

世界矿产勘查态势分析

1、世界矿产勘查投资的态势

据加拿大金属经济集团 (MEG) 2007 年的报告, 全球有色金属矿勘查投资在 20 世纪 90 年代早期稳步增长, 于 1997 年达到最高点 52 亿美元。随后勘查投资下降, 2002 年达 12 年来的最低点 19 亿美元, 总体下降了 63%。2002 年以来全球勘查投资进入上升期, 2006 年达到了 75 亿美元, 创造了有色金属矿产勘查投资有史以来的最高记录, 比 2005 年增长了 47%, 比 2002 年增长了 3 倍。近年来勘探投资额连年增长的主要因素为: ①以中国为主的一些国家新一轮工业化的到来使全球矿产品供不应求, 价格大幅上涨, 矿业投资利润丰厚; ②全球矿业形势的好转引起勘探所需的人才、设备、服务等成本大大增加。

1.1 勘探投资地区、国家间的对比

近 10 年来, 南美有色金属的投资居世界首位, 2006 年有色金属勘探投资接近全球勘探投资总额的 $1/4$ 。近 5 年来, 加拿大勘探投资额稳居全球第二位, 2006 年近全球的 $1/5$ 。紧随其后的是非洲和澳大利亚, 投资额占全球的比例分别为 16% 和 11%。勘探潜力较大的南美洲、俄罗斯、中国、蒙古等的地勘投资额所占的比例在不断地增加, 2006 年中国、蒙古首次跻身前十大勘探投资国之列。

1.2 勘探投资矿种间的对比

2003 年以来, 全球有色金属勘探的投资额都处于上升趋势, 2006

年各种金属勘探的投资额均达到历史最大值。勘探投资额度从大到小依次为黄金、贱金属（铜、镍、锌等）、钻石、铂族金属。近年来黄金、钻石、铂族金属等的投资比例有所下降，铜、铅、锌等贱金属及钼、钴等工业矿物原料勘探投资的比例呈上升趋势。近 10 年来，铜勘探投资一直占基础金属的 50%以上，2006 年达到了 59%。

1.3 勘探投资阶段性的对比

自 2003 年开始，后期勘探投资所占的比例开始上升，初期勘探投资的比例开始下降。2005 年，后期勘探投资的比例超过初期勘探，2006 年后期勘探投资的比例达到 43%。自 2004 年开始，矿区勘探投资所占的比例也开始下降。

2、2006 年世界找矿的重大发现

2006 年世界找矿的新发现、新进展首推奥鲁林资源公司 (Aruelian Resources Inc) 在厄瓜多尔科迪勒拉的康多尔 (Condor) 地区金矿找矿的突破。该区共圈出金矿靶区 33 个，新发现了 Fruta Del Norte 金矿，为浅成低温热液型金银矿，钻探见矿良好。其中 CP- 06-85 孔见矿 60.45m，平均含金 6.59 g/ t。巴布亚新几内亚 Solwara 1 号铜金矿体为火山块状硫化物型 (VMS) 矿床，发现矿体露头长 1300m，宽 80~120m，钻孔见矿良好。例如 SUZDD028 孔见矿 11.6m，铜品位为 13.1%，金 9.1 g/ t。民主刚果东部 Kilbara 带上的 Banro 铜钴矿、马里的 Syama 金矿外围、墨西哥的 Penasquito 金银铅锌矿、希腊的 Skouriesde 斑岩铜金矿等。

3、矿产勘查的新技术和新方法

随地表矿、浅部矿、易识别矿的日益减少，矿产勘查工作正朝着寻找隐伏矿、深部矿、难识别矿的方向转变，矿产勘查的技术方法也随着不断地改善和更新。全球矿产勘查在技术方法领域中的发展主要体现在物探、化探、遥感、数据信息处理等方面。

3.1 物探技术方法全面进步

物探技术方法主要有电法、磁法、重力和 γ 射线测量等，从应用范围上可分为航空物探、地面物探和井中物探，另外还有近年发展起来的空間物探、海洋物探等。在过去，一些勘探者认为物探方法是一个“黑箱子”，多解性高、可信度低。而现在，勘探者认识到物探技术是一种非常有效的找矿方法。在第75届加拿大勘查与开发者年会上，参展的地球物理承包公司与物探设备供应商达42家。物探技术的进步主要体现在2个方面：一是新发明；二是对已有技术的完善升级和更新换代，使测量的精确度和准确度不断提高。

新的航空物探方法（如Falcon、MegaTEM、SPECTREM、TEMPEST、HOISTEM、NEWTEM、Scorpion等）已成为矿产勘查的重要生力军，从而使区域填图和靶区圈定的工作效率得到极大的提高（The Northern Miner, 2007；张昌达，2006）。例如澳大利亚合作研究中心矿产勘查技术部研制的航测系统（TEMPEST）使用高灵敏度的磁探头测量地质体产生的微弱的二次磁场，探测深度可达300m。澳大利亚的“玻璃地球计划”（Glass Earth）包括航空重力梯度测量、航空磁力张量梯度测量、先进的电磁方法、矿物化学填图、钻探新技术和三维地震，其中航空磁张量测量技术和航空重力梯度测量技术是重点研发的内

容。英国 ARKEX 公司研制成功的目前最先进的超导航空重力梯度测量系统，使测量精度提高了 10 倍。澳大利亚 BHP Billiton 公司的航空重力梯度张量测量系统 (Falcon) 曾经获得澳大利亚联邦科学和工业研究组织 (CSIRO) 2000 年度的科学研究成果奖。该技术系统脱胎于美国的军事技术，是美国的出口管制产品，美国曾经阻止该公司用 Falcon (猎鹰) 系统在中国进行探矿飞行 (张昌达, 2005)。加拿大 GEDEX 公司研发的高分辨率航空重力梯度仪 (Gedex HD- AGG) 于 2006 年 11 月获得了伦敦矿业周刊 (Mining Journal) 颁发的矿业研究 (Mining Research) 大奖。据称该仪器能够探测到 12 km 深处的固体矿产、石油和天然气，其准确性和速度大大提高了勘查效率，降低了勘查的风险、时间和成本。

在地面物探方面，加拿大凤凰公司在完善 V- 5 大地电磁系统的同时，推出了 V5- 2000 型和 V8 阵列式大地电磁系统。加拿大的 EM- 57、EM- 67 系列已成为时间域电磁仪器的代表。美国 Zonge 工程与研究组织相继推出了 GDP- 16、GDP- 32 多功能电磁系统和能够进行长周期天然场大地电磁测量的多功能大地电磁系统。美国 EMI 公司在完善 MT- 1 大地电磁系统的同时推出的 EH- 4 电磁系统，已成为矿产勘查的重要手段之一，另外还推出了 MT- 24 阵列式大地电磁系统。Nabighian 等 (2005) 认为，没有其他的地球物理方法像磁法一样有十分广阔的应用范围，从行星尺度到几平米的面积，既花费少又能够提供丰富的信息，而电磁法及重磁法的组合已成为重要的发展方向和勘查手段。电磁法系统多具有频率域和时间域的工作方式，能够进行

多方法数据采集，如激发极化法、瞬变电磁法、可控源音频大地电磁法等。电磁法和重磁法物探技术呈现出向数字化、智能化、多功能化、集成化方向发展的趋势。

在物探技术发展的进程中，中国主要处于技术引进阶段。

3.2 地球化学勘查理论与技术取得长足进步

在方法理论方面，活动态金属离子地球化学成为近年来发展的重要方向。人们已经认识到弱束缚的金属离子可以从深部的矿体向上运移至土壤中并保存下来 (The Northern Miner, 2007)。在这一认识理论的基础上，包括中国在内的多个国家研制和发展了深穿透地球化学方法，国际勘查地球化学家协会还组织了由国际著名的 26 个单位参与的“深穿透地球化学计划 (Deep- penetrating Geochemistry Project)”。这些方法主要有美国和加拿大的酶提取法 (ENZYME LEACH)，澳大利亚的活动态金属离子法 (MMI)，中国的金属元素活动态提取方法 (MOME0) 和动态地球气纳微金属测量法 (NAMEG) 等，探测深度可达几百米 (谢学锦等, 2003)，不仅能在详查阶段圈出被埋藏在厚层成矿后的沉积岩及外来运积物之下的矿体，而且可以用于在大面积覆盖区进行地球化学调查、圈定战略选区、评价大面积隐伏区内成矿金属供应量的规模。

近年来，化探的发展主要是地球化学分析技术的进步，测试的灵敏度和精确度不断提高。例如偏提取技术、地质年代学、蚀变因子分析、流体包裹体研究、同位素分析等。分析技术的进步使高精度化探数据的获得成为可能，从而大大提高了矿产勘查的效率和水平。

3.3 遥感技术的应用不断深入

遥感应用技术，在识别地质构造、查明物质组成等方面不断取得新的突破。超光谱、雷达、激光诱导荧光方法(LIF)等在矿产勘查领域中开始得到应用。例如多光谱(如 ETM+和 ASTER)数据在金属矿产勘查和预测方面国内外都有成功应用的实例，涉及的矿种包括铜、铅-锌、金、银等。多光谱扫描只有几十个数据频道，而更高级的超光谱扫描可以获得几百个频道的数据，使精细的蚀变和组分遥感填图成为可能，从而为矿产勘查提供更精确的证据。

3.4 数据信息处理技术的飞速发展

现代信息技术在矿产勘查领域中得到广泛有效的应用，使得对地、物、化、遥等海量数据信息进行高效集成和综合处理成为可能，并使数据处理的准确度和精确度不断改善和提高，从而使找矿预测和靶区圈定更加准确有效。将物探、化探和遥感等硬件技术与计算机信息处理的软件技术相结合，即基于 GIS 平台，应用先进的数据管理、建模和分析系统对勘查所获得的各种数据信息进行处理，使多样性的勘查数据常规性地转换成实用的地质信息和直观的三维图像表达，已成为当代矿产勘查的主要工作模式(The Northern Miner, 2007)。同时，信息技术的进步也使物探、化探、遥感数据的采集和存储更快更高效，使工作效率大大提高。

4、世界矿产勘查的动态与趋势

世界矿产勘查态势的变化，表现在以下几个方面：

(1) 已知矿区的深部找矿和未知地区的隐伏矿寻找受到广泛关

注。总观全球新发现的重要矿床，在区域分布上，找矿新区占 58%，老矿附近的新发现占 23%，而已知成矿带上的新成果只有 19%。随着地表矿、浅部矿、易识别矿的日益减少，矿产勘查工作正朝着寻找隐伏矿、深部矿、难识别矿的方向转变，已知矿区的深部找矿和未知矿区的隐伏矿寻找受到广泛关注。

(2) 矿产勘查和开采的深度在不断加大。据不完全统计，国外金属矿开采超过 1000m 的有 80 多座。澳大利亚奥林匹克坝铜-金-铀矿床在深 1000m 处发现了隐伏的几乎直立的铜金铀矿体。加拿大诺兰达(Noranda) 矿田的米伦贝齐、科伯特、安西尔等矿床主矿体深度均在 700~1280m 之间。加拿大萨德波里(Sudbury) 铜镍矿床现已开采到 2000m，目前探测最深的矿体位于地下约 2430 m。南非的 Western Deep Level 金矿现已开采到 4800m。

(3) 成矿理论对深部找矿的指导作用日益突出。美国圣马纽埃-卡拉马祖铜矿的发现与再认识是这个特点最好的注脚。该矿床是位于美国西南部亚利桑那州的一个大型隐伏斑岩铜矿床。1943—1953 年，科学家通过地质填图和构造解释发现了圣马纽埃矿床，当时的铜储量只有 343 万吨。1947—1958 年，在卡拉马祖地区曾打过一些钻孔，因为没有打到工业矿石，对矿床的地质特征和控矿构造也认识不足，一度中止。1965 年，科学家通过对该矿区进行深入的地质构造和矿化蚀变特征研究，得出了一个理论认识，认为：内蚀变带是原生矿体的核部，原生矿体应以内蚀变带为中心形成同心圆状的矿化带和蚀变带，由这个认识推导出的重要结论是：“还有一半蚀变带和矿体由于

被圣马纽埃断层错断移位而尚未发现”。根据这一结论，科学家重新制定了勘查战略，将钻孔老资料分析、地球化学调查和钻孔验证联系在一起。很快卡拉马祖矿床的储量出现新的奇迹，铜储量增加了 365 万吨。

(4) 跨国勘查的热点地区日趋增多，共享全球资源优化配置的成果已成为业界的共识。跨国勘查的热点地区日趋增多，共享全球资源优化配置的成果已成为业界的共识。除北美洲、南美洲、澳大利亚等传统的勘查地区外，中国已成为全球矿产勘查投资的热点地区。目前有 100 多家外国公司在中国投资矿产勘查，主要分布在西部地区，涉及石油、天然气、煤炭、铁、铜、铅、锌、金矿等 400 多个勘查开采项目。外商、港澳台商设立的矿业企业达到 594 家。

(5) 政府对境外勘查在政策引导、税制、融资等方面具有不可替代的作用。加拿大政府实行对无回报的勘探投资采取投资税收抵免措施，同时还通过交易所的股票、基金等方式进行矿业勘探融资，鼓励风险勘探和深部勘探活动。日本政府将促进利用海外矿产资源、保障矿产资源的安全供应列为国家矿业政策的首要目标，通过财政、金融、税收等多种手段全方位地鼓励矿业跨国经营，建立海外矿产资源风险勘查补助金制度，对矿业跨国经营给予优惠贷款、贷款担保及其他融资便利条件，并实行税收优惠。

(6) 商业性勘查融资渠道和融资方式呈多样化趋势。除财政资金外，银行贷款、企业自有资金、个人资金、跨国资金都已成为商业性勘查的重要融资渠道，而且企业还可以通过各种不同的融资工具组合

和融资工具创新来拓宽融资渠道。融资方式也多样化，企业可以自主决策，既可以通过银行贷款、发行证券、商业信用、合资合作勘查、合作开发等方式进行融资，也可以采取项目融资方式进行融资。

(7) 公司并购对勘查投资产生的负面影响难以消失。并购从购买初级勘查公司的矿产地矿权，发展到并购整个初级勘查公司。而风险找矿却多要靠初级勘查公司，大规模的并购势必影响风险勘查投资。MEG 的统计数据显示，1997—2004 年，全球共有 55 个重要的矿山和勘查公司消失，此间全球勘查投资累计削减了 5.55 亿美元。大公司并购会对每年的勘查投资产生负面影响，致使新增勘查项目减少。不过公司并购对勘查的影响似乎不同程度地取决于全球勘查成果是增加了还是减少了。如果不考虑勘查的周期阶段性，在最近 10 年里公司并购对矿产勘查的负面影响是一直存在的。

(8) 初级勘查公司境外勘查日益活跃，在商业性矿产勘查中的地位进一步提高。加拿大金属经济组的统计结果表明：2006 年初级勘查公司的矿产勘查投入已超过大型矿业公司的 21%，而在 2001 年，初级勘查公司的矿产勘查投入则低于大型矿业公司的 33%。

王瑞江 2008.07.27