文章编号：1003-1421(2026)07-0097-12
引用格式：张可新，徐宁，谢泽，等. 日本客货共线铁路动车组与货物列车区间交会运输组织研究[J]. 铁道运输与经济，2026，48(7)：97-108.
ZHANG Kexin，XU Ning，XIE Ze，et al. Research on Transportation Organization for Electric Multiple Unit and Freight Train Crossing in Mixed-Traffic Railway Section in Japan[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(7)：97-108.

日本客货共线铁路动车组与货物列车区间交会运输组织研究

张可新，徐　宁，谢　泽，王铭铭

(中国铁道科学研究院集团有限公司 铁道科学技术研究发展中心，北京　100081)

摘　要：深入分析日本青函客货共线区间的运输组织与安全保障机制，探讨其对我国时速200 km客货共线铁路运输组织优化的借鉴作用。通过案例分析、技术参数对比与调度策略解析，系统研究青函区间三线轨道结构、动态速度控制(隧道内客货交会时新干线列车可提速至160 km/h)、智能调度系统(SAINT防误入系统)及“时间段区分方案”(高峰时段客货分离运行)等关键技术。结果表明：青函客货共线区间通过动货交会、时空协同、多层级防灾体系(限界障碍物报警、R600检测车)及客货分离调度，平衡了效率与安全，其新干线列车与货物列车相对交会速度达270 km/h时仍满足安全标准。研究可为我国长大隧道工况下客货共线铁路的运输组织、智能调度、动态速度控制及安全标准制定提供技术参考，助力铁路运输效率与安全协同提升。

关键词：客货共线铁路；动货交会；运输组织；安全保障；日本铁路
中图分类号：U29　　**文献标识码**：A　　**DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20250403002

Research on Transportation Organization for Electric Multiple Unit and Freight Train Crossing in Mixed-Traffic Railway Section in Japan

ZHANG Kexin，XU Ning，XIE Ze，WANG Mingming

(Railway Science and Technology Research and Development Center, China Academy of Railway Sciences Corporation Limited, Beijing 100081, China)

Abstract: This paper analyzed the transportation organization and safety assurance mechanisms of the Seikan mixed-traffic section in Japan and explored its reference value for the optimization of transportation organization of the 200 km/h mixed-traffic railway in China. Through case analysis, technical parameter comparison, and dispatching strategy analysis, the key technologies including the three-track structure, dynamic speed control (Shinkansen trains can be accelerated to 160 km/h during the crossing of passenger and freight trains in the tunnel), intelligent dispatching system (SAINT misrouting prevention system), and “time-segmented separation scheme” (passenger and freight separation operation during peak hours) were systematically investigated. The results show that the Seikan mixed-traffic section balances efficiency and safety through electric multiple unit and freight train crossing, spatiotemporal coordination, multi-level disaster prevention system (clearance obstacle alarm, R600 inspection

收稿日期：2025-04-03　　**修订日期**：2026-03-17
基金项目：中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划课题(K2023X039)

vehicle), and passenger and freight separation dispatching, and safety standards are still met when the relative crossing speed of Shinkansen trains and freight trains reaches 270 km/h. The research can provide a technical reference for the transportation organization, intelligent dispatching, dynamic speed control, and safety standard formulation of mixed-traffic railways under long tunnel conditions in China, facilitating the coordinated enhancement of railway transportation efficiency and safety.
Keywords: Mixed-Traffic Railway; Electric Multiple Unit and Freight Train Crossing; Transportation Organization; Safety Assurance; Japan Railway

0　引言

我国铁路的体系划分，由功能定位(客运专线、客货共线、货运专线)与速度等级两大维度界定，二者共同决定了铁路的技术标准、建设成本与运营模式。2024年底，我国铁路网络总里程已达到16.2万km[1]。截至2022年，全路共有45条按照时速200 km客货共线铁路标准建成并运营的线路，其中开行货物列车的线路有16条[2]。为了防止动货交会时产生的安全事故，目前根据相关政策，时速200 km客货共线铁路暂时实行的是动力分散动车组与货物列车在区间运行时不交会，但随着铁路客货运输需求的增长，我国时速200 km客货共线铁路承受的运输压力逐渐增加，因此需要调整动车组和货物列车不交会的运输组织模式，来优化列车运力资源配置，提升客货运输能力。以宁西线为例，该线为连接南京与西安的国铁I级客货共线铁路，全长953 km，提升宁西线整体能力利用率，可为浩吉线增量乃至全路整体货运上量发挥更大作用[3]。自2016年北海道新干线开通以来，日本铁路青函客货共线区间便采用了新干线动力分散动车组与货物列车交会的运行模式。青函隧道作为世界上最长的海底大断面双线隧道，其隧道内外客货共线区间的动货交会组织具有独特的创新模式，对该运输模式的研究可以为我国客货共线线路的运输组织优化提供参考。

1　日本青函客货共线区间概况

日本铁路运输体系通过差异化技术标准构建多层级路网，即新干线采用1 435 mm标准轨距和动力分散型动车组实现高速客运专线化，而既有线(在来线)主要基于1 067 mm窄轨承担普速客货运输。目前，青函客货共线区间是日本唯一实现高速动车组与货物列车混行运输的案例。青函共线区间按照新干线标准建造，1988年该区间作为普速线海峡线投入运营，2016年北海道新干线延伸至新函馆北斗后形成三线轨道系统，标准轨供新干线列车以260 km/h运行，窄轨维持货运功能。最初日本铁道·运输机构(JRTT)通过隧道内高速运行试验确定了共线区间的普速列车最高速度被限制为110 km/h，新干线列车在隧道内限速140 km/h。自新干线引入后，常规普速客运班列已停止运营，仅保留JR东日本季节性旅游列车。该区间动货共线运行模式的核心挑战在于建立高效的列车运行图协同机制，通过时空资源动态分配，协调新干线列车与货物列车的运行路径与时刻，最大限度降低相互干扰。青函新干线动车组列车与货物列车共线运行区间平面示意图如图1所示。

2　青函客货共线区间技术特点

2.1　基础设施技术特点

日本青函客货共线运行区间，指新中小国信号站至木古内站的82.1 km区间，包括青函隧道53.85 km(海底部分为23.3 km，青森一侧隧道为13.55 km，北海道一侧隧道为17 km)。北海道新干线和既有线(海峡线)共享该区间的轨道及其他设施，因此青函客货共线运行区间成为比较特殊的三线轨道区间(1 067mm窄轨和1 435mm标准轨套轨线路)，青函三线轨道区间示意图如图2所示。青函客货共线区间北海道新干线和海峡线参数如表1所示[4]。

青函隧道的海底部分位于最大水深140 m处，海底最大埋深达100 m，建设标准为双线新干线型。隧道呈马蹄形，宽度为9.7 m，高度为7.85 m，最小曲线半径为6 500 m，最大坡度为12‰。隧道内铺设了板式无砟轨道和三线轨道，以适应新干线和货运窄轨不同轨距的要求，青函隧道纵断面示意图如图3所示，青函隧道断面及三线轨道构造图如图4所示[5]。

2.2　机车设备技术特点

随着北海道新干线的开通，线路实施了包括DS-ATC系统升级和供电增压在内的多项设备改

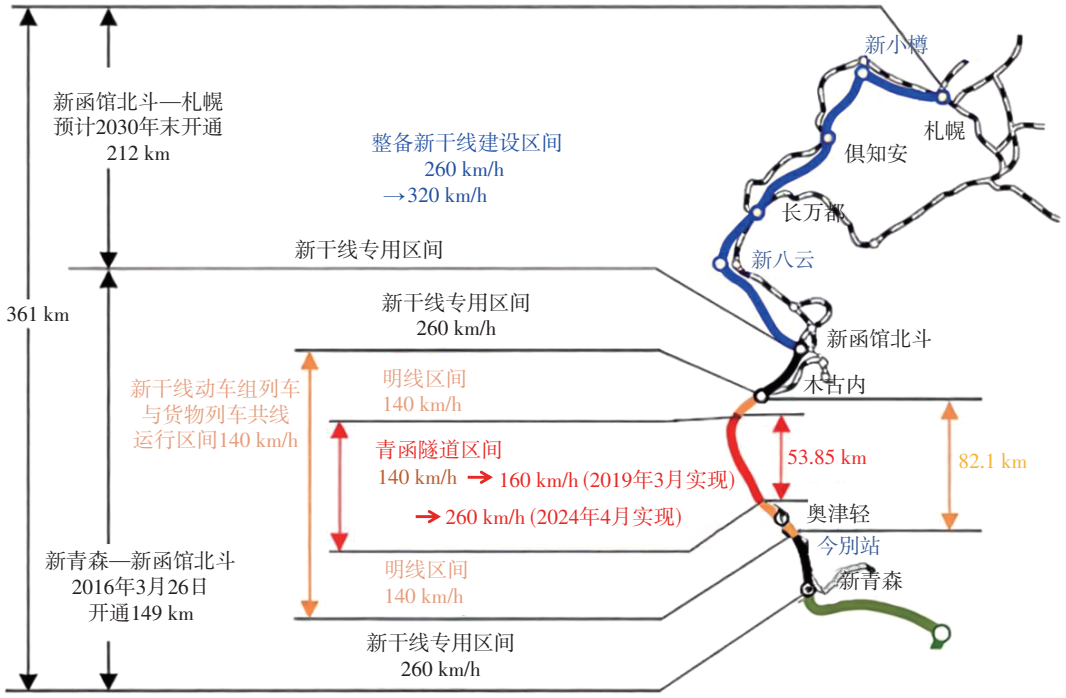


图1　青函新干线动车组列车与货物列车共线运行区间平面示意图

Fig.1　Plane schematic diagram of Seikan mixed-traffic operation section for Shinkansen electric multiple unit trains and freight trains

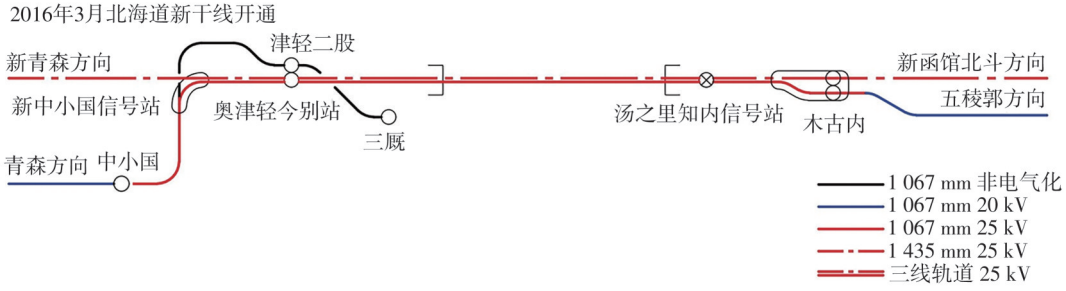


图2　青函三线轨道区间示意图

Fig.2　Schematic diagram of Seikan three-track section

表1　青函客货共线区间北海道新干线和海峡线参数

Tab.1　Parameters of Hokkaido Shinkansen and Kaikyo Line in Seikan mixed-traffic section

参数	北海道新干线	海峡线
线路长度/km	148.8	87.8
线路区间	新青森—新函馆北斗	中小国—木古内
三线轨道轨距	1 067 mm窄轨和1 435 mm标准轨套轨线路	
正线数目	双线	中小国—新中小国信号站，单线(2.3 km) 新中小国信号站—木古内，双线
线间距/mm	标准轨4 300，窄轨4 668[4]	
最高运行速度/(km/h)	260	140
最高交会速度/(km/h)	隧道内160 明线区间140	110
接触网供电	交流25 kV 50 Hz	中小国—新中小国信号站，交流20 kV 50 Hz 新中小国信号站—木古内，交流25 kV 50 Hz
列车自动控制系统	DS-ATC系统	中小国—新中小国信号站，ATS-SN系统 新中小国信号站—木古内，DS-ATC系统

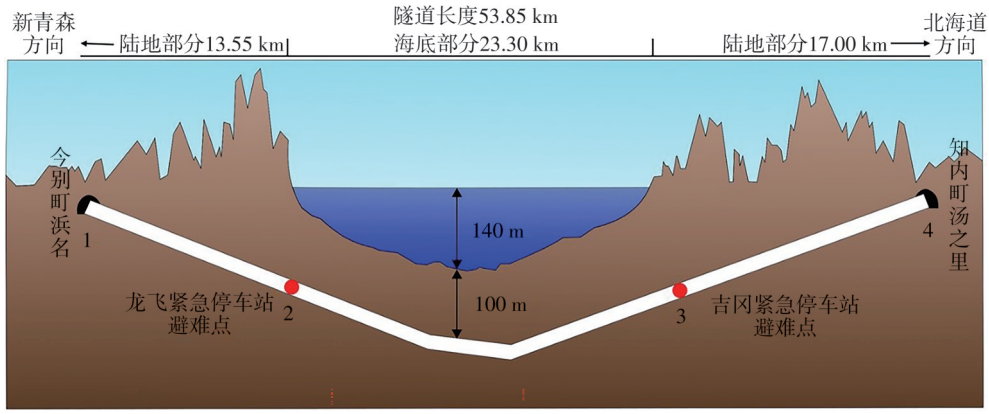
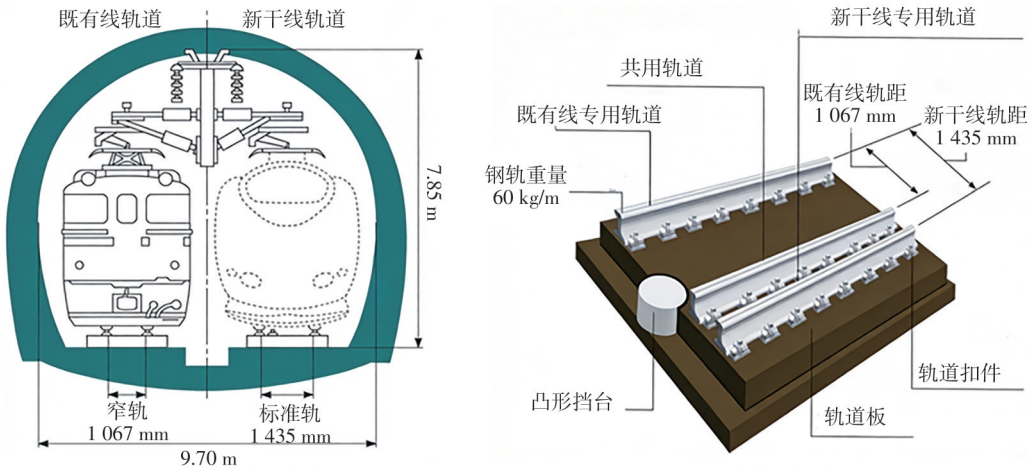


图3　青函隧道纵断面示意图

Fig.3　Schematic diagram of longitudinal section of Seikan Tunnel



a　青函隧道断面结构图

a　Cross-sectional structure diagram of Seikan Tunnel

b　三线轨道构造图

b　Three-track rail structure diagram

图4　青函隧道断面及三线轨道构造图

Fig.4　Cross-section and three-track structure diagram of Seikan Tunnel

造。因此，原先在既有线路上运行的窄轨常规客运列车、特急列车以及卧铺列车，由于技术兼容性问题，已无法继续在海峡线上运营。木古内站的海峡线客运站台也于2017年被拆除，海峡线实际上已成为一条货运(集装箱)专用线路。青函客货共线区间可以运行的高速旅客列车为东北新干线E5系和北海道新干线H5系动车组列车，货物列车由EH800型交流电力机车牵引，唯一可以继续在海峡线运行的客运列车是“四季岛号”豪华观光列车(E001系列柴电混合动力卧铺列车)，在春秋两季旅游旺季(4—5月和9—11月)运行。

新干线E5和H5系电动车组是分别由JR东日本客运铁路公司(JR东日本)及JR北海道客运铁路公司(JR北海道)所使用的动车组列车，为每列10节车厢的同款新干线车辆，H5和E5系列车的机电设备完全相同，仅外观等处略有差异。货运EH800型电力机车是JR日本货物铁路公司(JR货物)专为适应北海道新干线共线运行而开发的八轴交流传动机车，为实现兼容，该型机车将供电方式由原本AC 20 kV 50 Hz升级为适配AC 25 kV 50 Hz，信号系统也可兼容新干线的DS-ATC系统，EH800型机车可牵引20辆编组的集装箱列车(牵引质量1 000 t)[6]。青函客货共线区间机车设备主要技术参数如表2所示。

青函隧道属于海底长大隧道，机车车辆必须符合日本国土交通省政令规定的防灾标准。为防止火灾事故，隧道内仅允许电动车辆或由电力机车牵引的旅客列车和货物列车运行，内燃机车在隧道内被禁止使用，但救援机车例外，柴油救援机车被允许使用。此外，为了避免冷藏集装箱在通过隧道时因热感应装置触发而导致列车停车，所有通过青函隧

表2　青函客货共线区间机车设备主要技术参数

Tab.2　Main technical parameters of locomotive equipment in Seikan mixed-traffic section

参数	 E5，H5系	 EH800
轨距/mm	1 435	1 067
最大运营速度/(km/h)	盛冈站以南：320 盛冈站以北：260 青函隧道共线区间：160	110
车辆长度/mm	编组总长度：253 000 中间车辆长度：25 000 头/尾车辆长度：26 000	25 000
车辆宽度/mm	3 350	2 808(最大宽度2 972)
车辆高度/mm	3 650含受电弓4 490	含受电弓4 280
质量/t	10节编组(8M2T)总质量453.5(轴重13.1)	机车质量134.4(轴重16.8)
供电方式	AC 25 kV 50 Hz	AC 25 kV 50 Hz
牵引电机	鼠笼式三相异步电动机MT207	鼠笼式三相异步电动机FMT4A
额定牵引功率	300 kW×32=9 600 kW	3 040 kW(20 kV 50 Hz)，4 000 kW(25 kV 50 Hz)
制动方式	再生制动+电气指令式制动(带自适应负载装置)	再生制动+电气指令式自动空气制动

道的冷藏集装箱必须配备专用电路，以便能够从机车驾驶室远程控制柴油发动机的关闭，进而切断对压缩机的动力供应[7]。

3　青函客货共线区间的运输组织模式

3.1　动货交会的速度设定

北海道新干线设计速度为260 km/h，但在青函隧道客货共线区段因气动效应风险，运营初期限速140 km/h，2019年3月提升至160 km/h。该隧道内新干线列车与货物列车(限速110 km/h)交会时，相对速度由250 km/h增至270 km/h。针对高速交会可能引发的货物列车集装箱失稳问题，日本国土交通省及铁路・运输机构经空气动力学计算与试验验证，确认新干线列车在160 km/h运行工况下与货物列车交会安全性符合标准[8]。

3.2　客货运输需求

在“长期经营愿景2031”中，JR北海道提出建立“札幌—东京4.5 h”铁路主干线的目标，并致力于“青函客货共线运行区间新干线列车的高速化”[9]。为此，计划将青函隧道区间的最高运行速度从2016年开通时的140 km/h提升至设计速度260 km/h，以缩短旅行时间，提升与航空公司的竞争力，增加市场占有率。货运方面，日本北海道与本州之间的年物流总量为5 000万~6 000万t，其中92%依赖船运，铁路仅占8%。铁路运输的货物中，约一半为农产品和蔬菜，航运难以完全替代铁路运输。此外，发往北海道的快递货物因时效要求也依赖铁路运输。目前，通过青函隧道的铁路货运量每年约186万t，其中47%为农产品，北海道出产的64%的洋葱和37%的土豆需经铁路运输；同时，每年约191万t货物从本州运至北海道，其中20%~30%的快递货物依赖铁路运输[10]。

3.3　动货交会的运输组织

自2016年3月北海道新干线开通以来，因与货物列车共用青函隧道区间，为确保动货交会的安全性，新干线列车的最高速度被限制在140 km/h。该限速是参考原特急列车的速度设定，因此未能充分体现新干线的高速铁路特性。2019年3月列车时刻表的调整成为青函隧道提速的重要节点，隧道内新干线列车的最高速度被提升至160 km/h，而这一提速并未影响货物列车的正常运行。根据2020年3月修订的JR货物时刻表，青函区间的货物列车每天上下行图定38列，加上13列临时列车，共计51列[11]。正常情况下，北海道新干线列车每日图定26列，另有6列临时列车，共计32列。2017年3月4日的青函客货共线运行区间时刻表如图5所示。

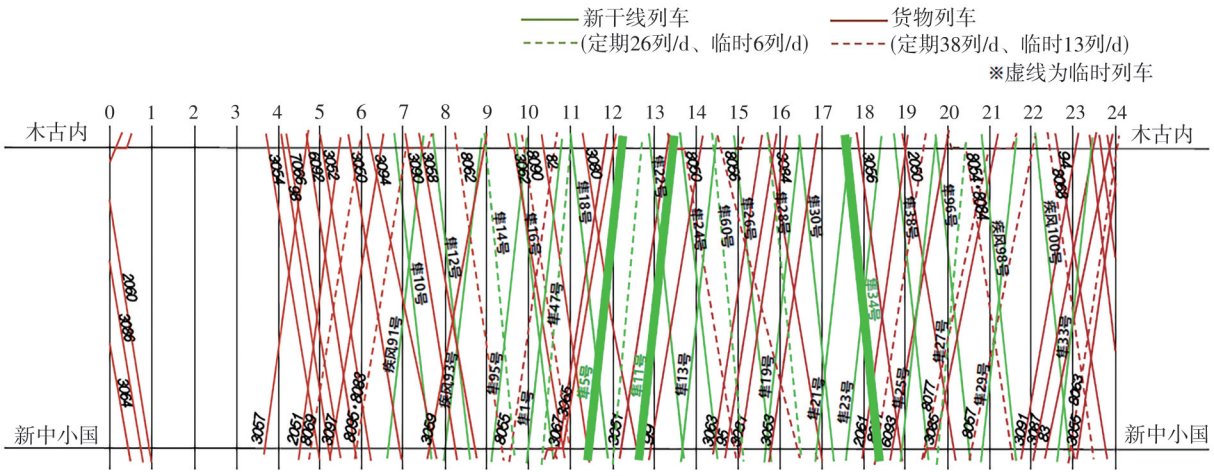


图5　青函客货共线运行区间时刻表

Fig.5　Timetable of Seikan mixed-traffic operation section

3.4　基于“时间段区分方案”的新干线提速

日本国土交通省于2017年12月成立了“青函客货共线区间高速化研究工作组”，专门研究如何在共线区间内实现新干线的提速。最终决定自2020年起实施“客货运行时间段区分方案”(即“货物列车限行方案”)，通过对新干线列车和货物列车的运行时间段进行划分，在特定时段内仅允许新干线列车通过青函隧道，从而在客运高峰时段实现新干线列车的高速运行，货物列车在此期间暂停运行。通过这种方式，新干线可以在不受货物列车干扰的情况下以210 km/h的速度安全行驶，客货运行时间段区分方案实施方法示意图如图6所示。

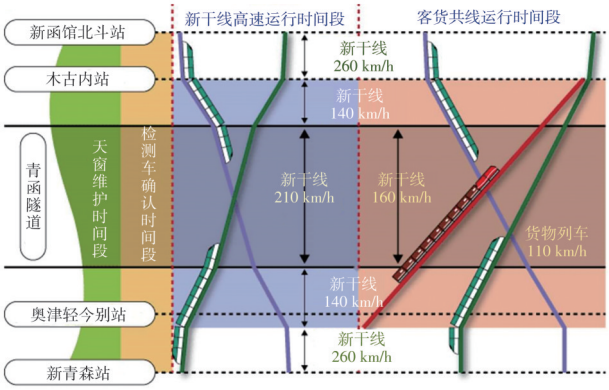


图6　客货运行时间段区分方案实施方法示意图

Fig.6　Schematic diagram of implementation method for time-segmented separation scheme of passenger and freight operation

(1) 客货运行时间段区分方案的安排。该方案仅在日本三大节假日连休期间的客运高峰期安排，包括四月末至五月初的黄金周、盂兰盆节以及年末年初的新年假期。这些时段旅客运输需求最为旺盛，同时货物列车运行班次也相对较少[12]。

(2) 天窗维修模式。在青函客货共线区间，JR北海道采用“垂直天窗维修模式”。正常情况下，每晚安排约2 h 30 min的天窗时间，每周一次延长至4 h 10 min。在天窗期间，线路会封闭进行必要的维护和安全检查。根据“时间段区分方案”，新干线列车在高峰时段的专属运行时间设定为每日06:30至15:30左右。在新干线列车运行之前，还需使用检测车对线路进行安全确认，检测确认时间为1 h。在这一专属时段内，仅允许新干线列车单独运行，货物列车暂停，以避免交会带来的安全隐患。在天窗时间之前的非高峰时段，实行动货混合运行方式[13]。

(3) 青函客货共线区间新干线提速措施。在青函客货共线区间，为提升新干线列车的运行速度，JR北海道采取了一系列具体措施，重点集中在青函隧道内54 km的区间。最初将隧道内新干线列车的最高运行速度提高至210 km/h，2020年北海道新干线提速至210 km/h时间段区分方案时刻表如图7所示，至2024年黄金周期间，进一步提升至260 km/h，以缩短旅客行程时间。通过这一提速，东京站至新函馆北斗站的最快行车时间由原来的3 h 57 min缩短至3 h 52 min，节省了5 min。

2024年黄金周提速安排在4月29日和5月4—7日的5天内。在提速期间，每天上下行各安排7趟图定新干线列车。此外，为应对假期客流高峰，5月4日和5日还额外增开了2趟临时下行列车“隼3号”。

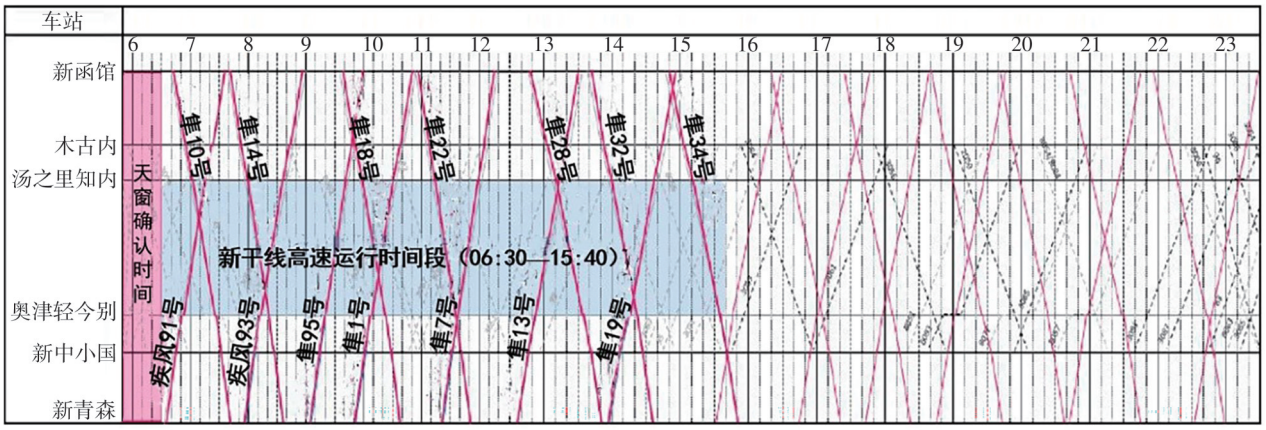


图7　2020年北海道新干线提速至210 km/h时间段区分方案时刻表

Fig.7　Timetable of time-segmented separation scheme for Hokkaido Shinkansen speeding up to 210 km/h in 2020

其中，东京至新函馆北斗的“隼7号”和“隼13号”在提速期间实现了3 h 52 min的最快行车时间。为配合提速，部分列车时刻表也进行了调整。例如，木古内站的“疾风93号”“隼1号”和“隼19号”提前发车，确保新干线在提速后依旧能够与其他线路的列车保持良好衔接，2024年北海道新干线达速260 km/h时间段区分方案时刻表如图8所示[14]。

3.5　青函客货共线区间全线提速的挑战

2019年3月，北海道新干线列车速度从140 km/h提升至160 km/h，但该提速仅限于青函隧道内的53.85 km，未涵盖共线区间的全部82.1 km。原因主要包括以下几点。①冬季降雪影响。共线区间青函隧道外部分冬季降雪严重，尤其在青森地区，大量积雪使列车难以维持高速度。②东北新干线的限制。东京站运力紧张，延误处理能力有限。由于与北海道新干线联营的东北新干线在东京站仅有2座站台和4条轨道，繁忙时每小时需处理多达15趟列车，并要求12 min内完成快速折返，同时青函区段提速后上行列车的延误将连锁影响东北、上越及北陆新干线的运行。联运的JR东日本对此类连锁延误的容忍度极低，因此不太可能允许在上行列车中进行大规模的时刻调整[15]。

4　青函客货共线区间的安全技术保障

为了确保青函客货共线区间的行车安全性，日本国土交通省设立了“青函隧道客货共线运行区间技术研究课题组”和“青函客货共线区间高速化研究工作组”，并提出了多项技术改造方案。已实施的方案包括对隧道内基础设施进行升级改造，安装600多组轨道电路，青函隧道轨道电路结构图如图9所示，开发了防止货物列车误入检测系统，研制配备了新型检测车，并进行轨道打磨和高速运行

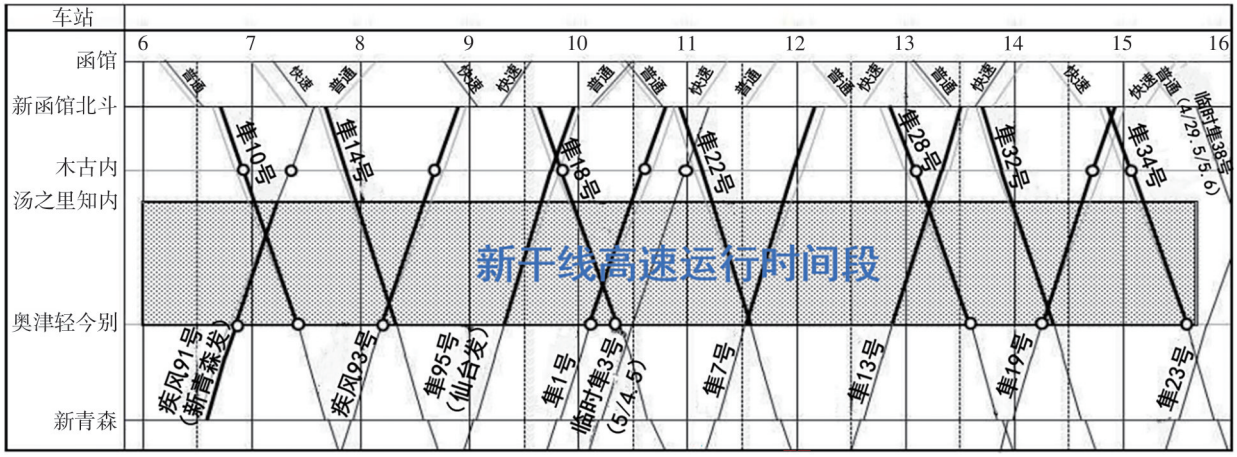


图8　2024年北海道新干线达速260 km/h时间段区分方案时刻表

Fig.8　Timetable of time-segmented separation scheme for Hokkaido Shinkansen reaching a speed of 260 km/h in 2024

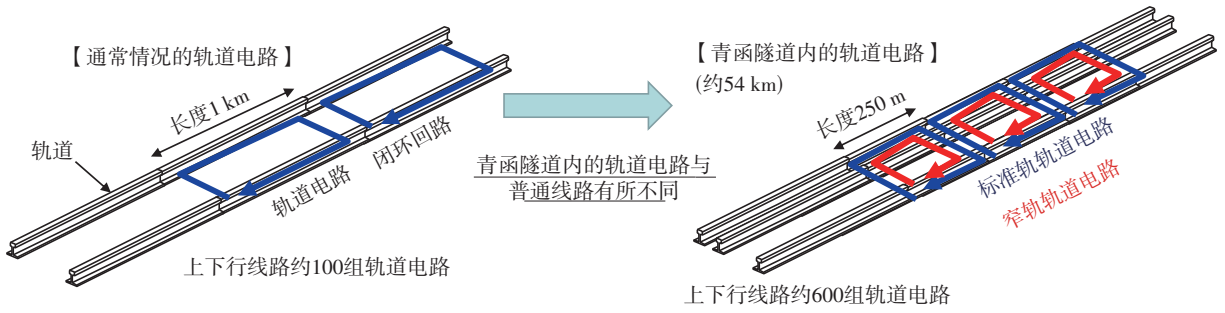


图9　青函隧道轨道电路结构图

Fig.9　Track circuit structure diagram of Seikan Tunnel

试验等，来确保列车在共线区间的安全运行。在此基础上，实施了“时间段区分方案”，实现了新干线的高速化运行。

（1）货物列车防误入系统。阻碍北海道新干线达速的最大问题在于“动货交会”，避免交会的最简单办法就是新干线列车和货物列车分时段运行。为此，JR北海道在旺季客运高峰期设立了新干线列车专用时间段，同时开发了货物列车防误入系统，并于2020年投入运用。该系统利用新干线自动列车控制和联锁系统(Shinkansen ATC and Interlocking System，SAINT)技术，实时监测共线区间的轨道状态，准确检测货物列车的所在位置，青函客货共线区间货物列车防误入SAINT系统如图10所示。当新干线列车准备以200 km/h以上的高速行驶时，系统会首先确认共线区间内没有货物列车。如果检测到货物列车仍然占用线路，系统会自动指令新干线列车降低速度，直到货物列车完全离开共线区间。只有在确保共线区间内没有货物列车的情况下，系统才会允许新干线列车恢复高速运行。此外，在新干线列车高速运行期间，系统严格禁止任何货物列车进入共线区间，确保新干线列车与货物列车在运行时间和空间上完全隔离。该系统有效杜绝了客货列车交会的可能性，保障了新干线列车高速运行的安全，青函客货共线区间货物列车防误入运行管理系统如图11所示[16]。

（2）防止轨道间出现障碍物。①安装了“限界障碍物报警装置”。该装置专门设置在北海道新干线与既有线共用的三线轨道区间内，以确保行车安

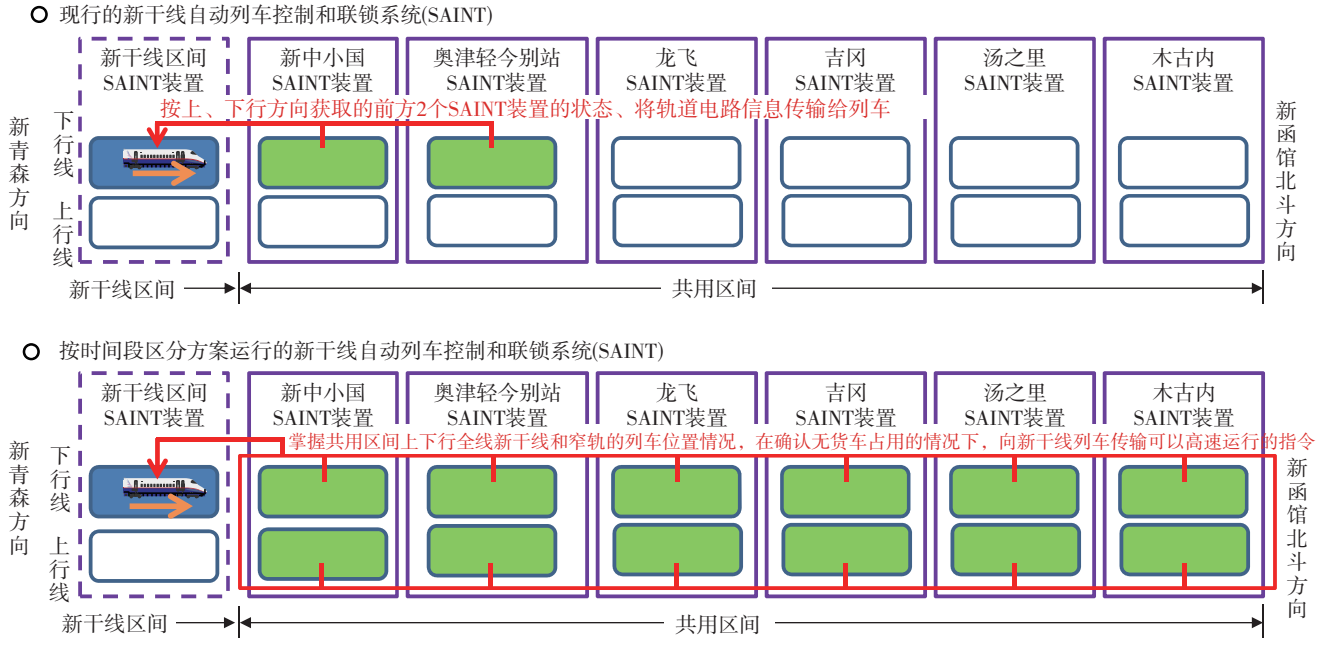


图10　青函客货共线区间货物列车防误入SAINT系统

Fig.10　SAINT freight train misrouting prevention system in Seikan mixed-traffic section

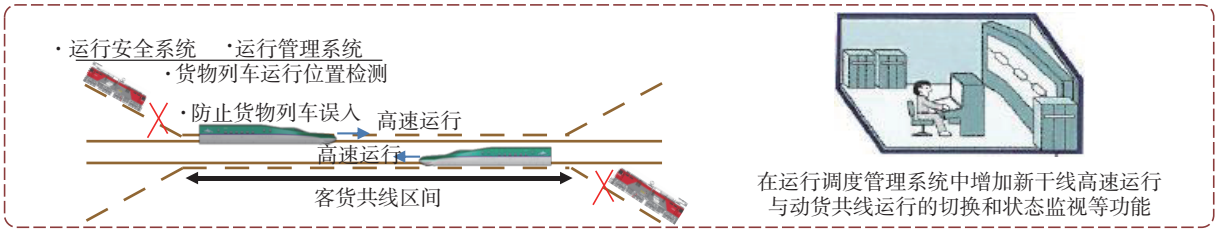
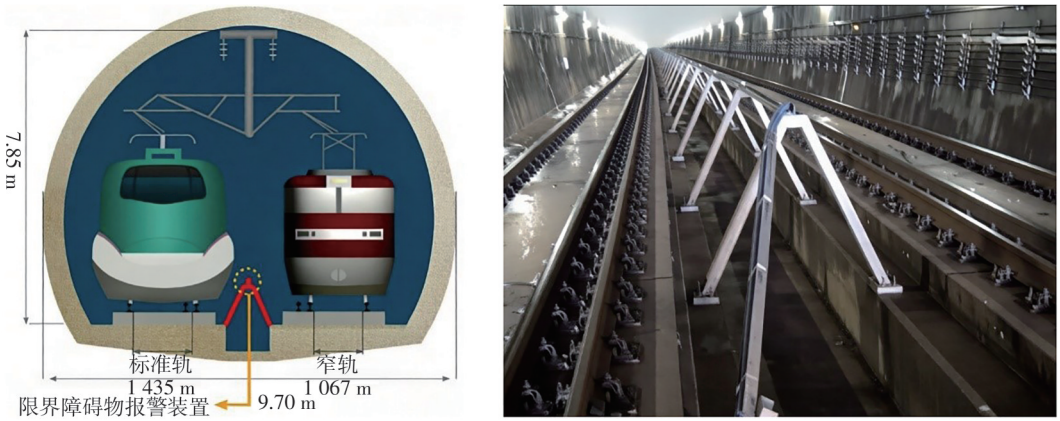


图11　青函客货共线区间货物列车防误入运行管理系统

Fig.11　Freight train misrouting prevention operation management system in Seikan mixed-traffic section

全。装置通过上下行线路间铺设的光缆检测线，实时监控列车是否侵入邻近轨道，预防脱轨或掉落物的风险。一旦检测线因脱轨或掉落物受损，限界障碍物报警装置会立即触发警报，指示对向或后续列车紧急停车，从而有效避免事故发生，青函客货共线区间限界障碍物报警装置如图12所示。②配备了R600新型检测车。该检测车于2014年研制成功并交付新干线使用。北海道新干线R600型检测车采用2台牵引动力为227 kW(309马力)的发动机，最高速度可达120 km/h，牵引能力达160 t，可在其他维修车辆发生故障时承担救援任务。检测车搭载了由IHI公司制造的非接触式限界障碍物检测系统，并可与车上的接触式障碍物检测装置(检测棒)联动使用，实现更高精度的轨道侵限物检测。其检测方式包括远程和近距离摄像头、三维激光雷达，具备400 m范围内的实时监测能力，北海道新干线R600型检测车如图13所示，R600检测车非接触式障碍物检测方式如图14所示。



a　报警装置示意图

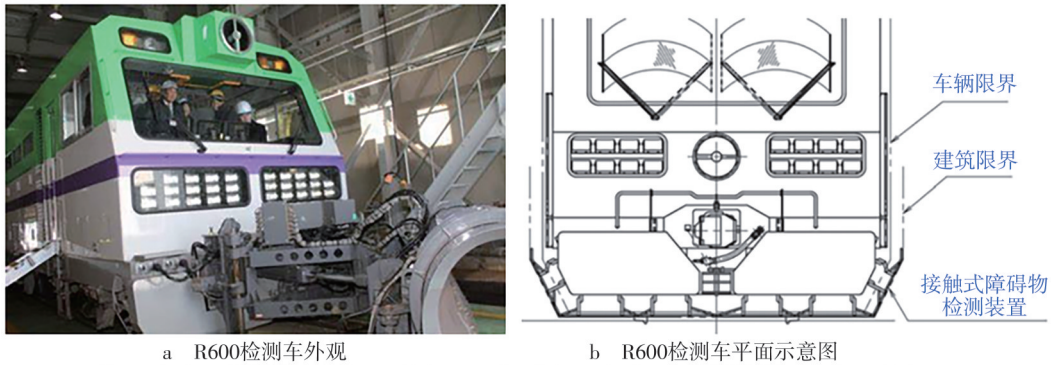
a　Schematic diagram of alarm device

b　报警装置安装位置

b　Alarm device installation location

图12　青函客货共线区间限界障碍物报警装置

Fig.12　Clearance obstacle alarm device in Seikan mixed-traffic section



a　R600检测车外观

a　External view of R600 inspection vehicle

b　R600检测车平面示意图

b　Schematic diagram of R600 inspection vehicle

图13　北海道新干线R600型检测车

Fig.13　R600-type inspection vehicle of Hokkaido Shinkansen

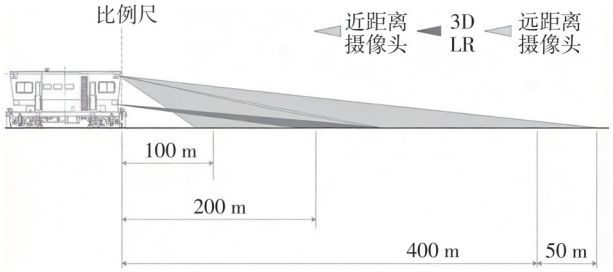


图14　R600检测车非接触式障碍物检测方式

Fig.14　Non-contact obstacle detection method of R600 inspection vehicle

此外，R600型检测车配备自动驾驶系统，可在车站等设定起点启动自动驾驶模式，通过自动控制加速和制动运行至指定停车位置。该系统具备邻线作业时的慢行功能和延误恢复时的加速功能，显著减轻了操作员的负担，实现了单人值乘。检测车还配备了除雪装置，以满足恶劣天气下的运营需求[17]。

（3）防灾设计。青函隧道的整体系统设计以“安全第一”为核心，防灾救援体系坚持“生命至上”原则。该体系主要包括避难引导设备、防火设备和供电系统[18]。隧道内设有紧急停车站避难点，事故发生时，乘客可以通过救援列车、缆车或步行从紧急停车站安全撤离。避难路径配备照明、摄像头和广播设施，方便指挥中心实时引导疏散。隧道内装有火灾检测设备，可实时监测列车温度，一旦检测到异常，列车将停靠在紧急停车站，会立即启动喷雾灭火系统。此外，隧道配备多条供电线路和自备发电装置，确保在灾害情况下电力供应不中断。整体防灾体系覆盖火灾、停电、地震及异常出水等多种应急情况，为乘客提供多重安全保障，青函客货共线区间防灾主要设备如图15所示。

（4）计划未来开发“新干线列车高速运行下的交会减速系统”。该系统将通过控制新干线列车的速度来保障交会安全，而既有线货物列车则保持原有速度。系统利用验证过的轨道电路位置检测系统识别新干线列车和对向货物列车的位置。当客货列车接近至一定距离时，系统会启动设定的临时速度限制(即在特定区段内设置的最高速度)，以确保列车交会时的运行安全[19]。

交会减速系统设定新干线列车与货物列车交会时的安全距离为12 km，包括速度恢复的加速距离。为确保安全，新干线列车需在距对向货物列车约7.5 km时获取其位置信息，并启动减速系统。新干线的制动减速度设定为略高于新干线700系列车的标准，平均为2.0 km/h/s。具体设定条件为，新干线列车在普通区段运行速度为260 km/h，交会时需减速至140 km/h(与既有线相当)，而货物列车的运行速度保持在100 km/h，青函区间动货交会减速系统运作图如图16所示[20]。青函区间动货交会速度控制曲线概念图如图17所示。



a　火灾探测设备(吉冈定点)
a　Fire detection equipment (Yoshioka fixed point)

b　排烟装置(吉冈定点)
b　Smoke exhaust device (Yoshioka fixed point)

c　喷水设备(吉冈定点)
c　Sprinkler system (Yoshioka fixed point)

d　地面灭火设备(新中小国信号场)
d　Ground fire extinguishing equipment (Shin-Nakaoguni signal station)

图15　青函客货共线区间防灾主要设备

Fig.15　Main disaster prevention equipment in Seikan mixed-traffic section

5　结束语

铁路货运线路车流径路优化调整是深化铁路运输供给侧结构性改革，统筹优化路网能力利用，实现货运提质增效、增运增收的重要途径，长期以来都是铁路货运组织领域的热点问题[21]。日本青函客货共线铁路在基础设施兼容性设计、动货交会运输组织及安全保障技术方面有着独特的创新模式，通过三线轨道结构、动态速度控制策略及智能化调度系统的协同应用，日本成功实现了新干线列车与窄轨货物列车相对高效的共线运行，为复杂条件下客货共线铁路的运输组织优化提供了重要参考。青函客货共线区间采用的动货交会和客货分离交错使用运输组织模式与多层次防灾体系，验证了在保障安全的前提下提升线路综合效益的可行性，其技术路径对我国时速200 km客货共线铁路的运输组织优化具有借鉴价值。未来可参考日本动货交会组织模

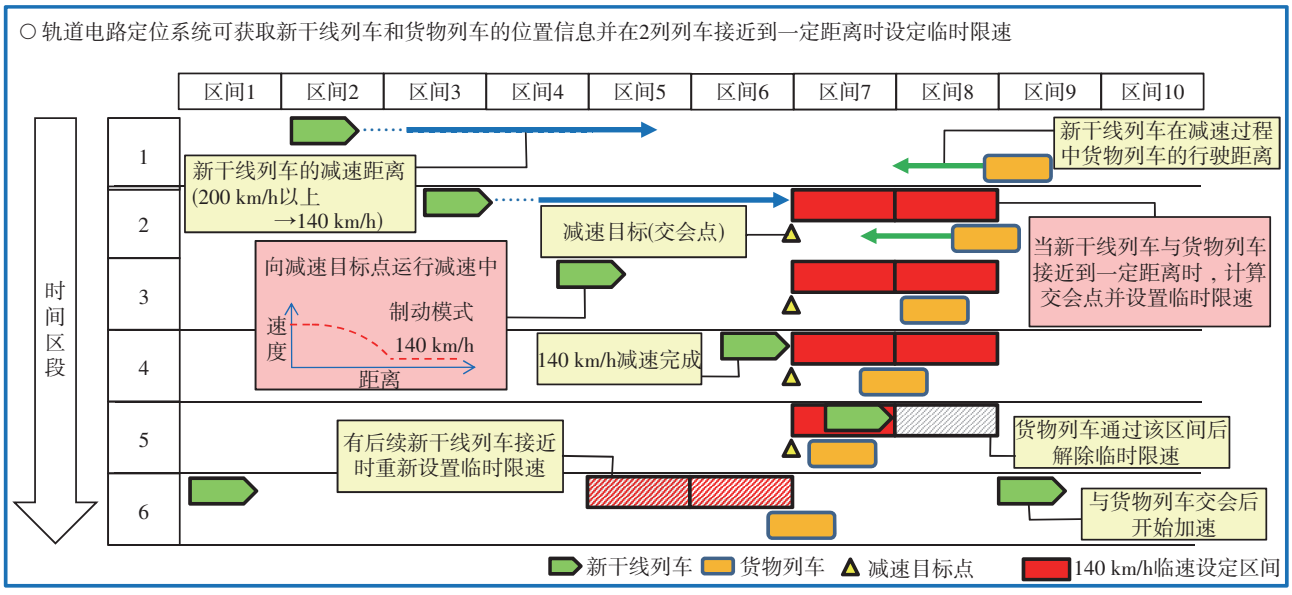


图16　青函客货共线区间动货交会减速系统运作图

Fig.16　Operation diagram of electric multiple unit and freight train crossing deceleration system in Seikan mixed-traffic section

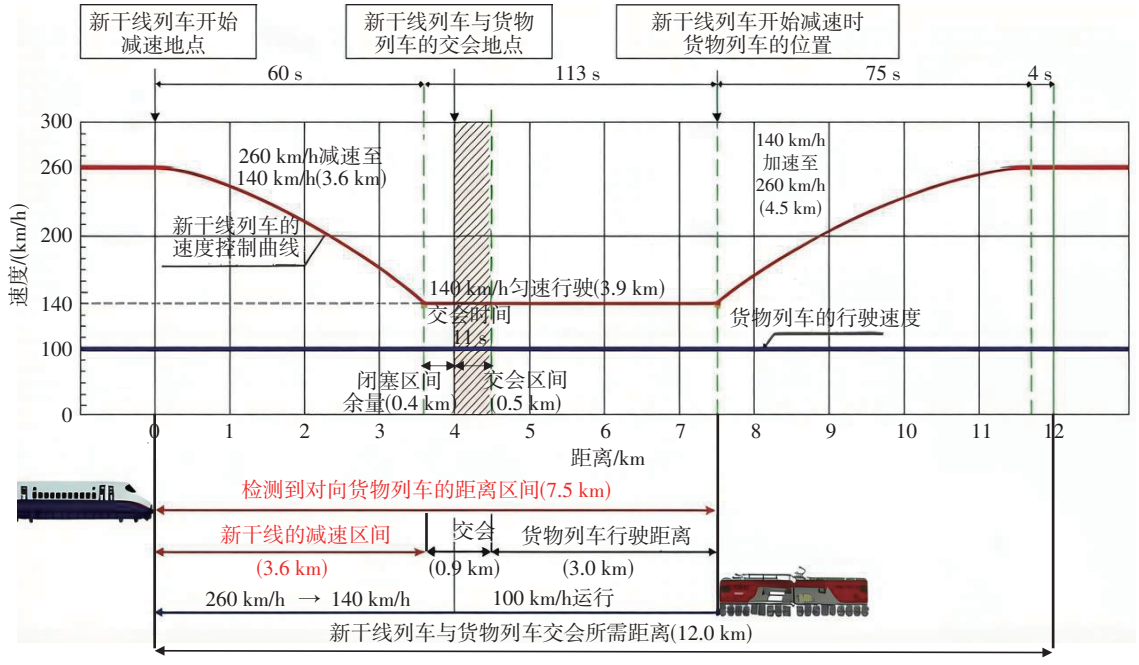


图17　青函区间动货交会速度控制曲线概念图

Fig.17　Conceptual diagram of speed control curve for electric multiple unit and freight train crossing in Seikan section

式，进一步探索动货交会气动效应、智能减速控制等关键技术，结合我国长大隧道、繁忙干线的实际需求，构建适配性更强的客货共线运输体系，推动铁路运输效率与安全水平的协同提升。

参考文献：

[1] 刘琳玥，郑平标，申宏楠，等. 200 km/h客货共线铁路运输组织特征分析与优化策略研究[J]. 铁道运输与经济，2026，48(1)：130-140.

LIU Linyue，ZHENG Pingbiao，SHEN Hongnan，et al. Research on Characteristics Analysis and Optimization Strategies of 200 km/h Mixed Passenger and Freight Railway Transportation Organization[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(1)：130-140.

[2] 张可新，张哲铭，谢　泽，等. 时速200 km客货共线铁路

动车组与货物列车区间交会技术可行性研究[J]. 铁道运输与经济，2024，46(12)：209-215.
ZHANG Kexin，ZHANG Zheming，XIE Ze，et al. Technical Feasibility Research of Electric Multiple Units Passing by Freight Trains on a 200 km/h Mixed Passenger and Freight Railway[J]. Railway Transport and Economy，2024，46(12)：209-215.

[3] 郭凯生，何宇浩，刘　学，等. 畅通宁西线枢纽节点南阳西站、信阳北站的策略[J]. 铁道货运，2024，42(9)：6-12.
GUO Kaisheng，HE Yuhao，LIU Xue，et al. Strategy for Smooth Transportation of Ningxi Line Hub Nodes Nanyangxi Station and Xinyangbei Station[J]. Railway Freight Transport，2024，42(9)：6-12.

[4] 鉄道・運輸機構. 新幹線鉄道実施基準[S/OL]. (2022-08-04)[2026-02-25]. https：//www. jrtt. go. jp/procurement/asset/20220804_shinkansentetsudo-kijun. pdf.

[5] JR北海道旅客鉄道株式会社. 青函トンネルの構造[EB/OL]. (2023-09-25)[2026-02-05]. https：//www. jrhokkaido. co. jp/network/seikan/02. html.

[6] 杉山義一，曲长萍. EH800型交流电力机车量产车的概况[J]. 国外铁道机车与动车，2017(6)：5-10，23.

[7] ズームアップ青函トンネル通れぬ、新造クールコンテナ[J/OL]. Cargo News，(2019-02-19)[2026-02-25]. https：//cargo-news. co. jp/cargo-news-main/1425.

[8] JR北海道旅客鉄道株式会社. 北海道新幹線固有のコストと特殊性[EB/OL]. (2025-10-01)[2026-02-05]. https：//www. jrhokkaido. co. jp/corporate/shinkansen/specificity. html.

[9] JR北海道旅客鉄道株式会社. JR北海道グループ長期経営ビジョン「未来2031」[EB/OL]. (2019-04-09)[2026-02-05]. https：//www. jrhokkaido. co. jp/CM/Info/press/pdf/20190409_KO_plan. pdf.

[10] 森創一郎. 北海道で問い直される貨物鉄道「本当の存在意義」. 東洋経済. [EB/OL]. (2024-05-02)[2026-02-05]. https：//toyokeizai. net/articles/-/750945.

[11] 杉山淳一. 第2青函トンネル」実現の可能性は?“2階建て”構想の深度化に期待[EB/OL]. (2021-01-16)[2026-02-05]. https：//www. itmedia. co. jp/business/articles/2101/16/news010. html.

[12] JR北海道旅客鉄道株式会社. 青函トンネル内 末年始期間の時速210 km営業運転[EB/OL]. (2021-10-14)[2026-02-05]. https：//www. jrhokkaido. co. jp/CM/Info/press/pdf/20201014_KO_speedup. pdf.

[13] 日本国土交通省. 青函共线走行区間における 保守作業時間の設定とその方法について[EB/OL]. (2016-10-27)[2026-02-05]. https：//www. mlit. go. jp/common/001151878. pdf.

[14] JR北海道旅客鉄道株式会社. ゴールデンウィーク期間の北海道新幹線青函トンネル内における時速260km営業運転について[EB/OL]. (2024-01-19)[2024-10-31]. https：//www. jrhokkaido. co. jp/CM/Info/press/pdf/20240119_KO_shinkansen_high_speed_2024GW. pdf.

[15] 竹澤瑞樹. 青函トンネルスピードアップで3時間台運転へ！北海道新幹線ダイヤ改正予測(2019年3月予定)[EB/OL]. (2022-02-04)[2024-10-31]. https：//www. train-times. net/article/eshinkansen2019pre-1-html.

[16] 日本国土交通省. 青函共线走行問題に関する当面の方針 別添 A [EB/OL]. (2016-01-30)[2024-10-31]. https：//www. mlit. go. jp/common/001116785. pdf.

[17] 藤川央玖人. 新幹線保守用車の紹介 新幹線用確認車R600[J]. 建設機械施工(日本建設機械施工協会誌)，2023，75(3)：43-49.

[18] 荆晓霞，史俊玲，沈　通，等. 日本青函隧道防灾救援体系及对策分析[J]. 中国铁路，2020(10)：126-132.
JING Xiaoxia，SHI Junling，SHEN Tong，et al. Analysis on Disaster Prevention & Rescue System and Countermeasures for Qinghan Tunnel in Japan[J]. China Railway，2020(10)：126-132.

[19] 日本国土交通省. すれ違い時減速システム等による共用走行案及び新幹線貨物専用列車導入案における課題について [EB/OL]. (2013-03-25)[2024-10-31]. https：//www1. mlit. go. jp/common/000992239. pdf.

[20] 日本国土交通省鉄道局. 青函共用走行に関する現時点の検討について[EB/OL]. (2012-09-20)[2024-10-31]. https：//www. mlit. go. jp/common/000224840. pdf.

[21] 刘海涛，杨文浩，张　巍，等. 铁路货运车流径路调整决策支持系统构建技术研究[J]. 铁路物流，2025，43(5)：27-36，42.
LIU Haitao，YANG Wenhao，ZHANG Wei，et al. Construction Technology of Decision Support System for Adjustment of Railway Freight Car Flow Routing[J]. Railway Logistics，2025，43(5)：27-36，42.

(责任编辑　魏　然)