



	金风科技股份有限公司 Goldwind Science & Technology Co., Ltd.		版本 Revision	E	
			页数 Pages	31	
文件编号 Document Number	Q/GW 203008-2024	阶段 Stage			
文件名称 Document Name	风力发电机组通用技术规范 紧固件				
角色 Role	意见 Opinion	签字 Signature	日期 Date		
编制 Prepared		夏荣华	2024-06-14		
校对 Checked		张志训	2024-06-14		
审核 Reviewed		刘瑞兵	2024-06-14		
工艺 Processed					
标准化 Standardized		郭志宏 冯涛	2024-06-14 2024-06-14		
会签 Counter-signed					
会签 Counter-signed					
会签 Counter-signed					
会签 Counter-signed					
会签 Counter-signed					
会签 Counter-signed					
会签 Counter-signed					
裁决 Determinate					
批准 Approved		刘河	2024-06-24		
业务加批 Approved by president					
备注 Remarks	<div>金风科技股份有限公司 Goldwind Science & Technology Co., Ltd. 受控 CONTROLLED</div>				

重要声明

Important Notices

金风提醒您：在使用本文件前，请您务必仔细阅读并透彻理解本声明。

Goldwind suggests you carefully read and fully understand this notice prior to using the technical documents and/or drawings.

1. 金风拥有金风署名的技术资料和图纸的所有知识产权，请根据约定的方式、期限和范围使用该技术资料和图纸。

Goldwind owns all intellectual property rights on the technical documents and drawings bearing the mark(s) of Goldwind, which should be used in the way, term, and scope as agreed.

2. 金风提供的任何被授权浏览的技术资料和图纸在使用时必须符合以下条件：

- 1) 所有的技术资料和图纸均以获得信息为目的；
- 2) 所有的技术资料和图纸均不得用于非约定之目的。

For any authorized access to the technical documents and drawings provided by Goldwind, the following conditions shall be met:

- 1) All technical documents and drawings shall be only used for informative reference.
- 2) Any technical documents and drawings shall not be used for purposes other than those as agreed.

3. 如超越上述范围或不当使用技术资料和或图纸而引致第三方追责的风险或损失，使用者将依照相关协议和/或法律独立承担责任，金风对此不承担任何形式的担保义务。

For any risks or losses claimed by a third party arising from improper use (or use beyond the scope above) of the technical documents and/or drawings, the user shall take the responsibilities thereof independently according to relevant agreement or by law. Goldwind assumes no guarantee responsibilities in any form.

4. 本文件有中文版本及译文版本，译文版本仅供参考使用。如有任何理解上的分歧，以中文版本为准。

This document is made in Chinese and other languages. The versions in other languages are just for reference. In the event of any divergences, Chinese version shall prevail.

Q/GW

金风科技股份有限公司企业标准

Q/GW 203008-2024

代替 Q/GW 203008-2021

风力发电机组通用技术规范 紧固件

Technical Specifications for fastener of Wind Turbine General System

2024 – 06 – 25 发布

2024 – 06 – 30 实施

金风科技股份有限公司 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 一般要求 3

4 技术要求 3

5 检验方法 9

6 检验规则 12

7 标志、包装、运输、贮存 15

8 随机文件 16

附 录 A（资料性） 标准对照表 17

附 录 B（规范性） 20MnTiB、35CrMo、40Cr、42CrMo、40CrNiMo 钢技术条件 19

附 录 C（规范性） 35VB 钢技术条件 20

附 录 D（规范性） 45、35 钢技术条件 21

附 录 E（规范性） 火花源原子发射光谱分析 22

附 录 F（规范性） 荧光磁粉检测 23

附 录 G（资料性） 非电解锌片涂层 24

附 录 H（规范性） 紧固件标志与包装 25

图 1 垫圈 6

图 2 偏心取样位置 6

图 3 螺栓连接副形式 7

表 1 紧固件材料 3

表 2 粉末渗锌螺母扩孔量参考 4

表 3 螺栓和螺母的尺寸和公差要求 4

表 4 垫圈的尺寸和公差要求 5

表 5 螺纹规格大于 36mm 垫圈尺寸和几何公差 5

表 6 螺纹规格大于 39mm 螺栓螺纹的应力截面积 7

表 7 六角头螺栓连接副扭矩系数值 8

表 8 尼龙自锁螺母连接副扭矩系数值 8

表 9 非电解锌片涂层 9

表 10 厚度测量要求	11
表 11 检验项目和方法 (<M16)	12
表 12 检验项目和方法 (≥M16)	13
表 13 抽样数量	14
表 14 随机文件	16
表 A.1 使用标准列表.....	17
表 B.1 20MnTiB、35CrMo、40Cr、40CrNiMo、42CrMo 钢的主要化学成分	19
表 B.2 20MnTiB、35CrMo、40Cr、40CrNiMo、42CrMo 钢的的力学性能	19
表 C.1 35VB 钢的化学成分	20
表 C.2 35VB 钢的力学性能	20
表 D.1 45、35 钢的主要化学成分	21
表 D.2 45、35 钢的力学性能	21
表 E.1 分析条件.....	22
表 G.1 非电解锌片涂层信息一览表.....	24

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。

本文件代替Q/GW 203008-2021《风力发电机组通用技术规范 紧固件》D版，与D版相比主要技术变化如下：

- 增加了垫圈性能要求（见 4.3 条）
- 修改了表面缺陷要求（见 4.8 条，D 版的 4.8 条）；
- 增加了超声波预紧力可测性要求（见 4.9 条）。
- 增加了润滑油膏型号 ZC 9260（见 5.5 条）

本文件由金风科技股份有限公司提出并归口。

本文件由金风科技股份有限公司研发中心机械技术部负责起草。

本文件主要起草人：张志训、郑国龙。

本文件主要修订人：张志训、夏荣华。

历次版本发布情况为：

- Q/GW 203008-2013，A版；
- Q/GW 203008-2016，B版；
- Q/GW 203008-2018，C版；
- Q/GW 203008-2021，D版。

风力发电机组通用技术规范 紧固件

1 范围

本文件规定了风力发电机组紧固件中螺栓、螺钉、螺柱、螺母、垫圈¹的技术要求、检验规则、标志、包装、运输、贮存等技术要求。

本文件适用于风力发电机组紧固件的订货和验收。

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 3077 合金结构钢

NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分 磁粉检测

ISO 148-1 金属材料 夏比摆锤冲击试验 第1部分：试验方法（Metallic materials - Charpy pendulum impact test - Part1: Test method）

ISO 683-1 热处理钢、合金钢和易切削钢 第1部分：淬火和回火用非合金钢（Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels. Part 1: Non-alloy steels for quenching and tempering）

ISO 683-2 热处理钢、合金钢和易切削钢 第2部分：淬火和回火用合金钢（Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels. Part 2: Alloy steels for quenching and temperingHide details）

ISO 724 一般用途米制螺纹 基本尺寸（General-purpose metric screw threads - Basic dimensions）

ISO 898-1 碳钢和合金钢制造的紧固件机械性能 第1部分：规定性能等级的螺栓、螺钉和螺柱 粗牙螺纹和细牙螺纹（Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - part1: bolts, screws and studs with specified property classes-coarse thread and fine pitch thread）

ISO 898-2 碳钢和合金钢制造的紧固件机械性能 第2部分：规定保证载荷值的螺母 粗牙螺纹（Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - part2: Nuts with specified property classes-coarse thread and fine pitch thread）

ISO 898-3 碳钢和合金钢紧固件机械性能 第3部分 规定性能等级的平垫圈（Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 3: Flat washers with specified property classes）

ISO 965-1 一般用途米制螺纹 公差 第1部分：原则和基本数据（General purpose metric screw threads-Tolerances - Part1: Principles and basic data）

ISO 1207 开槽圆柱头螺钉 产品等级A级（Slotted cheese head screws - product grade A）

ISO 1580 开槽盘头螺钉 产品等级A级（Slotted pan head screws - product grade A）

1) ¹防松平垫圈技术要求见 Q/GW 203036，倒角大垫圈技术要求见 Q/GW 203052，加厚平垫圈技术要求见 Q/GW 203052.2，全金属自锁螺母技术要求见 Q/GW 203038。

- ISO 2009 开槽沉头螺钉 (通用头型) 产品等级A级 (Slotted countersunk head screws (common head style) - Product grade A)
- ISO 2409 色漆和清漆 漆膜的划格试验 (Paints and varnishes - Cross-cut test)
- ISO 3269 紧固件 验收检查 (Fasteners Acceptance inspection)
- ISO 3506-1 耐腐蚀不锈钢紧固件机械性能 第1部分: 螺栓、螺钉和螺柱 (Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners - Part1: Bolts, screws and studs)
- ISO 3506-2 耐腐蚀不锈钢紧固件机械性能 第2部分: 螺母 (Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners - Part 2: Nuts)
- ISO 3508 符合ISO261和ISO262的螺纹紧固件的收尾 (Thread run-outs for fasteners with thread in accordance with ISO 261 and ISO 262)
- ISO 3887 钢 脱碳层深度的测定 (Steels Determination of depth of decarburization)
- ISO 4014 六角头螺栓 产品等级A和B级 (Hexagon head bolts - Product grades A and B)
- ISO 4017 六角头螺钉 产品等级A和B级 (Hexagon head screws - Product grade A and B)
- ISO 4032 六角螺母、I型 产品等级A和B级 (Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B)
- ISO 4035 六角薄螺母 (倒角) 产品等级A和B级 (Hexagon thin nuts (chamfered) - Product grade A and B)
- ISO 4759-1 紧固件公差 第1部分: 螺栓和螺母 产品等级A、B和C级 (Tolerances for fasteners - Part1: Bolts, screws and nuts - product grades A, B and C)
- ISO 4759-3:2016 紧固件公差 第3部分: 螺栓、螺钉和螺母用平垫圈 产品等级A和C级 (Tolerances for fasteners - Part3: Plain washers for bolts, screws and nuts - Product grades A and C)
- ISO 4762 内六角圆柱头螺钉 (Hexagon socket head cap screws)
- ISO 6157-1 紧固件 表面缺陷 第1部分: 螺栓、螺钉和螺柱 一般要求 (Fasteners surface discontinuities - part1: bolts, screws and studs for general requirements)
- ISO 6157-2 紧固件 表面缺陷 第2部分: 螺母 (Fasteners Surface discontinuities - Part2: Nuts)
- ISO 6157-3 紧固件 表面缺陷 第1部分: 螺栓、螺钉和螺柱 特殊要求 (Fasteners surface discontinuities - part1: bolts, screws and studs for special requirements)
- ISO 6508-1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分: 试验方法 (Metallic materials - Rockwell hardness test - Part1: Test method)
- ISO 6892-1 金属材料 室温拉伸试验 第1部分: 常温测试法 (Metallic materials Tensile testing - Part1: Method of test at room temperature)
- ISO 7040 有效力矩型六角锁紧螺母 (非金属嵌件)、I型 性能等级5、8和10级 (Prevailing torque type hexagon nuts (with non-metallic insert), style 1 Property classes 5, 8 and 10)
- ISO 7089 平垫圈 标准系列 产品等级A级 (Plain washers Normal series - Product grade A)
- ISO 8677 大半圆头方颈螺栓 产品等级C (Cup head square neck bolts with large head - Product grade C)
- ISO 9712 无损检测 无损检测人员的资格鉴定与认证
- ISO 10683 紧固件 非电解镀锌片涂层 (Fasteners - Non-electrolytically applied zinc flake coatings)
- ISO 10684 紧固件 热浸镀锌层 (Fasteners - Hot dip galvanized coating)
- ISO 16047 紧固件 扭矩-夹紧力试验 (Fasteners Torque - clamp force testing)
- ISO 16048 耐腐蚀不锈钢紧固件的钝化 (Passivation of corrosion-resistant stainless-steel fasteners)

ASTM A193M 高温或高压及其它特殊用途用合金钢和不锈钢螺栓标准规范 (Standard specification for alloy-steel and stainless steel bolting for high temperature or high pressure service and other special purpose applications)

ASTM E1077 钢的脱碳层深度测定方法 (Standard test methods for estimating the depth of decarburization of steel specimens)

BS 7371-8 金属紧固件涂层 第8部分: 渗锌涂层规范 (Coatings on metal fasteners. Specification for sherardized coatings)

DIN 1587 六角盖形螺母 高型 (Hexagon domed cap nuts)

DASt Guideline 021 热浸镀锌紧固件 M39-M72 (Bolted joints made from hot-dip galvanized fittings M39 to M72 according to DIN EN 14399-4, DIN EN 14399-6)

EN 14399-1 预载荷高强度栓连接副 通用要求 (High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part1: General requirements)

EN 14399-2 预载荷高强度栓连接副 预载荷适应性测试 (High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part2: Suitability test for preloading)

EN 14399-6 预载荷高强度栓连接副 倒角平垫圈 (High-strength structural bolting assemblies for preloading - Part 6: Plain chamfered washers)

ISPM 15 国际贸易中木质包装材料管理准则 (Regulation of wood packaging material in international trade)

Q/GW 203036 风力发电机组 防松平垫圈技术条件

Q/GW 203038 风力发电机组 全金属自锁螺母技术条件

Q/GW 203052 风力发电机组 倒角大垫圈技术条件

Q/GW 203052.2 风力发电机组 加厚平垫圈技术条件

3 一般要求

环境温度范围-40℃~50℃, 工作环境温度范围-40℃~100℃, 相对湿度不大于95%。

4 技术要求

4.1 材料

螺栓、螺母、垫圈选用的材料按表1的规定执行, 不锈钢垫圈应按ISO 3506-1选用与配套螺栓相同组别的材料。

供应商可选用符合ISO 898-1规定的其他材料, 但应征得技术部门的同意。

表 1 紧固件材料

类别	性能等级	材料	标准编号	适用规格
螺栓	10.9	42CrMo4、34CrMo4	ISO 683-2	
		42CrMo、35CrMo、40CrNiMo	附录 B	
		B7	ASTM A 193M	
		20MnTiB	附录 B	≤M24
		35VB	附录 C	≤M30
		SCM435、SCM440 ²	JIS G 4053	≤M24

2) ² 对于其他冷锻钢牌号, 可参考 GB/T 6478。

表 1 紧固件材料（续）

类别	性能等级	材料	标准编号	适用规格
螺栓	8.8	20MnTiB	附录 B	≤M24
		42CrMo4、34CrMo4	ISO 683-2	
		42CrMo、35CrMo	附录 B	
		35VB	附录 C	≤M30
		C45E、C35E	ISO 683-1	≤M12
		45、35	附录 D	≤M12
		SCM435、SCM440	JIS G 4053	≤M24
螺母	8/10	C45E、C35E	ISO 683-1	
		42CrMo4、34CrMo4	ISO 683-2	
		42CrMo、35CrMo	附录 B	
		45、35	附录 D	
		40Cr	附录 B	
垫圈 (含加厚垫圈) ³	300HV (300HV~370HV)	C45E、C35E	ISO 683-1	
		45、35	附录 D	
		40Cr	附录 B	
防松平垫圈		按照 Q/GW 203036		M3~M72

4.2 尺寸、公差要求

紧固件的尺寸公差应满足以下要求：

- 螺栓和螺母的螺纹基本尺寸和公差（防腐前）分别符合 ISO 724 和 ISO 965-1 的规定；
- 非电解镀锌片涂层紧固件螺纹配合：螺纹公差配合（防腐前）按 6G/6g 执行，防腐后用公差带位置为 h 或 H 通规分别检验并通过外螺纹或内螺纹；
- 热浸镀锌紧固件螺纹配合：螺栓镀前 6g，螺母镀后攻丝 6AZ，且不应重复攻丝，镀后适配；
- 粉末渗锌紧固件螺纹配合：螺栓渗锌前 6g，渗锌前螺母攻丝，螺纹中径扩孔量可参考表 2，渗锌后适配；
- 螺纹牙侧表面、螺栓头部支承面和头部圆角部分粗糙度不大于 Ra3.2，且支承面和圆角部分不应出现氧化皮压痕，粗糙度未作要求的不大于 Ra6.3；
- 螺纹收尾按照 ISO 3508 执行，但螺柱中间杆直径小于螺纹小径时，螺纹应贯通不收尾；
- 螺栓和螺母的尺寸和公差按表 3 中所列标准执行；
- 垫圈的尺寸和公差按表 4 中所列标准执行，垫圈的形位公差按照 ISO 4759-3:2016 中 4.5 形位公差 A 级产品要求执行。

表 2 粉末渗锌螺母扩孔量参考

螺母规格 mm	M6~M12	M16~M33	M36~M42	>M42
螺母扩孔 μm	150~200	300	400	500

表 3 螺栓和螺母的尺寸和公差要求

类别	尺寸标准编号	公差标准等级
六角头螺栓	ISO 4014	ISO 4759-1 B 级
六角头螺栓 全螺纹	ISO 4017	
大半圆头方颈螺栓 C 级	ISO 8677	
双头螺柱	按设计图纸执行	

3) ³ 加厚垫圈如存在芯部硬度不达标的情况，应提交偏差申请。

表 3 螺栓和螺母的尺寸和公差要求 (续)

类别	尺寸标准编号	公差标准等级
内六角圆柱头螺钉	ISO 4762	ISO 4759-1 A 级
开槽圆柱头螺钉	ISO 1207	
开槽盘头螺钉	ISO 1580	
开槽沉头螺钉	ISO 2009	
六角螺母	ISO 4032	ISO 4759-1 B 级
六角薄螺母	ISO 4035	
I 型非金属嵌件六角锁紧螺母	ISO 7040	
六角盖形螺母	DIN 1587	
全金属自锁螺母	Q/GW 203038	

表 4 垫圈的尺寸和公差要求

规格	类别	尺寸标准编号	公差标准等级
<12mm	平垫圈	ISO 7089	ISO 4759-3 A 级
	大垫圈	ISO 7093-1	
12mm ≤ ϕ ≤ 36mm	倒角平垫圈	EN 14399-6	
$\phi > 36$ mm	倒角平垫圈	见表5和图1, 同DAS t 021	
M3~M72	防松平垫圈	Q/GW 203036	

表 5 螺纹规格大于 36mm 垫圈的尺寸和几何公差

单位为毫米

螺纹规格		39	42	45	48	56	64	72
d1	Min=Nom.	40.4	43.4	46.4	49.4	58	66	74
	Max	41.02	44.02	47.02	50.02	58.74	66.74	74.74
d2	Min	70.8	76.8	83.6	90.6	103.6	113.6	123.4
	Max=Nom.	72	78	85	92	105	115	125
h	Nom.	6	8	8	8	10	10	10
	Min	5.4	6.8	6.8	6.8	8.8	8.8	8.8
	max	6.6	9.2	9.2	9.2	11.2	11.2	11.2
c	Min=Nom.	3	3	3.4	3.4	4	4.5	5
	Max	3.5	3.5	4.0	4.0	4.5	5	5.5
e	Min=Nom.	1.25	1.5	1.5	1.5	2	2	2.5
	Max	2.5	3	3	3	4	4	5

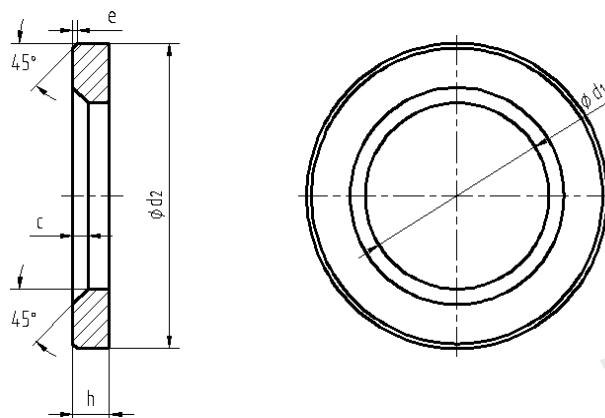


图 1 垫圈

4.3 机械性能

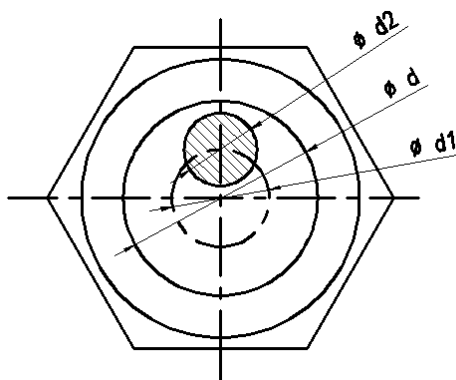
4.3.1 机械性能

螺栓的机械性能应符合 ISO 898-1 的规定。对于 M39 以上规格的螺栓，机械性能应符合 GB/T 3098.23 的规定。楔负载试验拉力值按照 ISO 898-1 中 9.1.6.1.1 方法的公式推算，其中抗拉强度 R_m 值为 1040 MPa，应力截面积 A_s 按表 6 执行。当螺栓光杆部分截面积小于螺纹部分公称应力截面积 A_s 时，应力截面积取光杆部分截面积。

M39 以上规格螺栓的拉伸试样在偏心位置取样，试样中心位置在螺栓公称直径的四分之一处，试样直径按螺栓公称直径的八分之三加工（优先选用双数），取样位置如图 2 所示，试样其它要求应符合 ISO 6892-1 要求。

螺母的机械性能应符合 ISO 898-2。

对于 M39 以上规格的螺母，保证载荷试验按照应力截面积 $A_s \times$ 保证应力 S_p 计算，其中应力截面积 A_s 按表 6 执行，10 级 1 型螺母保证应力 S_p 按 1060 N/mm^2 执行。M39 以上规格的螺母硬度按 HV272~HV353 检测。M64 以上规格的螺母在不具备做保证载荷试验的能力时可以不进行保证载荷，只进行硬度和其它项目的检测。



图中：

Φd ——螺栓公称直径，单位：mm；

Φd_1 ——试样中心所在圆直径，单位：mm（ $\Phi d_1 = 1/2 \Phi d$ ）；

Φd_2 ——试样直径，单位：mm（ $\Phi d_2 = 3/8 \Phi d$ ）；

图 2 偏心取样位置

表 6 螺纹规格大于 39mm 螺栓螺纹的应力截面积

螺纹规格 mm	42	45	48	52	56	60	64	72
螺距 mm	4.5	4.5	5	5	5.5	5.5	6	6
截面积 mm ²	1120	1310	1470	1760	2030	2360	2680	3460

垫圈的机械性能符合ISO 898-3的规定。

不锈钢螺栓、螺钉和螺柱的机械性能符合ISO 3506-1中A2-70级或A4-70级。不锈钢螺母机械性能符合ISO 3506-2中A2-70级或A4-70级。

4.3.2 低温冲击

对螺纹规格不小于16mm的螺栓,按ISO 148-1中关于标准夏比‘V’型缺口冲击试件的规定制成试件,并在-40℃下进行冲击试验,冲击吸收功KV2平均值不小于27J,单个试样试验值不小于19J。

4.3.3 螺纹脱碳层

螺纹脱碳层深度依据ISO 898-1中执行,对于ISO 898-1中未规定牙底脱碳,牙底脱碳按照如下要求执行:牙底不应出现完全脱碳层,部分脱碳层深度不应大于0.050mm,检测方法依据ISO 3887,但取样要求和金相法评定参考照片依据ASTM E1077。

4.4 连接副的扭矩系数

4.4.1 一般要求

螺栓连接副供货时应保证扭矩系数,扭矩系数保证期为自出厂之日起6个月,用户如需延长保证期,可由供需双方协议解决(出厂6个月后可对扭矩系数进行重新检查确认)。

常见的连接副形式为:六角头螺栓连接副见图3-A、双头螺柱连接副见图3-B、螺钉连接副见图3-C。

对于连接副中螺母为尼龙自锁螺母(I型非金属嵌件六角锁紧螺母)的情况,连接副的扭矩系数应满足表8。

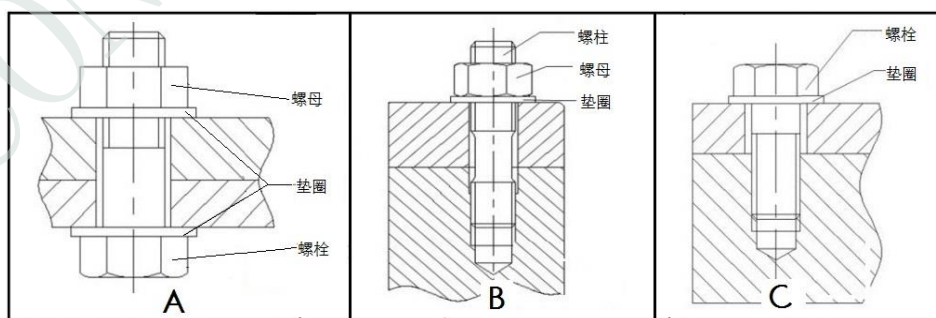


图 3 螺栓连接副形式

4.4.2 六角头螺栓连接副

同批连接副的扭矩系数单个值 k_i 、扭矩系数平均值 K_m 及变异系数 V_k 应符合表7规定。每一连接副包括1个螺栓、1个螺母、2个垫圈,并应分属同批制造。

4.4.3 双头螺柱连接副

供货方需将双头螺柱短螺纹侧螺纹与工装螺母固定（如焊接），双头螺柱长螺纹侧螺纹与配套螺母及垫圈组成连接副，并按4.4.1要求进行扭矩系数试验，扭矩系数单个值 k_i 、扭矩系数平均值 K_m 及变异系数 V_k 应符合表7规定。每一连接副包括1个双头螺柱、1个螺母、1个垫圈，并应分属同批制造，工装螺母由供货方提供。

4.4.4 六角头螺钉连接副

对于螺钉连接形式，应由供货方提供配套螺母和垫圈，并按4.4.1条要求进行扭矩系数试验，扭矩系数单个值 k_i 、扭矩系数平均值 K_m 及变异系数 V_k 应符合表7规定。

表 7 六角头螺栓连接副扭矩系数值

螺纹规格	扭矩系数平均值 K_m	变异系数 V_k	每个螺栓连接副扭矩系数 K_i	适用涂层
$d < 16$	0.25-0.40	≤ 0.1	允许有1个试验值不在规定值范围，但应在0.20-0.45范围内。	粉末渗锌
$d < 16$	0.13-0.17	≤ 0.1	允许有1个试验值不在规定值范围，但应在0.12-0.18范围内。	非电解锌片涂层
$16 \leq d < 24$	0.11-0.14	≤ 0.06	允许有1个试验值不在规定值范围，但应在0.10-0.15范围内。	非电解锌片涂层
$24 \leq d < 36$	0.100-0.125	≤ 0.06	允许有1个试验值不在规定值范围，但应在0.095-0.13范围内。	非电解锌片涂层 热浸镀锌
$36 \leq d < 48$	0.095-0.120	≤ 0.06	允许有1个试验值不在规定值范围，但应在0.09-0.125范围内。	
$d \geq 48$	0.085-0.11	≤ 0.06	允许有1个试验值不在规定值范围，但应在0.08-0.115范围内。	

表 8 尼龙自锁螺母连接副扭矩系数值

螺纹规格	扭矩系数平均值 K_m	变异系数 V_k	每个螺栓连接副扭矩系数 K_i
$d < 16$	0.15-0.23	≤ 0.1	允许有1个试验值不在规定值范围，但应在0.14-0.25范围内。
$16 \leq d < 24$	0.16-0.24	≤ 0.15	允许有1个试验值不在规定值范围，但应在0.15-0.26范围内。
$24 \leq d < 36$	0.18-0.27	≤ 0.20	允许有1个试验值不在规定值范围，但应在0.16-0.28范围内。

4.5 螺纹成形

对8.8级、10.9级螺栓，螺纹规格不小于16mm时，螺纹采用热处理后滚丝成形。

对8.8级、10.9级螺母，螺纹规格不小于16mm时，螺纹采用热处理后攻丝成形。

4.6 无损检测

对于螺纹规格不小于16mm的螺栓，表面防腐前100%进行表面磁粉无损检测。螺栓不应存在任何横向裂纹缺陷和大于2mm的纵向裂纹缺陷。

对于螺纹规格不小于16mm的螺母，表面防腐前同批抽样10%进行表面磁粉无损检测。螺母不应存在任何纵向裂纹缺陷和大于2mm的横向裂纹缺陷。

4.7 表面处理

4.7.1 总则

表面处理前的预处理应采用喷射清理替代酸洗，以避免产生新生态氢、带来氢脆倾向。

表面防腐工艺不对国家标准中规定的紧固件机械和物理性能产生有害的影响。

对于待防腐处理的特殊型式的紧固件，为确保表面处理时选取的加热温度和时间是否适宜（如有需要），应由制造者提供根据实验证实的研究情况。

4.7.2 非电解锌片涂层

对于表面采用非电解锌片涂层防腐处理的紧固件，应按照ISO 10683执行，涂层固化温度不超过320℃，固化时间不超过30min，涂层厚度参见表9。

当图纸要求采用低温达克罗时，应涂覆无铬达克罗-油性涂层。

表 9 非电解锌片涂层

非电解锌片涂层分类	推荐涂层牌号	涂覆量 mg/dm ²	涂层厚度 μm	工艺
达克罗	参见附录G	≥300	10~24	推荐三涂三烘 或两喷两烘 ⁴
无铬达克罗-水性		≥300	10~24	
无铬达克罗-油性		≥300	10~24	

4.7.3 粉末渗锌

对于表面采用粉末渗锌涂层防腐处理的紧固件，应按照BS 7371-8执行，粉末渗锌层局部厚度不小于30μm。

4.7.4 热浸镀锌

紧固件热浸镀锌层（亮锌）应符合ISO 10684的规定要求，热浸镀锌涂层批平均厚度应大于50μm，局部厚度不小于40μm。

4.7.5 钝化处理

不锈钢螺栓、螺钉表面钝化处理应符合ISO 16048的要求。

粉末渗锌表面钝化处理应符合BS 7371-8的要求。

4.8 表面缺陷

螺栓表面缺陷应符合ISO 6157-1和ISO 6157-3的规定要求，螺母表面缺陷应符合ISO 6157-2的规定要求，垫圈不应有裂纹、毛刺、浮锈和影响使用的凹痕、划伤等。

4.9 超声波可测性

M24及以上规格螺栓应满足以下要求：

- 六角头螺栓头部标识凸出高度应不大于 0.5mm。如超过 0.5mm，M36 及以上规格的螺栓标识应在头部中心 Φ37mm 以外区域，M24~M30 规格的螺栓标识应在头部中心 Φ12mm 以外区域；
- 双头螺柱标识应采用激光刻蚀方式成型或冲压成型；
- 六角头螺栓或双头螺柱的中心孔应不大于 GB/T 145 规定的 A4；
- 六角头螺栓或双头螺柱的杆部末端端面平整度应不大于 0.5mm，禁止 ISO 6157-1:1988 中 3.4 描述的末端表面存在的皱纹；
- 紧固件厂家应具备 M72 规格紧固件实物拉伸设备和能力。

5 检验方法

5.1 化学成分

螺栓、螺母、垫圈应按照ISO 683-1、ISO 683-2、ASTM A 193M、附录C、附录B、附录D、附录E进行化学成分检验，其结果应符合4.1的规定。

5.2 尺寸、公差

4) ⁴ 厂家可根据自身情况调整工艺，以满足防腐要求为准。

螺栓、螺母、垫圈应按照EN 14399-1或相应图纸进行尺寸、公差检验，其结果应符合4.2条的规定。

5.3 机械性能

螺栓、螺母、垫圈应按照ISO 898-1、ISO 898-2进行机械性能试验，其结果应符合4.3的规定。

5.4 螺纹脱碳层

螺栓应按照ISO 3887进行脱碳试验，其结果应符合4.3.3的规定。

5.5 扭矩系数

应满足以下要求：

- a) 螺栓连接副按照 ISO 16047 进行扭矩系数试验，其结果应符合 4.4 的规定，其中 k_i 、 K_m 、 V_k 按照 EN 14399-2 中 6.6.2 条方法的公式推算；
- b) 对于不小于 M16 的连接副（不包含尼龙自锁螺母及全金属自锁螺母）：在测试扭矩系数前，将螺纹旋合面和螺母与垫圈接触面涂润滑油膏，油膏为 MOLYKOTE G-Rapid Plus、众城 ZC 9260 或天山 TONSAN 1769N，如使用其它润滑膏，应得到金风技术部门的书面认可；
- c) 对于小于 M16 的连接副：在测试扭矩系数前不得涂抹润滑膏；
- d) 组装连接副时，螺母下的垫圈有倒角的一侧应朝向螺母支承面；
- e) 试验时，垫圈不应发生转动，否则试验无效；
- f) 进行连接副扭矩系数试验时，应保证环境温度在 $10^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 范围内。试验所用的机具、仪表及连接副均应放置在该环境内 2h 以上；
- g) 进行连接副扭矩系数试验时，应保证拧紧速度均匀，且满足如下条件：
 - 1) 对小于 M16 的螺栓连接副：拧紧速度为： $10\text{r/min}\sim 40\text{r/min}$ ；
 - 2) 对不小于 M16 的螺栓连接副：拧紧速度为： $5\text{r/min}\sim 15\text{r/min}$ 。

5.6 无损检测

无损检测应满足以下要求：

- a) 从事无损检测的人员应经过技术培训并通过 ISO 9712 或其它等效标准的资格鉴定和认证，检测方法应当覆盖磁粉探伤，产品门类应覆盖锻件，2 级及以上资质人员在获得企业授权后可独立开展无损检测作业。企业应当保留适当的成文信息，作为人员具备相应能力的证据。必要时金风科技将对供应商通过资格鉴定和授权的无损检测人员进行考核和鉴定，以确定其是否能够承担金风科技风力发电机组紧固件的无损检测工作；
- b) 螺栓和螺母应按照 NB/T 47013.4 及附录 F 的要求开展荧光磁粉探伤，其结果应符合 4.6 的规定。






5.7 防腐涂层检验

5.7.1 非电解锌片涂层

按照以下要求进行检验

- a) 外观：非电解锌片涂层应基本均匀，并呈银灰色，应无对防腐性能和互换性造成不良影响的气泡、剥落、局部锌层过厚、局部无锌层等缺陷；
- b) 厚度：按照 ISO 2808，使用磁性测厚仪或 X 射线测厚仪进行测量，除非另有商议，否则厚度测量要求依照表 10 执行，任一测量点的涂层厚度应满足表 9。当有争议时，应以 ISO 1463 规定的金相显微镜法作为仲裁方法。

表 10 厚度测量要求

名称	单个零件测试点 ^a	测试部位包含	示例
螺栓	不少于 3 个	端面、尾面、六角面	
螺钉	不少于 2 个	端面	
螺柱	不少于 2 个	2 个端面	
螺母	不少于 2 个	六角面、端面	
垫圈	不少于 2 个	两个平面	
^a 一个测试点是 4 厘米直径范围内的 3 个读数的平均值。			

- c) 中性盐雾试验：按照 ISO 9227 对非电解锌片涂层进行评价，经 1000h 中性盐雾试验后，在金属基体上不应有肉眼可见的红锈⁵；
- d) 附着强度检测可选用以下其一：
- 1) 划格法：用百格刀在涂层平面处划十字痕（相距 1mm 各 6 道），将附着强度为 7N~10N 的胶带平贴在划格处，以手指来回按压，使胶带与涂层间不留气泡。按压 5s~10s 后，快速将胶带撕离涂层表面。划格依据 ISO 2409，结合力等级：0~1 级；
 - 2) 直接胶带粘贴法：使用 25mm 宽、附着强度为 7N~10N 的胶带，用手坚实地压到涂层表面，随后再垂直于表面急速拉开。非电解锌片涂层不应从金属基体上脱落。但允许有少量的涂层材料粘贴到胶带上。

5.7.2 热浸镀锌涂层

按照以下要求进行检验：

- a) 外观：热浸镀锌完成后，紧固件表面应光滑、无漏镀面、滴瘤、黑斑，无残留的溶剂渣、氧化皮夹杂物和损害零件预定使用性能的其它缺陷；
- b) 厚度：按照 ISO 2808，使用磁性测厚仪进行测量，除非另有商议，否则厚度测量要求依照表 10 执行，任一测量点的涂层厚度应满足 4.7.4。当有争议时，应以 ISO 1460 规定的称重法作为仲裁方法；
- c) 附着强度：热浸镀锌层应牢固地附着在金属的表面，附着力的测试按照 ISO 10684 附录 E。

5.7.3 粉末渗锌涂层

按照以下要求进行检验：

- a) 外观：在天然散射光线下，用目测方法进行。目测涂层表面应平整、均匀、无光泽、灰色外观。涂覆后不改变工件尺寸，螺纹表面无大的损伤，也无积锌积瘤存在；

5) ⁵ GB/T 5267.2-2021 中附录 D 规定的硝酸铵快速腐蚀试验方法，仅适用于对六价铬非电解锌片涂层的快速试验。

- b) 厚度：按照 ISO 2808，使用磁性测厚仪进行测量，除非另有商议，否则厚度测量要求依照表 9 执行，任一测量点的涂层厚度应满足 4.7.3 条的要求。当有争议时，应以 ISO 1463 规定的金相显微镜法作为仲裁方法；
- c) 中性盐雾试验：按照 ISO 9227 对粉末渗锌紧固件进行评价，经 1000h 中性盐雾试验后，在金属基体上不应有肉眼可见的红锈。

6 检验规则

6.1 检验类别

产品检验分出厂检验和型式检验。有下列情况之一时应进行型式检验：

- 新产品的试制定型鉴定时；
- 产品的设计、工艺等方面有重大改变时；
- 出厂检验的结果与上次型式检验有较大差异时；
- 国家质量监督机构要求进行的型式检验时；
- 定期抽查时；
- 使用中出现重大偏差时。

6.2 检验条件

应满足以下要求：

- 检验人员应是专职质量管理人员、质检员和试验员，检测用具、仪器及设备应符合计量检定和质量检测要求，能够提供精确可靠的检测数据；
- 金风科技要求参加供方检验时，双方应商定检验日期，若金风科技在商定的时间内未能到场，供方可自行检验并将检验结果提交金风科技；
- 必要时金风科技有权对供方的技术管理文件进行审查，技术管理主要包括工艺文件及工艺纪律管理、标准化及计量管理、检测能力及质量保证管理等。

6.3 检验项目与抽样规则

6.3.1 检验项目和检验方法

除另有规定外，螺纹规格小于16mm的紧固件的检验项目和检验方法应符合表11规定，螺纹规格不小于16mm的螺栓的紧固件的检验项目和检验方法应符合表12规定。

表 11 检验项目和方法（<M16）

序号	项目	特性	技术要求	评定方法	抽样规则		检验规则	
					型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验
1	材料	34CrMo4	4.1	5.1	每炉批 3 个	每批 1 个 (提供厂家的检测报告)	○	*
		20MnTiB、35CrMo、	4.1	5.1				
		C45E、C35E	4.1	5.1				
		35VB	4.1	5.1				
		45、35	4.1	5.1				
		40Cr	4.1	5.1				
		SCM435、SCM440	4.1	5.1				
2	尺寸、公差	-	4.2	5.2	每批 5 个	表 13B 级	○	*

表 11 检验项目和方法 (<M16) (续)

序号	项目	特性	技术要求	评定方法	抽样规则		检验规则	
					型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验
3	机械性能	螺栓拉伸性能	4.3	5.3	每批 3 个	表 13D 级	○	*
		螺栓楔负载	4.3	5.3	每批 3 个	表 13D 级		—
		螺栓硬度	4.3	5.3	每批 3 个	表 13C 级		*
		螺母保证载荷	4.3	5.3	每批 3 个	表 13D 级		*
		螺母硬度	4.3	5.3	每批 3 个	表 13C 级		*
		垫圈硬度	4.3	5.3	每批 3 个	表 13C 级		*
6	表面处理	外观	4.7	5.7	每批 5 个	表 13C 级	○	*
		厚度	4.7	5.7	每批 5 个	表 13C 级		
		防腐	4.7	5.7	每批 3 个	表 13C 级		
7	产品标志	-	7.1	-	每批 3 个	表 13D 级	○	*
8	包装	-	7.2	-	-	表 13D 级	-	*
注 1: 标有“*”为文件检验 (厂家提供的检验文件)。 注 2: 标有“○”为金风科技质检人员见证或在通过了 CNAS 认证的实验室, 且项目在 CNAS 认可的能力范围内的实验室出具的报告。 注 3: 标有“△”为第三方实验室出具的报告, 如在通过了 CNAS 认证的实验室, 且项目在 CNAS 认可的能力范围内, 出具的有 CNAS 标识并加盖 CNAS 章的实验报告效力等同于第三方报告。 注 4: 本表仅作为金风科技型式、过程、出厂检验使用, 厂家检验应根据供方质量控制和国家相关要求规范进行控制。								

表 12 检验项目和方法 (≥M16)

序号	项目	特性	技术要求	评定方法	抽样规则		检验规则	
					型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验
1	材料	42CrMo4、34CrMo4	4.1	5.1	每炉批 3 个	每炉 1 个 (提供厂家的检测报告)	○	*
		20MnTiB、42CrMo、35CrMo、40CrNiMoA	4.1	5.1				
		C45E、C35E	4.1	5.1				
		35VB、	4.1	5.1				
		B7	4.1	5.1				
		45、35	4.1	5.1				
		40Cr	4.1	5.1				
2	尺寸、公差	-	4.2	5.2	每批 5 个	表 13B 级	○	*
3	机械性能	螺栓拉伸性能	4.3	5.3	每批 3 个	表 13D 级	○	△
		螺栓楔负载	4.3	5.3	每批 3 个	表 13D 级		△
		低温冲击	4.3	5.3	每批 3 个	表 13D 级		△
		螺栓螺纹脱碳	4.3	5.4	每批 3 个	表 13D 级		△
		螺栓硬度	4.3	5.3	每批 3 个	表 13C 级		○
		螺母保证载荷	4.3	5.3	每批 3 个	表 13D 级		△
		螺母硬度	4.3	5.3	每批 3 个	表 13C 级		○
		垫圈硬度	4.3	5.3	每批 3 个	表 13C 级		○
4	扭矩系数	-	4.4	5.5	每批 8 个	每批 8 个	○	○

表 12 检验项目和方法 (≥M16) (续)

序号	项目	特性	技术要求	评定方法	抽样规则		检验规则	
					型式试验	出厂检验	型式试验	出厂检验
5	无损检测	螺栓磁粉探伤	4.6	5.6	100%	100%	*	*
		螺母磁粉探伤	4.6	5.6	100%	10%		*
6	表面处理	外观	4.7	5.7	每批 5 个	表 13C 级	○	*
		厚度	4.7	5.7	每批 5 个			
		防腐	4.7	5.7	每批 3 个	表 13C 级		
		附着强度	4.7	5.7	每批 3 个	表 13D 级		
		表面缺陷	4.7	-	每批 5 个	表 13C 级		
7	产品标志	-	7.1	-	每批 3 个	表 13D 级	○	*
8	包装	-	7.2	-	-	表 13D 级	-	*
<p>注 1: 标有“*”为文件检验 (厂家提供的检验文件)。</p> <p>注 2: 标有“○”为金风科技质检人员见证或在通过了 CNAS 认证的实验室, 且项目在 CNAS 认可的能力范围内的实验室出具的报告。</p> <p>注 3: 标有“△”为第三方实验室出具的报告, 如在通过了 CNAS 认证的实验室, 且项目在 CNAS 认可的能力范围内, 出具的有 CNAS 标识并加盖 CNAS 章的实验报告效力等同于第三方报告。</p> <p>注 4: 本表仅作为金风科技型式、过程、出厂检验使用, 厂家检验应根据供方质量控制和国家相关要求规范进行控制。</p>								

6.3.2 批次定义

批次定义应满足以下要求:

- 同批次螺栓: 同一性能等级、材料、炉号、螺纹规格、长度 (当螺栓长度不大于 100mm 时, 长度相差小于 40mm, 螺栓长度大于 100mm 时, 长度相差小于 80mm, 可视为同一长度)、机械加工、热处理工艺及表面处理工艺;
- 同批次螺母: 同一性能等级、材料、炉号、螺纹规格、机械加工、热处理工艺及表面处理工艺;
- 同批次垫圈: 同一性能等级、材料、炉号、螺纹规格、机械加工、热处理工艺及表面处理工艺。

6.4 验收

应满足以下要求:

- 紧固件的型式检验应按表 11 和表 12 的规定进行, 表 11 和表 12 中未包含项目的型式检验按 ISO 3269 的规定;
- 紧固件的出厂检验应按表 11 和表 12 的规定进行, 表 11 和表 12 中未包含项目的出厂检验按 ISO 3269 的规定, 并由制造厂质检部门检验合格, 出具产品合格证书后方可出厂;
- 验收时所有抽样检验应全部合格, 第三方送检项目不应出现不符合项, 厂家自检项目如有检查项不合格, 则加倍抽样检查不符合项, 再次出现不合格, 则此批验收不合格。

表 13 抽样数量

抽样等级			A	B	C	D
同批 数量	1~2	抽样 数量	2	1	1	1
	3~15		3	2	1	1
	16~25		4	3	1	1
	26~50		5	4	1	1

表 13 抽样数量（续）

抽样等级			A	B	C	D
同批 数量	51~90	抽样 数量	6	5	2	1
	91~150		7	6	2	1
	151~280		10	7	2	1
	281~500		11	9	3	2
	501~1200		15	11	3	2
	1201~3200		18	13	3	2
	3201~10000		22	15	4	3
	10001~35000		29	15	4	3
	35001~150000		29	15	5	3
	150001~500000		29	15	6	4
	500001以上		29	15	7	5

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

应满足以下要求：

- 螺栓、螺钉、螺柱的标志按照 ISO 898-1 执行，对螺纹规格不小于 16mm 的螺栓、螺钉、螺柱，需要标记批号，其位置按照性能等级标识位置；
- 螺母的标志按照 ISO 898-2 执行⁶；
- 垫圈的标志宜参照 EN 14399-6 执行。

7.2 包装

应满足以下要求：

- 紧固件产品应清除污垢及金属屑，需采用适宜的保护以确保不被磕碰损坏，在正常的运输及保管条件下应保证产品自出厂之日起半年内不生锈、发霉；
- 紧固件整体采用坚固木箱装运，木箱内采用聚乙烯等防水材料包裹货物表面，防止雨水等进入；
- 单个包装的质量不应超过 40 kg，对于出口国际项目的产品，包装木箱应满足 ISPM15 国际贸易中木质包装材料管理准则的要求；
- 紧固件标志与包装技术要求应符合附录 H 的规定。标志内容如下：制造商名称、产品名称、产品规格型号、产品数量、出厂日期。

7.3 运输

应满足以下要求：

- 紧固件运输过程中应能抗御环境条件的影响而不发生破损、损坏等情况，保证安全、完整、迅速地将产品运至目的地；
- 紧固件整体运输过程中，应保证包装物的完好无损。

7.4 贮存

6) ⁶ 如标准中未明确规定标记位置，如加厚螺母等，标记位置应得到金风技术部门的书面认可。

紧固件应贮存在清洁、通风、防雨、雪、水侵袭的地方，不应在阳光下长期暴晒，应保证包装物的完好无损。

8 随机文件

随机文件见表 14。

表 14 随机文件

序号	文件名称	份数
1	产品合格证（含螺栓常温拉伸性能数据、硬度试验数据）	1
2	原材料质量证明文件	1
3	表面裂纹磁粉探伤检测报告	1
4	脱碳试验报告（第三方报告）	1
5	螺栓楔负载、螺母保证载荷试验报告（第三方报告）	1
6	低温冲击试验报告（第三方报告）	1
7	连接副扭矩系数报告	1
8	防腐涂层检验报告	1
合计		8

所有检验和试验报告的标识应和产品（出厂）编号一致，要求一个产品的各种试验报告装订一份，作为随机文件。

出厂检验文件应随产品同时到达，同批产品的检验文件应集中装袋。

附 录 A
(资料性)
标准对照表

采用的国际标准与国家标准的关系见表A.1。

表 A.1 使用标准列表

序号	标准名称	ISO/EN 标准	GB/JB 标准	等同关系
1	金属材料 夏比摆锤冲击试验 第1部分:试验方法	ISO 148-1	GB/T 229	MOD
2	一般用途米制螺纹 基本尺寸	ISO 724	GB/T 196	MOD
3	碳钢和合金钢制造的紧固件机械性能 第1部分:规定性能等级的螺栓、螺钉和螺柱粗牙螺纹和细牙螺纹	ISO 898-1	GB/T 3098.1	MOD
4	紧固件机械性能 第2部分:规定保证载荷值的螺母 粗牙螺纹	ISO 898-2	GB/T 3098.2	IDT
5	一般用途米制螺纹 公差 第1部分:原则和基本数据	ISO 965-1	GB/T 197	MOD
6	开槽圆柱头螺钉 产品等级 A 级	ISO 1207	GB/T 65	EQV
7	开槽盘头螺钉 产品等级 A 级	ISO 1580	GB/T 67	MOD
8	开槽沉头螺钉 (通用头型) 产品等级 A 级	ISO 2009	GB/T 68	EQV
9	紧固件 验收检查	ISO 3269	GB/T 90.1	IDT
10	耐腐蚀不锈钢紧固件机械性能 第1部分:螺栓、螺钉和螺柱	ISO 3506-1	GB/T 3098.6	IDT
11	耐腐蚀不锈钢紧固件机械性能 第2部分:螺母	ISO 3506-2	GB/T 3098.15	IDT
12	符合 ISO261 和 ISO262 的螺纹紧固件的收尾	ISO3508	GB/T 3	MOD
13	钢 脱碳层深度的测定	ISO 3887	GB/T 224	MOD
14	六角头螺栓 产品等级 A 和 B 级	ISO 4014	GB/T 5782	EQV
15	六角头螺钉 产品等级 A 和 B 级	ISO 4017	GB/T 5783	EQV
16	六角螺母、I 型 产品等级 A 和 B 级	ISO 4032	GB/T 6170	EQV
17	六角薄螺母 (倒角) 产品等级 A 和 B 级	ISO 4035	GB/T 6172.1	EQV
18	紧固件公差 第1部分:螺栓和螺母 产品等级 A、B 和 C 级	ISO 4759-1	GB/T 3103.1	IDT
19	紧固件公差 第3部分:螺栓、螺钉和螺母用平垫圈 产品等级 A 和 C 级	ISO 4759-3	GB/T 3103.3	IDT

表A.1 使用标准列表 (续)

序号	标准名称	ISO/EN 标准	GB/JB 标准	等同关系
20	内六角圆柱头螺钉	ISO 4762	GB/T 70.1	MOD
21	紧固件 表面缺陷 第1部分:螺栓、螺钉和螺柱 一般要求	ISO 6157-1	GB/T 5779.1	IDT
22	紧固件 表面缺陷 第2部分:螺母	ISO 6157-2	GB/T 5779.2	IDT
23	金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法 (A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)	ISO 6508-1	GB/T 230.1	MOD
24	金属材料 室温拉伸试验	ISO 6892-1	GB/T 228	EQV
25	有效力矩型六角锁紧螺母 (非金属嵌件)、I 型 性能等级 5、8 和 10 级	ISO 7040	GB/T 889.1	EQV
26	平垫圈 标准系列 产品等级 A 级	ISO 7089	GB/T 97.1	EQV
28	大半圆头方颈螺栓 产品等级 C	ISO 8677	GB/T 14	IDT
29	紧固件 非电解锌片涂层	ISO 10683	GB/T 5267.2	IDT
30	紧固件 扭矩-夹紧力试验	ISO 16047	GB/T 16823.3	IDT
31	耐腐蚀不锈钢紧固件的钝化	ISO 16048	GB/T 5267.4	MOD
32	淬火钢和回火钢 第2部分 非合金优质钢交货技术条件	EN 10083-2	GB/T 699	MOD
33	六角盖形螺母 高型	DIN 1587	GB/T 923	MOD
34	无损检测 无损检测人员的资格鉴定与认证	ISO 9712	GB/T 9445	IDT
注: MOD ——修改标准; IDT——等同标准; EQV——等效标准;				

附录 B

(规范性)

20MnTiB、35CrMo、40Cr、42CrMo、40CrNiMo 钢技术条件

B.1 化学成分

20MnTiB、35CrMo、40Cr、40CrNiMo、42CrMo钢主要化学成分应符合表B.1的规定，且为高级优质钢。

表 B.1 20MnTiB、35CrMo、40Cr、40CrNiMo、42CrMo 钢的主要化学成分

牌号	化学成分（质量分数）/%							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	B	Ti	Ni
20MnTiB	0.17～ 0.24	0.17～ 0.37	1.30～ 1.60	—	—	0.0005～ 0.0035	0.04～ 0.10	—
35CrMo	0.32～ 0.40	0.17～ 0.37	0.40～ 0.70	0.80～ 1.10	0.15～ 0.25	—	—	—
40Cr	0.37～ 0.44	0.17～ 0.37	0.50～ 0.80	0.8～ 1.10	—			
40CrNiMoA	0.37～ 0.44	0.17～ 0.37	0.50～ 0.80	0.60～ 0.90	0.15～ 0.25	—	—	1.25～ 1.65
42CrMo	0.38～ 0.45	0.17～ 0.37	0.50～ 0.80	0.90～ 1.20	0.15～ 0.25	—	—	—

B.2 力学性能

经热处理后毛坯制成相应直径的试样的力学性能应符合表B.2的规定，当圆钢直径小于16mm时不做冲击试验。

表 B.2 20MnTiB、35CrMo、40Cr、40CrNiMo、42CrMo 钢的的力学性能

牌号	试样 毛坯 尺寸 /mm	推荐的热处理制度				力学性能				
		淬火		回火		抗拉强度 Rm/MPa	下屈服 强度 ReL/MPa	断后伸 长率 A/%	断后收 缩率 Z/%	冲击吸 收能量 KU2/J
		加热 温度 /℃	冷却 剂	加热 温度 /℃	冷却剂					
20MnTiB	15	860	油	200	水、空气	1130	930	10	45	55
35CrMo	25	850	油	550	水、油	980	835	12	45	63
40Cr	25	850	油	520	水、油	980	785	9	45	47
40CrNiMoA	25	850	油	600	水、油	980	835	12	55	78
42CrMo	25	850	油	560	水、油	1080	930	12	45	63

B.3 其他

其他应符合GB/T 3077。

附 录 C
(规范性)
35VB 钢技术条件

C.1 化学成分

35VB钢的化学成分应符合表C.1的规定。

表C.1 35VB钢的化学成分

牌号	化学成分 (质量分数) /%							
	C	Mn	Si	P	S	V	B	Cu
35VB	0.31~ 0.37	0.50~ 0.90	0.17~ 0.37	≤0.04	≤0.04	0.05~0.12	0.001~ 0.004	≤0.25

C.2 力学性能

采用直径为25mm的试样毛坯，经热处理后的机械性能应符合表C.2的规定。

钢材应进行冷顶锻试验，不应有裂口或裂缝。

表C.2 35VB钢的力学性能

牌号	试样 毛坯 尺寸 /mm	推荐的热处理制度				力学性能				
		淬火		回火		抗拉强 度 Rm/MPa	下屈服 强度 ReL/MPa	断后伸 长率 A/%	断后收 缩率 Z/%	冲击吸 收能量 KU2/J
		加热 温度 /℃	冷却剂	加热 温度 /℃	冷却剂					
		不小于								
35VB	25	870	水	550	水	785	640	12	45	55

C.3 其他

其他技术条件按GB/T 3077的规定。

附录 D
(规范性)
45、35 钢技术条件

D.1 化学成分

45、35钢主要化学成分应符合表D.1的规定。

表 D.1 45、35 钢的主要化学成分

牌号	化学成分（质量分数）/%							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
				≤				
35	0.32～ 0.39	0.17～ 0.37	0.50～ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.30	0.25
45	0.42～ 0.50	0.17～ 0.37	0.50～ 0.80	0.035	0.035	0.25	0.30	0.25

D.2 力学性能

力学性能应符合表D.2的规定，当圆钢直径小于16mm时不做冲击试验。

表D.2 45、35钢的力学性能

牌号	试样 毛坯 尺寸 /mm	推荐的热处理制度			力学性能				
		正火	淬火	回火	抗拉强度 R _m /MPa	下屈服强度 Re _L /MPa	断后伸长率 A/%	断后收缩率 Z/%	冲击吸收能量 KU ₂ /J
		加热温度			不小于				
35	25	870	850	600	530	315	20	45	55
45	25	850	840	600	600	355	16	40	39

D.3 其他

其他技术条件按GB/T 699的规定。

附 录 E
(规范性)
火花源原子发射光谱分析

E.1 分析条件

分析样品应保证均匀、无裂纹，样品研磨时不应过热。
分析条件按表E.1。

表 E. 1 分析条件

项目	内容
分析间隙	3mm~6mm
火花室控制气氛	氩气纯度不低于 99.99%
氩气流量	冲洗：6 L/min~15 L/min 积分：2.5 L/min~7 L/min 静止：0.5 L/min~1 L/min
预燃时间	3s~20s
积分时间	3s~20s
放点型式	预燃期高能放电，积分期低能放电

E.2 分析步骤

分析步骤：

- a) 分析工作前，先激发一块样品2次~5次，确保仪器稳定，使仪器处于最佳工作状态；
- b) 校准曲线的制作：在所选定的工作条件下，激发一系列标准样品，每个样品至少激发3次，以每个待测元素相对强度平均值和标准样品中该元素的浓度值绘制校准曲线；
- c) 每天应用再校准样品对仪器进行校准，校准的间隔时间取决于仪器的稳定性；
- d) 按b)条选定的工作条件激发标准样品和分析样品，每个样品至少激发2次~3次，取平均值；

附录 F
(规范性)
荧光磁粉检测

F.1 检测程序

磁粉检测程序如下：

- a) 预处理；
- b) 磁化；
- c) 施加磁粉或磁悬液；
- d) 磁痕的观察与记录；
- e) 缺陷评级；
- f) 退磁；
- g) 后处理。

F.2 预处理要求

被检工件表面不应有油脂、铁锈、氧化皮或其它粘附磁粉的物质。表面的不规则状态不应影响检测结果的正确性和完整性，否则应做适当的修理。如打磨，则打磨后被检工件的表面粗糙度 R_a 不大于 $25\mu m$ 。如果被检工件表面残留有涂层，当涂层厚度均匀不超过 0.05 mm ，且不影响检测结果时，经合同各方同意，可以带涂层进行磁粉检测。

F.3 检测要求

对于紧固件的磁粉检测应安排在最终热处理之后进行。

每次磁粉检测工作开始前与结束时，应当使用被测件零件样品粘贴标准试片，或使用标准缺陷试样，验证磁粉检测设备及磁粉或磁悬液的综合性能（系统灵敏度）。

磁痕的观察时间应足够检测人员充分观察紧固件各部位，并重点关注六角头螺栓头部R角等不易观察但易出现淬火裂纹的部位。

当出现下列情况之一时，需要复验：

- a) 检测结束时，用标准试片或标准缺陷试样验证检测灵敏度不符合要求时；
- b) 发现检测过程中操作方法有误或技术条件改变时；
- c) 合同各方有争议或认为有必要时；
- d) 紧固件零件不应出现任何横向缺陷显示。

附录 G
(资料性)
非电解锌片涂层

金风科技推荐紧固件非电解锌片涂层及其相关信息参见表G. 1。

表 G. 1 非电解锌片涂层信息一览表

序号	药水名称及牌号	药水制造商	备注
1	BeNice水质锌基铬盐涂料6060Y	北京永泰和金属防腐技术有限公司	水性
2	锌基铬盐水基涂液Junhe9390型	常州君合科技股份有限公司	水性
3	水基锌铬涂料RZ-380	扬州仁众涂料有限公司	水性
4	GEOMET® 321	NOF METAL COATINGS GROUP	水性
5	DELTA®-TONE 9000	Dörken MKS-Systeme GmbH & Co. KG	溶剂型
6	Cooyer WT150GW	上海库曜新材料有限公司	水性
7	Cooyer ST180GW ⁷	上海库曜新材料有限公司	溶剂型

CONFIDENTIAL

7) ⁷ 固化温度 180℃，固化时间 30min，可作为低温达克罗使用。

附 录 H
(规范性)
紧固件标志与包装

紧固件产品上的标志应符合紧固件相关国家标准、行业标准的规定。其中，“紧固件制造者识别标志”（或紧固件经销商识别标志）有别于商标，属于标准化与产品质量范畴，应经全国性标准化机构统一协调、确认并予公告。

紧固件产品应清除污垢及金属屑。无金属镀层的产品应涂有防锈剂，以防在运输和贮藏中受腐蚀。在正常的运输和保管条件下，应保证自产品出厂之日起半年内不生锈。

产品运输包装是以运输储存为主要目的的包装，应具有保障货物安全、便于装卸储运、加速交接点验等功能。

产品运输包装应符合科学、牢固、经济、美观的要求。以确保在正常的流通过程中，能抗御环境条件的影响而不发生破损、损坏等现象，保证安全、完整、迅速地将产品运至目的地。

产品运输包装材料、辅助材料和容器，均应符合有关国家标准的规定。无标准的材料和容器须经试验验证，其性能应能满足流通环境条件的要求。

产品的包装形式及方法由紧固件制造者确定。

产品包装箱、盒、袋等外表应有标志或标签。标志应正确、清晰、齐全、牢固。内货与标志一致。标志一般应印刷或标打，也允许拴挂或粘贴，标志不应有褪色、脱落。

标志内容如下：

- a) 紧固件制造者（或经销商）名称；
- b) 紧固件产品名称（全称或简称）；
- c) 紧固件产品标准规定的标记；
- d) 紧固件产品数量或净重；
- e) 制造或出厂日期；
- f) 产品质量标记；
- g) 其它：有关标准或运输部门规定的，或制造、销售和使用者要求的标志。