

ICS 国际标准分类号
CCS 中国标准文献分类号

ZJL

团 体 标 准

T/ZJL XXXX—XXXX
代替 T/ZJL XXXX—XXXX

风力发电机组偏航齿圈齿面感应淬火工艺 技术规范

Technical specification for induction hardening of yaw gear surface

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省机械工业联合会 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 材料与基本要求	1
5 技术要求	3
6 感应淬火与回火工艺过程及操作要求	5
7 质量要求与检验	7
8 质量验收	7
9 感应淬火验证评审文件要求	8
10 附表 A(感应淬火工艺验证申请表)	9
11 附表 B(感应淬火验证工艺参数记录表)	10
12 附表 C(感应淬火工艺评审表)	11

前 言

本文件按照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》给出的规则起草。

请注意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。

本文件由浙江省机械工业联合会提出并归口管理。

本文件主要起草单位：嘉兴荣硕机械有限公司。

本文件参与起草单位：杭州福尔玛实业有限公司 浙江福昂机械有限公司 嘉兴世迈机械股份有限公司

本文件主要起草人：王祖海 曹奇耀 唐建方 唐浩 陶海龙 董政兵 王凯丰 徐志标 钟豪卿 孙珍珍。

风力发电机组偏航齿圈齿面感应淬火工艺技术规范

1 范围

本标准规定了风力发电机组偏航齿圈齿面感应淬火工艺的总体要求、技术规范、试验方法和检验规则、质量证明书。

本标准适用于偏航齿圈齿面感应淬火工艺验证。

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 7232-2012 金属热处理工艺 术语
- GB/T 13324-2006 热处理设备术语
- GB/T 230.1-2018 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 4340.1-2009 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 4341.1-2014 金属材料 肖氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 18449.1-2009 金属材料 努氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 5617-2005 钢的感应淬火或火焰淬火后有效硬化层深度的测定
- GB/Z 18718-2002 热处理节能技术导则
- GB/T 10201-2008 热处理合理用电导则
- GB/T 17358-2009 热处理生产电耗计算和测定方法
- GB/T 30822-2014 热处理环境保护技术要求

3 术语和定义

GB/T 7232, GB/T 13324界定的下列术语和定义适用于本文件。

4 材料与基本要求

4.1 常用材料

风力发电机组偏航齿圈齿面感应淬火工件常用材料为表1中列出的各种牌号标准材料以及第4.2条列出的特殊材料。

表 1 风力发电机组偏航齿圈齿面感应淬火工件标准材料

类 别	牌 号
一般工程用开模钢锻件 EN 10250	42CrMo4, 34CrNiMo6

4.2 特殊材料

规定特殊材料的化学成分和机械性能必须符合EN 10250-1以及EN 10250-2、EN 10250-3、EN 10250-4中针对相关材料牌号质量给出的要求外，还应适用于第4.2条给出的增加，修改和补充要求。

4.2.1 特殊材料名称

命名规则：[XXX]-[YYY]

注释

[XXX]:定义为标准材料牌号，如42CrMo4;

[YYY]:定义为特殊材料代号，如475代表材料的屈服强度；LT代表低温冲击材料等；

4.3 待处理工件的基本要求

4.3.1 根据表2规定的项目记录待处理工件的状态，并予以保存。

4.3.2 根据表3规定的项目记录待处理工件的外观、尺寸精度。

表 2 待处理工件的状态

项 目	说 明
<p>(1) 待处理工件的各检验记录</p> <p>待处理工件材料必须提供一份EN 10204-3.1类的检验文件，检验内容符合EN-10250标准或本标准4.2要求，必须包含以下记录：</p> <p>钢件原材料</p> <p>锻造比</p> <p>热处理工艺</p> <p>化学成分</p> <p>非金属夹杂</p> <p>机械性能</p> <p>晶粒度检测</p> <p>尺寸及目视检测</p> <p>硬度检测</p> <p>无损检测 (NDT)</p>	<p>待处理工件必须按工艺流程提供待处理工序之前所有工序的过程检验的合格记录。</p>
<p>(2) 待处理工件的制造方法</p>	

铸造	
锻造	
冲压	
轧制	
机械加工	
(3) 待处理工件的预处理及工艺 调质	

表 3 待处理工件的外观、尺寸精度

(1) 处理部位的外观	有无裂纹、伤痕、锈斑、黑皮、毛刺及油污
(2) 齿轮的精度	齿轮精度等级（必须包括齿廓、齿向参数）
(3) 处理部位的表面粗糙度	
(4) 处理部位的锐边处理	
(5) 处理部位的表面清理方法	擦洗
齿轮精度根据ISO 1328-1：2013标准确认	

4.4 待处理工件的交接验收

待处理工件在交接时应按照4.1、4.2和4.3要求的项目进行确认，必要时对重点项目进行复检。

5 技术要求

5.1 感应淬火与回火设备

感应淬火与回火设备必须符合GB/T 34882标准以及5.2感应淬火与回火设备增加要求。

5.2 感应淬火与回火设备增加要求

5.2.1 感应加热电源

感应加热电源采用晶闸管式，增加控制要求应满足表4所示的精度要求。

表 4 感应加热电源增加控制精度

电 流	±1.5 %
频 率	±2 %

5.3 感应淬火机械装置

感应淬火机械为移动式淬火机械，感应淬火机械装置的精度须保持或调整至表8规定的精度。

表 5 感应淬火机械装置的精度

检验项目	精 度
齿形定位	$\leq 0.3 \text{ mm}$
转台径向跳动	$\leq 0.1 \text{ mm}$
转台端面跳动	$\leq 0.2 \text{ mm}$
X轴重复定位	$\leq 0.03 \text{ mm}$
Z轴与转台垂直	$\leq 0.03/1000 \text{ mm}$

5.4 淬火冷却设备

淬火介质采用水溶性淬火剂，淬火冷却槽应有足够的容积，并应配备适当的淬火介质循环装置及温度调节装置。喷液淬火冷却时冷却介质和流量应能够调整，并应满足表9所示的控制要求。

表 6 淬火介质的控制要求

检验项目	精 度
温 度	$20 \sim 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$
浓 度	$9 \sim 11 \%$
流 量	$\pm 2.5 \%$
压 力	$\pm 10 \%$

5.5 设备维护与管理

设备维护应遵守操作规程和维修保养制度，并保存相关记录，保证设备满足5.1~5.4的精度和使用性能，其管理应符合GB/T 32541中关于感应热处理设备中的相关要求。

5.6 能源消耗与环境保护要求

感应淬火过程的能源消耗应符合GB/Z 18718、GB/T 10201、GB/T 17358的有关规定。

环境保护技术要求应符合GB/T 30822规定。

6 感应淬火与回火工艺过程及操作要求

6.1 待处理工件

按4.3的要求对待处理工件的材料、状态、尺寸和外观进行检查和确认。待处理工件的表面不应有影响感应加热淬火与回火的氧化皮、毛刺、油污，必要时进行去氧化皮、去毛刺和洗净处理。

6.2 感应淬火与回火设备

6.2.1 检查和确认感应电源处于通电状态，无异常报警，冷却水流通正常，处于加热待机状态。

6.2.2 按5.4要求检查、设定淬火介质控制要求。确认各部分冷却水流动正常无泄漏；用操作系统手动打开冷却介质确认淬火液流量。

6.2.3 检查控制和操作系统通电状态，无异常报警。

6.2.4 在手动模式下检查设备各部分运转机构的动作。

6.2.5 根据制定的热处理工艺，通过设备的控制和操作系统界面，预先设置对应于待处理工件的程序，包括淬火加热和回火加热输出功率或输出电压、电流值、淬火和回火加热时间、位置或移动参数，淬火冷却时间、回火冷却时间、各动作步骤等必要的参数和步骤。

6.3 感应器和冷却器

6.3.1 选取专用的感应器和冷却器，进行安装。

6.3.2 检查确认感应器的变形、破损以及导磁体的状态是否满足加工要求。

6.3.3 检查感应器与输出变压器间的连接状态，确认接触良好。

6.3.4 检查和清理冷却器出水口，保证畅通。

6.3.5 安装冷却器后，在手动模式下调整和确认淬火液流量和压力。

6.4 工件的装夹

6.4.1 先用合适待处理工件的装夹夹具进行安装。

6.4.2 检查装夹夹具（包括防变形加压夹具）的状态，并确认动作正常。

6.4.3 装夹时应严格保持工件与感应器的相对位置正确，特别是应当注意偏心和倾斜，以保证加热与冷却的相对均匀，且避免因为工件的局部加热引起的膨胀、畸变导致感应器与工件间的接触放电等故障。

感应器断电模下调用加工程序，用塞尺检查待处理工件4等分处齿形与感应器之间的间隙，齿面偏差 $\leq 0.2\text{mm}$ ，齿根偏差 $\leq 0.3\text{mm}$ 。

6.5 感应淬火加热与冷却

6.5.1 选取对应待处理工件的程序，根据制定的热处理工艺，确认程序中的各参数（加热输出功率或电流、电压、加热时间、淬火冷却时间等）和动作步骤设置是否正确。

6.5.2 根据制定的热处理工艺设定和确认加热输出功率或电压、电流、淬火液流量、移动速度等参数的监视值范围。

6.5.3 在满足“全复位状态”和“电源准备完成”的状态下，按下“开始”按钮或开关进行多循环处理。

6.5.4 为控制工件畸变必要时也采用隔齿循环淬火，以便于待处理工件均匀受热。

6.5.5 感应淬火过程，材料必须加热至高于奥氏体化温度淬火。

6.5.6 感应淬火温度不能高于 1000°C 。

6.6 回火加热与冷却

6.6.1 为避免发生开裂、畸变和其他缺陷工件淬火后应及时回火，淬火结果至回火开始时间小于9小时。

6.6.2 根据制定的热处理工艺设置回火加热温度、保温时间后进行回火处理。

6.7 过程记录要求

按规定和工艺要求对处理工艺进行记录，并妥善保管。过程记录符合表7的控制要求。

表 7 过程记录控制要求

序号	项目	控制值	控制方法	控制时机
1	淬火介质	水溶性淬火液	目视	添加淬火液时
2	淬火液浓度	9 ~ 11 %	淬火液浓度检测仪	感应淬火前
3	淬火液温度	20 ~ 35 $^{\circ}\text{C}$	温度表	感应淬火前
4	齿圈齿顶圆跳动	$\leq 0.1\text{mm}$	在线检测	感应淬火前
5	感应器间隙偏差	齿面 $\leq 0.2\text{mm}$ ，齿根 $\leq 0.3\text{mm}$	塞尺	感应淬火前
6	淬火介质压力偏差	$\pm 10\%$	目视（压力表）	感应淬火前
7	淬火介质流量偏差	$\pm 2.5\%$	目视（流量计）	感应淬火前
8	感应器	编号	目视（感应器编号）	感应淬火前

9	感应淬火速度偏差	0	目视（数控屏）	感应淬火过程
10	感应线圈电流偏差	±1.5%	目视（电流表）	感应淬火过程
11	感应线圈频率偏差	±2 %	目视（频率表）	感应淬火过程
12	感应线圈电压偏差	±2 %	目视（电压表）	感应淬火过程
13	淬火至回火时间间隔	≤ 9小时	记录间隔时间	淬火结束、回火开始

7 质量要求与检验

7.1 外观

已处理工件表面不应出现因感应淬火引起的微裂纹、熔融、烧伤及影响使用的划痕、磕碰等缺陷。外观检验采用目测，根据MT-EN10228-质量等级4验收。

7.2 齿面硬度偏差

齿面硬度偏差可根据GB/T 230.1、ISO 6508-1的规定的硬度计进行测试，控制值偏差范围≤6 HRC。

7.3 硬化层深度偏差

7.3.1 坏破件硬化层深度测试按照GB/T 5617、ISO 3754或者委托受托双方规定执行，控制值偏差范围≤2mm。

7.3.2 产品硬化层深度采用NDT方法检测，控制值偏差范围≤2mm。

7.4 感应淬火区域的金相组织

7.4.1 金相组织检测只适用于坏破件。

7.4.2 金相组织-晶粒大小按照ISO 643规定的检测方法执行，晶粒大小≥5。

7.4.3 金相组织-组织结构按照GB/T 13298规定的检测方法执行，组织结构为细针状马氏体，≤10%非马氏体组织，不允许有游离铁氧体。

8 质量验收

验收时对于已处理工件的外观、表面硬度、硬化层深度、金相组织、尺寸精度检查应满足第6章、第7章的规定。

9 感应淬火验证评审文件要求

9.1 附表 A 感应淬火工艺验证申请表

T/ZJL XXXXX—XXXX

9.2 附表 B 感应淬火验证工艺参数记录表

9.3 附表 C 感应淬火工艺评审表

附表A 感应淬火工艺验证申请表

申请信息						
申请人				部 门		
申请原因	<input type="checkbox"/> 产品首 件	<input type="checkbox"/> 人员认 证	<input type="checkbox"/> 设备变更	<input type="checkbox"/> 工艺变 更	<input type="checkbox"/> 测量变 量	<input type="checkbox"/> 材料变 更
产品信息						
产品名称			产品图号			版本号
淬火方式	<input type="checkbox"/> 齿根淬	<input type="checkbox"/> 包齿淬	齿面硬度		淬硬层深	
验证小组成员						
验证小组组长		车间主管	操作人员	检验人员	工程设备	资料管理
验证前确认信息						
序号	确认信息	姓名/名称	编 号	是否符合要求	负责人签字	日期
1	操作人员					
2	验证设备					
3	验证材料					
关键工序质量监控点结节时间						
工序	工序名称			开始时间	完成时间	
1	齿铣					
2	去毛刺					
3	感应淬火验证					
3	回火					
4	第三方检测					
评审委员会						
建 议	<input type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意 其他建议:					
会 签						

附表B 感应淬火验证工艺参数记录表

感应器信息								
感应器名称		感应器间隙	左侧	齿根	右侧			
感应器编号								
Z轴设“0”点：齿下端平面与感应下端平面对齐时设Z轴为“0”点。								
			感应器运动轨迹					
			动作	Z轴/F进给	说明			
			M10					
			M20					
			M30					
			M40					
			M50					
			M60					
			额外感应器运动轨迹说明					
			动作	Z轴/F进给	说明			
注：工艺评审表请提供程序照片。								
感应淬火过程参数								
淬火液浓度	淬火液温度	淬火液压力	淬火液流量	感应器电流	感应器频率	感应器电压		
回火过程参数								
淬火结束时间		回火开始时间		回火温度/时间				

附表C 感应淬火工艺评审表

验证项目	
验证结果	验证小组负责人签名/日期:
验证小组成员会签	
生产部意见	负责人签名/日期:
技术部意见	负责人签名/日期:
质量部意见	负责人签名/日期:
设备部意见	负责人签名/日期:
验证委员会结论	会签/日期: