

# 卓有成效的中日合作项目 ——中国矿物资源探查研究中心

杨柳春 周美和

(本刊编辑部 北京 100864)

**关键词** 矿物资源, 探查, 中国, 日本, 技术合作

中国矿物资源探查研究中心成立于 1994 年 8 月 11 日, 是经中、日两国政府批准的、中国科学院与日本国际协力事业团(JICA)的专项型技术合作项目, 国内合作伙伴是国家有色金属局地质总局。根据中日双方签署的《关于中国矿物资源探查研究中心项目技术合作会谈纪要》(简称 R/D 协议), 该项目于 1994 年 9 月 1 日正式实施, 执行期限 5 年, 新近双方同意延续两年, 至 2001 年。

自项目正式实施以来, 得到了科技部、中国科学院的领导和项目依托单位地球物理研究所及国内合作伙伴的支持。日本国际协力事业团实施了派遣专家, 提供所需器材和设备, 接受进修人员等援助计划。1994—1998 年, 日本国际协力事业团先后接纳了 14 名专业人员赴日研修, 派遣了 29 位知名的专业对口专家来华工作, 其中长期 11 位, 短期 22 位(30 人次), 并委托专家组组长具体处理合作事宜。第一任专家组组长黑田吉益教授为该项目的建设和发展做出了很大贡献, 中国国家外国专家局授予他 1997 年度“友谊奖”。现任专家组组长是秋山伸一先生。中国科学院对该项目极为重视, 采取了提供人、财、物等一系列有效措施, 专门委派黄鼎成研究员、孙世华研究员为项目实施负责人, 组建了精干的科技队伍, 以确保 R/D 协议所确定的项目目标、活动内容及预期成果的实现。

该中心组织机构包括联合协调委员会, 专家指导委员会(由首席科学家涂光炽为首的五位院士和一位教授组成), 总负责人, 实施负责人, 办公室, 研究系统及实验系统。1994—1996 年, 项目的实施集中在制订仪器设备的订货计划, 实验场所的改造, 水、电设施的建设, 人员招聘及资料收集、野外调研工作等方面。1997 年 10 月, 已到的各种仪器设备全部安装、调试完毕并正式投入使用, 包括 14 台仪器的安装、调试及 9 个样品前处理实验室的筹建工作。还确定了华北北部中生代伸展构造环境下岩浆-流体活动与成矿作用的研究主题, 选定了大井-黄岗-安乐重点合作研究模式区。1997 年 11 月开始, 项目实施内容转入以研究工作为重点的阶段。目前已基本完成实验室建设, 关键设备运行良好, 样品分析精度高, 数据可靠, 研究工作正不断深入。

## 1 实验室建设

JICA 和中国科学院为矿物资源探查研究中心提供的主要仪器和实验设备均为 90 年代地

球化学研究实验领域的最新产品。其中最主要的仪器和设备有:高分辨电感耦合等离子质谱仪(Elément),顺序式X射线荧光光谱仪(XRF-1500),原子吸收光谱仪(AA-6200),电子探针微区分析仪(SHIMADZU EPMA-1500),离子色谱仪(LC-10A),X射线衍射仪(D/max-2400 Series),傅利叶变换红外光谱仪与傅利叶变换红外显微镜(Impact 410 和 IR-Rlan advantage),热分析仪(DTG-50H, TGA-51H, DSC-51H),美国 U. S. G. S 气流冷/热台,英国 THMSG600 冷/热台和 TS1500 高温热台,气体同位素质谱仪(MAT252),固体同位素质谱仪(MAT262),质谱仪/元素分析仪联机系统(Delta S/EA1108),自行设计组装的同位素装置有矿物氢同位素提取装置,碳酸盐的碳氧同位素及水中氧同位素提取装置,硅酸盐氧同位素装置及硫同位素提取装置。

以上述大型现代化设备为主体,包括周边的样品前处理装置在内,已构成一个功能相当完备的地球化学测试体系,这个体系分为以下五大实验系统,以适应矿产资源探查研究的需要。

(1)岩矿样品加工处理系统。已建成包括碎样室、磨片室、单矿物分离室在内的样品加工处理系统。能对采集的岩石/矿石块样或粉样进行破碎、切片和单矿物分离等一系列前处理工作。(2)化学成分测试系统。由化学分析室、X 荧光分析、离子色谱、气相色谱、原子吸收、电子探针、离子质谱等 7 个实验室组成。对岩石、矿石和矿物的化学组分含量进行微区分析,常量分析和挥发份测试,其中,微量元素的精度涵盖了 ppm 至 ppb 范围。(3)已建成包括 X 射线衍射分析、热分析、光学显微镜观测、矿物流体和固体包裹体测试、傅利叶显微红外等 5 个物性测试实验室,能进行矿物的物理性质测试,矿物鉴定,并能获取矿物标型参数(如晶胞参数、热学参数、光学参数、组构特征、流体包裹体温度和盐度等)。(4)同位素成分测试系统。已建成包括超净实验室、固体质谱、气体质谱、气体同位素质谱仪/元素分析仪联机系统以及碳、氢、氧、硫同位素提取装置在内的 8 个实验室,能研究岩石、矿石和矿物的同位素组成特征,探讨成岩、成矿的物质来源,获得成岩、成矿的精确年龄数据等。不仅能进行放射性同位素组成测定,而且能进行稳定同位素测定,是开展物质传输,探索地球内部过程机制的关键测试系统。(5)数据处理系统。目前已形成由微机、Sun 工作站图象扫描、数字照像机等硬件和软件设备组成的数据处理系统,用于对所获取的地球化学和其它物理参数及图象进行处理和计算模拟。这些实验系统对固体地球科学的各项研究都具有很强的支撑能力,既适合于开展资源探查的综合研究,也能开展地球科学其它领域如矿物学、岩石学、地球化学及环境科学等方面的深入研究。

## 2 研究工作的进展和阶段成果

通过研究实践形成自己的理论研究方向是项目实施中重要的潜在任务。该中心以发现矿产资源为自己的上位目标,目前以地球化学为主要手段,综合多种地质学科的理论和方法,对特定区域开展资源探查研究。自开展科研活动以来,中心即努力寻求与产业部门的密切配合,研究路线力图站在当代地球科学研究的前沿,查明区域地质地球化学作用、成矿活动过程的本质,特别是这些过程中成矿流体的形成、水岩作用对成矿的影响,查明这些过程的时空表现,为不同尺度的矿产资源探查建立理论基础,这是中心不同于产业部门特征之所在。

### 2.1 野外考察

野外考察是矿产资源探查研究的基础,所以项目实施的始终都紧紧抓住了这一重要环节。矿物中心先后组织了 38 次华北北部地区的野外考察约 3 000 多个工作日,在“大井-安乐-黄岗研究模式区”采集岩石矿物标本 3 567 块。

## 2.2 样品测试与基础图件整理工作

目前正按计划对3567块标本陆续进行各种测试分析。现已完成薄片制作2055片,分离矿物293个;对420个样品进行了XRF、XRD、AAS、ICP-MS等分析测试;EPMA和显微红外测定905点;流体包裹体95个样品;H、O、S、Sr、Nd同位素比值测定124个样品;Rb-Sr、Sm-Nd等时线8条(54个样品)。

完成了大兴安岭南段1:500000地质底图的编制工作,为进一步开展区域地质与成矿作用研究打下了基础。在资料搜集和野外考察的基础上,围绕研究模式区基本完成大井矿区及其邻区的必要图件的编制工作。

## 2.3 阶段成果

项目进入以研究为主的实施阶段以来,围绕合作区的研究工作主要取得以下阶段性进展:(1)大井矿区成矿背景和矿化分布规律研究方面,查明了二叠纪林西组的岩相为冲积-三角洲相和浅湖相,编制了岩相图、柱状图,采集了化石样品;发现了矿区及其西部外围地层的弱变质程度作用的差异;在矿区构造方面,厘定了矿区的褶皱构造,确定了矿区东西两侧的边界断层,编制了矿区构造纲要图和岩脉分布图,基本查明了后生成矿与构造体系的关系;进一步查明了矿区岩脉的主要类型和岩脉、矿脉的先后关系;在查明了矿脉形态、矿石构造类型及成矿分带格架基础上,发现了具有工业价值的NNW向新矿脉组。(2)查明大井、黄岗、安乐矿床成矿阶段的野外特征。在大井锡铜多金属矿区,发现了二叠纪地层中似层状黄铜矿、黄铁矿的矿化迹象,查明了锡多金属成矿作用的三个发展阶段;发现成矿后断裂对矿体破坏作用的特征。在黄岗锡铁矿区,发现二叠纪黄岗组地层中(残余)似层状铁矿线索;查明了与燕山钾长花岗岩侵入活动有关的两阶段铁锡矿化。对安乐锡铜矿床,识别出烟灰色以锡石-毒砂-石英-铁绿泥石组合为特征的早期锡成矿阶段,和以乳白色黄铁矿-黄铜矿-石英铁绿泥石组合为特征的晚期铜银成矿阶段。(3)发现了大乃林沟特殊浅成晶洞角闪石岩及其有关的As-Co-Pt矿化。(4)识别出两种不同的成矿流体类型,以黄岗、安乐矿床为代表的富氟、高盐度流体和以大井矿床为代表的有很高天水成分的成矿流体。(5)认识到在矿质和矿化剂上,燕山晚期岩浆-流体活动对成矿作用有不容忽视的贡献。(6)对脉状充填型矿床开始了地震层析成像研究,发现了地球物理异常。

## 2.4 有待深化的问题

前期的野外工作和初步的室内测试成果,大大激发了中日学者的研究兴趣。围绕有关成矿作用的地质过程,形成了多种甚至彼此冲突的学术思路。如何以过细观察和大量精确数据为基础,开展深入的研究工作和学术讨论,是今后实施项目的重要任务。华北北部华北板块与西伯利亚板块自晚古生代拼合以来,逐渐转入太平洋构造域。有必要探讨中生代区域构造的动力学机制,以及与此相关联的岩浆-流体活动及应力场的控矿特征。应当查明中生代壳幔地球化学背景与锡多金属成矿的关系。探讨同生成矿与二叠纪岩相古地理的关系。判明同生成矿与后生成矿事实和理论依据;研究火山-侵入系统与成矿的关系,变形-变质作用与成矿关系以及在这些地质过程中流体的形成、演化和成矿作用。

## 3 队伍建设

为获得国际水平的实验数据和开展一流的研究,矿物资源探查研究中心不但需要一流的实验设备,更需要富有创新精神、活跃于野外和实验室的一批科研人员及具备实验理论、技术



精湛的技术队伍。项目实施负责人黄鼎成和孙世华采取了与国际接轨的新措施,以培养新型青年科学家为最高目标之一。在引进科研人员方面,主要面向博士后人员,以增强实验室的实力,提高研究和实验水平。对引进的科技人员,在科研实践中还进行人才再培训。这种培训,从要求准确记录每一个样品的经纬度、认真描绘采样的地质位置和养成保持实验环境清洁的习惯开始,直到能够熟练使用最先进的仪器装置进行高水平测试工作。中心的实验室以技术人员为主导,由科研、技术人员共同建设、共同管理。技术人员主要任务是保证实验室的正常运转,指导或协助科研人员测定数据,监控数据质量及开发设备的应用潜力。科研人员除了协助技术人员管好实验室,共同开发设备潜力外,还应把握实验室的发展方向。“要数据请到实验室测试”已成为中心不成文的制度。

目前矿产资源探查研究中心共有固定人员 28 名,包括对口专业人员 23 名,其中有 10 位博士、4 位硕士,这 14 人中有 5 位曾在外国学习和工作多年。大部分研究和技术人员具有较丰富的科研积累,承担过国家重要科研项目,并取得了优秀的科研成果。

中心的科技人员正在把中心建成一个人尽其才、物尽其用,团结协作,学术自由,机会均等的新型学术研究集体。从筹建之日起,这个集体就面向当代地球科学的前沿,关注国内外矿产资源经济的新动向,向国内外开放。

#### 4 今后发展目标

在经历了呕心沥血的艰苦创业之后,该中心终于步入研究、实验工作正常运转的阶段。中日双方专家认为,目前该项目的工作进展顺利,已建成完整的实验系统。在一个单位中能集中如此多的先进设备,无论在我国还是其它国家都是鲜见的。有好的设备条件再加上优秀的人才,一定能取得最好的成果。他们认为,该项目应向国家重点实验室的方向发展,但另一方面,作为矿产资源探查研究来说,地球化学研究只是其工作的一部分,将来还应补充地球物理研究部分,或可通过实施新的项目来实现。

目前,该中心研究工作涉及成矿的区域构造动力学背景,岩浆岩的成岩成矿序列,中生代流体的地质背景,地球化学特征与成矿作用,成矿预测及浅层地质体定位技术等方面。通过中日两国科学家几年的共同努力,在区域构造动力学背景和成矿地球化学领域的研究方面获得了若干重要认识。

从中心各项工作的进展情况分析,还需在软、硬件建设方面不断完善,即需进一步完善实验室大型仪器辅助设备的配套建设,使之更加适应面对复杂地质体所需的不断发展的矿产资源探查研究;进一步完善并形成适应科技创新的管理模式,创造更好的科研环境,加速出成果、出人才的步伐。

该中心根据目前情况确定的奋斗目标是:力争在今后几年内将中心建成一流的科学研究基地,面向矿产资源探查,以地球化学方法为主,进行地质、地球物理和地球化学高层次的综合基础研究。建设良好的科研秩序和环境,形成浓厚的学术创新氛围,使中心不仅能吸引国内外优秀科研人才,而且成为高层次研究人才的培养基地。