

TB/T 2074—2020

ICS 29.280
S 82

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2074—2020
代替 TB/T 2074—2010

电气化铁路接触网零部件 试验方法

Test methods 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
试验方法

Test methods of fittings
for overhead contact system in electrification railway
TB/T 2074—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:1.75 字数:38 千字
2021年4月第1版 2021年4月第1次印刷



151136264

定价:18.00 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	1
4 检验基本要求	3
5 检验方法	5
6 数据修约	16
7 检验项目及试样数量	16
8 异常状态处理	17
参考文献	18

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》和 TB/T 2074《电气化铁路接触网零部件试验方法》与 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 2074—2010《电气化铁道接触网零部件试验方法》。与 TB/T 2074—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) 删除了对工作荷重试验的定义(见2010年版的3.3);
- b) 增加了对整体吊弦疲劳试验的定义(见3.8);
- c) 删除了对整悬挂试验的定义(见2010年版的3.16);
- d) 增加了对低温试验的定义(见3.18);
- e) 增加了对振动周期的定义(见3.19);
- f) 增加了对安装要求的规定(见4.1);
- g) 更改了振动试验场的要求(见4.4.3,2010年版的5.8.1);
- h) 更改了疲劳试验装置的要求(见4.4.4,2010年版的5.9.2);
- i) 更改了传动效率和张力偏差试验装置的要求(见4.4.5,2010年版的5.10.1);
- j) 更改了载流温升(短路热循环)试验装置的要求(见4.4.7,2010年版的5.12.1、5.12.2);
- k) 增加了整体吊弦疲劳试验装置(见4.4.8);
- l) 增加了补偿绳破断拉力试验(见5.4.9);
- m) 更改了滑动荷载试验方法(见5.7,2010年版的5.7);
- n) 增加了模拟现场实际振动波形的振动试验(见5.8.2);
- o) 增加了滑轮和棘轮补偿装置疲劳试验要求(见5.9.1.1);
- p) 更改了弹簧补偿装置疲劳试验要求(见5.9.1.2,2010年版的5.26.3);
- q) 增加了弹簧补偿器疲劳试验要求(见5.9.1.3);
- r) 增加了整体吊弦疲劳试验(见5.9.2);
- s) 更改了弹簧补偿装置张力偏差试验方法(见5.12,2010年版的5.26.2);
- t) 增加了弹簧补偿器张力偏差试验方法(见5.13);
- u) 更改了载流温升试验的初始环境温度(见5.16.3,2010年版的5.12.5);
- v) 增加了镀锌层成分试验(见5.18.1);
- w) 更改了镀锌层均匀性试验方法(见5.18.2,2010年版的5.15);
- x) 更改了镀层、覆层、钝化层及阳极氧化层厚度试验方法(见5.18.3,2010年版的5.16);
- y) 增加了盐雾试验(见5.19);
- z) 更改了腕臂装置挠度及变形量试验的加力位置、变形量及挠度计算公式(见5.22.2和5.22.3,2010年版的5.22.2和5.22.3);
- aa) 增加了图像测量法(见5.22.4);
- bb) 更改了射线探伤试验方法(见5.23,2010年版的5.27.4);
- cc) 增加了低温试验(见5.24);
- dd) 增加了吊柱弯矩试验(见5.25);
- ee) 增加了复合材料坠砣跌落试验(见5.26);

- ff) 增加了补偿绳不松散试验(见 5.27);
- gg) 增加了坠砣重量试验(见 5.28);
- hh) 删除了静应力测量方法(见 2010 年版的 5.17);
- ii) 删除了紧固件横向振动试验方法(见 2010 年版的 5.19);
- jj) 删除了整悬挂试验(见 2010 年版的 5.21);
- kk) 删除了零件的动态应力测量方法(见 2010 年版的 5.23);
- ll) 删除了振动过程中零件受力的测量(见 2010 年版的 5.24);
- mm) 删除了弹簧补偿装置壳体强度试验(见 2010 年版的 5.26.1);
- nn) 删除了铸件射线探伤检验判定原则(见 2010 年版的 5.27.1、5.27.2、5.27.3、5.27.5、5.27.6);
- oo) 更改了数据修约的要求(见第 6 章);
- pp) 增加了检验项目及试样数量的要求(见第 7 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归口。

本标准起草单位: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、中铁宝鸡轨道电气设备检测有限公司。

本标准主要起草人:杨广英、陈立明、张治国、张海波、马远征、邢彤、徐超、王伟、王晓雅、张晨云、张宏武。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:TB/T 2074—1989, TB/T 2074—1998, TB/T 2074—2003, TB/T 2074—2010。

电气化铁路接触网零部件试验方法

1 范围

本标准规定了电气化铁路接触网零部件试验方法的术语和定义、检验基本要求、检验方法、数据修约、检验项目及试样数量、异常状态处理。

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 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 1957 光滑极限量规 技术条件
- GB/T 2694—2018 输电线路铁塔制造技术条件
- GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法
- GB/T 4957 非磁性基体金属上非导电覆盖层 覆盖层厚度测量 涡流法
- 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 8358 钢丝绳 实际破断拉力测定方法
- GB/T 9944 不锈钢丝绳
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 10567.1 铜及铜合金加工材残余应力检验方法 硝酸亚汞试验法
- 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 19943 无损检测 金属材料 X 和伽玛射线照相检测 基本规则
- NB/T 47013.11—2015 承压设备无损检测 第 11 部分:X 射线数字成像检测
- TB/T 2075(所有部分) 电气化铁路接触网零部件
- TB/T 2809 电气化铁路用铜及铜合金接触线
- TB/T 3111 电气化铁路用铜及铜合金绞线

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

破坏荷载试验 failing load test

在规定的试验条件下,使用拉伸(压缩)试验设备,模拟零部件实际受力状态,测量零部件破坏荷载的试验。

3.2

耐拉伸荷载试验 withstand tensile load test

在规定的试验条件下,使用拉伸试验设备,模拟零部件实际受力状态,检查零部件在规定的耐拉伸工作荷载下,是否产生塑性变形、滑移、破损等的试验。

3.3

耐压缩荷载试验 withstand compression load test

在规定的试验条件下,使用压缩试验设备,模拟零部件实际受力状态,检查零部件在规定的耐压缩工作荷载下,是否产生塑性变形、滑移、破损等的试验。

3.4

紧固力矩试验 gripping moment test

在规定的试验条件下,使用扭矩测量仪器对零部件上的螺栓缓慢施加紧固力矩,检查螺栓及零部件是否产生塑性变形、歪斜、破损、咬死等的试验。

3.5

滑动荷载试验 sliding load test

在规定的试验条件下,零部件在承受接续元件轴向荷载时,测量零部件与线索、零部件与零部件间产生规定的相对位移时的最大荷载值的试验。

3.6

振动试验 vibration test

在规定的试验条件下,将零部件安装在接触网模拟试验装置上进行模拟振动,检查零部件相关机械性能、变形、破损及松动的试验。

3.7

疲劳试验 fatigue test

在规定的试验条件下,将零部件安装在接触网疲劳试验装置上进行模拟疲劳,检查在交变荷载作用下零部件相关力学性能、变形及破损的试验。

3.8

整体吊弦疲劳试验 droppers fatigue test

在规定的试验条件下,将整体吊弦安装在专用试验装置上进行模拟振动及疲劳,检查整体吊弦相关力学性能、破损的试验。

3.9

传动效率试验 transmission efficiency test

在规定的试验条件下,将接触网补偿装置模拟实际使用状态安装,测量其动态机械传动效率的试验。

3.10

接触电阻试验 contact resistance test

在规定试验条件下,将零部件与配合的线索(按规定连接方式)连接紧固,测量(零部件电气连接处)规定测点间直流电阻值的试验。

3.11

载流温升试验 temperature-rise test

在规定试验条件下,将零部件与配合的线索安装好,施加线索的额定电流,测量线索及零部件温度变化情况的试验。

3.12

电热循环试验 electrical heating cycle test

在规定试验条件下,对零部件电气连接部位采用通电加热和断电冷却的方式进行热循环,并经短

路电流冲击后,测量零部件接触电阻及其接续线索等长线电阻值和温升是否超过标准规定值的试验。

3.13

电热循环试验周期 electrical heating cycle test period

对电气连接零部件从通电开始到处于热稳定状态,再断电冷却至 30℃ 以下的全过程。

3.14

镀锌层均匀性试验 uniformity of galvanized coating test

将零部件浸入硫酸铜溶液中,检查零部件在规定时间和浸入次数内基体是否外露的试验。

3.15

表面覆盖层厚度试验 coating thickness test

测量零部件表面覆盖层厚度的试验。

3.16

组装检查 assembly inspection

对零部件的完整性、配套的统一性、组成件相互之间的互换性及拆卸安装的灵活性进行的检查。

3.17

腕臂装置挠度及变形量试验 cantilever support device deflection and deformation test

模拟现场腕臂系统的实际受力状态,进行多方向加载测量腕臂的变形量,计算挠度的试验。

3.18

低温试验 cryogenic test

模拟零部件在低温下保持规定的时间后,测量零部件力学性能及电学性能的试验。

3.19

振动周期 vibration period

对于接触网上某一点,机车受电弓通过时引起振动,振动幅值衰减至规定数值的时间。

4 检验基本要求

4.1 安装要求

试验时零部件的安装及受力状况应尽可能与实际相符,若不能按实际使用情况安装,则要对荷载值进行修正。

4.2 检验环境条件

4.2.1 在没有特殊指定的情况下,试验在 10℃ ~ 35℃ 下进行,室内照度不小于 300 lx。

4.2.2 电气性能试验时,环境温度为 20℃ ± 5℃ (载流温升试验除外),空气湿度不大于 80%,试验对风速无要求时,为室内静止环境,试验对风速有要求时,应符合设计要求。

4.2.3 当试验用仪表对振动、电磁影响较敏感时,试验场地应远离振源,无电磁干扰。在无法避免干扰的场合应采取相应的屏蔽措施,以确保测量数据的准确与可靠。

4.2.4 有特殊要求时,按照特殊要求进行。

4.3 试验用配套线索和管材

4.3.1 试验用线索、接续管材应与被试零部件相适应,且符合相应标准的规定。

4.3.2 电气试验、滑动荷载试验用线索表面应光洁、无伤痕、无锈蚀和氧化。镀锌管材表面应平整,无锌瘤锌渣,截面几何尺寸应符合相应标准的规定。

4.4 专用试验装备

4.4.1 试验用仪器

试验用计量器具、测量仪器仪表应由有资质的计量部门按规定进行检定/校准。检定/校准结果满足使用要求。

4.4.2 试验用卡具

试验用卡具包括零部件试验时需配套的线索、管材以及与试验设备连接的卡具,安装时应满足零部件的实际受力状况。卡具应有足够的强度和刚度,试验过程中不应发生变形,不允许对试件产生额外的附加力。

4.4.3 振动试验场

4.4.3.1 振动试验应在专用的接触网振动试验场进行,是机械振动作用下的一种累积疲劳试验。

4.4.3.2 振动试验场接触网布置应模拟实际接触网,接触网长度不低于 70 m。

4.4.3.3 振动试验场应具有监控及测量系统,可以监测振动试验中的接触网张力、振幅、频率、振动波形、振动次数等参数。

4.4.4 疲劳试验装置

4.4.4.1 应有专用的疲劳试验加载框架,大小满足试验要求,具有足够的强度和刚度,满足零部件最大试验值及破坏试验时加载框架不变形,同时便于安装各种零部件。

4.4.4.2 专用的疲劳试验机,疲劳试验机应具有恒速、恒力控制功能,能够独立设定与调整静态与动态力值以及位移量,静态力值测量与控制精度优于 $\pm 1\%$,动态力值测量与控制精度优于 $\pm 2.5\%$ 。

4.4.4.3 疲劳试验机具有力值、频率显示以及疲劳次数记录功能。

4.4.5 传动效率和张力偏差试验装置

4.4.5.1 张力补偿装置的安装应模拟现场安装形式。

4.4.5.2 使用专用的加力设备,以实现恒速、恒力等控制功能,加力设备行程应能保证补偿装置达到最大行程。

4.4.5.3 传动效率和张力偏差测量装置中,张力补偿装置的输入、输出端荷载值使用测力传感器测量,自动生成传动效率曲线。

4.4.6 断线制动试验装置

4.4.6.1 试样模拟现场安装形式,张力符合标准和设计图样要求。

4.4.6.2 试验装置具有加载、保载和模拟突然断线功能。

4.4.7 载流温升(短路热循环)试验装置

4.4.7.1 零部件的载流温升试验在专用的试验装置上进行,能够方便地安装电连接类和接续类零部件,并可根据需要施加张力。

4.4.7.2 能够提供试验需要的稳态试验电流和冲击试验电流,并具有多点同步测温及采集功能。

4.4.7.3 试验环境无风、无日照,温度可控。

4.4.8 整体吊弦疲劳试验装置

4.4.8.1 该装置应满足长度小于或等于 1 600 mm 的整体吊弦的疲劳试验,能够模拟受电弓通过时导

线的振动工况。

4.4.8.2 装置具有频率、振幅、荷载、试验次数实时测量及显示功能,且频率、振幅、荷载在一定范围内可调。

5 检验方法

5.1 外观与标志检查

目力检查零部件的外观与标志,必要时可采用不超过 10 倍的放大镜检查。

5.2 尺寸检查

5.2.1 尺寸检查计量器具分辨力满足被测尺寸公差 $(1/2) \sim (1/10)$,允许采用符合 GB/T 1957 光滑极限量规要求的专用量具检查。

5.2.2 孔径及外圆直径测量值,应为相互垂直两个方向的测量平均值;连接处连接间距(如双耳间距)的测量值,应为三个不同位置测量值的平均值。

5.2.3 标准或设计对零件局部的点、线、面形状与位置有要求时,应根据要求检查其形位公差。

5.3 组装检查

5.3.1 检查零部件的组成件是否与设计图样相符合。

5.3.2 按 TB/T 2075 和设计图样要求对零部件进行人工拆卸和互换安装,检查组成件拆卸安装的灵活性及组成件相互之间的互换性能。

5.4 破坏荷载试验

5.4.1 零部件的破坏荷载值按照相应标准和设计图样规定的荷载值选取。

5.4.2 零部件的破坏荷载试验可在模拟试验框架、专用设备上进行,试样的安装应接近实际受力状态,典型件安装如图 1 所示。

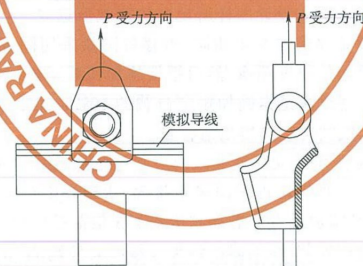


图 1 破坏荷载试验示意图

5.4.3 在试验框架上进行破坏荷载试验时,荷载值测量应采用精度优于 $\pm 1\%$ 的试验设备。

5.4.4 除设计有特殊要求外,零部件的残余变形量的测量应在不受外力的自由状态下进行。杆件挠度测量时,标距选取在两受力点间,当两受力点间小于 1 000 mm 时采用分辨力不低于 0.02 mm 的测量仪器,两受力点间大于 1 000 mm 时可采用分辨力不低于 1 mm 的钢卷尺测量。也可以采用图像法,在荷载为零时采集图像,在规定的荷载值时再次采集图像,通过两帧图像的对比得出变形量。

5.4.5 与零部件本体配套的螺栓、螺母用扭矩测试仪按照规定的紧固力矩值和紧固顺序进行安装,当

紧固力矩小于或等于 $44 \text{ N} \cdot \text{m}$, 扭矩允许误差为 $\pm 1.0 \text{ N} \cdot \text{m}$, 紧固力矩大于 $44 \text{ N} \cdot \text{m}$ 时, 扭矩允许误差为 $\pm 1.5 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

5.4.6 试验过程中, 为减小接续零件因受力产生径向收缩而造成紧固力矩值的下降, 紧固用螺栓应在标准规定荷载值的 50% 时, 进行紧固力矩值的校核。

5.4.7 无论使用何种加载设备, 加载速度应符合 GB/T 228.1 要求。试验荷载在 50% 规定荷载值以内时, 对加载速度不作规定; 达到 50% 规定荷载值以后, 加载速度不应大于 20 mm/min , 且均匀平稳地增加荷载, 不应有冲击; 达到规定荷载值时, 保载 1 min, 观察受力部位有无破损、塑性变形、歪斜等异常现象。

5.4.8 在破坏荷载试验中, 零部件在达到规定破坏荷载值以前, 不应产生断、裂、破损或失去使用功能的现象。零部件的实际破坏荷载值为试件断、裂、破损或失去使用功能的荷载值。试验记录中应注明破坏或未破坏、破坏形式、破坏部位等。型式试验时, 至少破坏一件或力值达到破坏荷载的 1.5 倍。

5.4.9 补偿绳断拉力试验, 按 GB/T 8358 规定进行。

5.5 耐拉伸(压缩)荷载试验

5.5.1 零部件的耐拉伸(压缩)荷载值按照 TB/T 2075 和设计图样规定的耐拉伸(压缩)荷载值选取。

5.5.2 零部件的安装、加载速度的选取以及试验设备的要求同 5.4。对小变形量零部件, 变形量或挠度测量采用分辨率不低于 0.02 mm 测量装置; 对大变形量零部件, 变形量或挠度测量采用分度值为 1 mm 钢卷尺。也可以采用图像法测量变形量或挠度。

5.6 紧固力矩试验

5.6.1 紧固力矩试验值按照设计图样规定的数值选取。

5.6.2 紧固力矩值测量采用扭矩测试仪, 扭矩测试仪精度优于 $\pm 3\%$ 。

5.6.3 零部件在固定平台上按使用状态进行安装紧固, 有多个螺栓连接的零部件按设计规定的紧固顺序交替施加扭矩, 且每个螺栓至少紧固 3 次。紧固过程中应均匀缓慢施加紧固力矩, 不应有冲击。

5.7 滑动荷载试验

5.7.1 零部件滑动荷载值按照标准和设计图样所规定的荷载值选取。

5.7.2 零部件安装及试验用设备要求与 5.4 相同, 滑移量测量采用图像法或划线法。图像法是先施加规定荷载的 10%~20%, 拍摄起始位置图像, 然后缓慢施加荷载至被试零件与接续件有相对位移, 比较两幅图像的变化得出滑移量; 划线法是先施加规定荷载的 10%~20%, 在接续件上用记号笔划线, 有相对位移后再次划线, 测量两标线间的距离得出滑移量。

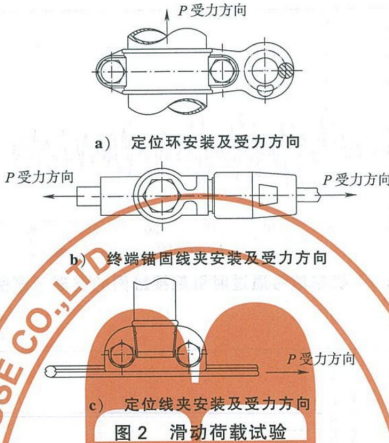
5.7.3 试验的加载速度在 50% 规定滑动荷载值以内应平稳增加; 达到 50% 规定滑动荷载值时校核连接螺栓紧固力矩(仅对接头线夹), 然后缓慢增加试验荷载; 达到规定荷载值时保载 1 min, 检查零部件接续处有无滑动。若无滑动则继续加载直至滑动或达到 1.5 倍荷载后仍无滑动则停止试验。

5.7.4 试样按实际受力状态进行安装, 线索露出线夹或接续元件端部 30 mm 以上, 试验荷载方向应沿接续元件的轴线方向, 有偏斜时则需使试验机夹头与试件之间保持 300 mm~500 mm 的距离。

5.7.5 零部件滑动荷载以试验荷载不能继续上升或零部件与接续线索/管材、零部件与零部件之间相对位移达到 1.5 mm 时的荷载值为滑动荷载值。

5.7.6 终端锚固线夹滑动荷载试验时, 所用绞线符合 TB/T 3111 的要求, 所用接触线符合 TB/T 2809 的要求。滑动荷载试验同一线夹反复进行 3 次(仅限锥套型)。试验荷载不能继续上升或线断时的荷载值为滑动荷载值。

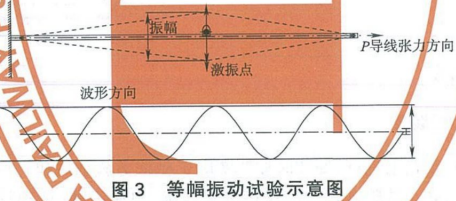
5.7.7 典型零部件安装及受力方向如图 2 所示。



5.8 振动试验

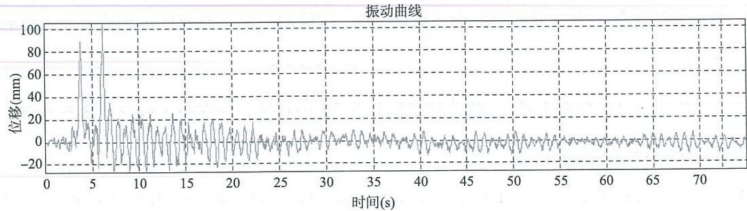
5.8.1 等幅振动试验

将被试零件按要求安装在振动场上, 典型零部件安装如图 3 所示, 调整接触网张力和试验频率, 在 $1 \text{ Hz} \sim 3 \text{ Hz}$ 的范围内以接触网不发生共振的最大频率开始振动试验。振动试验过程中定期检查零件状态, 发现有断裂、破损及松脱等现象时应停止试验。试验过程允许中断, 振动次数按实际记录振动次数累加。



5.8.2 模拟现场实际振动波形的振动试验

选取现场实测点的振动曲线进行振动试验。典型曲线如图 4、图 5、图 6 所示。



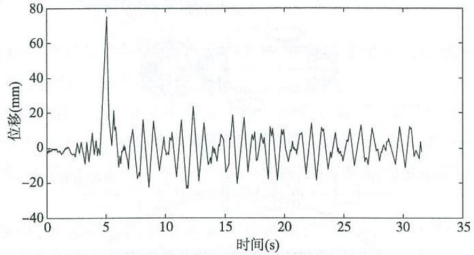


图5 机车单弓通过时引起接触网的波形示意图

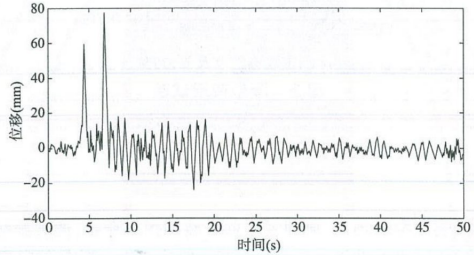


图6 机车双弓通过时引起接触网的波形示意图

5.9 疲劳试验

5.9.1 补偿装置疲劳试验

5.9.1.1 滑轮及棘轮补偿装置

疲劳试验在疲劳试验装置上进行,安装时按照实际工作张力施加砝码,并保证补偿绳与滑轮/棘轮补偿装置的轮缘不发生偏磨。试验过程中应保持装置连续、匀速运动,试验行程为装置中小轮至少转动一周,试验速度小于或等于3次/min。

5.9.1.2 弹簧补偿装置

疲劳试验在疲劳试验装置上进行,按照实际使用状态安装,根据实际运行工况,将工作行程分为3段,工作行程中间区段疲劳次数为总疲劳次数的50%,试验的往复移动速度小于或等于700mm/min。

5.9.1.3 弹簧补偿器

疲劳试验在疲劳试验装置上进行,疲劳试验行程为70mm,试验速度小于或等于3次/min。

5.9.2 整体吊弦疲劳试验

整体吊弦疲劳试验在专用试验机上进行,设定试验参数,进行疲劳试验,如图7所示。试验过程中定期检查零件状态,发现有断裂、破损、松脱等现象时应停止试验。试验过程允许中断,疲劳次数按实际记录次数累加。

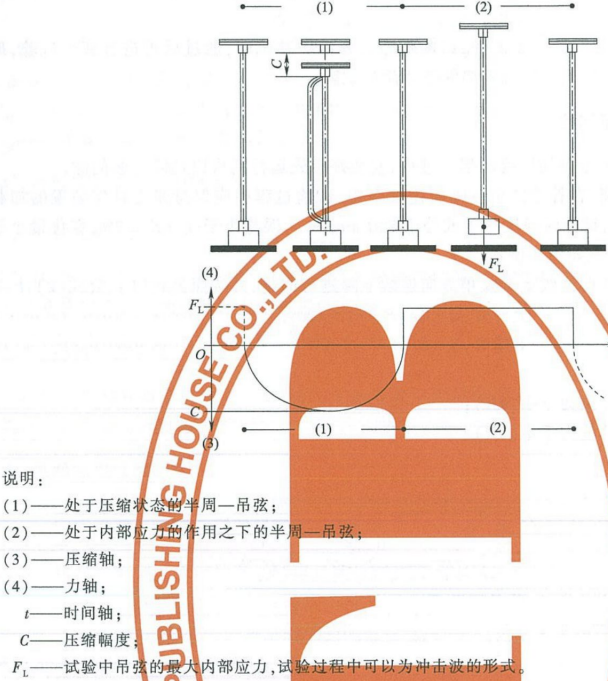


图7 吊弦疲劳试验示意图

5.9.3 其他接触网零部件疲劳试验

疲劳试验在疲劳试验装置上进行,按照实际使用状态安装,典型零部件安装如图8所示。连接螺栓紧固力矩符合标准和设计图样要求。根据具体试件设定试验参数,以输出波形达到输入要求为准。疲劳试验过程中定期检查零件状态,发现有断裂、破损、松脱等现象时应停止试验。疲劳试验过程允许中断,疲劳次数按实际记录疲劳次数累加。

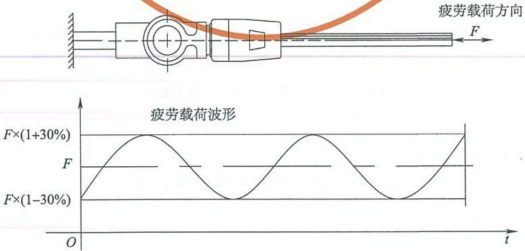


图8 疲劳试验示意图

5.10 振动、疲劳试验顺序

对需要同时做振动、疲劳试验的零部件,试验顺序为先做振动试验,通过后再进行疲劳试验,疲劳试验结束后按标准和设计图样要求进行零部件破坏荷载试验。

5.11 滑轮和棘轮传动效率试验

5.11.1 传动效率试验应在专用的试验框架上进行,安装好后先运行两次以消除安装间隙。

5.11.2 传动效率为动态值,在补偿的全范围内连续采集,试验过程中应保持张力补偿装置的加载砝码或配重块连续、匀速运动,试验时速度小于或等于 800 mm/min,误差小于或等于 $\pm 2\%$,变化量小于或等于 $\pm 0.5\%$,典型零部件安装如图 9 所示。

5.11.3 传动效率按照单方向连续上升及单方向连续下降进行测量,并按照公式(1)、公式(2)计算。

$$\text{上升时: } \eta = T / (P \cdot r) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{下降时: } \eta = P \cdot r / T \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P ——线索端荷载值,单位为千牛(kN);

T ——坠砣端荷载值,单位为千牛(kN);

r ——公称传动比。

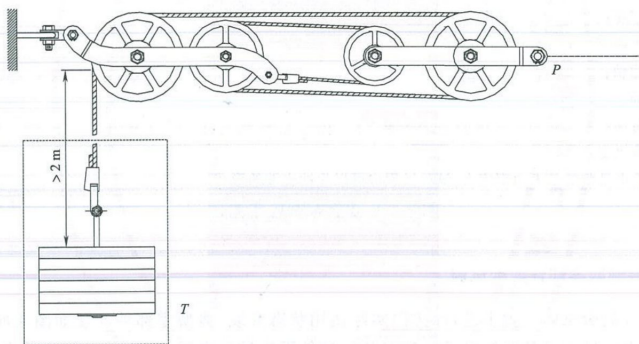


图 9 传动效率试验示意图

5.12 弹簧补偿装置张力偏差试验

弹簧补偿装置在工作张力和额定工作行程内往复匀速运动,速度小于或等于 320 mm/min,到达行程折返点后稳定时间大于或等于 30 s,全程连续测量张力,并按照公式(3)计算。

$$\delta = [(P_{\text{测}} - P_{\text{额}}) / P_{\text{额}}] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

δ ——弹簧补偿装置张力偏差;

$P_{\text{测}}$ ——弹簧补偿装置在工作行程内匀速运动时所测得的张力值;

$P_{\text{额}}$ ——弹簧补偿装置的额定张力值。

5.13 弹簧补偿器张力偏差试验

使用拉力试验机使弹簧补偿器在额定工作行程内往复匀速运动,速度小于或等于 80 mm/min,在

弹簧补偿器运动至标尺上额定张力处记录试验机测量张力,并按照公式(4)计算。

$$\delta = [(P_{\text{测}} - P_{\text{额}}) / P_{\text{额}}] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

δ ——弹簧补偿器张力偏差;

$P_{\text{测}}$ ——弹簧补偿器移动至标尺所示的额定张力时所测取的张力荷载值;

$P_{\text{额}}$ ——弹簧补偿器的额定张力值。

5.14 补偿装置断线制动试验

5.14.1 棘轮补偿装置

试验时,先将补偿器坠砣提升到一定高度,测量坠砣到基准面距离,然后模拟突然断线,补偿装置制动,等坠砣稳定后再次测量坠砣到基准面的距离。

5.14.2 弹簧补偿装置

试验时,先将补偿器拉伸至一定行程,记录测量点到基准面距离,然后模拟突然断线,补偿装置制动,再次记录测量点到基准面的距离。

5.15 接触电阻试验

5.15.1 测量接触电阻的零部件安装前要对内表面及接线索外表面去除油污后用细砂纸将氧化层打磨干净。

5.15.2 接触电阻可以采用双臂电桥测量或采用电流—电压法测量。

5.15.3 用电流—电压法测量时,试验连续进行三次取其平均值,试验电流分别取 20 A、30 A、40 A。并按公式(5)计算。用双臂电桥测量时试验电流应选用 10 A,试验采用四端法时,电流与电位端之间的距离为 50d(d 为所用线、索的直径),测量如图 10 所示。

单位为毫米

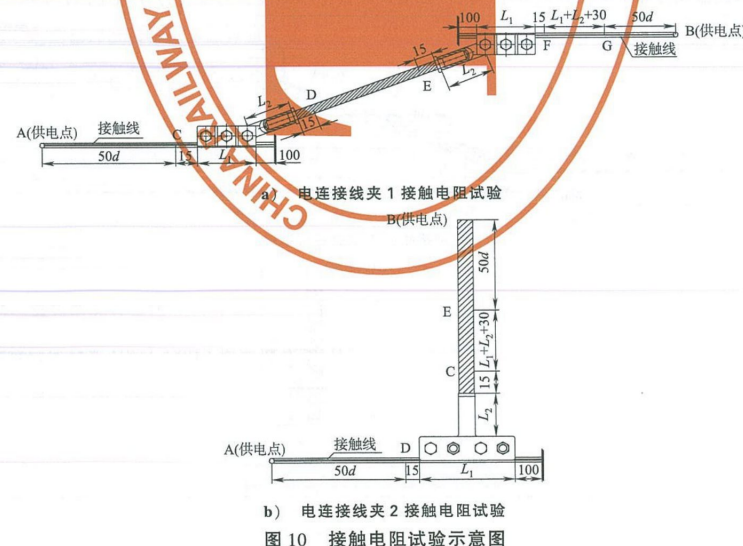
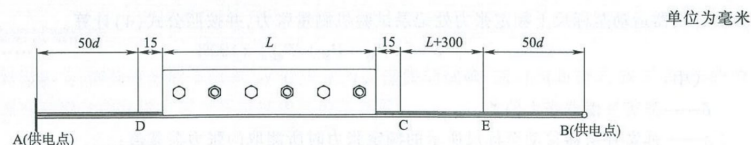


图 10 接触电阻试验示意图



c) 接头线夹接触电阻试验

图 10 接触电阻试验示意图(续)

$$R_{\text{ji}} = (U/I) \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

R_{ji} ——接触电阻,单位为微欧($\mu\Omega$);

U ——电位差,单位为毫伏(mV);

I ——电流,单位为安(A)。

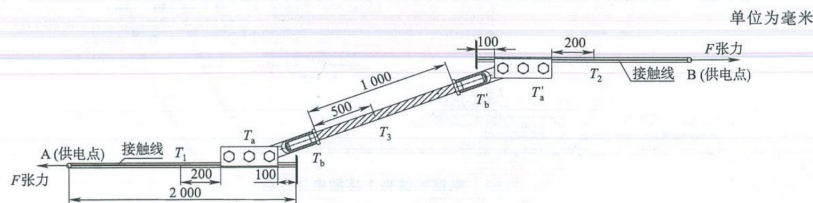
5.16 载流温升试验

5.16.1 零部件的载流温升试验在专用的试验装置上进行,零件安装与实际相符,对其内表面及接线索外表面用细砂纸打磨干净。螺栓连接时,用扭矩测试仪按规定值紧固。试验零部件有张力要求时,应施加张力,力值大小应满足标准或设计图样要求。

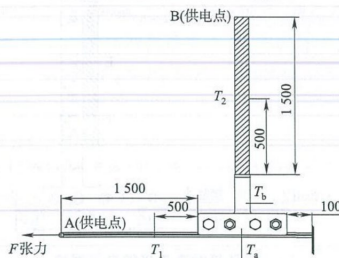
5.16.2 载流温升试验电流按照零部件最小接续线索额定载流量选取。

5.16.3 载流温升试验在室内无日照条件下进行,初始环境温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,环境温度为 $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$,试验期间环境温差为 $\pm 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,试验对风速无要求时,为室内静止环境,对风速有要求时,按照设计要求,测温热电偶可用两种方法固定,一种在线夹需要测温的部位打直径约 0.2 mm 小孔,将热电偶插入并用胶密封;另一种用专用金属软片将热电偶紧密绑扎在试件外表面,绑扎长度以将热电偶头部全部盖住为宜,绑扎时用力大小以热电偶与线夹接触部位之间不产生空气间隙为宜。

5.16.4 测温点分布应包括接续线索、零件,以能反映零件不同位置的温度为宜,如图 11 所示。

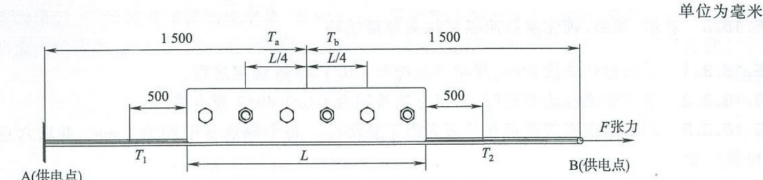


a) 电连接线夹 1 载流温升试验



b) 电连接线夹 2 载流温升试验

图 11 载流温升试验示意图



c) 接头线夹载流温升试验

图 11 载流温升试验示意图(续)

5.16.5 试验开始后应监视试验电流使其偏差不大于 $\pm 1\%$,试验应连续进行,若中断,应待试样上的温度降至室温后才能重新开始试验。试验中每 30 min 测量一次温度,连续测量三次温度,三次温差不超过 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的平均温度值作为该点的实测稳态温度。

5.16.6 零部件以各点最高温度小于或等于所规定的最高允许使用温度值且温升不超过接续线索温升为合格。温升与最高温度按照公式(6)、公式(7)进行换算。

$$\Delta T = t - t_0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

ΔT ——温升,单位为开(K);

t_0 ——环境温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

t ——环境温度为 t_0 时测温点的实测温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

$$T = \Delta T + 35 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

ΔT ——温升,单位为开(K);

T ——基准温度 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时测温点的最高温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

5.17 电热循环试验

5.17.1 电热循环试验按以下顺序进行:

- 100 个周期电热循环;
- 3 次短路电流冲击;
- 100 个周期电热循环。

5.17.2 电热循环试验电流应按最小接续线索的额定电流选取。试验过程中,以零部件最高温度达到稳定温度后,再降温至 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下作为一个循环周期。一个循环周期约 2 h 。

5.17.3 短路冲击电流有效值为 5000 A ,冲击时间 0.5 s 。两次短路电流冲击间隔 30 s 。

5.18 镀锌层及氧化层试验

5.18.1 镀锌层成分试验

镀锌层成分按 GB/T 13912 规定进行。

5.18.2 镀锌层均匀性试验

镀锌层均匀性试验按照 GB/T 2694—2018 附录 A 规定进行。在试验条件许可的情况下,零部件应尽量进行整体试验,条件不许可时允许切成适合容器容积的尺寸,所切截面露出的基体部分可采用石腊封闭。当不能切割时,可以采用与零部件工艺条件相同的试板进行试验。

5.18.3 镀层、覆层、钝化层及阳极氧化层厚度试验

5.18.3.1 采用磁性法测量时,测量方法按照 GB/T 4956 规定进行。

5.18.3.2 采用非磁性法测量时,测量方法按照 GB/T 4957 规定进行。

5.18.3.3 测量基准面应选择在外表光滑平整部位。每个测量基准面为 1 cm^2 ,共取六点平均值作为局部厚度。

5.18.3.4 预绞式金具的单丝覆层采用切片后在显微镜下测量的方法。

5.19 盐雾试验

按 GB/T 10125 和 GB/T 12967.3 规定进行,对于大型零件,可以截取样品的一部分,密封切口,进行试验,盐雾试验判定标准按 GB/T 6461 规定进行。

5.20 铜合金零部件应力腐蚀试验

铜合金零部件应力腐蚀试验按照 GB/T 10567.1 方法进行。

5.21 化学成分试验

材料化学成分试验采用化学分析法或光谱法。当采用直读光谱法时,碳素钢和中低合金钢参照 GB/T 4336,铝及铝合金参照 GB/T 7999,不锈钢参照 GB/T 11170,铜及铜合金参照 YS/T 482。若对结果有异议再用化学分析法复测同一样品一次,分析误差应符合相应国家标准。

5.22 腕臂装置挠度及变形量试验

5.22.1 试验时腕臂系统应模拟实际接触网,组成一个稳定的三角结构,也可根据设计要求,决定是否需装腕臂支撑以及定位管支撑。腕臂系统的安装尺寸以及零件在腕臂上的具体位置均应满足设计要求。

5.22.2 腕臂系统静强度试验时加力点分别为定位管连接器或定位支座(弹性限位定位装置)和承力索座处,荷载大小应满足设计要求,当设计要求不明确时,应按照 TB/T 2075 相关零件规定的荷载试验。典型安装示意图如图 12 所示。

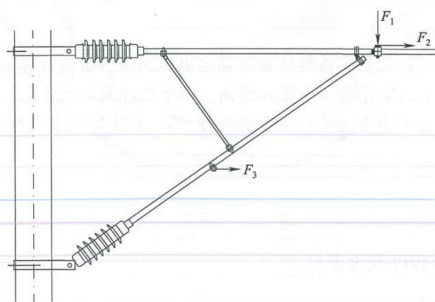


图 12 腕臂装置安装示意图

5.22.3 腕臂装置挠度及变形量测量,先选择参照体(试验时保持静止不动的刚体)以及腕臂装置测量点,并做好标记,再在参照体上的相关点悬挂钢直尺直至腕臂装置上的测量点(标记处),钢直尺与腕臂装置之间不接触,然后预加力,消除安装间隙后开始正式测量,测量使用经纬仪,先逐点读出力值为

零时各测量点的读数,开始逐点加载到规定值,保载 1 min 后再逐点卸载到零,加载、卸载过程中通过经纬仪读出各测量点的读数,按公式(8)、公式(9)、公式(10)、公式(11)计算腕臂装置变形量与挠度。

$$\Delta L = L_F - L_0 \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\Delta L_{\text{平}} = \Delta L \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\Delta L_{\text{斜}} = \Delta L \times \cos \alpha \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

α ——斜腕臂与水平面夹角,单位为($^{\circ}$);

L_0 ——力值为零时变形值,单位为毫米(mm);

L_F ——施加力到规定值时变形值,单位为毫米(mm);

ΔL ——加力到规定值时测量点变形值,单位为毫米(mm);

$\Delta L_{\text{平}}$ ——平腕臂挠度,单位为毫米(mm);

$\Delta L_{\text{斜}}$ ——斜腕臂挠度,单位为毫米(mm)。

$$\Delta L_{\text{残余}} = L_{\text{卸}} - L_0 \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

L_0 ——力值为零时变形值,单位为毫米(mm);

$L_{\text{卸}}$ ——卸载到力值为零时变形值,单位为毫米(mm);

$\Delta L_{\text{残余}}$ ——卸载后测点残余变形值,单位为毫米(mm)。

5.22.4 图像法测量,对加载前、加载过程中、卸载后的图像进行对比,通过图像处理计算腕臂装置挠度及变形量。

5.23 射线探伤试验

射线探伤检验按 GB/T 19943 方法进行;射线数字成像检验按 NB/T 47013.11—2015 方法进行。

5.24 低温试验

5.24.1 接触网锚固及接续类等受力零部件在施加 1.5 倍最大工作荷载下,在低温试验箱中保持 72 h 后进行滑动及破坏荷载试验。

5.24.2 电连接装置在低温试验箱保持 72 h 后,测量其接触电阻及滑动荷载。

5.24.3 接触网补偿装置在施加工作荷载下,在低温试验箱保持 72 h 后,进行传动效率试验和破坏荷载试验。

5.24.4 其余接触网零部件安装于工装卡具,在低温试验箱保持 16 h 后进行滑动及破坏荷载试验。

5.24.5 接触网钢结构用材料应按照 GB/T 229 夏比摆锤冲击试验方法进行低温冲击试验,焊接类钢结构应进行焊缝低温冲击试验。

5.25 吊柱弯矩试验

将吊柱按照使用状态安装,在规定位置按顺线路方向、垂直线路方向分别加载至 50% 的规定弯矩值,紧固加载侧的螺栓,然后卸载。再紧固另一侧螺栓,用以消除安装间隙。然后再按规定弯矩 20% 的级差加载至规定弯矩值,观察吊柱的变形情况以及锌层是否有剥离,测量并记录挠度值。

5.26 复合材料坠砣跌落试验

将复合材料坠砣水平放置,从下表面距地面钢板 500 mm 处自由跌落。

5.27 补偿绳不松散试验

按照 GB/T 9944 的规定执行。

5.28 坠砣重量试验

将坠砣放在称重仪上称重。

6 数据修约

数据修约若无明确规定时,按以下执行:

- a) 荷载值大于或等于 10.0 kN 时测试结果有效位修约到 10^{-1} kN,小于 10.0 kN 时有效位修约到 10^{-2} kN 或修约到标准中给定的公差位数;
- b) 外形尺寸大于或等于 1 000 mm 时测试结果有效位修约到 1 mm,小于 1 000 mm 时有效位修约到 10^{-1} mm 或图样中给定的公差位数;
- c) 镀层厚度有效位修约到 1 μm ;
- d) 温度有效位修约到 10^{-1} $^{\circ}\text{C}$ 。

7 检验项目及试样数量

型式检验项目及试样数量应符合表 1 的规定。

表 1 型式检验项目及试样数量

序 号	检 验 项 目	试样数量(件)
1	外观与标志检查	4
2	尺寸检查	4
3	组装检查	4
4	破坏荷载试验	4
5	耐拉伸荷载试验	4
6	耐压缩荷载试验	4
7	紧固力矩试验	4
8	滑动荷载试验	4
9	振动试验	2
10	疲劳试验	2
11	滑轮和棘轮传动效率试验	2
12	弹簧补偿装置张力偏差试验	2
13	弹簧补偿器张力偏差试验	2
14	补偿装置断线制动试验	1
15	接触电阻试验	4
16	载流温升试验	2
17	电热循环试验	2
18	镀层、覆层、钝化层及阳极氧化层厚度试验	3
19	镀锌层均匀性试验	3
20	铜合金零部件应力腐蚀试验	2

表 1 型式检验项目及试样数量(续)

序 号	检 验 项 目	试样数量(件)
21	化学成分试验	1
22	腕臂装置挠度及变形量试验	2
23	线岔挠度试验	4
24	射线探伤试验	2
25	吊柱弯矩试验	2
26	坠砣重量试验	4
27	复合材料坠砣脱落试验	2
28	补偿绳不松散试验	1

8 异常状态处理

8.1 试验出现下列情况之一,试验结果无效,并应补做同样数量的试验:

- a) 工装卡具原因;
- b) 试验过程中仪器设备发生故障;
- c) 按规定允许重新进行试验的项目。

8.2 试验过程中,试件出现的各种异常状态均应在试验记录中注明。

参 考 文 献

- [1]GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法
 - [2]GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法
 - [3]GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
 - [4]YS/T 482 铜及铜合金分析方法 光电发射光谱法
-