

# 铜 的 精 炼

株洲冶炼厂《冶金读本》编写小组

(只限国内发行)

## 前 言

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国有色冶金工业正在蓬勃地向前发展。社会主义革命和社会主义建设要求我们不断地提高技术水平，并大力培养一批有色冶炼技术力量。通过对刘少奇一类骗子反革命修正主义路线的批判，广大职工进一步认清了政治和经济的统一、政治和技术统一的唯物辩证关系。坚持在无产阶级政治统帅下为革命刻苦学习业务，努力掌握现代科学技术，日益成为广大工人和革命技术人员的迫切要求。

遵照伟大领袖毛主席关于“要认真总结经验”的教导，我们从总结生产实践经验和科学成果出发，经过集体讨论和修订，编写了《铜的精炼》、《铅的生产》、《锌的湿法冶炼》和《铜铅锌冶金分析》等四本供生产工人学习的读本。我们在编写本书的过程中，除了在内容上以生产实践为主外，并适当地归纳了国内外有关强化生产、改进工艺、革新设备、提高技术经济指标等方面的新成就。同时并力求使理论和实践统一起来。在写法上尽量做到深入浅出，通俗易懂了。本书初稿写出后，承中南矿冶学院冶金系的同志审校，他们提出了不少宝贵意见，特此致谢。

实践、认识、再实践、再认识的过程是无穷的。由于我们学习马列主义、毛泽东思想不够，技术水平较低，加之缺乏编写工人读本的经验，因此，书中存在的错误和缺点可能不少，诚恳地希望读者批评指正。

株洲冶炼厂《冶金读本》编写小组

一九七三年元月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
第一节 铜在国民经济中的作用.....	( 1 )
第二节 铜的性质及杂质对铜性质的影响.....	( 3 )
第三节 粗铜生产.....	( 8 )
第四节 铜的精炼方法.....	( 12 )
<b>第二章 铜火法精炼的基本原理</b> .....	( 16 )
第一节 铜火法精炼的化学基础.....	( 16 )
第二节 杂质在火法精炼中的行为.....	( 20 )
<b>第三章 铜精炼炉</b> .....	( 27 )
第一节 固定式精炼反射炉.....	( 27 )
第二节 精炼反射炉的加热.....	( 42 )
第三节 其他形式的精炼炉.....	( 49 )
<b>第四章 铜火法精炼的操作实践</b> .....	( 54 )
第一节 铜火法精炼的操作过程.....	( 54 )
第二节 铜火法精炼过程的强化.....	( 71 )
第三节 高砷、锑铜料的火法精炼.....	( 78 )
第四节 再生铜的生产.....	( 81 )
第五节 铜精炼渣及降低渣含铜的措施.....	( 85 )
第六节 精炼渣的处理.....	( 88 )
<b>第五章 铜电解精炼的基本原理</b> .....	( 91 )
第一节 电解的基本知识.....	( 91 )
第二节 铜电解精炼概述.....	( 101 )
第三节 铜电解过程的电极反应.....	( 103 )
第四节 杂质在铜电解精炼中的行为.....	( 106 )
第五节 电解液的成分和控制.....	( 123 )
第六节 铜在阴极上的沉积.....	( 128 )

<b>第六章 铜电解精炼车间的主要设备</b> .....	(132)
第一节 电解车间的电路联接.....	(132)
第二节 电解槽.....	(133)
第三节 阳极与阴极.....	(140)
第四节 电解车间的其他设备.....	(145)
第五节 铜电解车间的配置原则.....	(154)
<b>第七章 铜电解精炼的操作实践</b> .....	(156)
第一节 铜电解精炼技术条件的控制.....	(156)
第二节 铜电解精炼的电能消耗.....	(188)
第三节 母板槽的技术条件.....	(199)
第四节 电解铜质量的控制.....	(201)
第五节 高砷、锑阳极的电解精炼.....	(210)
第六节 高银阳极的电解精炼.....	(213)
第七节 铜电解过程的强化和新动向.....	(215)
<b>第八章 铜电解液的净化</b> .....	(227)
第一节 电解液净化的一般流程.....	(229)
第二节 锡酸钠直接脱除砷锑法.....	(248)
第三节 几种净化铜电解液的新技术.....	(255)
<b>第九章 铜精炼过程中的综合回收</b> .....	(263)
第一节 镍的回收.....	(264)
第二节 硒与碲的回收.....	(276)
<b>第十章 土法精炼</b> .....	(291)
第一节 土法熔炼.....	(291)
第二节 简易铜电解精炼.....	(297)
第三节 废黄杂铜直接电解精炼.....	(300)
<b>参考资料</b> .....	(306)

# 第一章 绪 论

## 第一节 铜在国民经济中的作用

钢铁和有色金属工业是国民经济中的基础工业之一。

铜是一种重要的有色金属，它具有良好的导电性、导热性、可塑性、常温下难于氧化并能与其它金属形成一系列合金等等性能。铜的矿床在自然界分布甚广，在所有的有色金属中铜仅次于铝而占据第二的地位。

铜主要应用在国民经济中的下列部门：

电气工业是用铜的主要部门，其用量约占铜产出量的一半以上。电机、远程输电与传送电流有关的各种电工设备，通常都必须应用经过电解精炼的电铜。如每制造一部300瓩的发电机约需铜580公斤；架设100公里、断面为150平方毫米的输电线需铜400余吨。

铜以各种合金的形式，广泛地应用于其他各种工业部门。其中最主要的是铜——锌合金(黄铜)、铜——锡合金(青铜)、铜——铝合金(铝青铜)、铜——镍合金(蒙乃尔合金)和铜——铍合金(铍青铜)等。它们被广泛地用来制造各种开关、轴承、油管、换热器、高强度和高韧性铸件、抗蚀性和高导电性零件以及无线电设备等各方面。如每制造一辆汽车或拖拉机就需要20公斤左右的铜制零件。

在机器制造业中，大量地使用铜板和铜材。

铜还是国防工业不可缺少的极其重要的材料，各种子弹、炮弹、飞机、舰艇的制造都需要大量的铜，如每制造100万发子弹就要消耗14吨左右的铜。此外，铜的化合物还应用于农业和医药事业中。

根据统计资料，世界各主要工业国铜的产量约为该国钢产量的

1~1.5%。以1970年为例：美国为1.71%，苏联为0.9%，日本为0.8%，西德为0.93%。随着科学技术的发展，有色金属及其合金不断出现新的用途，对铜的需求量也将不断地增长。世界各主要产铜国家近年来的精铜产量如表1所示：

表1 世界各主要产铜国家精铜产量统计（单位：万吨）

国 名	1966年	1967年	1968年	1969年	1970年
美 国	199.74	139.67	168.19	203.39	206.33
苏 联	93.00	96.00	99.00	102.00	104.40
日 本	40.48	47.00	54.84	62.92	70.50
赞 比 亚	49.37	53.51	55.07	60.32	57.70
智 利	35.72	38.64	39.94	45.29	46.13
西 德	35.23	35.57	40.74	40.21	40.58
比 利 时	29.30	30.50	33.50	28.67	33.76
英 国	17.98	16.93	19.77	19.82	20.62
扎 伊 尔	15.76	16.10	16.70	18.23	19.02
澳 大 利 亚	11.54	9.69	12.08	13.86	14.33
世 界*	622.64	587.29	654.41	706.07	725.65

\* 世界统计中不包括我国。

我国是世界上冶炼和应用铜器最早的国家之一，约在公元前2,000年就大量地使用青铜，到了殷代，炼铜和铸造技术已经相当进步。根据历史记载，云南东川一带在西汉时就已成为重要的产铜地区。此外，在1637年明朝宋应星所著《天工开物》一书中，详细地记载了我们祖先在铸造、锻造、机械加工、热处理、冶炼等方面的伟大成就。这些都雄辩地说明了我国历代劳动人民曾经在冶金史和炼铜史上写下了光辉的篇章。

但是，在漫长的封建统治下，特别是解放前的近百年，中国人民深受帝、官、封三座大山的重重压迫，科学技术得不到应有的发展，使我国长期处于贫穷和落后的状况。帝国主义者还污蔑我国是“贫铜”的国家。

解放后，在党和毛主席的英明领导下，我国的炼铜工业同其它各条战线一样得到了飞跃的发展。不但扩建和改建了原有的炼铜厂，而且在我国东北、西北、华东、华北、中南和西南各地区都新建起了先进的大型铜厂及铜精炼厂。随着地质勘探工作的迅速发展，不断地发现和开发了很多新的铜矿矿床，事实证明了我们是一个铜矿蕴藏量较丰富的国家。可以断言，我国的炼铜工业必将以前所未有的规模和速度飞跃地向前发展，并在我国的社会主义革命和社会主义建设中起着日益重要的作用。

## 第二节 铜的性质及杂质对铜性质的影响

### 一、铜的性质

铜是元素周期表中第一族的元素，原子序数为29，原子量为63.57。

#### (1) 物理性质

纯铜的比重在20℃时为8.89，熔融铜的比重为8.22，熔点为1084.5℃，沸点为2314℃。

组织致密的铜为玫瑰红色，显金属光泽，而液态的铜呈油绿色。

铜是一种很柔软的金属，莫氏硬度为3.7。它能拉成很细的铜丝和压成0.0026毫米厚的铜箔。

良好的导电性是铜最有价值的特性，铜的导电性在所有的金属里仅次于银。若以银的导电率为1，则铜的导电率为0.93，其电阻系数为0.000001745欧姆·厘米。

铜的传热性也很好，仅次于金和银，若以银的导热率为1，则铜的导热率为0.732。

铜在液态下能溶解很多气体，如氢、二氧化碳、氧、氮、二氧化硫、一氧化碳和水蒸汽。金属吸收气体不仅是由于气体的溶解，而且也是气体和金属及金属中杂质发生化学作用的结果。一般说来，铜由于气体的溶解会使它的机械性质和导电性都显著恶化。

## (2) 化学性质

铜在干燥的空气中不起化学变化，但在有 $\text{CO}_2$ 存在的潮湿空气中，其表面上便生成一层绿色有毒的碱式碳酸铜 $[\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2]$ 薄膜，即所谓“铜绿”。铜在空气中加热至 $185^\circ\text{C}$ 以上时便开始氧化，赤热时在表面上生成一层由 $\text{Cu}_2\text{O}$ 和 $\text{CuO}$ 组成的黑色覆盖物。

铜不溶于稀硫酸和盐酸中，但在有氢存在的条件下，则是可溶的，并生成相应的盐。

铜可溶于硝酸、热浓硫酸、氯化铁溶液、氰化物溶液、氯化铜溶液和三价铁的硫酸盐溶液中。

铜能与氧、硫、卤素等元素直接化合，并生成一价或二价的化合物。

## 二、杂质对铜性质的影响

各种粗铜中，都含有不同数量的杂质元素，而任何杂质的存在，对铜的导电性将产生不良的影响，但各种杂质对铜的机械性能的影响则各不相同。在一定的条件下，铜的机械性能因某些杂质的存在而改善，在另一种情况下则可因杂质的存在而使机械性能显著地恶化。因此我们必须明了各种杂质对铜性质的影响。

工业铜中最常有的杂质是铅(Pb)、铋(Bi)、砷(As)、锑(Sb)、氧(O)、镍(Ni)、硫(S)、铝(Al)、锰(Mn)和铁(Fe)。根据对铜的机械性能的影响不同，这些杂质可以分为三类：(1)铅和铋；(2)砷、



锑、氧和硫；(3)铁、镍、锰和铝。

### (1) 第一类杂质的影响

铅和铋容易溶解于熔融铜中，但当熔融铜凝固时，铅和铋完全呈游离状析出，在铜结晶的周围形成薄膜，所以这些元素破坏铜结晶间的联系，降低铜自身的致密性。

因为铅和铋的某些性质和铜显著不同，因而对铜是特别有害的，其主要差别如下所示：

	熔化温度℃	抗张强度(公斤/毫米 <sup>2</sup> )
Cu	1084.5	26~30
Pb	327.5	1.7
Bi	271.44	脆的

当铜含有这些杂质时，由于铅、铋的抗张强度小、熔点低，故在热加工和冷加工时都出现脆性。铋对铜的机械性能发生很坏的影响，因此铜内只容许含铋小于0.002%。当含铋量为0.025%时，铜变为热脆；而含铋量为0.05%时，铜变为冷脆。

铅在铜中的含量只允许在0.01%以下。当铜中含铅量为0.05%时，铜变为热脆；而含量为0.2%时，则铜是脆弱易碎的。

### (2) 第二类杂质的影响

砷、锑、氧及硫与铜形成化合物，如  $\text{Cu}_2\text{O}$ 、 $\text{Cu}_2\text{S}$ 、 $\text{Cu}_2\text{As}$ 、 $\text{Cu}_2\text{Sb}$ 。

当铜凝固时，这些化合物与铜的合金，以溶解状态残留于其中，也部分地在铜结晶界面上析出。这些化合物与合金的机械性质接近于铜的性质，因此在一定的含量内，不改变甚至还可改善其机械性质。例如砷与氧对铜的性质就是有益的，这些元素增加铜的强度和韧性。此外，它们还能消除第一类元素的有害作用。在用于压延的铜中，一定要有某些数量的砷和氧。

关于砷和氧对铜的机械性质的影响，分别如表2(1)、表3(1)所

示：

表 2 砷对铜的机械性质的影响

铜中含砷量(%)	抗张强度(公斤/毫米 <sup>2</sup> )	延伸率(%)
0	21.1	25
0.24	26.6	27.5
0.53	28.9	29.5
0.75	28.7	21.0
1.00	28.4	25.0

表 3 氧对铜的机械性质的影响

铜中含氧量(%)	抗张强度 (公斤/毫米 <sup>2</sup> )	延伸率(%)	导电度(%)
0.015	23.9	37	100.8
0.050	25.3	35	100.3
0.075	25.5	34	99.8
0.100	25.7	22	99.55
0.150	26.1	30	98.83
0.200	26.2	28	98.25

从表中可以看出：氧能增加铜的强度，稍降低其韧性；砷改善铜的韧性和强度，而不影响其可锻性。当砷和氧同时存在时，对铜的机械性质也是有益的。

关于第二类元素消除第一类元素的有害作用的研究指出：铜中含铅愈多，必须有愈多的砷在其中以除铅害，为保持良好的质量，铜中砷对铅之比应当不小于3:1。铜中含砷愈多，其中含氧也应相应地增多，以保持铜的机械性质。

### (3) 第三类杂质的影响

镍、铝、锰、铁在铜中与铜形成固溶体，铜熔体凝固时，它们不致析出。这一类杂质中大多数都能增加铜的强度及硬度，但对于第一类杂质没有任何除害作用。

铁在铜的固溶体中仅能达0.2%，因此对铜的机械性质影响不大。数量过多时，过量的铁呈游离结晶形态析出，从而提高铜的硬度，降低铜的可锻性。

锰对铜的影响大致和铁相同。

镍提高铜的硬度和韧性，故有时为了改善铜的压延性而有意将镍加入铜中。

综上所述，铜中某些杂质的存在，当其不超过一定含量时，将对铜的机械性质起着有益的作用。但是，在一般的粗铜中，按其硫、氧的含量均不能符合机械工业的需要，并且还含有贵金属和其他杂质。因此并不排除粗铜进行精炼以脱除杂质的必要性。所以，在工业上，即使希望铜中含有某些杂质，也必须首先将粗铜进行精炼，制取精炼铜，然后再按照需要的成分配入合金元素。并且铜主要是用在电气工业中，而所有存在于铜中的杂质，均在不同程度内降低其导电度。急剧提高铜的电阻的、最有害的杂质是砷和锑，甚至金也降低铜的导电度。因此，在冶炼工业中绝大部分都是生产纯铜（电铜）。

关于砷、锑对铜的导电度的影响如下：

0.0013%的As减少铜的导电度为1%；

0.0071%的Sb减少铜的导电度为1%；

0.01%的As减少铜的导电度为3%；

0.35%的As减少铜的导电度为50%。

其它杂质对铜的导电度的影响如表4所示(1)。

表 4

杂质对降低铜的导电度的影响

元 素	数 量(%)	铜丝中含铜量(%)	退火铜丝的导电度占标准铜丝的导电度(%)
铝(Al)	0.109	99.65	66.8
铋(Bi)	0.045	99.91	99.3
金(Au)	0.089	99.86	98.9
铅(Pb)	0.083	99.82	99.1
磷(P)	0.08		52.3
银(Ag)	0.137	99.81	100.0
硫(S)	0.053	99.93	100.0

氧若以氧化亚铜形态存在于铜中时，会降低铜的导电度。事实上，铜总是含有其它降低导电度的杂质，但因为氧能氧化此类杂质，从而可消除它们对导电度的有害影响。

### 第三节 粗铜生产

自然界中的含铜矿物有硫化铜矿，氧化铜矿，自然铜矿等三种，其中以硫化铜矿为主。目前含铜在0.46%以上(2)的矿床，就具有工业开采的价值。

从矿山中开采出来的原矿，因为含铜太低(一般都在1%以下)，不适合于直接冶炼，而必须预先经过选矿处理以提高铜矿的品位，并尽可能地除去原矿中的脉石成分。原矿经选矿后的产品称为精矿。铜精矿的化学成分如表5所示(3)：

从铜矿和铜精矿中提铜的方法有两种，即火法和湿法。从现阶段来说，火法炼铜是最重要的方法，世界产铜的总量中有90%都是用火法冶炼出来的。

从硫化铜矿中用火法生产粗铜，原则上分为焙烧——熔炼——

表 5

铜 精 矿 的 组 成

名 称	精 矿 成 分 (%)								
	Cu	Co	Zn	S	Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
含黄铜矿	8~20	0.1~0.3	1~2	35~43	32~37	3~5	3~7	0.5~2	0.5~1
铜 锌 矿	8~15		2~4	30~35	25~30	3~5	3~7	0.5~2	0.5~1
含铜砂岩	20~25			30	25~27	5~10	5~8	0.5~2	0.5~1
斑岩铜矿	28~35			15~20	16~20	20~29	5~8	1~2	1

吹炼三个工序。但近年来由于选矿技术的提高，可以产出铜硫比（精矿中铜和硫含量之比）很高的精矿，为直接熔炼精矿并产出合格品位的冰铜创造了条件。因此，各冶炼厂都趋向于取消焙烧作业，而将粗铜生产分为熔炼和吹炼两个作业来进行。

从硫化铜精矿用火法生产粗铜的流程可如图1所示：

现将熔炼和吹炼过程简叙如

下：

### (1) 硫化铜矿的熔炼

从冶金的观点看来，硫化铜矿可以认为是由铜和铁的硫化物以及其它金属的硫化物和脉石所组成。夹杂在硫化铜矿中的杂质通常有铅、锌、砷、镍、铋、铊、碲、金、银和铂族元素等，废石中以石英为最多。因此，熔

炼硫化铜矿的目的在于分离矿石中的废石，得到含铜较原矿为高并富集了贵金属及其他某些金属的中间产物。

硫化矿的熔炼可在各种形式的冶金炉内进行，如反射炉、鼓风机和电炉等。在熔炼过程中，炉料经熔化后，由于各种金属硫化物

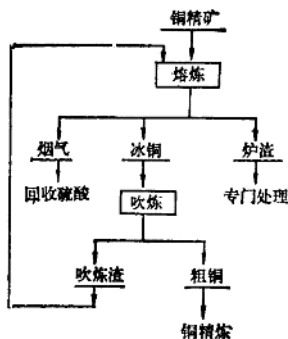


图1 粗铜的火法生产流程

能够互相混熔，形成一种由硫化铜和硫化铁组成的合金，这种合金称为冰铜。矿石或精矿中的脉石是金属和非金属的氧化物（如二氧化硅、氧化钙、三氧化二铝等），在熔炼温度 and 外加熔剂的配合下，互相作用成为炉渣。因各种氧化物在硫化物中的溶解度很小，故得以使炉渣和冰铜互不混溶，炉渣和冰铜因其比重的不同而在炉内分层，炉渣比重较轻(3~3.5)位于上层，冰铜比重较大(4.5~5.0)位于下层，因而可从炉内分别放出。

由于在炉内进行了部分硫化铁的氧化反应，所生成的氧化亚铁进入炉渣，未被氧化的硫化铁则进入到冰铜中，其数量的分布视炉子的脱硫率而定（部分的  $\text{FeO}$  被氧化成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ，也可溶于冰铜中）。但由于铜对硫的亲合力很大，故熔炼时，矿石或精矿中的硫化铜全部进入冰铜。金属硫化物是贵金属的良好溶剂，故在冰铜的形成过程中，将矿石中的全部贵金属富集于冰铜中。

矿石中的砷、锑、铋具有较大的挥发性，在熔炼时部分挥发进入炉气，部分进入冰铜。矿石中的锌则视其含量的多少和炉内的脱硫程度而定，被氧化了的氧化锌进入炉渣，未被氧化的硫化锌进入冰铜。现将工业冰铜和炉渣的成分分别列于表6和表7。

表6 工业冰铜的成分(%)<sup>(3)</sup>

名 称	Cu	Fe	S	Pb	Zn	O
反射炉熔炼	12.25	46.75	25.67	2.99	3.45	7.75
反射炉熔炼	37.76	31.87	26.06			3.80
鼓风炉熔炼	27.60	40.15	24.80	0.56	1.00	6.52
鼓风炉熔炼	41.05	30.66	24.65			2.84

表7

炼铜炉渣成分(%) (3)

名 称	Cu	SiO <sub>2</sub>	FeO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZnO
反射炉熔炼	0.2~0.4	32~48	20~50	2~15	5~10	5~7
鼓风炉熔炼	0.3~0.5	30~34	50~54	4~7	5	5~7
鼓风炉熔炼	0.2~0.4	32~48	20~50	4~24	5~12	5~7

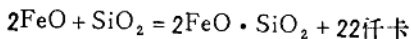
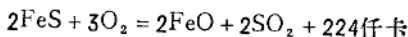
冰铜中的含氧量与冰铜成分有关，冰铜品位愈低，则其中含氧愈高，冰铜中的氧主要呈Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>形态存在。

## (2) 冰铜的吹炼

硫化矿熔炼所得到的冰铜，必须经过吹炼才能得到粗铜。现阶段的冰铜吹炼都在周期性的可以转动的炉内进行。用转炉吹炼冰铜是强烈的氧化过程，由于金属硫化物的激烈氧化放出大量的热，而不需要另加燃料。

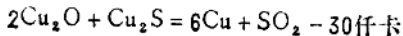
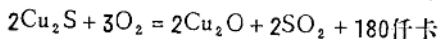
冰铜吹炼过程，分为除铁期和造铜期两个阶段：

①除铁期：吹炼时，首先氧化的是冰铜中的硫化亚铁(FeS)，氧化后生成氧化亚铁(FeO)和二氧化硫(SO<sub>2</sub>)。氧化亚铁与加入炉内的石英(SiO<sub>2</sub>)熔剂化合生成硅酸铁炉渣：



炉渣形成后，定期地从炉内倾出，并补加新的冰铜，直至炉内聚集相当数量的纯硫化亚铜(Cu<sub>2</sub>S)为止。冰铜中的硫化亚铜在硫化亚铁未被完全氧化时，不会发生氧化。

②造铜期：待炉内所有的硫化亚铁氧化除去后，继续吹炼则硫化亚铜发生氧化，生成氧化亚铜(Cu<sub>2</sub>O)。生成的氧化亚铜与未被氧化的硫化亚铜交互作用生成金属铜，其反应如下：



此反应直至全部与铜结合的硫脱去为止。

冰铜中的锌、砷、锑、铋等杂质，在吹炼时大部分挥发，少部分进入炉渣，其余的进入粗铜。冰铜中的金、银等贵金属，则全部转入粗铜中。所产粗铜的品位一般为98~99.5%。

近年来，铜的冶炼技术有了很大的发展。闪速熔炼和旋涡熔炼使过程大为强化，已为外国很多炼铜厂所采用，大有取代反射炉及鼓风炉熔炼的趋势。普通鼓风炉熔炼已逐渐转变为富氧鼓风炉熔炼和密闭鼓风炉熔炼，后者近年来在我国的几个炼铜厂取得了很大的成效，为进一步发展这一技术，利用烟气制酸积累了可贵的经验。此外，铜精矿——冰铜的转炉富氧吹炼，已成功地把熔炼和吹炼两个作业集中于一个工序。其它如连续吹炼，连续炼铜的冶炼方法也取得了很大的进展。整个铜冶金技术，尤其是粗铜生产技术，正处于飞跃的发展之中。

#### 第四节 铜的精炼方法

从铜矿和铜精矿用火法冶炼生产的粗铜中，除含铜98~99.5%外，还含有0.5~2.0%的杂质。这些杂质主要是镍、铅、砷、锑、铋、铁、硫和氧；此外尚有某些数量的贵金属。从其它矿石的冶炼中，综合回收产出的粗铜，杂质含量则更高。现将我国几个主要炼铜厂的粗铜成分和某厂从铅锌生产中综合回收产出的粗铜成分列如表8。

因为铜中杂质的含量超过一定限度，会引起铜的机械性质变坏，导电率降低，抗腐蚀性恶化，故所有产出的粗铜必须经过精炼，脱除其中的杂质，改善铜的性质，以适应工业上的需要。此外，粗铜中的贵金属是极有价值的成分，必须加以回收。这就是粗铜精炼的两个目的。

从铜的整个生产流程来看，精炼过程是铜生产中的最后阶段。但



表8 我国各主要炼铜厂产出的粗铜成分

工 厂	各 成 分 含 量 (%)										
	Cu	S	Pb	Ni	Bi	As	Sb	Fe	O	Au (克/吨)	Ag (克/吨)
1	99~99.4	0.036~ 0.0322	0.012~ 0.0127	0.15~ 0.30	0.0076	0.009~ 0.04	0.004~ 0.011	0.001~ 0.0047	0.076~ 0.10	20~25	300~ 2000
2	99.5~ 99.67		0.0127	0.046	0.0033	0.132	0.0051		0.086	56	757
3	98.32	0.048	>0.12	0.25	0.037	0.085	0.20	0.002		30~130	1300~ 2400
铅锌生产 中综合回 收的粗铜	94~96		微	0.15~ 0.3	0.1~ 0.16	1.91~ 3.29	1.0~1.5			0.75	236