

赴澳大利亚、巴布亚新几内亚 考察地质工作观感

朱国平 姚培慧

今年5月7日到6月7日,我们到澳大利亚、巴布亚新几内亚考察了C.R.A.总公司所属的一些金属矿山的地质勘探和矿山地质工作,对他们的一些矿床地质特征、普查勘探方法以及地质工作管理等方面的情况,留下了较深的印象。

掌握成矿特征,寻找同类型矿床

澳大利亚是一个金属矿产资源丰富的国家,铁、铜、铅、锌等矿床具有规模大、含量高的特点,其成矿特征值得我们借鉴。

1. 关于富铁矿的形成条件 世界上著名的哈默斯利铁矿位于澳大利亚西北部的皮尔巴拉地区。含铁沉积盆地东西长500公里,南北宽50到200公里,整个面积78000平方公里,初步探明铁矿石储量约在300亿吨以上,很多矿点尚未进行地质勘探工作。该区在太古代花岗岩、混合岩和变质岩的基底上发育着下元古界的哈默斯利沉积建造(同位素年龄20~22亿年),在这套地层中有三个含铁建造,其中以布罗克曼含铁建造为主,形成了规模巨大的工业矿床。正在开采的汤姆普赖斯山铁矿(年产3400万吨矿石)、帕拉布杜铁矿(年产1600万吨矿石),都属于布罗克曼含铁建造。

哈默斯利沉积建造主要由条带状燧石、碧玉铁质岩、白云岩、页岩和粉砂岩等组成,含铁建造很类似我国鞍山式铁矿的矿石结构。早期形成的矿石基本上都是磁铁矿贫矿,含铁25~40%、二氧化硅40~50%。后来整个盆地上升隆起,地层发生了轻微褶皱,含铁建造在稳定的地块之上经受长期的风化淋滤作用,使原来形成的燧石、碧玉铁质岩和碎屑沉积岩脱硅,磁铁矿氧化成假象赤铁矿,铁质进一步集中,因而形成了规模巨大的风化淋滤型和堆积型优质富铁矿,含铁量56~69%、二氧化硅0.4~6.5%。由于铁矿层之下

的页岩是有效的隔水层,风化淋滤作用又是在地表附近进行的,所以使赤铁矿、针铁矿矿石主要分布在距地表150米以上,易于露天开采。

上述事实说明,哈默斯利铁矿床的形成时代属下元古代,后期的变质程度很轻,贫铁矿形成后长期裸露地表,特别是矿层下部的页岩是有效的隔水层,在古气候条件具备的情况下,有利于风化淋滤作用的进行,因此,形成了规模巨大的赤铁矿富矿。我国广泛分布的鞍山式铁矿床,其成矿时代属太古代,变质程度高,加之铁矿层上部的盖层厚度大,因而不利于形成较大规模的风化淋滤型富铁矿。几年来的富铁矿会战和大量的地质科研工作也证实了这一点。今后我们应当注意元古代的含铁建造,当具有类似形成富铁矿的条件时,才有可能找到较大规模的富铁矿床。我国元古代地层分布广泛,如内蒙古白云鄂博—狼山、辽宁南部、山东东部,山西北部、云南、四川等地,均具有类似地质条件,今后应注意在这些地区寻找同类型矿床。

2. 关于斑岩铜矿床的形成条件 我们参观的巴布亚新几内亚布干维尔岛潘古纳斑岩铜矿床,矿区最老的地层为早第三纪的凯塔火山岩系,主要由安山岩、玄武质熔岩、火山灰、火山角砾岩以及含火山凝灰质的沉积岩等所组成。当晚第三纪的石英闪长岩、黑云母花岗闪长岩侵入于安山岩之中,在岩体和围岩的接触带附近便形成了规模巨大的矿体,矿石呈浸染状和细脉状,围岩蚀变强烈。潘古纳斑岩铜矿床矿体长2100米,平均宽600米,累计探明矿石储量9.44亿吨,上部位位较高,下部逐渐变贫,全矿平均品位0.48%,含金0.56克/吨,银1.5克/吨。年开采矿石量3620万吨,年产精矿含铜18万吨、黄金18吨。

据有关资料报道,第三纪的斑岩铜矿床的形成和板块构造活动有关,主要产于大陆边缘的岛弧地区,如日本的黑矿,菲律宾、裴济以及有关地区的斑岩铜矿床等。我国已发现的斑岩铜矿床,如江西德兴、湖北大冶、西藏东部等地区,其成矿时代大都与中生代燕山期花岗闪长斑岩有关,在我国大陆上尚未找到第三纪的斑岩铜矿床,但其成矿特征基本上与我国斑岩铜矿相类似,今后应注意在我国沿海岛屿(包括台湾省)寻找新生代的斑岩铜矿。

3.关于多金属矿床的形成条件 我们参观的新南威尔士州宝勤山(即布罗肯希尔)铅锌矿床,是一个开采了将近100年的地下矿山。从1883年到现在已采出矿石量1.3亿吨,目前还保有矿石储量6000万吨,按年产量200万吨矿石计算,还可以开采20年。该矿床产于下元古代的高变质杂岩(同位素年龄18亿年)中,矿体主要产于片麻岩、硅线石片麻岩中,呈一狭长带状沿北东方向展布,矿体长7300米,水平宽250米,埋深在1600米以上,铅锌含量在25%左右,是一个特大型的沉积变质型富铅锌矿床。

昆士兰州的杜干河铅锌矿床,现在正在进行找矿勘探工作。矿区出露的地层为中元古代的石英砾岩、泥质灰岩、云母片岩、黑色板岩和页岩、石英岩等。矿体主要产于黑色页岩中,长2400米,厚10~23米,延深900米,已计算铅锌矿石储量5000万吨,含锌12.7%、铅2~5%、银75克/吨。在矿体上盘有较普遍的黄铜矿化,地表长有铜草,是找矿的重要标志。矿区外围还有很多矿点尚未进行工作。

位于堪培拉附近的伍德隆多金属矿床,矿区出露有奥陶系、志留系和泥盆系地层。矿体主要产于中、上志留统的钙钠质流纹凝灰岩、凝灰质页岩中,是一套酸性火山岩系。伍德隆矿床已探明矿石储量1000万吨,其中多金属矿石630万吨,含铜1.7%,铅1.5%,锌14%,银90克/吨。另外370万吨为单一铜矿石,含铜1.9%。1978年12月建成年产100万吨矿石的露天矿。矿区外围尚有很多矿点在进行地质工作。

在我国尚未发现与宝勤山成矿条件相类似的矿床,今后应当注意在太古代、元古代片麻岩中的找矿工作。杜干河矿区的成矿条

件基本上与我国内蒙东升庙、炭窑口多金属矿床相似。由于黑色页岩、炭质板岩中含有有机碳,往往形成还原环境,有利于金属硫化物的沉淀。因此,今后应当注意元古代及其以后形成的黑色页岩、炭质板岩中的找矿工作。伍德隆矿床大体上和甘肃白银厂铜矿床、小铁山铅锌矿床相似,对开展火山岩地区的找矿有一定的参考价值。

重视地质工作,不断扩大找矿效果

C.R.A. 总公司对地质勘探工作十分重视,他们寻找的矿种不但有金属矿,而且还包括煤、石油、天然气、金刚石、石棉等。1955年,该公司在昆士兰州韦帕地区找到了规模巨大的优质三水型铝土矿,开创了澳大利亚铝土矿开采和氧化铝工业;1962年该公司发现了汤姆普赖斯铁矿,建立了哈默斯利山脉的铁矿开采基地;C.R.A. 地质学家菲利浦斯在考察了菲律宾托利多斑岩铜矿床后,通过分散流、原生晕取样分析圈出化探异常,经钻探在布干维尔岛上找到了潘古纳大型斑岩铜矿床;1977年,他们又在西澳首次发现了一个大型金刚石矿床,现在正在进行勘探工作。C.R.A.总公司之所以能在找矿工作中不断取得显著的成果,据了解主要有以下几点做法:

1.开展矿床地质研究,正确进行选区

C.R.A.总公司下属的勘探公司在堪培拉市设有一个地质研究中心,其中包括区域地质、矿床地质、物探、化探、遥感、计算机等各方面的技术专家。他们在搜集区域地质资料的基础上,通过野外调查,开展对成矿特征、各种资料及数据处理的综合研究,及时提供研究成果。研究工作紧密结合地质找矿工作的需要,主要是提供新的找矿评价区。他们根据研究成果和野外地质调查资料,每年安排大约60个找矿区并从中选择20个有远景希望的矿区进行评价,然后转入勘探。

2.广泛采用新技术新方法 C.R.A.勘探公司十分重视新技术新方法的应用。他们以地质矿床条件为依据,根据具体情况选择应用航空物探、地面磁法、电法、放射性测量、各种化探方法等;同时,大力推广遥感地质、电子计算机等新技术方法。航空磁测的飞行高度为80米,测线距离为300米,编制

1:25000 比例尺的航磁图。化探主要是作分散流、次生晕、原生晕取样,每平方公里采取5~8个样品,化探分析的元素视矿床类型而定,如伍德隆多金属矿主要是分析铜、铅、锌、银、锑、砷、锡、钨、铋等。遥感地质方面利用卫片、航片制成假彩色影像合成图片,提高判读解译水平。在工作中普遍运用电子计算机进行信息传递、资料分析、储存、数据处理以及资料的复制出版。广泛应用幻灯机、投影仪。此外,在交通运输、岩矿心保管、矿床模型、标本陈列以及生活设施等方面都有一套统一的要求,从而提高了各项工作的效率。

3.在评价阶段十分重视有益有害物质组分的查定 为了获得可供工业开采利用的商品矿石,他们对矿石物质组分的查定非常重视。哈默斯利铁矿对全部钻孔所采取的矿心都要进行铁、烧失量、二氧化硅、三氧化二铝、硫、磷、二氧化钛、氧化钙、氧化锰等九个项目的基本分析。宝勤山矿的基本分析除铅、锌、铜、金、银外,还要求对铋、铁、砷等元素进行化验分析。这样做的结果就能在评价阶段及早获得矿石组份的全面查定资料。即使主要矿种的规模大、含量高,但是由于有害元素的含量超过规定要求,影响到商品矿石的质量和冶炼等,在生产工艺未解决之前,也不进行详细勘探。

4.尽早对矿石加工技术性能进行试验研究 C.R.A.勘探部门深刻地体会到,矿石的加工技术性能直接关系到矿床的工业利用价值,因此,他们在矿床评价阶段十分重视这个问题的研究。哈默斯利铁矿公司的地质部门正在对汤姆普赖斯铁矿外围的密纳德堆积型富铁矿进行评价,他们分别打了60~80米的小竖井并采取工业选矿试验样品。每1.2米作为一个样品,每个样品取样一吨,组合成20~30吨的大样送交选矿部门进行试验,研究其可选性能。潘古纳铜矿是采取金刚石钻探进行评价勘探的。为了验证钻探质量和采取选矿试验样品,勘探公司还打了4700米的坑道和天井(沿钻孔打的天井),在取得可靠资料的基础上才决定转入详细勘探和矿山规划建设。

5.围绕开采需要,做好矿山地质工作 我们参观的六个矿山,对矿山地质工作都十分重视,每个矿山都有专门的地质机构,

并配备一定数量的钻机。如潘古纳铜矿在主任地质师领导下共有37名职工,其中高级地质师3人,钻机工长1人,钻探工人15人,并配备有两台金刚石钻机。哈默斯利铁矿公司还设有勘探公司,从事矿区外围的找矿勘探工作。

矿山地质工作的主要任务是在勘探的基础上,进一步加密勘探工程,具体划分矿石品级,按矿块详细计算储量。宝勤山铅锌矿在勘探阶段按400×100米的网度进行控制,转入开采阶段,矿山采用坑内扇形布孔,将钻孔加密到20米间距,每年钻探工程量约22000米。他们利用钻孔资料编制1:500比例尺的中段地质平面图、横剖面图、纵剖面图等,并按贫矿(铅锌含量3~7%)、中矿(7~10%)、富矿(>10%)划分矿石品级,分别计算矿块储量,为编制采掘计划提供资料依据。潘古纳铜矿在勘探阶段是按120×120米的钻探网度进行勘探的,后来由矿山再加密到90×90米,并结合生产钻孔按30×30×台阶高度作为一个矿块计算储量。伍德隆矿也是按30×30×台阶高度详细计算储量,并将结果储入电子计算机,随时可以提取各种数据及图件。

此外,矿山地质部门还要开展矿区外围找矿工作。哈默斯利铁矿公司规定以矿山为中心,在40公里范围以内由生产矿山负责找矿勘探,不断扩大资源;40公里以外地区由铁矿公司所属地质勘探公司负责进行找矿勘探。

以上情况说明,C.R.A.公司为了建设新的资源基地和充分利用现有地下资源,他们对各个环节的地质工作都非常重视,甚至冒着风险进行找矿评价工作。但是,在具体做法上他们又是十分慎重的,特别是在查定物质成分、做好选矿试验以及选择找矿评价地区方面的一些作法,值得我们学习参考。我们有的矿区曾经发生在物质成分没有查清,选矿流程尚未解决的情况下就盲目转入勘探,甚至进行矿山建设,给国家造成了损失浪费,这是需要引起重视的。

实行专业化管理,提高工作效率

澳大利亚政府在贸易和资源部下设资源局和地球物理局(简称资源局),在各州政

府下有地质调查所,所需费用由国家开支。其任务主要是负责全国1:10万比例尺的地质测量,编制小比例尺的地质图、矿产图、构造地质图等;从事地质基础理论、成矿理论的研究,指出成矿远景地区。在资源局和各州地质调查所只有地质、物探、化探专业技术人员,没有钻探施工队伍。找矿勘探工作一律由私人企业所属勘探公司承担,并经过向政府申请找矿勘探权后才能进行工作。澳大利亚有很多勘探公司,但据了解没有发生工作重复甚至争矿点的现象。下面主要介绍一下C.R.A.勘探公司在管理工作方面的一些情况。

1.实行专业化分工,集中精力抓地质工作 勘探公司共有技术人员200人,其中地质专家90人,其它专业技术专家15人(物探、化探、遥感地质、电子计算等),外勤技术助理60人,行政、财务等人员30人。1980年计划地质费用2930万澳元(1澳元约合人民币1.7元)。主要任务是从事各种矿产的找矿勘探,增加商品矿储量和提交新的资源基地。公司及其所属单位只负责地质工作,其它如地形测量、航空磁测、地面物化探、钻探、山地工程、化验分析,甚至岩矿鉴定等均委托其它专业公司或学校承包,双方签订合同,勘探公司按合同验收成果。根据各项工程和各种方法提供的数据和资料,由勘探公司所属地区地质部门编制成各种综合地质资料,提高找矿勘探成果。这种专业化分工的办法有利于勘探公司的各级领导和管理人员能够集中精力抓好地质工作,不受其它施工事务的干扰。

2.管理机构精干,办事效率高 勘探公司设在墨尔本市,只有几位经理和少数专家、办事人员,没有什么科室等办事机构。公司下按地区分为西澳、中澳、东澳三个大区公司,每个大区公司下按工作任务设置1~4个小区(每个州至少有一个小区),共有12小区。每个小区配备1~3名高级地质师、5~7名地质师、1名物探师以及制图、行政等人员。每个小区又按地质条件和工作需要划分为若干个找矿勘探区,每个区由几个人最多十多个人承担各项工作。日常工作由小区经理主持,小区经理由有管理经验的高级地质学家担任。当我们参观矿区地质时,一般都由小区经理亲自讲解。他们的机

构设置都是从实际需要出发,因事设人,没有那么多的科室管理机构和人员。他们的会议很少,开会时间很短,以解决问题为标准。在办公时间内,我们看到人人都在紧张劳动,没有闲谈等情况。每周工作五天,每天六小时。

3.重视专业人员的培训工作 勘探公司的各类专业人员都是由专门学校培训出来的。为了提高技术人员的技术业务能力,他们很注意在职人员的培训。采用的办法主要是调换他们到新的矿区进行工作。我们见到的一些地质学家都曾经在很多矿区工作过。一般来讲,在一个地区的工作时间不超过三年就调到其它地区。有些地质技术人员还被派到国外工作;有些人还被派往国外进行考察或进修;还聘请国内外的地质专家担任高级顾问指导工作。他们通过各种渠道积累找矿勘探经验,不断提高技术水平和业务能力。同时,他们很注意选拔人才,我们见到的一些技术专家还来自英国、印度、意大利、荷兰等国,这说明只要有技术专长,即使是外国人也可以选用。

据介绍,他们对于工人的培训也很重视。我们到过的六个矿山都设有技术培训中心。如布干维尔潘古纳铜矿从中学毕业生中招收新学员,进校后由基础文化课到专业知识和实际操作等都要系统学习,经过四年的培训考试合格后才能进入操作岗位。其中学习成绩优秀者可以送大学深造,培养成工程师。他们还规定领导人员应当从受过大学专业教育并有实际经验和有才干的人员中选拔。

4.关于探矿工程管理的一些作法 澳大利亚普遍采用全液压金刚石钻机及绳索取心。据了解钻机及其附属设备、备件等基本上都是由美国长年公司进口。根据地质工作需要,钻头孔径由40毫米到110毫米,并不是一律都采用小口径。岩矿心采取率要求达到90%以上,由于采用绳索取心,硬碎地层也能完整地采出岩矿心。泥浆是由工厂专门制造的。

每台钻机每班配备工人2~3人,一班作业,工作8~10小时,每周工作五天。金刚石钻头的各项指标如下:

天然金刚石钻头寿命(个)	工效(月)
坚硬岩层	4~10米 200米

中等岩层	10~20米	400米
软岩层	60~70米	900米

钻探成本,硬岩层每米100~110澳元,软岩层每米60~80澳元。

探矿小竖井采用机械化掘进,探井规格1.5~2.5×1.5米。每班两人操作,一人在井下凿岩、装岩;另一人在井上,掌握提升并驾驶汽车运往料场。每天一班作业,工作10小时,完额日进尺1米,实际上可以超额完成,月进尺约50米。尽管是机械化作业,但工人的劳动强度仍然很大。

C.R.A. 勘探公司实际上是一个只承担地质工作的专业公司。由于实行了专业化管理,很自然地突出了找矿工作,因而机构精干,办事效率高,找矿效果好。我们要以地质—找矿为中心,就必须实行专业化分工,

在现有的基础上把综合队改为地质队、钻探队、物化探队、测试中心等。根据我们冶金地质系统的实际情况,要做到公司一级的专业化,目前还是很难办到的。队一级的专业化,只要下决心是完全可以做到的。培训工作直接关系到地质队伍的现代化建设,我们一定要把现有地质队伍的培训工作搞好,特别是要大力提高各种技术人员的专业水平,适应新的要求。在钻探施工方面,我们目前仍采用落后的钢粒钻进,劳动强度大,效率低,应该积极推广人造金刚石钻进和绳索取心。此外,在钻探作业方面也可以考虑由三班作业改为两班作业,特别是在目前勘探基地不足,钻探力量过大的情况下,更需研究考虑这个问题。

丝钠铝石是一种应当重视的含铝矿物



近年来的新资料表明,铝的碳酸盐矿物——丝钠铝石,是一种分布广、储量大、未来有前景的铝工业原料。

美国科罗拉多州皮特森河盆地的丝钠铝石总储量约245亿吨(合85亿吨氧化铝),是世界上规模最大的丝钠铝石矿体。该矿体产于由含石油的沥青、泥灰岩和页岩互层组成的始新世系中。岩层内夹火山灰和天然碱($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。丝钠铝石呈浸染状、透镜状和断续的脉状、均匀散布的晶体及其集合体产出。含矿层厚91m,面积41400km²,丝钠铝石平均含量12.3%,最高达25%,与重碳酸盐层共生,并伴生少量三水铝石。对从该处提取丝钠铝石、重碳酸盐、天然碱和地沥青进行了研究。

苏联喀尔巴阡和顿巴斯的丝钠铝石赋存于汞矿化区。白俄罗斯的丝钠铝石产于下石炭统土尔聂依组铝土矿层中。富含丝钠铝石的样品,含(%) Al_2O_3 —31, SiO_2 —4, Na_2O —12.8。丝钠铝石含量为40~70%的层系厚6m。丝钠铝石与赤铁矿结核及硬石膏共生。

此外,在澳大利亚新南威尔士悉尼盆地的二迭系海相层系中;在日本九州的上白垩系泥质板岩中;在坦桑尼亚霞石凝灰岩的碳酸盐风化壳中以及其他地区,都发现有丝钠铝石。

丝钠铝石的成因是多种多样的,一般认为其工业矿层与火山成因的苏打热液或苏打碳酸盐,以及炎热干旱气候和盐潮有关。因此,在有大量碱或碳酸钠水的地区以及汞矿化区、碳酸盐及沸石堆积区,都应注意对丝钠铝石的检查与评价。

(冶金部沈阳铝镁设计院 王恩孚)

生物矿物学——矿物学的新方向



到目前为止,矿物学家对生物细胞的有机矿物物质(其中包括人和动物的骨头与牙齿,肾石与胆石,珍珠,鸟卵硬壳,等等),尚未给予足够的重视。这些矿物物质产生于生物体内,具有以下共同特点:1)它们都是有机矿物质的复杂集合体;2)这些集合体的生长,或是始于生物细胞本身,或是始于外来的矿物和有机粒子;3)物质的堆积

具有周期性;4)集合体的构造呈放射状、枝状和纤维—辐射状。有机矿物集合体可划分为两类:1)在有机物(如骨头与牙齿等)的进化发育过程中占据严格固定位置的集合体;2)对某种有机物来说,属于“偶然”即“病态”的集合体(如肾石、胆石和珍珠等)。深入研究与分析生物成因的有机矿物集合体的上述特征,有助于了解生物矿物学的原理。

目前,生物矿物学方面的研究工作,在国外颇受重视。日本研究人员研究了含珍珠的软体动物和珍珠的构造;美国、比利时和法国的学者继续了这方面的工作。不久前,西德建立了生物矿物学的专门实验室(现已改为研究所),研究问题的范围十分广泛,如人和动物骨骼与牙的生物矿化,蛋类硬壳固结时的生物矿化,灰岩和磷酸盐之类岩石的形成等。

鲁宁摘译自:《Записки ВМО》,1980,

No2, стр. 165~173