

无机与有机 地球化学勘查 技术方法研究与应用

贾国相 黄书俊 栾继琛 等 著

WUJI YU YOUJI
DIQIU HUAXUE KANCH
JISHU FANGFA YANJIU YU YINGYONG

冶金工业出版社

无机与有机地球化学勘查 技术方法研究与应用

贾国相 黄书俊 栾继琛 等著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2005

内 容 提 要

本书分上、下篇共十五章。上篇详细介绍了10种勘查地球化学找矿技术方法,重点对每一种方法的野外工作方法、室内测试方法和技术方法形成机理、异常模式以及数据处理方法等进行了全面论述。下篇介绍了这些方法综合应用的效果,包括在全国范围内寻找金属矿产、石油、天然气矿产资源方面取得的许多令人满意的找矿效果。

本书可供金属矿产、石油、天然气矿产勘探工作者使用,也可作为高等院校相关专业的教学用书或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无机与有机地球化学勘查技术方法研究与应用/贾国相等著.

—北京:冶金工业出版社,2005.9

ISBN 7-5024-3827-0

I. 无… II. 贾… III. ①无机化学—地球化学勘探—研究
②有机化学—地球化学勘探—研究 IV. P632

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 101506 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)

责任编辑 王之光 谭学余 美术编辑 李 心

责任校对 符燕蓉 李文彦 责任印制 牛晓波

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2005年9月第1版,2005年9月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;14.5印张;345千字;209页;1~2000册

49.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

编写人员名单

贾国相	黄书俊	栾继琛
初绍华	李惠	张茂忠
赵友方	张美娣	姚锦其

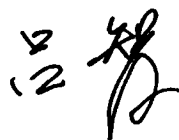
序

桂林矿产地质研究院勘查地球化学研究室创建于1962年，其前身为物探室化探组。四十多年来，先后在欧阳宗圻、初绍华、李浩、栾继琛、贾国相等11位负责人的主持下，勘查地球化学研究室得到了稳定和发展，并经历了由单一方法研究到多种化探研究、化探分析、仪器研制的综合性地球化学研究，长期从事无机地球化学应用技术的开发研究，特别是引进和开发了找矿新技术、新方法，主要承担寻找有色金属矿产资源的地球化学勘查和技术开发的国家和省部级攻关项目以及企业委托项目等，为我国有色金属矿产资源的勘探与开发做出了重要贡献。随着国家科研体制改革的不断深入，利用化探新技术寻找油气田及时切入油气化探领域，开拓性地承担了石油化探项目，并取得了显著的经济效益和成果，为“勘查地球化学在中国的发展与应用”做出了重要贡献。

四十多年以来，研究院集体完成了100多项国家、省部级攻关和企业委托的重大科研成果，成果获省部级奖励30项，其中省部级科技进步一等奖2项，二等奖6项，三等奖8项；先后完成编译、编写出版专著14部。《无机与有机地球化学勘查技术方法研究与应用》一书较深入细致地对10种无机和有机地球化学勘查技术方法进行了总结；并对每一种技术方法应用的地球化学依据、异常形成机理、野外和室内工作方法、异常综合研究以及异常影响因素、消除方法乃至找矿效果进行了介绍。尤其是土壤吸附相态汞找矿技术、土壤吸附烃找矿技术、卤素找矿技术等方法在全国广泛推广应用，取得了十分显著的经济效益和社会效益。另外，盐晕找矿

技术应用于化探异常评价、筛选工作和已近成熟的土壤电吸附找矿技术和正在研发的土壤氦气测量技术均具有很好的推广应用前景。在院庆五十周年之际，一方面向科研集体表示祝贺，另一方面建议地质界同行，特别是从事地球化学工作的同仁们，不妨一读，共同探讨。借此机会，为勘查地球化学研究室的组建和发展做出重要贡献的欧阳宗圻主任（教授）八十寿辰表示祝贺！

院 长



2005 年 8 月

前 言

随着我国开发矿业的不断深入发展,地表浅埋藏、易勘查的金属矿产越来越少,在找矿勘探难度越来越大的形势下,由桂林矿产地质研究院(其前身为中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)地球化学探矿研究室为解决这一找矿勘探难题而开展的一系列地球化学找矿新技术、新方法的试验研究成果编撰而成,其中包括壤中汞气、土壤吸附相态汞(即称热释汞)、盐晕、电化学(κ_s 、pH)、卤素(F、Cl、Br、I)、热释卤素和 CO_2 等七种化探新技术、新方法的试验研究成果及其找矿效果等。其次,本专著还包括20世纪90年代初以来,上述地球化学找矿新方法(称为无机化探方法)与有机地球化学找矿新方法(烃类、碳酸盐、荧光等)相结合,在寻找评价石油、天然气方面的试验研究成果,以及近年来,在不断加强寻找隐伏矿的形势下,我院又研制出土壤电吸附、氦气、 Fe^{2+} 等找矿新方法(这些方法已初见成效)。同时,寻找油气田的烃类找矿方法,推广应用于寻找隐伏金属矿领域所取得的试验研究成果等,作者均作为重要章节编撰在本专著中,并做了轻重有别的论述。

上述一系列地球化学找矿新技术、新方法试验研究的蓬勃开展,是在20世纪70年代初,由欧阳宗圻、初绍华等人组织翻译并编辑出版一系列介绍国外60年代至70年代初勘查地球化学发展现状的基础上开展起来的。现将各种地球化学找矿新方法的试验研究概况分述如下。

壤中汞气和吸附相态汞找矿方法,是70年代中由栾继琛、靳德荣、赵友方、黎武、杨正达、罗先熔等人引进加拿大HGG-3型测汞仪,首次在国内砂卡岩型铜矿上发现了壤中汞气异常,由此肯定了壤中汞气测量方法的找矿效果及其前景。随后又研制出DH-1和GX-3型测汞仪,对各类已知矿和未知区开展了壤中汞气测量方法的找矿试验研究,并在厚层覆盖区寻找盲矿体取得良好的效果。该项科研成果于1982年荣获冶金部重大科技成果二等奖。尔后对壤中汞气形成机理、异常模式、存在形式,以及异常影响因素的深入研究中,发现壤中吸附相态汞的找矿效果(即热释汞)比壤中

汞气找矿方法更具优越性，其找矿效果更佳。

土壤电化学 (κ_s 、pH) 找矿方法，是 70 年代末到 80 年代中由张茂中、章华、张美娣、罗先熔等人开展试验研究的。该方法是澳大利亚学者 G. J. S. Govett (1976 年) 提出的，他做过初步的试验研究工作。我们通过不同景观地球化学条件下，对各类已知矿的试验研究，重点对异常形成机理、不同埋深矿体的异常模式特征以及异常影响因素等进行较深入的研究，从中取得许多新认识。当时得到正在我国访问的电化学专家 G. J. S. Govett 的好评：他说我们的研究比他全面、且深入，各类已知矿的试验效果好，已达到推广应用的程度。

由于电化学 (κ_s 、pH) 找矿方法是间接找矿方法，其异常是地质成矿构造和表生地球化学环境的综合反映，异常成因较复杂，推断解释较困难。若单独应用该方法寻找隐伏金属矿是难以见效的。因此，该方法在国内未得到很好的推广应用。但其中的电导率 (κ_s) 找矿方法，自 20 世纪 80 年代末至今，它与其他化探方法相配合——在寻找石油、天然气领域，已取得显而易见的找矿效果。

土壤盐晕找矿方法是 80 年代中由贾国相、张茂中、张美娣等人开展试验研究的。该方法通过已知矿与常规化探方法进行对比试验研究，从中优选适用不同地球化学景观和土壤类型条件下，能够发现盐晕指标异常的提取剂，并对盐晕异常的形成机理、指标元素的存在形式、异常特征及其影响因素，以及盐晕找矿方法的应用条件等均进行较系统的研究。该方法为北方的黄土高原、戈壁滩景观区和南方的冲淤积平原、山间盆地景观区，寻找隐伏矿和筛选评价区域化探异常提供有效的勘查评价手段。该项科研成果于 1989 年荣获中国有色金属工业总公司科技进步三等奖。

由于盐晕指标元素的测试条件复杂，测试技术要求高，测试成本比常规化探分析高得多。因此，盐晕找矿方法在勘查生产部门难以广泛的推广应用。到目前为止，笔者认为，该方法应用于评价和筛选化探异常效果最佳，很有推广应用的价值。

卤素和热释卤素 (F、Cl、Br、I) 找矿方法，经已知矿的对比试验研究，发现均有相同的找矿效果。该方法首先由化探分析人员王真光等人于 70 年代中引进离子选择电极分析新技术，在提高卤素分析灵敏度的基础上开始的。直到 70 年代末由李惠、张茂中、曾永超等人与广西冶金地质勘探

公司 272 队协作,应用卤素找矿方法,在两江铜矿区预测盲矿体获得成效,其科研成果于 1982 年荣获冶金部重大科技成果三等奖。然后又对不同景观区的广西栗木乌锡矿、龙水金矿,湖南康家湾铅锌矿,上海张埭砂卡岩型铜矿,以及甘肃辉铜山铜矿的试验研究,均取得良好的找矿效果,使卤素找矿方法在国内得到迅速的推广应用。该方法到 20 世纪 80 年代末,已推广应用到寻找评价油气田领域,如在广西百色盆地、山东胜利油区与其他化探方法相配合,在寻找评价深部油气圈闭构造方面,已显示出良好的找矿效果。

在此应特别说明的是:虽然卤素的成矿、成晕地球化学理论依据可靠,应用找矿前景好,其测试技术手段也有所更新;但终因卤素分析技术还不到位,Cl、Br、I 的分析灵敏度仍较低,它直接制约了卤素找矿的潜力和应用前景的开发研究。特别是 Br、I 的开发研究,尚需化探工作者不懈的努力,不断开拓卤素找矿方法的辉煌前景。

土壤热释 CO₂找矿方法是张美娣、张茂中等人于 80 年代中针对寻找隐伏矿而开展的试验研究。该方法一开始在安徽铜山硫铜矿、山东王旺庄砂卡岩型铁矿、甘肃辉铜山铜矿剖面上的试验,均显示有较好的找矿效果。但后来对 CO₂在内生和外生地质、地球化学作用下的演化特征、CO₂的存在形式及其异常形成机理的深入探讨中,发现 CO₂的多源性与异常成因的多解性,表明单独应用该方法寻找隐伏矿是很难见效的。但因该方法的地球化学找矿理论基础不甚扎实可靠,异常影响因素多,特别是检测仪器的灵敏度、精确度均较低,导致热释 CO₂找矿方法至今难以推广应用。

上述壤中汞气、土壤吸附相态汞、电化学 (κ_s 、pH)、卤素 (F、Cl、Br、I)、热释卤素和 CO₂等七种化探新技术、新方法的试验研究成果,于 1991 年由黄书俊等人汇集为《多种地球化学找矿新方法试验研究及应用效果》。该项总结性科研成果于 1992 年荣获中国有色金属工业总公司科技进步一等奖,给 20 世纪 70 年代中至 80 年代末多种地球化学新方法试验研究画上了圆满的句号。

自 20 世纪 80 年代中实行科研体制改革以来,科研面向市场经济求生存图发展,为拓宽科研服务领域找米下锅,我院贾国相、栾继琛、陈远荣等人率先将寻找隐伏金属矿的“多种地球化学找矿新方法”与寻找油气田的烃类、碳酸盐、荧光等找矿方法结合为“油气综合化探方法”,首次在广西

百色盆地由甲方提供已知油气剖面进行背靠背的试验研究。经综合异常评价研究,在已知剖面上圈定出数处具工业意义的双峰或多峰异常,并分别与甲方确认的已知油气藏的赋存部位相吻合,使“油气综合化探方法”崭露头角。

在百色盆地经大面积的详查评价研究,综合化探在未知区发现了雷公油田。从此,使我院“油气综合化探方法”的找矿效果名扬国内石油地质系统。随后将“油气综合化探方法”逐步推广应用到广西合浦盆地、山东胜利油区、云南楚雄盆地、景谷盆地、广东三水盆地、四川盆地与西昌盆地、天津大港油区以及青海柴达木盆地等,并与油气勘探部门签订油气综合化探评价合同七十余项,其合同经费数千万元。虽然各项合同的目标要求不尽相同,但均达到了预期找矿评价目标,并在广西、山东、四川和云南等省区的油气盆地发现数处工业油气田。因此,由我院创新的“油气综合化探方法”以显著的找矿效果和突出的经济效益与社会效益,赢得石油地质勘探部门的好评和信赖,使我院开拓创新的油气综合化探科研道路越走越宽阔。

我院近 20 年来,坚持科研密切结合找矿评价工作;坚持不懈地推广应用“油气综合化探方法”;坚持不断地开拓试验研究寻找隐伏矿的化探新技术、新方法。因此,我院在科研与生产实践密切结合中,已积累丰富的找矿评价研究成果及实践经验,在 2003 年由贾国相、陈远荣等人认真总结而撰写成的《我国特殊景观区油气综合化探技术》和《我国特殊景观区油气综合化探技术应用典例》(石油工业出版社,2003 年 10 月)及《气体集成快速定位预测隐伏矿的新技术研究》(地质出版社,2003 年 9 月)等著作,无疑对化探寻找隐伏矿的不断深入发展起到了推动作用。此外,历年来的油气综合化探找矿研究成果,曾荣获多项省部级奖,其中广西壮族自治区科技进步二等奖一项,中国有色金属工业行业协会科学技术一等奖一项和中国有色金属工业总公司科技进步二等奖、三等奖各两项。

近年来,张茂忠、周奇明等人对土壤电吸附和贾国相、赵友方等人对土壤氦气找矿新方法有开创性的试验研究,在各类景观区的已知矿和未知区均取得较明显的找矿效果,其中土壤电吸附找矿方法,在寻找隐伏金属矿方面,确实比常规化探方法经济、快速、有效得多。目前已达到推广应用阶段,获得有关专家的好评。

土壤氦气找矿方法,目前还处在初级试验研究阶段,作为化探找矿新方法尚有诸多找矿应用问题,需要进行全面的试验研究,期待能早日达到推广应用阶段。

此外, Fe^{2+} 原是石油地质工作者用来评价生油地球化学环境的标志之一,在化探寻找油气藏的评价实践中,我院贾国相等人已将 Fe^{2+} 指标开拓为“油气综合化探找矿方法”之一。 Fe^{2+} 找矿指标,应用于化探寻找油气田的综合异常评价中,确实发挥了其他油气评价指标不可替代的作用。由此预测 Fe^{2+} 找矿方法与常规化探方法相配合,对圈定评价沉积成因的含铜砂砾岩类型矿体或含铜黄铁矿类型矿体的赋存地质部位,可能也会有所作为的,有待实践的检验。

上述开拓性试验研究的土壤电吸附、 Fe^{2+} 和氦气(Rn)找矿新方法,作者在本专著中分别对其找矿原理、应用效果及前景做了简要的介绍,希望能与广大勘查地球化学工作者共同努力,不断完善其找矿评价功能,力争尽快推广应用,为开发更多的隐伏矿产资源发挥更大的作用。

作者在书中不仅对各种化探新方法的找矿原理、工作方法、异常模式特征、异常影响因素及消除方法以及找矿方法的功能与应用效果等重要环节有翔实的论述;而且对找矿方法的应用条件、测试方法是否快速经济、指标的测试灵敏度是否达到化探要求,以及能否推广应用等愿景攸关问题也做了实事求是的阐述。这样能使化探新方法的推广应用更具操作性、实用性;又能使化探工作者了解化探新方法的最佳搭配关系;以及各指标异常在综合评价中的地位与作用,如寻找隐伏金属矿时,应以土壤吸附相态汞、卤素、电吸附找矿方法为主,辅以烃类、盐晕(筛选异常评价)等找矿方法为佳;如寻找油气田时,应以烃类、碳酸盐(荧光)、吸附相态汞找矿方法为主,辅以 Fe^{2+} 、电导率等找矿方法为佳。

总之,在当今寻找隐伏矿(田)难度越来越大的形势下,作者的真实意图是:希望在未知区开展找矿勘查评价时,一是强调尽量应用综合(集成)找矿新方法的重要性;二是强调利用综合指标评价时力求精益求精的必要性,如两者能有机的配置起来,既能尽快的缩小找矿靶区,又能快速的圈定矿体(田)的赋存部位,达到提高化探找矿效果之目的。

本专著是以贾国相为主而编写的。编写人员还有栾继琛、张美娣等人,栾继琛教授撰写了前言,并对某些章节的文稿、图表做了调整,对全部打

印文稿、图件分别做了一校、二校；最后全部文稿、图件由贾国相三校定稿。

在庆祝建院五十周年之际，我院地球化学探矿研究室特以多年辛勤耕耘之成果，编撰为《无机与有机地球化学勘查技术方法研究与应用》一书，献给国内倾心扶持发展科研事业的有关领导、专家们！献给地质找矿勘查战线上的广大志士同仁们！献给热爱科研事业与诚信协作的战友们！献给为地球化学探矿研究室组建做出重要贡献的欧阳宗圻教授，并为他今年八十大寿表示衷心的敬意和祝贺！

由于我们受业务水平和特定时间的限制，书中难免有不妥之处，衷心敬请国内地质勘查部门的领导、专家、协作伙伴及广大勘查地球化学工作者多加批评、指教，我们将不胜感谢。

作 者

2005 年 7 月

目 录

上 篇

无机与有机地球化学勘查技术方法研究

第一章 土壤吸附相态汞 (Hg) 找矿方法	3
第一节 概述	3
第二节 汞的地球化学特性	3
一、汞的某些地球化学性质	3
二、汞在矿物、岩石中的含量	4
第三节 汞气地球化学异常形成机理	6
一、固体矿产 (金属矿床)	6
二、液、气相矿产 (石油、天然气)	9
第四节 汞气测量工作方法	10
第五节 典型矿床 (矿田) 上的研究效果	12
一、典型矿床 (矿田) 汞异常的来源	12
二、汞在固体矿床 (金属矿床) 的指示效果	15
三、汞在液、气体矿床 (石油、天然气) 的指示效果	18
第六节 土壤吸附相态汞异常的影响因素	22
一、地质影响因素	22
二、样品测定条件的影响因素	23
第二章 土壤吸附烃 ($C_1H_4 \sim nC_5nH_{12}$) 找矿方法	24
第一节 烃类异常形成机理与异常模式	24
一、固体矿产 (金属矿床)	24
二、液、气体矿产 (石油、天然气)	31
第二节 吸附烃找矿工作方法	35
一、野外工作方法	35
二、室内测试方法	38
第三节 典型矿床上的研究效果	40
一、固体矿产 (金属矿床)	40
二、液体矿产 (石油)	42

三、气体矿产 (天然气)	44
第四节 土壤吸附烃类异常的影响因素	47
一、地表景观条件的影响与消除	47
二、土壤性质的影响与消除	48
三、地下非油气矿源的影响及消除	50
第三章 土壤盐晕找矿方法	53
第一节 盐晕找矿的地球化学依据	53
一、元素的转入溶液	53
二、元素在溶液中的迁移	54
三、元素从溶液中析出	54
第二节 盐晕的富集层位和不同土壤对元素的吸附能力	56
一、盐晕的富集层位	56
二、不同类型土壤对元素的吸附能力	58
第三节 盐晕元素的提取方法和测试分析程序	59
一、盐晕元素的提取方法	59
二、盐晕的测量分析程序	61
三、提取剂的选择	62
第四节 土壤盐晕找矿技术在典型矿床上的研究效果	63
一、潮湿地区	63
二、干旱地区	63
第五节 土壤盐晕异常的影响因素	67
一、土壤因素	67
二、提取剂的选择与配制因素	68
第四章 土壤电导率 (κ_s) 和 pH 找矿方法	69
第一节 κ_s 、pH 找矿方法的理论依据	69
第二节 土壤电导率、 H^+ 异常的形成机理与异常模式	70
一、固体矿产 (金属矿床)	70
二、液、气体矿产 (石油、天然气)	73
第三节 土壤电导率、pH 找矿工作方法	75
一、野外工作方法	75
二、室内测定方法	76
第四节 典型矿床上的研究效果	76
一、固体矿产 (金属矿床)	76
二、液体矿产 (石油)	80
三、气体矿产 (天然气)	82
第五节 土壤电导率、pH 值异常的影响因素	85
一、土壤介质因素	85

二、岩性因素	85
三、气候因素	85
四、其他因素	86
第五章 土壤后生碳酸盐 (ΔC) 找矿方法	87
第一节 ΔC 异常的形成机理与异常模式	87
一、 ΔC 异常与油、气的关系	87
二、 ΔC 异常与烃类异常的相互配置关系	87
三、 ΔC 异常模式	89
第二节 ΔC 异常预测油气田指示意义的新认识	90
第三节 土壤后生碳酸盐 (ΔC) 找矿工作方法	94
一、野外工作方法	94
二、室内测试方法	94
第四节 典型矿床上的研究应用效果	96
一、四川盆地洛带气藏	96
二、大港油田区友谊油田	96
三、青海柴达木盆地南八仙油、气藏	98
第五节 土壤后生碳酸盐 (ΔC) 异常影响因素	98
第六章 土壤热释 CO_2 找矿方法	99
第一节 土壤热释 CO_2 异常的形成机理	99
一、 CO_2 在成矿热液中的作用	99
二、热释 CO_2 异常形成机理	100
三、土壤热释 CO_2 异常的存在形式	100
第二节 土壤热释 CO_2 找矿工作方法	101
一、野外工作方法	101
二、室内工作方法	101
第三节 典型矿床上的研究效果	102
一、固体矿床 (金属矿床)	102
二、液、气体矿产 (石油、天然气)	105
第四节 土壤热释 CO_2 异常的影响因素	106
一、土壤湿度因素	106
二、土壤类型和有机质因素	106
三、岩性因素	106
四、其他因素	106
第七章 卤素和土壤热释卤素找矿方法	107
第一节 卤素和土壤热释卤素找矿的地球化学依据	107
一、卤素元素的地球化学性质	107

二、内生成矿作用中卤素的地球化学行为·····	108
第二节 卤素找矿方法·····	113
一、野外工作方法·····	113
二、室内工作方法·····	114
第三节 土壤热释卤素工作方法·····	114
一、野外工作方法·····	114
二、室内工作方法·····	114
第四节 典型矿床上的研究效果·····	117
一、卤素的找矿效果·····	117
二、土壤热释卤素的找矿效果·····	122
三、液、气体矿产(石油、天然气)·····	123
第五节 卤素和土壤热释卤素异常的影响因素·····	126
第八章 勘查地球化学技术方法的新进展·····	128
第一节 土壤电吸附找矿方法·····	128
一、电吸附异常的深部来源·····	128
二、电吸附元素晕形成机制·····	129
三、土壤电吸附找矿方法的异常模式·····	130
四、土壤电吸附找矿方法在已知矿的试验效果·····	130
第二节 土壤氦气找矿技术试验研究·····	133
一、概况·····	133
二、氦的地球化学晕的形成机理·····	133
三、氦气异常模式的形成·····	134
四、典型油、气田(藏)上试验研究效果·····	136

下 篇

无机与有机勘查地球化学技术方法的应用效果

第九章 土壤吸附相态汞(Hg)找矿方法的应用效果·····	141
第一节 广东厚婆垌锡铅锌矿床·····	141
一、矿区地质概况·····	141
二、汞气异常特征·····	141
三、汞气异常的找矿效果·····	143
第二节 安徽铜陵代家冲探区·····	146
第三节 新疆尼勒克109探区·····	148
第四节 广西百色盆地雷公油田·····	149
第五节 四川盆地白马-松华气田·····	151

一、地质概况·····	151
二、吸附相态汞 (Hg) 异常特征 ·····	152
三、找气效果·····	154
第十章 土壤吸附烃 ($C_1H_4 \sim nC_5H_{12}$) 找矿方法的应用效果 ·····	156
第一节 四川盆地广安油气田二次预测的效果·····	156
一、概况·····	156
二、油气综合化探异常特征·····	156
三、远景预测·····	157
第二节 大港油田外围盐山-庆云地区油气活动规律的分析 ·····	160
第三节 资阳气藏上综合化探异常特征与评价效果·····	161
第四节 金矿床上炔类异常特征分析·····	162
一、内蒙古赤峰柴胡栏子金矿床·····	162
二、陕西太白双王金矿床·····	162
第十一章 卤素元素的找矿效果 ·····	166
第一节 两江铜矿地质、构造特征简况·····	166
第二节 F、I 某些地球化学特征 ·····	167
一、F、I 在地层中的分配和存在形式 ·····	167
第三节 F、I 表生作用某些地球化学特征 ·····	169
一、表生作用下 F、I 的富集趋势 ·····	169
二、土壤中 F、I 存在形式 ·····	169
三、对碘在 B 层土壤中上部富集的认识 ·····	169
第四节 卤素在两江铜矿区的找矿效果·····	170
一、六毛峰探区·····	170
二、象头山探区·····	170
第十二章 土壤电导率 (κ_s) 技术的找矿效果 ·····	177
第一节 湖南宜章田尾铅锌矿的发现·····	177
第二节 广西百色盆地雷公油田的发现·····	179
一、区域评价效果·····	181
二、油区评价效果·····	181
第十三章 土壤后生碳酸盐 (ΔC) 技术找矿效果 ·····	185
第一节 四川盆地松华-白马庙地区天然气田的发现 ·····	185
一、油气地质概况·····	185
二、后生碳酸盐 (ΔC) 异常特征 ·····	186
第二节 广西合浦盆地的油气评价效果·····	189
一、概况·····	189