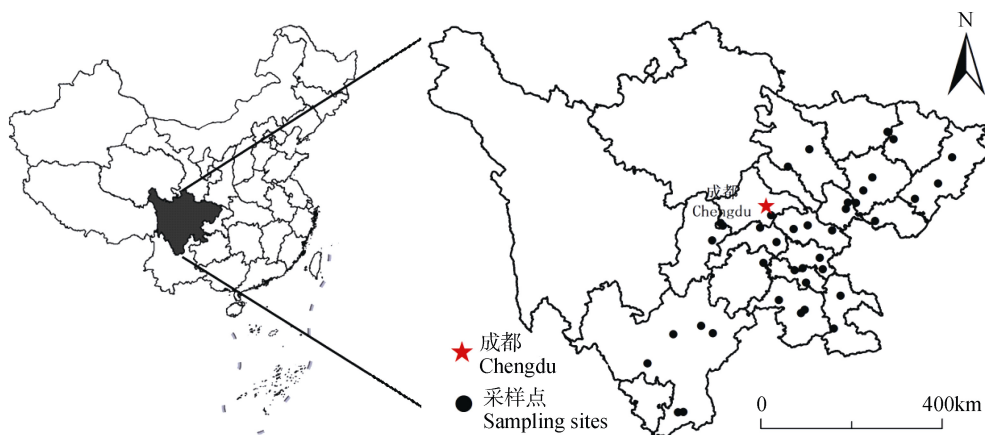


图 1 母岩样点分布图

Fig.1 Distribution of parent rock sampling sites

表 1 供试母岩所属地层及其岩性

Table 1 Stratigraphy and lithology of the tested parent rocks

样品编号 Sample No.	岩石地层 Stratigraphy	岩性 Lithology	样品编号 Sample No.	岩石地层 Stratigraphy	岩性 Lithology
51-004	白垩系灌口组 K ₂ g	红棕色砂质泥岩	51-146	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s ²	浊橙色砂岩
51-009	白垩系灌口组 K ₂ g	红棕色砂质泥岩	51-149	侏罗系遂宁组 J ₃ s	浊橙色泥岩
51-010-1	侏罗系蓬莱镇组 J ₃ p	灰红色砂岩	51-151	侏罗系遂宁组 J ₃ s	浊红棕色砂岩
51-010-2	侏罗系蓬莱镇组 J ₃ p	灰红紫色砂岩	51-155	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s	灰红紫色泥岩
51-010-3	侏罗系蓬莱镇组 J ₃ p	紫灰色砂岩	51-156	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s	灰红紫色砂岩
51-010-4	侏罗系蓬莱镇组 J ₃ p	紫灰色砂岩	51-157	白垩系苍溪组 K ₁ c	红橙色砂岩
51-019	白垩系汉阳铺组 K ₁ h	橙色砂岩	51-161	侏罗系遂宁组 J ₃ s	橙色泥岩
51-021	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s	浊红棕色砂岩	51-162	侏罗系蓬莱镇组 J ₃ p	灰紫色砂岩
51-059	三叠系青天堡组 T ₁ q	灰紫色砂岩	51-163	侏罗系遂宁组 J ₃ s	浊橙色泥岩
51-070	侏罗系新村组 J ₂ x	灰紫色泥岩	51-164	侏罗系遂宁组 J ₃ s	橙色泥岩
51-071	白垩系小坝组 K ₁ x ¹	浊橙色砂岩	51-165	侏罗系蓬莱镇组 J ₃ p	浊红棕色泥岩
51-082	侏罗系益门组 J ₁₋₂ y	浊红橙色泥岩	51-168	侏罗系遂宁组 J ₃ s	亮红棕色泥岩
51-086	白垩系汉阳铺组 K ₁ h	橙色砂岩	51-169	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s	紫灰色泥岩
51-106	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s	亮红棕色砂岩	51-175	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s	红棕色粉砂岩
51-113	三叠系飞仙关组 T ₁ f	暗灰紫色砂岩	51-176	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s ²	暗紫灰色粉砂岩
51-127	第三系名山组 E ₁₋₂ m	红色砂岩	51-178	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s ²	灰红色砂岩
51-136	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s	灰红紫色砂岩	51-182	白垩系苍溪组 K ₁ c	红棕色粉砂岩
51-138-1	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s ²	灰紫色砂岩	51-183	侏罗系蓬莱镇组 J ₃ p	红棕色砂岩
51-138-2	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s ²	浊红橙色砂岩	51-186	侏罗系蓬莱镇组 J ₃ p	红色泥岩
51-139	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s ²	浊红棕色砂岩	51-187-1	侏罗系遂宁组 J ₃ s	浊橙色泥岩
51-142-1	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s ²	灰红色砂岩	51-187-2	侏罗系遂宁组 J ₃ s	浊红棕色泥岩
51-142-2	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s ²	浊红棕色砂岩	51-193	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s	红棕色粉砂岩
51-145	侏罗系沙溪庙组 J ₂ s ²	灰红紫色砂岩			

找出与母岩颜色相当的色调页，并将框格卡覆于色卡上，露出与母岩颜色接近的色片，即可进行比色。湿润母岩粉末比色时用滴管将水滴在风干母岩表面，待水刚渗入时立即测定。实验者同一实验室内判别 3 次，再由另一实验者判别，无争议后确定土样最终目测颜色并记录。

分光测色计在使用时环境温度介于 5~40℃ 之间，相对湿度为 80% 以下，且周围环境无烟雾、尘土、化学气体及产生强烈磁场的设备，测量时避免阳光和室内灯光直接照射，测定参数为观测角度 2°、内置 C 光源，测量面积直径为 8 mm，且分光测色计在使用前进行标准零校正和白板校准。对《中国

标准土壤色卡》和日本《新版标准土色贴》色片的颜色测定结果表明，分光测色计能准确测定物质颜色，因此将其用于本研究中的母岩颜色测定。测量母岩粉末时，将供试母岩样品盛置于配套的粉末测试装置盒中，使样品略多于装置，压实样品并拧紧装置盖，制备成待测样品，即可测量；母岩岩块在上述测量环境及条件下则选较光滑的平面直接比色或手持仪器测量即可。测量结束后仪器内数据通过色彩数据软件 Spectra Magic NX 进行导出、整合，色调、明度和彩度的测量值被记录并精确到小数点后一位（例如：3.6YR 6.2/2.3）。需指出，母岩岩块只观测了干态颜色，分光测色计只测定干态样品；

同时由于母岩岩块往往颜色斑杂, 岩块比色与测色时仅选择最接近紫色的区域进行。

1.2 信息统计处理

基础信息统计分析采用 Microsoft Excel 2013 进行。

2 结果与讨论

2.1 紫色土母岩岩块/粉末目视比色的色调特征

由图 2 可以看出, 45 个母岩岩块中, 用日本《新版标准土色贴》比色的色调介于 5RP~5YR 之间, 色调涉及范围较广, 其中色调 2.5YR 的母岩最多,

有 15 个, 占 33.3%; 其次是 5RP 色调和 10R 色调, 分别有 9 个和 7 个, 占 20.0% 和 15.6%。用《中国标准土壤色卡》比色的色调介于 5RP~10YR 之间, 色调涉及范围更广, 同样是色调 2.5YR 的母岩最多, 有 13 个, 占 28.9%; 其次是 10RP 色调和 10R 色调, 分别有 10 个和 7 个, 占 22.2% 和 15.6%。依据图 2 中紫色母岩的色调统计结果, 采用日本《新版标准土色贴》和《中国标准土壤色卡》比色的 45 个母岩样品中, 满足“紫色砂、页岩岩性特征”颜色定义“2.5RP~10RP”的分别占 20.0% 和 33.3%。因此, 可以考虑将 5YR 5/4、5YR 6/3、2.5YR 6/2 等原命名为紫棕、紫、紫灰的颜色信息包含在“紫色”范围内。

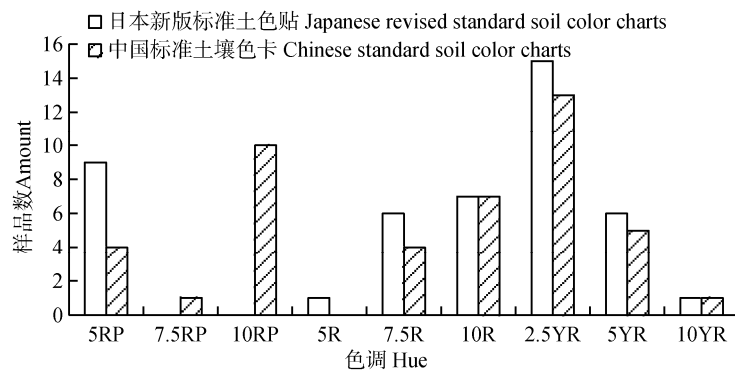


图 2 紫色土母岩岩块色卡比色色调统计 (干态)

Fig. 2 Color hues of parent rock blocks in line with the color charts

将母岩岩块研磨过 10 目筛后的 45 个样品采用日本《新版标准土色贴》和《中国标准土壤色卡》进行干态和润态比色, 颜色信息如表 2 所示。由表 2 可知, 无论干态还是润态, 色调为 RP 的母岩均很少, 用《中国标准土壤色卡》比色的 45 个母岩干态样品中仅有 1 个呈 RP 色调, 日本《新版标准土色贴》比色结果中甚至没有一个呈 RP 色调。过筛后的母岩粉末所测得 RP 色调与母岩岩块相比均急剧减少, 可能是由于母岩岩块本身颜色斑杂, 研磨过程容易使其他不符合“紫色”条件的部分掺杂进来, 进而影响到整体的颜色, 但它们的主要色调仍是 2.5YR 和 5YR。这样, 绝大部分成土母岩达不到 RP 色调, 无法将其划分为“紫色湿润锥形土”或“紫色正常新成土”, 确实需要对“紫色”定义进行修订, 除了原来规定的“2.5RP~10RP”, 还应包含 5YR 或更红色调中的部分颜色。

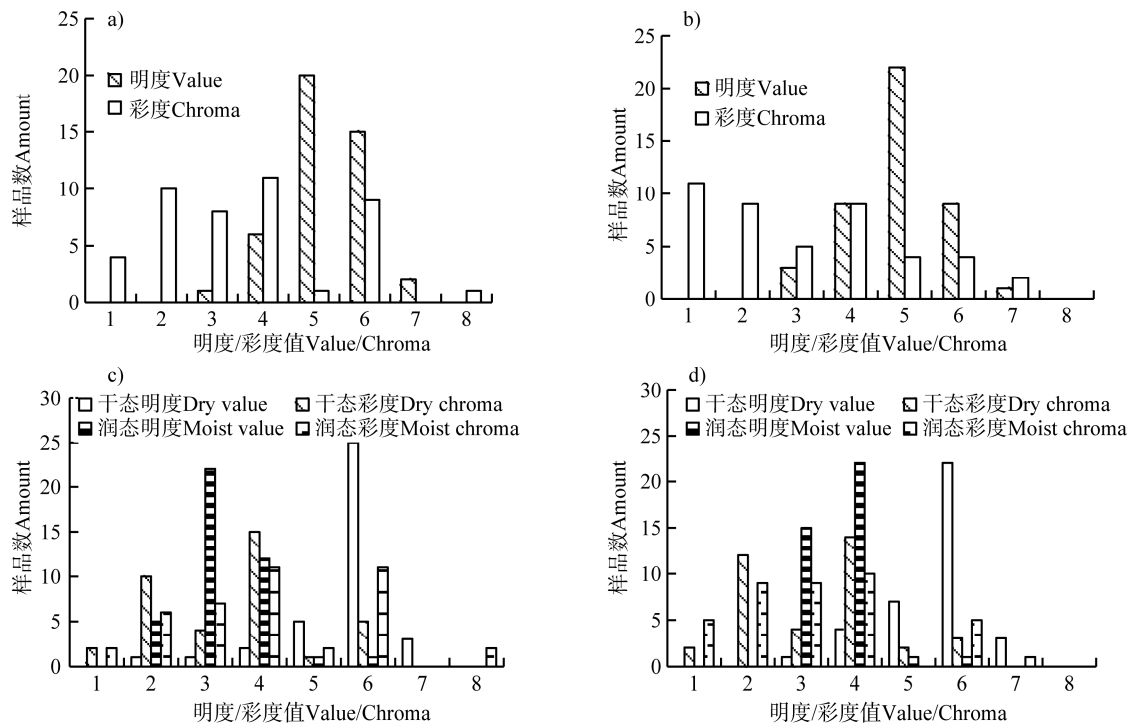
2.2 紫色土母岩岩块/粉末目视比色的明度和彩度特征

图 3 为供试母岩 5RP~5YR 色调的岩块及过 10 目筛的样品所对应的明度和彩度信息。由图 3a 和图 3b 可知, 无论使用中国色卡还是日本色卡比色, 母岩岩块 5RP~5YR 色调的明度均分布在 3~7 范围内, 以 5~6 为主, 分别占 79.5% 和 70.5%; 彩度分布在 1~8 范围内, 以 1~6 为主, 分别占 97.7% 和 95.5%。由图 3c 和图 3d 可知, 使用中国色卡和日本色卡比色时, 干态母岩粉末 5RP~5YR 色调的明度分布在 3~7 范围内, 以 5 和 6 为主, 分别占 81.1% 和 78.4%; 彩度分布在 1~6 范围内, 以 2~4 为主, 占 78.4% 和 81.1%; 润态母岩粉末 5RP~5YR 色调的明度分布在 2~6 范围内, 以 3 和 4 为主, 分别占 82.9% 和 94.9%; 彩度主要分布在 1~6 范围内, 以 2~4 为主, 分别占 58.5% 和 71.8%。同一母岩样品干态和润态相比, 润态明度一般较干态明度低 1~3

表 2 母岩 10 目粉末色卡比色色调统计

Table 2 Color hues of parent rock powders (ground to pass a 10 mesh sieve) in line with the color charts

色调 Hue	干态 Dry				润态 Moist			
	日本新版标准土色贴		中国标准土壤色卡		日本新版标准土色贴		中国标准土壤色卡	
	Japanese revised standard soil		Chinese standard soil color		Japanese revised standard soil		Chinese standard soil color	
	color charts		charts		color charts		charts	
	样品数/个	百分比/%	样品数/个	百分比/%	样品数/个	百分比/%	样品数/个	百分比/%
	Amount	Percentage	Amount	Percentage	Amount	Percentage	Amount	Percentage
5RP	0	0	1	2.2	0	0	0	0
5R	0	0	0	0.0	0	0	1	2.2
2.5YR	16	35.6	16	35.6	17	38	19	42
5YR	21	46.7	20	44.4	22	49	21	47
7.5YR	6	13.3	6	13.3	5	11	3	6.7
10YR	1	2.2	1	2.2	1	2.2	1	2.2
2.5Y	1	2.2	1	2.2	0	0	0	0
合计 Total	45	100	45	100	45	100	45	100



注：图中 a) 和 c) 表示《中国标准土壤色卡》对母岩岩块和过 10 目筛母岩样品的比色信息，b) 和 d) 表示日本《新版标准土色贴》对母岩岩块和过 10 目筛母岩样品的比色信息。Notes: In the Figures, a) and c) shows colorimetric informations of the parent rocks in block and in powder, respectively, in line with the Chinese Standard Soil Color Charts; and b) and d) shows those, respectively, in line with the Japanese Revised Standard Soil Color Charts

图 3 母岩岩块及粉末目视比色明度彩度信息

Fig. 3 Value and chroma of parent rock samples in block and in powder in line with the color charts

个单位,润态和干态彩度之间也会有 1~2 个单位的差异。

2.3 紫色土母岩岩块/粉末分光测色的颜色特征

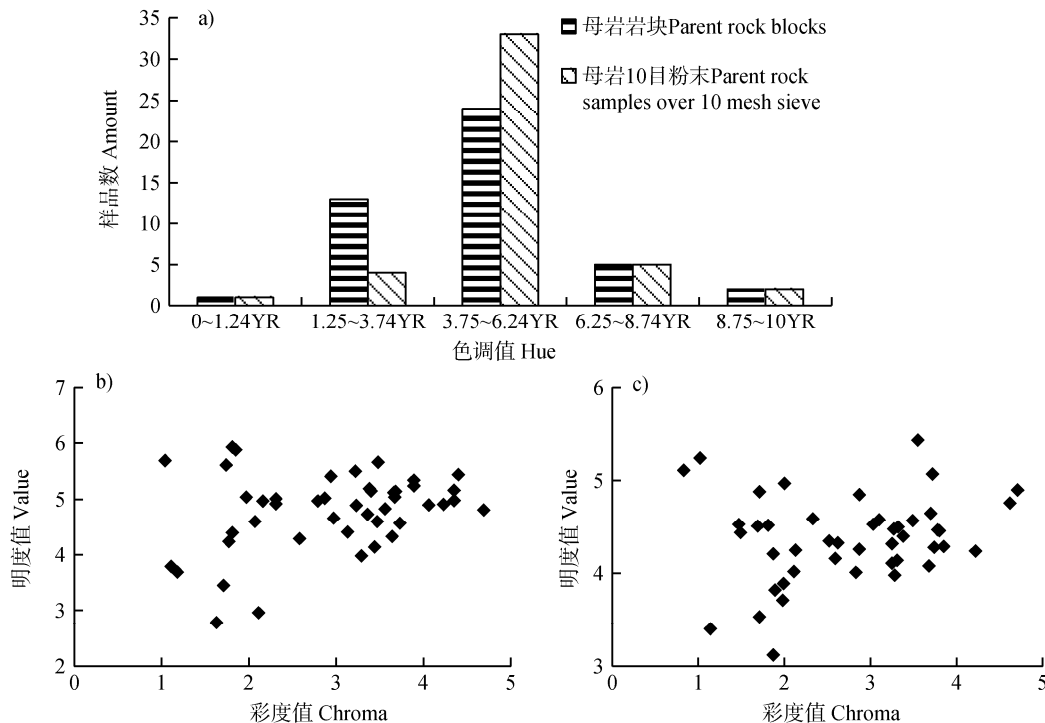
分光测色计能准确获取物质颜色信息^[12]。参考美国《土壤描述与采样野外手册》^[26]拟定的“Munsell 颜色差异等级表”,当两个色调值之间的差异小于 0.5 个单位(即 $\Delta H < 0.5$)时(1 个 ΔH 单位为 2.5 个 H 计算值),可以认为它们之间的差异等级为微弱。因此,为统一色卡测色和分光测色计的差异,将色调值介于 8.75R~1.24YR 之间的统一归为 10R,将色调值介于 1.25YR~3.74YR 之间的统一归为 2.5YR,色调值介于 3.75YR~6.24YR 之间的统一归为 5YR,以此类推。明度值之间的差异小于 0.5 时认为它们之间的差异等级为微弱,例如明度值介于 0.50~1.49 之间的归为 1,介于 1.50~2.49 之间的归为 2;彩度值的统计方法同明度值一样。基于以上归类基础整理出分光测色计对母岩岩块及粉末的测色信息统计结果如图 4 所示。由图 3a 可以看出,测

色计所测得母岩的色调全部分布在 YR 色调区域,而没有 RP 色调,表明没有一个母岩样品在色调上符合《中国土壤系统分类检索》“紫色”2.5RP~10RP 的色调定义。无论是岩块还是粉末,色调为 2.5YR 或 5YR 的均达到总数的 82.2%。由图 3b 和图 3c 可知,测色计测得母岩岩块和粉末的明度分布在 2~7 范围内,以 3~6 为主,分别占 95.6% 和 100%;彩度值分布在 1~5 范围内,以 2~4 为主,均占 62.2%,与色卡比色的明度彩度值较为一致。

3 讨论

3.1 关于中国土壤系统分类中“紫色砂、页岩岩性特征”的颜色限定

岩性特征指土表至 125cm 范围内土壤性状明显或较明显保留母岩或母质的岩石学特征。如果土壤具有“紫色砂、页岩岩性特征”表明细土或土中 <4 cm



注:图中 a) 表示分光测色计对母岩岩块和过 10 目筛母岩粉末的色调测量信息, b) 和 c) 表示分光测色计对母岩岩块和过 10 目筛母岩粉末的明度彩度测量信息 Notes: In the Figure, a) shows hue of the parent rock samples in block and in powder measured with a spectrophotometer; b) and c) shows value and chroma of the parent rock samples in block and in powder measured with a spectrophotometer

图 4 母岩岩块及粉末的分光测色计测色信息统计

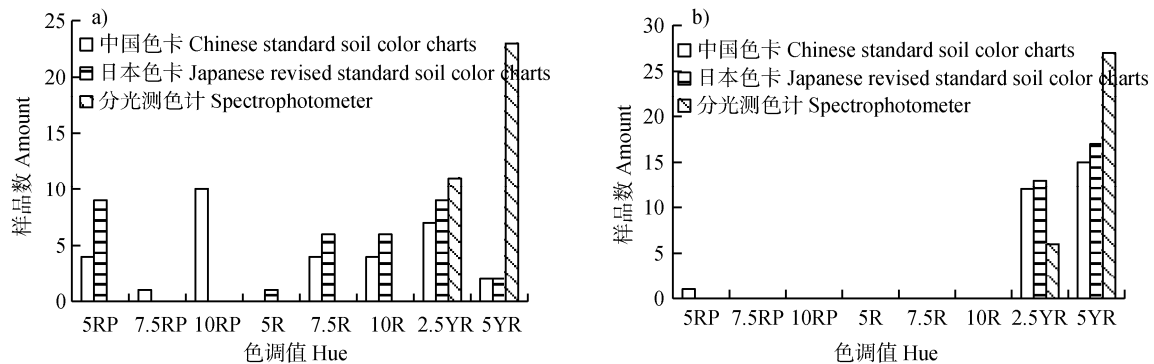
Fig. 4 Colors of parent rock samples in block and in powder measured with a spectrophotometer

石砾的色调和其他性状符合相应要求, 细土符合色调要求的往往较少, 土中石砾色调可通过其母岩色调反映, 基于此, 紫色土母岩颜色结果可用于“紫色砂、页岩岩性特征”颜色的修订。通过对四川紫色土母岩颜色信息的统计分析, 无论是使用中国色卡还是日本色卡, 四川紫色土母岩的色调主要为 2.5YR 和 5YR, 其次是 10R, 只有小部分才呈 RP 色调; 而分光测色计对母岩粉末的测色结果均无 RP 色调。这与慈恩等^[4]对重庆市紫色土系统分类高级单元划分研究中紫色土颜色的研究结果一致, 说明中国土壤系统分类对“紫色砂、页岩岩性特征”关于色调的定义过于狭窄, 与实际有较大差异, 因此有必要对其进行修订。对明度和彩度的统计结果显示, 总体而言, 紫色母岩干态明度介于 2~7 之间, 彩度介于 1~6 之间, 润态明度介于 1~6 之间, 彩度介于 1~6 之间。使用土壤色卡比色时, 干态和润态色调值一般没有差异, 明度可相差 1~3 个单位, 彩度相差 1~2 个单位, 因此在用土壤色卡比色时, 还应注明土样的干湿状态。

根据前边的分析, 建议在保留土壤系统分类中“色调为 2.5RP~10RP”规定的同时, 扩大色调范围, 使其涵盖 5YR 或更红的色调, 从而将 20 世纪土壤调查中使用的 5~6R-YR/4 (红紫色)、5R-YR/4 (紫色)、5YR/4~2 (浅紫棕色)、4YR/2 (棕紫色)、

2.5YR 6/2 (紫灰色)、5YR 6/3 (紫色)、5YR 5/4 (紫棕色) 等带“紫”字的土壤颜色包含在内, 同时避免与“红色砂页岩、砂砾岩和北方红土”^[9]的颜色重叠。考虑到彩度为 1 时颜色偏暗; 而彩度>6 时颜色又偏亮, 根据韩春兰等^[27]对“红色砂、页岩、砂砾岩和北方红土岩性特征”颜色的研究结果, 结合 Munsell 颜色系统的自身特征及《中国土壤系统分类检索》的相关规定, 将“色调为 2.5R~10R 或 2.5YR~5YR, 明度为 4~6, 彩度 \geq 6”的划为“红色”更合适。因此可将“紫色”修改为: “色调为 2.5RP~10RP; 或色调为 2.5R~5YR, 干态明度为 3~6, 干态彩度为 2~4”。

根据上述修订, 统计出符合修订“紫色”定义的母岩岩块及母岩粉末信息如图 5 所示。《中国标准土壤色卡》和日本《新版标准土色贴》对干态紫色土母岩岩块和 10 目粉末的比色结果显示, 分别有 32、33 个岩块和 28、30 个粉末样品符合修订的“紫色”定义, 占母岩总数的 71.1%、73.3% 和 62.2%、66.7%。分光测色计对干态母岩和 10 目粉末的测色结果显示, 分别有 34 个岩块和 33 个粉末样品符合修订的“紫色”定义, 占母岩总数的 75.6% 和 73.3%。由图 5 可以看出符合修订的“紫色”定义的母岩岩块较母岩粉末样品更多, 且色调范围更宽泛。



注: 图中 a) 表示符合修订的“紫色”的母岩岩块信息, 图中 b) 表示符合修订的“紫色”的母岩粉末信息 Notes: In the Figure, a) shows percentages of the parent rock samples in block meeting the revised definition of “purple”; and b) percentage of the parent rock samples in powder

图 5 母岩岩块及粉末符合修订的“紫色”的样品信息统计

Fig. 5 Percentages of the parent rock samples in block and in powder meeting the revised definition of “purple”

《中国土种志》87 个紫色土土种中有 81 个记录有颜色信息, 其中符合修订“紫色”定义的土种共有 55 个 (表 3), 占总数的 67.9%。除浙江省 6 个土种无色调、明度和彩度信息外, 其他有紫色土的地区均有紫

色土土种符合修订“紫色”的定义。由表 3 可以看出, 符合修订的紫色土土种中, 5YR 色调的土种最多, 共有 43 个, 占总数的 78.2%, 2.5YR 色调的土种占 14.5%, 10R 色调的土种占 7.3%, 无 P~RP 色调。

表 3 《中国土种志》符合修订“紫色”定义的紫色土土种统计

Table 3 Purplish soil series meeting the revised definition of “purple” in the “Soil Series of China”

颜色 Color	地区 Area	土种数量 Amount of soil series	土种名称 Name of soil series
10R 3-6/2-4	江苏	1	红紫土
	安徽	1	下阜血泥
	湖北	1	灰赤紫泥土
	江西	1	厚钙紫泥
2.5YR 3-6/2-4	贵州	1	砾血泥土
	四川	1	酸紫黄泥土
	安徽	2	槐园猪血砂、缺树坞猪血泥
	江西	3	厚紫砂泥、钙紫泥、灰钙紫泥
	云南	1	钙紫泥
5YR 3-6/2-4	四川	7	剑阁紫泥土、钙紫大泥土、棕紫泥土、棕紫砂泥土、棕紫砂土、钙紫石骨土、棕紫石骨土
	重庆	4	暗紫砂泥土、灰棕紫砂泥土、暗紫石骨土、灰棕黄紫泥土
	贵州	5	紫砂泥、紫砂泥土、紫胶泥土、砾紫泥土、紫砂泥大土
	云南	4	红羊肝土、紫泥土、紫砂土、钙紫泥
	广西	6	厚酸紫砂土、邕宁酸紫泥土、厚酸紫黏土、酸紫黏土、贺县紫泥土、藤县灰紫泥土
	湖南	6	金峰酸紫红土、和平酸紫砂、兰村紫砂泥、新宁紫砂泥、吕家坪灰紫砂泥土、志木山灰紫土
	安徽	1	酸紫泥
	广东	4	星子紫棕泥、酸紫砂、灰牛肝土、牛肝砂泥土
	湖北	2	酸紫砂土、兴山紫泥土
	河南	2	厚紫泥土、紫砂土
	福建	1	新桥紫泥土
	海南	1	紫棕泥土

3.2 关于紫色土母岩颜色的测定方法

迄今为止，在土壤颜色确定上，细土或母质/母岩颜色的确定均是观察者利用色卡来确定。但目前国际上普遍采用的色卡均不能完全满足土壤调查的实际需要，需要进一步完善，如《中国标准土壤色卡》尽管具备 2.5R 和 5R 色调，但缺乏低彩度(<4)系列色卡；美国和日本的土壤色卡也处于不断修订中，《中国标准土壤色卡》第一版印刷发行至今，已有近 30 年的历史，迫切需要新版《中国标准土壤色卡》问世。同时，同一土壤样品在使用不同土色卡进行比色时可能结果不同。根据前面的研究结果，

用《中国标准土壤色卡》对同一批紫色母岩或其粉末比色时较日本《新版标准土色贴》有更多的 RP 色调，原因在于两本书 RP 和 R 色调的色片设置差异上。《中国标准土壤色卡》与《新版标准土色贴》相比，增加了 2.5RP、5RP、7.5RP、10RP、2.5R 和 5R 等色调^[28]，而《新版标准土色贴》仅是在书的末尾有 RP 色调的 7 个低彩度值色片。分光测色计对紫色母岩的测色结果表明，几乎所有紫色岩的色调均分布在 YR 区域。

用土壤色卡确定土壤颜色时，受光源条件、天气状况、观察时间、周围色调、土壤表面特征及人眼对

光的反应等影响, 具有较大的主观性和异读性^[29], 同时由于色卡中相邻色调之间往往存在非常近似的颜色, 因此确定的土壤颜色往往可能在色调上相差 1~2 个级别。而使用测色仪可以控制测试条件, 客观、精确、定量地测定土壤颜色, 并且测色仪能够获得多种颜色空间的色度参数指标, 便于后续数据的定量分析处理。为避免土壤色卡测色时的环境及人为影响, 必须规范统一比色过程, 条件许可的话, 建议最好能够采用可自动读取颜色信息的便携式测色仪^[30]或颜色传感器^[31]。

最后需要强调的是, 在《中国土壤系统分类检索》中“紫色”的色调定义还没有正式得到“权威”修订之前, 还是应该严格按照原来的 2.5RP~10RP 色调, 比色时严格依据推荐的色卡要求进行, 避免“为紫色而紫色”的做法。此外, 紫色土母岩往往颜色斑杂, 比色时应该选择岩块中“紫色”的部分, 才能保证精确地确定是否符合“紫色砂、页岩岩性特征”。

4 结 论

根据四川省 45 个典型紫色土母岩的颜色信息统计结果,《中国标准土壤色卡》和日本《新版标准土色贴》对母岩岩块的比色结果中分别有 20.0%和 33.3%的样品符合《中国土壤系统分类检索》(第三版)中“紫色砂、页岩岩性特征”“紫色”(色调为 2.5RP~10RP)的定义, 而对母岩粉末的比色结果仅《中国标准土壤色卡》有 2.2%符合条件; 用能客观准确测色的分光测色计对母岩岩块和粉末测色没有一个呈 RP 色调。结合对紫色和红色的已有定义, 建议在开展紫色土系统分类时, 将“紫色”修改为: “色调为 2.5RP~10RP; 或色调为 2.5R~5YR, 干态明度为 3~6, 干态彩度为 2~4”, 同时修订完善现有土壤色卡系统, 使用可客观、准确、自动读取 Munsell 颜色信息的便携式测色仪。由于紫色土母岩往往颜色斑杂, 比色时建议选择用母岩岩块中“紫色”区域来确定颜色。

参考文献 (References)

- [1] National Soil Survey Office. Soil of China. Beijing: China Agriculture Press, 1998. [全国土壤普查办公室. 中国土壤. 北京: 中国农业出版社, 1998.]
- [2] He Y R, et al. Purple soils in China (Part two). Beijing: Science Press, 2003. [何毓蓉, 等. 中国紫色土 (下篇). 北京: 科学出版社, 2003.]
- [3] Soil Research Office, Chengdu Branch, Chinese Academy of Sciences. Chinese Purple Soil (Part one). Beijing: Science Press, 1991. [中国科学院成都分院土壤研究室. 中国紫色土 (上篇). 北京: 科学出版社, 1991.]
- [4] Qing C L, Mou S S, Wang D Y, et al. More insights into purple soil (I) parent material: redbeds. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2009, 31 (7): 120-125. [青长乐, 牟树森, 王定勇, 等. 紫色土再研究 (I) 紫色土的母质—红层. 西南大学学报 (自然科学版), 2009, 31 (7): 120—125.]
- [5] Hseung Y. Soil color research. Geological Review, 1937, 2 (1): 5—22. [熊毅. 土壤颜色之研究. 地质论评, 1937, 2 (1): 5—22.]
- [6] Ma R Z, Xi C F. Recommendations for classification of purple soils. Soil Quarterly, 1940, 1 (4): 62—82. [马溶之, 席承藩. 紫色土分类之建议. 土壤季刊, 1940, 1 (4): 62—82.]
- [7] Huazhong Agricultural College. Standard soil color charts. 2nd ed. Wuhan: Huazhong Agricultural College Color Chart Printing Plant, 1982. [华中农学院. 标准土色卡. 第 2 版. 武汉: 华中农学院比色卡印制厂, 1982.]
- [8] Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Institute of Optics and Precision Mechanics, Chinese Academy of Sciences. Chinese standard soil color charts. Nanjing: Nanjing Press, 1989. [中国科学院南京土壤研究所, 中国科学院西安光学精密机械研究所. 中国标准土壤色卡. 南京: 南京出版社, 1989.]
- [9] Chinese Soil Taxonomic Classification Research Group, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Cooperative Research Group on Chinese Soil Taxonomy. Chinese soil taxonomy. 3rd ed. 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研究协作组. 中国土壤系统分类检索. 第 3 版. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2001.]
- [10] X-Rite. Munsell soil color charts, 2009 Revised Ed. X-Rite, Grand Rapids, MI, 2013.
- [11] Oyama M, Takehara H. Revised standard soil color charts. 36th ed. Tokyo: Fujihira Industry Co., Ltd., 2014. [小山正忠, 竹原秀雄. 新版标准土色贴. 第 36 版. 东京: 富士平工业株式会社, 2014.]
- [12] Thompson J A, Pollio A R, Turk P J. Comparison of Munsell soil color charts and the GLOBE soil color book. Soil Science Society of America Journal, 2013, 77 (6): 2089—2093.
- [13] Ouyang N X, Zhang Y Z, Sheng H, et al. Attribution of purple soils of eastern Hunan in Chinese Soil Taxonomy. Chinese Journal of Soil Science, 2017, 48 (6):

- 1281—1287. [欧阳宁相, 张杨珠, 盛浩, 等. 湘东地区紫色土在中国土壤系统分类中的归属. 土壤通报, 2017, 48 (6): 1281—1287.]
- [14] Ci E, Tang J, Lian M S, et al. Higher category partition for purple soils in Chongqing in Chinese Soil Taxonomy. *Acta Pedologica Sinica*, 2018, 55 (3): 569—584. [慈恩, 唐江, 连茂山, 等. 重庆市紫色土系统分类高级单元划分研究. 土壤学报, 2018, 55 (3): 569—584.]
- [15] Dong Y F. Systematic-classification and occurrence-classification of purple soil in China. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2016, 22 (22): 69—71. [董艳芳. 我国紫色土的系统分类与发生分类参比研究. 安徽农学通报, 2016, 22 (22): 69—71.]
- [16] Huang J, Li Z X, Yin Q L, et al. Studies on taxonomy of Guangxi purple soil. *Guangxi Agricultural Sciences*, 2010, 41 (9): 947—950. [黄景, 李志先, 银秋玲, 等. 广西紫色土系统分类研究. 广西农业科学, 2010, 41 (9): 947—950.]
- [17] Liu J, Zhang Y Z, Luo Z C, et al. Genetic characteristics and taxonomy of soils in hilly regions of central-south Hunan Province. *Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences)*, 2012, 38 (6): 648—655. [刘杰, 张杨珠, 罗尊长, 等. 湘中南丘岗地区土壤发生特性及系统分类. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2012, 38 (6): 648—655.]
- [18] Ling J. Study on soil series classification of the purple soils in Sichuan Basin. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2002. [凌静. 四川盆地中部紫色土土系划分研究. 雅安: 四川农业大学, 2002.]
- [19] He Y R, Jing R, Chen X H, et al. Study on the characteristics and sustainable use of soil series of purple cambosols developed from J_{3p} in the central Sichuan Basin. *Soil Agrochemical Bulletin*, 1998, 13 (3): 4—7. [何毓蓉, 景锐, 陈兴华, 等. 川中蓬莱镇组 (J_{3p}) 紫色锥形土的土系与持续利用研究. 土壤农化通报, 1998, 13 (3): 4—7.]
- [20] He Y R, Yang Z Z, Chen X H, et al. Characteristics and classification of K_{2g} purple cambisol in the west of Sichuan Basin. *Journal of Mountain Science*, 1999, 17 (1): 28—33. [何毓蓉, 杨昭琼, 陈兴华, 等. 四川盆地西部灌口组 (K_{2g}) 紫色锥形土的特征与分类. 山地学报, 1999, 17 (1): 28—33.]
- [21] Gu Y P, Liu F C. Taxonomic classification of soils derived from purple-red sand rocks in south Anhui Province. *Acta Pedologica Sinica*, 2007, 44 (5): 776—783. [顾也萍, 刘付程. 皖南紫红色砂石岩上发育土壤的系统分类研究. 土壤学报, 2007, 44 (5): 776—783.]
- [22] Liu F C, Gu Y P, Shi X Z. Genetic properties and taxonomic classification of purple soils in Xiutun Basin, Anhui Province. *Chinese Journal of Soil Science*, 2002, 33 (4): 241—245. [刘付程, 顾也萍, 史学正. 安徽休屯盆地紫色土的特性和系统分类. 土壤通报, 2002, 33 (4): 241—245.]
- [23] Tang S J, Xu J Z, Zhang J H, et al. Study on purple soil taxonomy. *Mountain Research*, 1996, 14 (Supl): 14—19. [唐时嘉, 徐建忠, 张建辉, 等. 紫色土系统分类研究. 山地研究, 1996, 14 (增刊): 14—19.]
- [24] National Soil Survey Office. *Soil Series of China*. Beijing: China Agriculture Press, 1993. [全国土壤普查办公室. 中国土种志. 北京: 中国农业出版社, 1993.]
- [25] Chen X R. *Soil Series of Sichuan*. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1994. [陈协蓉. 四川土种志. 成都: 四川科学技术出版社, 1994.]
- [26] Schoeneberger P J, Wysocki D A, Benham E C, et al. *Field book for describing and sampling soils, Version 3.0*. Lincoln: Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Centre, 2012.
- [27] Han C L, Yao Z D, Yang W C, et al. Comparative research and revise on diagnostic standard "Lithological Characteristics of Red Sandstones, Shales and Conglomerates, and Northern Red Earths" in the Chinese Soil Taxonomy. *Soils*, 2013, 45 (3): 554—559. [韩春兰, 姚振都, 杨武成, 等. 中国土壤系统分类中“红色砂、页岩、砂砾岩和北方红土岩性特征”的比较研究及诊断标准的修订. 土壤, 2013, 45 (3): 554—559.]
- [28] Yu J J, Chen R, Bai X M, et al. Establishment of Munsell Color System in Chinese Standard Soil Color Cards. *Soils*, 1997, 29 (4): 212—214. [余建军, 陈沅, 白晓梅, 等. 《中国标准土壤色卡》中芒塞尔颜色系统的建立. 土壤, 1997, 29 (4): 212—214.]
- [29] Melville M D, Atkinson G. Soil color: Its measurement and its designation in models of uniform color space. *Journal of Soil Science*, 1985, 36 (4): 495—512.
- [30] Viscarra Rossel R A, Minasny B, Roudier P, et al. Colour space models for soil science. *Geoderma*, 2006, 133 (3/4): 320—337.
- [31] Stiglitz R, Mikhailova E, Post C, et al. Evaluation of an inexpensive sensor to measure soil color. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2016, 121: 141—148.

(责任编辑: 檀满枝)