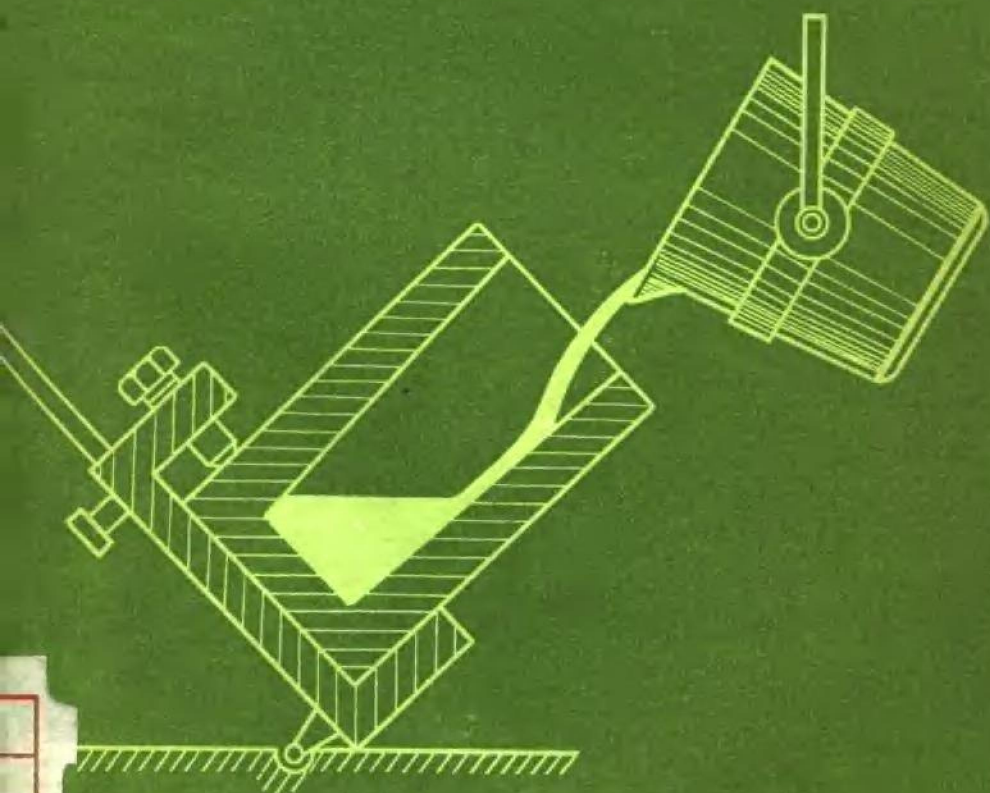


铜镍熔铸实践



冶金工业出版社

内 容 简 介

本书系统叙述了铜、镍及其合金的熔炼与铸锭生产方法，简单的工艺原理，较为详细地介绍了铜及其合金的感应炉熔炼和半连续铸锭、其主要熔铸设备、工具的使用和维护方法等。

本书是由洛阳铜加工厂一、五车间的工人和技术人员在党组织的领导下，以生产实践经验为基础，集体总结编写（肖恩奎同志执笔）而成的。文字通俗易懂，适于工人阅读；也可供有关领导及生产技术人员参考。

铜 镍 熔 铸 实 践

洛阳铜加工厂 编

*

冶金工业出版社出版
新华书店北京发行所发行
冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 73/4 插页 1 字数 201 千字

1976年10月第一版 1976年10月第一次印刷

印数 00,001~6,400 册

统一书号：15062·3231 定价（科二）0.68元

毛主席语录

人的正确思想，只能从社会实践中来，
只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学
实验这三项实践中来。

在生产斗争和科学实验范围内，人类
总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，
永远不会停止在一个水平上。因此，
人类总得不断地总结经验，有所发现，有
所发明，有所创造，有所前进。

中国人民有志气，有能力，一定要在
不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

前 言

建国以来，在毛主席和中国共产党的英明领导下，我国重有色金属及其合金加工工业同其它技术领域一样，有了迅速的发展。冶金战线的广大职工在“**鞍钢宪法**”光辉旗帜指引下，打破洋框框，走自己工业发展道路，坚持实践第一的观点，大搞技术革新和技术改造，在生产实践中积累了许多宝贵的经验。铜、镍及其合金的熔铸技术，近年来发展很快，感应电炉熔炼和半连续铸锭已普遍采用；真空、电渣熔炼和卧式全连续铸锭技术也有了较大的发展。为交流经验，适应我国有色金属工业迅速发展的需要，我们遵照毛主席关于“**要认真总结经验**”的伟大教导，以生产实践经验为基础，采用集体讨论和总结的方式，编写了这本《铜镍熔铸实践》，以系统介绍铜、镍及其合金的熔炼与铸造技术。

为便于工人阅读，本书在正文叙述中力求通俗易懂，侧重介绍各种工艺方法及操作实践经验，对工艺原理只作了扼要的介绍。

编写这本书尽管群策群力，希望它能对从事有关专业工作的同志有所帮助，但毕竟由于我们的政治、业务水平所限，书中缺点或错误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

一九七五年四月

目 录

第一章 铜、镍及其合金概述	1
第一节 铜及其合金	1
一、紫铜	1
二、黄铜	3
三、青铜	8
四、白铜	13
第二节 镍及其合金	13
第二章 配料及化学成分调整	20
第一节 金属原料	20
一、新金属	20
二、旧料	20
三、化学废料	21
四、中间合金	22
第二节 配料原则	22
第三节 配料计算	26
一、确定配料比	26
二、全部使用新金属时，合金配料的计算	27
三、新金属和旧料混合使用时，合金配料的计算	28
四、使用中间合金时，合金配料的计算	29
五、使用化学废料时，合金配料的计算	29
六、由一种合金旧料改作另一种合金配料时的计算	31
七、通过化学成分分析求得炉内熔体重量的方法	33
第四节 化学成分调整	34
一、补偿计算	34
二、冲淡计算	35
第三章 铜及其合金熔炼	38
第一节 装料与熔化顺序	38
第二节 熔体的保护	39
一、木炭覆盖	40

二、玻璃覆盖	42
第三节 熔体中的气体	43
一、气体的来源	43
二、气体溶解度	45
三、从熔体中除氢	46
四、脱氧	51
第四节 熔体中的杂质	54
一、混料	54
二、金属与炉衬之间的化学作用	54
三、金属与覆盖剂之间的化学作用	55
四、添加剂的残余及其积累	55
五、变料与洗炉	58
第五节 熔炼损失	59
一、金属的蒸发和氧化	59
二、减少熔损的途径	60
第六节 熔体质量检查	61
一、化学成分分析	61
二、含气量检查	62
三、温度测量	63
四、工艺性能试验	64
第七节 反射炉熔炼	65
第八节 感应电炉熔炼	68
一、紫铜的熔炼	68
二、无氧铜的熔炼	69
三、黄铜的熔炼	73
四、锡青铜的熔炼	74
五、铝青铜、硅青铜和铍青铜的熔炼	75
六、镉青铜、铬青铜和锆青铜的熔炼	76
七、白铜的熔炼	77
第九节 熔炼用炉	78
一、筑炉用耐火材料	78
二、反射炉	79
三、工频有芯感应电炉	81

四、无铁芯感应电炉	91
第四章 镍及其合金熔炼	100
第一节 概述	100
第二节 感应炉熔炼	101
一、N6的熔炼	102
二、NY2的熔炼	103
三、NCu28-2.5-1.5的熔炼	104
第三节 真空感应炉熔炼	104
一、真空熔炼概念	105
二、真空感应炉装置	106
三、真空系统操作	106
四、镍及其合金的真空熔炼	108
第四节 电渣熔炼	110
一、电渣熔炼的工作原理	110
二、电渣炉	112
三、主要工艺参数及其选择	112
四、NCu28-2.5-1.5的电渣熔炼	114
第五章 铁模及水冷模铸锭	117
第一节 铁模铸锭法	117
一、铸模	117
二、浇注方式及工艺条件选择	121
第二节 水冷模铸锭法	125
第三节 倾斜模铸锭法及无流铸锭法	129
一、倾斜模铸锭法	129
二、无流铸锭法	130
第四节 涂料及其制备	133
一、涂料的组成及涂料层的作用	133
二、涂料的制备及使用	136
第六章 半连续和连续铸锭	137
第一节 半连续铸造装置	137
一、结晶器和引锭托座	138
二、半连续铸造机	142

三、液流调节与分配装置	148
四、熔体的保护及铸锭的润滑	150
第二节 半连续铸锭原理及工艺条件的确定	157
一、半连续铸锭原理	157
二、铸锭工艺条件的确定	163
第三节 半连续铸锭的操作技术	168
一、准备工作	168
二、操作要点	169
三、故障排除	179
第四节 铜及其合金半连续铸锭生产实践	173
一、用石墨结晶器铸造紫铜大型扁锭	173
二、黄铜圆锭的红锭铸造	177
三、铝青铜圆锭的敞开式铸造	179
四、锡磷青铜锭的振动铸造	182
五、硅青铜锭的半连续铸造	185
第五节 铜合金锭的卧式连续铸造	187
一、卧式连铸装置	187
二、铜合金锭的卧式连续铸造	189
第七章 铸锭质量分析	191
第一节 铸锭的结晶组织	191
一、金属及合金的晶体结构	191
二、铸锭的结晶组织结构	192
三、结晶组织对铸锭的影响	193
四、变质处理	195
第二节 气孔	197
一、铁模铸锭中的气孔	197
二、半连续铸锭中的气孔	200
第三节 缩孔与疏松	201
一、缩孔	202
二、疏松	203
第四节 裂纹	205
一、表面纵向裂纹	205
二、表面横向裂纹	206

三、中心裂纹	207
四、晶间裂纹	208
五、劈裂	209
第五节 夹渣(杂)	210
一、表面夹渣	210
二、内部夹渣(杂)	212
第六节 冷隔	213
一、表面冷隔	213
二、内部冷隔	214
第七节 偏析	215
一、比重偏析	215
二、晶内偏析	215
三、区域偏析	215
第八节 化学成分废品	219
第九节 锭坯质量检查与验收	221
一、化学成分分析	221
二、表面质量检查	221
三、内部质量检查	222
四、锭坯外形尺寸检查	223
五、锭坯的验收	223
第八章 安全生产技术	225
第一节 工业生产卫生	225
一、通风及温度调节	225
二、除尘	226
第二节 安全生产技术	229
一、熔铸生产一般安全知识	229
二、感应电炉的安全操作技术	230
三、半连续铸锭生产的安全技术	231
附录一 常见元素的某些物理性质	233
附录二 常见金属的分类及化学成分	234
附录三 部分铜、镍及其合金的物理和工艺性质	234
附录四 部分铜合金铸锭理论重量表	237

第一章 铜、镍及其合金概述

铜、镍及其合金是常用有色金属材料。在工业生产实践中，有色金属及其合金一般分为两类：

一、铸造金属及合金。即将熔炼好的金属或合金熔体直接铸造成零件型体，如轴瓦、阀门等，这些铸造成型的零件，不用加工或仅经简单切削加工后可直接使用。

二、压力加工金属及合金。即先将熔炼好的金属或合金熔体铸造成锭，然后用轧制或挤压等压力加工方法，将锭坯加工成具有一定形状和尺寸的板、带、条、箔、管、棒、型、线等产品，再供各部门使用。

本书只涉及压力加工用的铜、镍及其合金的熔炼与铸锭生产。属于铸造用的铜、镍及其合金未予讨论。

第一节 铜及其合金

纯铜，常称作紫铜。以铜为基体，再添加一定数量的其它元素而构成的合金，称作铜合金。

铜及其合金具有一系列优良的性能，其加工产品被广泛用于电气、仪表、热工、机械制造和军工等部门。其应用范围仅次于钢铁。在有色金属中，铜的产量和耗量仅次于铝。

一、紫铜

紫铜（纯铜）化学成分见表1。

按其化学成分和用途不同，紫铜分普通工业紫铜和无氧铜两类。T2、T3、T4等属于普通工业紫铜，其加工产品主要用于电线、电缆、电气开关、汽车及拖拉机用水箱、爆破用雷管等。TU1、TU2属于无氧铜，其加工产品主要用于制造电真空元件。磷脱氧铜TUP具有较好的焊接性能和冷弯性能，主要用来制汽

紫铜化学成分表 表 1

组别	牌 号	代 号	化 学 成 分 (%)														用 途		
			主 要 成 分			杂 质 (不 大 于)													
			铜(不 小于)	磷	锰	铍	锑	砷	铁	镍	铅	锡	硫	磷	锌	氧		碳	总和
普 通 工 业 紫 铜	一号铜	T1	99.95	—	—	0.0020	0.0020	0.0020	0.0050	0.0020	0.0050	0.0020	0.0050	0.0010	0.0050	0.02	—	0.05	导电和高纯度合金用
	二号铜	T2	99.90	—	—	0.0020	0.0020	0.0020	0.0050	0.0060	0.0050	0.0020	0.0050	—	0.0050	0.06	—	0.1	导电用铜材
	三号铜	T3	99.70	—	—	0.0020	0.0050	0.01	0.05	0.2	0.01	0.05	0.01	—	—	0.1	—	0.3	一般用铜材
	四号铜	T4	99.5	—	—	0.0030	0.05	0.05	0.05	0.2	0.05	0.05	0.01	—	—	0.1	—	0.5	一般用铜材
无 氧 铜	一号无氧铜	TU1	99.97	—	—	0.0020	0.0020	0.0020	0.0050	0.0020	0.0050	0.0020	0.0050	0.0030	0.0030	0.003	—	0.03	电真空器件用铜材
	二号无氧铜	TU2	99.95	—	—	0.0020	0.0020	0.0020	0.0050	0.0020	0.0050	0.0020	0.0050	0.0030	0.0030	0.003	—	0.05	电真空器件用铜材
	磷脱氧铜	TUP	99.5	0.01~0.04	—	0.0030	0.05	0.05	0.05	0.2	0.01	0.05	0.01	—	—	0.01	—	0.49	焊接等用铜材
	锰脱氧铜	TUMn	99.6	—	0.1~0.3	0.0020	0.0020	0.0020	0.05	0.0050	0.0070	0.0020	0.0050	0.0030	0.007	—	0.0020	0.30	电真空器件用铜材

注：表中未列入的杂质包括在杂质总和内，银含量包括在铜中。

油管、冷凝管和热交换器等。

铜中的主要有害杂质是铅、铋，以及氧和硫等。低熔点的铅和铋在固体铜中多单独分布在晶粒边界上，容易引起铜热加工时的开裂现象。虽然铜中含有一定数量的氧有时可使某些有害元素（例如锑）变成氧化物，从而能够减轻这些有害元素的某些有害作用；但是在大多数情况下，由于铜中的氧主要是以氧化亚铜 Cu_2O 形式分布在晶粒边界上的，所以将会降低铜的塑性（使铜难于进行冷加工），且可以引起铜的“氢病”，即“氢脆病”。当铜中含氧化亚铜较多时，若在氢气保护下进行退火或钎焊，氢可渗入铜内与其中的氧化亚铜发生化学作用： $\text{H}_2 + \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ （水蒸汽），出现在晶界附近的高压水蒸汽可致使铜破裂，这种现象即称作“氢病”。铜中的硫一般呈硫化亚铜 Cu_2S 形式分布在晶粒边界上，脆性化合物硫化亚铜也会给铜的冷加工带来困难。导电用的紫铜，对磷含量应严格控制，因为随着含磷量的增加，铜的导电性能急剧降低。

二、黄铜

铜和锌为主要成分的合金，称为黄铜。

黄铜有普通黄铜和特殊黄铜之分。普通黄铜即简单黄铜，它由铜和锌两种元素构成。特殊黄铜又称复杂黄铜，合金中除了铜和锌以外，还包含有某些其它元素。

黄铜化学成分见表2。

简单黄铜H96、H90等主要用来制导管、冷凝管和水箱带等；H70和H68有子弹黄铜之称，主要用来制造弹壳、波纹管等；H62黄铜可用来制造船舶零件等。简单黄铜中的主要有害杂质是铅、铋和锑。低熔点的铅和铋，常单独分布在晶粒边界上，易造成热加工时的开裂现象。由铜和锑组成的脆性化合物多呈网状分布在晶界上，从而降低黄铜的塑性。

铅黄铜 含铅的黄铜，称作铅黄铜。铅黄铜中游离的铅主要分布在晶界上，能使切屑碎化，不打卷，可进行高速切削，并能获得较光洁的加工表面。这种切削性能良好的黄铜，主要用于精

黄铜化学

组别	牌号	代 号	化 学					
			主 要 成					
			铜	铅	锡	铁	锰	铝
普通黄铜	96黄铜	H 96	95.0~97.0	—	—	—	—	—
	90黄铜	H 90	88.0~91.0	—	—	—	—	—
	85黄铜	H 85	84.0~86.0	—	—	—	—	—
	80黄铜	H 80	79.0~81.0	—	—	—	—	—
	75黄铜	H 75	74.0~76.0	—	—	—	—	—
	70黄铜	H 70	69.0~72.0	—	—	—	—	—
	68黄铜	H 68	67.0~70.0	—	—	—	—	—
	65黄铜	H 65	64.0~67.0	—	—	—	—	—
	63黄铜	H 63	62.0~65.0	—	—	—	—	—
	62黄铜	H 62	60.5~63.5	—	—	—	—	—
	59黄铜	H 59	57.0~60.0	—	—	—	—	—
铅黄铜	74-3 铅黄铜	HPb74-3	72.0~75.0	2.4~3.0	—	—	—	—
	64-2 铅黄铜	HPb64-2	63.0~66.0	1.5~2.0	—	—	—	—
	63-0.1 铅黄铜	HPb63-0.1	61.5~63.5	0.05~0.15	—	—	—	—
	63-3 铅黄铜	HPb63-3	62.0~65.0	2.4~3.0	—	—	—	—
	61-1 铅黄铜	HPb61-1	59.0~61.0	0.6~1.0	—	—	—	—
	60-3 铅黄铜	HPb60-3	59.0~61.0	2.0~3.0	—	—	—	—
	59-1 铅黄铜	HPb59-1	57.0~60.0	0.8~1.9	—	—	—	—
	59-1A 铅黄铜	HPb59-1A	57.0~61.0	0.8~1.9	—	—	—	—
锡黄铜	90-1 锡黄铜	HSn90-1	88.0~91.0	—	0.25~ 0.75	—	—	—
	70-1 锡黄铜	HSn70-1	69.0~71.0	—	1.0~ 1.5	—	—	—
	62-1 锡黄铜	HSn62-1	61.0~63.0	—	0.7~ 1.1	—	—	—
	60-1 锡黄铜	HSn60-1	59.0~61.0	—	1.0~ 1.5	—	—	—

成 分 表

表 2

成 分			分 子 (%)										用 途
分			杂 质 (不 大 于)										
硅	镍	锌	铅	铁	锑	铋	磷	锰	砷	锡	铝	总和	
—	—	余量	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.2	板、带、管、棒
—	—	余量	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.2	棒、线、板、带
—	—	余量	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	管
—	—	余量	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	板、带、棒、线
—	—	余量	0.03	0.20	0.005	0.002	—	—	—	—	—	0.3	板、带、线
—	—	余量	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	板、带、管、
—	—	余量	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	棒、线、板、带、
—	—	余量	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	板、带、线
—	—	余量	0.2	0.2	0.01	—	—	0.1	—	0.1	0.1	1.2	带
—	—	余量	0.08	0.15	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.5	板、带、管、
—	—	余量	0.5	0.3	0.01	0.003	0.01	—	0.01	0.20	—	0.9	棒、线、板、带、线
—	—	余量	—	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.25	板、带
—	—	余量	—	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	板、带
—	—	余量	—	0.15	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.5	管、棒
—	—	余量	—	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	0.5	0.75	板、带、线
—	—	余量	—	0.15	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.50	板、带、线
—	—	余量	—	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	0.50	0.75	板、带、线
—	—	余量	—	0.5	0.010	0.003	0.02	—	—	—	—	0.75	板、带、管、
—	—	余量	—	0.5	0.01	0.003	0.02	—	—	—	—	1.5	棒、线、板、带、管、
—	—	余量	0.03	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.2	板、带
—	—	余量	0.07	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	管
—	—	余量	0.10	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	板、带、棒、
—	—	余量	0.3	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	1.0	线

组 别	牌 号	代 号	化 学					
			主 要 成					
			铜	铅	锡	铁	锰	铝
铝黄铜	77-2 铝黄铜	HA177-2	76.0~79.0	—	—	—	—	1.75~2.50
	77-2A 铝黄铜	HA177-2A	76.0~79.0	—	—	砷 0.03~0.06	—	1.8~2.6
	77-2B 铝黄铜	HA177-2B	76.0~79.0	—	—	锑 0.02~0.06	—	1.8~2.6
	70-1.5 铝黄铜	HA170-1.5	69.0~71.0	—	—	砷 0.03~0.07	—	1.1~1.8
	67-2.5 铝黄铜	HA167-2.5	66.0~68.0	—	—	—	—	2.0~3.0
	60-1-1 铝黄铜	HA160-1-1	58.0~61.0	—	—	0.75~1.50	0.1~0.6	0.75~1.50
	59-3-2 铝黄铜	HA159-3-2	57.0~60.0	—	—	—	—	2.50~3.50
	66-6-3-2 铝黄铜	HA166-6-3-2	64.0~68.0	—	—	2.0~4.0	1.5~2.5	6.0~7.0
锰黄铜	58-2 锰黄铜	HMn58-2	57.0~60.0	—	—	—	1.0~2.0	—
	57-3-1 锰黄铜	HMn57-3-1	55.0~58.5	—	—	—	2.5~3.5	0.5~1.5
	55-3-1 锰黄铜	HMn55-3-1	53.0~58.0	—	—	0.5~1.5	3.0~4.0	—
铁黄铜	59-1-1 铁黄铜	HFe59-1-1	57.0~60.0	—	0.3~0.7	0.6~1.2	0.5~0.8	0.1~0.4
	58-1-1 铁黄铜	HFe58-1-1	56.0~58.0	0.7~1.3	—	0.7~1.3	—	—
硅黄铜	80-3 硅黄铜	HSi80-3	79.0~81.0	—	—	—	—	—
	65-1.5-3 硅黄铜	HSi65-1.5-3	63.5~66.5	2.5~3.5	—	—	—	—
镍黄铜	65-5 镍黄铜	HNi65-5	64.0~67.0	—	—	—	—	—

注：表中未列入的杂质包括在杂质总和内。

续表 2

成 分			分 类 (%)										用 途	
分 类			杂 质 (不 大 于)											
硅	镍	锌	铅	铁	铈	铋	磷	锰	砷	锡	铝	总和		
—	—	余量	0.07	0.10	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	管、线	
铍0.006~0.015	—	余量	0.05	0.06	0.05	0.002	0.02	—	—	—	—	0.3	管	
铍0.006~0.015	—	余量	0.05	0.06	—	0.002	0.02	—	—	—	—	0.3	管	
—	—	余量	0.05	0.06	0.05	0.002	0.03	—	—	—	—	0.3	管	
—	—	余量	0.5	0.6	0.05	—	0.02	0.5	—	0.2	—	1.5	板、棒	
—	—	余量	0.40	—	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.7	板、棒	
—	2.0~3.0	余量	0.10	0.50	0.005	0.003	0.01	—	—	—	—	0.9	管	
—	—	余量	0.5	—	0.05	—	0.02	—	—	0.2	—	1.5	板、棒	
—	—	余量	0.1	1.0	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	1.2	板、带、棒、线	
—	—	余量	0.2	1.0	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	1.3	板、棒	
—	—	余量	0.5	—	0.05	—	0.02	—	—	0.2	0.1	1.5	板、棒	
—	—	余量	0.2	—	0.01	0.003	0.01	—	—	—	—	0.25	棒、板	
—	—	余量	—	—	0.01	0.003	0.02	—	—	—	—	0.5	棒	
2.5~4.0	—	余量	0.1	0.6	0.05	0.003	0.02	0.5	—	0.2	0.1	1.5	棒	
1~2	—	余量	—	0.15	0.005	0.002	0.01	—	0.1	0.20	—	0.5	板、管	
—	5.0~6.5	余量	0.03	0.15	0.005	0.002	0.01	—	—	—	—	0.3	板、带、线	

密仪器制造业，例如HPb63-3就曾以钟表黄铜著称。铅黄铜还有较好的减磨性能，可用来制作减磨零件，例如有些航空轴承的支承零件就是用HPb59-1制造的。

锡黄铜 含锡的黄铜，称作锡黄铜。锡除可提高黄铜的机械强度以外，更重要的作用是能抑制脱锌，提高黄铜的耐腐蚀性。锡黄铜在淡水及海水中均耐蚀，它主要被用来制造海船及内陆热电厂用的冷凝器及有关其它部件。在HSn70-1中加入0.02~0.05%的砷，或磷，或锑，可进一步提高耐蚀性。

铝黄铜 含铝的黄铜，称作铝黄铜。铝可提高黄铜的硬度和强度，但降低黄铜的塑性。铝黄铜的重要特点是具有较高的强度和耐蚀性能。常见的铝黄铜HA177-2管材主要被用来制造海船及海滨发电站的冷凝器。在HA177-2黄铜中加入微量的砷、锑、磷、铍、硅及镍等元素，对进一步提高合金的耐蚀性能有较好的效用。

锰黄铜 含锰的黄铜，称作锰黄铜。锰黄铜具有较高的机械强度和高温强度，锰能够提高黄铜在海水、氧化物和过热蒸气中的耐腐蚀性能。锰黄铜，特别是同时含有一定数量铝、铁等元素的锰黄铜，是广泛用于造船及军工等部门的重要合金之一。

硅黄铜 含硅的黄铜，称作硅黄铜。硅能抑制黄铜脱锌，提高黄铜在海水中的耐蚀性能。硅黄铜还有较好的机械、耐寒以及铸造、焊接等性能，并适应压力加工。硅黄铜可代替锡黄铜在船舶制造业中作一些高强度、耐腐蚀构件。

镍黄铜 含镍的黄铜，称作镍黄铜。黄铜中加入镍可以改善其机械性能，还可以提高其耐蚀性。镍黄铜HNI65-5主要用作压力表管、造纸网以及海船用冷凝管等。

三、青铜

原来，青铜指的是以铜和锡为主要成分的合金。在现代工业中，把除铜和锌以及铜和镍为主要成分的合金（前者称作黄铜，后者称作白铜）以外的所有铜合金，都称作青铜。

青铜化学成分见表3。