

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50482 - 2009

铝加工工厂工艺设计规范

Code for design of aluminium processing plant

2009 - 02 - 23 发布

2009 - 11 - 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

铝加工厂工艺设计规范

Code for design of aluminium processing plant

GB 50482 - 2009

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：2009年11月1日

中国计划出版社

2009 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 252 号

关于发布国家标准《铝加工厂 工艺设计规范》的公告

现批准《铝加工厂工艺设计规范》为国家标准,编号为 GB 50482—2009,自 2009 年 11 月 1 日起实施。其中,第 4.4.1(3)、5.6.3、6.2.5、10.1.4(5)、10.2.4 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

二〇〇九年二月二十三日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136 号)要求,由中色科技股份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,总结了国内铝加工厂的设计成果,汲取了近年来国内外铝加工厂的建设经验,在全国范围内,多次征求了有关单位及业内专家的意见,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 10 章,主要内容包括:总则、术语、基本规定、熔铸、板带、铝箔、铝管棒型线材、建筑铝型材和工业铝型材、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。在执行中如发现需要修改补充之处,请将意见和建议反馈给中国有色金属工业工程建设标准规范管理处(地址:北京复兴路 12 号,邮政编码:100038),以供修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位: 中色科技股份有限公司(中国铝业公司洛阳有色金属加工设计研究院)

参 编 单 位: 中国铝业公司西南铝业(集团)有限责任公司
中国铝业股份有限公司西北铝加工分公司

主要起草人：吴跃武 周百泉 陈 策 尚卫民 林道新
李俊峰 苏小新 范瑞猷 张满友 赵世庆
蒋太富 黎 勇 严 平 李 铁 张学平

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	熔铝炉和保温炉的选择	(7)
4.3	铝熔体处理	(7)
4.4	扁锭、实心圆锭和空心圆锭的铸造	(8)
4.5	铸件的铸造	(8)
4.6	二辊式铸轧和连铸连轧	(9)
4.7	半连续铸锭的均匀化热处理	(9)
4.8	铸锭的机械加工	(9)
5	板 带	(11)
5.1	坯料选择	(11)
5.2	半连续铸锭的坯面	(11)
5.3	铸锭和包覆板的表面处理	(11)
5.4	铸锭加热、均匀化	(12)
5.5	热轧	(12)
5.6	冷轧	(13)
5.7	热处理和精整	(13)
5.8	高架仓库和平面智能库	(13)
5.9	自动包装机组	(14)
6	铝 箔	(15)

6.1	铝箔坯料	(15)
6.2	铝箔轧机的选择	(15)
6.3	铝箔的修整	(16)
7	铝管棒型线材	(17)
7.1	坯料准备	(17)
7.2	挤压工艺	(17)
7.3	轧制和拉伸工艺	(17)
7.4	铝线材	(18)
7.5	挤压设备的选型及装备水平	(18)
7.6	轧管机的选型及装备水平	(19)
7.7	拉伸机的选型及装备水平	(19)
8	建筑铝型材和工业铝型材	(20)
8.1	坯料准备	(20)
8.2	建筑铝型材和工业铝型材挤压生产工艺	(20)
8.3	铝型材表面处理	(20)
8.4	挤压机列的选型及装备水平	(20)
8.5	表面处理生产线的选型和装备水平	(21)
9	制造执行系统(MES)	(22)
10	车间配置	(23)
10.1	一般规定	(23)
10.2	熔铸	(24)
10.3	板带	(25)
10.4	铝箔	(25)
10.5	铝管棒型线	(26)
10.6	建筑铝型材和工业铝型材	(26)
	本规范用词说明	(28)
	附:条文说明	(29)

1 总 则

1.0.1 为提高铝加工厂的设计水平,统一铝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 本规范适用于铝加工厂的工艺设计。

1.0.3 产品的化学成分、物理性能、力学性能、产品状态、表面粗糙度、平整度和尺寸偏差等,应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.4 能耗必须满足国家准入标准,污染物排放必须满足国家和当地环保要求。

1.0.5 铝加工厂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 铝加工厂 aluminium processing plant

用轧制、挤压、拉伸、锻压等塑性加工方法制造铝板、铝带、铝箔、铝管、铝棒、铝型材、铝线材及锻件等产品,以及用铸造方法制造的铝铸件、扁锭、圆锭、铸轧带卷、线杆等产品的加工厂。

2.0.2 工艺设计 processing design

铝加工厂设计过程的主要部分之一,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,生产车间内部平面布置、起重运输设备选择、厂房建筑和地下设施及车间用能源、工质(水、电、压缩空气、保护性气体、燃气)要求的设计。

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)量的比值。

2.0.4 板材 sheet

横断面呈矩形,厚度均一并大于 0.20mm 的轧制产品。通常边部经过剪切或锯切,并以平直状外形交货。厚度不超过宽度的 1/10。

2.0.5 带材 strip

横断面呈矩形,厚度均一并大于 0.20mm 的轧制产品。通常经过切边或纵切,并成卷交货。

2.0.6 铝箔 foil

横断面呈矩形,厚度均一并等于或小于 0.20mm 的轧制产品。

2.0.7 管材 tube

沿其纵向全长,仅有一个封闭通孔,且壁厚、横断面都均匀一

致的空心压力加工产品,并呈直线形或成卷交货。

2.0.8 棒材 rod/bar

沿其纵向全长,横断面对称、均一旦呈标准圆形、椭圆形、正方形、长方形、等边三角形、正五边形、正六边形、正八边形或其他正多边形的实心压力加工产品,并呈直线形交货。

2.0.9 型材 profile

沿其纵向全长,横断面均一,且横断面形状不同于棒材、管材、线材、板材或带材的压力加工产品,并呈直线形交货。

2.0.10 线材 wire

沿其纵向全长,横断面对称、均一旦呈标准圆形、椭圆形、正方形、长方形、等边三角形、正五边形、正六边形、正八边形或其他正多边形的实心压力加工产品,并成卷交货。

2.0.11 铸件 castings

液态金属依靠重力或其他外加压力进入模腔凝固成形的加工产品。

2.0.12 制造执行系统(MES) Manufacturing Execution System

对从订单下达到产品完成整个生产过程进行动态优化管理的信息系统,也称为生产执行系统。

2.0.13 熔铸 melting and casting

熔炼与铸造的简称,用电解铝液、固态金属及配料经过熔炼后浇入铸模或结晶器,凝固成为所需要化学成分、形状、尺寸和性能的铸件或铸锭的过程。

2.0.14 原料 raw material

铝加工厂生产所需的金属原料的简称。包括固态或液态金属铝、中间合金以及本厂生产过程产生的废料和来自厂外的铝及合金废料。

2.0.15 坯料 stock

投入轧制、挤压、拉伸、锻压等压力加工过程的半成品料。

2.0.16 轧制 rolling

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

2.0.17 挤压 extrusion

用挤压机对铝铸锭挤压的过程。

2.0.18 连续挤压 conform

靠摩擦力将坯料送入变形区连续挤出制品的过程。

2.0.19 拉伸 drawing

用拉伸机拉制管材、棒材、型材、线材的过程。

2.0.20 退火 Annealing

通过消除金属或合金冷加工产生的加工硬化,或使金属或合金再结晶和(或)可溶组分从固溶体中集聚析出,使金属或合金软化的热处理过程。

2.0.21 均匀化 homogenizing

金属或合金加热到某一高温并保温一段时间,通过扩散消除或减少化学成分偏析的热处理。

3 基本规定

3.1 设计计算

- 3.1.1 工艺卡片的编制以及金属平衡、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进行计算。
- 3.1.3 原料、铸锭、坯料、在制品、产成品和废料的堆放面积,应根据产品方案进行计算。
- 3.1.4 铝加工厂设计应进行能耗计算和污染物排放计算。
- 3.1.5 车间内部的物流运输应根据产品方案进行计算。

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 使用重熔用铝锭为原料的熔炼炉、保温炉及与之相连的铸造机、铸轧机等,宜采用法定假日、双休日照常生产的三班连续不可间断工作制。

- 2 使用电解铝液为原料的熔炼炉、保温炉及与之相连的铸造机、铸轧机等,必须采用法定假日、双休日照常生产的三班连续不可间断工作制。

- 3 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可间断工作制。

4 轧机、挤压机、轧管机、拉伸机、精整设备和机械加工设备等,可根据设备负荷率的高低分别采用一班、二班生产,或三班生产法定假日休息、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的不同确定。

4 熔 铸

4.1 原 料

4.1.1 供给铸锭或铸件生产用的原料质量应符合国家现行有关标准的规定。

4.1.2 铝熔铸生产宜利用液体铝配料,液体铝化学成分应满足配料的要求。

4.2 熔铝炉和保温炉的选择

4.2.1 炉型的选择应符合下列规定:

- 1 以电解铝液等液体料为主配料生产时应采用矩形熔铝炉。
- 2 熔炉宜采用磁力搅拌。
- 3 保温炉宜采用倾动式保温炉。

4.2.2 能源的选择应符合下列规定:

1 铝及铝合金的熔化和保温宜采用燃气或燃油作能源。当熔铝炉或保温炉的炉子容量较小时,也可采用电作能源。

- 2 严禁直接采用煤作燃料。

4.2.3 燃气或燃油熔铝炉应配备节能型烧嘴或烟气余热回收利用装置,烟气余热量大时应采用余热锅炉,熔铝炉的热效率必须大于50%。熔铝炉和保温炉的燃烧系统宜采用自动控制。

4.3 铝熔体处理

4.3.1 处理措施应符合下列规定:

- 1 铝熔体处理应有晶粒细化、除气和除渣等。
- 2 半连续铸造或铸轧、连铸连轧生产时,应采用炉外在线连续熔体净化处理以及炉内处理。生产铸件时宜采用炉内或炉外

(中间包)批次处理措施。

3 生产热处理可强化合金铸锭和特殊用途非热处理强化合金铸锭,可用含有氯气的混合气体精炼。

4.3.2 处理后的铝熔体应能满足铸锭和铝加工材生产的质量要求,用于生产扁锭、铸轧卷的铝熔体氢气含量宜控制在 0.15mL/100g-Al 及以下,用于生产圆锭和铸件的铝熔体氢气含量宜控制在 0.20mL/100g-Al 及以下。

4.4 扁锭、实心圆锭和空心圆锭的铸造

4.4.1 铸造工艺和设备应符合下列规定:

1 扁锭、实心圆锭和空心圆锭应采用立式半连续铸造工艺;铝母线和小规格铸锭等可采用卧式连续铸造工艺。

2 半连续铸造生产宜采用液压立式半连续铸造机;生产规模较小时,也可采用钢丝绳传动的立式半连续铸造机。

3 铸造井内壁及底座必须涂防爆材料。生产硬(高)合金铸锭必须采用主副井铸造,严禁高水位单井铸造。

4 严禁采用铁模铸造工艺生产扁锭。

4.4.2 铸锭生产宜采用先进可靠的工艺技术。

4.5 铸件的铸造

4.5.1 铸造工艺和设备应符合下列规定:

1 可根据对铸件质量的不同要求,分别选择重力铸造、压力铸造、挤压铸造等铸造工艺。

2 电动自行车、摩托车轮毂可采用重力铸造和压力铸造工艺,宜采用低压铸造工艺。轿车、轻型汽车轮毂宜采用低压铸造工艺。薄壁壳体类铸件宜采用高压铸造(冷室或热室)工艺。重要的受力结构件宜采用挤压铸造工艺。

3 重力铸造可选用不同规格的重力铸造机。低压铸造可选用不同规格的低压或差压铸造机。高压铸造可选用不同规格立的

式或卧式高压(冷室或热室)铸造机。挤压铸造可选用不同规格的立式或卧式挤压铸造机。

4.5.2 薄壁壳体类铸件的高压铸造可逐步采用真空高压铸造、充氧高压铸造、带实时控制的高压铸造、半固态铸造等工艺和设备。

4.6 二辊式铸轧和连铸连轧

4.6.1 二辊式铸轧可用于生产凝固温度范围较窄和变形抗力较小的铝及铝合金带材,铸轧带材厚度宜为 5mm~10mm。

4.6.2 连铸连轧可用于生产合金品种较少、批量较大的铝及铝合金带材(卷)和电工圆铝杆。连铸连轧生产铝及铝合金带材单机生产规模宜在 200kt 及以上,电工圆铝杆的单机生产规模宜在 30kt 及以上。

4.7 半连续铸锭的均匀化热处理

4.7.1 硬合金扁锭和部分高镁合金扁锭应先均匀化热处理后再机械加工;其余合金铸锭可不作单独的均匀化热处理,铸锭应先经机械加工后再进入铸锭加热炉,均匀化热处理与热轧加热应合并进行。

4.7.2 2 系合金和 7 系合金所有规格的空心圆锭,2 系合金直径 405mm 及以上的实心圆锭,7 系合金直径 260mm 及以上的实心圆锭,应先均匀化热处理后再机械加工;其余铸锭可先机械加工后均匀化热处理。

品种较少、批量较小的直径圆铸锭,可采用连续均匀化炉进行均匀化热处理。

4.8 铸锭的机械加工

4.8.1 铸锭宜切头和切尾。

4.8.2 扁锭宜铣面后再进行热轧,扁锭铣面工序可在熔铸车间或

热轧车间进行。

4.8.3 所有硬合金实心圆锭、直径 350mm 及以上有特殊要求的其余合金实心圆锭应车皮。

4.8.4 所有规格的空心锭均应车皮、镗孔。

5 板 带

5.1 坯料选择

5.1.1 铝板带生产应采用半连续铸造、铸轧,以及连铸连轧提供的坯料。

5.1.2 生产规模较小,以纯铝和部分软铝合金为主的铝板带厂可采用铸轧供坯,连铸连轧可用于具有较大规模、产品品种比较单一的生产模式。

5.1.3 半连续铸造生产的扁铸锭可用于所有铝及铝合金板带材产品的生产。半连续铸锭宜锯切头尾后供给热轧厂。

5.2 半连续铸锭的铣面

5.2.1 铸锭铣面、铣边量应以铣去粗晶层和表面缺陷为准。

5.2.2 铣面、铣边后铸锭的断面形状可分为四边形、六边形和八边形。

5.3 铸锭和包覆板的表面处理

5.3.1 包铝可分为防腐包铝、复合钎焊包铝和工艺包铝,也可根据包覆率的不同分为正常包铝和加厚包铝。包覆率应符合表 5.3.1 的规定。

表 5.3.1 包覆率(%)

板材厚度(mm)	每面包铝层厚度占包覆后总厚度的比例		
	正常包铝	加厚包铝	工艺包铝
<2.5	≥4	≥8	1.0~1.5
≥2.5	≥2		

5.3.2 包覆板应符合下列规定:

1 包覆板合金宜采用 7A01 和 1A50,7A01 合金宜用于 7 系合金锭的包覆,1A50 宜用于 2 系、5 系、6 系合金锭的包覆。

2 包覆板的长度宜取被包覆铸锭长度的 0.75~0.9,宽度宜略大于被包覆铸锭的宽度,厚度可按下式计算:

$$h=K_1H_0/(100K-2KK_1) \quad (5.3.2)$$

式中: h ——包覆板的厚度;

H_0 ——被包覆铸锭的厚度;

K ——包覆板与被包覆铸锭长度之比,取 0.75~0.9;

K_1 ——包覆率(%)。

5.3.3 包铝用包覆板和被包覆的铸锭在包覆前应进行表面处理。包覆板的表面处理宜采用蚀洗槽组蚀洗或采用专用洗液清洗和喷砂等方式。

5.3.4 不同的合金、不同的金属应通过加工方法进行覆合。覆合率可根据具体要求确定。

5.4 铸锭加热、均匀化

5.4.1 大批量生产宜采用立推式铸锭加热(均匀化)炉。

5.4.2 不会因铸造应力等因素,导致锯切和铣面时开裂的铸锭宜在铸锭加热炉内均匀化。

5.5 热 轧

5.5.1 热轧工艺的机型选择,应符合下列规定:

1 可根据生产规模和产品需要,选择单机架热轧、热粗轧+热精轧或热粗轧+多机架热精轧。

2 新建项目不得采用“二人转”热轧机。

5.5.2 热轧机宽度应满足生产的合金品种、规格范围以及生产规模的需要,并应计算热轧过程中的宽展量、辊边量、卷取前的切边量,应按倍尺生产的可能性选择热轧机宽度。

5.5.3 大型热轧机组的锭重可为 10t~30 t。

5.5.4 输入辊道和输出辊道的长度应根据锭重,并通过工艺计算分别确定,实际选用的辊道长度应比计算值略长。

5.6 冷 轧

5.6.1 冷轧工艺的机型选择,应符合下列规定:

1 单道次的压下量宜为 30%~60%。

2 冷轧机组的机型按辊系可分为二辊、四辊和六辊,也可按机架分为单机架、二机架和多机架等。现代化的冷轧机组宜采用四辊和六辊单向不可逆形式,新建项目不得采用“二人转”冷轧机。

5.6.2 冷轧机宽度和卷重选择,应符合下列规定:

1 辊面宽度应根据轧件的最大宽度和轧辊边部余量确定,其中轧件最大宽度应为产品宽度(含倍尺生产)加上总切边量,轧辊边部余量可取 50mm/双边~150mm/双边。

2 现代化冷轧机组的卷重宜为 10t~30t。

5.6.3 现代化的冷轧机必须安装二氧化碳自动灭火和手动灭火装置。

5.6.4 冷轧机排烟罩排出的油雾,宜用油洗式过滤净化装置进行净化,并可将废油用轧制油再生装置回收使用。

5.7 热处理和精整

5.7.1 热处理和精整的工艺应根据产品的质量要求选择,热处理的炉型和精整设备的机型应根据生产规模选择。

5.7.2 热处理设备和精整设备的能力应与产品方案相适应,并与主机相配套,装备水平也应与主机协调。

5.8 高架仓库和平面智能库

5.8.1 高架仓库和平面智能库对外接口应与相关的轧机、热处理设备和精整设备相匹配,其智能化管理应与工厂的制造执行系统(MES)相结合。

5.8.2 高架仓库和平面智能库宜用于大中型铝板带厂。

5.9 自动包装机组

5.9.1 自动包装机列按产品需要可分为大卷包装机组、小卷包装机组和板材包装机组。

5.9.2 自动包装机组可用于大批量的产品包装。自动包装机组的台数应按包装产品数量计算选取。

6 铝 箔

6.1 铝箔坯料

6.1.1 铝箔坯料应卷状供应,坯料必须卷紧、卷齐、无毛刺或裂纹;不应有贯穿气孔、腐蚀与油污斑痕,严重的树枝状晶、通长划伤及周期性擦伤等缺陷,卷中不应有断头。

6.1.2 0.3mm~0.4mm厚的铝箔坯料宜在冷轧最后一道次前退火,成半硬状态的铝箔坯料。

厚度大于0.08mm的铝箔,其铝箔坯料可不经退火,可在冷轧机上直接轧到铝箔坯料厚度。

6.2 铝箔轧机的选择

6.2.1 铝箔粗轧机、铝箔中轧机宜选用全液压轧机,箔带卷单位卷重应大于6kg/mm。轧机速度不宜低于1500m/min。应具有厚度自动控制系统和最佳化自动控制系统。

6.2.2 铝箔精轧机宜选用全液压轧机,箔带卷单位卷重应大于6kg/mm。轧机速度不宜低于1000m/min。应具有厚度自动控制系统和最佳化自动控制系统。

6.2.3 铝箔万能轧机宜选用全液压轧机,箔带卷单位卷重应大于6kg/mm。轧制速度不应低于1000m/min。应具有厚度自动控制系统和最佳化自动控制系统。

6.2.4 铝箔轧机的选择应符合下列规定:

1 铝箔轧制生产中可采用铝箔粗轧机、中轧机、精轧机的配置方式,单张铝箔轧制可在粗、中轧机上进行,双合轧制可在铝箔精轧机上进行。

2 大型铝箔厂不宜采用万能铝箔轧机。

6.2.5 铝箔轧机必须安装二氧化碳自动灭火和手动灭火装置。

6.3 铝箔的精整

6.3.1 生产双零箔或较薄的铝箔时,应进行双合轧制,双合轧制前应进行合卷。在铝箔精轧机上进行合卷时应切边,并叠轧至成品厚度。

在合卷机上合卷也应进行切边,并在两层之间滴入或喷入少量轧制油。

6.3.2 经双合叠轧的双张铝箔,应在分卷机上分成单张铝箔,并分切成成品规格的小卷。

6.3.3 铝箔成品退火宜采用低温长时间退火工艺,有特殊用途及要求时,可采用保护性气体或真空退火。

6.3.4 铝箔的二次加工可采用印刷、挤压复合、干复合加工、湿复合、涂蜡、热融涂层、剪切、冲压、压花等加工工艺。

7 铝管棒型线材

7.1 坯料准备

- 7.1.1 坯料的化学成分和组织应符合国家现行有关标准的规定。
- 7.1.2 坯料均匀化热处理应根据需要进行。
- 7.1.3 用于重要用途的坯料应进行组织检查和缺陷探伤检查。

7.2 挤压工艺

- 7.2.1 热挤压(正、反挤压)可用于生产各种铝合金的挤制管材、棒材、型材、线材;也可为各种铝合金的轧制管、拉制管、拉制棒及拉制铝合金线材提供坯料。
- 7.2.2 对粗晶环要求严格、尺寸精度高、组织和性能要求均匀的挤压制品,宜采用热反向挤压。
- 7.2.3 要求成卷交货的小规格软合金管材、棒材、线材和简单断面的直条型材,可采用连续挤压成形工艺,其坯料可用连铸、连铸连轧生产的杆料。

7.3 轧制和拉伸工艺

- 7.3.1 轧制或拉制无缝管,宜采用热(正、反)挤压供坯,并应符合下列规定:
 - 1 硬合金中、小规格薄壁管材宜采用轧制、整径拉伸成形工艺。
 - 2 软合金管材和壁厚较厚的硬合金管材宜采用拉伸成形工艺。
 - 3 直径与壁厚之比小于或等于 100、成品管壁厚大于或等于

0.5mm 时,宜选用减缩率大的两辊轧制工艺;直径与壁厚之比大于 100、成品管壁厚小于 0.5mm 时,宜选用减缩率小的三辊或多辊轧制工艺。

7.3.2 要求成卷交货的小规格软合金或纯铝管材,可采用热挤压盘管或轧制盘管供坯的盘管拉伸工艺。

7.4 铝 线 材

7.4.1 铝合金线材宜采用热(正、反)挤压供坯的卷盘一次或多次连续拉伸成形工艺。

7.4.2 纯铝线材宜采用连铸连轧供坯,多次连续拉伸成形工艺。

7.5 挤压设备的选型及装备水平

7.5.1 挤压机的结构形式和能力应根据产品方案和生产工艺选择。挤压机应选择独立油压驱动型,选用多台挤压机时,机群的配套应合理。

7.5.2 大型挤压机宜配有独立穿孔系统和扁挤压筒系统。

7.5.3 无缝管材挤压应选用有独立穿孔系统的双动挤压机,焊缝管材、型材和棒材挤压应选用单动挤压机。

7.5.4 正向、反向挤压机应根据产品的特点和要求选用。

7.5.5 挤压软合金为主的挤压机,应配套完善的机后辅机;挤压硬合金或管坯为主的挤压机可根据生产特点,配置简易型机后辅机。

大型挤压机的机后辅机宜配置机械化收集制品。

7.5.6 挤压机应采用可编程序控制器或计算机控制,可与铸锭加热炉和机后辅机实现联动操作、机后辅机自动和机械化操作。

挤压软合金材的挤压速度可采用开环控制,挤压硬合金材和复杂型材应采用闭环控制。

7.5.7 连续挤压机的型号可根据产品尺寸和生产能力选择。

7.6 轧管机的选型及装备水平

7.6.1 两辊式和三辊或多辊式冷轧管机及其规格,应根据产品方案和生产工艺合理选择。

7.6.2 轧管机应采用可编程序控制器和无级调速,轧制过程可实现自动操作、机械化或自动上料、管坯间断进给或连续进给。

7.6.3 生产直条管材时,轧出管材宜自动定尺锯切,可配置短出料台;生产盘管坯料时,应配置长出料台和盘卷设备。

7.7 拉伸机的选型及装备水平

7.7.1 拉伸机形式和规格应根据产品方案和生产工艺合理选择和配套。

7.7.2 直管拉伸宜选用链式或液压拉伸机。中小型拉伸机宜选用双链自动落料的拉伸机,较大型拉伸机宜选用单链拉伸机,短料和尺寸精度要求高的拉伸机宜选用液压拉伸机。

7.7.3 大于或等于 100kN 的拉伸机,宜选用自动上料、工艺润滑、机械和自动落料。

7.7.4 链式拉伸机宜采用可编程序控制器和无级调速,拉伸过程可实现自动操作。

7.7.5 盘管拉伸应选用圆盘拉伸机,生产规模及管卷较大时,宜选用倒立式连续落料的圆盘拉伸机,操作应全部机械化。

7.7.6 合金线材拉伸应选用一次或多次圆盘拉伸机。

8 建筑铝型材和工业铝型材

8.1 坯料准备

8.1.1 坯料的化学成分和组织应符合国家现行有关标准的规定。

8.1.2 坯料应经过均匀化热处理。

8.2 建筑铝型材和工业铝型材挤压生产工艺

8.2.1 建筑铝型材和工业铝型材应采用热挤压成形,利用挤压余热进行在线淬火、张力矫直和成品锯切连续作业的生产工艺。

8.2.2 建筑铝型材和工业铝型材应按最大定尺长度来进行设计,建筑铝型材的最大定尺长度不宜超过 7.5m。

8.3 铝型材表面处理

8.3.1 建筑铝型材应按国家现行有关标准的规定进行表面处理,工业铝型材应根据用户要求进行表面处理。

8.3.2 表面处理可根据用户要求或市场需求选用氧化着色、封孔、电泳涂漆、静电喷涂或氟碳喷涂等生产工艺。

8.4 挤压机组的选型及装备水平

8.4.1 挤压机的能力应根据产品方案合理选择,选择多台挤压机时搭配应合理。挤压机应选择独立油压驱动单动挤压机。

8.4.2 生产门窗建材宜选用 8MN~20MN 的挤压机列,多条机列时应合理配套。

8.4.3 生产幕墙建材宜选用 25MN~36MN 的挤压机列。

8.4.4 生产工业铝型材的挤压机列应根据产品规格选择挤压机的能力,大型挤压机宜配置扁挤压筒系统。

8.4.5 挤压机列应配置完善的机后辅机。大型挤压机宜机械化收集制品。

8.4.6 挤压机应采用可编程序控制器或计算机控制,可实现全自动操作,并可与铸锭加热炉和机后辅机实现联动操作。机后辅机宜采用自动和机械化操作。

8.4.7 挤压建材的挤压速度可采用开环控制,挤压复杂工业材的挤压速度应采用闭环控制。

8.5 表面处理生产线的选型和装备水平

8.5.1 表面处理生产线的形式和装备水平应根据产品方案选择。

8.5.2 年产量小于或等于 10kt 的氧化着色生产线宜采用卧式生产线,年产量大于或等于 15kt 的氧化着色生产线宜采用立式生产线。立式生产线的产能不宜超过 30kt/a。

8.5.3 立式生产线应采用全自动操作,卧式生产线宜采用全自动操作或手动操作。

8.5.4 年产量小于或等于 5kt 的喷涂生产线宜采用卧式生产线,年产量大于 5kt 的喷涂生产线宜采用立式生产线。

8.5.5 卧式喷涂生产线的预处理可根据条件选择槽组预处理或喷淋通道式预处理。立式喷涂线应采用喷淋通道式预处理。

槽组预处理宜为手动操作,喷淋通道式预处理、喷涂、固化处理应为自动操作。

8.5.6 表面处理生产线必须配置完善的废气净化、废水和废液处理及回收设施,新建生产线的环保设施必须完善。

9 制造执行系统(MES)

9.0.1 铝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分期建设,分期建设时机组或设备应预留与制造执行系统(MES)计算机连接的接口。

9.0.2 现代化的铝加工厂信息系统架构,宜符合下列规定:

1 控制层宜包括下列系统:

1)0级和一级系统——设备控制系统;

2)二级系统——过程控制系统。

2 中间层——三级系统,车间或分厂级系统。

3 计划层——四级系统,企业资源计划系统。

9.0.3 制造执行系统(MES)宜分为多个功能模块,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。

9.0.4 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,不应包括在铝加工厂的设计范围内。

9.0.5 各车间的水、电、蒸汽和压缩空气等的供给,宜设置数字化计量仪表。耗量大的机组或设备,可单独设置数字化计量仪表。数字化计量仪表应与制造执行系统(MES)的接口相配套。

10 车间配置

10.1 一般规定

10.1.1 平面布置应符合下列规定：

1 生产设备宜按工艺流程布置。变压器室、配电室、控制室和风机室等，宜配置在辅跨内。在多跨厂房的情况下，变压器室和配电室等可分散配置于柱间。

2 车间平面配置应确保生产物料运输、设备检修和工模具的更换等路线畅通及人员安全。

3 车间应配置有足够的进风通道。

10.1.2 物料存放面积应符合下列规定：

1 车间地面生产物料存放面积利用系数应为 0.4~0.6。

2 铸锭堆放高度应满足吊放方便的要求，并应保证安全。

3 卷材宜单层堆放，不宜多层堆放，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。

10.1.3 各种通道应符合下列规定：

1 车间的各种运输设备，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。

2 车间内原料、半成品、成品、废料和工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。

3 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。

4 车间内应设消防通道。

10.1.4 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选用轻级工作制。

2 起重机的起重量宜按生产中及检修期间最大起吊重量确定。在同一跨内有多台起重机时,起重机的起重量应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,应选用双梁桥式起重机;起重量较小时,可选用单梁桥式起重机。

4 吊运作业不频繁区域的起重机台数可按车间长度约每100m选用一台,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。

5 吊运铝液的起重机,额定起重量大于或等于75t的,必须选用符合国家现行标准《冶金起重机技术条件 铸造起重机》JB/T 7688.15的有关规定的起重机;额定起重量小于75t时,应选用工作级别为A7及以上的通用桥式起重机,但其配置必须符合有关文件的要求。

10.1.5 有冲击负荷的热加工区,应采用抗冲击、耐热的地面材料。酸洗、碱洗区应采用耐腐蚀的地面材料。冷加工区可采用普通混凝土地面。

10.1.6 板带车间和铝箔车间的轧制区、油地下室、工艺润滑油过滤间,应设报警装置、消防和通风设施。

10.1.7 轧辊磨床间应符合下列要求:

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

2 大型铝板带箔厂的轧辊磨床间应设置轴承拆卸装置。

10.2 熔 铸

10.2.1 熔铝炉和铸造机(或铸轧机)宜分别配置在相邻的两跨内,也可根据总平面条件配置在同一个跨内。轧机的辅助设施宜布置在辅跨,轧制油的主油箱、设备润滑油箱可放在地下或地上。

10.2.2 熔铝炉和保温炉宜采用不同的地坪高度,采用机械操作

时,可采用相同的地坪高度。

10.2.3 保温炉与铸造机宜采用相同的地坪高度;当采用固定式保温炉时,可采用不同的地坪高度。

10.2.4 氯气、石油液化气等有毒或易燃、易爆气体的存放处应远离生活间和工作场所。氯气存放处应按存储量大小,设置中和塔或中和池等应急、防毒处理设施。

10.3 板 带

10.3.1 生产主跨应配置轧机机列本体,也可配置辅助的轧制油地下室、液压油系统和稀油润滑地下室。

10.3.2 冷轧机灭火应符合下列要求:

1 灭火区域应包括下列区域:

1)冷轧机机架区,包括辊缝区和烟气排放系统;

2)地上、地下轧制油装置布置区,相应的液压和润滑装置布置区;

3)轧制油循环系统和过滤装置布置区。

2 冷轧机灭火形式应包括自动和手动二氧化碳灭火。

10.3.3 高架仓库和平面智能库应与相关联的各设备有机结合。

10.3.4 铸锭、在制品和成品堆放面积计算,应符合下列规定:

1 铸锭、在制品和成品堆放面积的计算和配置应符合合理利用场地、利于运输管理的要求。各堆垛之间应适当留出操作间隔、安全通道,计算在制品的堆放数量时,应确定每个冷轧道次后是否需要冷却。

2 成品堆放面积可根据项目的具体要求计算。

10.4 铝 箔

10.4.1 生产主跨应配置铝箔轧机本体。轧机的辅助设施宜布置在辅跨,轧制油的主油箱、设备润滑油箱可放在地下或地上。

10.4.2 铝箔厂房的环境应符合下列要求:

1 铝箔车间应采取防尘、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 铝箔车间宜采用多跨全封闭厂房和密闭机械送排风系统,车间内宜保持微正压。

10.4.3 铝箔轧机灭火应符合下列要求:

1 灭火区域应包括下列区域:

1)铝箔轧机机架区,包括辊缝区和烟气排放系统;

2)地上、地下轧制油装置布置区,相应的液压和润滑装置布置区;

3)轧制油循环系统和过滤装置布置区。

2 铝箔轧机灭火形式应包括自动和手动二氧化碳灭火。

10.5 铝管棒型线

10.5.1 铝管棒型线车间应符合下列规定:

1 生产设备和辅助设备应按生产流程合理配置,并应按需要留有铸锭、中间制品、成品、废料、料筐等的存放场地,应留有足够的通道。

2 应按生产品种配置生产线,可按管材生产线和型棒材生产线或软合金生产线和硬合金生产线进行配置。

3 应按挤压、轧制、拉伸、精整、检验包装和热处理等不同性质分别配置生产区域。

4 挤压车间的进锭方向宜靠近熔铸车间,检验包装区宜靠近成品库。

10.5.2 立式淬火炉宜单独配置在辅跨或车间尾端。

10.6 建筑铝型材和工业铝型材

10.6.1 建筑铝型材和工业铝型材车间应按生产线合理配置,并应按需要留有铸锭、在制品、成品、废料、料框等的存放场地,应留有足够的通道。

10.6.2 挤压车间机列配置应符合下列规定：

1 小挤压机列可分左右型并列配置在同一跨厂房内，并可沿车间长度方向配置多台。机列出料方向可根据车间条件选择 U 形或 Z 形的配置型式。

2 时效炉可与挤压机列并列配置，也可配置在挤压机列后部。车间有多条机列时，时效炉宜集中配置在时效区。

3 挤压车间的进锭方向宜靠近熔铸车间的出锭方向，挤压车间的出料方向宜靠近表面处理车间的进料方向或成品库。

10.6.3 表面处理车间应符合下列规定：

1 表面处理车间应按生产线配置在主跨厂房，辅助生产设施宜配置在辅跨内。

2 氧化着色车间生产线可根据车间条件采用直线型配置或 U 形配置型式。槽组宜配置在地面上，槽组结构宜采用钢筋混凝土结构加防腐内衬。

3 喷涂车间生产线环形配置，采用槽组预处理时，槽组应单独配置，槽组可采用钢结构或钢筋混凝土结构加防腐内衬。

4 槽组周围应设操作、检查、维护检修的安全走道平台。

5 废水处理可配置在车间内，也可在工厂内集中设置废水处理站。

6 表面处理车间的进料方向宜靠近挤压车间的出料方向。成品包装宜配置在车间内，受车间所限时不宜远离卸料区。

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”。

中华人民共和国国家标准

铝加工厂工艺设计规范

GB 50482 - 2009

条文说明

目 次

1	总 则	(33)
3	基本规定	(34)
3.1	设计计算	(34)
3.2	生产设施的工作制度	(34)
4	熔 铸	(35)
4.1	原料	(35)
4.2	熔铝炉和保温炉的选择	(35)
4.3	铝熔体处理	(36)
4.4	扁锭、实心圆锭和空心圆锭的铸造	(36)
4.5	铸件的铸造	(38)
4.6	二辊式铸轧和连铸连轧	(39)
4.7	半连续铸锭的均匀化热处理	(39)
4.8	铸锭的机械加工	(40)
5	板 带	(41)
5.1	坯料选择	(41)
5.2	半连续铸锭的铣面	(41)
5.3	铸锭和包覆板的表面处理	(41)
5.4	铸锭加热、均匀化	(42)
5.5	热轧	(42)
5.6	冷轧	(43)
5.7	热处理和精整	(44)
5.8	高架仓库和平面智能库	(44)
5.9	自动包装机组	(44)
6	铝 箔	(46)

6.1	铝箔坯料	(46)
6.2	铝箔轧机的选择	(46)
6.3	铝箔的修整	(47)
7	铝管棒型线材	(48)
7.1	坯料准备	(48)
7.2	挤压工艺	(48)
7.3	轧制和拉伸工艺	(49)
7.4	铝线材	(50)
7.5	挤压设备的选型及装备水平	(50)
7.6	轧管机的选型及装备水平	(51)
7.7	拉伸机的选型及装备水平	(52)
8	建筑铝型材和工业铝型材	(54)
8.1	坯料准备	(54)
8.2	建筑铝型材和工业铝型材挤压生产工艺	(54)
8.3	铝型材表面处理	(54)
8.4	挤压机列的选型及装备水平	(55)
8.5	表面处理生产线的选型和装备水平	(56)
9	制造执行系统(MES)	(58)
10	车间配置	(60)
10.1	一般规定	(60)
10.2	熔铸	(61)
10.3	板带	(61)
10.4	铝箔	(62)
10.5	铝管棒型线	(62)
10.6	建筑铝型材和工业铝型材	(63)

1 总 则

1.0.1 近十年来,我国新建和改造了一大批铝加工厂,生产技术和装备水平都有较大提高,原有的行业标准《铝加工厂工艺设计规范》已经不能适应铝加工工业的建设要求。必须提高到一个新水平。本规范参考了原行业标准,结合目前的技术和装备,吸取了国外有益的经验重新编制。

1.0.3 执行国家标准和所在国标准是企业生产合格产品的基本条件,设计时必须根据设计任务书规定的产品方案、产品的用途和销售方向,按相应的产品质量标准确定生产方法,拟定生产工艺,选择生产设备,为保证企业生产出合格的产品提供必要的条件。

1.0.4 铝加工厂的工艺设计必须满足国家和当地的能耗一级标准或准入标准,必须满足国家和当地环保的污染物排放标准,不进行不满足能耗和环保要求的工艺设计。

1.0.5 本规范主要规定了生产工艺、生产设备和车间配置,对于环保、节能、计量、工业卫生、安全、建筑等方面,应按国家有关标准和规范的规定执行。

3 基本规定

3.1 设计计算

3.1.1 工艺卡片,金属平衡计算,新金属用量、成品率的计算是设备选型、车间平面布置的依据。

3.1.2 在生产设备统计数据分析对比的基础上,根据年产量、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、坯料、在制品、产成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 铝加工厂设计能耗必须达到国家的有关要求;设计污染物排放量必须达到国家和铝加工厂所在地政府有关标准和规定要求。

3.1.5 参照现有铝加工厂生产实际经验,根据产品品种、年产量、生产工艺流程等参数,计算车间内部的物流运输。

3.2 生产设施的工作制度

3.2.1 当计算出的熔炼炉、保温炉、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,法定假日、双休日可照常生产,年时基数应为 8760h(365d)。

3.2.2 熔炼炉、保温炉、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,以提高炉子寿命、降低能耗。

4 熔 铸

4.1 原 料

4.1.2 液体铝包括电解铝液、复化铝液和再生铝液。

采用液体铝配料,可以节约能源、减少二次重熔的烧损、降低污染,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。

4.2 熔铝炉和保温炉的选择

4.2.1 现代化的矩形熔铝炉采用大炉门,由叉车或专用的加料装置完成固体料的加入和扒渣等操作,设备和厂房的造价都低,不但适合液体料配料为主的生产,也适合熔化固体料为主的生产。

倾动式保温炉的优点是铝熔体流动平稳、温度均匀稳定,有利于提高产品质量,因此保温炉宜采用倾动式。

4.2.2 铝及铝合金的熔化炉可分为电炉和火焰炉两大类。电炉又可分为电阻炉和感应炉,火焰炉有燃气火焰炉和燃油火焰炉。

电阻熔铝炉采用洁净的二次能源,温度容易控制,工作环境好,但炉膛高度有限,熔化速率低,生产效率低,能耗较高。感应电炉具有热效率高、能耗低、金属烧损少、合金成分均匀等优点,但造价高,熔炉寿命低,设备维修工作量大。

电是二次能源,成本高,铝及铝合金的熔化不宜使用电炉。

尽管火焰炉热效率相对较低、金属烧损大,但其具有容量大、生产效率高、燃料便宜、熔化成本低等优点,铝及铝合金的熔化宜采用燃气或燃油做能源。

保温炉耗电较少,但对温度控制要求较严格,一般温度波动不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$,所以保温炉也可采用电阻炉。但是,当电能不足或炉

子容量较大时,应采用火焰炉。

直接用煤作燃料污染严重,环保治理困难,故严禁直接采用煤作燃料。

4.2.3 对于容量 15t 及以上的燃气或燃油熔铝炉应配备节能型烧嘴或烟气余热回收利用装置,以便回收废气中的余热,提高炉子热效率。随着火焰熔化炉新炉型与新技术的相继出现,特别是对流传热、废气余热的回收,以及计算机监控技术的应用,使排出的烟气温度大大降低,提高了炉子的热效率,降低了能耗,目前火焰炉的热效率已达到了 50% 以上。

4.3 铝熔体处理

4.3.1 铝熔体的处理方法有两种:一种是在炉内进行非连续处理,另一种是在铝液流槽上进行连续处理,即在线处理。炉内非连续处理方法比较简单,不需要专用处理设备,但处理效果稍差。采用炉外在线处理技术,既可减少或避免熔体的二次污染、提高产品质量,又可减轻工人的劳动强度。为了改善铝材的质量,生产高质量铝加工材,宜采用炉内与炉外处理相结合的方式。

热处理可强化合金铸锭和特殊用途非热处理强化合金铸锭的组织、性能要求较高,采用含有氯气的混合气体精炼才能满足铝熔体的质量要求。

4.3.2 铸锭和铝加工材的质量要求不同,其氢气含量的要求也不同。一般要求的扁锭,氢含量宜控制在 0.15mL/100g-Al 以下,特殊要求的航空材料、双零箔等制品,氢含量应控制在 0.10mL/100g-Al 以下。圆锭和铸件的要求稍低,熔体氢气含量宜控制在 0.20mL/100g-Al 及以下。

4.4 扁锭、实心圆锭和空心圆锭的铸造

4.4.1 铸造工艺和设备:

1 立式半连续铸造方式适合于各种合金及各种规格的扁锭

及圆锭生产。生产铝母线以及小规格铸锭也可以采用卧式半连续铸造方法。考虑到铸锭合金成分以及结晶组织的均匀性,推荐直径小于 200mm 的实心圆锭采用卧式铸造工艺。

2 半连续铸造机按传动方式分为三种:钢丝绳、丝杆和液压。钢丝绳半连续铸造机和丝杆半连续铸造机的主要优点是结构简单、操作方便。但钢丝绳容易拉长、损坏,丝杠丝母容易磨损造成间隙加大,从而影响铸锭质量。液压传动立式半连续铸造机具有承载能力大、传动速度平稳、铸造平台移动时水平方向摆动小、加载时垂直方向振动小等优点,能使铸锭在较宽的速度范围内平稳地下降,并可无级调整铸造速度,所生产的铸锭质量较好。

液压传动立式半连续铸造机分为外导式液压半连续铸造机和内导式液压半连续铸造机两种。外导式液压半连续铸造机的主要优点是结构简单、维护方便。内导式液压半连续铸造机将导柱布置在液压缸内,有效避免了铝液飞溅对导柱的影响,使铸造机运行的稳定性大大提高。

钢丝绳传动和丝杠传动的立式半连续铸造机承载能力小,价格便宜,维修方便,所以生产规模较小时也可采用此类铸造机。

3 多数硬合金铸锭因其铸造性能、铸锭组织的特点,铸造中容易产生裂纹等缺陷,为保证安全生产,必须采用低水位铸造方式。

4 块式铁模铸造工艺生产效率低、能耗大、成品率低,属于国家明令禁止的落后生产工艺,不符合国家产业政策,必须严格禁止。

4.4.2 铝及铝合金扁锭生产的新技术有电磁铸造技术、低液位自动铸造技术等。电磁铸造的铸锭质量好,但技术复杂,难以掌握。低液位全自动铸造技术所生产的铸锭组织致密、表面光滑,同时可使铸造速度大大提高,生产效率高,技术容易掌握,宜大力提倡。

铝及铝合金圆锭铸造技术主要有传统直接水冷半连续铸造技术、热顶铸造技术、油气润滑自动铸造技术等。热顶铸造技术和油

气润滑自动铸造技术等具有生产率高、铸锭质量好、成品率高等优点,在国内外圆锭生产中大量采用。

4.5 铸件的铸造

4.5.1 铸造工艺和设备:

1 铸件生产成型工艺主要有重力铸造、压力铸造(低压铸造、高压铸造)、挤压铸造、离心铸造和半固态铸造等铸造工艺,工艺设计时可根据铸件性质、规格和质量的不同要求,分别选择相应的铸造工艺。

2 重力铸造属传统铸造工艺,该方法工艺简单,设备费用低,操作容易,但其生产效率较低(约 5 件/h~6 件/h),劳动强度大,金属利用率低。目前一些厂家对重力铸造进行了改进,如改成倾斜式重力铸造,采用机械手操作,改进金属型结构等,提高了产品质量,改善了劳动强度。

3 低压铸造充型过程平稳,排气通畅,铸件表面质量好,组织致密,生产效率较高,金属利用率高,可以实现自动化操作,在铝合金轮毂生产中广泛采用。

高压铸造生产效率高(可压铸 50 次/h~250 次/h,可进行连续的大量生产),产品质量好(尺寸精度高,表面光洁度高,力学性能高),经济效果好(金属利用率高,节省加工工时)。但高压铸造生产设备投资大,模具制造复杂,生产费用高,制品组织致密性差,内部易形成气孔,不宜热处理和表面机械加工,合金品种范围较窄。

挤压铸造的铸件晶粒细小,组织致密,力学性能优异,但设备投资较大。

离心铸造具有铸件组织致密,金属损耗小等优点,但金属元素易偏析,力学性能不高,设备复杂。

半固态铸造生产工艺先进,生产效率高(约 90 件/h),成品率接近 100%。但技术难度大,工艺要求严格,设备投资高。

通常,电动自行车、摩托车轮毂类铸件可采用重力铸造工艺和压力铸造,宜采用低压铸造工艺。轿车、轻型汽车轮毂类铸件宜采用低压铸造工艺。薄壁壳体类铸件(如箱体、缸体、箱盖、端盖等)宜采用高压铸造(冷室或热室)工艺。重要的受力结构件、高档轿车轮毂等铸件宜采用挤压铸造工艺。

4.6 二辊式铸轧和连铸连轧

4.6.1 二辊式铸轧法适用于生产纯铝与结晶温度区间小的合金,而对于结晶温度区间大、裂纹敏感的合金则难于生产。因此,铸轧技术多用于1系合金和3系、5系、8系(个别合金)合金的生产,如3003、3004、5052、5A02、8011等合金。

4.6.2 连铸连轧法是将薄锭坯铸造与热连轧有机结合起来的生产工艺,与二辊式铸轧相比,生产的合金品种多,单机生产能力大,其突出特点是生产连续性和生产能力较大,适合于合金品种单一和大批量的生产模式,否则难以发挥其设备产能优势,且生产成本提高。

4.7 半连续铸锭的均匀化热处理

4.7.1 铸锭在未均匀化之前,其内部存在铸造应力和相变应力,容易产生裂纹甚至开裂,特别是高合金成分、大规格的铸锭以及含有某些容易产生裂纹敏感合金元素的铸锭,某些硬合金铸锭在铸造完毕放置过程中就有产生开裂的可能。铸锭经过均匀化热处理后,由于内部应力的消除,就不会产生裂纹。因此,硬合金扁锭和部分高镁合金扁锭必须先均匀化热处理后再进行机械加工。

软合金扁锭及不会因锯切和铣面而引起开裂的铸锭,一般不单独进行均匀化热处理,可先经机械加工后进入铸锭加热炉,均匀化热处理与热轧前的加热合并进行,可有效降低能耗。

4.7.2 硬合金空心圆锭、大规格直径的硬合金实心锭等在铸造过程中产生的应力也比较大,容易产生裂纹等缺陷,因此要求先均匀

化热处理后再进行机械加工。

批量较大的圆铸锭可采用连续均匀化炉进行均匀化热处理，以提高生产效率和均匀化质量。

4.8 铸锭的机械加工

4.8.1 铸锭在铸造开头部位有胀头现象，在收尾时尾部有部分冶金缺陷，因此铸锭一般都要切头切尾。

4.8.2 铣面的目的是消除铸锭的表面缺陷（如冷隔、表面夹渣、气孔、表面裂纹、表面偏析浮出物等），以达到成品质量的要求。

4.8.3 为提高挤压材质量，延长挤压工具寿命，所有硬合金实心圆锭和直径 350mm 及以上的其余合金实心圆锭均需要车皮。

4.8.4 所有规格的空心锭都需要车皮、镗孔，以消除铸锭表面缺陷，达到管材的质量要求。

5 板 带

5.1 坯料选择

5.1.2 采用铸轧供坯适合于生产规模 50kt/a~100kt/a 的铝加工厂,生产的合金品种以纯铝和软铝合金为主。采用连铸连轧供坯适合于生产规模 150kt/a 以上的铝加工厂,连铸连轧生产方式不宜频繁更换产品,否则难以组织生产。

5.1.3 采用半连续铸造坯料进行铝板带箔材生产较为普遍,该种生产方式适合于所有铝及铝合金板带箔材产品,硬铝合金产品必须采用半连续铸造铸锭、热轧开坯的生产方式。

半连续铸造的扁铸锭通常在熔铸车间进行切头尾,特殊情况下,也可在板带车间进行锯切。

5.2 半连续铸锭的铣面

5.2.1 铸锭铣面、铣边量的设定主要考虑铣去铸锭表面缺陷,铣削量不宜过大,否则会降低成品率。

5.2.2 经过铣面铣边,半连续铸锭加工成为四边形、六边形或八边形。

5.3 铸锭和包覆板的表面处理

5.3.1 包铝的目的是改善防腐和工艺性能。

防腐包铝分为正常包铝和加厚包铝。一般情况下采用正常包铝,当产品有需要,用户提出要求时,可采用加厚包铝。

对于一些特殊的硬合金产品和加工性能较差的产品,为了提高其加工性能,控制裂边状况,要采取包铝的方式加以处理,以提高其加工性能,将裂边程度控制在可以接受的程度。

5.3.2 不同的基体需要采用不同的包覆板材料。一般情况下,基体材料为7系合金时,包覆板采用7A01合金,其他基体材料时,包覆板采用1A05合金。

包覆板规格的计算是从生产实践中总结出来的,公式是在生产经验的基础上推导出来的。

5.3.3 铸锭和包覆板的清洁表面处理是为了提高热轧焊合质量,提高成品率。

铸锭表面处理有蚀洗、擦洗等方式,目前铸锭铣面主要采用干铣工艺,可以满足工艺要求,因此铣面后铸锭,经过擦洗后可不进行蚀洗。

包覆板表面处理主要有专用清洗液清洗、蚀洗、喷砂、刷洗、擦洗等方式。蚀洗、专用清洗液清洗、喷砂工艺在国内都比较成熟。

5.3.4 覆合材料(俗称复合材料)主要指不同合金的金属通过热轧方式结合在一起而形成的材料,比较常见的是铝合金间的覆合,主要用于各种热交换器散热片和散热管材料。

5.4 铸锭加热、均匀化

5.4.1 常用的铸锭加热炉炉型是立推式铸锭加热(均匀化)炉、台车式炉、箱式炉、坑(井)式炉、链式炉,链式炉主要是双膛链式炉。其中,以立推式铸锭加热(均匀化)炉应用最为普遍,在某些工厂,双膛链式炉仍在使⽤,主要用于硬合金的铸锭加热。

大型铸锭加热炉的能源目前主要是各种燃气,中小型的铸锭加热炉可以用燃气,也可用电和燃油。

5.4.2 纯铝及软铝合金的铸锭宜在铸锭加热炉内均匀化,铸锭的均匀化和加热合并为一个工序,有明显的节能效果,应予推广。

5.5 热 轧

5.5.1 热粗轧机就是开坯轧机。

落后的“二人转”机型产品质量低,劳动强度大,能耗高,属于

国家产业政策明令淘汰的机型,不得新建。

5.5.2 热轧机宽度的确定首先取决于拟生产产品的最大宽度以及采用倍尺生产的轧件宽度,如果条件允许,应尽量采用较宽的机型,以便提高成品率。在确定轧机的宽度时,要考虑宽展量、辊边量、切边量、轧辊边部余量。

5.5.3 热轧机锭重在一定程度上体现了热轧机组的装备水平,直接关系机组长度、力能参数以及平面配置。在现代化的铝板带加工厂铣面后的锭重一般在 10t~30t。

5.5.4 在确定铸锭大小的基础上,通过计算确定热轧机组的输入、输出辊道长度。在确定辊道长度时,要留出合适的长度用于轧件减速至停止,避免轧件冲出辊道。

5.6 冷 轧

5.6.1 现代化冷轧机型主要是四辊、六辊单向不可逆形式,单机架是主要机型,双机架和多机架连轧机有更高生产效率。

5.6.2 冷轧机的装备水平有很多方面,包括轧机辊面宽度、轧制速度、控制精度、卷材重量等。

轧制速度和最大卷重之间具有一定的联系,只有卷重达到了一定的水平,轧制速度才能提高。在现代化铝板带加工厂,卷重通常在 10t~30t,轧制速度在 1000m/min 以上。

5.6.3 在现代化铝板带加工厂,工艺润滑和冷却通常采用以窄馏分煤油为基的轧制油,在生产过程,轧制油受热挥发,具有很高的火灾危险性,为了保障人身安全和设备安全,必须配备二氧化碳自动灭火系统,实时对危险部位进行监控。当出现火灾危险时,能够自动启动系统喷射二氧化碳灭火,为了确保二氧化碳灭火系统的准确投入,除了必须有的自动启动功能外,还必须具有半自动启动和人工启动的操作与控制功能。

5.6.4 在生产过程中,轧制油受热挥发,形成含轧制油的烟气。这些烟气不加以处理,将会对环境造成一定的污染,同时使轧制油

消耗较多,增加生产成本。

轧机排烟系统排出的烟气,需经过滤装置过滤达标后排放。从生产实践看,采用机械滤网过滤效果差,过滤后排放的烟气中轧制油气含量高,因此宜采用洗涤油洗涤方式的净化装置。

洗涤油洗涤净化装置回收油的效率高,回收的油品好,可直接返回到轧制油系统加以利用,降低轧制油的消耗,从而降低生产成本,应予推广。

5.7 热处理和精整

5.7.1 铝板带材冷轧和精整生产中的热处理生产设备主要有周期式和批次式两种生产方式。炉型常见的有箱式炉、台车式炉、辊底式炉、气垫式连续热处理炉、盐浴炉等。

各种热处理炉的能源主要是电和燃气。

铝板带材的精整主要包括切边、多条纵切、横切和矫直,在深加工中有成型、表面处理等工艺。

5.8 高架仓库和平面智能库

5.8.1 随着生产规模的提高,物料和生产的科学管理成为一项突出的问题,高架仓库和平面智能库的出现,为解决这一问题提供了有效的手段。高架仓库和平面智能库在现代化铝板带材加工厂日益发挥着核心作用。

5.8.2 高架仓库和平面智能库能实现自动化、智能化物料运输、存储和管理,对堆放场地的规划科学,土地利用率高,占地少,具有运行速度快,吞吐能力大的优点,是大中型铝板带材加工厂越来越重要的智能化仓储系统。

5.9 自动包装机组

5.9.1 自动包装机组用于不同形态产品的自动化包装,使产品包装走向统一化、标准化和科学化。

5.9.2 自动化包装机组适合产品形态变化少、批量大的产品。机组数量的确定要根据年包装产品的任务量和机组的生产能力计算确定。

6 铝 箔

6.1 铝 箔 坯 料

6.1.1 铝箔坯料质量的好坏是保证铝箔高速化、稳定化生产的基础,如果坯料的质量差,在轧制过程中会出现断带、开裂、针孔等问题,铝箔设备能力将不能得到充分发挥,生产成本增加,竞争能力受到影响。

6.1.2 完全退火状态下的铝箔坯料在运输过程中容易受损,所以铝箔坯料在最后一道次轧制前退火。对于较厚的铝箔产品,在冷轧时可不经退火直接轧到需要的坯料厚度。这样可简化工艺过程,提高生产效率。

6.2 铝箔轧机的选择

6.2.1 铝箔产品正向着超薄、超宽等方向发展,铝箔轧机在高速化、自动控制技术、提高产品质量方面都有了较大提高,特别是过程最优化系统对控制产品厚度精度、提高轧制速度和生产效率都发挥着十分重要的作用。

6.2.4 在铝箔轧制中,宜采用铝箔粗轧机、中轧机、精轧机不同机型分别进行不同厚度的轧制方式;但也有采用万能铝箔轧机机型的,即将铝箔粗、中、精轧制在一台轧机上完成。

6.2.5 铝箔轧机采用以矿物油为基的轧制油进行润滑和冷却,轧制中金属变形导致了温升,受到摩擦、静电打火或遭遇明火时容易引发火灾。因此,在铝箔车间设计中,安全性被置于极其重要的位置,铝箔轧机上容易发生火灾的区域与部位,必须安装二氧化碳自动灭火和手动灭火装置。

6.3 铝箔的精整

6.3.1 铝箔的合卷是将两卷单张铝箔叠合成双层的铝箔,在合卷机上可以进行合卷,在有双开卷的铝箔精轧机上也可以进行合卷生产。

6.3.2 铝箔的分卷设备应与铝箔主轧机在装备水平和加工规格上匹配起来,有利于发挥设备的能力,保证最大产量和最佳质量。

6.3.3 由于在铝箔轧制过程中采用轧制油,因此需经退火才能使黏附在铝箔表面的轧制油充分挥发,才能保证铝箔退火后表面光亮无油斑。低温长时间退火工艺是一般铝箔产品成品退火的主要生产工艺,只有电子铝箔等一些特殊产品才需要保护性气体退火工艺和真空退火工艺。

6.3.4 铝箔的二次加工通常是铝箔与复合材料的再加工。铝箔二次加工多在印刷厂和包装材料厂进行。

7 铝管棒型线材

7.1 坯料准备

7.1.1 坯料的化学成分和组织应符合国家标准或企业内部标准的要求,还应根据工艺要求进行车皮、镗孔等加工。

7.1.2 均匀化热处理是为了消除坯料残余应力,消除化学成分和组织的不均匀性,从而改善挤压材加工性能和某些制品的最终性能。

7.1.3 重要用途的坯料系指用于挤压有特殊要求的国防军工、航天、航空等的材料的坯料。对坯料内部的缺陷有严格限制,除了作常规的成分、组织、金相等检查外,还需进行内部探伤检查。

7.2 挤压工艺

7.2.1 铝合金在热状态下塑性较好、变形抗力低,便于成形加工,因此,铝管棒型材的挤压加工大多采用热挤压工艺。

挤压加工是金属在三向压缩应力下产生变形的,一次变形率可达90%以上,适合加工各种难变形合金和断面复杂的制品。另外,挤压方法的生产灵活性很好,只要更换模子或穿孔针即可生产不同规格形状的制品,非常适合小批量、多品种的铝及铝合金管、棒、型材的生产,为冷加工的管材、棒材和合金线材提供坯料。

7.2.2 正向挤压时,可用宽展模挤压出1.3倍挤压筒直径的扁宽型材,大大超出挤压机的正常挤压范围,反向挤压由于受模轴内孔的限制,只能挤压小于模轴内孔尺寸的制品。

反向挤压时铸锭表面与挤压筒内壁没有摩擦,不但变形能耗低,而且沿断面的变形均匀,金属温升小,能挤压出尺寸精度较高,组织性能均匀,没有粗晶环或只有很浅粗晶环的制品。

软合金铸锭加热采用长锭加热和热剪切工艺可提高成品率,减少锯屑量;硬合金铸锭采用感应加热有明显的节能效果。

7.2.3 连续(摩擦)挤压采用连铸或连铸连轧生产的卷状杆料作坯料,在常温下进行加工,在加工过程中靠摩擦作用使金属升至一定温度,具有成品率高、产品精度高、连续作业性好、能耗低的特点,适合小规格的软合金材生产。

7.3 轧制和拉伸工艺

7.3.1 热挤压方法制取的管坯,表面质量好、尺寸较精确,经进一步冷轧制或拉伸冷变形加工,能提高管材的表面质量、尺寸精度和力学性能。热挤压的一次变形率大,生产灵活性好,适合为多品种、小批量的轧制和拉伸生产提供管坯。

1 常用的薄壁管加工有轧制、整径拉伸成形工艺和拉伸成形工艺。轧制加工一次减缩率大,加工极易冷却硬化的硬合金和高镁合金时,可免去多道次拉伸和拉伸成形的中间退火,因此,轧制、整径拉伸成形工艺较适合于硬合金中、小规格薄壁管材的生产。

2 拉伸加工一次减缩率小,往往要经多道次拉伸成形,对易冷作硬化的合金,拉伸过程要进行中间退火。拉伸的灵活性好,更换模子或芯头即可变换产品规格,工具更换也方便。拉伸成形工艺多用于软合金或变形量不大、壁厚较厚的硬合金管材的加工,生产效率较高。

轧制和拉伸工艺的选择应根据车间薄壁管的生产能力、合金品种、规格范围等综合考虑来选择。

3 直径与壁厚之比大于100,成品管壁厚小于0.5mm的管材为特薄壁管材。两辊轧制一次减缩率大,但相对精度较低,而三辊或多辊轧制一次减缩率小,轧制精度高,能保证特薄壁管材的壁厚精度。三辊或多辊轧制通常采用冷加工的管坯。

7.3.2 成卷交货的小规格软合金或纯铝管材有无缝管和有缝(焊接缝)管材两种。无缝管采用双动挤压机挤压盘卷或冷轧制盘管

作坯料的盘管拉伸的工艺;有缝管可采用单动挤压机组合模挤压盘管作坯料或采用连续(摩擦)挤压盘管作坯料的盘管拉伸的工艺,或连续(摩擦)挤压直接挤压盘管的工艺。

7.4 铝 线 材

7.4.1 铝合金线材合金品种复杂,金属塑性较差,而且产量较小,一般采用适应性和灵活性较好的热挤压加工供坯,然后经一次或多次连续拉伸的成形工艺。

7.4.2 纯铝线材多用于作导体,纯铝塑性好,可采用大规模生产的连铸连轧供坯经多次连续拉伸的成形工艺。

7.5 挤压设备的选型及装备水平

7.5.1 根据产品方案中的产品品种、合金、规格范围、年产量和生产工艺来选择正向、反向,单动或双动挤压机的机型和挤压机能力。有多台挤压机时,除了应满足上述要求外,还应根据生产工艺的合理性和生产的连续性选配挤压机。

独立油压驱动型挤压机传动平稳、能耗低,已取代了传统的集中水压驱动型挤压机。

7.5.2 大型挤压机多是为了生产大规格的管材、棒材和型材而配置的,大多要求有较强的综合生产能力,除了一些生产特殊产品(如轨道车辆型材)的挤压机外,一般宜配置有独立的穿孔系统和扁挤压筒系统,使挤压机具有挤压型材、棒材、无缝管材、壁板类扁宽型材的能力。

7.5.3 挤压无缝管材大多用结构较复杂、有独立穿孔系统的双动挤压机,只有极少数的小挤压机(如6MN立式挤压机)采用在挤压轴前端固定一穿孔针来挤压小规格的无缝管材,但铸锭长度和挤出长度受较大的限制。

结构较简易的单动挤压机适合用平模或组合模挤压型材、棒材和焊缝管材。

7.5.4 一般管、棒、型材的生产选用结构相对较简单的正向挤压机,生产硬合金为主、对尺寸精度和组织性能均匀要求较高、无粗晶环或只有浅粗晶环管棒材宜选用结构较复杂的反向挤压机。

7.5.5 生产软合金为主的挤压机,特别是生产工业型材的挤压机,为保证其高效率、高质量、高成品率的生产,配套的机后辅机应较长,且功能较齐全,配置有在线淬火、牵引、中断、在线矫直、定尺锯切及连续自动输送等,既提高了生产效率和产品质量,又大大降低了劳动强度和减少了操作人员。

生产硬合金材采用离线淬火炉淬火的生产工艺,淬火后进行矫直和切成品,因此,生产硬合金的挤压机可配置只有牵引、中断、自动输送的简易型机后辅机,辅机长度也较短。

挤压管坯的挤压机机后辅机不需配在线淬火,如果只生产拉伸管坯,不需配在线张力矫直,而且机后辅机的长度也可较短。

大型挤压机挤压制品的单位质量较大,无法采用人工收集,宜在机后辅机配套时采用机械化来收集制品。

7.5.6 现代挤压机都为独立油压驱动,通过变量油泵改变输出的油量来控制挤压速度,挤压机采用可编程序控制器或计算机控制,满足挤压机全自动操作要求。有工艺参数设定、故障自动检测并显示的功能,并可与铸锭加热炉和机后辅机实现联动操作,大大提高了挤压机的效率,减轻了劳动强度。

软铝合金材可用较高的挤压速度挤压,对速度控制精度要求不高,采用全程速度开环控制即可满足控制要求。硬铝合金和复杂型材的挤压速度低,对速度的稳定性和控制精度要求较高,需要有带速度反馈的闭环控制才能满足要求,一般采用分段控制的方法以提高控制精度,在高速段采用开环控制,低速段(一般为 $0\sim 5\text{mm/s}$)采用闭环控制。

7.6 轧管机的选型及装备水平

7.6.1 根据产品方案中的轧制管材规格和壁厚选择轧管机形式

和规格,一般薄壁管材选用生产效率较高的两辊式冷轧管机,特薄壁管材选用三辊或多辊式冷轧管机。高速、多线、长行程环形孔型冷轧管机还未在铝管材轧制中推广使用,可结合所设计工厂产品结构的情况考虑选用。

7.6.2 可编程序控制器具有自动操作、故障检测及显示等功能,能满足轧管机的自动操作控制要求,采用无级调速,可实现数字化控制,控制精度高。

轧管机上料有后装料和侧装料,后装料可实现连续进给,侧装料只能间断进给,装料已实现机械化和自动化。

7.6.3 直条管材一般长度较短,轧制时采用在线定尺切断,可大大缩短出料台的长度,减少占地面积。轧制盘管坯料时,需在一根管材轧完后才能进行卷取,需长出料台来放置轧出的管材,然后卷成盘卷以便运送至下一工序。

7.7 拉伸机的选型及装备水平

7.7.1 根据产品方案中控制管的合金、规格范围和拉伸工艺合理选择链式拉伸机的结构型式、拉伸能力和拉伸规格范围。

7.7.2 链式拉伸机有双链和单链之分。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,无振动,适合拉伸高精度产品(如波导管等),受液压缸长度限制,不宜拉伸长制品。

7.7.3 自动上料对管材的弯曲度要求较高,小规格管坯容易产生弯曲,自动上料较困难。小规格管材由于质量轻,手工操作时劳动强度也不高,因此对小规格拉伸机的上下料不作规定,对大中型拉伸机宜配置机械化或自动化上料和落料。

目前国内铝管材仍采用黏度较大的气缸油润滑,对小型拉伸机,由于芯杆较细,不利于采用中空的芯杆来输送润滑油,只采用外表面自动润滑,内表面采用人工润滑。对大中型拉伸机,内外表面的工艺润滑都宜采用自动润滑。

7.7.4 链式拉伸机采用可编程序控制器控制,可实现操作过程的自动化,并具有故障检测和显示功能,完全满足了拉伸机自动操作的要求,改善操作条件。

拉伸速度采用无级调速,以适应不同合金、品种和规格管材拉伸的要求。

7.7.5 盘管拉伸应根据生产规模、管卷大小选择圆盘拉伸机的形式,生产规模和管卷大时,宜选用倒立式连续落料圆盘拉伸机,工艺润滑、放芯头、打眼和切头等操作应全部机械化。

7.7.6 铝合金线材合金、品种、规格多,产量小,拉伸过程易冷却硬化,根据其生产特点,宜选用结构较简单的一次或多次圆盘拉伸机。

8 建筑铝型材和工业铝型材

8.1 坯料准备

8.1.1 坯料的化学成分和组织应符合国家标准或企业内部标准的要求。

8.1.2 坯料均匀化热处理能消除铸造应力,使化学成分和组织均匀,较好的改善挤压时的加工性能和型材的力学性能。挤压建筑铝型材和工业铝型材的坯料都应该经过均匀化热处理。

8.2 建筑铝型材和工业铝型材挤压生产工艺

8.2.1 建筑铝型材主要采用 6063 合金材料,该合金不但具有优良的挤压加工性能,而且淬火敏感性低,可利用挤压余热在线进行淬火,可采用在线淬火、张力矫直和成品锯切的连续作业的生产工艺。

工业铝型材大多采用 6 系和部分 7 系合金作材料,同样属于淬火敏感性低的合金,可利用挤压余热实现在线淬火,因此也与建筑铝型材一样可采用连续作业的生产工艺。

连续作业的生产工艺可大大提高生产效率、成品率,提高型材表面质量和减轻劳动强度。

8.2.2 建筑铝型材和工业铝型材大多以定尺供货,特别是有些工业铝型材长度较大,配套的设备必须能满足生产需要。因此在工厂设计时,应充分考虑型材的最大定尺长度,以便选择配套的定尺锯切、时效炉和表面处理设备。

8.3 铝型材表面处理

8.3.1 按国家技术标准规定,建筑铝型材必须经表面处理后才能

满足使用要求。工业铝型材对表面处理没有严格规定,只能根据用户的要求来决定是否采用表面处理。

8.3.2 型材的表面处理基本分两大类,一类是以人工氧化膜或复合膜作为表面保护层的氧化着色、封孔或电泳涂漆,另一类是以涂膜作保护层的静电粉末喷涂或喷漆。氧化对挤压型材表面的要求较高,处理后的材料有较强的金属感,但氧化材的色调较单调,氧化生产线设备较复杂,能耗高,用水量大。喷涂可处理出各种颜色,处理后的型材色彩鲜艳,色彩变换容易,生产灵活性好,喷涂生产设备相对较简单,能耗低,用水量少,但喷涂处理的型材表面覆盖了一层厚厚的不透明涂膜,缺乏金属质感。

氧化和喷涂生产工艺各有其特点,都广泛用于铝型材的表面处理,可根据用户要求和市场需求选择处理工艺。

8.4 挤压机列的选型及装备水平

8.4.1 根据产品方案中的产品品种、规格范围和年产量,选择合适挤压力的挤压机,多台挤压机时应合理搭配,以保证挤压工艺的合理性。

生产实心型材和空心型材可选用结构较简单的正向、单动、独立油压驱动的挤压机,用平模或组合模挤压。

8.4.2 门窗类建筑铝型材的截面积大多小于 6cm^2 ,外接圆直径小于 100mm ,比较适合在 $8\text{MN}\sim 20\text{MN}$ 挤压机上挤压。发达国家采用多根挤压来提高挤压效率,已基本淘汰了 13MN 以下的挤压机。目前我国以单根挤压为主,还无法淘汰小挤压机。一般生产建筑铝型材的挤压机宜大小搭配,使每台挤压机都能在最佳的挤压规格范围内工作。

8.4.3 幕墙型材的截面积和外接圆直径都较大,用较大的挤压机挤压,可挤出较大的长度,既提高了成品率,又能保证型材有较高的表面质量和力学性能。一般选用 $25\text{MN}\sim 36\text{MN}$ 的挤压机来挤压。

8.4.4 工业铝型材的截面积和外接圆变化很大,有些甚至是宽高比很大的扁宽型材,因此,必须根据生产的规格范围选择合适的挤压机,挤压能力可从 8MN 到 100MN 以上。大型挤压机一般多用于挤压宽度较大的扁宽型材,配置扁挤压筒可增大挤压机的挤压宽度以适应生产需要。在圆挤压筒上用扩展模进行挤压也可增加挤压宽度。

8.4.5 建筑铝型材和工业铝型材都是采用连续作业的生产工艺,在机后辅机的配置上应能满足在线淬火、在线矫直、在线定尺锯切、收集和自动输送的要求,以保证高质、高效的生产和降低操作劳动强度。由于大型挤压机挤压的制品质量大,不便于人工收集,宜采用机械化收集制品。

8.4.6 现代挤压机都为独立油压驱动,通过变量油泵改变输出油量来控制挤压速度,挤压机采用可编程序控制器或计算机控制,能满足挤压机全自动操作的要求,具有工艺参数设定、故障自动检测并显示的功能,可与铸锭加热炉和机后辅机实现联动操作,大大提高了挤压机的效率,减轻了劳动强度。

8.4.7 挤压建材时的挤压速度较高,开环速度控制即可满足控制精度要求,而复杂工业型材的挤压速度往往较低,对速度的稳定性和控制精度要求较高,需要有反馈的闭环控制才能满足控制精度要求。

8.5 表面处理生产线的选型和装备水平

8.5.1 根据产品方案中的产品品种选择氧化或喷涂处理生产线,选择卧式、立式形式和装备水平。

8.5.2 卧式氧化线生产灵活性好,建设费用低,但由于受挂料高度的限制,生产线的能力都较小,一般在 10kt/a 以下;立式氧化线建设费用较高,全自动操作,适合大规模生产。生产能力大于或等于 15kt/a 的生产线选择立式线比较合适。立吊线由于受装卸料机构操作周期的限制,生产线的氧化槽数量不超过 4 个,只能通过

增加挂料长度来增加生产能力,但槽子太长会增加控制的难度,直接影响处理效果,因此,一条立式线的能力不宜超过30kt/a。

8.5.3 立式线的装卸料机构复杂,专用起重机的起吊高度高,无法由人工来操作,只能采用全自动的操作方式;卧式线可根据其规模和特点采用全自动操作(装卸料仍为手工操作)或手动操作,生产能力较大的生产线宜采用全自动操作。

8.5.4 卧式喷涂线采用全手动挂料,由于受挂料高度和输送速度的限制,一条线的生产能力宜在5kt/a及以下;立式线采用人工辅助连续挂料,一条线的能力可达几十千吨。喷涂制品产量较大时可选择多条卧式线或能力较大的立式线。

8.5.5 卧式喷涂的预处理有槽组处理和喷淋通道式预处理,槽组处理为人工操作,设备结构简单、投资少;喷淋通道式预处理设备较复杂,为全自动操作,设备费用较高。喷淋通道式预处理可与喷涂和固化同时配置在自动线上,而槽组预处理只能与喷涂和固化分开,生产连续性不好。立式线只能用可连续处理的喷淋式预处理。

8.5.6 表面处理生产线连续排放清洗废水和更换槽液时排出废液,在处理过程中有酸碱气或粉尘排出,因此,表面处理生产线必须配置有完善的废水处理系统、废气排风洗涤系统、粉尘回收过滤、镍回收、漆回收等环保治理措施,以改善工作环境和避免对环境造成污染。

9 制造执行系统(MES)

9.0.1 一个完整的制造执行系统(MES),需要的投资很大。企业在进行信息化建设时可整体规划,分期建设,不断完善和补充系统功能。

9.0.2 国内外冶金行业通常把信息系统架构分解成三层五级(零级至四级)。

9.0.3 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。当工厂发生实时事件时,制造执行系统(MES)能及时作出反应、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,MESA[制造执行系统(MES)国际联合会]通过对其成员的大量实践调查,归纳了11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。

9.0.4 制造执行系统(MES)是一种专业技术,系统设计、安装、调试通常由专业制造执行系统(MES)公司或工厂信息化业务的公司或机构承担。工厂设计不包括制造执行系统(MES)设计,但其投资应计入可行性研究报告中。

9.0.5 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,从上下两层接收相应数据并反馈处理结果和生产指令,对实时事件及时处理。实施制

造执行系统(MES)的关键是基础数据的完整、实时、准确,因此与之相关的不仅是机组或主要设备,辅助设备也应设置必备的计量仪表和计算机通信接口。

10 车间配置

10.1 一般规定

10.1.1 生产设备按工艺流程布置以减少交叉运输。变压器室、配电室、控制室和风机室等配置在辅跨内可降低厂房造价,控制噪声。在多跨厂房的情况下,变压器室和配电室等分散配置于柱间,即可以利用吊车“死区”,提高车间面积利用率,又可靠近负荷中心,缩短管线长度,减少线路损失。

10.1.2 不同合金品种、产品规格的铝加工材,在生产过程中必须分别存放,以防止混料。

规定堆放高度和堆放层数是为了生产操作安全。

10.1.3 设置通道可保证操作人员和设备的安全,满足设计的物料运输流程。

10.1.4 吊运铝液起重机的工况类似于电解铝厂铸造车间的起重机工况,为保证操作人员和设备的安全,对起重机的性能参数提出了必须达到的基本技术条件及要求。

10.1.5 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,可采用普通混凝土地面,以降低建设投资。

10.1.6 板带车间和铝箔车间的轧制区、油地下室、工艺润滑油过滤间或地下室中有易燃的工艺润滑油,为了保证操作人员和设备的安全,要求设报警、消防和通风设施。

10.1.7 轧辊磨床是精密设备,为了使磨削过程处于清洁、室温稳定的环境,减小震动,保证轧辊精度,所以单独布置在封闭式厂房内。

10.2 熔 铸

10.2.1 熔铝炉和铸造机(或铸轧机)宜分别配置在相邻的两跨内,尤其是采用顶部加料的圆形火焰炉时,可以避免或减少烟气对铸造跨的污染,改善工人的劳动环境,同时也有利于提高产品质量。若采用链式铸锭机生产重熔用铝锭或铸造合金锭,或者只有1条或2条生产线生产铝及铝合金铸轧带材或圆铸锭,或者由于总平面条件的限制等,熔铝炉和铸造机(或铸锭机、铸轧机)也可配置在同一个跨内。

10.2.2 考虑加料、扒渣等操作方便,熔铝炉和保温炉宜采用不同的地坪高度,如果采用机械操作也可采用相同的地坪高度。若人工操作,操作高度一般控制在700mm~900mm。

10.2.3 保温炉和铸造机宜采用相同的地坪高度,以方便操作。当采用固定式保温炉时,考虑铝液转注的需要,可采用不同的地坪高度。

10.2.4 氯气作为精炼介质,能有效去除铝熔体中的碱金属(Na、K、Li)和氢,提高铝熔体质量。石油液化气主要用于熔铝炉点火和铸轧机喷涂。氯气为有毒气体,石油液化气为易燃、易爆气体,使用中存在安全隐患,因此其存放场地必须远离生活间和工作场所,并配备应急防毒设施。

10.3 板 带

10.3.1 现代化铝板带材加工厂常见的轧机配置形式是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,并使这些系统尽可能地接近使用点。辅助跨配置轧机主电室、轧机主电机室、轧制油过滤间、二氧化碳自动灭火系统及其钢瓶(罐、槽)间、轧机排烟系统和油雾过滤净化与回收系统。

10.3.2 按照火灾危险性特点,将冷轧机组划分成不同的区域,进行火灾监控和自动灭火。通常分为辊缝区、主地沟区、开卷、卷取

地沟区、轧机排烟及其过滤净化回收区、轧制油过滤间区、液压和稀油润滑地下室、轧制油地下室等。

二氧化碳自动灭火系统通常采用高压钢瓶盛装的二氧化碳，又称为高压系统。也有采用槽、罐盛装的二氧化碳低压系统，但其辊缝区仍必须采用高压系统，以确保系统动作可靠、反应灵敏、灭火及时有效。

10.3.3 高架仓库和平面智能库通常按照生产工艺流程的要求，结合车间工艺平面配置的特点进行配置。比较常见的形式是布置在热轧之后，或冷轧和精整设备之间，以最大限度地发挥其功能。

10.3.4 铸锭、在制品和成品堆放面积的计算须建立在科学合理的基础上，必须留出安全的操作空间和各种通道，合理确定物料堆放的周期。

10.4 铝 箔

10.4.1 铝箔轧机的本体与辅助设备分别配置在相邻两跨有利于生产和维护。

10.4.2 铝箔对针孔缺陷有严格限制，对卫生也有较高的要求，因此，铝箔厂房应有严格的通风、防尘、防虫措施，厂房的进出口也要进行封闭处理。

10.4.3 铝箔轧机采用以矿物油为基的轧制油，出于安全性考虑，对可能发生火灾的辊缝区、轧机主机座区域、主地沟、开卷和卷取地沟、轧制油地下室、稀油润滑和液压地下室、轧制油过滤间、轧机排烟管道内部等区域与部位等，要采取灭火措施。

10.5 铝管棒型线

10.5.1 铝管棒型线材生产流程较长，工序和设备多，中间制品周转次数也多，因此，在配置设备时要尽量使物流顺畅，避免物流交叉运输，各种存放场地要充足，以免影响生产顺利进行，同时要考虑操作和维护人员的安全并有良好的工作环境。

1 管材和型棒材,软合金和硬合金的工艺流程不同,按品种不同来配置生产线,有利于提高生产效率和生产管理,缩短生产周期。

2 生产设备如挤压、轧制、拉伸、精整、热处理等设备按流程顺序分区域集中布置,有利于生产管理和物料运输,减少中间周转场地。

3 挤压车间的进锭方向靠近熔铸车间,检查包装靠近成品库,有利于缩短运输距离,使工厂物流顺畅。

10.5.2 立式淬火炉需要高厂房,不宜配置在主厂房内,可根据工厂具体条件配置在辅跨或车间尾端独立的高厂房内。

10.6 建筑铝型材和工业铝型材

10.6.1 建筑铝型材和工业铝型材的生产特点是流程短,机列连续作业,所以车间布置要按机列来进行,适当考虑铸锭、型材人工时效前后的中间存放、成品存放、废料和料筐等的存放场地,保证物流运输顺畅,人员操作维护安全和有良好的工作环境。

10.6.2 对挤压车间机列配置说明如下:

1 为了减少占地面积,16MN 以下的小挤压机列尽量按左右型配置在一跨厂房内,车间较长时,可沿长度方向配多条机列。机列的出料方向根据车间条件来选择,一般 U 形配置比较顺畅,如机列并列配置时可根据中间通道大小采用同端或异端下料,即下料相同或前后错开。

2 单机列配置时,一般挤压机列与时效炉并列配置,厂房跨度小无法并列配置时,亦可配置在机列的后部。厂房配置有多条机列时,时效炉可考虑集中配置在时效区,但要注意物流的顺畅。

3 挤压车间进锭方向靠近熔铸车间,出料方向靠近表面处理车间或成品库,有利于缩短运输距离,使工厂物流顺畅。

10.6.3 对本条说明如下:

1 表面处理生产设备按生产线配置在较高的主跨厂房内,辅

助设备一般配置在辅跨厂房内,生产线配置时要考虑进出料方便,有足够的装卸料区,操作安全和有良好的工作环境。

2 氧化着色生产线的配置形式有直线形和 U 形,直线式配置时,装料、槽组和卸料都在同一跨厂房内,需较长的厂房,导电梁的返回不方便;U 形配置时,装料、槽组和卸料配置在两跨厂房内,两端用过跨车相连接,导电梁从卸料区返回至装料区较方便。规模较小的卧式线可采用直线形,规模较大的宜采用 U 形配置。

槽组配置在地面上有利于各种管道的配置和维护,也有利于槽组的排放。槽组结构多采用钢筋混凝土结构,只有一些小的生产线采用钢结构,槽子的内衬可选用玻璃钢、PVC 塑料板、钢板或不锈钢板等。

3 喷涂处理是由悬挂链输送的,采用闭合的环链配置在预处理、喷房、固化炉和装卸料区的上方。采用槽组预处理时,槽组配置在靠近装料区,中间可隔断留运输通道。预处理的槽组可用钢筋混凝土结构或钢结构,根据不同使用要求加防腐内衬。

4 处理槽子的槽液带有腐蚀性,必须注意操作安全,在槽组周围应设计带栏杆的操作平台,以便于安全操作、检查和维护。

5 表面处理生产有废水、废液排出,需要经处理达标后才能排放。废水处理可根据工厂具体情况来设置,如工厂只有表面处理一个污染源时,废水处理站可设在车间内或靠近表面处理车间,以缩短废水、废液输送距离,如工厂有多个污染源时,废水处理站宜集中设置。

6 表面处理的进料应靠近挤压车间的出料方向,以缩短运输距离,表面处理后的成品宜在车间内包装好,以免在运输过程中损害型材表面。