

T/CMIF ××××.2-202× 紧固件产品质量分级 第2部分： 栓接结构连接副
(征求意见稿)
编制说明

一、 工作简况

1. 任务来源

根据中国机械工业联合会下发的“机械标[2021]39号”文《关于印发2021年第一批中国机械工业联合会团体标准制修订计划的通知》要求，由中机生产力促进中心有限公司负责组织相关单位制定《紧固件产品质量分级 栓接结构连接副》(项目编号：20210111)。

2. 主要工作过程

起草(草案、论证)阶段：

(1) 预研

2020年，在编写企业标准排行榜和“领跑者”评估方案过程中，对“钢结构用高强度大六角头螺栓”的基础指标门槛、核心指标量化分级、创新指标的设定开展了广泛的调查分析，并对不同产品的核心指标开展了深入的研究。2020年9月21日，组织召开了线上企业领跑者高强度螺栓连接副评估方案研讨会，会上分析了5家生产企业高强度螺栓连接副扭矩系数或者紧固轴力的内控指标的标准偏差，讨论了基础指标门槛、核心指标量化分级、创新指标设定的原则等。同时，确定了对紧固件产品进行质量分级的原则、质量等级类别、不同类型产品的关键技术指标、分级时的抽样和评定、文档管理等标准框架和技术路线。

(2) 立项

中机生产力促进中心根据前期调研情况及收集整理资料，提出了标准草稿。2020年12月向中国机械工业联合会(以下简称中机联)上报了团体标准制定计划建议，2021年3月下达本项计划。

(3) 工作组会议

紧固件质量分等团体标准研讨会于2021年6月16日在北京召开，参加会议的有中机生产力促进中心、中国机械通用零部件工业协会、中国风电集团有限公司、金风科技股份有限公司、机械工业通用零部件产品质量监督检测中心、定西高强度紧固件股份有限公司、陕西海丰石油机械制造有限公司、山东高强紧固件有限公司、山东中兴电动工具有限公司、徐州市检验检测中心、徐州瑞达高强度紧固件有限公司、徐州新兴达克罗科技有限公司、江苏中成发展紧固技术发展股份有限公司、上海申光高强度螺栓有限公司、上海高强度螺栓厂有限公司、上海金马高强紧固件有限公司、杭州大通三代科技有限公司、宁波中京电气科技有限公司、舟山市正源标准件有限公司、浙江国检检测技术股份有限公司、中船重工海为郑州高科有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部、湖南申亿五金标准件有限公司、龙源(北京)风电工程技术有限公司、远景能源有限公司、哈电风能有限公司、明阳智

慧能源集团股份公司、北京金兆博高强度紧固件有限公司、湖南飞沃新能源科技股份有限公司、金海新能源科技有限公司等 30 家单位，共计 40 余人。

秘书处介绍了项目的研制背景和草案编制过程，与会专家围绕分等标准所规定的范围、技术指标、试验方法、评级方法等进行了讨论，对团体标准草案达成一致，并形成如下决议：

——《紧固件产品质量分等 栓接结构连接副》检测项目仅规定连接副的关键指标，即：大六角螺栓连接副扭矩系数、扭剪型高强度螺栓连接副紧固轴力；

——质量分级后，应能保证特等品比例占到 30%、优等品比例（含特等品）占 70%；

——增加 M36 扭剪型高强度螺栓连接副紧固轴力（GB/T 32076.8 和 GB/T 32076.9）；

——《紧固件产品质量分等 栓接结构连接副》仅涉及关键技术指标的分级，评定方法不按缺陷和分类进行规定。

（4）起草

接到该项计划后，在全国紧标委秘书处的组织下，中机生产力促进中心、机械工业通用零部件产品质量监督检测中心、上海高强度螺栓厂有限公司、协合新能源集团有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、金风科技股份有限公司、定西高强度紧固件股份有限公司、舟山市正源标准件有限公司、宁波中京电气科技有限公司、北京金兆博高强度紧固件有限公司、绍兴山耐高压紧固件有限公司、宁波大智机械科技股份有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部、湘蓝风能有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、湖南申亿精密零部件股份有限公司、河北五维航电科技股份有限公司、宁波中机机械零部件检测有限公司等单位组建了质量分级标准工作组。工作组内部对标准草案进行了多次讨论，召开工作组会议，并在进行试验验证工作基础上反复修改标准草案。

2021 年 6 月 19 日，全国紧标委秘书处通过电子邮件、微信群推送等方式 150 家行业有关单位、科研院所、大专院校及有代表性的标准利益方发函征求草案意见，并根据收集到的意见修改完善了标准草案，于 2021 年 10 月形成了该标准的征求意见稿（草稿）及编制说明等文件。

2024 年 11 月 11 日，提交全国紧固件标准化技术委员第七届三次年会讨论了《紧固件产品质量分级 总则》《紧固件产品质量分等 栓接结构连接副》团体标准（征求意见稿草稿），并建议会后尽快完成征求意见和审查、报批等工作。

3. 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准起草单位：中机生产力促进中心有限公司、机械工业通用零部件产品质量监督检测中心、上海高强度螺栓厂有限公司、协合新能源集团有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、金风科技股份有限公司、定西高强度紧固件股份有限公司、舟山市正源标准件有限公司、宁波中京电气科技有限公司、北京金兆博高强度紧固件有限公司、绍兴山耐高压紧固件有限公司、宁波大智机械科技股份有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部、湖

南兴蓝风电有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、湖南申亿精密零部件股份有限公司、河北五维航电科技股份有限公司、宁波中机机械零部件检测有限公司。

主要起草人：丁宝平、陈艳玲、窦智、赵建军、史文超、王铎、薛振峰、郑国龙、宋婷婷、孙富、林仲岳、林君泓、黄树舟、倪晓军、周建林、宋伟栋、陈志伟、杨新户、阳雪兵、蔡帅、邓子豪、万宝库、王凯波、谭锋、祁进坤、李存生、赵静、崔自兰。

所做的工作：丁宝平为起草工作组组长，全面协调标准起草工作。窦智、赵建军、史文超、王铎、薛振峰、郑国龙、宋婷婷、孙富、林仲岳、林君泓、黄树舟、倪晓军、周建林、宋伟栋、陈志伟、杨新户、阳雪兵、蔡帅、邓子豪、万宝库、王凯波、谭锋、祁进坤、李存生、赵静、崔自兰负责收集、分析国内外相关技术文献和资料，结合实际应用经验，对紧固件产品质量分级技术要求进行归纳和总结。陈艳玲负责对各方面的意见和建议进行归纳、分析，以及其他材料的编制。

二、标准编制原则和主要内容

1. 标准编制原则

本标准在结构编写和内容编排等方面依据 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》进行编写。在确定本标准主要技术性能指标时，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和技术上的合理性。

2. 标准主要内容

本文件规定了栓接结构连接副的质量指标、试验方法、检验规则和等级评定。

本文件适用于经GB/T 90.1判定为可接收批的GB/T 1231和GB/T 3632规定的钢结构连接副，以及GB/T 32076.3、GB/T 32076.4、GB/T 32076.8和GB/T 32076.9规定的预载荷高强度栓接结构连接副。

3. 解决的主要问题

《中国制造 2025》明确指出：核心基础零部件（元器件）、先进基础工艺、关键基础材料、产业技术基础等工业基础能力薄弱，是制约我国制造业创新发展和质量提升的症结所在。

《质量强国建设纲要》《装备制造业标准化和质量提升规划》《国家标准化发展纲要》等文件明确提出要大力提高“关键零部件性能、可靠性和寿命标准指标”。紧固件是机械装备连接的核心零部件，是具有代表性的关键零部件之一，我国是世界紧固件制造和贸易大国，产量达到全球的40%左右，2023年中国紧固件出口数量为4,978,819吨，出口金额为1,110,530.3万美元，贸易总额≥100亿美元，但是与发达国家相比，我国紧固件产业大而不强问题依然存在，突出表现在自主创新能力严重不足，产品质量和综合效益不高，基础共性技术支撑和技术投入不足，产业公共服务体系缺失，标准化工作仍处于“跟跑”、“并跑”之间的状态，据不完全统计，我国高端紧固件进出口价差高达6-8倍，不仅带来的巨大的外汇流失，也

制约我国紧固件产业向全球产业链高端迈进，因此全面提升高强度紧固件产业水平，提升配套水平和能力是紧固件行业面临的迫切问题。

紧固件，特别是高强度紧固件在产品质量评估上存在性能参数多样化、参数间交叉关联影响度高、多样化科学量化难度大、试验数据大体量高分散的特点，缺乏科学的数据评价和处理方法，没有科学统一的质量分级和技术评定依据，不利于生产厂家和质量监督部门进行产品质量的检验、质量评定，不易形成整体的质量基础研究效果，阻碍了我国高强度紧固件产业先进制造技术、新型产品开发和产品质量的提升和发展。

4. 主要技术内容确定依据

工作组调研了机械、汽车、航空航天、钢结构、新能源等领域的紧固件产品使用及标准化情况；并对国际标准、欧美标准、我国国家标准、相关领域行业标准、国外知名企业标准的指标进行了对比。结合目前国内外紧固件产品生产、使用、销售情况，对栓接结构连接副的关键指标开展了分等研究。

(1) 栓接结构连接副螺栓机械性能

本标准适用的产品是符合 GB/T 1231 和 GB/T 3632 规定的钢结构连接副，以及 GB/T 32076.3、GB/T 32076.4、GB/T 32076.8 和 GB/T 32076.9 规定的预载荷高强度栓接结构连接副，其中配套使用的螺栓产品机械性能应分别符合 GB/T 1231、GB/T 3632 或 GB/T 3098.1（见表 1）。螺栓抗拉强度符合相应标准规定值则为合格品，在合格范围内能够保证一致程度越高则代表工艺越稳定，产品质量越好。根据试验室试验结果统计情况，考虑产品实际应用情况，暂定为优等品须满足试件中 $R_{m \max} - R_{m \min} \leq 100\text{MPa}$ ；特等品须满足试件中 $R_{m \max} - R_{m \min} \leq 50\text{MPa}$ （见表 2）。其他机械性能指标则符合相应标准要求即可。

表 1 试件机械性能

| 连接副 | 性能等级 | 抗拉强度 R_m/MPa | 规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力 $R_{p0.2}/\text{MPa}$ | 断后伸长率 $A\%$ | 断面收缩率 $Z\%$ | 吸收能量 (-20℃) KV_2^a/J |
|------------------|-------|-----------------------|--|-------------|-------------|-------------------------------|
| GB/T 1231-2024 | 10.9S | 1040~1190 | ≥ 940 | ≥ 10 | ≥ 48 | ≥ 27 |
| | 8.8S | 830~1030 | ≥ 660 | ≥ 12 | ≥ 52 | ≥ 27 |
| GB/T 3632-2008 | 10.9S | 1040~1240 | ≥ 940 | ≥ 10 | ≥ 42 | ≥ 27 |
| GB/T 3098.1-2010 | 10.9 | ≥ 1040 | ≥ 940 | ≥ 9 | ≥ 42 | ≥ 27 |
| | 8.8 | ≥ 800 | $\geq 640/660$ | ≥ 12 | ≥ 52 | ≥ 27 |

^a适用于 $d \geq 16\text{mm}$ 。

表 2 栓接结构连接副质量等级

| 性能等级 | 抗拉强度 R_m | | |
|------------|---|--|--------------------------------------|
| | 质量等级 | | |
| | 特等品 | 优等品 | 合格品 |
| 10.9/10.9S | 试件中 $R_{m \max} - R_{m \min} \leq 50\text{MPa}$ | 试件中 $R_{m \max} - R_{m \min} \leq 100\text{MPa}$ | GB/T 1231、GB/T 3632 或 GB/T 3098.1 规定 |

(2) 大六角螺栓连接副扭矩系数

大六角螺栓连接副扭矩系数是衡量螺栓连接副在拧紧过程中扭矩与紧固轴力之间关系的重要参数，其值的大小和一致性直接影响到紧固效果的稳定性和可靠性，对装配质量、运行安全有非常大的影响。所以在质量分级中，作为栓接连接副产品最关键的技术指标之一。

GB/T 1231、GB/T 32076.3、GB/T 32076.4 中对扭矩系数的规定见表 3。根据实验室试验结果统计情况，并考虑产品实际应用情况，分 GB/T 1231 与 GB/T 32076.3 或 GB/T 32076.4 两种等级制度，按扭矩系数区分的栓接结构连接副质量等级见表 4。

表 3 扭矩系数

| 连接副 | 参数 | 数值 |
|--|----------------|--------------|
| GB/T 1231-2024 | 扭矩系数 \bar{K} | 0.110~0.150 |
| | 变异系数 V_k | ≤ 0.077 |
| GB/T 32076.3-2015 或 GB/T 32076.4-2015 | 扭矩系数 \bar{K} | 0.10~0.23 |
| | 变异系数 V_k | ≤ 0.1 |

表 4 栓接结构连接副质量等级

| 连接副 | 参数 | 质量等级 | | |
|--|---------|--------------|--------------|--------------|
| | | 特等品 | 优等品 | 合格品 |
| GB/T 1231-2024 | 扭矩系数平均值 | 0.110~0.150 | | |
| | 变异系数 | ≤ 0.063 | ≤ 0.070 | ≤ 0.077 |
| GB/T 32076.3-2015 或 GB/T 32076.4-2015 | 扭矩系数平均值 | 0.10~0.23 | | |
| | 变异系数 | ≤ 0.063 | ≤ 0.077 | ≤ 0.1 |

(3) 扭剪型螺栓连接副紧固轴力

扭剪型螺栓连接副紧固轴力直接影响到紧固效果，所以在质量分级中，作为栓接连接副产品最关键的技术指标之一。目前，本分级标准中涉及的 GB/T 1231、GB/T 32076.3、GB/T 32076.4、GB/T 32076.8、GB/T 32076.9 均采用变异系数表征一致性程度，仅 GB/T 3632-2008 采用标准偏差（见表 5）。根据变异系数=标准偏差/平均值计算可得，针对 GB/T 3632-2008 扭剪型螺栓连接副的最大变异系数为 0.10，与 GB/T 32076.8-2017 和 GB/T 32076.9-2017 中规定一致。因此，对于紧固轴力统一采用变异系数表征一致性程度。根据实验室试验结果统计情况，并考虑产品实际应用情况，按紧固轴力变异系数区分的栓接结构连接副质量等级见表 6。

表 5 紧固轴力

| 螺纹规格 | | M12 | M16 | M20 | M22 | M24 | M27 | M30 | M36 |
|--|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| GB/T 3632-2008 | 紧固轴力平均值 kN | — | 100~ 121 | 155~ 188 | 190~ 230 | 225~ 272 | 290~ 351 | 355~ 430 | — |
| | 标准偏差 | — | ≤10.0 | ≤15.5 | ≤19.0 | ≤22.5 | ≤29.0 | ≤35.5 | — |
| GB/T 32076.8-2017 或 GB/T 32076.9-2017 | 紧固轴力平均值 N | ≤ 64911 | ≤ 120890 | ≤ 188650 | ≤ 233310 | ≤ 271810 | ≤ 353430 | ≤ 431970 | ≤ 629090 |
| | 变异系数 | ≤0.10 | | | | | | | |

表 6 栓接结构连接副质量等级

| 连接副 | 参数 | 质量等级 | | |
|--|------|---|--------|------|
| | | 特等品 | 优等品 | 合格品 |
| GB/T 3632-2008、GB/T 32076.8-2017 或 GB/T 32076.9-2017 | 紧固轴力 | 符合 GB/T 3632、GB/T 32076.8 或 GB/T 32076.9 规定 | | |
| | 变异系数 | ≤0.063 | ≤0.077 | ≤0.1 |

三、主要试验（或验证）情况

在标准制定过程中，结合目前国内外栓接结构连接副产品生产、使用、销售情况，对本标准所涉及的栓接结构连接副产品质量指标、试验方法、检验规则和等级评定进行了梳理。

在兼顾经济性和数据完整性的原则下，规定了进行质量分级时所采用的核心指标、试验要求和抽样方案，并对样本量和抽样数量的关系，以及核心指标的分级要求，在 GB/T 90.1 抽样方案基础上，统计分析大量试验数据进行了验证。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

通过开展多维数据驱动的高强紧固件产品性能指标的量化和基于全寿命周期性能评估的高强度紧固件产品质量分级研究，可实现以下目标：

（1）可建立基于性能数据驱动的紧固件质量分级和评估标准体系，提出科学的性能等级量化指标，强化标准的支撑和引领能力；

（2）通过质量分级，实现优质优价，鼓励和引导企业瞄准国际先进标准提高水平，主动制定、实施先进标准，以先进标准引领质量提升、以标准化建设助推产业结构优化升级、以高端产品占领技术新高地；

（3）促进高端紧固件工艺的改进和新产品的开发，对紧固件行业的技术进步和产品出口发挥导向作用，推动我国紧固件制造业高质量发展，促进我国高强度紧固件产业全面迈向全球产业链高端；

（4）提高我国高端紧固件配套能力，提高产品在国内外市场占有率，增强产业国际竞

争力；

(5) 可满足高端紧固件产品设计、生产过程控制和产品质量监督的需要，为不同用户采购紧固件产品提供量化依据。

六、与国际、国外对比情况

JB/T 58651.1-58651.14《紧固件产品质量分等》系列标准于 1993 年首次发布，1999 年第一次修订，目前已被废止。国外无相关标准。

该标准项目不存在知识产权问题。

本标准在国内先进水平。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准属于紧固件标准体系“管理标准”大类“质量管理”小类。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

推荐性团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准具备较高的权威性和普适性，拟在后期通过在各种相关领域论坛、会议、期刊上予以宣传；制作宣传讲解视频，在行业网站或微信公众号上向社会大众宣传。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

——计划项目名称为《紧固件产品质量分级 栓接结构连接副》。在起草阶段，有专家提出该系列标准制定为分部分标准更方便标准配套使用，经 2021 年 6 月 16 日《紧固件质量分等》团体标准研讨会讨论，工作组一致同意将该系列标准制定为分部分标准，按 GB/T 1.1-2020 的命名规则，将标准名称改为《紧固件产品质量分级 第 2 部分：栓接结构连接副》。

——计划项目牵头单位为“中机生产力促进中心”，因企业改制，于 2021 年 12 月 6 日经北京市市场监督管理局核准，名称变更为“中机生产力促进中心有限公司”。

质量分级工作组

2024 年 12 月