

T/CRES

中国可再生能源学会标准

T/CRES0031-2025

水电解制氢装置用拉紧螺杆组件

Tension screw assembly for installation of hydrogen production by water electrolysis

2025-03-31 发布

2025-04-30 实施

中国可再生能源学会 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 产品型式 2

5 技术要求 3

6 检验方法 5

7 检验规则 6

8 标志、包装、运输及贮存 7

附录 A（资料性） 常规拉杆组件产品型式 9

附录 B（资料性） 拉杆组件推荐材料 14

参考文献 15

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。

本文件由中船海为高科技有限公司提出。

本文件由中国可再生能源学会归口。

本文件起草单位：中船海为高科技有限公司、中国船舶集团有限公司第七一三研究所、中国船舶集团有限公司第七一八研究所、中船（邯郸）派瑞氢能科技有限公司、西安隆基氢能科技有限公司、河南省水下智能装备重点实验室、北京理工大学、西北工业大学、西安交通大学、大连理工大学、中国机械总院集团郑州机械研究所有限公司、宝鸡石油机械有限责任公司、有研工程技术研究院有限公司、武汉中科创新技术股份有限公司、中原工学院、中国兵器工业第五二研究所烟台分所有限责任公司。

本文件主要起草人：杨中桂、白洁、赵智垒、冀相安、李星耀、刘萍、丁永春、刘晓峰、宫玮、李梦晗、刘恺、孙朱行、张珂、葛书强、陈飞宇、丁晓宇、杜飞、朱林波、赵强强、杨朝晖、张伟、窦小鹏、邵乐、于庆河、王子成、孟德明、张永、温家浩、李泽军、张自旺、崔陆军、梁景恒、郭聪。

本文件在执行过程中的意见建议请反馈至中国可再生能源学会标准化工作办公室。

水电解制氢装置用拉紧螺杆组件

1 范围

本文件规定了水电解制氢装置用拉紧螺杆组件的产品型式、技术要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于碱性水电解制氢（ALK）装置、质子交换膜（PEM）电解水制氢装置及固体聚合物阴离子交换膜（AEM）电解水制氢装置用拉紧螺杆组件（以下简称：拉杆组件）的设计、制造与检验。

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 150.2 压力容器 第2部分：材料
- 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 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 1972.2 碟形弹簧 第2部分：技术条件
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 3075 金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法
- 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 4162—2022 锻轧钢棒超声检测方法
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法
- 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 9799 金属及其他无机覆盖层 钢铁上经过处理的锌电镀层
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 11376 金属及其他无机覆盖层 金属的磷化膜
- GB/T 14791 螺纹 术语
- GB/T 15519 化学转化膜 钢铁黑色氧化膜 规范和试验方法
- GB/T 17505 钢及钢产品 交货一般技术要求
- GB/T 18684—2002 镀铬涂层 技术条件
- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
- GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）
- GB/T 20125 低合金钢 多元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
- GB/T 32547—2016 圆钢漏磁检测方法
- NB/T 47013.4—2015 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
- NB/T 47013.5—2015 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
- ASME SA193 高温设备用合金钢和不锈钢螺栓材料（Standard specification for alloy-steel and stainless steel bolting materials for high temperature service）

3 术语和定义

GB/T 14791界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水电解制氢 hydrogen production by water electrolysis

以直流电接入电解池电解水，获得氢和氧的工艺过程。

[来源：GB/T 24499—2009，3.2]

3.2

水电解制氢装置 installation of hydrogen production by water electrolysis

以水为原料，电解制取气态氢、氧的装置。

注：水电解制氢装置是水电解槽及其辅助设备组合的统称。

[来源：GB/T 24499—2009，3.10，有修改]

3.3

拉紧螺杆 tension screw; tie rod; tension bolt

两端加工成螺纹形状且具有大长径比的钢制紧固连接件。

注：也称“拉杆”。

3.4

拉紧螺杆组件 tension screw assembly; tie rod assembly; tension bolt assembly

一般由拉紧螺杆（3.3）、螺母、锁紧螺母、导向套（3.5）、碟形弹簧（3.6）、垫板、连接片（3.7）

组合安装并施加预应力使用的结构件。

注：也称“拉杆组件”。

3.5

导向套 guide sleeve

导向件

用于碟形弹簧（3.6）工作时形变位移的导向金属结构件。

3.6

碟形弹簧 disc spring; belleville spring

用恒定厚度的材料制造成圆锥、圆台形状的压缩弹簧。

注：此类弹簧经常以对合、叠合形式堆叠组合使用。

[来源：GB/T 1805—2021，5.6，有修改]

3.7

连接片 connecting piece

外形为跑道形、中间一个长圆孔和圆孔的板状结构件。

3.8

圆弧螺纹 knuckle thread; arc screw thread; round thread; Rd

牙型角为30°或60°等、螺纹顶部或螺纹底是圆弧状的螺纹结构。

注：DIN 405-1中使用Rd代表圆弧螺纹。

[来源：T/CI 150—2023，3.2]

3.9

生产批 manufacturing lot

同一标记[包括产品等级、性能等级和规格]的，用同一炉的棒材、线材、丝材或板材制造的，在整个连续周期内采用相同工艺并经过相同的热处理、表面处理，如果需要，可涂覆润滑剂或进行其他处理。

注1：相同的热处理或表面处理过程即：

——对连续生产来说，采用相同的循环处理而无任何变动；

——对不连续生产来说，对同一连续加热（一炉），采用相同的循环处理。

注2：从技术角度考虑，一个生产批可分成若干个制造批，然后再合并成同一个生产批。

[来源：GB/T 32076.1—2015，3.2]

4 产品型式

可根据实际情况确定拉杆组件的产品型式，常规拉杆组件产品型式参照附录A。

5 技术要求

5.1 材料

拉杆组件推荐使用的材料牌号见附录B，也可选用满足GB/T 150.2要求的其他材料。各种化学成分的允许偏差应符合GB/T 222的规定。

5.2 外观

5.2.1 拉杆的表面缺陷应符合 GB/T 5779.1 的规定，螺母的表面缺陷应符合 GB/T 5779.2 的规定。

5.2.2 螺母及锁紧螺母螺纹加工完毕后，应去除铁屑、毛刺等杂质，两端面不得有飞边。

5.2.3 螺纹表面光滑，不应有加工鳞刺和附有氧化层。

5.2.4 垫板、连接片、导向套表面不应有裂纹、毛刺、浮锈和影响使用的凹痕、划伤。

5.2.5 拉杆组件不应有磕碰损伤。

5.3 机械性能

5.3.1 拉杆

拉杆机械性能应满足GB/T 150.2或ASME SA193的要求，采用35CrMo、42CrMo、40CrNiMo及B7材质的拉杆机械性能应符合表1的规定。

表 1 拉杆机械性能

牌号	调质回火温度 ℃	螺纹公称直径 mm	力学性能				低温冲击吸收 能量 (0℃) KV ₂ J	硬度 HRC
			抗拉强度 R_m MPa	规定塑性延伸 强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后延伸率 A %	断面收缩率 Z %		
35CrMo、 42CrMo	≥560	24~80	≥805	≥685	≥14	—	≥54	—
		85~105	≥735	≥590			≥54	
40CrNiMo	≥520	52~180	≥930	≥825	≥13		≥60	
B7	≥650	≤64	≥860	≥725	≥16	≥50	—	≤35
	≥650	64~100	≥760	≥655	≥16	≥50	—	≤35

注：“—”表示不作要求。

5.3.2 螺母

螺母的机械性能应符合表2的规定。

表 2 螺母机械性能

序号	项目	要求
1	维氏硬度	233 HV~353 HV
2	保证载荷	应符合 GB/T 3098.2 的规定

5.3.3 导向套

导向套的表面硬度应不小于55 HRC。

5.3.4 碟形弹簧

碟形弹簧的机械性能应符合GB/T 1972.2的规定。

5.3.5 垫板

垫板的表面硬度应为40 HRC~45 HRC。

5.4 螺纹脱碳层深度

螺纹脱碳层深度应符合GB/T 3098.1的规定，牙底不得出现完全脱碳层，部分脱碳层深度应不大于0.05 mm。

5.5 无损检测

5.5.1 材料

拉杆材料无损检测要求如下：

- 拉杆材料热处理前，材料内部应进行超声波无损检测，应符合GB/T 4162—2022的A级规定；
- 拉杆材料热处理后，材料表面进行漏磁无损检测或磁粉探伤。材料表面进行漏磁无损检测时，应符合GB/T 32547—2016的3级规定。材料表面进行磁粉探伤时，应符合NB/T 47013.4—2015中I级规定。

5.5.2 成品

拉杆两端螺纹进行渗透无损检测，应符合NB/T 47013.5—2015中的III级规定。

5.6 拉杆成品拉力

拉杆在极限拉力载荷下破坏时，极限拉力应大于最小拉力载荷，拉杆断裂在未旋合螺纹处或无螺纹杆部。

根据GB/T 3098.1，最小拉力载荷（ F_{min} ）按公式（1）计算。

$$F_{min} = A_s \times R_m \quad (1)$$

式中：

- F_{min} ——最小拉力载荷，单位为牛顿（N）；
- A_s ——螺纹公称应力截面积，单位为平方毫米（mm²）；
- R_m ——抗拉强度，单位为兆帕（MPa）。

5.7 疲劳性能

拉杆材料疲劳试样在最大应力为公称规定塑性延伸强度（ $R_{p0.2}$ ）的80%、疲劳应力幅（最大应力和最小应力代数差的一半）不小于100 MPa的条件下，至少经受1000万次循环载荷后，疲劳试样不应疲劳破坏，表面状态完好。

5.8 表面处理

5.8.1 拉杆组件表面处理应满足以下要求：

- 采用镀锌进行防腐处理时，其性能应符合GB/T 9799的规定；
- 采用发黑进行防腐处理时，其性能应符合GB/T 15519的规定；
- 采用磷化进行防腐处理时，其性能符合GB/T 11376的规定；
- 采用达克罗防腐处理时，涂层等级不低于GB/T 18684—2002规定的4级；
- 也可采用其他防腐方式。

5.8.2 拉杆组件表面处理，应满足互配性。涂层应连续，无漏涂、气泡、剥落、裂纹、滴流、结块、夹杂物等缺陷，涂层厚度无局部过厚现象，应无明显色差现象。

5.8.3 拉杆组件表面处理后进行涂层胶带附着力试验时，涂层不应从金属基体上脱落或露底，但可有少量的涂层材料粘贴到胶带上。

5.9 尺寸与偏差

5.9.1 拉杆

5.9.1.1 拉杆杆体不圆度指杆体同一横截面最大直径和最小直径之差，不圆度小于0.05 mm。

5.9.1.2 拉杆的弯曲度每米不大于1 mm，总弯曲度不大于总长度的0.2%。

5.9.1.3 拉杆的长度允许偏差符合表3的规定。

表 3 拉杆长度允许偏差

单位为毫米

拉杆长度 L	允许偏差
$L \leq 1\ 000$	± 2
$1\ 000 < L \leq 4\ 000$	± 6
$4\ 000 < L \leq 10\ 000$	± 10

5.9.2 螺母

螺母尺寸偏差宜满足附录A中A.2.3的规定，锁紧螺母尺寸偏差宜满足附录A中A.2.4的规定。

5.9.3 连接片

连接片线性尺寸偏差应符合GB/T 1804—2000中m级公差的规定，形位尺寸偏差应符合GB/T 1184—1996中H级公差要求。

6 检验方法

6.1 化学成分

拉杆组件材料化学成分测试用试样的取样和制样方法按GB/T 20066的规定执行，化学成分测定按GB/T 20123、GB/T 20125和GB/T 4336的规定进行。

6.2 外观

6.2.1 拉杆和螺母表面涂覆处理前外观检验应分别按 GB/T 5779.1 和 GB/T 5779.2 的规定执行。

6.2.2 可目视检验拉杆组件外观质量。

6.3 机械性能

6.3.1 力学性能

拉杆所用毛坯经热处理后进行力学性能试验，按照GB/T 2975的要求截取样坯和制备试样（试样直径为10 mm、长度为50 mm），按GB/T 228.1的规定进行试验。

6.3.2 硬度

拉杆、螺母、垫板、导向套硬度检验，在表面任测4点，取后3点平均值。试验方法按GB/T 230.1或GB/T 4340.1的规定。以维氏硬度试验为仲裁值。

6.3.3 低温冲击

拉杆材料冲击试验取样位置及试样制备按GB/T 2975的规定进行，低温冲击吸收能量和低温脆性转变温度的试验按GB/T 229的规定进行，取样数量不少于3个。

6.3.4 保证载荷

保证载荷试验按GB/T 3098.2的规定执行。

6.4 螺纹脱碳层深度

螺纹脱碳层深度试验按GB/T 224规定执行。

6.5 无损检测

超声波无损检测按GB/T 4162—2022的规定进行，漏磁无损检测按GB/T 32547—2016的规定进行，磁粉探伤检测按NB/T 47013.4—2015的规定进行，渗透探伤检测按NB/T 47013.5—2015的规定进行。

6.6 拉杆成品拉力

拉杆成品拉力试验按GB/T 3098.1的规定进行。

6.7 疲劳性能

拉杆材料疲劳试验按GB/T 3075的规定进行。

6.8 表面处理

6.8.1 中性盐雾试验按 GB/T 10125 的规定进行。

6.8.2 涂层胶带附着力测试和厚度测试按 GB/T 5267.2 规定执行。

6.8.3 采用其他防腐处理措施时，应由供需双方协议其试验方法。

6.9 尺寸与偏差

6.9.1 拉杆

6.9.1.1 用游标卡尺测量拉杆杆径和不圆度，单位长度内测量点不少于 3 个，总测量点不少于 5 个，取平均值。

6.9.1.2 用 1 m 长专用靠尺在拉杆光杆表面，在最大弯曲处测量弦高，测量点不少于 3 个，取最大值，即为拉杆弯曲度。用一根细钢丝从拉杆两端拉紧，在最大弯曲处测量弦高，然后换算成长度的百分数，测量点不少于 3 个，取最大值，即为拉杆总长范围内的弯曲度。

6.9.1.3 用钢卷尺测量拉杆长度，测量点不少于 3 个，取平均值。

6.9.2 螺母及锁紧螺母

用游标卡尺测量螺母、锁紧螺母外形尺寸，测量点不少于3个，取平均值。

6.9.3 垫板

用游标卡尺测量垫板外形尺寸，测量点不少于3个，取平均值。

6.9.4 连接片

用游标卡尺测量连接片外形尺寸，测量点不少于3个，取平均值。

6.9.5 导向套

用游标卡尺测量导向套外形尺寸，测量点不少于3个，取平均值。

7 检验规则

7.1 检验分类

本文件规定的检验类别分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 检验对象

有下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品试制；
- b) 当产品的结构、材料、工艺有更改或变动有可能影响产品性能或质量时；
- c) 正常生产的产品，每4 a应进行一次型式试验；
- d) 对于成批生产的产品连续停产1 a以上，重新再生产时；
- e) 在出厂检验中发现严重质量问题或有相关部门提出要求时。

7.2.2 判定规则

拉杆组件所有试验项目经试验均符合要求时，则判定拉杆组件型式试验合格。若有1项不符合要求，应针对该生产批加倍取样进行复检。若复检符合要求，判定拉杆组件型式试验合格。若复检不符合要求，则判定该生产批拉杆组件型式试验不合格。

7.2.3 检验项目

型式检验项目应符合表4的规定。

表 4 检验项目及要求

序号	检验项目	取样数量	检验要求	检验方法	型式检验	出厂检验
1	化学成分	1 件/炉批	5.1	6.1	●	●
2	外观	50 %/生产批	5.2	6.2	●	●
3	力学性能	3 件/热处理批	5.3	6.3.1	●	●
4	硬度	3 件/热处理批	5.3	6.3.2	●	●
5	低温冲击	3 件/热处理批	5.3	6.3.3	●	●
6	保证载荷	3 件/生产批	5.3	6.3.4	●	△
7	螺纹脱碳层深度	3 件/热处理批	5.4	6.4	●	△
8	材料无损检测	100 %	5.5.1	6.5	△	△
9	成品无损检测	3 件/生产批	5.5.2	6.5	△	△
10	成品拉力	1 件/生产批	5.6	6.6	△	/
11	疲劳性能	1 件/热处理批	5.7	6.7	△	/
12	防腐性能	1 件/生产批	5.8	6.8	●	/
13	尺寸与偏差	5 %/生产批	5.9	6.9	●	●

注：“●”为必检项目，“△”为按客户要求，“/”为不检项目。

7.3 出厂检验

7.3.1 检验项目

出厂检验项目应符合表4的规定。

7.3.2 组批规则

拉杆组件应按批检验。同一炉批指钢材轧制时在同一个炉子中同一批量生产的钢材。同一热处理批指按同一热处理工艺进行连续作业的同一批次热处理加工的钢材。

7.3.3 检验样品数量

出厂检验样品数量应符合表4的规定。

7.3.4 判定规则

7.3.4.1 外观、外形尺寸抽样检验符合要求时，则判定该批次产品的外观、外形尺寸合格。若外观、外形尺寸抽样检验中有不符合要求项时，应进行全数检验，根据供需双方协商，允许返修后进行复验，复验结果符合要求则为合格。

7.3.4.2 按炉批次或热处理批次进行检验的项目符合要求时，则判定该炉批或热处理批产品合格。若按炉批次或热处理批次进行检验的项目有不符项时，应取双倍样品进行复验，复验应符合 GB/T 17505 的规定，若复验结果仍不符合要求，则判定该炉批或热处理批产品不合格。

7.3.4.3 以上两项均合格，则判定拉杆组件出厂检验。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

8.1.1 拉杆成品应标记生产厂家代号、生产批次编号，字样清晰。

8.1.2 螺母应标记厂家代号、性能等级，字样清晰。

8.2 包装

拉杆组件应采用适宜的包装防护方式，避免磕碰损坏或产品锈蚀。包装后应张贴标识，至少需包含制造商名称、产品名称、产品规格型号、产品数量、生产日期。

8.3 运输

运输过程中，应保证包装物的完好无损。

8.4 贮存

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

8.5 合格证

8.5.1 应附有制造商提供的产品合格证，合格证应至少包含以下内容：

- a) 制造商名称；
- b) 产品名称及型号；
- c) 制造日期或生产批号；
- d) 质量检查部门签章。

8.5.2 有特殊要求时，由供需双方商定。

附录 A
(资料性)
常规拉杆组件产品型式

A.1 产品组成

拉杆组件一般由拉杆、螺母、锁紧螺母、导向套、碟形弹簧、垫板、连接片组成，锁紧螺母和连接片为可选部件，一端可无碟形弹簧。拉杆组件产品组成如图A.1及A.2所示。

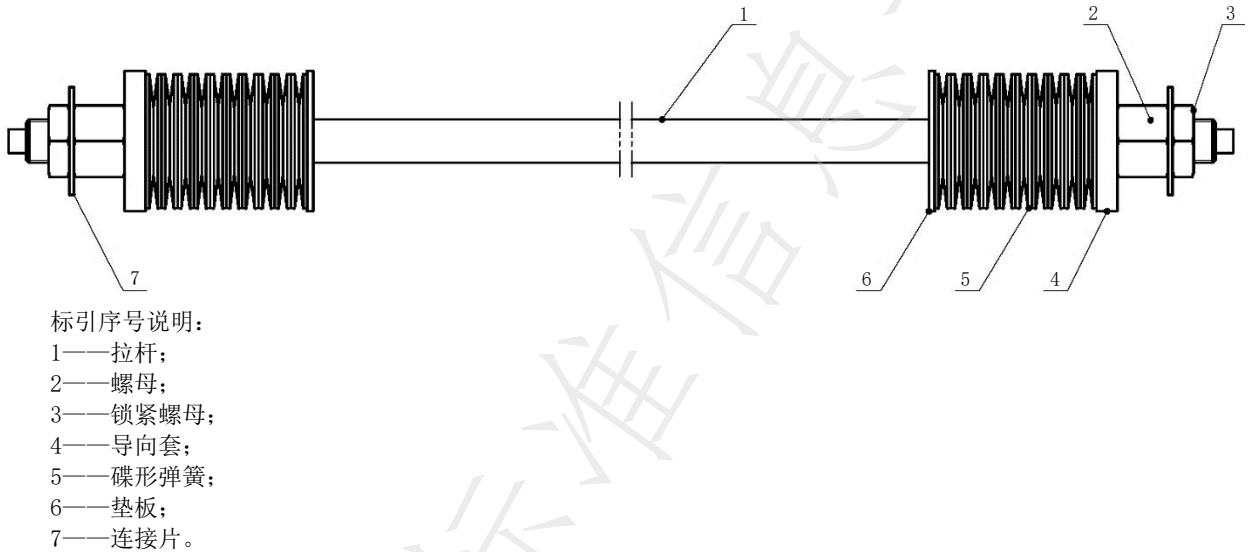


图 A.1 拉杆组件产品组成（有锁紧螺母和连接片）

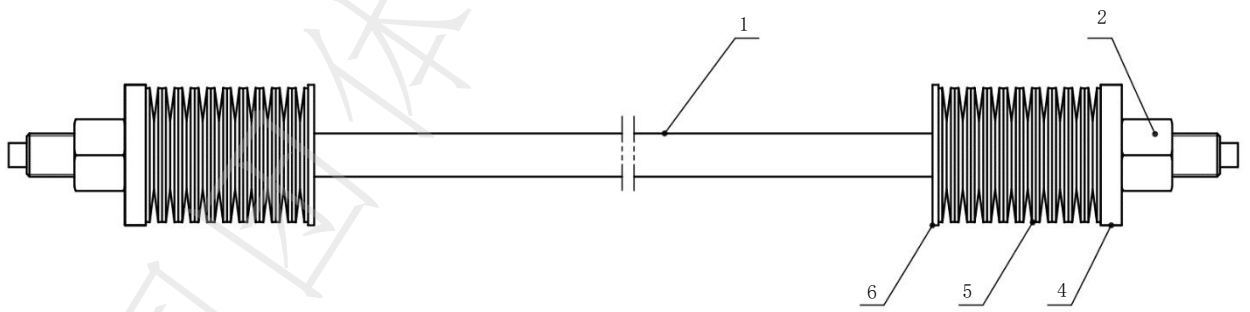


图 A.2 拉杆组件产品组成（无锁紧螺母和连接片）

A.2 产品结构

A.2.1 螺纹

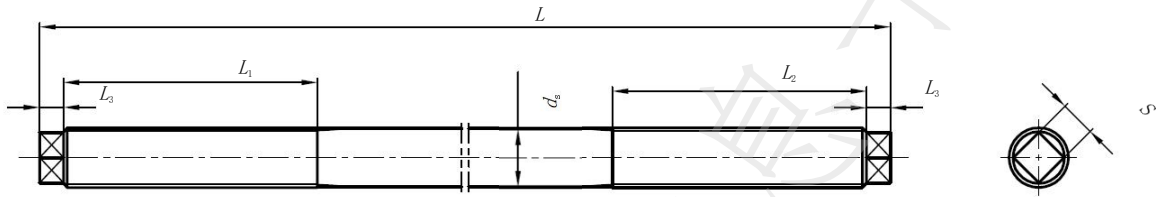
- A.2.1.1 拉杆、螺母及锁紧螺母可采用梯形螺纹、圆弧螺纹、普通螺纹、MJ 螺纹等螺纹形式。
- A.2.1.2 拉杆、螺母及锁紧螺母采用梯形螺纹时，尺寸代号和标注参照 GB/T 5276，螺纹牙型的基本尺寸和公差分别参照 GB/T 5796.1 和 GB/T 5796.4。
- A.2.1.3 拉杆、螺母及锁紧螺母采用圆弧螺纹时，螺纹牙型的基本尺寸和公差参照 NB/T 10214 及 T/CI 150—2023。
- A.2.1.4 拉杆、螺母及锁紧螺母采用普通螺纹时，尺寸代号和标注参照 GB/T 5276，螺纹牙型的基本

尺寸和公差分别参照 GB/T 196 和 GB/T 197。

A.2.1.5 拉杆、螺母及锁紧螺母采用 MJ 螺纹时，螺纹牙型、基本尺寸及公差参照 GB/T 43924.1 和 GB/T 43924.2。

A.2.2 拉杆

拉杆的产品型式如图A.3及图A.4所示，位于拉杆两端的四方头结构为可选结构。典型拉杆规格见表A.1。



标引序号说明：
 L ——拉杆长度；
 L_1 ——拉杆有效螺纹末端与端部距离；
 L_2 ——拉杆另一端有效螺纹末端与端部距离；
 L_3 ——拉杆四方头长度；
 d_s ——拉杆光杆处直径（大于拉杆外螺纹小径）；
 S ——拉杆四方头对边宽度。

图 A.3 拉杆产品型式（有四方头）

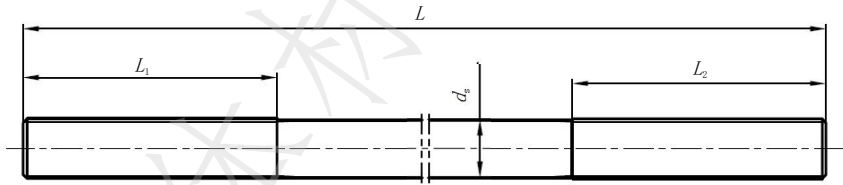


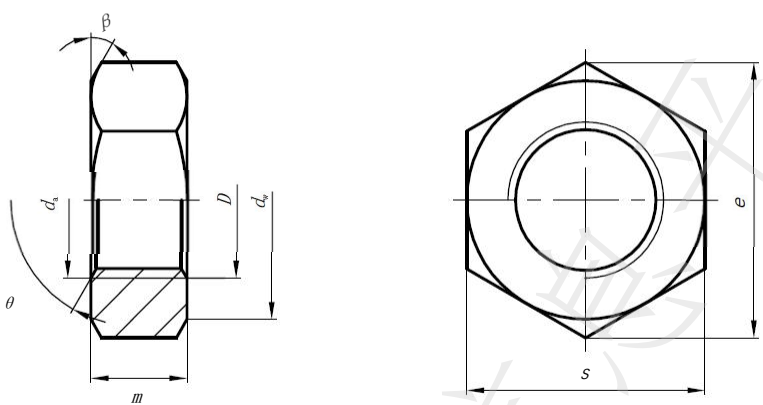
图 A.4 拉杆产品型式（无四方头）

表 A.1 典型拉杆规格

单位为毫米						
产品规格	螺纹形式	螺纹公称直径 d	螺距 P	长度 L	左端螺纹有效长度 L_1	右端螺纹有效长度 L_2
Tr60×8	梯形螺纹	60	8	800~8 000	200~600	200~600
Tr75×4	梯形螺纹	75	4	800~8 000	200~600	200~600
Tr90×4	梯形螺纹	90	4	3 000~8 000	200~600	200~600
M36×4	普通螺纹	36	4	800~3 000	200~600	200~600
M60×4	普通螺纹	60	4	800~3 000	200~600	200~600
M75×4	普通螺纹	75	4	800~8 000	200~600	200~600
M90×4	普通螺纹	90	4	3 000~8 000	200~600	200~600
Rd60×6.35	圆弧螺纹	60	6.35	800~8 000	200~600	200~600
Rd75×6.35	圆弧螺纹	75	6.35	800~8 000	200~600	200~600
Rd90×6.35	圆弧螺纹	90	6.35	3 000~8 000	200~600	200~600
注1：表中仅给出常用产品规格。						
注2：长度数值为推荐值，也可选定其他数值。						

A.2.3 螺母

六角螺母的型式如图A.5所示，产品规格见表A.2。也可选其他型式的螺母。



标引序号说明：
 β ——倒角；
 θ ——沉头角；
 d_s ——沉孔直径；
 D ——内螺纹基本大径（公称直径）；
 d_s ——支撑面大径；
 e ——螺母对角宽度；
 m ——螺母高度；
 s ——螺母对边宽度。
注： $\beta=15^\circ \sim 30^\circ$ ， $\theta=90^\circ \sim 120^\circ$ 。

图 A.5 螺母型式（锁紧螺母型式）

表 A.2 螺母规格

螺纹规格		Tr60×8	Tr75×4	Tr90×4	M36×4	M60×4	M75×4	M90×4	Rd60×6.35	Rd75×6.35	Rd90×6.35
螺距 <i>P</i>		8	4	4	4	4	4	4	6.35	6.35	6.35
<i>d_s</i>	max	65	83	98	38.9	65	83	98	65	83	83
	min	60	75	90	36	60	75	90	60	75	75
<i>d_s</i> min		90	115	130	51.1	90	115	130	90	115	115
<i>e</i> min		106	134.5	160	60.79	106	134.5	160	106	134.5	134.5
<i>m</i>	max	85	85	95	55	85	85	95	85	85	85
	min	82	82	92	53.1	82	82	95	82	82	82
<i>s</i>	max	95	120	150	55	95	120	150	95	120	120
	min	92.5	117.5	147.5	53.8	92.5	117.5	147.5	92.5	117.5	117.5

单位为毫米

A.2.4 锁紧螺母

锁紧螺母产品型式如图A.5所示，规格见表A.3。

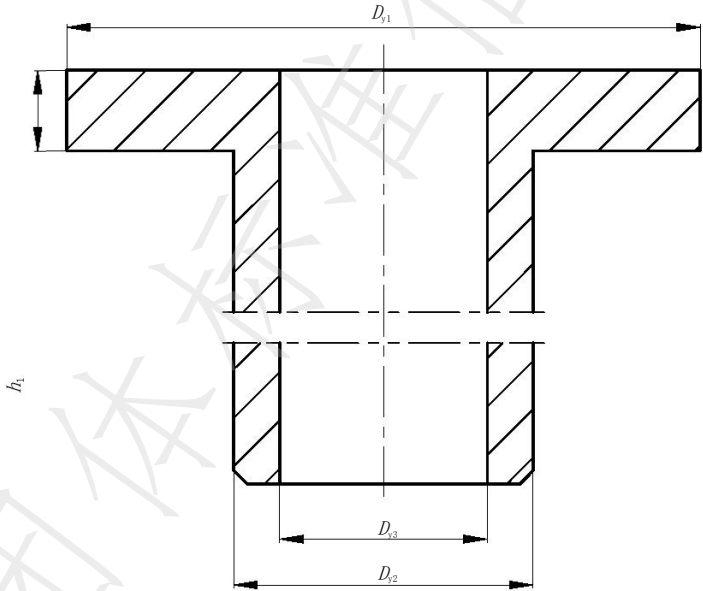
表 A.3 锁紧螺母规格

单位为毫米

螺纹规格		Tr60×8	Tr75×4	Tr90×4	M60×4	M75×4	M90×4	Rd60×6.35	Rd75×6.35	Rd90×6.35
螺距 <i>P</i>		8	4	4	4	4	4	6.35	6.35	6.35
<i>d_s</i>	max	65	88	98	65	83	98	65	88	98
	min	60	80	90	60	75	90	60	80	90
<i>d_s</i> min		90	115	130	90	115	130	90	115	130
<i>e</i> min		106	134.5	160	106	134.5	160	106	134.5	160
<i>m</i>	max	35	35	40	35	35	40	35	35	40
	min	32	32	37	32	32	37	32	32	37
<i>s</i>	max	95	130	150	95	120	150	95	130	150
	min	92.5	125.5	147.5	92.5	117.5	147.5	92.5	125.5	147.5

A.2.5 导向套

导向套的产品型式如图A.6所示。

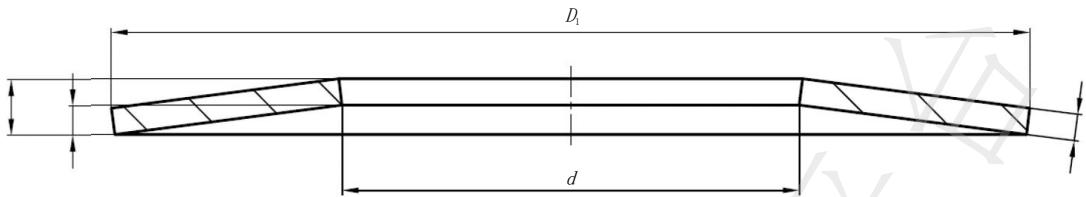


标引序号说明：
D₁——导向套上圆盘外径；
h₁——导向套上圆盘厚度；
D₂——导向套下套管外径；
D₃——导向套下套管内径。

图 A.6 导向套产品型式

A.2.6 碟形弹簧

碟形弹簧的产品型式如图A.7所示，外形尺寸参照GB/T 1972.2。

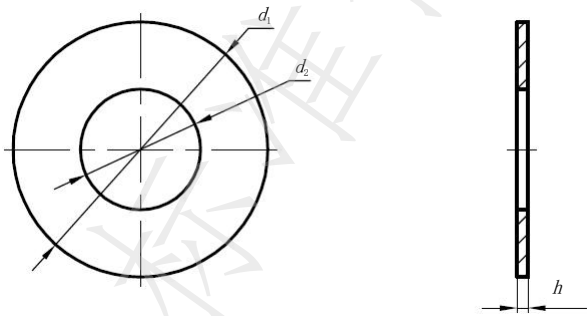


标引序号说明：
 D_t ——碟形弹簧外径；
 d ——碟形弹簧内径；
 t ——碟形弹簧厚度；
 h_0 ——单片碟簧的自由高度；
 h_0 ——碟簧压平的变形量。

图 A. 7 碟形弹簧产品型式

A. 2. 7 垫板

垫板的产品型式如图A. 8所示。

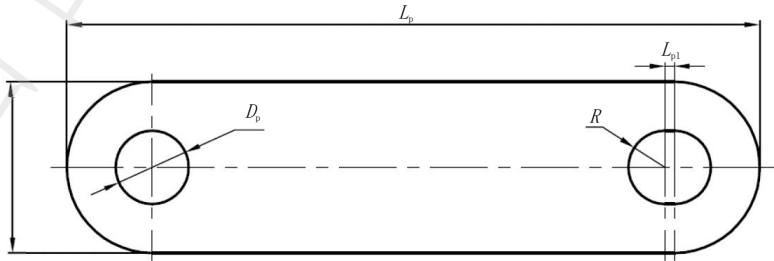


标引序号说明：
 d_t ——垫板外径；
 d_s ——垫板内径；
 h ——垫板厚度。

图 A. 8 垫板型式

A. 2. 8 连接片

连接片的产品型式如图A. 9所示。



标引序号说明：
 L_p ——连接片长度；
 W_p ——连接片宽度；
 D_p ——圆孔直径；
 L_{p1} ——长圆孔中心距；
 R ——长圆孔半径。

图 A. 9 连接片型式

附 录 B
(资料性)
拉杆组件推荐材料

拉杆、螺母、锁紧螺母、导向套、碟形弹簧、垫板及连接片推荐使用的材料牌号见表B. 1。

表 B. 1 拉杆组件材料

产品名称	材料	执行标准
拉杆	35CrMo、42CrMo、40CrNiMo	GB/T 3077
	B7	ASME SA193
螺母	35、45	GB/T 699
	35CrMo	GB/T 3077
	Gr. 7	ASME SA194
锁紧螺母	35、45	GB/T 699
	35CrMo	GB/T 3077
导向套	45	GB/T 699
	40Cr	GB/T 3077
碟形弹簧	60Si2Mn、50CrVA	GB/T 1222
垫板	45	GB/T 699
	40Cr	GB/T 3077
连接片	Q235B	GB/T 700

参 考 文 献

- [1] GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸
 - [2] GB/T 197 普通螺纹 公差
 - [3] GB/T 699 优质碳素结构钢
 - [4] GB/T 700 碳素结构钢
 - [5] GB/T 1805—2021 弹簧 术语
 - [6] GB/T 1222 弹簧钢
 - [7] GB/T 3077 合金结构钢
 - [8] GB/T 5276 紧固件 螺栓、螺钉、螺柱及螺母 尺寸代号和标注
 - [9] GB/T 5796.1 梯形螺纹 第1部分：牙型
 - [10] GB/T 5796.4 梯形螺纹 第4部分：公差
 - [11] GB/T 15389—1994 螺杆
 - [12] GB/T 24499—2009 氢气、氢能与氢能系统术语
 - [13] GB/T 32076.1—2015 预载荷高强度栓接结构连接副 第1部分：通用要求
 - [14] GB/T 43924.1 航空航天 MJ螺纹 第1部分：通用要求
 - [15] GB/T 43924.2 航空航天 MJ螺纹 第2部分：螺栓和螺母螺纹的极限尺寸
 - [16] NB/T 10214 风力发电机组用锚杆组件
 - [17] T/CI 150—2023 高强度栓接结构圆弧螺纹连接副
 - [18] T/CRES0019 风力发电机组 叶片螺栓组件
 - [19] ASTM A193 Standard specification for alloy—steel and stainless steel bolting for high temperature or high pressure service and other special purpose applications
 - [20] ASME SA194 Specification for carbon and alloy steel nuts for bolts for high pressure or high temperature service, or both
-