

内部资料
注意保存

中国有色金属学会

第二届学术会议 论文集

综合论文部分

1991 · 北 京



**中国有色金属学会
第二届学术会议论文集**

综合论文部分

中国有色金属学会

北 京

1991年11月

编 者 的 话

中国有色金属学会将召开第二届学术会议，总结交流自1986年第一届学术会议以来有色金属界的学术研究成果，展望2000年有色金属工业科学技术的发展。为此，学会秘书处信息出版部编辑出版了学术会议论文集。论文集包括优秀论文和综合论文两部分，共110篇。其中优秀论文80篇，综合论文30篇。这些论文是由17个专业学术委员会和15个地方学会从上千篇论文中评选推荐出来的，优秀论文反映的是高水平的学术研究成果，专业性较强；综合论文主要是介绍该专业领域内近几年来科技进展和今后的发展方向，或地区内关于有色金属工业的现状和发展。这些论文学术水平较高，有实践、有理论、有分析、有建议，内容丰富，推广应用这些成果对促进有色金属工业的发展和科技进步很有实际意义。

全书分为优秀论文和综合论文两册，根据有色金属工业的生产特点，按地质与勘探、采矿与选矿、冶炼、金属材料与合金加工、分析与检测、安全与环保、计算机与经济管理等专业分类编辑。学会秘书处全体同志在论文集的编、审、校、印刷出版工作中付出了辛勤劳动。丛建敏、吴树椿、刘远有同志负责全书的编辑工作。由于时间仓促，水平有限，有不妥之处，请读者批评指正。

编 者

1991年11月

序

中国有色金属学会理事长 费子文

“科学技术是生产力，而且是第一生产力”。当今，飞速发展的科学技术愈益成为现代生产力中最活跃的因素和最主要的推动力量。把经济建设真正转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来，是我国实现国民经济和社会发展第二步战略目标，使国民生产总值在二十世纪最后十年再翻一番的基础。中国有色金属学会自1984年12月成立以来，认真贯彻党的各项方针政策，坚持以经济建设为中心，努力为促进科学技术的繁荣和发展，科学技术的普及和推广，科学技术人才的成长和提高，为社会主义物质文明和精神文明建设服务。几年来学会各级组织，发挥学会智力密集的优势，组织广大会员和科学工作者，为实现我们的宏伟目标，为把有色金属工业不断推上现代化新台阶，密切结合有色金属工业的科研和生产实际，积极开展各项活动，在学术研讨、科技咨询、科技论证、继续教育、人才培养、组织建设等方面做了大量工作，取得了较好成绩。

为了总结1986年第一届学术会议以来的学术研究成果，展望2000年有色金属工业科学技术的发展，在九十年代第一年召开的第二届学术会议上将发表由各专业学术委员会、各地方学会推荐的优秀论文80篇以及综合论文30篇。这些论文是四年来广大会员和科技工作者辛勤劳动和智慧结晶的代表，涉及地质、采矿、选矿、冶炼、加工、材料、分析检测、环保、安全、计算机、经济管理等领域，学术水平较高，内容丰富，有实践、有理论、有分析、有建议，是一份很有参考价值的文集，值得一读。文集的出版将对进一步促进有色金属科学技术的繁荣和发展，为实现“八五”和十年规划的奋斗目标有所补益。

目 录

序

“七五”期间有色金属地质的进展与成就	
郑之英	(1)
我国有色金属采矿科技的进步与展望	
黄业英 周晋华	(9)
传统浮选理论与工艺受到的挑战	
王淀佐 胡岳华	(16)
我国氧化铝生产方法的发展方向	
陈万坤	(26)
2000年铝电解工艺的发展和对策	
姚世煥	(37)
重有色冶金技术的发展	
蒋继穆	(52)
有色冶金装备的进步及对今后发展的建议	
王繁滨	(61)
试论我国湿法炼锌工业的几个问题	
傅作健	(66)
蓬勃发展的甘肃铅锌工业	
彭铁民 韩河初	(73)
铋品国内外市场发展趋势及2000年预测	
李瑞麟 尚殿英 马 忠	(77)
我国钨业要进一步治理整顿、深化改革	
——再论我国钨品出口发展经营战略	
冯世昌	(92)
稀有金属冶金现状和“八五”技术改造的任务	
刘余九	(101)
十年来上海稀土工业的进展	
金贵铸	(108)
对改进有色金属工业环境保护工作的几点意见	
朱竹年	(112)
生产过程自动化技术的发展及对策	
黄恒章 桂卫华	(117)

有色金属材料的现状和发展	
马福康 杨遇春 贾厚生	(126)
技术进步促进铝加工工业的发展	
高云震	(136)
2000年粉末冶金的发展	
徐润泽	(148)
展望2000年的半导体材料	
万 群	(156)
试论我国半导体材料工业摆脱困境走向世界的策略	
周福生 张伟或	(166)
十年来上海半导体材料硅发展的回顾和冀望	
葛 涛	(174)
金属材料物理性能检测技术的现状及发展动向	
陈洪荪	(179)
科技进步是企业增强活力的根本途径	
刘大威 杨春旭	(192)
湖南有色金属工业结构调整方向	
刘赣生 蒋伟文 张殿英	(201)
广东有色金属工业40年回顾	
黄立夫	(207)
艰辛的事业,美好的憧憬——展望广西2000年的有色金属工业	
符纯德	(215)
利用优势,积极发展云南省有色金属工业	
张天宣	(221)
新疆有色金属工业长期发展目标模式和战略选择	
钟良俊	(229)
条块结合发展山西有色金属工业	
李瑞桐	(234)
福建省有色、稀有、贵金属矿产资源开发现状及前景	
米丕雄	(238)

“七五”期间有色金属地质的进展与成就

中国有色金属学会地质学委会 郑之英

自1984年有色金属工业总公司矿产地质部(现地质局)在新疆地质工作会议上提出了“以地质找矿为中心,依靠科技进步,保生产保建设”的有色金属地质找矿新阶段的指导思想和技术方针以来,通过各级领导和广大地质工作者的努力以及中国有色金属学会地质学委会所属各专业学组的积极配合,本着学术活动与地质科研和地质勘查密切结合的精神,积极贯彻了这一方针。从而“七五”期间在理论指导找矿、综合方法进行找矿和地质工作以经济效益为中心等方面都取得了很大进展与成效,为了总结经验有利今后工作,现做一个简单的综合论述。

一、地质找矿新阶段的指导思想和技术方针已经深入人心

在有色金属地质找矿工作进入到找隐伏盲矿体、肉眼难辨认矿体和新类型矿床的新阶段的情况下,目前世界范围内的趋势是扩大勘查范围,增加勘探深度,以新理论为指导,采用现代化新技术,对相对的贫而大或小而富又常含有工艺上很复杂矿物的矿床进行勘查,从而勘查费用有所增加成功率又较低,因此十分注意矿产资源和地质勘查的经济问题以提高地质勘查效果,并对勘查对象进行技术经济评价。由于地质勘查是多学科多领域多方法组成的复杂系统,现代化地质找矿方法又必须强调综合信息的分析技术才能确定找矿勘探对象,所以新阶段的地质找矿具有整体性、综合性和最佳化的特点。在“七五”期间地质事业费相对紧张的条件下,开辟新区找矿以及在老矿区开展第二轮找深部矿的成功和失败的经验,使我们认识到必须根据当前找矿对象已经发生了变化的实际情况,开拓思路摆脱传统的观念和方法才能提高找矿成功率和经济效益。通过这几年的实践我们地质人员已经逐步更新了旧有的成效差的地质理论和技术方法。同时还由于“七五”期间地质勘查工作的进展和成就也使得地质找矿新阶段的指导思想和技术方针深入人心。

二、“七五”期间有色地质勘查工作的进展和成就

(一) 理论指导找矿的实践取得了实效。

理论指导找矿就是根据矿床矿体的形成是成群成带的、成矿物质是运动的发展和有着时空联系的,又是多来源多成因多矿种的这样一个完整的成矿系列和成矿组合,而各成矿系列又都按其特有的成矿模式生长发育和分布的自然规律,在找矿时既要重视矿床和周围地质环境的关系和矿床的主要控矿因素(如地层构造、岩浆岩、变质作用和围岩蚀变等),还需要重视已有的多类型矿床模式的研究进行广泛的地质对比,这样地质人员才能丰富他的联想和假设,即思维科学的发展,思路开阔了,传统观念摆脱了,也就容易接受和发展新的成矿理论,

按照具体矿床的成矿规律，建立起区带的矿区的矿床的成矿模式和综合方法的找矿模式，指导找矿。

成矿模式是自50年代开始经60年代、70年代以及80年代都有所增加，80年代我们在过去的一些成矿理论和矿床类型的基础上加强了这方面的研究和认识，所以地质找矿也开始转向一些新的特殊的矿床类型。事实证明每种矿床的成矿模式都有它特有的组成部分，可以作为追踪矿床的有利标志。例如斑岩型铜矿床的成矿模式一般具有下列特点：花岗斑岩岩株及其相邻各类岩（体）的产出状态；在消减带环境中常有安山质火山岩的伴生物；岩体内有铜、钼、金出现既可做为地球化学指南又具经济意义，此外还有铅、锌、银、锰和其它金属在铜矿床周边部的地质异常中；岩体内含铜硫化物及黄铁矿浸染，自矿床向外可以有延长很远的黄铁矿化岩石晕圈增加勘查目标；母岩广泛发生蚀变成为粘土、云母、长石等矿物，蚀变范围也很远并呈环带构造能指导找矿；又母岩经常在与区域构造和岩脉方向一致的情况下强烈粉碎而有利于找到有利的目标。这样斑岩铜矿的成矿模式在“七五”前后已经和还将指导我们在各有利的成矿区带中找到大型或特大型铜矿床。

“七五”期间的地质找矿实践和科研成果使我们在理论指导找矿的认识方面有所提高。

1. “秦岭式”铅锌矿床的成矿模式是30年来在秦岑泥盆系铅锌矿带地质找矿和充分研究国内外铅锌矿床地质特征的基础上于1988年提出来的。是在层控矿床的理论基础上通过岩相古地理等方面的研究，进一步确定为浅海碳酸盐岩及细碎屑岩为容矿岩石的热水沉积—改造型铅锌矿床。它是内礁硅岩套—生长断裂—礁后断陷滞流盆地等三个要素组成，也是生长断裂、礁后断陷滞流盆地和热水（喷气）沉积三位一体的联合作用的结果。在这个成矿理论指导下，几年来在秦岭铅锌成矿带的广大地区内，找到并勘查了很多新矿床，增加了大量铅锌储量。

2. 对于中国环太平洋金属矿床的成矿规律的认识更加深入了。其特点是矿种多、矿床类型多。赋矿层位从元古界、古生界到中生界都有，矿床多呈系列演化，成矿富集作用主要与花岗岩类岩浆活动，特别是与燕山期复式花岗岩有关；矿床常为多金属共（伴）生而且具分带现象。一般言之本区中生代陆相（钙碱性）火山作用和花岗岩岩浆作用及其与有关金属矿化的分带现象自内而外为：花岗—花岗闪长岩带伴有Cu、Mo、Au矿化；闪长岩—二长岩带伴有Pb、Zn多金属矿化；标准的含Li—F型的花岗岩带伴有Sn、W、Ta、Nb、Li等矿化；碱性喷出与侵入岩浆岩带与稀土金属矿化伴生；再有Hg—Sb组合的远成低温热液矿床，其中也常常含有Au、As和多金属。如南岭成矿带是W(Sn)—CuPbZn—SbHg(湘桂黔外带)分带；燕辽成矿带与燕山期花岗岩有关的金属矿床主要是Cu、Mo、Pb、Zn矿床；又东南沿海至华北、东北陆续发现的与斑岩和火山热液有关的Au、Ag矿床，多是受环太平洋构造—岩浆带控制的与中生代火山—次火山作用有成因联系的矿床。在中国东部环太平洋金属成矿带中新建立起的甲乌拉银多金属斑岩系列成矿模式、内蒙大井锡多金属矿床成矿模式、棲霞山双循环热卤水后成成矿模式、江西银山火山—次火—山—斑岩体系成矿模式，南岭西段锡多金属矿床双控成矿模式及多金属分带规律，以及早经建立的赣南脉钨矿床的五层楼模式等对指导找矿均具实际意义。

3. 由于“卡林型”金矿模式的引入和消化，“七五”期间在秦岭、滇黔桂交界，川西北等成矿区均相继找到了微细粒浸染型金矿，而且有的还进一步在寒武系志留系的含金沉积层位建立了所谓“炭泥泥”型金矿。此外如“焦家式”蚀变岩破碎带型金矿床的理论和实践，在赣

东北和吉林也建立了“金山式”韧性剪切带，变质热液金矿床和“夹皮沟”式与太古宙含金绿岩建造有关的复合成因热液式金矿床等。

4. 此外我们还认识到在下列成矿有利的地质背景条件下，可以寻找大型和超大型的有色金属和贵金属矿床。如太古宙绿岩带中找金；元古界和上古生界海相沉积建造及海相火山岩建造中找大型层控式或火山成因的块状硫化物Cu-Pb-Zn矿床；古生界优地槽蛇绿岩套中找岩浆型Cu、Ni、Co、Au矿床；花岗质斑岩体中找Cu、Mo及与其有关的共、伴生金属的细脉浸染型矿床；中生代陆相火山岩—一次火山岩—斑岩体系中找Ag、Pb、Zn、Au、Cu矿床；又可根据指示性矿物、硫化矿石表生氧化带和金属元素的地球化学分散晕等寻找有关矿床，如雄黄雌黄点中找金、铁帽和锰帽中找金银等。

5. 最近还有一些新理论新观点的提出并在建立和发展中，也有利于解释成矿机制和指导找矿。

高旭征同志以地球空间中因某组分的动能、位能和压力能而引起的地球化学位之和为一常数关系的地球化学位守恒原理为基础并通过一定程度的实验，阐述了地球内垂直热扩散作用力伴随的地质作用及地球化学位场垂直场强而形成的地球化学作用，进而说明了内蒙狼山—渣尔泰山地区元古代火山沉积矿床的地球化学位场以及因之而成的金属矿带空间定位、元素地球化学的水平分带及其富集作用等，他认为垂直热扩散作用力在中朝板块边缘部诱起了张力场，进而建立了矿床地球化学位场，形成了白云鄂博铁稀土元素铈矿带，霍各气铜—多金属矿带，炭窑口—东升庙—站生盘铅锌铜多金属矿带的空间定位或亲铁元素带，亲铜元素带的地球化学水平分带。

涂光炽先生提出了低温地球化学问题，他认为硅虽然在 300°C 以上不活动，但在常温低温的一定条件下可以活动，如温泉（ $<100^{\circ}\text{C}$ ）处可见到硅华沉淀，干旱地区的氧化带即地表硅帽，而且经观察所有低温热液矿床（如Au、As、Hg、Sb等）都伴随硅化，所以有所谓“无金不硅”之说，硅是在酸性溶液下活动的，它能溶解上列金属元素使之活化、搬运和沉积。所以在远离热源的岩层中发现了硅化就可能找到金、银、砷、汞、铋、钼等远成低温热液矿床。

（二）树立了地质经济思想加强了各阶段地质勘查工作的矿床技术经济评价。

地质勘查工作是属于国民经济范畴的，本身就是经济工作。但是长期以来我们在地质工作中却缺乏明确的经济观点，致使勘探成果仅具或多具地质效果，即从地质理论上对该矿床的特征和合理程度作出了判断，但在经济效益上却有相当多的探明储量不能发挥作用。有些矿床规模虽大但品位甚低；有些矿床品位虽符合工业指标要求但地处偏远山区区域经济条件差；有些储量属氧化矿，其选冶效果不好；有些工业矿体埋藏很深开采困难，总之在当前国内的技术经济条件下尚不能开采利用，所以造成甚多的“呆矿”积压了大量资金。基于这些经验教训，“六五”期间我们已开始认识到地质经济工作的重要性，先后由地质学术委员会地质经济学组和地质经济中心举办过地质经济学习班，“七五”期间又在学术论文讨论会上交流了这一期间在这方面的实践经验，有些科技课题也紧紧围绕着矿床勘探和开发中的地质经济问题，有的还为生产矿山从发挥其经济效益角度做了技术论证很有成效。由于地质经济工作在矿床勘探和矿山开发的实践中不断开展和深化，目前大家已把地质经济视为地质工作的一个重要组成部分，它是研究地质工作经济规律的重要学科。有色地质系统已经明文规定三个阶段的地质勘查工作都要进行程度不同的矿床技术经济评价。而且即将颁发的中华人民共和国国家标准“固体矿产普查总则”、“固体矿产详查总则”和“固体矿产地质勘探规范总则”，等都分

别规定了进行不同程度的矿床技术经济评价工作。普查阶段要求进行概略技术经济评价,对矿床未来开发的可能性及其国民经济建设的意义做出定性的概略评价,提出是否进行详查的建议。详查阶段进行矿床技术经济初步评价,一般矿床只进行企业(微观)经济效益分析,不能满足阶段决策需要时尚需做国民经济(宏观)效益分析,两者评价结论矛盾时以宏观评价结论为准,其主要任务是初步评价矿床工业综合开发的可能性,提出可否进行勘探的建议。勘探阶段进行矿床技术经济评价,本阶段(对口勘探)的技术经济评价可变因素加多,因此需要多方案进行综合分析比较以求得相对合理准确,如本阶段在地质、技术、经济上与详查阶段无大变化也可沿用详查的技术经济评价,在对口勘探的情况下如矿山设计部门进行了矿山予可行性研究,也可将其技术经济评价主要内容节要纳入勘探报告。其主要任务是对所勘探矿床根据其工业储量的数量和质量以及开采技术、加工技术和区域经济等条件做出可否进行工业综合开发,进行生产建设的可行性结论。虽然我们在地质经济问题上取得了相当进展,但还有待于在广度和深度上继续努力,特别是生产矿山在矿山地质工作中应就储量品位和其他多种技术参数变化情况,进行能否经济合理的持续生产或扩大再生产的技术经济评价。当然应该注意的是地质经济工作,包括工业指标的计算和推荐,以限于地质工作的范畴为宜,没有越俎代庖矿山设计部门矿山建设可行性研究的必要。

(三) 矿产勘查中综合方法的最佳组合进行综合找矿更趋讲求实效和有针对性

综合方法找矿是以地质为基础,即以成矿地质理论和矿床模式以及勘查对象的具体成矿地质条件等为指导,进行地质、物化探、遥感等综合方法进行找矿。在地质勘查中采用综合方法最佳组合是地质勘查方法上的进步,但是最佳组合不是机械的把各种方法手段组合在一起滥用,其实质是所使用的方法手段的目的性要明确,针对性要强,组合要优化,即要凭据矿床成矿地质条件的物性前提,技术方法的使用前提,不同阶段的工作程度和要解决的问题有选择的部署,以利于有效地发挥各专业技术的作用,达到以较少的投入获得较好的找矿效果的目的。一般在新区找矿中其最佳化方法程序是在遥感解译和地质选区的基础上,先做化探扫面(区域化探),随后再在重点区内根据上述原则有针对性的安排有效方法的物化探工作。在重点靶区的选择和验证上,由于区域地球物理场和区域地球化学场是区域矿产地质客观反映,所以在选定的有利成矿区带内只有通过地质调查、地球物理、地球化学等区域勘查工作方能获得各种矿化信息,综合分析研究后对异常源及其反映的矿床地质问题等作出地质解释,然后再从中选出最佳异常区作为进一步找矿的靶区或靶位。对于异常的检查和验证,不但要从地球物理、地球化学本身的角度进行研究,更重要的还是与异常所在地区的成矿地质条件相结合,运用成矿地质理论进行综合分析才能确定最佳的矿致异常进行验证。

(四) 地质科研与生产相结合体现了科研生产一体化,科研为生产服务的方针。

“七五”期间我们在地质科研课题的立项中就注意了这个方针,无论是国家重点科技攻关项目,还是有色地质系统自身确定的科研项目都是如此。其课题均系结合地质勘查工作需要安排的找矿新类型研究以及成矿规律,靶区选择或成矿预测等内容。一般都是就研究区内的区域构造格局及控矿构造,不同沉积岩建造的含矿性,成矿岩浆岩的成因和成矿系列,区域地球化学场特征和典型矿床成矿地质条件及矿床地质特征等方面进行综合研究和论述。从而总结出区内成矿模式及找矿标志,再进一步确定找矿预测原则及远景区划,最后提出最佳找矿远景区的选择和最佳找矿类型的建议。例如《内蒙东部克旗—科右中旗地区多金属矿床成矿规律及找矿预测研究》课题,在预测方法和研究工作上就采用了理论指导找矿,

地质与物化探及遥感地质相结合的综合方法找矿和野外勘查与室内研究相结合的方法，从而筛选出19个找矿远景区，其中Ⅰ级3个、Ⅱ级6个、Ⅲ级6个、Ⅳ级4个，对今后扩大该地区的多金属矿床远景指出了方向，提供了找矿线索，有很好的应用价值。又如《华北地台北缘金矿新类型的成矿规律及靶区选择》课题，通过综合研究在吉林省及辽宁省清源地区选出了Ⅰ级靶区22个，Ⅱ级靶区15个，Ⅲ级靶区16个，还有未分级的靶区13个，所有这些都反映了科研与生产相结合，地质科研为地质找矿服务的方针。这是我们“七五”期间地质科研工作的一大特点。

（五）金银矿床的勘查和矿床类型的建立是“七五”期间地质勘查工作的突出成就。

继大力开展金矿的地质找矿之后，“七五”期间又开展了银矿的地质找矿工作，银矿的地质勘查工作虽然起步较晚，但和金矿一样取得了很大成就。金矿不论是在华北地台北缘和南缘，扬子地台周边部位，还是在槽台过渡带和台块交接地带，都找到了各种类型的金矿。特别是太古宙花岗岩绿岩带和元古宙浅变质含金建造、韧性剪切带内蚀变岩破碎带型金矿和赋存在碳酸盐岩和细碎屑岩中的微细粒浸染型金矿最为突出。对于银矿而言，东南沿海诸省环太平洋金属成矿带上的与中生代中晚期燕山活动有关的火山岩型银矿已经有所突破，前者已有浙东龙岩五步天台大岭口等银矿的勘探，最近在粤东北永梅拗陷火山盆地边缘的梅县嵩溪银矿也有很大进展。这些矿床的类型及成矿模式很可以与北美太平洋东岸的火山岩型银矿对比。上述已发现和勘查的金银矿床不但为发展金银生产提供了原料基地，更为重要的是还从理论上总结出了我国的金矿类型和银矿类型。这些类型的建立既考虑了矿床成因条件，又考虑了赋矿层(体)的时代、类别以及金、银矿物的产出特征，能够较好地指导金、银的野外找矿勘探工作。

（六）地质工作阶段划分认识逐渐得到统一

从固体矿产地质工作的全过程来说，包括区域地质调查、固体矿产普查、详查、勘探和矿山地质等五个阶段。除去区调和矿山地质分别属于基础地质和矿山生产期间的地质工作外，地质勘查工作的三个阶段划分是在各有关地质部门多次讨论后取得的一致意见。这对于协调和统一地质勘查工作的步调，相互交流各阶段的工作经验，以及促进地质勘查工作的科学化、规范化、标准化是必要的，尤其是在这样的共同认识下，目前已经由国家技术监督局标准化司和全国地质矿产标准化技术委员会分别制定了固体矿产区域地质调查总则，固体矿产普查总则，固体矿产详查总则和固体矿产勘探规范总则。这对于地质工作改革和地质勘查报告的“三性”（科学性、针对性、实用性）和“三化”（标准化、数据化、表格化）的实现，可以认为是“七五”期间地质工作的很大成就。

三、改革开放，更多的开拓了地质工作的服务领域

随着改革开放的深化与发展和国际间经济技术的交流，国民经济涉及的科技问题日益增多，“七五”期间地质工作除增加了环境地质、农业地质、海洋地质等内容外，还开拓了更多的服务领域。在有色金属地质方面应予肯定的就有：

（一）电子计算机应用于地质工作。电子计算机的应用和与地质矿产工作有关的多学科专门的数据库系统的开发与利用，为地质工作的技术和管理现代化提供了便利条件。

（二）地质资源形势分析和预测。这项工作是适应国土计划的要求而进行的。通过

它使我们对有色金属矿产的资源形势的全面情况有所了解,大体言之我国的有色金属矿产资源在钨、钼、锑、锡、汞、铋、稀土等矿种上是有优势的,铝有开发条件,铅锌可以自给,铜贫乏,金、银等贵金属有条件进一步发展。这样的形势分析和发展预测基本上反映了有色金属资源在国民经济建设中的保证程度,从而为今后的有色金属勘查工作的合理部署指出了方向。

(三) 矿产资源综合开发利用评价体系的研究初见成效。现有的矿产资源是不可再生的,在这方面我国又并非“地大物博”,必须从过去的资源消耗型发展国民经济的道路转向资源节约型。因此结合我国有色金属矿产多为多金属共(伴)生矿床的实际,充分合理的对其开发利用,既要发挥资源效益又要有经济效益已势在必行。但是这个问题又是贯穿于地质、采矿、选矿、冶炼等全过程,必须做为一项多学科、多层次的综合性很强的系统工程对待。否则单一指标是不可能全面反映其综合利用效果的,所以我们一方面要从认识上把它做为提高矿产资源保证程度的措施,另一方面还要从理论上方法上完善和改进这个评价体系的科学性和实用性。目前我们有的已经以金川铜镍矿、铜录山铜金矿等为对象,进行了这种矿产资源综合开发利用评价体系的研究,既对该矿的矿产资源进行了地质经济分析,又提出了综合开发合理利用的办法,预计该项工作将会得到发展。

四、对今后矿产资源开发和地质勘查工作的建议。

过去四十年我国有色金属工业的发展走的是资源消耗型发展经济的道路。为了发挥资源效益和取得经济效益,我们应该转向资源节约型发展经济的道路。但是今后一个相当长的时间内,我国有色金属消费量仍然处于上升趋势。有色金属年消费量和年生产量之间的差额预计到公元2000年仍将在100万吨左右。铜铝还将大量进口,围绕着总公司发展,有色金属工业的第三高度以及2000年后的持续发展问题,力求有色金属矿产资源逐步达到供求平衡,现对已探明的有色金属矿产资源的开发利用和今后十年的地质勘查工作,从战略角度提出建议如下。

(一) 在地质勘查为生产建设服务方面,既要努力解决老矿山的资源危机问题,又要为新矿山的建设提供资源依据,做好开源工作。

(二) 在充分发挥资源效益方面,矿山企业要按节流方针,依靠技术进步,合理地综合利用已开发的不可再生的矿产资源。

(三) 从现有有色金属资源的保证程度分析着眼,要重点解决Cu、Ag、Sb等急缺矿种的资源问题。

(四) 在地质找矿的技术方针方面,要本着重视基础,加强普查,择优详查,对口勘探的原则,以成矿理论为指导,矿产地质背景条件为基础,综合方法的最佳组合为手段,找到经济效益上可供工业利用的矿床为目的的部署工作。

(五) 在步骤方面可分“八五”、“九五”两个阶段进行有关实际工作。

1. “八五”期间应解决的主要问题是:

(1) 开展老矿山的第二轮找矿及其共、伴生金属的查定工作。并对一个成矿区带内矿山与矿山间的空白地区进行普查,以缓解一批老矿山的资源危机。当然缓解不一定非就地解决不可,必要时实事求是的异地搬迁生产也是可行的。

(2) 在采选冶工艺方面,应从技术经济上探索和解决低品位铜矿和氧化铜矿以及低品位锑矿的工业利用。这将解放一大批已探明的“呆矿”,和为解决新的锑矿资源创造条件。还要在继续探索三水型铝土矿工业利用可行性的同时,抓紧研究一水型铝土矿坑内开采的可行性,因为高铝硅比的露采铝土矿枯竭之后最终将转为坑内开采一般的铝土矿。

(3) 在“八五”期间为“九五”的矿山建设和勘查基地做好准备。

铜矿 重点找矿区带有青海东部祁连隆起地区,内蒙东部额尔古纳地区,滇中和赣东北地区等,其中东川、银山、德尔尼-赛什塘和乌奴格吐山等矿田(区)是勘查重点。

银矿 重点找矿区带是东南沿海火山-次火山岩型银矿区和华北地台北缘东段辽吉东部元古宙含金、银沉积建造分布区,还有华北地台南缘及江南古陆南部地区。其中永梅拗陷的嵩溪、辽东的青城子、吉林的松树川等矿田(区)是勘查工作重点。当然还要注意伴生银的找矿。

锑矿 本来是我国的优势资源,但因近来探采不平衡以及滥采浪费严重,致使锑的可采储量保证程度降低。今后锑的重点找矿区带应是:滇黔桂交界、秦岭西段,湘中等地区的古生界沉积层中强硅化带内的远成低温热液矿床,同时还要注意在找金矿的同时综合找锑。其中锡矿山、半坡、木利、崖湾等已知矿区的外围仍是找锑的有利地区。

铝土矿 除晋中、桂西、黔中、豫西等成矿区带已探明的铝土矿仍有待继续开发外,新的铝土矿资源基地可望在陕北、晋北以及黔北地区形成。如果桂东南贵县一带的三水型铝土矿经工业试验证明有工业利用价值,也可以开展普查工作。其成果将不失为一项开发铝业的新贡献。

镍 除金川、红旗岭、喀拉迈克等重点矿山外,要确保今后年产8—10万吨镍的需要,尚需继续进行东疆黄山地区的镍矿地质工作,其他有望区带有甘肃北山、吉黑东部优地槽蛇绿岩套分布区以及康滇、龙岗、阿拉善等古陆古地块内基性超基性岩带内可能存在的镍矿。

铅锌矿 重点找矿区带应以靠近急需接替资源矿山的华北地台北缘东段及内蒙大兴安岭褶皱带地区为主攻对象,当然湘南粤北地区和秦岭泥盆系铅锌成矿仍应继续找矿。其中应加强内蒙东部西王旗及锡林浩特-林东-扎赉特旗一带的勘查工作以缓解东北地区铅锌资源之不足。

金矿 虽属短缺,但因近期已在全国各地的太古宙花岗绿岩带、元古宙浅变质含金沉积建造、古生代蛇绿岩套及细碎屑岩和沉积层,中生代火山-次火山岩地区发现了很多各种类型的原生金矿以及新生代的砂金矿床。且投入的资金和人力是可观的,工作尚在大力开展中,所以问题的解决当是有望的。

其它有色金属矿种虽非紧缺,但应加强管理杜绝浪费和损失,还要结合当地成矿地质条件的特点,扬长避短发挥各自的矿种优势,譬如在南岭成矿带仍不能忽视或放弃寻找W、Sn、稀有稀土矿;在中国东部、东北部环太平洋成矿带内有印支-燕山期岩浆岩分布的有利构造区带内,应在找Cu、Ag矿床的同时勿忽略钨、锡、铅、锌的找矿。在东南沿海海岸和滨外、潮间带的有利地区也要重视海滨砂矿(钛铁矿、金红石等)的找矿工作。

2. “九五”期间的地质找矿和勘查工作则应视“八五”工作的进展程度和“九五”以后的生产要求而定。预期,一方面要继续“八五”期间未竟的工作,另一方面还要为2000年以后的矿山建设和地质勘查基地,开展更新和更加深化的地质找矿工作。那时开辟国外资源

的找勘战场和大洋海底多金属结核矿产的探矿也是可能的，甚至是必要的。

如前所述，有色金属地质工作在“七五”期间确实取得了相当大的进展和很大的成果。但是地质理论是随着区域地质调查和地质勘查以及矿山地质工作的不断实践和总结而不断发展和深化的，因此我们还要继续通过国内外地质对比，学术交流加以提高。另外“八五”期间我们还要更好的解决地质工作的科学管理问题，以便合理的完善和实现地质工作的深化改革和地质报告的“三性”和“三化”，并在“七五”取得成就的基础上进一步在地质成果和经济效益方面获得更大的成就。可以预言，有色系统的地质工作在国家重视并提高其目前的社会地位的情况下，为了国民经济的持续、协调、稳定的发展，为了满足最近二、三十年仍然需要大量消费有色金属矿产资源发展国民经济的需要，只要我们能够总结前四十年地质工作的经验教训，按着地质找矿新阶段的特点，依靠科技进步，进行理论指导找矿，祇要我们能够走“地质科研面向地质勘查，地质勘查依靠地质科研”的道路，采用有针对性的有效的地质、物化探、遥感地质…最佳方法组合，坚持不懈的发扬艰苦奋斗的实干精神，认真选择好最佳找矿地区和最佳矿床类型，集中必要的力量加速进行工作，我们不但可以力争在“八五”期间取得地区找矿的重大突破，也可以为“九五”期间的矿山建设和地质勘查工作打下良好基础。我们的有色金属地质事业是一定会走出低谷再次得到发展。

我国有色金属采矿科技的进步与展望

中国有色金属学会采矿学委会 黄业英 周晋华

我国有色金属采矿科学技术近几年来有了长足的进步,取得了数以百计的科技成果,为促进有色金属工业的发展起了重要作用。目前,全国年产矿石量达到7000万吨,大型地下矿山的年产量达150万吨;大型露天矿的年产量已高达400万吨。

我国有色金属采矿科技的发展,总的说来,发展还是快的,取得了可喜的进展。在露天和地下矿山中,采用了一系列的新方法、新工艺、新设备和新材料,有些采矿新工艺、新设备已步入世界先进行列;同时,根据采矿学科及有色金属工业发展的需要,进行了一些采矿科技基础理论的研究,并已取得成效,如岩石力学理论等有实用价值的科研成果,以及电子计算机的逐步应用,已开始进入用理论来指导采矿生产实践和矿山设计、建设工作,使之逐步走向科学的新阶段。

一、采矿科技发展的现状

(一) 露天矿山采矿科技的发展

在开采工艺技术上,曾推广横向采矿、横向扩帮剥岩方式;采用陡帮剥岩,因地制宜地按采剥带从上而下横向扩帮;实行分期剥离开采方案;有的矿山改单一台阶为组合台阶和推行平峒溜井漏斗式开采;这些工艺技术的改革与进步,大大的缩短了基建周期,提高了技术经济效益。孝义铝矿成功地应用了松土机-铲运机露天开采新工艺,利用松土机松动破碎岩石,实行了铲装、运输和卸载一机化,取得了良好的技术经济效益。

在国外,也有不少矿山采用分期分区剥采的方式;较多的采用了陡帮开采新工艺,使矿山的剥离高峰期出现较晚,初期生产剥采比小,生产成本低,且缩短了基建时间,最终边坡也暴露较晚,使边坡维护量小;在土岩松软,且采用内部排土场时,用索斗铲铲倒岩堆,或直接排弃到采空区,工艺简单,经济效益好。

在穿爆技术方面,近几年先后在研制成功YZ—35型和YZ—55型牙轮钻机和SQ—100J型高风压边坡潜孔钻机等。这些穿孔设备多是以国外先进技术为基础研制成功的,并有所创新,在性能、结构和效率等方面接近或达到八十年代初的国际水平。爆破器材方面,自行研制了铵油炸药,浆状炸药和乳化炸药等多种型号的工业炸药及其加工机械和乳化炸药连续乳化等先进加工工艺,代表着我国矿用工业炸药的发展方向,与国外工业炸药的先进水平接近,其中乳化炸药的制作加工技术,还作为技术出口项目,取得良好的经济效益。

在装药机械化方面,在使用铵油炸药和浆状炸药进行爆破作业时,国外大都使用机械化装药,形成了多种不同的装药车,混装车机械化系统;近几年由于乳化炸药的出现,又研制了专用的装药车、泵送车和混装车。据报导,苏联露天矿爆破作业的装药机械化水平达80—90%,保证每米深孔崩矿量增加8—10%。我国近几年也研制成功RHC—8乳化炸药混装车,

且应用效果良好,标志着我国露天矿装药机械化水平进入了世界先进行列。

此外,我国在露天矿深炮孔堵塞技术,爆破震动监测,以及爆破数模与计算机模拟技术方面也取得较大进展。我国科技工作者近期提出了三维岩体台阶爆破数学模型,模型根据应力波理论,计算出岩体应变场,以强度准则作为岩石的破坏判据,首先计算出均质连续弹性台阶岩体的爆破块度分布,在此基础上,进一步考虑了天然岩体的块度分布。根据模型编制了BAST计算机程序,利用它对德兴铜矿难爆矿岩的爆破参数进行验算和最终检验,结果表明,在较硬岩体中应用该模型计算块度分布时与摄影方法获得结果相近。该模型还将单孔爆破问题的处理引伸到多孔群药包爆破应力波的干涉和叠加,从而使模型更趋近于实际。

在海滨砂矿开采中,去年研制成功适用小型船采的工艺和设备正在海南海滨钛锆砂矿开采中推广应用。

(二) 井巷掘进工艺和设备

竖井掘进中,已完成了掘进的机械化配套,机械化作业线的配套设备有外回转凿岩机、环形(或伞形)钻架、靠壁式(或环形轨道式、中心回转式)抓岩机、1—4立方米吊桶、专用提升机和稳车,以及自动翻碴装置等组成。同时,采用高威力防水炸药、中深孔(3—4米)光面爆破、锚杆支护、激光导向、链球自动翻碴、短段掘砌和多层吊盘掘、砌(或掘、砌、安)平行作业等一系列工艺技术措施,取得了良好技术经济效益。掘进速度可达100米/月左右。平巷掘进也基本上实现了机械化作业,研制采用了多种气腿式凿岩机、外回转凿岩机和液压凿岩机;双机和三机凿岩台车、全液压凿岩台车;多种铲斗式凿岩机和铲插式装岩机以及斗式列车、皮带转载机,梭式矿车及梭式列车等设备,组成了多种形式的机械化作业线。汝城钨矿近几年来一直采用全液压凿岩机及凿岩台车、梭式矿车等设备组成的作业线掘进,月进尺稳定达到150米左右。

天井掘进虽目前多采用普通法、吊罐法、爬罐法、深孔凿岩分段爆破法。但近几年来,钻进法取得较大进展,其设备已在有色金属及煤炭、冶金、建材等系统10多个矿山推广应用了近70台,钻井2万多米,其技术经济和社会效益都较显著。最近,又开始斜天井和盲天井钻机的研制并制定了天井钻机的国家标准,可望近期有较大的发展。

(三) 岩石力学与矿山支护

矿山支护技术以及整个采矿技术的进步,都与岩体力学理论和地压活动控制研究成果的应用密切相关。在岩石力学理论上,研究了以弹性力学为基础“轴变论”,分析了不同断面形状平巷周围的应力状态,为合理选择巷道断面提供了理论基础;用流变学理论分析井帮围岩的应力应变状态及其与时间的关系、井巷围岩与支护互相作用的机制及采场顶板矿柱应力应变及位移,为支护合理选型及岩体应力应变分析提供了一种新的方法。在工程应用上,解决了露天矿边坡稳定性分析及潜在滑体的加固;缓倾斜矿床开采的地压控制;急倾斜脉状破碎矿床采空区的有效控制;以及矿山井巷的支护问题,从而逐步改变了矿山设计中地下采矿方法选择、采场构成要素的确定、回采顺序、支护方法、充填机理、地下开采岩石移动角的确定等基本上依靠经验类比法选取的落后状态。如采场顶板控制技术中,在高锚固力锚杆和长锚索工艺完善的基础上,进行了“长锚索和锚杆群联合支护工艺”的研究,并在凤凰山铜矿、铜录山铜矿等矿的大型采场中应用取得良好效果;在下向充填法中假顶胶结充填体稳定性与配筋、进路的合理尺寸;自然崩落法的大量底柱巷道的维护;以及VCR法的凿岩洞室支护及稳定性;采矿过程中岩帮的塌落和充填体的稳定性等方面,都取得较大进展。

此外,近几年来从矿山安全预测的大范围控制、小范围精测的发展方向出发,研制成功了多通道微震系统、震动波谱顶板浮石检测装置、智能化岩体测声系列、智能化顶板位移警报系统等一系列监测设备,使我国矿山安全向监测系统化、现代化大大前进了一步。

近几年来,注浆工艺,设备和材料方面的研究成果,已在矿山井巷工程预注浆治水、淹井处理工程,以及大面积矿区防治水、松软岩层中的井巷围岩与露天矿边坡加固工程中得到应用,获得较好的技术经济效益。

(四) 地下采矿方法的发展

采矿方法的发展,主要表现在继VCR采矿法的研究取得成功并推广后,全尾砂高浓度机械化胶结充填法的试验成功是近期采矿方法进步的重要标志。

目前,留矿采矿法应用比重约占40%,仍是开采急倾斜薄和中厚矿体,特别是薄矿体的主要方法,近期对该法进行了多方案的研究,取得一些进展;空场采矿法约占20%,主要应用全面法、分段法和阶段深孔崩矿等回采方法;崩落法约占30%,主要采用有底柱分段崩落和阶段崩落法。目前,中条山铜矿正进行引进的矿块崩落法工业试验,可望取得较好的技术经济效益。安庆铜矿也在进行“大深孔高阶段(120米)矿房采矿一次充填采矿法”的试验,亦可望取得成功。

充填采矿法是近几年发展最快的方法,其生产比重已超过10%,除了常规的上向分层充填和下向分层充填法外,研究了上向或下向分段胶结充填法和大规模采矿的高效率阶段充填法等机械化回采新方案。在一些应用充填法的矿山采用了斜坡道开拓采准,局部采用了无轨采矿设备,用金属网、锚杆和长锚索加固矿岩,建立了管道充填设施,从而大大提高了矿山的生产能力和工效。目前,采场或盘区生产能力已达到400—1000吨/日,采矿强度达到5—7吨/平方米²·月。但在采用常规充填法的矿山,机械化作业水平不高,采场生产能力一般只有30—60吨/日,采场工效为5—14吨/工班。

充填采矿法近年来的发展,主要表现在:1.因地制宜地正确选择和合理应用充填采矿法并创造出新的回采方案,如凡口铅锌矿在急倾斜厚矿体中应用胶结充填和水砂充填,分矿房矿柱两步骤回采。2.从水平分层充填逐步向盘区机械化回采分段充填和大孔采矿大规模回采阶段充填的方向发展。金川有色公司龙首矿和二矿区在急倾斜厚、大、深、碎的矿床中,应用全胶结分步骤回采的充填法,其回采方案从上向水平分层发展到上向或下向高进路水平或倾斜分层机械化盘区回采,并初步试验成功VCR大孔采矿阶段充填。3.会泽铅锌矿、锡矿山南矿、凤凰山铜矿、铜录山铜矿等在充填法试验研究中,其回采和充填工艺技术都有所创新,取得显著的技术经济效益。

在国外,近10年来充填采矿法也有长足进步。如采准、切割和回采作业已基本实现全部机械化,已进入用无轨采矿代替有轨设备,电耙、气动装运机和气腿式凿岩机的新时期,工效已达到40—50吨/工班;广泛采用尾砂水力充填和尾砂水泥胶结充填,创建了机械化和自动化程度较高的使用立式湿式砂仓的砂浆制备系统、高浓度管道输送系统及设施;逐步完善了胶结充填工艺,采用廉价的充填胶凝材料,简化充填料的加工和制备,并开发了粗骨料胶结充填、块石胶结充填和高浓度全尾砂胶结充填等技术,从而赋予充填采矿法更高的竞争能力。

(五) 地下采矿机械化的发展

地下矿山采场机械化水平,近几年有了很大的提高,一些矿山已基本实现了机械化作