

·科学论坛·

# 要从战略的高度去重视矿冶学科基础研究的投入

周国治\*

(北京科技大学冶金与生态工程学院,北京 100083)

**[摘要]** 目前,我国主要金属消耗量和进口量明显上升,探明的矿产资源远跟不上消耗的增长,矿产资源的中长期保障程度很低,此外,矿产资源禀赋差,具有“散、杂、贫、细”的特点,现有采选冶技术跟不上需求,收得率低,废弃比例过大,回收率低,已成为国民经济发展的瓶颈。因此急需从战略的高度重视矿冶学科基础研究的投入,研发适应我国矿产资源特点的新技术、新流程,加强优秀青年后备人才的培养,以缓解我国矿产资源的困境,为国民经济发展提供保障。

**[关键词]** 矿产资源,战略,基础研究,人才培养

最近我国的矿冶工作者聚集在首都北京,参加了“第297次香山会议”。会议对我国金属矿产资源的当前形势和今后的发展,作了广泛的交流和讨论,指出了问题的严重性,提出了各种解决办法,在很多方面达到了一定的共识。与会者一致认为我国矿冶学科的基础研究形势非常严峻,已到了燃眉之急,应当及时让领导和我国人民知道。现将会议讨论的部分内容和观点汇报于下:

## 1 我国矿产资源中长期保障程度低已构成对国民经济发展的严重障碍

矿产资源是一种不可再生的自然资源,是人类生存和发展不可缺少的物质基础。金属资源是最重要的支柱矿产之一,金属资源的保证程度关系到国民经济长期稳定发展和国家安全。从最近几年我国金属矿产资源的消耗和供应情况看,探明的矿产资源远跟不上金属矿产资源消耗的增长,这个缺口越

来越大。表1表明了近年来,我国主要金属消费量及进口量的情况,近五年,我国主要金属消费量及进口量呈明显上升趋势。到2005年铁矿和氧化铝的进口比率已高达42.0%和46.7%。

更为严重的是这种增长趋势还将随着国民经济的发展而继续增加。表2列举了我国国民生产总值与金属资源总量的一个简单的关系。从表2中不难看出,1980到2005年,我国国民生产总值从6619亿元增长到182321亿元,增长了27倍;10种有色金属生产总量和钢产量分别增长了15倍和10倍。根据国家提出的未来经济发展目标,到2020年GDP较2000年翻两番,这样矿产资源至少就需要翻一番或略多来保证。当2050年我们达到中等发达国家水平时,金属资源的消耗量将达到高峰,将是目前数量的数倍。这样一个庞大的金属矿产需求将会导致一个多大的缺口,实在不敢想象!

表1 我国主要金属消费量与进口量

年度	消费量(万吨)			进口量(万吨)			进口比率(%)		
	铁矿	铜	氧化铝	铁矿	铜	氧化铝	铁矿	铜	氧化铝
1990		72.9		1432	29.95				
2000	29392	175	607	6997	164	188	23.8		31
2001	30932	208	719	9231	188		29.8		
2002	34292	266	901	11149	223	450	32.5		49.9
2003	40928	303	1133	14820	281		36.2		
2004	51818		1295	20807		587	40.2		45.3
2005	65500		1500	27500		700	42		46.7

\* 中国科学院院士。

本文于2007年6月25日收到。

表2 我国国民生产总值与金属资源总量的关系

年份	十种有色金属总产量 (万吨)	增长倍数	钢铁总产量(亿吨)	增长倍数	国民生产总值 GDP (亿元)	增长倍数
1980	108		0.35		6 619	
1990	239	2.21	0.6535	1.87	17 400	2.63
2000	731.8	6.78	1.285	3.67	89 404	13.51
2005	1632	15.1	3.494	9.98	182 321	27.55

事情还没有到此为止。我国原是一个第三世界国家,工业化水平低,基础差,底子薄,起步晚,即使近年来国民经济有了大幅度的增长,我国矿产资源人均消费量还是很低的,只有发达国家人均消费量的几分之一(见表3),个别的只到几十分之一。为了赶上和达到先进国家的水平,这里还有一个很大的矿产资源的需求空间,考虑到这些因素,我国未来发展的资源压力巨大。

表3 常用有色金属中国与世界消费水平比较(1997)

国家	中国 (2003)	美国	日本	德国	法国	意大利	加拿大
人均消费量 (千克/人)	9.3	44	35.9	43.9	32.6	35.9	41.6

我们再换一个角度,从金属矿产资源储量的保证年限来看这一问题的严重性。表4给出了根据现有的采选冶技术水平可能算得的几种主要有色金属矿产资源储量的保证年限。从中不难看出,几种主要有色金属储量的保证年限只有十年左右。说明矿产资源的保证程度形势严峻。

表4 现有主要有色矿产套改资源储量的动态保证年限

矿种	铜	铅	锌	锑	钨	金
储量保证年限(年)	13	6.5	8.1	4.3	12.7	8
基本储量保证年限(年)	16.9	9.3	11.1	7.2	24.3	15

## 2 造成我国金属矿产资源保障程度低的主要原因是什么?

造成我国金属矿产资源短缺的主要原因是我们的矿产资源禀赋差而现有的采选冶技术又跟不上需要造成的。众所周知,我国的矿产资源有“散,杂,贫,细”的特点,也就是“大矿少,小矿多,单一矿少,复合矿多,富矿少,贫矿多”。

这种多金属共生矿、复杂难处理,无法得到有效利用;对于那些分散的小矿,贫矿,废弃物所占的比率太大,收得率很低;加上我们对金属的二次资源的回收技术重视不够,使二次资源的循环使用的回收率低。这些因素都恶化了资源的短缺处境。

另一方面,近年来世界上环保呼声越来越高涨,

对防止环境污染提出了越来越苛刻的要求,这无疑对资源开发利用的困境犹如雪上加霜。为了环保一些过去行之有效的方法不能用了,一些新流程必须考虑更多的操作步骤和投入更大的资金。例如碳是一种廉价的还原剂,被长期使用已逾千年,现在我们必须考虑它放出的二氧化碳造成的温室效应的危害。我国二氧化碳的排放量已列在世界上第二位,当前就面临着限制二氧化碳的排放的巨大国际压力。

综上所述,不难看出,造成金属矿产短缺的主要原因是矿石中的金属收得率低,而造成收得率低的诸因素中,矿石禀赋差是我们无法改变的,我们所能做到的只是研发出一些切实可行的新技术,新流程,使多金属共生矿得到有效利用,使贫矿提高收得率,使二次金属资源获得充分利用,并能满足对环境友好的诸多要求。

## 3 先进工业国怎样对待矿产资源的开发和我们的应对措施

先进工业国在金属矿产资源开发上所遇到的问题,除了所处理的矿产的禀赋和我们不同外,他们也同样碰到环保和能源消耗等一系列问题。他们对待这些问题的办法是:“搞研发,或推出去”。他们很重视研发工作,而且已有悠久的历史。现有的一整套矿冶业的生产流程和技术可以说主要是这些先进国家开发出来的,很多技术如今仍沿用着他们的命名。但是,一旦他们发现研发工作一时或在一段时期内不能解决问题时,他们就会采取另一手,“推出去”,让别的国家去搞,代之以进口外国的产品。美国对待钢铁工业的态度可以算是一个典型的实例。美国曾经是世界上第一钢铁大国,钢铁产量曾雄霸很长一段时期,但是,随着环保的要求越来越严格以后,它逐渐衰败了。钢铁厂逐渐倒闭,代之以进口外国钢材来满足国内的需要。这就是“夕阳工业”,“将污染转移出去”……等诸多说法的由来。其实,这仅是一个表面现象,实质上,事情并没有这样简单。美国政府的决策机构,美国的科学工作者并没有心甘情愿将钢铁工业拱手让出去。美国的冶金工作者曾花

了大量的时间和资金去研发新技术企图将钢铁工业挽救回来。钢铁工业的污染主要来自于它的长流程,来自于炼焦工艺。为此美国的冶金工作者,曾潜心致力于熔融还原等短流程的研究,以图挽回颓势,但是收效甚微。美国前总统克林顿,看到大量钢材进口带来的累累赤字,在他两届任期内也曾两度发出重振钢铁工业的呼吁。这表明,美国钢铁工业的退出并不像有人所说的那样是有意放弃和转移,它也是被迫的。此外,美国能这样做也是因为,她还有高新技术产品作为金属材料交换的后盾。

我国是一个发展中的国家,而且是一个发展中的大国。先进工业国所走的这条道路对我们不适合,我们不能走,因为:

(1) 我们是一个有 13 亿人口的世界大国。和对农业粮食的需求一样,我们对工业材料的需求是没有一个国家可以供养得起的。以钢材为例,2006 年我国的钢产量占世界第一位,已接近 4 亿吨,它是排名第二、三、四,三个国家产量的总和。谁能供得起我们?!

(2) 我们又是一个发展中的国家,我们还不能像先进的工业国那样,有足够多的高科技产品的积累来为材料和矿产资源去买单。

因此,我们没有“推出去”“靠外援”的可能,我们的出路只有一条,那就是建立在自力更生的基础上的“研发,研发,再研发!”

#### 4 资金和人才的支持是研发成功的重要保证

现在世界各国都以“科研经费和科技人力资源的投入”作为对科研支持度的两项重要指标。经费的支持对研发工作的重要性是不言而喻的。但长期以来在人们的心目中一直存在着一个认识上的误区,认为矿冶业的技术都是现成的,似乎不需要我们去研发。的确,现有的矿冶技术主要都是由先进工业国过去开发的。但这些技术的开发是基于当时禀赋较好的富矿,而且也没有过多地考虑与“环境友好”的因素。对我们今天这个时代来说已经有点过时了。特别是它们已不能适应我国的国情和矿情,必须改变甚至是从源头思路上的改变,换言之,也就是需要源头创新的工作,需要深入细致的基础研究工作。它绝不是一项简单一蹴而就的事情。这里,资金的投入就非常重要。遗憾的是,对矿冶基础研究的投入一直未能得到保证。和别的专业不同,矿冶专业搞不出什么“形象工程”,也编不出什么“轰动新闻”,在各种“基金的分配”和“项目的设定”中,常

常被边缘化。像这样大的一个一级学科,它所得到的经费,有时还不如一个小小的二级学科来得多。按此发展,前途堪忧。现在急需一项高瞻远瞩的政策支持。

科技人员的素质、结构及活动状况,对科学技术的进展至关重要,科技始终是掌握在人的手中,一切科研活动都要人去。做。“技术路线确定以后人才是决定性的因素”。遗憾的是,矿冶界的人才流失情况严重,后继无人的情况更令人堪忧。矿冶专业很难找到优秀的学生。这种状况都是由于舆论的误导和错误政策造成的。什么是正确的人才政策?它应该是“能把全国最优秀的人才按国家的需要均衡地、最大限度地吸引到各行各业中”。而决不是把他们引导到一两个尖端行业里。试想如果全国的优秀人才都挤到登月工程中,我们又能设立多少个“总工程师”、“总设计师”和“总指挥”的位置去让他们发挥才能呢。无疑这种方针是一种错误的方针,是对人才的最大浪费!现在一些冶金院校和专业就在一种人为的三、六、九等的排队中不断被“矮化”和“边缘化”,我们又怎能去吸引那些优秀学子到矿冶行业中为国家作贡献呢?资本主义的市场经济以金钱和物质利益做杠杆,调节着各行各业的顶尖人才。我们奉行的是有领导的社会主义的市场经济,本应能更主动地、理性地调节各类人才。但是,我们也必须看到,如果我们不能做到这点,则这种“引导”比不引导还要坏。

#### 5 结束语

我国金属矿产资源的形势非常严峻,令人忧心。这和我国矿产资源的禀赋差密切相关。当今苛刻的环保要求更恶化了这一形势。这里唯一的出路是研发新流程,搞从源头的创新。“一方水土养一方人”。我们不可能违背“造物主”的旨意,使我们由“矿产贫国”变为“矿产富国”,但我们可以通过人为的努力研发出“世界一流”的矿冶新技术,使我们跳出困境。“挑战”和“机遇”是同时并存的。在国际上先进国家因“污染问题”而退出这一领域的竞争,我们因不可回避的需求而开发了“新流程”,这必然会给我们在此领域带来新的“机遇”,它不仅用于开发我国的特有资源,而且我们可以以此先进的技术去参与和开发世界的矿产资源。进而到执掌世界金属材料业的牛耳。为了达到上述目标,资金和人才的投入是必不可少的。过去,我们用的是别人开发的矿冶技术,今天,要搞原创的新技术,只能靠自己来开发,现

在轮到我们来付学费了。“资金到位以后,人才是决定因素”。我们是有领导的社会主义市场经济。我们可以从过去的教训中制定出更积极的人才政策,

使我们在金属矿产的开发事业中走出一片新天地。

后记:本文中引用了第 297 次香山科学会议的资料和胡岳华教授提供的数据,特此致谢。

## REGARDING INVESTMENTS IN BASIC RESEARCH OF MINING AND METALLURGY DISCIPLINE ON THE VIEW OF STRATEGY

Zhou Guozhi

(School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science and Technology, Beijing 100083)

**Abstract** At present, the metal consumption and import quantity in China has risen obviously. The verified mineral resource can not follow the increase of consumption by far, and the safeguard degree of mineral resource in medium and long-term is very low. Otherwise, the natural endowment of mineral resource is not good. Including of dispersed, mixed, deficient and thin. While, the existent technology of mining, milling and metallurgy cannot follow the demands, the receiving rate is low, the ratio of wasting is overlarge, and the recovery percentage is low. So it has been the bottleneck of the national economy. Therefore, we should throw value in mining and metallurgy discipline in the strategic altitude, should research and develop the new technology and procedure in adaptation of Chinese mineral resource, and reinforce the culture of young reserve talented person. Then our mineral resource hardship will be alleviated, and the national economic development can get the safeguard.

**Key words** mineral resources, strategy, fundamental research, personnel education

·资料·信息·

### 我国科学家在蛋白质功能设计领域取得重要进展

2007年3月27日出版的《美国国家科学院院刊》刊登了北京大学化学与分子工程学院来鲁华教授领导的课题组在功能蛋白质设计方面的研究成果(Liu S, Liu SY, Zhu XL, Liang HH, Cao AN, Chang ZJ and Lai LH\*. Nonnatural protein-protein interaction-pair design by key residues grafting. PNAS, 104:5330—5335, 2007), 该成果是在国家自然科学基金等项目资助下,我国科学家在功能蛋白质设计领域取得的重要进展之一。论文发表后引起了国际学术界的广泛关注,如 *BioCentury* 就此发表了专访。

熟知,蛋白质在生命活动中占有非常重要的地位,几乎所有的生命活动都需蛋白质的参与。虽然生命活动需要功能繁多的蛋白质,但是结构研究发现,天然蛋白质的三维结构却是有限的,这表明相同结构的蛋白质可能具有不同的功能;反之,不同结构的蛋白质也可具有相同的功能。正如现实生活中,我们所看到的钥匙具有各种各样的形状,但是只要它们的关键部分“齿纹”一样,就能够有同样的功能,即可打开同一把锁。在生命过程中,蛋白质不断地

与其他分子(如蛋白质,核酸,小分子等)发生相互作用,相互作用的两个蛋白质,如同“锁”和“钥匙”的关系。来鲁华教授课题组的研究目的,就是将一个蛋白质行使功能的关键“齿纹”(氨基酸残基),复制(“嫁接”)到另一个结构完全不同的蛋白质上,使它具有开同一把“锁”的功能(和同一个蛋白质结合)。

蛋白质结构中少数几个残基在蛋白质和蛋白质结合时起到非常关键的作用。针对这一关键问题,来鲁华教授课题组发展了一种“蛋白质关键残基嫁接”的算法,用于将一个蛋白质的关键功能性残基嫁接到另一个不同结构的蛋白质上,并将这种方法应用到了实际体系的研究中,取得了成功。促红细胞生成素(EPO)通过和它的受体(EPOR)相互作用,促进红细胞的分化和成熟。将 EPO 上的关键功能性残基嫁接到一个结构完全不同的 PH 结构域蛋白上后,PH 蛋白具有了和 EPOR 结合的功能,而这种功能在自然界中是不存在的。这种方法将有可能应用在更为广泛的体系上,实现蛋白质功能的自由设计。

(化学科学部 高飞雪 杨俊林 供稿)