

ICS 29.280
S 82

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2074—2010
代替 TB/T 2074—2003

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

2010-06-09 发布

2010-12-01 实施

中华人民共和国铁道部 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 1

4 基本要求 3

5 检测项目 3

6 数据处理 16

7 异常状态处理 16

前 言

本标准对应于 JISE 2002《接触网金属零件试验方法》,本标准与 JISE 2002 的一致性程度为非等效,主要差异如下:

- 按照汉语习惯对一些编排格式进行修改;
- 将一些适用于国外标准的表述改为适用于我国标准的表述;
- 增加了滑动试验加荷速度、紧固力矩允差的规定;
- 增加了短路热循环的试验方法;
- 增加了静强度的试验方法。

本标准代替 TB/T 2074—2003《电气化铁道接触网零部件试验方法》。

本标准与 TB/T 2074—2003 相比主要变化如下:

- 增补了整悬挂的试验;
- 增补了腕臂系统试验;
- 增补了零件的动态应力测量;
- 增补了振动过程中零件受力(实际承受的工作载荷)的测量;
- 增补了带电振动时电连接线夹的温升及接触电阻试验;
- 增补了弹簧补偿器的试验;
- 增补了射线探伤试验。

TB/T 2074 是电气化铁路接触网零部件系列标准之一,该系列标准的其他标准为:

- TB/T 2073—2010《电气化铁路接触网零部件技术条件》;
- TB/T 2075—2010《电气化铁路接触网零部件》(共 23 个部分)。

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:铁道部产品质量监督检验中心、中铁电气化局集团宝鸡接触网器材检测中心。

本标准主要起草人:任兴堂、杨广英、贾志洋、张治国、马远征、陈立明、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。

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(包括隧道内零部件,以下简称零部件)的试验术语和定义、基本要求、试验方法、试验结果的判定原则和数据处理。

本标准适用于各类电气化铁路接触网零部件,亦适用于其他具有相同用途的零部件。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 228—2002 金属材料 室温拉伸试验方法(ISO 6892:1998(E),EQV)
- GB/T 1839—2008 钢产品镀锌层质量试验方法(ISO 1460:1992,MOD)
- GB/T 1957—2006 光滑极限量规 技术条件(ISO/DP 1938—2:1983,NEQ)
- GB/T 4956—2003 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性方法(ISO 2178:1982,IDT)
- GB/T 10431—2008 紧固件横向振动试验方法
- GB/T 10567.1—1997 铜及铜合金加工材残余应力检验方法 硝酸亚汞试验方法(eqv ISO 196:1976)
- GB/T 10610—2009 产品几何技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法(ISO 4288:1996,IDT)
- GJB 1187A—2001 射线检验
- TB/T 2073 电气化铁路接触网零部件技术条件
- TB/T 2075(所有部分) 电气化铁路接触网零部件
- E155 铝、镁铸件检验用标准参考射线底片
- E192 航空用铸钢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标准。

3.1

破坏荷重试验 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,测量零部件最大破坏荷重值的试验。

3.2

耐拉伸(压缩)荷重试验 withstand tensile(compression) 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,检查零部件在规定的耐拉伸(压缩)工作荷重下,是否产生塑性变形、滑移、破损等的试验。

3.3

工作荷重试验 working 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,检查零部件在规定的

荷重下,是否产生塑性变形、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或螺母缓慢施加紧固力矩,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

滑动荷重试验 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重时,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重值的试验。

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 tired failing 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,检查在交变载荷作用下零部件相关机械性能、变形、破损的试验。

3.8

传动效率试验 transmission efficiency test

在规定的试验条件下,将零部件安装在试验装置上,并模拟零部件的实际受力状态,测量接触网张力补偿装置动态机械传动效率的试验。

3.9

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。

3.10

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(按规定方式)连接紧固,检查零部件及其接续线索在规定的试验时间和试验电流下的发热状态的试验。

3.11

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,检查零部件及其接续线索电阻值和温升是否超过标准规定值的试验。

3.12

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℃ 以下的全过程为一个热循环试验周期。

3.13

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。

3.14

镀层厚度试验 Zinc Coating thickness test

测量零部件金属覆盖层厚度的试验。

3. 15

组装检查 assembly inspections

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. 16

整悬挂试验 suspension system test

是模拟现场悬挂的实际受力状态进行多方向加载的复合试验。

3. 17

腕臂系统试验 cantilever system test

是模拟现场腕臂系统的实际受力状态,进行多方向加载的复合试验。

4 基本要求

4. 1 试验环境条件

4. 1. 1 在没有特殊指定的情况下,试验在常温($10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$)下进行,室内照度不小于 300 lx 。

4. 1. 2 电气性能试验时,环境温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,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,按照设计要求。

4. 1. 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 试验用接续元件

4. 2. 1 试验用线索、接续管材与被试产品相适应,且符合相应标准要求。

4. 2. 2 电气试验、滑动荷重试验用线索表面光洁,无伤痕、无锈蚀和氧化。镀锌管材表面平整,无锌瘤锌渣,截面几何尺寸符合相应的标准要求。

4. 3 试验仪器及试验夹具

4. 3. 1 试验用计量器具、测量仪表由国家授权的法定计量部门进行定期检定。检定误差在允许范围内。试验数值在有效的检定范围内。试验用计量器具、测量仪表的量程应与被测零部件的参数相匹配。

4. 3. 2 采用线索及夹具安装的零部件,在试验过程中除特殊指定外,安装时应符合零部件的实际受力状态。

4. 3. 3 试验用夹具的形状应满足零件使用时受力要求,并有足够的强度和刚度,不允许对试件产生额外附加力。

5 检测项目

5. 1 外观检查

5. 1. 1 零部件的外观以目力检查为主,必要时可采用不超过 10 倍的放大镜检查。

5. 1. 2 表面粗糙度检查采用标准样板进行对比或采用粗糙度测试仪测量。测量方法按照 GB/T 10610—2009。

5. 2 尺寸检查

5. 2. 1 尺寸检查所用的计量器具分辨力小于被测尺寸公差的 $1/2 \sim 1/10$ 。

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,且每个测量值与平均值的相对误差不大于 $\pm 10\%$ 。

5. 2. 3 尺寸检查允许采用制造公差符合 GB/T 1957—2006 光滑极限量规要求的专用量具(如量块、特制样板及卡具)测量。

5. 2. 4 TB/T 2075 或设计文件对零件局部的点、线、面形状与位置有要求时,应根据要求检查其行位误差。

5.3 组装检查

5.3.1 检查零部件的组成件是否与设计图纸相符合。

5.3.2 按照 TB/T 2075 和设计图纸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 破坏荷重试验

5.4.1 零部件的破坏荷重值按照标准和设计图纸规定的破坏荷重值选取。

5.4.2 零部件的破坏荷重试验可在模拟试验框架、万能材料试验机或专用试验设备上进行,试验件的安装应接近实际受力状态(典型件安装如图 1 所示)。

5.4.3 在试验框架上进行破坏荷重试验时,荷重值测量应采用准确度不大于 $\pm 1\%$ 的试验设备。

5.4.4 除设计有特殊要求外,零部件残余变形量的测量应在不受外力的自由状态下进行。测量标距选取在两受力点间,当两受力点间小于 1 000 mm 时采用分辨率不低于 0.02 mm 的游标卡尺,两受力点间大于 1 000 mm 时可采用分辨率不低于 1 mm 的钢卷尺测量。

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,为减小接续元件因受力产生径向收缩所造成紧固力矩值的下降,紧固用螺栓应在标准规定荷重值的 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,加荷速度应符合 GB/T 228—2002 要求。试验荷重在 50% 规定荷重值以内时,对加荷速度不作规定;达到 50% 规定荷重值以后,按每分钟 10% ~ 30% 的规定荷重值均匀平稳地增加载荷,不应有冲击;达到规定荷重值时,保荷 3 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 在破坏荷重试验中,零部件在达到规定破坏荷重值以前,不应产生断裂、裂纹或其他功能失效等现象。零部件的实际破坏荷重值为试件断、裂破损或失效时的荷重值。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,每批至少破坏一件。

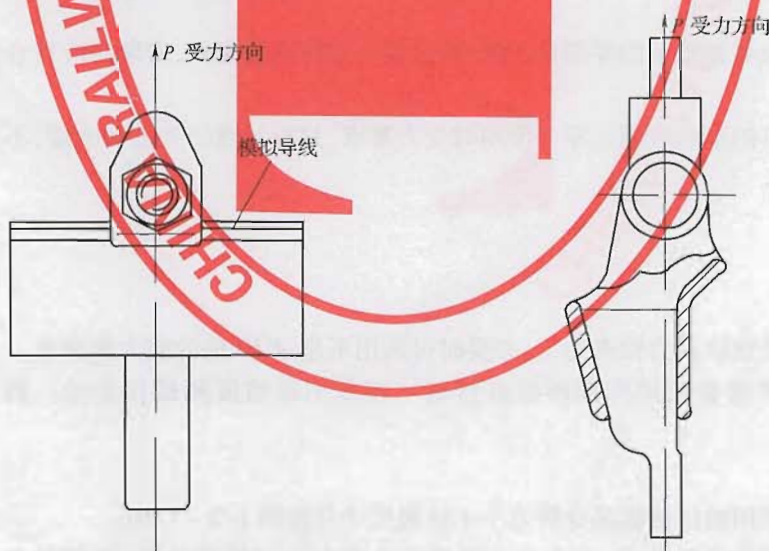


图 1 破坏荷重试验

5.5 耐拉伸(压缩)荷重试验

5.5.1 零部件的耐拉伸(压缩)荷重值按照标准和设计图纸规定的耐拉伸(压缩)荷重值选取。

5.5.2 零部件的安装、加荷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,变形量测量采用分辨率不低于 0.02 mm 的游标卡尺;对大变形量零部件,变形量测量采用分辨率不低于 1 mm 钢

卷尺。

5.5.3 在耐拉伸(压缩)荷重试验中,零部件不应出现破损、歪斜等现象。零部件本体上两测试点间的残余变形量,在规定的试验荷重下不应大于测点间长度的0.2%。对于定位器在规定的耐拉伸(压缩)试验荷重下,规定测量点间的挠度不应超过所规定的挠度值。

5.6 紧固力矩试验

5.6.1 紧固力矩试验值按照 TB/T 2075 和设计图纸规定的数值选取,零部件的所有连接件应与设计图纸相符。

5.6.2 紧固力矩值测量采用准确度不大于 $\pm 3\%$ 的扭矩测试仪。

5.6.3 残余变形量的测量,采用分辨率不大于 0.02 mm 的游标卡尺。

5.6.4 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,扭矩递增值不得超过规定值的 10%。

5.6.5 紧固速度在 50% 设计规定紧固力矩值以内不作规定;超过 50% 的规定最大紧固力值后,应均匀缓慢进行,不应有冲击。有多个螺栓时,每个螺栓至少反复紧固 3 次。

5.6.6 连接螺栓、螺母及连接零部件达到设计规定的紧固力矩值时,应不产生破坏、塑性变形或发生“咬死”等现象(锥套类零部件中楔子除外)。

5.7 滑动荷重试验

5.7.1 零部件滑动荷重值按照 TB/T 2075 和设计图纸所规定的荷重值选取。

5.7.2 零部件安装及试验用设备要求与 5.4 相同,滑移量测量采用分辨率不大于 0.02 mm 的游标卡尺。

5.7.3 试验的加荷速度在 50% 规定滑动荷重值以内应平稳增加;达到 50% 规定滑动荷重值时校核连接螺栓紧固力矩,然后以每分钟 10% ~ 30% 的规定滑动荷重值增加试验荷重;达到规定荷重值时保荷 3 min,检查零部件接续处有无滑动。若无滑动则继续加荷直至滑动。

5.7.4 试件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,当同一线索上有两个以上的试件连接时,其间距应保持在 200 mm ~ 300 mm 之间,试验荷重方向应沿接续元件的轴线方向,稍有偏移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 零部件滑动荷重以试验荷重不能继续上升或零部件与接续元件、零部件与零部件之间相对位移达到 1.5 mm 时的荷重值为滑动荷重值。

5.7.6 试验荷重在未达到规定值时,零部件如发生破坏、变形失效等现象,其滑动荷重试验判为不合格(锥套类零部件中楔子除外)。整个试验过程中,连接螺栓不允许产生咬死等现象。

5.7.7 典型零部件安装及受力方向如图 2 所示。

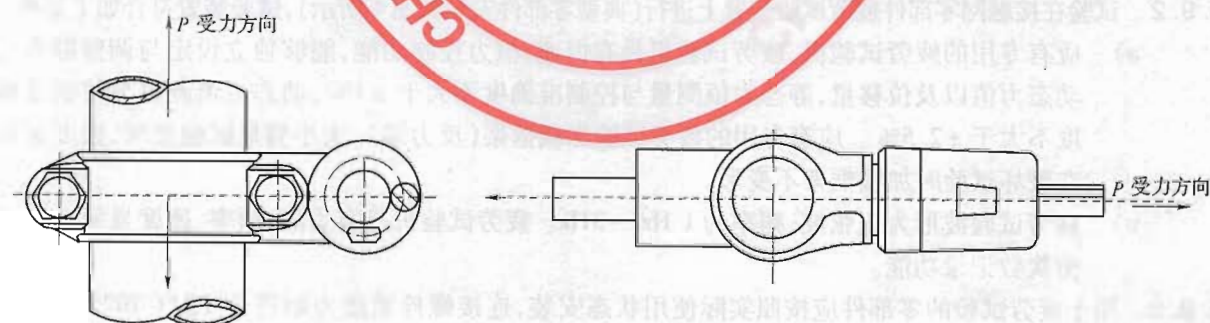


图 2 滑动荷重试验

5.8 振动试验

5.8.1 机械振动试验是模拟被试零件在实际接触网上,在机械振动作用下的一种累积疲劳试验。振动试验在专用的接触网振动试验场进行(典型零部件安装如图 3 所示),接触网振动试验场符合如下

要求:

- a) 接触网振动试验场接触网布置与实际接触网相一致,具有站场、区间(含正、反定位)、隧道的模拟试验区段,可以比较方便的安装上述三个区段的被试零件。振动场长度以不低于 70 m 为宜。
- b) 接触网振动试验场可采用全补偿方式,接触网张力符合相应标准规定,并有传感器测量静、动张力。导线与承力索静态张力误差不应超过规定值的 $\pm 1\%$ 。
- c) 被试零部件的安装与实际接触网一致,所受外力应为 TB/T 2075 或设计图纸所规定的工作荷重,安装时应采用测力计对零部件实际工作荷重进行校核,振动试验时应通过应变片或测力传感器测量动态力及变化。

振动试验场具有非接触式振幅、频率、振动波形等参数的测量设备,并能对振动过程进行实时检测。

- d) 应有专用的振动试验机,振动参数可调。当振动场接触网长度大于 50 m 时,为保证振幅,宜采用多台振动机同步振动,振动源的振动波形为正弦波。
- e) 振动频率为 3 Hz ~ 5 Hz,振幅按照标准规定,振幅误差不得超过规定值的 $\pm 3\%$ 。
- f) 振动试验场设有监控室,并设有计算机测控系统,在显示器上可以检测振动试验中的振幅、频率、振动波形、力值及波形、振动次数等参数。

5.8.2 振动试验过程允许中断,振动次数按实际记录振动次数累加。

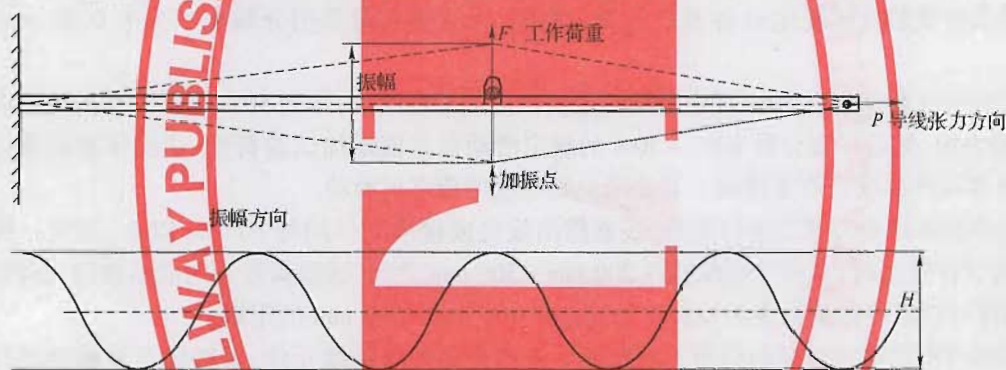


图 3 振动试验

5.9 疲劳试验

5.9.1 疲劳试验参数按照 TB/T 2075 和设计图纸规定的条件选取。

5.9.2 试验在接触网零部件疲劳试验装置上进行(典型零部件安装如图 4 所示),试验装置符合如下要求:

- a) 应有专用的疲劳试验机,疲劳试验机具有恒速、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准确度不大于 $\pm 1\%$,动态力值测量与控制准确度不大于 $\pm 2.5\%$ 。应有专用的疲劳试验加载框架(反力墙),大小满足试验要求,强度保证在破坏试验时加载框架不变形。
- b) 疲劳试验波形为正弦波,频率为 1 Hz ~ 3 Hz。疲劳试验机具有力值、频率、速度显示以及疲劳次数记录功能。

5.9.3 用于疲劳试验的零部件应按照实际使用状态安装,连接螺栓紧固力矩符合 TB/T 2075 和设计图纸要求。

5.9.4 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。

5.9.5 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,振动试验结束后按 TB/T 2075 和设计图纸要求做如下项目测量:

- a) 振动后螺栓实际紧固力矩;

b) 按照螺栓振动后实际紧固力矩进行滑动荷重试验。

通过后再进行疲劳试验,疲劳试验结束后按 TB/T 2075 和设计图纸要求进行零部件破坏荷重试验。

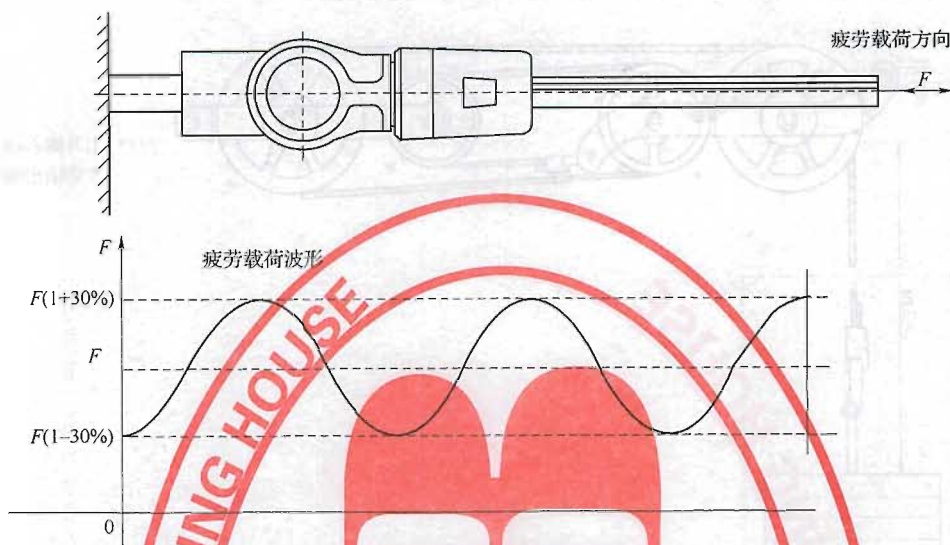


图 4 疲劳试验

F ——零件的工作载荷,单位为千牛(kN)。

5.9.6 被试零部件经过振动、疲劳后,应满足如下要求:

- 无破损、断裂、严重变形、松动滑移或螺栓咬死等。
- 耳环连接零部件允许有一定量磨损,但磨损面积不应大于原有面积的 30%。
- 螺栓紧固力矩下降不大于 5%,轴向力下降不大于 5%。
- 滑动荷重、破坏荷重等力学性能应不低于 TB/T 2075 和设计图纸规定值的 5%。
- 接触电阻温升等电气性能应满足 TB/T 2075 或设计图纸规定值。

5.10 传动效率试验

5.10.1 传动效率试验应在专用的试验框架上进行,试验装置应符合以下要求:

- 应有专用的液压加力设备,加力设备具有恒速、恒力等控制功能;
- 加力设备行程应能保证滑轮张力补偿装置中最慢的轮子转动一周;
- 传动效率为动态值,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,试验时速度不大于 80 mm/min,误差不大于 $\pm 2\%$,变化量不大于 $\pm 0.5\%$ 。

5.10.2 传动效率测量装置应符合如下要求:

- 张力补偿装置的输入、输出端荷重值使用高精度测力传感器测量,传感器准确度不大于 $\pm 0.02\%$ 。
- 测量装置能够连续采集数据,采集速度不低于 50 次/s,对输入端与输出端力值采样时间间隔不大于 0.01 ms。
- 若测量装置与计算机连接并用计算机完成数据处理时,测量软件应经过标定校准。

5.10.3 张力补偿装置安装与现场使用相一致,对于滑轮张力补偿装置,滑轮槽中心面与补偿绳应处于同一垂直平面内(典型零部件安装如图 5 所示)。

5.10.4 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)计算。

$$\eta = T \cdot r / P \times 100\% \quad (1)$$

式中:

P ——输入端荷重值,单位为千牛(kN);

T ——输出端荷重值,单位为千牛(kN);

r ——公称传动比。

5.10.5 补偿装置的传动效率不应低于标准和设计图纸的规定值。

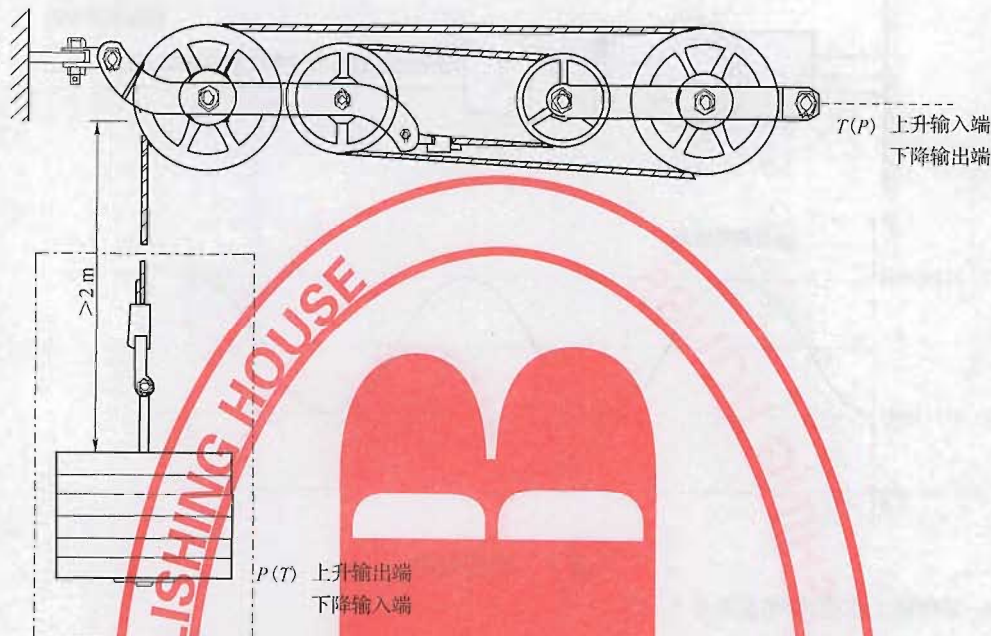


图5 传动效率试验

5.11 棘轮补偿装置断线制动试验

5.11.1 断线制动试验应在专用的试验装置上进行,试验装置应符合以下要求:

- 试品按实际使用状态安装,张力符合标准和设计图纸要求;
- 应有专用的试验装置,试验装置具有加载、保载和模拟突然断线功能。

5.11.2 试验开始时,先将补偿器坠砣提升到一定高度,测量坠砣到基准面距离,精确度 1 mm,然后模拟突然断线;坠砣自由下落,补偿器制动,等坠砣稳定后再次测量到基准面的距离。按公式(2)计算制动时间。

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2)$$

式中:

t ——制动时间,单位为秒(s);

h ——坠砣下落距离,单位为米(m)。

5.12 温升试验

5.12.1 零部件的温升试验在专用的试验装置上进行(典型零部件安装如图6所示),试验装置符合以下要求:

- 能够安装接触线与承力索,两者之间根据要求可以调整结构高度,能够对零部件施加张力,张力值应符合有关标准要求;
- 试验用线、索长度不小于 10 m,模拟装置在室内布置时,四周无阻挡散热的设备;
- 张力使用测力仪测量,测力仪误差不大于 $\pm 1\%$;
- 试验电源为工频交流电,电源容量应满足试验要求,保证在最大试验电流时波形畸变不超过 $\pm 2\%$;
- 试验装置对地有可靠的电气绝缘,装置金属结构保证在试验过程中不产生涡流,装置的金

属构架应可靠接地。

5.12.2 测量装置符合如下要求：

- a) 测温使用测温仪，测温仪应能连续采集巡回检测，采集速度不小于 1 次/s，测温仪用热电偶做传感器时，热电偶误差不大于 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，热电偶接线采用加冷端补偿的办法，补偿端放在 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰水混合物中并用分辨率为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度计监测；
- b) 测量电流用互感器准确度不低于 $\pm 0.02\%$ ，电流表准确度不低于 $\pm 0.5\%$ ；
- c) 试验场设有风速仪与测量环境温度的水银温度计，温度计的分辨率为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.12.3 安装零部件时对其内表面及接续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纸要求。

5.12.4 温升试验电流按照零部件最小接续线索额定载流量选取。

5.12.5 温升试验在室内无日照条件下进行，环境温度为 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，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 的小孔，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。

5.12.6 测温点分布应符合图 6 要求。

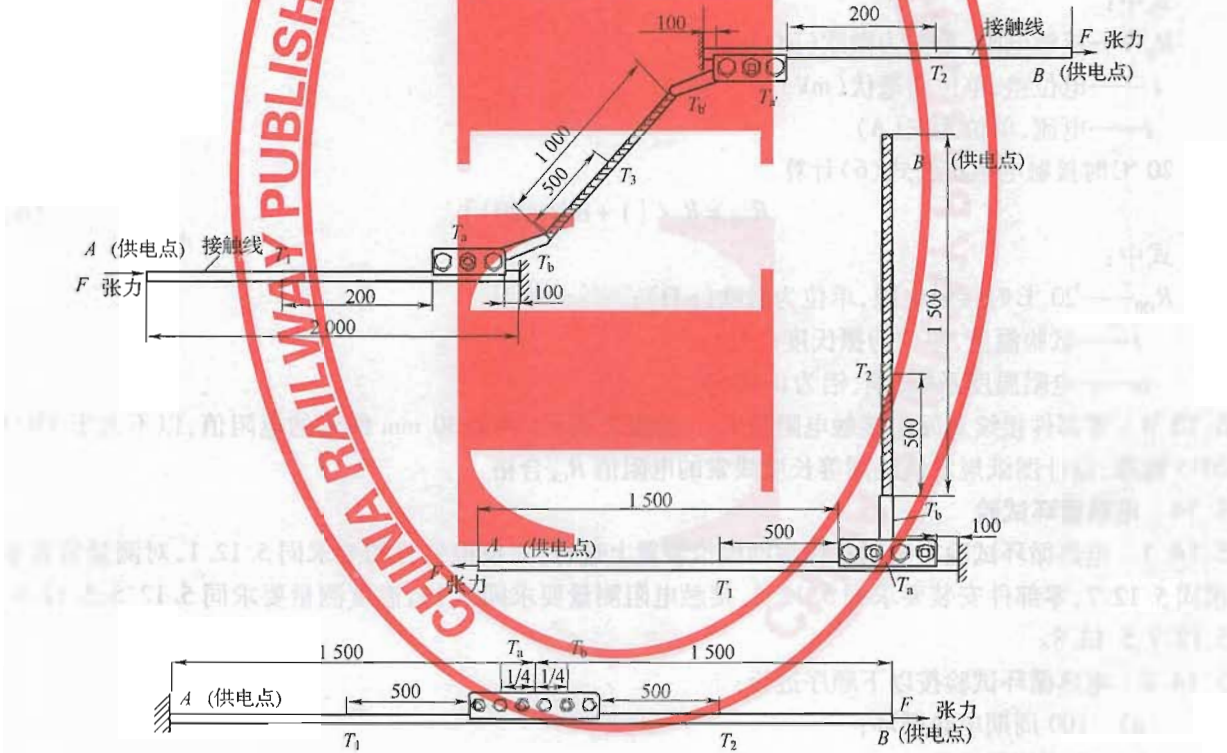


图 6 温升试验

5.12.7 试验开始后应监视试验电流使其偏差小于 $\pm 1\%$ ，试验应连续进行，若中断，应待试品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，以三次温差不超过 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的平均温度值作为该点的实测稳态温度。

5.12.8 零部件以各点最高温度小于或等于 TB/T 2073 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(3)和公式(4)进行换算。

$$\Delta T = t - t_0 \tag{3}$$

$$T = \Delta T + 35\text{ }^{\circ}\text{C} \tag{4}$$

式中:

ΔT ——温升,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

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

5.13 接触电阻试验

5.13.1 测量接触电阻的零部件安装要求同 5.12.3。

5.13.2 接触电阻可以采用直流电流—电压法测量,也可以使用双臂电桥测量。采用直流电流—电压法时,测量试验电流采用准确度不小于 $\pm 0.02\%$ 分流器,测量分流器两端电压及零部件两端电压采用位数不小于 $6\frac{1}{2}$,准确度不小于 $\pm 0.02\%$ 的数字表。使用双臂电桥测量时,桥体准确度为 $\pm 0.02\%$,标准电阻准确度为 $\pm 0.01\%$,测量分辨率达到 $1\mu\Omega$ 。

5.13.3 用直流电流—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大于 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)。

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

式中:

R_{jt} ——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)。

20 $^{\circ}\text{C}$ 时接触电阻按公式(6)计算。

$$R_{j20} = R_{jt} / [1 + \alpha(t - 20)] \quad (6)$$

式中:

R_{j20} ——20 $^{\circ}\text{C}$ 时接触电阻,单位为微欧($\mu\Omega$);

t ——试验温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);

α ——电阻温度系数(铜、铝为 0.004)。

5.13.4 零部件接续点间的接触电阻值 R_{cd} (如图 7 所示)加上 30 mm 线索的电阻值,以不大于 TB/T 2075 标准、设计图纸规定值或同等长度线索的电阻值 R_{ce} 合格。

5.14 电热循环试验

5.14.1 电热循环试验在专用的接触网模拟装置上进行,对模拟装置的要求同 5.12.1,对测量装置要求同 5.12.2,零部件安装要求同 5.12.3,接触电阻测量要求同 5.13,温度测量要求同 5.12.5、5.12.6、5.12.7、5.12.8。

5.14.2 电热循环试验按以下顺序进行:

- a) 100 周期电热循环;
- b) 3 次短路电流冲击;
- c) 100 周期电热循环。

5.14.3 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°C 以下作为一个循环周期。一个循环周期约 2 h。

5.14.4 短路冲击电流为 5 000 A,冲击时间 0.5 s。两次短路电流冲击间隔 30 s。

5.14.5 零部件电热循环试验合格判定条件:

a) 接触电阻

- 1) 零部件连接处初始接触电阻不大于等长线索(当金具连接两种不同型号的线索时,依较小线索的电阻作为判断依据)电阻值;

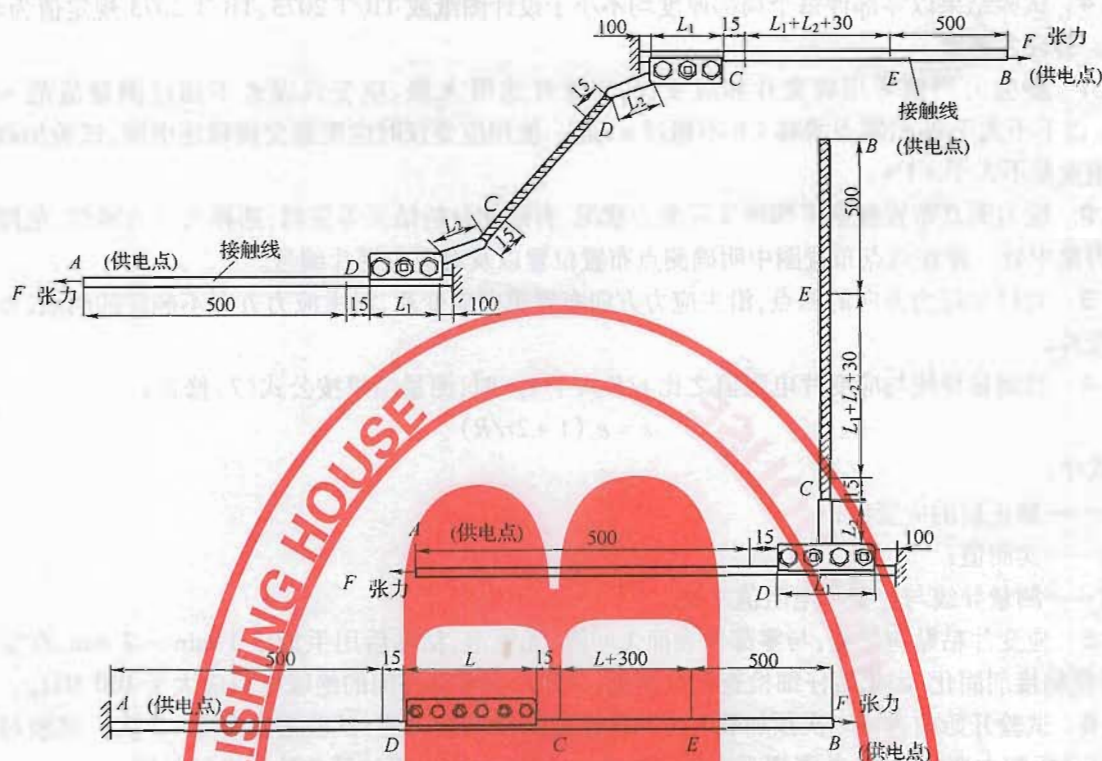


图7 接触电阻试验

- 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 的偏差不大于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 偏差不大于5%。

b) 温度

- 1) 零部件的最高温度不大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 的偏差不大于 $\pm 5^\circ\text{C}$;

- c) 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 偏差不大于 $\pm 5^\circ\text{C}$ 。

5.15 镀锌层均匀性试验

5.15.1 镀锌层均匀性试验按照 GB/T 1839—2008 规定进行。

5.15.2 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制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蜡封闭。当不能切制时,可以采用与零部件工艺条件相同的试板进行试验。

5.15.3 试验结果以不小于 TB/T 2073、TB/T 2075 规定值为合格。

5.16 镀层厚度测量

5.16.1 镀层厚度采用磁性法测量时,测量方法按照 GB/T 4956—2003 和 GB/T 1839—2008 规定。

5.16.2 若采用其他方法测量时,应符合相应标准的有关规定。

5.16.3 测量基准面应选择在外表光滑平整部位。一般测量点小件不少于3处,大件不少于6处。每个测量基准面为 1 cm^2 ,共取五点平均值作为局部厚度。

5.16.4 试验结果以零部件每个局部厚度均不小于设计图纸或 TB/T 2073、TB/T 2075 规定值为合格。

5.17 静应力测量

5.17.1 静应力测量采用应变片和应变仪,应变片选用 A 级、应变仪误差不超过测量值的 $\pm 2\%$, $100\mu\epsilon$ 以下不大于 $2\mu\epsilon$,零点漂移 4 h 不超过 $\pm 5\mu\epsilon$ 。使用应变仪时应配置交流稳压电源,试验加载装置的示值误差不大于 $\pm 1\%$ 。

5.17.2 应力测点布置根据零部件实际受力状况、有限元分析结果等资料,选择大应力部位、危险断面及应力集中处。并在测点布置图中明确测点布置位置以及对应应变片编号。

5.17.3 对已知应力方向的测点,沿主应力方向布置单向应变片,对主应力方向不确定的测点,布置三向应变片。

5.17.4 当测量导线与应变片电阻值之比 r/R 大于 1% 时,测量结果按公式(7)修正:

$$\epsilon = \epsilon_c (1 + 2r/R) \quad (7)$$

式中:

ϵ ——修正后的应变值;

ϵ_c ——实测值;

r/R ——测量导线与应变片电阻值之比。

5.17.5 应变片粘贴应平整,与零部件表面无间隙、无气泡,粘贴后用手加压 1 min ~ 2 min,在室温下 4 h 后使粘接剂固化,固化后仔细检查粘接质量,应变片对零部件间的绝缘电阻应大于 100 M Ω 。

5.17.6 试验开始前进行一次预加载。为确保试验结果准确可靠,试验需重复 2~3 次。试验过程中应及时分析应力变化规律,并密切观察零部件变化,对试验中出现的异常数值进行处理。

5.17.7 单向应变片的测点,应力计算公式(8):

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad (8)$$

式中:

σ ——应力,单位为兆帕(MPa);

E ——弹性模量,单位为兆帕(MPa);

ϵ ——测量应变值。

三向应变片的测点,主应力值和主方向公式(9)、(10):

$$\sigma_{\max} = \frac{E}{2(1-\mu)} (\epsilon_0 + \epsilon_{90} \pm \frac{\sqrt{2}}{2(1+\mu)} E \sqrt{(\epsilon_0 + \epsilon_{45})^2 + (\epsilon_{45} - \epsilon_{90})^2}) \quad (9)$$

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{2\epsilon_{45} - \epsilon_0 - \epsilon_{90}}{\epsilon_0 - \epsilon_{90}} \quad (10)$$

式中:

$\sigma_{\max}$ 、 $\sigma_{\min}$ ——主应力,单位为兆帕(MPa);

θ ——主应力方向,单位为度($^\circ$);

E ——弹性模量,单位为兆帕(MPa);

μ ——泊松比,一般取 0.3;

ϵ_0 ——水平方向应变值;

ϵ_{45} ——与 ϵ_0 成 45° 的应变值;

ϵ_{90} ——与 ϵ_0 成 90° 的应变值。

5.17.8 应力值的评定

$$\text{单向应变片 } \sigma < [\sigma] \quad (11)$$

$$\text{三向应变片 } \sigma_{\max} - \sigma_{\min} < [\sigma] \quad (12)$$

式中:

$[\sigma]$ ——材料许用应力,单位为兆帕(MPa)。

5.17.9 在试验过程中,若发现被测零部件产生永久变形或应力测试点的应力值超过屈服极限现象时,试验应暂停,并做好记录,分析原因,在确认上述现象不影响零部件强度评价时,方可继续进行试验。

5.18 铜及铜合金零部件残余应力试验

采用硝酸亚汞试验法,按照 GB/T 10567.1—1997。

5.19 紧固件防松试验

按照 GB/T 10431—2008 做横向振动试验方法。

5.20 材料化学成分试验

按相应国家和行业标准进行化学成分试验。

5.21 整悬挂试验(研究性试验)

5.21.1 整悬挂试验是模拟现场悬挂的实际受力状态进行多方向加载的复合试验。试验根据设计以及使用需要,可分为区间、站场以及隧道多种悬挂方式进行,也可根据不同试验目的分为整悬挂静强度与动强度试验,若设计要求不明确时,标准规定的是整悬挂静强度试验,并对模拟接触网的要求如下:

- a) 接触线选用 CTAH120,承力索选用 JTMH95;
- b) 试验场接触网应不少于两跨,跨距应不小于 15 m,有 3 个支柱,两个为下锚柱,一个为中间柱或为转换柱;
- c) 试验接触网为全补偿,接触线与承力索张力分别为 15 kN,结构高度为 1.6 m;
- d) 试验腕臂系统安装尺寸以及零件在腕臂上的位置应与实际接触网一致。

5.21.2 试验加力点设在中间支柱处,力值根据设计要求,若设计要求不明确时应为:

- a) 接触线定位处施加水平载荷,大小为定位器的水平工作载荷;
- b) 承力索在承力索座处施加水平载荷,大小为承力索座的水平工作荷重,同时施加垂直载荷,大小为承力索座的垂直工作荷重;也可以用一个合力替代水平载荷与垂直载荷,大小以及方向由计算确定。

5.21.3 试验方法采用替换法,例如定位处的水平载荷可选用带测力仪的加力装置,通过夹具对定位处接触线施加水平力。用同样方法对承力索处施加合力,因两个力相互影响通过反复调整直到规定值,同时做好施力处接触线与承力索的位置标记,安装实际定位器以及承力索支撑线夹,位置应在做好的标记处。然后加力装置卸载,将载荷转移至被试品上。

5.21.4 测量采用静应力进行,具体方法详见 5.17。

5.22 腕臂系统试验

5.22.1 试验时腕臂系统应与实际接触网一致,组成一个稳定的三角结构,也可根据设计要求,决定是否需要安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,设计不明确时,应与实际接触网一致,腕臂系统应使用抗弯强度为 12 kN 的瓷棒式绝缘子。

5.22.2 腕臂系统静强度试验时加力点分别为定位线夹和承力索支撑线夹处,载荷大小应满足设计要求,当设计要求不明确时,应按照 TB/T 2075 相关零件规定的载荷。

5.22.3 腕臂系统变形量测量,先选择参照体(试验时保持静止不动的刚体)以及腕臂系统测量点,并做好标记,再在参照体上的相关点悬挂钢板尺直至腕臂系统上的测量点(标记处),钢板尺与腕臂系统之间不接触,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 3 min 后再逐点卸载到零,加、卸载过程中通过经纬仪读出各测量点的读数,按公式(13),公式(14)计算腕臂系统变形量。

$$\Delta L = L_F - L_0 \quad (13)$$

$$\Delta L_{\text{残余}} = L_{\text{卸}} - L_0 \quad (14)$$

式中:

ΔL ——加力到规定值时测量点变形值;

L_0 ——力值为零时钢板尺读数;

L_F ——施加力到规定值时,钢板尺读数;

$L_{卸}$ ——卸载到力值为零时,钢板尺读数;

$\Delta L_{卸}$ ——卸载后测点残余变形值。

5.23 零件的动态应力测量(研究性试验)

动态应力测量在振动场进行,试验设备采用动应力仪和应变片。试验前按 5.17 在试品上贴好应变片。试验时要求被测零件按实际使用状态安装在振动场,接触线、承力索的张力符合设计要求,设计要求不明确时,接触线选用 CTAH120,张力为 15 kN,承力索选用 JTMH95,张力为 15 kN,零件施加相应的静态工作载荷,开启振动机,振动机振幅、频率符合振动试验要求,再用动应力仪开始测量。

5.24 振动过程中零件受力(实际承受的工作载荷)的测量(研究性试验)

试验时要求被测零件按实际使用状态安装在振动场,接触线、承力索张力符合设计要求,设计要求不明确时,接触线选用 CTAH120,张力为 15 kN,承力索选用 JTMH95,张力为 15 kN,零件施加相应的静态工作载荷。将测力传感器串入需要测量的回路,使得其受力大小和方向与零件一致,开启振动机,振幅、频率符合振动试验的要求,或按设计要求。零件所受力的测量最好使用计算机系统,完成数据采集、描述力值曲线等。

5.25 带电振动时电连接线夹的温升及接触电阻试验(研究性试验)

电连接线夹按使用状态安装在振动场,螺栓按规定紧固后,先测量初始接触电阻。再按 5.12 将热电偶固定在接触线、承力索以及电连接线夹上,然后按照设计要求向振动场供给持续稳态电流,电流测量使用互感器以及电流表,当电流满足规定要求后,开启振动机,振幅、频率符合振动试验要求,温度测量按照 5.12 要求进行。振动试验结束后,再测量接触电阻,并与初始接触电阻比较,绝对值不大于 10%。

5.26 弹簧补偿装置试验

5.26.1 壳体强度试验

将弹簧补偿器安装在接触网零部件试验加载框架上,弹簧补偿器的弹簧锁住,通过试验机对补偿器壳体均匀加载,直到规定值,3 min 后检查壳体应符合规定要求,无焊接开裂,壳体变形,平衡板弯曲等。

5.26.2 张力偏差试验

将弹簧补偿器安装在接触网零部件试验加载框架上,通过试验机对补偿器匀速施加轴向力,按照 5.10 的方法,在补偿绳逐渐拉出以及逐渐缩回的全行程内测量弹簧补偿器张力偏差。张力偏差应符合规定要求。

5.26.3 整体疲劳试验

将弹簧补偿器安装在接触网零部件疲劳试验加载框架上,对其进行全行程反复拉出以及缩回试验,试验时的张力根据设计要求,次数为 2×10^4 ,频率为 1 Hz ~ 3 Hz。试验过程中弹簧补偿器应伸缩自如,无卡滞现象,疲劳次数到限后,重做弹簧补偿器张力偏差试验,应不大于 5%,补偿绳在整体疲劳试验后拉断力应不小于初始拉断力的 95%。

5.26.4 断线制动试验

将弹簧补偿器安装在接触网补偿装置断线制动试验机上,根据设计要求,对弹簧补偿器施加规定的张力(轴向力),测量补偿绳在张力作用下的初始长度,并在补偿绳上做好标记,然后模拟接触线突然断线(在 1s 瞬间完全断开,断开后对补偿器应无任何反作用力),稳定后测量补偿绳回缩量。

5.27 射线探伤试验

5.27.1 铸件的分类

铸造零件需要做射线探伤试验。根据零件在使用中的重要程度可分为两类:

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。

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、钩头鞍子、承力索支撑线夹等。

5.27.2 检验级别

同一铸件上不同部位(或区域)又可分为三个射线检验级别:

A级:图纸上指定的关键受力部位或高应力区域;

B级:图纸上指定的受力部位或中等应力区域;

C级:一般部位或低应力区域。

5.27.3 铸件类别与射线检验级别的关系

铸件类别与射线检验级别的对应关系见表1。

表1 铸件类别与射线检验级别的对应关系

铸件类别	射线检验级别	
	指定区域	非指定区域
Ⅰ	A或B	B或C
Ⅱ	B或C	C

5.27.4 检验方法

射线检验方法详见GB 1187A—2001。

5.27.5 参考射线底片分级

检验用标准参考射线底片EI55和EI92规定共分为8级。

5.27.6 铸件内部质量

5.27.6.1 不允许的缺陷

铸件不允许有裂纹、冷隔、穿透性和对应性缺陷。

5.27.6.2 判断条件

a) 经射线探伤的铸钢件应符合表2的规定,也可由供需双方商定。

表2 铸钢件缺陷允许范围

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

b) 经射线探伤的铸铝件应符合表3规定,也可由供需双方商定。

表 3 铸铝件缺陷允许范围

缺陷类别	A 级			B 级			C 级		
	厚度 mm								
	<6	6.5 ~ 15	>15	<6	6.5 ~ 15	>15	<6	6.5 ~ 15	>15
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

6 数据处理

- 6.1 荷重值大于或等于 10 kN 时测试结果有效位修约到 0.1 kN,小于 10 kN 时有效位修约到 0.01 kN 或修约到标准中给定的位数。
- 6.2 外形尺寸大于或等于 1 000 mm 时测试结果有效位修约到 1.0 mm,小于 1 000 mm 时有效位修约到 0.1 mm 或图纸中给定的公差位数。
- 6.3 镀层厚度有效位修约到 1.0 μm 。
- 6.4 温度有效位修约到 0.1 $^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.5 接触电阻有效位修约到 1 $\mu\Omega$ 。

7 异常状态处理

- 7.1 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) 试件安装不合理,试验操作不当;
 - 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。
- 7.2 试验后,试件上出现原材料、制造、焊接缺陷及试验中出现各种异常现象时,应在试验报告中注明。

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—2010

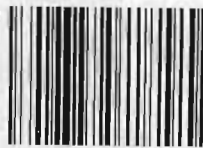
*

中国铁道出版社出版、发行
(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
中国铁道出版社印刷厂印刷
版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1.5 字数:31 千字
2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

*



151133309

定 价: 15.00 元