

# CRH2 及 CRH380A 型动车组自动降弓 原因分析

任广慧

(太原铁路局大同机车车辆监造项目部, 山西 大同 037038)

**摘要:** 为解决 CRH2 型及 CRH380A 型动车组在运用过程中多次发生因受电弓 ADD (自动降弓装置) 风管断裂漏风导致自动降弓及无法升弓的故障, 成立专家组对动车组的使用环境及工况进行调研, 对受电弓 ADD 风管的材质、故障部位、故障类型等进行统计分析, 找出受电弓 ADD 风管断裂的真正原因, 制定行之有效的整改措施, 彻底解决了受电弓 ADD 风管断裂问题。

**关键词:** 动车组; 风管断裂; 自动降弓; 行车安全

**中图分类号:** U266.2; U264.3<sup>+</sup>4 **文献标识码:** B  
**doi:** 10.13890/j.issn.1000-128x.2016.05.026

## 1 概述

CRH 动车组以快速、高效特性方便了广大旅客的出行, 但对动车组安全可靠地运行也提出了较高的要求, 部件、系统的性能安全可靠是动车组正常运营的基本保障。近一段时间, CRH2 及 CRH380A 型动车组发生多起因受电弓 ADD 风管断裂漏风导致自动降弓而无法升弓的故障, 影响了动车组的正常运营。据统计, 故障涉及 DSA380 型受电弓 13 起, DSA250 型受电弓 8 起, 按受电弓 ADD 风管材质划分, 其中涉及 PA 材质 (尼龙) 风管 5 起, PU 材质 (聚氨酯) 风管 16 起。目前 CRH2 及 CRH380A 动车组受电弓装用 2 种材质的 ADD 风管, 即 PU 材质和 PA 材质, PU 材质风管为旧型号, PA 材质为改进型新型材质。针对此类问题, 段方和受电弓供货商高度重视, 多方联合成立了专家组来彻底解决动车组受电弓 ADD 风管断裂问题。

## 2 自动降弓原因分析

### 2.1 受电弓自动降弓原理

当发生弓网故障, 即受电弓碳滑条的气道或 ADD 风管气路损坏漏气时, 导致控制管路内的空气压力下降。自动降弓装置检测到气压变化, 给出控制信号, 断开主断路器切断机车升弓主气路, 快排阀迅速排空受电弓气囊内的压缩空气, 使受电弓迅速下降并发出报警信号, 实现快速降弓。受电弓自动降弓装置由滑板上的管道、快速下降阀、试验阀及导管等组成。来自升弓电磁阀的压缩空气, 一路向气囊充气, 另一路进入快排阀下室, 再一路进入快排阀的上室并经过关闭阀给滑板风管充气。当滑板上的管道出现断裂漏气, 使管路内部压缩空气排出, 压力下降, 导致升弓装置内部压缩空气从快排阀排出, 迫使受电弓快速降弓。如果快排阀与滑板之间的风管断裂, 可以将关闭阀关闭使自动降弓装置停止工作。当滑板出现微小裂缝不会影响受电弓正常工作时, 少量的漏气可以通过供风风源得到补充, 不至于引起快排阀动作排风。试验阀是用来模仿风管漏气, 观察快排阀动作而设置的试验装置。DSA 型受电弓底架供风管为钢管, ADD 风管采用 PU 材质或 PA 材质, ADD 风管走向如图 1 所示。

### 2.2 故障统计与分析

根据受电弓 ADD 风管断裂故障发生的类型、动车组走行公里数和故障部位等信息, ADD 风管断裂故障模式可分为如下几类:

①对于运行公里数较少, 且同时有 2 处发生断裂故障的, 基本判断为异物击打所致;

②对于风管活动部位的断裂, 基本判断为疲劳所致;

③对于运行公里数较多的固定部位断裂, 依据经验判断为老化 + 低温脆化或击打造成。

基于以上 3 类故障模式, 统计数据具体见表 1、表 2。

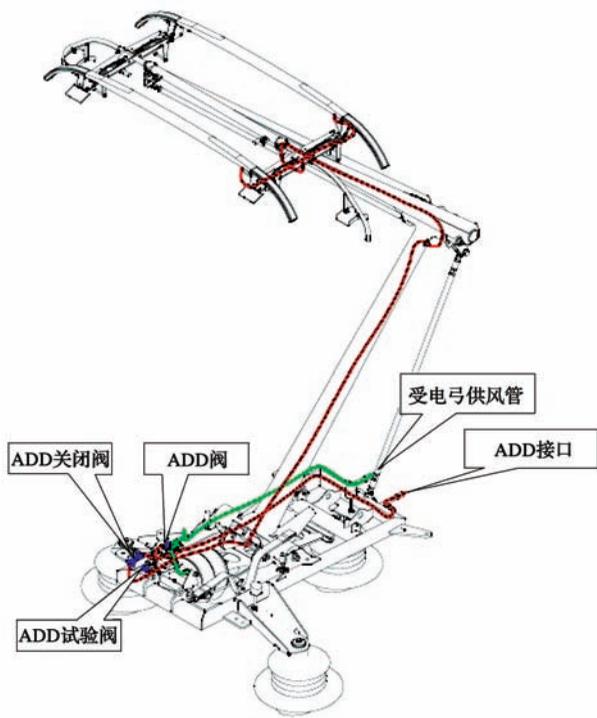


图1 ADD风管布置

表1 ADD风管断裂模式统计数据表

车号	故障地	机车运行总里程/万 km	换管后里程/万 km	断裂故障部位	原因判定
2607	汉口	192	70	上臂	击打
2586	岳阳	219	100	底架下部	老化
2622	孝感	183	60	柱头	疲劳
2206	襄阳	80	80	白色供风管	击打
2630	武汉	177	57	上下臂肘关节	击打
2608	岳阳	204	84	柱头中间	老化
2574	岳阳	219	100	滑板	疲劳
2032	安庆	410	50	上臂和下臂活动处	击打
2153	杭州	213	100	柱头+ADD阀	击打
2005	宁波	425	65	上臂+ADD阀	击打

表2 ADD风管断裂分布情况

断裂故障位置	数量
弓头柱头	4
滑板接头	2
上臂	8
底架	5
白色绝缘管	2
累计	21

通过以上统计数据进行分析,认为需要提高风管的抗击打性能;优化活动结构部位,提高耐疲劳性能;提升风管的耐老化性能。鉴于受电弓ADD风管的更换周期为120万km,主要考虑优化前2个方面的性能。

### 3 解决方案

#### 3.1 采取的运用保障措施

##### 3.1.1 全面普查

在每列车入库后登顶进行检查,在服务站储备充足的备件,对于存在漏风隐患的部件及时更换。目前

已完成全部列车的普查工作,对于发现弓头柱头部位风管存在毛细裂纹等缺陷的部件进行了全部更换。

##### 3.1.2 处置活动部位

在保证风管长度满足使用要求的情况下,对易发生疲劳裂纹的滑板接头、弓头柱头处、底架ADD阀接头处和上下臂肘连接处的接头风管适当剪短,以消除产生疲劳裂纹隐患。

##### 3.1.3 更换PU风管

结合动车组运用修和高级修已经将PU风管、PA风管更换为TPEE风管。

##### 3.1.4 采取防护措施

对于弓头部位的防护,在弓头柱头连接处和滑板接头处采用特制橡胶接头防护。橡胶接头采用卡箍和尼龙扎带固定,同时,在柱头与滑板连接管路外加波纹管防护。对于上臂风管的防护,

基本按照2种方式进行:一种采用内径7mm的橡胶管穿入上臂ADD风管,另一种采用波纹管进行防护。对于底架ADD接头处的防护,采用特制橡胶接头防护,橡胶接头采用卡箍和尼龙扎带固定。

#### 3.2 动车组途中故障应急处置方案

动车组在线运行过程中,在发生整列车受电弓均无法升起的故障时,如果首先检查判断为受电弓风管漏风导致,在可行的情况下,可采取安全措施登顶进行应急处置。根据ADD风管断裂位置,具体分为3种处置方案。

①对于接头漏风的情况,可将接头处风管剪短后重新安装。处置过程中需要考虑风管长度是否满足安装要求,若长度不足可按照第②种情况进行处置;

②对于中间断裂的情况,通过续接ADD风管将断裂的风管连接起来。续接风管长度约为100mm,两端需事先安装快装接头,出现故障后,可快速插接。

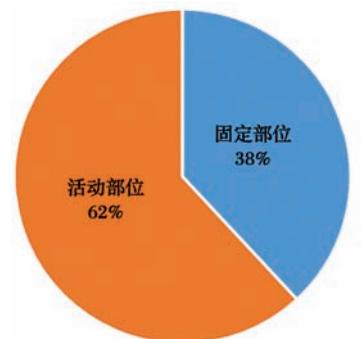
在上述2种情况处理失败的情况下,且受电弓弓体无明显机械故障,滑板无裂纹,可将“ADD关闭阀”



(a) 部件裂纹故障率统计



(b) 断裂类型故障率统计

(c) 断口位置故障率统计  
图2 故障率分布情况

置于“关”位。此操作将导致自动降弓装置保护功能失效,存在刮弓的风险,在此模式下,建议车辆限速以120 km/h的速度运行,运行过程中密切关注弓网受流情况,维持运营至前方车站再进行妥善处理。

## 4 结语

针对受电弓ADD风管接头部位易出现疲劳裂纹的问题,可以采用接头弹簧防护方案。在上下臂肘接头部位风管和弓头柱头处接头部位风管安装弹簧进行防护,降低风管根部的疲劳应力。该方案从2015年10月开始装车,选取了DSA250受电弓和DSA380受电弓各20架进行试验验证,在验证过程中未发生因ADD风管裂损漏风导致自动降弓及无法升弓的故障,目前仍在跟踪验证,预计2016年10月结束验证;选取多种不同材质的ADD风管(PU材质、PA材质、聚

四氟乙烯及夹布橡胶管等)进行高低温条件下的抗冲击性能试验、机械性能试验和疲劳试验,筛选出更适合于多工况使用的ADD风管;从提高风管抗击打性和避免被击打2个方面入手优化风管材质和管路布置等方面进行研究。

为彻底解决DSA系列受电弓目前存在的ADD风管裂纹漏风、受电弓异常飘起和受电弓无法升弓等故障,有必要研制一种新型受电弓,以解决目前这一难题,为高速铁路运输提供更加适用、可靠、先进的产品,以保障高速铁路运营安全。

## 参考文献:

- [1] 张曙光. CRH2型动车组[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2006.
- [2] 张曙光. HXD2型电力机车[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.

(上接第101页)

式中:  $L_1$  为修正的制动停车距离, m;  $L$  为测得的制动停车距离, m;  $V_0$  为目标初速度, km/h;  $V$  为实际制动初速度, km/h;  $i$  为试验地点坡度, “+”为下坡, “-”为上坡, 用千分数(‰)表示;  $R_0$  为转动惯量系数, 这里取值0.08。

## 6 结论

通过此次试验, 纠正了以往关于列车制动相关的一些片面的、错误的观点, 得出了以下结论:

①虽然不同线路车辆(制动系统不同)合同中关于紧急制动和最大常用制动下的制动减速度规定是一样的, 但是不同线路车辆在同样的制动初速度下紧急制动距离是不一样的。对于司机而言, 由于不同线路的车辆制动性能不尽相同, 所以司机不能犯经验主义, 对于新线路车辆, 必须通过多次牵引、制动试验, 掌握列车性能, 掌握不同初速度下的各级位制动距离, 这样才能准确、灵活控制列车。

②制动减速度不仅与制动级位有关, 而且与制动初速度有关。由于空走时间在整个制动阶段所占的比重及摩擦系数大小等均和制动初速度有关, 所以制动初速度大小影响制动减速度的大小。

③纯空气制动和电控混合制动下的制动减速度不尽相同。由于设计不同, 不同系统在此2个模式下的减速度大小关系是不确定的, 但对于同一制动系统而言, 2种制动模式下的减速度大小关系是确定的。

④不同线路的车辆是无法进行制动距离和制动减速度比较的。同一线路的车辆, 在进行试验时, 由于外界环境不同, 制动距离及制动减速度也不尽相同, 此时, 外界影响因素在允许的范围内时, 可使用修正

公式对试验结果进行修正, 确保试验结果更加接近实际。

## 参考文献:

- [1] GB/T 7928—2003 地铁车辆通用技术条件[S].
- [2] CZJS/T 0005—2015 城市轨道交通装备技术规范 城市轨道交通车辆电制动系统通用技术规范[S].
- [3] EN 13452-1: 2003 Railway application-Braking-Mass transit brake systems Part 1: Performance requirements[S].
- [4] 李毅. 高速列车紧急制动距离的探讨[J]. 大连交通大学学报, 2014(5): 29-33.
- [5] 李耘龙, 刘斌. 地铁车辆制动控制与纵向冲击[J]. 电力机车与城轨车辆, 2013(6): 19-22.
- [6] 韩志卫, 任良军. 地铁列车冲击速度计算方法研究[J]. 铁道车辆, 2011(12): 32-33.
- [7] 朱文卿, 吴晓彪. 关于高速列车紧急制动平均减速度的探讨[J]. 铁道车辆, 2013(9): 8-9.
- [8] 吴蔚岭, 程光华, 王孝延, 等. 列车制动减速度控制问题探讨[J]. 铁道学报, 2009(1): 94-97.
- [9] 张开文, 杨祥根. 高速列车制动距离与减速度[J]. 铁道机车车辆, 1996(2): 17-19.
- [10] 曲志恒, 曲星照. 列车制动距离换算坡度的计算方法及系数确定[J]. 铁道运输与经济, 2008(1): 84-90.
- [11] GB/T 14894—2005 城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则[S].
- [12] 饶忠. 列车制动[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2012.
- [13] 刘建秀, 李蔚, 韩长生. 高速列车刹车材料的性能综述[J]. 江苏冶金, 2003(4): 16-18.



作者简介: 张兴宝(1983-), 男, 工程师, 现主要从事车间技术质量管理及员工培训工作。