

酒钢集团酒泉天成风电设备有限责任公司
风力发电机组基础锚栓
采购技术规范

编制：寇建昌

日期：14/3-2025

审核：魏永辉

日期：2025.3.14

批准：王辉行

日期：2025年3月15日

目 录

- 1、概述
- 2、引用文件
- 3、术语
 - 1、同批次
 - 2、同产品
 - 3、同方案
- 4、运行环境
- 5、使用寿命
- 6、载荷
- 7、技术参数
 - 7.1 技术要求
 - 7.2 外观尺寸要求
 - 7.3 锚栓力学性能
 - 7.4 低温冲击性能
 - 7.5 应力松弛性能
 - 7.6 连接副疲劳性能
 - 7.7 锚栓螺纹脱碳层深度要求
 - 7.8 张拉性能
 - 7.9 螺母机械性能
 - 7.10 垫圈机械性能
 - 7.11 无损检测
 - 7.12 防腐处理
- 8、实验及检测
 - 8.1 总体要求
 - 8.2 实验及检验项目
- 9、交付物
 - 9.1 物品清单
 - 9.2 文件清单
- 10、标记、包装、运输及贮存
 - 10.1 标记和包装
 - 10.2 运输和贮存
- 11、可溯性要求

1、概述

内容要点:

a) 适用范围

本规范适用于酒钢集团酒泉天成风电设备有限责任公司采购的上海电气机型风力发电机组的基础锚栓组件,包括技术参数、试验及检验、包装、运输和贮存等技术要求。

无论锚栓组件是否由酒泉天成公司供货,其采购、检验以及验收均不得低于本规范文件的相关要求。

b) 功能概述

基础锚栓组件是风机与基础的重要连接部分。

2、引用文件

基础锚栓组件设计应满足但不限于下列规范和标准。下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。

GB/T 97.2	平垫圈倒角型 A 级
GB/T 196	普通螺纹基本尺寸
GB/T 197	普通螺纹公差
GB/T 222	钢的成品化学成分允许偏差
GB/T 224	钢的脱碳层深度测定方法
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 230.1	金属材料洛氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法
GB/T 699	优质碳素结构钢
GB/T 709	热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 1230	钢结构用高强度垫圈
GB/T 1231	钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件
GB/T 1591	低合金高强度结构钢
GB/T 3077	合金结构钢
GB/T 3098.1	紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
GB/T 3098.2	紧固件机械性能 螺母
GB/T 3103.1	紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母
GB/T 5779.1	紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 一般要求
GB/T 5779.2	紧固件表面缺陷 螺母 GB/T 6170 I 型六角螺母
GB/T 10120	金属材料 拉伸应力松弛试验方法
GB/T 10125	人造气氛腐蚀实验 盐雾实验
GB/T 16823.1	螺纹紧固件应力截面积和承载面积
JG/T 430	无粘结预应力筋用防腐润滑脂

- NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4 部分：磁粉检测
- EN 10025-2 热轧结构钢制品 第 2 部分非合金结构钢的供货技术条件
- EN 10025-3 热轧结构钢制品 第 3 部分正火/正火轧制可焊接细晶粒结构钢的交货技术条件
- EN 10083-2 淬火钢和回火钢 第 2 部分非合金钢的供货技术条件
- EN 10083-3 淬火钢和回火钢 第 3 部分合金钢的供货技术条件
- ISO 2063 热喷镀.金属涂层和其他无机覆层.锌、铝及其合金
- ISO 11666 焊缝无损检测 超声波检测 验收等级
- ASTMA 193 高温用合金钢和不锈钢螺栓材料

3、术语

3.1 同批次

“同批次”指锚栓原料为同批生产、并且热处理为同批加工，锚板原材料为同批采购、同批加工。

3.2 同产品

“同产品”指同一厂家、某一具体规格的锚栓产品。

3.3 同方案

“同方案”指锚栓特定性能指标的某一具体处理方案。

4、运行环境

本规范所描述的锚栓组件适用于工作温度-40℃~+50℃,相对湿度≤95%RH 的地区。

5、使用寿命

根据项目要求。

6、载荷

根据项目要求。

7、技术参数

7.1 技术要求

基础锚栓组件所使用的材料可以按照表 1 进行选取。

如果制造商选用其他材料，必须事先得到业主的书面认可。

所有原材料必须提供完整的出厂检测报告(必须包含超声波检测的标准、级别、结论等信息)，及产品合格质量证明书，质量证明书应为原件或者加盖供应单位检验公章的有效复印件。

对于锚栓所使用的原材料，在入厂以后基础锚栓组件的供应商必须按照不低于 4%的比例进行超声波复检。

表 1 锚栓组件材料

7.2 外观要求

类别	材料	标准号
锚栓	35CrMo、42CrMo	GB/T 3077
	35CrMo4、42CrMo4	EN 10083-3
	B7	ASTMA 193
螺母	35CrMo、42CrMo	GB/T 3077
	45、35	GB/T 699
	C45E、C35E	EN 10083-2
垫圈	45、35	GB/T 699
	C45E、C35E	EN 10083-2
锚板	Q355B、Q355C、Q355D、 Q355E	GB/T 1591
	S355JR、S355J0、S355J2、 S355NL	EN 10025-2 EN 10025-3

观尺寸

锚栓光杆部分表面不得有裂纹、结疤、折叠及夹杂。螺纹部分表面，国内项目必须满足 GB/T 5779.1 的要求，国外项目必须满足 ISO 6157-1 的要求。螺母的表面质量，国内项目必须满足 GB/T 5779.2 的要求，国外项目必须满足 ISO 6157-2 的要求。垫圈表面不允许有裂纹、毛刺、锈蚀等影响使用的缺陷。

锚栓及螺母的螺纹基本尺寸和公差，国内项目必须按照 GB/T 196 要求执行，国外项目必须按照 ISO724 要求执行。螺纹公差配合，国内项目必须按照 GB/T 197 执行，国外项目必须按照 ISO 965 执行。

螺纹牙侧表面粗糙度不得超过 Ra3.2，其余位置处螺纹表面粗糙度不得超过 Ra6.3。

锚栓光杆直径、锚栓长度等尺寸按照图纸要求执行，锚栓直线度不得超过 2mm/m，整体弯曲度不得超过 1‰。

螺母外形尺寸及公差，国内项目必须按照 GB/T 6170 执行，国外项目必须按照 ISO 4032 执行。

对于 12mm≤公称直径≤30mm，垫圈的尺寸及公差，国内项目按照 GB/T 1230 执行，国外项目按照 ISO 7416 执行。

对于公称直径>30mm，垫圈的尺寸及公差按照图 1 和表 2 执行。

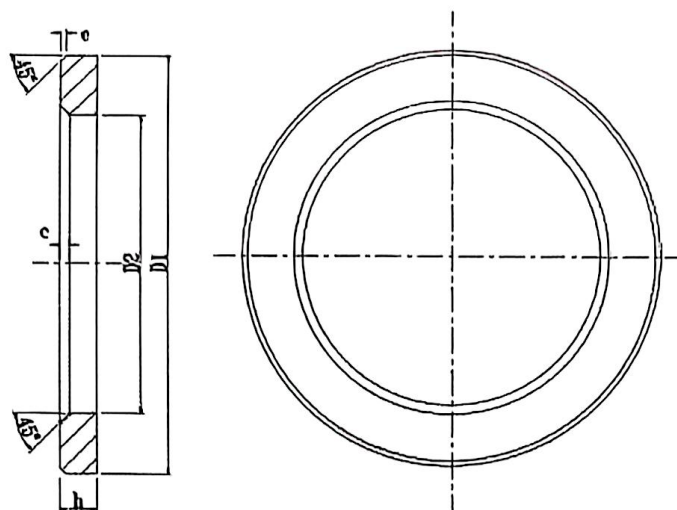


图1 垫圈尺寸

表2 垫圈的尺寸及公差

Table2 Dimensions and Tolerances of Washers

规格 Specifications 尺寸 Size		36	39	42	48	56	64
D1	Min	64.8	70.8	76.8	90.6	103.6	113.6
	Max=Nom.	66	72	78	92	105	115
D2	Min=Nom.	37	40.4	43.4	49.4	58	66
	Max	37.62	41.02	44.02	50.02	58.74	66.74
h	Nom.	6	6	8	8	10	10
	Min	5.4	5.4	6.8	6.8	8.8	8.8
	Max	6.6	6.6	9.2	9.2	11.2	11.2
c	Min	3	3	3	3.5	3.5	4.5
	Max	3.5	3.5	3.5	4	4	4
e	Min	1.25	1.25	1.5	1.5	1.5	1.5
	Max	2.5	2.5	3	3	3	3

7.3 锚栓力学性能

热处理之后锚栓的力学性能需要满足表 3 的要求。

表3 锚栓力学性能

性能等级 Performance level	最小抗拉强度 Minimum tensile strength /MPa	规定塑性延伸强度 Specified plastic extension strength/MPa	断后伸长率 Elongation after fracture/ %	断后收缩率 Post-fracture shrinkage/ %	维氏硬度 Vickers hardness /HV
8.8	≥ 830	≥ 660	≥ 14	≥ 54	250~320
10.9	≥ 1040	≥ 940	≥ 10	≥ 50	320~380

锚栓的取样采用螺纹部分预留方式，取样位置距离锚栓端面的尺寸不得小于锚栓的公称直径。M39 及以下规格的锚栓采用中心取样；M39 以上规格的锚栓采用偏心取样，取样中心位置在锚栓直径的四分之一处，按照锚栓公称直径的八分之三加工试件直径，式样其他要求国内项目应符合 GB/T 228.1 要求，国外项目应符合 ISO 6892-1 要求。

7.4 低温冲击性能

国内项目按照 GB/T 229 中关于夏比 V 型缺口冲击试件的规定制定试件，并在 -40°C 下进行冲击试验，对于 8.8 级锚栓，冲击功的平均值不得低于 60J，单个试样的冲击值不得低于 40J；对于 10.9 级锚栓，冲击功的平均值不得低于 35J，单个试样的冲击值不得低于 25J。国外项目按照 ISO 148-1 要求执行。

7.5 应力松弛性能

国内项目需要按照 GB/T 10120 进行高强预应力锚栓的松弛实验，整个试验过程温度差不得大于 4°C ，同一批次锚栓单位伸长量的张拉力偏差不大于 $\pm 4\text{kN/mm}$ ，在卸载后需保证螺母可以顺利旋出。在 0.7 倍屈服强度的初始预应力作用下，锚栓 10h 后的应力松弛系数不大于 2.5%，锚栓 1000h 后的应力松弛系数应不大于 3.0%。国外项目需要按照 EN 10391 要求执行。

7.6 连接副疲劳性能

疲劳试验时环境温度必须控制在 $18^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，试件温度不能超过四十摄氏度。

所使用的试件需要从锚栓杆体上直接截取，试件长度不得低于 10 倍的锚栓公称直径，光杆部分不允许处理，中间光杆部分长度不小于 4 倍的锚栓公称直径。

锚栓应安装在试验螺母上，锚栓螺纹收尾至夹具支承面至少为 $4p$ （ p 为螺距），末端露出试验螺母部分长度至少为 $1p$ ，见图 2。

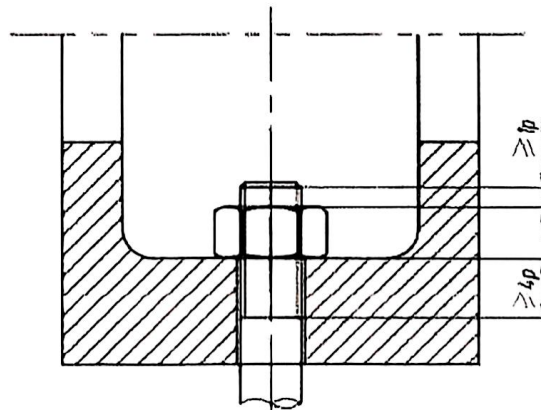


图2 试件安装要求

疲劳试验时需对试件加载不小于 55%的抗拉强度标准值作为预应力，试件的疲劳应力

幅度（应力幅度指最大应力减最小应力之差除以2）不应小于 20MPa，加载频率推荐使用 10Hz。

锚栓与螺母所组成的连接副，必须能承受 200 万次的疲劳载荷作用而不发生破坏，并且试样表面状态完好。

7.7 锚栓螺纹脱碳层深度要求

锚栓的螺纹脱碳层深度，国内项目按照 GB/T 3098 执行，国外项目按照 ISO 898 执行。对于标准中未规定的牙底脱碳按如下要求执行：螺纹牙底不得出现完全脱碳层，部分脱碳层深度不得大于 0.05mm，锚栓光杆部分不允许有完全脱碳层，部分脱碳层深度需小于 0.5%锚栓公称直径。脱碳层的检测，国内项目按照 GB/T 224 执行，国外项目按照 ISO 3887 执行。

7.8 张拉性能

锚栓组件出厂前，需要在 0.7 倍屈服强度的预应力下，100%全长进行锚栓成品及配套螺母张拉检测，卸载后螺母可顺利旋出。

7.9 螺母机械性能

螺母的机械性能，国内项目必须满足 GB/T 3098.2 规范要求，国外项目必须满足 ISO 898-2 规范要求。螺母保证载荷应按照应力截面积 $A_s \times$ 保证应力 S_p 计算，保证载荷和硬度如表 4 所示。

表4 保证载荷和硬度

序号 No.	规格 Specification	保证载荷（KN） Pledge load(KN)		硬度（HV） Hardness(HV)		螺纹应力截面积（mm²） Stress sectional area of thread
		8 级 Grade8	10 级 Grade10	8 级 Grade8	10 级 Grade10	
1	M30	516.1	594.7	233~353	272~353	561
2	M36	751.6	866.0			817
3	M39	897.9	1035.0			976
4	M42	1030.4	1187.3			1120
5	M48	1352.4	1558.3			1470
6	M56	1867.6	2152.0			2030
7	M64	2465.5	2841.0			2680

7.10 垫圈机械性能

垫圈硬度范围 345HV~445 HV（热浸锌除外）。
热浸锌垫圈硬度范围 300HV~370HV。

7.11 无损检测

锚栓在热处理后表面处理之前、螺母在螺纹加工完毕之后表面防腐处理之前必须按照

NB/T 47013.4 标准进行 100%磁粉探伤，探伤合格等级为 I 级。国外项目必须按照 EN 10228.1 执行。

7.12 防腐处理

基础锚栓组件采用达克罗或防锈油脂进行防腐，锚栓中部需要安装 PVC 套管和热缩管，防腐处理 之前需将锚栓组件的表面清理干净，去除氧化皮、铁锈、油污等杂质，表面清洁度达到 Sa2.5 级，防腐 处理以后锚栓表面涂层硬度不低于 4H。

采用达克罗防腐处理以后锚栓表面涂层硬度不低于 4H；采用防锈油脂防腐时，防锈油脂应按照 JG/T 430 的规定达到 2 号质量指标，油脂必须涂抹均匀不得有漏涂，涂抹油脂完成后应套好 PVC 套管，PVC 套管两端采用热缩管密封，供应商可额外采取扎带、外覆胶带、增加密封螺母等措施来防止防锈油脂泄 漏。

锚栓组件满足 1000 小时中性盐雾试验基体不出现红锈的要求，对于试验所使用的锚栓试样，可以 使用同批次热处理后的样棒进行制作，采用一端螺纹一端光杆的形式，且总长度不低于 350mm。检测方案国内项目按照 GB/T 10125 执行，国外项目按照 ISO 9227 执行。

8、试验及检测

8.1 总体要求

所有的检测设备必须保证安全可靠。

8.2 试验及检验项目

锚栓组件的检验项目及要求按照表 5 执行，产品出厂时需一同提供检验文件（“同产品”试验报告 有效期为 1 个自然年）。

表5 检验项目

序号 No.	组件 Assemblies	检验项目 Inspection items	检验数量 Inspection quantity	检验要求 Inspection requirements
1	锚栓连接副 Anchor bolt connection pair	材料成分 Material composition	2/同批次 2/ Same batch	详见7.1 条 See clause 7.1 for details
2		外观、规格尺寸 Appearance, specification and size	全检 Full inspection	详见7.2 条 See clause 7.2 for details
3		机械性能 Mechanical properties	3/同批次 3/ Same batch	详见7.3、7.9、7.10 条 See clause 7.3、7.9、7.10 for details
4		低温冲击性能 Low temperature impact energy	2/同批次 2/ Same batch	详见7.4 条 See clause 7.4 for details
5		应力松弛试验 Stress relaxation test	3/同产品 3/ same product	详见7.5 条 See clause 7.5 for details
6		疲劳试验 Fatigue test	2/同产品 2/ same product	详见7.6 条 See clause 7.6 for details
7		螺纹脱碳试验	2/同产品	详见7.7 条

		Decarburization test of thread	2/ Same batch	See clause 7.7 for details
8		张拉试验 Tension test	全检 Full inspection	详见 7.8 条 See clause 7.8 for details
9		无损检测 Non-destructive testing	全检 Full inspection	详见 7.11 条 See clause 7.11 for details
10		中性盐雾试验	2/同方案	详见 7.12 条
序号 No.	组件 Assemblies	检验项目 Inspection items	检验数量 Inspection quantity	检验要求 Inspection requirements
		Neutral salt spray test	2/ same scheme	See clause 7.12 for details
11	上下锚板 Upper anchor plates and Lower anchor plates	材料成分 Material composition		详见 7.1 条 See clause 7.1 for details
12		外观、规格尺寸 Appearance, specification and size	全检 Full inspection	详见 7.2 条 See clause 7.2 for details
13		机械性能 Mechanical properties		详见 7.1 、 7.11 条 See clause 7.1 、 7.11for details
14		拼接焊接无损检测 NDT for splicing weld	全检 Full inspection	详见 7.12 条 See clause 7.12 for details
15		锚板防腐 Corrosion protection of anchor plates	20%	详见 7.13 条 See clause 7.13 for details

9、交付物

9.1 物品清单

详见项目图纸

9.2 文件清单

按表 5 规定进行出厂检验，并提供相应的检验文件。

10 、 标记、包装、运输和贮存

10.1 标记和包装

产品包装前应清除污垢及金属屑，包装必须具有防潮功能，并保证产品出厂之日起半年内不生锈， 包装箱外应有制造商名称、锚栓组件规格、数量及重量等信息。

单根锚杆螺纹部分应采用保护措施防止螺纹破坏，整捆锚杆螺纹部分应用塑料气泡膜包覆。整捆锚 杆采用金属捆扎带捆装，捆孔点间隔不得大于 1.5m，锚杆之间不得交错放置。当锚杆采用防锈油脂防腐 处理时，锚杆包装时应在锚杆间放置支架，防止锚杆相互挤压。锚杆包装必须牢固可靠，防止锚栓运输 过程中产生变形。

螺母、垫圈等组件应采用包装箱包装，不同产品不得混装。

10.2 运输和贮存

运输：

锚栓组件应可采用公路、铁路和海运方式进行运输。

产品包装在运输时应可靠地固定在运输工具上；运输时应根据具体情况在产品外部覆盖防雨雪、防尘等遮盖物。

装卸锚栓时，两端吊点间距不得小于锚栓全长的 $1/3$ 。

贮存：

锚栓组件不得与酸、碱等对钢材有侵蚀性的物品存放在一起，露天堆放时应加遮盖，离地面 0.3m 以上，防止土质、雨雪腐蚀。

锚杆堆放时，底部应垫上码枕，码枕间距不得大于 2m，悬臂长度不得大于 1m。

堆码要稳固、易于吊装转运，同型号产品应尽量堆放在一起。

当锚杆采用防锈油脂防腐处理时，供应商必须采取可靠的措施，防止锚杆在运输、储存过程中发生油脂泄漏，从而引发锚杆生锈等问题。

11、可溯性要求

锚栓组件的标记必须清晰、正确、不易磨损。

锚栓、螺母需要在头部顶面制作标志，至少需要包含制造商的识别标记和性能等级。

采购方：酒钢集团酒泉天成风电设备

有限责任公司

采购方代表：（签字）

2015年 2月 12日

供货方：

供货方代表：（签字）

年 月 日