

通辽市整段土壤标本制作方法探索^①

代东明¹, 王雅君¹, 张婷¹, 王子诚¹, 孙磊¹, 薛鹏¹, 辛欣¹, 邵宇鹏², 刘桂华¹

(1 通辽市农牧业发展中心, 内蒙古通辽 028000; 2 通辽市农田建设服务中心, 内蒙古通辽 028000)

摘要: 土壤存在不同的质地, 也含有不同丰度的砾石, 甚至不同的裂隙。因此, 在制作土壤整段标本时, 如何进行裂隙修复、如何高质量地注胶固型、如何雕刻以逼真展现土壤自然结构, 是非常值得关注的问题。本研究以内蒙古通辽市第三次全国土壤普查中采集的 39 个土壤整段标本为对象, 在标本制作技术和方法上进行了一定的探索: 针对标本产生的裂隙采用了“裂隙原土修复法”, 注胶过程中采用了“免打孔土壤固化剂覆膜渗入法”, 标本雕琢过程中采用了“剥离脱落法”, 上述方法制作的标本效果良好。同时, 针对不同地域环境, 对标本的长期保存与展示提出了建议。

关键词: 整段土壤标本; 土壤固化剂; 裂隙修复; 覆膜渗入; 剥离脱落; 制作技术

中图分类号: S15 **文献标志码:** A

Exploration of Manufacture Methods of Soil Monoliths in Tongliao City

DAI Dongming¹, WANG Yajun¹, ZHANG Ting¹, WANG Zicheng¹, SUN Lei¹, XUE Peng¹, XIN Xin¹, SHAO Yupeng², LIU Guihua¹

(1 Tongliao Agriculture and Animal Husbandry Development Center, Tongliao, Inner Mongolia 028000, China; 2 Tongliao City Farmland Construction Service Center, Tongliao, Inner Mongolia 028000, China)

Abstract: Soil has different textures, as well as varying abundance of gravel and even different cracks. Therefore, during the manufacture of soil monoliths, how to repair the cracks, how to achieve the high-quality of pouring resin and solidification, and how to carve to realistically depict the original and natural structure of soil, are matters of great concern. This study focused on 39 soil monoliths collected during the Third National Soil Survey in Tongliao City, Inner Mongolia, and explored the techniques and methods of soil monolith preparation. The “crack original soil restoration method” was used to address the cracks generated in the monoliths; the “no-drilling soil stabilizer film infiltration method” was used for the pouring resin process; and the “peeling off method” was used for the carving process. The monoliths produced by the above methods showed good results. At the same time, proposals were given for the long-term preservation and display of soil monoliths in different regional environments.

Key words: Soil monolith; Soil stabilizer; Crack repair; Film infiltration; Peel off; Manufacture method

土壤作为地球表层系统的关键构成要素, 具备生物栖息、养分循环、水文调节等多种生态功能, 是农业生产、资源开发与环境保护的根本物质基础^[1-2]。土壤形成受成土母质^[3]、气候条件^[4]、地形地貌^[5]及人类活动等因素影响, 不同区域的土壤形成了具有独特理化性质、剖面构造和生态特点的地域类型。

土壤标本的制作与保存, 是对土壤时空特征的“固化记录”, 能够如实呈现完整土体结构与土壤性状, 可为土壤演变过程的研究提供实体样本^[6]。构建科学规范的区域土壤标本体系, 既是土壤科学研究的基础性工作, 也是认知区域土壤资源特性、评估土壤

质量变化、支撑土地合理利用的重要环节^[7]。

本文基于内蒙古通辽市第三次全国土壤普查中土壤整段标本的制作, 重点探讨制作过程中面临的问题及解决路径, 以期后续相关工作提供实践参考。

1 整段土壤标本来源

通辽市自 2023 年开展地方土壤样品库项目建设, 到 2025 年基本完成, 其中采集代表性整段土壤标本 39 个, 质地基本包含了砂、壤、黏以及含盐、碱、砾石等各种类型。

①基金项目: 通辽市农牧局通辽市第三次土壤普查土壤样品库采购项目(TLSZC-G-H-230020)资助。

作者简介: 代东明(1974—), 男, 内蒙古通辽人, 本科, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。E-mail: 306618592@qq.com

2 整段土壤标本采集

采用的木盒内部尺寸标准为高 100 cm、宽 22 cm、厚 5 cm，木盒的框架、前盖板和后盖板用 2 cm 厚木板制成。土壤整段标本采集方法已较为成熟^[8-19]，这里不再赘述。

3 整段土壤标本的制前干燥

干燥流程如图 1 所示。运回室内的整段土壤标本，放置于无阳光直射处，去除外包装保护物后，单层整齐摆放。去除标本木盒上盖的螺钉，松动木盖后

保持原样盖好不动，自然干燥数天后(中途需几次松动木盖通风，以防止土壤发霉)，平转木盖一定的角度使标本部分外露，继续自然干燥数天(中途需要改变平转角度，达到风干均匀)，此过程可降低标本由于干燥速度过快而造成过度开裂的风险。最后去掉上盖(把木盖置于对应的标本盒一侧或下方，以防标本错乱)，继续自然干燥标本，整个标本自然干燥过程大约需要 2~5 个月(风干时间与标本的质地及风干环境有关，空气湿度较大的环境，可在室内放置通风电扇以加速干燥)。干燥好的标本需再次盖好原盖存放，以备后期制作。



图 1 整段土壤样品干燥流程

Fig. 1 Drying process of sampled soil monolith

4 整段土壤标本免打孔制作流程

整段土壤标本制作所需试剂、工具及其他物品如图 2 所示。



图 2 整段土壤标本制作所需试剂、工具

Fig. 2 Reagents and tools required for manufacture of soil monolith

试剂：土壤固化剂(或其他适合的粘合剂)，蒸馏水，强力速粘胶，过 10 目筛细土(或纯净细沙)。

工具及其他物品：量杯(筒)，弯头洗瓶，喷雾器，探针(可用曲别针自制)，角磨机(配金刚石磨片)，吸尘器，电钻(配十字花螺丝刀)，2.5~3 cm 螺钉若干，1.5~2 cm 螺钉若干，50 cm 长拉花锯，铁锤，不锈钢

油灰铲刀，泥抹子，不锈钢扁铲，壁纸刀，硬质单刃尖刀，毛刷，剪刀，修枝剪，一字螺丝刀，粗记号笔，50 mL 注射器，防尘眼镜，塑料盆，粗砂纸，胶带，定制背板(长、宽、厚分别为 100、22、1.5~2 cm)，麻布(长、宽分别为 100 cm 和 22 cm)，承重底板(原标本盒底板即可)，定制亚克力板，自粘型喷漆保护膜，地面保护膜，铲子，工作手套，口罩等。

标本制作流程如图 3 所示。

4.1 标本裂隙深度探测及修复(裂隙原土修复法)

一般黏性土、含盐碱土在干燥后缩水幅度较大，出现裂隙较多，均适用裂隙原土修复法。裂隙修复是为了保证入胶均匀，避免喷胶时胶液沿裂隙过度渗入而影响标本的展示面；修复裂隙也是为了最大限度保持采样时的土壤原状，裂隙产生原因可能是土壤干燥或运输中颠簸。

具体修复方法为：把干燥好的标本移至工作台上，移除木盖置于对应标本旁边，观察裂隙，用探针(可用曲别针自制)探测裂隙深度。裂隙大致存在两种状况，即裂隙深度未到底板和裂隙深度达到底板。前者用不锈钢油灰铲刀沿裂隙方向，刮磨裂隙两侧使掉落的两侧原土填满裂隙，用装有蒸馏水的弯嘴洗瓶沿裂隙方向进行湿润，使裂隙中的填充原土与标本土样

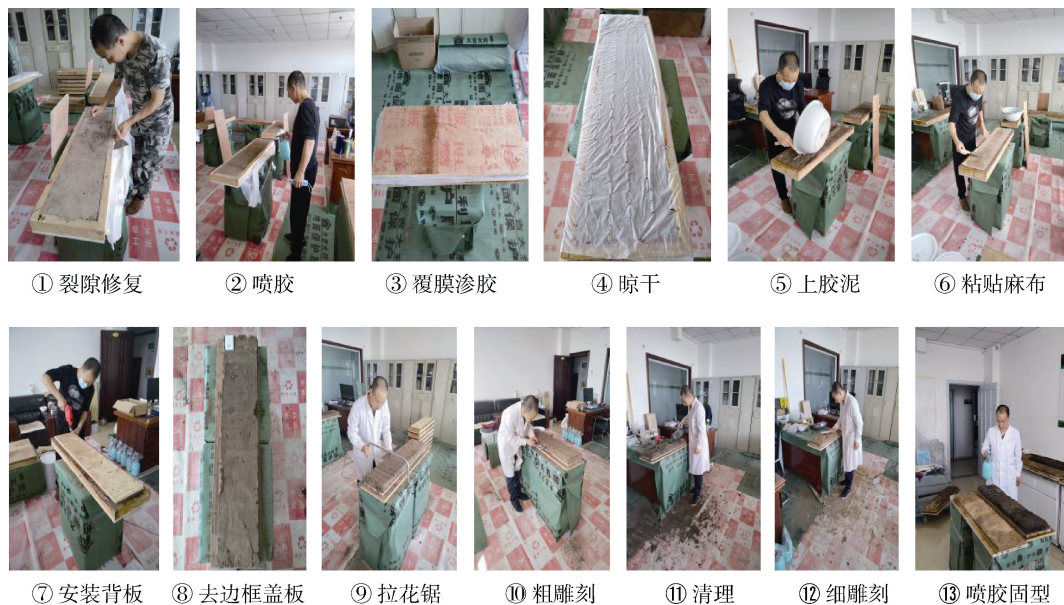


图 3 整段土壤标本制作流程

Fig. 3 Whole process of soil monolith manufacture

合为一体。后者用不锈钢油灰铲刀沿裂隙方向一修到底，刮磨裂隙两侧，当掉落的裂隙原土填充到裂隙深度约 1/3 时，用装有蒸馏水的弯嘴洗瓶沿裂隙方向进行湿润；当填充深度约 2/3 时，再次湿润；当裂隙完全填满进行第 3 次湿润，使填充的裂隙原土与标本

充分结合为一体。整段土壤标本四周裂隙的修复与上述方法相同。所有裂隙修复后，用油灰铲刀修整标本表面，使整个标本土面平整均匀，标本土壤要填充整个标本盒至无裂隙。标本放置 1~2 d 进行干燥。裂隙修复过程与效果如图 4 所示。

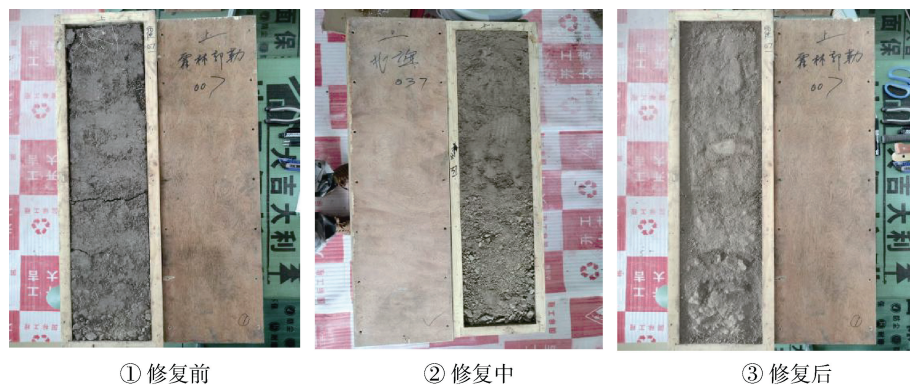


图 4 整段土壤标本制作中“裂隙原土修复法”效果

Fig. 4 Effect of crack original soil remediation method for soil monolith manufacture

4.2 标本覆膜喷胶固型(免打孔土壤固化剂覆膜渗入法)

免打孔土壤固化剂覆膜渗入法: 粘贴保护膜的膜面积应大于标本盒面积, 从而有效密封住喷胶后的湿度, 保证胶水混合物的有效渗入。本方法基本适用于各种质地的土壤类型。

土壤标本分层喷胶固型需严格按梯度浓度与分阶段流程操作, 首先沿标本木盒长边贴合自粘保护膜, 随后分 4 个阶段使用雾化喷壶实施喷胶: ① 第一阶段以 1 : 4(胶 40 mL+蒸馏水 160 mL) 配比溶液, 于

首日每隔 1 h 均匀喷淋 200 mL 后覆膜盖板渗透, 共 3 次, 而后覆膜盖板静置过夜; ② 第二阶段, 采用 3 : 7(胶 60 mL+蒸馏水 140 mL) 配比, 同法进行 2 次喷淋后静置过夜; ③ 第三阶段以 2 : 3(胶 80 mL+蒸馏水 120 mL) 配比喷淋 2 次, 静置过夜; ④ 最终阶段采用 4 : 1(胶 160 mL+蒸馏水 40 mL) 配比溶液, 实施 3 次喷淋。第四轮喷胶完毕后, 覆膜盖板锁住膜内水分保持湿润, 静置过夜。全程需精准控制胶水梯度浓度, 保持 1 h 喷淋间隔, 累计消耗胶水混合物约 2 000 mL, 使用精密量具(量筒或量杯)进行量取, 并观察整个喷

胶过程中胶体的渗入情况,可用手触摸标本,以手感判断干湿软硬变化,确保标本的渐进式固型。胶体渗入深度控制在约2 cm(视标本土壤质地情况,深度略有不同),不浸透整个土壤标本,这也是为后期能较容易对标本进行雕刻,使其能完美展现出自然结构面。

最后一次喷胶覆膜盖板1 d后,去掉木盖(木盖

置于对应标本旁边备用),在膜上用牙签一列一列断续均匀划撕出小口子,进行标本晾胶干燥。4~5 d后,用手触摸按压标本喷胶表面,感觉干爽坚硬后去膜。

遇到整段土壤标本有砾石层的,可先单独对砾石层喷淋土壤固定剂原胶200~500 mL(视砾石层长度酌情而定)进行固定,其余步骤同上。标本打孔制作与免打孔制作对比如图5所示。

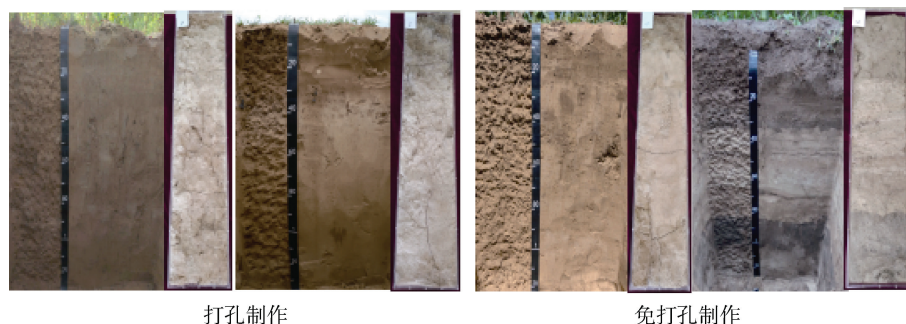


图5 整段土壤标本打孔制作与免打孔制作对比

Fig. 5 Comparison of soil monoliths by perforation and non-perforation methods

4.3 标本安装背板干燥固定

取适量过10目(2 mm)筛子的细土(或纯净细沙)与土壤固定剂原胶,放入合适容器中,将两者搅拌均匀成稀泥状(即胶泥)后倒在土壤标本表面,用不锈钢泥抹刀抹平胶泥覆盖全部标本表面,抹平后的胶泥厚度保持在3 mm左右。

将事先备好的麻布平整地铺在胶泥上,四周与土壤标本对齐,用泥抹子轻轻抚平麻布,充分与胶泥粘合在一起。再取适量土壤固定剂原胶倒在麻布上,用泥抹子把固定剂均匀铺开,覆盖麻布全部面积,以不流淌为度。而后将标本后背板加盖在麻布上面,四周与麻布及土壤标本对齐,用手轻压背板使其与涂胶麻布充分粘合。在背板上、中、下部位横向分别拧入3枚长度为2.5~3 cm的螺钉,使土壤标本与背板的结合更加紧密牢固。背板盖好后,把放置在旁边的原木盖上记录的对应标本采样号等重要信息用粗记号笔清晰准确无误地抄写在背板上,原木盖方可弃去。

把标本移放在无阳光直射、干燥通风处进行干燥,干燥时间 ≥ 15 d。在制作多个样品的情况下,可以把每5个标本对齐上下摆在一起,最上一个土壤标本后背板可另取一定重量(约25 kg)重物均衡施压在背板上。

4.4 标本雕刻制作(剥离脱落法)

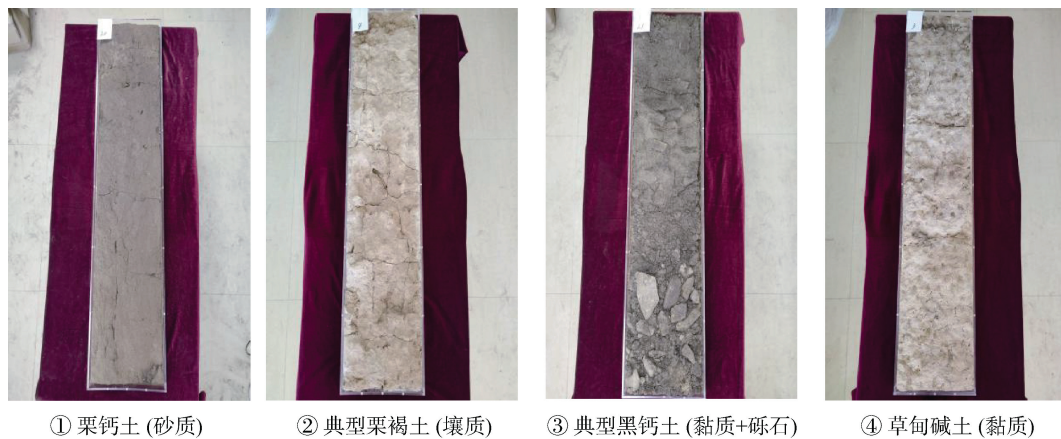
把干燥好的土壤标本抬到工作台上翻转(背板向下),去掉上盖,随即把上盖放在标本背板之下,作为雕琢制作过程中辅助承重之用,最大限度避免在挪动及搬运过程中标本受力不均而人为导致标本出现

裂隙。用不锈钢油灰刀沿标本土壤与四框的结合处插入油灰刀,让标本主体与四框充分分离,用一字螺丝刀沿四框四角长短两框相交的缝隙,慢慢撬动,使四框与标本主体彻底分离后卸下四框。

剥离脱落法:用拉花锯(50 cm长)沿标本横向,间隔8~10 cm,深度2~3 mm,均匀锯出沟痕(利于后期雕刻制作时整片整块土层的剥离脱落)。用硬质单刃尖刀,沿标本土壤四周断面,从上至下厚度1~2 cm处,刀刃垂直断面,配合铁锤,轻轻敲击刀背,雕刻出一整圈刀痕痕迹。刀刃垂直于四周刀痕,配合铁锤,运用中小力度,以顿挫爆发力敲击刀背,使标本1~2 cm的上层土壤成片成块剥离脱落,展现出土壤本身的自然结构面。中途需要多次及时清除掉落的标本土层,使雕刻过程中标本表面基本清晰可见。雕刻过程中,可用自封袋按标本土壤层次,逐层收集一定量脱落的土壤,以备后期修复标本之需。清除掉落的土层,用吸尘器清理标本上的剩余浮土残渣,使被雕刻的标本土面清晰呈现。进一步用刀、锤配合雕刻去除未脱落的土层,直至1~2 cm上层土壤全部脱落,基本展现出理想的自然土壤剖面标本。

刀具雕刻完成后,用硬质钢丝刷以适当的顿挫爆发力敲击硬质尖刀雕刻时留在标本面上的光滑刀痕面,使光滑表面土皮在硬质钢丝的作用下瞬间炸裂脱落,然后用吸尘器清除浮土,土壤自然结构面即可完美呈现。

各种质地土壤采用“剥离脱落法”雕刻制作效果如图6所示。



① 栗钙土 (砂质) ② 典型栗褐土 (壤质) ③ 典型黑钙土 (黏质+砾石) ④ 草甸碱土 (黏质)

图 6 “剥离脱落法”制作整段土壤标本效果

Fig. 6 Effects of peeling and shedding method for soil monoliths manufacture

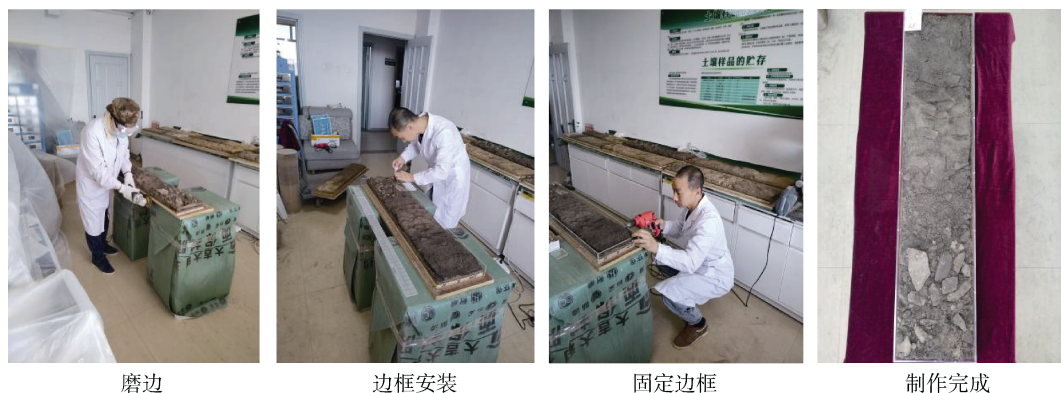
4.5 标本表层固定

雕刻制作完成后,用 1:4(胶:水)胶水混合物 50~150 mL,喷淋在标本表面进行固型,喷淋量以渗入深度与前胶层结合为准。因固化剂本身属于无色透明胶体,且又用蒸馏水稀释,可以最大限度保持土壤原色不变。经固定后的标本,由两人沿标本纵向两侧托起承重底板,把标本移放在无阳光直射、干燥通风处进行干燥 2~3 d,用手触摸标本表面,感觉干燥且无松动土粒,至此整段土壤标本的主体制作完成。

4.6 磨边加框

定制合适的亚克力板(或其他合适材质的边框),

长边亚克力板长、宽、厚分别为 1 002、50、5~10 mm,短边亚克力板长、宽、厚分别为 230、50、5~10 mm,底端距边沿 5 mm 处打孔,孔径 4 mm,短边均匀等距 3 个孔,长边均匀等距 5 个孔。磨边加框流程如图 7 所示。在通风良好的工作室将标本移至工作台上(连同承重底板),工作人员穿戴好防护装备,用角磨机(配金刚石磨片)对标本四周断面及背板四边进行修边打磨,使之能安装上定制的亚克力板边框;把亚克力板边框沿标本四周摆放好,边框四角用速干强力胶粘合固定后,再用长度 1.5~2 cm 的螺钉把亚克力板固定在标本背板上;最后用吸尘器吸除修边打磨过程中落在标本表面的尘土,标本制作完成。



磨边

边框安装

固定边框

制作完成

图 7 整段土壤标本磨边加框流程

Fig. 7 Processes of edge grinding and framing for soil monolith

5 讨论与结论

土壤标本有散装土壤标本、分类纸盒标本和整段标本三类,而整段标本制作较为复杂^[10]。目前整段标本制作有多种方法。常规方法采用土壤分层采集,置于土壤标本盒不进行任何处理,但存在观赏性效果

不佳、标本重量较重等问题,目前已不采用^[10]。其次,在土壤剖面上浇注粘结剂,待粘结剂接近干燥时,利用麻袋布进行覆盖所制作整段土壤标本的方法,受土壤含水量和质地等因素限制,并不利于教学展示^[20]。因此,针对土壤整段标本的创新制作方法值得深入研究。目前,陈家琰等^[21]发明的“板底粘结薄

层土壤整段标本”具有制作简单、使用方便等特点。同时,标本陈列也是整段土壤标本制作的重点。针对环境潮热地区,标本可以置于密闭的无色透明有机玻璃(或钢化玻璃)盒中,对玻璃盒进行抽真空处理,然后置于恒温干燥、无阳光直射的展示位中进行展示和

长期保存(图8)。而环境比较干燥地区,可置于防尘玻璃窗(罩)中进行展示,同时保持恒温、无阳光直射;玻璃窗内放置干燥剂且定期进行更换,如果条件许可也可同上述置于有机玻璃(或钢化玻璃)盒抽真空进行保存与陈列。



图8 通辽市土壤整段标本陈列展示

Fig. 8 Display of soil monoliths in Tongliao City

本研究中,免打孔土壤固化剂覆膜渗入法,是针对标本干燥后产生的孔隙,利用不同浓度的胶水混合物,喷胶覆膜渗入,能够达到良好的入胶固型效果,避免了密集打孔对标本的破坏以及打孔深度难以掌控的弊端,节约了人力物力,同时缩短标本制作周期,基本适用于各种土壤类型的制作。裂隙原土修复法,是利用裂隙周边原土进行修复,最大程度复原了标本的原始状态,同时避免了异物填缝对标本原状和美观的影响。标本雕刻采用剥离脱落法,可最大程度展现出整段标本的自然状态观察面,避免了由于过多人为“细琢”而带来的人为雕刻痕迹,在雕刻用工时间上也极大提高了工作效率。至于标本制作完成后,再次呈现的裂隙,没必要再修复,这是因为此类裂隙恰恰表现出该类土壤固有的延展性。

参考文献:

- [1] 张丽,夏炎,陈琪,等. 基于地球关键带科学的土壤生态系统服务评价方法研究[J]. 南京大学学报(自然科学), 2021, 57(3): 345-355.
- [2] 赵其国. 发展与创新现代土壤科学[J]. 土壤学报, 2003, 40(3): 321-327.
- [3] 周萍,肖华翠,梁万栋,等. 成土环境、发生学性质和土壤类型对土地利用变化的响应[J]. 农学学报, 2025, 15(3): 45-50.
- [4] 墨美玲,王秀君,徐明岗,等. 黄土母质典型农田土壤无机碳与有机碳的关系及影响因素[J]. 土壤, 2025, 57(1): 35-46.
- [5] Zhuang W, Ying S C, Frie A L, et al. Distribution, pollution status, and source apportionment of trace metals in lake sediments under the influence of the South-to-North Water Transfer Project, China[J]. Science of the Total Environment, 2019, 671: 108-118.
- [6] 孙绪博. 一种土壤整段标本采集制作新方法及陕西土壤实物标本数字共享平台建设的探讨[J]. 农业与技术, 2017, 37(16): 247-248.
- [7] Dolfing J, Feng Y Z. The importance of soil archives for microbial ecology[J]. Nature Reviews Microbiology, 2015, 13(3): 1.
- [8] 庄俐,邹平,麻万诸,等. 浙江省典型土壤类型整段标本的采集和制作[J]. 土壤, 2022, 54(6): 1307-1312.
- [9] 李旭霖,宋祥云,潘全良,等. 区域土壤标本的采集、制作与展列[J]. 土壤, 2015, 47(6): 1209-1213.
- [10] 柳维杨,吕双庆,姜益娟,等. 土壤标本及整段标本采集制作方法分析[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(32): 10394, 10399.
- [11] 吴晓晨,孟龙威,胡玉麟,等. 一种酸性硫酸盐土的整段标本制作方法: CN113744617A[P]. 2021-12-03.
- [12] 吴华勇,李德成,赵玉国,等. 一种含水量高、胀缩性强土壤的整段标本制作方法: CN11487109B[P]. 2021-04-27.
- [13] 吴华勇,李德成,赵玉国,等. 一种泥炭土的整段标本制作方法: CN11487108B[P]. 2021-04-27.
- [14] 赵玉国,沈晨露,王其明,等. 一种多砾石土壤1 m原状整段标本的采集和制作方法: CN109187068B[P]. 2020-06-05.
- [15] 李德成,沈晨露,王其明,等. 一种砂土1 m原状整段标本的采集和制作方法: CN109141957B[P]. 2020-08-18.
- [16] 韩雾昌. 土壤整段标本采集与展示一体装置: CN205785877U[P]. 2016-12-07.
- [17] 曹祥会,雷秋良,龙怀玉,等. 砂质土壤整段标本的标本盒和制备整段标本的装置: CN204154522U[P]. 2015-02-11.
- [18] 陈杰,万红友,宋轩,等. 土壤整段标本采集制作设备与工艺: CN102879240A[P]. 2013-01-16.
- [19] 陈冬峰,蒋正琦. 土壤整段标本的制作方法: CN101915691B[P]. 2012-08-08.
- [20] 钟建明,梁文芳,马琼媛,等. 土壤整段标本的陈列新方法[J]. 安徽农业科学, 2002, 30(6): 935-936.
- [21] 陈家琏,戴文兰,刘同鄂,等. 土壤整段标本制作技术的研究[J]. 土壤肥料, 1982(3): 19-21.

(责任编辑: 毛小芳)