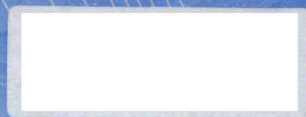


主 编 卢艳光 翟保金
副主编 李建军 程 习

铜精矿及铜冶炼产品 质量检验

Tongjingkuang Ji Tongyelian Chanpin
Zhiliang Jianyan



中国质检出版社
中国标准出版社



铜精矿及铜冶炼产品质量检验

主 编 卢艳光 翟保金
副主编 李建军 程 习

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

内 容 简 介

本书详细介绍了铜精矿及铜冶炼产品的生产过程、资源情况、检验基本原理及检验分析方法、相关法律法规等内容。全书分为10章,具体内容有铜精矿及铜冶炼产品的概述、质量检验理论基础、取制样基本原理与方法、分析方法的基本原理、铜精矿及铜冶炼产品的检验项目及分析方法、相关法律法规等。本书力求全面、通俗,力避繁琐,突出应用,内容覆盖面广,信息量大,可读性强。

本书可供铜冶炼企业、检验检疫、质量监督、贸易等领域的研究人员、技术人员和管理人员阅读,也可作为大专院校冶金、矿冶、分析专业师生的教学参考书以及相关企业的岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

铜精矿及铜冶炼产品质量检验/卢艳光,翟保金主编. —北京:中国标准出版社,2012

ISBN 978-7-5066-6436-3

I. ①铜… II. ①卢…②翟… III. ①炼铜-质量检验
IV. ①TF811

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 051599 号

中国标准出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)

北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 20.25 字数 483 千字

2012年6月第一版 2012年6月第一次印刷

*

定价 65.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

编写委员会

主 编：卢艳光 翟保金

副主编：李建军 程 习

编 委：（按姓氏笔画排列）

王成国 包 敏 华 莉 刘正鸣 刘振东

张泽林 张泽湖 郑建明 胡军凯 胡新平

封亚辉 赵 伟 洪雄文 程 薇

铜是人类最早使用的金属。早在史前时代,人们就开始采掘露天铜矿,并用获取的铜制造武器、工具和其他器皿,铜的使用对早期人类文明的进步影响深远。现代社会铜在工业、农业、国防及人们日常生活中都有十分广泛的应用,其应用范围仅次于钢铁。在我国,铜已是仅次于石油的第二大战略原料。目前,我国已成为世界第一铜消费大国。

冶炼铜的主要原料是铜矿石,我国铜矿开发以及铜工业发展已经取得了举世瞩目的成就。随着国民经济的发展,我国对铜的需求仍在不断增加;由于我国铜资源的短缺,使得铜原料的供应成为制约铜工业发展的“瓶颈”,铜原料对进口的依赖程度加剧。

进口铜精矿及铜冶炼产品的质量一直受到国家质检部门的高度重视。目前,南京、南通、连云港、青岛、厦门、防城、天津、阿拉山口等检验检疫机构承担着进口铜精矿的检验任务。他们认真施检、严格把关,有效维护国家利益,促进了国民经济的发展,国际上检验信誉一直良好。

铜精矿及铜冶炼产品的检验技术涉及多种专业,且专业跨度大、学科交叉多,撰写本书的目的在于针对铜精矿及铜冶炼产品等商品的质量检验,使从事该商品检验的工作人员及贸易相关人员,尤其是新接触该项工作的人员对铜精矿及铜冶炼产品检验工作有更全面深入的了解,尽快掌握该商品检验的相关技术知识。

本书共分为10章,主要介绍了铜精矿和铜冶炼产品如冰铜、粗铜、阳极铜、阳极泥、阴极铜的生产过程、资源情况、检验基本原理及检验分析方法等基础知识,汇集了长期从事铜精矿和铜冶炼产品检验的专家的工作经验及工作技巧,介绍了国家关于进口铜精矿检验的相关法律法规、强制性国家标准。本书内容丰富,重点突出,实用性强。

本书的编撰在主编的组织协调下,由江苏出入境检验检疫局和大冶有色金属集团控股有限公司的相关专家合作完成。第1章、第6章、第7章、第8章、第9章由大冶有色金属集团控股有限公司编写,第2章、第4章及第10章由江苏出入境检验检疫局编写,第3章、第5章由江苏出入境检验检疫局和大冶有色金属集团控股有限公司合作编写。全书由封亚辉负责统稿。本书在编写过程中,得到江苏出入境检验检疫局科技处等部门的大力支持,在此对各位领导的关心、支持及各位专家的辛勤劳动表示诚挚的感谢!

由于本书内容广泛,多学科交叉,信息量大,加之新成果不断涌现,以及编者水平和时间的限制,难免存在不当和错误之处,敬请广大读者批评指正。

编著者

2012年3月

第 1 章	铜精矿及铜冶炼产品概述	1
1.1	铜的基本性质和用途	1
1.2	铜矿资源现状及经济性评价	3
1.3	铜的冶炼生产	15
1.4	铜精矿及铜冶炼产品的质量要求	21
1.5	铜熔炼及吹炼主要经济指标	26
第 2 章	质量检验理论基础	31
2.1	质量检验数理统计基础	31
2.2	误差理论	39
2.3	不确定度评估理论	44
2.4	检验质量监控理论基础	56
第 3 章	铜精矿及铜冶炼产品取样制样基本原理与方法	61
3.1	取样制样基本原理	61
3.2	铜精矿取样、制样方法及水分测定	65
3.3	铜冶炼产品取样及制样方法	73
3.4	取样、制样精密度校核检验方法	80
第 4 章	分析方法的基本原理	86
4.1	滴定分析方法	86
4.2	重量分析方法	98
4.3	分光光度法	103
4.4	电化学分析方法	108
4.5	原子吸收光谱法	121
4.6	原子荧光光谱法	126
4.7	等离子发射光谱法	128

4.8	X射线荧光光谱分析	132
4.9	光电直读光谱法	142

第5章 铜精矿检验项目及分析方法 149

5.1	铜含量的测定	149
5.2	金、银含量的测定	155
5.3	硫含量的测定	162
5.4	砷含量的测定	164
5.5	汞含量的测定	169
5.6	铅含量的测定	171
5.7	氟和氯含量的测定	174
5.8	镉含量的测定	177
5.9	铋含量的测定	178
5.10	氧化镁含量的测定	178
5.11	氧化钙含量的测定	180
5.12	镍含量的测定	181
5.13	锌含量的测定	182
5.14	锑含量的测定	184
5.15	二氧化硅含量的测定	186
5.16	铁含量的测定	188
5.17	三氧化二铝含量的测定	189
5.18	放射性检验	191

第6章 铜冶炼产品——冰铜常见元素分析 194

6.1	铜含量的测定——碘量法	194
6.2	铁含量的测定	195
6.3	硫含量的测定——燃烧中和法	196

第7章 铜冶炼产品——粗铜、阳极铜常见元素分析 199

7.1	铜含量的测定——碘量法	199
-----	-------------------	-----

7.2	砷含量的测定	200
7.3	金和银含量的测定——火试金法	201
7.4	铅、铋和锑含量的测定——原子吸收光谱法	204
7.5	镍和锌含量的测定——原子吸收光谱法	205
7.6	砷、锑、铋、铅、镍、锌量的测定——电感耦合等离子体发射光谱法	206

第8章 铜冶炼产品——阳极泥常见元素分析 209

8.1	铜量的测定——硫代硫酸钠滴定法	209
8.2	金量和银量的测定——火试金重量法	210
8.3	铂量和钯量的测定——火试金富集-电感耦合等离子体发射光谱法	211
8.4	硒量的测定——碘量法	213
8.5	碲量的测定——重铬酸钾滴定法	214
8.6	铅量的测定—— Na_2EDTA 滴定法	215
8.7	铋量的测定	218
8.8	砷量的测定——氢化物发生-原子荧光光谱法	220
8.9	锑量的测定——火焰原子吸收光谱法	221

第9章 铜冶炼产品——阴极铜常见元素分析 223

9.1	铜含量的测定	223
9.2	磷含量的测定	226
9.3	铅含量的测定	231
9.4	碳、硫含量的测定	233
9.5	镍含量的测定	236
9.6	铋含量的测定	239
9.7	砷含量的测定	242
9.8	氧含量的测定——脉冲加热-红外吸收法	247
9.9	铁含量的测定	249
9.10	锡含量的测定	251
9.11	锌量的测定——火焰原子吸收光谱法	254

9.12	铋含量的测定	256
9.13	铝含量的测定——铬天青 S 分光光度法	261
9.14	锰含量的测定	264
9.15	钴含量的测定	267
9.16	铬含量的测定	269
9.17	铍含量的测定——羊毛铬菁 R 分光光度法	271
9.18	镁含量的测定——火焰原子吸收光谱法	272
9.19	银含量的测定——火焰原子吸收光谱法	273
9.20	锆含量的测定——二甲酚橙分光光度法	275
9.21	钛含量的测定——过氧化氢分光光度法	277
9.22	镉含量的测定	277
9.23	硅含量的测定	279
9.24	硒、碲含量的测定	282
9.25	硼含量的测定——姜黄素分光光度法	286
9.26	汞含量的测定——冷原子吸收光谱法	288
9.27	多元素含量的测定——电感耦合等离子体原子发射光谱法	289
9.28	阴极铜直读光谱分析方法	295

第 10 章 铜精矿及铜冶炼产品检验相关法律法规 297

中华人民共和国进出口商品检验法	297
中华人民共和国进出口商品检验法实施条例	301
GB 20424—2006 重金属精矿产品中有害元素的限量规范(摘录)	308
关于公布进口铜精矿中砷等有害元素限量的公告(国家质量监督检验检疫总局、 商务部、国家环保总局公告 2006 年第 49 号)	309
关于对进口铜精矿、锌精矿、铅精矿和室内装饰用石材采取措施的公告(国家质量 监督检验检疫总局公告 2003 年第 117 号)	309

参考文献

311

铜精矿及铜冶炼产品概述

1.1 铜的基本性质和用途

1.1.1 铜的基本性质

1.1.1.1 铜的物理性质

铜在自然界中的分布十分广泛,组成地壳的全部元素中铜的蕴藏量目前居第22位。其丰度虽不能与氧、硅和铁等元素相比,但仍不失为一个储量丰富的元素。

铜存在于许多矿物中,到目前为止已发现200多种铜矿石,海水与不少河水都含有铜。光谱分析也说明铜是太阳和其他星球气体层的组成元素之一。

在动植物的生命过程中,铜起着重要的作用,痕量铜是许多动植物正常生长必不可少的,硫化铜是植物生长过程中所需铜的主要来源之一。铜在生物固氮、光合作用以及叶绿素的制造过程中起着重要作用。铜在血红蛋白的合成中还作为酶的一部分参与卟啉的合成,以及使人体各含铁的部分中释放出所需的铁,因此含铜不足会导致哺乳动物贫血。

铜在化学元素周期表中属第一族元素,原子量是63.54,原子序数是29。铜有一价和二价两种原子价。

纯铜呈玫瑰红色,有金属光泽。由溶液置换出来的铜粉则暗淡,呈褐红色。液体铜呈绿色。

铜是一种比较柔软的金属,它的可锻性非常好,强度与塑性的比值范围大。退火铜的抗张强度为 $215\text{ N/mm}^2 \sim 245\text{ N/mm}^2$,铜的纯度愈高强度值愈低。当温度升高时,铜的强度大为降低,塑性却普遍增加,纯铜能拉成很细的铜丝和压成 0.00178 mm 的铜箔。良好的导电性是铜最有价值的特性,铜的导电性在所有金属中仅次于银,若以银的导电率为1,则铜的导电率为0.93,表现出极低的电阻率。与其他纯金属一样,铜的电阻随温度升高而增加。少量杂质元素或少量合金元素进入铜中,也会降低其导电率。铜的传热性能也很好,仅次于金和银,若以银的热导率为1,则铜的热导率为0.732。当在固熔体中加入少量其他元素后,铜热传导率会有较大降低。

铜在熔点的蒸气压仅为 1.5996 Pa ,因此在冶炼温度下,铜几乎不挥发。

熔融铜能溶解很多气体,如 H_2 、 O_2 、 SO_2 、 CO_2 、 CO 和水蒸汽等,气体的溶解包括物理溶解与化学溶解,气体与铜和铜中杂质发生化学作用。溶解的气体对铜的机械性质和电气性质均有影响。铜液凝固时,溶解的气体又能从铜逸出,造成铜铸件内部形成气孔。

铜能与锌、锡、铝、镍、铍等许多金属制成合金,铜锌合金称黄铜,铜镍合金称白铜,铜与

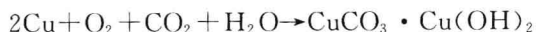
其他金属组成的合金统称为青铜。铜与镍的合金中最著名的是蒙乃尔合金(含镍 67%,铜 33%),此合金具有很强的耐蚀性和耐磨性。表 1-1 列出了铜的主要物理性质。

表 1-1 铜的物理性质

1	原子量	63.54
2	密度(20 °C)/(g/cm ³)	8.89
3	熔点/°C(在真空中)	1 083±0.1
4	熔融体积变化/%	+4.2
5	熔化热/(kJ/mol)	13.01
6	沸点/°C	2 595
7	蒸发热/(kJ/mol)	304.63
8	液态铜的蒸气压/Pa	
	1.3×10^{-1}	1 141 °C ~ 1 142 °C
	1.3	1 272 °C ~ 1 273 °C
	1.3×10	1 427 °C ~ 1 432 °C
	1.3×10^2	1 622 °C ~ 1 628 °C
	1.3×10^3	1 879 °C
	1.3×10^4	2 207 °C
	5.3×10^4	2 465 °C
9	Trout on 常数	25.39
10	固态铜的蒸气压(987 K~1 356 K)/Pa	$\lg p = (-1.732 \times 10^4)/T + 11.25$
11	升华热/(J/mol)	331.4 ± 6.7
12	热容/[J/(mol · K)]	$0.389 5 + 9.100 0 \times 10^{-5} T$ (T=100 °C ~ 600 °C)
13	熵(退火纯铜)/[J/(mol · K)]	33.13 ± 0.17(298.15 K)
14	黏度/(Pa · s)	1 150 °C 时: 4.2×10^{-3} ; 1 200 °C 时: 3.9×10^{-3}
15	膨胀系数(25 °C ~ 300 °C)	17.1×10^{-6}
16	电阻率/($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)	1.673(20 °C)
17	电阻温度系数(0 °C ~ 100 °C)	0.003 95/°C
18	热导率/[W/(m · K)]	397
19	磁化率	20 °C -0.086×10^{-6} ; 300 °C -0.085×10^{-6} ; 900 °C -0.079×10^{-6} ; 1 080 °C -0.077×10^{-6} ; 1 090 °C -0.054×10^{-6}
20	莫氏硬度	3.0

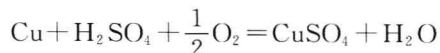
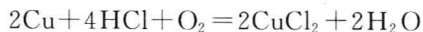
1.1.1.2 铜的化学性质

铜在干燥的空气中不起变化,但在含有 CO₂ 的潮湿空气中,表面会产生碱式碳酸铜 [CuCO₃ · Cu(OH)₂] 的膜层,俗称铜绿。这层膜能阻止铜被进一步腐蚀。铜绿有毒。



铜在空气中加热至 185 °C 以上时便开始氧化,表面产生一层暗红色的铜氧化物;当温度高于 350 °C 时,铜的颜色逐渐由玫瑰色变为黄铜色,最后变成黑色 CuO 外层,中间层为 Cu₂O,内层则仍是金属铜。

铜的标准还原电位为 0.34 V。在电位序中,铜位于氢的后面,其电位比氢的电位正,不能从酸中置换出氢;盐酸和稀硫酸与铜不起作用,但有氧存在时,铜则溶解并生成相应的盐:



铜与浓硫酸的反应比较复杂,在高于 270 °C 时,生成硫酸铜和二氧化硫,温度较低时则有 Cu₂S 生成,即:



铜能溶于稀硝酸和浓硝酸中:



铜能与氧、硫、卤素等元素直接化合生成 Cu⁺¹ 或 Cu⁺² 的化合物。

1.1.2 铜的用途

铜在工业、农业、国防及人们日常生活中都有广泛的用途,其应用范围仅次于钢铁。一般工业发达的国家,每 100 t 钢约需 1.5 t 铜与之相适应。

由于铜的导电率高和延展性好,故广泛用于电器、电子技术,电器制造用量最大。据统计,世界上生产的铜约一半用于电器工业。

世界上生产的铜的 40% 用来与其他金属制成各种合金,广泛用在机械、造船、飞机、交通器材、国防及其他工业部门。如:

黄铜(铜锌合金)和青铜(铜锡合金)广泛用在机械工业中制造各种轴承、活塞、开关、油管、热交换器等。在国防工业上用来制造弹壳。

铝青铜(铜铝合金)抗震能力很强,可用于制造需要一定强度和韧性的铸件。铜镍合金中的蒙乃尔合金以抗蚀性著称,多用于制造阀、泵、高压蒸汽设备及其他器具。例如,用来制造舰艇和发电设备的冷凝器和热交换器。

钼铜合金是最耐腐蚀的合金之一,可用来制造耐高度腐蚀的部件及器械。

世界生产的铜大约有 10% 用于化学和建筑等。硫酸铜(CuSO₄ · 5H₂O)在农业上用做除虫剂。铜具有较强的耐蚀性和抑制细菌的生长,在建筑上用来作自来水管。

1.2 铜矿资源现状及经济性评价

1.2.1 世界铜矿资源现状

1.2.1.1 世界铜矿资源分布状况

总体来看,全世界的铜资源比较丰富,世界陆地铜资源量估计约为 30 亿 t,深海结核

中铜资源量估计约为 7 亿 t, 主要分布在太平洋, 另外洋底或海底热泉形成的贱金属硫化物矿床中也含有大量的铜资源。据 2009 年美国地质调查局统计, 2008 年世界已探明的铜储量为 5.5 亿 t, 基础储量为 10 亿 t, 分别占陆地铜资源量的 18.3% 和 33.3%。按 2008 年世界铜矿山产量 1 559 万 t 计, 现有储量的静态保证年限为 35 年, 基础储量的保证年限为 64 年。

世界上铜资源的分布, 从地理上来看, 很不平衡, 主要集中于南北美洲西海岸、非洲中部、中亚地区及俄罗斯的西伯利亚, 其次是阿尔卑斯山脉和中东、美国东南部、西南太平洋沿岸及其岛屿。从国别上讲, 世界铜储量最多的国家是智利和秘鲁, 分别占世界铜基础储量的 36% 和 12%, 其他储量较多的国家还有美国、中国、波兰、澳大利亚、墨西哥、印度尼西亚、赞比亚、俄罗斯、加拿大和哈萨克斯坦等, 详见图 1-1。

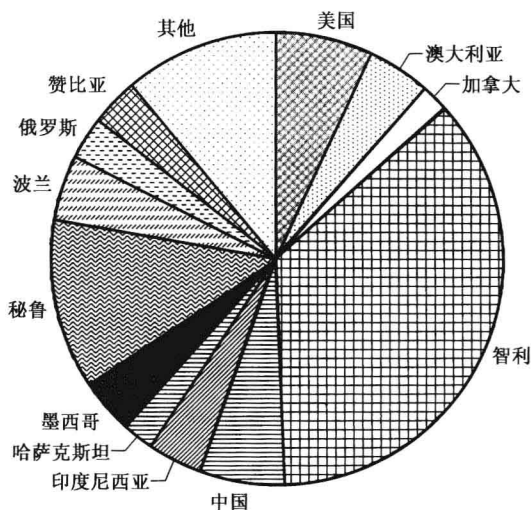


图 1-1 世界铜资源分布示意图

根据大地构造环境和矿床地质条件区分, 铜矿床比较重要的工业类型有斑岩铜矿、砂(页)岩铜矿、含铜黄铁矿、铜镍硫化矿、脉状铜矿、矽卡岩铜矿及碳酸盐铜矿。其中斑岩型铜矿储量占世界总储量的 53.5%, 居第一位; 沉积及沉积变质型铜矿占总储量 31%, 居第二位; 火山岩黄铁矿型铜矿占总储量的 9%, 居第三位; 岩浆岩、矽卡岩型及其他类型的储量仅占 6.5% 左右。斑岩型铜矿主要产于环太平洋, 特提斯—喜马拉雅带和中亚—蒙古带中, 矿床规模巨大, 埋藏浅, 易于露天开采, 但通常矿石品位较低; 砂页岩型铜矿也是矿床规模大, 矿体形态稳定, 易于开采, 而且矿石品位高。目前世界开采的铜矿类型以这两种为主。

1.2.1.2 世界铜资源开发利用现状

目前世界上生产铜精矿的国家有 50 多个, 近 10 余年来, 世界铜矿山产量不断增长。2007 年全世界铜精矿的产量(含铜量)为 1 565.0 万 t, 创历史上最高年产量水平; 2008 年下半年, 受全球金融危机的影响, 有色金属价格暴跌, 致使部分矿山减产, 全球的矿铜产量为 1 559.1 万 t, 比 2007 年略微减少, 详见表 1-2。

2007 年—2010 年, 全球有 10 个正在扩大生产能力的铜矿项目, 它们现有生产能力 75.5 万 t/a, 可增加生产能力 53.04 万 t/a, 共占用铜储量 5 855.2 万 t。2007 年—2012 年,

全球有 17 个预生产铜矿项目。据不完全统计,它们的投资总额为 75 亿美元,计划的生产能力 145.32 万 t/a,占用铜资源/储量 5 743.8 万 t。若这些项目能如期投产,可增加生产能力 198.36 万 t/a,未来市场供应充裕。

表 1-2 全球主要铜精矿生产国产量(万 t 铜)

国家名称	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
世界总计	1 274.9	1 324.7	1 375.7	1 356.5	1 370.0	1 471.4	1 518.0	1 522.38	1 564.99	1 559.1
其中:智利	439.1	460.2	473.9	458.1	490.4	541.3	532.1	536.1	555.7	533.03
美国	160.0	144.4	134.0	114.0	112.0	116.0	114.0	122.6	119.0	133.97
印尼	79.0	100.6	104.7	116.3	100.3	84.2	106.4	81.7	78.89	65.05
澳大利亚	73.7	83.2	89.6	87.9	83.0	85.4	93.0	89.2	97.1	88.5
秘鲁	53.6	55.4	72.2	84.5	84.3	103.6	101.0	104.9	119.03	126.79
中国	52.0	59.3	58.7	56.8	60.4	74.2	76.2	75.5	92.8	93.08
加拿大	62.0	63.4	63.3	60.4	55.7	56.3	59.5	60.7	59.62	60.7
俄罗斯	51.0	58.0	60.0	68.5	66.5	76.7	80.5	77.9	77.0	78.48
波兰	46.3	45.4	47.4	50.3	50.3	53.1	51.2	51.2	45.2	43.6
哈萨克斯坦	37.3	43.0	47.0	47.3	48.5	46.8	43.6	50.95	40.65	41.99
数据来源:2000 年—2006 年来自 World Metal Statistics Yearbook 2007。 2007 年—2008 年来自《有色金属统计》2009.4。										

现代炼铜业的发展起始于 18 世纪,近几十年来铜的生产发展很快。1950 年全世界的精铜产量只有 300 余万 t,到 2008 年已达 1847 万 t,增长了 6.1 倍。从过去的长期趋势来看,铜的生产与消费呈现稳步增长的态势,但不同时期的增长速度有所不同。20 世纪不同年代的年均增长率:50 年代为 4.7%、60 年代为 4.2%、70 年代为 2.1%、80 年代为 1.5%、90 年代为 3.2%。

1960 年至 2000 年 40 年间,世界铜矿产量和冶炼厂铜产量持续增长,年均递增率分别为 2.89% 和 2.73%,而冶炼厂铜矿加工能力大于矿山铜矿生产能力约 10%,铜矿生产能力不能满足铜矿加工能力的要求。铜的消费同样保持增长态势,年递增率为 2.93%。1995 年以后,受国际经济环境的影响,市场需求增长放缓,国际市场价格下跌,为减少经济损失,世界铜生产巨商开始减产。2003 年世界经济复苏,市场需求强劲,价格上升。2004 年世界铜生产商力图迅速恢复生产能力,但仍不能缓解供需矛盾,导致 2005 年—2006 年上半年国际市场铜的价格暴涨。近几年世界精铜的供需仍处于动态平衡之中,精铜生产与消费对比见图 1-2。

2008 年受金融风暴引发全球经济衰退的不利影响,全球主要发达国家的精铜消费几乎全线减少,中国、印度和俄罗斯等几个主要发展中国家仍然是拉动全球铜消费的主要力量。2008 年精铜消费量为 1 804 万 t,同期比减少 0.3%,同期产量增幅为 2.7%,达 1 847 万 t,生产过剩扩大至 43 万 t。

铜作为基础原材料,其消费量的变化与世界经济发展有着密切关系。从全球铜消费量分布来看,铜消费主要集中在两类国家和地区。一类是传统的西方发达国家,如美国、日本、德国、意大利、法国等;这些国家铜的消费基数较大,但近几年铜消费相对平稳,消费增长率相对较小。另一类是经济处于高速增长的发展中国家和地区,如中国、韩国、俄罗斯、中国台湾、马来西亚、泰国、菲律宾、印尼、巴西、智利等;这些国家和地区铜的消费增长率较高,是近几年世界铜消费增长的关键因素。特别是近几年,中国经济持续保持较高增长,铜消费增长较快,目前已超过美国成为世界第一大铜消费国。2008年,世界精炼铜消费居前的国家或地区依次为:中国、美国、德国、日本、韩国、俄罗斯、意大利、中国台湾等。全球主要精铜消费国和精铜生产国分别见表 1-3 和表 1-4。

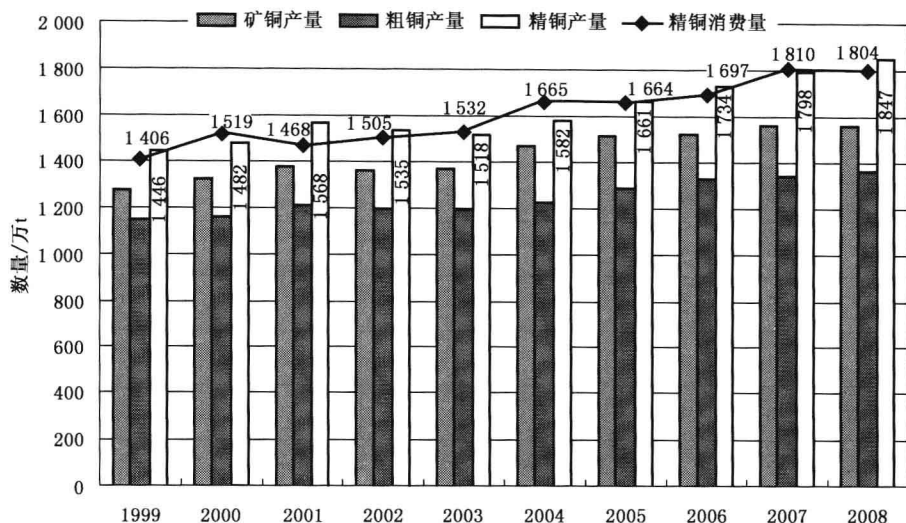


图 1-2 近年世界精铜生产与消费对比

表 1-3 全球主要精铜消费国(地区)消费量(万 t 铜)

国家名称	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
中国	148.4	192.8	230.7	273.7	308.4	336.4	365.6	360.95	486.09	513.36
美国	298.5	302.6	261.9	236.4	229.0	241.0	227.0	212.7	217.6	191.36
日本	129.3	134.9	114.5	116.4	120.2	127.9	122.9	128.23	125.19	118.44
德国	113.8	130.7	112.0	106.7	101.0	110.0	111.5	139.36	137.29	138.65
韩国	78.4	86.2	84.9	93.6	90.1	94.0	86.9	82.79	85.71	85.16
意大利	63.5	67.4	67.6	67.3	66.5	71.5	68.1	80.05	76.36	63.82
中国台湾	65.5	62.8	54.0	65.6	61.9	69.0	63.8	64.25	60.3	58.23
法国	55.0	57.4	53.8	56.1	55.1	53.6	47.2	46.05	33.65	37.91
墨西哥	39.5	46.4	43.7	38.3	35.3	39.4	43.7	40.42	29.85	31.8
俄罗斯	17.0	18.3	22.4	35.5	42.2	52.6	79.2	79.2	69.17	73.08

数据来源:2000年—2006年来自 World Metal Statistics Yearbook 2007。

2007年—2008年来自《有色金属统计》2009.4。

表 1-4 全球主要精铜生产国产量(万 t 铜)

国家名称	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
中国	117.4	137.1	152.3	163.3	183.6	219.9	260.0	299.89	349.69	377.93
智利	266.6	266.8	288.2	285.0	290.2	283.7	282.4	281.1	293.65	306.03
日本	134.2	143.7	142.6	140.1	143.0	138.0	139.5	153.2	157.68	153.98
美国	212.0	180.2	180.0	151.2	131.0	131.0	126.0	125.24	133.46	127.5
俄罗斯	73.7	82.4	88.8	86.1	85.5	90.9	96.8	95.92	96.24	92.64
德国	69.6	71.0	69.4	69.6	59.8	65.3	63.9	65.83	67.27	69.71
波兰	47.1	48.6	49.9	50.9	53.0	55.0	56.0	55.66	53.3	52.67
秘鲁	43.4	45.2	47.2	50.3	51.7	50.5	51.0	50.75	41.39	46.3
澳大利亚	41.6	48.4	55.8	54.5	48.4	49.0	47.1	42.9	44.1	50.3
加拿大	54.9	55.1	56.8	49.5	45.5	52.7	51.5	50.05	45.35	44.37
韩国	45.1	47.1	47.6	49.9	51.0	49.6	52.7	57.55	58.4	57.3

数据来源:2001年—2006年来自 World Metal Statistics Yearbook 2007。
2007年—2008年来自《有色金属统计》2009.4。

1.2.2 中国铜矿资源现状

1.2.2.1 中国铜矿资源分布状况

我国铜矿资源比较丰富,主要分布在长江中下游地区的江西、湖北、安徽等省,以及西南的川滇地区和西藏地区;其次在甘肃河西走廊、山西、新疆等地区。

据国土资源部全国矿产储量数据库 2008 年的统计数据,建国以来至 2007 年底,全国累计查明铜资源储量 8 972 万 t。查明铜资源储量最多的为江西、云南、西藏三个省(自治区),其中,江西 1 282 万 t(基础储量 733 万 t)、云南 1 052 万 t(基础储量 253 万 t)、西藏自治区 1 148 万 t(基础储量 220 万 t)。这 3 个省(自治区)查明铜资源储量合计约占全国的 48.6%,基础储量合计约占全国的 41.1%。

在我国已查明的资源储量中,以斑岩型矿床为主,占查明资源储量的 42.2%。余下依次为矽卡岩型矿床占 22.4%,海相火山岩型矿床占 14.6%,砂页岩型矿床占 11.7%,铜镍硫化物型矿床占 6.2%,其他类型矿床占 2.9%。

由于我国铜矿自然禀赋不佳,矿床成因复杂,未发现特大规模的优质矿床。在已发现的矿床中,大多数矿体复杂、品位低、开采成本高以及开采难度大,探明的矿体中相当一部分是“呆矿”。铜矿的平均品位只有 0.87%。品位大于 1%的储量只占资源储量总量的 35%;我国斑岩型铜矿的平均品位为 0.5%,低于智利、秘鲁的 1%~2%;矽卡岩型铜矿的平均品位为 0.5%~1%,低于非洲刚果和赞比亚的 2%~5%。因此适合采用浸出—萃取—电积工艺的斑岩型铜矿床少,生产成本难于降低。在已开发利用的矿山中,大型和特大型的矿山少,小型矿居多。在剩余的储量中,规模大、品位高的矿床多处于边远地区,外部条件差,在目前的

技术经济条件下,资源开发利用的难度较大。

1.2.2.2 中国铜资源开发利用现状

我国铜生产的总体结构为倒金字塔形,即铜加工材产量大于精炼铜产量、精炼铜产量大于粗铜产量、粗铜产量大于矿产铜产量。

2000年以后,我国矿产铜基本维持在50万t~60万t之间,2004增长到70万t,近年受铜价大幅上涨的驱动,产量增长,2008年矿产铜达到了93.08万t。在世界矿产铜生产国排名中,位居世界第四,产量约为世界矿产铜产量的6%左右。我国矿产铜的主要生产省区有云南省、江西省、安徽省、内蒙古自治区和甘肃省,2008年上述5省(区)矿产铜产量合计占全国总产量的68.2%。尽管我国的铜资源基础储量较大,但我国大型、特大型铜矿少,品位相对较低,并且目前已探明开采条件较好的资源基本已开发利用,因此我国矿产铜产量增长潜力相对有限。

随着江西铜业公司、铜陵有色公司、云南铜业公司等国内主要铜生产企业引进国际先进冶炼生产工艺后,国内主要铜生产企业的冶炼生产工艺已处于世界较先进水平,并且其生产能力也快速扩大,2008年我国铜冶炼能力已达约400万t,远大于矿产铜生产能力。我国矿产铜的自给率将不足冶炼能力的25%。

由于铜的用途十分广泛,一直是电气、轻工、机械制造、交通运输、电子、邮电、国防军工等行业部门不可或缺的原材料。随着我国经济持续快速增长,铜消费量也快速增长,从2002年起精炼铜消费量已超过美国,跃居世界首位。

根据统计数据,2007年中国精铜消费量达到486万t,同期同比增长35%。中国铜消费成为2007年全球铜价维持在高位的主要动力。2008年中国共进口精铜145.6万t,继续保持较高水平,全年精铜消费量513万t。近10年国内精铜产量和消费量变化情况,详见图1-3。

我国的铜资源相对匮乏,但却是一个铜的消费大国,我国铜消费主要依靠进口解决,近年我国包括铜精矿、废杂铜、精铜、铜合金在内的各种铜产品进口量稳步增长,近10年我国主要铜产品进口变化情况见图1-4。

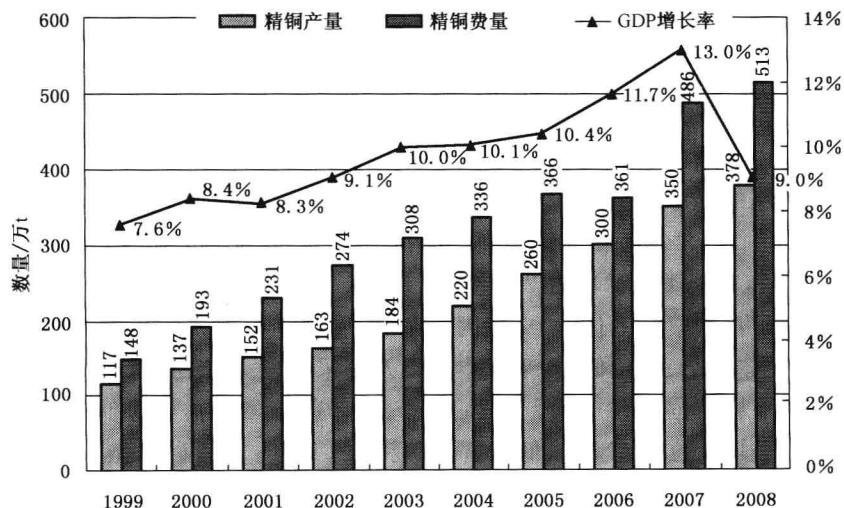


图 1-3 近 10 年中国精铜生产与消费对比图