

文章编号: 1005-8451 (2019) 7-0045-04

# 动车组运行途中登顶处置方案研究

冯启兴

(中国铁路北京局集团有限公司 北京动车段, 北京 102600)

**摘要:** 分析研究高铁动车组在运行途中发生需登顶处置的作业流程, 提出改进的处置方案。该方案从动车组放电方式、安全信息确认和工具备品准备等方面进行了流程优化。经现场演练验证, 优化后的方案在保证随车机械师人身安全的前提下, 显著提高了登顶应急处置效率。

**关键词:** 动车组; 登顶; 人身安全; 应急处置效率

**中图分类号:** U266.2 : U268.3 **文献标识码:** A

## Disposal scheme of EMU top-climbing during operation

FENG Qixing

(Beijing EMU Depot, China Railway Beijing Group Co. Ltd., Beijing 102600, China)

**Abstract:** This article analyzed and studied the process of top-climbing disposal of high-speed railway EMU during operation, and put forward an improved disposal scheme. The scheme optimized the discharge mode of EMU, the confirmation of safety information and the preparation of products. The field drill validates that the optimized scheme significantly improves the efficiency of emergency disposal of top-climbing on the premise of guaranteeing the personal safety of the mechanics on board.

**Keywords:** EMU; top-climbing; personal safety; efficiency of emergency disposal

近年来, 随着我国高速铁路的飞速发展, 越来越多民众选用高铁作为首选出行方式, 公众对于高铁的关注度与日俱增。由于铁路旅客承载量大、阶段性聚集快等特点, 铁路旅客运输安全事件经常成为社会关注的焦点。从而更加突显出应急管理处置工作的重要性<sup>[1]</sup>。

动车组在运行区间发生故障, 需进行登顶处置时, 为保障作业人员人身安全, 会采取多项措施进行安全卡控。但过于繁杂的安全卡控措施极大延长了故障处置时间。同时, 鉴于铁路线路的特殊性, 动车组在正线区间停车时, 由一列列车受到干扰而引起的延迟传播可能会对后续的列车造成不确定的影响, 进而对整条线路的运输秩序造成影响。这就要求铁路部门在突发事件发生时进行快速处置, 保证后续列车尽快地恢复按列车运行图行车, 使损失降低到最小<sup>[2]</sup>。

国内高铁工作者针对弓网故障应急处置中人身安全和行车安全两方面存在的薄弱环节提出了相应

对策, 并整理出一套应急处置的既定流程。但动车组发生故障需进行登顶处置时, 按照既有模式处置的效率已无法满足当下高铁运营的整体需求。

本文对既有动车组登顶处置流程进行分析, 并提出解决办法, 经现场演练认证, 大幅度提高了登顶效率, 为该方案的全路推广提供了数据支持。

## 1 既有登顶处置方案分析

动车组需登顶处置故障时, 为确保随车机械师作业人身安全, 需要进行接触网断电操作。在正线上进行接触网断电作业时, 由于无法判断来电方向, 需要在动车组头尾两端均设置接地线<sup>[3]</sup>。随车机械师需耗费大量体力和时间用于搬运工具备品、与司机当面进行命令签收和确认放电等操作。登顶作业前的各项准备工作和各项确认环节延长了故障整体处置时间, 导致处置效率低下。

### 1.1 动车组放电方式

#### 1.1.1 二系平台动车组放电方式

二系平台(包括 CRH2A/B/C/E/G、CRH380A/AL 型)动车组断电降弓后, 车顶高压系统会残存有

收稿日期: 2019-03-29

作者简介: 冯启兴, 工程师。

大量电荷,如不进行放电操作就直接登顶作业,存在触电人身安全隐患<sup>[4]</sup>。

二系平台动车组采用的放电方式有两种。(1) 闭合接地保护开关放电方式:接触网断电后挂接地杆,通过闭合接地保护开关(EGS),将车顶高压系统残存电荷泄放。(2) 升弓放电方式:接触网断电后挂接地杆,通过接触网挂接地杆,升弓可将车顶高压系统残存电荷泄放。

由于闭合 EGS 放电方式较为复杂,且使用 EGS 放电后还存在空开未恢复到位的情况,接触网供电后升弓合主断导致接触网顶间的错误操作隐患,因此二系平台动车组大都采用升弓放电方式。

“G40 次”问题发生后,暴露出在车顶受电弓均被击打损坏的极端情况下,存在无法通过升弓进行放电操作的可能<sup>[5]</sup>。而通过闭合 EGS 放电操作流程复杂,存在错误操作安全隐患,必须要求随车机械师与司机共同确认,给应急处置工作增加了新的卡控环节,带来新的操作风险。这种情况下,急需寻求二系平台动车组新的放电操作方法。

### 1.1.2 欧系平台动车组放电方式

欧系平台动车组断电降弓后,因受电弓等的分布电容贮存的能量极小,可以忽略,登顶作业不涉及高压部件内部电容的泄放。残留电荷主要集中在车顶高压母线的分布电容中。该动车组可通过车顶高压互感器进行泄放,泄放时间一般在 1 s 内,不需要再进行单独放电<sup>[6]</sup>。所以,欧系平台动车组登顶处置方案不需要对车顶高压部件放电环节进行优化。

## 1.2 安全信息确认

在登顶处置过程中有 3 次安全信息需随车机械师与司机当面进行联控确认。这些当面联控需求在很大程度上,延长了作业时间,降低了处置效率。

(1) 随车机械师下车作业前,需由司机向行车调度员提出下车申请、接触网断电申请及邻线限速 160 km/h 申请。调度命令下达后,司机会要求随车机械师签收调度命令<sup>[7]</sup>。由于随车机械师在提出登顶作业申请后,需要提前准备接触网断电的工具备品,而这些工具分布在动车组不同车厢的备品柜内。调度命令下达后,随车机械师需从车厢处前往司机室签收调度命令,再返回车厢内准备工具。延长了工具、

备品的准备时间;

(2) 接触网停电后,随车机械师需前往司机室与司机共同升弓进行接触网网压确认。确认接触网无网压后方能进行验电挂杆操作,延长了作业时间;

(3) 在动车组首尾端接地线设置完毕后,二系平台动车组需进行放电操作,此项操作要求随车机械师前往司机室确认司机操作情况,延长了作业时间。

## 1.3 应急工具备品

接触网接地装置和登顶作业工具备品种类繁多,随车机械师行走路线繁杂。接触网断电后,随车机械师需分别将两套接地装置搬送至首尾司机室,以便在动车组首尾端挂设接地线。同时还需准备相关的劳动防护用品<sup>[8]</sup>。动车组首尾两端挂杆完毕后,随车机械师需将登顶作业工具和登顶梯运送至故障车处。

在登顶处置过程中,应急工具备品的搬运流程如下:

(1) 随车机械师将登顶工具运送至故障车厢处;(2) 带上一套接地杆、接地线、验电笔、绝缘鞋、绝缘手套、安全帽到主控端司机室,与司机签认命令后下车验电挂杆;(3) 带上另一套接地杆、接地线、验电笔、绝缘鞋、绝缘手套、安全帽到另一端验电挂杆;(4) 到故障车处登顶处理故障,完毕后再至两端撤杆。

随车机械师最短行程为车组总长的 3.5 倍。以验证时使用的 CRH380CL 型长编动车组为例,总行走路程为 1 500 m,且为负重 11.4 kg 行走(接地杆总重 9 kg、验电笔 1.4 kg、绝缘鞋及手套重 1 kg)。各项准备工作完成后才能登顶处置故障。登顶时还需负重攀爬登顶梯,对随车机械师的体能和身体素质是一个极大的考验。

综上,由于二系平台动车组放电方式复杂,随车机械师与司机的诸多联控环节均需在司机室当面完成,随车机械师接触网断电操作和登顶作业需要准备的工具繁多,且对挂杆位置有明确要求,导致随车机械师将大量的时间和精力用在路线行走和工具准备上,致使故障整体处置时间延长,处置效率低下。

## 2 优化方案及验证情况

为了优化动车组登顶处置流程,在保证随车机

械师人身安全的前提下缩短故障处置时间，本文从二系平台动车组放电方式变更、接触网断电后挂杆方式变更、安全信息确认方式优化、随车备品工具管理优化 4 个方面进行了方案改进。

2.1 二系平台动车组放电方式变更

针对二系平台动车组，接触网断电且接地线设置完毕后，由升弓放电变更为直接闭合主断放电。接触网断电后挂接地杆，闭合真空断路器（VCB），车顶高压系统残存电荷可通过牵引变压器原边绕组进行泄放，具体原理如图 1 所示。

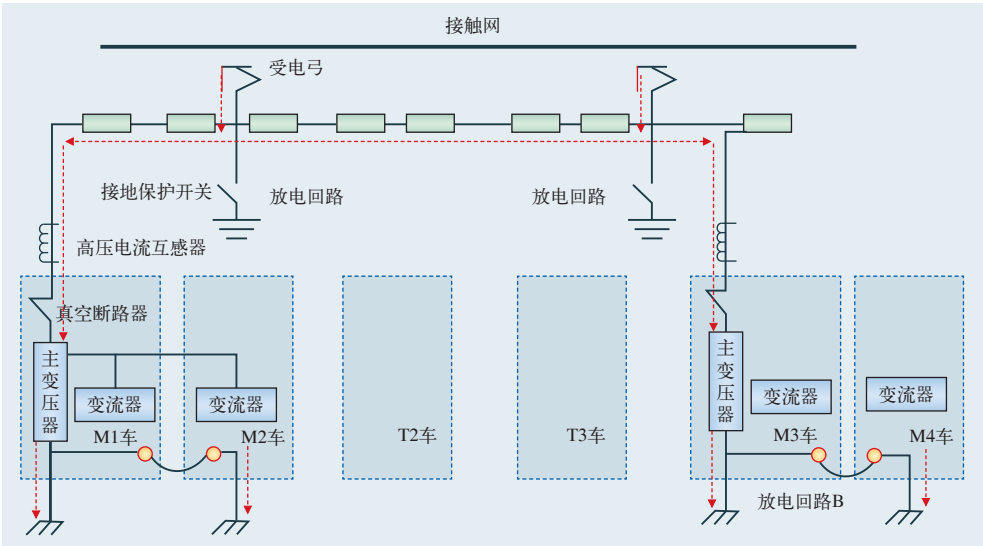


图1 降弓闭合真空断路器放电原理图

操作方法是在接触网断电挂接地杆后，车辆降弓状态下，在主控端司机室按下“VCB 合”按钮，通过故障显示灯“VCB”灯熄灭来确认 VCB 闭合，放电即完毕。

2.2 接触网断电后挂杆方式变更

区间停车时，接触网断电后，由在动车组首尾端接触网挂杆变更为在受损受电弓两端邻近接触网腕臂处各挂设一根接地杆。遇多架受电弓损坏时，在多架受损受电弓外侧邻近接触网腕臂各挂设一根接地杆。通过改变挂杆位置（首尾端挂杆变更为故障车厢两端挂杆）和挂杆方法（在接触网上挂杆变更为在接触网腕臂上挂杆），随车机械师在提出登顶需求后，即可提前将相关工具备品运送至故障车厢并开始各项准备工作。同时，区间停车时，受作业空间限制，尤其当非会车侧线路边缘距钢轨不足 2.5 m

时，需申请封闭临线以便在会车侧验电挂杆，对接触网进行验电挂杆的难度较大，还会给运输秩序带来更大的影响。若变更为在接触网腕臂处验电挂杆，在便于随车机械师操作的同时，还可将对运输秩序地影响降至最低。

2.3 安全信息确认方式优化

随车机械师确认需登顶处置故障后，改为使用电台通知司机，由司机向行车调度员提出登顶作业请求。待调度命令下达后，司机通过电台通知随车机械师调度命令。随车机械师无需到司机室确认调度命令即可

从故障车非会车侧就近车门处下车，提前进行接触网断电的相关工作准备。

随车机械师将接地杆设置完毕后，可电台通知司机。由司机闭合主断进行放电操作。操作完成后由司机电台通知随车机械师已完成放电。随车机械师与司机通过电台二次确认后即可进行登顶作业，提高登顶作业人身安全关键信息确认效率。

2.4 随车备品工具管理优化

根据受电弓常见故障情况，将登顶作业需要的工具整合到一个作业工具包内。随车机械师可直接背包登顶，省去准备工具的时间；将绝缘手套、安全帽等绝缘用品打包整合到绝缘工具包内，将接地线与接地杆连接紧固到位并使用扎带捆绑，便于搬运的同时减少接地工具组装时间；根据不同车型实际情况，将上述工具备品放置在受电弓所在车厢或者就近车厢，缩短随车机械师取用时间。

2.5 新方案验证情况

通过变更放电方式和挂杆方式、整合工具备品、优化信息确认流程，有效地降低了随车机械师作业强度和难度，缩短了人身安全防护工作准备时间，提高了处置效率。经多次现场演练，以长编动车组为例，新方案与原处置方案之间各环节时间对比如表 1 所示。

从表 1 可知，同车型、同人员、登顶处置时间



表1 方案优化前后演练作业时长写实表			
新方案		旧方案	
作业内容	作业时长/min	作业内容	作业时长/min
动车组运行途中因受电弓受损自动降弓停车	无	动车组运行途中因受电弓受损自动降弓停车	无
司机电台通知随车机械师停车原因。	2	司机电台通知随车机械师停车原因	2
随车机械师立即向发生地行车调度员和动车段应急指挥中心汇报故障信息。	3	随车机械师立即向发生地行车调度员和动车段应急指挥中心汇报故障信息。	3
随车机械师通过查看受电弓视频监控系统发现弓头严重变形，且存在脱落危险。	1	随车机械师通过查看受电弓视频监控系统发现弓头严重变形，且存在脱落危险。	1
随车机械师电台通知司机：受电弓故障，提出下车申请、接触网断电申请及邻线限速 160 km/h 申请。接触网断电，登顶处理故障。（司机向行车调度员申请随车机械师下车，接触网断电登顶的调度命令）。	3	随车机械师电台通知司机：受电弓故障，提出下车申请、接触网断电申请及邻线限速 160 km/h 申请。接触网断电，登顶处理故障。（司机向行车调度员申请随车机械师下车，接触网断电登顶的调度命令）。	3
随车机械师将接地杆、验电笔、登顶梯、安全带等登顶绝缘工具以及绝缘靴、绝缘手套、安全帽等防护用品取出，点检并搬至故障车车门处，打开车门将工具备品放至车下，然后关闭车门。	6	随车机械师将接地杆、验电笔、绝缘靴、绝缘手套、安全帽等防护用品取出、点检并搬至主控端。	10
		随车机械师得到接触网已停电允许登顶作业的调度命令和邻线列车扣停的调度命令。	1
司机接到列车调度命令：临线限速 160km/h，可以下车检查，电台通知随车机械师。随车机械师下车，组装接地杆。	4	随车机械师前往司机室与司机相互签订下车命令。	3
		随车机械师下车，在本线非邻线侧用验电笔确认接触网已停电后悬挂接地杆。	3
随车机械师穿戴好绝缘防护用品，在本线邻线侧用验电笔确认接触网已停电后在故障车两侧悬挂接地杆。	7	随车机械师携带接地杆、验电笔、绝缘靴、绝缘手套、安全帽等防护用品到达尾车。	10
		随车机械师穿戴好绝缘防护用品，在本线邻线侧用验电笔确认接触网已停电后悬挂接地杆。	3
在故障车顶处将登顶梯摆放牢固，系好安全带，收拾好相关工具，登上车顶。	3	随车机械师返回故障车厢将登顶梯、安全带等登顶绝缘工具放至故障车。	8
		在故障车顶处将登顶梯摆放牢固，系好安全带，收拾好相关工具，登上车顶。	4
车顶作业，检查、处理故障受电弓。	10	车顶作业，检查、处理故障受电弓。	10
随车机械师处理完毕下车	2	随车机械师处理完毕下车	2
随车机械师撤下登顶梯、撤除接地杆。	4	撤除登顶梯。收好登顶梯，清点工具，搬至车内	5
通知司机故障处理完毕，申请接触网供电。（司机向行车调度员汇报随车机械师已下顶，接触网可以恢复供电）	1	随车机械师前往尾端撤除接地杆、接地靴，拆除接地杆后搬至车内。	8
清点作业工具，确认齐全后搬至车内，通知司机车顶作业完毕。	5	随车机械师前往主控端撤除接地杆，通知司机故障处理完毕，申请接触网供电。	13
总用时	51	总用时	89

均为 10 min 的情况下，新处置方案总作业时长为 51 min，原处置方案总时长为 89 min。采用新方案比旧方案节省近 38 min，显著缩短了故障处置时间。

3 结束语

目前动车组发生故障后进行应急处置时，是以保证绝对安全为核心。随着民众对于高铁服务要求的不断提升，高铁发生故障后，在保证安全的前提下，对应急处置效率提出了更高的要求。针对动车组发生需登顶处置故障后的操作流程，通过对放电方式、挂杆方式、工具备品和信息确认 4 个环节的改进，优

化了故障处置流程，缩短了故障处置时间。通过现场多次对新方案进行演练验证，该方案已获得北京局集团公司和铁路总公司的认可，并已在全路范围内推广使用。

参考文献：

[1] 孟川舒，何书堂，胡召华，等．铁路局应急平台总体设计及关键技术[J]．铁路计算机应用，2014，23（4）：1-4.

[2] 刘健，孟学雷，王金霞．突发事件下的列车运行图稳定性分析[J]．铁路计算机应用，2015，24（9）：1-5.

[3] 陈光辉．动车组“弓网故障”应急处理存在的六个薄弱环节及建议议[C]// 郑州铁路局“十百千”人才培

育助推工程论文集，2011.

[4] 马升潘，李兵，贾步超，等．CRH2 型动车组车顶高压系统残存电荷放电研究[J]．铁道车辆，2018，56（5）：14-16.

[5] 王琦．CRH2 型动车组受电弓故障应急处置方案探讨[J]．上海铁道科技，2016（2）：46，60.

[6] 张荣佳，刘春海，刘玉铃，等．CRH3 型动车组高压放电分析与研究[J]．铁道车辆，2018，56（12）：4，9-13.

[7] 钱宏竞．调度命令安全风险控制[J]．数字通信世界，2017（10）：255，282.

[8] 田孝伯．“挂接地线”中保障人身安全的措施[J]．电力建设，1997（6）：60-63.

责任编辑 李依诺