

铁岭地区生态地质研究

陈树旺 Antonina A. Zhukovskaya 等著

地质出版社

铁岭地区生态地质研究

陈树旺 Antonina A. Zhukovskaya 邢德和 丁秋红
郑月娟 高 飞 卞雄飞 张志斌 商 翎 张春晖 著
段瑞炎 邸志强 李旭光 冯雨林 杨立军
Irina V. Ershova Nadezhda A. Tomilovskaya

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书基于野外调查与综合研究,运用地质学、生态学、土壤学及植物学理论,构建了地质调查和生态研究间的桥梁。作者结合俄罗斯有关“ Kc , Zc ”值评价法,建立了生态地质综合指数(Ec 值)评价法,并提出了相应的区域资源开发与生态环境保护建议。

书中野外调查方法可供陆地环境科学工作者参考,相关数据和图件对于环境地质、水文地质、土壤及地方病等领域研究的师生具有一定参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

铁岭地区生态地质研究/陈树旺等著. —北京:
地质出版社, 2011. 12

ISBN 978-7-116-07498-9

I. ①铁… II. ①陈… III. ①生态环境—地质调查—
铁岭市 IV. ①X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 264159 号

TIELING DIQU SHENGTAI DIZHI YANJIU

责任编辑:王超 李莉

责任校对:李玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324567 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:889mm×1194mm $1/16$

印 张:11 图版:11 面 插页:18 页

字 数:360 千字

印 数:1—600 册

版 次:2011 年 12 月北京第 1 版

印 次:2011 年 12 月北京第 1 次印刷

定 价:86.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-07498-9

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

1:25 万地质图 (K51 C 002003) 铁岭市幅是松嫩平原与下辽河平原之间的重要图幅。铁岭地区地质情况、地貌类型复杂,生态景观多样,根据中国地质调查局基础部下达的工作任务,中俄双方项目成员密切合作,综合运用地质学、生态学及土壤学、植物学理论指导,在辽北地区开展了系统的生态地质调查研究工作。

在区域地质与第四系地质调查的基础上,笔者应用第四纪地质学、土壤学和地球化学理论,通过野外路线调查及采样分析,从地学角度出发,建立了区域土壤地质填图单位;首次编制了本区 1:250 000 土壤地质图。针对土壤与其成土母岩(母质)在地学方面的相关性,系统查明了研究区内主要土壤地质单元的空间分布、地质背景、土壤侵蚀程度、有机质含量及土壤的主量元素、微量元素和稀土元素特征,构建了基础地质调查与区域生态环境研究之间的桥梁。通过野外调查和遥感解译,初步查明研究区内植被类型和发育状况。从植被分布与气候、地貌及地质体和土壤之间关系的角度,探讨了植被的地带性发育特征。此外,通过对研究区内的地表水、地下水进行了概略性的水质综合分析评价,指出了相应的污染物类型、污染程度和分布范围,绘制了环境水文地质系列图件,为区域生态环境调查研究提供了翔实的环境水文地质数据。在此基础上,从生态地球化学循环的角度研究了区域“岩石—土壤—植物”系统中的元素生态地球化学特征,并探讨了人发微量元素含量与环境地球化学背景及地方病分布的关系。

在俄方原有生态地质调查内容的基础上,根据研究区的资源与环境状况,增加了土壤侵蚀、土壤厚度及植被发育状况、粮食和特种经济作物等与区域经济发展和人民生活密切相关的调查取样内容。结合“ K_c , Z_c ”值评价法,建立了基于“土壤、植被、水文及地质灾害发育程度”等评价指标的生态地质综合指数(E_c 值)评价法。据此划分出 5 个生态地质景观区,提出了相应的资源开发与生态环境保护建议,体现了当代地质工作为区域经济建设和社会发展服务的宗旨。

本书前言、绪论和结语由陈树旺编写。第 1 章由陈树旺、邢德和、Antonina A. Zhukovskaya、Irina V. Ershova、丁秋红编写;第 2 章由商翎、张志斌、高飞编写;第 3 章由陈树旺、卞雄飞编写;第 4 章由丁秋红、杨立军和冯雨林编写;第 5 章由邸志强、高飞和李旭光编写;第 6 章由商翎、张志斌、高飞编写;第 7 章由 Antonina A. Zhukovskaya、Irina V. Ershova、Nadezhda A. Tomilovskaya、丁秋红、郑月娟、卞雄飞、段瑞炎、张春晖编写;第 8 章由陈树旺、丁秋红、卞雄飞和高飞编写。英文翻译陈廷亮、张哲。全书由陈树旺统稿。

该研究得到中国地质调查局基础部、沈阳地质矿产研究所和俄罗斯阿穆尔地质企业

的支持。翟刚毅研究员、于庆文研究员、马德有研究员、张允平研究员、邴志波研究员、朱群研究员和彼彼奇 A. V. 总工程师等多次亲临野外指导工作。中国地质大学（武汉）张克信教授、中国地质大学（北京）杨忠芳教授、吉林大学邓金宪教授、天津地质矿产研究所谷永昌研究员、中国科学院沈阳生态研究所肖笃宁研究员、胡远满研究员、辽宁地质矿产勘查院张国仁研究员、孟庆成研究员，以及铁岭市环境保护科学研究所李铁庆所长、左力研究员、周莹研究员等为项目工作提出了诸多宝贵意见。辽宁地质矿产勘查院陈树良研究员、李典致高级工程师、李全林高级工程师、郇彦清高级工程师、曲洪祥高级工程师、谭文刚高级工程师等参与了先期野外地质调查工作。沈阳地质矿产研究所赵春荆研究员、张立东研究员、邢树文研究员、李景春研究员、朱洪森研究员、张长捷研究员、刘斌研究员、刘仕伟研究员、郭胜哲研究员、张立君研究员等对本项目给予了热情帮助。谨此深表谢意！

作 者

2011 年 8 月

Foreword

Tieling Sheet (K51C 002003) of the 1:250,000 scale geological map covers an important area between Songnen Plain and Lower Liaohe Plain, with complex geology, geomorphologic features and varied ecological landscapes. According to the mission from China Geological Survey, the Chinese and Russian geologists teamed up, under the guidance of geology, biology, pedology and botany, to launch a systematic eco-geological survey in Northern Liaoning Province.

Based on regional geological survey, with the theories of Quaternary geology, pedology and geochemistry, the authors established regional geo-pedologic mapping units and compiled the 1:250,000 geo-pedologic map of the Tieling area for the first time.

In view of the relevance of soil and its pedogenic rock, we systematically ascertained the distribution, geological background, geo-pedology, soil erosion, content of organic matters, and the characteristics of major elements, microelements and rare earth elements of the main geo-pedologic units in the studied area. The regional eco-environment research was bridged to fundamental geologic survey.

The types and development of the vegetation in the studied area were preliminarily determined by field survey and remote sensing interpretation. The zonal developing characteristics of vegetation were discussed in the view of the relationship between the vegetative distribution and the weather, geomorphology, geology and soil.

Besides, this research conducted a comprehensive analysis and evaluation on the quality of surface and ground water in the surveyed area, and pointed out the type, level and range of pollution. A series of environmental and hydrogeological maps were compiled to supply detailed and accurate data for regional eco-environmental investigation. Based on such data, the biogeochemistry of elements in the regional rock-soil-plant system was studied from the perspective of eco-geochemical circulation. The correlation between the microelement contents in human hair and the environmental geochemical background and the distribution of endemic disease was also discussed.

On the basis of previous eco-geological survey by Russian geologists, according to the resources and environmental conditions of the surveyed area, we added investigation and sampling to the soil erosion, depth of soil and vegetation coverage, as well as grain and special economic crops, which are closely related to the regional economics and local people's life. With application of K_c and Z_c values evaluation, a comprehensive index (Ec value) evaluation method for ecogeology was established on the basis of the evaluation indexes of soil, vegetation, hydrology and geological hazard. Accordingly, the surveyed area was subdivided into five ecogeological landscape areas. A proposal about natural resources exploitation and ecological conservation was put forward to practise the aim of modern geological work, which is to serve the regional economics and social development.

The text of this book is written as the following division: Foreword, introduction and conclusion by Chen Shuwang; Chapter 1 by Chen Shuwang, Xing Dehe, Antonina A. Zhukovskaya, Irina V. Ershova and Ding Qihong; Chapter 2 by Shang Ling, Zhang Zhibin and Gao Fei; Chapter 3 by Chen Shuwang and Bian Xiongfei; Chapter 4 by Ding Qihong, Yang Lijun and Feng Yulin; Chapter 5 by Di Zhiqiang, Gao

Fei and Li Xuguang; Chapter 6 by Shang Ling, Zhang Zhibin and Gao Fei; Chapter 7 by Antonina A. Zhukovskaya, Irina V. Ershova, Nadezhda A. Tomilovskaya, Ding Qiuhong, Zheng Yuejuan, Bian Xiongfei, Duan Ruiyan and Zhang Chunhui; Chapter 8 by Chen Shuwang, Ding Qiuhong, Bian Xiongfei and Gao Fei. The English translation of certain parts was fulfilled by Chen Ting-liang and Zhang Zhe. The book was reviewed and proofread by Chen Shuwang.

This study was sponsored by the Fundamental Department of CGS, Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources and Russian Amur Geology. During the work, Prof. Zhai Gangyi, Prof. Yu Qingwen, Prof. Ma Deyou, Prof. Zhang Yǔnping, Prof. Bing Zhibo, Prof. Zhu Qun and General Engineer A. V. Pipichi gave us personal guidance in the field. We have also got constructive suggestions from Prof. Zhang Kexin of China University of Geosciences (WuHan), Prof. Yang Zhongfang of China University of Geosciences(Beijing), Prof. Deng Jinxian of Jilin University, Prof. Gu Yongchang of Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Prof. Xiao Duning and Prof. Hu Yuanman of Institute of Applied Ecology, CAS, Prof. Zhang Guoren and Prof. Meng Qingcheng of Liaoning Institute of Geological and Mineral Resources Exploration, Director Li Tieqing, Prof. Zuo Li and Prof. Zhou Ying of the Tieling Institute of Environment. In the early stage of the project, Prof. Chen Shuliang, Senior Engineer Li Dianzhi, Senior Engineer Li Quanlin, Senior Engineer Huan Yanqing, Senior Engineer Qu Hongxiang and Senior Engineer Tan Wengang participated in the field geological survey. Prof. Zhao Chunjing, Prof. Zhang Lidong, Prof. Xing Shuwen, Prof. Li Jingchun, Prof. Zhu Hongsen, Prof. Zhang Changjie, Prof. Liu Bin, Prof. Liu Shiwei, Prof. Guo Shengzhe and Prof. Zhang Lijun of Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources have paid attention to the project and offered useful data. We greatly appreciate all the support and help from the cooperators.

The authors
August, 2011

目 录

前 言	
绪 论	(1)
第 1 章 生态地质调查内容和工作方法	(2)
1.1 生态地质调查的主要内容	(2)
1.2 资料收集整理与编图	(3)
1.3 遥感及物探解译	(3)
1.4 野外调查	(4)
1.5 野外样品采集与加工	(6)
1.6 室内工作	(8)
第 2 章 自然地理与环境概况	(16)
2.1 区域气候特征	(16)
2.2 区域地貌与地质体分布特征	(17)
2.3 人文活动与环境污染概况	(19)
2.4 地质灾害	(20)
第 3 章 土壤地质特征	(25)
3.1 土壤地质类型	(25)
3.2 土壤及其成土母岩(母质)地球化学特征	(42)
3.3 土壤地球化学特征的区域性对比	(61)
第 4 章 植被状况	(63)
4.1 区域植被类型	(63)
4.2 区域植被发育状况	(63)
4.3 自然植被与人工植被发育状况对比	(69)
第 5 章 水文地质特征	(71)
5.1 气象	(71)
5.2 水文	(71)
5.3 水文地质条件	(72)
5.4 地下水电导率特征及其分析	(74)
第 6 章 生态地球化学特征研究——以 TP5 剖面为例	(79)
6.1 自然地理	(79)
6.2 土壤、植被中元素含量特征对比	(80)
6.3 元素生态地球化学循环的区域性特征	(88)
第 7 章 环境生态状况单因素评价	(92)
7.1 土壤生态状况评价	(92)

7.2	水文生态状况评价	(113)
7.3	区域植物生态状况评价	(118)
7.4	大气状况及自然降尘评价	(134)
7.5	人发中元素含量特征及地方病	(136)
第 8 章	生态地质综合评价	(149)
8.1	生态地质综合评价	(149)
8.2	生态地质分区	(153)
8.3	区域资源开发与生态环境保护建议	(160)
参考文献		(162)
结 语		(165)
图版说明及图版		(167)

CONTENTS

Foreword

Introduction	(1)
--------------------	-------

Chapter 1 Contents and Methods of Eco-geological Survey	(2)
---	-------

1.1 Main Contents of Eco-geological Survey	(2)
1.2 Data Collection and Map Editing	(3)
1.3 Remote Sensing and Geophysical Interpretation	(3)
1.4 Field Survey	(4)
1.5 Collection and Processing of Field Samples	(6)
1.6 Indoor Work	(8)

Chapter 2 Physical Geography and Environment	(16)
--	--------

2.1 Features of Regional Climate	(16)
2.2 Regional Geomorphology and Distribution of Geological Bodies	(17)
2.3 Human Activities and Environmental Pollution	(19)
2.4 Geohazard	(20)

Chapter 3 Features of Soil Geology	(25)
--	--------

3.1 Geological Types of Soil	(25)
3.2 Geochemical Features of the Soil and Its Parent Materials	(42)
3.3 Correlation of the Geochemical Features of Regional Soil	(61)

Chapter 4 State of Vegetation	(63)
-------------------------------------	--------

4.1 Types of Regional Vegetation	(63)
4.2 Development of Vegetation	(63)
4.3 Correlation of Development between Natural Vegetation and Artificial Vegetation	(69)

Chapter 5 Hydrological Features	(71)
---------------------------------------	--------

5.1 Meteorology	(71)
5.2 Hydrology	(71)
5.3 Hydrogeological Conditions	(72)
5.4 Features of Electric Conductivity of Ground Water	(74)

Chapter 6 Features of Eco-geochemistry: a Case Study of the Profile TP5	(79)
---	--------

6.1 Physical Geography	(79)
6.2 Correlation of Elements between Soil and Plants	(80)
6.3 Regional Features of Eco-geochemical Circulation of Elements	(88)

Chapter 7 Single Factor Evaluation for Eco-environmental Condition	(92)
--	--------

7.1 Evaluation for the Ecological Conditions of Soil	(92)
7.2 Evaluation for the Ecological Conditions of Hydrology	(113)
7.3 Evaluation for the Ecological Conditions of Regional Plant	(118)
7.4 Evaluation for the Air Condition and the Natural Precipitated Particles	(134)

7.5 Human Hair and the Endemic Disease	(136)
Chapter 8 Comprehensive Assessment of Eco-geology	(149)
8.1 Comprehensive Assessment of Eco-geology	(149)
8.2 Eco-geological Zonation	(153)
8.3 Suggestions on the Development and Conservation about the Resources and Environment	(160)
References	(162)
Conclusion	(165)
Plates and the Description	(167)

绪 论

生态地质学是地质学的一个分支 (V. T. Trofimov, 2001), 其任务是调查研究岩石圈 (包括地下水和气体) 表层的生态功能及其在生物、特别是人为影响下的物质和时、空演化规律。生态地质调查工作的目的是为了研究生态地质条件、确定其环境背景, 查明人类技术活动对地质环境的破坏情况, 评价自然或人为作用的活动强度及发展方向, 为制定本区自然保护措施提供生态地质背景资料和科学依据。

作为生态学和地质学之间的新兴边缘科学, 生态地质学的研究对象涉及岩石圈、土壤圈、水圈、大气圈和生物圈。随着区域性乃至全球性资源与环境问题的日益加剧, 生态地质、环境地质和农业地质等正逐渐成为现代地质学的新领域。

俄罗斯的生态地质学研究开展较早, 到 20 世纪 80 年代末, 苏联完成了较为系统的区域生态地质调查工作。1990 年, 出版了《1:20 万~1:10 万地质生态调查和制图的要求》、《1:5 万, 1:2.5 万地质生态调查和制图的要求》等多项规范 (顾承启等, 1996)。2000 年出台的《水文、工程地质 (测量、研究、内业编图) 以及 1:200 000 地质生态调查等组织、实施及最终成果的规范 (要求)》 (沈阳地质矿产研究所已完成该文献的中文翻译), 进一步明确了生态地质调查工作的目的、对象和任务, 以及调查方法和方式, 并对试样的制备、实验室试验和分析方法、图件种类、内容及总结报告大纲等都作出了明确的规定。

我国的生态地质调查试点项目始于 1994 年。原地矿部四川省地矿局开展了 1:5 万大巴山区生态地质调查。该项目从岩石圈、土壤圈、水圈、大气圈及生物圈的相互作用的观点出发, 突出了岩石圈在生态环境中的制约性作用; 指出地球表层土壤中化学元素是生物营养的主要来源, 而这些元素种类和含量的高低由母岩中的矿物成分直接控制; 人类的生产活动改变着原有的自然体系和人类的生活质量 (王长生等, 1997)。20 世纪 90 年代末, 吉林大学邓金宪、邹立芝等完成了原地矿部“九五”试点项目“1:50 000 四平幅生态环境地质调查”。该项目以基础地质调查为核心, 开展了地貌、新构造运动、水文地质和工程地质以及土壤、生物、大气和区域放射性等系列生态环境地质调查, 并运用环境质量指数—模糊聚类分析法对研究区进行了自然生态质量评价, 提出了区域国土资源开发利用的规划和建议。

国内外一些学者 (王长生等, 1997; Trofimov, 2000; 何政伟等, 2003) 对生态地质学进行了程度不同的研究工作。此外, 中国地质大学 (北京) 于 2003 年设置了生态地质学专业硕士学位授予点; 中国科技大学与国家海洋局共建了“极地生态地质联合实验室”等生态地质机构; 孙立广等出版了专著《南极无冰区生态地质学》。

有关生态地质调查的方法技术方面, 原地质矿产部地调局中国地质矿产信息院翻译了苏联地质部《地质生态调查和制图的要求》 (顾承启译, 肖庆辉校, 1996); 沈阳地质矿产研究所翻译了由俄水文地质、工程地质科研院于 2000 年编写的《水文地质、工程地质 (地质调查及补充研究、室内整理编图), 以及地质生态调查制图 (1:200 000) 工作的组织、实施和最终成果规范 (要求)》, 以及俄罗斯稀有元素矿物学、地球化学和结晶化学研究所编制的《1:100 万多目标地球化学填图生产和成果要求》 (吴传壁等译编, 2003) 等; 中国地质调查局基础部在编制的《1:250 000 区域地质调查技术要求 DD2001—02 (暂行)》中, 对生态地质学的概念、研究领域及生态地质调查的具体内容等, 进行了不同程度的说明, 为开展生态地质调查研究打下了良好基础。

第 1 章 生态地质调查内容和工作方法

生态地质学是地质学的一个分支，是生态学和地质学之间的新兴边缘科学，(V. T. Trofimov, 2001)。其研究对象涉及岩石圈、土壤圈、水圈、大气圈及生物圈。生态地质调查工作的目的是查明生态地质条件、确定其环境背景，以及人类技术活动对地质环境的破坏情况，评价自然或人为作用的活动强度及发展方向，进而研究地球浅表圈层的生态功能及其在生物、特别是人为影响下的物质和时、空演化规律，为区域资源利用和环境保护提供科学依据。生态地质调查的内容丰富，服务对象多样化、服务公益化。从目前的学科发展和生产实践角度看，该项工作具有一定的探索性。

1.1 生态地质调查的主要内容

生态地质调查包括气候、地貌、地质体、土壤、植被、水文、地质灾害及地方病和人类技术状况等诸多方面。

1.1.1 野外调查

主要对象是地质体、土壤和植被。其中，地质体的野外调查包括岩石类型、组构特征、露头状况及抗风化程度；土壤的野外调查包括土壤地质类型、成土母岩特征及土壤侵蚀等；植被的野外调查包括植被类型、群落组成和盖度及自然植被与人为植被的发育状况。

1.1.2 综合取样

1.1.2.1 “岩石-土壤-植物”样品

在设计点位进行土壤 A 层、土壤 B 层及成土母岩和植物取样。

全区取样 (69 个取样点)：网度为 $20\text{ km} \times 10\text{ km}$ 。典型区加密取样 (92 个取样点)：大甸子区 36 个点 ($2\text{ km} \times 2\text{ km}$ 网度)；铁法-铁岭区、公河来-小城子区及开原区分别设 28、8 和 20 个取样点，采样网度为 $5\text{ km} \times 5\text{ km}$ 。

1.1.2.2 综合样品和特殊样品

在 9 条剖面线之间，布置了 15 个综合分析样品。在重要的矿区和排污渠设计了 6 个特殊点样品。

1.1.2.3 水文、底积物及其他样品

38 个地表水、32 个底部沉积物样品及 35 个地下水样品；5 个降雪样品和 60 个人发样品。

1.1.3 室内分析测试与评价

1.1.3.1 室内分析

各类样品的分析测试项目包括常量、微量元素和稀土元素等 56 种与生态地质背景密切相关的元素。此外，还有土壤 A 层样品的有机质分析；农药、石油产品、放射性和阳离子交换量分析等 (15 个综合样品)。

1.1.3.2 生态地质背景评价

应用“ K_c 、 Z_c 值”评价法，对土壤、水文和植被等主要生态地质背景因素进行系列评价，为区域资源开发与生态环境保护提供科学依据。

1.2 资料收集整理与编图

生态地质调查工作不仅涉及基础地质、第四系地质、矿产资源等，还与气候、地貌、水文、土壤及生态环境监测等方面工作密切相关；资料收集和整理分析是生态地质调查必不可少的前期准备工作。

1.2.1 综合研究资料

在反映生态地质背景状况的诸多因素中，气候、地貌及地质灾害等方面需概要性了解或根据工作精度要求进行编图；对这些方面的前人资料分析整理工作尤为重要。气候资料可到当地的气象台、站收集；地貌方面可通过地形图和遥感解译获得；地质灾害方面可通过地震局、矿山企业和相关的调查单位获得；从地方政府和环保等部门可获取人类技术状况方面的资料。

对水利和环保等部门的水文资料分析整理，可概要了解区域地表水和地下水的水文状况和水质情况，为水质取样分析提供可靠信息。

详细分析整理地方病防治部门的资料，可了解地方病类型、分布状况，确保调查取样的准确性。

1.2.2 野外调查资料

地质体、土壤、植被等是生态地质工作野外调查取样的主要内容。

系统分析整理前人的基础地质和土壤资料，可了解区域地质体和土壤的主要类型和分布特征，发现的问题（如某些填图单位混乱等）。这不仅是基础地质图件更新所必须做的，还有助于土壤地质编图和岩石、土壤样品采样点设计的科学性和有效性。对植被资料的分析有助于认识区域植被类型和分布规律，了解自然植被现存状况及人为活动对植物多样性的影响，使得植被调查和取样工作目标明确。

有关地质体、土壤和植被的资料包括 1:100 万、1:50 万、1:20 万及 1:5 万等各种比例尺的地质图、土壤图及调查研究报告、论文和专著等。

1.3 遥感及物探解译

1.3.1 遥感解译

充分利用卫片视域开阔、信息丰富、分辨率高的特点及不同时段、不同波段数据所提供的影像特征变换。目视解译与微机图像处理软件相结合、地面调查与遥感解译相互补充，发挥各自的特点，提高区调的工作效率和成果质量。

1.3.1.1 地质体解译

例如：新太古代变质深成侵入岩、新元古代侵入岩：低山高丘地貌，树枝状-羽状水系，边界不清晰。

研究区内规模最大的北北东向断裂为铁岭-叶赫断裂，斜贯全幅，走向平直、呈带状，宽约 2~3 km。新城子-开原区段为山区与平原的分界线；清河至叶赫段控制白垩系沉积，清河至铁岭段控制第四系沉积。铁岭附近，辽河主河道出现明显的急转弯，并使其旁侧支流呈肘状弯曲。影像特征为浅蓝色平直条带。

第四系成因类型：全新世晚期冲积——位于现代河床中，蛇曲状河床的白色边滩与深蓝色河流水体组成的辫状图形为其识别特征。全新世风积物——浅黄或黄色、斑痕状条纹，分布于研究区西北部，固定或半固定沙丘、沙垄地貌；对应的土壤为风沙土或盐碱土。

1.3.1.2 土壤、水体及植被解译

应用卫星资料结合其他数据解决某一项特定的实际问题,如土壤利用、地质勘探、水文学、植被及土壤研究。不同地物对不同光谱波段的反射率大小不相同,遥感就是根据各种地物特定的光谱特征来判断它们的性质。例如:水体对近红外光的反射率最小,大部分入射的能量都被吸收,所以,水体图像的亮度值很低。与水体相比,其他地物的反射率比较高,图像亮度值在特定区间内明显增强。另外,不同光谱波段反射率的比值也是区分地表特征的一个很好指标。例如:植被可吸收大部分红光或蓝光进行光合作用,而反射较多的近红外波段的能量,因此,对植被来说,近红外波段与红波段的比值比裸地要大得多。在研究植被时,常采用各种植被指数,最常用的是归一化植被指数(Normalized differential vegetation index, NDVI)。植被是地球上可再生资源的重要组成部分,也是陆地生态系统中食物链的基础,与人类生存有密切关系。通过遥感分析,掌握植被的动态变化,对制定合理有效的资源管理政策有重要意义。

1.3.2 重、磁解译

收集利用本区已有的1:20万航空物探资料和地面物探资料,包括航磁和重力资料。通过对物性参数和地球物理场特征分析,结合本次区调所划分的地质单元,进行地球物理场的地质分区和地质解译,定性地判断地质体深部产出状态。确定构造格架,尤其是新构造运动和第四系沉积物的空间分布等特征。

1.4 野外调查

1.4.1 野外路线调查的精度要求

按照中国地质调查局1:25万区域地质调查技术要求及其中有关生态地质调查的说明、运用俄罗斯有关生态地质调查的理论与方法,结合研究区的实际情况进行生态地质调查;涉及土壤和植被方面的调查工作,还将参照有关的土壤和生物群落等中比例尺调查方法。

地质体的野外调查:针对存在问题布置检查路线。

土壤野外调查路线间距:根据《土壤调查与制图》1:20万土壤调查路线间距10 km。

植被野外调查路线间距:根据《植物群落学》,1:20万植被调查路线间距8~10 km。

综合上述3个方面的精度要求,1:25万生态地质调查的路线间距可控制在10 km左右;路线总长度控制在1200~1500 km。根据遥感解译和前人工作程度及存在问题和调查侧重点的差异,可适当调整路线间距。考虑到工作效率和野外调查的系统性、连贯性,基础地质检查路线与生态地质调查同时进行。

1.4.2 野外调查方法

1.4.2.1 区域地质调查技术要求

地质体调查参照“中国地质调查局1:25万区域地质调查技术要求”。

1.4.2.2 土壤地质调查

土壤地质填图单位的确定:在低山丘陵区,采用“成土母岩类型+土类”填图方法。据成土母岩地质特征,将低山丘陵区的棕壤划分为6个土壤地质填图单位:花岗岩质棕壤、中性岩质棕壤、基性岩质棕壤、片麻岩质棕壤、碳酸盐岩质棕壤、碎屑岩质棕壤。在平原区、冲积平原及山前冲洪积倾斜平原成土过程中地表水与地下水等水文条件参与了成土作用。采用“地貌+土类”填图方法。例如:二级阶地草甸土;河漫滩潮土;一级阶地水稻土等。

土壤边界的确定:根据地貌、成土母质和土壤利用等确定土壤边界。

1) 地形与土壤边界：一般来讲，地形地图的等高线就称为土壤分界的自然界线。所以，一幅好的土壤图应该清楚地反映地形规律。但也不能把等高线作为唯一的依据，更不能以某一等高线作为划分两种土壤类型边界的标志。因为等高线只表示地面相等高程的闭合曲线，并不指示土壤类型分布的边界。

2) 成土母岩与土壤的边界：由于地质作用的影响，使得岩层发生了褶皱或断裂。遭受侵蚀后，不同的岩层处于同一的等高线，或者同一的岩层处于不同的等高线。因此，在地质情况复杂的低山丘陵区，确定土壤边界，就不能只考虑与地形等高线相一致，而应根据成土母岩的空间分布规律来划分。

3) 植被与土壤边界：在自然植被保存较好的地方，植被类型结合一定生境条件也可以判断土壤边界。特别是指示性植物，如指示酸性土的马尾松、映山红、茶树等；指示盐碱土的盐蓬、碱蓬、枸杞等，对土壤边界具有指示意义。

4) 农业利用与土壤边界：传统的农区耕作土壤，经过长期的平整、水利化和耕作施肥等措施，形成了较为整齐的渠系、道路网和田埂。这些人为活动，逐步改变了土壤边界受自然成土因素支配的规律，基本上与河道、渠系、道路、田埂等地物相一致，故其土壤边界常常呈现一定的几何形状。对远离居民点而分布于山丘地上的新开垦土壤，在确定边界时，主要依据地形等高线。

土壤污染：土壤污染主要为人为侵入物所致，将人为土壤侵入物划分为生产和生活类，根据每平方米出露的多少判断其污染程度。

土壤侵蚀调查：土壤侵蚀可大致划分为水蚀、风蚀和人为侵蚀，根据有效土壤层厚度、冲沟的密度和深度及流动沙丘的发育状况等判定土壤侵蚀的强度。

1.4.2.3 植被调查

植被调查采用遥感解译与野外路线调查相结合的方法。此外，还可利用 1:10 万、1:5 万地形图的植被信息。植被填图采用“生活型+群落”法。

植被分类（即植物群落的分类）：自然植被（包括乔木、灌木、草本植物）和人为植被（包括人工林、旱地作物、水稻、果园、蔬菜）。

（1）植物群落类型的边界

贝科夫将植物群落边界划分为如下类型：

显著边界：指在外界条件显著更替或不显著更替的情况下，都可以明显地看到不同类型群落的边界。例如：森林和草原之间的边界。

镶嵌边界：指在两个群落接触处，可以看到一个群落个别片断嵌入另一个群落之中的边界。

补缀边界：指在两个植物群落的接触处存在着一块或几块的补缀群落（补缀群落是指性质上不同于两个相接触群落的另一些植物群落）。

生态地质调查中植物群落边界类型：根据 1:25 万生态地质调查的特点，结合研究区现代植物群落类型，本次研究仅就“显著边界”进行调查。

（2）植被调查方法

大面积的轮廓调查：在 1:25 万调查时，应采用大面积的轮廓调查，并将其位置确定在图上。通常，好的地形底图已经将多种植物群落的轮廓如草甸、森林等绘在上面，这时首先应核对地形图上的这些植物群落的边界轮廓是否准确。

路线调查：在沿着一定的路线通过制图区时，根据沿途观察到的各种不同类型植物群落的更替情况，确定它们的边界，绘制在准备好的地形底图上。

典型样地植被调查：植被调查应表达出植物群落名称、主要植物的种类、密实性（盖度）、发育状态、周围环境等内容。

1.4.3 野外记录和制图要求

1.4.3.1 观察点与路线的记录

地质体：地质体的岩石类型、组构特征、露头状况及抗风化程度。

土壤：土壤地质类型、成土母岩特征及土壤侵蚀等。

植被：植被类型、群落组成和盖度及自然植被与人为植被发育状况。

水文和地质灾害：对观察到的水文和地质灾害等现象，要按照记录表的内容做必要的记录。

样品登记：采样标本必须登记；作为描述性的手标本不用登记。

备注：在备注栏中记录新发现矿点，重要自然、人文景观或特种生物等。此外，若所定调查点的植被界线与地质体或土壤的界线不一致，在备注栏说明点两侧的植被方位。

特殊情况：当出现三、四项或点时，使用两页描述同一调查点。

1.4.3.2 路线小结

按照表格中规定的项目填写：主要认识和存在问题，例如：露头、关系；新发现、建议等。

1.4.3.3 手图要求

线条：宽度 0.3 mm；

路线：用蓝色虚线；

地质体：用黑色实线线条，断裂用红色线条；

植被：用绿色实线线条；

土壤：用褐色实线线条；

点：直径 2 mm 的黑色空心圆，与两测线条间留 1 mm 空隙；

点号：标记于点的右上角；

点的左（或上）侧：标记地质体代号或产状；

点的右（或下）侧：标记土壤、植被的代号；

最小填图尺度：500 m。

1.5 野外样品采集与加工

1.5.1 “岩石-土壤-植物”取样

1.5.1.1 “5 点信封状取样”

在图幅内沿若干剖面线进行取样，确定剖面线方向为沿着风向。在每个点上进行植物、土壤 A 层和土壤 B 层及成土母岩（如果能够采到）取样。为 200 m×200 m 信封状取样。每个样品的制备都是从“信封”的 5 个点上均匀地各选取 200 g。小心地混合成一个混合样；取一份进行光谱分析或其他项目分析，剩余部分留做副样。野外取样时应记录主要的地质、地貌景观特点、植物群落特征及土壤地质类型等。

1.5.1.2 综合取样区

在调查区内按已确定的网度（本项目为 50 km×25 km）划分出土壤（A，B 层）和植物综合取样区，以进行光谱分析。土壤取样包括一系列被研究的元素和化合物。〔（标准组合-光谱分析、pH、 E_h ）+杀虫剂、放射性核物质、可移动的重金属、石油产品、酚类、苯、有机碳已根据本区的污染类型确定〕。总共确定了 15 个综合取样区。上述各种样品的选取都有其独特的防腐、包装、保存方法。选取每一个样品的区域长度从 200~500 m。

放射性核物质取样应选择 A 层土壤，之后放入棉布样袋中，样品体积不小于 $\frac{1}{1000} \text{ m}^3$ 。给样品作