
《风力发电高强紧固件用钢》标准编制说明

一、任务来源

本标准由中国特钢企业协会提出并归口，冶金工业规划研究院作为标准组织协调单位。根据中国特钢企业协会团体标准化工作委员会2018年第三批团体标准制修订计划，由山东寿光巨能特钢有限公司、冶金工业规划研究等单位共同参与起草，计划于2018年前完成《风力发电高强紧固件用钢》标准的制定工作。

二、制定本标准的目的和意义

风能是一种清洁、安全、可再生的绿色能源，环保效益和生态效益良好，对可持续发展具有重要意义。我国对可再生能源的利用，特别是风能开发利用给予了高度重视。风力发电需要大型的风力发电机组，螺栓等高强度紧固件是风电机组的主要连接方式之一，应用在轮毂、齿轮箱、叶片连接、塔筒连接等诸多关键部位。这些机组大都建设在大风、低温等恶劣的环境中，可见紧固件的安全关系到整个风电机组的安全可靠运行。

随着我国风电行业的高速发展，风电机组的质量安全也越来越受到重视。风电高强度紧固件通常长期在野外服役，服役环境恶劣，需随主机一起常年经受酷暑严寒和极端温差的考验，承受高温、低温的侵蚀，因此，对紧固件用钢提出了更高的要求，例如具有更高的强度、良好冲击韧性、耐蚀性、低温性能、高温性能等。

目前风电用高强度紧固件作为机械基础件，现行标准有 GB/T 3091.1《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》等。但是，高强度紧固件用钢执行的标准为基础通用的 GB/T 3077-2015《合金结构钢》、GB/T 6478-2015《冷镦和冷挤压用钢》，不能满足风力发电高强度紧

固件的生产需要。制定风力发电高强度紧固件用钢标准，能够填补现有国内标准空白，满足风力发电高强度紧固件的使用需求、促进我国紧固件产业发展。

三、标准编制过程

2018年5月~2018年7月：提出制定标准项目，并进行了标准立项征求意见和论证工作；

2018年7月：中国特钢企业协会发布了项目计划；

2018年7月~8月：进行了起草标准的调研、问题分析和相关资料收集等准备工作，完成了标准制定提纲、标准草案。

2018年9月~2018年10月：召开标准启动会，围绕标准草案进行了讨论，并按照与会意见和建议进行了修改，形成了征求意见稿并发出征求意见。

2018年10月~2018年11月：完成征求意见处理、形成标准送审稿；

2018年11月~2018年12月：完成该标准审定会和标准报批稿，上报中国特钢企业协会审批；

2018年12月~2019年1月：完成该标准发布、实施。

四、标准编制原则

充分考虑风力发电行业的发展趋势以及对高强紧固件用钢的需求情况，通过标准化实现钢材产品高质量发展，保障风力发电机组安全，展现钢铁行业发展水平。本标准以满足风力发电行业对高强紧固件的需要和发展为前提，体现目前国内紧固件用钢的高质量水平，提高标准的市场适应能力；通过对下游用钢行业的研究，充分满足下游用户对高强紧固件的实际需求，确定风力发电高强紧固件用钢的各项

技术指标，充分考虑彼此之间的联系和影响。

五、标准的研究思路及内容

（一）编制思路

《风力发电高强紧固件用钢》标准的设计与编制主要以问题与需求为导向，切实从风力发电机组对高强紧固件需要出发，进一步细化、补充和完善用于制造风力发电高强紧固件的专用钢技术指标，增强原料生产企业对下游用户的服务意识，强化细分领域标准的指导意义。通过制定科学、合理、全面、可操作的标准，助力风力发电用高强紧固件产品向安全、耐蚀、抗疲劳的高质量方向发展。

风力发电高强紧固件用钢尚无国家标准，本标准在参考《冷墩和冷挤压用钢》（GB/T 6478）、《合金结构钢》（GB/T 3077）国家标准的基础上，结合风力发电高强紧固件用钢的特殊需要，对技术指标进行了加严和扩展，增强了原料生产制造商与下游用户的联系，使标准更具有针对性和实用性。

（二）标准技术框架

本标准包含以下部分

前 言

1 范围

2 规范性引用文件

3 订货内容

4 尺寸、外形、重量及允许偏差

5 技术要求

6 试验方法

7 检验规则

8 包装、标志及质量证明书

附录 A（资料性附录）本标准牌号与国外标准牌号对照表

（三）标准技术内容

1. 范围

本标准规定了风力发电高强度紧固件用钢的订货内容、分类及代号、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于制造风力发电高强度紧固件用的热轧圆钢。

2. 规范性引用标准

按《GB/T 1.1-2009 标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的有关规定。

3. 订货内容

本章节对订货的合同或订单内容提出要求，应包含：

- a) 标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 牌号；
- d) 交货的重量（或数量）；
- e) 规格尺寸；
- f) 交货状态；
- g) 特殊要求；

4. 尺寸、外形及允许偏差

4.1 尺寸章节中允许偏差与参照 GB/T 20410 规定执行，并结合风电行业特点对风力发电高强度紧固件用钢的交货长度提出具体要求。

4.1.1 中针对热轧圆钢的尺寸及其允许偏差应符合 GB/T 702 标准尺寸允许偏差 1 组要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可提供尺寸精度要求更严的钢材。

4.1.2 中结合风力发电高强度紧固件用钢的订货需求，对钢材的交货长度做出要求，明确提出“钢材的交货长度一般为 6~8m，订货时交货长度在合同中注明，长度允许偏差+50 mm。”

4.2 外形章节中，相比已有国家标准 GB/T 20410、GB/T 6478、GB/T 3077），做出专用领域用钢细化，对不圆度、弯曲度、扭转、端头形状、交货重量等指标提出要求，分别为：

4.2.1 不圆度章节中要求热轧圆钢的不圆度应符合 GB/T 702 标准中对热轧圆钢不圆度的规定。

4.2.2 对钢材弯曲度提出规定，明确要求“圆钢的每米弯曲度不大于 2.0mm，总弯曲度不大于总长度的 0.20%。经供需双方协商，并在合同中注明，可提供弯曲度要求更严的钢材。”

4.2.3 扭转

钢材不得有显著扭转。

4.2.4 对端头形状提出规定，要求“圆钢端头应剪切整齐，不得有马蹄形、飞边、毛刺及明显的压扁，切斜度不大于公称直径的 30%。”

4.3 交货重量

圆钢按实际重量交货。

5 技术要求

5.1 牌号及化学成分

5.1.1 根据风力发电高强紧固件用钢的实际生产情况，在 GB/T 6478、GB/T 20410、GB/T 3077 等标准的基础上进一步明确了风力发

电高强紧固件用钢的常用牌号，分别为 35CrMo、42CrMo、42CrMnMo，钢的牌号及化学成分（熔炼分析）应符合表 1 的规定。同时给出了国内外标准牌号对照表。

表 1 化学成分

序号	牌号	化学成分（质量分数）%								
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
1	35CrMo	0.32 ~0.40	0.17 ~0.37	0.50 ~0.70	≤0.015	≤0.010	0.90 ~1.10	0.18 ~0.25	≤ 0.20	≤ 0.20
2	42CrMo	0.38 ~0.45	0.17 ~0.37	0.60 ~0.80	≤0.015	≤0.010	0.95 ~1.20	0.18 ~0.25	≤ 0.20	≤ 0.20
3	42CrMnMo 化学成分	0.38 ~0.45	0.15 ~0.35	0.80 ~1.10	≤0.025 A 化学成分	≤0.025	0.80 ~1.10	0.17 ~0.25	≤ 0.30	≤ 0.25

表 2 本标准牌号与国外标准牌号对照表

序号	本标准牌号	美国标准	欧洲标准
1	35CrMo	4135	1.7220
2	42CrMo	4140	1.7225
3	42CrMnMo	B7、L7	1.7225

5.1.2 中要求热轧圆钢的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。并且当需方要求并在合同中注明时，生产厂可进行成品化学成分分析，并在质量证明书中报出成品分析结果。

5.2 交货状态章节中明确要求钢材以热轧状态交货。

5.3 力学性能中参照 GB/T 3077 的规定，明确提出热处理后的毛坯试样需对钢材的纵向力学性能进行测定，并对指标进行加严，其中 42CrMo 钢种的屈服和断面收缩率提升明显，具体对比情况如下表所示。

表 3 35CrMo 和 42CrMo 力学性能

标准	等级 ^a	力学性能 ^b					
		屈服强度 ReL/MPa	抗拉强度 Rm/MPa	伸长率 A/%	断面收缩率 Z/%	-40℃ 冲击吸收功 AkV/J	硬度 HV
本标准	8.8	670	860	14	55	75	260-335
	10.9	965	1080	12	48	32	320-380
GB/T3077 42CrMo	-	930	1080	12	45	63	240

^a 8.8级优先选用 35CrMo、10.9级优先选用 42CrMo；螺纹≤M39 优先选用 35CrMo，螺纹>M39 优先选用 42CrMo。
^b ≤M39mm 的取中心轴向试样检验力学性能，>M39mm 的按照 GB/T 2975 取样检验力学性能。
^c 本表产品适用于 φ16~φ48mm 的产品。

表 4 42CrMnMo 力学性能

序号	牌号		热处理制度	力学性能 ^a						
				圆钢直径 /mm	屈服强度 ReL/MPa	抗拉强度 Rm/MPa	断面收 缩率 Z/%	伸长率 A/%	冲击吸收 功 Ak/J	硬度 HRC
					不小于					
	42CrMnMo	本标准	最低回火温 度 593℃	≤64	720	860	50	16	50 ^b	35
				≤64	725	860	50	16	27 ^c	35
				>64~100	660	795	50	16	50 ^b	33
5	42CrMo	GB/T3077	最低回火温 度 560℃		930	1080	45	12	63	21

^a 热处理采用 25 mm 毛坯试样，试样工作直径 12.5 mm，工作长度 50.8 mm，圆钢直径≥38 mm，采用偏心取样。
^b 常温下 U 型冲击
^c -100℃下 V 型冲击

5.4 低倍组织

5.4.1 本标准采用 GB/T 6478 的有关规定，明确提出“圆钢横截面酸浸低倍组织试片或淬火断口试片上不得有肉眼可见的缩孔、气泡、裂纹、翻皮及白点。”

5.4.2 标准参照采用 GB/T 6478 的有关规定，对酸浸低倍组织的合格级别进行了加严，具体指标要求如下表所示。

表 5 钢材的酸侵低倍组织合格级别

项目	锭型偏析	中心偏析	中心疏松	一般疏松
本标准 级别，不大于	2	2	2	2
GB/T 6478-2015 级别，不大于	2.5	2.5	2.5	2.5

5.5 章节中与 GB/T 3077 相比，对不完全脱碳层提出明确要求，具体为“钢材表面不完全脱碳层深度 $\leq 1\%D$ 。经供需双方协商，并在合同中注明，可提供脱碳层要求更严的钢材。”

5.6 显微组织章节中，与 GB/T 3077、GB/T 20410 等标准相比，增加了对显微组织的明确要求，具体为“基体中不得有魏氏体组织出现，带状组织 ≤ 3.0 级。经供需双方协商，并在合同中注明，可提供带状组织要求更严的钢材。”

5.7 非金属夹杂物的检验方法参照采用 GB/T 10561 中 A 法检验，具体要求如下表所示。

表 6 非金属夹杂物

非金属夹杂物类型	A类		B类		C类		D类	
	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系
合格级别 不大于	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5	2.0	1.5

5.8 表面质量章节参照采用 GB/T 3077 的规定，明确提出“圆钢表面不允许有肉眼可见的裂纹、夹杂、毛刺、机械损伤、轧制飞边、结疤、折叠等缺陷。如有上述缺陷应清除，缺陷去除后深度不得超过公差之半，清除宽度不小于深度的 5 倍。允许有从实际尺寸算起不超

过尺寸公差之半的个别细小划痕、压痕、麻点及深度不超过 0.20 mm 的个别纵向的细小裂纹存在。”

5.9 中增加了对无损检测的要求，明确提出“钢材超声波探伤需满足 GB/T4162 标准 A 级为合格，经供需双方协商，并在合同中注明，可提供探伤等级要求更严的钢材。”

5.10 中补充了特殊要求，明确提出了“根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可对钢的特殊元素、晶粒度、脱碳层、力学性能等作特殊规定。”

6. 试验方法

本章节参照采用参照采用 GB/T 3077 的规定。具体要求如下表所示。

表 7 检验项目、取样数量、取样部位和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样部位	试验方法
1	化学成分	1	GB/T 20066	GB/T 223, GB/T 4336
2	拉伸试验	2	GB/T 2975, 不同根钢材	GB/T 228.1
3	冲击试验	3	GB/T 2975, 不同根钢材	GB/T 229
4	硬度	2	不同根钢材	GB/T 230、GB/T 4340.1
5	低倍组织	2	不同根钢材	GB/T 226, GB/T 1979
6	脱碳层	2	不同根钢材	GB/T 224
7	显微组织	2	不同根钢材	GB/T 13298, GB/T 13299
8	非金属夹杂物	2	不同根钢材	GB/T 10561
9	尺寸	逐支	—	卡尺
10	表面	逐支	—	肉眼
11	超声波探伤	逐支	—	GB/T 4162

7. 检验规则

本章节具体要求了检查和验收、组批规则、取样数量和取样部位、复验和判定规则等四个方面，分别为：

7.1 检查和验收

圆钢的质量由供方质量部门进行出厂检验。需方有权在圆钢上按本标准规定进行验收。

7.2 组批规则

圆钢应按批进行检查和验收，每批应由同一炉号、同一牌号、同一尺寸、同一轧制制度和同一热处理批次的圆钢组成。

7.3 取样数量和取样部位

每批圆钢各检验项目的取样数量和取样部位按表 7 规定。

7.4 复验和判定规则

圆钢的复验和判定规则应符合 GB/T 2101 的规定。

8. 本章节对包装、标志及质量证明书提出明确规定，具体为：

8.1 钢材的包装应符合 GB/T 2101 的要求。

8.2 圆钢成捆交货时，两端必须各拴挂一个清晰、完整的标牌，标牌上标注牌号、炉号、公称尺寸、长度、重量和标准编号。

8.3 质量证明书应符合 GB/T 2101 的规定。

六、标准的应用领域

本标准确立了风力发电高强紧固件用钢的尺寸外形及允许偏差、技术要求以及检验规则等，适用于风力发电机组用高强紧固件的生产和质量管控。同时，结合风力发电机组用高强紧固件生产制造过程中的特殊需要，对技术参数进行了优化设计和规定，对下游用户的采购、加工和制造具有科学指导意义。本标准强化了上下游企业的衔接和联

系，简化了双方采购合同的复杂性，降低了双方企业的管理成本，有助于产业链的协同与融合。

本标准的实施，顺应了我国钢铁工业由高速度发展向高质量发展的整体趋势，为保障我国风力发电机组的安全以及高质量发展提供有力支撑，使原料生产企业和下游用户对风力发电高强紧固件用钢的各参数指标有了清晰的了解，引导双方形成合力，共同助力我国风力发电行业安全高效发展。

七、标准属性

本标准属于钢铁行业团体标准。

《风力发电高强紧固件用钢》标准编制工作组

2018 年 9 月