

# 黑土地地表基质层调查工作进展与成果

周业泽, 秦天, 孙永辉, 陈宏达

中国地质调查局廊坊自然资源综合调查中心, 河北 廊坊

收稿日期: 2022年5月30日; 录用日期: 2022年6月29日; 发布日期: 2022年7月6日

## 摘要

自然资源是自然界赋予的、可直接或间接用于满足人类需要的资源, 地表基质层则是自然资源的重要组成部分, 其自然资源属性决定地表基质调查是自然资源调查监测体系中的重要内容。地表基质层调查作为一项多学科综合性调查项目, 融合地质学、环境学、生态学、土壤学等学科优势, 对“加快建立自然资源统一调查、评价、监测制度”的总体要求, 全面贯彻落实生态文明建设具有重大意义。本文从地表基质层基本概念、调查意义、调查内容等角度出发, 结合目前我国黑土地现状, 阐明黑土地地表基质层调查的迫切需求以及对黑土地保护作出的贡献, 旨在向社会普及地表基质层调查工作内容, 广泛增强群众保护自然资源的意识。

## 关键词

地表基质, 自然资源, 黑土地, 土地保护

# Progress and Achievements of the Ground Substrate Layer Survey in Black Soil

Yeze Zhou, Tian Qin, Yonghui Sun, Hongda Chen

Langfang Natural Resources Comprehensive Survey Center, China Geological Survey, Langfang Hebei

Received: May 30<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jun. 29<sup>th</sup>, 2022; published: Jul. 6<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Natural resources are resources endowed by nature that can be directly or indirectly used to meet human needs, while the ground substrate layer is an important part of natural resources. Its natural resources attributes determine that the ground substrate layer survey is an important content in the natural resources survey and monitoring system. As a multi-disciplinary comprehensive investigation project, surface substrate investigation integrates the advantages of geology, environmental science, ecology and soil science, and is of great significance to meet the overall re-

quirements of “accelerating the establishment of a unified investigation, evaluation and monitoring system of natural resources” and fully implement the construction of ecological civilization. This paper from the basic concept of ground substrate layer, investigation, survey content, combined with the current situation of black soil in China, clarifies the urgent needs of black soil ground substrate layer survey and to the contribution of black land protection, aims to popularize the ground substrate layer survey content, enhance the consciousness of the masses to protect natural resources.

## Keywords

Ground Substrate Layer, Natural Resources, Black Soil, Soil Protection

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

自然资源是地球赐予人类最基本的生产要素之一，地区或国家想要可持续发展经济，必须依赖自然资源，因此其重要性无可替代。自然资源可定义为三种，一是不可再生资源，如各种金属和非金属矿物、化石燃料等，需要经过悠久的地质年代才能形成；二是可再生资源，指生物、水、土地资源等，能在较短时间内再生产出来或循环再现；三是取之不尽的资源，如风力、太阳能等，能够无限产生的能源。当前由于人类社会、经济的快速发展，可再生与不可再生资源正在被急剧消耗。因此，自然资源管理与监测是保护自然资源不被损耗殆尽的重要手段，自然资源管理与监测涉及人类生活的各个方面，如生态、环境和社会等，如何科学合理地进行管理监测是人们可持续发展的重点。党的十六大提出，国家要重视生态文明建设，提倡建立生态理念。在十九大报告中，习近平总书记提出，自然资源管理是建设生态文明和美丽中国的重要手段。按照党的十九届四中全会明确的“加快建立自然资源统一调查、评价、监测制度”的总体要求，为履行“统一行使全民所有自然资源资产所有者职责、统一行使有国土空间用途管制和生态保护修复职责”的核心职责和主要工作，2020年1月18日，自然资源部发布了《自然资源调查监测体系构建总体方案》[1] (以下简称《总体方案》)，作为开展全国地表基质调查工作的指引和基础。

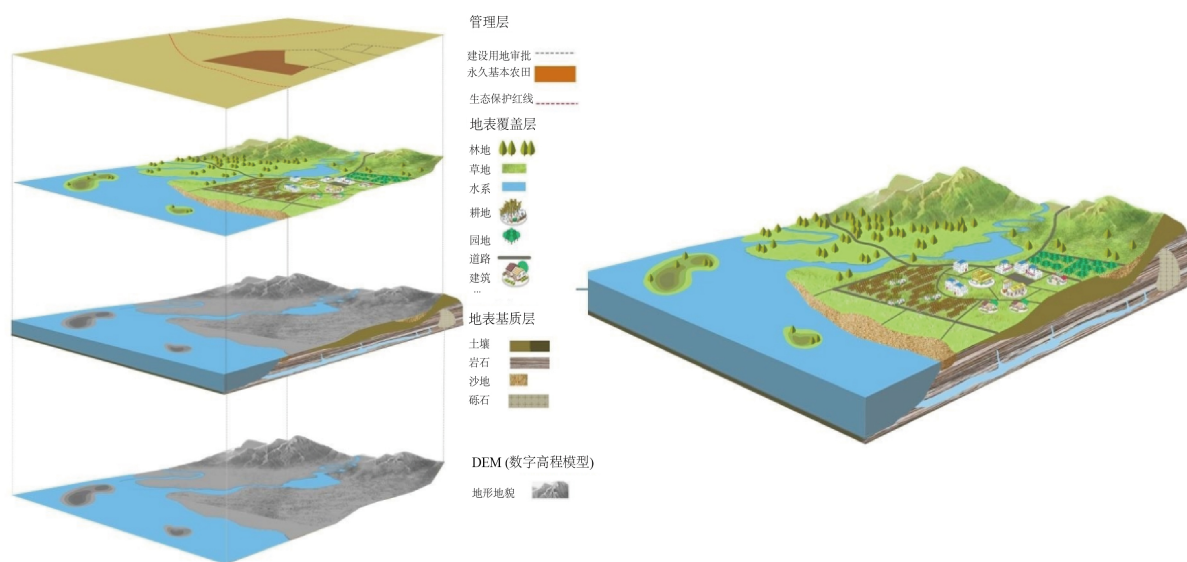
## 2. 地表基质概况

地表基质调查是针对地表基质层开展的综合性调查工作[2]。指运用地球系统科学理论和现代技术方法手段，全面、系统、准确查明工作区内地表基质类型、空间结构、物质组成、理化性质、地表景观及生态属性，掌握地表基质层时空分布、数量质量、利用状况和动态变化；建设数据库，构建科学评价模型；研究地表基质与其他自然资源相互关系和支撑孕育机理，评价地表基质基本状态、预测变化发展趋势、评估支撑孕育潜力和碳储碳汇能力。

### 2.1. 地表基质层概念

2020年1月18日，自然资源部印发的《总体方案》中提出了“地表基质层”的概念。这是自然资源调查监测体系建设中的一个创新概念。根据自然资源产生、发育、演化和利用的全过程，以立体空间位置作为组织和联系所有自然资源体的基本纽带，将自然资源自下至上分为了三个层位(图1)：地表基质层，地表覆盖层，资源管理层。地表基质层作为自然资源分层中的第一层，对建立自然资源统一调查、

评价、监测制度，健全自然资源监管体制至关重要，地表基质层调查工程也由此应运而生。2020年12月22日，自然资源部办公厅发布了《地表基质分类方案(试行)》[3](以下简称《分类方案》)，将地表基质概念定义为“当前出露于地球陆域地表浅部或水域水体底部，主要由天然物质经自然作用形成，正在或可以孕育和支撑森林、草原、水等各类自然资源的基础物质”。对此，在充分参考地质学、地理学、土壤学、农学和生态学等国际、国内现行的分类标准并结合自然资源调查监测工作实际的基础上，提出了地表基质的概念及分类标准[4]。



**Figure 1.** Spatial organization structure of natural resources data (Overall plan for the construction of natural resources survey and monitoring system 2020)

**图 1.** 自然资源数据空间组织结构图(《自然资源调查监测体系构建总体方案》2020)

## 2.2. 地表基质层调查意义

地表基质层是联接地下和地上资源(物质)的纽带，是地球关键带的重要组成部分[5]。地表基质的自然资源属性及其在自然资源分层分类模型中的位置，决定了地表基质调查是自然资源调查监测体系中不可或缺的重要内容[2]。开展地表基质层调查是构建完整统一的自然资源立体综合调查监测体系重要组成部分，地表基质调查数据与成果能够为自然资源统一管理、国土空间综合利用提供有效支撑，地表基质层调查能够对地球系统科学理论进行全面探索，因此，地表基质层调查在国土空间规划、生态环境保护 and 科学前沿探索等方面意义重大。

## 2.3. 地表基质调查服务方向

实施地表基质调查主要服务国家黑土地保护工程、粮食安全战略和“山水林田湖草沙冰”等自然资源科学合理规划布局，支撑国家耕地保护、生态保护修复和“双碳”目标顺利实现，解决地表基质利用方式(土地利用方式)不符合自然地理空间格局，可利用土质地表基质数量不足(耕地后备资源不足)，地表基质表层系统生态退化(如黑土地表层黑土“变薄”、“变瘦”、“变硬”等问题)，地表土质等资源侵蚀、流失、污染等资源环境问题。其主要应用服务方向如下：1) 支撑自然管理和科学规划合理布局。2) 支撑国土空间规划和用途管制。3) 服务耕地保护和基本农田建设。4) 服务国土整治和生态保护修复。5) 助力“双碳”行动。6) 服务地表基质学科建设。

### 2.4. 地表基质层调查层位划分

地表基质调查是针对地表基质层开展的综合性调查工作，主要运用土壤学、地质学、生态学、水文学等学科理论和遥感、钻探、地球物理、化学等调查手段，全面、系统、准确查明区域内地表基质类型、空间结构、物质组成、理化性质等特征，从而根据不同地表基质特征对国土空间规划、生态环境保护、达成“双碳”目标等提供可行性建议。

根据地表基质不同层位服务功能，将地表基质层由上至下划分为4层(图2)：1) 地表覆盖层：地表覆盖了许多自然资源，山水林田湖草等都是地表上的主要自然资源，该层位是与人类活动产生联系最紧密的层位，其主要服务功能是根据地表覆盖不同自然资源类型，对土地利用类型进行科学划分，如水土流失严重地区应植树造林，土地肥沃地区应进行农作耕种等。2) 生物活动层：地表10 m以浅，该层主要为土壤中的植物根系、动物、微生物活动的层位，因此是物理、化学、生物因子最活跃的层位，也是最能体现土地质量的层位，根据该层位不同结构特征，可预测土壤质量变化趋势，进行土地质量评价，从而提前对其作出预防保护措施，以防水土流失、地质灾害等情况发生。3) 生态支撑层：10~30 m，地表基质调查的重要层位，是地质大循环与生物小循环的连接层位。该层位向上直接影响土壤形成过程和土壤类型，间接影响地面生态环境的发展，向下则承接地下基岩，是进行水循环、物质循环的主要层位。4) 空间利用层：30~50 m，支撑地下空间利用带的地表基质层，主要地表基质类型为岩石。该层具有特殊的空间资源属性，主要包括石材、矿产、地下水等重要自然资源，是自然资源的重要储备层位，厘清该层位地表基质特征，能够为地下空间利用、战略资源储备等提供有效助力。



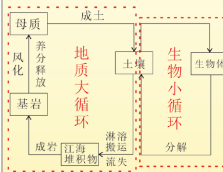
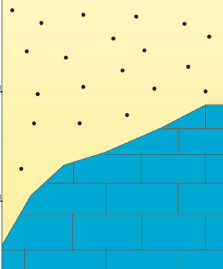
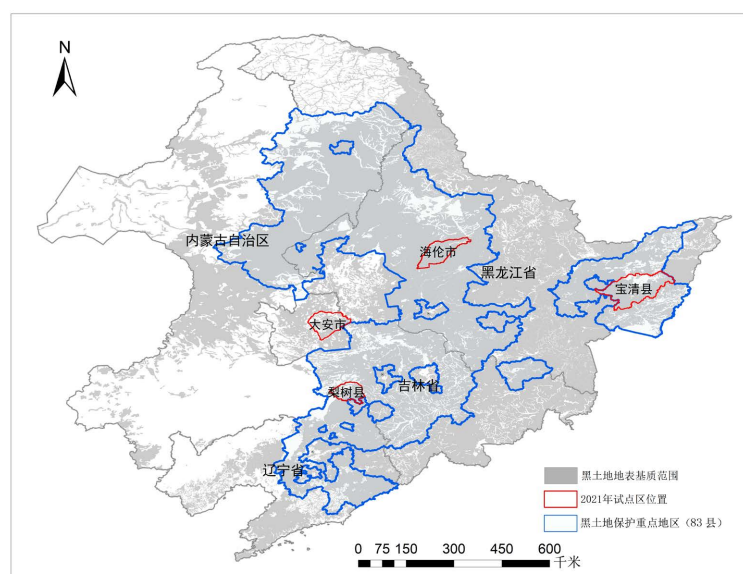
层位	地表基质类型	垂向结构模式图	深度(m)	地表基质特征及调查内容
地表覆盖层			0	地表覆盖层是地表基质层支撑孕育的层位，主要对其覆盖内容进行调查。主要包括地形地貌特征、土地利用类型、植被种类、植被覆盖率、水体、污染物等特征。根据覆盖层特征对地表基质层调查深度进行调整。
生物活动层	壤土 黏土 砂土		10	生物活动层深度在地表10m以浅，是最直接体现土壤质量优劣的层位。该层主要为土壤中的植物根系、动物、微生物活动的层位，因此是物理、化学、生物因子最活跃的层位，常伴有淋溶淀积现象。主要调查内容为黑土厚度、土壤物理化学特征、植物生长所需元素、土壤障碍、污染等。
生态支撑层	土质 泥质 沙砾		30	生态支撑层是黑土地表基质调查的重要层位，是地质大循环与生物小循环的连接层位。调查深度为10~30m。该层位向上影响土壤的形成过程，间接影响地面生态环境的发展，向下则承接地下基岩，是进行水循环、物质循环的主要层位。主要调查内容为成土母质种类、矿物组成、化学组成等特征。
空间利用层	岩浆岩 沉积岩		50	支撑地下空间利用带的地表基质层调查深度为30~50m。该层具有特殊的空间资源属性，可作为黑土地表基质形成演化研究过程研究层位，通过收集区域地质资料，采集钻孔样品测试形成年代、孢粉分析、化学组成、矿物特征，对还原古环境气候特征、研究黑土地形成演化具有重要意义。

Figure 2. Vertical structure pattern of the ground substrate layer  
图2. 地表基质垂向结构模式图

### 3. 黑土地地表基质层调查

2021年4月26日,自然资源部自然资源调查监测司在京组织召开部署会,启动黑土地地表基质调查试点。在东北黑土地典型地区开展地表基质调查试点,是自然资源部落实党中央、国务院关于实施黑土地保护工程决策部署,促进黑土地数量、质量、生态“三位一体”保护的一项基础性调查工作。

试点工作由自然资源部组织实施,中国地质调查局、吉林省自然资源厅开展具体调查工作。其中,中国地质调查局自然资源综合调查指挥中心承担辽河平原的吉林省梨树地区、松嫩平原的黑龙江省海伦地区、三江平原的黑龙江省宝清县中北部地区3个区域的试点调查任务,吉林省大安市自然资源局承担大安地区试点调查任务(图3)。自然资源部国土整治中心参与调查试点数据的集成与综合分析。中国农业大学(自然资源部农用地质量与监控重点实验室)负责调查试点的技术支持和跟踪指导,配合开展专题分析研究及相关调查工作。截止至今,黑土地地表基质层调查已对梨树地区[6]、海伦地区、宝清县中北部地区3个区域共18,168平方千米完成试点调查任务,预计于2023年底完成整个东北地区422,334平方千米黑土地地表基质层调查工作。



**Figure 3.** Distribution of the ground substrate layer survey in black soil (Report of the ground substrate layer survey in black soil in northeast of China 2022)

**图3.** 黑土地地表基质调查试点区分布示意图(《东北黑土地地表基质试点工作报告》2022)

#### 3.1. 黑土地地表基质层调查意义

我国东北地区是世界四大黑土区之一,是我国重要的粮食主产区和最优质的商品粮生产基地,东北之所以能够成为我国的“北大仓”,主要由于独有的地形以及地理位置条件,东北拥有温带大陆性气候以及温带季风性气候等湿润型气候,受这样湿热的气候影响,东北的夏季雨水十分充沛,也因此东北的土壤之上,覆盖了一层厚厚的草本植物,随着时间的渐渐推移,这些植物逐渐腐烂,被这些植物所覆盖的土壤,渐渐吸收了这些腐烂的植物,由此不断的增加自身的肥力,渐渐演变成了现在我们耳熟能详的黑土,我国的黑土面积占到整个东北耕种面积的三分之一,东北黑土面积与利用在保障我国的粮食安全上有着极其重要的作用,但由于长期高强度的开发利用,东北黑土地面临着土层“变薄”、肥力“变瘦”、土壤“变硬”等退化情况。该项试点工作将在已有国土调查、地质调查、土壤调查等成果基础上,围绕

黑土地支撑粮食生产、生态保护和碳储碳汇等重大需求, 聚焦黑土地退化问题, 开展面向数量、质量、生态“三位一体”综合调查, 掌握试点区黑土地地表基质基本类型、形态规模、空间结构和地质景观等本底特征, 基本查明不同类型地表基质理化性质、生物孕育、利用情况和耕作模式等状况, 深化研究黑土地系统形成演化、耦合互馈和固碳能力等机制机理[7]。

黑土地地表基质调查试点工作, 注重对已有分类标准和规范的衔接、集成、利用和创新, 探索形成科学的地表基质细化分类和调查要素指标体系; 充分利用已有调查成果和成熟的技术手段, 探索形成科学、简明、可操作的技术方法与组织模式; 在准确摸清黑土地地表基质现状的基础上, 探索形成支撑黑土地保护管理、耕地后备资源开发、国土整治、生态保护修复、固碳潜力提升等方面的分析、评价和预测成果, 全面服务国家黑土地保护决策部署[8]。

### 3.2. 黑土地地表基质层调查成果

1) 以试点成果为基础, 基本形成地表基质调查标准规范、内容指标、方法技术、质量控制、数据处理、成果集成、应用服务等业务体系和工作部署、经费预算、管理制度、组织实施等工作模式, 为全面开展地表基质调查做了扎实准备。

2) 基本掌握了试点区黑土地地表基质本底特征、健康状况、“三变”情况及变化规律、影响因素、作用机理和发展趋势, 并就地表基质资源开发利用、黑土地保护和生态修复等提出了对策建议。

3) 地表基质调查特色分析, 一是全面、立体式调查, 无缝覆盖国土全域。地表基质主要查清地球表层一定深度范围内岩、砾、砂、土、泥等基质的数量、质量、结构、生态等指标, 形成无缝覆盖地球表面的地表基质本底性状“一张图”。

二是调查不同基质的相互关系和演替规律。在查明不同类型的表基质历史和现状的基础上, 还要调查各类基质的发生发展过程、相互作用关系和演替规律、与地表覆盖物的支撑孕育关系等。三是调查成果能够提供综合性服务。地表基质调查形成一套综合性指标数据, 自然资源管理、地表基质利用、国土空间规划以及生态保护修复等数据[9]。

## 4. 结论与展望

地表基质层调查工程作为一项多学科综合性自然资源调查工作, 其目的是以地球系统科学理论为指导, 从地质、土壤、水文、生态环境等方面调查地表基质层对地表耕地、森林、草原等各类自然资源的作用和影响。本文从地表基质层基本概念、调查意义、调查内容等角度出发, 阐明了地表基质层调查主要应用服务方向, 提出进行黑土地地表基质层调查的迫切需求并对当前黑土地地表基质调查成果进行总结。

尽管地表基质对于地表人类活动、自然资源的生长发育等至关重要, 但由于其概念提出时间较晚, 人们对于它的了解还远远不足。要想充分理解地表基质这个蕴含多种复杂机理的概念, 需要将水文学、地质学、土壤学、生物学、生态学、地貌学等学科相互融合、共同发展, 地表基质调查正能够将上述学科内容通过实践运用在实际工作中。我们相信, 通过地表基质调查工程全体工作人员对地表基质的不断探索、总结、创新, 定能为自然资源综合管理、国土空间规划提供有力的支撑, 为地球科学系统理论研究作出进一步延伸。

## 参考文献

- [1] 自然资源部. 自然资源部关于印发《自然资源调查监测体系构建总体方案》的通知[Z]. 2020-01-17.
- [2] 葛良胜, 杨贵才. 自然资源调查监测工作新领域: 地表基质调查[J]. 中国国土资源经济, 2020(9): 4-11.

- 
- [3] 自然资源部. 自然资源部办公厅印发《地表基质分类方案(试行)》的通知[Z]. 2020-12-22.
- [4] 侯红星, 张蜀冀, 鲁敏, 等. 自然资源地表基质层调查技术方法新经验: 以保定地区地表基质层调查为例[J]. 西北地质, 2021, 54(3): 277-288.
- [5] 安培浚, 张志强, 王立伟. 地球关键带的研究进展[J]. 地球科学进展, 2016, 31(12): 1228-1234.
- [6] 秦天, 李瑞红, 孙肖, 等. 辽河平原梨树地区黑土地地表基质层试点调查 2021 年实施方案[R]. 廊坊: 中国地质调查局廊坊自然资源综合调查中心, 2021.
- [7] 朱永官, 李刚, 张甘霖, 等. 土壤安全: 从地球关键带到生态系统服务[J]. 地理学报, 2015, 70(12): 1859-1869.
- [8] 杨建锋, 张翠光. 地球关键带: 地质环境研究的新框架[J]. 水文地质工程地质, 2014, 41(3): 98-110.
- [9] 侯红星. 东北黑土地地表基质试点工作报告[R]. 廊坊: 中国地质调查局廊坊自然资源综合调查中心, 2022.