

The Application of Luoyang Shovel in the Investigation of Black Soil Surface Matrix

Han Wu Hao Xu Jichuan Zheng Pei Li

The Geophysical Survey Center of the China Geological Survey Bureau, Langfang, Hebei, 065099, China

Abstract

In order to better protect and utilize the black soil, actively carry out relevant survey and research work, and find out the distribution and characteristics of black soil resources is a major natural resource survey problem that needs to be solved in China at present. In order to ensure the quality and efficiency of work, large-scale surface substrate survey in black soil areas can be carried out by using Luoyang shovel. Based on the practical application of field work, this paper summarizes the field work method of Luoyang shovel in surface matrix survey, and makes a comparative analysis of the work quality of Luoyang shovel in combination with manual profile, and elaborates on its advantages and disadvantages. Luoyang shovel survey has good effect on vertical stratification of soil and has advantages such as quick and convenient than traditional ground survey, manual excavation and mechanical drilling rig.

Keywords

Luoyang shovel; black soil surface substrate; survey sampling; comparative analysis

洛阳铲在黑土地地表基质调查中的应用

吴翰 徐昊 郑冀川 李培

中国地质调查局地球物理调查中心, 中国·河北 廊坊 065099

摘要

为更好保护和利用黑土地, 积极开展相关的调查研究工作, 查清掌握黑土地资源的分布及特征, 是中国当前亟须解决的重大自然资源调查问题。在黑土地地区开展大规模的地表基质调查工作, 为保证工作质量和工作效率, 可以采用洛阳铲开展作业。论文基于野外作业的实际应用情况, 总结了洛阳铲在地表基质调查中的野外工作方法, 并结合人工剖面对洛阳铲的工作质量进行对比分析, 并对其优缺点进行阐述。洛阳铲调查在土壤垂直分层上具有良好的效果, 且比起传统的地面调查、人工挖掘、机械钻机等具有快捷、方便等优势。

关键词

洛阳铲; 黑土地地表基质; 调查取样; 对比分析

1 引言

随着全球化迅速发展, 粮食安全愈加重要, 中国作为粮食生产大国和人口大国, 已将粮食安全定位为重大战略性问题、国家安全的重要基础^[1]。作为重要的粮食生产基地, 东北地区粮食产量占全国总产量的25%, 黑土地作为一种品质高、肥力强, 极为适合农作物生长的土壤, 在此发挥了重大作用^[2,3]。近年来, 为实现黑土地的精准保护和永续利用, 积极开展相关的调查研究工作, 查清掌握黑土地资源的分布及特征, 是中国当前亟须解决的重大自然资源调查问题^[4]。黑土地地表基质调查需要查明土壤类型、深度、颜色、分层、湿度、紧实度等基本情况, 采用地表调查、天然剖面难以满足快速获取黑土地次地表情况数据的工作需求, 机械钻探设

备相对操作复杂且成本较高, 且需考虑地形、地貌以及青苗赔偿等因素, 相对施工困难。

20世纪初, 中国河南洛阳附近村民李鸭子发明了洛阳铲(又名探铲), 目前在中国考古发掘和地质勘探中已经成为重要且实用的钻进挖掘工具^[5]。洛阳铲由T型旋转手柄、铲柄、筒瓦状铲头等部件组成, 铲头截面呈C型, 顶部为与铲杆连接的螺丝, 下半部为180°~360°弧形铲刃。根据任务需求可以配备不同长度的铲杆和不同尺寸的铲头, 对于水分较多的土层弧度越大使用效果越好。目前, 洛阳铲以其便携、易用的自身优势在国内外的考古以及土壤调查中得到了较为广泛的应用。

因此, 在黑土地地区开展大规模的地表基质调查工作, 为保证工作质量和工作效率, 采用洛阳铲开展作业。论文基于野外作业的实际应用情况, 对洛阳铲调查采样野外工作及优缺点进行阐述, 并结合人工剖面对洛阳铲的工作质量进行对比分析。

【作者简介】吴翰(1994-), 男, 中国河北邯郸人, 技术人员, 从事地质与地球物理调查研究。

2 洛阳铲调查采样工作方法

2.1 工作准备

洛阳铲调查工作准备主要包括施工准备, 编录准备, 采样准备, 所需要工具如图 1 所示。

施工工具: 洛阳铲 1 套 (3m), 钢卷尺 1 个, 铁锹 1 把, 管钳两把, 岩心箱 1 个。

编录工具: 掌上电脑 1 台, 地质罗盘一个。

采样工具: 样品袋、环刀、环刀手柄、密封袋、采样铲、地质锤。



图 1 洛阳铲调查取样工具组成

2.2 工作目的

洛阳铲主要是调查 2m 以浅的地表基质类型、空间分布、有效土层厚度、耕作层厚度、地下水位深度、地表基质垂向分层结构等特征。

2.3 工作方法

洛阳铲地表基质调查的工作方法流程如图 2 所示。

首先需要在工作研究区内部署洛阳铲调查点。本次工作调查点部署区域主要分布在耕地、林地、草地、湿地等, 少部分位于低海拔小起伏丘陵、山地。土地利用类型受人类农业生产活动影响, 调查土地利用类型以农业和林业用地为主。

然后根据选好调查点开展洛阳铲的调查取样工作。首先使用铁锹清理杂草、树叶等地表覆盖物, 然后进行洛阳铲组装, 摆放好岩芯箱。通过人力手握洛阳铲 T 型手柄处垂直旋转向下按压, 将铲头垂直向下旋转冲击地面向下钻进, 筒瓦状铲头包裹孔内土芯后缓慢旋转向上提拉将其带出地表。另一人手持环刀手柄, 将筒瓦状铲头包裹孔内土芯取出后依次按顺序在岩芯箱内摆放整齐, 防止样品受到污染, 每次取芯后, 去除向下按压时附着在洛阳铲内的杂质。如此上下循环往复不断向下旋转钻进, 从而挖出一个与铲头外壁直径相当的钻孔, 直到打到设计孔深, 或者障碍层, 通过对洛阳铲从地下提取至地面的土质进行观察、描述、记录, 并根据实际分层情况进行地表基质采样。

最后, 通过对洛阳铲野外调查数据和采集样品进行元素含量分析, 以研究工作区内的地表基质垂向分层、横向分

带以及物理化学性质变化情况, 进而为地表基质的形成、演化和发展趋势研究提供基础数据和支持情况。

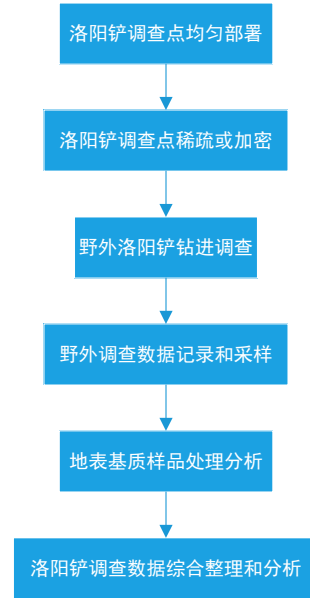


图 2 洛阳铲地表基质调查工作流程图

2.4 适用性分析

黑土地是指有黑色或暗黑色腐殖质表土层的一类土地, 具有土壤性好、肥力高的特点^[5,6], 一直是国内外学者关注和研究的热点。洛阳铲在无或少砾石、土壤水分含量相对较少、地下水位相对较低的土体中均可应用, 且对于垂向分层较好的地层具有很好的分层应用效果。

3 应用实例

3.1 调查概况

黑土地地表基质调查以辽河流域沈阳—铁岭地区为例, 地貌类型包括山地、丘陵以及平原, 地势北高南低, 地形起伏较大。调查区内地下水位较浅, 第四系冲洪积物发育, 岩土种类较多, 地表基质包含土、泥、砾、岩等类型, 分布不均匀, 性质变化较大。调查区地表黑土层流失, 部分地区受风力侵蚀和受水力侵蚀, 土壤表层有机质含量下降。根据前期遥感解译结果, 开展洛阳铲等方法调查工作。

调查地表基质的平面分布范围、变化规律和垂向结构特征, 查明地表基质调查的要素指标, 研究地表基质与地形、地貌、土地利用类型、成因类型、植被类型, 地表黑土层流失、人为活动等相互影响关系, 做好物理、化学分析, 建立数据库, 为科学合理地保护利用黑土地提供依据。

3.2 野外作业

野外作业时, 首先准备好洛阳铲等相关工具材料, 然后根据设计部署点位寻找合适位置并测量定位, 利用洛阳铲开展钻探至于设计进尺, 对洛阳铲取出土壤进行分层、描述以及样品采集等工作, 至此完成一个工作流程 (如图 3 所示)。



图3 洛阳铲调查取样野外工作照

洛阳铲编录内容主要有：地理位置信息、地貌类型、初见水位、植被类型、土地利用类型、地质建造、侵蚀程度、有效土层厚度、耕作层厚度、分层情况进行描述、土壤分类（二级分类，三级分类）。土壤分类及描述主要通过颜色（把土芯掰开）、用手搓捻来辨别，记录土壤类型与质地（湿度、紧实度、颜色、结构）等信息。调查点位于山区丘陵地区时，需要对坡位、坡向、坡度、坡面长度进行描述。

3.3 对比分析

本次在工区选取两处具有代表性的土地利用类型进行对比分析，其中第一处为沈阳市法库县卧牛石乡的林地（如图4所示），周围主要种植杨树等阔叶林，第二处为沈阳市康平县小城子镇的耕地（如图5所示），周围主要种植玉米等农作物，分别利用洛阳铲和人工开挖的方法进行调查并对调查结果进行对比分析。



图4 林地实景照片



图5 耕地实景照片

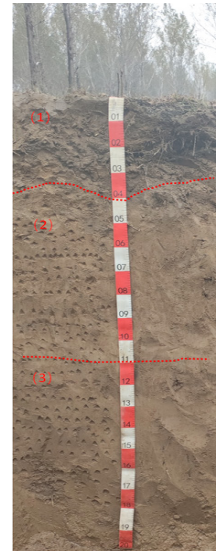
洛阳铲调查时三人一组，两人配合使用洛阳铲钻进取样，一人使用掌上电脑结果编录，用时约20min；人工剖面，由五人为一组，用时约5h，取样结果基本一致，但效率上相差很多。两种调查方法各有长处，也都有弊端，洛阳铲在土壤湿度较大的地区作业比来比较困难，土芯容易从洛阳铲头内部滑落，在施工的过程中可以使用铁锤锤击洛阳铲T型手柄，利用瞬间击打的冲击力，使土芯可以紧紧地贴合在洛阳铲铲头内部，洛阳铲缓慢旋转向上提拉，防止洛阳铲与孔壁贴合，形成较大的吸力，另一种方法就是使用铁锹往下

开挖50cm，减小洛阳铲向上提拉时的空气阻力，避免土芯掉落。

第一处林地洛阳铲图6a)调查结果可知，第1层为灰黑色壤质砂土，深度范围在0~40cm，团粒结构，略微湿润，略微紧实，手指间搓捻有砂质细腻感，有少量黄色锈斑，其中0~30cm植物根系发育较多，下层黄色砂土渐变接触。第2层为黄色砂土，深度范围在40~110cm，团粒结构，略微湿润，略微紧实，手搓有砂质细腻感，黏性较差，有少量黄色锈斑，与下部灰棕色砂质渐变接触。第3层为灰棕色砂质黏土，深度范围在110~200cm，灰棕色，团粒结构，略微湿润，紧实，手指尖搓捻略微有黏着感，可成球状，用手压扁有细小裂缝，土壤内有少量黄色锈斑，与上部黄色砂土连接比较平整，未见底。根据第一处林地人工剖面调查结果可知图6b)，洛阳铲调查（位于人工剖面标尺位置）与其有良好的对应性。



a) 洛阳铲调查



b) 人工剖面

图6 林地洛阳铲钻孔与人工剖面结果对比

第二处林地洛阳铲图7a)、b)调查结果可知，第1层为灰黑色砂质壤土，深度范围0~51cm，团粒结构，紧实，略微湿润，0~20cm有少量农作物根茎，手指尖搓捻有砂质细腻感，土芯掰开后通体为灰色，无太大明显变化，与下层黏质砂土渐变接触。第2层棕黄色黏质砂土，深度范围51~106cm，团粒结构，略微紧实，湿润，手指尖搓捻有黏着感，手捻可成片状有少量孔隙，土芯掰开后有少量铁锰结核，与下层黄色砂土渐变接触。第3层黄色砂土，深度范围106~200cm，团粒结构，略微紧实，非常湿，手指尖搓捻砂质感明显，未见底。根据第二处耕地人工剖面图7c)调查结果可知，洛阳铲调查（位于人工剖面标尺位置）与其有良好的对应性。

根据调查结果可知，洛阳铲调查与人工剖面在土壤垂直分层及描述上有良好的对应性，且洛阳铲相对更加便捷、人力物力成本较低，适宜于大面积开展相关调查工作。



a) 洛阳铲调查 b) 土芯内部结构 c) 人工剖面

图7 耕地洛阳铲与人工剖面结果对比

4 结果分析

4.1 调查结果综合分析

通过洛阳铲工作手段获得2m以浅地表基质调查数据,查清工作区的地表基质土+土或土+砂的垂向结构特征,地表基质主要成因类型是冲洪积、湖积、风积、残坡积等,成土母质类型主要为残积型粗骨土、冲积型粗砂、风积型黄土、风积型砂土以及洪积型粗砾。

调查区域的地表基质层中的黑色或者灰黑色腐殖层(0~20cm)与农业密切相关,尤其是性状好、肥力高的黑土,其中的土壤中矿物和有机质颗粒物质是支撑和孕育覆盖层自然资源和生态系统的基础物质,易于形成团粒结构,提升土壤保水保肥能力,有利于植物生长^[8]。

4.2 洛阳铲调查优势

①洛阳铲基于人力旋进挖掘,保障挖孔的垂直度和进尺,可以达到人工剖面效果,且对生态环境无不良影响。

②对地表破坏性小,占地面积小,不受地形限制,人员可在耕作田垄空间内开展作业,基本不会对农作物生长造

成影响。洛阳铲各组件均可快速装卸,方便携带转场。

③需要人工少,3人配合即可完成挖掘和采样工作。

④安全风险小,在山地、丘陵、平原等地区,地质不安全因素较多,如采用人工开挖效率低、风险大。黑土地地区多为黏性土壤且水位较低,人工剖面在施工效率低下且人力物力投入较大。

5 结语

洛阳铲作为一种便携、易用的钻探工具,具有实用性强、施工效率高、环保节能等优势,是地表基质调查中的重要组成部分,能够查明浅层地表的分布情况,根据不同的地表基质特征与地形、地貌、土地利用类型、人类活动等因素的相关性进行统计分析。在黑土地地表基质调查中,洛阳铲调查发挥重要作用,得到的钻孔数据能够达到与人工剖面相同的探测效果,有着安全适用、经济合理、易于操作等特点,拥有广阔的前景。

参考文献

- [1] 全世文.中国粮食安全战略及其转型[J].华南师范大学学报(社会科学版),2022(3):112-121+207.
- [2] 白焯.东北黑土地的危机与拯救[J].生态经济,2021,37(1):9-12.
- [3] 韩晓增,李娜.中国东北黑土地研究进展与展望[J].地理科学,2018,38(7):1032-1041.
- [4] 姚东恒,党昱譔,孔祥斌.中国黑土地调查监测现状思考[J].中国土地,2021(4):28-31.
- [5] 孟昭连.圆凿·圆刃·铁锥筒:关于“洛阳铲”发明的质疑[J].人文杂志,2020,3(1):154-172.
- [6] 刘春梅,张之一.中国东北地区黑土分布范围和面积的探讨[J].黑龙江农业科学,2006(2):23-25.
- [7] 魏丹,匡恩俊,迟凤琴,等.东北黑土资源现状与保护策略[J].黑龙江农业科学,2016,16(1):158-161.
- [8] 侯红星,葛良胜,孙肖.地表基质在中国黑土地资源调查评价中的应用探讨——基于黑龙江宝清地区地表基质调查[J].自然资源学报,2022,37(9):2264-2276.