

**我国有色金属工业
2000年的发展前景和对策研究
参 考 资 料**

目 录

2000年有色金属工业展望·····	(1)
2000年我国有色金属矿产地质与勘查技术发展预测·····	(11)
2000年我国有色金属矿产资源展望·····	(19)
2000年我国有色金属矿山开采技术的展望·····	(23)
2000年我国选矿发展的预测和对策·····	(30)
我国重有色冶金技术的发展道路和对策·····	(36)
我国铜、铝材加工工业现状及发展的对策·····	(43)
有色金属的广泛应用和发展趋势·····	(45)
借鉴国外经验,加速发展我国有色金属工业·····	(60)
我国2000年有色金属需求量预测·····	(64)
国内外铝工业的水平与差距·····	(71)
2000年我国铝工业的预测和对策·····	(91)
炼铝用炭素制品国内外水平及差距·····	(99)
氟化盐工业国内外水平及差距·····	(104)
国内外镁工业概况及预测·····	(111)
国内外钛工业概况及展望·····	(125)
2000年我国铜工业研究·····	(140)
我国铜冶炼技术的展望·····	(152)
我国铅锌工业的现状与发展对策·····	(159)
我国锡工业的现状和预测·····	(170)
我国镍工业的发展·····	(183)
2000年我国的钴工业·····	(196)
发挥我国铟的优势,开发铟的国内外市场·····	(204)
汞工业的现状、前景与对策·····	(215)
2000年我国的金银工业·····	(220)
2000年我国的贵金属工业·····	(223)
开发资源优势,创有色金属水平·····	(236)
我国铂工业前景展望·····	(244)
2000年我国钽工业将有巨大发展·····	(252)
2000年铌技术发展趋势和预测·····	(257)
铈、钆2000年的预测及对策·····	(264)
2000年锂的发展趋势及预测·····	(269)
对发展我国铍工业的研究·····	(277)

稀散金属工业的地位.....	(289)
2000年我国稀土工业的发展趋势及预测.....	(293)
2000年我国的半导体材料.....	(301)
国内外工业硅的技术水平及差距.....	(311)
我国有色金属工业企业管理现代化的初步探讨.....	(316)
预测技术.....	(330)
决策技术.....	(343)
全面质量管理.....	(355)
价值工程.....	(362)
网络计划技术.....	(373)
优选法.....	(380)
全面计划管理.....	(389)
目标管理.....	(393)
专门人材结构预测与分析.....	(401)
人力资源管理.....	(405)

第一章

画图基本知识

§1. 线型比例与图纸规格

一、线型 (见表 1-1)

机械图样中所用到的线型有:

1. 粗实线

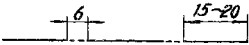
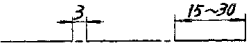
线条粗度 $b=0.4\sim1.2\text{mm}$, 常用 $b=0.6\sim1.0\text{mm}$, 它用于表达机件的可见轮廓线和图框线等。

2. 虚线

线条粗度 $=\frac{b}{2}$, 用来表达看不见的轮廓线。

3. 细实线

表 1-1 图线及画法

序号	图线名称	图线种类	图线粗度 b
1	粗实线		$b=0.4\sim1.2\text{mm}$ 常用 $b=0.6\sim1.0\text{mm}$
2	虚线		$b/2$
3	细实线		$b/3$ 或更细
4	点划线		
5	双点划线		
6	波浪线		

近20倍。

当然世界上工业发达国家，有色金属是有出有进的，这是正常现象。美国有色金属资源丰富，生产品种齐全，产量居世界首位，但为调节产销平衡，1980年还进口十种有色金属153万吨。日本有色金属资源贫乏，产量虽居世界第三位，但品种不齐，1980年进口十种有色金属130万吨，同时还出口23万吨。苏联除进口钨、锡、铝土矿等矿产外，其余基本上是自给自足。西德、英国、法国的有色金属产量均小于消费量，每年都进口大量的有色金属。而我国1965年以前，出口创汇多于进口用汇约14亿美元，但到1966年以后，由于出口量没有明显增加，而进口量越来越多，变为进口用汇多于出口创汇28亿美元。

二、我国拥有丰富的矿产资源

我国有色金属资源丰富，品种比较齐全，这是众所周知的事实。评价我国有色金属资源在世界上地位，由于我国储量的计算标准和勘探的程度，同国外比存在着明显地差别，因而只能作大体的比较。一般讲我国钨、锑、稀土等矿产储量居世界首位，钨的储量约占世界总资源量的60%左右，锑的储量约占世界总资源量的30%左右，稀土氧化物的储量占世界的90%，这些矿产资源在世界上都具有明显优势。铅、锌、锡、铝、汞等矿产储量也居世界前列。我国铝土矿资源也很丰富，是世界上迄今为止少数几个铝矿资源超过10亿吨的国家之一。

我国还陆续探明一些矿体分布比较集中，规模又比较大的矿床和矿区，包括一个铜矿、两个铅锌矿、两个锡矿、两个铝矿、四个铝矿、一个镍矿和一个多金属矿。有的正着手开发利用，有的正准备开发，这些将逐步形成我国有色金属生产基地。

我国有色金属资源虽然丰富，但开发利用起来还有一些问题值得注意：

1. 我国具有资源优势的钨、铝、锑、汞、稀土等矿产，由于应用领域没有新的突破，传统的需求量增长较慢，不可能向国际市场大量增加出口。这些矿产的资源优势短期内难以充分发挥作用。

我国出口的有色金属产品，创汇最多的是钨精矿，其次是锡，再次是锑。近几年来，钨精矿出口量基本稳定，没有大的起色。锡由于产量下降，出口量也相应减少。锑的出口也比较平稳，波动范围不大。总的来看出口创汇没有明显增加。

特别值得注意的是，在国际钨市场上我国钨精矿出口量一直居首位。正常年景全世界钨精矿消费量约8万吨，其中耗钨较多的苏联、美国以及西欧还自产两万多吨，国际市场上贸易量一般只有5万吨左右。前几年国际市场萧条，钨精矿一度滞销，最近经济稍有复苏，但起色不大。近几年来我国注意钨制品出口，在市场上略有起色，但质量不高，缺乏竞争能力。如硬质合金我国某些单项产品赶上国外先进厂家水平，但总的水平低于瑞典、美国、日本的名牌产品，而且品种不全，不配套，影响国外销路，目前出口量很少。

过去中国盛产锡矿，出口量也居前列。近几年玻利维亚和南非的锡工业已有较大发展，锡产量已和我国大体相当，而出口量则超过我国，致使我国出口量仅占国际市场15~20%。因此，国际市场上钨、锡的容量都有限，不可能大量增加出口。

2. 目前国民经济中短线材料一铜，现探明资源仅次于智利、美国和赞比亚，而在世界上居第四位。但国外铜矿石品位比我国高，以非洲和拉美各国最富，赞比亚约为3.5%，扎伊尔约为6%，智利约为1.5%，而我国平均在1.0%以下。但经过三十多年大规模的开发利用，凡是交通方便，埋藏较浅，品位较富，易采易选的矿床，多数都已开发利用了。到1980年

末止，已经生产和正在建设的铜矿山，准备利用资源已占总储量的41.6%，近期还可能利用资源约占总储量的9.9%。在这些暂时不能利用资源中，多数地处偏僻、交通不便、经济落后，资源开发受外部条件很大限制。如西藏的玉龙和多霞松多铜矿、青海的玛沁德铜矿，外部建设条件太差，本世纪内都开发不了，这几个矿区地面标高都在4600~4900米之间，气候条件恶劣，一般人都难以适应。因此，目前可供利用的有效资源不足，远不适应铜业的发展需要。

3. 我国紧缺的一些矿产锡、钨、金、银等，可供利用有效资源也有问题。我国锡的储量居世界首位，但我国锡的产量已从过去的世界第三位，下降到世界第六位。锡的出口量目前只相当于过去最高时的十分之一。从资源上看，经过多年开采，好矿基本吃尽，现有资源多数都是多金属矿，埋藏较深，采选技术十分复杂，许多储量近期都难以利用。我国的钨资源，数量上虽居世界前列，但因多为伴生矿，采选冶炼技术都困难，尚难充分利用，而金、银等贵金属，目前探明资源并不多，金的储量虽居世界第三位，但仅占世界总资源量的3%，银主要是伴生矿，单独银矿较少。

三、矿山是有色金属工业的基础

建国以来，有色金属矿山发展速度很快，年平均增长率为15%左右，现已建成县属以上的矿山500多座，形成年采掘能力约一亿吨，是我国一项较大的采掘工业。我国有色矿山由于受到资源、技术、管理等方面限制，以中小为主，全国平均的矿山规模日产矿石只1000多吨，井下矿山只670吨。按产量比重看，日产3000吨以上的只占10%，日产1500~3000吨的也只占10%，而80%都是日产1500吨以下的。由于大、中型矿山的劳动生产率一般要比小型矿山高3~5倍，因而国外比较注意发展大型矿山，目前美国、苏联、加拿大、澳大利亚、巴西等国拥有年产矿石1000万吨以上的大型矿山近一百座。

我国有色金属矿山还由于资源条件的限制，过去都以地下开采为主，特别是钨、锡、汞、铅锌矿山几乎都是地下开采，铜、铝的地下开采量也在60%左右。我国露天开采的比重目前只占全部有色金属矿石开采量的32%（其中脉矿为15%，砂矿为17%），今后随着许多接近地表的有色金属矿产资源不断开发，如德兴、铜山口、会东、厂坝、永平、金堆城、孝义等露天矿建成，以及部分地下矿山改造为露天矿，如铜录山、丰山矿，再加上海滨砂矿和老尾矿的扩大生产，露天开采比重将会有很大提高。露天矿山与地下矿山相比，虽然基本建设投资较高，但一般都具有建设速度快，生产条件好，矿石回采率高，采矿成本低，作业安全，适合于采用大型高效率设备，有利于进行科学管理等许多优点，因而国外十分重视露天矿发展，美国金属矿山露天开采比重1969年为84%，1978年上升到88%。苏联三分之二有色金属矿山都是露天开采的。

我国有色金属矿山的技术和装备水平，要比国外先进水平落后15~20年，采用国外五十年代到六十年代的技术装备，因而生产效率低，经济效益差。老矿山技术改造要从技术、装备、管理三个方面同时入手，尽量采用配套和适用的先进技术和装备，提高矿山现代化管理水平。建国以来我国有色金属矿山已研制成功三十多种电力有轨机械设备，具有结构简单，运转可靠，操作和维修方便等优点，并已有多年应用的经验，采用这些技术装备技术上容易掌握，经济上比较合算，生产上能见到实效。

矿产资源是矿山生产的对象，采一吨就少一吨，存在着矿山能力逐步消失问题。老矿山

越向深部开采,采掘技术越困难,生产能力也逐年下降。就是说矿随开采而消耗,矿山能力逐步下降最终直至消失,这就是矿山开采的客观规律。我国主要的铜矿山多数是在1965年以前建成投产的,现已进入开采中晚期,生产能力逐渐消失,我们估计1980~1985年将有个别矿山闭坑,消失生产能力约25%;1980~2000年将共有22个矿山闭坑,消失生产能力约65%。当然2000年以前现有老矿山还能增加新的储量,消失能力会相应减少。因此,在抓紧老矿山持续生产的同时,需加快新矿山建设,这是开发有色金属工业的关键所在。

有色金属矿由于原矿品位低,一般需要富集以后才能进行冶炼。目前提炼一吨铝需用4吨铝土矿,而提炼一吨其它有色金属,则需要处理几十吨、一百多吨甚至几百吨矿石,因此选矿是一个重要环节。建国以来,我国已建成大、中、小型选矿厂近千座,日处理矿石能力达到20万吨以上,并使用了浮选、重选、磁选、静电、光电、粒浮、混浆、氰化以及水冶等各种选矿方法,多金属矿还采用联合选矿流程。七十年代以来,国际上由于对矿物原料需求增加,加上矿产资源日益贫乏,复杂难选矿石增多,各国对有色金属选矿更加重视,选矿厂规模不断扩大。美国、苏联、加拿大和智利等国拥有日处理几万吨矿石的大型选矿厂几十座,并广泛采用新工艺、新药剂、大型高效设备和最佳化自动控制。我国有色金属选矿在个别环节上(如钨锡细泥的重选工艺和设备),已具有国际先进水平,但从总体看,不论是工艺、装备、药剂、环保、自控技术和耐磨材料方面,与国外比都有一定的差距。

四、改进中的重有色冶炼工业

在重有色金属中,目前铜仍以火法冶炼为主,约占80%以上,其中反射炉占50%,闪速炉占18%。湿法冶金主要用于氧化铜和残矿的浸出。七十年代以来,国外火法炼铜技术的发展趋势是大力发展闪速炉熔炼,并用喷吹或喷撒技术改造现有的反射炉。在现代大型炼铜厂中,鼓风炉逐渐减少,但进行了许多强化鼓风炉熔炼的试验,苏联使用富氧空气,提高了熔炼强度,烟气经过回收单体硫后,还可制取硫酸。预计用现代技术装备的鼓风炉,将发挥很大作用。七十年代出现的三菱连续炼铜法和诺兰达炼铜法均未达到推广应用的程度。

我国现有铜冶炼厂16座,基本上沿袭传统的炼铜方法。各种炼铜法比例是:鼓风炉占36%反射炉占18%,白银炼铜法占15%,电炉法占13%,闪速炉刚开始建设,形成了各种工艺并存的局面。我国炼铜工艺都是因地制宜采用的,白银炼铜法适合白银矿石含硫高、熔点低的特点,云南冶炼厂采用电炉熔炼适合云南地区铜精矿含氧化镁和氧化钙高和熔点高的特点,各有自己的长处。主要由于受到资源条件限制,炼铜厂规模不大,机械化和自动化水平不高,这些方面与先进国家相比有明显差距。

建国以来我国铜加工业有很大发展,现有大中小铜加工厂一百余家,铜材广泛用于国防军工和国民经济各部门。但与先进国家比,我国铜加工业品种少,规格不全,质量低,铜材的组织性能不均,尺寸精度低,表面质量差,因而出口竞争能力差。我国现有的大型铜加工厂,基本上是五十年代的装备水平,而中小厂差距更大。国外已向大型化、连续化、控制精确方向发展。

铅的冶炼国内外基本上都是采用传统的烧结—鼓风炉法,产量占80~90%,另外铅锌鼓风炉产铅约占10%。主要差别在于国外炼铅厂规模较大,装备大型烧结机、鼓风炉和烟化炉。机械化、连续化、自动化程度较高。

近几年我国产铅的比例是,湿法炼铅48.5%,竖缶法33%,横缶法4.5%,鼓风炉法14%,

我国不用电热法。同国外相比，湿法炼锌所占比例低于国外，国外占74%。竖缶法目前国外只有美国、日本和西德保留，但六十年代以后就没有再建新厂，而我国目前所占比例还相当大。横缶法由于污染严重，操作条件恶劣，在不少国家已被淘汰，我国也是逐步减少趋势。

五、优先发展铝工业

发展铝工业的基本条件为铝矿与电力资源。我国是世界少数两者兼备的国家。我国铝矿储量在10亿吨以上，为一水硬铝石，大部分又系高硅铝土矿，在国外普遍认为是属于技术上难处理的矿石原料。我国用烧结法、混联法处理一水硬铝石生产氧化铝，在碱耗、实收率、镓回收及赤泥用于生产水泥等方面已取得显著成绩，有的方面还达到世界先进行列，突出的差距是能耗大，劳动生产率低。我国如采用国外串联法、高压溶出等先进技术，将大大缩小与国外先进水平的差距。由于我们掌握了对一水硬铝石经济利用的独到技术，就为充分利用我国铝矿资源打下基础。按现有铝矿储量估算，年产250万吨铝时，服务年限在50年以上。另外2000年以前，山西、河南、贵州以及广西地区，还能继续增加新的储量。浙江、安徽地区还有丰富的明矾石，四川西部有大量的硫磷铝镓矿，东北地区有菱石矿，尚待开发利用，可以作为生产氧化铝的补充原料。

我国电力资源特别丰富。煤的远景储量估计可能达到6000亿吨。水能居世界第一位，可能开发的水能达3.7亿千瓦，年发电量19,000亿度。今后国家决定重点开发能源，加快电力工业建设，预计2000年全国发电量将达到13,000亿度，实现铝工业的发展目标，用电量在450亿度左右，只占全国发电量的3.5%。我国能源资源，主要分布在西北、华北、西南及中南地区，约占全国能源总量的89.8%，这些地区建设电解铝厂能够提供较为充足电力。

因此，我国既有大量的铝矿资源，又有相当丰富的水力和煤炭资源可供利用，还具有极其充足的劳动力资源，已建成铝工业基地掌握了一定的铝生产技术，铝的生产成本和建厂投资都比国外为低，经济效益较好，尤其从长远看，我国具有发展铝工业的各项有利条件，实现2000年的发展目标是完全可能实现的。

至于铝材生产方面，总公司所属加工厂，过去专为军工服务，现在军民兼顾，正积极改变产品结构，适应消费品生产的需要。国外铝加工业加工材品种不断增加，质量好，精度高。而国内品种不全，特宽、特厚、特薄板尚不能生产，产品质量和精度与国外比都有很大差距。国外熔铸工艺普遍采用过滤净化处理的新技术，提高熔铸的纯洁度；挤压工艺普遍采用反挤压、连续挤压、冷挤压和等温挤压工艺，用电子计算机程序控制；并用大型、高速、连续、自动、精确控制和节能为特征的先进装备。而国内这方面差距特别明显。

六、发展中的贵金属工业

贵金属主要是金、银和铂族元素。世界黄金资源约6万吨，其中20%为伴生资源。我国黄金资源居世界第五位。目前世界上有三十多个国家生产黄金，产量为1200吨，其中副产黄金120吨。我国黄金产量居第六位。我国黄金资源以脉金为主，约占85%，并以中小型为主，多为地下开采。另外我国还无单一银矿，银的来源主要依靠铜、铅、锌矿中回收。

我国黄金工业突出问题是，地质勘探工作做得不够，后备资源不足，现探明资源分散，缺乏大矿富矿，技术装备落后。另外按储量计算，伴生金占46%，在50座铜矿中都含有不同品位的金、银，应十分重视这部份资源综合利用工作。

铂族元素是当代电子、信息、新能源、医学、军事及尖端科学中的重要材料，世界铂族元素储量约3.7万吨，主要集中在南非和苏联，年产量200多吨。

我国铂族金属工业是新兴工业。90%铂族元素也与硫化铜镍矿共生，储量居世界第六位。近几年铂族金属产量增加3倍多，但不能满足国民经济发展的需要，多年靠进口，比例高达85%，按目前美国和日本消费水平，今后需求量还会有很大增长。

七、正在兴起的稀有金属工业

稀有金属种类繁多，在有色金属中约占70%，稀有金属及其合金和化合物，由于具有特殊性能，如钨、钼、钽、铌，具有熔点高、强度大、耐腐蚀的特性；铍、锆、铪具有反射、减速、吸收中子的特性；周期表上最轻的锂是最优良的高能燃料；稀散金属和硅具有半导体性，因而是飞机、火箭、导弹、潜艇、原子能发电要求的超高强度、超高温、超高压、超高真空和抗腐蚀等方面材料，也是半导体、光导、超导、激光、光纤、太阳能等方面功能材料。

现代科学技术发展不仅对稀有金属提出迫切要求，也为稀有金属工业发展提供了先进工艺、设备和基础理论，如电子轰击、等离子技术、高真空、高温、高压、离子交换萃取分离等。稀有金属在新材料科学中占有重要地位。

我国稀有金属资源丰富，品种比较齐全，有些具有明显的资源优势，稀土储量居世界首位，储量占世界总储量56%，钨、锂、铍、钽、铌等储量均居世界前列。解放前我国稀有金属工业是空白，解放后依靠自己力量自力更生建立起来，六十年代实现了工业生产，现已掌握了从地质、采矿、选矿、加工、冶炼、检测、防护等的一整套技术，为我国原子能、气弹、卫星、潜艇、航空及电子工业发展提供了大量材料，后来又冶金、石油化学、轻工、农业等领域得到较广泛应用。目前主要稀有金属产品可以自给，并有少量出口。但我国稀有金属工业与国外相比还有很大差距，生产规模小，工艺设备落后，金属实收率低，品种不全，质量差，价格偏高，应用面窄等，需要迎头赶上世界先进水平。

八、今后有色金属需求的预测

开展2000年中国有色金属工业的研究，是根据党的十二大提出的宏伟战略目标，通过对有色金属各行业和国民经济各部门的研究，通过对历史和现状的科学分析，来探索从现在起到本世纪末我国有色金属工业发展趋势，描绘出2000年的具体图象，研究达到战略目标各种可供选择的途径，以及需要采取对策，以便向领导部门提出供决策用的建议。因此，开展对发展前景的预测是一项十分重要工作。

国外各部门越来越重视对预测的研究，西方不少著名的预测机构都开展有色金属工业发展前景的预测，并发表各种预测方案，普遍认为2000年有色金属总趋势是持续发展的势头，应用领域不断扩大，需求量不断增加，一般都持乐观的态度。纵观二十年来，世界有色金属产量增长很快，1960年10种有色金属产量为1552万吨，1970年增加到2656万吨，平均增长率为5.52%；1980年又增加到3838万吨，较1970年平均增长了3.75%，美国原料政策委员会对今后需求预测如下：

品 种	1980年		1985年		1990年		2000年	
	生产量	消费量	需求量	与1980年 比较平均 增长率	需求量	与1985年 比较平均 增长率	需求量	与1990年 比较平均 增长率
铝	1605.3	1532.6	2059	6.1	2730	5.6	3800	3.4
铜	936.4	935.1	1134	3.9	1600	7.1	2360	3.9
锌	614.5	609.8	825.3	6.2	(1000)	3.9	1202.2	1.9
铅	510.1	529	(700)	5.7	(900)	5.1	1100	2.0
镍	74.9	71.7	90.5	4.7	(110)	3.9	131.4	1.8
镁	32.1	21.7	31.1	7.4	(50)	9.9	86.2	5.6
锡	19.7	17.7	30.1	11.2	(35)	3.1	39.3	1.2
钛	8.4	10.4	13.9	5.9	16.3	3.2	27.7	5.4
锑	6.2	(5.7)	15.3	(21.8)	17.1	2.2	30.7	1.9
汞	19.1万瓶	10.7万瓶	26万瓶	19.2	27万瓶	0.7	29.5万瓶	0.9
合计	3837.7	3731.7	4899.2	5.6	6458.4	5.7	8767.5	3.1
铝	9.4	8.3	10	3.7	12.2	4	18.1	4.0
钨	3.6	3.7	4.4	3.5	5.1	2.9	7.1	3.4
稀土	2.8	2.7	3.3	4	4.5	6.3	8.1	6.0

注：生产量、消费量、需求量中有括号者为估计数。

近年来，冶金部情报研究总所、北京有色冶金设计研究总院相继开展需求的预测研究，鉴于有色金属是国民经济中重要的原材料工业，种类繁多，应用十分广泛。通常有色金属的消费与国民生产总值和国民收入（国外为国内生产总值）密切相关，一部分有色金属还与钢材消费、电力增长有一定的比例关系，因而一般都通过研究相关关系来探索有色金属的变化规律。当前国内有关单位研究有色金属的预测技术，除了采用国际上通用的时间序列法、回归分析法、弹性系数法、指数平滑法等预测方法外，还结合有色金属的特点，通过研究有色金属与钢产量比例变化，通过研究各直接消费部门增长速度等来预测有色金属的需求量。另一方面，许多单位都在探索和研究有色金属的发展趋势，铝是有色金属中产量增长最快的一种，在建筑、运输、包装、轻工及人民生活方面用量急剧增加，还有广阔的国际市场可以出口，发展前途很大。而有些衰落金属铅、锑、汞则因新用途不多，传统市场有点维持不住，

消费水平停滞不前。用量较多的铜，需求虽然增长很快，但鉴于国内资源条件限制，自给程度还可能下降，要长期处于限制使用状况，这些发展趋势都是进行预测的重要背景材料。

冶金工业部情报研究所采用因果关系回归法、消费强度法和色钢比法，提出2000年有色金属需求量600万吨的预测方案。另外参加“2000年的中国有色金属工业研究”的7个设计研究院采用多用预测方法，提出2000年有色金属需求量450~500万的预测方案。现就几个主要金属品种阐述如下：

铝 铝是没有发展前途的一种金属。近三十年来世界原铝产量增加近12倍，在金属材料中仅次于钢而居第二位。我国的铝主要用于输电导线、加工铝材、铝制品、炼钢及铁合金等行业，约占铝消费量70%。预计2000年时我国铝的消费结构将发生变化，铝材及汽车用铝将有很大增长，其它行业用铝比例将相应下降。预测2000年我国铝的需求量将达到230~250万吨，1980~1990年平均年增长率为9.2%，1990年~2000年平均年增长率为7.7%。这个发展速度高于其它金属。

铜 铜广泛应用于电气、国防、机械、运输等各部门，铜的消费量仅次于铝、在金属材料中居第三位。多年国际市场上铜供应充裕、未出现短缺现象。

从1950年到1980年止，我国铜产量增长75倍，年递增率15%，发展速度是快的。但随着国民经济迅速发展，我国铜的消费量迅速增长，但自产铜不能满足消费的需要，每年都靠进口铜来平衡，到1980年止共进口200多万吨。由于铜供应短缺，长期以来我国采取限制供应方针，或者尽可能地以铝代铜。

据美国斯坦福国际研究所预测，1980~1990年世界精铜消费量平均递增率为2.6%，1990年需要精铜1240万吨；1990~2000年递增率为1.9%，2000年需要精铜1500万吨。对我国铜需求量预测考虑了我国铜矿资源条件、铜的代用品情况及不能长期大量依靠进口等因素，预计2000年时需求量为80~90万吨。年递增率1985~1990年为2.65%，1990~2000年为3.45%，均高于国外增长速度。

鉴于铜矿是薄弱环节，现有能力还将不断消失，预计2000年时将消失生产能力65%，要维持现有水平，还需增建新点补充。我国铜矿特点多而分散，大而富的矿很少，有些大型矿则位于建设条件较差地区。预计本世纪能着手开采，提供铜产量只能满足需求量60%左右。

铅锌 世界上对铅锌的需求量也较大，仅次于铝和铜。预计今后15~20年世界对铅锌需求量每年将分别达到800万吨和1000万吨。因铅锌资源丰富，估计不会出现供应短缺局面。

我国铅锌资源虽然丰富，但目前生产水平不高，供不应求，1950~1980累计进口铅锌近百万吨，目前铅的供应尚能自给，但锌缺口不断扩大。预测2000年时铅锌需求量将达到120~150万吨，其中铅40~50万吨、锌80~100万吨。锌的增长速度高于铅，这正好与我国锌高铅低的资源特点相适应。

预测2000年时有色金属工业前景图象大致如下：

1. 我国有色金属消费将达到很高水平

过去30年，我国有色金属消费年平均增长速度为12.1%，为同期工业总产值增长速度1.16倍，预测今后20年，年平均增长速度仍将保持为5.5~7.0%。预测2000年时，按国民生产总值计算的有色金属消费量大体相当于苏联、日本、西德目前水平，低于美国，高于英国和法国。

2. 有色金属产量将跃居世界第三位

预测2000年时,我国有色金属总产量约在于450~500万吨之间,在世界名次将从第六位提高到第三位,仍将低于美国和苏联,但将超过日本、加拿大和西德。其中铝产量将从第八位提高到第三位、低于美国、接近于苏联。

3. 进口减少,出口增加

预测2000年时,除铜、钴、铂族金属等少数品种不能自给,尚需适当进口外,其它金属可以做到全部自给。目前大量进口的铝、锌、镁等品种,可以做到不再进口,并争取少量出口。传统出口产品钨、锡、钼、锑、汞预计出口量增加,花色品种增多、争取更多创汇。

4. 与钢铁工业更加协调发展

随着钢铁工业发展,要求更多有色金属,例如我国合金钢比重目前只有4% (美、日、法、西德为12~16%),2000年如合金钢的比重增加到10%,则对有色金属需求量将有较大增加。又如1980年世界有色金属产量相当于钢产量的5.3%,其中美国最高,占钢产量的7.7%,苏联、西德均为4.1%。据美国预测,2000年时世界有色金属产量仍为钢产量的5.48%。从1950到1980年的30年间,我国累计生产有色金属1,500多万吨,相当于钢产量3.5%,外加进口600万吨,才达到4.9%水平。如果2000年我国钢的需求量达到1亿吨,按此推算,大体上需要有色金属500万吨左右,按目前水平有很大增长。按2000年预测的有色金属产量,基本上可以做到与钢铁工业更加协调发展。

九、对策研究

要实现2000年的战略目标,加速有色金属工业发展,我们研究应该采取对策如下:

1. 贯彻优先发展铝,积极发展铅锌,有条件地发展铜的方针。

我国近期可供开发的有色金属资源中,铝的资源最好,铅锌次之、铜较差。投资效果以铝及铅锌较好,大体上建设1吨铜的单位投资可以建设两吨多铝,或4~5吨铅锌。根据我国资源和国内外市场需要情况,铝是发挥资源优势、取得较大经济效益的优势产品。

因此,应集中优势力量,加快建设黄河中上游(西北、山西)、河南以及广西三个铝基地,西北(锡铁山、厂坝)和西南(会理、会东、兰坪)两个铅锌基地,江西铜硫基地的建设。如果利用黄河上游的水力资源和山西丰富的铝矿资源以及大量的煤炭资源,实行铝、水电或铝、煤、电联合开发将是十分有利的,很值得深入地研究和论证这两个方案,向国家提供战略决策的建议。

2. 抓紧扩大可供开采的储量,迅速开辟新的矿源。

我国有色金属资源虽然比较丰富,但从发展看,地质勘探工作还不能与生产建设的要求相适应。14个主要矿种的工业储量一般只为总储量的50%左右,而且有些边远矿区及一些品位偏低的矿区一时还不能开采利用。一些老矿山面临资源枯竭,黄金的地质资源问题更大。因此,急需大力加强地质勘探工作,搞好地质科研,强化勘探手段,尽快找到一批靠近能源与水源,交通比较方便,采选条件好的大中型矿床,并搞好铝矿升级及扩大储量工作,以应建设的急需。

3. 以矿山为基础,把矿山生产建设放在首位。

开创有色金属工业的新局面,首先取决于矿山原料的增长速度。按我国的具体情况,再生金属的回收量是有限的。目前许多老矿山进入衰老时期,预计2000年以前矿山生产能力要逐渐消失40万吨。为此,老矿山要加强生产地质工作,抢救资源危机的矿山。并要真抓好

接替矿山的建设，搞好生产衔接。加强管理，完善八大生产工艺系统，消除重大安全隐患，提高效率、降低贫化、减少损失。还要制订促进矿山生产建设的技术、经济政策，抓好矿山职工队伍建设。还要抓紧新矿山建设，按计划高质量建设一批大型骨干矿山，保证有色金属工业持续发展。

4. 加强科学研究，积极采用先进技术。

目前有色金属工业的科学技术、工艺装备水平不高，大部分还是苏联五十年代水平。只有采用新工艺、新技术与新装备，把有色金属工业转移到新的技术基础上来，才能加快有色金属发展速度，显著提高经济效益，适应国防军工与科学技术现代化的需要。

重点要研究大型坑采的高效、安全采矿方法；消化推广铜闪速熔炼、大型中间下料预熔槽炼铜；引进国外氧化铝高压浸出与流态焙烧技术；研究钨细泥及其它难选矿新工艺；采用新型选矿药剂；改造、更新铜铝加工设备，尽快建立适应我国资源特点的产品系列。

5. 搞好综合利用，发展深度加工，改革产品结构。

为搞好攀枝花、金川、包头三大资源综合利用基地的开发，要把科技力量有效地组织起来、形成拳头、大力协同、联合作战。同时充实研究、设计手段、建立试验基地，尽快取得科研成果。

发展深度加工，主要是提高质量，扩大品种。搞好硬质合金的升级，扩大钨、钼制品出口；除保国防军工武器换代的需要外，要扩大生产建筑、轻工市场需要的铝门窗、波纹板、压型板、软包装袋、金属罐、钛制零部件等加工产品；大规模集成电路需要的单晶硅、检测仪表需要的高纯金属等等。

改革产品结构、主要是提高铝、铜加工材的比重，满足能源、交通、建筑与轻工市场的需要；生产用户直接需要的各种有色金属制品；增加稀土精矿及制品，开拓新的出口领域。

6. 发挥两个积极性，大力开发小而富的矿点。

地方中小有色金属企业的产量，目前占全国有色金属产量的四分之一左右。根据有色金属资源分散的特点，贯彻大矿大开、小矿放开的精神，要继续把发展中小有色企业放在重要地位，支持地方有计划开发小而富的矿点，不断提高生产水平，同时要加强管理，加强资源保护。

北京有色冶金设计研究总院规划室 曹异生

2000年我国有色金属矿产地质 与勘查技术发展预测

二次大战后,各国为求迅速恢复和发展本国经济,纷纷加紧本国矿产资源的勘查活动。到了五、六十年代间,易于寻找的地表矿愈来愈少,全球地质界面临着向盲矿床进军的新局面。在此形势下,一些地质科学的新理论、矿产勘查的新方法新技术便应运而生,很快就打破了在盲矿床面前束手无策的被动局面。

在我国,近二十年来由于各方面的原因,地质科技的发展落后于西方发达国家较远,为了借鉴发达国家的发展经验,展望2000年我国地质与勘查技术的发展远景,宜将当代的国际、国内水平和差距作一简要分析。

一、当代的国际、国内水平和差距

(一) 国外的地质理论、勘查技术和找矿成果。

近二十年来西方国家涌现出许多以找矿为目的的地质科学基础理论,如六十年代轰动全球地质界的板块构造说,花岗岩多成因理论,前寒武地质研究的新概念……等。在成矿理论方面有火山成矿说,矿源层—层控成矿说,萨布哈成矿说……等。在成矿规律方面,二十年来西方建立了许多矿床模式和成矿系列,如斑岩型矿床模式,密西西比河谷型矿床模式……等,都被应用于矿产预测和找矿工作,并取得了较好效果。在勘查技术上西方发展更为迅速,如物探、化探、钻探、遥感地质,数学地质,同位素地质,包体测温 and 成分分析,计算机技术和各种测试技术等,不论在仪器的灵敏度和自动化程度方面,或在工作效率方面都已达到较高的水平。如物探用的光泵磁力仪灵敏度 0.01γ ;测定物质成分用的中子活化法分析,灵敏度在 $10^{-6}-10^{-9}$ 之间;遥感卫星的分辨率达到25米;成岩成矿实验已研制成功300万巴静力高压装置,已接近地球中心压力等等。由于以上新理论与新技术的结合,二十年来西方国家在找矿工作中有了重大突破,如在西欧和北美找到了许多层控和层状铅锌矿床、白钨矿床和其它有色金属矿床,在中南美、中东和菲律宾发现了许多大型有色金属矿床。

(二) 国内的地质理论、勘查技术和找矿成果。

四、五十年代是我国地质科学的勃兴时期,地质力学、多旋回说、断块说、地洼说、镶嵌说等各派学说纷起,名家辈出,百家争鸣,汇成一股强大的学术思潮,把我国地质科学推上世界前列。解放以来我国广大野外地质工作者应用我国学者创立的学说指导找矿工作,并已找到和探明了大量的矿产资源。由此可以说,我国地质科学的基础理论与国外相比差距并不远。可是由于我国探测技术落后,以及其它方面的原因,上述各派学说得不到海洋地质和深部地质资料的验证和补充,到了六、七十年代,发展的速度就减缓了。在成矿理论上,也是由

于我们测试技术和实验技术落后,致使我们对成矿作用和成矿过程未能深入的、定量的研究,所以近二、三十年来我国未创立大的成矿理论;这方面与国外相比差距较大。在成矿规律研究方面,近一、二十年来我国也建立过一些矿床模式和成矿系列,但应用于找矿实践中,尚缺乏普遍指导意义。这也反映了我国对成矿规律的研究水平。与国外比尚有较大差距。在勘探技术上则更是落后。由于探测仪器和分析技术陈旧落后,就无法收集深部矿体的微弱信息。虽然在五十年代我们曾经找到许多矿床,但这都是就矿找矿和露头矿发现的;到了六、七十年代转向找盲矿床的时候,找矿效果就很差了。由于地质队缺乏新技术新设备的武装,二、三十年来我们几乎是靠钻探拼命打孔去找矿,漫山遍野都是落空工程,这就是我国六十年代以来找矿效果差、经济效益低的重要原因。与国外比,我们的勘探技术,特别是航空物探技术,遥感技术,计算机技术和物质成分测试技术,落后了约二十年。

二、我国有色金属矿产地质与勘查技术发展前景预测

国家经济建设对矿产资源的需求和我国有色金属矿产的地质特点,以及当前我国地质勘查技术水平,这是我们进行预测的基础和前提。期望预测能成为发展我国有色金属工业重大决策的参谋文献。

建国以来,我国已探明的储量点15000余处,其中25%已开采,建成了一批有色金属矿山。到1983年底,我国已有135种矿产探明了储量,其中二十多种矿产储量居于世界前列。我们“六五”所需的矿产已得到保证,“七五”所需也基本能解决。现有地质资料表明,我国是矿种比较齐全,资源自给率比较高的世界上少数的几个国家之一。但是,我们还必须清醒地看到,我国经济建设对矿产资源的需求与探明储量之间还存在着以下一些矛盾:(1)当前我国每年仍需进口各种有色金属,国内矿产供求尚未平衡;(2)后十年建设所需的矿产仍有相当缺口,到时供不应求的局面将冲击着建设项目的正常进行;(3)已探明的有色金属矿产储量虽多,但由于矿床的内部、外部条件差而不能近期开发利用者过半;(4)在135种矿产储量中,只有二十种主要矿产(包括黑色金属和非金属矿产)能满足国家建设需要,有不少主要矿产还不能满足国家建设所需;(5)我国有色金属矿产有一个显著特点,就是共(伴)生组分多、结构复杂、矿石难选,上述所谓探明储量,其中有不少实际上是近期甚至是本世纪内尚难利用的“潜在资源”。这就是我国矿产资源特点和国家建设需求的基本情况,是我们予测未来的重要基础。

有色金属矿产的地质研究程度和勘查程度也决定着我们要予测的内容和方向:从空间上说,我国西部地区比东部地区地质调查研究程度低,勘查程度也低,矿产发现也少。从时间上说,前寒武纪岩区比显生代岩区研究程度低,勘查程度低,矿产发现也少。从岩石类别上说,绿岩带、蛇绿岩类比花岗岩类研究程度低,勘查程度低,矿产发现也少。总之、在我们的广大国土上,地质研究程度和勘查程度是不平衡的,这是我们确定预测方向的重要因素。

根据上述我国矿产资源的特点,地质研究和勘查程度,当前的勘查技术水平,以及国家经济建设对矿产资源的需要等,提出2000年我国有色金属矿产地质勘查技术发展前景预测:

(一)地质科学的基础理论和成矿理论将继续发展和完善,并用于指导找矿。

近二十年来由于国外探测技术的进步,对地壳的演化收集了大量古地磁地质和同位素地质资料,建立了如板块构造说等一些新理论和新概念。当前我国地质基础理论研究的明显趋向

是引进国外海洋地质、深部地质的新资料，吸收板块学说的新概念，并与我国地质构造特点相结合，从国外的新资料新理论中吸取营养。预测在八、九十年代间，我国地质科学基础理论的研究。将会在国内、外各学派理论的互相联系、互相渗透中得到新的发展。在这个基础上，将会提出我国矿产分布的新规律，为矿产勘查指出新方向。

(二) 矿床模式、成矿系列和找矿模式的研究将不断深入和扩大。

建立矿床模式和找矿模式，对指导矿产勘查工作有十分重要意义。

国外建立的四大矿床模式在找矿中已收到显著效果。近二十年来在我国也建立过如粤北钨矿、大厂锡矿、栗木锡矿、宁芜铁矿等矿床模式，但当我们把这些模式推广到上述矿区外去找矿时，除个别者外，一般都缺乏普遍性意义。我们完全意识到这些模式没有联系到成矿过程的本质，有过分简单和尚未完成的缺点，因而应用在找矿中效果并不显著。预测今后我国矿床模式研究的趋向，将是继续深入地、细致地收集矿山地质资料，力求从物理、化学的原理和数据的分析研究中，抽象出各类型矿床成矿作用的本质性规律，以补充和完善现有的模式，使它运用到找矿中有普遍指导意义。

近年来国内也建立了成矿系列的新概念，并系统地建立了内生矿床14个成矿系列和沉积矿床6个成矿系列，还有一些另星的成矿系列。这些成矿系列，在一定程度上揭示了各种矿床类型在时间上、空间上和成因上的内在联系规律，对找矿工作有一定指导作用。但它也和矿床模式一样，在现阶段仍属经验模式、经验规律一类的经验概念，需要有一个不断深化和完善的过程。

目前国内已建立的矿床模式和成矿系列远远不能满足找矿工作的需要，故当前研究的趋向是，一方面是补充完善现有的矿床模式和成矿系列，另一方面是建立更多新的矿床模式和成矿系列，以适应找矿工作的需要。

找矿模式，我国过去研究甚少，原因之一是因为找矿模式的建立必须以有成熟的矿床模式或成矿系列为前提，同时需要有多种地质、物探、化探、钻探、遥感、数学地质、同位素地质等找矿资料的积累。因为各类型矿床各有其地质的、物理的、化学的特征，在矿产勘查中，不是所有的矿床都必要使用全部的勘查手段去找矿的，有时只要合理地选择两三种对口的勘查手段就能发现矿床。为了缩短勘探周期，提高找矿效果和经济效益，建立各类型矿床的找矿模式或勘查模式是十分必要的。我国有色金属矿山有丰富的矿床勘查资料和矿山地质资料的积累，为在本世纪内建立和完善各类型矿床模式、成矿系列，并为建立各类型矿床的找矿模式准备了基础资料。预测到九十年代，将会建立起一批具有我国地质特色的矿床模式，成矿系列和找矿模式，用以指导矿产勘查活动。

(三) 强调理论找矿与技术找矿相结合，对矿产进行综合预测和立体勘查。

近二十多年来，国外很强调理论找矿和综合方法找矿。据统计，近年国外发现的40个大中型矿床中，有80%是理论指导下找到的，美国1960—1975年发现的33个矿床中，有24个是地质推论发现的。同时，技术先进国家的矿产勘查方法正向着运用新理论与新技术相结合的方向发展，其基本方法是：在地质理论的指导下，综合研究前一阶段三度空间的地质调查资料，进行矿产预测；然后合理选择各种现代化勘查技术，从天空到地下进行立体勘查——用地质填图、遥感地质、航空物探、地面和井下物化探、数学地质、同位素地质、包体研究、计算机技术等一套综合方法，收集成矿的各种信息，进行综合研究，逐步缩小“靶区”，最后圈出钻探的检查范围。

当前,我国尚缺乏使用上述现代勘查方法的技术条件。但从近年来我国大量引进测试仪器设备看,测试技术的进步是比较快的,基本上达到国外七十年代中期的水平。再经过十年左右的追赶,将会缩短差距。预测到2000年前后,我们将会运用理论找矿与技术找矿相结合的现代勘查方法,对我国一些有色金属矿产的主要成矿远景区进行立体勘查,以加快地质工作速度,缩短普查一勘探周期,提高发现矿床的能力。

(四)各种勘查技术、测试技术将向着不断扩大信息量和提高信息精度的方向发展。

在本世纪内,我们将继续引进国外新技术,结合我国矿床的地质特点,不断改进和创造各种新技术。使之不断扩大信息量和提高信息精度。并在使用中逐步普及和提高。

1. 物探

我国在物探仪器和航空物探方面与国外比差距较大。预测今后的发展将是继续引进和试制高灵敏度和自动化控制仪器,在航空和地面磁测中广泛使用核磁磁力仪,淘汰目前还在使用的机器式磁力仪。把电子技术广泛引进新研制的物探仪器中,使仪器日益朝多参数、多道和三维化方向发展,以提高收集深部矿体微弱信息的能力和抗干扰的能力。预期在九十年代前后,我们将会把目前只限于铁矿测井推广到各种有色金属矿测井,在航空物探方面,预测到本世纪末二十一世纪初,我们将会组成航磁、航电、航放、电子导航、小型计算机或微处理器在航线上进行有限数据处理的综合航测系统,用大比例尺的航空物探代替部分地面物探;在理论研究方面,将开展岩矿物性研究、目标模型研究、各种波长在地壳不均匀介质中传播理论的研究以及综合物探方法研究等,并取得研究成果。2000年达到了上述预测目标,就能赶上先进国家七十年代后期的水平。

2. 化探

随着地表矿愈来愈少,预计九十年代化探将成为寻找盲矿、掩埋矿和难以识别的地表矿床的重要找矿手段。预测在九十年代,地电化学、气体地球化学、同位素地球化学、成矿元素后生异常、卤族元素找盲矿等方法将被广泛应用。在理论研究上,将通过综合研究各个有色金属矿区的化探资料,建立各种地球化学范式,包括原生、次生地球化学异常模式,各种含矿构造地化异常模式,矿田和矿床的地化异常模式等;以及研究次生晕和原生晕的成晕机理,为确定正确的工作方法和异常解释提供科学依据。进行计算机软件开发研究,提高自动化成图技术和其它应用技术的研究,建立地球化学实验室。2000年实现上述目标,就能达到先进国家八十年代初期水平。

3. 钻探

预测八、九十年代发展的重点将是合理选择钻进方法和工艺;采用多种取心技术和工具;结合钻进方法改进钻探设备;研制快速钻进需要的超硬材料;改善泥浆和护孔堵漏材料。具体做法将是:推广小口径高速绳索取心金刚石钻进技术和金刚石回转冲击取心钻进技术,逐步淘汰落后的钢粒、合金钻进和回次取心技术。预测到本世纪末,有色系统金刚石钻进比例将从目前的约18%上升到80%以上;绳索取心和反循环水力连续取心比例达到80%以上;纯钻时间提高到80%以上;取心率提高到90%以上;台班月进尺提高到250米(台月效750米),每班人数减少到2—3人。到2000年实现了上述预测目标,我国的钻探技术就能赶上美国八十年代初期的水平,就能为在二十一世纪推广全面钻进(无岩心钻进)先进技术打下良好基础。

4. 遥感技术