

发展新一代矿产勘探技术

——澳大利亚玻璃地球计划的启示

刘树臣

(国土资源部信息中心, 北京 100812)

[摘要]在全球矿产勘查日益萎缩的今天,人们极为重视发展新一代大型矿床的勘探技术。澳大利亚最近开展了一项雄心勃勃的计划,即玻璃地球计划,目的是研制三维可视化和地质模拟等技术,使大陆表层一千米“像玻璃一样透明”。该计划以信息技术为核心,注重技术之间的综合。从中得到的启示是,应以提高精度为出发点,加强矿产勘查技术综合示范工作;以信息技术为核心,大力发展三维可视化技术和模拟技术;注重多部门的协作,发挥社会主义集中力量办大事的优越性。

[关键词]澳大利亚 玻璃地球 矿产勘查 信息技术

[中图分类号]P62 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)05-0053-04

世界矿产勘查的难度越来越大,成本越来越高。为此,人们在不断探索新的技术方法,特别是在复杂地质条件下,寻找深部矿、隐伏矿和难识别矿的新技术、新方法。最近,澳大利亚联邦科学与工业研究组织(CSIRO)开展了一项雄心勃勃的计划,称为“玻璃地球计划”(The Glass Earth)^[1],以便有效地发现新一代的大型矿床。加拿大也提出过类似的想法,拟发起一项玻璃地球项目^①,或者一个“透明海洋”项目,使加拿大地壳表层3千米范围内“透明”。“玻璃地球”确实是一个超乎异常和颇具诱惑力的设想,从中可以得到一些启示,促进我国新一代矿产勘查技术的研制。

1 矿产勘查进入十字关口

受国际社会、环境、政治和技术等不确定因素的困扰,全球矿产勘查急剧衰退,特别是金属矿产勘查。由此再次引发一些令人困惑的问题,对于未来新一代矿床,特别是大型或巨型矿床,我们应该到哪里去寻找?以何种理论为指导?何种技术方法最有效?

近些年来,世界各国的地质调查机构和地质科学研究机构都在探索发现新一代大型矿床的技术和理论方法。如加拿大联邦政府以勘探科学技术

(EXTECH)开创性计划为龙头,自20世纪80年代末期开始探索新的矿产勘查技术方法,目的是改进在已建立矿区勘查中应用的概念和技术,这些概念和技术是通过研制区域性和矿床尺度的综合性模型及地球物理和地球化学方法和设备而确立的。澳大利亚则由联邦科学与工业研究组织发起,多部门、多学科合作,开展玻璃地球计划,研制新的勘查技术和方法。

最近20年来,在金属矿产勘查中,新理论、新概念不断涌现,新技术、新方法不断应用^[2-4],三维地震技术、遥感技术、地气法、深穿透地球化学技术、金属活动态测量方法和地球化学填图等技术方法应用,地球动力学、流体成矿和构造控矿等理论的发展,有力促进了矿产勘查的发展,特别是隐伏矿的寻找和圈定,为金属矿产勘查注入了活力与生机。

但总体来看,矿产勘查的风险仍在增加,发现成本不断提高。这也是矿产勘查萎靡不振的原因之一。只有研制并使用成本低、效益高的技术来进行勘查,才能提高矿产勘查的成功率,降低发现成本。在这一十字关口,探索大型或巨型矿床的新技术、新方法无疑成为勘查取得成功的重要思路,发展研制快速、精确的大型矿床定位技术成为人们孜孜追求的重要目标,澳大利亚的玻璃地球计划实际上就是

[收稿日期]2003-04-10; **[修订日期]**2003-07-05; **[责任编辑]**余大良

[基金项目]国土资源部“国际国土资源关键技术前沿跟踪研究”(编号:20010309)和“国土资源科技发展战略研究”(编号:2000308)资助。

^①Jeremy Hall B A. The contribution of geoscience to Canada's Innovation Strategy: smart tools and human resources for vibrant resource and environmental industries. 2002.

[第一作者简介]刘树臣(1963年-),男,1987年毕业于中国地质大学,获硕士学位,研究员,现主要从事地学战略研究工作。

瞄准这一目标而展开的。

2 玻璃地球计划

2.1 提出背景

澳大利亚玻璃地球计划的倡导人之一 Carr 博士,在 1999 年悉尼矿产勘查研究组(SMEDG - AIG)覆盖层之下勘查讨论会上,第一次介绍了“玻璃地球”^[5]的概念;2001 年 7 月,Carr 博士在另一次研讨会上又作了“通过玻璃地球底部的勘查——为 2010 年发展新的勘探能力和技术”^[6]的主题报告;而玻璃地球计划正式列入预算,是在澳大利亚联邦科学和工业研究机构矿产勘查与采矿部 2000 - 2003 三年预算规划中,并逐渐演变成为澳大利亚国家的一个长期优先发展方向。目前,澳大利亚玻璃地球计划并未以一个完全明确、独立的计划运作,而是由一系列项目组成,融会贯通于许多项目之中。联邦科学与工业研究组织认为,只有建立和成功应用了澳大利亚矿产勘查技术合作研究中心(AMET CRC),澳大利亚地球动力学合作研究中心(AG CRC)和景观演化与矿产勘查合作研究中心(CRC LEME)等单位的成果,才能发展地质概念,为矿业提供有效的靶区选择标准;提供创新的技术,识别含矿系统和圈定矿床;为在澳大利亚表土或穿过表土进行矿产勘探提供专门的概念和技术。

2.2 玻璃地球计划的目标和主要内容

玻璃地球计划的目标非常明确,即“使澳大利亚大陆地表一千米及其发生的地质过程变得透明,以便可以发现澳大利亚下一代巨型矿床”。通过该计划的实施,创建一个全国地球科学家联盟,以澳大利亚联邦科学与工业研究组织和澳大利亚地学局为核心合作伙伴,填制一个信息丰富的四维澳大利亚“地图”,通过高度的可视化和广泛的网络服务接口传播信息。接口将会根据不同利益相关者的需要获取知识、信息和数据提供明晰的通路,从社区到政策制定者和专家综合者。这一计划的成功执行需要联邦和州机构的联合支持,提供知识和数据。

目前在玻璃地球计划中正在实施许多项目,内容范围很广,主要包括:新一代探测技术;提高对风化层及下伏基岩中地质过程的认识;能够和增强空间数据管理、综合和解释的地理信息技术(geo - informatics);矿床发现的概念和预测地形模型。技术重点是:张力梯度地磁测量;重力梯度测量;航空化学填图;水文地质、水文地球化学、同位素地球化学和地球化学;对岩石和上覆表土中的变形以及化学

流、流体流和热流进行耦合模拟(图 1)。

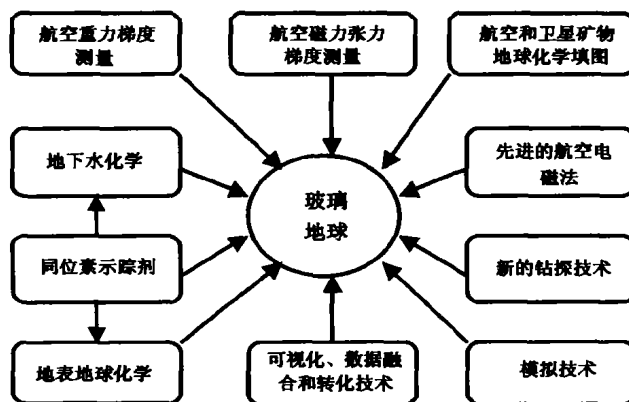


图 1 玻璃地球计划研究和发展技术示意图

由玻璃地球计划第一阶段资助的项目,正在合作开展一些高风险的项目,如新一代航空重力梯度测量和张力地磁梯度测量(Getmag),以及与数据综合和解释有关的软件平台。玻璃地球计划的许多项目目前正由两个合作研究中心承担,即矿床发现预测合作研究中心(CRC PMD)和景观环境与矿产勘探合作研究中心(CRC LEME)。并与澳大利亚地球系统模拟计算中心建立了联系。

下一阶段,玻璃地球计划将继续投资于高风险的技术开发,特别是航空重力梯度测量和张力地磁梯度测量,以及在合作研究计划中的应用,并在特定地区为工业界和政府开展综合应用项目。

玻璃地球计划的基础是技术开发,关键是技术的融合,核心是信息技术。根据技术在综合过程中作用和性质,可以把这些技术概括地分成 3 个层次(图 2):一是外围的设备层(instrumentation layer),

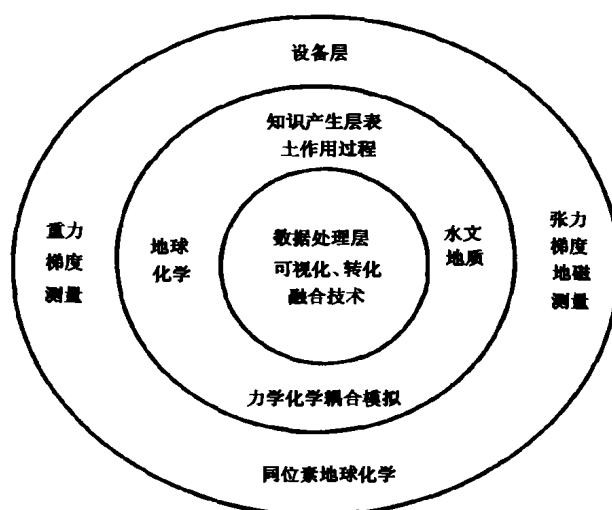


图 2 为实现“玻璃地球”而进行的技术综合

主要包括重力梯度测量、张力梯度地磁测量和同位素地球化学等;二是知识产生层(knowledge generation layer),包括地球化学、水文地质、表土作用过程等;三是核心的数据处理层(data processing layer),包括可视化、数据转化和数据融合技术等。这3个层面的技术相互配合,从而实现技术的有效综合。

对这些技术进行综合要求先进的信息管理以及可视化系统和新型数据挖掘/数据融合技术,以保证知识(并非仅仅是数据)来自综合过程。需要说明的是,上述一系列技术并非完全是因玻璃地球计划的提出而开展研制的,玻璃地球计划只是一系列技术的集成,大部分在此之前已经开始研制。

这项工作涉及利用一系列有利的新仪器检测隐伏矿体的微量化学元素的踪迹;这些技术包括利用航空、卫星和地面设备在可视和红外光谱范围内扫描地表,利用电磁信号;包括了解和模拟流体多年来在地壳和地表中的流动,矿物的运移;包括把各种来源的数据综合到地表一千米的三维地质成象中,加速矿床发现过程。最终结果是一幅有效的地图,这一地图将帮助采矿公司圈定最可能获得世界级矿床的地区。

2.3 信息技术是核心

在玻璃地球计划中,涉及了一系列技术,如何将这些技术综合到一种便于检查和管理所有数据的环境中,是该计划成功的关键。为此,利用信息技术发展综合性可视化和模拟系统,是必由之路。

矿产资源数据的计算机化和数字处理的出现,使人们研制出大量用于数据处理和模拟的先进软件程序。总的来说,这些程序可分为两类^[6,7]:(1)地理信息/图像处理软件系统,在处理数据方面,基本上是二维的,但具有良好的空间查询功能;(2)挖掘/模拟软件,主要是以三维CAD为基础,具有一定的地理信息系统型查询功能。遗憾的是,因为它们具有基础极为不同的数据/域模型,这两种程序彼此之间只有有限的通讯连接(interoperability)。发展完好的三维空间可视化信息系统,是未来勘查技术综合的一个重要方向。

FracSIS程序是一个具有从常规监测器到虚拟环境扩展可视化的三维空间信息系统(3D GIS),目前正利用该程序开发分形制图技术(Fractal Graphics)。该系统具有处理不同格式数据的可视化能力。通过“玻璃地球计划”开发出的技术进行综合,对未来矿产勘查具有巨大潜力,新的勘查人员确实需要一些可以处理三维地震数据、三维位场数据、同

位素数据、热流数据以及通常与勘查有关的数据集(地表取样、钻孔等)的设备。

分形技术将为地学研究者提供用户型数据库(custom database)和三维可视化软件。作为玻璃地球计划的一部分,用户版的FracSIS将为澳大利亚联邦科学与工业研究组织地质学家应用,这种先进遥感技术与地学模拟技术的结合,使得“透视”一千米或更深的地壳成为可能。这种技术可能是未来10年澳大利亚优先选择的工具,对全球而言很可能同样如此。

FracSIS是为储存和管理以兆兆(GB)字节计的地学数据而设计的,这为管理所有地质、地球化学和地球物理数据提供一个标准平台。藉此,地学家可以把整个项目的数据进行三维可视化,以帮助进行解释和协作。作为项目的一部分,分形技术还将开展web服务,地学家可以向全球发布其三维模型,使有关人员能够立即获得最新的数据和解释。这种web技术将在FracSIS系列产品的未来商业版中增加内容。

3 启示与建议

1)以提高精度为出发点,加强矿产勘查技术综合示范工作。像奥林匹克坝和坎宁顿矿床的发现一样,新一代隐伏矿床将主要靠利用多技术的综合。在我国已经有了比较好的技术方法基础上,应开展以提高地球化学、地球物理和遥感技术精度为主的技术改造,有选择的针对矿集区开展技术融合,为寻找新一代的巨型矿床探索最佳技术组合。

2)以信息技术为核心,大力发展三维可视化技术和模拟技术。现代矿产勘查的成功极大取决于高分辨率遥感技术、高精度的地球物理技术和高灵敏的地球化学技术,而这些技术综合成功的关键是信息技术。因此,我们应以信息技术为核心,发展三维可视化技术、数据融合和模拟技术,最大限度地利用各种数据资料,提高发现大型矿床的成功率。

3)注重多部门的协作,发挥社会主义集中力量办大事的优越性。澳大利亚玻璃地球计划的实施,除了重视各种技术的综合外,很重要的一条经验是注重各部门之间的协调。我国应开展从中央政府部门到地方政府、从地质调查机构到科学研究和教学单位、从综合性机构到专业实验室等之间的合作,联合攻关,发挥社会主义集中力量办大事的优越性,为提高我国矿业的国际竞争力,研制出有效的矿产勘查新技术方法。另外,在勘查技术的研制开发中,应

特别注意加强合作研究中心的建立,逐渐形成特色和优势,以利于在某些方面的创新和突破,带动我国整体勘查技术水平的发展和提高。

[参考文献]

- [1] <http://www.dem.csiro.au/em/majorresearchinitiatives/glass-earth/index.html> [EB/OL].
- [2] 谢学锦. 矿产勘查的新战略[J]. 物探与化探, 1997, 21(6): 402 ~ 410.
- [3] 陈永清, 夏庆霖. 技术矿产勘查技术发展现状与思考[J]. 地球

物理进展, 2002, 17(3): 540 ~ 550.

- [4] 韩润生. 初论构造成矿地力学及其隐伏矿定位预测研究内容和方法[J]. 地质与勘探, 2003, 39(1): 5 ~ 9.
- [5] Graham Carr, et al. “玻璃地球”——穿透覆盖层勘查的地球化学前沿[J]. 国土资源情报, 2002(12): 46 ~ 50.
- [6] Archibald & Hobbs. The Integration of Technologies for Finding the Next Generation of Hidden Orebodies [A]. SMEDG - AIG Symposium Exploration Under Cover, 1999.
- [7] <http://www.fractalgraphics.com.au> [EB/OL].

TOWARDS THE NEXT GENERATION OF GIANT MINERALS EXPLORATION TECHNIQUES: SOME CONSIDERATIONS ABOUT THE GLASS EARTH

LIU Shu - chen

(The Information Centre of the Ministry of Land & Resources, Beijing 100812)

Abstract: As the global mineral exploration is going down, geologists are developing techniques to find the next generation of giant deposits. Australian earth scientists have initiated an ambitious plan, i. e. the Glass Earth. The plan goal is to make the top kilometer of the Australian continent as transparent as glass, and to be able to discover the next generation of giant ore deposits.

Key words: Australia, glass Earth, mineral exploration, information techniques

本刊荣获 2001 ~ 2002 年度冶金优秀期刊三等奖

根据国家新闻出版总署、科技部的有关精神,按照中国钢铁工业协会文件[2003]44号《关于进行冶金优秀期刊评选的通知》要求,2003年4月由协会组织的冶金优秀期刊评审组进行了2001~2002年度冶金优秀期刊的评选工作。这次评选严格按照国家“科技期刊质量要求及评估标准”和“社会科学期刊质量标准及评估办法”的要求,根据公平、公正的原则,对正式期刊按技术、学术、指导(综合)、检索和社科两大类五小类进行了认真的评选;为促进冶金内部期刊质量的提高,还首次进行了冶金优秀内部期刊的评选。《工业建筑》、《冶金自动化》荣获一等奖,本刊荣获三等奖。

