

出版物第 17 号

6598

中国地质学会
勘查地球化学专业委员会
会 志

Bulletin of The Exploration Geochemistry Commission No. 1



中国地质学会勘查地球化学专业委员会

1991 年 7 月



獻給中國地質學會七十周年



勘查地球化学专业委员会

目 录

发刊词.....	林存山 (1)
----------	---------

§ 导向性文章 §

中国化探发展的新战略.....	谢学锦 (3)
对成矿区(带) 1: 50000化探普查工作的几点想法.....	欧阳宗圻 (6)
关于发展我国化探事业的一些想法.....	曹 添 (11)

§ 学术论文 §

矿床分带性的控制因素及其形成的动力学机制.....	於崇文 (18)
遵循两个转化观点 深化勘查地球化学研究.....	张本仁 (26)

§ 历史回顾 §

回思过去 寄语未来.....	沈时全 (34)
地质部门地球化学勘查工作的发展.....	孙焕振 (37)
中国地质学会勘查地球化学专业委员会成立的经过.....	邵 跃 (47)
我国区域化探早期发展历史的回顾.....	吴承烈 (50)
从地矿司化探筹备组成立到物探所化探室组建.....	康继本 (53)

§ 学委会专栏 §

勘查地球化学工作者名录.....	(56)
北京市 (57) 河北省 (59) 辽宁省 (65) 吉林省 (66) 黑龙江省 (69) 内蒙古自治区 (70) 山西省 (72) 江苏省 (74) 安徽省 (75) 山东省 (77) 浙江省 (79) 江西省 (79) 福建省 (80) 湖南省 (81) 湖北省 (83) 河南省 (86) 广东省 (89) 广西壮族自治区 (90) 贵州省 (92) 海南省 (94) 四川省 (94) 云南省 (95) 陕西省 (98) 甘肃省 (101) 宁夏回族自治区 (102) 青海省 (102) 新疆维吾尔自治区 (104) 西藏自治区 (108)	

封面设计: 郑康乐 林存山

责任编辑: 郑康乐 康继本

扉 页 字: 周家声书

BULLETIN OF THE EXPLORATION GEOCHEMISTRY COMMISSION

NO.1, 1991

CONTENTS

Foreword.....Lin Cunshan (1)

KEYNOTE PAPERS

New strategy for development of geochemical exploration in China.....Xie Xuejing (8)

Ideas on 1:50000 scale geochemical exploration work over mineralization zone
.....Ouyang Zongqi (6)

Some considerations on development of geochemical exploration.....Cao Tian (11)

PROFESSIONAL PAPERS

Control factors of zonality of mineral deposits and dynamic mechanism of its
formation.....Yu Congwen (18)

Deepening researches on exploration geochemistry with double conversion
viewpoint.....Zhang Benren (26)

HISTORICAL REVIEWS

Look back of the past and wishes for the future.....Shen Shiquan (34)

Development of geochemical exploration work in the Ministry of Geology and
Mineral Resources.....Sun Huanzhen (37)

Founding of the Commission of Exploration Geochemistry of the Geological Society
of China.....Shao Yue (47)

Retrospect early development of regional geochemical exploration in China
.....Wu Chenglie (50)

Historical review from founding of Preparatory Group of Geochemical Prospecting to
establishment of Division of Geochemical Prospecting of IGGE.....Kang Jiben (53)

CEG BULLETIN BOARD

List of exploration geochemists.....(56)

Beijing (57), Hebei (59), Liaoning (65), Jilin (66), Heilongjiang (69), Inner
Mongolia Autonomous Region (70), Shanxi (72), Jiangsu (74), Anhui (75), Shandong
(77), Zhejiang (79), Jiangxi (79), Fujian (80), Hunan (81), Hubei (83), Henan
(86), Guangdong (89), Guangxi Autonomous Region (90), Guizhou (92), Hainan (94),
Sichuan (94), Yunnan (95), Shanxi (98), Gansu (101), Ningxia Hui Autonomous
Region (102), Qinghai (102), Xinjiang Uygur Autonomous Region (104), Tibet
Autonomous Region (108).

Front cover designers: Zheng Kangle, Lin Cunshan

Responsible editors: Zheng Kangle, Kang Jiben

Title page inscribed by Zhou Jiasheng

发 刊 词

《中国地质学会勘查地球化学专业委员会会志》同广大勘查地球化学人员及关心本学科的读者见面了。我热烈地祝贺本会志的出版。

勘查地球化学从早期的以找矿技术方法出现的Geochemical prospecting上升到当今的Exploration geochemistry是一个大的飞跃。在勘查地球化学成长为一门科学的过程中,区域地球化学填图起了关键性和带头的作用。它的发展涉及了许多环节和研究分支,从而促进了整个学科的发展和成熟。我国在八十年代持续开展的“区域化探全国扫面”活动不仅取得重大的找矿效果,积累了丰富的基础资料,而且正在或将促进学科的进一步发展和成熟。此外,矿床地球化学和地球化学异常的研究以寻找各种矿床,以及环境地球化学和地球化学工程学的兴起以监测、改造人类生活环境等则是勘查地球化学的两个重要端员(End members),尽管二者目前还处在很不相同的发展阶段。因此,地球化学在同矿产、填图 and 环境的结合和应用是勘查地球化学赖以发展和成熟的三大方面。我们高兴地看到我国在这些方面都取得很大的成绩,作出很大的贡献。

我国勘查地球化学的历史可以上溯至管子和李四光及舒文博的时代。不过,真正的发展和成熟则应当归结于最近的四十年。我国勘查地球化学经过各部门新老一代同业人员的辛勤努力和奋斗,已经成长壮大。它象一艘臃肿巨舰,已经自在地行进于地学中流。

本会志的宗旨是宣传报导我国勘查地球化学领域的重要学术成就、观点和动态,国内本学科开创者、老一代专家及有关人员的著述及国外的研究新进展,使本会志成为联系广大勘查地球化学人员的媒

介，以推进我国勘查地球化学学科的发展。

本册子汇集了勘查地球化学界最杰出的前辈们的文章和回忆。这是一笔宝贵的财富和难得的历史性资料。它为今后编写我们祖国的勘查地球化学历史提供重要依据，而且成为我们后继者的学习楷模。

我们拥有由先进理论和物质手段装备起来的、阵容堪称世界第一的中华勘查地球化学队伍。他们的姓名和简要介绍构成本会志的另一个重要内容，列于本册子的后一部分并将在今后继续补充。

林存山
一九九一年七月



作者简介 林存山 1936年4月生，福建省福州市人。1961年毕业于北京大学地质地理系，在地质部综合物探大队工作。1964年到地质部物探研究所。1981年获高级工程师职称。同年至1983年去美国斯坦福大学访问进修。1987年起任物化探所副所长，国际地科联COGEODATA专业组成员，教授级高工。1988年任第三届勘查地球化学专业委员会主任委员。从事专业为地球化学勘查和化探数据的计算机处理。出版有英文专著一本及中英文文章近30篇。

中国化探发展的新战略

谢学锦



作者简介 谢学锦 1923年5月生,上海市人。1947年毕业于重庆大学化学系。现任地矿部物化探研究所名誉所长,中国科学院地学部学部委员,中国地质学会勘查地球化学专业委员会名誉主任委员,联合国教科文组织国际地质对比计划(IGCP)执行局委员,IGCP第259项国际地球化学填图指导委员会委员、分析方法委员会主席,《国际地球化学勘查杂志》副主编,《国际地质标准通讯》地区编辑。

中国化探经历了从1972—1973年开始的,持续十余年的大发展之后,当前正进入一个关键时刻。

区域化探全国扫面计划在内地及沿海许多省(区)已经完成或接近完成,因而它发展的颠峰时期可能即将过去。十余年来,各省(区)在化探扫面实践中训练出来的能征惯战的化探野外队伍及分析队伍,以及在扫面计划中购置的精良的分析装备可能要寻觅新的出路。

我国在改革中未引入国外的勘查许可权及租买地制度,不能象国外那样,因发现大矿而获巨额利润,从而为本身的发展与技术进步创造条件。另外,多年的传统将矿产的发现归功于最后进行钻探、求出储量的部门,而对整个发现过程中什么是最起关键作用的环节,以及什么手段起了关键作用并不深究,这自然也非常不利于技术进步。

应用研究部门这些年热衷于或被迫于劳务承包,而为勘查技术进步所需进行的研究工作得不到充足的经费。这种情况持续下去将使中国化探这十余年加速前进的步伐放慢下来,甚至会停滞不前。

但另一方面中国化探这十余年的大发展毕竟已经羽毛丰满。在对外开放政策支持下加强了与国外的交流,从而使它更加迅速壮大。它的找矿效果日益显著,已得到国外广泛的承认,从方法技术本身来说,它所具有的巨大潜力的发挥和释放是难以被阻挡得住的。

面对这种充满既有利又不利的矛盾形势,我相信中国化探能够渡过难关。因为在中国化探发展的历史上,它一直能够设法避开或克服种种不利因素,充分利用及强化那些甚至不易被觉察到的有利因素,而使自己壮大起来。

国内外化探互影响时期的到来

中国化探自它诞生之日起,经历过漫长的与世隔绝的时期。即使在科技向苏联一面倒的时代,苏联派遣各行各业地质专家来华,也未派来过一个比较著名的化探专家(短期来访的像Красников等除外)。对西方国家的化探则更只能从文献中去了解。1980年与国外化探界的交往开始,西方化探学者纷纷来华作报告讲学,而中国化探工作者则组织出国访问学习及

参加国际化探学术会议。对中国化探工作者来说是个学习与大开眼界的过程。因而作用和影响纯粹是单向的。自从中国化探工作者开始进入国际化探舞台,西方化探工作者对中国的成就感到意外,但总觉得中国化探比起西方来还是要逊一筹。自从1987年国际地球化学填图计划提出之后,情况发生了显著变化。通过1987年在奥尔良(第12届国际化探会议);多伦多(勘查87);1988年在巴尔的摩(戈德施密特诞生百年纪念会);1989年在华盛顿(第28届国际地质大会);在里约热内卢(第13届国际化探会议)以及1990年在布拉格(第14届国际化探会议)的多次讨论会与论文报告会,一致的看法是在全世界的区域化探计划中,中国、北欧及加拿大是领先的。中国关于大幅度降低关键性元素检出限,使用多元素多方法分析系统,制备一级及二级标准样,使用统一监控方案,以便取得可以对比的数据,这一整套作法在全世界是无与伦比的。国际勘查地球化学家协会1988年的理事长S. Hoffman博士在巴尔的摩对我说:“自1980年我们认识以来,我知道中国在化探方面作了不少工作,但总感到我们毕竟要比你们高明,现在我却什么话也说不出来了。”这代表了许多国外学者看法上的转变。

我国金矿化探取得显著效果已引起国外广泛重视。我国在一些特殊景观地区化探方法的研究,利用原生晕找盲矿的研究,对地电化学方法,地热化探,气体化探,石油化探等的研究,分析技术的研究,以及化探资料在基础地质研究上的应用都已取得有自己特色的成果。总之可以说国内与国外化探互影响的时期已经来临,其高潮可能是1993年将在北京召开的第16届国际化探会议。我们应为此作好准备,并设法充分利用这种形势带来的一切机会。

需要带动全局的大计划 需要总体部署的思路

1988年我访问丹佛美国地质调查所时,赵峻田先生为我安排一天的时间,陪同我到各处与地质调查所许多勘查地球化学家会面,参观他们的实验室,由他们简短介绍他们正进行的研究工作。让我提些问题并作简短的评论。访问结束,赵先生问我总的看法。我说总的来说美国地质调查所的勘查地球化学家在专业训练与创新能力上比中国强得多。但却不能把力量集中起来办几件带动全局的大事。赵先生非常同意我的说法。中国化探工作者的素质,包括专业能力与创新能力在当前确实不如其它几个化探大国,如美、加、澳、欧及苏联。我们要克服这个弱点,需要一代新人的努力,不是短时间内就能解决的。但我们也有我们的长处,这就是可以集中力量办成带动全局的大事。六五及七五期间区域化探全国扫面计划的成功就是明证。

在今后10年内我们应制定什么样的能带动全局的大计划呢?这就必须考虑多年来在中国已经形成的并极有前景的战略方向,必须考虑国际化探发展的主流,还必须考虑在这个国内外化探互影响时期,如何能加强中国化探对世界化探的影响。

国际化探发展的主流是:大力开展区域地球化学填图和区域化探工作并使方法标准化,不同地理环境(特别是南半球的各种环境)中化探方法的研究,加强综合方法或化探新技术找寻隐伏矿床,贵金属勘查的化探方法,扩大化探方法应用于环境科学及农业,以及加强化探基础理论的研究。

中国是化探大国,因而中国应在所有上述领域中开展研究作出贡献。

要对所有这些领域在今后10年作出重大贡献,最重要的不是对所有领域用大量人力物力分别把关,而是要找出带动全局的重点工作,在这种工作上取得突破性进展就能一通百通,

左右逢源。

看来今后10年中国勘查地球化学的能带动全局的重点依旧是区域化探。

中国比任何其它国家更有条件用区域化探来带动全局。而且我们现在比12年前也更有条件用区域化探来带动全局。这是因为区域化探全国扫面计划已累积了巨量基础性资料。对这些资料的深入研究分析能为许多战术性研究提出或挑选“问题地区”(Problem Areas)。例如对使用综合方法或发展新技术找寻隐伏矿床,正确地选好“问题地区”几乎是一半的成功。这些已取得的资料和经验还可以为许多战略性研究奠定基础。例如利用已建立的样品库及在金矿化探上形成的思路与取得的经验技术,中国会比任何其它国家都更有可能在铂族元素勘查地球化学上取得突破性进展。又例如将区域化探方法和思路引入环境地球化学与农业地球化学是国际勘查地球化学界与环境地球化学界的一件大事。中国区域化探全国扫面计划的成功必将更有效带动这一进程。

我曾在1988年提出“区域化探全国扫面后期研究计划。”希望用这一个大计划来掀起区域化探的新高潮,从而带动勘查地球化学,以及地质找矿与扩大化探应用范围的新发展。这一计划未能受到应有的重视。在地矿部八五计划中,由于经费来源是多渠道的,管理是多头的,加之经费不足,我已意识到现在不可能像1978年那样能提出带动全局面面俱到的大计划。我们所能作的是把这个大计划的内容化整为零尽量纳入规划的许多不同的部分中去。关键是我们必须心目中仍有总体战略部署的思路,记住散开的内容之间的连系,决不能只见一棵棵树木而忘掉森林。

明确提出我们应在八五或今后10年内在勘查地球化学领域内办成几件什么大事以及达到什么样水平也许是使我们不要忘掉森林的好办法,因为这些大事的办成是靠位于规划不同部分的项目共同支持的。这些大事包括:

1、制作周期表上除人工放射性元素,惰性气体及其它少量元素而外的约70种元素的地球化学图。

2、出版1:10,000,000中国东部或全国地球化学图集*。

3、采取研究生产一体化的作法,全面研究已取得的全国化探扫面资料,研制及改进各种解释推断系统,以所得的结果引导地物化综合方法及化探新技术的研究,以期在这10年内找到对国计民生发生重要影响的大型或特大型矿床。

4、对中国各种地理环境中化探方法及元素地球化学行为作出较深入的总结。

5、使区域化探资料广泛用于环境卫生及农业的研究。

6、10年内能两次制作全国地球化学环境监控图,为全球变化研究作出重大贡献。

7、可望在一些新技术如地电化学方法,原生晕方法,气体方法,生物地球化学方法等有重大突破性进展。

作成这些大事,我们将会

1、保持中国区域化探在国际上的领先地位,从而也使中国勘查地球化学在国际上跻于先进行列。

2、使中国化探的方法技术进入国际市场。

3、改变找矿科学的战略思想与方法学,并使勘查地球化学从一种找矿方法技术,演变成一门可进行全球对比的科学。

* 这种想法得到地矿部科技司张良弼同志的启发

对成矿区（带）1：50000化探普查工作的几点想法

欧阳宗圻



作者简介 欧阳宗圻 福建省福州人，1926年11月生。1949年毕业于北京辅仁大学物理系，同年开始从事物探工作，1956年始从事化探的生产和科研工作，现为冶金工业部有色总公司物化探管理中心教授级高级工程师。

一、八十年代以来，有色、冶金系统都开展了成矿区（带）1：50000（少数为1：100000）化探普查工作。十年来，已在上百个地区（包括有潜在远景老矿区的外围和新区）进行了数十万平方公里的工作，全部样品进行了十多个元素的定量分析。通过这些工作，获得了一批重要的基础资料，也获得了上千个值得注意的异常。通过对部分异常的检查评价、详查和工程验证工作，已经找到了各种有色金属和贵金属矿床数十个。实践证明，成矿区（带）化探普查工作是一项经济、快速、有效的方法。另一方面，十年来，在分析手段和方法技术方面建立了几个化探定量分析系统，研制了化探标样，总结了一批矿床的地球化学异常模式和评价指标；在一些重点地区还开展了地层地球化学剖面工作，并已经总结和提出了比较符合实际的若干技术规定和质量标准。通过这项工作，使我们化探整体工作能力、技术水平都有了相应的进展和提高。

在八十年代即将结束，九十年代和国家“八五”规划即将开始之际，认真回顾总结这项工作将是有益的。当前，有色金属及贵金属资源的形势比较严峻，盲矿的比重增加，找矿的难度也愈来愈大。在这种客观需求条件的形势下，成矿区（带）化探普查工作无疑仍需继续开展，但化探的技术水平必须再上一个台阶才能适应要求。为此，需要认真研究解决以下几个重要的技术问题。

目前，成矿区（带）化探普查工作中有以下四个问题值得注意：

1、已有通用的常规的成图方法、异常的检查排序方法、判断异常有无进一步工作价值的标准都不能满足找盲矿的要求。

2、一般只研究了主要金属元素，少数伴生元素的比较强的异常，很大一部分成果尚未被充分利用，有待进一步研究以提取各种直接的、间接的找矿信息。

3、异常的检查评价和详查工作的进度比较慢，在相当程度上影响了找矿效果和进度，已有的工作方法和程序有待改进。

4、综合研究工作是薄弱环节，急需加强。

十年来，有不少元素含量高、异常规模大、有效元素组合完整、浓度分带好的异常（通称高、大、全的异常）通过进一步的工作已找到了矿床，其中也不乏大中型矿床。但也有一些地表强的异常，深部矿化却不好，而有的盲矿，则地表异常规模不大、强度不高。有的弱

异常当时被我们所忽略，当地质队伍工作找到矿后，才予以重新认识；有的异常是在若干年、十多年后重新整理资料或作了补充工作后才被认识，取得了找矿效果。个别成矿区（带），认为有意义的异常已经作了进一步工作，但找矿效果不理想，面对已有的资料，目前又提不出新的靶区。也有个别异常经多年研究不能作出评价。这些事实表明，应该从思路和方法技术上突破找盲矿这一关，特别是对找铜、银等急需矿种，对有些类型矿床如块状硫化物矿床、层控矿床等更为迫切。

二、矿床的形成，需要内因和外因，即既需要有足够的金属元素，也需要有能使这些元素形成可利用的矿物的条件以及它们集中的环境和条件。对于寻找盲矿来说，可以利用矿体（矿床）元素的浓度和组分的垂向分带规律和利用远程指示元素来直接找矿；这对脉状矿体更为有效，但是对层控矿床、海相火山岩矿床、爆破角砾岩等类型矿床，由于它的成因所限，往往难以有这种垂向分带规律，因此，需要拓宽思路，在注意直接找矿的同时，研究成矿环境和条件以及地质成矿作用的地球化学变量的响应，注意指示元素的主要载体和它的指示意义。目前，我们已经积累了一些值得注意的案例，例如，对层控Pb、Zn矿床，需要有一个含有足够的Pb、Zn的层位，也需要有一个使Pb、Zn能活化富集的改造作用和空间。对四川的一个层控Pb Zn矿床，通过矿床成因的研究认为是热卤水作用形成的，因此这个地区盲矿的响应是：在一定层位有Pb Zn Ag异常，同时，这些异常又都处在Ba的高背景区内（反映热卤水作用的响应），Ba是反映地质成矿作用的一项指标。又如斑岩铜矿床有Cu Mo Ag异常，同时，这些异常又处于K的高值和Mn、V、Ti的低值区，前者是对成矿蚀变的响应，后者是成矿作用（从黑云母到绢云母）形成的，也是成矿作用的响应。辽宁东部区域化探的资料表明，Ti异常的展布方向与断裂构造方向一致。国外一些块状硫化物矿床的研究资料表明，寻找这类盲矿床时，需要注意上、下盘的异常特征以及比较宏观的矿区内元素富集贫化特征，即富集条件、环境和成矿作用的特征指示，也包括一些常量元素的特征。根据上述因素进行靶区预测。此外，还有一些反映沉积富集环境指标的资料。有不少盲矿床赋存在主要成矿元素的高背景区内，或者是外围为高背景区，近围为低值区，矿床部位为最高背景区。许多斑岩铜钼矿床中黄铁矿是重要的伴生矿物，近矿和远矿的黄铁矿中Cu Mo等元素的含量有明显区别，高倍双筒镜的观测资料表明，近矿黄铁矿，即受成矿作用影响的黄铁矿，其中含有Cu、Mo的子矿物，是成矿作用的印记。一些脉状钨锡矿物的资料表明，应用包体测温的数据可以勾绘出成矿通道。七十年代曾有应用累积频率曲线来研究地质成矿作用的实例。近几年应用稀土配分模式来预测成矿作用也有成功的案例。这些实例可以给我们这样的启示，应用地球化学变量来研究成矿条件、环境，研究成矿作用，至少在许多情况下是可能的。

应用痕量相态分析技术来判断次生异常性质也是一个可行的途径。在辽宁有这样一个案例，一个清晰的地表Pb、Zn异常，经过多年工作，一直未见到有工业意义的矿化。最近，痕量相态分析的成果表明，Pb、Zn主要赋存在长石、黑云母等硅酸盐矿物中，因此，不具工业意义。镍矿床的形成除了需要足够的Ni以外，还必须有丰富的S，因此，镍的硫化物相的异常与矿关系密切，比测定全镍的效果好。四川有一个地区寻找斑岩铜矿床，第一步对一批强铜次生异常的揭露未见有工业意义的矿化，也未见斑岩，经研究，这个地区花岗岩中的黑云母富铜，风化后黑云母相对富集而形成异常，当改变分析方法（不提取硅酸盐矿物中的Cu，而只提取硫化物相态的Cu）后，重新圈定异常，干扰问题得到了解决。近两年在新疆应

用此项技术判断Pb、Zn、Sn等分散流、次生晕异常性质及铁帽性质，都取得了很好的效果。

三、密切结合地质背景来研究区域化探资料，充分应用从物探资料提取的地质信息。过去我们较多地注意异常本身，为了进行盲矿靶区预测，还需要对异常的区域展布特征进行研究，注意研究各种组合异常的展布与区域构造、地层和岩浆岩、各个地层的联系，研究各级背景值与地质作用的关系。在对异常进行评价时，注意异常所处的地质条件是否有利。有这样一个案例，一个地区有两个多元素异常，其元素组合、规模近似，但其浓度，一强一弱，选择哪一个靶区先进行工作？地质资料表明，弱异常正位于一背斜倾没端部位而强异常正处于一个开放向斜部位，前者成矿条件更为有利，后来的工作证实这个异常的深部有一个盲矿体，而强异常的深部矿化情况不佳。有的矿床的形成与火山机构有关，矿异常围绕火山机构呈放射状展布，某地区Pb、Zn、Ag异常有的明显呈带状展布，有的则呈零星点状展布，似乎无规律；但结合火山机构成因观点来认识，这些异常均呈放射形带状展布，以后的工作证实，弱的点状弱异常带状展布，是深部盲矿的反映。因此，充分掌握已有的地质认识、控矿因素，结合这些地质背景来研究异常是很必要的。当然，化探资料也能反过来补充，拓宽已有的地质认识。有的地区原以找Pb、Zn矿为主，而区域化探资料表明，最有工业意义的矿种是Au和Ag，指明了找矿方向。有的地区原以找矽卡岩型矿为主，因而，过去物化探工作的摆布主要沿花岗岩与围岩接触带布设，而化探资料表明，斑岩型Mo矿更有前景，拓宽了成因类型。

就寻找盲矿床而言，掌握隐伏的地质信息更为重要，而物探资料在这方面能提供重要的信息。例如航磁和区域重力资料可以揭示全区构造格架。圈定隐伏岩体和火山机构，可以研究已有矿床赋存的地球物理环境；频率测深资料可以了解含矿层位与上覆地层或基底界面深度起伏情况，一些电法资料可以了解深部硫化物延深情况及产状等。由于每个矿床具体的地质控矿条件不同，因而，需要根据具体地质条件，物性差异来确定所要寻找的目的物和目标物的内容和有效的方法。例如，许多锡多金属矿的形成及产出部位与隐伏岩浆岩有关，与岩体顶部的产状有关，有一些矿床的产出部位与某一方向的构造或某两组构造交汇部位有关，有一些区域性变质作用或成矿作用会引起区域性的物性参数的变化等。化探工作者应该充分注意利用这些信息，注意具有有利地质条件的异常的研究和预测。

今后的成矿区带的找矿工作，除化探工作外，应该尽可能地收集已有的区域物化探和遥感资料，或补充必要的物探工作，尤其是有相应的地质图件和地质资料，因为这是基础。逐步建立成矿区（带）地物化综合找矿预测系统，形成这样一个程序：根据区域、矿田及矿床已有的地质认识，研究了解成矿条件、环境、各级控矿因素、地质找矿标志；根据各种地质体、矿体的物性参数和化探指示元素的测定研究，选定解决直接寻找盲矿以及预测与盲矿有关的各种地质问题的具体有效的方法和评价指标；围绕一个总的目标，从不同深度，从各个侧面来进行工作，对所得信息进行综合分析预测；对靶区进行详查；工程验证；信息反馈，补充拓宽地质认识以及物化探方法技术、评价指标再预测。

三、加强化探基础工作。基于上述想法，我觉得应当加强化探的基础工作。所谓基础工作，包括决定化探基础资料质量的工作以及为了提高盲矿预测质量所需进行的基础性工作，具体内容有：复杂（或特殊）景观地球化学地区生产前的方法试验工作，包括采样介质、加工方案的研究；地层地球化学剖面工作：选择各项指示元素以及了解它们的指示意义的工

作；矿田、矿床地球化学异常模式工作等。

为了寻找盲矿矿体，应用远程指示元素是一个直接找矿的有效方法，但是，仅仅依靠在已知盲矿上方作一两条剖面来确定指示元素的方法已不能满足要求，而是要搞清楚它与盲矿的关系，否则，将带来很大的盲目性。Hg是常用的远程指示元素，但Hg往往只与某种伴生矿物有直接关系。例如，一个菱铁矿盲矿上方有Hg异常，但单矿物测定结果表明，Hg的主要载体是闪锌矿，因而，只有闪锌矿伴生时，才有Hg异常。卤素，也是近年来开始应用的远程指示元素，两江铜矿的成果表明，F的主要载体除了黄铜矿以外，绢云母也是主要载体，而绢云母既是成矿蚀变的矿物，也是某层砂岩中普遍存在的矿物。I既产在黄铜矿中，也产在黄铁矿中，因此，F、I异常是多解的。深部盲矿的指示需要有F、I异常，也还要有较弱的Cu、As等异常，而且，F的异常位置在矿体的上盘。As也是我们常用的远程指示元素，一般情况下，它的主要载体是黄铁矿或其它含砷矿物，而主要金属矿物有时不是As的主要载体，因此，了解指示元素的主要载体与矿的关系，搞清它们的指示意义，对提高盲矿预测质量具有重要意义。

对地球化学异常模式的作用国内外仍有不同的看法。由于矿床成因类型不同、矿物组成不同、控矿因素也很复杂，因而，不可能用一个模式，一套指标来预测所有同类型的矿床。但是也有两点值得注意，第一，化探目前尚不能用定量计算的方法准确计算出不同产状盲矿体在地表产生的异常，因而，任何一位化探工作者对异常的评价都是根据本人的经验、认识，以及其它资料所提供的规律、知识的积累来进行评价预测的；第二，目前已经积累的同一类型矿床地球化学异常模式的资料表明，它们均有一定共同之处。例如，K/Na比值高，Mn低，Cu、Mo、Ag高，是出露的或浅埋的斑岩铜矿比较普遍的特征。近两年已建立的大量石英脉蚀变岩型金矿的地球化学异常模式资料表明，Au、Sb、As等几乎是共同性的指示元素。关键是弄清这些异常模式形成的原因、与矿的关系，在应用时综合工作地区地质特点灵活应用，不能盲目照搬。对于地球化学异常模式的工作，今后可能应当注意以下几个问题：第一，过去我们比较多地总结研究了矿体、矿脉群的化探异常特征，对矿床研究得少，对矿田则更少，而对普查预测来说，这方面的工作成果更有实际意义；第二，注意表生地球化学异常模式的总结研究以及指示元素受风化作用后富集贫化特征的研究；第三，加强块状硫化物、层控等类型矿床地球化学异常模式的总结研究工作。

四、改进工作方法。目前，我们有一些工作方法还不能适应找盲矿的需求，需进行研究、改进、提高。

1、综合变量成图问题。目前，我们所成的图纸是单元素或两三个元素重叠在一起的图。已有的经验告诉我们，对找盲矿来说，需要综合变量。一个大的地区内，对不同矿床类型、对不同矿种，对不同的地质目标，其综合变量的内容是不同的。当前，我们研究异常，多是从直观的单元素、双元素异常图，按照不同地质背景或各个地区在头脑中进行综合分析得出综合变量，再据此作出相应元素组合的综合异常图，实际是有关元素异常简单的叠加扣合图或示意图，不确切。用因子分析、用异常模式、用简单的累加、累乘或其它方法，可以选出不同目的综合变量，再经过标准化后成图，这样可以有效地提高预测质量。为此，需解决用微机建立化探数据库、变量选择试验、综合变量成图方法技术、程序软件等一系列方法技术问题。

2、区域化探普查。由于面积比较大，经常包括若干个地质建造，不同矿床类型，不同

矿种。同时从成矿区(带)化探普查的功能来看,需要解决异常与各层位、各种岩浆岩、构造及矿的系,有无专属性;要研究区域矿化分区分带;要进行靶区预测;各种不同的目的,所造的背景值、异常下限值是不同的。有些地区景观地球化学条件复杂,不是一种采样介质。在上述这些情况下如何确定背景值?如何统一成图,也是一个在方法技术上要解决的问题。

3、1:50000和1:100000化探普查工作,必须经过局部加密、异常检查评价,选出靶区进行详查后才能达到找矿目的。已有的常规的程序、比例尺逐步过渡,在时间和经济上均不理想。此外,按照正规测网打基线测线的方法进行详查工作,时间长,成本高,特别是在近两年各种赔偿费用愈来愈高的情况下,已是一个生产部门反映比较普遍的问题。如何在保证必要的质量又快速可行的原则下,建立一个合理的方法系列,也是一个有待研究解决的问题。

4、关于异常踏查、评序方法及标准的问题。为了对异常的性质、意义作出评价,在肯定质量后,需要进行室内一般筛选、排序和进行现场踏查。目前,我们所采用的评序方法主要考虑的因素为主要金属元素及主要伴生元素所形成异常的强度和规模,对异常的现场检查踏勘多采用路线剖面的方法,了解矿化及蚀变情况,据此作出判断,这对寻找出露矿或浅埋矿是适用的,对寻找盲矿来说,不能满足要求,需要研究提出更完善的方法。

以上只是对成矿区(带)化探工作中某些技术问题的认识,很不全面,有的问题提出了一些不成熟的见解,有些只能提出问题,希望能引起重视。

十年以来,由于广大化探工作者的积极努力,金属化探工作取得了明显进展,也取得了良好的找矿效果和经济效益。我国中年化探工作者已成为技术骨干,青年化探工作者在茁壮成长,青出于蓝而胜于蓝。我深信九十年代我国金属化探工作必将取得更大的成就,将使我国化探工作整体技术能力全面达到国际先进水平,为我国社会主义经济建设矿产资源普查工作作出更大的贡献。

90. 12. 23

关于发展我国化探事业的一些想法

曹 添



作者简介 曹添同志是我国兴办地球化学、勘查地球化学教学的创建人之一。他为培养桃李付出了大量的心血。他从事勘查地球化学的学生现在都已成为勘查地球化学队伍中不可多得的技术骨干，这是他的、和他应引以为慰的功绩。曹添同志已离开我们八年多了，但音容宛在。最近重读他1980年5月寄给我的文章——关于发展我国化探事业的一些想法，我感到他不仅就当时的化探工作作了很好的技术上的总结；同时他那时提出的那些应进一步加强和改进的方向和建议，不少在今天仍然值得我们珍视和深思。为此，我建议杂志予以发表。同时，希望读者通过这篇文章看到我们这位老前辈那片关怀化探的热忱，并向他的这种精神学习。（沈时全）

勘查地球化学是一门应用地球化学，服务于国民经济建设需要的各种勘查工作：如，污染调查、地方性水土病研治、环境质量的评价、地震地球化学监测、土壤和水质勘查、农牧业和工矿业区划、以及最重要的自然能源和矿产资源勘查等。

矿产勘查包括区域调查、普查找矿、详查及勘探（甚至开采）的全过程，尤以找矿最为困难与紧迫。勘查地球化学最主要的任务就是地球化学找（探）矿（简称化探）。

建国以来，我国化探事业从无到有、从小到大，从了解很少到有所创新，从不被重视到承认有效、从附属工种到专门组队，从领导不过问到设专人管理，从大学只有个别课程到成立化探专业并招收研究生，经历了漫长曲折的发展过程，累积了相当的经验教训。

综观发达国家的找矿历史，已从60年代前找露头矿和铁帽为主，进入当前找盲矿和深部矿为主的阶段，找矿的难度增大。随着理论找矿和综合找矿的进展，国际上对化探也愈来愈重视。很多国家已将化探列为主要找矿手段之一。少数发达国家已经计划或开始了全国性化探扫面和地球化学填图，个别国家已经完成这项工作。相形之下，我国化探的现状和她可能为四化作出贡献的潜力相比，实在太不相称。我国如何走自己发展化探的道路，与国际化探界先进水平的差距何在等问题，应进行深入调研、认真总结、广泛讨论、并提出积极的建议。

一、成就和效果

我国的化探，既注意了学习苏美的技术方法，也结合了我国国民经济发展的需要和地质条件的实际，具有自己的特色。

（1）扩大了应用范围 我国化探的有效应用范围，已经扩大到多种成因类型矿床。首先，对传统有效的热液充填交代、矽卡岩或黄铁矿型各种多金属矿，以及斑岩铜钼矿，化探既找到了新的大矿和后备基地，也找到了漏矿、盲矿、外围矿和深部矿，使老矿新生或扩大。同时，对超基性岩铬镍矿、花岗岩型稀有、稀土和放射性矿，火山岩铁铜矿、各种层控及层状铜、钼、铀、磷、金银、铅锌、汞锑矿以及传统认为化探不好应用的铁矿，也都已进行了

化探工作，并取得了找矿效果和大量地球化学资料。

(2) **增加了找矿深度** 针对不同景观条件选用恰当的工作方法，在某些化探工作困难的工区，有的找到了埋藏和盲矿，有的深达200m。除了水稻区沿田埂取深样、湖泊区取湖底沉积有的已找到盲矿外；对上覆有厚层砂砾岩盖层的盲铜矿，测定砂岩中的氟晕和土壤中的碘晕，也获得很好的找矿显示。特别值得重视的是对广泛分布的厚层运积物（包括黄土）覆盖区壤中汞气测量法的运用，试验证明很有可能成为寻找各种矿种（铜、铅、锌、钨、锡、钼、铁、汞、锑、金等）的埋藏矿、盲矿、以及盲断层的最有前景的方法；同时，从壤中汞气形成机理和影响两个方面去深入探讨汞的迁移和转化形式，必将为丰富化探的基础理论作出贡献。

(3) **开拓了选择指示元素的思路** 由于增加了对常量、微量元素间的制约关系，不同类型元素地球化学性状的特点、元素活动性顺序的影响因素原理的了解，进一步开拓了化探工作的思路。现在已不再局限于找什么矿就用什么成矿元素做指示，而是根据当地地质条件出发，灵活地选择指示元素。既用微量或成矿元素，也用运矿、控矿作用的某些常量或造岩元素。既选活性、挥发性或远程元素，也选惰性、残集性或近程元素。既研究正异常，也研究负异常的元素。因此，碱素、碱土、半金属、卤素、惰气、以及磷、硫、和有机碳，都因其指示作用不同而各有其妙用。除了研究单元素异常外，也研究运用元素（同位素）比值和元素组合（累加、累乘）的关系，以提高解释异常的水平。此外，还应用了各种物理化学参数来指示成矿环境，如包裹体形成的温压和成分，元素不同价态化合物稳定的 pH、Eh 范围等等。

(4) **提高了评价原生异常的准确程度** 对已知矿床、矿田原生异常的研究表明，根据垂直方向上的分带结构和不同标高截面上远程和近程元素的比值，可以用来区分矿上或矿下异常、估计剥蚀深度或埋藏深度，和预测矿种向深部的可能转变。

二、认识和提高

我国的化探工作者通过多年生产实践和科学试验，逐步提高了自身对化探的认识。

(1) **明确了化探的性质和任务** 由于五十年代全盘照抄苏联，化探附属于物探，只起辅助验证物探异常的作用，因之，在一段时间内对化探性质、任务、对象和方法的特点、它和物探与地质方法之间的区别和异同，也都缺少比较，没有深思。经过实践，明确了化探的研究对象地球化学异常是地壳中元素分布不均匀性和迁移运动绝对性的本质所决定的，它是第一性的物质异常、即元素（同位素）的质和量方面的差异。它不同于第二性的物性异常、是磁性、电性、比重、或密度方面的差异。化探是针对元素集中地点的直接找矿，不同于物探通过物性的间接找矿。近年出现的物探与化探结合的新的边际分支，如电化学、热化学找矿等；从原理和作用上来看，两者应是并行而非主从关系，这是应予明确的。此外，地球化学异常既包括而又不等于矿化、蚀变带或矿体，通常比它们的范围要大；是肉眼观察不到的元素集中带的“露头”，不同于肉眼可见的地质体。因而化探是微观直接找矿，不同于地质那样的宏观直接找矿。化探找矿的目标和深度比地质要大得多，因此化探找埋藏矿、盲矿和深部矿就更有作用。

化探方法必须是地质调查和化学（或仪器）分析的有机结合，而不是机械相加。设有化

学分析发现不了微观的元素露头，固然不成其为化探，而不结合地质的单纯取样加分析，只能做到测含量和圈异常；对于如何评价元素含量高低的实质和影响因素，判断与成矿是否有关，则必将显得无能为力。单纯的分析找矿不是地球化学找矿，只是分析化学在探矿中的应用。

化探的任务既要发现地球化学异常，更要评价异常，发现有时并不易，评价往往更难。要从发现异常入手，通过评价异常、验证异常，最后查清异常和成矿的关系这一全过程来找矿，缺少任一环节都不成。不能发现了异常不作认真评价就“上交”，也不能只提出了异常与成矿关系的报告就算完成任务。不了解评价预测的验证结果，得不到肯定或否定的明确结论并查清其原因，就永远也完成不了化探的认识论过程，无法得出正反两方面经验教训的对比，也总结不出异常与成矿关系的客观规律和有效的异常评价准则。

(2) 初步认识加强化探理论的必要性 对化探作用的认识，大都是从见矿效果上直观得到的。而化探工作者由于深知评价异常的重要性和难度，更多地认识到理论指导的科学性和方法运用的正确性对工作能否发挥作用有决定的意义，所以力求从感性经验提高到理性认识，要求理论结合实际以阐明某些异常与成矿关系的规律。国家科委地质勘察技术学学科规划(草案)中正确地提出地球化学勘查的基本理论是：元素和同位素的演化、集散条件和时空分布规律，是十分正确的。所以有些人只将化探看成为一种技术方法显然是不全面的，化探应有它自己的理论基础。

我们一方面承认化探的理论基础主要来自地球化学，另一方面也承认现有的地球化学理论并不能满足化探评价异常的要求。这些理论侧重了对元素大量和高度集中的成矿地球化学研究，而忽略了对元素微量分散或集中程度不够的成晕(异常)地球化学研究。成矿和成晕通常是同一地球化学作用不能分割、相互制约的不同组成部分。过去由于分析灵敏度的限制，对于以微量元素为主形成地球化学异常的机理和影响条件，特别是控制集中程度的因素等可能用于化探评价异常的理论至今研究得还很少、很不够，以致仅根据元素组合、强度及分类结构等经验或统计准则来评价异常，还常常不明其失误的原因。

六十年代后期，苏联已经认识到加强化探理论基础的重要性，号召并组织了理论地球化学界积极参加了这方面的研究。此后，在原生晕等方面陆续发表了有价值的总结，理论性的论文也增多了。最近得知欧美又转而学苏联开始重视原生晕的地球化学研究。我们应该重视国际化探界的这些动向，并分析其实质，及早注意加强化探的基础理论研究。

三、分析和测试

分析是化探的眼睛。要提高化探的效果和效率，必须重视分析、测试、鉴定和实验方面的工作，要尽量做到分析及时，并努力提高分析的精度，灵敏度和正确度(三度)，力求降低分析的成本。

(1) 缩短分析周期，提倡现场分析 多次听到化探人员因为留下有希望的异常未能复查评价而深感遗憾的呼声。究其原因大都由于分析周期太长，不能及时拿到数据，收队后还在等待分析结果，无法按计划整理资料。甚至扫完而转移到新区后结果才来，即使圈出的异常估计很有价值，也已失去了重返现场检查评价的时机。

也听到过令人鼓舞的化探快速找到矿的成功案例。由于始终用现场分析及时取得结果，