

DOI: 10.13758/j.cnki.tr.2022.06.027

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. 土壤, 2022, 54(6): 1307–1312.

浙江省典型土壤类型整段标本的采集和制作^①

庄俐¹, 邹平¹, 麻万诸², 沈阿林^{1*}

(1 浙江省农业科学院环境资源与土壤肥料研究所, 杭州 310021; 2 浙江省农业科学院数字农业研究所, 杭州 310021)

摘要: 土壤整段剖面标本能真实反映出完整的土体结构和土壤性态, 既可为土壤演变历史的科学研究提供实体样本, 也可作为土壤知识的科普和专业交流提供基础平台。浙江省农业科学院于 2019 年启动建设“农业管理与土壤演变研究展示平台”, 采集和制作了浙江省典型土壤整段标本 97 个。本文介绍了不同类型土壤整段剖面标本采集与制作过程中遇到的问题以及解决方案, 旨在为今后土壤整段标本的采集和制作提供借鉴。

关键词: 土壤整段标本; 采集; 制作; 浙江省

中图分类号: S15 **文献标志码:** A

Brief Introduction of Methods of Collecting and Making Soil Monoliths in Zhejiang Province

ZHUANG Li¹, ZOU Ping¹, MA Wanzhu², SHEN Alin^{1*}

(1 *Institute of Environment, Resource, Soil & Fertilizer, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China;*
2 *Institute of Digital Agriculture, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China*)

Abstract: Soil monoliths truly reflect the complete soil structure and properties, which can provide solid samples for the scientific research of soil evolution history and a basic platform for the popularization and professional exchange of soil knowledge. Zhejiang Academy of Agricultural Sciences (ZAAS) launched the project of “Agricultural Management and Soil Evolution Research Exhibition Platform” in 2019, and collected and produced 97 typical soil monoliths of Zhejiang Province. The present paper summarized the problems and solutions of different types of soil monoliths in the processes of collection and production, which can provide reference for the collection and production of soil monoliths in the future.

Key words: Soil monoliths; Collecting; Making; Zhejiang Province

地球表层的岩石或风化母质历经几亿、几十亿年甚至更长的时间, 经各种物理、化学和生物的综合作用过程, 形成了今天人类赖以生存和发展的土壤。土壤的发育形成受地形、气候、母质、生物和时间等众多成土因素的综合影响, 且在各因素表现主次、强弱均不相同的作用下, 造就了土壤属性的千变万化, 形成了具有特定剖面形态和肥力特征的土体^[1]。土壤整段剖面标本能真实反映出完整的土体结构和土壤性态^[2-3], 既可为土壤演变历史的科学研究提供实体样本, 也可作为土壤知识的科普和专业交流提供基础平台。浙江省农业科学院于 2019 年启动建设“农业管理与土壤演变研究展示平台”, 相关人员借鉴了已有土壤整段标本采集与制作方法的文献或专利成果^[4-6], 历经 2 年的努力, 在全省采集和制作完成了

97 个典型土壤整段标本。本文就不同类型土壤整段标本在采集与制作过程中遇到的问题以及解决方案开展了探讨, 旨在为今后土壤整段标本采集和制作工作提供借鉴。

1 整段标本样点选择

根据浙江省第二次土壤普查数据, 浙江省共有红壤、黄壤、山地草甸土、基性岩土、石灰(岩)土、紫色土、粗骨土、潮土、滨海盐土和水稻土等 10 个土类及其下属 21 个亚类、99 个土属和 277 个土种(表 1)^[7-8]。

在“农业管理与土壤演变展示馆”建设过程中, 为了确保土壤整段标本样点具有土壤类型的典型性、代表性和覆盖度, 依据浙江省土壤资源分布特征和全

①基金项目: 浙江省农业科学院发展建设类财政专项(10408010119LL0101F)资助。

* 通讯作者(shenalin_123@126.com)

作者简介: 庄俐(1985—), 女, 浙江嘉兴人, 硕士, 助理研究员, 主要从事农业科研管理工作。E-mail: zhuangli1302@126.com

表 1 浙江省典型土壤类型及采样数情况
Table 1 Typical soil types and sampling numbers in Zhejiang Province

土类	亚类	面积 (hm ²)	占浙江省土壤 面积比例(%)	典型分布区域	采样数 (个)
红壤	红壤	321 113.33	3.31	全省低丘缓坡、山地	15
	黄红壤	3 285 266.67	33.91	全省丘陵、山地	
	红壤性土	238 526.67	2.59	各地丘陵	
	饱和红壤	8 526.67	0.09	浙江沿海岛屿的丘陵	
	棕红壤	15 273.33	0.16	零星分布长兴、安吉的低丘缓坡	
黄壤	黄壤	1 028 733.33	10.62	亚热带山地	3
山地草甸土	山地草甸土	380.00	0.004	零星分布在低中山顶部及山峦凹地	1
紫色土	石灰性紫色土	192 946.67	1.97	金衢的红盆地	3
	酸性紫色土	158 006.67	1.53	金衢、新嵊等红盆地或谷地内的丘陵地	
石灰(岩)土	黑色石灰土	1 646.67	0.06	零星分布在临安、余杭、长兴等地	2
	棕色石灰土	153 053.33	1.54	浙西丘陵山地	
粗骨土	酸性粗骨土	1 364 686.67	14.09	河谷、丘陵、低山	4
基性岩土	基性岩土	18 673.33	0.04	新嵊盆地内玄武岩台地边缘	1
潮土	灰潮土	368 320.00	3.8	滨海、水网、河谷平原	10
滨海盐土	滨海盐土	109 080.00	1.12	海塘(堤)内侧	8
	潮滩盐土	288 586.67	2.98	海塘(堤)外侧的潮间带内	
水稻土	淹育水稻土	367 040.00	3.79	金衢盆地的低山丘陵处	50
	渗育水稻土	406 940.00	4.20	姚江、钱塘江上游, 安吉、长兴低丘阶地	
	潜育水稻土	927 426.67	9.58	杭嘉湖、宁绍等四大水网平原及滨海平原	
	脱潜水稻土	388 193.33	4.01	四大水网平原内地势稍低处	
	潜育水稻土	36 160.00	0.37	四大水网平原内地势低洼处	

省 1 : 50 万土壤图^[9], 选择整段标本采集与制作对象, 累计采集制作全省范围内典型土壤标本 97 个, 其中包括滨海盐土(22 个)、水稻土(36 个)、红黄壤(16 个)以及其他类型土壤(23 个)(表 1)。根据浙江省土壤图, 每个土种预设 3 个代表性采样点备选, 在实际采样时, 利用单人手持式土壤取样钻, 预先采集剖面不同层次的土壤样品, 根据布设土种的相关信息, 如地形、母质、土层厚度等条件来比较和确认土种表征信息的准确性和可靠性, 最后确定整段标本的采集位置。

2 整段剖面标本的采集

2.1 采集方法

本项目参考经典的木盒薄层法采制标本。该方法采用长 100 cm、宽 20 cm 和厚 10 cm 的木盒进行填装, 在采样土坑挖掘成型并修好垂直剖面毛面的基础上, 按木盒尺寸从地表采样处用木盒套入垂直断面, 是一种目前仍较常用的土壤整段剖面标本采制方法^[10]。用此方法采集的剖面通常涵盖了典型的发生层, 能够体现土壤真实的特性和状态。

剖面采集现场的拍照、观察记录与剖面土色、结构等物理性状的描述是标本采集的重要步骤, 需要在

明亮的光线下进行。不合适的光线会改变肉眼所见的剖面颜色状态, 导致现场记录误差, 因此不宜在太阳光直射下作业。土壤剖面开挖时的土壤含水量往往较高, 在后期风干制作过程中诊断性状会发生一些变化, 因此现场拍摄土壤剖面过程必不可少, 可以反映土壤剖面的原始形态。

2.2 采集工具与采样时间

铁锹、电钻、铲刀、洛阳铲、专用标尺、木榔头、吸水装置等是必不可少的采样工具^[11]。特殊剖面还需要一些特殊的工具, 如: 在水稻土剖面采集时需要利用钢丝绳切割土壤剖面, 对过于黏湿难以用刀片修出自然毛面的剖面, 也可用此类工具处理; 对于紫色土等半风化物占比大的标本, 需要锯条切割。

水稻土土壤剖面标本的采集应尽可能避开水稻种植季节, 选择在水稻收获后土体较干的期间进行。砂性滨海盐土的土体松软, 尤其被地下水浸泡的部分在扰动后容易成流砂态坍塌, 因此应选择地下水位最低的秋冬季进行采样为宜。

2.3 不同土类土壤剖面样本的采集方法

对于需要在平地挖坑采集标本的, 最好挖掘长

≥300 cm、宽≥150 cm、深≥120 cm 的较大土坑，以方便坑内作业。对于非耕地土壤，则可利用自然的断面或修路等形成的断面，经修饰处理后直接采掘标本，如杭州市西湖区转塘街道的粗骨土即采用该办法采集，既能节约采集成本又能提高工作效率。

对于结构稳定的土壤类型，大多通过采取整段采样的方法，以保证土壤剖面的最真实状态。实际采集

过程中遇到剖面结构中有岩石裸露的，应尽量保证其完整性。对土壤砂性过强、结持性差、结构松散的剖面，如泥涂、砂土等，经常出现无法直接整体切割的情况，可以采用分层填装的方法完成采集。采样作业过程中如有地下水渗出，须及时抽干，避免因水浸泡影响标本的完整性。表 2 列出了不同土壤类型的采集方法与现场剖面记载情况。

表 2 不同土壤类型整段标本采集信息
Table 2 Information of monolith collection of different soil types

典型采样地区	土壤类型	土体特性	剖面分异	采样特殊工具	是否整段采样	剖面裸露	采样方式
义乌市赤岸镇、景宁县澄照乡、兰溪市上华街道	红壤	土体深厚(>1 m)，红、黏、酸、紧实	剖面发育较好，分层不太明显	—	是	否	挖坑
磐安县磐峰乡、龙泉水龙南乡、景宁县大际乡	黄壤	土体紧实，缺乏多孔性和松脆性，土体较薄	剖面发育较好，层次分化明显	—	是	否	挖坑
临安区大明山景区	山地草甸土	深厚、松软，植物根系交结，结构松散	剖面发育较好，分层明显	—	是	否	挖坑
建德市更楼镇、东阳市巍山镇	紫色土	土体浅薄、结持性差	剖面发育极为微弱，层次分化极弱	半风化体大，需锯条切割	是	否	挖坑
桐庐县瑶琳镇、余杭区鸬鸟镇	石灰岩土	土体较厚、质地黏、石灰岩裸露	剖面层次分化一般	—	是	否	挖坑
西湖区转塘街道	粗骨土	土体薄，粗骨性强	剖面层次略有分化	—	是	是	自然断面
嵊县新民乡	基性岩土	壤质黏土、土体厚约 50 cm，表土疏松，心土紧实	剖面层次略有分化	—	是	否	挖坑
绍兴市上虞区	潮土	土体湿润疏松、多根系	剖面发育较好，分层明显	—	是	否	挖坑
慈溪周巷镇、上虞区崧厦镇、诸暨市安华镇	水稻土	发育良好，可见锈纹、锈斑、铁锰结核	除淹育水稻土、潜育水稻土外，其余剖面发育良好，分层明显	钢丝绳	是	否	挖坑
台州市温岭市、宁波市慈溪市、台州市三门县	滨海盐土	含盐量高、结构差，心土和底土可见沉积层理	剖面无明显层次分异	钢丝绳	是	否	挖坑

3 不同类型土壤标本的制作方法

土壤整段标本的制作有多种处理方法^[4-6]，其中采用“板底黏结薄层土壤整段标本”制作方法，操作简单、保存良好、成本较低，是现在比较常用的一种标本制作方法^[12-13]。本项目团队制作剖面标本参照了《一种砂土 1 m 原状整段标本的采集和制作方法》^[14]专利技术，在此基础上进行了改良。具体步骤如下：①制作前期：采集的土样在洁净通风的房间自然晾干；②制作中期：整土填缝-钻孔-喷胶-晾干-底板黏合；③制作后期：待胶水晾干后，进行精细雕刻，最后喷胶定型。

3.1 采集样本制作前的晾干

从野外采集回来的标本制作需要在自然通风的环境下充分晾干，温度以 22 ~ 25 ℃为佳，不宜高温

或暴晒以避免土体干裂。对于地处亚热带季风气候区的东南沿海地区，由于雨水丰沛和空气较为湿润，一个土壤样本从晾干至制作的时间较长，约需 4 个月或更长，因此可以通过批量一起制作来提高效率。实际晾干与制作过程中可根据当时的室内温度、湿度等情况进行调整。

本文对比较特殊的土壤标本的晾干条件进行了总结，根据土壤样本不同的紧实性、干湿性和通透性等给出不同的晾干处理条件(表 3)。未开垦的海涂因土壤较为疏松、空隙大，干燥快速，但容易出现变形开裂的现象，要求给予一个缓慢干燥的环境条件，避免放置的环境温度过高。对于经过长期围垦的海涂土壤，因其经历了盐渍化、脱盐与脱钙的过程，长期农作过程使土壤中盐分明显下移，在土壤样本干燥过程中会出现顶端干燥、底部不干的现象，在晾干中需特

表 3 几种比较特殊类型的土壤标本晾干状态对比
Table 3 Comparison of drying states of monoliths of some special soil types

土壤类型	采样点	采样时间 (年-月-日)	紧实性	干湿性	透水性	通气性	建议晾干时间
飞砂土	舟山市普陀区	2021-4-21	松散	较干	良好	良好	≥2 个月
潮土	绍兴市上虞区	2019-12-9	疏松	较湿	较好	较好	≥6 个月
老黄筋泥田	诸暨市牌头镇	2020-5-12	紧实	较湿	较差	较差	≥8 个月
粉泥田	柯桥区齐贤镇	2020-12-28	紧实	较湿	适中	适中	≥6 个月
黄泥土	义乌市赤岸镇	2019-12-5	适中	适中	较好	较好	≥4 个月
油红泥	兰溪市上华街道	2020-4-12	紧实	较湿	较差	较差	≥8 个月

别注意，应采取标本上下端湿度调控以保持相对一致，避免后期制作发生标本塌陷问题。

3.2 钻孔与喷胶

为了保证土壤标本有较好的固化强度,需要通过在标本的背面钻孔喷胶来实现。根据相关专利的表述,要求采用直径为 2 mm 以下的钻头进行钻孔,孔深 2~3 cm 左右,钻孔之间间隔 10 mm,形成排列整齐的小洞。但在实际应用中需要考虑以下几种情况,并进行调整。

1)钻头的选取。标本软硬度各异,在实际应用中发现,对硬泥田、泥筋田、粉泥田等质地较硬的土壤,细钻头容易发生断裂,可采用较粗(1.5 mm)的钻头;而对于泥涂、涂泥田、潮土等质地较为疏松的土壤,则可替换为直径较小(0.8~1 mm)的钻头进行操作。

由于采集的标本厚度约为 8~10 cm,人为操作时钻孔深度难免或深或浅,可能导致最终成品标本(厚度约为 2.5~5 cm)的正面露出打孔眼,影响标本美观和完整性(图 1)。在操作时采取 45 度斜角打孔可避免以上情况的发生,保证标本能够良好吃胶固化。

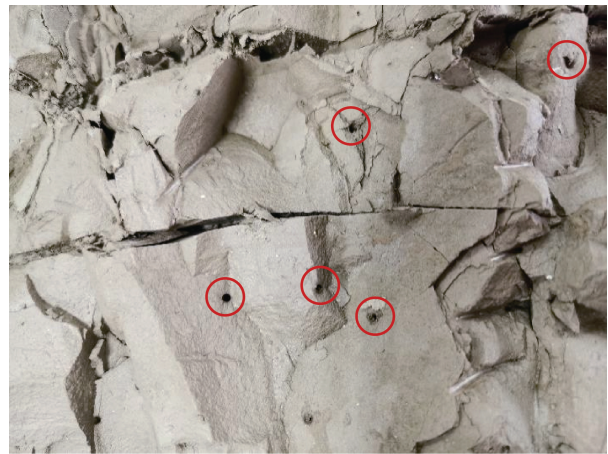


图 1 成品标本正面孔眼外露示意图
Fig. 1 Exposed drill holes on front of finished soil specimen

2)喷胶固型。钻孔之后采用胶水粘合是整个标本

基本定型的方法。将购置的白乳胶漆以乳胶漆:水=1:3 的比例调和,均匀多次喷洒在标本背面。吃胶量(调和后的白乳胶漆)大致 9 L/块左右。

表 4 对比了不同质地的土壤标本喷胶操作时的差异。在实际操作中,对于飞砂土、泥涂这类质地较轻、砂粒含量较高的土壤,在喷胶时会出现胶、水分层现象,胶留在表面无法吸收,而水被渗滤至底部,因此需要适当提高胶与水的稀释比例。由于土壤结构较疏松,不易成型,喷完一层最好经过 0.5~1 h 的通风晾晒,使得胶水被充分吸收,再进行下一轮喷胶。对于硬泥田、泥筋田、粉泥田等这类本身固型较好的标本,喷胶量可适当减少,减少喷洒胶水对标本自然状态保持产生的负面影响。在喷胶过程中,特别要注意吃胶量,避免喷胶过多外溢或胶量不足黏合不牢固的问题发生。

3.3 制作后期的晾干和定型

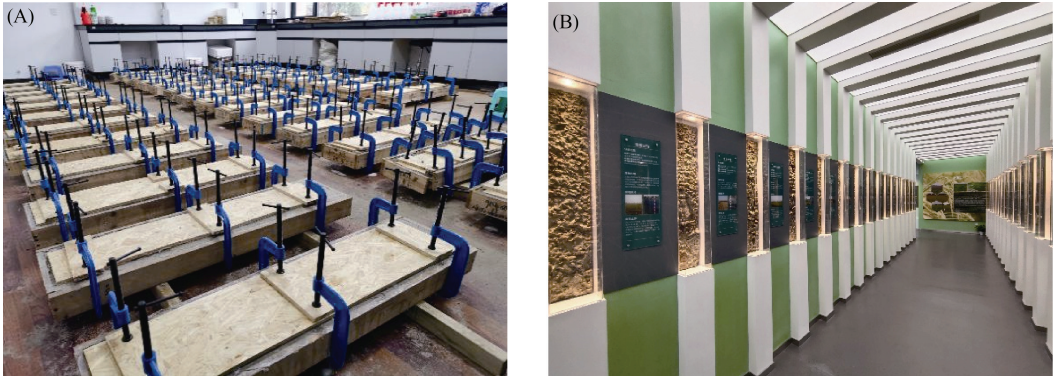
1)自然晾干。整个土壤剖面标本制作过程中经历两次晾干,第一次是在打孔喷胶后 10 d 左右的晾干,使标本固型;第二次是在上了底板和夹具后的 20 d 左右的晾干,目的是底板和标本充分黏合,保证长期保存不脱落。

制作过程的晾干要充分考虑环境因素,必要时可通过空调、取暖器等方式人为调节,尽量保证充分晾干。由于标本由木盒装样,会出现标本表面干燥、内部未干的现象,因此必要时可提前拆除木盒四周木板,以保证充分晾干。

2)喷胶定型。在标本雕刻完成后,需要进行喷胶定型。标本在长期的保存中暴露在外,略厚的胶水有利于标本定型和防霉。具体操作中,对于土壤质地较轻的土壤整段标本,如飞砂土,在喷胶定型时需要保持一定距离,以喷雾形式进行喷胶,防止破坏土壤表面纹理;而对于硬泥田、泥筋田等类型土壤,定型时喷胶不宜过多,防止标本因喷胶过度表面发亮,影响土壤真实状态的展现(图 2)。

表 4 不同质地土壤喷胶操作比较
Table 4 Comparison of glue spraying operations for monoliths of different soil types

土壤质地	代表性土类	喷胶比例与喷胶量	操作
疏松	飞砂土、泥涂、潮土	乳胶漆：水<1：3，略稀，吃胶量 9 L/块	可采取“喷洒-晾晒”反复循环的方式直至喷完制定量
硬实	硬泥田、泥筋田、粉泥田	乳胶漆：水=1：3，吃胶量 7 L/块	喷洒一层后，短暂间隔待吸收完全后再喷洒即可



(A. 黏合与晾干；B. 展馆现场)
图 2 标本制作及展馆现场
Fig. 2 Sample making and exhibition hall

4 讨论

土壤标本通常可分为散装土壤标本、分类纸盒标本和整段标本三类^[15]，其中土壤整段标本是所有标本制作中最复杂的一种。整段标本采集制作有不同的方法，一是不加任何黏结剂，直接放置的常规方法，全国第 2 次土壤普查中采集制作的土壤整段标本基本采用该方法；二是使用聚醋酸乙烯乳液作为黏结剂，制成薄厚不等的整段标本。本文介绍的木板胶粘法则是近年探索的采制方法^[16-17]，该法的标本制作保存效果好，正逐渐被广泛应用。

根据实际制作实践，木板胶粘法的制作过程所需的时间和劳力成本仍然较多。一块整段标本从采样到制作完成需经历约半年甚至更长的时间。另外，对于砂性和土壤结构发育较差以及含水量高、黏性较强的水稻土类型，如砂性水稻土涂砂田和泥砂田，土壤结构发育较弱的烂青紫泥田和烂青泥田标本的制作，需要参考砂性和多砾石土壤标本的采样和制作方法，即野外拍照、分层采集和原位黏贴的方式进行；而对于泥筋田、老黄筋泥田和青紫泥田等含水量高、黏性较强的水稻土类型，在采集土壤剖面后，要喷洒固化剂，防止标本在风干过程中因失水收缩而开裂，导致标本变形失真。总之，标本制作步骤多且要求严格精细，否则难以保证标本的完整性和真实性。

综上所述，在标本制作过程的技术简化、标本展示过程的防尘保护和标本制作的技术规范等 3 个方面仍有待探索和进一步的方法改进。

1)标本制作过程的技术简化。密集的打孔和用胶量大，不仅费时费力，而且对标本完整性和真实性多少存在影响，因此如何进行技术改良，使制作方式变得更为简单有效，值得进一步探索。

2)标本展示过程的防尘保护。目前国内标本保藏多数没有措施，部分采用普通玻璃罩进行防尘，但温度、湿度、光线等因素的长期影响可能对土壤标本产生影响。因此如何才能确保土壤标本长期完好的保存，并兼具管护方便和展示美观等功能，也值得摸索。

3)标本制作过程的技术规范。全国各地的相关专业机构在开展类似工作时没有一个规范的操作程序，多处于自行探索 and 实际经验操作阶段。一套规范的土壤标本采集、制作、运输、展示和保藏标准的制订，非常必要。

参考文献：

[1] 章明奎，魏孝孚，厉仁安. 浙江省土系概论[M]. 北京：中国农业科技出版社，2000.

[2] 钟建明，梁文芳. 土壤整段标本采集制作方法的研究[J]. 土壤肥料，1999(3): 27–29.

[3] 格伯 P C 著，任建煌译. 土壤整段标本的制备[J]. 古今农业，1988(1): 150–151.

[4] 赵玉国，沈晨露，王其明，等. 一种多砾石土壤 1m 原状整段标本的采集和制作方法: CN109187068B[P]. 2020–06–05.

[5] 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: CN111487109A[P]. 2020–08–04.

[6] 吴华勇，李德成，赵玉国，等. 一种泥炭土的整段标本制作方法: CN111487108B[P]. 2021–04–27.

[7] 全国土壤普查办公室. 中国土壤普查技术[M]. 北京：农

- 业出版社, 1992.
- [8] 浙江省土壤普查办公室. 浙江土壤[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1994.
- [9] 吕晓男. 浙江省土壤资源与耕地地力等级地图集[M]. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2013.
- [10] 蒋正琦. 土壤整段标本的采集和陈列[J]. 土壤, 1983, 15(1): 20-21, 41.
- [11] 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.
- [12] 陈家琰, 戴文兰, 刘同鄂, 李钟铭, 杨建海, 王秀芝, 黄秋凤. 土壤整段标本制作技术的研究[J]. 土壤肥料, 1982(3): 19-21.
- [13] 吴文辉, 林文荣. 用木板胶粘法制作土壤标本[J]. 江西农业科技, 1983(8): 16-17.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] L. Persson, L. Bergstrom, 高鸿生. 钻孔法采集原状土壤整段标本[J]. 土壤学进展, 1993, 21(2): 48-50.