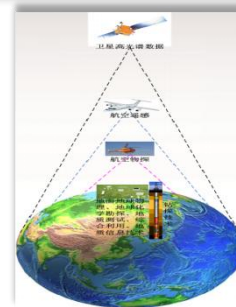


Land Resources Evolution Mechanism and Sustainable Use in Global Black Soil Critical Zone

IGCP 665 项目2023年度进展报告



戴慧敏 刘凯

中国地质调查局沈阳地质调查中心
自然资源部/辽宁省黑土地演化与生态效应重点实验室
中国地质调查黑土地地球系统科学研究中心
2023年12月18日

汇报提纲

1 项目概况

2 主要进展

3 下一步计划

1. 项目概况



1.1 项目背景

□ 2017年8月，中国地质调查局沈阳中心发起并组织了“全球黑土地关键带生态地质调查”（BASGES）项目，基于国际黑土地协会（IBSS）组建了一支国际研究团队，研究全球黑土的相关问题。该项目共涉及来自11个国家的19个国际机构，其中包括IUGS、俄罗斯科学院、加拿大农业部以及美国地调局等。

 Innovation, Science and Economic Development Canada / Innovation, Sciences et Développement économique Canada / Corporations Canada

Certificate of Incorporation **Certificat de constitution**
Canada Not-for-profit Corporations Act *Loi canadienne sur les organisations à but non lucratif*

International Black Soil Society
Corporate name / Dénomination de l'organisation

1050611-7
Corporation number / Numéro de l'organisation

I HEREBY CERTIFY that the above-named corporation, the articles of incorporation of which are attached, is incorporated under the *Canada Not-for-profit Corporations Act*.

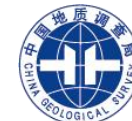
JE CERTIFIE que l'organisation susmentionnée, dont les statuts constitutifs sont joints, est constituée en vertu de la *Loi canadienne sur les organisations à but non lucratif*.


Virginie Ethier
Director / Directeur
2017-11-22
Date of Incorporation (YYYY-MM-DD)
Date de constitution (AAAA-MM-JJ)



1.1 项目背景

□ BASGES旨在通过“多领域”调查，基于“多学科”研究，利用“多种技术”来探究黑土的形成和演化、现状以及可持续利用的方向。该项目将建立一个以遥感、地球化学和关键带观测站为主要手段的观测系统，全面了解黑土关键带及其与全球变化的相互影响。项目的成果包括数据和观测站将对公众开放，供教育和研究目的使用。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

Initiative on Global Black Soil Critical Zone Geo-Ecological Survey (Shenyang Declaration)

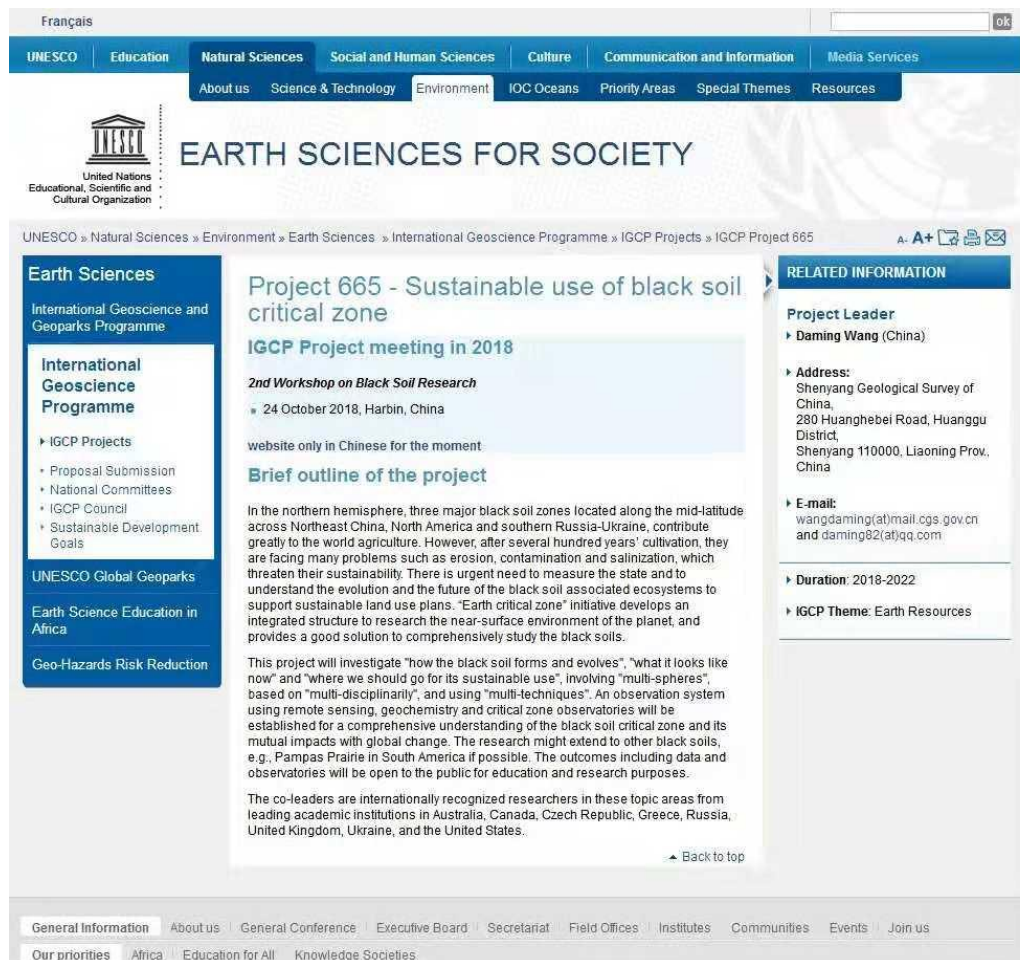


Proposed by:

Handwritten signatures of the project proposers, including names like Li Zhizhong, Li Jingchun, Tom Yell, and others.

12th December 2017

1.1 项目背景



The screenshot shows the UNESCO website page for Project 665. The main heading is "EARTH SCIENCES FOR SOCIETY". The page title is "Project 665 - Sustainable use of black soil critical zone". The sub-heading is "IGCP Project meeting in 2018". The main content area includes a "Brief outline of the project" section, which states: "In the northern hemisphere, three major black soil zones located along the mid-latitude across Northeast China, North America and southern Russia-Ukraine, contribute greatly to the world agriculture. However, after several hundred years' cultivation, they are facing many problems such as erosion, contamination and salinization, which threaten their sustainability. There is urgent need to measure the state and to understand the evolution and the future of the black soil associated ecosystems to support sustainable land use plans. 'Earth critical zone' initiative develops an integrated structure to research the near-surface environment of the planet, and provides a good solution to comprehensively study the black soils." The page also includes a "RELATED INFORMATION" sidebar with details about the Project Leader (Daming Wang), Address (Shenyang Geological Survey of China), E-mail, Duration (2018-2022), and IGCP Theme (Earth Resources).

2018年申请IGCP665项目

- ✓ “Land Resources Evolution Mechanism and Sustainable Use in Global Black Soil Critical Zone”
- ✓ 2018年2月23日
- ✓ 地球资源专题

Earth Resources Project

[IGCP 665: Land resource evolution mechanism and its sustainable use in global black soil critical zone](#)



Due to many centuries of agricultural use, essential black soils have deteriorated due to erosion, contamination and salinization, and degradation, threatening their continued use for agriculture. This project focuses on the study of black soils of the global critical zone across Northeast China, North America, and southern Russia-Ukraine, which contribute significantly to global agricultural productivity.

Experts from all over the world will collaborate through this project, using remote sensing and geochemical processes and methods, to make significant advances in our understanding of the causes of soil degradation and devise methods for soil conservation.



1.2 项目概况

技术方法

- 1.多尺度遥感调查监测
- 2.光谱库建设
- 3.多尺度地球化学调查
- 4.监测网络建设

科学研究

- 5.黑土地关键带建模
- 6. 碳循环
- 7.微量元素循环

平台建设

- 8.共享平台建设

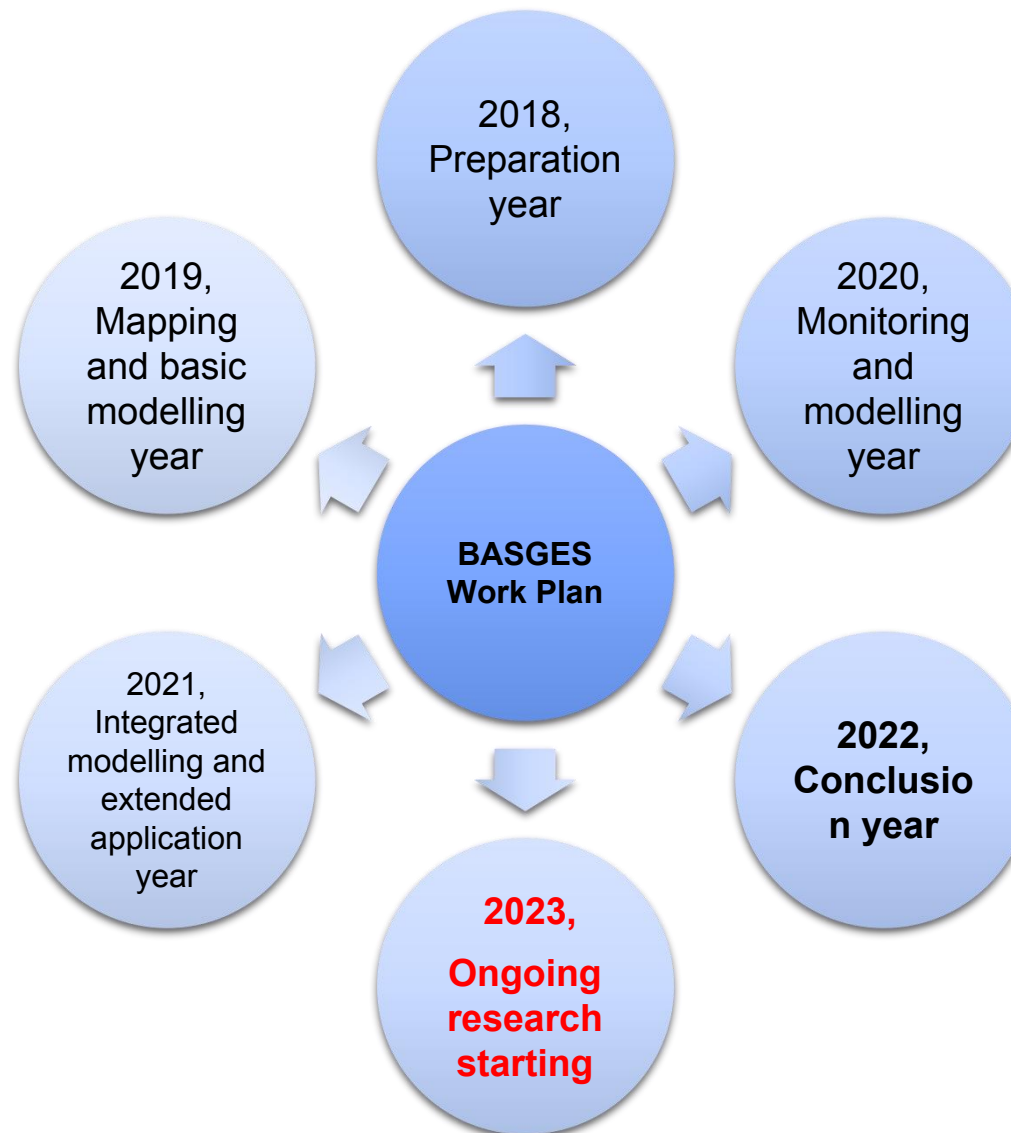




1.2 项目概况

项目进度安排

项目周期为2018-2022年，因疫情延期一年，本年度结题。



2. 主要进展



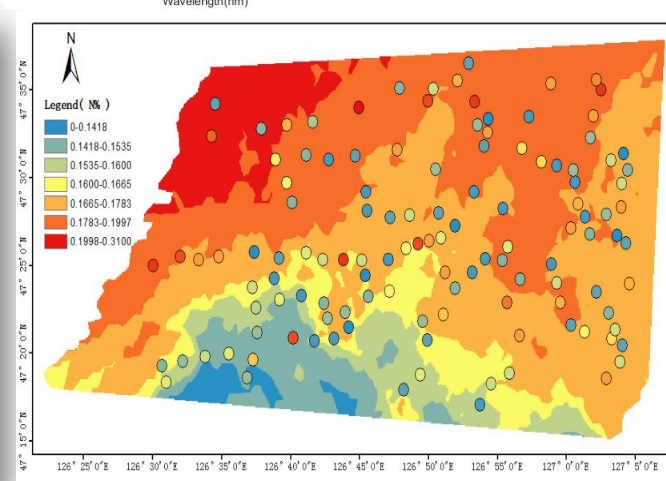
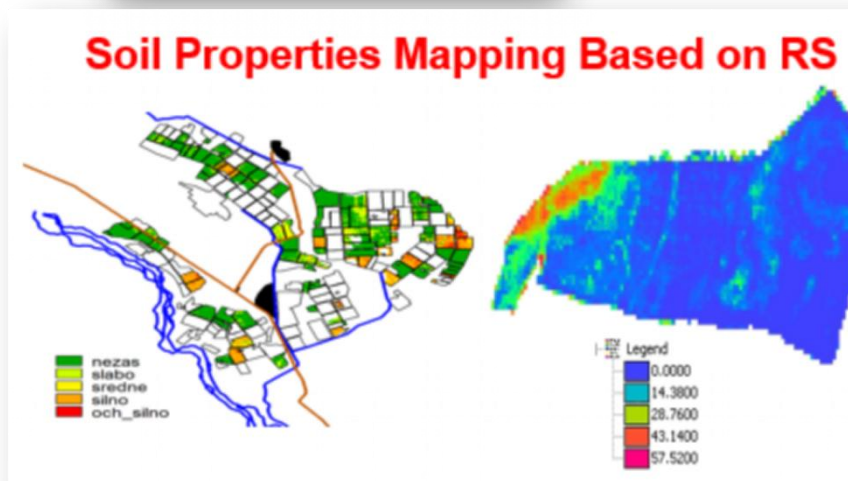
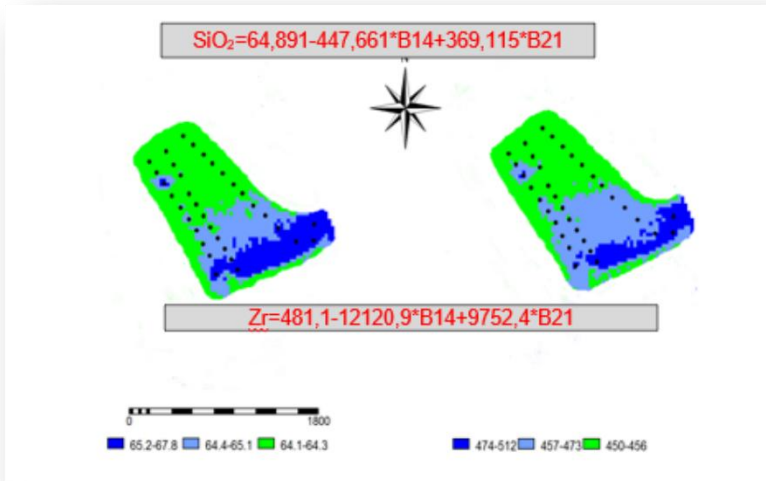
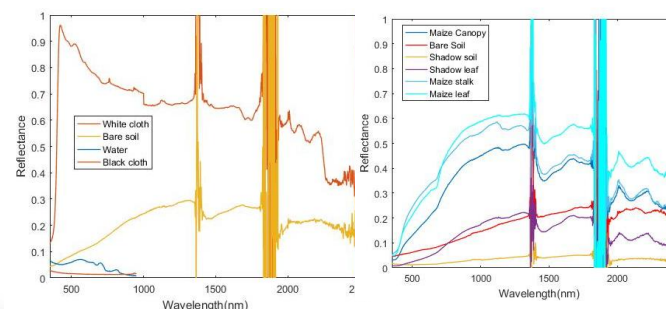
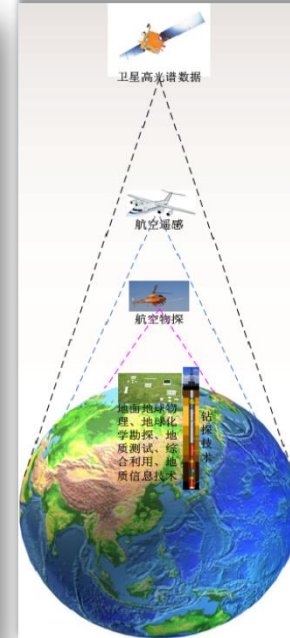
2.1 建立天空地一体化遥感监测体系



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

依托黑龙江省松嫩平原及三江平原多个重点示范区（海伦、拜泉、三江），同步收集和采集了卫星遥感、高分卫星、航空高光谱数据，开展了天-空-地联动数据处理与信息提取，运用于不同尺度黑土地资源利用、质量变化评价与监测，建立黑土地天-空-地一体化技术方法，编写黑土地天-空-地一体化调查监测操作手册。

与吉林大学合作



2.2 全球黑土地数据库建设与分析



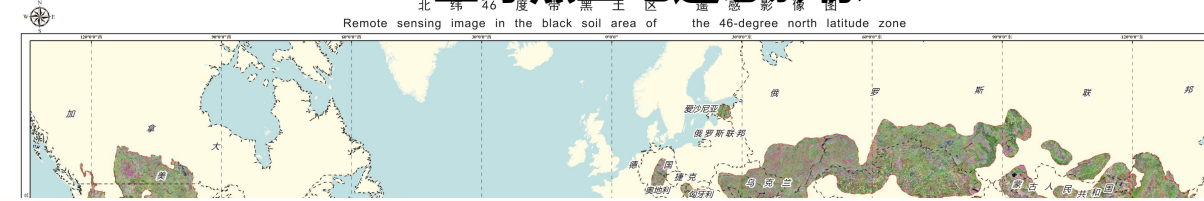
中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

收集整理全球黑土区地理、地质、遥感等数据，形成全球黑土地数据库，编制《全球及典型地区黑土地关键带地质生态图集》。

对全球黑土地耕地动态变化及驱动力进行了分析，从而对我国东北黑土地可持续利用提供参考信息。

■ 黑土地关键带地质生态图集

全球黑土地遥感影像



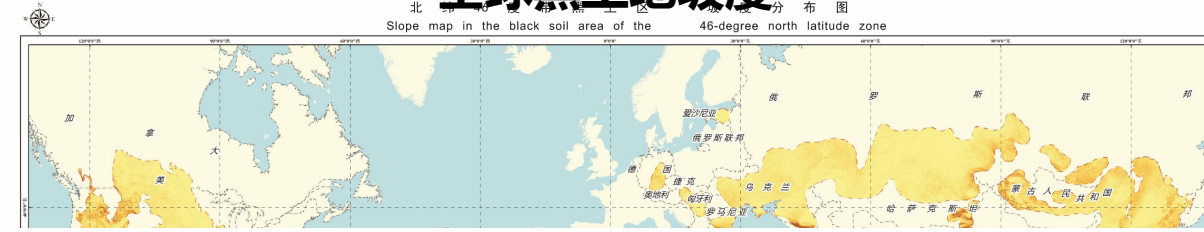
全球黑土地遥感影像采用WGS84坐标系三参数等角圆锥投影，采用Lambert正等角圆锥投影彩色合成，图中绿色、棕色、白色分别反映耕地、森林、非农业用地。绿色总体反映耕地，棕色总体反映森林，白色总体反映非农业用地。

The remote sensing image of the black soil region in the world is projected by Lambert Conformal Conic and synthesized by pseudocolor of Landsat 8 satellite data in 741 band. In the map, the green and

全球尺度

■ 黑土地关键带地质生态图集

全球黑土地坡度



全球黑土地总体坡度较缓，平均坡度1.57度。其中，中国黑土地区坡度较缓，平均坡度1.57度。俄罗斯黑土地区坡度较陡，平均坡度2.12度。乌克兰黑土地区坡度较陡，平均坡度2.12度。黑土地区坡度总体呈低中高的趋势，坡度在2度以下，坡度在2度以上者，总体呈下降趋势。

The overall slope of the global black soil region is relatively slow, with an average gradient of 1.57 degrees. Among them, the slope of black soil region in Northeast China shows a trend of low in the middle and high around, the slope of black soil region in Ukraine-Russia is low, generally lower than 2 degrees; the slope of the black

全球尺度

■ 黑土地关键带地质生态图集

全球黑土地有机质含量



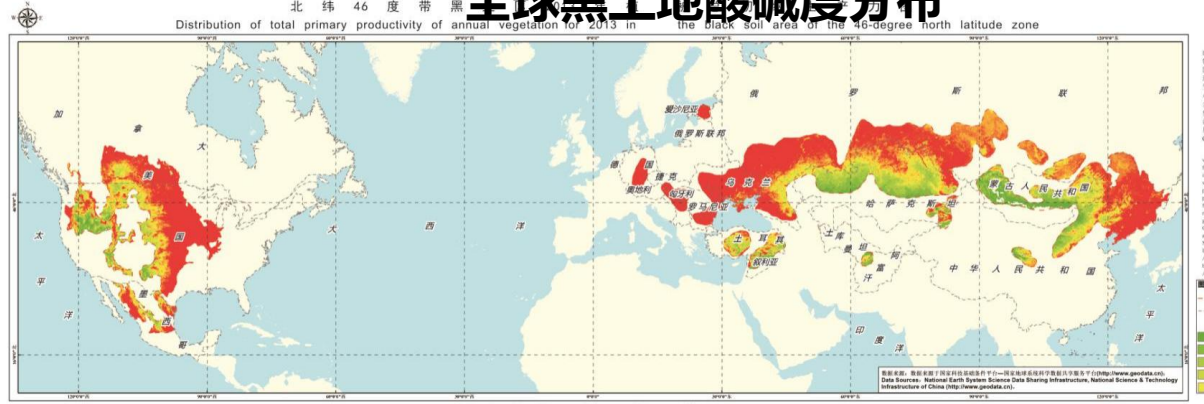
2010年黑土地有机质含量分布图显示，全球黑土地有机质含量分布不均，其中，中国黑土地有机质含量较高，平均有机质含量大于2.82 g/kg。俄罗斯黑土地有机质含量较低，平均有机质含量小于2.82 g/kg。乌克兰黑土地有机质含量中等，平均有机质含量在2.82 g/kg左右。黑土地有机质含量总体呈低中高的趋势，有机质含量在2.82 g/kg以下者，总体呈下降趋势。

In 2010, forest land and water occupied 45%, which about 87.7% of the black soil region showed organic matter content, the organic matter content in the black soil region in Northeast China was higher, the average organic matter content was greater than 2.82 g/kg. The organic matter content in Ukraine-Russia was lower, the average organic matter content was less than 2.82 g/kg. The organic matter content in Ukraine-Russia was moderate, the average organic matter content was around 2.82 g/kg. The organic matter content of black soil region generally shows a trend of low in the middle and high around, the organic matter content below 2.82 g/kg, generally shows a downward trend.

全球尺度

■ 黑土地关键带地质生态图集

全球黑土地酸碱度分布



根据全球总初级生产力分布图显示，全球黑土地总初级生产力分布不均，其中，中国黑土地总初级生产力较高，平均总初级生产力大于1.52 g C/m²。俄罗斯黑土地总初级生产力较低，平均总初级生产力小于1.52 g C/m²。乌克兰黑土地总初级生产力中等，平均总初级生产力在1.52 g C/m²左右。黑土地总初级生产力总体呈低中高的趋势，总初级生产力在1.52 g C/m²以下者，总体呈下降趋势。

The total primary productivity of vegetation in the black soil region of the world shows a trend of low in the middle and high around, the total primary productivity in Northeast China is higher, the average total primary productivity is greater than 1.52 g C/m². The total primary productivity in Ukraine-Russia is lower, the average total primary productivity is less than 1.52 g C/m². The total primary productivity in Ukraine-Russia is moderate, the average total primary productivity is around 1.52 g C/m². The total primary productivity of black soil region generally shows a trend of low in the middle and high around, the total primary productivity below 1.52 g C/m², generally shows a downward trend.

全球尺度

全球及典型地区黑土地关键带地质生态图集
—基础示范分册

中国地质调查局沈阳地质调查中心

2.2 全球黑土地数据库建设与分析

收集整理全球黑土区地理、地质、遥感等数据，形成全球黑土地数据库，编制《全球及典型地区黑土地关键带地质生态图集》。

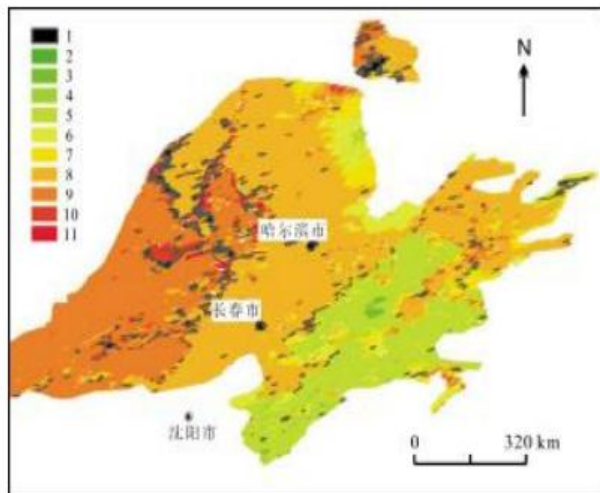
对全球黑土地耕地动态变化及驱动力进行了分析，从而对我国东北黑土地可持续利用提供参考信息。

表 3 耕地变化的 logistic 回归模型相关系数

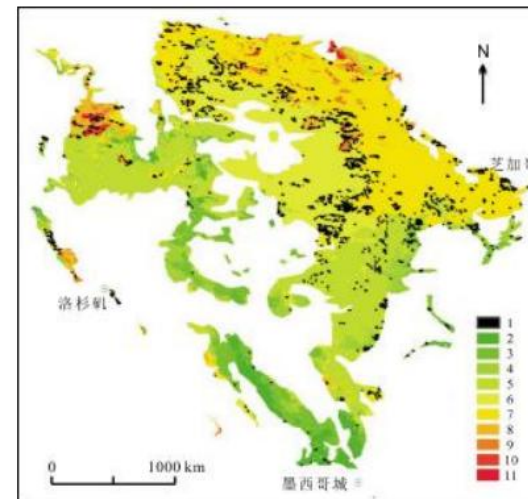
Table 3 Parameters of logistic regression model for cultivated land change

时间段	解释变量	回归系数	标准误差	Wald 统计量	显著性水平(p 值)	发生比率(OR)	预测精度/%
2005—2010	到最近道路距离	0.011	0.002	39.331	0.000	1.011	66.59
	降水	1.750	0.329	28.298	0.000	5.757	
	DEM	0.848	0.181	21.955	0.000	2.335	
	温度	0.024	0.011	5.278	0.022	1.025	
	坡度Ⅲ	-1.311	0.577	5.163	0.023	0.27	
2010—2015	截距	-1.206	0.574	4.410	0.036	0.299	58.06
	到最近河流距离	-0.014	0.003	23.603	0.000	0.986	
	DEM	-0.400	0.188	4.514	0.034	0.670	
2015—2019	截距	0.701	0.763	0.846	0.358	2.017	62.02
	温度	0.174	0.036	23.218	0.000	1.190	
	到最近道路距离	0.021	0.005	20.300	0.000	1.022	
	截距	-3.270	1.758	3.461	0.063	0.038	

耕地变化原因回归分析



2005-2019年中国黑土区耕地转入预测结果



2005-2019年北美黑土区耕地转入预测结果

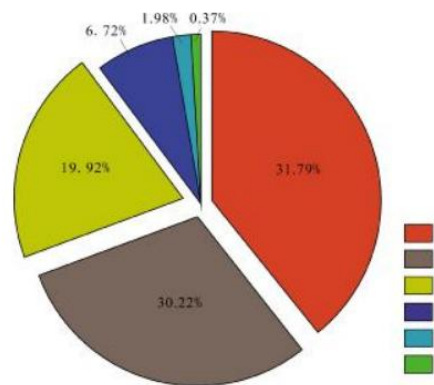
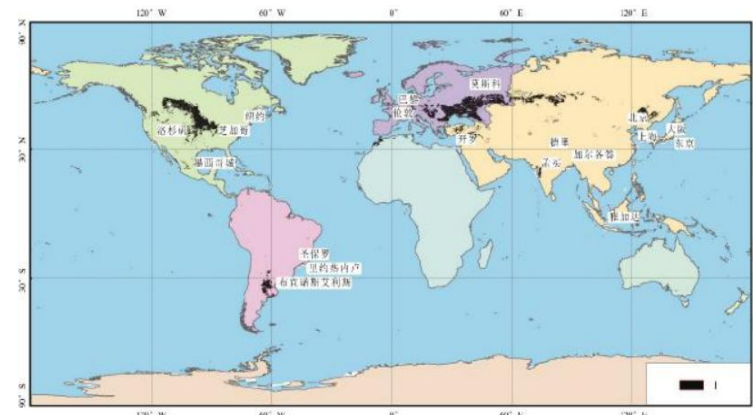
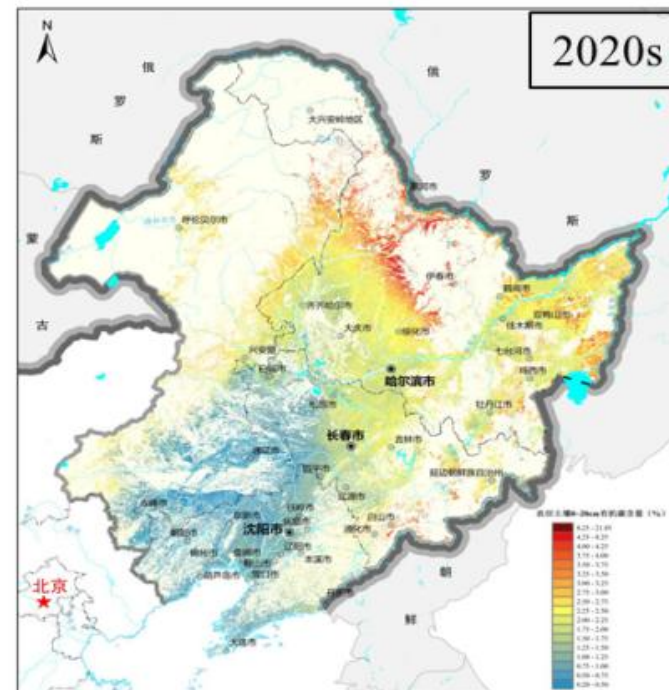
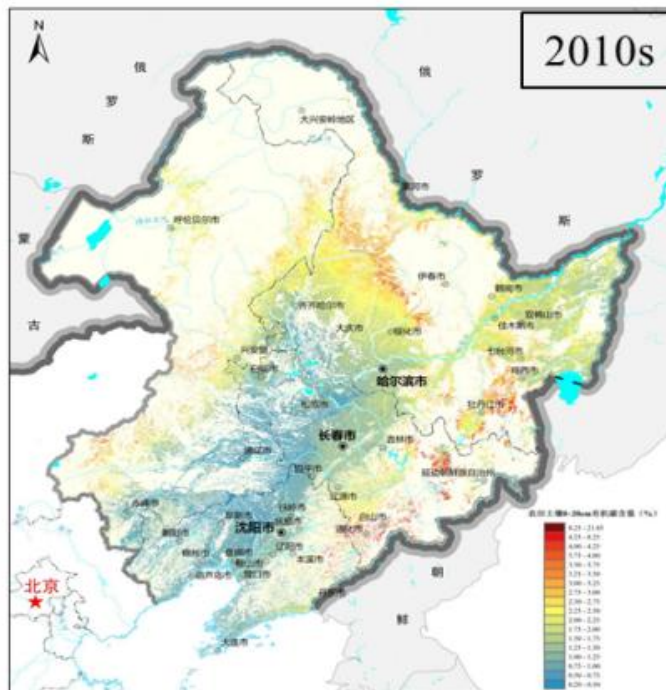
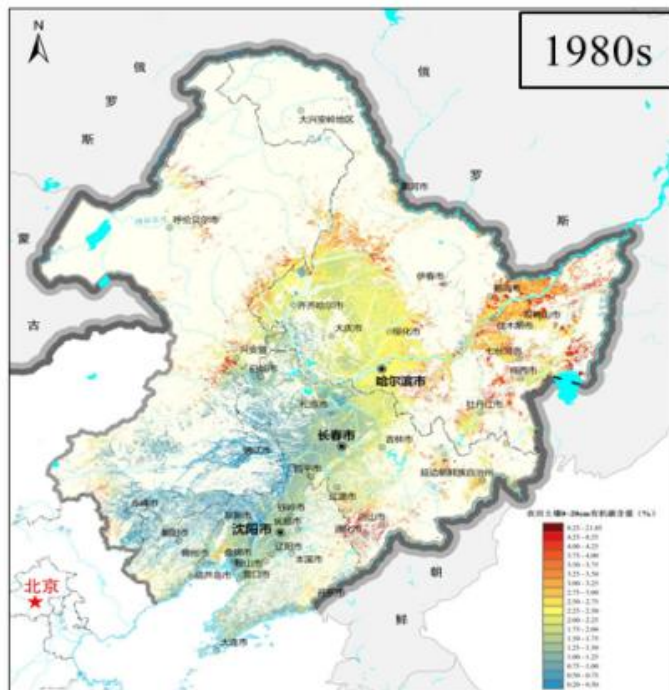


图 2 全球各大洲黑土区分布占比



2.3黑土地土壤有机质含量光谱反演进展

借助Sentinel-2A遥感影像，结合以往实测土壤有机质含量，利用随机森林建立了土壤有机质含量的反演模型，模型准确度达72%。东北黑土地质量地球化学调查数据结合该方法成果建立了3个不同时期30m×30m精度的土壤有机碳含量，并将**在黑土地有机质快速监测方面得到应用**，为相关部门制订黑土地保护和修复策略提供数据支撑。



东北黑土区土壤有机质含量时空分布

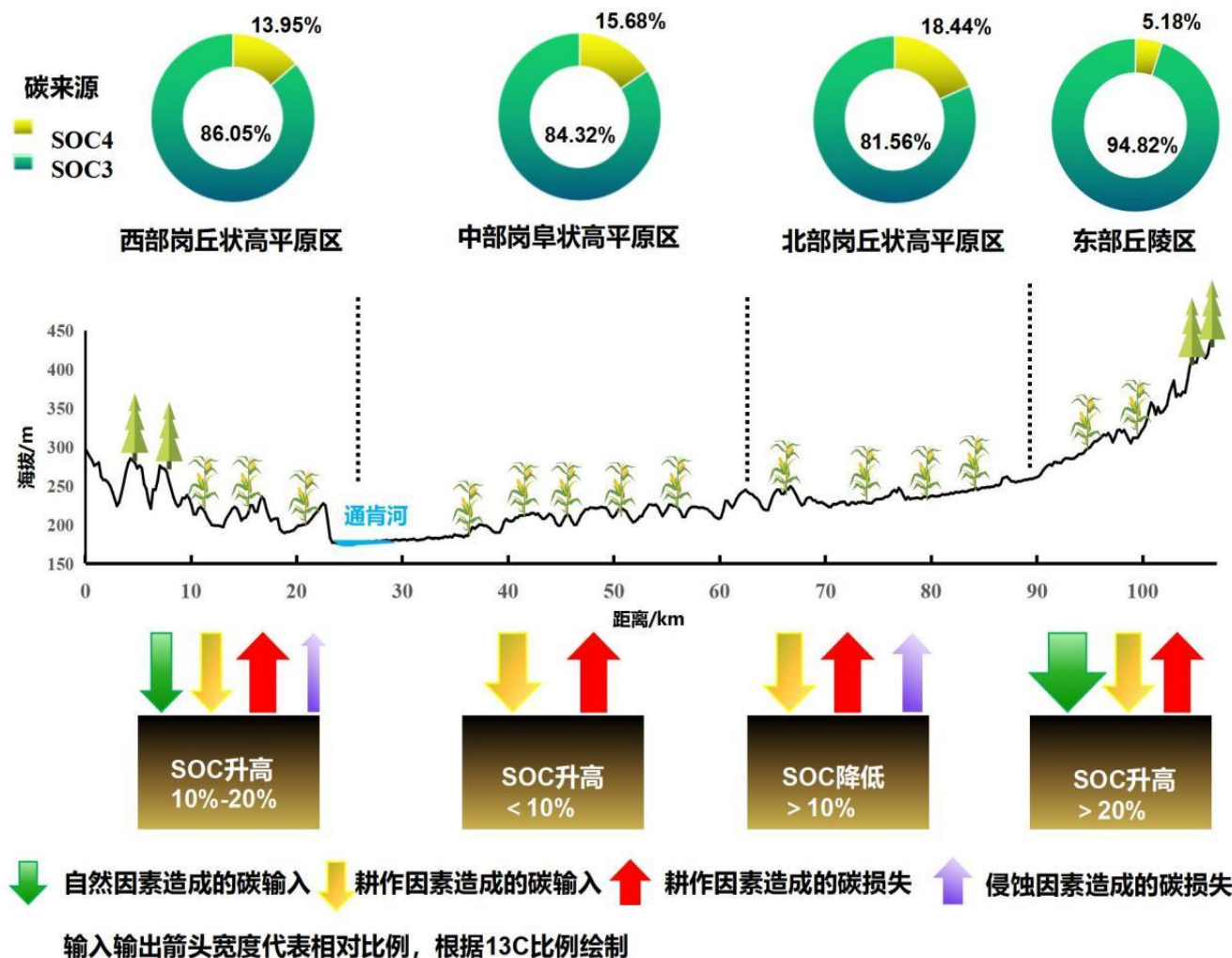
2.4 定量分析黑土耕地有机质变化驱动力

以黑龙江省海伦市示范区为例，对不同地貌区黑土耕地进行有机质含量监测，同时利用碳同位素组成对自然因素和人为因素的影响进行了评估。

黑土有机质含量在近10年整体呈升高趋势。在低起伏平原区，有机质升高比例低于10%，秸秆还田等人为因素是土壤有机质升高的主要原因。

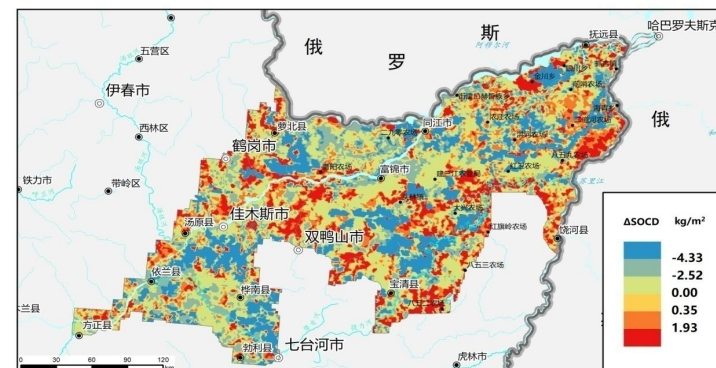
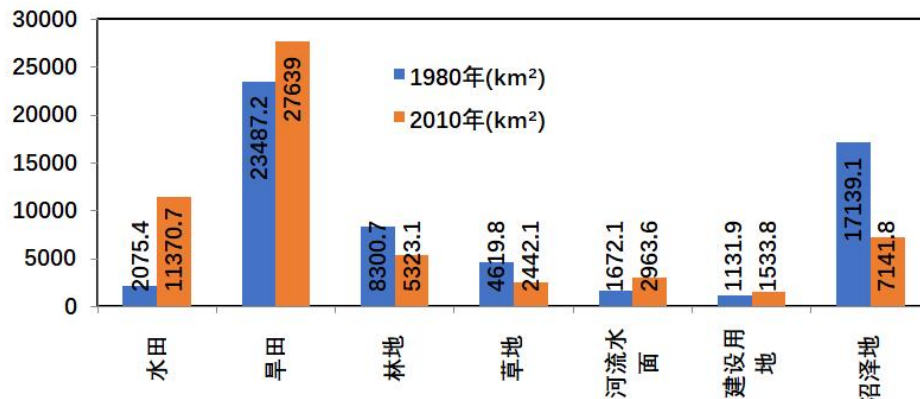
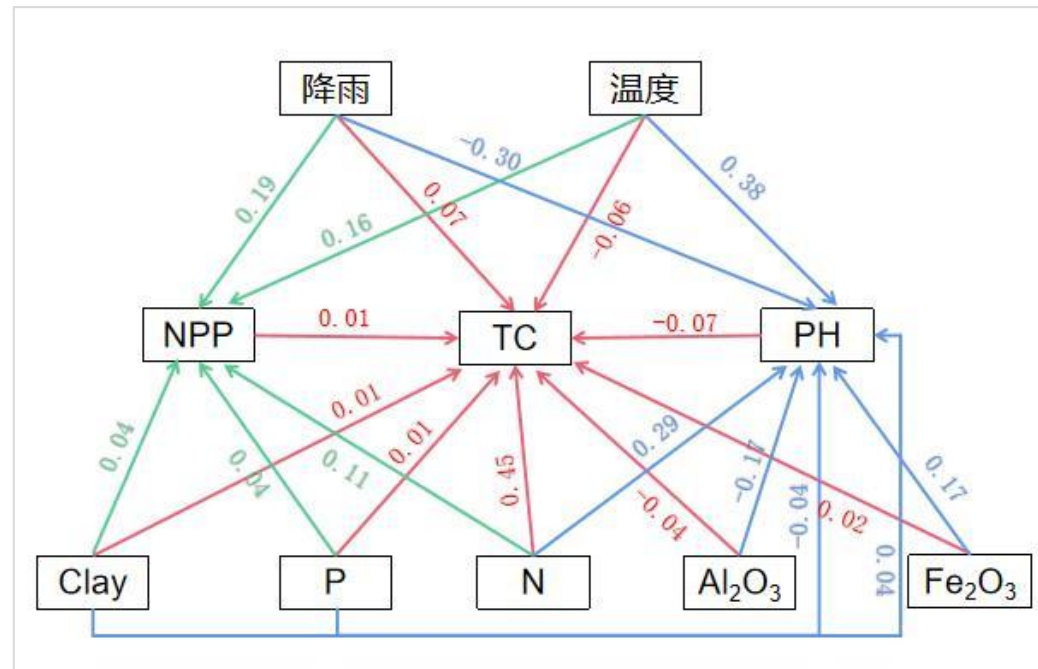
在丘陵及高起伏平原区，当坡顶有林地分布时，林地生态系统中的有机质可进入到耕地土壤中，并显著提升耕地土壤有机质含量（升高比例 > 10%）。

针对不同地貌区，可通过优化国土空间格局，从自然角度恢复提高黑土的有机质含量。



2.5建立了黑土区湿地土壤碳平衡模型

以三江湿地黑土区示范区为例，基于相关性分析，利用协方差矩阵和结构方程模型（SEM），绘制三江平原及七星河湿地土壤碳素环境影响因子响应模式图，并采用贝叶斯方法进行反演，计算不同环境因子（如温度、降水、土壤理化性质、植物净初级生产力（NPP）等）对土壤全碳含量的直接或间接影响系数，为今后探明东北地区沼泽泥炭类型湿地固碳潜力，以及全球气候变化下沼泽湿地生态系统的碳库稳定性评价提供信息支撑。

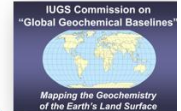


2.6 全球黑土区土壤地球化学对比

收集整理了现有的全球黑土区土壤地球化学数据，包括欧洲、北美洲、我国东北地区。对数据结构等进行统一，对各黑土区土壤地球化学性质进行比对。此部分由 Alecos 进行视频汇报。

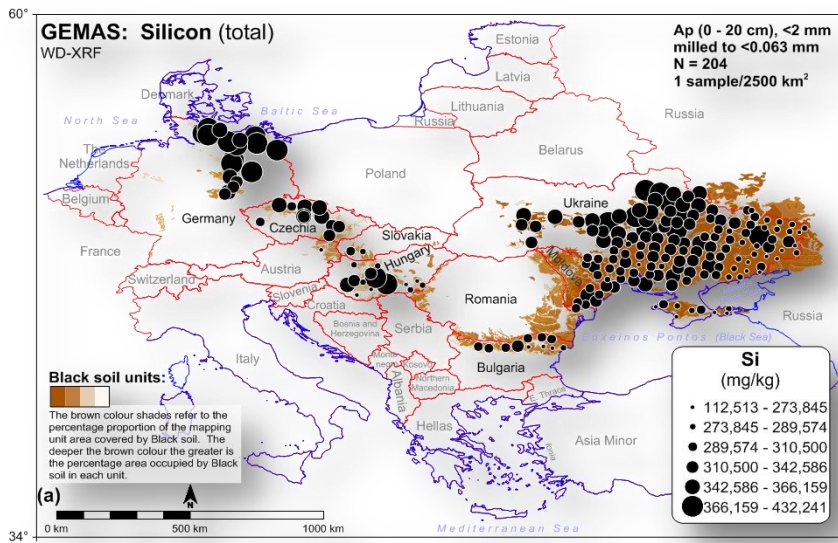


IUGS Project 665 - Sustainable Use of Black Soil Critical Zone

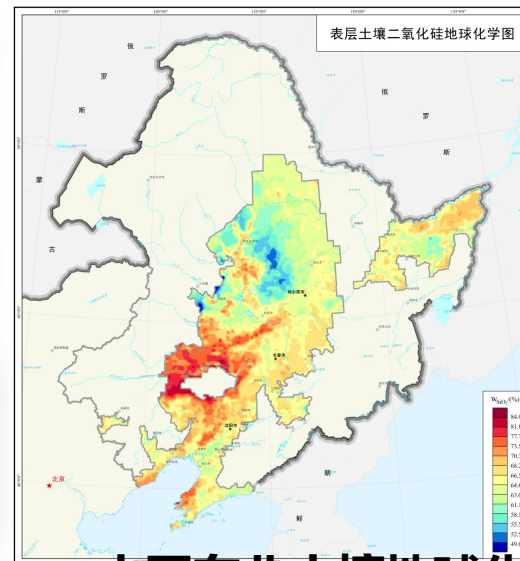


Global Black Soil Geochemistry: 2017 to 2023

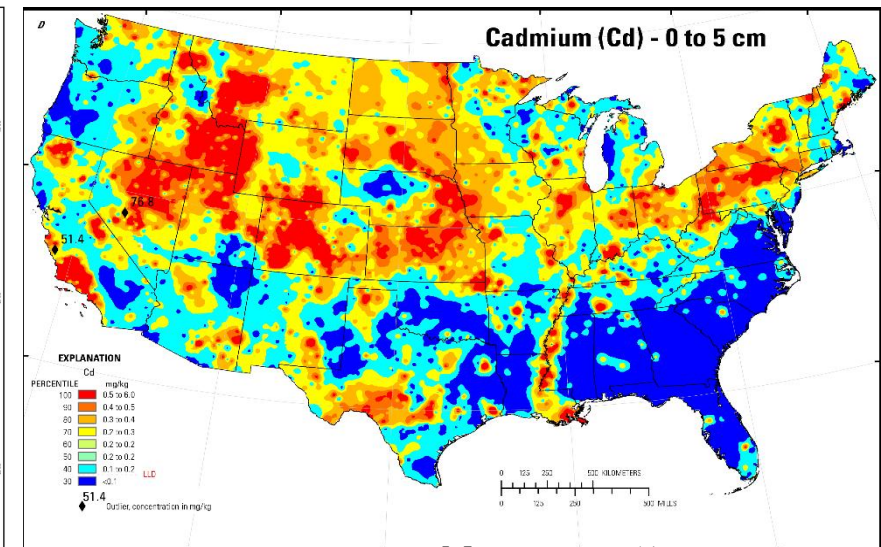
Alecos Demetriades, Dai Huimin, Liu Kai, Igor Savin, Manfred Birke, Christopher C. Johnson and Ariadne Argyraki



欧洲土壤地球化学



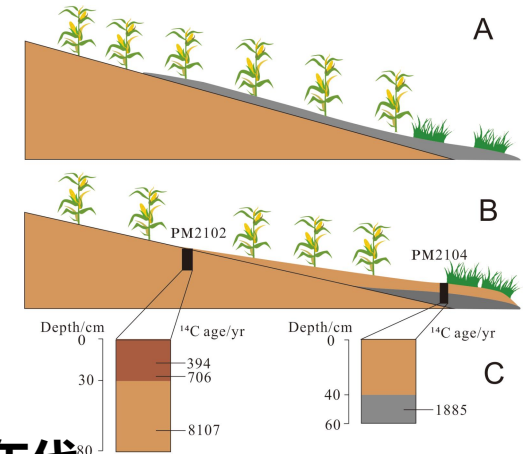
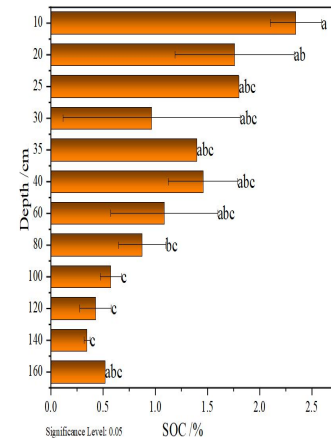
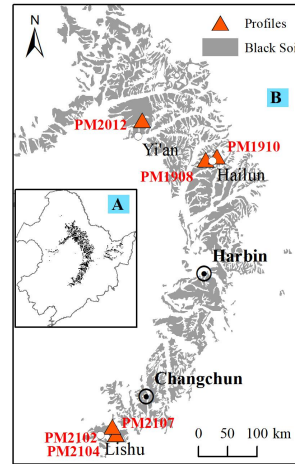
中国东北土壤地球化学



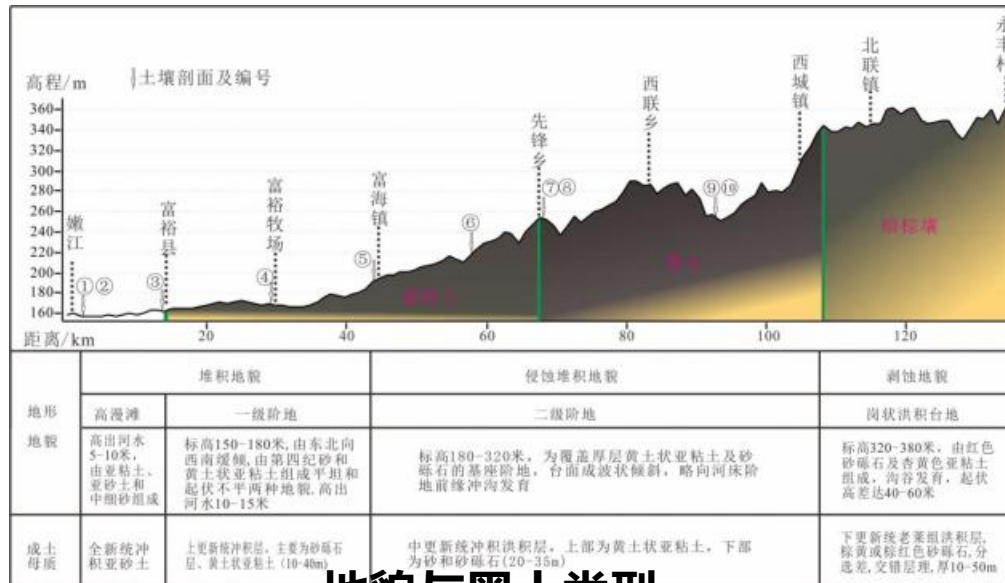
北美土壤地球化学

2.7 进一步完善了黑土形成演化的地学理论

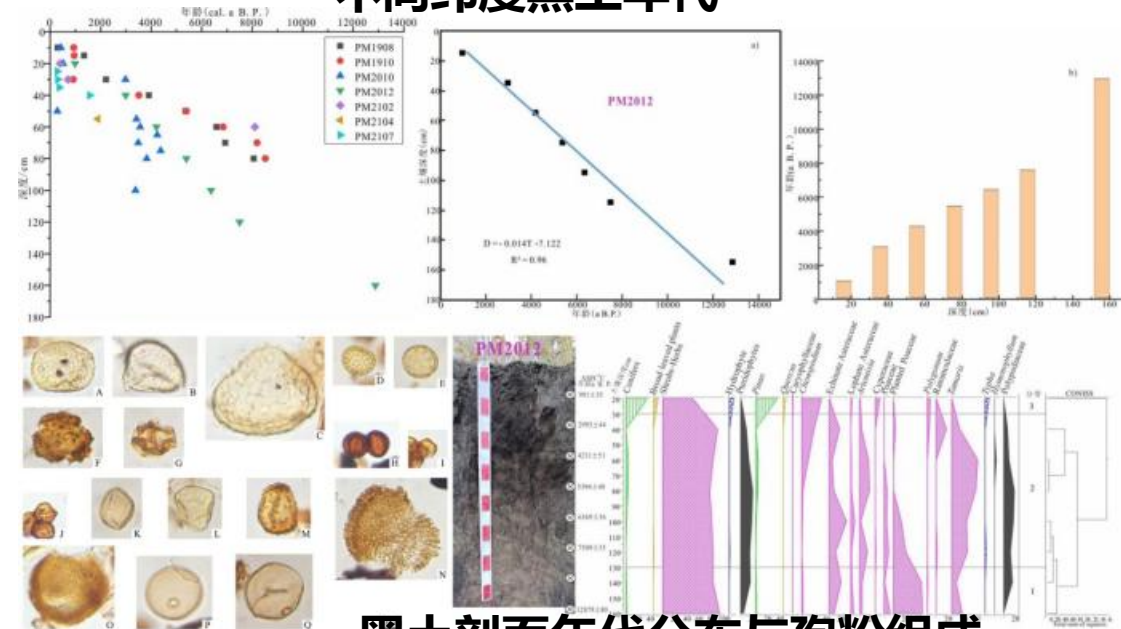
基于第四纪地质、地理学等理论，利用孢粉组合、AMS14C、元素地球化学等技术方法，厘定了东北黑土发育时间和环境，揭示了东北黑土在漫长地质作用与特殊气候条件下的耦合形成过程，阐明东北黑土地形成、分布及退化的地学机理。



不同纬度黑土年代



地貌与黑土类型



黑土剖面年代分布与孢粉组成

2.8完成数字黑土地生态地质信息平台2.0

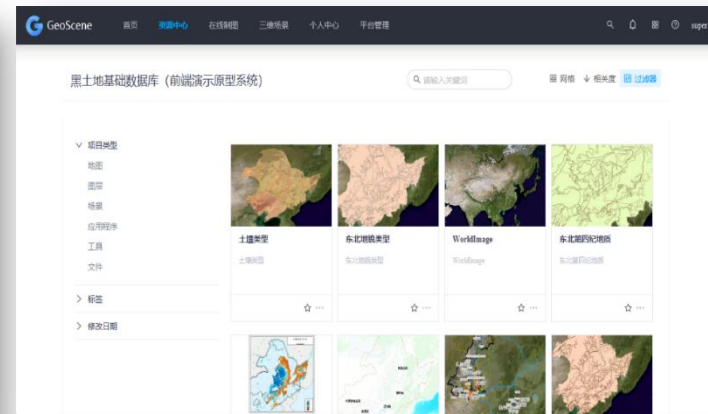


中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

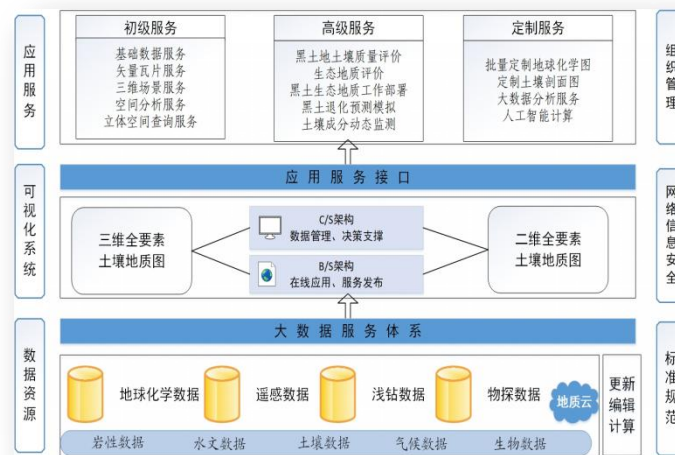
在数字黑土地生态地质信息平台1.0基础上，搭建黑土地生态地质信息系统，实现数据资源入库检索和更新维护。强化黑土地生态地质信息系统的登录功能，补充主成分分析生态地质评价方法，添加生态指数、空间分析、动态变化等生态地质调查监测模块，水土侵蚀、坡耕地等生态问题的识别预警模块，并对矢量、栅格数据进行预测。实现了监测-识别-评价-预测链条式生态地质工作流程。



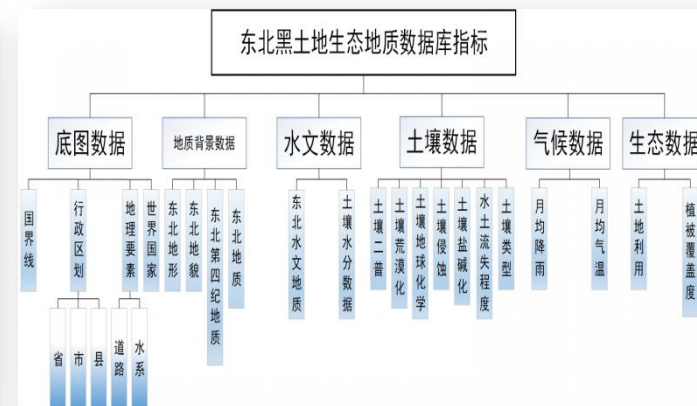
平台登录窗口



BS端发布窗口



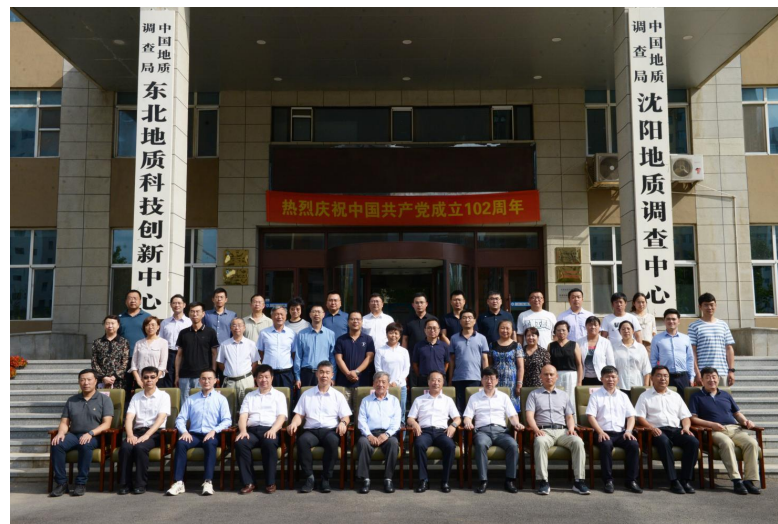
平台架构



评价指标体系

2.9 举办学术研讨会1次

自2017年以来，项目共举办学术研讨会七次。其中2023年未申请经费，以开展国内学术会议为主。中国地质调查局科技外事部、辽宁省科学技术厅、辽宁省自然资源厅、中国科学院沈阳应用生态研究所、天津大学、吉林大学、中国地质大学（北京）等参会。



2023年研讨会



2022年研讨会

全球黑土地关键带地质生态调查第一届研讨会 2017.11 中国 沈阳
Global Black Soil Critical Zone Geo-ecological Survey 1st Workshop Dec. 2017 Shenyang China



2017

全球黑土地关键带地质生态调查第二届研讨会 2018.10 中国 哈尔滨
Global Black Soil Critical Zone Geoeological Survey 2nd Workshop Oct.2018 Harbin China



2018



2019



2021

3. 下一步计划



保护好利用好黑土地这一耕地中的大熊猫



3. 下一步计划



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

1. 进一步梳理凝练项目成果，编写项目总结（结题）报告。
2. 整合全球黑土地研究成果，出版专著一部。
3. 继续推进黑土地信息平台建设，促进项目成果的公开共享与有效服务。



中国地质调查局
CHINA GEOLOGICAL SURVEY

Thank you for your attention

