

铜板带箔材生产工艺与设备

主编 曾春华 黄伯龙



江西高校出版社

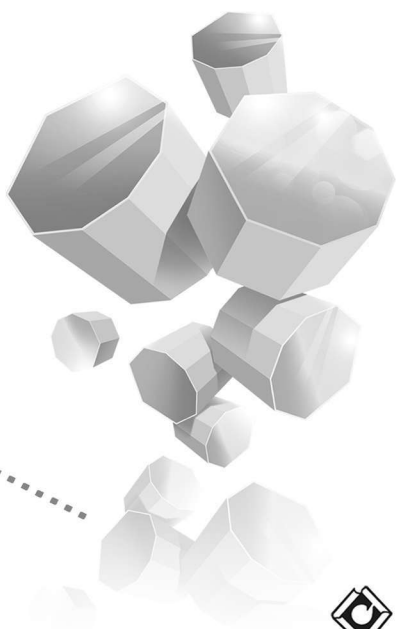


铜板带箔材

生产工艺与设备

TONGBAN DAIBO CAI
SHENGCHAN GONGYI YU SHEBEI

主 编 曾春华 黄伯龙
副主编 李宁



江西高校出版社
JIANGXI UNIVERSITIES AND COLLEGES PRESS

图书在版编目(CIP)数据

铜板带箔材生产工艺与设备/曾春华,黄伯龙主编. —
南昌:江西高校出版社, 2015.7

ISBN 978-7-5493-3609-8

I. ①铜… II. ①曾… ②黄… III. ①铜-金属板-板
材轧制-生产工艺 ②铜-金属板-板材轧制-生产设备

IV. ①TG335.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 172779 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮 政 编 码	330046
总编室电话	(0791)88504319
销 售 电 话	(0791)88500223
网 址	www.juacp.com
印 刷	虎彩印艺股份有限公司
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	21
字 数	435 千字
版 次	2015 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5493-3609-8
定 价	39.00 元

赣版权登字-07-2015-586

版权所有 侵权必究

前 言

2013年,江西铜业高级技工学校被列入《国家中等职业教育改革发展示范学校计划建设项目》第三批建设单位。学校在项目建设过程中,充分发挥学校与江西铜业集团公司"校企合一"的优势,以推进"工学一体化"为目标,努力推广任务教学法和情景教学法,以此确定《机械制图与测绘》《电子线路安装与调试》《铜板带箔材生产工艺与设备》《铜工业化工分析》四本教材的编写方向。

学校依据《国家职业标准》的要求,以培养生产第一线所需要的中、高技能人材为目标,兼顾知识点、技能点和能力点,突出实践性、针对性,结合江铜集团所属企业与学校实际,参照人社部《一体化课程开发技术规程》,编写体现"工学一体,学做合一"的教材。教材的编写得到了江铜集团下属企业和人力资源部门的大力支持,也得到企业实践专家胡菲菲、钱泽涛、许永卫、张咏安、邓冬凌以及王正旭老师的指导和评审。此外,广州工贸技师学院张利芳、吴洪东先后两次率领专家团队,来我校指导学习工作站建设、学材开发与应用、一体化教案的编写,为我校教材编写的顺利进行打下了良好的基础,在此表示衷心的感谢!

本书内容简明扼要,实用性强,可作为中等职业学校铜加工类专业的学材,也可作为从事铜加工类工作人员的技能培训教材和参考书。教材的编写由曾春华组织协调,曾春华、李宁、黄伯龙参与编写。

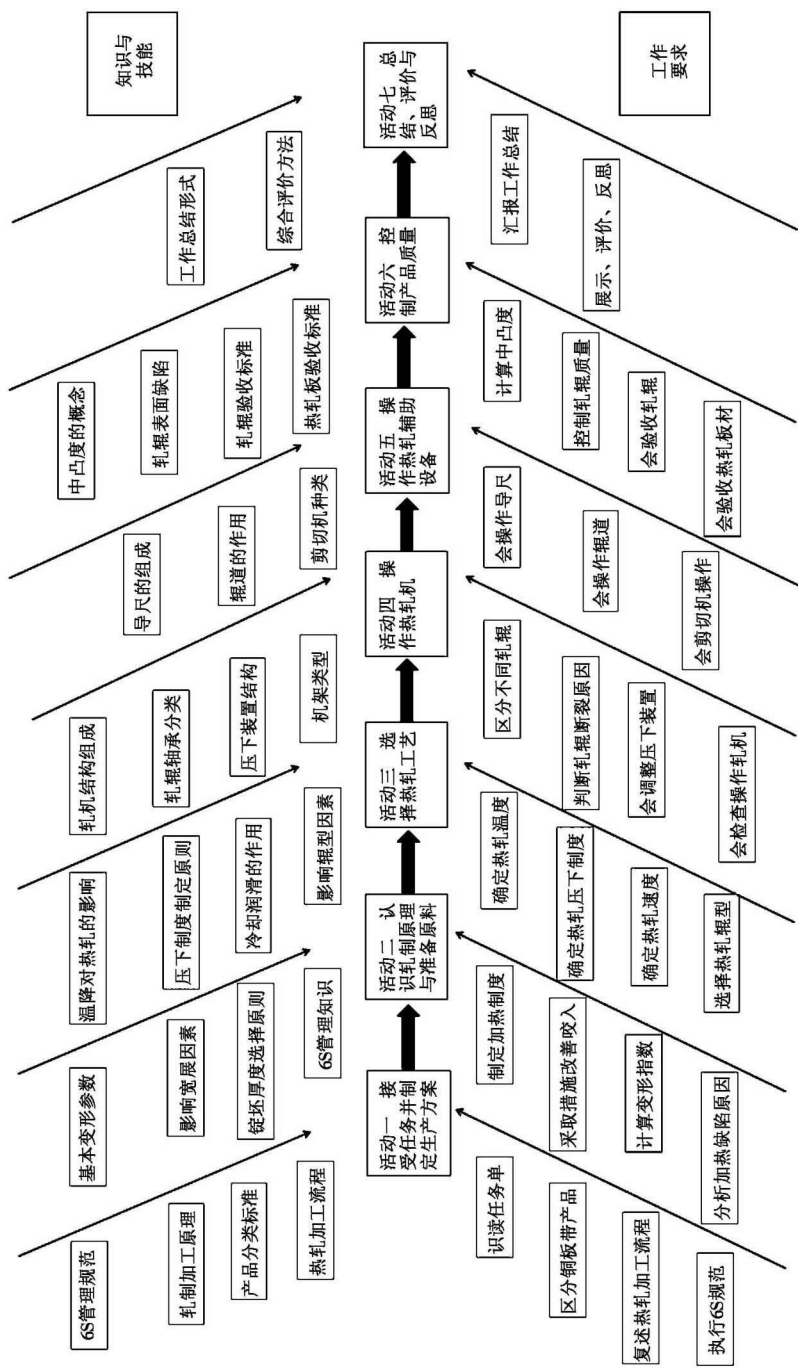
在教材编写的过程中,由于编写人员理论水平和实践能力有限,在时间紧张的情迫下,教材难免存在着缺点和不当之处,恳请读者批评指正!

编 者
2015年7月

目 录

学习任务一 热轧板带材生产	1
学习目标	1
学习内容	2
活动一 接受任务并制定生产方案	3
活动二 认识轧制原理与准备生产原料	17
活动三 选择热轧工艺	39
活动四 操作热轧机	51
活动五 操作热轧辅助设备	68
活动六 控制产品质量	76
活动七 总结、评价与反思	83
学习任务二 冷轧板带材生产	87
学习目标	87
学习内容	88
活动一 接受任务并制定生产方案	89
活动二 冷轧工艺制度	91
活动三 操作冷轧机	102
活动四 更换冷轧辊	124
活动五 操作过滤器及灭火器	139
活动六 使用、维护冷却液与工艺润滑剂	148
活动七 控制产品质量	158
活动八 总结、评价与反思	166
学习任务三 箔材生产	169
学习目标	169
学习内容	171
活动一 接受任务并制定生产方案	172
活动二 生产压延铜箔	178
活动三 生产电解铜箔	187
活动四 控制产品质量	200
活动五 总结、评价与反思	221

学习任务四 热处理及设备	224
学习目标	224
学习内容	225
活动一 接受任务并制定生产方案	226
活动二 热处理制度	235
活动三 分析热处理气氛及热处理缺陷	248
活动四 操作热处理设备	252
活动五 总结、评价与反思	267
学习任务五 精整、验收与包装产品	270
学习目标	270
学习内容	271
活动一 接受任务并制定生产方案	272
活动二 清理	276
活动三 矫平	293
活动四 剪切	299
活动五 验收与包装成品	311
活动六 总结、评价与反思	325
参考文献	328



活动一 接受任务并制定生产方案

【学习目标】

1. 根据任务单专业术语识读任务单。
2. 能区分铜及铜合金板带材产品品种。
3. 能区分不同的轧制方法。
4. 能运用变形程度公式进行计算。
5. 能写出铜及铜合金板带材的工艺流程。
6. 能严格遵守安全规章制度,按要求规范穿戴劳保用品。
7. 能说出 6S 管理规范的主要内容。

【活动地点】

一体化实训室

【学习过程】

一、接受任务单

接受任务单表见下表 1-1。

表 1-1 任务计划单

生产计划单				编号:	
日期			设备名称	$\phi 850 \times 1500$ (可逆) (mm)	
投料卷号	生产前规格 (mm)	生产后规格 (mm)	生产工艺	技术要求	其他
H61408013B	160×620×1100	6	160-128-96-67.2-47-33-23 -16-12-9-7-6		
生产计划员			审 核		

请查找资料,将不懂的术语记录下来。

小提示

信息来源:(1)《铜及铜合金加工手册》

(2)《热轧机操作作业指导书》

(3)其他_____

二、劳保用品穿戴

1. 穿戴要领

(1)工作服穿戴要求三紧:_____。

(2)戴安全帽要求必须系带子,帽内衬垫不能过_____(A. 低 B. 高),长发或辫子要盘在安全帽内。

(3)工作鞋带必须_____,后跟部位要提好,不准拖拉。

(4)防护眼镜要带好,不准用_____代替防护眼镜。

(5)防护手套一定要带好,不能使用_____或使用无防护作用的手套。

2. 仔细观察图 1-1 劳保用品穿戴,指出着装有无问题,并说出应如何合理着装?

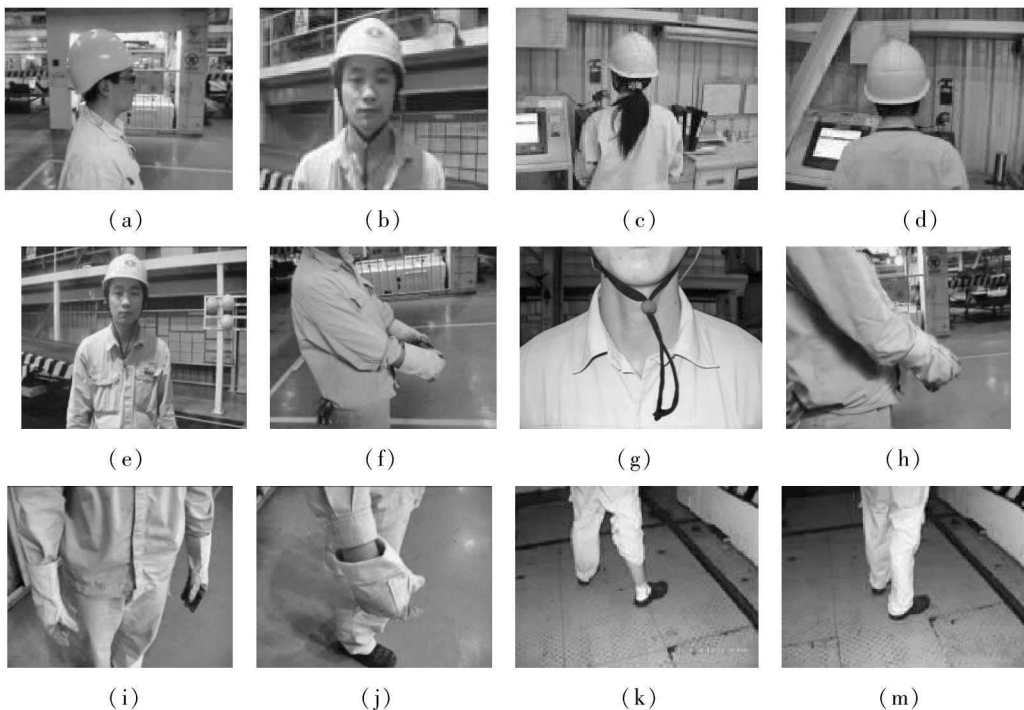


图 1-1 劳保用品穿戴

穿戴正确的有:_____

穿戴有问题的是:_____

三、6S 管理规范

1. 查阅资料,完成表 1-26S 管理规范的填写

表 1-2 6S 管理规范

序号	名称	含义	目的
1	整理(SEIRI)		
2	整顿(SEITON)		
3	清扫(SEISO)		
4	清洁(SEIKETSU)		
5	素养(SSHITSUKE)		
6	安全(SECRITY)		

2. 结合所在实训室,认真填写实训室 6S 检查表 1-3,找出存在的问题

表 1-3 实训室 6S 检查表

项目	内容	满分	得分	问题点
整理	(1)有无非必要品	4		
	(2)公告栏有无过期的公告	4		
	(3)桌子抽屉是否杂乱	4		
	(4)有无必要的隔间妨碍实训室良好视野	3		
	(5)下课时桌子上是否干净利落	4		
整顿	(1)文件类有无定位化(配合颜色、斜线)	3		
	(2)能否随时取出必要的书籍、资料等文件	3		
	(3)桌子、文件架有无控制在最低数量	3		
	(4)有无以区域线规划桌子、文件架、通道位置	4		
	(5)有无规定常用品存放场所、并加以管理	3		
清扫	(1)地面、桌面是否杂乱	4		
	(2)垃圾箱有无溢满	4		
	(3)有无杂乱布置的导线	4		
	(4)实训室设备有无污秽及尘埃	4		
	(5)饮水机处是否干净	4		

续表 1-3

项目	内容	满分	得分	问题点
清洁	(1)有无档案管理制度	3		
	(2)有无依照档案管理制度将文件归档	4		
	(3)目标管理有无目视化	3		
	(4)实训室有无标示清扫责任人	4		
	(5)有无指定书库、书架维护负责人	4		
素养	(1)有无工作计划管理	3		
	(2)有无严格按作业时间开始、作业时间结束	3		
	(3)有无制定礼仪守则	3		
	(4)有无按规定穿制服	3		
	(5)有无严格按操作规程作业	3		
安全	(1)有无建立系统的安全管理体制	3		
	(2)有无开展员工的安全培训	4		
	(3)有无实行现场巡视、排除安全隐患	3		
	(4)有无创建明快、有序、安全的作业环境	3		

四、轧制

轧制是压力加工最常见的方法之一,通过下面的学习和查阅资料完成工作页的填写。

1. 压力加工

有色金属及合金的压力加工,又叫_____加工,它是根据有色金属及合金的_____,在_____(压力或拉力)的作用下,在改变其_____和_____的同时,也改善其_____和_____。

(1)压力加工的优点

①压力加工可使材料结构_____,组织_____,性能_____,_____,_____,_____提高。

②少、无切削加工,材料的利用率_____(A. 高 B. 低)。由于提高了金属的力学性能,在同样受力和工作条件下,可以_____(A. 增加 B. 缩小)零件的截面尺寸,_____(A. 增加 B. 减轻)质量,延长使用寿命。

③可以获得合理的_____分布。

④多数压力加工方法,特别是轧制、挤压,金属_____(A. 连续 B. 不连续)变形,且变形速度_____(A. 很高 B. 很低),所以生产率_____(A. 高 B. 低)。

(2) 压力加工的缺点

- ①热加工产品由于_____,一般_____差。
- ②相对而言,不能形成形状_____工件。
- ③设备_____,价格_____。
- ④强度大,噪音大,劳动条件差。

2. 轧制的概念及其分类

(1) 轧制的概念

轧制是_____

通过轧制使金属具有一定的尺寸、形状和性能(板带轧制如图 1-2 所示)。

轧制与_____,_____,_____,_____等统称为“金属塑性加工”。

(2) 轧制方法分类

- ①按轧制温度分:热轧和冷轧。

热轧是指在金属再结晶温度_____ (A. 以上 B. 以下)的轧制。

冷轧是指在金属再结晶温度_____ (A. 以上 B. 以下)的轧制。

A. 热轧对金属组织和性能的影响。

由于热变形可以实现_____ (A. 大 B. 小)的变形量,可以_____ (A. 改善 B. 恶化)金属组织和性能,其主要影响为:①可使铸态金属中的缩孔焊合,从而使其_____提高。②可使铸态金属中的粗大枝晶和柱状晶破碎,从而使其_____,力学性能得以_____ (A. 提高 B. 降低)。③可使铸态金属中的粗大枝晶偏析和非金属夹杂的分布发生改变,使它们沿着变形的方向细碎拉长,形成所谓热加工纤维组织,从而使金属的力学性能具有明显的各向_____ (A. 同 B. 异)性,_____ (A. 纵 B. 横)向的强度、塑性和韧性显著大于_____ (A. 纵 B. 横)向。

B. 冷轧对金属组织和性能的影响。

在冷变形过程中,随着金属外形的改变,其内部各个晶粒的形状也发生相应的变化,被拉长、拉细或压扁,出现晶粒破碎的_____和晶内、晶间_____,_____等组织缺陷。在较大的冷变形情况下,晶粒由_____ (A. 有序 B. 无序)状态变为_____ (A. 有序 B. 无序)状态,出现加工织构。

冷变形后金属的性能会发生一定程度的变化:由于冷加工变形后组织发生晶内、晶间的破坏,晶格产生了畸变以及出现残余应力,使金属塑性指标_____ (A. 明显提高 B. 急剧下降),强度指标_____ (A. 明显提高 B. 急剧下降)(加工硬化),而且容易出现应力腐蚀倾向。同时,由于出现加工织构使金属在后续加工过程中出现各向_____ (A. 同 B. 异)性。冷加工还会造成金属导电率及化学稳定性出现不同程度的降低。

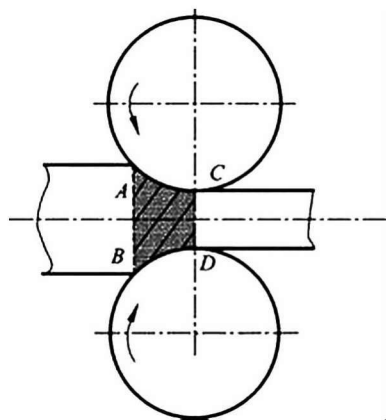


图 1-2 板带材轧制

小词典

再结晶: 新晶粒不断长大,直至原来的变形组织完全消失,金属或合金的性能也发生显著变化,这一过程称为再结晶。

组织: 晶体在外界条件(变形、冷凝、电解及热处理等)作用下,沿某些晶体位向的择优取向称作组织。按形成方式,可分为铸造组织、形变组织和退火组织。按坯料或制品的外形,形变组织可分为丝状组织和板状组织。

加工硬化: 金属材料在再结晶温度以下塑性变形时强度和硬度升高,而塑性和韧性降低的现象,又称冷作硬化。

想一想

热轧与冷轧相比较有哪些优、缺点?

②按轧制方式分:纵轧、斜轧和横轧(如图 1-3 所示)。

纵轧轧辊的轴线互相_____(A. 垂直 B. 平行),轧辊的转动方向_____(A. 相同 B. 相反)且轧辊与轧件互相垂直;横轧轧辊的转动方向_____(A. 相同 B. 相反),轧辊轴线_____(A. 垂直 B. 平行)或在同一平面内呈一定的锥角(又叫楔横轧);斜轧的两个轧辊成一定的角度且旋转方向_____(A. 相同 B. 相反),轧件做螺旋运动。

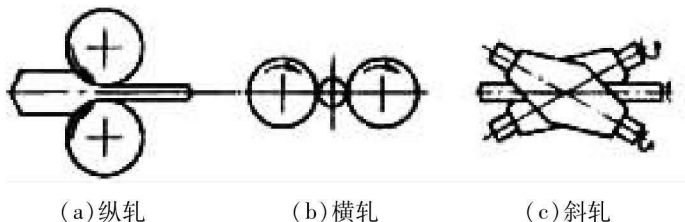


图 1-3 按轧制方式分类

③在板带轧制中按生产方式分:片式法和卷式法。

片式法也称块式法,是经热轧或冷轧后剪成一定长度的板坯,再采用单张冷轧等工序,直到成品。这种方法的特点是_____。

卷式法即成卷轧制,最后才横剪成板材或纵剪分卷成带材。这种方法的特点是_____。

④按轧制时的轧辊形状分:平辊轧制和孔型轧制。

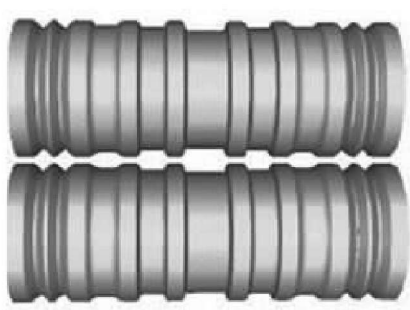
想一想

图 1-4 中属于平辊轧制是_____图,属于孔型轧制是_____图。平辊轧制和孔型轧制各有什么特点? 分别运用在什么场合?

⑤按轧机排列方式分:_____轧制、_____轧制和_____轧制。



(a) 平辊



(b) 带孔槽轧辊

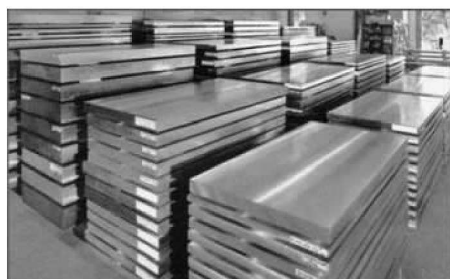
图 1-4 轧 辊

3. 铜及铜合金板带材的产品

(1) 按横断面形状和产品尺寸可分为(图 1-5): 板材、带材、条材及箔材。



(a) 板材



(b) 带材



(c) 条材



(d) 箔材

图 1-5 按横断面形状和产品尺寸分类

板材一般是指_____的轧制产品。通常厚度大于_____mm。

带材一般指以_____的轧制产品。厚度为_____mm。

条材一般指厚度介于板材和带材之间,宽度_____,长度_____的轧制产品,也用“排”来称呼,一般按_____供应。

箔材通常指厚度小于_____mm 的成卷交货的产品。

常见铜板、带、条、箔材的尺寸见表 1-4。

表 1-4 铜板、带、条、箔材产品尺寸范围

产品	尺寸/mm		
	厚度	宽度	长度
热轧板	4 ~ 150	200 ~ 3000	500 ~ 6000
冷轧板	0.2 ~ 12	100 ~ 3000	500 ~ 6000
带材	0.05 ~ 3	10 ~ 1200	
条材(铜排)	0.2 ~ 10	50 ~ 100	1500 ~ 2000
箔材	0.005 ~ 0.05	10 ~ 600	>5000

小提示

为与电解铜箔相区别,用轧制法生产的铜箔又称为压延铜箔。由于压延铜箔不像铝箔那样有特殊的加工工艺,而是和薄铜带的生产方法相同,因而在行业内一般都将箔归入带中,笼统地说铜板带。

(2)按产品的合金类别划分,可分为:紫铜板带、无氧铜板带、普通黄铜板带与复杂黄铜板带、青铜板带、白铜板带五类。

①紫铜(图 1-6)。

紫铜又称纯铜,其新鲜表面是玫瑰红色,氧化以后生成的氧化铜呈紫色,故称为“紫铜”。紫铜的代号是以“铜”字拼音字母的第一个字母“_____”开头,紫铜的牌号有____、____和____三种,对应的铜含量不小于____、____和____。



图 1-6 紫铜

引导问题

紫铜有哪些性能? 应用在什么场合?

②无氧铜。

无氧铜并不是说紫铜中的含氧量等于零,而是与一般紫铜比较起来,无氧铜的含量极微(我国国标规定 TU1 不得大于____,其他杂质含量也极少,故无氧铜具有更高的导电性、导热性和良好的塑性。

无氧铜的代号用“_____”开头,牌号有____、____,对应的杂质总和不大____、____。

③黄铜(图 1-7)。

以____和____为主要成分的合金叫黄铜。由____和____两种元素组成的二元铜合金称____黄铜(又叫简单黄铜)。在____二元合金中加入其他元素(如铝、锡、铅)就构成了____黄铜(又叫复杂黄铜)。

A. 普通黄铜。

工业用普通黄铜的含锌量一般在_____以下,牌号用“黄铜”拼音的第一个字母“H”打头,其后加_____含量表示。

试一试

H62 表示_____

H68 表示_____

B. 特殊黄铜。

特殊黄铜中的合金元素铅、锡、铝等都是为了改善黄铜的某些性能而人为加入的。由于在普通黄铜中添加了一些元素,便构成了三元、四元或五元合金,这就是特殊黄铜。特殊黄铜的牌号表示方法是“H”打头,然后写出_____的符号,并在符号后面依次写出_____含量及_____的含量,中间用一短线隔开。

试一试

HPb63-3(三元合金)表示_____

HMn57-3-1(四元合金)表示_____

HA166-6-3-2(五元合金)表示_____

知识拓展

普通黄铜有哪些性能? 应用在什么场合?

普通黄铜的室温组织是铜锌二元合金,其含锌量变化范围较大,因此其室温组织也有很大不同。根据 Cu-Zn 二元状态图(图 1-8),黄铜的室温组织有三种:含锌量在 35% 以下的黄铜,室温下的显微组织由单相的 α 固溶体组成,称为 α 黄铜;含锌量在 36% ~ 46% 范围内的黄铜,室温下的显微组织由 $(\alpha+\beta)$ 两相组成,称为 $(\alpha+\beta)$ 黄铜(两相黄铜);含锌量超过 46% ~ 50% 的黄铜,室温下的显微组织仅由 β 相组成,称为 β 黄铜。

1. 压力加工性能

α 单相黄铜(从 H96 至 H65)具有良好的塑性,能承受冷热加工,但 α 单相黄铜在锻造等热加工时易出现中温脆性,其具体温度范围随含 Zn 量不同而有所变化,一般在 200℃ ~ 700℃ 之间。因此,热加工时温度应高于 700℃。单相 α 黄铜中温脆性区产生的原因主要是在 Cu-Zn 合金系 α 相区内存在着 Cu_3Zn 和 Cu_9Zn 两个有序化合物,在中低温加热时发生有序转变,使合金变脆;另外,合金中存在微量的铅、铋有害杂质与铜形成低熔点共晶薄膜分布在晶界上,热加工时产生晶间破裂。实践表明,加入微量的铈可以有效地消除中温脆性。

两相黄铜(从 H63 至 H59),合金组织中除了具



图 1-7 黄铜

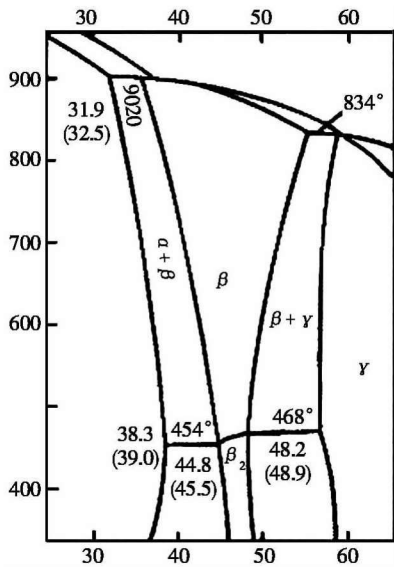


图 1-8 Cu-Zn 二元状态图