

# 动车组运用与检修管理相关问题研究

武建平

中国铁路设计集团有限公司交通运输规划研究院, 天津  
Email: 15114205@bitu.edu.cn

收稿日期: 2021年7月5日; 录用日期: 2021年7月21日; 发布日期: 2021年7月28日

## 摘要

随着“八纵八横”高速铁路网的逐渐形成, 动车组作为唯一的载运工具, 其保有量在持续增长, 如何加强动车组的运用与检修管理工作, 科学合理地提高动车组使用效率是一个亟待解决的科学技术难题。在对我国动车组运营管理现状分析研究的基础上, 结合运输生产实际需求提出了相关建议。

## 关键词

高速铁路, 动车组, 运用与检修

# Research on Related Issues of EMU Operation and Maintenance Management

Jianping Wu

Institute of Transport Planning, China Railway Design Corporation, Tianjin  
Email: 15114205@bitu.edu.cn

Received: Jul. 5<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jul. 21<sup>st</sup>, 2021; published: Jul. 28<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

With the development of the China high-speed railway network called “eight longitudinal and eight horizontal”, the number of Electric Multiple Units (EMU), the only means of transportation, is continuously increasing. It is an urgent scientific and technical problem to be solved that how to strengthen the application and maintenance management of EMUs to improve the efficiency of EMUs scientifically and reasonably. Based on the analysis and research on the current status of EMU operation and management in China, relevant suggestions are put forward according to the actual needs of transportation production in this paper.

## Keywords

### High-Speed Railway, Electric Multiple Units, Operation and Maintenance

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

历经十余年飞速发展,我国高速铁路网已成为世界上运营里程最长、运输密度最高、成网运营场景最复杂的高铁系统。动车组作为高铁上唯一的载运工具,其保有量也随之大规模增长。截止到2018年底,全国动车组保有量达到2935标准列[1]。根据国铁集团规划,到2020年,动车组保有量将达到3800标准列左右,其中复兴号动车组900标准列以上;预计到2030年,动车组保有量将达到5500标准列左右[2]。在动车组保有量规模巨大且持续增加的情形下,如何加强动车组的运用与检修管理工作,科学合理地提高动车组使用效率是一个亟待解决的科学技术难题。

本文首先将针对动车组运用方式与运用计划编制问题,动车组修程修制与检修计划编制问题,以及运用计划与检修计划的逻辑嵌套关系问题,从理论研究和实际生产两方面对动车组运营现状进行分析;然后根据实际需求提出相关改进建议。

## 2. 动车组运用方式及运用计划编制

针对动车组运用方式问题,赵鹏[3]提出不固定使用方式,并与固定使用方式进行了对比分析。耿敬春[4]在总结不固定使用方式的基础上,提出了周期性使用方式,即认为动车组可在一级修周期内执行不固定使用方式,而每个检修周期的运用方式相同,这有利于检修基地的动车组零件配置和乘务员配备。花伟[5]同样基于不固定使用方法提出了簇式使用方式,即认为动车组可在确定区域内可按不固定使用方式运用。Fiiole [6]研究了允许动车组在担当交路过程中进行车组重联或解编的使用方式,其具体内容是两列动车组重联运行到某站后可以在站解编后分别运用,或是两列动车组到达某站后在站重联后共同运用。对比上述四种动车组运用方式,不固定使用方式对车组数量需求最少且车组运用最为灵活,但动车组的运行方案多且无规律可循,在计算机技术不发达情况下不利于实际运输组织。而周期性使用方式与簇式使用方式都是以有利于实际运输组织为目标,分别在上时间和空间上对不固定使用方式进行了范围的缩小。允许在站重联或解编的使用方式对动车组的灵活使用和增加列车通过能力非常有益,这种使用方式可与其它几种方式兼容。在我国高铁实际运输组织中,目前采用的是周期性固定使用方式,而荷兰、日本等国实现了允许在站重联或解编的使用方式。随着我国高铁信息化程度的不断加深以及管理体制的不断完善,这种允许在站重联解编的动车组使用方式可结合实际生产需求进行小范围试验,待确保运营安全后再进行推广应用。

运用计划编制问题。动车组运用计划编制的目的是实现车组恰当、准时地担当列车运行图中规定的所有车次,完成既定的旅客运输任务。在运用计划编制方面的研究成果较为丰富[7] [8] [9] [10] [11]。有些文献单单只考虑了运用计划[7] [8],有些文献将运用计划与检修计划进行了协同优化[9] [10],还有文献引入时空网络分析方法进行了研究[11]。综合分析比较这些研究成果,国外学者一般以座位缺少数、空车走行里程以及接续时间最小化为优化目标;而国内学者一般将满足运行图要求作为刚性约束,只考虑动

车组运用数量、接续时间最小化以及使用效率最大化为优化目标。在我国的高铁运输实践中,把列车运行图落实到动车组担当指定车次的这一过程通常划分为两个步骤,即动车组交路计划和动车组指派计划。交路计划是将列车运行图和运用计划联系起来的纽带,本质上是按照动车组一级检修周期以及车次接续关系等限制条件将运行图上的运行线进行分组,划分得到的每一组运行线就是一个交路。编制交路计划的目的是为了更方便给动车组安排运输任务,通过该计划的编制,可将动车组与车次之间的关系转化为动车组与运行线组(即交路段)之间的关系。而确定动车组与交路段之间的对应关系也就是动车组指派计划的编制过程。编制交路计划时要尽可能将运行线均匀分配,使各交路的总有效走行里程或总有效走行时间大致相同,以便于动车组指派计划的编制。通过先编制交路计划,再编制动车组指派计划,可以有效降低问题复杂度,这样“分而治之”的方法对实际工作的开展较为有利。

本节从理论研究和实际工作两方面,针对动车组运用方式以及运用计划编制等问题进行了深入分析。综合上述分析可以发现,目前针对动车组运用问题时很少与检修工作结合,但在实际工作中,动车组的运用与检修工作相互耦合,无法分割,尤其是一级检修和二级检修。

### 3. 动车组修程修制及检修计划编制

我国动车组实行计划性预防维修体制,将动车组的检修划分为五个等级。同时,动车组检修采用走行里程周期为主、时间周期为辅,以先到者为准的检修模式。动车组维护成本高昂,占运营成本较大比例。按以往的检修模式及运用方式,到2020年,全路动车组检修作业将会爆发式增长(主要是高级修检修作业量),届时每年的总维修费用预计会达到500多亿元。该问题的解决涉及到的三个主要方面是制定合理的修程修制,优化检修工艺流程和编制质量良好的检修计划。

动车组的修程修制需要依据配件和系统的性能综合确定。在理论研究方面,张庆华[12]提出了不同车型动车组高级修规程横向对比分析方法和动车组高级修一体化规程概念,创新了修程修制优化途径。在生产实际中,高铁开通初期,为保证运输安全起见,动车组的各级检修周期值确定的较为保守。随着动车组使用经验的日益累积以及动车组保有量规模的不断扩大,为有效降低车辆维护成本,提高车辆使用效率,缓解日益紧缺的检修能力,国铁集团从2015年就开始启动了动车组维修里程改革。例如2019年国铁集团选取了150余组CRH2A/380A型动车组进行高级修周期间隔延长实验,40余组复兴号进行三级修周期里程延长试验,其他车型动车组开展高级修间隔延长20%试验,以期找到安全与效益之间的最佳平衡点,以实现检修成本的降低。延长高级修里程周期对降低运营成本影响显著,例如一列CRH380BL型动车组四级修一次,花费约在5700万元左右。也就是说仅高级修里程周期延长一项,每列就可能节省几千万元的维修费用,考虑到规模效应,经济效益非常可观。

优化检修工艺流程,压缩修时对提高动车组使用效率同样可以起到非常重要的作用,这方面的文献较多[13][14][15]。目前,总公司对各局动车组运用效率考核的指标,主要有动车组上线率和动车组检修率,而修时较长是检修率居高不下的关键因素。以上海局CRH2、CRH3型动车组三级修为例,虽然修时按照总公司要求分别达到了15天和30天。然而与CRH2型动车组同平台的台湾高铁相比,其采用整体更换转向架方式维修,三级修修时仅为3天;与CRH3型动车组同平台的俄罗斯、西班牙高铁相比,其三级修修时为18天。

编制质量良好的检修计划也是提高动车组使用效率必不可少的环节。一级修通常在交路计划编制中考虑,将一级修作为交路的开始和结束,而且我国动车组一级修几乎都在晚上进行不影响车组白天上线运行,所以无需对一级修编制专门的检修计划,而一级修方面需要解决的难题是动车所内的调车作业计划[16]。由于二级修与动车组运用计划有着较强的耦合关系,一般与运用计划协同优化。三、四、五级修被统称为高级修。由于高级修检修周期和修时都较长,在检修能力一定且存在用车高峰时段条件下需要



在实际工作中，单独制定动车组运用计划或单独制定动车组检修计划都是不符合实际需求的，应深入分析运用与检修工作的结合点，综合编制动车组运用与检修计划，从每列车的全生命周期角度综合考量车组的运用与检修问题，从个体和规模两方面，切实提高动车组的使用效率。

#### 2) 制定科学合理的动车组修程修制

由前文分析可知，确定合理的修程修制对提高动车组的运用效率、降低检修成本起到了至关重要的作用。在实际运输生产组织中，各铁路局应通过大量实验，对动车组配件及系统性能进行全方位多角度测试，找到成本与收益的平衡点，实现运输收益增长。

#### 3) 统筹动车组检修能力的合理化布局

通过优化动车段(所)布局，有利于实现动车组分散运用，集中检修的管理模式；可以提高动车组运用计划的灵活性，降低空车回送等无效的走行里程，提高动车组的使用效率；有利于增加客运吞吐量较大客车站的始发终到车次，方便开行方案的制定。

#### 4) 实现检修能力均衡利用

在检修场所人员设备配置，检修作业组织方式不变的情况下，其检修能力可视为定值。如果动车组送修量存在波峰波谷差异较大的情况，则会造成检修能力时而紧张不足时而闲置浪费。在能力紧张时，会造成部分动车组待修时间过长，推高动车组检修率。此外，为完成运输任务，还会增加动车组总保有量。

#### 5) 提升计算机智能化水平

目前，我国高铁运输实践中，对于动车组运用计划与检修计划的编制主要还是依靠人工经验借助Excel表格来完成。下一步可通过联合科研院所、高校、企业等单位，将理论研究成果转化落地，实现动车组运营管理中各项计划的编制效率和编制质量的提升。这对提升动车组使用效率，减低检修成本，减轻现场工作人员负担都具有重要意义。

## 6. 结束语

本文在对动车组的运用与检修管理全面分析的基础上，从综合运用与检修工作，修程修制改革，检修能力布局，提升计算机智能化水平等方面提出相关建议，以提升动车组使用效率和缓解日益紧张的检修能力，从而促进高速铁路的高质量发展。

## 基金项目

中国铁路设计集团有限公司科技开发课题(2019KF220918)。

## 参考文献

- [1] 国家铁路局. 2018年铁道统计公报[Z].
- [2] 铁总计统[2015]269号. 全路动车段(所)布局中长期规划[Z].
- [3] 赵鹏, 杨浩, 胡安洲. 高速铁路动车组的不固定区段使用问题[J]. 铁道学报, 1997, 19(2): 15-20.
- [4] 耿敬春, 肖荣国, 倪少权, 等. 客运专线动车组周期性运用计划编制的研究[J]. 铁道学报, 2006, 28(4): 17-21.
- [5] 花伟, 张才春, 徐利民, 等. 动车组簇式运用方式研究[J]. 铁道运输与经济, 2010, 32(8): 76-80.
- [6] Fioole, P.J., Kroon, L., et al. (2006) A Rolling Stock Circulation Model for Combining and Splitting of Passenger Trains. *European Journal of Operational Research*, **174**, 1281-1297. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.03.032>
- [7] Abbink, E., Bianca, V.D., Kroon, L., et al. (2004) Allocation of Railway Rolling Stock for Passenger Trains. *Transportation Science*, **38**, 33-41. <https://doi.org/10.1287/trsc.1030.0044>
- [8] Peeters, M. and Kroon, L. (2008) Circulation of Railway Rolling Stock: A Branch-and-Price Approach. *Computers and Operations Research*, **35**, 538-556. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2006.03.019>



- 
- [9] Giacco, G., Andrea, D. and Pacciarelli, D. (2014) Rolling Stock Rostering Optimization under Maintenance Constraints. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, **18**, 95-105. <https://doi.org/10.1080/15472450.2013.801712>
- [10] 王忠凯, 史天运, 张惟皎, 等. 动车组运用计划和检修计划一体化编制模型及算法[J]. 中国铁道科学, 2012, 33(3): 104-110.
- [11] 李建. 动车组运用与检修计划综合优化方法研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2017.
- [12] 张庆华, 王华胜. 动车组高级检修规程对比分析优化研究[J]. 铁道机车车辆, 2018, 38(3): 89-92, 115.
- [13] 王忠凯, 史天运, 林柏梁, 等. 动车组高级检修车间调度问题的优化模型及算法[J]. 中国铁道科学, 2016, 37(6): 82-89.
- [14] 陈彦. 动车组高级修检修计划编制模型与算法[J]. 铁路计算机应用, 2013(1): 32-34.
- [15] 贾志凯. 动态配件组装模式下的动车组高级修调度方法研究[J]. 铁道运输与经济, 2018, 40(6): 78-83.
- [16] 王家喜. 动车所检修作业计划优化方法研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2018.
- [17] Lin, B.L., Wu, J.P. and Lin, R.X. (2019) Optimization of High-Level Preventive Maintenance Scheduling for High-Speed Trains. *Reliability Engineering & System Safety*, **183**, 261-275. <https://doi.org/10.1016/j.res.2018.11.028>
- [18] 武建平. 动车组高级修计划优化的理论和方法[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2019.
- [19] 武建平, 何君礼, 林柏梁, 等. 动车组高级修计划优化模型及算法研究[J]. 铁道学报, 2019, 41(7): 1-9.
- [20] 赵晨, 王长群, 吕成文, 等. 标准动车组配件物资目录编制和管理维护技术研究[J]. 铁道经济研究, 2019(5): 17-21.
- [21] 程学庆, 谭一帆, 贾江涛, 等. 动车段一体化检修作业安全风险管理[J]. 铁道经济研究, 2015(6): 24-29.