

中国金矿物探、化探 方法技术的研究与应用

王继伦 李善芳 齐文秀 等 编著
朱有光 傅祥麟

地质出版社

中国金矿物探、化探方法 技术的研究与应用

王继伦 李善芳 齐文秀 朱有光
傅祥麟 索忠恕 顾正乾 羌荣生 等编著
周丽沂 余金生 李 惠

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书全面反映了国家重点黄金地质科技攻关项目中“金矿地球物理、地球化学勘查方法研究及寻找金的隐伏矿床物探、化探新方法新技术研究”课题的研究成果。

书中物探部分总结了综合航空物探、地面物探和井中物探诸方法在金矿普查勘探中应用研究的经验、效果和方法技术研究的成果。其内容侧重在查明“金矿的控矿综合地质条件”与圈定“金矿的综合地质找矿标志”这两个主要方面；化探部分总结了表生介质中金的不同存在形式及水溶性金在金矿区中存在的普遍性，研究改进了一系列寻找隐伏金矿的新方法新技术，研究改善了不同景观条件下快速追踪金异常源的方法技术及地球化学数据处理方法及应用等方面。

本书可供从事金矿普查勘探的科研、教学及实际工作的物探、化探与地质人员阅读和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国金矿物探、化探方法技术的研究与应用/王继伦等编著. -北京:地质出版社, 1997.6
ISBN 7-116-02366-6

I. 中… II. 王… III. ①金矿床-地球物理勘探-方法-研究②金矿床-地球化学勘探-方法-研究 IV. P618.510.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 06587 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:周庆来

责任校对:范 义

*

北京市朝阳区小红门印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 17.5 字数: 426000

1997 年 6 月北京第一版·1997 年 6 月北京第一次印刷

印数: 1—900 册 定价: 40.00 元

ISBN 7-116-02366-6

P·1775

序

金是人类历史发展过程中久为人所重视的宝贵金属。历史上，它是财富、权势的象征；现代又具有在工业技术中的特殊性能。正因为如此，从自然界获取尽可能多的金，就成为人类历史中受到重视的生产活动之一。

由于同样的原因，地表及地下浅部的、易于发现和取得的金，就早已被拾取、淘洗、挖掘而去了。随着科学技术的进步，在一定的历史阶段，遗留在自然界中的金，总是比前一阶段更难于发现和采取。总的趋势是地表金矿的富矿石愈来愈少，赋存愈加隐蔽，当然地下隐蔽地段中也还不能排除有高品位矿床存在的可能性，这些情况对于金矿勘查的科学技术来说，将永远是一种挑战。

为了国家当前和长远国力的增强，大力增长金的产量和储量是势所必需的。其中，地球物理、地球化学勘探技术的研究和发展，是在上述难度日益增加的情况下，为保证不断发现后备产地和增加储量所必不可少的工作。因此，在国家科委组织协调的国家重点攻关项目“中国主要金矿类型及成矿区带远景预测”（88—94）中，列有课题“金矿地球物理地球化学勘探方法的研究及寻找金的隐伏矿床物探、化探新方法新技术的研究”（90051-10）。

此课题设置物探专题 14 个，化探专题 18 个，共 32 个。地矿、冶金、有色、核工业、武警黄金部队五个部门及大专院校共 178 名科技人员在全国 18 个省（区）120 个金矿床（点）上进行了大量的科研工作。最后由课题责任单位冶金工业部地球物理勘查院、地质矿产部中国地质勘查技术院共同提出研究成果，并于 1994 年 10 月 30 日经过专家评审，认为“该项研究是在较高起点上开展的，是我国各部门物探化探专业队伍联合攻关获得成功的范例之一，是目前我国金矿物探、化探方法技术涵盖最广泛、研究较深入、内容丰富、创新较多的一项研究成果、有较高的学术和应用价值，总体上达到国际先进水平。”

本书就是在上述研究成果的基础上编著的；按物探和化探分为上、下两篇。

在物探部分中，从分析金矿的地球物理特点出发，讨论了用直接方法在找金方面的困难和利用与金伴生的矿物特点而可以采取的有效物探方法。进而从金矿赋存的地质背景讨论地质及其物性特征的综合标志，以此为依据运用适当的物探方法有效地查明隐伏的控矿综合地质条件和标志的间接找金的途径。在这种思路的基础上，根据在具体矿床上的实测成果，较深入地探讨了综合航空物探方法（研究的重点），地面物探方法（高精度磁测，地面甚低频电磁法等）， γ 能谱法及井中物探方法（综合电法及井中电磁波法层析技术等）。对各种方法的实效加以评述，并在技术上，数据处理上，进一步提高方法的精度上，都有不少新经验和重要发展。

化探部分中，首先从金的表生作用地球化学特征讨论其在找矿中的应用，进而应用相态分析技术评价金地球化学异常及寻找掩埋金矿床的方法。然后依次讨论各种地球化学方法如：气体、水、包裹体地球化学，化探快速追踪异常源等的原理、方法、运用实例。最后，讨论了筛选与评序区域地球化学异常寻找金矿的数据处理方法，并介绍了综合化探方

法的主要技术进展与应用效果。

综观上下两篇所具有的共同特点是针对金及与其密切相关的其它元素、金矿石、金矿床在自然界里的已知赋存状态以及地质的成矿控制因素等众多方面的物性与异常特征和地球化学标志，即广义的地质背景，在理论探讨和实践中研究和具有一定实效的方法，并加以提高、优化选择，力图以综合的方式有效的查明隐蔽金矿床的综合地质（广义）标志，从而在金矿的发现中发挥高度积极的作用。以找金为主要目标的如此大规模的综合物探、化探研究工作成果，确实还不多见。

总之，我同意前举专家评审对此项研究成果的意见。作为一项重要地质科技文献，本书的出版无疑地将对我国的金矿勘查，物探、化探科学技术向更高水平发展起着重要作用，对其它金属矿产的勘查，也将有重要的参考价值。

张炳燾

1995年11月

前 言

金是一种十分贵重的金属。随着露头矿已多被发现,找矿难度日益加大,寻找隐伏金矿床的任务更为迫切,因此金矿地质、地球物理、地球化学勘查方法技术的研究得到了国家的重视和支持。

本书是根据国家重点黄金地质科技攻关项目中“金矿地球物理、地球化学勘查方法研究及寻找金的隐伏矿床物探、化探新方法新技术的研究”课题的研究成果编著的。该课题下属专题的设置详见书末附表。

书中总结的课题研究工作所取得的主要成果可简述如下:

1. 航空物探方面。首次成功地将国外引进的直升机载和国内研制的固定翼机载的综合航空物探新技术应用于金矿普查。在我国首次开发应用了航磁垂直梯度技术,并论证可用等效偶极层磁场代替磁场梯度的抽象数学概念,简化了梯度异常定性和定量解释方法。研究解决了识别航空甚低频电磁法地形干扰异常等关键技术,使该方法在我国山区得到成功的应用。首次开发研究了以双频航电异常为单元的三种主要统计预测评价方法技术及其综合分析方法。开发了 TS-2605H 微机数字图像处理系统,研制了用于综合信息找矿预测的数字图像处理软件系统,并用图像处理技术分析研究了胶东金矿区航磁航电异常。研究提出了金矿航空 γ 能谱的数据处理及成矿预测方法。

通过研究提出了牟乳金矿带控矿构造的新认识,圈定的 17 个东西向与北东、北北东向构造交会的成矿有利部位,与已知大、中型金矿的分布符合,预测的新区已开始验证。

冀东金矿带利用综合航空物探找矿预测模型圈定了 10 个 I 级远景区(其中一个远景区已见金矿),及 152 条断裂蚀变带(其中 54 条与已知的相符合,有 20 多条已发现金矿化)。

在航空物探(电/磁)异常综合分析、图像解译的基础上,研究和应用胶东招莱金矿带双频航电异常的找矿信息量法、逻辑信息法和数量化理论 I 等三种综合地学信息统计预测数学模型,筛选出 I 类(大中型金矿)找矿远景区 27 处,II 类(中小型金矿远景区) 42 处,其中三处已见矿或矿化。

根据航磁资料的研究,指出了玲珑岩体北部超伏区下三条北东向郭家岭花岗闪长岩带,首次指出了其对区内金矿床成矿的重要作用。

2. 地面物探方面。首次开展了招掖金矿带大面积的及小秦岭驾鹿金矿区的高精度磁测的应用与研究,发现了以往中精度磁测难以发现的有意义弱磁异常,总结提出了金矿高精度磁测工作方法及岩矿石磁性测定方法和技术要求,以及高精度磁测数据处理与转换方法等。总结提出了金矿 γ 能谱特征和地面、车载 γ 能谱各种数据处理方法,为 γ 能谱找金提供了方法与经验。研究提出了甚低频电磁法提高信噪比及提取小感应参数地质体虚分量异常的数据处理方法。

地面高精度磁测通过对已知岩性区磁性及磁场特征分析,在 1:10000 的磁测图上圈定

了焦家断裂带下盘隐伏的郭家岭岩体的分布,扩大了新的找矿远景区。对焦家断裂中部及南延部位提出了新的依据与认识,总结提出了郭家岭花岗闪长岩体相变的地质与磁场模型及该区破碎带蚀变岩型金矿高精度磁测找矿模型,预测找矿靶区6处。在小秦岭驾鹿地区应用高精度磁测找矿标志进行了找矿预测。

利用总结提出的不同的地质蚀变条件下金矿 γ 能谱特征及找矿模型,在东坪等金矿区预测了7处找矿靶区;利用区域地面、车载及航空 γ 能谱资料预测了冀东、冀北及六安地区金矿远景区11处,其中6处见有矿体或矿化。

利用频率测深结合综合物探与地质研究,预测控矿构造,在撰山子、莲花山等金矿区已被证实,并获工业储量1.025t。地面甚低频电磁法应用其研究提出的数据处理方法,在金矿区构造填图中也初获成功。

3. 井中物探方面。总结提出了金矿综合电测井异常模式及井中电法技术措施和工作系列方案。开发研究了“简化边界元法”及井中 ρ_a 和 η_a 异常计标机联合反演方法技术及程序。井中电磁波层析技术经理论模型计标,指出射线层析技术只适用于大目标,对于小目标提出了新的解释方法——特征解释法。

井中综合电测在葫芦沟金矿区发现一条新的含矿构造带及一个盲矿化体。

利用井中 ρ_a 及 η_a 计标机联合反演方法,在湖北董家口金矿区圈定了井旁金矿(化)脉。

4. 通过对表生介质中金的不同存在形式的研究,可以归纳为五种主要的存在形式,即水溶性的金、被表生介质表面吸附的金、与有机质结合难溶的金、游离自然金和分散在原生矿物及包裹在次生矿物中的微粒金。金的各种存在形式与金矿体之间存在一定的空间分布规律,对找矿有指导意义。

通过研究制定了新的偏提取分析步骤、室内模拟实验和对25个已知各类金矿床上的试点研究,提出了一些应用相态分析技术发现和评价金异常以及寻找掩埋金矿床的新方法和新技术,如新制定的分析 Au^{3+} 、 Au^+ 、 Au^0 的偏提取分析法以及通过查明金在地质体中是呈集中状态还是分散状态存在来判断金异常是矿致异常还是非矿异常的方法等,并评价和圈定了河南宽坪沟等一批靶区,为覆盖区寻找隐伏金矿提供了新的手段。

5. 首次研制成功了壤中气 $Rn-CO_2$ 两用采样器,研究制定了合理的工作方法,实现了 $Rn-CO_2$ 联测,提高了工作效率,并在瑶沟矿区和香炉碗子矿区的实际应用中对所测结果进行了成矿预测,经工程验证,见到了工业金矿体,其反映深度一般在10m到几十米或更深。地气法的初步试验结果预示为寻找隐伏金矿提供了一个以金找金的气体地球化学指标。

研制成功野外现场使用的泡塑动态吸附水中金的预富集方法和取样箱,解决了大量水样的保存、运输和变质的问题,制定了二种测定水中痕量金的高灵敏度分析方法。赣中地区根据水地球化学测量结果预测了金的找矿远景区5片,其中3片经详查或工程揭露,均发现了金矿化或工业矿体。

通过对二十多个金矿床包裹体地球化学研究,总结出判别石英脉含金性和寻找盲矿及判别金矿剥蚀程度的包裹体地球化学模型和找矿标志。应用叠加晕模型和总结出的标志进行了找矿预测,提出了三处找矿靶区,其中有一处已被深部工程证实,找到了矿体。

6. 根据不同景观条件,试验和完善了多种快速追踪异常源的方法,如主要根据X射

线荧光测量圈定的 Pb 的 X 射线荧光异常展布特征进行成矿预测, 经工程验证, 在东坪新增数十吨金的普查储量。采用沟系土壤测量在甘肃西秦岭地区共发现金矿脉 27 条, 提交 F 级储量 10t 普查基地 3 处, F 级储量 20t 普查基地一处。采用异常源分析法在冀东温家沟地区获 D+E 级金矿储量 6.2t。采用“面型”岩石地球化学测量在山西五台山地区圈定的 1 号异常(正沟—黄草一带), 局部已达工业品位 (12.20×10^{-6}), 找金可望获得突破。

7. 在地球化学数据处理方法的应用研究方面, 在我国首次运用了因子协克立格方法和熵滑动平均方法, 并提出了“金本位”方法及与其相配套的异常多参数排序方法, 通过试点地区实际应用的结果表明, 在区域地球化学异常识别和评序中, 与传统的一些方法相比, 都取得了更为令人满意的结果, 还把联列表中的 χ^2 检验和贝叶斯判别准则推广到异常下限的确定和有意义的异常形态的识别, 也都取得了较好的效果。

本书由上篇(物探部分)及下篇(化探部分)组成。它是前述 32 个专题报告中主要科技成果的汇总, 并在汇总的基础上进行了必要的精炼、综合和提高完善后编著的; 因此, 本书是参予课题与专题研究的全体技术人员的集体成果。

本书上篇(物探部分)共分七章, 其中第三章、第四章分别由齐文秀、傅祥麟编写初稿, 由王继伦修订, 其余部分由王继伦编写, 并负责组织清绘图件。英文摘要由戴继舒翻译。索忠恕、顾正乾对上篇的编著提出了积极的建议与意见。

本书下篇(化探部分)共分 8 章。第一、三章由李善芳执笔; 第二章由朱有光、周丽沂执笔; 第四章由朱有光、李善芳执笔; 第五章由李惠执笔; 第六章由朱有光、张洪执笔; 第七章由余金生执笔; 第八章由朱有光、李善芳、羌荣生执笔; 化探文稿由李善芳统一定稿, 羌荣生负责组织清绘图件, 郑康乐高级工程师审阅了化探文稿。英文摘要由张中民翻译。

本书的前言由王继伦、李善芳共同编写。

本书承蒙张炳熹院士书写序言。在课题研究与本书的编写过程中得到地矿部科技司的指导, 得到孙文珂、杨尔煦、陈云昇、袁学诚、郑康乐、孙焕振、徐振邦、吴传璧、袁方等高级工程师的指导帮助, 对本书提出了不少宝贵意见, 在此谨一并致谢。

目 录

上篇 物探部分

第一章 金矿物探的发展与特点	(3)
第二章 综合航空物探方法在金矿普查预测中的应用研究	(5)
第一节 直升机综合航空物探方法技术研究及其在金矿普查预测中的应用	(5)
第二节 综合航空物探方法在花岗岩-绿岩地体金矿普查预测中的应用研究	(14)
第三节 固定翼机航空物探(电/磁)异常的数字图像处理和统计评价方法 及其在金矿预测中的应用研究	(24)
第四节 航空电磁法异常统计评价方法在胶东地区金矿预测中的应用研究	(26)
第五节 结语	(43)
第三章 金矿地面高精度磁测的应用研究	(45)
第一节 金矿高精度磁测的方法技术	(45)
第二节 高精度磁测在金矿区研究应用实例	(47)
第三节 结语	(60)
第四章 金矿放射性 γ 能谱特征及其应用研究	(61)
第一节 K、Th、U含量变化及诸比值的地质意义	(61)
第二节 研究区金矿地质及 γ 能谱特征	(64)
第三节 γ 能谱测量方法找金的应用效果与实例	(67)
第四节 结语	(77)
第五章 地面甚低频电磁法及频率测深法在金矿找矿中的应用研究	(78)
第一节 甚低频电磁法在冀东等地金矿找矿中的应用研究	(78)
第二节 频率测深在金矿区外围深入找矿中的应用效果	(84)
第三节 结语	(85)
第六章 金矿井中综合电测、井中电法计算机反演方法与井中电磁波层析技术的 应用研究	(87)
第一节 井中综合电测在小秦岭地区金矿床上的应用研究	(87)
第二节 井中电法(ρ_a , η_a)计算机化反演技术的研究及其在金矿勘探中的 应用	(97)
第三节 井中电磁波层析技术在金矿床上的应用研究	(110)
第四节 结语	(115)
第七章 综合物探方法在金矿地质工作中的应用、研究与展望	(117)
参考文献	(119)

下篇 化探部分

第一章 寻找金矿的地球化学勘查方法、技术概况	(123)
第二章 金的表生地球化学特征及其在找矿中的应用	(126)
第一节 表生介质中金的存在形式	(126)
第二节 金的溶解实验、水电化学试验和有关问题的探讨	(131)
第三节 表生介质中金的富集粒度特征的研究	(137)
第四节 金的表生地球化学特征在找矿中的应用	(137)
第五节 结语	(144)
第三章 寻找隐伏金矿床的气体地球化学方法	(146)
第一节 金矿床中的 Rn、CO ₂ 、Hg 气源	(146)
第二节 气体测量仪器、设备、采样技术和工作方法	(147)
第三节 雨水影响与异常的重现性	(150)
第四节 气体地球化学等方法技术的应用实例与效果	(151)
第五节 结语	(163)
第四章 寻找隐伏金矿的水地球化学方法技术	(165)
第一节 水地球化学找金分析方法的研究	(165)
第二节 水地球化学方法找金的效果	(167)
第三节 结语	(175)
第五章 寻找金矿的包裹体地球化学方法	(176)
第一节 寻找金矿的包裹体地球化学方法的理论基础及研究方法	(176)
第二节 含金与不含金石英脉的包裹体地球化学特征	(177)
第三节 典型金矿床包裹体地球化学垂直变化规律及垂直分带序列	(177)
第四节 金矿床包裹体地球化学异常特征及叠加晕模型	(179)
第五节 包裹体地球化学找金标志	(184)
第六章 金矿化探快速追踪异常源的方法	(186)
第一节 沟系土壤地球化学测量方法	(186)
第二节 山区-低山丘陵区金异常源的快速追踪方法	(196)
第三节 黄土覆盖区掩埋金矿的异常追踪方法	(203)
第四节 核方法在快速追踪异常源中的应用	(204)
第五节 应用痕量相态分析技术评价金地球化学异常的方法	(217)
第六节 结语	(227)
第七章 筛选与评序区域地球化学异常寻找金矿的数据处理方法	(229)
第一节 空间数据分析的多元地质统计学方法	(229)
第二节 确定 Au 异常下限的 χ^2 检验准则	(233)
第三节 分离异常的最大嫡原理	(235)
第四节 识别异常形态的贝叶斯准则	(237)
第五节 Au 含量的换算——“金本位”法	(239)
第六节 Au 异常的多参数排序	(240)

第七节 方法评述·····	(243)
第八节 结语·····	(246)
第八章 综合化探方法的主要技术进展与应用效果·····	(248)
第一节 金在表生作用中的地球化学性状、特征及其在找矿中的应用·····	(248)
第二节 寻找隐伏金矿的非常规地球化学勘查方法的研究·····	(249)
第三节 不同景观条件下快速追踪异常源方法的进展·····	(250)
第四节 金矿化探数据处理方法的新进展·····	(251)
参考文献·····	(252)
附表(专题设置一览表)·····	(254)
英文摘要·····	(256)

CONTENTS

Part I Geophysical exploration

Chapter 1	Development and features of geophysical exploration for gold deposits	(3)
Chapter 2	Integrated airborne geophysics methodology and its application	(5)
2. 1	Helicopter integrated geophysical methods and its application to prospecting and prognosticating gold deposits	(5)
2. 2	Application of integrated airborne geophysics to granite-greenstone belt gold deposits	(14)
2. 3	Study of digital image processing and geostatistical evaluation of fixed-wing aircraft EM anomalies	(24)
2. 4	Application of geostatistical evaluation of fixed-wing aircraft EM anomalies to prospecting and prognosticating gold deposits in Jiaodong area	(26)
2. 5	Conclusions	(43)
Chapter 3	Ground high resolution magnetic survey in gold deposits	(45)
3. 1	Study on techniques of ground high resolution magnetic survey	(45)
3. 2	Effect and experience of ground high resolution magnetic survey in gold deposits	(47)
3. 3	Conclusions	(60)
Chapter 4	Characteristics of γ-ray spectrogram of gold deposits and their applied study	(61)
4. 1	Geological meanings of content changes of K, Th, U and their ratio	(61)
4. 2	Characteristics of geology and γ -ray spectrogram in studied areas	(64)
4. 3	Effect and experience of γ -ray spectrometry in gold deposits	(67)
4. 4	Conclusions	(77)
Chapter 5	Ground VLF-EM method and alternating current soundings in gold deposits or ore fields	(78)
5. 1	Effect and experience of applied study of VLF-EM method in Eastern Hebei gold deposits	(78)
5. 2	Effect of alternating current soundings in gold ore fields	(84)
5. 3	Conclusions	(86)
Chapter 6	Applied study of integrated electrical loggings, inversion of borehole electrical anomalies and borehole EM wave tomography	(87)
6. 1	Effect and experience of integrated electrical loggings in Xiaolinling	

gold deposits	(87)
6. 2 Study of computerized inversion of borehole electrical anomalies (ρ_a , η_a) and its application to gold deposits	(97)
6. 3 Applied study of borehole EM wave tomography in gold deposits	(110)
6. 4 Conclusions	(115)
Chapter 7 Application, study and prospect of integrated geophysical methods for gold exploration	(117)
References	(119)

Part II Geochemical exploration

Chapter 1 Brief introduction to methods and techniques of geochemical explo- ration for gold	(123)
Chapter 2 Supergene geochemical characteristics of gold and their application to prospecting	(126)
2. 1 Forms of occurrence of gold in supergene media	(126)
2. 2 Experiments on gold dissolution, electro-hydrogeochemical tests and discussions on related problems	(131)
2. 3 Granularity characteristics of gold enrichment in supergene media	(137)
2. 4 The application of supergene geochemical characteristics of gold to prospecting	(137)
2. 5 Conclusions	(144)
Chapter 3 Gas geochemical methods in search for concealed gold deposits	(146)
3. 1 The origin of Rn, CO ₂ and Hg gases in gold deposits	(146)
3. 2 Instruments, sampling techniques and working procedures for gas survey	(147)
3. 3 Influence of rainfall and reproducibility of anomalies	(150)
3. 4 Examples and results on application of gas geochemical as well as other methods	(151)
3. 5 Conclusions	(163)
Chapter 4 Hydrogeochemical methods in search for concealed gold deposits	(165)
4. 1 Analytical methods for hydrogeochemical gold prospecting	(165)
4. 2 Effectiveness of hydrogeochemical method in search for gold	(167)
4. 3 Conclusions	(175)
Chapter 5 Inclusion geochemical method in search for gold deposits	(176)
5. 1 Theoretical basis and research method of inclusion geochemical tech- nique in gold prospecting	(176)
5. 2 Inclusion geochemical characteristics of auriferous and barren quartz veins	(177)

5. 3	Geochemical vertical variation regularity of inclusions in typical gold deposits	(177)
5. 4	Characteristics of inclusion geochemical anomaly of gold deposits and superimposed halo models	(179)
5. 5	Criteria for inclusion geochemical gold prospecting	(184)
Chapter 6	Rapid follow-up of anomaly sources in geochemical exploration for gold	(186)
6. 1	Soil geochemical survey in gulch system	(186)
6. 2	Rapid follow-up of gold anomaly sources in areas of mountain/low mountain and hill	(196)
6. 3	Follow up anomalies of buried gold deposits in loesscovered area	(203)
6. 4	The application of nuclear method to rapid follow-up of anomaly sources	(204)
6. 5	The application of trace phase-state analytical technique to the appraisal of gold geochemical anomalies	(217)
6. 6	Conclusions	(227)
Chapter 7	Data processing method in the sieving and ranking of regional geochemical anomalies for gold prospecting	(229)
7. 1	Multivariate geostatistical method for analysis of spatial data	(229)
7. 2	χ^2 -test criterion for determining threshold of gold anomaly	(233)
7. 3	The maximum entropy principle for anomaly separation	(235)
7. 4	Bayesian criterion for distinguishing anomaly shapes	(237)
7. 5	Conversion of gold content—'gold equivalent unit' method	(239)
7. 6	Multiparameter sorting of gold anomalies	(240)
7. 7	Review of various methods	(243)
7. 8	Conclusions	(246)
Chapter 8	Main technical advances and application effects of integrated geochemical methods	(248)
8. 1	Geochemical behaviors and characteristics of gold in supergenesis and their application to prospecting	(248)
8. 2	Unconventional geochemical exploration methods in search for concealed gold deposits	(249)
8. 3	Advances in methods of rapid follow-up of anomaly sources under the condition of different landscapes	(250)
8. 4	New advances in data-processing techniques of geochemical exploration for gold	(251)
References		(252)
Appendix (A List of Subjects Involved in the Research Topic)		(254)
English Abstract		(256)

上 篇

物 探 部 分

第一章 金矿物探的发展与特点

我国金矿物探始于 60 年代初。与当时金矿地质工作水平和经验相适应，金矿物探工作集中用于“直接”找矿方面。作为金矿体，单纯以金的含量而言，不足以引起金矿体与其围岩的物性差异以形成可探测的物探异常，就此可言，现今各种物探方法都不能直接找金。然而在金矿体或金矿床中金的富集常有各种硫化物、磁性矿物或含放射性元素的矿物等相伴生，当这些伴生矿物与金矿有密切的成因或空间关系时，物探方法可利用这些伴生矿物所形成的金矿体与围岩间的物性差异去“直接”找矿。只要具备上述条件，且干扰异常较少或易于区别时，物探在“直接”找金矿上经常能取得良好的效果，例如著名的黑龙江团结沟金矿床的发现，磁法、激电、自电等物探方法发挥了重要作用；安徽黄狮涝山金矿床的圈定，物探磁法起了主导作用；激电、磁法、电阻率法在山东招掖金矿带蚀变岩型金矿的“直接”找矿上也取得了重要的找矿效果，以及其它等等。

对于金的共生与伴生矿床，物探方法能更好地发挥作用更自不待言了。

但是这类可用物探“直接”找到的金矿床和金矿体，还只是各类金矿的一小部分，其余大部分金矿，或因金矿中虽有不同数量的上述伴生矿物，但它们在成因上或空间上与金的富集相关性差，造成干扰异常多且不易区分；或因物性差异不大，使得物探“直接”找矿的效果常常不佳。

随着金矿地质研究水平的提高与物探实践经验的积累，人们认识到不同类型的金矿床，总是在不同的地层、构造和火成岩的综合地质条件及其变化发展的地质背景上形成，是有规律可循的，例如后生金矿床总是在各自的综合地质背景上，受控于构造断裂，并赋存在特定的构造或构造部位中，而且伴随赋矿构造中的多期富集成矿作用，常发生不同类型与强度的热液蚀变现象，它们构成了后生金矿重要的找矿综合地质标志。这些控矿综合地质条件与找矿综合地质标志除了地表出露部分可直接用地质调查的方法来发现外，对查明隐伏的以及深部的大量未出露部分，各种物探方法可发挥重要作用。尤其是这些控矿与赋矿的断裂构造，各种类型后生金矿的蚀变带与未发生过构造变动和热液蚀变的围岩相比，经常会形成较明显的各种物性差异，为物探方法间接找金提供了广泛的地质及物性依据，扩大了金矿物探的应用范围。

为查明上述的“控矿综合地质条件”、“找矿综合地质标志”，必须利用相应的“各种物性差异”。因此单一物探方法的应用条件和效果在多数情况下是有局限性的，必须依据地区具体条件应用相应的综合物探方法并以科学的成矿理论与客观控矿规律的研究为指导，才能最大限度地发挥物探的作用，提高地质找矿效果。

在国外，在金矿地质工作中重视应用综合物探方法调查“控矿综合地质条件”以优选找矿靶区，以及为查明金矿的“找矿综合地质标志”，把物探工作扩展到间接找金的广大领域。他们的工作起步早，已取得了显著的成果，其中著名案例有：重力及航空电磁法在发现日本菱刈特大型金矿上发挥了重要作用；在加拿大赫姆洛地区应用磁法、电磁法特别