

文章编号: 1674—8247(2021)05—0008—04
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2021.05.002

我国高速铁路列车运行图现状分析及展望

马保仁

(中国铁路设计集团有限公司, 天津 300308)

摘 要:由于线路类型和路网作用的不同,我国高速铁路列车运行图的特点差异较大,有必要结合高速铁路的发展情况对列车运行图的发展方向进行归纳、总结和展望。本文将我国高速铁路按照路网干线、路网联络线、路网支线和区域城际铁路归纳为四类,并对四类列车运行图的特点进行总结归纳,同时基于我国高速铁路的发展情况,提出了适应换乘理念、周期化、高速铁路快运需求等内容的运行图发展方向。

关键词:高速铁路; 车运行图; 现状; 发展

中图分类号:U292.4⁺1 **文献标志码:**A

Analysis on Current Situation and Prospect of Train Diagram of High-speed Railway in China

MA Baoren

(China Railway Design Corporation, Tianjin 300308, China)

Abstract: The characteristics of train diagram of China's high-speed railway varies due to the differences in the line types and railway network functions. It is necessary to summarize and look into the future of the development direction of train diagram in combination with the development of the high-speed railway. In this paper, China's high-speed railways are classified into four categories including trunk lines, connecting lines, branch lines, and regional inter-city railways, and the characteristics of their train diagrams are summarized. At the same time, based on the development of China's high-speed railways, the development direction of operation diagrams is put forward, which is suitable for the concept of transfer, periodicity, and express demand of high-speed railways.

Key words: high-speed railway; train diagram; status quo; development

高速铁路列车运行图是高速铁路运输工作综合计划和行车组织的基础^[1-2]。截至 2020 年底,我国高速铁路通车运营里程已达到 3.8 万 km,同时我国每年都有不同速度等级、不同功能特征的高速铁路投入运营,为适应市场需求的变化,我国高速铁路列车运行图的编制与调整越来越频繁^[3-4]。因此,有必要结合我国高速铁路的发展情况对高速铁路列车运行图的发展进

行归纳、总结和展望。

1 我国高速铁路列车运行图现状分析

1.1 高速铁路类型划分

根据我国高速铁路路网分布、线路功能定位等因素,将高速铁路归纳为路网干线、路网联络线、路网支线和区域城际铁路四类。路网干线以京沪、京广、沪昆

收稿日期:2021-04-16

作者简介:马保仁(1965-),男,高级工程师。

基金项目:中国铁路设计集团有限公司科研项目(2019YY220903)

引文格式:马保仁. 我国高速铁路列车运行图现状分析及展望[J]. 高速铁路技术,2021,12(5):8-11.

MA Baoren. Analysis on Current Situation and Prospect of Train Diagram of High-speed Railway in China[J]. High Speed Railway Technology, 2021, 12(5):8-11.

等高速铁路为代表,路网联络线以津保铁路、盘营客运专线、津秦客运专线等为代表,路网支线以长珲城际、沈丹客运专线等为代表,区域城际铁路以京津城际、广珠城际等为代表。

1.2 路网干线运行图特点

(1) 区段特征明显

根据线路衔接点的不同,高速铁路干线区段列车对数、时空分布具有明显的差异,如京沪高速铁路可划分为北京—济南、济南—徐州、徐州—南京、南京—上海4个客运区段,京广高速铁路可划分为北京—石家庄、石家庄—武汉、武汉—长沙、长沙—衡阳、衡阳—广州5个客运区段。结合其他高速铁路干线分析,客运区段基本以路网干线衔接点为界,连通多个方向,节点跨线列车、始发列车较多。

(2) 跨线列车比例高

高速铁路干线网络运输特性较为显著,承担了大量路网跨线列车。以京沪高速铁路为例,徐州东至蚌埠南段2019年图定列车157对,其中本线列车48对,跨线列车109对,跨线列车占比69.4%;2012年本线列车开行58对,跨线列车开行38对,跨线列车占比为39.1%。近年来,伴随高速铁路线路的逐步成网,跨线列车已成为京沪高速铁路主要的列车类型。

(3) 路网能力卡脖子地段逐步突显

随着客流的逐步增长,部分区段能力紧张,其中以京沪高速铁路徐州东至蚌埠南、京广高速铁路长沙南至衡阳东段最为突出。

京沪高速铁路徐州东至蚌埠南段处于路网的中间位置,徐州东连接郑徐高速铁路,蚌埠南连接合蚌高速铁路,其他方向列车通过这两条路网干线汇入京沪高速铁路,汇集了东北、华北、华中、华南、西南等各区域的跨线列车,本段全日列车对数达157对,最大小时对数达13对。

京广高速铁路长沙南至衡阳东段连通衡柳铁路,大量西南方向列车汇入本线,该区段除300 km/h高速动车组列车外,还有6对250 km/h动车组,也是制约本段能力的因素之一。

在4 min追踪间隔条件下,上述两个区段列车开行对数已达到能力上限,考虑列车的有效开行时间范围,节假日期间只能通过停开“天窗”才能加开临时客车。

(4) 天窗影响显著,动卧开行受限

目前,我国高速铁路综合维修天窗为垂直天窗形式,大多设在0:00~4:00,天窗时间内禁止行车。考

虑列车到发时刻(列车始发时间多在6:30之后,终到时间多在23:30之前),天窗的开设形式成为制约长途列车开行的的重要因素。京沪高速铁路北京南至上海虹桥段在开行350 km/h复兴号动车组后,最短旅行时间为4 h 18 min,较2012年缩短了30 min,其列车开行时间范围基本为7:00~19:00,19:00之后主要为短途列车及回送车底^[5-6]。

为满足卧铺动车组的开行需要,京广高速铁路对天窗的开设形式进行了调整,按照“4+3”模式(即每周开行4 d,维修天窗时间3 h;停运3 d,维修天窗时间不少于4 h)开行高速铁路“夕发朝至”动卧列车。开行动卧列车前,京广高速铁路天窗时间点如图1所示。

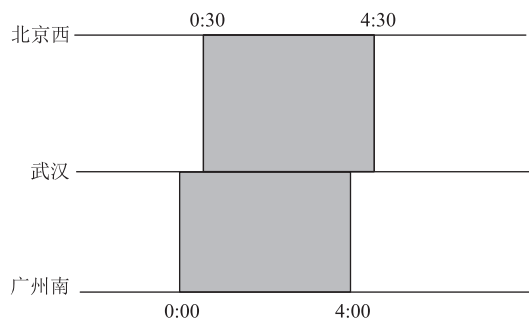


图1 动卧列车开行前京广高速铁路天窗示意图

开行动卧列车后,列车中途不停车,列车全程处于运行状态,为保证全程列车供电,运营部门对天窗时间点进行了调整。调整后天窗时间只能保证3 h,如图2所示。

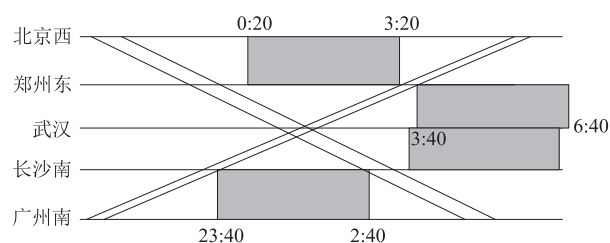


图2 动卧列车开行后京广高速铁路天窗示意图

为保证安全,这样的开行方案一周只能使用4 d,其它3 d不开行动卧列车,仍采用4 h的天窗时间。

1.3 路网联络线运行图特点

(1) 受干线影响显著

路网联络线的作用是连通路网干线,从运行模式分析,主要为跨线运输组织模式,开行列车基本为路网跨线列车。以津保铁路为例,当前津保铁路共开行35对动车组列车,全部为与京广高速铁路、津秦客运专线的跨线列车,由于京广高速铁路保定东至石家庄

段能力紧张,津保铁路所开行列车的对数、时刻受制于干线。与津保铁路类似的还有津秦客运专线,津秦客运专线,当前开行 62 对动车组列车,仅有 1 对天津西至秦皇岛的本线列车,其余均为哈大高速铁路与京广、京沪高速铁路的跨线列车,起到沟通东北与华东、华北、华中地区的联络作用。

(2)列车对数相对较少

综合统计 2019 年路网主要联络线的最大区段开行对数,盘营客运专线为 26 对,津秦客运专线为 62 对,津保铁路为 35 对,合蚌高速铁路为 36 对,与路网干线比较,列车开行对数较少,在运行图的时空分布上也较为分散,最小追踪间隔基本为 5 min^[7]。

1.4 区域城际铁路运行图特点

京津城际铁路、广珠城际铁路、广深港高速铁路等城际铁路客流线路的图定列车开行对数如表 1 所示。

表 1 城际铁路全日及高峰小时图定对数表

线路	区段	全日对数/对	最大小时对数/对
京津城际铁路	北京南—天津	126	9
广珠城际铁路	广州南—珠海	135	10
广深港高速铁路	广州南—深圳北	143	11

从表 1 可以看出,城际铁路客流量大,列车开行对数较多,高峰时段基本以最小间隔 5 min 发车,达到了公交化开行水平。同时,根据客流规律实施多种分号运行图,包括日常运行图、周末运行图和节假日运行图,甚至达到一日一图的水平,最大限度地适应城际客流的特点。如京津城际铁路图定列车对数达到 126 对,但日常运行中,根据历年客流统计特征采用一日一图策略,最少全日仅开行 101 对列车,周末及节假日根据客流情况按照满图铺画预留的运行线加开列车。

1.5 路网支线铁路运行图特点

长珲城际铁路、沈丹客运专线等路网支线线路的列车开行对数如表 2 所示。

表 2 路网支线全日及高峰小时图定对数表

线路	区段	全日对数/对	最大小时对数/对
长珲城际铁路	长春—吉林	81	7
	吉林—珲春	33	5
沈丹客运专线	沈阳—丹东	34	4
哈齐客运专线	哈尔滨—齐齐哈尔	36	3

从表 2 可以看出,路网支线列车对数普遍较少,长珲城际铁路长春至吉林段客流较大,有大量跨线车及区域城际列车,而连接东北东部边境的吉林至珲春段,列车对数则显著下降。这类线路地处路网边缘,运行

图结构比较简单,全日对数分布相对平均,最小行车间隔一般不小于 5 min,间隔较大,则有充裕的运行图空间来安排停站。

2 我国高速铁路发展趋势分析

2.1 路网结构变化

(1)路网规模进一步扩大

2016 年《中长期铁路网规划》提出建设完成“八纵八横”高速铁路网,2020 年中国国家铁路集团有限公司发布《新时代交通强国铁路先行规划纲要》,“提出率先建成现代化铁路网,全国铁路网 20 万公里左右,其中高铁 7 万公里左右,20 万人口以上城市实现铁路覆盖,其中 50 万人口以上城市高铁通达。”由此可见,未来我国高速铁路网还将进一步扩大。

(2)城际铁路进一步发展

根据 2016 年《中长期铁路网规划》,“京津冀、长三角、珠三角、长江中游、成渝、中原、山东半岛等城市群,建成城际铁路网;海峡西岸、哈长、辽中南、关中、北部湾等城市群,建成城际铁路骨架网;滇中、黔中、天山北坡、宁夏沿黄、呼包鄂榆等城市群,建成城际铁路骨干通道。”规划实施近 5 年来,京津冀、长三角、珠三角等地城际铁路发展迅速,特别是珠三角区域,已经在国铁之外逐步建成相对独立的城际网。

(3)市域(郊)铁路快速发展

随着我国城市化进程发展,市域(郊)铁路客流需求逐渐增大,2020 年,国务院下发了《关于推动都市圈市域(郊)铁路加快发展意见的通知》,我国将全面放开改造既有铁路开行市域(郊)列车的项目实施条件,并重点支持京津冀、粤港澳大湾区、长三角、成渝、长江中游等财力有支撑、客流有基础、发展有需求的地区规划建设都市圈市域(郊)铁路。当前,北京市已经在推动市域(郊)铁路规划及实施方案,其他区域也在开展相关规划建设工作。市域(郊)铁路有利用既有线路和新建线路两种形式,其开行方式与城市轨道交通较为接近,将对铁路运行图的编制产生特定需求。

2.2 需求变化

(1)“四网融合”理念下的需求变化

高速铁路、城际铁路、市域铁路和城市轨道交通“四网融合”是更高质量轨道交通一体化发展的需要。在“四网融合”理念下,多种轨道交通会向互联、互畅、互融和互通方向发展,可能出现跨制式列车互通运行的场景,如高速铁路、城际列车下市域铁路运行(与京都市圈轨道交通互通运行类似),扩大列车服务范

围和服务水平,适应都市圈客流需求。

(2) 公交化发展趋势

高速铁路网络的扩大及都市圈城际的发展对高速铁路和城际铁路的需求日益增大,通勤、商务客流增长显著。在此背景下,旅客对发车频率、时间的要求越来越高,为更好地吸引客流、提高服务品质,高速铁路也在向公交化运营方向发展。

(3) 高速铁路“夕发朝至”需求进一步扩大

我国高速铁路覆盖面大,高速铁路可利用夜间为长途旅客提供舒适的旅行服务,有效拓展旅客出行时间范围,提升城市之间的可达性^[8],目前卧铺动车组开行效果良好,客流需求进一步增加。从旅客出行需求、高速铁路网络分布来看,我国具备进一步扩大“夕发朝至”高速铁路卧铺动车组开行范围的良好条件。

(4) 高速铁路快运发展迅速

随着电子商务的蓬勃发展,我国快递业务总量从2014年的139.6亿件增至2020年的833.58亿件。我国高速铁路快运以高速铁路网络为依托,以高速铁路载客列车、确认车、高速铁路货运动车组列车为运输工具,面向快递、小件快运物流市场,为企业及个人客户提供干线运输、门到门快运及个性化增值服务^[9]。

自2012年首次在京沪高速铁路上尝试高速铁路运输业务以来,高速铁路快运取得了长足发展,货运量逐年提升,铁路与电商、物流等企业合作不断加深。随着高速铁路网络的完善,高速铁路快运在提高物流服务质量、降低社会物流成本、提高高速铁路运营收益等方面发挥的作用越来越大。

现阶段高速铁路快运应充分利用现有高速铁路设施和客运动车组能力,未来还应在主要节点城市建设高速铁路快运基地,积极探索货运动车组模式,在重点城市间开行高速铁路快运班列。

3 我国高速铁路列车运行图展望

我国高速铁路网络规模较大,地域分布及速度等级不同,各线在路网中的功能定位也不同。为取得更好的社会效益,运行图的编制应适应线路功能要求和旅客出行需求,向多样化发展,如以干线换乘理念为主的运行图、适应卧铺动车组列车开行的运行图、适应城际铁路的周期运行图、适应高速铁路快运的运行图等。

(1) 基于换乘理念的运行图

我国铁路跨区域客流量较大,路网骨干线路以跨线列车为主的运行模式虽然极大地方便了中远途旅

客,但隧道路网规模的扩大,旅客出行的起讫点越来越多,列车开行方案愈加复杂,再加上部分干线的能力制约,跨线直达列车的开行将愈发受限。在路网节点上实施换乘是提高路网运力的重要解决方案,基于路网节点换乘理念编制运行图,将极大地提高线路能力、换乘便捷性和旅客服务水平。

(2) 基于公交化理念的周期运行图

基于公交化理念的运行图采用不按车次、站台候车、乘客随到随走的组织模式,列车停站尽量固定站台与股道,且列车发车间隔越小,越适宜公交化的客运组织。基于公交化理念的运行图方便旅客出行,有利于吸引客流。我国主要高速铁路干线以跨线列车为主,且跨线列车起讫点较多,在数量及开行时间上不具备铺画公交化周期运行图的条件;但城际铁路、市域铁路以通勤及商务客流为主,客流特征较为突出,且以开行本线列车为主,列车运行交路较为简单,具备编制公交化运行图的条件。京津冀、长三角、粤港澳大湾区等地区的城际铁路、市域铁路较适合采用公交化周期运行图。

(3) 适应卧铺动车组开行的运行图

目前,我国开行卧铺动车组的高速铁路数量还相对有限,伴随着高速铁路成网后“夕发朝至”客流需求的增大,需要优化开行方案及天窗形式,进一步创新运行图架构,以适应卧铺动车组的开行需求。

(4) 适应高速铁路快运需求

当前高速铁路快运需求较大,而我国高速铁路设计之初即为客运服务,并未考虑此方面业务,近年来所开行的高速铁路快运列车主要利用天窗之后的动检车,并未占用日常运行线。在推出350 km/h货运动车组之后,高速铁路客货列车可实现同一速度级别运行,不再有速差引起的能力问题,高速铁路快运列车可按照客运列车的形式铺画运行线或利用日常满图中未使用的客运列车运行线。

4 结束语

随着《中长期铁路网规划》的实施,我国高速铁路网规模将越来越大,随着铁路运营方式的市场化改革,我国高速铁路运行图将更加多样化,这些对高速铁路列车运行图的编制和管理工作的都提出了更高要求。因此需进一步探索干线换乘为主、周期化等多种形式的运行图,以适应未来高速铁路客流需求的变化,创新运输组织模式。

(下转第30页)

- 2017(1): 57-61.
- [3] 虞凯,刘孜学,韦道准. 川藏铁路基础设施实时监测预警系统架构及功能研究[J]. 高速铁路技术, 2015, 6(2): 41-44.
YU Kai, LIU Zixue, WEI Daozhun. The Architecture and Function Research on the Real-Time Monitoring and Early Warning System of the Infrastructure along the Sichuan-Tibet Railway[J]. High Speed Railway Technology, 2015, 6(2): 41-44.
- [4] 王艳杰,王卷乐,卜坤. 灾害数据管理技术与平台进展及其面临的需求研究[J]. 灾害学, 2019, 34(2): 205-210.
WANG Yanjie, WANG Juanle, BU Kun. Research on Disaster Data Management Technology and Platform Progress and the Demand it Faces[J]. Journal of Catastrophology, 2019, 34(2): 205-210.
- [5] Q/CR 9152-2018铁路自然灾害及异物侵限监测系统工程技术规范[S].
Q/CR 9152-2018 Technical Code for Railway Natural Disaster and Foreign Object Intrusion Monitoring System[S].
- [6] 王珣,潘兆马,袁焦,等. 无线智能化铁路基础设施数据采集系统的研究与应用[J]. 传感技术学报, 2018, 31(10): 1604-1612.
WANG Xun, PAN Zhaoma, YUAN Jiao, et al. Research and Application of Wireless Intelligent Railway Infrastructure Data Acquisition System[J]. Chinese Journal of Sensors and Actuators, 2018, 31(10): 1604-1612.
- [7] 铁总运[2014]146号,高速铁路自然灾害及异物侵限监测系统铁路局中心系统总体方案(暂行)[S].
TIE Zong Yun [2014] No. 146, The General Plan of the Central System of Railway Administration of Natural Disaster and Foreign Object Intrusion Monitoring System in High-speed Railway (Provisional)[S].
- [8] 王珣,刘勇,袁焦,等. 沉降智能监测与评估系统的开发及应用[J]. 铁道工程学报, 2019, 36(4): 20-25.
WANG Xun, LIU Yong, YUAN Jiao, et al. Development and Application of Settlement Intelligent Monitoring and Evaluation System of High-speed Railway[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2019, 36(4): 20-25.
- [9] 黄健. 基于3D WebGIS技术的地质灾害监测预警研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2012.
HUANG Jian. Study on Early Warning of Geohazards Based on 3D WebGIS Technology [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2012.
- [10] 刘刚,吴冲龙,何珍文,等. 面向地质时空大数据表达与存储管理的数据模型研究[J]. 地质科技通报, 2020, 39(1): 164-174.
LIU Gang, WU Chonglong, HE Zhenwen, et al. Data Model for Geological Spatiotemporal Big Data Expression and Storage Management[J]. Bulletin of Geological Science and Technology, 2020, 39(1): 164-174.

(上接第11页)

参考文献:

- [1] 尹元钊,何桥. 我国高速铁路列车运行图现状分析[J]. 交通科技与经济, 2013, 15(5): 5-8.
YIN Yuanzhao, HE Qiao. Analysis of High Speed Railway Train Diagram of China [J]. Technology & Economy in Areas of Communications, 2013, 15(5): 5-8.
- [2] 曲思源,荣剑,徐瑞华. 京沪通道型高速铁路列车运行图结构分析[J]. 高速铁路技术, 2020, 11(3): 55-61.
QU Siyuan, RONG Jian, XU Ruihua. Analysis of Train Operation Diagram Structure of Beijing-Shanghai Corridor-Type High-speed Railway[J]. High Speed Railway Technology, 2020, 11(3): 55-61.
- [3] 于汝滨,任冲,闫海峰. 繁忙高速铁路列车运行图结构优化研究[J]. 铁道运输与经济, 2020, 42(12): 1-8.
YU Rubin, REN Chong, YAN Haifeng. Optimization of Train Working Diagram Structure for Busy High-speed Railway Lines[J]. Railway Transport and Economy, 2020, 42(12): 1-8.
- [4] 王宝杰. 京沪高速铁路通过能力影响因素分析[J]. 铁道运输与经济, 2017, 39(6): 16-21.
WANG Baojie. Analysis on the Factors Influencing Carrying Capacity of Beijing-Shanghai High-speed Railway[J]. Railway Transport and Economy, 2017, 39(6): 16-21.
- [5] 张雷,熊剑春,汤铁雄,等. 新型动卧列车开行与4小时综合维修天窗设置研究[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2020, 39(2): 43-49.
ZHANG Lei, XIONG Jianchun, TANG Yixiong, et al. Operation of New High-speed Sleeper EMU Train and Setting of 4-Hour Comprehensive Maintenance Window [J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (Natural Science), 2020, 39(2): 43-49.
- [6] 彭其渊,杨奎,文超,等. 我国高速铁路夜间行车组织方法[J]. 西南交通大学学报, 2015, 50(4): 569-576.
PENG Qiyuan, YANG Kui, WEN Chao, et al. Organization Methods of Overnight Operation for Chinese High-speed Railways[J]. Journal of Southwest Jiaotong University, 2015, 50(4): 569-576.
- [7] 郭卫彪,汤杰,马保仁,等. 高速铁路追踪间隔标准选择及供电设施配置研究[J]. 铁道标准设计, 2020, 64(6): 148-152.
GUO Weibiao, TANG Jie, MA Baoren, et al. Study on Standard Selection of Time Interval and Power Supply Facilities for High Speed Railway[J]. Railway Standard Design, 2020, 64(6): 148-152.
- [8] 曲思源,彭丹. 高速铁路动卧列车夕发朝至运营组织分析[J]. 高速铁路技术, 2016, 7(1): 96-100.
QU Siyuan, PENG Dan. Analysis on Operation Organization of High Speed Railway EMU Train Leaving in the Evening and Arriving in the Morning[J]. High Speed Railway Technology, 2016, 7(1): 96-100.
- [9] 李辰中,孟凡栋,周凌云. 我国高铁快运业务运营组织模式探讨[J]. 铁道运输与经济, 2019, 41(3): 48-52.
LI Chenzhong, MENG Fandong, ZHOU Lingyun. A Tentative Study on the Operation Organization Mode of China's High-speed Railway Express Business [J]. Railway Transport and Economy, 2019, 41(3): 48-52.