

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50962-2014

铜加工厂工艺设计规范

Code for design of copper processing plant

2014-01-09 发布

2014-08-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

铜加工厂工艺设计规范

Code for design of copper processing plant

GB 50962-2014

主编部门：中国有色金属工业协会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2014年8月1日

中国计划出版社

2014 北京

中华人民共和国国家标准
铜加工厂工艺设计规范

GB 50962-2014



中国计划出版社出版

网址：www.jhpress.com

地址：北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码：100038 电话：(010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 1.875 印张 45 千字

2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷



统一书号：1580242 · 319

定价：12.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话：(010) 63906404

如有印装质量问题，请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 292 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《铜加工厂工艺设计规范》的公告

现批准《铜加工厂工艺设计规范》为国家标准，编号为 GB 50962—2014，自 2014 年 8 月 1 日起实施。其中，第 4.2.1 (4)、4.3.1 (6)、5.3.1 (2)、5.5.1 (2)、5.5.3、5.6.4 条（款）为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 1 月 9 日

前　　言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发<2009年工程建设标准规范制订、修订计划>的通知》(建标〔2009〕88号)的要求,由中色科技股份有限公司和中国有色工程有限公司会同有关单位编制完成。

本规范在编制过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,在全国范围内,多次征求了有关单位及业内专家的意见,总结了国内铜加工厂的设计成果,汲取了近年来国内外铜加工厂的建设经验,对一些重要问题进行了专题研究和反复讨论,最后经审查定稿。

本规范共9章,主要内容包括总则,术语,基本规定,熔铸,板材、带材和箔材,电解铜箔,管材、棒材、型材和线材,制造执行系统(MES),车间配置等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理工作,由中色科技股份有限公司负责具体技术内容的解释。在执行中如有意见或建议,请寄送中色科技股份有限公司(地址:河南省洛阳市涧西区西苑路1号,邮政编码:471039),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中色科技股份有限公司

中国有色工程有限公司

参 编 单 位:中铝洛阳铜业有限公司

中铝华中铜业有限公司

美铝北冶工业(大连)有限公司

主要起草人:余铭皋 林道新 杨绍利 刘光汉 吴维治
施修峰 闫建设 周迎光 许冠浩 罗付华
段军伟 陈 全 周成群 曹学立 陈曙光
纪 庆 叶小林 **刘志平** 韩卫光 赵万花
孙富钢 孙大才 罗 宇
主要审查人:陈 策 马可定 王碧文 方守谊 蔡阳中
程春喜 肖廷达 陈清香 李双龙

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 基本规定	(5)
3.1 设计计算	(5)
3.2 生产设施的工作制度	(5)
4 熔 铸	(7)
4.1 原料	(7)
4.2 熔炼	(7)
4.3 铸造	(8)
4.4 铸锭和铸坯卷的机械加工和检验	(8)
5 板材、带材和箔材	(9)
5.1 铸锭和铸坯卷选择	(9)
5.2 铸锭加热和铸坯卷均匀化	(9)
5.3 热轧	(9)
5.4 铣削	(10)
5.5 冷轧	(10)
5.6 箔材轧制	(10)
5.7 热处理和精整	(11)
6 电解铜箔	(12)
6.1 原料	(12)
6.2 铜箔制备	(12)
6.3 铜箔后处理	(12)
7 管材、棒材、型材和线材	(13)
7.1 坯料选择	(13)

7.2 挤压	(13)
7.3 轧制和拉伸	(14)
7.4 电工用铜线坯和线材	(15)
7.5 热处理和精整	(15)
8 制造执行系统(MES)	(17)
9 车间配置	(18)
9.1 一般规定	(18)
9.2 熔铸	(20)
9.3 板材、带材和箔材	(20)
9.4 电解铜箔	(21)
9.5 管材、棒材、型材和线材	(21)
本规范用词说明	(22)
引用标准名录	(23)
附:条文说明	(25)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(5)
3.1	Design calculation	(5)
3.2	Working system of production facilities	(5)
4	Casting	(7)
4.1	Raw material	(7)
4.2	Melting	(7)
4.3	Casting	(8)
4.4	Machining and inspection of ingot and casting billet	(8)
5	Plate, strip and foil	(9)
5.1	Selection of ingot and casting billet	(9)
5.2	Ingot heating and casting billet homogenization	(9)
5.3	Hot rolling	(9)
5.4	Milling	(10)
5.5	Cold rolling	(10)
5.6	Foil rolling	(10)
5.7	Heat treatment and finishing	(11)
6	Electrolytic copper foil	(12)
6.1	Raw material	(12)
6.2	Copper foil preparation	(12)
6.3	Copper foil post-processing	(12)
7	Pipe/tube, bar, profile and wire	(13)
7.1	Selection of stock	(13)
7.2	Extruding	(13)
7.3	Rolling and drawing	(14)

7.4	Copper drawing stock and wire for electrical purpose	(15)
7.5	Heat treatment and finishing	(15)
8	Manufacturing execution system(MES)	(17)
9	Workshop layout	(18)
9.1	General requirement	(18)
9.2	Melting and casting	(20)
9.3	Plate, strip and foil	(20)
9.4	Electrolytic copper foil	(21)
9.5	Pipe/tube, bar, profile and wire	(21)
	Explanation of wording in this code	(22)
	List of quoted standards	(23)
	Addition: Explanation of provisions	(25)

1 总 则

- 1.0.1** 为提高铜加工厂的设计水平,统一铜加工厂工艺设计技术要求,推动技术进步,提高设计质量,做到技术先进、经济合理、安全适用,促进设计的科学化、规范化和国际化,制定本规范。
- 1.0.2** 本规范适用于新建、改建、扩建的铜加工厂的工艺设计。
- 1.0.3** 铜加工厂的工艺设计除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 铜加工厂 copper processing plant

用轧制(压延)、挤压、拉伸等加工方法制造铜板材、带材、箔材、管材、棒材、型材、排材、线坯、线材等产品的加工厂。

2.0.2 工艺设计 processing design

包括产品方案、工艺流程、生产设备和工作制度选择,工艺参数选取与计算,生产车间工艺配置,起重运输设备选择,对厂房建筑(构)筑物和地下设施、车间用能源和工质(水、电、压缩空气、保护性气体、燃气等)的设计要求。

2.0.3 成品率 rate of finished products

生产过程终了产生的成品量与生产过程开始投入原料或坯料量的百分比。

2.0.4 原料 raw material

铜加工厂生产所需原材料的简称,包括新金属和废料等。

2.0.5 铸锭 ingot

用熔炼、铸造方法生产,供压力加工用的铸造产品。包括圆铸锭、扁铸锭等。

2.0.6 铸坯卷 casting billet

用熔炼、连续铸造方法生产,供压力加工用的铸造产品。包括圆铸坯卷、扁铸坯卷。

2.0.7 坯料 stock

在生产过程中,成品工序之前各加工工序待加工的在制品。

2.0.8 板材 sheet/plate

横断面呈矩形,厚度均一并大于 0.15mm 的轧制产品,以平直状交货,厚度与宽度之比不超过 1/10。

2.0.9 带材 strip

横断面呈矩形,厚度均一并大于0.15mm的轧制产品,以卷状交货。

2.0.10 箔材 foil

横断面呈矩形,厚度均一并等于或小于0.15mm的轧制(压延)或电沉积产品。

2.0.11 轧制(压延)铜箔 rolled copper foil

以轧制(压延)方法生产的箔材。

2.0.12 电解铜箔 electrolytic copper foil

采用电沉积方法生产的箔材。

2.0.13 管材 pipe/tube

沿纵向全长,有一个或多个封闭通孔,壁厚、横断面均匀一致的空心加工产品。

2.0.14 棒材 bar/rod

沿纵向全长横断面对称、均一的加工实心产品。通常以直条状交货,直径等于或小于12mm的拉制棒亦可成卷状交货。

2.0.15 型材 profile/section

沿纵向全长横断面均一且断面形状不同于管材、棒材、线材、板材或带材的加工产品。

2.0.16 线材 wire/rod

沿纵向全长横断面均一且实心的压力加工产品,以卷状交货,通常直径在6mm以下。

2.0.17 电工用铜线坯 copper drawing stock for electrical purpose

沿纵向全长横断面呈圆形,用于生产电工铜线的坯料。

2.0.18 熔铸 melting and casting

熔炼与铸造的简称,原料经配料、熔炼后浇入铸模或结晶器,凝固成为所要求的化学成分、内部组织、外部形状、尺寸和性能的铸锭或铸坯卷的过程。

2. 0. 19 轧制(压延) rolling

轧件由摩擦力咬入旋转的轧辊之间,借助于轧辊施加的压力使金属发生塑性变形的过程。

2. 0. 20 挤压 extrusion

对置于挤压筒内的金属锭坯施加压力,使之通过模孔实现塑性变形的过程。

2. 0. 21 连续挤压 continuous extrusion forming process

在挤压轮凹槽表面摩擦力的作用下,坯料(线坯)被连续送入变形区,并通过模孔实现连续挤出的塑性变形过程。

2. 0. 22 周期式轧管 cycle type tube rolling process

管坯在带有变断面孔型的轧辊中受周期式轧制,产生减径、减壁的塑性变形过程。

2. 0. 23 行星轧管 planetary tube rolling

管坯在数个自转同时绕轧制中心线公转的轧辊间实现横(斜)轧的塑性变形过程。

2. 0. 24 拉伸 drawing

对坯料施加拉力,使之通过模孔实现塑性变形的过程。

2. 0. 25 圆盘拉伸 coiled drawing

制品缠绕在卷筒拉伸机的卷筒上,将坯料拉过模孔,实现拉伸的塑性变形过程。

2. 0. 26 串联拉伸 cascade drawing

制品同时连续通过两个以上拉伸设备的模孔,实现连续拉伸的塑性变形过程。

2. 0. 27 热处理 heat treatment

将金属材料及制品借助于一定的热作用,改变其内部组织结构以获得所要求的使用性能和工艺性能。包括均匀化退火、基于回复和再结晶过程的退火、固溶处理(淬火)及时效(回火)。

3 基本规定

3.1 设计计算

3.1.1 工艺卡片应根据产品方案进行编制,金属平衡、新金属用量、成品率应根据产品方案进行计算。

3.1.2 主要生产设备的负荷率应根据产品方案、设备能力、设备年时基数等进行计算。

3.1.3 原料、铸锭、坯料、产品和废料的堆放面积应根据产品方案、工艺流程进行计算。

3.1.4 铜加工厂工艺设计应进行能耗计算和污染物排放计算。

3.1.5 车间内部的物料运输应根据产品方案和工艺流程进行计算。

3.2 生产设施的工作制度

3.2.1 工作制和年时基数应符合下列规定:

1 法定假日、双休日照常生产的三班连续工作制,其年时基数应为 8760h(365d);

2 法定假日休息、双休日照常生产的三班连续工作制,其年时基数应为 8496h(354d)。

3.2.2 工作制选择应符合下列规定:

1 熔炼炉、保温炉及与之相连的铸造机、连铸连轧机等可采用法定假日、双休日照常生产的三班连续工作制;

2 均匀化炉、加热炉、退火炉、淬火炉、时效炉等热处理设备可采用法定假日休息、双休日照常生产的三班连续工作制;

3 轧机、挤压机、轧管机、拉伸机、精整设备和机械加工设备

等可根据设备负荷率分别采用一班、二班生产，或法定假日休息、双休日照常生产的三班连续工作制。

3. 2. 3 各种设备的设备利用系数应根据装备水平确定。

4 熔铸

4.1 原料

4.1.1 原料的技术条件应符合现行国家标准《阴极铜》GB/T 467等的有关规定。

4.1.2 配料时应根据产品质量要求合理使用废料。

4.2 熔炼

4.2.1 生产扁锭、圆锭及用于板带生产的铸坯卷，熔炼工艺和设备选择应符合下列规定：

1 熔炼紫铜、普通黄铜、批量较大的复杂黄铜宜采用工频有芯感应炉；

2 熔炼批量较小的复杂黄铜、青铜和白铜宜采用中频无芯感应炉；

3 熔炼含易挥发、易氧化元素的合金宜采用真空感应炉或采用惰性气体保护；

4 熔炼含有铍、镉有毒元素的合金必须采用真空感应炉。

4.2.2 生产电工用铜线坯，熔炼设备选择应符合下列规定：

1 用连铸连轧法生产电工用低氧铜线坯时，宜采用竖炉；

2 用上引法生产电工用无氧铜线坯时，宜采用熔炼、保温联体工频有芯感应炉；

3 当以废紫铜为主配料生产电工用低氧铜线坯时，可采用竖炉配倾动式反射精炼炉，也可采用倾动式反射熔炼炉。

4.2.3 生产无氧铜铸锭应符合下列规定：

1 应配备阴极铜干燥装置；

2 熔体应采取惰性气体保护、覆盖和除氧措施。

4.3 铸造

4.3.1 铸造工艺和设备选择应符合下列规定：

- 1 大规模生产单一合金品种和规格的铸锭，工艺宜采用立式连续铸造，设备宜采用立式连续铸造机；
- 2 生产紫铜、普通黄铜及其他适合热加工的铜合金铸锭，工艺宜采用立式半连续铸造，设备宜采用立式半连续铸造机；
- 3 生产不宜热加工的铜合金铸坯卷，以及部分既可采用立式半连续铸造又可采用水平连续铸造的铜合金，宜采用水平连续铸造工艺，设备宜采用水平连续铸造机；
- 4 水平连铸宽度较窄的铸坯卷宜采用双流（双头）铸造；
- 5 生产含易挥发、易氧化元素的合金，宜采用真空铸造或采用惰性气体保护；
- 6 生产含有铍、镉有毒元素的合金必须采用真空铸造；
- 7 真空铸造可采用真空铁模铸造，也可采用真空半连续铸造；
- 8 生产电工用低氧铜线坯，宜采用轮带式或双带式连铸工艺和设备；
- 9 生产电工用无氧铜线坯，宜采用上引连铸工艺和设备。

4.4 铸锭和铸坯卷的机械加工和检验

- 4.4.1 采用立式半连续铸造机生产的铸锭应切头和切尾。
- 4.4.2 用于冷轧开坯的水平连续铸造的铜合金铸坯卷应铣面。
- 4.4.3 用于生产热轧板材的扁铸锭应铣面。
- 4.4.4 表面缺陷影响产品质量的扁铸锭应铣面，圆铸锭应车皮。
- 4.4.5 挤压用空心圆铸锭应车皮、镗孔。脱皮挤压的实心圆锭可不车皮。
- 4.4.6 供行星轧管的水平连铸空心圆锭应铣面。
- 4.4.7 用于重要用途产品的坯料应进行组织检查和缺陷探伤检查。

5 板材、带材和箔材

5.1 铸锭和铸坯卷选择

5.1.1 用于板材和带材生产的坯料应包括立式半连续铸造、立式连续铸造的铸锭，以及水平连续铸造、上引连续铸造的铸坯卷。选择时应符合下列规定：

1 生产不宜热加工的铜合金板材和带材，应采用水平连续铸造的铸坯卷。

2 既可热轧开坯又可冷轧开坯的铜合金，宜采用水平连续铸造的铸坯卷。

5.1.2 铸锭和铸坯卷规格应根据产品方案确定。铸锭和铸坯卷宽度应根据产品宽度(含倍尺生产)和生产过程中的宽展量、切边量选择。

5.2 铸锭加热和铸坯卷均匀化

5.2.1 大规模生产时，铸锭加热宜采用步进式加热炉。

5.2.2 生产易产生偏析或铸造应力大的合金铸坯卷应采用钟罩炉进行均匀化。

5.3 热 轧

5.3.1 热轧工艺和机型的选择应符合下列规定：

1 应根据产品方案选择热轧工艺和机型；

2 不得采用靠手工操作的二辊块片热轧机。

5.3.2 热轧机辊面宽度应根据产品合金品种、规格范围、含倍尺生产的轧件宽度、热轧的宽展量、切边量和轧辊边部余量选择。

5.3.3 热轧机辅机的选择应符合下列规定：

- 1 铸锭上料机构应与加热炉出料形式相配套；
- 2 产品需要在线淬火时，应配置在线淬火装置；
- 3 输入辊道和输出辊道的长度应根据锭重，通过工艺计算确定，实际采用的辊道长度应长于计算值；
- 4 输出辊道端头应配置卷取机。

5.4 铣 削

5.4.1 铣削应包括铣削热轧带坯和水平连铸坯卷的上、下表面和两个侧边，应铣去带坯或铸坯卷表层缺陷。

5.4.2 铣削工序应采取防止擦伤带坯表面的措施。

5.5 冷 轧

5.5.1 冷轧工艺和机型选择应符合下列规定：

1 冷轧机组的机型可按辊系分为二辊、四辊、多辊等，可按机架分为单机架、双机架和多机架等；应按产品方案合理选择冷轧工艺和机型。

2 不得采用靠手工操作的二辊块片冷轧机。

5.5.2 冷轧机宽度和卷重选择应符合下列规定：

1 冷轧机辊面宽度应根据含倍尺生产的产品宽度加上切边量和轧辊边部余量确定；

2 冷轧机的卷重应根据产品方案和工序成品率进行计算。

5.5.3 采用全油润滑的冷轧机必须配置二氧化碳自动灭火和手动灭火装置。

5.6 箔 材 轧 制

5.6.1 箔材坯料应卷状供应，坯料应卷紧、卷齐，不应有毛刺、裂纹、划伤、擦伤、孔洞、起皮、腐蚀与油污斑痕等缺陷，卷中不应有断头。

5.6.2 箔材坯料应为软态。

5.6.3 箔材轧机的选择应符合下列规定：

- 1 应根据生产规模及轧制工艺选择轧机；**
- 2 应选择六辊及以上辊系的全液压轧机，轧机应具有厚度和板形自动控制系统、最佳化自动控制系统；**
- 3 轧机辊面宽度应根据含倍尺生产的产品宽度加上切边量和轧辊边部余量确定。**

5.6.4 箔材轧机必须配置二氧化碳自动灭火和手动灭火装置。

5.7 热处理和精整

5.7.1 热处理和精整工艺应根据产品的技术要求选择，热处理的炉型和精整设备应根据生产工艺选择，生产能力、装备水平应与轧机相匹配。

5.7.2 带材中间退火宜采用钟罩式退火炉退火，薄带材和较厚的箔材成品宜采用连续炉连续退火。退火时应采用保护性气体保护。

5.7.3 板材、带材生产应根据工艺需要和客户要求进行清洗、钝化、拉弯矫直。

5.7.4 箔材可根据用户要求进行表面处理。

6 电 解 铜 箔

6.1 原 料

6.1.1 电解铜箔生产用原料,应采用符合现行国家标准《阴极铜》GB/T 467等的有关规定,或具有较高纯度的废裸铜线以及铜米。表面应洁净,并应无油污及夹杂物。

6.1.2 电解铜箔生产用工业硫酸应符合现行国家标准《工业硫酸》GB/T 534的有关规定。

6.2 铜 箔 制 备

6.2.1 溶铜宜采用常压溶铜法。

6.2.2 溶液的制备设备应采用耐酸、耐热材质,其中溶铜罐还应具备抗冲击性。

6.2.3 溶液进入生箔机前应进行多级过滤。

6.2.4 生箔过程应实现自动化控制。

6.2.5 生箔机宜采用大直径、通用宽度的钛阴极辊,并应配备在线抛光装置。生箔机速度应可调,并应具有卷曲张力控制系统。

6.2.6 生箔机阳极应采用不溶阳极。

6.3 铜 箔 后 处 理

6.3.1 生箔应进行表面处理。

6.3.2 表面处理机的功能应根据产品需要进行配置,处理过程应实现自动化控制。

6.3.3 分卷、切片设备应根据产品方案要求选择,应与生箔机相匹配。分卷、切片过程应实现自动化控制。

7 管材、棒材、型材和线材

7.1 坯料选择

7.1.1 挤压用圆铸锭的选择应符合下列规定：

- 1 挤压管材、棒材、型材和线材宜采用实心锭；
 - 2 挤压塑性较差的铜合金管材宜采用空心锭；
 - 3 立式挤压或二次挤压管材的锭坯宜采用空心锭；
 - 4 脱皮挤压用的实心锭可不车皮。空心锭应进行车皮、镗孔。
- 7.1.2 连续挤压用坯料宜采用上引连铸坯料，也可采用连铸连轧坯料。
- 7.1.3 行星轧管用坯料应采用水平连铸空心圆锭，并应铣面。

7.2 挤 压

7.2.1 各种铜及铜合金管材、棒材、型材的挤制成品和挤制坯料以及线坯的生产工艺包括正向热挤压和反向热挤压。尺寸精度高、组织和性能要求均匀、挤压温度范围窄、易产生缩尾的铜合金管材、型材、棒材、线材的挤压制品及挤制坯料宜采用反向热挤压。

7.2.2 紫铜、部分白铜和需进行固溶处理的铜合金应采用水封挤压。

7.2.3 铜扁线材、铜排材、小截面大长度的铜型材等制品宜采用连续挤压工艺。

7.2.4 挤压机选择应符合下列规定：

1 挤压机的机型、挤压压力应根据产品方案、生产工艺和挤压制品的特点进行选择；

2 挤压管材应采用双动挤压机。挤压型材、棒材和线坯可采

用单动挤压机。

7.2.5 挤压小规格棒材和线坯，挤压机机后辅机应配备出料卷取装置。

7.2.6 采用水封挤压时，机后辅机应配备水封出料装置。

7.2.7 铸锭加热炉应根据挤压机的能力、铸锭规格及合金品种选择。

7.2.8 挤压机宜采用计算机控制，并应与铸锭加热炉和机后辅机实现联动操作。挤压速度应根据挤压制品的实际需要选择开环或闭环控制。

7.3 轧制和拉伸

7.3.1 管材轧制和拉伸工艺的选择应符合下列规定：

1 紫铜盘管及小规格紫铜管材宜采用水平连铸供坯—行星轧管—串联拉伸—盘管拉伸工艺；

2 除紫铜盘管及小规格紫铜管材外，其他铜及铜合金管坯宜采用热挤压供坯—周期式轧管—拉伸工艺；

3 大规格薄壁管材宜采用热挤压供坯—拉伸工艺。中小规格薄壁管材宜采用热挤压供坯—周期式轧管—拉伸工艺。

7.3.2 型材、棒材轧制和拉伸工艺的选择应符合下列规定：

1 对组织和性能有一定要求的拉制棒材应采用热挤压供坯—拉伸工艺；

2 要求直条交货的拉制棒材可采用直条形式生产；

3 小规格拉制棒材可采用挤压棒坯卷料—盘拉—联合拉伸工艺，也可采用水平连铸—冷轧—盘拉—联合拉伸工艺。

7.3.3 周期式轧管机的形式和规格的选择应符合下列规定：

1 为拉伸管材提供管坯时，应采用周期式二辊冷轧管机；

2 小直径薄壁成品管材轧制应采用周期式多辊冷轧管机；

3 周期式二辊冷轧管机应采用长行程、环形孔型；

4 行星轧管可采用三辊行星轧管机，也可采用四辊行星轧

管机；

5 宜采用连续自动上料方式。

7.3.4 周期式二辊冷轧管机应采用无级调速、自动化控制，宜具有连续上料、连续轧制的功能。

7.3.5 拉伸机形式和规格的选择应符合下列规定：

1 直条拉伸宜采用链式或液压拉伸机。有效拉伸长度应大于拉制成品长度。

2 中小型拉伸机可采用单链或双链拉伸机，较大型拉伸机宜采用单链拉伸机，小型拉伸机可采用多线式，短料和尺寸精度要求高的拉伸机宜采用液压拉伸机。

3 冷凝管拉伸应根据制品长度选择链式拉伸机和连拉机，长链拉伸机应无级调速，并应实现自动化操作。

4 盘管拉伸应采用倒立式连续落料的圆盘拉伸机。无级调速，生产过程应实现自动化操作。

5 串联拉伸管材应根据拉伸工艺选择串联拉伸机的规格、台数。

6 铜合金线材宜采用热挤压的成卷线坯，应单道次或多道次连续拉伸、退火工艺。拉伸大卷重线材可采用带有在线退火装置的拉丝机。

7.3.6 管材拉伸制头应采用低噪声制头机。

7.4 电工用铜线坯和线材

7.4.1 电工用低氧铜线坯宜采用连铸连轧工艺和设备。

7.4.2 电工用无氧铜线坯宜采用上引工艺和设备，也可采用上引—冷连轧生产工艺和设备。

7.4.3 生产电工用线材宜采用多模多头连续拉伸、连续退火生产工艺和设备。

7.5 热处理和精整

7.5.1 热处理和精整工艺应根据产品的质量要求选择，热处理和

精整设备的规格型号、装机水平应根据生产工艺选择，并应与主机相配套。

7.5.2 铜及铜合金管材、棒材、型材的中间退火宜在保护性气氛中进行。成品退火应在保护性气氛中进行。

7.5.3 其他辅助设备的规格型号、装机水平应根据产品方案和生产工艺进行配置，并应与主机相配套。

8 制造执行系统(MES)

8.0.1 铜加工厂宜采用制造执行系统(MES)。制造执行系统(MES)可根据工厂的规模和装备水平进行建设。

8.0.2 现代化的铜加工厂信息系统构架宜包括下列系统：

1 控制层宜包括下列系统：

- 1)0 级系统(L0)和一级系统(L1)为设备控制系统；
2)二级系统(L2)为过程控制系统。

2 中间层三级系统(L3)，为车间或分厂级系统；

3 计划层四级系统(L4)，为企业资源计划系统。

8.0.3 制造执行系统(MES)宜分为多个功能板块，企业可根据生产管理需要选择制造执行系统(MES)的功能模块。

8.0.4 制造执行系统(MES)的系统设计、安装和调试应由专业的机构完成。

8.0.5 各车间的水、电、蒸汽和压缩空气等能源介质的供给宜设置智能仪表。能耗大的机组或设备可单独设置智能仪表。智能仪表应与制造执行系统的通信接口兼容。

9 车间配置

9.1 一般规定

9.1.1 车间平面配置应符合下列规定：

1 生产设备应按生产工艺流程配置。配电室、变压器室、控制室及通风室等宜靠近生产设备配置；

2 车间平面配置应确保人员操作和通行安全，物料运输应便捷、通畅，物料存储应合理，设备检修和工模具更换应方便；

3 车间内平面配置还应符合国家现行有关消防和劳动安全卫生等标准的要求。

9.1.2 物料存放面积应符合下列规定：

1 车间物料存放面积可根据具体要求进行计算，存放面积利用系数应为 0.4~0.6；

2 铸锭堆放高度、间隔以及整体配置等应满足吊放方便的要求，并应保证安全；

3 卷材宜单层堆放，当堆放面积不够时，可堆放 2 层，但应采取保证卷材的质量不受影响的措施；

4 其他物料存放高度不应大于 2.0m。

9.1.3 车间内部运输及通道应符合下列规定：

1 同一跨内的物料运输宜采用起重机或叉车。跨间运输宜采用过跨车、辊道或叉车。

2 车间内的各种运输设备，其运行界限与周围设备外廓的距离不应小于 0.5m，与固定工作地点的距离不宜小于 1.5m。

3 车间内原料、坯料、成品、废料和工模具等物料的运输通道宽度不宜小于 3m。人行通道宽度不宜小于 1.5m。

4 设备、控制盘和操作台等的检修、调试、检查通道宽度不宜

小于 0.8m。

9.1.4 起重机的选择和工作级别计算应符合下列规定：

1 生产用起重机的工作制度应通过计算选取，成品库用起重机和检修专用起重机可采用轻级工作制。

2 起重机的起重量宜按生产及检修期间最大起吊物重量确定。在同一跨内有多台起重机时，起重机的起重量宜分别按其工作区域的要求确定。

3 起重量较大及要求起吊平稳时，应采用电动吊钩桥式起重机；起重量较小时，可采用电动吊钩单梁起重机。

4 吊运作业不频繁区域的起重机台数可按车间长度每 100m 采用一台。起重机作业频繁时，应根据吊运作业循环次数进行负荷计算。

9.1.5 车间地坪的选择应符合下列规定：

1 工业炉、铸造区及其他热加工区宜采用耐热地坪；

2 有冲击负荷区应采用抗冲击地坪；

3 酸洗、碱洗区应采用耐腐蚀地坪；

4 冷加工区宜采用耐磨地坪。

9.1.6 对厂房的高度要求应符合下列规定：

1 应根据设备或设备检修时的最高点、起吊物的最大高度及起重机吊钩最小安全距离，并结合起重机参数确定轨顶标高；

2 当计算出的轨顶标高较低时，应结合厂房跨度，适当提高轨顶标高。

9.1.7 对车间内部的环境要求应符合下列规定：

1 车间宜采用自然通风，当自然通风不能满足换气次数时，应采用机械通风。

2 有洁净度要求时，应采用密闭式厂房，并应采取机械通风、过滤等相应措施。有温度、湿度等其他特殊要求时，应采取相应措施。

3 车间宜采用自然采光，并应根据需要设置人工照明。

9.2 熔 铸

9.2.1 原料堆放、配料区宜与熔铸设备分跨、就近布置。熔炼和铸造设备可配置在同一跨内。

9.2.2 铸造操作宜在±0.00m 平面上。

9.2.3 感应熔炼、保温炉的电源系统宜就近配置在炉台下面，其中专用变压器宜靠近感应炉。

9.2.4 铸锭运出方向宜靠近加工车间。

9.3 板材、带材和箔材

9.3.1 热轧、冷轧、精整宜在同一厂房内分区布置。热轧区的铸锭来料方向宜靠近熔铸车间。

9.3.2 轧机机列本体应布置在车间主跨。轧机主电机室、电控室、轧制油或乳液过滤循环系统、二氧化碳自动灭火系统、轧制油油雾过滤净化系统等配套设施应靠近主机配置，宜配置在辅跨。

9.3.3 有特殊要求的带材产品分切、包装区应单独配置；可根据需要采用全封闭厂房和机械通风措施，车间内应保持微正压，并应满足通风换气次数要求。

9.3.4 轧辊磨床间应符合下列规定：

1 轧辊磨床间宜单独布置。在灰尘、风沙较大的地区可采用封闭式厂房。必要时应设置空气调节设施。

2 大规模铜板材和带材加工厂的轧辊磨床间应设置轴承拆卸装置。

9.3.5 轧制(压延)箔材车间可单独布置，也可与板材和带材车间联合布置。

9.3.6 轧制(压延)铜箔车间环境应符合下列规定：

1 厂房应采取防尘、防虫措施。在坯料进入车间和成品出库处宜设清尘吹扫和驱虫装置。

2 应采用全封闭厂房和机械通风措施，车间内应保持微正压。

压，并应满足通风换气次数要求。

9.4 电解铜箔

9.4.1 电解铜箔车间配置应符合下列规定：

- 1 电解铜箔车间配置应紧凑；
- 2 溶铜、生箔、表面处理及剪切包装应分区配置，其中表面处理机的收卷与剪切包装宜配置在同一区域内；
- 3 变压器室、整流器室、生箔机电控室、表面处理机电控室、空调机室、制冷机组室、试验室宜靠近主机配置。

9.4.2 电解铜箔厂房的内部环境应符合下列规定：

- 1 生箔区、表面处理和剪切包装区应采用全封闭厂房和通风措施。厂房应满足洁净度、温度、湿度等要求。
- 2 车间内地坪、内墙面、顶棚应采取防腐、防积尘等措施。
- 3 有酸性气体挥发的区域应设排风装置，有酸性气体挥发的槽罐应设槽边抽风装置。

9.5 管材、棒材、型材和线材

9.5.1 铜管材、棒材、型材和线材车间应符合下列规定：

- 1 可按挤压、轧制、拉伸、精整、检验包装和热处理等生产工序进行配置，也可按产品规格、品种等生产线进行配置，或可相互结合进行配置；
- 2 酸洗槽组可设在便于物料运输的厂房端部或辅跨；
- 3 挤压区的铸锭来料方向宜靠近熔铸车间，检验包装区宜靠近成品库。

9.5.2 水平连铸—行星轧管供坯的生产车间宜将水平连铸区与加工区隔开。

9.5.3 电工用铜线坯及线材车间的配置应符合下列规定：

- 1 熔炼、保温、连铸连轧生产线的配置应紧凑；
- 2 线坯生产区与线材加工区宜分开布置。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《阴极铜》GB/T 467

《工业硫酸》GB/T 534

中华人民共和国国家标准
铜加工厂工艺设计规范

GB 50962-2014

条文说明

制 订 说 明

《铜加工厂工艺设计规范》GB 50962—2014,经住房和城乡建设部2014年1月9日以第292号公布批准发布。

本规范在制订过程中,编制组进行了理论计算和现场调查研究,并参照了已发布的、相关的行业标准和国家标准,力求技术先进、经济合理、安全适用。

为了便于广大设计、施工、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《铜加工厂工艺设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(31)
3	基本规定	(32)
3.1	设计计算	(32)
3.2	生产设施的工作制度	(32)
4	熔 铸	(33)
4.1	原料	(33)
4.2	熔炼	(33)
4.3	铸造	(34)
4.4	铸锭和铸坯卷的机械加工和检验	(35)
5	板材、带材和箔材	(36)
5.1	铸锭和铸坯卷选择	(36)
5.2	铸锭加热和铸坯卷均匀化	(36)
5.3	热轧	(36)
5.4	铣削	(37)
5.5	冷轧	(37)
5.6	箔材轧制	(38)
5.7	热处理和精整	(39)
6	电解铜箔	(40)
6.1	原料	(40)
6.2	铜箔制备	(40)
6.3	铜箔后处理	(41)
7	管材、棒材、型材和线材	(42)
7.1	坯料选择	(42)
7.2	挤压	(42)

7.3	轧制和拉伸	(43)
7.4	电工用铜线坯和线材	(45)
7.5	热处理和精整	(45)
8	制造执行系统(MES)	(47)
9	车间配置	(48)
9.1	一般规定	(48)
9.2	熔铸	(49)
9.3	板材、带材和箔材	(49)
9.4	电解铜箔	(50)
9.5	管材、棒材、型材和线材	(50)

1 总 则

1.0.1 提高铜加工厂工艺设计水平,促进铜加工厂工艺设计的科学化、规范化和国际化,是制订本规范的基本指导思想和目的。本规范参考借鉴和吸收了国内外有色金属加工厂工艺设计的有益经验,结合目前的技术和装备,以适应我国铜加工厂工艺设计的需求。

1.0.3 本规范主要规定了铜加工厂工艺设计,对于环保、节能、计量、劳动安全卫生、建筑等方面的要求应按国家有关标准和规定执行。

3 基本规定

3.1 设计计算

- 3.1.1 产品方案是工艺设计计算的基础,也是编制工艺卡片和计算金属平衡、新金属用量、成品率的依据。
- 3.1.2 在生产设备统计数据分析对比的基础上,根据产品方案、设备能力、设备年时基数等计算生产设备的负荷率。
- 3.1.3 原料、铸锭、坯料、产品和废料的堆放面积计算应综合考虑生产工艺、生产设备自动化程度以及原料供应和产品销售的因素。
- 3.1.4 铜加工厂工艺设计能耗应符合国家有关标准和规定的要求,设计污染物排放量应符合国家和地方有关标准和规定的要求。
- 3.1.5 参照现有铜加工厂的生产实践经验,根据产品方案、生产工艺流程等参数计算车间内部的物料运输。

3.2 生产设施的工作制度

- 3.2.2 熔炼炉、保温炉和均匀化炉、加热炉、退火炉、淬火炉、时效炉等热处理设备采用三班连续工作制,以提高工业炉寿命、降低能耗。

当计算出的均匀化炉、加热炉、退火炉和淬火炉等热处理设备负荷率很高时,可采用法定假日、双休日照常生产的三班连续工作制。

4 熔铸

4.1 原料

4.1.1 合理使用废料,可以节约资源,降低成本,具有明显的经济效益、社会效益和环境效益,符合国家节能减排的产业政策,应大力提倡。

废料的使用应根据铜及铜合金产品的质量要求确定。高锌普通黄铜、铅黄铜等可以全部使用废料生产。普通紫铜、低锌黄铜等废料应与新金属搭配使用。无氧铜不得使用废料。

本厂返回三级废料应进行除油、除湿、打包或复化等处理,外购废料应进行分类,并根据废料实际品位决定使用制度。

4.2 熔炼

4.2.1 用于铜及铜合金熔炼的感应炉分为有芯感应炉和无芯感应炉两种。有芯感应炉热效率高、能耗低,炉衬使用寿命长。但开炉时需要起熔体,更换合金品种困难。适合于不需要频繁更换合金品种的紫铜和普通黄铜铸造生产。无芯炉虽然能耗高,炉衬使用寿命短,但易清空炉膛内熔体,更换合金品种方便,适合于生产经常更换合金品种的复杂黄铜、青铜和白铜合金等。

含有易挥发或易氧化元素的铜合金,在大气环境下熔炼时,很难保证产品化学成分,宜在真空或保护性气氛状态下熔炼。

含有铍、镉有毒元素的合金在大气环境下熔炼时,有毒物质会散发到大气中,为保护环境和生产人员的身体健康,必须采用真空感应炉熔炼。本条第4款为强制性条款,必须严格执行。

4.2.2 燃气竖炉开停炉方便、热效率高、生产能力大、生产成本较低,适合于生产电工用低氧铜线坯等品种单一、规模较大的产品。

联体炉集熔化与保温功能于一体,熔体可以由熔化室直接进入保温室,不与空气接触,适合于电工用无氧铜线坯的生产。

采用废紫铜生产电工用低氧铜线坯可降低成本。采用倾动式反射炉,加料和出料方便,熔化速度快,不开炉门即可进行氧化还原等操作,工人劳动强度较低,热量损失少,节能环保。出料过程中铜熔体流动平稳、温度均匀稳定,有利于提高产品质量。

4.2.3 生产无氧铜铸锭配备的干燥装置用于烘干阴极铜板,避免吸附在阴极铜板表面的潮湿空气带入熔体内部。

4.3 铸造

4.3.1 立式连续铸造工艺可实现连续生产,成品率高,生产效率高,生产能力大。但设备复杂,更换合金品种和铸锭规格不方便,适合单一合金品种、大规模的生产,通常用于生产无氧铜铸锭。

立式半连续铸造生产工艺,更换合金品种和铸锭规格方便,是目前普遍采用的生产方法。

锡磷青铜和锌白铜等合金由于热加工性能差,适合采用水平连续铸造工艺铸造成铸坯卷,直接为冷轧机提供坯料。对于既可采用立式半连续铸造又可采用水平连续铸造的铜及铜合金,为缩短工艺流程,节约能源,宜采用水平连续铸造。

采用双流(双头)铸造是为了提高生产效率,适合于宽度较窄的铸坯卷。

含有易挥发或易氧化元素的铜合金,在大气环境生产时,很难保证产品的化学成分,宜在真空或保护性气氛状态下铸造。

含有铍、镉有毒元素的合金,在大气环境下铸造时,有毒物质会散发到大气中,为保护环境和生产人员的身体健康,必须采用真空铸造。本条第6款为强制性条款,必须严格执行。

国内外普遍采用轮带式或双带式连铸工艺和设备生产电工用低氧铜线坯,具有生产能力大等特点,适合大规模、大批量、单一产品品种的连续生产。

上引连铸生产电工用无氧铜线坯具有含氧量低,产品质量稳定等特点,也是目前国内外普遍采用的生产方式。

4.4 铸锭和铸坯卷的机械加工和检验

4.4.1 立式半连续铸造铸锭的头部和尾部存在冶金缺陷,因此铸锭要切头、切尾。

4.4.2 锡磷青铜、锌白铜等水平连铸铸坯卷,其表面质量较差或存在偏析,冷轧前需要铣掉表面缺陷。

4.4.3 生产热轧板时,由于无法进行后续工序的铣面,为提高产品质量,需要对铸锭进行铣面,以消除表面缺陷。

4.4.4 扁铸锭铣面、圆铸锭车皮均是为了消除铸锭表面缺陷,满足产品质量的要求。

4.4.5 对于部分强度较高的合金,如锡青铜和硅青铜,挤压机穿孔较难,需采用空心圆锭挤压。为消除空心锭内、外表面的铸造缺陷和偏心,挤压前应车皮、镗孔。

实心圆锭脱皮挤压可避免表面缺陷和氧化皮带入制品,故无需车皮。

4.4.6 行星轧管用水平连铸空心圆锭铣面的目的是消除表面缺陷,满足管材质量要求。

4.4.7 用于重要用途的产品对内在组织要求严格,为确保产品质量,应进行坯料组织检查和缺陷探伤检查。

5 板材、带材和箔材

5.1 铸锭和铸坯卷选择

5.1.1 大多数板材、带材生产均可采用立式半连续铸造、立式连续铸造的铸锭。

无氧铜铸坯卷也可采用上引连续铸造的生产工艺。

锡磷青铜、锌白铜等铜合金在热轧时易开裂，不适合热轧开坯，生产中常采用水平连铸—冷轧开坯的生产工艺。

对于既可热轧开坯又可冷轧开坯的铜合金，采用水平连续铸造的铸坯卷主要是为缩短工艺流程，降低生产成本。

5.1.2 铸锭的宽度应满足产品方案中最大成品宽度（含倍尺生产）。产品倍尺生产可提高成品率和生产效率。

5.2 铸锭加热和铸坯卷均匀化

5.2.1 热轧铸锭加热用的炉型主要有推料式加热炉和步进式加热炉，燃料以天然气为宜。相比之下，步进加热炉具有效率高、节省能源、生产灵活、便于采用自动化控制的优点，适合生产能力大、铸锭大的现代化板材和带材生产。

5.2.2 锡磷青铜、锌白铜等铜合金在铸造过程中易产生偏析及铸造应力，后续加工困难，需要进行均匀化退火。钟罩炉具有升温快、退火温度均匀、带坯表面氧化少、热效率高等特点，适合铸坯卷的均匀化处理。

5.3 热 轧

5.3.1 热轧用于铸锭开坯。

热轧机通常为单机架二辊或四辊可逆式轧机。

靠手工操作的二辊块片热轧机俗称“二人转”热轧机，落后的“二人转”机型生产的产品质量低，劳动强度大，能耗高，属国家产业政策明令禁止的机型。本条第2款为强制性条款，必须严格执行。

5.3.2 热轧机辊面宽度的确定取决于产品的最大宽度(含倍尺生产)。宜采用倍尺生产确定轧机辊面宽度，以提高成品率和生产效率。在确定轧机辊面宽度时，还要计算轧件的宽展量、切边量和轧辊边部余量。

5.3.3 根据铸锭出料形式配置上料机构，并注意与轧机辊道的衔接。

当产品方案中含有需要在线淬火的产品时，应配置在线淬火装置。

热轧机的辅机必须与主机相配套，满足主机与相关设备的衔接和生产工艺的需要。在确定轨道长度时，要留出合适的余量，用于轧件的减速至停止，避免轧件冲出辊道。

5.4 铣 削

5.4.1 热轧带坯和水平连铸铸坯卷均在双面铣削机上进行双面铣削和双边铣削。铣削量应以铣去带坯表层缺陷为准。过小会影响产品质量，达不到铣削的效果，过大将增加金属损失，降低成品率。

5.4.2 铣削后带坯采用无芯卷取或张力卷取两种形式。为避免层与层之间的带坯表面擦伤，宜采用张力卷取并衬纸。

5.5 冷 轧

5.5.1 现代化冷轧机机型主要是四辊和多辊可逆轧机。多辊可逆轧机包括六辊、十二辊、十四辊和二十辊。单机架是主要机型，双机架和多机架连轧机有更高的生产效率。

靠手工操作的二辊块片冷轧机俗称“二人转”冷轧机，落后的

“二人转”机型生产的产品质量低,劳动强度大,能耗高,属国家产业政策明令禁止的机型。本条第2款为强制性条款,必须严格执行。

5.5.2 冷轧机的装备水平有多方面,包括轧机辊面宽度、轧制速度、轧制精度和卷材重量等。

采用宽辊面、大卷重生产可提高生产效率,扩大产品覆盖范围,但设备投资也相应增加。应根据市场需求和建设条件,合理确定产品方案,科学选择轧机参数。

5.5.3 板材和带材冷轧机通常采用以窄馏分煤油为基的轧制油,作为工艺润滑和冷却剂。生产过程中轧制油受热挥发,有很高的火灾危险性。为了确保人身安全和设备安全,必须配置二氧化碳自动灭火装置,实时对危险部位进行监控。当出现火灾时,能够自动启动系统喷射二氧化碳。为了确保二氧化碳灭火系统的准确投入,该系统除具有自动启动功能外,还须具有半自动启动和人工启动的操作与控制功能。本条为强制性条文,必须严格执行。

5.6 箔材 轧 制

5.6.1 箔材坯料的质量是确保箔材稳定生产的基础。如果坯料的质量差,在轧制过程中会出现断带、开裂、针孔等,影响产品质量和设备能力的正常发挥。

5.6.2 采用软态箔材坯料是为了消除冷作硬化,提高塑性。

5.6.3 当生产规模较大时,可采用多台轧机,宜分粗轧和精轧。生产规模较小时,可采用一台轧机。

箔材轧制常采用六辊、十二辊、二十辊等多辊可逆轧机,为获得稳定的产品质量和生产效率,轧机应配备厚度和板形自动控制系统、最佳化自动控制系统。

5.6.4 箔材轧机采用以矿物油为基的轧制油进行润滑和冷却,生产过程中轧制油受热挥发,有很高的火灾危险性。为了确保人身安全和设备安全,必须配置二氧化碳自动灭火装置,实时对危险部

位进行监控。当出现火灾时,能够自动启动系统喷射二氧化碳,为了确保二氧化碳灭火系统的准确投入,该系统除具有自动启动功能外,还须具有半自动启动和人工启动的操作与控制功能。本条为强制性条文,必须严格执行。

5.7 热处理和精整

5.7.1 热处理主要有周期式和连续式两种方式,应合理选择工艺和设备。

5.7.2 钟罩式退火炉具有设备简单、热效率高、能耗低、生产灵活等特点,适用于铜带的中间周期式退火,也可用于中小项目铜带的成品周期式退火。

连续式退火是一种先进工艺,由于薄带材和箔材采用钟罩炉退火时会发生粘连,因此薄带材和箔材适合采用连续炉退火。

为防止产品表面氧化,退火时应采用保护性气体保护。高氢气氛的保护性气体可提高生产效率,在满足产品退火技术要求的情况下,宜优先采用。

5.7.3 带材的清洗包括脱脂和酸洗,目的是除去产品表面的残留油污和氧化物。根据工艺要求可选择在退火前、后或在成品剪切包装前进行清洗,剪切包装前的清洗可根据用户要求增加钝化处理。清洗和钝化可在专用的清洗机上进行,也可在配备有清洗和钝化装置的连续退火炉上进行。

5.7.4 箔材的表面处理包括除油、粗化、耐热层和防氧化层处理等工艺,不同的用户有不同的要求,以满足用户要求为准。

6 电 解 铜 箔

6.1 原 料

6.1.1 电解铜箔生产用原料要求含铜(或铜+银)量应大于99.95%。原料中的杂质含量、油污及夹杂物影响产品质量,应严格控制。废裸铜线或由废裸铜线加工的铜米不得混有夹杂物,对于表面附着有机成分的铜线应进行高温处理,去除有机杂质。

6.1.2 硫酸用作溶铜的溶剂,其质量关系到电解液的质量,电解铜箔生产用工业硫酸应符合现行国家标准《工业硫酸》GB/T 534的有关规定。

6.2 铜 箔 制 备

6.2.1 溶铜工艺主要分为常压溶铜法和高压溶铜法。

常压溶铜法是在标准大气压下使固态铜溶解的过程。设备简单、紧凑,占地面积小,操作和维护方便,但溶铜速度比高压溶铜法低。

高压溶铜法是在较高压力下进行固态铜的溶解。其特点是铜的溶解速度快,效率高。但设备复杂,投资较大,一般很少采用。

6.2.2 溶液制备设备与硫酸铜溶液接触,且温度较高,要求溶液制备设备具有耐酸、耐热性能。剪切后的阴极铜块直接加入溶铜罐中,要求溶铜罐具有一定的抗冲击性。

6.2.3 溶液进入生箔机之前进行多级过滤,除去溶液中的固体颗粒状物质,保证生箔质量。

6.2.4 溶液的铜离子浓度、硫酸浓度、温度、流速、添加剂、电流密度等工艺参数应采用数据传输系统(DCS)进行集中控制,便于及时发现偏差并调整。

6.2.5 采用大直径阴极辊可增加辊子浸入电解槽内的面积,提高生箔机的生产能力。在线抛光有利于提高产品质量和生产效率。调节生箔机速度可在不改变其他条件的情况下生产不同厚度的生箔。卷取张力控制系统可确保在卷取过程中铜箔不发生褶皱,同时可以将铜箔紧密卷取,去除铜箔卷层间的滞留空气。

6.2.6 可溶性阳极易增加电解液中的金属杂质含量,影响铜箔质量,增加更换电解液的频次。可溶性阳极易损耗,使阳极与阴极间的距离增大,进而导致槽电压增加,能耗增加。

6.3 铜箔后处理

6.3.1 表面处理包括粗化、固化、钝化及涂硅烷耦合剂等,可增强铜箔与绝缘树脂基板的粘结强度、耐离子迁移性以及耐热性能,防止铜箔表面氧化变色,提高耐腐蚀性等。

6.3.2 根据产品需要配置表面处理机的功能,有利于专业化生产和节省建设投资。表面处理过程工艺复杂、流程长,应实现自动化控制。

6.3.3 分卷、切片是通过分卷机、切片机将表面处理后的铜箔分切成客户需要的规格。进料尺寸应与生箔机、表面处理机相匹配。为提高产品质量和产量,分卷、切片过程应实现自动化控制。

7 管材、棒材、型材和线材

7.1 坯料选择

7.1.1 铜及铜合金管材挤压多采用实心锭穿孔挤压。

在挤压锡青铜和硅青铜等高温变形抗力较高、塑性较差的铜合金管材时,由于穿孔针的刚度和强度等问题,一般使用空心锭。

通常立式挤压机无穿孔系统,故采用空心锭。

实心锭脱皮挤压可避免表面缺陷和氧化皮带入制品,故无需车皮。空心锭挤压时,为消除内、外表面的铸造缺陷和偏心,应车皮、镗孔。

7.1.2 连续挤压用坯料必须清洁,无油污、无蜡膜。不同型号的连续挤压机应采用不同规格的坯料。

7.1.3 行星轧管采用水平连铸空心圆锭的工艺和设备已很成熟,被普遍采用。为消除空心圆锭外表面的铸造缺陷和偏心,水平连铸空心圆锭应铣面。

7.2 挤 压

7.2.1 铜及铜合金在热状态下塑性较好、变形抗力低,便于加工成形,因此铜及铜合金管材、棒材、型材的挤压加工大多采用热挤压工艺。

正向挤压机设备结构简单、易操作、价格也相对便宜,在管材、棒材、型材生产中广泛应用。反向挤压时,锭坯表面与挤压筒内壁无相对摩擦,可降低挤压力,提高挤压速度,变形均匀,制品组织、性能均一,尺寸精度高,减少制品的缩尾等缺陷,提高成品率。对于尺寸精度要求高、组织和性能要求均匀、挤压温度范围窄、易产生缩尾的铜合金管材、棒材、型材、线材挤压制品宜采用反向热

挤压。

7.2.2 水封挤压时,制品直接进入水中,可防止制品在高温下与空气接触而氧化。因此易高温氧化的紫铜和白铜管材、棒材、型材、线坯宜采用水封挤压。

利用水封挤压还可对某些需进行固溶处理的铜合金进行在线淬火,降低能耗。

7.2.3 连续挤压具有成品率高、连续作业性好、能耗低等特点,适合小规格和长度较长的紫铜型材、线材、排材等产品的生产。

7.2.4 对于大型项目采用多台挤压机时,应根据产品品种、规格合理配置机型,分别采用双动、单动、正向、反向挤压机。对于中小项目,由于挤压机数量较少,考虑到生产的灵活性等原因,可以采用同一挤压机生产不同的产品,如采用双动挤压机,既生产管材,又生产型材、棒材和线坯。

7.2.5 挤压小规格棒材和线坯时,挤压机机后辅机配备卷取出料装置,将挤出制品卷成卷,便于后序加工,可提高成品率和生产效率。

7.2.6 水封出料装置包括水封头、水槽及水的冷却循环系统。

7.2.7 铸锭加热有感应加热、火焰加热和火焰与感应联合加热三种方式。目前普遍采用感应加热。与火焰加热相比,感应加热具有温度易控制,开停炉方便,占地面积小等优点,但运行成本高于火焰加热。为降低运行成本,兼顾两者的特点,可采用火焰与感应联合加热方式。

7.2.8 现代挤压机均采用油压直接驱动,容积式无极调速,采用计算机控制,满足挤压机全自动操作要求。具有工艺参数设定、故障自动检测等功能,并可与铸锭加热炉和机后辅机进行联动操作,提高生产效率,减轻劳动强度。

7.3 轧制和拉伸

7.3.1 热挤压供坯—周期式轧管—拉伸工艺是管材生产的传统

工艺,适合所有铜及铜合金管材生产。

水平连铸供坯—行星轧管—串联拉伸—盘管拉伸工艺属短流程生产工艺,能耗低、投资少、运行成本低,适合紫铜盘管和小规格紫铜直管的生产。

大规格薄壁管材宜采用热挤压供坯—拉伸工艺。中小规格薄壁管材宜采用热挤压供坯—周期式轧管—拉伸工艺。挤压管坯直接拉伸工艺与挤压管坯周期式轧管—拉伸工艺相比,设备投资少,生产工艺流程长,道次加工率小,成品率低。

7.3.2 热挤压供坯—拉伸工艺,是型材、棒材生产的传统工艺,适合于各种铜及铜合金型材、棒材的生产。拉制圆棒、型材时,挤压坯料规格应在保证成品力学性能的前提下,接近成品规格,减少拉伸道次,提高成品率。

传统的拉制棒材采用直条拉伸工艺。联合拉伸精整工艺是将盘卷棒坯在联合拉伸精整机列上进行拉伸、矫直、锯切、抛光、倒角、打捆等。生产流程短、成品率高、生产效率高、能耗低,用于铜及铜合金中小棒材生产。

7.3.3 周期式轧管机有两辊式、多辊式等机型,行星轧管机有三辊行星轧管机和四辊行星轧管机等机型,应根据产品规格和生产工艺选择轧管机机型。周期式二辊冷轧管机多用于为拉伸工序提供坯料,并采用长行程、环形孔型。周期式多辊冷轧管机用于成品管生产,轧制小直径薄壁成品管材。

三辊行星轧管机或四辊行星轧管机用于为盘管拉伸提供坯料。

7.3.4 周期式二辊轧管机采用可编程序控制器,实现自动化控制,能提高生产效率和产品质量。

7.3.5 根据产品方案合理选择拉伸工艺和拉伸机机型。

铜及铜合金大规格管材宜采用直线拉伸工艺,紫铜和塑性好的铜合金小规格管材宜采用圆盘拉伸工艺。

直线拉伸可采用链式拉伸机或连拉机。链式拉伸机有双链和

单链两种机型，双链拉伸机的拉伸小车是在悬臂的框架中运行，中空的下部便于落料，适合中小型拉伸机。液压拉伸机拉伸行程平稳，适合拉伸高精度产品，受液压缸长度限制，不宜拉伸长制品。连拉机可实现连续直线拉伸工艺，拉伸制品长度不受限制，可为盘管拉伸供坯，亦可拉伸长制品。

现代化盘管拉伸宜采用倒立式连续落料的圆盘拉伸机，工艺润滑、置入芯头和切头等操作可全部实现自动化。

铜合金线材合金品种复杂，而且产量较小，一般采用适应性和灵活性较好的热挤压供坯，再经一次或多次连续拉伸并连续退火。

7.3.6 液压制头机制作的夹头形状规整且无噪声。气锤制作的夹头形状不规整，拉伸时易断头，且噪声大，中小规格管材制头时不宜使用。

7.4 电工用铜线坯和线材

7.4.1 采用连铸连轧工艺和设备生产电工用铜线坯可实现规模化连续生产，生产效率高、产品组织和性能好、能耗低，是目前普遍采用的生产方式。

7.4.2 上引铜线坯宜采用冷连轧机进行多道次连续轧制，以改善产品金属组织和性能。

7.4.3 多模多头连续拉伸、连续退火，产品质量均匀、稳定，减少线盘周转量与坯料运输量，降低劳动强度、提高生产效率、减少占地面积。

7.5 热处理和精整

7.5.1 铜及铜合金管材、棒材、型材和线材等产品种类及规格繁多，应根据不同产品及生产工艺分别采用相应的热处理和精整工艺、设备。为使生产线中的设备相互协调配套，热处理和精整设备的选择（包括机型、性能、参数、设备数量等）应与主机相匹配。

7.5.2 为防止产品表面氧化，成品退火应在保护性气氛中进行，

有条件时中间退火也要采取保护性气体保护。

7.5.3 其他辅助设备主要是根据产品方案和生产工艺进行配置，为使生产线中的设备相互协调配套，辅助设备的选择(包括机型、性能及参数、设备数量等)应与主机相匹配。

8 制造执行系统(MES)

8.0.1 完整的制造执行系统(MES)对企业的现代化管理是有利的,但需要较大的投资,企业在进行信息化建设时可一次建设或分期建设。分期建设时,设备的过程控制系统应预留与制造执行系统连接的通信接口。

8.0.2 国内外冶金行业通常把信息系统架构分解成三层五级(0级至四级)。

8.0.3 制造执行系统(MES)主要负责车间或分厂的生产管理和调度的执行,通过信息传递,控制包括物料、设备、人员、流程指令和设施在内的所有工厂资源,对从订单下达到产品完成的整个生产过程进行优化管理。当工厂发生事件时,制造执行系统(MES)能对此及时作出反应、报告,并用当前的准确数据对它们进行指导和处理。

制造执行系统(MES)是各种生产管理的功能软件集合,制造执行系统国际联合会(MESA)归纳了十一个主要的制造执行系统(MES)功能模块。

企业对功能模块的选择主要考虑工厂的规模、装备水平、控制层的自动化程度和生产管理体系等因素。

8.0.4 制造执行系统(MES)是一种专业技术,系统设计、安装、调试由专业机构承担。工厂设计不包括制造执行系统(MES)的设计,其费用计人建设投资中。

8.0.5 制造执行系统(MES)在生产过程中需要自动收集大量的数据,计划层和控制层要保持双向通信能力,从上、下两层接受相应数据并反馈处理结果和生产指令,对事件进行实时处理。实施制造执行系统(MES)的关键是基础数据的完整、实时、准确。因此主要设备和辅助设备都应设置必备的计量仪表和计算机通信接口。

9 车间配置

9.1 一般规定

9.1.1 生产设备按工艺流程配置,以减少物料交叉运输和回流。

变压器室、配电室、控制室和风机室等配置在辅跨内可减少主厂房建筑面积,控制噪声。多跨厂房时,变压器室和配电室等宜分散配置于柱间,可利用吊车“死区”,提高车间面积利用率。靠近负荷中心配置可缩短管线长度,减少线路损失。

车间配置在满足工艺流程合理、物料存储方便、运输畅通、设备检修和工模具更换方便安全的条件下,还应符合消防疏散、通风、采光等标准规范的要求。

9.1.2 不同合金品种的产品在生产过程中应分别存放,防止混料。

本条规定堆放高度和层数是为了生产操作安全。

9.1.3 本条对车间内部运输及通道作出规定。

通道设置既要满足物料运输,便于操作,又要保证生产安全和人员疏散。

9.1.4 起重机的选择既要满足吊装运输的需要,又要保证操作人员和设备的安全。因此对起重机的性能参数要提出基本技术条件及要求。

9.1.5 生产厂房内各区域工作环境不同,对地面要求也不同。在保证产品质量和生产安全的条件下,也可采用普通混凝土地面,以降低工程造价。

9.1.6 工艺设计对厂房高度的要求主要体现在起重机轨顶标高的确定,除设备要求和起吊高度外,还应满足生产人员的舒适程度。

9.1.7 车间内有温度、湿度等其他特殊要求时,应配置保持温度、湿度恒定的相应设备及其控制系统。车间内环境要求除满足正常生产的需要外,还应符合消防和劳动安全卫生等标准规范的要求。

9.2 熔 铸

9.2.1 原料堆放区和配料区布置在同一跨厂房内,便于起重机将原料运至配料区,配料区靠近熔炼区是为了加料方便。

9.2.2 考虑到加料、转炉、铸造等操作方便,熔炼炉、保温炉、铸造机宜采用不同的地坪标高,铸造机的铸造平台宜设置在±0.00m平面上。

9.2.3 为减少电能损失,节省工程造价和降低施工难度,感应炉体应靠近电源系统,电源系统应靠近专用变压器。电源系统和专用变压器宜配置在炉台下面。

9.3 板材、带材和箔材

9.3.1 现代化板材和带材加工厂热轧、冷轧、精整多建在同一座多跨联合厂房内,节省用地,便于运输。分车间布置时,要协调好物料的运输。

9.3.2 现代化板材和带材加工厂常见的轧机配置形式是在轧制主跨配置轧机本体,地下配置轧制油系统、液压系统和稀油润滑系统,并将这些系统尽可能接近使用点。轧机主电机室、电控室、轧制油或乳液过滤循环系统、二氧化碳自动灭火系统、轧机排烟系统和油雾过滤净化系统等配套设施应就近布置。是否布置在同一跨内或布置在辅跨内,应根据具体建设条件确定。

9.3.3 对表面质量要求较高的带材产品,其分切、包装区单独布置,采用全封闭厂房和机械送排风措施,并使车间内保持微正压。目的是减少空气中的粉尘、虫害等对产品表面造成伤害。

9.3.4 轧辊磨床属精密设备,为了使磨削过程处于清洁、室温稳定的环境,保证轧辊研磨精度,应设立轧辊磨床间。轧辊磨床间应

单独布置在封闭式厂房内，并设立空调系统。

9.3.5 轧制(压延)铜箔车间与板材和带材车间联合布置时，应采用隔墙分开。

9.3.6 轧制(压延)铜箔的生产对车间空气洁净度的要求很高，尤其是精整区要求更为严格。因此，厂房应采用严格的通风、防尘、防虫措施，厂房的进出口也要进行封闭处理。

9.4 电解铜箔

9.4.1 电解铜箔的生产特点是槽液输送量大，管线多，各工序之间不宜长距离运输，且对环境要求高。整条生产线适于布置在同一建筑物内，一般采用联合、多层厂房。

9.4.2 电解铜箔的厚度以微米为单位，对生产环境的洁净度要求高，且要求温度、湿度等均应保持相对稳定。

9.5 管材、棒材、型材和线材

9.5.1 管材、棒材、型材和线材车间应根据产品特点及采用的设备进行配置。无论是哪一种配置都要有利于生产、减少用地、工艺流程顺畅，避免或减少物料的倒流及横向运输、工序之间的相互影响。

酸洗槽组因有酸性气体散发，为避免对其他设备和厂房的腐蚀及其他人员的伤害，可布置在车间端部或辅跨，并有利于物料运输。

挤压区的铸锭来料方向靠近熔铸车间，检验包装区靠近成品库，有利于缩短运输距离，确保物流顺畅。

9.5.2 水平连铸区环境相对较差，而加工区设备精密，产品对环境要求也较高，宜分开布置。如在同一厂房内，宜采用隔墙分隔。

9.5.3 熔炼、保温、连铸之间的紧凑配置有利于保持熔体的洁净和减少温降，连轧生产线的紧凑配置有利于保持终轧温度。

线坯生产区与线材加工区分开布置，有利于满足不同的工艺要求，保证产品质量，降低工程投资。

S/N:1580242·319



158024231908>



统一书号: 1580242·319
定 价: 12.00元