

EXPLORATION

FOR MINERAL DEPOSITS

矿产勘查

第二辑

中国地质大学出版社

矿 产 勘 查

第 二 辑

中国地质学会矿产普查勘探专业委员会
中华人民共和国矿产储量管理局
中 国 地 质 大 学

中国地质大学出版社

(鄂)新登字第12号·

内 容 简 介

本书是《矿产勘查》论文集的第二辑,共收集论文17篇。内容涉及“矿产勘查理论与原则”、“矿产资源形势”、“矿产工业指标”、“综合勘探与综合利用”、“勘查程度”及“矿产资源问题笔谈”等六个方面。这些论文从不同方面反映了矿产勘查这一领域的研究现状和研究水平。

矿 产 勘 查

第二辑

主编 赵鹏大

出 版 中国地质大学出版社(武汉市·喻家山·邮政编码 430074)
责任编辑 赵颖弘 蒋良朴 责任校对 熊华珍
印 刷 中国地质大学出版社印刷厂
发 行 湖北省新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 7.25 插页 1 字数 180 千字
1992年8月第1版 1992年8月第1次印刷 印数 1—1500 册

ISBN 7-5625-0657-4/P·234 定价 3.90 元

目 录

矿产勘查理论与原则

矿产储量管理面临的形势和任务·····	张文岳 (1)
矿产勘查问题研究现状及发展·····	赵鹏大 (5)
资源核算及其纳入国民经济核算体系的理论与方法研究·····	高振刚 (17)

矿产资源形势

我国的资源形势及地勘工作发展中的几个问题·····	袁国华 (29)
从美国石油工业发展历程分析谈谈我国今后油气勘探的对策·····	张文昭 (35)

矿产工业指标

我国岩金矿床品位指标优化研究·····	李万亨 (40)
矽卡岩型金矿床地质勘查中的若干问题——以鄂东鸡笼山金铜矿等矿床为例 ·····	梁裕智 (53)

综合勘探与综合利用

区域矿产资源经济综合评价理论的初步探讨·····	杨昌明 陈龙桂 李万亨 (65)
--------------------------	------------------

勘探程度

小型矿床合理勘探研究程度初议·····	段承敬 童海方 (72)
论固体矿产储量分级、分类、储量比例及勘查阶段的合理划分·····	王本淳 (81)
利用地震资料进行地质储量划级的研究·····	诸葛琛 (89)

矿产资源问题笔谈

金属矿产勘查现状与对策·····	胡惠民 (100)
关于改进当前矿产资源勘查工作对策的两点意见·····	陶维屏 (101)
关于隐伏矿床(体)勘查工作的几点认识和探讨·····	段承敬 (103)
加强矿产资源勘查的几项对策·····	左伯华 (105)
对我国铁矿地质工作的建议·····	康志学 (107)
江西省煤炭资源形势及勘查开发对策·····	易培蕃 (108)

矿产储量管理面临的形势和任务

张 文 岳

(地质矿产部)

一、“七五”期间我国矿产储量管理迈上新台阶

“七五”期间，两级储委及其办事机构开展了卓有成效的工作，使我国矿产储量管理迈上了一个新台阶。

(1) 5年多来，在国务院的正确领导下，在地矿部的支持和关怀下，全国储委与有关部门的密切配合，使矿产储量管理工作从原来单纯的技术监督性质的管理工作逐步转变成一项强有力的行业管理工作。从1988年底开始，矿产储量工作在国家这一级进一步实现了向政府职能的转变，已成为了一项政府职能。

(2) 储委的办事机构由过去的单纯的事业性单位，在国家这一级实现了向履行政府职能的国家行政机关的转变，省、自治区、直辖市的储委办事机构，正在逐步地实施这种转变。现已有6个省（区、市）人民政府被批准建立了矿产储量管理局。陕西省储量管理局经过省政府的批准，已经正式履行矿产储量管理的政府职能，其他的省（区、市）正处于落实的过程中。

(3) 矿产储量管理工作的范围已经由过去单纯的审批勘探报告向进行矿产勘探储量管理，监督矿产勘探工作质量，统一审查勘探报告，统一制定矿产勘探规范、规定及要求的转变，使矿产储量管理工作内容发生了很大变化。当然，现阶段的储量管理工作就其内涵来讲，还不能说是完全意义上的矿产储量管理，但至少已是部分的矿产储量管理。

(4) 由于5年来储委及其办事机构坚持公正办事，秉公执法，在地质行业内取得了比较高的信誉。5年来，全国储委及其办事机构在协调各工业部门的关系方面做了大量工作，为推进行业管理起到了应有的作用。各省（区、市）储委及其办事机构在各自所在的地区都在不同程度上起到了这方面的作用。

(5) 矿产储量管理工作经过努力，扩大了社会影响，如国储局与国家土地管理局双方经过协商后于1989年联合发文，规定未经储委审批的报告，不得作为建设设计利用，土地管理部门不予征地。一年多来，这个文件的实施对治理矿业秩序起到了比较好的作用。最近，国储局又准备与建行的领导同志协商，争取也发一个类似的文件。5年多来，全国储委及其办事机构不仅在国内扩大了影响，还与部分国家有关机构之间开展了矿产储量管理方面的科技合作与交流。尤其是加强了与原全苏储委的密切联系。同时委派一些团组出国考察，吸收了不少国外的某些有益的储量管理经验为我所用。

(6) 矿产储量管理工作为促进国民经济建设在矿产资源的开发利用方面起到了把好质量关的作用,使矿山基建建立在可靠的、科学的基础上。到目前为止,经两级储委审批的报告,除了极个别的报告之外,绝大部分都符合质量要求,投入矿山建设设计利用以后也没有发生大的问题。这些年来,两级储委对报告的质量检验工作抓得十分及时,特别是近三年来,开展了优秀报告评比活动,在地质勘查行业内外引起了良好的反响。由于报告利用率高,基本上做到了当年审批的报告,当年交付建设设计部门利用,使报告质量很快就能得到检验。

二、今后 10 年储量管理的新任务

矿产储量管理工作的这些成就,是在党的十一届三中全会以来“一个中心,两个基本点”的基本路线的指引下取得的,是在国务院的正确领导下,地矿部和各省(区、市)政府的亲切关怀和支持下,两级储委全体工作同志多年来开拓进取、勤奋工作的结果;是来之不易的。今后 10 年是我国社会主义现代化建设中非常关键的历史时期,全国各族人民将要在党的领导下,沿着建设有中国特色的社会主义道路阔步前进,为实现国民经济和社会发展的第二步战略目标努力奋斗,这就使矿产储量管理工作面临新的形势,肩负更加繁重的任务。

(1) 今后 10 年,国家要保持国民经济持续、稳定、协调发展,必须以提高经济效益为中心。矿产储量管理部门应紧紧围绕以提高经济效益为中心来开展工作。一方面要积极与有关部门配合,协同地矿部及其有关司局促进矿产储量科学、合理的使用,经过努力逐步解决目前存在的矿产储量在消耗过程中大量浪费的问题;另一方面要大力加强储量的质量管理,要更加注重提交建设设计利用的矿产储量在质量上的可靠性,避免或杜绝在矿山基本建设中出现的盲目性,避免出现不必要的浪费和损失。

(2) 为适应国家大力调整产业结构,促进产业结构合理化的需要,矿产储量管理工作要尽力支持基础工业及基础设施的建设。在今后一个时期内,特别在“八五”期间,要集中力量抓好与能源、原材料及交通有关的矿产储量的管理工作。

(3) 矿产储量管理要适应国家加强地质勘查工作,使地质勘查工作同重点建设协调发展的需要。这些年来,在党的领导下,经过地质勘查行业职工的艰苦奋斗,地质勘查工作取得了很大的成就。但是,必须清醒地看到,当前地质勘查工作的发展滞后于能源、原材料工业的发展,它与国民经济的发展极不相适应。我们面临的困难还很多。“八五”期间乃至今后 10 年,在党的方针、政策的指引下,地质勘查工作需要有一个大的发展,矿产储量管理工作要适应地质勘查工作发展的需要,就要在地矿部的领导下,与其它有关部门协调配合,共同推进地质勘查工作的发展。在这 5 年或 10 年发展中,地质勘查工作极待解决的问题,一是要明确包括矿产储量在内的矿产资源属国家所有,由谁来代表国家履行矿产资源所有权,即矿产资源国家所有权的实现;二是与此相适应的是实行矿产资源的有偿使用。这是今后地质勘查工作发展的两个重要保证。两级储委及其办事机构有责任在这方面协助地矿部推进这两项工作。此外,矿产储量管理部门要根据我国矿产储量的组成和布局积极地参与地质勘查工作的部署,要为地质勘查工作的部署从储量管理的角度提出建设性意见,要通过制定更合理的规定、规范促进地质勘查工作有效的开展,通过对地质勘查工作的指导,提高地质勘查工作的质量。储委要保证提供矿山建设的勘探报告尽快地得到审批,尽快提交建设设计部门利用,这

也是对地质勘查工作的支持。

(4) 要适应计划经济与市场调节相结合的需要,与有关部门协调配合,对矿产开发的发展目标、矿产储量的总量控制以及今后一个时期的矿产品结构的重大的调整,从储量管理角度提出意见。根据已经掌握的矿产储量分布情况,要对各省(区、市)矿业发展的合理分工和协调发展,向国家和各省(区、市)政府以及有关部门提出切实可行的意见。少数民族地区经济比较落后,经济实力比较薄弱,现阶段的经济的发展在很大程度上要依靠矿产的开发,储委及其办事机构应为少数民族地区的矿业开发提出合理建议。对矿业开发中属于市场调节的这一部分,要逐步地使其纳入矿产储量管理的范围(这主要是一些小型矿山,目前储量管理工作尚未包括这部分)。工业指标的制订一定要反映矿产品市场的需求,要改革目前制订工业指标的的程序,改革过去工业指标一旦确定就几十年不变的情况,要逐步适应矿产品价格调整的需要。

(5) 要积极推进建立和发展与社会主义有计划的商品经济相适应的矿产储量管理体制。建立这一体制的标志应当是:第一,明确了由谁来代表国家行使对矿产储量的所有权;第二,实现了矿产储量的有偿使用;第三,在计划经济与市场调节相结合的原则指导下,通过储量管理,促进矿业持续、稳定、协调发展;第四,能及时反映矿产储量的供求关系,促进地质勘查产业的持续、稳定、协调发展;第五,建立了能综合运用经济、行政、法律手段,建立、健全两级矿产储量管理机构。

三、勤奋工作,努力创新,使储量管理工作跃上一个新台阶

以上5个方面的任务是今后5年或10年两级储委及其办事机构必须努力推进、争取完成的。实现了这些目标,就可使矿产储量管理工作再上一个新台阶,从而促进地质勘查工作的持续发展,为国民经济建设和社会发展作出应有的贡献。为了完成这些任务,尚有许多艰巨的工作要做。

(1) 储委的工作要充分体现自己的特色。一是储委的工作要有特定的范围,这就是供建设设计利用的矿产储量及储量报告;二是储委的优势在于从事储委工作的同志通过审批报告,能非常熟悉矿床勘探的基本情况,这是任何一个管理部门所不能比拟的。审批报告要了解矿床地质情况,要到现场直接调查。现在还要从储量管理角度对现有矿山的储量使用情况进行调查;三是通过矿产储量管理,了解各工业部门对矿产储量的需求,通过审批报告,了解矿产储量的供给,这就有条件为国民经济建设和社会发展提供矿产储量供求关系方面的信息;四是储委是通过服务来履行管理职能的,储委本身没有自身的利益可图,是在为国家工作,为地质勘查部门、工业部门服务,为矿山企业服务,通过服务履行管理。储委工作要做得有特色,就必须充分发挥自身的优势,别的部门能做的工作,不一定去争,别的部门不能代替的工作,则一定要做好。当前要立足于把国务院赋予的,国储局“三定”方针中所确定的工作做好。最重要的是经过努力,搞出高水平,具有特色的成果。

(2) 矿产储量的管理工作要有重点。无论是近期的,还是长远的,都要确定工作重点。近期的工作重点有两个,一是要适应今年在全国开展的“质量、品种、效益年”以及在地质勘查行业开展的“质量、成果、效益年”活动的需要,认真把好地质勘查质量关,努力促进地质勘查工作质量的提高,充分发挥矿产储量管理部门对储量报告的质量监督作用。从去年对

报告质量评选结果来看,勘探报告质量有下滑的趋势,一定要采取措施解决这一问题;二是治理整顿现处于关键时期,今年是治理整顿的最后一年,为实现治理整顿的目标,两级储委及其办事机构有两项工作要做:第一,要有效地制止不按基建程序,不经储委审批的报告就交付矿山建设设计使用的现象,要切实解决好这个问题;第二,要解决当前有些矿山建设项目违反基建程序,采取大矿化小,化整为零等办法躲避储委对报告的审查。长远的工作重点也有两个,即前面已经讲过的,一是要推进国家对矿产储量所有权的实现;二是要推进矿产储量有偿使用。这两项工作需要与地矿部密切配合,努力推进。

(3) 加强矿产储量管理队伍的建设。一是要继续抓机构建设。从国家一级来讲,已经建立了国储局,解决了机构问题。但各省(区、市)储量管理机构建设不平衡,要继续推进;二是提高矿产储量管理人员素质。来储委工作的同志,首先应该有好的政治素质,应该按照公务员所应具备的政治素质来要求。我国的公务员应该坚决拥护四项基本原则,应当为政清廉,对自己严格要求;其次要求有强的业务素质,矿产储量管理工作的落实、到位,两级储委工作人员要努力学习行政管理方面的知识,两级矿产储量管理机构今后应适当调进一些管理型的人才;再次要努力熟悉法律,学习法学方面的知识,矿产储量管理工作必须依法行政,在可能的情况下要吸收精通法律的人才参加储量管理工作;此外还要努力学习经济学方面的知识,巩固和提高地质勘查方面的专业知识水平。为了尽快提高两级储委工作人员的素质,应当提倡各级领导和全体工作人员经常思考和研究一些重大问题;三是抓好组织建设。当前两级储委工作人员相当多的同志年龄在55岁以上,中间缺一批40岁上、下的人才,储委的办事机构在编制许可的条件下,应适当地调进一批骨干。希望各省(区、市)地矿局的领导支持和帮助储委抓好队伍建设,把人员结构调整配备好。

(4) 加强矿产储量的法制建设。一方面要协同或积极配合地矿部参与矿产资源法的有关配套法规的制订,另一方面要尽快制定矿产储量管理条例,做好这项工作需要国储局与省(区、市)储委办事机构的同志密切配合,共同努力,也需要得到地矿部有关司局的支持。

(5) 广泛加强和疏通与各方面的联系。通过加强联系,办成一些实事,同时也理顺与各方面的关系。已经建立起来的联系要继续巩固和加强,尚未建立联系的,要努力去开拓。国储局今后应大力加强对外联系,各省(区、市)储委及其办事机构也要加强与省内有关部门的联系,经常向省(区、市)领导汇报工作,争取他们的支持。此外,今后应继续巩固和加强与国外有关机构的联系,要尽可能让省(区、市)储委的同志参加国外考察。

(6) 广泛宣传矿产储量管理工作的重要性,进一步扩大储委工作的社会影响。国储局应该加强宣传工作,省(区、市)储委也要利用当地的报纸和新闻宣传工具扩大影响。

(7) 要以改革的精神不断推进今后的矿产储量管理工作。一是要认真研究矿产储量管理工作今后怎么改革,需要统一认识、提高认识;二是要通过实际的工作推进矿产储量管理工作自身的改革,并与其他方面的改革密切配合;三是要为地质工作的改革从矿产储量管理的角度提供支持和配合;四是从矿产储量管理角度推进全国经济体制改革。这四个方面的工作都需要努力去做。

总之,矿产储量管理工作今后面临的任务很重,需要两级储委全体同志们继续在党的十一届三中全会以来的方针、路线的指导下,勤奋工作,努力创新,使储委工作在新的历史时期跃上一个新台阶,为促进地质矿产工作的发展,为社会主义现代化建设作出更大的贡献。

矿产勘查问题研究现状及发展

赵 鹏 大

(中国地质大学·武汉)

一、矿产资源及其勘查的重要性和紧迫性有增无减

1. 世界矿产勘查业面临的共同问题

世界上普遍性地面临着矿产品价格下跌、地质勘查费用不足、采矿业不景气等问题的困扰。例如,对发达国家来说,由于地质勘查程度高,易于发现和开发的矿床日益减少,地质勘查的风险日益增大,同时由于这些国家生活标准提高,从而使勘查成本结构变化而使其失去竞争力,发达国家的矿业趋于消减或呈下降趋势。据一些学者(如 D. O. Zimmerman, 1987)的看法,比利时、法、德、英、美等国这种趋势已很明显。澳大利亚虽然矿产品和石油的出口尚占出口总额 50% 以上,但也明显沿这一趋势发展。对于发展中国家,同样面临着勘查风险增大和资金不足的问题。所以,地质勘查正处于矿业周期性摆动的低潮阶段。尽管如此,国际地质界对矿产资源及其勘查问题仍给予了极大的关注,尤其是对能源矿产及一些战略性矿产资源,如金、铀等更引起了普遍的重视,如 28 届国际地质大会关于石油和天然气的分组达 10 个之多,又如澳大利亚 50% 以上的地质勘查工作集中于金矿。

2. 国际地质界对矿产资源及其勘查的重视

作为不可再生的矿产资源,由于其消费量的激增和勘查难度的日益增大,从而引起越来越多的重视。国际数学地质协会决定创办一个新的期刊,名为《不可再生资源》,它的创刊号将于 1992 年 2 月出版,在创刊号的编者引言中写道:“近年来所发生的政治、经济事件,要求对局部的、一国的以致国际的不可再生资源问题付出更大的努力,以发展定量研究方法。特别是资源定量评价已经获得在国家机构工作的土地管理人员和政策计划人员以及在私人部门工作的勘查管理人员和公司计划人员的公认。现在很有必要让各个国家和公司知道:现在他们拥有多少(资源)?他们还能找到多少?如果获得成功它们的价值有多大?如果不能取得成功将会发生什么问题?要回答这些问题,需要对地质学、经济学、统计学和财政学各学科进行交叉综合研究。在不可再生资源研究的一切领域,定量方法正在取代早先的主观方法。”

这个刊物还将在每一期就矿产资源的有关热门话题开展笔谈会。在第 1 辑中,对能源及矿产资源评价讨论了以下 3 个问题:①过去进行的状况如何?②何人从事这项工作?③这项

工作效果如何? 1992 年第 2 辑的讨论题目也已拟定, 包括以下 6 个问题: ①我们是否使用自然资源太快, 以致它们将很快消耗殆尽? ②过去的资源评价工作对形成国家政策或指导勘查的有效性如何? ③淡水是否已成为一种不可再生资源? ④在区域资源评价中, 地理信息系统 (GIS) 的应用对现有的方法将能作出何等改进? ⑤是否应像对世界人口那样, 对世界能源和矿产资源也进行一种间隔为 10 年的评价? ⑥在重新定义“不可再生性”的再循环中我们取得了什么新进展?

上述情况可以从一个侧面了解国际地质界对矿产资源问题的重视。了解这个问题的另一个侧面是 1989 年在美国华盛顿召开的 28 届国际地质大会及将于 1992 年在日本京都召开的 29 届国际地质大会。在 28 届国际地质大会上, 矿产资源及其勘查问题是被国际地质界注视的焦点之一。在大会唯一的一次全体会议上, 安排了 3 个涉及矿产资源问题的报告, 即“矿产资源与第三世界发展” (A. M. Raczyński)、 “世界能源资源: 两个世纪的展望” (J. F. Bookout) 及 “21 世纪的资源: 供需展望” (B. J. Skinner)。在这次大会上划分的 14 个重大专题中, 专题 C, 即“资源: 石油、天然气、煤和矿床”专题, 是最大的一个专题, 它是在总共 202 个分组报告讨论会中占有 29 个分组的一个专题。这 29 个分组的命题, 很多代表着当今矿产勘查及评价的前沿课题。这些专题的名称为:

- (1) 油气和金属矿床勘查和开发中的相模式;
- (2) 勘查油气的新技术——人工智能;
- (3) 石油天然气的生成和迁移;
- (4) 前寒武纪石油和天然气赋存;
- (5) 世界石油、天然气勘查和开发的良机;
- (6) 石油、天然气勘查的新领域;
- (7) 前寒武纪岩浆作用和矿床: 其物理-地球化学特征;
- (8) 用遥感技术进行油气和其他矿产勘查;
- (9) 石油、天然气的地球化学勘查;
- (10) 资源储量评价的地质统计学法;
- (11) 环太平洋能源和矿产;
- (12) 金属矿床分布模型及其成因;
- (13) 沉积盆地中金属成矿的水地球化学;
- (14) 成矿作用在地质历史中的演变;
- (15) 金属矿床的区域变质作用及其成因含义;
- (16) 现代和古代扩张中心的矿化作用;
- (17) 金属搬运和沉积的有机地球化学;
- (18) 金属矿床年代测定及热年代研究的新进展;
- (19) 岩浆系统中金属的性状;
- (20) 金属矿床: 地质、地球化学及同位素格局的模拟;
- (21) 含金属黑色页岩及有关的金属矿床;
- (22) 工业矿物矿床的评价和成因;
- (23) 泥炭和煤: 成因、岩相和煤化作用;

- (24) 各时代煤的地质学;
- (25) 宾夕法尼亚纪植物的生物地理学。

附加组:

- (1) 古代和现代的锰矿床;
- (2) 矿床的勘探、编录和管理;
- (3) 贵金属矿床地质和地球化学;
- (4) 铀钍矿床和铁矿的地质、地球化学及勘查;
- (5) 石油和天然气;
- (6) 世界重要油气田的成因;
- (7) 前寒武纪成矿规律与板块构造;
- (8) 经济地质选题。

即将召开的 29 届国际地质大会, 在矿产勘查方面的专题包括:

- (1) 与铁镁质火成岩相关联的金属矿床;
- (2) 岛弧与活动大陆边缘的成矿作用;
- (3) 岛弧中的低温热液金矿床;
- (4) 陆内地区的成矿作用;
- (5) 现代和古代海底热液矿化作用;
- (6) 成矿与蚀变作用的理论与实验;
- (7) 隐伏矿床勘查新方法;
- (8) 成矿活动的时、空尺度;
- (9) 21 世纪的工业矿物资源;
- (10) 缺氧环境下的成矿规律;
- (11) 显生宙鲕状铁岩;
- (12) 变质地体中的别子式及黑矿型矿床 (Besshi and Kuroko type deposits);
- (13) 岛弧及大陆边缘的燃料资源;
- (14) 火山岩储层中的烃类聚集;
- (15) 烃类生成与聚集的模拟;
- (16) 盆地评价中的有机地球化学;
- (17) 成煤作用与煤岩学;
- (18) 成煤环境;
- (19) 石油勘查新方法;
- (20) 21 世纪的矿产及能源资源;
- (21) 自然资源评价与预测;
- (22) 成矿区的演化;
- (23) 地质史中金属矿床的地球化学演化;
- (24) 金属成矿中的有机地球化学作用;
- (25) 应用地质学中的制图方法和概念;
- (26) 应用地质学中的人工智能及专家系统;

- (27) 地质科学中新工艺的发展;
- (28) 环境矿物学与人类健康和活动的关系。

二、查明成矿规律，建立矿床模型是实现理论找矿的必由之路

找矿难度的增大使传统方法难于奏效。单纯依靠物、化探异常的技术找矿效果有限，而以深入研究成矿规律为基础的地质推断法或理论找矿则日益显示出其重要性。表1给出了两个10年中美国找矿效果情况的变化，在一定程度上说明了上述问题。

表1 1951—1970年美国找矿效果情况的变化

矿床发现时间	传 统 方 法		物 探 异 常		化 探 异 常		地 质 推 断		发现总数
	个数	%	个数	%	个数	%	个数	%	
1951—1955	1	8	2	17	0	0	9	75	12
1956—1960	2	13	2	13	1	7	10	67	15
1961—1965	0	0	2	13	0	0	13	87	15
1966—1970	0	0	2	11	2	10	15	79	19

1. 板块构造与成矿规律

显生宙的许多重要矿床受板块构造控制是人所共知的，但对于晚太古代世界范围的矿床产出和分布是否可用板块构造理论解释仍是成矿规律学中的一个基本问题。S. C. Sarkar 在《板块构造与前寒武纪成矿》的论文中，以澳大利亚晚太古代构造演化为例探讨了这一问题。在“现代和古代扩张中心的矿化作用”这一课题中探讨了涉及古海洋和现代海底水热系统过程与构造、岩浆活动及成矿的关系；水热沉积物及块状硫化物矿床的地质及同位素。涉及的地区主要是阿曼、塞浦路斯、东太平洋、红海及加利福尼亚南部等典型地区。

2. 矿床分布的时空控制

在 B. Lenmann 的《地质时代中的锡矿床》一文中，作者从天体生长过程中锡含量的变化入手，指出锡具有冷凝挥发性及在随后的多阶段岩浆过程中的不兼容性，使锡矿床的时间分布强烈地偏于显生宙，90%的锡累积产量和储量来自晚于300Ma的锡矿床，而金矿与之相反，其70%的原生富集产于太古代绿岩带之中。此外，如 C. W. Stowe 的《地质时代中的铬铁矿形成时期》、I. W. Stowe 的《地质时代中前寒武纪矿床》等论文都有矿床分布时空控制的论述。在《成矿过程演化的地质时代控制：印度情况》一文中，作者 S. C. Sarkar 等指出：印度的主要金矿产于印度南部太古代(2700Ma)绿岩带分异演化的科马提-拉斑玄武岩类岩石中。与南非、澳大利亚等其他冈瓦那大陆部分不同，印度没有硫化铜镍矿床，也没有加拿大绿岩带中那种块状硫化物铜-锌矿床，可能是印度的绿岩分异差所致。

在研究矿床区域分布规律方面，“环太平洋能源和矿产”仍然是热门课题，有代表性的论文如 V. G. Moiseyenko 等的《环太平洋矿带亚洲部分矿床主要分布规律和模式》、D. Z. Piper

的《太平洋赤道北纬 90°, 西经 151° 深海沉积成岩作用和铁锰结核的成分》以及 J. Covalan 的《安第斯山系矿床的地质环境》等。

3. 深入研究成矿机制, 揭示新的找矿标志

近年来, 与油气勘查密切相关的盆地分析工作取得重大进展, 这反过来为研究金属矿床生成的热历史提供了精确的数据。现在, 有机演化动力学和烃类成因可用于金属矿床成矿条件研究, 特别是铀、金、铅-锌以及其他一些硫化物沉积矿床, 它们在空间上和成因上与有机物密切相关。美国亚利桑那州大峡谷区 Brecciapipes 矿床开采着铀、铜矿, 该矿床内在大多数含矿的石炭、二叠系角砾岩管中含有有机物, 如: 油页岩、石油及固体黑色沥青。这类矿床的形成不仅与有机物密切相关, 而且后者还是矿床形成时的地热、氧化还原状况及古环境等的良好标志。因此, 广泛应用于石油地质的有机地球化学也是再造一些金属矿床形成历史的有用工具。有机质参数与其他地热温度计(如裂变径迹、流体包裹体、粘土矿物等)测定结果交叉验证, 可以取得良好结果。另外一些研究, 如 A. P. Gize 等的《密西西比河谷型矿床成矿作用中有机物的作用》、T. H. Giordano 的《在沉积盆地卤水和有关的热液中金属-有机物的络合物》、C. E. Peabody 的《辰砂-石油矿床: 成矿流体性质和来源》等论文也都探讨了有机物的成矿作用。概括地说, 有机物在金属成矿中的作用是: ①源岩中金属的初次富集作用; ②氧化还原控制作用; ③形成有机物-金属络合物的作用; ④还原冷凝作用。但有机物在溶液中与金属的相互作用是随时间而异的。这些问题在一些文章中都有具体的分析。R. P. Philp 在《石油勘探的生物标志》的论文中, 阐述了生物标志的概念, 回顾了历史, 列举了最新应用的实例。

4. 完善矿床模型, 指导类比找矿

对典型矿床的深入研究会不断积累新资料, 获取新认识, 因此矿床模型也需不断完善和更新。例如, N. Oreskes 等对著名的奥林匹克坝矿床的深入研究, 建立了这类矿床的最新的地质概念模型:

(1) 时代: 虽然整个显生宙都有这类矿床(土耳其 Avnik、墨西哥 Cerro de Mercado), 但已知的大矿床都产于中元古代(母岩 1100—1700Ma)。

(2) 位置: 所有的矿床都产于克拉通或大陆边缘环境, 而且以产于非造山型的酸-中性火成岩中为特征。

(3) 与拉张作用伴生: 在空间上与时间上都伴随着拉张构造(碱性火成岩、蒸发岩、原裂谷)。

(4) 矿物: 磁铁矿或赤铁矿是主要矿物, F、P 或 CO_3^{2-} 矿物普遍存在, 而且通常较丰富, 富 Ti 相矿物缺失或稀少。

(5) 稀土: 所有矿床都有稀土异常或潜在工业水平的富集, 最通常产于磷灰石中。

(6) 蚀变: 围岩显示铁质交代, 富铁绢云母、绿泥石及辉石常见, 蚀变组合随深度而变化。

该作者认为, 奥林匹克坝矿床是深部矿化的浅层表现, 矿化受深部地质构造圈闭, 由深成、高挥发分的火成热液系统组成。其他地区类似矿床的成群成带分布也显示其深成构造控

制特点。全球性这类矿床产于 1400—1500Ma，显示出其与全球的裂谷事件的相关性，这可能与元古代泛大陆的破裂有关。

三、新技术、新方法是克服找矿难度增大的有力武器

1. 定量模型

A. N. Shahin 在《埃及西北沙漠区石油勘查中定量模型的应用》一文中指出：以现有的油田分布及规模或绝对统计量为基础的预测，由于新发现油田的可能储量增长或个人判断而不很适用。作者将确定性方法（以分析数据为基础）和概率方法（以正态分布为基础的统计分析）结合起来，所建立的地质动力学模型将盆地沉降历史、热流的成岩效应、在不整合面处的上升和侵蚀幅度、成熟度测定值、烃类形成的各个阶段在观测与模拟成熟度之间进行匹配，通过这些步骤，就可圈出成熟的生油盆地。至于每个盆地之内的运移时间则与区内主要构造事件相关联，以便建立潜在油储的保存极限。

地球化学物质平衡法（蒂索及维尔特，1978）的优点是可以囊括大多数涉及油气生成的关键因素，例如生油岩高温热解趋动潜力（ 10^6 ）、石油及岩石的相对密度、成熟度和根据模拟所得的有效原岩体积等。用蒙特卡洛模拟法对每个变量进行定量的风险分析，然后计算每个盆地的生油量，再根据 Momper (1987) 等人提出的排出和运移效能因子以及盆地的回采因子计算来发现可采的石油量。

S. G. Neruchev 等在《沉积盆地的深部和超深部地带油气生成的定量模型》论文中探讨了深度大于 4.5km，即所谓深部和超深部地带生油的定量模型，所建立的“深度-深部裂解作用关系式”可作为在地质柱状图上或沉积盆地中对含油气带预测和制图的基础。

2. 图像处理

A. Y. Kwarteng 等在《亚利桑那西北 Breccia-pipe 铀矿床勘探中航空物探数据的数字图像处理》一文中，利用 4 种航空物探变量的合成与数字图像处理建立勘查模型。所用的地球物理参数是：①视电阻率；②Z 低频电磁值；③总磁测值；④推导的覆盖厚度。数字图像处理技术包括：①上述数据的网格化图像转换；②空间滤波剔除噪音；③数据集的合成；④模拟。另外还有一些类似的文章，如：M. E. Ruder 的《地质和地球物理数据的交互数字图像分析：美国东部区域地壳构造的数字增强和模拟》、A. G. Fabbri 等的《用数字图像处理法综合数据的图形逻辑》、D. Liu 等的《多种地学信息系统的数字图像综合技术及其在 65 号盆地的应用》、V. Carrere 的《在高植被地区利用陆地卫星主题成像结构数据及光谱数据改进地质填图方法》以及 K. S. Misra 等的《在加拿大西部平原烃类开采区利用合成孔径雷达和主题成像仪数据填制地下地质构造图》等。

3. 人工智能

人工智能正逐步被用来作为一种勘查新技术。J. F. Hamburger 等在《地质对象的识别与表示》一文中介绍了作者们研制的一套“FROG”，即“地质学中对象表示的形式化”方法，他

们用人工智能的技术进行这一工作,不采用“模式识别”法而是用“成因识别”法,即地质模型不是用其“几何特征”加以定义,而是用“历史特征”去定义。M. C. Budding 等提出了“Geologix——一个钻井对比系统”,这个系统首先是可以进行单孔数据整理,其功能包括:①孔深校正;②比例尺变换;③岩心数据显示;④断面图绘制;⑤人工录井。具有一个知识库支持的模式识别程序,可以在钻孔柱状图中区分煤、砂岩、页岩等,并细分出有意义的地段。在此系统中有3个知识库系统:一是岩相识别;二是钻孔对比咨询;三是地层咨询。此外,还有 A. N. Bugaets 等的《地质预测及人工智能方法论》,E. Tabesh 的《Drill-pat: 确定最优钻探样式的专家系统》等论文。

4. 数据合成

数据合成或称数据综合。D. A. Hastings 在《区域研究及资源勘查中地学数据的合成》一文中强调:“广泛的地学数据数字合成有助于区域研究及资源评价,这种合成要求:①合适的的数据;②先进的合成软件(图像处理、光栅及矢量地理信息系统、人工智能);③其他更广泛利用的计算机工作站;④对定性的地学概念用改进的定量方法进行处理。这可归结为数据、软件、硬件及处理四大要素。由于易于用传统方法勘查的地区多已进行工作,勘查者必须转移到体力上更难穿越的地段,或用更有效的技术对已进行过工作的地区进行再勘查。”

数字化资料合成技术可帮助勘查者把先进的传统方法与非传统方法结合起来,以减少后者的不确定性。地质、地球物理、遥感图像以及其他数据如能在一个广泛的空间数据库内进行管理,并在一个具有产生和显示再造数据功能(如资源卫星数据的波段比值与空间滤波,航磁数据二阶导数的综合等)和分析数据集相关性的计算机系统中时,将更为有用。

X. Leca 在《葡萄牙南部隐蔽块状硫化物矿床发现: Neves-Corvo 矿床的找矿方法和主要特征评述》一文中,概述了1977年发现该矿床的过程。从1975年到1977年,在 Neves 地区进行了地球物理、地球化学及地质(岩性地层学、古地理学及构造地质学)综合研究的基础上,在紧靠近于1969—1973年研究阶段布置的第一口钻孔(未见矿)的附近,打出了厚50m的块状硫化物,并发现了3个矿体。该作者总结说:“没有地球物理, Neves-Corvo 矿床不可能发现,但仅有地球物理,也不能导致这一发现。”

应指出的是,各种数据的合成有两种结果:一种是“相加解释”或“加法解释”,如提取在低阻带处的轴异常,也就是将两种单独的测量信息加以叠加,又如在闪长岩体内提取北东向线性体等;另一种是有人认为,真正的数据合成,或称之为“合成解释”,是指当一种测量信息只有在和另一种测量相联系才能提取出来时,才算得上信息合成。要做到这一点是较难的。为了进行数据合成,有时需要将点数据转换成图像或图形,如地化数据与其他变量(如航测飞行线的物探数据、断裂等)相比较时,将点数据转换成某种面型表示就是很必要的。

5. 高新技术

用高新技术研究矿床及其勘查虽尚不十分普遍,但一些探索是值得重视的,如 P. G. Hatcher 等“用核磁共振法和解析热解法对澳大利亚褐煤中的被子植物木质部的研究”、W. W. Yim 对“澳大利亚塔斯马尼亚东北地区锆石的电子自旋共振时代测定”、C. M. Hall 等“用激光 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 方法测定时代”、L. W. Snee 等进行的“矿床高精度 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 热等时线的测

定”、R. P. Singh 等“利用高频层析 X 射线摄影法进行矿产勘查”等。

四、新地区、新类型、新领域和新概念是实现找矿新突破的重要目标

在找矿难度日益增大的情况下,为了实现找矿的新突破,人们把注意力集中到了新地区、新类型和新领域上,而在研究程度较高的老地区,则把实现找矿新突破的希望寄托在新理论和新概念的提出和引进上。例如,在石油和天然气勘查的新领域方面,L. B. Magoon 等提出“阿拉斯加东北北极国家保护区的石油系统是美国石油勘探中的一个保留的未开发区”。M. A. Kopacz 等在《Mogollon 次火山岩潜在油储》一文中指出:位于新墨西哥州中西部,亚利桑那州中东部的 Mogollon 高原是一个潜在含油的勘探新领域,具有很大的希望。J. F. Bliskwede 等的《Perdido 褶皱带:西墨西哥湾一个新的深水未开发区》,P. B. Jones 的《山前带——研究程度高的勘探区内的一个新领域》等文,都提出了新领域。此外,W. L. Pinger 等报导了“缝隙热水田——在印度洋首次发现的一个热水田”。M. Osterberg 在《内华达州 Chimney Creek, 一个赋存于沉积岩中的卡林亚型金矿床》的论文中,分析了该矿床与其他沉积岩中金矿床的两点重要差别:一是其他矿床是富金的,Au:Ag 可达 100:1,而 Chimney Creek 矿的 Au:Ag 为 0.6:1。而且此矿含 Pb 多,含 Cu 少。高 Ag 和高 Pb 可能是由于成矿温度较高因而增加了普遍金属的溶解度所造成,也可能是由于表生富集作用所造成;二是在本矿床的 Etchart 灰岩中不含炭质,故是一种卡林亚型。E. P. Segura 等提出了“墨西哥一种新金矿类型:Sonora 北部旧金山矿”。最后值得一提的是 W. M. Meshref 等的论文《苏伊士海湾石油勘探的新概念》,作者对这一有 100 年以上勘查石油历史的老区提出了一些新概念,对指导今后的进一步勘探将是很有益处的。

五、以理论找矿、综合找矿、立体找矿和定量找矿为基本内容的矿产预测工作是提高勘查效果的有效途径

在地表露头矿、浅部矿、易识别矿日益减少的今天,为了提高找矿效果,必须开展以理论找矿、综合找矿、立体找矿和定量找矿为基本内容的矿产预测工作。

1. 成矿预测理论的作用及相互关系

关于成矿预测的理论、准则与方法的基本内容,笔者曾在以前的有关文章中有所论述。应强调的是,下列三项基本理论在矿床预测中是相互依存、相互补充和相互深化的。忽视任何一个方面,都可能带来预测的失误。

相似类比理论是矿床预测的基础,它要求我们详细了解和大量占有国内外已知各类矿床的成矿条件、矿床特征和找矿标志;求异理论是成矿预测的核心,它要求在相似类比的基础上注意发现不同层次或不同尺度水平、不同类型的异常;定量组合控矿理论是矿床预测的依

据,它要求我们把握一切与矿床有成因联系的地质、物理、化学和生物作用,掌握一切与成矿有关的因素及其表征。相似类比理论指导我们进行成矿环境的对比,从而使我们有可能在广泛的地壳范围内选择所要寻找和预测矿床的最可能成矿环境,或者在给定地段内,根据其地质环境,判断可能寻找和预测的矿产;求异理论指导我们进行成矿背景场的分析,从而使我们有可能在确定的有利成矿环境或地段内进行预测靶区选择;定量组合控矿理论指导我们进行成矿概率大小和成矿优劣程度的分析,从而使我们有可能在圈定的成矿远景区中评价和优选最可能成矿地段或优选成矿最佳地段。

为了进一步说明成矿预测理论间的关系及其作用,我们进行了如图1所示的概括。由于求异理论,特别是“地质异常”问题在以往的地质文献中很少论及,故本文对此略作叙述。地质异常是地壳中与周围地质环境在物质成分、结构构造或成因序次上迥然不同的地段,其基本表现形式为:①地质体的不连续界面或不同地质体的分界面;②地质体内、外部特征突然变化或突出变化部位;③单位面积或体积内各种地质体或同一地质体不同属性组合异常;④不同成因地质体的嵌入;⑤具不同演化历史的地质体。地质异常具有不同的尺度水平,可分为全球性的、区域性的、局部性的及显微的地质异常。根据地质体、地质环境及地质作用的不同可划分出不同的地质异常类型。目前,虽然从地质背景中圈出地质异常是一件较困难的事情,但是我们仍然可以应用数理统计、模糊数学和经验方法对其进行圈定和研究。

2. 重视系统分析

近年来,在地质学中,包括矿产勘查中的系统分析,在国内、外已引起了广泛的重视。例如,前苏联于1986年9月在莫斯科召开了“地质学中系统论方法”第二届全苏学术会议,有500多位学者和专家参加了会议。会上有专题“金属矿地质学和成矿学中的系统论方法”,讨论了有关在研究矿田构造时的系统分析、完善在系统论方法基础上的成矿作用成因分类、应用系统论方法建立矿石系统模型等方面的问题。

矿产勘查中的系统分析,将勘查对象划分为若干不同的尺度水平,如成矿省、成矿域、成矿区、矿结、矿田、矿床……。每个尺度水平的勘查对象有不同的规模,相应地有不同的研究比例尺,它们分别是不同勘查阶段的工作目标。矿产预测也有不同层次的工作。在乌兰乌德(1983年)召开的前苏联局部预测先进经验交流会上,将地质预测分为区域预测、大比例尺预测和局部预测。区域预测的对象是成矿域、成矿带和成矿区;大比例尺预测的对象是矿结和矿田;局部预测的对象是矿床、矿体和矿柱。

从系统分析的角度出发,A.Б.卡日丹认为,欲做到含矿性有效预测,必经遵循如下三个条件:①所查明的含矿准则应与所评价的含矿对象规模相匹配。为了实现匹配条件,首先必须确定含矿地段的尺度水平,并将之作为相应勘查阶段的查明对象;②在所评价含矿性系统范围内,标志变化性的比较定量表征,即为查明各个尺度水平的系统的含矿性,将原始数据用大小不同的滑动窗滑动平均,从而逐级将潜在含矿面积定位;③各种规模含矿系统的套合。大矿床和特大矿床分布在大矿田和特大矿田的范围内,而矿田又是作为大成矿区一部分的大矿结的成分。不同尺度水平对象的套合越完全,成矿的可能性就越大,远景就越好。