

DOI: 10.3969/j.issn.1001-4551.2017.10.021

压接端子短时耐受流试验及其分析

黄召明, 高月欣, 李翔飞, 张善霞, 魏 薇

(中车青岛四方机车车辆股份有限公司, 山东 青岛 266111)

摘要: 针对动车用压接端子过载承受能力的研究, 设计了 13 种不同线缆线径和 8 种压线钳的合理压接匹配分组, 压接并对所得压接端子试样均进行短时耐受流试验, 测量了各个试样在试验前后的压接电阻值, 计算出电阻值变化率。采用了 Origin7.5 对短时耐受流试验进行数据处理, 并对比分析, 研究了线缆线径与压线钳的匹配关系和压接工艺这两个方面对压接端子性能的影响。研究结果表明: 线缆线径与压线钳的合理匹配关系会导致压接端子过载承受能力的不同, 为了保证高品质电气性能的压接端子, 应针对不同线径的线缆采用不同型号的压线钳进行压接, 并严格把控压接质量。

关键词: 动车用压接端子; 短时耐受流; 过载承受能力; 试验分析

中图分类号: TM22

文献标志码: B

文章编号: 1001-4551(2017)10-1196-04

Analysis of crimp terminals short-term tolerant flow

HUANG Zhao-ming, GAO Yue-xin, LI Xiang-fei, ZHANG Shan-xia, WEI Wei

(CRRC Qingdao Sifang Co., Ltd., Qingdao 266111, China)

Abstract: Aiming at researching EMU crimping terminals overload capacity, designed the reasonable crimp matching group with thirteen different cable diameters and eight crimping pliers, resulting samples were short-term tolerance flow tested, the crimp resistance value was measured during test, resistance change rate was calculated, it was analyzed by software Origin7.5, crimping process and matching relationship between cable diameter and crimping pliers were studied. The results show that matching relationship between cable diameter and crimping pliers leads to different overload capacity of crimp terminals, and crimping process also has influence on its performance. in order to obtain high quality thermal performance crimp terminals, different types of crimping pliers should be used for different diameter clamps, and crimping quality should be strictly controlled to improve crimping process.

Key words: EMU terminals; short-term tolerated flow; overload capacity; test analysis

0 引 言

随着高速动车组的迅速发展, 安全问题越来越重要, 压接端子作为电气传输的媒介, 也是电气系统的重要组成部分, 导线与端子之间的电气连接性能对于线缆传输性能影响非常大。动车组压接端子在满足高速动车组大电流要求的同时还应保证线缆使用的安全可靠, 为了确保长期运行能力和承载能力, 应针对压接端子进行各项电气连接性能试验。在各项电气性能试验中短时耐受流试验主要测试端子过载承受能力, 故特以该试验为研究方法。

本试验的线缆试样均按 Q/SF 25-077-2011《高速动

车组用电线电缆订货技术条件规定》的规定^[1], 线缆绝缘套采用硬质乙烯基类树酯或聚酰胺类树酯, 分别可以承受 40℃~60℃或 40℃~90℃之间的工作温度。端子材质则采用 GB/T 5231-2001《加工铜及铜合金化学成分和产品形状》规定的代号为 T2 或 TU2 的铜质材料, 或其他标准规定的等同规格的材质^[2]。针对不同线径的线缆采用不同规格的压线钳进行压接。

1 短时耐受流试验

1.1 试验依据

对压接端子短时耐受流试验的测试依据 Q/SF 25-

收稿日期: 2017-05-23

作者简介: 黄召明 (1978-), 男, 山东平阴人, 高级工程师, 主要从事电气施工及调试方面的研究。E-mail: 1140413628@qq.com

077-2011 中的规定, 在室内进行测试。室内环境温度保持在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对湿度保持在 $45\%\sim 85\%$ 。

1.2 短时耐受流定义及目的

笔者按照 Q/SF 25-077-2011 规定对压接端子进行短时耐受流试验, 使其在规定的短时间内进行电流过载耐受能力测试^[3]。试验是考核压接端子在实际运行中, 当电路发生短路故障时能否耐受短路电流所产生的电动力效应和热效应的一种模拟性试验^[4]。在试验的整个过程中, 试样只承载试验电流 (即模拟的短路故障电流), 不接通也不分断试验电流^[5]。电动力效应和热效应是短路电流对压接端子最直接的影响。电动力效应会使压接端子试样发生变形、机构损坏、触头分离等直接或间接的危害^[6-8]。热效应产生的高温会使线缆发生触头熔焊、破坏绝缘等严重的危害。

该试验是通过对接压端子经受短时耐受流试验前后压接电阻值变化的对比, 判断出压接端子是否能够符合标准的规定, 是否具有良好的电气性能, 能否承受住

短路电流带来的危害^[9-10]。

1.3 试验方案及过程

试验分别对 1.25 mm^2 、 2 mm^2 、 3.5 mm^2 、 5.5 mm^2 、 8 mm^2 、 14 mm^2 、 22 mm^2 、 38 mm^2 、 50 mm^2 、 80 mm^2 、 100 mm^2 、 150 mm^2 、 200 mm^2 等 13 种不同线径的电缆进行短时耐受流测试。不同线径的电缆按照要求, 采用合理的压线钳匹配进行压接处理。例如, 对 1.25 mm^2 的线缆采用 YNT-2216 和 AK-15A 两种型号的压线钳进行压接处理; 对 2 mm^2 线径的承式和非承式电缆, 分别采用 YNT-1614 和 AK-15A 两种型号的压线钳进行压接处理; 而对 22 mm^2 线径的电缆, 则分别采用了 AKH-60N、AK-150S 和 HEX-300 等 3 种型号的压线钳进行压接处理。其余线径的电缆与压线钳的匹配不再赘述。对每种线径电缆与压线钳的匹配关系, 分别进行 3 组试样的测试, 以消除系统误差。线径 1.25 mm^2 试样的匹配分组试验情况如表 1 所示。其余线径亦采用同样的匹配分组方案。

表 1 线径为 1.25 mm^2 的端子压接匹配表及试验数据

线缆线径	压线钳型号	实验前压接电阻/ $\text{m}\Omega$	实验后压接电阻/ $\text{m}\Omega$	变化率/%	标准限/%
NH-WL1-1.25	YNT-2216	0.119 88	0.131 75	9.9	20
NH-WL1-1.25	YNT-2216	0.111 25	0.125 00	12.4	20
NH-WL1-1.25	YNT-2216	0.111 88	0.126 50	13.1	20
NH-WL1-1.25	AK-15A	0.053 38	0.066 13	23.9	20
NH-WL1-1.25	AK-15A	0.048 88	0.062 00	26.9	20
NH-WL1-1.25	AK-15A	0.054 00	0.064 13	18.8	20
NH-WL1-C-1.25	YNT-2216	0.132 38	0.161 63	22.1	20
NH-WL1-C-1.25	YNT-2216	0.152 75	0.176 50	15.5	20
NH-WL1-C-1.25	YNT-2216	0.131 00	0.184 75	41.0	20
NH-WL1-C-1.25	AK-15A	0.057 38	0.067 13	17.0	20
NH-WL1-C-1.25	AK-15A	0.061 50	0.069 25	12.6	20
NH-WL1-C-1.25	AK-15A	0.052 38	0.063 38	21.0	20

笔者对上述不同线径的试样分组, 依据 Q/SF 25-077-2011 的要求, 通以不同的测试电流 (有效值), 在 2 s 的短时通电时间内, 进行电流过载耐受能力测试。通电过程中, 电流峰值 (直流分量) 要求达到半周期时测试电流的 2.5 倍, 测试频率应处在工作频率 50 Hz 的 $80\%\sim 120\%$ 范围内。

试验过程中不应产生端子变形、熔接、导线脱出等有碍使用的缺陷, 试验后测试压接电阻, 计算压接电阻变化率。

2 试验结果及分析

压接电阻值作为压接端子电气性能测试的评判依

据, 本研究中同样用压接电阻来分析判断。电流通过压接部位的电阻会产生电压降, 它反映了压接质量对于电气传输性能的影响。若压接电阻增大会将流过它的电能变为热能, 端头发热, 出现故障和危险。低而稳定的压接电阻 (或电压降) 是良好的压接端子应具备的性能。

依据规定的方法进行试验时, 不应产生端子变形、熔接、导线脱出等有碍使用的缺陷。同时, 试验后压接部位电阻的变化不得大于试验前电阻的 20% 。

2.1 试验结果

本研究利用软件 Origin7.5 对实验数据绘制曲线如图 1 所示。

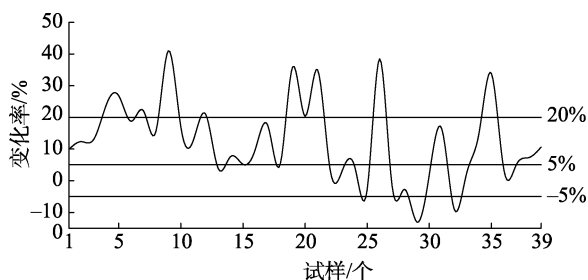


图 1 短时耐受流试验曲线

图 1 中,横坐标为试样组的试样量,纵坐标为试验后压接电阻变化率,该变化率按标准应在 20 %以内。试验过程中样品未出现端子变形、熔接、导线脱出等有碍使用的缺陷。

2.2 试验分析

本研究将试验数据按匹配关系分类后用 Origin7.5 绘制出结果曲线,如图 2 所示。

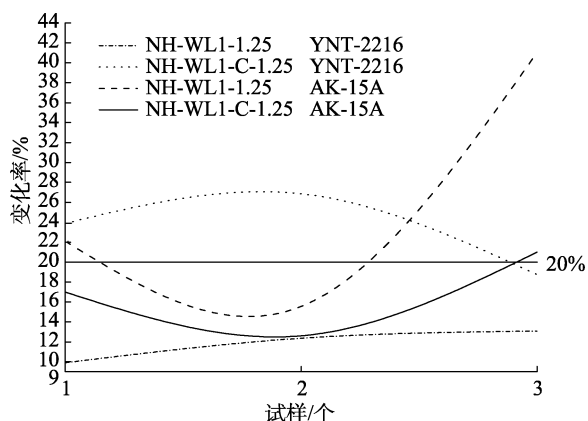
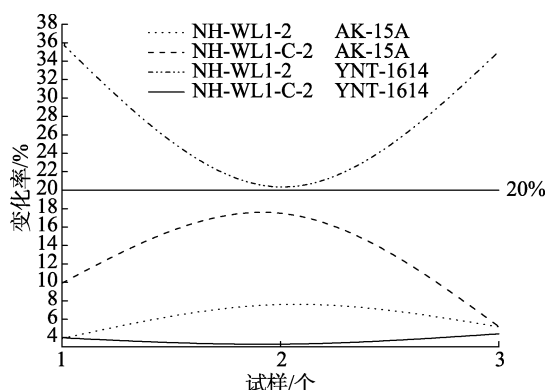
图 2 线缆横截面积均为 1.25 mm² 的试样

图 2 中,横坐标为每种匹配关系试样组的试样量,纵坐标为试验后压接电阻变化率,该变化率按标准应在 20 %以内。图例前半部分表示线缆线径,后半部分表示压线钳型号。

由图 2 可以看出,采用同种压线钳压接的试样,由于线型不一样,压接电阻变化率波动幅度也不一样,过载承受能力亦会有差异。可以看出,采用 NH-WL1-1.25 型线缆,压线钳不一样,其压接电阻变化率的波动情况也大有不同,图中表明当均采用 NH-WL1-1.25 线型时,YNT-2216 型压接的试样,压接电阻变化率低,性能较稳定,更适合用于现场;当采用 YNT-2216 型压接时,可从图中看出,NH-WL1-C-1.25 线型(承式)压接电阻变化率大而不稳定,相比之下,NH-WL1-1.25 线型(非承式)压接电阻变化率低而稳定,更适合用于现场。由此可知,采用的线缆线型和压线钳之间的匹配关系会很大程度上影响压接端子的电气性能,不适当的匹配关

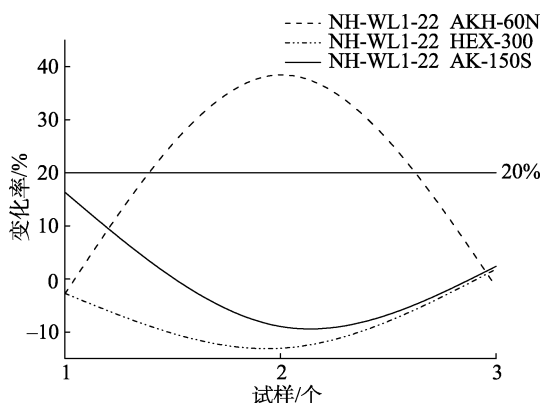
系会导致压接端子低劣的电气性能,影响现场使用的效果,甚至可能会导致现场安全事故。

线缆横截面积均为 2 mm² 的试样如图 3 所示。

图 3 线缆横截面积均为 2 mm² 的试样

从图 3 可以看出,采用同种压线钳压接的试样,由于线缆线型不一样,压接电阻变化率波动幅度也不一样。可以看出,采用同一种线型 NH-WL1-2,压线钳不同,压接电阻变化率的波动情况也大有不同,图中表明当均采用 NH-WL1-2 线型时,YNT-1614 型压接的试样性能较稳定,更适合用于现场;当采用 YNT-1614 型压接时,可从图中看出,NH-WL1-C-2 线型(承式)压接电阻变化率大而不稳定,相比之下,线型为 NH-WL1-2 的线缆(非承式)压接电阻变化率低而稳定,并且满足标准规定,更适合用于实际现场使用。

线缆横截面积均为 22 mm² 的试样如图 4 所示。

图 4 线缆横截面积均为 22 mm² 的试样

由图 4 中可以看出,一组样品中仅有一个变化率超过了标准限 20%,其他均满足标准规定。则可看作是压接形状以及压接工艺等引起的误差,3 种压线钳压接形状都不同,如下图(5~7)所示。结合图 4,可以看出不同的压接形状会导致不同的电气连接性能结果,剖面比较如图 8 所示。

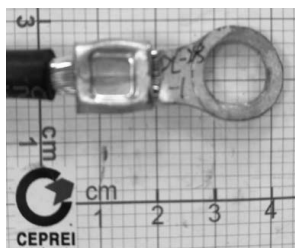


图 5 AKH-60N 压接形状

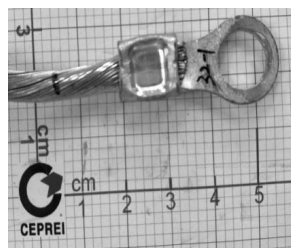


图 6 AK-150S 压接形状

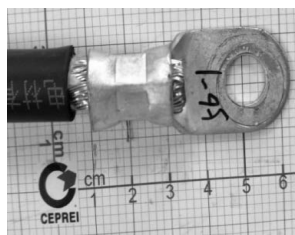


图 7 HEX-300 压接形状



图 8 剖面比较

在图 8 中也可以看到两种压线钳的紧密程度也不一样, 其压接电阻变化率也会不同, 其中 HEX-300 型压接的试样显然没有其他两种紧密, 导致波动率变化大, 过载承受能力也差。由此表明在实际压接中应该选择合适的压线钳压接以及严格控制压接工艺质量, 以此来避免误差, 提高压接端子的电气连接性能。

线缆横截面积均为 80 mm^2 的试样如图 9 所示。

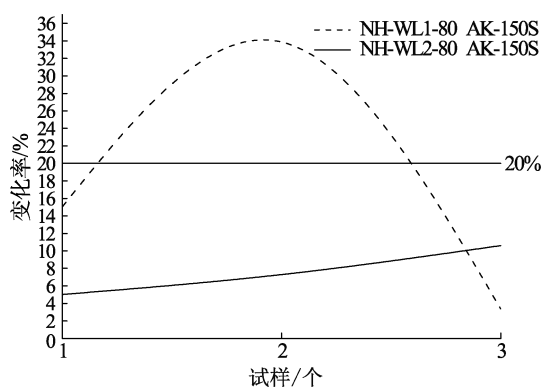
图 9 线缆横截面积均为 80 mm^2 的试样

图 9 中线缆横截面积为 80 mm^2 的试样有两个线型的线缆, NH-WL1-80 线型电压等级为 600 V , 而 NH-WL2-80 线型电压等级为 1800 V , 在试验中所通电流均为 60 A , 压接电阻变化率的值差异非常大, 从图中可看出, 与 NH-WL2-80 线型相比, 压接电阻变化率

低而稳定, 并且满足标准的要求, 表明其具有相对良好的电气性能, 更适用于实际现场使用。由此可以看出, 线缆所能承受的电压等级也决定了压接端子的电气连接性能, 对其过载承受能力的影响尤为明显。在使用中应该慎重选择其线缆电压等级以保证其良好的连接性能。

3 结束语

短时耐受流试验作为压接端子电气连接性能的必检项目, 其意义十分重大, 本研究通过对不同规格的压接端子进行试验来研究其影响因素, 结果表明压线钳类型和线缆线径之间的匹配与压接工艺对电气连接性能有较大的影响。在实际应用中压接端子过载承受能力决定着其电气连接性能的好坏, 对于今后的压接过程, 为确保压接端子的过载承受能力, 提出以下建议:

- (1) 生产厂家应针对不同规格的端子以及线缆提供配套的压线钳以及与恰当的压接方法说明。
- (2) 在压接过程中应该根据相关规定严格控制其压接工艺。

参考文献(References):

- [1] Q/SF 25-077-2011. 高速动车组用电线电缆订货技术条件规定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [2] GB/T 5231-2001. 加工铜及铜合金化学成分和产品形状[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [3] 曾作钦. 磁保持继电器短耐试验通电时间的波动问题研究[J]. 质量技术监督研究, 2012(3): 32.
- [4] 李国宾. 导线压接相关标准的比较及相关研究[J]. 铁道机车与动车, 2014(3): 45.
- [5] 孙士宏. 矿用电器额定短时和峰值耐受电流试验研究[J]. 煤炭技术, 2016, 35(5): 256.
- [6] 路俭国, 张乃宽, 李奎. 低压电器的试验与检测[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [7] 冯璟, 季慧玉. 提高断路器短时耐受电流性能的研究与分析[J]. 低压电器, 2011, 33(10): 1-5.
- [8] 张晓戈. 低压成套开关设备进行短路强度试验的方法探讨[J]. 中国电机: 技术版, 2014(1): 64.
- [9] 赵丽娜, 崔亚新, 张瑞玲, 等. 轨道交通装备接线端子冷压接中各要素之间匹配性研究[J]. 铁道机车与动车, 2013(9): 4.
- [10] 曹戎, 高存丽. 高速动车组电缆压接电阻检测装置的研制及分析[J]. 铁路技术创新, 2014(4): 50.

[编辑: 张豪]

本文引用格式:

黄召明, 高月欣, 李翔飞, 等. 压接端子短时耐受流试验及其分析[J]. 机电工程, 2017, 34(10): 1196-1199.

HUANG Zhao-ming, GAO Yue-xin, LI Xiang-fei, et al. Analysis of crimp terminals short-term tolerant flow[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2017, 34(10): 1196-1199.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>