

TB/T 2073—2020

ICS 29.280
S 82

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2073—2020
代替 TB/T 2073—2010

电气化铁路接触网零部件 技术条件

Technical specification of fittings
for overhead contact system in electrification railway

中 华 人 民 共 和 国
铁 道 行 业 标 准
电 气 化 铁 路 接 触 网 零 部 件
技 术 条 件

Technical specification of fittings
for overhead contact system in electrification railway
TB/T 2073—2020

中国铁道出版社有限公司出版、发行
(100054,北京市西城区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
北京建宏印刷有限公司印刷
版权专有 侵权必究

开本:880 mm × 1 230 mm 1/16 印张:1.5 字数:29 千字
2021 年 4 月第 1 版 2021 年 4 月第 1 次印刷



151136265

定 价: 15.00 元

2020-10-30 发布

2021-05-01 实施

国家铁路局 发布

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 分类 3

5 技术要求 4

 5.1 基本要求 4

 5.2 制造质量与公差的要求 4

 5.3 机械性能 5

 5.4 电气性能 9

 5.5 耐腐蚀要求 9

 5.6 紧固件的技术要求 10

 5.7 铸造零部件探伤的技术要求 11

6 检验规则 13

7 标志与包装 14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分:标准的结构和编写》的规定起草。

TB/T 2073《电气化铁路接触网零部件技术条件》与 TB/T 2074《电气化铁路接触网零部件试验方法》和 TB/T 2075《电气化铁路接触网零部件》(共 24 个部分)共同构成了电气化铁路接触网零部件的行业标准体系。

本标准代替 TB/T 2073—2010《电气化铁路接触网零部件技术条件》。与 TB/T 2073—2010 相比,除结构性调整和编辑性改动外,本标准主要技术变化如下:

- a) 更改了定位类零部件的品种命名(见 4.2,2010 年版的 4.2);
- b) 增加了预绞式金具类型(见 4.10);
- c) 增加了对预绞式金具通用技术要求的规定(见 5.1.13);
- d) 删除了主要材质的要求(见 2010 年版的 5.2);
- e) 增加了压接管与绞线之间进行压接连接时的工艺要求(见 5.2.5);
- f) 更改了防断型中心锚结线夹的滑动荷载要求(见 5.3.4,2010 年版的 5.4.5);
- g) 增加了铝合金零部件进行过载试验的要求(见 5.3.10);
- h) 更改了弹簧型下锚补偿装置张力偏差的要求(见 5.3.11,2010 年版的 5.4.12);
- i) 更改了振动试验的频率振幅要求(见 5.3.12,2010 年版的 5.4.13);
- g) 增加了整体吊弦疲劳试验的技术条件(见 5.3.13);
- k) 更改了弹簧型下锚补偿装置疲劳试验的要求(见 5.3.15,2010 年版的 5.4.15);
- l) 更改了零部件振动、疲劳试验后结果判定的要求(见 5.3.16,2010 年版的 5.4.16);
- m) 删除了紧固件防松性能的要求(见 2010 年版的 5.7.5);
- n) 增加了弹性限位型定位装置、非限位型定位装置的技术要求(见 5.3.19、5.3.20);
- o) 更改了零部件短路热循环试验的要求(见 5.4.3,2010 年版的 5.5.3);
- p) 增加了热浸镀锌溶液化学成分的要求(见 5.5.1);
- q) 增加了铝合金铸造及锻造零件表面进行防腐处理的要求(见 5.5.2);
- r) 增加了采取防腐处理的零部件进行盐雾试验的要求(见 5.5.3);
- s) 更改了不锈钢紧固件材质选用的要求(见 5.6.3、5.6.4,2010 年版的 5.7.3);
- t) 更改了碳素结构钢紧固件性能等级的要求(见 5.6.5);
- u) 增加了 U 螺栓结构进行优化的要求(见 5.6.7);
- v) 增加了铸造零部件进行探伤试验的技术要求(见 5.7);
- w) 删除了出厂检验、型式检验的检验项目及合格判定(见 2010 年版的第 6 章)。

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。

本标准由中铁电气化局集团有限公司提出并归口。

本标准起草单位:天津中铁电气化设计研究院有限公司、中铁电气化局集团有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、中铁检验认证中心有限公司、中国铁路设计集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司。

本标准主要起草人:邢尊军、高鸣、黎锋、张华、杨广英、张治国、陈立明、韩凌霄、杨袁煌、王玉环、王彦哲。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:TB/T 2073—1989、TB/T 2073—1998、TB/T 2073—2003、TB/T 2073—2010。

电气化铁路接触网零部件技术条件

1 范围

本标准规定了电气化铁路接触网零部件(以下简称零部件)的术语和定义、分类、技术要求、检验规则、标志与包装。

本标准适用于电气化铁路接触网系统各类零部件,城市轨道交通架空接触网采用的同类零部件可参照执行。

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 196—2003 普通螺纹 基本尺寸
- GB/T 197—2018 普通螺纹 公差
- GB/T 470—2008 锌锭
- GB/T 983 不锈钢焊条
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- 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 3098.1—2010 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.2—2015 紧固件机械性能 螺母
- GB/T 3098.6—2014 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.15—2014 紧固件机械性能 不锈钢螺母
- GB/T 4056 绝缘子串元件的球窝联接尺寸
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5677—2018 铸件 射线照相检测
- GB/T 6414—2017 铸件 尺寸公差 几何公差与机械加工余量
- GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试件的评级
- GB/T 8013.1—2018 铝及铝合金阳极氧化膜与有机聚合物膜 第1部分:阳极氧化膜
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 12361 钢质模锻件 通用技术条件
- GB/T 12362—2016 钢质模锻件 公差及机械加工余量
- GB/T 12967.3 铝及铝合金阳极氧化膜检测方法 第3部分:铜加速乙酸盐雾试验(CASS 试验)
- GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法
- GB/T 15055—2007 冲压件未注公差尺寸极限偏差
- GB/T 32578—2016 轨道交通 地面装置 电力牵引架空接触网
- GB 50017 钢结构设计标准
- DL/T 763 架空线路用预绞式金具技术条件
- HB 6578—1992 铝、镁合金铸件检验用标准参考射线底片

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

破坏荷载 failing load

按规定的试验方法,零部件承受机械荷载时产生破坏的荷载值。

注:破坏是指零部件发生断裂或表面出现裂纹或丧失使用功能或试验荷载不能继续上升的状况。

3.2

最大工作荷载 maximum working load

零部件允许承受的最大设计荷载值。

3.3

滑动荷载 sliding load

试验荷载因零部件与线索、零部件与零部件之间产生相对位移(相对位移不超过1.5 mm,螺纹锥套式线夹及楔形线夹类零件除外)而不能继续上升时的荷载值。

3.4

拉伸破坏荷载 tensile failing load

零部件承受拉伸荷载产生破坏时的荷载值。

3.5

耐拉伸荷载 withstand tensile load

零部件按规定的荷载值,承受一定时间的拉伸荷载试验时,不产生永久变形等异常状态的荷载值。

3.6

压缩破坏荷载 compression failing load

零部件承受压缩荷载产生破坏时的荷载值。

3.7

耐压压缩荷载 withstand compression load

零部件按规定的荷载值,承受一定时间的压缩荷载试验时,不产生永久变形等异常状态的荷载值。

3.8

疲劳破坏荷载 tired failing load

零部件按规定的安装条件和试验方法,经过疲劳试验后,对零部件进行机械性能试验的过程中零部件产生破坏时的荷载值。

3.9

最大力矩 maximum torque

对零部件的紧固螺栓或螺母施加扭矩,检查零件挠度、变形、破坏和线索夹紧状况等试验过程中,零部件所能承受的最大扭矩值。

3.10

接触电阻 contact resistance

零部件与线索连接(或夹紧)时,规定测点之间的电阻值。

3.11

允许温升 allowed temperature-rise

零部件某一点的允许温度与基准温度(35℃)之差。

3.12

载流量 current-carrying capacity

零部件在不超过允许温升条件下,长期通过的最大电流值。

3.13

螺栓紧固力矩 gripping moment of bolt

用扭力扳手紧固时,施加于螺栓或螺母的紧固力矩值。

3.14

铰链结构 hinged structure

用销轴将零部件的两个本体连接并允许两个本体之间做相对转动的连接结构。

3.15

弹簧补偿装置额定工作行程 spring tensioning device rated working stroke

弹簧补偿装置在满足设计规定的使用条件下所对应的补偿行程。

3.16

弹簧补偿装置试验往复行程 spring tensioning device test reciprocating stroke

弹簧补偿装置在进行疲劳试验时,在额定工作行程范围内按一定规律划分的行程范围。

4 分类

4.1 悬吊类

悬吊线索及杆件的零部件。如:整体吊弦装置、承力索座、鞍子、承力索吊弦线夹、接触线吊弦线夹、悬吊滑轮、定位环线夹、吊环、横承力索线夹、双横承力索线夹、耳环杆、中心锚结线夹、承力索中心锚结线夹等。

4.2 定位类

固定接触线位置的零部件。如:定位线夹、限位型定位装置、非限位型定位装置、线岔等。

4.3 连接类

起连接作用的零部件。如:腕臂连接器、单/双耳连接器、定位环、长定位环、接触线及承力索接头线夹等。

4.4 锚固类

接触网终端各线索锚固用的零部件。如:双耳楔形线夹、杵座楔形线夹、接触线终端锚固线夹、承力索终端锚固线夹等。

4.5 补偿类

张力补偿调整用的零部件。如:滑轮组补偿装置、棘轮补偿装置、弹簧补偿装置、弹簧补偿器、坠砣、坠砣限制架等。

4.6 支撑类

支撑装置用的零部件。如:旋转腕臂底座、特型旋转腕臂底座、单腕臂上底座、单腕臂下底座、双腕臂上底座、双腕臂下底座、腕臂、腕臂支撑、定位管、定位管支撑、支撑双耳、杵杆、软横跨固定底座等。

4.7 电连接类

由供电线向接触网供电的电连接零部件或线索之间的电气接续零部件。如:接触线电连接线夹(螺栓型、压接加螺栓型、压接型)、承力索电连接线夹(螺栓型、压接加螺栓型、压接型)等。

4.8 接地类

固定接地连线、接地线或接地电缆的零部件。如:接地线连接线夹、接地线夹、接地跳线固定板、接地线固定抱箍等。

4.9 隧道类

隧道内接触网系统专用的零部件。如:水平悬挂底座、棘轮下锚底座、隧道用调整螺栓、悬吊滑轮支架、隧道用悬吊滑轮、调整底座、弓形腕臂、吊柱、弓形腕臂用非限位型定位装置、弓形腕臂用限位型定位装置、重型铜臂装置、拉线底座、拉杆、转向轮、限制架等。

4.10 预绞式金具

由螺旋预成型工艺制造的金属绞丝结构的零部件。如:预绞式耐张线夹、预绞式保护条、预绞式悬垂线夹等。

5 技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 零部件应满足接触网系统要求,并在使用期内能满足使用要求。

5.1.2 零部件正常适用的环境温度为 $-40^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.3 零部件应按本标准的要求及经规定程序批准的图样和技术文件制造。

5.1.4 制造零部件的原材料应按规定的材料牌号选用,并符合有关材料标准的化学成分和技术要求。

5.1.5 为改善连接类零部件的电气和机械性能,零部件与线索贴合处的零件表面允许增加齿纹。

5.1.6 零部件的结构及材料应满足在露天、隧道环境下排除积水的可能性和有较高的耐腐蚀性及在特殊条件时的抗脆裂性,零部件使用的材质应匹配,并考虑避免材料的电化学腐蚀。

5.1.7 凡与接触线连接、固定的零部件,其夹槽应与接触线的沟槽相吻合,夹槽的强度及螺栓的紧固力矩应满足接触线振动的要求。

5.1.8 铰接结构应保证相连零部件间在一定范围内自由活动,同时在运营条件下不应自然脱落。

5.1.9 与绝缘子连接的杵头和球窝连接尺寸应符合 GB/T 4056 的规定。

5.1.10 零部件表面应光洁,无裂纹、疤痕和剥离以及其他制作质量的缺陷。

5.1.11 凡用螺栓夹紧的零部件,应保证螺母与螺栓头之间固定的两接触面的平行及螺栓孔的垂直度。

5.1.12 零部件应配套齐全,装卸灵活,并具有互换性。

5.1.13 预绞式金具的通用技术要求应符合 DL/T 763 的规定。

5.2 制造质量与公差的要求

5.2.1 铸件(不含铁坠砣)不允许有裂纹、冷隔、穿透性和对应缺陷。铸件内部质量的具体判定要求应符合 5.7 中的有关规定。

铸件的基本尺寸、壁厚尺寸及错型值的极限偏差应符合 GB/T 6414—2017 的规定,铸铁件及铸钢

件未注尺寸公差不应低于 GB/T 6414—2017-DCTG11 的要求,有色金属铸造件未注尺寸公差不应低于 GB/T 6414—2017-DCTG10 的要求。

5.2.2 对于冲压、锻造零部件的要求如下:

- a) 零部件表面处不应有影响使用性能的缺陷。
- b) 冲压与气割件的切割面应均整,并倒棱去刺,锻件联接接触部位不允许错型,锻件和热加工件不允许有过烧、迭层、局部烧熔和氧化鳞片等缺陷,热加工件弯曲部位应圆滑过渡。
- c) 锻件应符合 GB/T 12361、GB/T 12362—2016 的规定,尺寸公差为精密级;冲压件尺寸的极限公差应符合 GB/T 15055—2007 的规定,未注尺寸公差不应低于 GB/T 15055-c 的要求。

5.2.3 焊接零部件的要求如下:

- a) 焊接结构形式应符合 GB/T 985.1 的规定;
- b) 碳素钢焊接件用的焊条应符合 GB/T 5117 的规定,不锈钢焊接件用的焊条应符合 GB/T 983 的规定,选用牌号应符合制造工艺的要求;
- c) 气割件、焊接件尺寸极限公差应符合 GB/T 1804—2000 的规定,未注尺寸公差不应低于 GB/T 1804—2000-m;
- d) 焊缝表面应清除熔渣、飞溅和焊瘤,并有光滑面或微鳞状面、平滑地接至主体金属;
- e) 焊缝应为细密平整的细鳞形,并应封边,咬边深度小于或等于 1 mm;
- f) 焊缝应无裂纹、气孔、夹渣等缺陷;
- g) 关键受力件的焊缝质量应符合 GB 50017,质量等级不低于二级。

5.2.4 零部件机加工的要求如下:

- a) 零部件应按照图样及技术文件要求的表面粗糙度、加工精度、公差进行制造;
- b) 零部件机加工基本尺寸的极限公差应符合 GB/T 1804—2000 的规定,未注尺寸公差不应低于 GB/T 1804—2000-m 的要求。

5.2.5 采用压接管与绞线之间进行压接连接时,应采用专用工具进行压接连接。

5.3 机械性能

5.3.1 最大工作荷载

零部件的最大工作荷载应根据在正常状态下接触网线索和其他零件的张力、重量引起的机械荷载,以及由风作用、温度变化、覆冰等引起的附加荷载,并考虑安装、维修所产生的荷载等综合确定。

5.3.2 静应力测试

对于关键受力件,应进行静应力测试,测试结果应符合设计要求。

5.3.3 安全系数

安全系数按下列要求:

- a) 采用碳素结构钢、优质碳素结构钢及低合金高强度结构钢制造的零部件可用许用应力法进行计算;零部件最大拉应力和压应力应小于或等于材料屈服强度的 67%,最大剪应力应小于或等于材料屈服强度的 42%。
- b) 钢结构焊接件、铸钢及有色金属零件的安全系数应大于或等于 3.0。

5.3.4 滑动荷载

滑动荷载按下列要求:

- a) 用于与线索机械接续连接及终端锚固的零部件,如:终端锚固线夹、承力索接头线夹、接触线

接头线夹等,在大于或等于3倍最大工作荷载或被接续连接线索标称拉断力的95%这二者之中较小的荷载范围内,线索不应从线夹中滑脱或在线夹的端口内断线;

- b) 用于与线索机械连接(终端锚固及中心锚结线夹除外)的零部件,如:承力索座、腕臂连接器、定位环、定位环线夹等,其滑动荷载应大于或等于在沿着滑动方向的最大工作荷载的1.5倍;
- c) 防断型中心锚结线夹与接触线或承力索之间的滑动荷载要求:应大于或等于接触线额定工作张力的1.1倍;
- d) 防断型中心锚结线夹与接触线/承力索中心锚结绳之间的滑动荷载要求:在接触线/承力索额定工作张力的1.1倍荷载范围内,中心锚结绳不应从中心锚结线夹中滑脱或在中心锚结线夹内部及端口处断线;
- e) 防窜型中心锚结线夹与接触线或承力索之间的滑动荷载要求:应大于或等于接触线最大张力差的3.0倍;
- f) 防窜型中心锚结线夹与中心锚结绳之间的滑动荷载要求:应在接触线最大张力差的3.0倍荷载范围内,中心锚结绳不应从中心锚结线夹中滑脱。

5.3.5 腕臂支撑装置工作荷载类型及组合

工作荷载类型及组合见表1。

表1 腕臂支撑装置工作荷载类型及组合

接触悬挂工作类型	工作荷载组合		
	工作支	接触悬挂垂直荷载	工作支承力索水平工作荷载
非工作支	接触悬挂垂直荷载	非工作支承力索水平工作荷载	非工作支接触线水平工作荷载

注:各项荷载的数值根据具体工程项目确定。

5.3.6 耐拉伸(压缩)荷载

耐拉伸(压缩)荷载按下列要求:

- a) 腕臂装置与定位装置中的定位管及定位器支座在根据实际工程所规定的安装状态下组合安装后,其腕臂与定位管应满足下列要求:
 - 在根据表1所确定的最大工作荷载组合受力及腕臂支持结构典型安装条件下:钢材质腕臂及定位管的挠度小于或等于0.7% L ;铝合金材质腕臂及定位管的挠度小于或等于1.0% L (L 为腕臂或定位管受力支点间的最大长度)。
 - 在表1所确定的最大工作荷载组合受力的1.5倍及腕臂支持结构典型安装条件下:腕臂及定位管不产生塑性变形。
- b) 定位装置中各种类型的定位器及限位定位器应满足下列要求:
 - 对各种类型的定位器及限位定位器施加最大工作荷载时:其结构长度方向的变形量(T型定位器除外)对于钢材质定位器应小于或等于0.7% L_1 ,对于铝合金材质定位器应小于或等于1.0% L_1 (L_1 为定位器钩至接触线定位点间的距离);
 - 耐拉伸荷载值应为最大工作荷载的1.5倍,耐压缩荷载值应为最大工作荷载,对定位器施加耐拉伸荷载或耐压缩荷载后不应产生塑性变形。

5.3.7 疲劳破坏

凡用于接触网上关键受力件及夹固接触线的零部件,应防止在频繁振动和特定应力作用下引起的疲劳破坏。

5.3.8 残余应力

采用模锻、冲压工艺制造的铜合金及铝合金件,应消除残余应力。对于由螺栓夹持力或由无螺栓结构自身产生夹持力使零件本体产生附加应力的铜合金零部件,在施加规定紧固力矩或自身产生夹持力后,置于硝酸亚汞溶液中,30 min内不出现裂纹。

5.3.9 焊接零部件的要求

采用焊接的零部件,焊缝的拉应力、压应力、剪应力应符合焊缝许用应力的规定。

5.3.10 螺纹副连接零部件的要求

采用螺纹副型紧固件连接的零部件应按下列要求:

- a) 螺纹副连接的零部件,应按规定紧固力矩紧固,推荐的紧固力矩值及误差范围见5.6.6;
- b) 在螺栓紧固时,应能保证零件的刚性、防松能力和滑动的要求,并无永久变形(即受力零部件变形应在允许的弹性范围内)、不产生破坏或“咬死”等现象;
- c) 对于铝合金零部件,在按规定紧固力矩的1.5倍进行过载试验时,零部件不应产生破坏、塑性变形。

5.3.11 下锚补偿装置

5.3.11.1 滑轮组型和棘轮型下锚补偿装置的传动效率大于或等于97%;具有阿基米德螺旋线结构的弹簧型下锚补偿装置在其额定工作行程范围内的张力偏差应为导线额定工作荷载的 $[-4\%, +4\%]$,无阿基米德螺旋线结构的弹簧型下锚补偿装置在其额定工作行程范围内的张力偏差应为导线额定工作荷载的 $[-10\%, +10\%]$ 。

5.3.11.2 棘轮下锚补偿装置在断线制动时,坠砣串下落距离小于或等于200 mm;弹簧下锚补偿装置在断线制动时,制动距离小于或等于70 mm。

5.3.11.3 滑轮组下锚补偿装置的补偿绳采用奥氏体不锈钢钢丝绳或浸沥青复合钢丝绳;棘轮下锚补偿装置及弹簧下锚补偿装置的补偿绳采用浸沥青复合钢丝绳。

5.3.12 振动及疲劳试验要求(补偿装置、整体吊弦除外)

振动及疲劳试验一般按下列要求:

- a) 振动试验:
 - 安装条件:按使用工作状态安装;
 - 试验荷载:最大工作荷载;
 - 波形:正弦波;
 - 垂直振幅:35 mm(行车速度小于或等于200 km/h),45 mm(行车速度大于200 km/h);
 - 频率:1 Hz ~ 3 Hz;
 - 循环次数: 2×10^6 次。
- b) 疲劳试验:
 - 安装条件:按使用工作状态安装;
 - 试验荷载及幅值:最大工作荷载 $\pm 30\%$ 最大工作荷载;
 - 波形:正弦波;
 - 频率:1 Hz ~ 3 Hz;
 - 循环次数: 5×10^4 次。

5.3.13 整体吊弦疲劳试验

整体吊弦的疲劳试验应按模拟现场实际工况进行,或应符合 GB/T 32578—2016 的规定,按下列试验条件进行:

- 荷载:100 N~400 N;
- 压缩幅值:20 mm~200 mm;
- 频率:0.5 Hz~10 Hz;
- 循环次数: 2×10^6 次。

5.3.14 滑轮组和棘轮补偿装置的疲劳试验

滑轮组和棘轮补偿装置的疲劳试验按下列要求:

- a) 安装条件:按使用工作状态安装;
- b) 循环次数: 2×10^4 次;
- c) 试验时在补偿绳上所加的补偿力:补偿绳工作荷载。

5.3.15 弹簧补偿装置的疲劳试验

弹簧补偿装置在其额定工作行程范围内,按规定的试验往复行程(拉出和缩回为1次行程)进行疲劳循环次数为 2×10^4 次的疲劳试验,疲劳试验张力为额定工作张力。

5.3.16 振动、疲劳试验后的结果判定

零部件在振动、疲劳试验后应满足下列要求:

- a) 零部件不应出现破损、断裂、严重变形、松动滑移或螺栓咬死等现象。
- b) 破坏荷载(弹簧补偿装置除外)应大于或等于规定值的95%。
- c) 振动试验后螺栓实际紧固力矩试验:振动试验后,板材冲压型吊弦线夹的紧固装置中,对零件产生夹紧力作用的螺母紧固力矩值应大于或等于其振动试验前紧固力矩值的85%;其余零部件的紧固装置中,对零件产生夹紧力作用的螺母紧固力矩值应大于或等于其振动试验前紧固力矩值的90%。
- d) 按照振动试验后螺栓实际紧固力矩的安装状态,对零部件进行滑动荷载试验,滑动荷载下降小于或等于规定值的5%。
- e) 滑轮组和棘轮补偿装置经疲劳试验后,传动效率降低小于或等于规定值的2%。
- f) 弹簧补偿装置经疲劳试验后,破坏荷载下降小于或等于规定值的3%;具有阿基米德螺旋线结构的弹簧型下锚补偿装置的张力偏差应为导线额定工作荷载的 $[-6\%, +6\%]$,无阿基米德螺旋线结构的弹簧型下锚补偿装置的张力偏差应为导线额定工作荷载的 $[-12\%, +12\%]$ 。

5.3.17 需进行振动、疲劳试验的零部件

需进行振动试验、疲劳试验的零部件详见 TB/T 2075。

5.3.18 限位型定位装置

限位型定位装置应具有其定位器在接触线定位点处抬升至一定范围时限制抬升的限位功能,限位抬升量不应小于接触线模拟计算或实测最大抬升量的1.5倍,或根据用户的要求确定。

5.3.19 弹性限位型定位装置

弹性限位型定位装置除满足5.3.18中的限位要求外,还应具备弹性及预抬升功能。

5.3.20 非限位型定位装置

非限位型定位装置在接触线定位点处的抬升量应大于或等于接触线模拟计算或实测最大抬升量的2.0倍,或根据用户的要求确定。

5.4 电气性能

5.4.1 电连接类零部件、接头连接线夹的电气接触性能应符合下列规定:

- a) 线索接续处两测点之间电阻应小于或等于同等长度被连接线索中电阻较大者的电阻。
- b) 零部件的温升不应大于被接线索(或被接线索中温升较小的线索)的温升,对于不同材质的零部件允许最高温度不应超过下列数值:
 - 铜质为95℃;
 - 铝青铜合金、磷青铜合金为125℃;
 - 铜镍硅合金为150℃;
 - 铝质为80℃;
 - 铝镁硅合金为125℃,其余铝合金为90℃;
 - 钢质为125℃。
- c) 承受电气接续的所有零部件,其载流量不应小于被连接线索的载流量(对于不同直径或不同材质的线索,其载流量以较小者为准)。

5.4.2 各种线夹与线索固定或连接时,出线口过渡均应做成圆滑状,夹持和连接处不应使线索损伤和折断。线夹与线索导电接触面应涂导电脂,采用压接型电连接零部件应用防氧化腐蚀的导电脂填充电连接零部件压接部位内部的空隙。

5.4.3 凡电气接续的所有零部件应进行短路电热循环试验,短路冲击次数3次,冲击电流5000 A,冲击时间0.5 s,电热循环次数200次。零部件短路电热循环试验合格判定条件如下:

- a) 接触电阻判定条件:
 - 1) 零部件连接处初始接触电阻小于或等于等长线索(当金具连接两种不同型号的线索时,依电阻较大的线索作为判断依据)电阻值。
 - 2) 每个零部件的初始电阻值不应超过本次同一厂家零部件平均值的30%。
 - 3) 前100个周期结束后,短路冲击开始前,所测零部件电阻与线索电阻之比为电阻变化率 k_1 ;短路冲击后再次测量零部件电阻与线索电阻之比为电阻变化率 k_2 ; k_1 与 k_2 的偏差小于或等于5%。
 - 4) 后100个周期(每隔10个周期测量一次)所测零部件电阻与线索电阻之比为电阻变化率 K , K 与 k_2 偏差小于或等于5%。
- b) 温度判定条件:
 - 1) 零部件的最高温度小于或等于接续用线索规定的测点温度。
 - 2) 前100个周期结束后,短路冲击开始前,所测零部件温度为 t_1 ;短路冲击后再次测量零部件温度 t_2 ; t_1 与 t_2 的偏差小于或等于 $\pm 5^\circ\text{C}$ 。
 - 3) 后100个周期(每隔10个周期测量一次)所测零部件温度 T , T 与 t_2 偏差小于或等于 $\pm 5^\circ\text{C}$ 。

5.5 耐腐蚀要求

5.5.1 钢制件、铸铁件、铸钢件其表面均应进行防腐处理。当采用热浸镀锌防腐时,其要求如下:

- a) 零件的热浸镀锌分为1级、2级、3级,热浸镀锌厚度及重量应符合表2的规定;

表 2 热浸镀锌厚度及重量

级 别	镀层重量 g/m ²	镀层厚度 μm	镀层均匀性(硫酸铜浸入次数)
1	≥ 350	≥ 50	≥ 4
2	≥ 500	≥ 70	≥ 5
3	≥ 550	≥ 80	≥ 6

- b) 热浸镀锌用锌锭应符合 GB/T 470—2008 的规定,采用牌号为 Zn99.95 的锌锭;
- c) 热浸镀锌溶液应符合 GB/T 13912 的规定,主要化学成分应为锌,其余元素的总含量(铁、锡元素除外)应小于或等于热浸镀锌溶液化学成分总含量的 1.5%;
- d) 镀锌前应按规定对金属表面进行预处理,镀锌层应为全面镀层(没有裂纹与气泡)与主体金属有耐久的附着力;
- e) 对于焊接零部件,应在焊接后按规定清理焊缝及表面,再进行镀锌处理;
- f) 螺栓、螺母(不包括不锈钢与有色金属材质)一般采用 1 级热浸镀锌。

5.5.2 铝合金型材零部件表面宜按 GB/T 8013.1—2018 的要求进行阳极氧化处理,阳极氧化膜层代号为 AA10;铝合金铸造及锻造零件表面宜进行钝化或微弧氧化或其他防腐涂料处理,钝化或微弧氧化层厚度大于或等于 10 μm。

5.5.3 按 GB/T 10125 和 GB/T 12967.3 的规定进行盐雾试验后,盐雾试验判定标准按照 GB/T 6461 的规定进行。镀锌零部件、预纹式金具经 500 h 中性盐雾腐蚀试验后,保护评级 R_p 大于或等于 4 级(缺陷面积小于或等于 5%);铝合金零部件经 500 h 中性盐雾腐蚀试验或 96 h 铜加速乙酸盐雾试验后,保护评级 R_p 大于或等于 4 级(缺陷面积小于或等于 5%)。

5.5.4 采用其他防腐技术时,其防腐性能应优于热浸镀锌。

5.6 紧固件的技术要求

5.6.1 紧固件(包括螺栓、螺母、垫圈、弹簧垫圈、开口销等)的尺寸及机械性能应符合国家标准。

5.6.2 所选用的螺栓、螺母等紧固件,应满足机械性能的要求,在 5.6.6 中规定的最大紧固力矩条件下紧固件中的螺纹副不应咬死。

5.6.3 紧固件装置中 M14 及以下螺栓、螺母、垫圈、弹簧垫圈的材料应采用奥氏体不锈钢;M16 及以上螺栓、螺母、垫圈、弹簧垫圈等紧固件的材料应采用奥氏体不锈钢或碳素结构钢或优质碳素结构钢。

5.6.4 采用奥氏体不锈钢的紧固装置应满足如下要求:

- a) 螺栓应符合 GB/T 3098.6—2014 的规定,采用材料组别为 A2 或 A4 的奥氏体不锈钢,机械性能等级大于或等于 70 级;
- b) 螺母应符合 GB/T 3098.15—2014 的规定,采用材料组别为 A2 或 A4 的奥氏体不锈钢,机械性能等级大于或等于 70 级;
- c) 薄螺母应符合 GB/T 3098.15—2014 的规定,采用材料组别为 A2 或 A4 的奥氏体不锈钢,机械性能等级大于或等于 935 级;
- d) 螺纹公差应满足 GB/T 197—2003 中 6H/6g 的要求;
- e) 对于在含有氯离子或硫化物等腐蚀介质影响环境中使用的紧固件装置中的螺栓、U 螺栓、螺栓销、螺母及薄螺母等紧固件,其材质应采用材料组别为 A4、含碳量小于或等于 0.03% 的奥氏体不锈钢。

5.6.5 采用碳钢或合金钢的紧固件应满足如下要求:

- a) 螺栓应符合 GB/T 3098.1—2010 的规定,机械性能等级大于或等于 4.6 级。
- b) 螺母应符合 GB/T 3098.2—2015 的规定,机械性能等级大于或等于 5 级。

c) 螺纹基本尺寸应符合 GB/T 196—2003 和 GB/T 197—2018 中 7H/8g 的要求。加大尺寸的内螺纹与有镀层的外螺纹配合,镀后应保证旋合良好,并符合机械性能的要求。内螺纹允许热镀锌后加工,并涂防腐油。

5.6.6 对于螺纹副型紧固件,推荐的紧固力矩标准值及使用范围见表 3。表 3 中的数据以摩擦系数 μ 等于 0.12 为基础,如采用其他摩擦系数时,表中的紧固力矩值应进行换算,换算系数见表 4。

表 3 碳素结构钢螺栓及不锈钢螺栓的推荐紧固力矩

公称直径	碳素结构钢螺栓(4.6 级)		70 级不锈钢螺栓		80 级不锈钢螺栓	
	标准值 N·m	使用范围 N·m	标准值 N·m	使用范围 N·m	标准值 N·m	使用范围 N·m
M8	7	7~9	13	13~16	22	22~27
M10	13	13~16	25	25~32	43	32~55
M12	25	25~30	44	44~56	75	56~100
M14	40	40~50	70	70~89	100	90~120
M16	60	60~70	106	70~135	140	135~180
M18	80	80~90	—	—	—	—
M20	120	120~135	—	—	—	—
M22	160	160~180	—	—	—	—
M24	200	200~220	—	—	—	—

注:零部件处使用的实际紧固力矩值应根据零部件的材质、结构及使用工况等因素在上述紧固力矩使用范围内确定。

表 4 紧固力矩换算系数

摩擦系数 μ	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.2	0.25	0.3
紧固力矩换算系数	0.77	0.89	1	1.1	1.18	1.33	1.47	1.57

5.6.7 对于采用 U 螺栓作为紧固件的零部件,宜在 M16 及以上 U 螺栓与管状零件接触的圆弧表面处作径向粗糙化处理,以增大摩擦系数,提高 U 螺栓与管状零件间的联接稳固性。M14 及以下 U 螺栓与管状零件接触的圆弧表面处是否作径向粗糙化处理,可根据用户需求确定。

5.7 铸造零部件探伤的技术要求

5.7.1 铸造零部件使用等级分类

根据零件在使用中的重要程度可分为三类:

- a) I 类:铸件单独破坏后能直接导致断线、造成行车事故,如:终端锚固线夹、楔型线夹等零件;
- b) II 类:铸件单独破坏后有潜在造成行车事故的危险,如:腕臂底座、鞍子、承力索支撑线夹等零件。
- c) III 类:除 I、II 类之外的铸件,如:铁坠砣等。
- 除棘轮本体及补偿滑轮本体之外的 I、II 类铸造零部件需要做射线探伤试验。

5.7.2 检验区域级别

同一铸件上不同部位(或区域)又可分为三个检验区域级别:

- a) A级:零部件图样中指定的关键受力部位或高应力区域,区域和部位的指定由工厂完成;
 b) B级:零部件图样中指定的受力部位或中等应力区域,区域和部位的指定由工厂完成;
 c) C级:一般部位或低应力区域,区域和部位的指定由工厂完成。

5.7.3 铸造零部件允许的缺陷

根据铸造零部件类别确定检验区域见表5。

表5 铸造零部件类别与检验区域级别的关系

铸件类别	检验区域级别	
	指定区域	非指定区域
I	A或B	B或C
II	B或C	C

5.7.4 标准参考射线底片及铸造铜合金零部件探伤检验标准

标准参考射线底片及铸造铜合金零部件探伤检验标准应按下列要求:

- a) 铸钢零部件探伤检验用标准参考射线底片及等级按 GB/T 5677—2018;
 b) 铸造铝合金零部件探伤检验用标准参考射线底片及等级按 HB 6578—1992;
 c) 铸造铜合金零部件探伤检验用标准按供需双方的要求确定。

5.7.5 铸造零部件内部质量

5.7.5.1 铸造零部件不允许有裂纹、冷隔、穿透性和对应性缺陷。

5.7.5.2 铸造零部件允许有一定量的气孔、缩孔、海绵状疏松、树枝状疏松、低密度夹杂等缺陷。

- a) 铸钢件缺陷等级的判定应符合表6的规定;
 b) 铸造铝合金件的缺陷等级按 HB 6578—1992,并应符合表7的规定;
 c) 熔模铸造铜合金件的缺陷等级参照 GB/T 5677—2018,并应符合表8的规定;金属型铸造铝青铜合金件的缺陷等级参照表9的规定。

表6 铸钢件缺陷允许范围(标准参考射线底片等级)

缺陷类别	A级			B级			C级		
	<6.5	6.5~13	>13	<6.5	6.5~13	>13	<6.5	6.5~13	>13
铸件厚度 mm									
气孔	1	2	2	2	3	3	5	5	5
缩孔	不允许	不允许	不允许	不允许	不允许	1	不允许	不允许	3
海绵状疏松	1	1	1	1	2	2	4	5	5
树枝状疏松	1	1	1	2	2	2	3	4	4
低密度夹杂	1	1	1	2	3	3	3	4	4

表7 铸造铝合金件缺陷允许范围(标准参考射线底片等级)

缺陷类别	A级			B级			C级		
	<6	6~15	>15	<6	6~15	>15	<6	6~15	>15
厚度 mm									
气孔	1	1	1	2	2	2	4	4	4
缩孔	1	1	2	2	2	3	3	3	3
海绵状疏松	1	2	2	2	2	3	3	3	3
低密度夹杂	1	2	1	2	2	2	3	4	4

表8 熔模铸造铜合金件缺陷允许范围(标准参考射线底片等级)

缺陷类别	A级			B级			C级		
	<6	6~15	>15	<6	6~15	>15	<6	6~15	>15
厚度 mm									
气孔	1	1	1	3	3	5	5	5	5
缩孔	1	1	2	3	3	5	5	5	5
夹杂	1	3	1	3	3	3	5	5	5

表9 金属型铸造铝青铜合金件缺陷允许范围

缺陷类别	A级			B级			C级		
	<6	6~15	>15	<6	6~15	>15	<6	6~15	>15
厚度 mm									
气孔	0	0~1	1~4	4~8	4~8	8~13	13~16	13~16	<18
缩孔	0	0~1	0~1	4~8	4~8	4~8	13~16	13~16	<18
夹杂	0~1	0~1	0~1	1~4	1~4	1~4	4~8	4~8	<10

6 检验规则

6.1 检验分类

零部件的检验分为出厂检验、型式检验。

6.2 型式检验

6.2.1 在出现下列情况时应进行型式检验:

- a) 新产品试制定型鉴定;
 b) 正式生产后,产品的结构、原材料配方、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
 c) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
 d) 连续生产满五年时;
 e) 产品停产满两年,恢复生产时。

6.2.2 型式检验项目按 TB/T 2075 执行。

7 标志与包装

7.1 标志

7.1.1 对于铸、锻造工艺生产的零部件,应在其明显易见而又不降低性能的地方,用永久性凸字的方法清晰地标出制造厂代号,对于需要标出产品型号的零部件用永久性标记方法标出产品型号。

7.1.2 对于非铸、锻造工艺生产的零部件,应在其明显易见而又不降低性能的地方,清晰地标出制造厂代号和批号的永久性标志。

7.1.3 对于适用不同线索的线夹,应标明适用线索的截面范围的标记。

7.2 包装

7.2.1 零部件的包装物,应保证零部件在运输储存过程中,不应碰伤、变形、损坏、锈蚀和散失。如钢制件、铜制件与铝制件混装时,应有防碰撞措施。对于铜和铝合金的零部件,如:滑轮组和棘轮补偿装置等,应采取特殊包装措施,防压、防碰,有条件的应用集装箱运输。

7.2.2 包装物应标明制造厂名称、厂标(或商标)、产品名称、型号、包装数量、重量及必要的其他标志,如“勿压”等字样。

7.2.3 每件包装物内应有装箱单和附有技术检验部门及检验员印章的产品合格证及必要的技术文件,如:安装使用说明书等。