

浙江省团体标准

T/ZJDJ 016—2025

滚动轴承套圈磨前件 绿色制造指南

Green manufacturing guidelines—Bearing rings before grinding

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

浙江省电机动力学会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则

5 工艺设计、工艺流程及控制

6 工艺流程

7 工艺装备

8 质量控制

9 检验检测

10 固液废物处理

前 言

本文件依据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由常山县轴承行业协会提出。

本文件由浙江省电机动力学会归口管理。

本文件由常山县科技协会、常山县轴承行业协会牵头组织制定。

本文件主要起草单位：浙江赛赛轴承有限公司、常山鑫龙轴承有限公司、浙江宏毅轴承有限公司、浙江恒嘉轴承有限公司、常山县康乐轴承有限公司、浙江理工大学常山研究院、杭州智谷精工有限公司、浙江省机电产品质量检测所有限公司、浙江工业大学、浙江省冶金产品质量检测所有限公司、浙江省工业和信息化研究院、XXXXXX

本文件主要起草人：XXXXXXXXX。

本文件为首次发布。

引 言

根据国家《“十四五”智能制造发展规划》、《制造业数字化转型行动方案》的战略部署，绿色制造已成为推动装备制造业高质量发展的核心引擎。轴承为通用机械装备关键部件，在航空航天、机械装备、高铁、机器人及家用电器等领域广泛使用，代表了国家基础制造业的发展水平，其作为机械装备领域的关键零件，轴承绿色制造转型升级，对提升我国轴承产业国际竞争力、支撑制造强国建设具有战略意义。

浙江省人民政府高度重视高端装备产业发展，发展高端装备产业链中基础材料和重要零部件列入政府重要工作。为引导轴承制造企业采用新技术、新工艺，全面落实制造业绿色制造，通过滚动轴承套圈磨前件绿色制造指南指导轴承产业向高质量发展，常山县科技协会提出制定本文件。

本文件基于滚动轴承套圈磨前件全流程制造出发，从模具设计研发、生产装备节能降耗、制造工艺优化等先进装备和制造方法，依据GB/T 24256《产品生态设计通则》等相关标准，针对滚动轴承套圈磨前件的质量特性和市场需求，构建滚动轴承套圈磨前件绿色制造体系，旨在解决模具设计-轴承制造-验证环节的协同问题，为提升我国轴承产业创新能力、加速绿色制造落地提供技术支撑。

。

滚动轴承套圈磨前件 绿色制造指南

1 范围

本文件规定了滚动轴承套圈磨前件（以下简称磨前件）的术语和定义、总则、工艺设计、工艺流程、质量控制、检验检测和固液废物处理的要求。

本文件适用于磨前件的设计与制造，引导磨前件的绿色制造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 307.3—2017 滚动轴承 通用技术规则
- GB/T 699—2015 优质碳素结构钢
- GB/T 1174—2022 铸造轴承合金
- GB/T 3086 高碳铬不锈轴承钢
- GB/T 3203 渗碳轴承钢
- GB/T 6930 滚动轴承 词汇
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 12603—2005 金属热处理工艺分类及代号
- GB/T 18254—2016 高碳铬轴承钢
- GB/T 19001 质量管理体系 要求
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
- GB 19153 容积式空气压缩机能效限定值及能效等级
- GB 19761 通风机能效限定值及能效等级
- GB 19762 离心泵能效限定值及能效等级
- GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南
- GB/T 28417 碳素轴承钢
- GB/T 28612 绿色制造 术语
- GB 30255 室内照明用LED产品能效限定值及能效等级
- GB/T 32322.1—2015 滚动轴承 直线运动滚动支承成型导轨副 第1部分：1、2、3系列外形尺寸和公差
- GB/T 34891 滚动轴承 高碳铬轴承钢零件 热处理技术条件
- GB/T 38886
- JB/T 1460 滚动轴承 高碳铬不锈钢轴承零件 热处理技术条件
- JB/T 2850 滚动轴承 Gr4Mo4V高温轴承钢零件 热处理技术条件
- JB/T 6366 滚动轴承 中碳耐冲击轴承钢零件 热处理技术条件
- JB/T 7363 滚动轴承 低碳钢轴承零件 碳氮共渗热处理技术条件

3 术语和定义

GB/T 3944、GB/T 6930、GB/T 28612界定及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

硬磨削 Hard grinding

轴承套圈经淬火、回火后进行的磨削工序。

3.2

软磨削 Soft grinding

钢管制轴承套圈淬火前进行的磨削工序。

3.3

磨前件 Rings before grinding

硬磨削加工之前的轴承套圈半成品，一般指通过锻造、冷墩（碾）、热墩（碾）、机削加工（含软磨削）、热处理等工序加工后，硬磨削加工前的轴承套圈半成品。

4 总则

4.1 制造商

4.1.1 应按 GB/T 19001、GB/T 24001、GB/T 18001 管理体系要求的目标建立磨前件绿色制造工厂。

4.1.2 围绕生产洁净化、制造节能化、废物资源化等目标，兼顾环境、资源和效益等因素，在产品制造、包装和运输过程中，提高资源利用率、降低碳排放、减少环境负面影响的可持续、协调优化和优质的制造。

4.2 原材料

磨前件使用的原材料应符合但不限于下列标准要求：

- a) 碳素钢应符合 GB/T 699 或 GB/T 28417 的规定。
- b) 高碳铬轴承钢应符合 GB/T 18254 的规定。
- c) 高碳铬不锈钢轴承钢应符合 GB/T 3086 的规定。
- d) 渗碳轴承钢应符合 GB/T 3203 的规定。
- e) 高温轴承钢应符合 GB/T 38886 的规定。

4.3 技术文件

制造商应制定但不限于如下文件：工艺设计、制造工艺、原材料控制、检验检测、能耗控制、固体废物处理等技术文件，其技术文件编制应符合 JB/T 9165.1~4 的规定。

4.4 记录

在设计、加工及检验等环节，应依据文件要求，按照 GB/T 19001 及制造商制定的程序文件要求形成记录并归档。

5 工艺设计

5.1 工艺设计的方法和目标

磨前件工艺设计应面向全工艺流程，采用微机软件虚拟仿真、并行/协同设计、大数据分析/知识工程等方法，实现高质量、低能耗、高效率、废物资源化。工艺设计应使磨前件的技术参数达到产品图纸要求。

5.2 锻造模具工艺设计

a) 设计手段采用但不限于：

- 采用计算机辅助软件，开展模具结构设计及仿真优化，同时开展模具强度优化设计。
- 采用“潜在失效模式和后果分析（FMEA）”工具，开展模具可靠性分析验证。

b) 输入的信息有但不限于：

- 产品规范及标准
- 锻造工艺及装备结构
- 模具寿命及其它要求

c) 模具设计应开展重要技术属性指标论证，论证程序应符合 GB/T 19001 质量管理体系的规定。

5.3 锻造工艺设计

a) 锻造工艺设计手段有但不限于：

- 依据设计人员专业知识、相关标准规范以及类似产品的工艺资料，确定锻造工艺参数和流程。
- 运用金属塑性成形理论，通过数学模型和计算公式，对锻造过程中的应力、应变、金属流动等进行分析计算，以确定工艺参数。

— 采用有限元数值模拟软件，对锻造过程进行计算机模拟，获取金属流动、变形分布、应力应变状态等，从而实现工艺参数的优化设计。

b) 锻造工艺设计输入信息有但不限于：

- 锻件产品图纸。

- 锻造设备。
- 锻造模具。

5.4 切削加工工艺设计

a) 设计手段有但不限于：

- 依靠技术人员在切削加工专业知识，参考以往类似零件加工工艺和参数，进行切削加工设计。
- 依据机械加工手册、行业标准等资料，查找切削加工所需的参数和工艺方法，如切削速度、进给量、刀具选择等。
- 采用专业软件创建零件的三维模型，精确地设计零件的形状、尺寸和结构，然后通过软件的功能进行切削加工工艺，确定装夹方式、刀具路径等。

b) 输入信息有但不限于：

- 轴承产品服役工况。
- 切削件产品图纸。
- 切削设备或软磨设备。

5.5 热处理工艺设计

a) 热处理工艺设计的手段有但不限于：

- 根据设计人员专业知识，参考类似零件的热处理工艺，结合材料特性、服役工况等因素，确定热处理的加热温度、保温时间、冷却速度等工艺参数。
- 运用热处理相关的理论，通过计算材料的临界温度、组织转变动力学等，确定热处理的加热温度、保温时间、冷却速度等参数。
- 采用有限元模拟软件，对热处理过程中的温度场、应力场等进行模拟分析，预测热处理后的组织、性能和缺陷，优化加热温度、保温时间、冷却速度的工艺参数。

b) 热处理工艺设计输入的信息有但不限于：

- 产品图纸
- 热处理设备
- 工艺参数
- 热处理材料信息

6 工艺流程

6.1 模具制造工艺流程

锻造模具制造工艺流程包括下料、车铣加工、热处理、磨加工、表面处理等，见图 1 所示：



图 1 锻造模具制造工艺流程

6.2 锻造工艺流程

- a) 热锻（碾/挤）工艺流程主要包括材料检验、下料、加热、锻（碾/挤）成型、工序检验等，见图 2 所示。
- b) 冷锻（碾/挤）工艺流程主要包括材料检验、下料、锻（碾/挤）成型、工序检验，见图 3 所示。

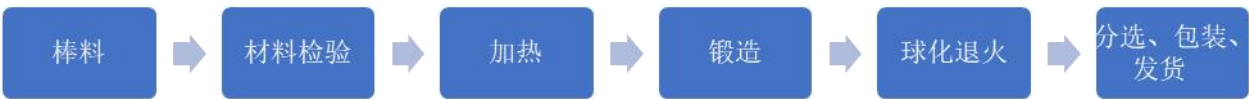


图 2 热锻（碾/挤）工艺流程



图 3 冷锻（碾/挤）工艺流程

6.3 切削加工工艺流程

套圈切削工艺流程，内外孔车、端面车、工序检验等，见图 4 所示。



图 4 切削加工工艺流程

6.4 热处理工艺流程

套圈机削件的热处理工艺流程主要包括加热、淬火、清洗、回火、工序检验，见图 5 所示。



图 5 热处理工艺流程图

7 质量控制

7.1 锻造模具制造质量控制

- a) 模具材料宜选用高性能模具钢。
- b) 模具表面处理应控制硬化层硬度及深度、硬度梯度和金相组织。

7.2 锻造工艺质量控制

- a) 热锻（碾/挤）工艺参数控制主要包括加热温度、始锻温度、终锻温度、高温段冷却速度等。
- b) 冷锻（碾/挤）工艺主要分为冷挤压和冷碾扩，控制的主要参数为下料比、套料比、挤压比或碾扩比。

7.3 机削加工质量控制

机削加工工序主要控制参数有进给量、进给速度和车削速度。

7.4 热处理质量控制

热处理工艺文件除符合 JB/T 1460、JB/T 2850、JB/T 6366 和 JB/T 7363 的规定外，还应重点关注下列工艺参数：

- 正火、退火、淬火、回火工序控制参数主要有加热温度、升温速度、保温时间和冷却速度。
- 产品质量控制参数主要有脱碳层深度、硬度、金相组织、变形量。

8 工艺装备

8.1 辅助设施及装备

- 8.1.1 电力变压器能效等级应达到 GB 20052 规定的 3 级或以上。
- 8.1.2 容积式空压机能效等级应达到 GB 19153 规定的 3 级或以上。
- 8.1.3 通风机能效等级应达到 GB 19761 规定的 3 级或以上。
- 8.1.4 三相异步电动机能效等级应达到 GB 18613 中规定的 3 级或以上。

8.1.5 清水泵能效等级应达到 GB 19762 中规定的 3 级或以上。

8.1.6 照明灯能效等级应达到 GB 30255 中规定的 3 级或以上。

8.2 锻造设备

8.2.1 锻造设备宜选用高速、连续热墩锻机、模锻压力机等高效设备。

8.2.2 坯料加热宜选用感应加热炉或天然气加热机组装备。

8.2.3 锻造工序能耗宜不超过 $550 \text{ kW} \cdot \text{h/T}$ 。

8.3 机削加工设备

8.3.1 车削加工应选用数控机床、自动组合机床且应配置自动上下料机构。

8.3.2 钢管车件外径宜采用无心磨削加工工艺；端面宜采用双端磨削工艺。

8.4 热处理设备

8.4.1 热处理工序应选用节能环保、余热再利用、自动控制的节能型设备。

8.4.2 套圈锻件的球化、再结晶、去应力等退火宜选用真空排气、氮气保护、余热再利用等自动控制设备，退火能耗宜不超过 $300 \text{ kW} \cdot \text{h/T}$ 。

8.4.3 套圈车件淬火宜选用真空热处理炉、气氛保护连续炉、多用炉、感应炉，回火宜选用真空炉、连续炉等先进节能设备，其中可控气氛热处理生产线能耗应不超过 $450 \text{ kW} \cdot \text{h/T}$ ，硝盐淬火生产线的能耗宜不超过 $550 \text{ kW} \cdot \text{h/T}$ 。

8.4.4 碳氮共渗宜选用真空炉、可控气氛连续炉、多用炉。

9 检验检测

9.1 原材料进货检验宜配置电火花发射光谱仪、金相显微镜等设备。

9.2 切削工序推荐采用尺寸测量仪、在线视觉识别的检验检测装置和表面缺陷测试仪。

9.3 锻造工序应采用外观缺陷检查仪（折叠、裂纹）。

10 固液废物处理

10.1 制造商环境管理应符合 GB/T 24001 和 GB 12348 的要求。

10.2 锻造加工、精加工过程产生的固液废物应根据材料属性，进行分类、回收和处理。