

ICS 27.180
CCS F 11

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10993—2022

风力发电机组 焊接机架

Welded frame of wind turbines

2022-11-04 发布

2023-05-04 实施

国家能源局 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 2

4 设计 2

5 材料 3

6 制造 3

7 检验规则 6

8 出厂资料 6

9 标识、包装、运输及贮存 6



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》的规定起草。

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。

本文件由国家能源局提出。

本文件由能源行业风电标准化技术委员会风电机械设备分技术委员会（NEA/TC 1/SC 5）归口。

本文件起草单位：国电联合动力技术有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、中车山东风电有限公司、哈电风能有限公司、西门子歌美飒可再生能源科技（中国）有限公司、浙江运达风电股份有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、中国船舶重工集团海装风电股份有限公司、远景能源有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、南通虹波机械有限公司、湘潭永达机械制造有限公司、内蒙古华电新能源分公司、浙江大学。

本文件主要起草人：刘海涛、孙文庭、宋培龙、李英昌、桑鹏飞、阳雪兵、李跃、孙伟平、王海光、潘峰、朱宏栋、白斌、邢建、刘晓飞、唐曙光、卢茂茂、邱麟。

本文件为首次发布。

风力发电机组 焊接机架

1 范围

本文件规定了风力发电机组焊接机架的设计、材料、制造、检验规则、出厂资料、标识、包装、运输、贮存。

本文件适用于水平轴风力发电机组焊接机架，其他种类的风力发电机组机架或底座可参照执行。

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 3 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角
- GB/T 197 普通螺纹 公差
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 706 热轧型钢
- GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 713 锅炉和压力容器用钢板
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 1031 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值
- GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1591—2018 低合金高强度结构钢
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 1958 产品几何技术规范（GPS） 几何公差 检测与验证
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
- GB/T 3375 焊接术语
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
- GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝—焊剂组合分类要求
- GB/T 5313 厚度方向性能钢板
- GB/T 8110 熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 9793 热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金
- GB/T 12467.3 金属材料熔焊质量要求 第3部分：一般质量要求
- GB/T 12470 埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝—焊剂组合分类要求

NB/T 10993—2022

GB/T 13306 标牌
GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
GB/T 14977 热轧钢板表面质量的一般要求
GB/T 18253 钢及钢产品 检验文件的类型
GB/T 18451.1—2022 风力发电机组 设计要求
GB 50017 钢结构设计标准
GB 50661 钢结构焊接规范
NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测
NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
NB/T 47014 承压设备用焊接工艺评定
NB/T 47015 压力容器焊接规程
NB/T 47018（所有部分）承压设备用焊接材料订货技术条件
ISO 12944-5 色漆和清漆-防护漆体系对钢结构的防腐蚀保护 第5部分：防护漆体系

3 术语和定义

GB/T 3375 确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

焊接机架 welded frame

风力发电机组中，用于支撑传动链、偏航系统、发电机及其他机舱附件的焊接式钢结构。

3.2

焊接机架制造商 welded frame manufacturer

为风力发电机组提供焊接机架的法人实体，负责焊接机架的制造。

3.3

附件 accessory

通过螺栓或其他方式固定于焊接机架上的平台等零部件。

4 设计

4.1 设计原则

4.1.1 焊接机架应在全部设计载荷情况下，稳定、安全地支撑安装其上的所有部件。

4.1.2 焊接机架应具有足够的强度，承受作用在风轮和机舱上的静载荷和动载荷，满足风力发电机组的设计寿命。

4.1.3 应根据安全等级确定载荷局部安全系数和材料局部安全系数。

4.1.4 应满足机舱可达性的要求和关键部件（如齿轮箱、发电机、偏航驱动）维护空间的要求。

4.2 设计条件

应给出下列设计条件：

- 设计载荷；
- 使用寿命。

4.3 设计要求

4.3.1 焊接机架静强度分析应符合 GB/T 18451.1—2022 中 7.6.2 的规定。

- 4.3.2 焊接机架疲劳分析应符合 GB/T 18451.1—2022 中 7.6.3 的规定。
- 4.3.3 焊接机架与其上所安装部件的安装接口设计，应满足所安装部件的装配及可维护性要求。
- 4.3.4 焊接机架附件的设计和安装应满足作业人员能够安全进入机舱并进行安装和维护的要求。
- 4.3.5 悬臂梁结构的焊接机架，其挠度须满足 GB 50017 规定的受弯构件挠度容许值要求，不大于 1/400。

5 材料

5.1 钢板、型钢

- 5.1.1 焊接机架所用钢板及型钢的选用，应考虑焊接机架强度、工作环境、制造工艺及经济性，可根据 GB/T 700、GB/T 706、GB/T 713、GB/T 1591—2018、GB/T 3277 选用，性能指标应符合设计文件要求。
- 5.1.2 焊接机架所用钢板，常温型机组推荐 GB/T 1591—2018 中的 Q355D 牌号，低温型机组推荐 GB/T 1591—2018 中的 Q355NE 牌号，且宜采用一级探伤板，超声波探伤质量应达到 NB/T 47013.3 中质量分级 I 级的要求，重要对接法兰处宜采用 Q355D、Q355NE-Z25 钢板，满足 GB/T 5313 要求。
- 5.1.3 焊接机架所用钢板的尺寸、外形及允许的偏差应符合 GB/T 709 规定，钢板板厚公差应不低于 B 类，表面质量应符合 GB/T 14977 规定，且不允许存在裂纹、气泡、结疤、折叠及夹杂等对使用有害的缺陷。
- 5.1.4 钢板的订货内容、技术要求、试验方法、包装、质量证明书等，应符合 GB/T 3274 规定，且应具有符合 GB/T 18253 的检验证书。每块钢板上应标识有（不限于）：炉批号、件号、材质和质量等级等。
- 5.1.5 焊接机架制造商应对入厂的钢板进行复验，除复验其力学性能外（拉伸试验、冲击试验、弯曲试验检测分别按 GB/T 228.1、GB/T 229、GB/T 232 执行），按照各型号每批次钢板到货总数量的 10% 进行超声波检测，如钢板数量低于 10 块，则至少抽检一整块钢板进行 100% 超声波检测，如有一张钢板不合格，则必须对此次到货的所有钢板进行复验。

5.2 焊接材料

- 5.2.1 焊接材料（包括焊条、焊丝、焊剂）的选用等级应与母材的强度等级匹配，并符合 GB/T 5117、GB/T 5118、GB/T 5293、GB/T 8110、GB/T 12470、NB/T 47018 要求。
- 5.2.2 所有焊接材料和熔敷金属（如焊条、焊丝）的质量应进行检验，满足 GB/T 8110 中化学成分及力学性能要求。质量要求取决于焊接母材，焊缝和热影响区的性能不低于母材性能，同时焊接材料的 -20℃ 或 -40℃ 冲击吸收能量须按对应标准执行。
- 5.2.3 选用的全部焊接材料应具有质量合格证、材料数据表、力学性能报告等。

6 制造

6.1 下料

钢板及型钢应采用数控切割机下料，切割后表面不得有裂纹、分层等缺陷。

6.2 焊接

6.2.1 焊接工艺评定

6.2.1.1 焊接工艺规程

- 6.2.1.1.1 焊接机架制造商应根据设计图纸和技术规范要求，按照 NB/T 47014 和 NB/T 47015，编制焊接工艺规程。

6.2.1.1.2 焊接机架制造商应根据 NB/T 47014 要求：焊接试板制作、焊接、无损检测、力学性能测试，最终形成焊接工艺评定报告。焊接工艺评定应能覆盖焊接机架的所有板厚和位置。

6.2.1.2 评定要求

6.2.1.2.1 对接接头焊接工艺评定应根据 NB/T 47014，进行以下评定：

- 外观检查（外观检查不得有裂纹）；
- 无损检测；
- 表面裂纹检测；
- 拉伸试验；
- 弯曲试验；
- 低温冲击试验（焊缝、热影响区）：试验温度应不高于钢材规定的冲击试验温度；
- 硬度。

6.2.1.2.2 T 型接头焊接工艺评定应根据 NB/T 47014、NB/T 47015，进行以下评定：

- 外观检查（外观检查不得有裂纹）；
- 金相检验（宏观）；
- 硬度。

6.2.2 焊接规定

6.2.2.1 施焊范围不得超出焊接工艺评定的覆盖范围。

6.2.2.2 焊接作业一般应在室内进行，焊接环境温度不低于 5℃，相对湿度不超过 80%。焊件温度低于 0℃时，应对施焊处 100 mm 范围内进行预热，不同厚度的钢板，预热温度根据焊接工艺评定确定。

6.2.2.3 焊缝的预留、尺寸要求应符合 GB 50661 的规定，应力强度等级应符合 GB 50017 的要求。

6.2.2.4 不得在焊缝间隙内塞入或垫入金属材料。

6.2.2.5 焊接作业质量应按照 GB/T 12467.3 执行。

6.2.3 焊接坡口

6.2.3.1 焊接坡口型式和尺寸，应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2 要求。

6.2.3.2 焊接坡口宜采用机械加工方式实现。

6.2.3.3 焊接坡口及其内外侧表面大于等于 20 mm 范围内的污垢、毛刺等应清除，且不得有裂纹、夹层等缺陷。

6.2.4 焊接人员资格

焊接人员应取得国家授权的相关部门颁发的资格证书，且焊接作业内容应与本人考试合格的项目相符。

6.2.5 焊接返修

对需进行返修的焊缝，应按评定合格的焊接返修工艺进行返修，返修次数仅允许一次，返修长度不大于 100 mm，返修后须按原焊缝检测要求进行检测。返修部位、长度和深度应记录在产品质量证明书中。

6.3 焊缝无损检测

6.3.1 无损检测应在焊接机架焊接完成至少 24 h 后。

6.3.2 所有熔透焊缝均应进行 100% 超声波探伤，检测等级按照 NB/T 47013.3 中 B 级执行，质量分级 II 级进行验收，同时对外表面进行 100% 磁粉探伤，按照 NB/T 47013.4 执行，并以质量分级 II 级进行验收。

6.3.3 除熔透焊缝以外的其他焊缝，表面应进行 100%磁粉探伤，按照 NB/T 47013.4 执行，并以质量分级 II 级进行验收。

6.3.4 整体要求热处理的焊接机架，应在其热处理完成 24 h 后再次无损检测。

6.3.5 无损检测人员应按国家法律法规进行资格鉴定与认证，由 II 级资质以上的无损检测人员判定检测结果并出具完整的无损检测报告。

6.4 热处理

6.4.1 焊接机架焊后应整体进行消除应力退火处理，不允许以振动时效处理代替去应力退火热处理，防止焊缝产生应力腐蚀与机加工后变形。

6.4.2 退火热处理工艺，应按图纸或技术规范要求，或供需双方协商。

6.5 机加工

6.5.1 图纸上标明的定位平面须以精加工实现，机加工面禁止打磨。

6.5.2 如非工艺必要，不得对焊缝进行机械加工处理。

6.5.3 按照图纸或技术规范进行几何尺寸检验，几何公差如位置度、平面度等应按 GB/T 1958 执行，表面粗糙度应按 GB/T 1031 执行，未注线性尺寸及角度公差应满足 GB/T 1804 中公差等级“中等 m”要求，未注形状和位置公差应满足 GB/T 1184 中公差等级“K”要求。实际加工尺寸和形位公差须注明在尺寸检测报告中。

6.5.4 按照 GB/T 3 的要求，所有内螺纹应带有足够的螺纹收尾。螺纹公差应达到 GB/T 197 所规定的 6H 要求。

6.5.5 机加工后应进行焊接机架的称重，整体质量较图纸质量偏差宜控制在 3% 以内。

6.6 防腐

6.6.1 喷砂处理要求

6.6.1.1 焊接机架宜采用喷砂处理，喷砂前清除机架表面的各种残留物及污垢。

6.6.1.2 在喷砂前所有的机加工应全部完成，焊渣须清理干净。

6.6.1.3 焊接机架表面喷砂处理应按照 GB/T 8923.1，除锈等级不低于 Sa2.5 级，热喷锌区域须达到 Sa3 级，表面粗糙度应达到 $Rz40\ \mu m \sim Rz75\ \mu m$ 。

6.6.1.4 喷砂处理后应尽快进行涂装施工，间隔时间不应超过 4 h。

6.6.2 涂装要求

6.6.2.1 涂装施工应在室内进行，环境温度范围应控制在 $5\ ^\circ C \sim 40\ ^\circ C$ ，相对湿度不超过 80%，符合 ISO 12944-5 规定。

6.6.2.2 焊接机架局部热喷锌应按 GB/T 9793 的规定，锌层厚度一般宜为 $75\ \mu m \sim 100\ \mu m$ 。

6.6.2.3 底漆、中间漆及面漆的种类和相应厚度应按照图纸和技术规范执行。

6.6.2.4 涂层干膜厚度要求：针对内陆气候条件下的环境，不应低于 ISO 12944-5 中的 C3 要求；针对沿海湿热、含盐分气候条件下的环境，不应低于 ISO 12944-5 中的 C5-M 要求。

6.6.2.5 涂层表面要求均匀、平整，色泽一致，不允许有针孔、鼓包、挂流、裂纹及其他影响涂层质量的缺陷。

6.6.3 涂装检验

漆膜厚度测量应符合 GB/T 13452.2 要求，漆膜附着力：漆膜附着力大于等于 5 MPa，检测依据 GB/T

5210 执行；热喷锌附着力：热喷锌附着力大于等于 5 MPa，检测依据 GB/T 9793 执行。涂层外观应平整光亮，无针孔、气泡、挂流、裂纹、漆雾等缺陷。

7 检验规则

7.1 检验类别

产品检验为出厂检验，产品须经焊接机架制造商检验合格及需方认可后方可出厂。

7.2 出厂检验

出厂检验项目及要求见表 1。

表 1 出厂检验项目及要求

检验项目	检验要求	备注
超声波检测	○	
磁粉检测	○	
外观质量	○	
几何尺寸	○	
涂层厚度	○	
涂层附着力	○	
机架质量	△10，抽检不合格则对全部在厂产品进行称重检查	或按供需双方协商检验
注：标有“○”为每台检测，标有“△10”为抽检比例 10%。		

8 出厂资料

焊接机架出厂时应提供下列资料（不限于）：

- 产品合格证；
- 原材料出厂质量证明书；
- 退火去应力温度曲线记录；
- 原材料无损检测抽检报告；
- 焊接工艺评定（首台提供）；
- 焊接机架无损检测报告；
- 焊接机架几何尺寸检验报告；
- 焊接机架涂装质量检测报告。

9 标识、包装、运输及贮存

9.1 标识

- 9.1.1 每台焊接机架应有可追溯性标识以便追踪。
- 9.1.2 每台焊接机架应有显而易见的吊点位置标识。
- 9.1.3 标牌应符合 GB/T 13306 要求，包含以下内容，并固定于焊接机架上显而易见的区域（不限于）：
 - 生产商；
 - 生产日期；

- 产品型号;
- 出厂编号;
- 质量。

9.2 包装与运输

- 9.2.1 包装与运输工作必须在焊接机架完成防腐涂装,且出厂检验合格后进行。
- 9.2.2 焊接机架应按照 GB/T 13384 进行包装,如需方另有要求,需按订货协议或合同规定的要求执行。
- 9.2.3 焊接机架装卸应小心平稳,不允许用钢丝绳直接起吊,防止损坏防腐层。
- 9.2.4 运输包装应保证在正常的储运、装卸条件下,保证焊接机架自制造厂发货之日起,至少半年内(出口产品至少一年)不因包装不善而产生锈蚀、长霉、变形。
- 9.2.5 将包装好的焊接机架放置在运输车辆上,应固定牢固,并采用必要的防震防撞措施,避免在运输过程中受到损伤。
- 9.2.6 运输过程中,应保证包装物的完好无损。

9.3 贮存

焊接机架成品应贮存在通风、干燥的厂房内。



中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
风力发电机组 焊接机架
NB/T 10993—2022

*

中国电力出版社出版、印刷、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

*

2023年7月第一版 2023年7月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 22千字

*

统一书号 155198·4756 定价 **20.00**元

版 权 专 有 侵 权 必 究
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信

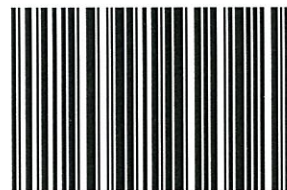


中国电力百科网网址



电力标准信息微信

为您提供最及时、最准确、最权威的电力标准信息



155198.4756