

矿产资源潜力评价

在我国的发展

□ 中国地质科学院成矿远景区划室 朱裕生

无论是“矿产资源潜力评价”,还是“成矿预测”、“总量预测”、“成矿区划”,其目标、任务、采用的理论和方法、以及编制的图件都是相似的,都可纳入矿产资源潜力评价的范畴。矿产资源潜力评价是以成矿地质理论为依据,应用有关技术方法,在成矿地质条件有利地区对潜在矿床作出预测和推断,经工程验证,发现矿床的工作。矿产资源潜力评价工作越来越受到决策管理部门和找矿勘查人员的关注,所以它在建国 50 年来的地质工作中占有重要地位,得到迅速发展,特别是最近 20 年来发展迅猛,被纳入找矿勘查的前期工作。矿产资源潜力评价工作在我国地质工作中的发展和产生的作用主要体现在以下几个领域内。

一、矿产资源潜力评价的发展过程

矿产资源潜力评价的研究和工作进程,在我国大体上与国际同步进行。内容包括成矿远景区划、小比例尺成矿预测、矿产资源总量预测、中比例尺成矿预测、大比例尺成矿预测等。从历史上看大体上分为以下三个阶段^[1]:

1. 试验探索和应用阶段

该阶段大体在 50 年代~70 年代,国际上以 M. Allais、D. P. Harris 为首的数学地质工作者建立矿床成矿地质条件与矿产资源量之间关系的定量评价模型,对矿产资源潜力开始定量评价;美国地质调查局在 1972 年成立矿产资源评价室;1975 年开始执行“资源评价中的计算机应

用标准”项目(即 IGCP 第 98 项),美国首次完成了 AMRAP、NURE、CUSMAP 和可回收石油、天然气的地质估计四大项目^[1]。在我国最早是数学地质蓬勃发展,开展定量预测,成立了成矿远景区划室,在全国开展成矿远景区划工作,将矿产资源潜力评价纳入地质找矿的工作范畴,以计划形式作为地质工作任务下达执行。

2. 全面发展阶段

自 80 年代开始至 90 年代初,矿产资源潜力评价在全世界发展起来,计算机在地质上得到广泛应用,进行成矿预测的实用软件全面研究,原苏联在 14 个矿区开展立体填图、立体预测。在我国开展一二轮成矿远景区划、10 个矿种的总量预测工作和项目 395 项(其中一轮区划 268 项、二轮区划 127 项)、比例尺从 1:150 万至 1:1 万均有,矿种涉及煤、铁、铬、锰、金、银、铜、铅锌和非金属矿产 32 个,几乎遍及全国各地,达到了矿产资源潜力评价的顶峰。

3. 信息化阶段

该阶段自“九五”开始,至今仍在继续发展。主要特征是矿产资源评价中应用高新技术和地理信息系统(GIS),工作项目列入国民经济发展的中长期规划;矿产资源潜力评价的技术方法列入“数学国土工程”,实行数字化、数据库化、自动化和网络化,克服原有矿产资源评价数据分散、保存方法落后、操作原始、要求不统一、利用率低的多种弊病。该阶段发展较快,已初

步研制成功在 MAPGIS 平台上的“矿产资源评价决策辅助系统”(MRAS^[21]),使矿产资源评价在地质数据数字化、数据库化基础上自动进行。这个阶段在政府计划导向下,可望在不久的将来成为政府决策、矿产勘查和地质找矿人员不可缺少的工作内容。

从上可知,矿产资源潜力评价是找矿勘查的前期工作,由国家投入、政府实施的公益性地质基础工作。自建国以来,我国与世界同步进入数字化、数据库和网络化发展的当代信息化阶段。

二、发展矿产资源潜力评价的理论

在 50 年的找矿勘查实践中总结创立的符合我国找矿勘查需要的矿产资源潜力评价理论是:

1. 矿床定位理论

现代成矿学研究表明,矿床是成矿地质作用演化过程中在特定地质条件下形成的产物,并在“四维”空间地质现象的记录中反映出来。在找矿勘查实践中观察研究成矿作用过程的地质记录有可能确定矿床的空间位置,推断和预测未知矿床,建立成矿作用演化与矿床形成“四维”空间关系的科学假说。在矿产资源潜力评价全面应用定位充实预测评价的理论依据。矿床形成的“四维”空间定位已有多种理论推测^[2],陈毓川等提出“在一定的地质构造单元和一定地质构造运动阶段内、与一定地质作用有关、形成成因上有联系的各种矿种、各种成因类型、在不同地质位置产出的矿床组合^[3]”的推断论述;张本仁提出“异相差异因素导致元素富集成矿^[4]”的定位空间认识;华南钨矿形成“五层楼”分带定位、岩浆侵入接触带定位等科学论断。在 50 年的找矿勘查实践中总结、又在找矿勘查实践中反复验证后,应用到矿产资源潜力评价实践中,不断提高我国矿产资源潜力评价成果的准确性,向理论化和操作自动化方向发展。

2. 相似类比理论

相似类比是在地质学中,特别在矿产资源潜力评价中是重要的方法论。

矿床赋存在特定的空间位置,可以用四维地质标志推定。即使矿床隐伏在地下,比矿床自身大得多的四维空间仍然显示寻找和发现矿床的各类标志(地质的、物探的、化探的、遥感的和主观经验的)。矿产资源潜力评价就是在研究矿床各类标志的基础上,建立已知矿床赋存的;四维空间与预测对象之间相似地质条件(或标志)之间的关系模型,对预测地段形成潜在矿床可能性做出推断解释。在建国以来大规模的找矿勘查和成矿预测实践中高度概括成“在相似地质环境中应该赋存相似的矿床,其规模也应相似”的共同认识。据此认识,潜在矿床预测评价的基本要求是:①推断潜在矿床的空间位置,作出定性预测;②推算潜在矿床的规模作定量评估;③提出寻找和发现潜在矿床的直接和间接标志及找矿的方法途径。

相似类比的基本方法有经验类比、矿床成矿模式类比、专家系统类比和计算机模拟类比等。相似类比理论在预测评价中是有效而实用的,对发展我国的矿产资源潜力评价起到了重要的作用。

3. 求同求异理论

“求同”是将成矿地质环境与已知矿化富集区(或矿床)对比筛选具有相似定位机制的预测标志;“求异^[5]”是在“求同^[6]”的前提下在预测对象上(潜在矿床或预测区)筛选出与已知矿床不相同的预测标志的定位条件。据此推断新类型、新矿种或超大型矿床存在的四维空间。在矿产资源潜力评价中相似类比理论只能预测相同类型和相同规模的矿床,而应用“求同求异”理论对新类型、新矿种及超大型矿床作出有科学依据的预测,开拓找矿勘查的新途径。在 50 年的找矿勘查实践中,特别是在近 20 年中,这一理论认识发挥了巨大作用,预测发现了一批超大型、新类型矿床和新矿种。

除以上预测评价的基本理论外,在实践中总结了一套有效快速圈定资源潜力区的基本准则,主要有最小风险最大含矿率、优化评价、综合评

价和尺度水平对等准则。据此提交的预测成果达到在最小面积内,包含的成果具有最大的准确度和未来勘查工作经受的风险最小的目的。

矿产资源潜力评价的理论是在预测评价和找矿勘查的实践中总结出来,是经受实践检验而又实用的理论。圈定矿产资源潜力区的准则在预测实践中证实是有效的和符合实际的。矿产资源潜力评价理论的提出和发展是我国找矿勘查工作的结晶,是 50 年来勘查工作者和研究人员获取的创造性成果。

三、研制成功先进的矿产资源潜力评价方法系统

在找矿勘探中,始终重视矿产资源潜力评价方法的研究,特别进入发展阶段(80 年代)后,掀起方法研究的高潮。潜力评价公认的方法和操作步骤是:①原始数据的综合分析;②单元划分和标志确认;③已知区和预测区选择;④建立找矿模型和预测模型;⑤进行定性和定量预测;⑥成矿预测系列图件的编制;⑦预测结果的解释推断;⑧提出今后找矿勘查的部署建议。在预测的多年实践中每一步骤都涉及一系列的技术方法,其中关键方法是:①建立成矿模式、找矿模型和预测模型,以此充实预测的科学依据;②高新技术的应用,在当前广泛应用 GIS、自动辅助决策系统(MRAS^[2])和数字化编图;③保障预测成果可靠性的理论和方法的发展、研究、定型。自 80 年代后,这些关键问题的研究取得突破性的进展,研制成功了 MAPGIS^[7]、MRAS^[2]系统、矿床统计预测^[8]、综合信息预测^[9]、大比例尺成矿预测方法技术^[7,10,11]并发表了一系列的论文。这些方法的理论性、系统性、先进性和实用性与世界同步进行,有些系统,如 MRAS 系统国外尚未研制成功,而我国已可以投入使用。

四、建立强有力的预测管理体系

矿产资源潜力评价在 80 年代前未列入地勘计划时,在找矿勘查实践中属辅助性的工作。80 年代后政府部门将其工作列入地勘计

划,随之建立了部级的规划院,省级有区划室(区划组)负责管理,开展不同层次的成矿预测工作,编制了“成矿远景区划^[12]”“固体矿产成矿预测基本要求^[12]”等五个技术要求;系统出版了矿产资源潜力评价系统著作^[5~11];在全国 9 个地区进行“GIS 应用于矿产资源评价方法研究和试点”;举办数十次培训班对基础预测成员进行系统培训,在全国范围内形成一批矿产资源评价的技术骨干力量。

总之,在各级政府的领导和具体业务决策部门支持下,全国从上至下,从组织到业务、技术到方法应用形成了完整的管理系统,很好地研究和完成矿产资源潜力评价的各项任务,在预测理论、方法技术、GIS 系统的应用方面进入国际行列。

五、矿产资源潜力评价成果应用效益和今后展望

自 80 年代后,地矿部门开展了全国性的区划工作,第一轮区划成果将全国划分出 24 个普查找矿重点片,提出了“七五”、“八五”期间全国新一轮普查宏观布局的总体轮廓^[13];第二轮区划编写的“矿产勘查跨世纪工程^[13]”,成为编写地质发展中长期规划和矿产勘查“九五”计划的实际资料依据,继而作为“新一轮国土资源大调查纲要”的编写依据之一。

在找矿勘查的实际工作中,根据预测成果找到了一批中大型、超大型矿床,如贵州的横波银矿、青城子及其外围的金、银、铅、锌矿等,为矿产地质工作提交了一大批普查后备基地,在缓解我国矿产资源紧缺程度方面起到导向作用^[13]。

综上所述,矿产资源潜力评价在建国 50 年中由零星研究发展到全国普及开展;独创了完整的矿产资源潜力评价系统理论和方法体系;制订了一套管理矿产资源潜力评价的技术要求和管理体制;预测成果在找矿勘查实践中获得较好的找矿效益,更重要的是为全国矿产资源勘查中长期规划的编制、新一轮国土资源大调查纲要的编写和矿产资源勘查宏观布局提供(下转第 23 页)

管部门负责该地区地热资源规划制定、勘查开发利用和保护监督管理。规划包括地热资源的勘查、评价、综合利用、保护及监测工作。

五、地热资源开发利用存在的主要问题和建议

1. 直接利用地热资源均为中低温地热,需要较高的科学技术水平和先进设备仪器。因我国直接利用地热大部分属传统直接利用方式,地热资源开发率相对较低,有的地方,水源温度为 60℃ 左右,尾水排放温度竟达 40℃ 左右,即污染环境又浪费资源。

2. 地热资源勘探程度偏低,满足不了开发利用的需要。在计划经济体制下,国家投入了大量资金和人力进行地热资源勘查工作,探明了一大批地热田,提供了可靠的可供开发利用的地热资源。在目前市场经济条件下,政府应集中精力,做好资源规划、管理和保护工作,调动企业积极性,吸收社会资金开发地热资源。因此,要加强区域地热资源的调查和评价工作,为实施资源规划、管理和保护提供科学依据。

3. 中国地热资源勘查缺少高精度的先进设备和有效的勘探方法。许多地区,如北京地区,尽管与其他地区相比地热工作程度很高,但

对每一新设计的地热井的水温、水量和含水层埋深很难精确预测,虽已应用了较为先进的地球物理探测方法,如大地电磁法、可控源音频电磁法、分布式被动源电磁法、大地频谱测深等方法,效果往往并不理想。应加强地热勘查技术方法的研究。

4. 加强地热开发利用技术研究,提高地热能的利用率。为了保证地热资源的可持续开发利用,加强地热水回灌技术应用研究,以防止地热水的枯竭。加强热泵应用研究,提高热利用率。

5. 中国地热资源管理的法律体系尚有待健全,应建立一种有利于资源有效合理综合利用和保护的法律体系。

6. 加强资源勘查评价工作的规划和资源分配制度。

7. 地热开发可引起地面沉降、热污染及热水有害成分污染问题,应加强地热资源的监测和资料的分析整理工作,及时调整开采方案,保护资源和环境。

8. 地热资源管理是以技术工作为基础的行政管理,所以,提高管理人员的技术业务水平是现代化管理工作的需要,应加强管理人员的技术培训工作。

(上接 33 页)依据,使我国矿产勘查步入国际先进行列。

参 考 文 献

- [1] 朱裕生,矿产资源评价方法学导论. 北京:地质出版社,1984.
- [2] 宋国耀、肖克炎、张晓华、朱裕生等,1999,矿产资源评价的若干问题,《中国地质》,1999(8).
- [3] 陈毓川,矿床成矿系列与成矿预测,《当代地质矿产资源勘查评价的理论与方法》. 陈毓川主编, P19—25. 北京:地震出版社,1999.
- [4] 张本仁,地壳演化与成矿—以秦岭为例,《当代地质矿产资源勘查评价的理论与方法》. 陈毓川主编, P64—73. 北京:地震出版社,1999.
- [5] 赵鹏大、地质异常与成矿预测,《当代地质矿产资源勘查评价的理论与方法》. 陈毓川主编, P283—292. 北京:地震出版社,1999.

[6] 王全明等,阿舍勒铜锌矿床特征及隐伏矿特征标志类比求同法预测,北京:地质出版社,1997.

[7] 朱裕生,论大比例尺预测,《当代地质矿产资源勘查评价的理论与方法》. 陈毓川主编, P317—323. 北京:地震出版社,1999.

[8] 赵鹏大、胡旺亮、李紫金,矿床统计预测,北京:地质出版社,1983.

[9] 王世称等,矿产资源评价,长春:吉林科技出版社,1990.

[10] 胡惠民等,大比例尺成矿预测方法,北京:地质出版社,1995.

[11] 周宏坤等,金属矿床大比例尺定量预测,北京:地质出版社,1993.

[12] 朱裕生、肖克炎、丁鹏飞等,成矿预测方法, P275—320. 北京:地质出版社,1997.

[13] 陈毓川、叶天竺、张洪涛、朱裕生等,中国主要成矿区带矿产资源远景评价,北京:地质出版社,1999.