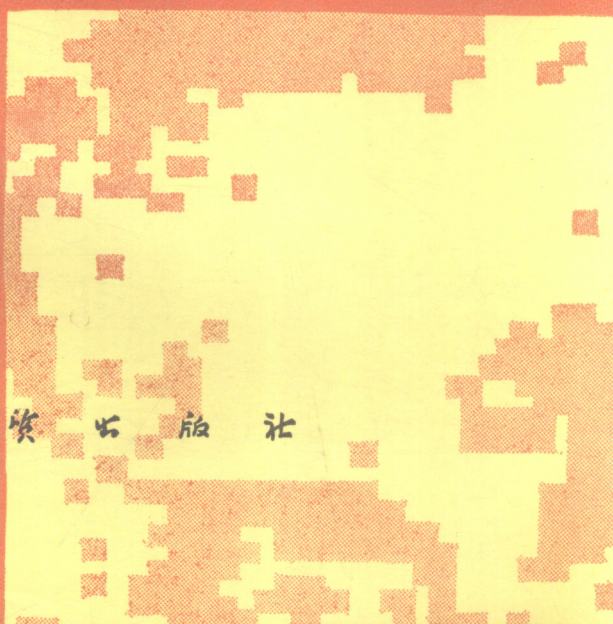
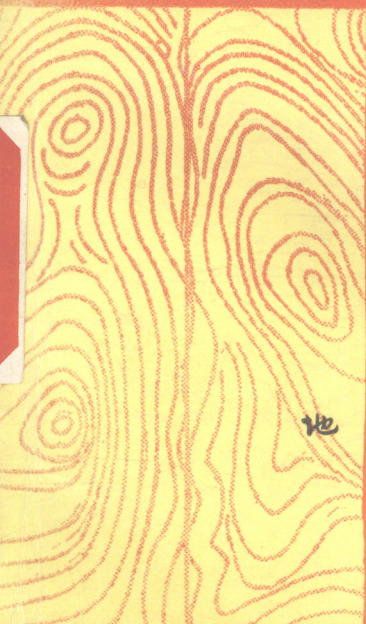


1 : 5 万遥感物探化探应用研究丛书

地质填图和矿产调查的综合方法

孙文珂 丁鹏飞 等著



地 质 出 版 社

1:5万遥感物探化探应用研究丛书

地质填图和矿产调查 的综合方法

孙文珂 丁鹏飞 陈员明 宋玉玖 等著
江西根 王佐堂 薛重生

(京)新登字 085 号

1:5 万遥感物探化探应用研究丛书
地质填图和矿产调查的综合方法

孙文珂 丁鹏飞 等著

*

责任编辑：陈军忠

地质出版社 出版发行

(北京和平里)

地质部地质研究所 印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：850×1168 1/32 印张：8.8125 插页：2 文字数：225 000

1991年7月北京第一版·1991年7月北京第一次印刷

印数：1—1000册 定价：3.00元

ISBN 7-116-01587-6/G·1286

前 言

区域地质调查是一项具有重要战略意义的综合性的基础地质工作，其所取得的资料和成果，不仅促进地质科学理论和地质勘查工作的发展，而且还为国民经济各部门和社会广泛利用，因此该项工作受到高度重视。1983年，地矿部提出本世纪末完成1:5万区调200万 km^2 面积的宏伟目标。然而，截至1985年底全国仅完成28.19万 km^2 ，所以，加快1:5万区调工作步伐刻不容缓。另一方面，工作质量的提高亦急待解决，即常规地质方法所取得的地质信息已嫌不够，地质填图也有待向三维方向发展。解决这些问题的途径之一，是在1:5万区调中综合采用遥感、物探、化探等先进技术手段。地矿部原物化探局对这项工作及时提出指导性意见，积极安排试点和总结经验。在此基础上，地矿部设立了“七五”科技攻关项目“1:5万区调中遥感物探化探应用和方法研究”（编号86016-01，简称16-01项目），并委托原物化探局（现勘查技术司和中国地质勘查技术院）组织实施。

16-01项目领导小组组长为孙文珂教授级高级工程师（原物化探局副局长，现勘查技术司副司长），成员有曾繁超、李善芳教授级高级工程师和宋宝春、陆克高级工程师。项目技术顾问为王世称教授和陈克强、朱梅生、吴承烈、曾朝铭教授级高级工程师。项目负责人为丁鹏飞、励宝恒高级工程师和郑康乐教授级高级工程师。项目办公室由丁鹏飞、宋玉玖、陈员明高级工程师和王保新工程师等组成，具体负责项目实施中的各项管理工作。

16-01项目的攻关目标是：根据1:5万区调的任务要求，研究综合应用遥感、物探、化探方法进行地质填图和矿产调查的有效综合方法与合理工作程序，使野外工作的劳动强度减轻、成图周期缩短，工作效率、工作质量和社会效益、经济效益得到提高。

为实现此目标, 16-01 项目设置了 6 个二级课题 (含 18 个三级专题), 其中主体课题 2 个 (16-01-I、II), 分别对遥感、物探、化探方法在成矿远景区 (带) 和城市地区 1:5 万区调中的应用进行研究, 以建立相应的综合方法工作模式; 方法技术研究课题 3 个 (16-01-III、IV、V), 分别对 1:5 万区调中遥感、物探、化探方法的关键性技术问题进行研究, 以提出相应的实用方法; 另有 1 个情报研究课题 (16-01-VI), 对国外 1:5 万区调中应用遥感、物探、化探的技术动态进行研究, 以提供参考资料。

参加 16-01 项目科技攻关的 260 多名技术骨干, 来自 25 个生产、科研、教学单位, 他们在项目领导小组的正确领导和技术顾问们的精心指导下, 通过 4 年多的创造性劳动, 顺利完成了各项研究任务, 圆满实现了上述攻关目标, 取得 21 项高水平的研究成果 (其中有 5 项达到国际先进水平, 6 项达到国际水平, 10 项达到国内先进水平), 并且取得采用系统工程进行项目的管理经验。

16-01-I 课题 (成矿远景区带 1:5 万区调有效的综合方法与合理工作程序研究) 负责单位是地矿部第一综合物探大队, 湖南、山东、浙江、北京地矿局 (厅) 和中国地质大学 (北京) 以及物化探研究所、航空物探遥感中心、中国地质大学 (武汉) 的有关单位参加研究工作。该课题在侵入岩、变质岩、火山岩、沉积岩发育区各选择 1—2 个图幅, 开展了综合应用遥感、物探、化探方法进行 1:5 万地质填图和矿产调查的试验研究工作, 填制出内容丰富、整体研究程度高的综合地质图, 并编制出一定深度的深部地质图或立体地质图, 如大台幅立体地质构造图、香花岭幅隐伏岩体 (断裂) 预测图、朱溪—汛桥幅基底地质图等, 从而使地质填图由二维向三维前进了一大步; 同时对图区的重大基础地质问题, 如大台幅的有疑难问题地层划分, 香花岭幅的隐伏、半隐伏侵入体圈定, 朱溪幅的火山机构确定, 水道—冯家幅的混合花岗岩体研究等, 都提出了新认识或有新发现。在矿产调查方面应用综合方法系统评价了图区的物探化探遥感异常, 划分了成矿预测区和优

选了找矿靶区，找矿成效显著，如香花岭幅新发现矿（床）点71处，经检查验证已有8处具矿床远景（大型2处，中、小型各3处）；水道-冯家幅新发现矿（床）点21处，经检查验证已有1处提交4t黄金工业储量，3处见工业矿体，可望达到中、小型远景，等等。在全面总结这些地质找矿实际效果的基础上，提出一整套1:5万地质填图和矿产调查的综合方法，包括同新的地质填图方法（即沉积岩区的岩石地层单位填图方法，侵入岩区的岩石谱系单位填图方法，火山岩区的地层-岩性、岩相双重填图方法，变质岩区的构造-地层、岩层填图方法）相结合进行地质填图的综合方法，以及异常评价、查证和成矿预测的综合方法，并且建立了成矿远景区（带）1:5万区调的综合方法工作模式，包括沉积岩、侵入岩、火山岩、变质岩发育区地质填图和矿产调查的有效综合方法与合理工作程序。

16-01-Ⅱ课题（重要经济建设区和中心城市及其周围地区1:5万区调中遥感、地球物理、地球化学调查方法技术研究）的负责单位是北京地矿局物化探队，物化探研究所、成都地质学院、中国地质大学（武汉）的有关单位参加研究工作。该课题在城市地区1:5万区调中的关键方法研究方面取得许多成果，如城市强干扰条件下高分辨率浅层地震反射波法的方法 and 数据处理系统，地热调查的土壤浸泡氦法、1m测温法、地温场模型计算的方法，基岩裂隙含水性判别的方法等，并建立了第四系岩性分层及活动断裂调查、地震小区划调查、地热调查、基岩裂隙水调查的综合方法工作模式。

16-01-Ⅲ课题（1:5万区调中遥感方法技术研究）负责单位是中国地质大学（武汉）和航空物探遥感中心。该课题提出了一整套识别岩性和判别构造的方法，并总结出系列遥感地质解译填图准则、工作方法和程序，在四类岩区的填图实践中取得明显的应用效果。

16-01-Ⅳ课题（1:5万区调中地球物理方法技术研究）负责单位是物化探研究所，航空物探遥感中心、成都地质学院的有关单

位参加研究工作。该课题提出了适合 1:5 万地质填图的重力、航磁、伽马能谱测量资料的地质解释方法；建立了一套从样品采集、加工、测试到数据处理、绘图及地质解释的物性工作方法系统；研制出微机化能谱仪，能在野外现场直接读出 U、Th、K 及其比值和绘制相应曲线与表格，以及初步进行人机交互解释，指导野外工作等。

16-01-V 课题（1:5 万区调中地球化学方法技术研究）负责单位是航空物探遥感中心和中国地质大学（北京），物化探研究所和北京地矿局物化探队参加研究工作。该课题提出了一整套基岩地球化学测量的方法技术，研制出适用于金属矿化探的轻烃和 CO₂ 的快速分析法、壤中气 Rn-Hg 联测法和 CO₂ 现场累积测量法；探索出一套 1:5 万环境地球化学调查的方法。

16-01-VI 课题（1:5 万区调新方法新技术的国外情报研究）负责单位是地矿部情报研究所。该课题提交了 8 份研究成果，集中反映了国外 1:5 万区调中应用遥感、物探、化探方法的现状及其发展趋势，起到了开阔眼界和启发思路的参考、借鉴作用。

科技攻关的结果表明，设立这样一个项目是完全必要而有远见的。上述成果不仅为改进区调工作方法和加速 1:5 万区调的发展提供实用的方法，而且为我国正在进行的第二轮成矿远景区划和中、大比例尺成矿预测以及新一轮的固体矿产普查工作提供科学的综合手段。这些成果无论在理论上，还是在 1:5 万地质填图和矿产调查的实践上，都具有重要价值，应当大力加以推广使用。

为了促进科技攻关成果的推广，使其尽快转化为生产力，项目领导小组采取了诸多措施。例如，通过传播媒介及时、全面、系统、直观、生动地将各项成果提供给广大地质同行，方式之一是由中国地质大学（武汉）电教中心录制与发行成果推广电视系列片（共有 9 部专题片），方式之二是由地质出版社出版与发行 1:5 万遥感物探化探应用研究丛书（共有 10 本方法技术参考书，本书即为其中之一）；又如将有关成果的推广，申请列为“八五”国家或部重点新技术推广项目，首批列入的已有“优化组合技术在

地质填图、找矿中的应用”和“遥感技术应用于大中比例尺区调填图”等。可以预料，16-01项目科技攻关成果的推广，必将为本世纪末完成200万 km² 1:5 万区调的战略任务和实现地质-找矿重大突破作出贡献！

《地质填图和矿产调查的综合方法》是以16-01-I课题研究成果为基础，吸收、汇集有关方法技术专题研究成果，并进行再综合后编写而成。全书分五章，即综合方法应用研究概论、1:5万地质填图和矿产调查中几种适用的资料解释方法简介、1:5万地质填图的综合方法、1:5万矿产调查的综合方法、综合方法工作模式。各章的编写分工为：第一章孙文珂，丁鹏飞；第二章宋玉玖，薛重生；第三章陈员明，江西根，王佐堂；第四章孙文珂，丁鹏飞，宋玉玖，江西根；第五章丁鹏飞，陈员明。全书由丁鹏飞统稿，孙文珂、丁鹏飞定稿。

本书是参加16-01项目科技攻关的同志们集体辛勤劳动的结晶！项目技术顾问吴承烈、陈克强，以及朱裕生、姜枚等同志对本书的编写提出了许多宝贵意见；参加有关课题及专题的同志，如王懋基、杨辟元、赵伦山、李东旭、毕惠亭、张为均等对本书的编写给予了热情支持和帮助，在此一并表示衷心感谢！

作 者 1993.6

目 录

前言

第一章 综合方法应用研究概论	1
第一节 综合方法的应用领域	1
一、迫切需要应用综合方法的1:5万区调领域	1
二、应用综合方法方兴未艾的矿产勘查领域	2
第二节 1:5万综合方法应用研究概况	3
一、国外1:5万综合方法应用研究概况	3
二、国内1:5万综合方法应用研究概况	5
第三节 1:5万综合方法应用研究的技术思路 和 工作方法	7
一、技术思路	7
二、工作方法	9
第二章 1:5万地质填图和矿产调查中几种适用的 资料解释方法简介	15
第一节 遥感图像多级识别地质解译方法	15
一、概述	15
二、卫星遥感图像的宏观解译方法	17
三、航空像片的模式化标志目视地质解译方法	19
四、地质目标专题信息标志解译方法	23
第二节 重磁资料的地质解释方法	28
一、最小均方误差滤波-地质解释方法	29
二、不同延拓高度水平一导-垂向导关联解释方法	38
三、二维半最优化反演定量解释方法	41
第三节 区域物性资料的应用研究方法	43
一、区域物性资料的统计分析方法	43
二、物性统计结果的应用	45

三、区域物性资料应用研究实例	48
第四节 化探数据处理的泛克立格方法	57
一、技术方案	58
二、工作流程	62
三、处理结果的应用	63
第三章 1:5 万地质填图的综合方法	73
第一节 沉积岩区 1:5 万地质填图的综合方法	73
一、划分岩石地层单位的综合方法	74
二、研究地质构造的综合方法	79
三、研究岩相、古地理环境的综合方法	88
第二节 侵入岩区 1:5 万地质填图的综合方法	90
一、划分侵入体、建立单元、归并序列（或超单元）的综合方法	91
二、圈定隐伏侵入体及研究其形态、产状、顶面起伏的综合方法	96
三、研究控岩、控矿构造和拟定构造格架的综合方法	99
第三节 火山岩区 1:5 万地质填图的综合方法	105
一、划分火山岩地层、岩性（岩相）的综合方法	106
二、圈定火山机构和火山构造的综合方法	111
三、研究火山岩基底构造的综合方法	114
第四节 变质岩区 1:5 万地质填图的综合方法	117
一、研究地质构造的综合方法	118
二、变质岩石填图的综合方法	121
三、混合花岗岩填图的综合方法	125
第五节 综合性成果图件的编制	127
一、综合地质图的编制	127
二、综合地层（岩性）柱状图的编制	128
三、隐伏岩体预测图的编制	129
四、综合岩相图的编制	130
五、推断立体地质图的编制	131
六、典型地质体模型图件的编制	132
第六节 综合方法填图的优势	134

一、综合方法的应用有利于提高图区的整体地质研究程度	134
二、综合方法的应用有利于提高图区深部地质研究程度	140
三、综合方法的应用有利于合理部署区调工作和提高填图质量及效率	145
第四章 1:5万矿产调查的综合方法	150
第一节 综合方法矿产调查的思路和途径	150
一、找矿思路	150
二、基本途径	151
第二节 综合方法异常评价	156
一、异常筛选的工作方法	156
二、异常查证的工作方法	162
第三节 综合方法成矿预测	166
一、概述	166
二、1:5万综合方法成矿预测的工作流程	169
三、矿田(矿床)综合模型的建立	170
四、综合方法类比预测	176
五、成矿规律图和成矿预测图的编制	181
六、成矿预测中应用综合方法的优势	183
第四节 铜陵地区的1:5万综合方法成矿预测	185
一、概述	185
二、地质前提分析	187
三、控矿信息提取	189
四、成矿规律分析	203
五、建立综合信息预测模型	206
六、综合信息成矿预测	209
第五节 香花岭地区的1:5万综合方法成矿预测	216
一、地质概况	217
二、地质-矿产信息提取	218
三、综合方法成矿预测	230
第五章 综合方法工作模式	249
第一节 成矿远景区(带)1:5万地质填图和矿	

产调查的综合方法配置系列	249
一、沉积岩区地质填图的综合方法系列	249
二、侵入岩区地质填图的综合方法系列	253
三、火山岩区地质填图的综合方法系列	258
四、变质岩区地质填图的综合方法系列	258
五、矿产调查的综合方法系列	262
第二节 成矿远景区(带) 1:5 万地质填图和矿	
产调查的综合方法工作程序	262
一、各阶段的目的任务	262
二、工作流程	263
三、各阶段应提交的成果	264
第三节 综合方法工作模式的有效性及其合理性	265
一、综合方法工作模式的有效性	265
二、综合方法工作模式的合理性	266
参考文献	268

第一章 综合方法应用研究概论

第一节 综合方法的应用领域

在地质-找矿工作中应用综合方法,越来越引起人们的重视。回顾以往,地质、物探、化探、遥感等方法紧密配合、综合应用,为解决许多重大的基础地质问题、成矿预测问题和普查找矿问题,做出了突出贡献;当前,我国正在加速进行的1:5万区调工作,以及有计划、有步骤开展的成矿预测工作和新一轮固体矿产普查工作,也都广泛地应用综合方法,并发挥重要作用;展望未来,随着地质-找矿工作的深入发展,综合方法应用的领域将更为广阔。充分利用地质、物探、化探、遥感等方法所提供的综合信息,必将大大加速地质-找矿工作的进程,缩短工作周期,提高地质-找矿效果和社会效益、经济效益。

一、迫切需要应用综合方法的1:5万区调领域

众所周知,“区域地质调查运用地质科学理论和技术,对一定区域的地层、岩石、岩体、构造、矿化等各种地质体和地质现象进行比较系统的观察研究,阐明区域内各地质体的基本特征及其相互关系和地质发展史”^①,是地质工作中一项非常重要的基础工作。尤其是“1:5万区调工作具有多学科、多工种、综合性强、服务领域广的特点”^②,因而得到迅速发展。但是,我国以往1:5万区调工作中,主要采用传统的地质方法,工作进度需要进一步加快、工作质量方面也需提高。

显然,在地质填图中,如果同时综合应用遥感、物探、化探

① 地质矿产部颁发:1:5万区域地质调查工作要求(试行),1983.12

方法，则有可能比单一地质方法对地质情况的了解更加全面。一方面，综合方法可以从不同的角度研究地表出露地质体和地质现象的某些特征，以弥补单一方法观察之不足；另一方面，综合方法的应用，有利于从宏观和微观等多种途径研究地质问题，以及有效地探测隐伏条件下的地质情况。遥感、物探、化探方法与地质方法相配合，对一个地区进行因地制宜的综合调查，能够比较全面地揭示地质现象和更深刻地阐明这些现象的内在联系。由此可见，综合方法的应用，有利于提高区调工作的质量。

为了实现本世纪末全国完成1:5万区调200万km²面积的宏伟目标，加快1:5万区调工作步伐实属当务之急。如果在地质填图之前，采用综合方法进行超前编图（即根据区域地质、地球物理、地球化学、遥感图像等资料的综合研究结果，对图区地质情况提出若干宏观认识和编制一套推断地质图件），作为1:5万区调工作设计的重要依据之一，则有可能更合理更有预见性地布置地质观察路线。这种有目的有重点地投入工作量的做法，必将缩短填图周期，提高野外工作的效率，从而使区调工作的进程大大加快；而沿着在图上预先布置的观察路线去寻找预期出现的构造和地层界线及矿化蚀变带等，则将大大减少浮土点、岩性点的数量，从而大大提高地质观察点的有效性，使那种碰到什么就填什么，心中无数，以及高密度踏遍全区的传统做法得以改变。

如上所述，应用综合方法是加速发展1:5万区调的需要，遥感、物探、化探方法是加快1:5万区调工作步伐和提高其质量的重要手段。

二、应用综合方法方兴未艾的矿产勘查领域

在露头矿日益减少，而隐伏矿、盲矿和难识别矿越来越成为主要勘查对象的情况下，为了提高找矿效果势必将更多地依靠由地质、物探、化探、遥感等方法提供的综合信息（单打一的作法成功率大为降低，且花费昂贵），应用综合方法开展矿产勘查工作势在必行，这是地质-找矿工作向纵深发展的必然结果。其中，作为普查前期工作的成矿预测，是以地质为基础，多学科参与的一

项大的系统工程。采用物探、化探、遥感等方法手段开展成矿预测工作，正是这个大系统中的子系统，可以发挥其特有的作用，从而有利于提高找矿的成效和预见性。

一般来说，找矿的过程是预测和验证的过程，预测必须为验证提出最佳方案，这是找矿工作的核心，也是找矿工作必不可少的重要环节。为了抓好这一环节，应当在地质理论的指导下，对已有的各种地质、物探、化探、遥感方法所取得的成果资料进行综合研究，提取与成矿有关的各种信息并构成综合信息，在此基础上进一步总结成矿地质条件和成矿规律，建立一套预测准则，用于圈定不同级别的成矿区(带)、矿田、矿区、矿床内不同类型的预测区或三维空间内的找矿靶区，提出矿产勘查工作的重点区或布置具体验证工程等，为下一阶段的普查找矿工作提供依据。实践证明，预测的成功率取决于人们收集到的各种信息是否足够，以及根据必要的信息所得到的对矿产规律性的认识是否客观，所建立的预测标志和准则是否可靠和实用。因此可以认为，提高预测成功率的首要条件是要有足够的必要信息。这一点必须借助应用综合方法，也就是说，地质、物探、化探、遥感等方法取得的资料，蕴含着相当丰富的地质-找矿信息，一般都能为总结成矿规律和建立预测准则奠定坚实的基础。

综上所述，矿产勘查工作中综合应用地质、物探、化探、遥感等方法既能充分发挥各种方法的地质-找矿优势，又能综合提取有用的地质-找矿信息，有利于排除单一信息的多解性，有利于提高普查找矿的命中率。因此，综合方法在矿产勘查领域的应用正处在不断探索、日趋成熟、方兴未艾的阶段。

第二节 1:5万综合方法应用研究概况

一、国外1:5万综合方法应用研究概况

随着地质工作的深入发展和社会生产、科学技术的不断进步，大比例尺地质填图和矿产调查工作越来越为各国所重视。地质填

图和矿产调查中越来越普遍地使用遥感、物探、化探方法，例如遥感先行已成为发达国家的普遍做法。遥感地质解译用于解决某些基础地质问题成效明显，尤其在构造研究上已相当成功；对蚀变带、含矿层位、控矿构造和找矿标志的识别研究，进展也较快；遥感信息系统和数据库的建立日趋成熟，多变量数字综合成图技术已完成技术实验而进入应用阶段。

地球物理方法在国外1:5万区调中也发挥了多方面的作用，诸如：1.提供覆盖层下矿产存在的信息，预测找矿远景地段，提高了矿产的发现率；2.较准确地推断覆盖层下的地质界线，划分出具有物性特征的单个岩组并确定其产状；3.圈定隐伏侵入体，研究其内部结构并确定其形态；4.发现和研究断裂、褶皱构造（特别是深部断裂构造）；5.了解基底起伏状态，研究古侵蚀面的形态；6.圈定火山岩分布范围，研究火山机构和火山形成的地质条件；7.研究变质作用的程度和特点，确定某种变质岩的分布范围等。

地球化学方法在国外1:5万区调中已成为不可缺少的重要手段之一，它不仅可满足矿产调查与研究的需要，而且在解决某些基础地质问题方面（诸如划分火山岩类型，恢复其构造环境，判别火山岩系的成因，划分岩浆活动期次，鉴别花岗岩的成因类型，判断侵蚀体的剥蚀深度及其含矿性，恢复变质岩的原岩，以及研究多种地质构造，等等），也可提供更为充分的科学依据。

在国外1:5万区调中，也比较重视遥感地质，地球物理、地球化学等方法的综合应用，并且在解决基础地质问题和矿产问题方面均取得了明显成效。如前苏联由于在区调中综合应用了遥感、物探、化探等方法，使工作进程明显加快，质量得到提高。他们还出版了区调工作方法指导书，对遥感、物探、化探等方法在各种地质环境（包括沉积岩、侵入岩、火山岩、变质岩、风化壳等发育区）中所能解决的地质问题，进行了论述。又如，英、法、美及加拿大、澳大利亚等国，在大比例尺区调工作中，常采用遥感地质配以航空物探等方法进行地质填图，其工作效率比较高，

工作成果也比较理想。然而，在国外1:5万区调中所应用的综合方法，多数情况下仅局限于一、二种方法与地质方法相结合，在一个地区同时运用多种方法尚属少见。近年来，随着电子技术、电算技术和地球化学测试手段的发展，区调研究领域已得到进一步扩展，如前苏联等国在地质填图方面，已逐步从地表向地下深部扩展，所成图件已开始由编制二维图件向三维成图（编制深部地质图和立体地质图）过渡，这种发展趋势比较明显。此外，前苏联在1:5万区调工作中，主张地质填图与普查找矿的有机结合，即第一阶段填图，第二阶段找矿，结合点在成矿预测；在应用综合方法方面，强调物探、化探、遥感等方法的有机结合，以形成最佳组合，这些都具有明显的特色。西方国家，地质填图和矿产调查分别进行，加上微型电子计算机的普及和先进方法技术手段的综合应用，使他们的大比例尺地质填图工作的速度和质量都保持了较高水平。

16-01-VI课题的研究成果，系统介绍了国外1:5万区调中遥感、物探、化探方法应用研究的动态，读者如需详细了解这方面的情况，可参阅这些成果①。

二、国内1:5万综合方法应用研究概况

“六五”期间，我国开始有目的、有计划地围绕1:5万地质填图和矿产调查开展综合应用遥感、物探、化探的试验工作，已在基础地质研究和普查找矿两个方面取得初步成效。例如，在安徽庐江-枞阳火山岩区的1:5万综合调查中，综合方法为基础地质研究、矿产预测和直接找矿提供了比较丰富的地质信息。重力、航磁、化探资料综合用于研究火山机构、火山沉陷作用、火山成

① 地矿部情报研究所，①1:5万地质填图中物探的作用及工作方法，1986；②1:5万区域地质调查中的地球化学方法及其作用，1987；③大比例尺综合地质填图中遥感地质方法的应用，1987；④1:5万区域地质调查的物探工作方法和应用实例，1987；⑤1:5万区调的岩石化学测量与普查方法，1987；⑥国外区测-普查的遥感地质工作例案，1988；⑦前苏联大比例尺地质填图遥感地质工作，1988；⑧大比例尺地质填图工作中物探方法应用问题，1988