

在额定电流条件下温升实验和循环电流实验对压接件的性能影响研究

冯静 王中 郭兴娥

中车浦镇庞巴迪运输系统有限公司 安徽省芜湖市 241000

【摘要】压接的可靠性对于车辆运行的安全性有很大的影响，因此需要通过对压接后的端子进行性能实验，通过分析性能参数，确定压接的可靠性。

【关键词】压接件；压接；压接电阻；温升；循环电流；接触电阻

引言

在电气系统中，电气连接起至关重要的作用。电气连接广义上是指电气产品中所有电气回路的集合，包括电源连接部件例如电源插头、电源接线端子等、电源线、内部导线、内部连接部件等；而狭义上的电气连接则只是指产品内部将不同导体连接起来的所有方式。电气连接包括：接线端子、PCB连接器、工业连接器、接线盒、重载连接器、电缆、电缆接头、安全栅、接触件等。

为了统一术语，本文中所述的电气连接是指狭义上的电气连接。

在以上所列举的多个电气连接方式中，接线端子，尤其是冷压接线端子的方式，因其施工方便结构简单，电气机械性能良好，得到广泛应用，因此，接线端子的压接质量直接影响电气系统运行的稳定性。

1 概述

在冷压接线端子的制作过程中，影响压接件性能的主要前提条件之一，即为压接件、压接工具、导线三大压接要素之间的匹配关系。目前，国产及法系、德系、美系、日系等常用端子的系列中，端子制造、压接相关标准和规范中都对端子和导线的匹配关系有明确规定，甚至从端子的型号中即可确定适用于该端子的导线规格，所以本文中不再赘述端子与导线的匹配关系；关于压接工具和端子的匹配关系，尽管各大系列的端子生产厂家都相应地提供了适用于端子的压接工具，但压接质量是否可靠以及不同系列的端子和压接工具之间的匹配性暂无分析研究。本文着重于通过对压接件在额定电流条件下温升实验和循环电流实验对压接件的性能进行理论分析模拟车辆运行工况压接件的性能可靠性。

2 温升实验、循环电流及接地电阻实验

2.1 温升试验主要考核连接器在一定温度环境中的可用性，即产品在不同环境温度下的载流能力，避免温升过高，导致超出非金属材料的温度上限，同时，温升越高，金属材料在高温环境中更容易氧化。

温升实验测试方法

测试方法：

按 GB/T 5095.3 标准中 5a 要求进行温升测试。将每套测试件串联，使用温升胶在压接处与远离压接处 750mm 导线上分别粘接热电偶，并将测试件放入密闭的测试箱（木箱，60cm×60cm×30cm）内（不可直接接触箱壁，距底面 5cm 以上），在室温下通入额定电流，通过数据采集器实时读取温度值，测试时间 5h。

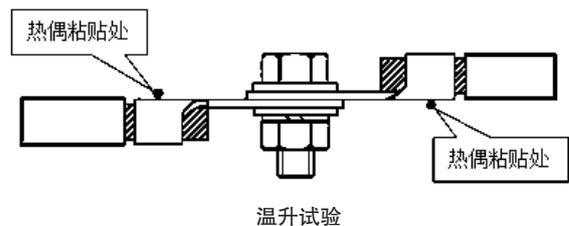
1) 额定电流如此表

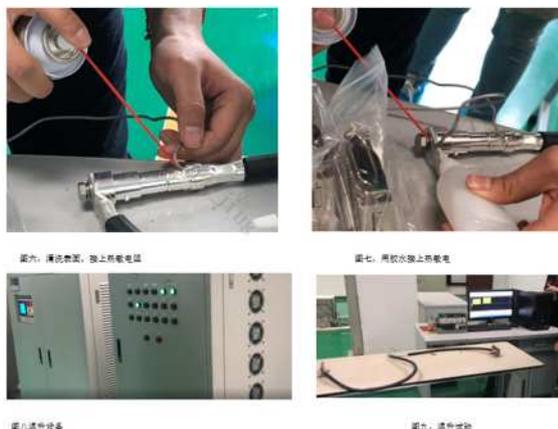
2) 压接处热电偶粘贴位置如图

测试结果：

1) 5h 后，温升不超过 55K；

2) 测试后，并待产品冷却至室温，测试各检测点压接电阻





2.2 循环电流试验主要模拟端子在车辆预期使用年限中的功能，电流循环是一种加速老化试验，该试验首先用电加热端子交界面和导线内线芯的压接处，然后掉电冷却，从而使其发生磨损、氧化，金属件的膨胀和应力松弛影响连接电阻。

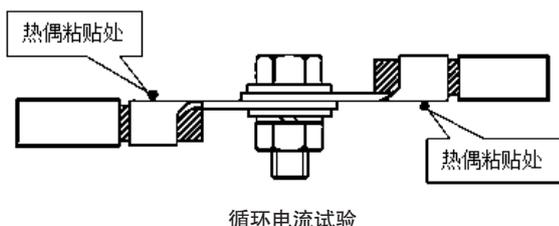
测试方法：

按 GB/T 5095.5-1997 标准中 9e 要求进行循环电流负载测试。将每套测试件串联，使用温升胶在压接处与远离压接处 750mm 导线上分别粘粘热电偶，并将测试件放入密闭的测试箱内，在室温下通入额定电流，通过数据采集器实时读取温度值，通电 45min，断开 15min，此为一个循环，每套测试件进行 20 个循环。

注：压接处热电偶粘贴位置如图

测试结果：

- 1) 测试各检测点温升值；
- 2) 测试后，并待产品冷却至室温，测试各检测点压接电阻



2.3 接触电阻试验主要测试导线压接处电阻，直观衡量产品是否合格，接触电阻与温升正相关，接触电阻越大，温升越大，最终载流容量变低。

测试方法：

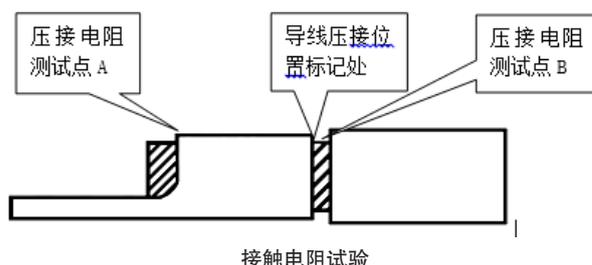
使用微欧计对压接电阻进行检测。

注：压接电阻检测位置如下图

测试结果：

- 1) 标准大气压下，压接电阻小于 0.5mΩ；

注：对压接电阻进行记录。



3 温升实验分析

以不同品牌型号的相同规格的端子，每种型号的端子制作 3 个试样，对样件进行温升实验时的性能参数进行测试和分析。

以表 1 所示的端子与压接钳匹配关系进行压接后，六个压接试样进行温升试验和循环电流实验分析。

3.1 性能试验的试验设备、试验方法执行标准（见表 2）

表 1 压接

序号	压接件物料号	匹配的电缆	压接工具型号	压接档位
A4	CV409P223H07	CV3023600H08 (2.5mm ²)	HARTING0999000110	6 档
A5	CV409P223H08	CV3023600H08 (2.5mm ²)	Knipex:975265	1.5 档
B3	CV_81102031S	PBG7010108002 (25mm ²)	CEMBER:B600	压模 M5-5
B6	CV_81102031S	PBG7010108002 (25mm ²)	CEMBER:B600	压模 M5-5
B45	CV_100172758	PBG7010106001 (50mm ²)	CEMBER:B600	压模 M5-10
B49	CV_100172758	PBG7010106001 (50mm ²)	CEMBER:B600	压模 M5-10

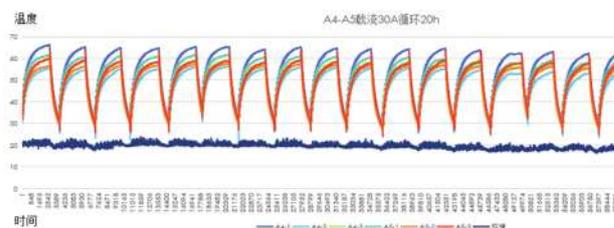
表 2 性能试验执行标准及仪器、设备

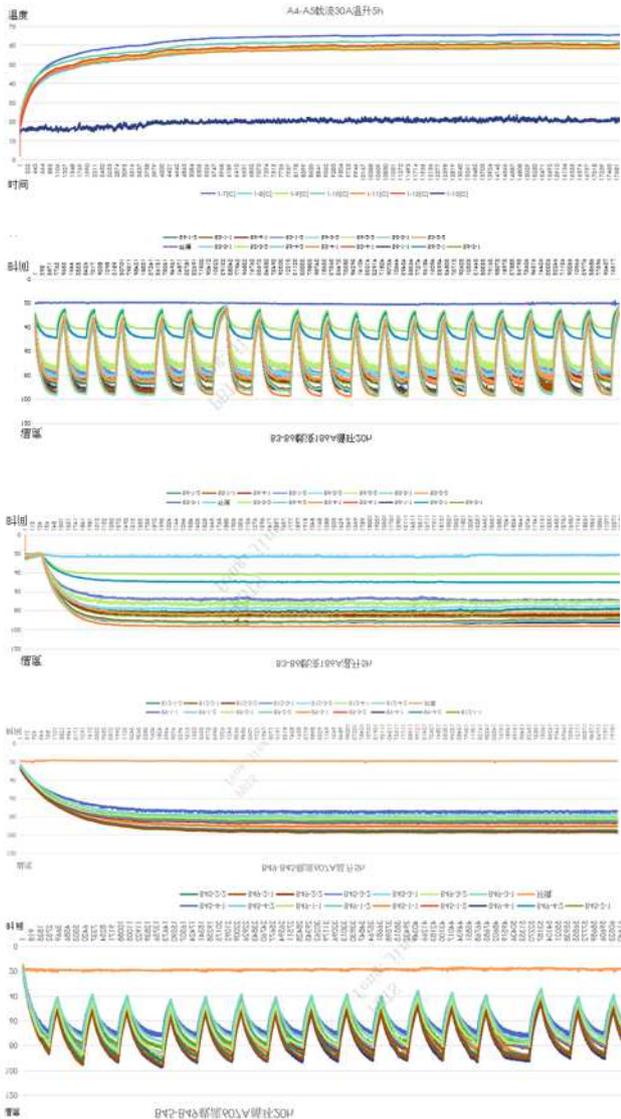
试验项目	试验设备、仪器			执行方法执行标准
	名称	品牌	型号	
拉脱力	变频材料试验机	钜晶	JVJ-100P	GB/T 5095.8-1997
压接截面金相显微检查	界面分析仪	博之汪	BZW-33JM	QJ 3085-1999
压接电阻	数字微欧计	天和	SOJ-2	JIS C 2805-2003
温升、循环电流负载	大电流试验系统	致茂	62000B/A620007	GB/T 5095.3-1997
	数据采集器	日置	LR8400-21	GB/T 5095.5-1997

3.2 性能试验所测量各试样的试验数据（见表 3）

表 3 端子性能试验数据

试样编号	接线规格 (MM ²)	循环负载前 (mΩ)	温升试验后 (mΩ)	循环负载后 (mΩ)
A4-A5	4	0.001	0.035	0.045
B3	25	0	0	0.001
B6	25	0	0	0.001
B45	50	0	0	0.001
B49	50	0	0	0.001





3.3 试验数据分析

(1) GB/T 5095.3-1997 标准中对压接端子的接触电阻温升实验性能要求如表 5 所示；按照标准中的性能要求对端子接触电阻与进行循环电流实验后接触电阻数据进行整理，如表 6 所示。

表 5 标准规定的端子性能要求

试验项目	性能要求
压接电阻	标准大气压下，压接电阻小于 0.5mΩ；
温升	5h 后，温升不超过 55K
循环电流实验	通电 45min. 断电 15min，温升不超过 55K

表 6 端子压接电阻及振动后压接电阻合格判定

序号	端子编号	压接电阻 (mΩ)			实验温度 (℃)		
		试验前测量值	试验后测量值	合格判定	环境温度	样件温度	合格判定
1	A4	0.001	0.045	合格	19.9	65.8	合格
2	A5	0.001	0.045	合格	19.25	65.2	合格
3	B3	0	0.001	合格	29.6	81.25	合格
4	B6	0	0.001	合格	31.95	81.55	合格
5	B45	0	0.001	合格	15.4	74.05	不合格
6	B49	0	0.001	合格	16.25	86.05	不合格

(2) 试验数据合格判定

根据标准值和试验数据的对比可见，A4, A5, B3, B6 四种端子压接后的压接电阻、温升值和循环电流均满足标准要求；编号为 B45, B49 的端子测试的电阻数据满足要求，但温升数值不满足标准要求。

(3) 试验数据对比分析

对比压接件的各项试验数据可见，部分压接件在进行温升试验时，环境温度与实验温度相差过大。

3.4 理论温升值与实际温升值对比分析

在之前的内容中理论估算温升值，与表 6 中 B45, B49 端子压接测量部位的实际温升值相差较大。对此压接件，还需对端子在额定电流下进行试验，并在此基础上进行归纳分析和研究。

4 结论

4.1 通过对部分压接件的温升及循环电流试验数据的分析可见，在额定电流条件下温升实验和循环电流的数值基本满足标准，车辆生产过程中压接件的性能满足标准需求。

4.2 此分析方法可用于新选型端子性能的质量检验分析。

虽然探索了本次研究，但试验方法和数据难免存在误差，统计分析的过程及推断的研究结论仅供参考。

【参考文献】

[1]GB/T 5095.2-1997 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第 2 部分。
 [2]GB T 5095.3-1997 电子设备用机电元件基本试验规程及测量方法 第 3 部分。