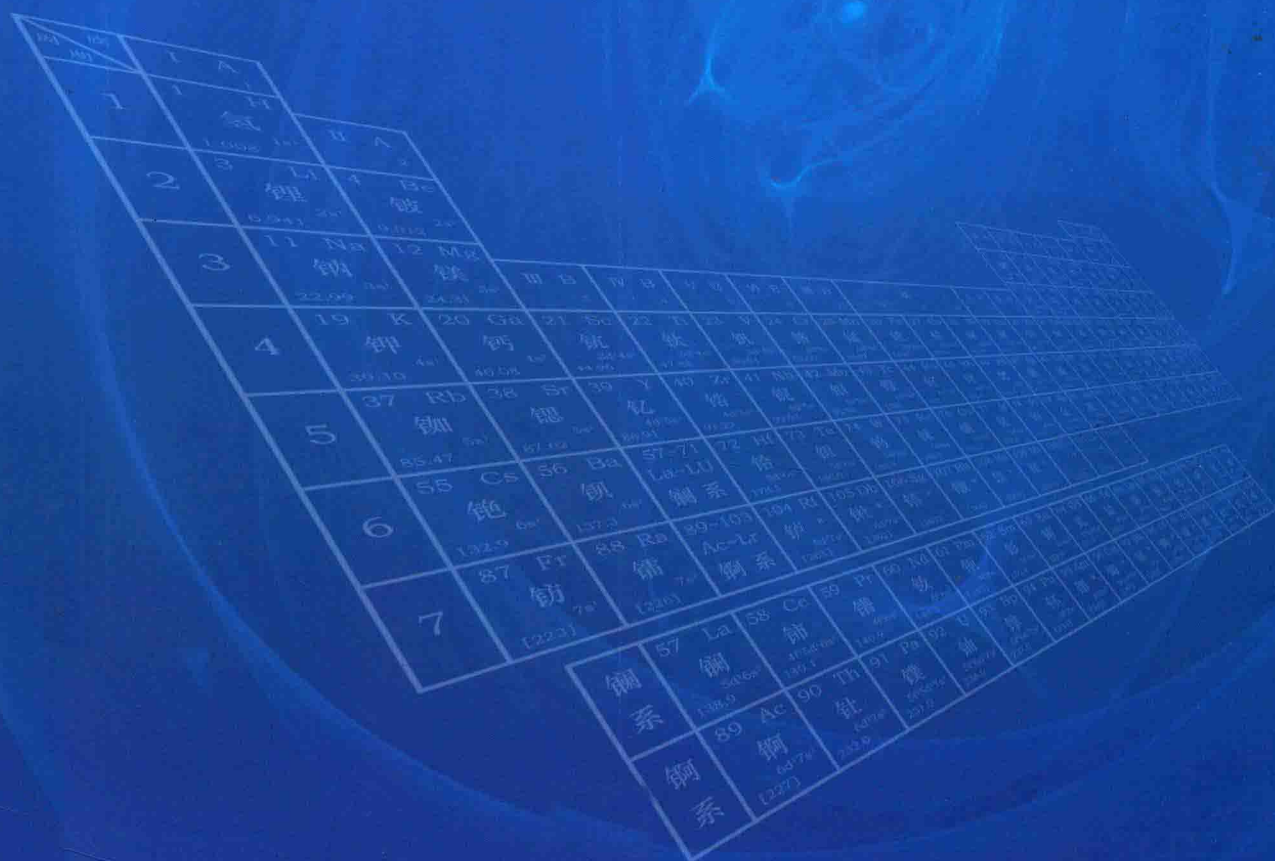


勘查地球化学科技进展 与成果 (1999~2008)

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所 著



地质出版社

勘查地球化学 科技进展与成果 (1999 ~ 2008)

中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

地质大调查以来,地球化学勘查方法技术研究成果十分丰富,涉及面很广。篇幅所限,本书仅仅收入了区域地球化学调查、多目标地球化学调查、1:5 万地球化学调查、深穿透地球化学调查、化探分析测试、区域地球化学编图 6 个方面研究的主要成果,及化探方法技术研发趋势的展望。期望这能为广大地质矿产勘查技术人员、勘查地球化学工作者迅速了解地球化学勘查新方法新技术现状提供一份资料。

本书可供从事金属矿产资源勘查的地质、化探工作者和相关院校师生,以及从事生态环境地球化学调查和评价研究的地球化学、环境工作者和相关院校师生阅读与参考。

图书在版编目(CIP)数据

勘查地球化学科技进展与成果:1999~2008/中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所著. —北京:地质出版社,2013.11

ISBN 978-7-116-08621-0

I. ①勘… II. ①中… III. ①地球化学勘探 IV. ①P632

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 261591 号

Kancha Diqiuhuaxue Kejijinzhān yu Chengguo (1999~2008)

责任编辑:陈军中

责任校对:关风云

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)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010)82310759

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:889mm×1194mm¹/₁₆

印 张:15.25

字 数:410 千字

印 数:1—1200 册

版 次:2013 年 11 月北京第 1 版

印 次:2013 年 11 月北京第 1 次印刷

定 价:58.00 元—

书 号:ISBN 978-7-116-08621-0

(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

本书是地质调查项目“地质调查地球化学勘查方法技术综合研究”项目的主要研究成果。项目于2009年启动,历时两年;旨在集成出版地质大调查以来尚未出版的地球化学勘查方法技术研究主要成果。

新一轮国土资源大调查自1999年启动以来,“地球化学勘查技术”一直受到重视,地球化学勘查方法研究成果在基础地质调查、矿产资源调查和环境生态地球化学调查评价工作中发挥了强有力的支撑作用。

地质大调查以来的10年中,围绕地球化学勘查方法技术专题共设置研究项目46项,投入总经费8804.3万元,项目基本情况见附录1。项目承担单位涉及中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、中国地质调查局发展研究中心、国家地质实验测试中心、中国地质大学(武汉)、中国地质大学(北京)、吉林大学、成都理工大学、有色金属矿产地质调查中心、新疆维吾尔自治区地质调查院、山东省地质调查院、江苏省地质调查院、江西省地质调查院、吉林省地质调查院、福建省地质调查院、广东省地质调查院、四川省地质调查院、湖北省地质调查院17家单位。

通过这些研究工作,在特殊景观区区域地球化学方法技术研究、多目标地球化学调查方法技术研究、76元素区域地球化学编图方法技术研究、低密度地球化学调查、深穿透地球化学调查方法技术与异常形成机理、全国地球化学块体矿产资源潜力预测等方面取得了重要进展,有力地促进了地球化学勘查技术的进步,对国土资源大调查中的地球化学勘查工作起到了重要的技术支撑作用。

考虑到76元素区域地球化学编图方法技术研究和全国地球化学块体矿产资源潜力预测的主要成果已经出版,本书主要总结1999~2008年期间中国地质调查局设置的地球化学勘查方法技术类(含分析测试和信息处理)研究项目的主要研究成果,期望反映出地质大调查以来勘查地球化学方法技术的进步,为广大的地质矿产勘查人员提供一个迅速了解地球化学勘查新方法新技术的参考资料。2009年及其以后完成的研究项目成果将在以后陆续编写出版。

一、1999~2008年项目完成情况

1999~2008年,共完成地球化学勘查技术类项目38项,总经费6548.3万元。按照项目研究方向,归为9大类:

- 1) 低密度地球化学调查方法技术项目1项,总经费208.7万元;
- 2) 特殊景观区区域地球化学调查方法技术研究项目10项,总经费905万元;
- 3) 深穿透地球化学调查方法技术与异常形成机理研究项目4项,总经费814.5万元;
- 4) 全国地球化学块体内矿产资源潜力预测研究项目3项,总经费590万元;
- 5) 76种元素地球化学编图和化探分析测试方法技术研究项目2项,总经费1754.6万元;
- 6) 环境生态地球化学调查方法技术研究项目8项,总经费1232.5万元;
- 7) 特殊矿种化探方法技术研究项目3项,总经费248万元;
- 8) 成矿区带化探方法技术研究项目3项,总经费302万元;
- 9) 1:5万化探方法技术研究项目4项,总经费493万元。

各类型项目投入经费在总经费中所占比例见图1。从经费支持的力度上可以看出来,主要的研究方向有4个:76种元素地球化学编图和化探分析测试方法技术、特殊景观区区域地球化学调查方法

技术、环境生态地球化学调查方法技术、深穿透地球化学调查方法技术，占到总经费的 72%。

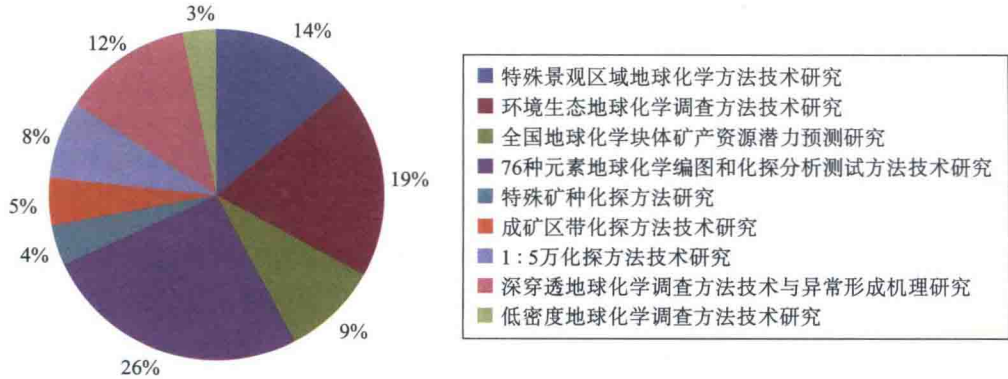


图 1 1999 ~ 2008 年各类型项目（课题）投入经费占总经费比例

76 元素地球化学编图研究使我国的地球化学勘查技术处于国际领先地位的状况得到加强，项目率先编制出版了世界上第一份 76 元素地球化学图；同时，促进了地球化学分析测试技术的进步，研制成功几十种超痕量元素分析测试技术，并形成一定的生产力；使我国地球化学分析测试水平进入世界先进水平。

特殊景观区域地球化学调查方法技术研究成果成为全国区域化探扫面的技术支柱，使全国相应景观区化探扫面工作沿着正确的技术道路前进，基本上解决了全国区域化探扫面空白区的技术难题，取得了令人瞩目的地质找矿效果，发现了一批对国民经济发展有重要支撑作用的资源战略接替区。例如，西藏驱龙铜矿床、青海沱沱河铅锌矿田等。

环境生态地球化学调查方法技术研究成果支撑了全国多目标区域地球化学调查工作，获取到世界一流的高质量 54 元素地球化学数据，实现了全国数据的无缝拼接，发展了环境生态地球化学学科，催生了土地质量地球化学评价学科，极大地扩展了勘查地球化学的服务领域，社会经济效益十分显著。

深穿透地球化学调查方法技术研究取得了明显的进步，发现了金属元素以纳米尺度微粒迁移的证据，规范了荒漠戈壁区元素活动态提取的方法技术，研制出活动态提取的专用设备和地球化学标准样。

二、2009 ~ 2010 年项目安排情况

2009 ~ 2010 年，安排地球化学勘查技术类研究项目共计 8 项，总经费 2200 万元以上。其中：

- 1) 深穿透地球化学调查方法技术与异常形成机理研究项目 1 项，总经费 240 万元；
- 2) 全国地球化学块体矿产资源潜力预测研究项目 1 项，总经费 156 万元；
- 3) 76 种元素地球化学编图项目 1 项，总经费 650 万元；
- 4) 成矿区带化探方法研究项目 2 项，总经费 740 万；
- 5) 中大比例尺化探方法技术研究项目 1 项，总经费 280 万元；
- 6) 覆盖区化探方法技术研究项目 2 项，总经费 490 万元。

各类型项目投入经费在总经费中所占比例情况见图 2。从图中可见，76 元素地球化学编图研究得到持续的支持，同时开辟了两个重要的研究方向：成矿区带化探方法技术研究和覆盖区化探方法技术研究。这是面对我国新的地质找矿形势，地球化学勘查作出的战略调整，将极大地影响今后勘查地球化学方法技术的研究方向，催生勘查地球化学新的战略领域。

三、研究项目概况

1. 已完成项目发表的论著和获奖情况

地球化学勘查技术类项目已结题 38 项（见附录 1），出版专著 15 部，见表 1。发表论文 144 篇，

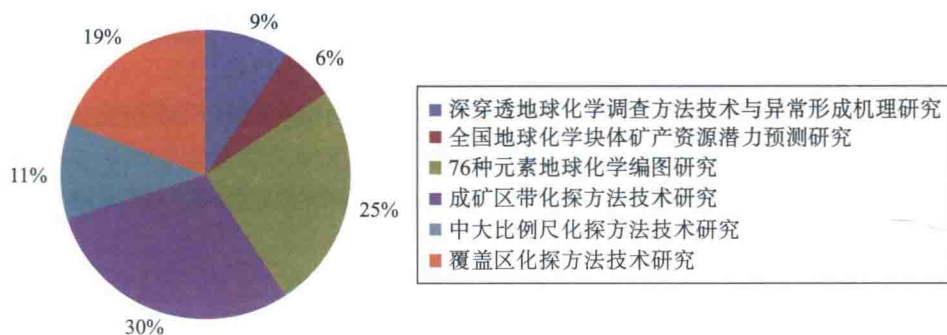


图 2 2009 ~ 2010 年各类型项目投入经费占总经费比例

表 1 项目成果出版专著表

序号	专著名称	作者	出版社	时间
1	第六届全国勘查地球化学学术讨论会论文集	朱立新、史长义、 张金华 主编	地质出版社	2000
2	金的勘查地球化学	王学求、谢学锦	山东科学技术出版社	2000
3	中国铜多金属矿田区域地质地球化学异常结构模式及预测评价	史长义、张金华、黄笑梅	地质出版社	2002
4	奋斗的人生 辉煌的事业：祝贺谢学锦院士 80 寿辰暨中国勘查地球化学 50 周年	张立生、王学求	地质出版社	2003
5	区域地球化学勘查样品分析方法	叶家瑜、江宝林主编	地质出版社	2004
6	信息找矿与勘查百例	施俊法、姚华军、李有枝	地质出版社	2005
7	应用地球化学元素丰度数据手册	迟清华、鄢明才	地质出版社	2007
8	浙江省农业地质环境调查评价方法技术	周国华、董岩翔等	地质出版社	2007
9	中国西南地区 76 种元素地球化学图集	谢学锦、程志中等	地质出版社	2008
10	中国花岗岩类化学元素丰度	史长义、鄢明才、迟清华	地质出版社	2008
11	化探资料应用技术要求	向运川、任天祥、牟绪赞	地质出版社	2010
12	中国重要金属矿勘查物探化探方法技术应用	中国地质科学院地球物理 地球化学勘查研究所	地质出版社	2011
13	中国地球化学图集	谢学锦、任天祥、孙焕振	地质出版社	2012
14	森林沼泽区矿产资源地球化学勘查技术方法研究	金浚、杨少平	地质出版社	2012
15	中国东部平原土壤地球化学基准值、重金属元素异常成因和生态效应	朱立新、马生明、汤丽玲	地质出版社	2012

见附录 2。

已结题项目获得省部级科技成果奖和专利如下：国土资源科学技术奖一等奖 1 项、二等奖 10 项；中国有色金属工业科学技术奖二等奖 1 项；省级科学技术进步奖二等奖 1 项，三等奖 1 项；省国土资源科技创新奖三等奖 1 项。获得发明专利 2 项，实用新型专利 1 项。见表 2。

2. 在研项目预期成果

目前，地球化学勘查技术类项目在研 8 项，研究内容包括地球化学块体编图、覆盖区化探方法技术研究、1:5 万化探方法技术研究、深穿透地球化学异常形成机理研究、76 元素地球化学编图、成矿区带化探方法技术研究等，预期成果如下：

1) 编制中蒙边界地区 39 种元素 1:100 万地球化学系列图；提交适合于干旱半干旱荒漠草原景观区的 1:100 万地球化学填（编）图操作规范（中英文版）。

- 2) 制定大兴安岭中北段半干旱草原景观和森林沼泽景观 1:5 万化探方法技术。
- 3) 提出内蒙古中东部半干旱草原覆盖区 1:20 万区域化探方法技术。
- 4) 建立干旱荒漠区隐伏金矿成矿元素和伴生元素从深部向地表迁移机理和立体分散模式；集成各种技术，形成深部矿产勘查地球化学勘查的有效技术。
- 5) 编制完成我国华南地区 76 种元素的地球化学图，对华南地区的矿产资源潜力、环境生态问题进行研究。

表 2 项目成果获奖和获得专利一览表

序号	单位	成果名称	年度	奖项
1	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所 国家地质实验测试中心	勘查地球化学样品中 76 元素测试方法技术和质量监控系统的研究	2011	国土资源科学技术奖一等奖
2	中国地质调查局发展研究中心	区域地球化学数据管理信息系统 (GeoMDIS2000)	2002	国土资源科学技术奖二等奖
3	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所	我国东北部森林沼泽景观区域化探方法技术研究	2003	国土资源科学技术奖二等奖
4	中国地质调查局发展研究中心	新疆金地球化学块体内资源潜力预测及找矿方向探讨	2003	新疆维吾尔自治区科学技术进步二等奖
5	中国地质调查局发展研究中心	我国地球化学块体内矿产资源潜力预测	2006	国土资源科学技术二等奖
6	中国地质调查局发展研究中心	信息找矿战略与勘查百例	2006	国土资源科学技术二等奖
7	国家地质实验测试中心	痕量超痕量元素分析新技术新方法在地质调查中的开发应用研究	2007	国土资源科学技术奖二等奖
8	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所 中国科学院南京土壤研究所	土壤有效态成分分析标准物质的研制	2007	国土资源科学技术奖二等奖
9	有色北京矿产地质研究院 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所	森林沼泽景观异常查证方法技术研究	2007	中国有色金属工业科学技术奖二等奖
10	中国地质调查局发展研究中心	全国区域地球化学系列图编制	2008	国土资源科学技术奖二等奖
11	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所	中国地球化学元素丰度图集编制与研究	2009	国土资源科学技术奖二等奖
12	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所	城市环境地球化学调查异常查证方法技术研究	2010	国土资源科学技术奖二等奖
13	湖北省地质实验研究所 湖北省地质调查院	区域地球化学勘查样品分析方法	2011	国土资源科学技术奖二等奖
14	山东省地质调查院	山东胶莱盆地边缘深穿透地球化学金矿探测技术试验研究	2005	山东省科技进步奖三等奖
15	江苏省地质调查院	南京地区区域环境地球化学调查方法研究	2004	江苏省国土资源科技创新奖三等奖
16	吉林大学	痕量金分离富集发光检测装置及其方法	2008	专利号: ZL200510016637.0
17	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所	固体载体型元素提取器	2004	专利号: ZL200420007370.X
18	中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所	地球气动态采样技术捕集器	2005	专利号: ZL200420064226X

注：截至 2011 年不完全统计。

6) 提出北山地区铜矿床成矿有效地球化学指标, 制定相应的成矿远景区预测和靶区优选地球化学方法技术。

7) 提出热液型铅锌矿、斑岩型和矽卡岩型铜矿地球化学定量预测与矿床定位技术; 研究开发热液型铅锌矿、斑岩型和矽卡岩型铜矿地球化学定量预测与矿床定位技术及其计算机软件系统。

8) 制定一套适合我国浅覆盖区特点的机动浅钻地球化学勘查方法技术及技术标准系列。

四、编写内容和分工

考虑到有些研究成果已经出版, 经邀请全国勘查地球化学专家研讨, 确定本次编辑出版的内容为特殊景观区域化探方法技术、多目标地球化学勘查方法技术、地球化学编图方法技术及其软件系统、深穿透地球化学方法技术、地球化学分析测试方法技术等研究方向的主要成果。

本书前言、第一章、第二章、第三章和第七章由杨少平编写, 第四章由王学求编写, 第五章由张勤编写, 第六章由向运川、牟绪赞、刘荣梅编写。弓秋丽制作了前言中图表、附录1和附录2, 并绘制了少量图件; 孙跃绘制了部分图件。全书由杨少平统稿。

任天祥和羌荣生两位化探老专家审阅了全部书稿, 提出了十分重要的修改意见。张华教授级高工审阅了第一章书稿, 提出了宝贵的修改意见。卢荫庥教授级高工、李国会教授级高工、白金峰高工审阅了第五章书稿, 提出了宝贵的修改意见。袁桂琴教授级高工大力支持书稿的编写工作, 提出了重要的编写意见, 并审阅了书稿前言部分, 提出了宝贵的修改意见。

五、致谢

本书编写过程中, 得到了中国地质调查局科技外事部原主任叶建良、基础部原副主任奚小环, 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所所长韩子夜、副所长史长义的大力支持; 得到了中国地质调查局科技外事部新技术处原处长李志忠, 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所科技外事处处长张振海的大力帮助; 勘查地球化学老专家任天祥、牟绪赞, 南京地调中心陈国光、武汉地调中心曾春芳、成都地调中心王永华、西安地调中心李宝强等化探专家对书稿编写提纲提出了宝贵意见; 山西省地质调查院周继华、王建武等提供了有关地质资料; 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所秦爱华做了一些服务性工作。在此一并致以诚挚的谢意。

地质大调查以来, 地球化学勘查方法技术研究成果十分丰富, 涉及面很广。篇幅所限, 本书仅仅收入了区域地球化学调查、多目标地球化学调查、1:5万地球化学调查、深穿透地球化学调查、化探分析测试、区域地球化学编图6个方面的主要成果, 以及化探方法技术研发趋势的展望。由于编者水平所限, 难免有所错漏, 敬请读者不吝赐教, 以便更正。

编者

2013.6

目 录

前 言

第一章 区域地球化学勘查方法技术研究	(1)
第一节 森林沼泽区区域化探技术	(1)
一、技术简介	(1)
二、应用范围和条件	(2)
三、应用状况	(2)
四、找矿效果	(3)
第二节 干旱、半干旱高寒山区区域化探技术	(9)
一、技术简介	(9)
二、应用范围和条件	(10)
三、应用状况	(10)
四、找矿效果	(11)
第三节 高寒湖沼丘陵区区域化探技术	(13)
一、技术简介	(14)
二、应用范围和条件	(15)
三、应用实例	(15)
四、找矿效果	(15)
第二章 多目标地球化学调查方法技术研究	(20)
第一节 区域调查方法技术	(20)
一、主要研究成果	(20)
二、成果应用情况	(22)
第二节 区域生态异常评价方法技术	(24)
一、异常迁移途径及来源追踪方法技术	(25)
二、生态效应评价方法技术	(28)
三、生态系统安全性地球化学预测预警方法技术	(32)
第三节 多目标地球化学调查进展与展望	(33)
第三章 1:5 万地球化学勘查技术研究	(36)
第一节 森林沼泽景观区	(36)
一、地球化学勘查方法技术	(36)
二、试点勘查案例	(37)
第二节 半干旱中低山、丘陵景观区	(52)
一、地球化学勘查方法技术	(52)
二、试点勘查案例	(53)
第三节 干旱荒漠景观区	(58)
一、地球化学勘查方法技术	(58)
二、试点测量成果	(58)

第四章 深穿透地球化学调查方法技术研究	(63)
第一节 研究概况	(63)
一、国内外研究现状简介	(63)
二、主要成果	(63)
第二节 荒漠戈壁区方法技术研制与标准化	(65)
一、微粒采样与分离技术	(65)
二、元素活动态提取技术的改进	(68)
三、浅钻异常查证技术	(69)
四、荒漠戈壁区深穿透地球化学勘查技术标准化	(73)
第三节 荒漠戈壁区应用实例	(78)
一、东天山与吐哈盆地 1:100 万战略性地球化学调查	(78)
二、哈密盆地南缘 1:25 万地球化学调查	(79)
三、新疆哈密金窝子 210 金矿勘查试验	(83)
结论	(88)
第五章 勘查地球化学样品测试和质量监控方法技术研究	(90)
第一节 多元素分析测试配套方案与技术进步	(91)
一、1:20 万区域地球化学调查样品 39 种元素配套分析方案	(91)
二、1:25 万多目标地球化学填图样品 54 种指标配套分析方案	(93)
三、地球化学填图样品 76 种元素配套分析方案	(94)
四、1:5 万地球化学普查样品配套分析方案	(94)
第二节 多元素配套分析方法	(96)
一、X 射线荧光光谱法测定 24 种主、次和痕量元素	(96)
二、X 射线荧光光谱法测定氯、溴、硫	(100)
三、X 射线荧光光谱法测定 34 种主、次和痕量元素	(103)
四、感应耦合等离子体光学发射光谱法测定 27 种主、次、痕量元素	(108)
五、感应耦合等离子体质谱法测定 30 种痕量元素	(113)
六、感应耦合等离子体质谱法测定 Te	(116)
七、感应耦合等离子体质谱法测定 15 种稀土元素	(117)
八、泡沫塑料吸附 - 石墨炉原子吸收光谱法测定痕量金	(119)
九、等离子体质谱法直接测定 Au、Pt、Pd	(121)
十、镍钨试金 - 感应耦合等离子体质谱法测定 Pt、Pd、Rh、Ir、Os、Ru	(123)
十一、垂直电极 - 发射光谱法测定 Ag、B、Sn、Mo、Pb	(126)
十二、泡沫塑料吸附 - 石墨炉原子吸收光谱法测定痕量 Tl	(129)
十三、火焰原子吸收光谱法测定 Li	(130)
十四、火焰原子吸收光谱法测定 K_2O 、 Na_2O 及 Mn	(132)
十五、氢化物 - 原子荧光光谱法测定 As、Sb、Bi	(134)
十六、冷蒸气 - 原子荧光光谱法测定 Hg	(136)
十七、氢化物 - 原子荧光光谱法测定 Se	(137)
十八、氢化物 - 原子荧光光谱法测定 Ge	(139)
十九、离子选择电极法测定 F	(140)
二十、催化动力学分光光度法测定 I	(142)
二十一、氧化燃烧 - 气相色谱法测定氮和碳	(143)
二十二、氧化热解 - 电位法测定 TC 和 C_{org}	(144)

第三节 地球化学标准物质研制与样品分析质量监控	(145)
一、地球化学标准物质研制	(145)
二、样品分析质量监控系统	(149)
第六章 地球化学数据库建立与编图	(161)
第一节 全国地球化学数据汇交与整理	(161)
一、全国区域化探工作概况	(161)
二、数据汇交	(162)
三、数据验收与集成	(163)
四、全国区域地球化学数据总汇	(169)
第二节 分省地球化学数据库建立	(169)
一、GeoMDIS 系统	(169)
二、省级地球化学数据库建立	(173)
三、数据库可视化检查	(175)
第三节 全国区域地球化学数据库系统开发	(177)
一、系统结构	(177)
二、数据模型	(177)
三、数据库系统开发方法技术	(180)
四、C/S 数据管理模式	(181)
五、Web 数据浏览模式	(185)
第四节 全国区域地球化学数据库	(186)
一、数据入库	(186)
二、数据容量	(186)
三、数据浏览与检索	(186)
第五节 全国地球化学图编图方法技术	(187)
一、编图系统平台	(187)
二、编图方法技术	(193)
三、全国地球化学系列图	(196)
第七章 勘查地球化学技术发展趋势与展望	(198)
第一节 经济社会发展对勘查地球化学技术的需求	(198)
一、能源安全呼唤勘查地球化学的介入	(198)
二、矿产资源勘查仍然是勘查地球化学科技创新的主题	(198)
三、环境研究成为勘查地球化学的重要研究方向	(199)
四、地球系统科学理念的深化需要勘查地球化学的支撑	(199)
五、勘查地球化学是新一代地质勘查技术体系的重要支点	(199)
六、国际大型合作研究计划成为地球科学研究重要创新途径	(200)
七、打破垄断呼唤地球化学分析测试仪器国产化	(200)
八、蓝色国土资源潜力调查需要勘查地球化学的参与	(200)
第二节 勘查地球化学技术发展的需求	(201)
一、深部填图与找矿工作的需求	(201)
二、1:5 万地球化学普查的需求	(201)
三、浅覆盖区地球化学勘查的需求	(201)
四、能源矿产勘查需求	(202)
五、多目标地球化学勘查的需求	(202)
六、灾害防治对地球化学勘查的需求	(202)

第三节 勘查地球化学技术发展的趋势	(202)
一、矿产勘查地球化学研究	(203)
二、生态环境地球化学研究	(205)
三、基础地球化学编图与综合研究	(206)
四、水地球化学研究	(207)
五、地球化学勘查分析测试研究	(208)
六、海洋地球化学勘查方法技术研究	(209)
七、地质调查标准研究	(210)
八、资源综合利用调查技术	(210)
九、地球化学信息技术	(210)
十、全球巨型成矿带地球化学特征研究	(210)
十一、地壳地球化学探测技术与实验研究	(211)
十二、地震监测预报中某些地球化学新指标、新方法研究	(211)
十三、多学科多方法组合技术研究	(211)
附录1 项目基本情况表	(213)
附录2 发表学术论文一览表	(216)
附录3 荒漠戈壁土壤深穿透地球化学标准样定值结果	(221)
参考文献	(229)
参考资料	(231)

第一章 区域地球化学勘查方法技术研究

最近 10 年来,我国区域地球化学勘查新方法新技术研究主要围绕生产急需的几个特殊景观区展开,取得了重大突破和进展。在森林沼泽区、高寒干旱半干旱山区、高寒湖沼丘陵区等地区,成功破解了困扰区域化探多年的技术难题,提出了系列区域化探扫面方法技术。

10 年来,区域化探找矿效果越来越显著。据不完全统计,90% 以上的贵金属和有色金属矿产均是依据区域化探成果发现的,区域地球化学勘查已经成为我国矿产资源勘查中不可或缺的方法技术。

以下按景观区简要介绍有关区域地球化学勘查方法技术研究的新进展。

第一节 森林沼泽区区域化探技术

森林沼泽景观区主要分布在内蒙古自治区、黑龙江省、吉林省 3 省(区)的大兴安岭、小兴安岭、长白山和张广才岭地区,面积约 $65.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。全国重点成矿区带——大兴安岭成矿带东北部(含得尔布干成矿带)、辽东-吉南成矿带,黑龙江省重点成矿区带——伊春-延寿成矿带位于本景观区中。

森林沼泽区区域化探扫面方法技术研究始于 1975 年,历经 25 年,多家单位多次开展过研究工作,得到相同的方法结论:以水系沉积物测量为主。技术研究结论则不断变化:采样粒级 -40 目^①、-60 目、-20 目,采样密度 1 点/ km^2 、1 点/ 4km^2 组合样分析或 1 点/ 4km^2 单样分析。

2000 年以前,在东北森林沼泽区的大部分地区,主要借鉴内地沿海区的化探扫面方法技术,按照不同阶段的试点研究成果,采用 -40 目、-60 目或 -20 目采样粒级,1 个点/(1~4) km^2 和 1 个点/ 50km^2 的采样密度,先后完成了大部分地域的区域化探扫面工作。获得的资料表明:由于采集这些粒级构成的样品都含有大量的有机质,难以客观地反映测区的地球化学规律,对测区内的成矿带反映得很不清楚;提供的找矿信息很不准确,所圈定的区域化探异常,经查证许多异常没有发现有价值的矿化线索,有的异常甚至消失。地质找矿工作一直没有重大突破,该景观区的区域化探工作的路子越走越窄,陷入困境。

1999 年 11 月,中国地质调查局决定,开展新一轮森林沼泽区区域化探工作方法技术研究,解决森林沼泽区区域化探工作面临的技术难题。

一、技术简介

(一) 技术特点

在森林沼泽景观区,影响区域地球化学勘查的主要因素是广泛存在的大量有机质和沼泽化造成一级水系难以采集到砂质水系沉积物。有机质对元素的吸附作用造成许多元素发生地表富集,加之不同地区不同部位有机质分布的不均匀性,使水系沉积物中的地球化学规律发生畸变,对地质找矿工作造成误导。本次研制的区域化探方法技术可以有效消除普遍存在的有机质对水系沉积物测量的严重影响,为本景观区地质找矿重大突破提供了有力的技术支撑。同时新技术操作简便易行,便于在全区推

① 目为非法定计量单位,它指 1 平方英寸面积上的孔数目。

广使用。

(二) 技术要点 (杨少平, 孔牧, 2002)

通过基础地球化学特征研究发现:

1) 在森林沼泽景观条件下, 腐殖土和泥炭是普遍分布的表生介质, 其粒度主要以 -80 目的细颗粒物占优势, 有机质对矿化指示元素的表生富集作用主要集中在 -60 目以下的细粒级段。

2) 残(坡)积母质层中多数元素相对基岩都发生了富集。残积层为基岩原地风化的产物, 除对基岩成分有良好的继承性外, 它还是一个重要的地球化学界面(障), 地下气体、地下水循环、地电化学作用等可将深部矿化信息带至这个界面, 从而强化了下伏矿化的地球化学信息, 对找矿是十分有利的。因此, 只要采到了残坡积母质层, 采样粒级的选择就变得不怎么重要了。

3) 以腐殖土和残坡积土为主要来源而形成的水系沉积物, 在不同地区、不同级别的水系中仍然是 +40 目粗粒级段的比例占有主导地位; 水系沉积物中有机质的干扰从 -40 目就开始发生, 主要出现在 -60 目各个粒级段。因此, 选择 -10 ~ +60 目粒级段的水系沉积物作为采样介质基本上可以消除有机质的影响, 得到比较客观反映测区地质实际的地球化学资料(杨少平等, 2003)。

在森林沼泽景观区, 根据景观条件特征和上述研究成果, 制定的区域化探扫面方法为: 以水系沉积物测量为主, 土壤测量为辅。以发现中型以上的矿床为主要目标的森林沼泽景观区 1:20 万区域化探扫面方法技术的核心是: 采样密度以 1 点/4km² 为最佳, 采样粒度以 -10 ~ +60 目为最佳(杨少平等, 2003)。在个别采集水系沉积物困难的地段, 可以用残坡积土壤样品代替。

以残坡积土为采样介质的土壤测量方法可以适应森林沼泽景观区区域化探异常查证的工作, 对矿体、构造带、矿化元素组合等都能比较明确地反映出来, 为进一步的找矿工作提供有价值的信息。

利用 -10 ~ +60 目水系沉积物测量资料进行测区主要地质体的解译是可行的, 可以圈定出具有一定规模的地质体, 同时对构造具有较强的指示作用。

二、应用范围和条件

本项方法技术的应用范围为全国森林沼泽景观区 1:20 万或 1:25 万区域地球化学调查。

此项方法技术的应用条件: 必须具有地球化学勘查专业调查队伍和实验测试队伍。

三、应用状况

自 2000 年以来, 森林沼泽景观区新的区域化探工作方法技术已经在黑龙江和内蒙古相应景观区的 1:20 万区域化探扫面中全面推广应用。截至 2008 年底, 推广面积超过 $22 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

使用此方法技术开展调查工作的单位有黑龙江省地质调查院、安徽省勘查技术院、陕西省第二综合物探大队、河南省地质调查院、吉林省区域地质调查所等。

在所有采用新方法完成扫面的图幅中, 其地球化学特征都比较客观地反映了测区主要地质体的分布规律和相关找矿信息。采用地球化学资料推断的地质体和区域构造引起了地质专家的极大兴趣, 取得了十分明显的地质效果。如黑龙江省 25 站-连崮幅不同粒度水系沉积物测量结果表明(图 1-1): -10 ~ +60 目测量结果十分明确地指出了测区玄武岩(图 1-1 中红色部分)和花岗岩(图 1-1 中深蓝色部分)的分布范围; -60 目测量结果则相形见绌, 且出现了与基岩无关的强异常。

在东北森林沼泽区, 通过新方法新技术的应用, 圈定区域化探综合异常 930 处、确定找矿靶区 100 个。经过区域化探异常查证, 发现矿(化)点 52 处; 其中安徽省勘查技术院承担的内蒙古阿荣旗幅扫面圈定的重点异常, 经检查发现了太平沟大型钼矿床; 黑龙江省地勘局在检查区域化探异常中发现了黑龙江省黑河市争光大型金矿床和下嘎来奥伊河中型铅锌矿床, 在地质找矿方面取得了重要突破。

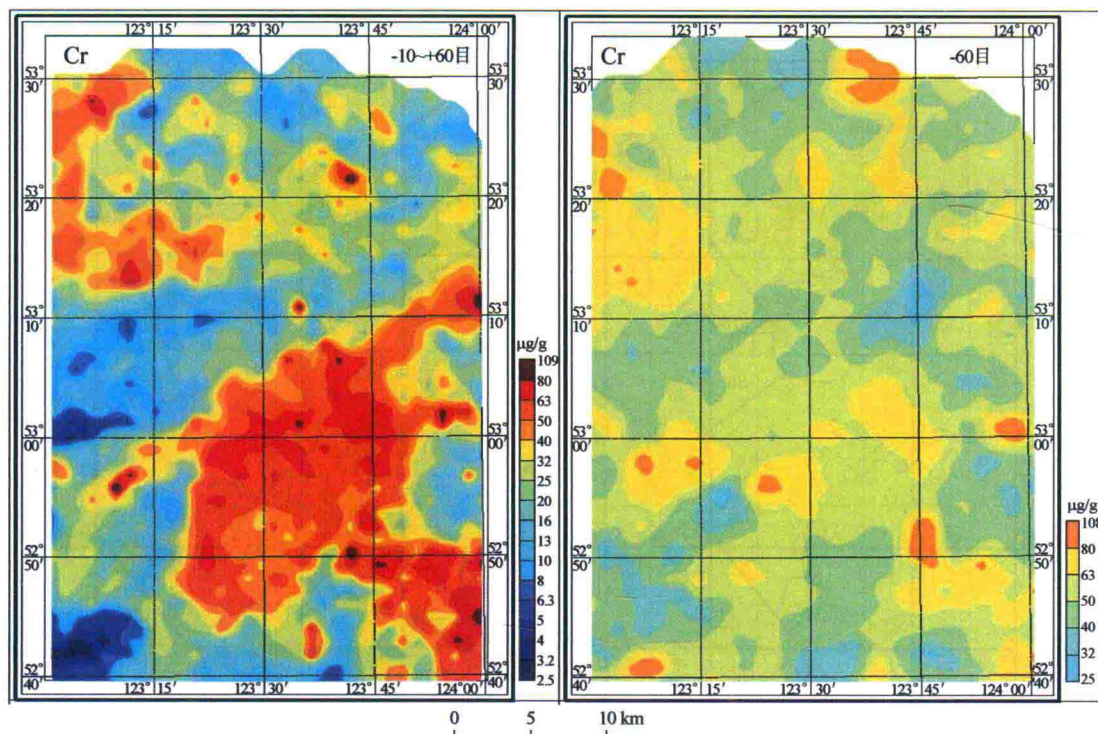


图 1-1 黑龙江省 25 站-连崮幅水系沉积物测量不同粒级 Cr 地球化学图
(据吕长生等 2002 年 (-10 ~ +60 目) 和 1988 年 (-60 目) 数据综合编制)

四、找矿效果

(一) 争光大型金矿床

争光金矿床位于黑龙江省黑河市金水乡铜山东南 4km 处的争光村附近。距多宝山大型斑岩铜矿约 10km，位于三矿沟—多宝山—铜山—争光北西向铜金多金属成矿带南东部（武子玉等，2006）。

2000 年，黑龙江省地勘局齐齐哈尔矿产勘查开发分院对卧都河幅 1:20 万化探卧 HS-24、25、29 3 个异常进行 2 级查证（200m×40m 土壤测量）时，在争光地区共圈出了组合异常 8 处。其中最具找矿远景的为 Ht-4 异常，元素组合以 Au、Ag、As 为主，伴生 Sb、Pb、Zn、Cu、Mo 元素，面积 0.74km²（见图 1-2）。异常呈分支带状分布，套合紧密，浓集中心突出，总体为北西走向。异常水平分带明显，从内向外为 Au、Ag、Mo→Pb、Zn→As、Sb、Cu。异常的两个分支交会处，是 Au、Ag、Pb、Zn 含量最高，是各元素异常浓集中心部位。异常展布形态明显受北西、近南北向交叉断裂控制。

当年，经工程槽探验证，在 Au-6 异常地段（见图 1-2），发现了 6 条金矿体。到 2003 年底，累计发现金矿体 68 条（武子玉等，2006）。历经 7 年的化探、槽探、坑探和浅钻工作，探获金储量 ××t、伴生 Ag 54.5t、Cu 1407t、Pb 5578t、Zn 32.4t（李方辉，2009），最终找到一个大型金矿床，取得了找矿重大突破。

争光金矿床产于中奥陶统多宝山组中性火山岩和燕山期中酸性侵入体中，赋存于 NWW、NNW 向断裂构造带内。金矿体主要赋存于中奥陶统多宝山组安山质凝灰岩、安山岩、绿泥绢云板岩中，其次为铜山组安山质凝灰岩（见表 1-1）。矿体呈脉状，具有膨缩和尖灭再现的特点。中奥陶统多宝山组中性火山岩地层为金矿之矿源层，燕山期中酸性岩浆作用为金矿的形成提供了热源，构造作用对含金热液的流动与迁移提供了通道。该金矿床为热液—构造蚀变岩型（崔威，2006；武子玉等，2006；张宝林，2004）。争光金矿床的发现对本区及其他地区寻找岩金矿床具有重要的指导意义。

表 1-1 黑龙江省黑河市争光岩金矿区主要金矿体特征表

矿体号	最高品位 (g·t ⁻¹)	平均品位 (g·t ⁻¹)	矿体长度 m	平均真厚度 m	见矿 工程	产状	矿体 类别	赋矿围岩	矿化蚀变	备注
I-1	28.73	20.46	160	0.22	3	137°∠52°	Y	安山质凝灰岩、闪长岩	硅化、绢云母化、褐铁矿化	
I-6	14.90	7.97	125	0.77	2	291°∠45°	Y	凝灰岩		
II-1	19.47	5.99	130	1.25	2	317°∠60°	Y	构造破碎岩	硅化、褐铁矿化	
II-2	7.34	5.51	67	0.98	2	317°∠60°	Y		硅化、绢云母化、褐铁矿化	
II-3	17.41	10.53	53	0.43	2	280°∠48°~60°	Y	绢云绿泥板岩、凝灰岩	硅化、褐铁矿化、绢云母化	
II-6	15.63	15.63	40	0.80	1	279°∠63°	Y	闪长岩	硅化、黄铁矿化、绢云母化	隐伏
II-9	3.58	3.58	40	0.87	1	334°∠30°	Y	安山质凝灰岩	硅化、黄铁矿(褐铁矿)化、绢云母化	
II-11	10.27	7.27	36	0.95	1	19°∠36°	Y	绢云绿泥板岩、凝灰岩	绢云母化、次为硅化、褐铁矿化	
II-17	6.53	3.86	30	1.64	1	240°∠50°	Y			
II-21	6.62	5.25	8	2.58	1	298°∠56°	Y	闪长岩、碎裂绿泥绢云板岩		
II-22	13.0	4.26	50	1.23	3	298°~330°∠34°~53°	Y	碎裂绿泥绢云板岩	硅化、褐铁矿化、绢云母化	
II-27-1	4.92	3.49	27	2.18	1	288°∠59°	Y	闪长岩		
II-47	23.36	23.36	40	0.90	1	268°∠35°	Y	构造破碎岩、安山岩	硅化、黄铁矿化、绢云母化	
II-48	30.07	17.08	40	1.52	1	268°∠35°	Y		硅化、黄铁矿化	
II-51	111	31.05	73	1.57	1	267°∠69°	Y	闪长岩	硅化、褐铁矿化、次为绢云母化	隐伏
II-53	6.40	6.40	62	0.92	1	266°∠69°	Y	安山岩	硅化、褐铁矿化	
II-56	11.78	4.69	25	1.00	1	264°∠67°	Y		硅化、褐铁矿(黄铁矿)化	
II-57	3.36	3.36	100	0.82	1	50°∠35°	Y	安山质凝灰岩	硅化、黄铁矿化	

注：Y指工业品位矿。

(引自崔威,2006)