

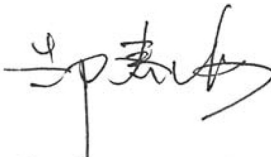
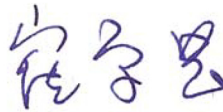
城市轨道交通列车通信与运行控制国家工程实验室
交通运输部科学研究院
城市轨道交通运营安全管理技术及装备交通运输行业研发中心
联合发布白皮书

白皮书编号：WP-2019001

城市轨道交通全自动运行系统运营需求导则

签发时间：2019年12月

签发版本：第一版（V1.0）

签发人： 

城市轨道交通列车通信与运行控制国家工程实验室
交通运输部科学研究院
城市轨道交通运营安全管理技术及装备交通运输行业研发中心

城市轨道交通列车通信与运行控制国家工程实验室由交控科技股份有限公司牵头，采用“政产学研用”协同创新模式，联合北京交通大学、北京市轨道交通建设管理有限公司、北京地铁车辆装备有限公司共同申报，并经国家发改委批复成立的第一个国家级城轨信号系统科技平台。该平台将为国家建立一个国际领先的列控系统产业技术研发试验基地，提升城市轨道交通的自主创新能力和整体技术装备水平。

交通运输部科学研究院为交通运输部直属综合性科研事业单位，主要面向政府主管部门、交通运输行业开展基础性、前瞻性、公益性研究以及技术咨询、服务工作，是支持部科学决策、部机关履行职能和行业科技创新的重要力量。在交通运输发展战略规划、政策法规、标准等方面的研究成果被政府部门大量采用；在信息化、环保安全、低碳交通、公路工程等领域的尖端技术得到市场的广泛应用；在行业科技交流、成果推广、检测认证等科技服务领域做出了重要贡献。

城市轨道交通运营安全管理技术及装备交通运输行业研发中心日常工作由交科院科技集团有限公司（城市交通事业部）负责，组成单位包括广州地铁集团有限公司、北京交通大学、北京锦鸿希电信息技术股份有限公司和襄阳国铁机电股份有限公司。以协同创新方式开展城市轨道交通运营安全共性关键技术和装备工程化技术研究，推动城市轨道交通科技成果转化及产业化，聚集和培养优秀科技人才，开展技术交流和合作。

白皮书是国家工程实验室和交通运输部科学研究院、城市轨道交通运营安全管理技术及装备交通运输行业研发中心的重大研究成果联合发布形式之一，旨在为城市轨道交通建设业主方提供决策依据，为设计方提供设计指南，为运营方提供运营维护指导。

对本书有任何问题或建议，欢迎与我们联系。

联系电话：010-52824660；邮箱：whitepaper@bj-tct.com

城市轨道交通全自动运行系统运营需求导则

前言

城市轨道交通是城市公共交通系统的骨干，是城市现代化的重要体现，也是引领城市发展的重要手段。城市轨道交通作为重要的城市基础设施，关系着国计民生的社会公益事业。党的十九大在建设现代化经济体系的战略部署中，提出交通强国建设是新时代赋予交通运输行业的历史使命。“十三五”以来，我国城市轨道交通快速发展，“十四五”期间还将保持高速发展态势。但也应看到，在运营服务供给、安全高效运行、资产集约利用等方面发展不平衡、不充分的突出问题尚未解决，发展质量和效益还不高。与此同时，政府和社会资本合作、多主体市场化竞争、多制式协同发展，大规模网络化运营等正加速推动城市轨道交通管理模式转变。运营可持续发展也对主动创新运营管理模式提出了更高要求。

创新是引领发展的第一动力。全自动运行系统是综合利用现代列车自动控制、通信、人工智能等前沿引领技术的新产品，为增强运营品质、保障安全高效运行和优化运营成本提供了解决方案。其应用效果能否得到充分发挥既依赖系统的先进性、稳定性和可靠性，更离不开运营管理模式的高效协同。为实现这一目标，须编制一套完整的全自动运行系统运营需求，引领全自动列车控制技术发展及推广应用，为建设质量高、运营抗风险能力强、服务可持续的全自动运行线路提供保障。

全自动运行系统运营需求是全自动运行技术应用的顶层设计，是引领全自动运行系统高质量发展的基础性和先导性条件。为保障全自动运行系统应用能够切实提升运营效能，增强行业治理能力，特制定《城市轨道交通全自动运行系统运营需求导则》。导则主要包括运营管理和系统实现两大方面，可以作为全自动运行线路规划、设计、建设和运营的重要参考。未来该导则的应用情况和实际案例还可以为行业管理部门制定相关标准和技术规范提供技术支撑。

主要编写人：牛英明、贾文峥、沈景炎、唐 涛、张艳兵、王道敏、李晓争、徐 鼎、李晓刚、张 良、张通利、喻智宏、付义龙、马芳平、刘 超、肖 衍、王江涛、袁大鹏、张 强、冯旭杰、胡雪霏、罗 铭。

主要审查人：施仲衡、郜春海、崔学忠、杨新征、田桂艳、张文强、范忠胜、郭景英、牛建华、朱 宏、李新文、丘庆球、梁东升、代津岳、张琼燕、任 敬、朱东飞、王路萍、

赵万才、吴 明、凌喜华、朱 翔、郑生全、王向阳、贾 萍、侯久望、李德堂、张汝海、
张守芝、肖利君、吴海峰、马 骞、张 壮、李仲华、李明洪、黄旭红、尹秋霞、刘艳荣、
肖培龙、王 伟、杨兴山、刘东辉。

目 录

1	总则	1
2	术语及缩略语	2
2.1	术语	2
2.2	缩略语	3
3	系统总体要求	6
3.1	系统设备技术要求	6
3.2	系统组成	7
3.3	系统主要功能	9
3.4	系统设备性能	15
4	基础设施配置	26
4.1	一般要求	26
4.2	线路设施及车辆基地	26
4.3	站台	27
4.4	列车监控	29
4.5	系统工作终端	30
5	运营管理模式	32
5.1	一般需求	32
5.2	行车管理	32
5.3	客运组织管理	47
5.4	系统维护管理	49
5.5	节能运行模式	53
5.6	双向运营	59
5.7	行车人员管理	59
5.8	线路网络化管理	60
5.9	列车自动联挂/解编	60

6	行车组织	62
6.1	一般要求	62
6.2	正常情况下的列车运行场景	62
6.3	异常情况下的列车运行场景	75
6.4	系统故障情况下的列车运行场景	79
6.5	应急情况下的行车组织需求	91
7	维修支持系统功能需求	95
7.1	一般要求	95
7.2	维修支持系统主要功能	95
8	培训功能需求	98
8.1	一般要求	98
8.2	培训环境与设施	98
8.3	培训设备构成	98
8.4	联合演练功能要求	102

1 总则

- 1.0.1 为保障全自动运行系统应用能够切实提升运营效能，增强行业治理能力，须编制一套完整的全自动运行系统运营需求，引领全自动列车控制技术发展、推动高质量系统建设、完善运营管理、可持续科学应用，特制定《城市轨道交通全自动运行系统运营需求导则》（以下简称“导则”）。
- 1.0.2 本导则以全自动运行模式为主线，立足于行车组织、客运服务、系统维护、操作使用的需求，综合行车各相关专业系统设备，形成完整的运营需求，供全自动运行线路规划、设计、建设和运营等方面的参考。
- 1.0.3 本导则适用于列车运行自动化等级 GoA4 的全封闭的城市轨道交通线路，并可向下兼容自动化等级 GoA3、GoA2、GoA1。
- 1.0.4 本导则密切结合全自动运行先进技术和先进的运营管理模式，根据风险控制矩阵理论，在具有前瞻性的同时又兼顾轨道交通建设成本及全生命周期运营管理的经济性。
- 1.0.5 本导则包括全自动运行系统的运营管理模式、行车组织、操作与维修培训、系统的技术要求及基础设施设施配置等，行车组织涵盖全自动运行系统的正常、异常、故障和应急情况下的行车和乘客服务要求。
- 1.0.6 本导则为全自动运行系统常规的运营需求，由于工程工期紧张、产品选型局限、基础设施受限等因素造成全自动运行系统不能正常应用，所引发的需求可列为特殊应用，不列入本导则。本导则不重复叙述非全自动运行系统相关的需求以及行车组织、生产调度、客运管理等运营管理规程。
- 1.0.7 本导则以完善的基础设施配置、成熟的系统设计、高可靠的列车自动控制系统设备、先进的网络技术及科学的运营管理模式为基础，运营需求导则应具有较强的实操性和可检验性。
- 1.0.8 本导则应与国家、行业现行的全自动运行相关标准、规范相适应。

2 术语及缩略语

2.1 术语

- 2.1.1 全自动运行系统(FAO)——运行在有人值守的全自动运行(DTO)或无人值守的全自动运行(UTO)下的城市轨道交通系统。
- 2.1.2 有人值守的全自动运行(DTO)——列车在配置车上值守人员的条件(正常运行所有功能均由系统负责实现)下的运行,车上值守人员仅在故障和应急情况下介入列车运行。
- 2.1.3 无人值守的全自动运行(UTO)——列车在不配置车上值守人员的条件(所有功能均由系统负责实现)下的运行。
- 2.1.4 休眠——对停放于停车列检库、正线停车线或终端折返线指定区域的列车,对除休眠唤醒单元及车地通信设备外的整列车设备进行断电的一种作业。
- 2.1.5 唤醒——对休眠列车上电并完成上电自检、静态测试、动态测试(如有)等的一种作业。
- 2.1.6 跳跃——全自动运行系统控制列车低速小距离对位停车的运行模式。
- 2.1.7 蠕动模式——列车运行中发生车辆网络等故障停车时,由控制中心调度员人工确认后启动的运行模式。该模式下,列车自动按规定的速度运行至站台或控制中心调度员指定的目的地。
- 2.1.8 雨雪模式——一种用于应对雨雪等恶劣天气下的运行模式。该模式下全自动运行系统通过限制列车最高运行速度、降低牵引力和制动力等策略来提高恶劣天气下的可用性。
- 2.1.9 车门对位隔离站台门——单个车门故障被隔离的情况下,列车运行至站台后自动隔离对应的站台门,站台门对位隔离后不执行开门动作。
- 2.1.10 站台门对位隔离车门——单个站台门故障被隔离的情况下,列车运行至站台后自动隔离对应的车门,车门对位隔离后不执行开门动作。
- 2.1.11 列车障碍物检测——安装在列车上的检测设备,分为触碰式和非触碰式,当该设备检测到障碍物时,应立即将障碍物报警信息上传至控制中心并自动触发车辆紧急制动停车。

- 2.1.12 紧急操作装置 —— 安装于车辆客室区域内,在特殊情况下,人工可操作的装置。该装置激活后,车载视频监视系统立即上传装置激活的现场图像等信息,向控制中心报警。
- 2.1.13 清客确认按钮 —— 设于站台区,工作人员在完成清理列车内无滞留乘客作业后的确认装置。
- 2.1.14 人员防护开关 —— 设置于控制室内或轨旁,为运营及维护人员进入自动化区域提供安全防护的装置。
- 2.1.15 转换区域 —— 列车在自动化区域和非自动区域之间运行时,实现列车运行模式转换的轨道区段。
- 2.1.16 系统设备 —— 指城市轨道交通全自动运行关联的所有行车设备系统,包括信号、车辆、通信、站台门、供电、环控、综合监控等专业系统。
- 2.1.17 一类故障 —— 系统设备故障直接影响行车,造成运营中断或降级,此类故障称为一类故障。
- 2.1.18 二类故障 —— 系统设备发生故障,暂时不影响行车,但在一定时间内不及时处理,将会造成运营中断或降级,此类故障称为二类故障。
- 2.1.19 三类故障 —— 系统设备故障不会影响行车,不会造成运营中断或降级,但会影响状态监测、维护诊断等功能,此类故障称为三类故障。
- 2.1.20 安全性 —— 免除不可接受的风险影响的特性。
- 2.1.21 可靠性 —— 产品在规定条件下和规定的时间区间 (t_1 , t_2) 内完成规定功能的能力。
- 2.1.22 可用性 —— 在要求的外部资源得到保证的前提下,产品在规定的条件下和规定的时刻或时间区间内处于可执行规定功能状态的能力。
- 2.1.23 可维修性 —— 在规定条件下,使用规定的程序和资源进行维修时,对于给定使用条件下的产品在规定的时间区间内,能完成制定的实际维修工作的能力。

2.2 缩略语

下列缩略语适用于本导则。

ACS 门禁系统 (Access Control System)

AFC 自动售检票系统 (Automatic Fare Collection System)

AM 列车自动驾驶模式 (Automatic Train Operating Mode)

AOM	休眠唤醒单元 (Assistant Operation Module)
ATO	列车自动运行 (Automatic Train Operation)
ATP	列车自动防护 (Automatic Train Protection)
ATS	列车自动监控 (Automatic Train Supervision)
BAS	环境与设备监控系统 (Building Automation System)
BTM	应答器传输单元 (Balise Transmit Module)
CAM	蠕动模式 (Creep Automatic Mode)
CBTC	基于通信的列车控制系统 (Communication Based Train Control)
CI	计算机联锁 (Computer Interlocking)
CM	受控人工驾驶模式 (Code Train Operating Mode)
DCS	数据传输系统 (Data Communication System)
DSU	数据库存储单元 (Database Storage Unit)
DTO	有人值守的全自动运行 (Driverless Train Operation)
EUM	非限制人工驾驶模式 (Emergency Unrestricted Train Operating Mode)
FAM	全自动运行模式 (Fully-Automatic Train Operating Mode)
FAO	全自动运行 (Fully Automatic Operation)
FAS	火灾自动报警系统 (Automatic Fire Alarm System)
FEP	前端处理器 (Front End Processor)
GoA	自动化等级 (Grade of Automation)
IBP	综合后备盘 (Integrated Backup Panel)
ISCS	综合监控系统 (Integrated Supervisory Control System)
LTE-M	地铁长期演进系统 (Long Term Evolution-Metro)
MTBF	平均故障间隔时间 (Mean Time Between Failures)
MTTR	平均修复时间 (Mean Time To Repair)
OCC	控制中心 (Operating Control Center)
PA	广播 (Public Address)
PED	站台门 (Platform Edge Door)
PIS	乘客信息系统 (Passenger Information System)
PSC	站台门控制系统 (PED System Controller)

PWM	脉冲宽度调制技术 (Pulse Width Modulation)
RAMS	可靠性、可用性、可维护性、安全性 (Reliability Availability Maintainability Safety)
RM	限制人工驾驶模式 (Restricted Train Operating Mode)
RTT	往返时延(Round-Trip Time)
SIL	安全完整性等级 (Safety Integrity Level)
SPKS	人员防护开关 (Staff Protection Key Switch)
TCMS	列车控制及管理系统 (Train Control and Management System)
UTO	无人值守的全自动运行 (Unattended Train Operation)
VMS	视频监视系统 (Video Monitoring System)
ZC	区域控制器 (Zone Controller)

3 系统总体要求

3.1 系统设备技术要求

- 3.1.1 全自动运行系统应以行车为核心，深度集成信号、车辆、综合监控、通信、站台门等多系统，并可根据运营管理模式配置操作/监视工作站的数量和功能设置，以满足全自动运行整体需求。
- 3.1.2 全自动运行系统应满足 GoA4 自动化等级及降级运行的运营管理、行车组织、乘客服务、系统维护等功能要求。
- 3.1.3 全自动运行系统设备性能及配置应满足控制中心一级指挥的行车组织要求，尽量减少因系统设备故障造成列车在区间的滞留时间。
- 3.1.4 全自动运行系统应按线路最大行车能力要求设计，允许通过采用不同运行间隔、运行交路，改变列车编组等方式混合运行，以便适应实际客流需求。同等线路条件下，全自动运行系统的设计能力应达到并优于非全自动运行系统。
- 3.1.5 全自动运行系统应设置备用控制中心，主用控制中心与备用控制中心的信号系统、综合监控系统应互为冗余热备；通信、PIS 系统宜互为冗余热备；主/备中心控制权的转换不能导致 UTO 运行模式降级。
- 3.1.6 全自动运行相关的信号、车辆、综合监控、站台门、通信等系统或其中的安全功能应进行独立第三方安全评估（含可靠性、可用性、可维护性）。
- 3.1.7 列车不设置驾驶室及司机室侧门，但应设置隐藏式应急驾驶台。
- 3.1.8 正线宜具备双向全自动运行功能，车辆基地自动化区域应具备双向全自动运行功能。
- 3.1.9 全自动运行系统应实时监视列车运行状态，遇异常情况立即报警，提示行车人员关注并启动相应联动机制，实现行车组织的全过程、全覆盖、闭环管理。
- 3.1.10 全自动运行系统应具备设备状态实时监测、故障自动诊断、报警及故障自愈、应急处置，保障系统运行安全可靠、方便维修、经济合理。
- 3.1.11 全自动运行系统的 RAMS 指标应高于非全自动运行系统，关键系统设备应采用多重冗余技术，减少设备故障对运营的影响。
- 3.1.12 全自动运行系统的各项单体设备应实时、按时间顺序记录全部收、发命令和状态报文，包括报文发送/接收设备的源/目标地址、命令内容、信息内容及其时间等。

3.1.13 当设备发生影响行车故障时，系统应按照故障的类型、影响范围及其严重性，立即将故障信息推送到控制中心（维修调度工作站、行车调度工作站等）及设备所对应的车站管理工作站，并根据相应报警等级发出视觉和/或听觉告警。

3.1.14 所有可降级操作设备均应具备远程和现地人工控制功能，各级操作记录应完整、清晰。

3.2 系统组成

全自动运行系统构成如图 3.2 所示。

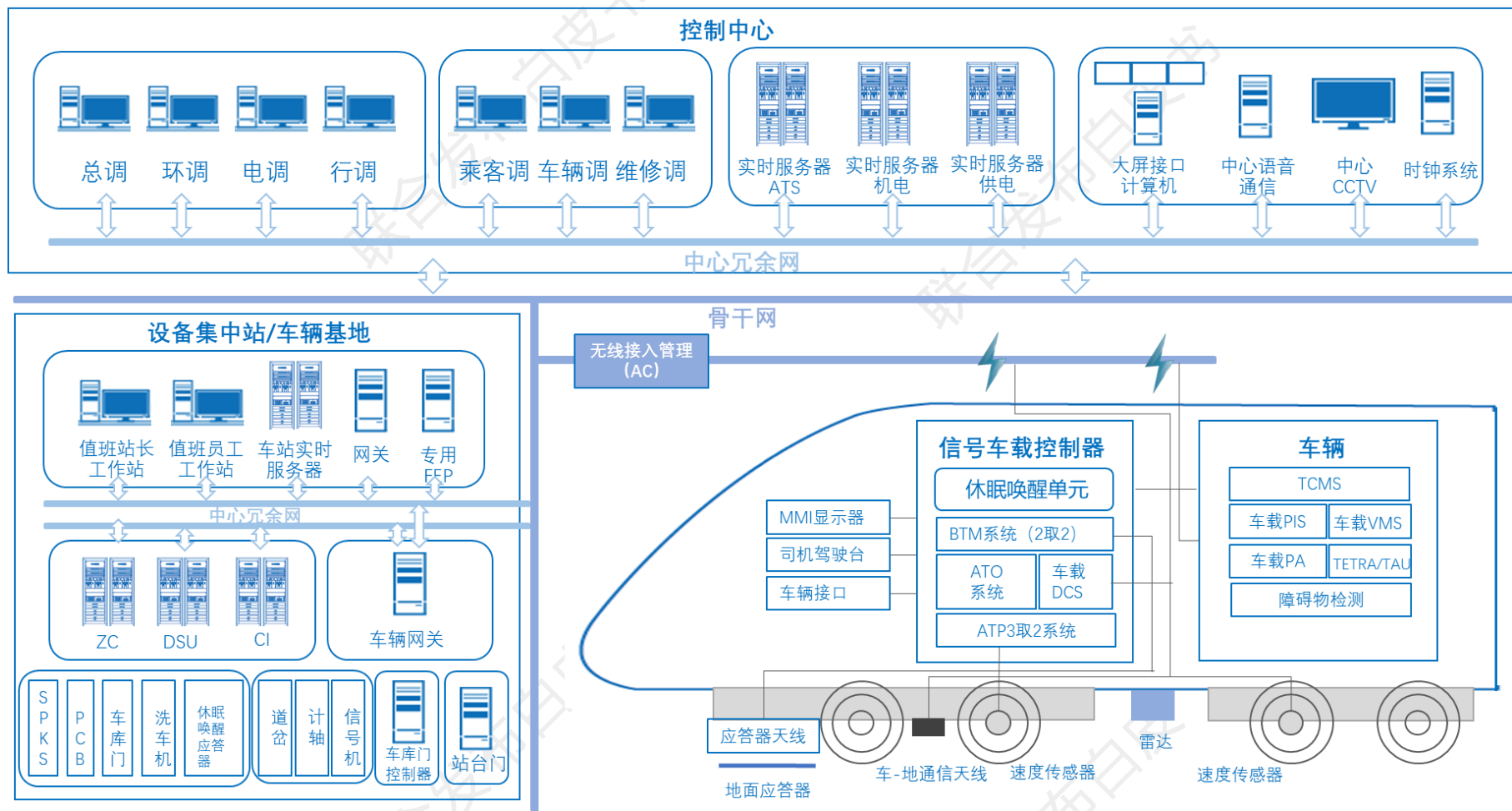


图 3.2 全自动运行系统架构示意图

3.3 系统主要功能

- 3.3.1 全自动运行系统应自动实现列车唤醒/休眠、库内发车、场内/区间运行、站台停车、站台发车、站台清客（回场/段列车清客完成系统应在人工确认后发车）、折返、回库、洗车等正常作业，实现列车运行防护、控制运行。
- 3.3.2 全自动运行系统应具备对于列车火灾、站台/区间火灾、异物入侵、接触轨紧急停电等应急事件信息的自动处理功能。
- 3.3.3 全自动运行系统应具备列车内/外部、站台的视频监视功能，遇异常立即联动视频监控设备并将信息上传至控制中心。
- 3.3.4 全自动运行系统控制中心应具备远程车辆监控及乘客服务功能。
- 3.3.5 全自动运行系统宜具备全自动运行模式（FAM）、蠕动模式（CAM）、自动防护下的人工驾驶模式（CM）、ATP 防护下的自动驾驶模式（AM）、限制人工驾驶模式（RM）、非限制人工驾驶模式（EUM）。
- 3.3.6 全自动运行系统应能以计划运行图为基础，根据首/末车经停车站及时间，程序化控制车站基础服务设施及区间照明、通风等设备，实现全自动综合控制。
- 3.3.7 全自动运行系统应能实时监测车辆、信号等系统设备的状态，统计、分析、评估系统运行情况，并根据统计分析结果，向设备使用、维修部门给出设备使用、维修维护建议，以便实现综合运维一体化管理。
- 3.3.8 全自动运行系统宜实现列车快速自动解编/联挂功能，支持灵活编组和紧急救援运营模式。
- 3.3.9 全自动运行系统基本功能应符合《城市轨道交通全自动运行系统规范》的相关要求，全自动运行系统增加主要功能见表 3.3-1 所示。

表 3.3-1 全自动运行系统增加主要功能列表

列车运行基本功能要求		GoA3	GoA4
列车驾驶与监控	唤醒	系统	系统
	休眠	系统	系统
	列车蠕动模式运行	人工或系统	系统
	进站停车	系统	系统
	跳跃对位	人工或系统	系统
	列车状态远程监控	系统	系统
	车辆制动系统故障处理	人工或系统	系统
	列车紧急制动缓解	人工或系统	系统
	远程紧急制动与缓解	人工或系统	系统
	故障远程复位	人工或系统	系统
运营管理与监督	早间上电	系统	系统
	出库	系统	系统
	进入正线服务	系统	系统
	停止正线服务	系统	系统
	回库	人工或系统	系统
	扣车	系统	系统
	跳停	系统	系统
	折返换端	系统	系统
	车辆基地内自动转线	人工或系统	系统
	雨雪模式	人工或系统	系统
	洗车	系统	系统
	清扫工况	系统	系统
监督乘客乘车	站台发车	系统	系统
	再关车门/站台门控制	人工或系统	系统
	清客	人工或系统	人工或系统
	车门站台门间隙防护	系统	系统
设备及自动化区域监测	障碍物检测	系统	系统
	SPKS 检测	系统	系统
	车辆检修按钮检测	系统	系统
	列车启动指示灯设置	系统	系统
	FAO 模式指示灯设置	系统	系统
紧急状态的检测与运行处置	紧急呼叫	人工或系统	系统
	紧急操作装置	系统	系统
	车辆火灾监控及系统联动	人工或系统	系统
	车站火灾监控及系统联动	系统	系统
	区间火灾监控及系统联动	系统	系统

列车运行基本功能要求		GoA3	GoA4
紧急状态的检测与运行处置	车门状态丢失处理	人工或系统	系统
	站台门状态丢失处理	系统	系统
	车门对位隔离站台门	系统	系统
	站台门对位隔离车门	系统	系统
	救援	人工	人工或系统
	区间疏散含逃生门管理（如有）	人工	人工或系统
注1：“系统”表示由FAO系统自动完成或经控制中心/站台相关人员确认后联动完成的功能； “人工”表示为需要运营工作人员完成或应急处置完成的功能。 注2：“或”表示FAO系统具备两种处理方式，具体处理方式可选。			

3.3.10 全自动运行系统各驾驶模式下的功能需求见表 3.3-2 所示，具体可根据运营需求配置。

表 3.3-2 全自动运行系统各驾驶模式下的功能需求表

功能场景	功能列表	FAM	CM	AM	CAM	RM
出库	轮径校正惰行通过功能	√	×	√	×	×
出库	轮径校正功能	√	√	√	√	√
车门故障隔离站台门	车门故障隔离站台门	√	√	√	×	×
站台门故障隔离车门	站台门故障隔离车门	√	√	√	×	×
折返换端	远程换端	√	×	×	√	×
使运行列车停车	远程施加和缓解紧急制动	√	√	√	√	×
休眠	远程休眠	√	×	×	×	×
休眠	本地休眠	√	√	√	√	√
洗车	自动洗车	√	×	×	×	×
洗车	人工洗车	×	√	×	×	√
车辆火灾	响应火灾报警	√	×	×	√	×
紧急操作装置	响应紧急操作装置	√	站台区域	站台区域	√	×
清客	响应站台清客按钮	√	×	×	×	×
远程控制	响应停放制动（施加和缓解）	√	×	×	×	×
清客	响应远程清客指令	√	×	×	×	×
清客	响应远程清客确认（远程关门）	√	×	×	×	×
再关门控制	响应远程关门指令	√	×	×	×	×
出库/回库	库内运行（待命工况/警示/场/段内运行工况指令）	√	×	×	×	×
进站停车	SPKS 开关	√	√	√	√	×

功能场景	功能列表	FAM	CM	AM	CAM	RM
进站停车	退行防护	√	√	√	√	√
进站停车	跳跃	√	×	×	√	×
唤醒	保持制动输出	√	×	×	×	×
远程控制	远程关门	√	×	×	×	×
唤醒	静态/动态测试	√	×	×	×	×
故障复位控制	响应远程复位（车辆）	√	×	×	√	×
障碍物脱轨检测	障碍物/脱轨检测	√	×	×	×	×
清扫	响应清扫工况	√	×	×	×	×
跳停	跳停广播	√	√	√	×	×
雨雪模式	雨雪模式功能	√	×	×	√	×
远程控制	远程打开关闭照明	√	×	×	×	×
出库	车库门联锁	√	√	√	√	√
轧道车	轧道车运行	×	√	√	×	√
进入正线服务/停止正线服务	响应进入正线服务工况/停止正线服务工况	√	×	×	×	×
故障报警	向控制中心汇报故障报警信息	√	√	√	√	×
进站停车	车载 VOBC 与 ATS 通信故障处理	√	×	×	√	×
折返换端	折返进路转通过进路	√	√	√	×	×
折返换端	通过进路转折返进路	√	√	√	×	×
折返换端	站前开门折返	√	√	√	×	×
故障复位控制(旁路)	响应远程旁路（车辆）	√	×	×	×	×
车门状态丢失	车门状态丢失不切牵引	√	×	×	×	×
车辆制动系统故障	制动力故障汇报	√	√	√	√	×

功能场景	功能列表	FAM	CM	AM	CAM	RM
车站火灾	响应车站火灾	√	×	×	×	×
车门外指示灯	车门外指示灯	√	×	×	√	×
远程升降受电弓、合断主断路器	远程升降受电弓、合断主断路器	√	×	×	×	×

3.4 系统设备性能

3.4.1 安全性

- 1 全自动运行系统采用技术手段代替非全自动运行系统的司机人工判断、人工控制和人工管理，更好地形成闭环控制，利于消除人工误动和误操作而影响行车甚至引发行车安全事故。
- 2 当全自动运行系统因 GoA4 级新增功能而带来新增风险点时，应根据《GB/T 32588 轨道交通自动化的城市轨道交通(AUGT)安全要求》的相关要求，对自动运行系统新增功能而带来新增风险点进行评估，并制定针对性的安全保障措施。
- 3 系统应为 GoA1~GoA4 控制等级提供超速防护，以确保列车的实际速度不会超过列车自动防护最高限制速度。列车自动防护最高限制速度应综合移动授权、永久限制速度、临时限制速度以及施加在列车上的任何永久或临时限速。
- 4 所有涉及行车安全的系统设备及其功能应具备独立第三方安全认证机构提供的产品和工程应用安全授权，不因系统设计缺陷、设备故障或错误操作，导致危及行车安全。
- 5 系统安全手册内容应完整、详实、清晰地阐述系统运行及人工介入系统操作的边界条件，即在保证系统正常运行的车、轨、电及限界的外界条件下，不因系统故障、人工误操作，造成行车安全事故；也不因系统故障安全防护功能缺失，人工安全操作的边界条件不清晰，造成误解和误操作而影响行车甚至引发行车安全事故。
- 6 全自动运行区域实施封闭式管理
 - 1) 站台门系统应防止车站人员及异物侵入站台轨行区。
 - 2) 车辆基地全自动运行区采取物理隔离保证行车安全。
 - 3) 工作人员进入站台轨行区、区间或车辆基地全自动运行区域需要激活人员防护开关，保证进入人员的安全。
- 7 为保证人员的乘降安全，系统应监控车门与站台门之间间隙，以防范人员夹入车门与站台门间隙后动车对人产生伤害。
- 8 系统宜配置车载和/或轨旁障碍物监测系统，遇全自动运行区域有人、物侵入限界，应立即报警，并控制列车紧急制动停车保证安全。
- 9 涉及行车安全的各相关子系统其安全性能应满足表 3.4-1 中 SIL 等级的要求。

表 3.4-1 全自动运行系统 SIL 等级

序号	专业系统	子系统	SIL	
1	车辆	车门	SIL2	
		烟火报警	SIL2	
		乘客紧急呼叫	SIL2	
		障碍物/脱轨检测	SIL2	
		制动系统	常用制动	SIL2
			紧急制动	SIL4
		TCMS	SIL2	
牵引系统	SIL2			
2	信号	ATP	SIL4	
		CI	SIL4	
		计轴	SIL4	
		ATO	SIL2	
		ATS	SIL2	
3	站台门	PED 开闭及防夹	SIL2	
4	车库门	车库门	SIL2	
5	综合监控	ISCS	SIL2	

10 信号系统的安全功能分配见表 3.4-2 所示。

表 3.4-2 信号系统功能分配表

序号	功能	ATS	CI	ATP	ATO	DCS	MSS
1	列车自动防护						
1.1	确定轨道占用信息*		√	√			
1.2	列车追踪间隔控制*			√			
1.3	生成信号机强制命令*			√			
1.4	列车自主测速定位*			√			
1.5	列车轮径校正*			√			
1.6	驾驶模式和运行级别			√	√		
1.7	列车安全制动模型计算*			√			
1.8	列车超速防护*			√			
1.9	退行防护*			√			
1.11	故障处理*	√	√	√	√	√	√
1.12	列车完整性监督*			√			
1.13	管理临时限速*	√		√	√		
1.14	双向运行*	√	√	√			
1.15	后备模式*		√	√			
1.16	管理数据库版本*			√	√		
1.17	列车休眠	√		√			

序号	功能	ATS	CI	ATP	ATO	DCS	MSS
1.18	列车唤醒	√		√			
1.19	CAM 模式运行*	√		√	√		
1.20	AM 模式运行*	√		√	√		
1.21	特殊区域运行*		√	√			
1.22	车门、站台门对位隔离		√	√	√		
2	列车自动驾驶						
2.1	列车自动驾驶启动*			√	√		
2.2	区间运行时间控制	√			√		
2.3	控制列车进站停车				√		
2.4	自动驾驶舒适度控制				√		
2.5	计算牵引和制动命令*				√		
2.6	列车节能运行	√			√		
2.7	列车折返*			√	√		
2.8	跳停*	√		√	√		
2.9	扣车*	√		√	√		
2.10	停车精度缓慢跳跃调整*			√	√		
2.11	自动洗车*	√		√	√		
3	联锁控制						
3.1	操作表示*		√				
3.2	进路控制*		√				
3.3	道岔控制*		√				
3.4	信号机控制*		√				
3.5	区间封锁*		√	√			
4	列车自动监控						
4.1	信息采集获取	√					
4.2	行车信息显示	√					
4.3	时刻表/运行图管理	√					
4.4	列车运用计划管理	√					
4.5	列车运行调整	√					
4.6	用户管理	√					
4.7	回放	√					
4.8	系统联动	√					
4.9	车辆信息监视	√		√			
4.10	列车运行图全程管理	√					
5	保护和辅助乘客						
5.1	管理列车车门*			√	√		
5.2	管理站台门*			√	√		
5.3	防护列车安全停靠站*			√	√		
5.4	授权驶离站台*			√	√		

序号	功能	ATS	CI	ATP	ATO	DCS	MSS
5.5	管理站台紧急关闭按钮*			√			
6	辅助列车运行						
6.1	设备上电自检			√	√		
6.2	设备自诊断			√	√		
6.3	车载设备日检			√	√		
6.4	车载设备监测			√			
6.5	向司机显示详细驾驶信息			√	√		
7	提供数据通信通道						
7.1	通信传输					√	
7.2	车-地双向通信					√	
7.3	网络数据记录					√	
7.4	网络管理					√	
8	提供维护监测						
8.1	数据采集和存储	√	√	√	√		√
8.2	维护管理	√	√	√	√		√
8.3	故障报警	√	√	√	√		√
8.4	统计与报表	√	√	√	√		√
8.5	设备信息管理						√
注：“*”表示安全功能。							

3.4.2 可靠性

1. 全自动运行系统 MTBF 计算参照下列公式：

$$\text{平均无故障时间(MTBF)} = \frac{\text{设备总使用时间}}{\text{故障总次数}} \quad \text{小时}$$

其中：

设备总使用时间 = 设备数量×指定时期内每个设备的平均使用时间；

故障总次数 = 指定时期内设备发生影响系统功能失效的故障总次数。

故障是指包括任何需要运营或维护人员提供协助（即非正常模式）以维持或恢复系统/设备运行的故障，所有假报警或指示错误也包括在内。外来因素引起的事故，例如外来电力中断，水淹或员工操作失误等，则不纳入计算。

2. 全自动运行系统可靠性应达到或优于以下指标：

- 1) 信号系统

- ATS 设备平均故障间隔时间：MTBF≥2.5×10⁴小时；

注：ATS 累计工作时间=统计期总小时数×正线、车辆基地、控制中心及备用控制中心 ATS 套数。

- 车载 ATP/ATO 设备平均故障间隔时间：MTBF $\geq 1.5 \times 10^5$ 小时；
注：ATP/ATO 车载设备累计工作时间=统计期天数 \times 日均开行列车数 \times 每列车单程运行时间 $\times 2$ 。

- ATP 地面设备平均故障间隔时间：MTBF $\geq 2.5 \times 10^5$ 小时；
注：

① ATP 地面计算机累计工作时间=统计期总小时数 \times 正线、车辆基地 ATP 地面计算机套数；

② 应答器累计工作时间=统计期总小时数 \times 正线、车辆基地应答器数；

③ LEU 累计工作时间=统计期总小时数 \times 正线、车辆基地 LEU 套数；

④ 交换机累计工作时间=统计期总小时数 \times 正线、车辆基地(含维修中心、培训中心)交换机数。

- CI 设备的平均故障间隔时间：MTBF $\geq 1.5 \times 10^5$ 小时；
注：联锁累计工作时间=统计期总小时数 \times 正线、车辆基地联锁套数。

- 计算机外围设备的平均故障间隔时间：MTBF $\geq 5 \times 10^4$ 小时；
注：计算机外围设备累计工作时间=统计期总小时数 \times 正线、车辆基地、控制中及备用控制中心计算机套数(含显示器、键盘、鼠标)。

- 电源设备的平均故障间隔时间：MTBF $\geq 10^5$ 小时；
注：电源屏累计工作时间=统计期总小时数 \times 正线、车辆基地、正线区间、控制中心及备用控制中心电源屏数。

- 计轴设备的可靠性要求：
正确的计轴数平均 $\geq 1 \times 10^9$ 轴；
无故障工作时间 $\geq 1.75 \times 10^5$ 小时。
注：计轴累计工作时间=统计期总小时数 \times 正线、车辆基地计轴区段数。

2) 车辆

- 运营服务故障：每列车平均无故障时间不少于 6000 小时；
注：运营服务故障是指列车不能继续维持商业运营或对商业运营造成较大影响的故障，包括：救援、掉线、未出库。

- 晚点故障：每列车平均无故障时间不少于 4500 小时；
注：晚点故障是指列车因故障在线路上停车时间大于 2 分钟，对商

业运行造成较大影响的故障。

- 碎修、列检故障：每列车平均无故障时间不少于 200 小时；
注：碎修、列检故障是指车辆运营中出现的车辆故障及检修人员检查中发现的故障。

3) 通信系统

- LTE-M 承载列车控制业务时，在单点故障情况下，应能保持网络通信正常；
- LTE-M 系统平均故障间隔时间： $MTBF \geq 8 \times 10^4$ 小时；
- 传输系统平均故障间隔时间： $MTBF \geq 1.7 \times 10^5$ 小时；
- 专用电话系统平均故障间隔时间： $MTBF \geq 1.7 \times 10^5$ 小时；
- 视频监视系统平均故障间隔时间： $MTBF \geq 5 \times 10^4$ 小时；
- 广播系统平均故障间隔时间： $MTBF \geq 1 \times 10^4$ 小时。

4) 综合监控系统

- 综合监控系统平均故障间隔时间： $MTBF \geq 1 \times 10^4$ 小时。

5) 站台门

- 站台门系统平均无故障次数应不小于 100 万次开闭；
- 站台门系统的运行强度应符合每天运行 20 小时，每 90 秒开/关 1 次，常年连续运行的条件。

3.4.3 可用性

1. 地面系统配置的轨旁设备布置，应有助于列车定位、升级及系统恢复。
2. 为了提高全自动驾驶环境下的车载设备远程控制和管理，提高设备的可用性，还应支持远程车载设备恢复。
3. 系统应采取必要的冗余设计，以满足下列要求：

1) 信号系统

- 信号系统的可用性应不小于 99.98%；
- 车载信号设备故障率：应小于 1 次/万列公里，即因车载信号设备故障导致的紧急制动不应大于或等于 1 次/万列公里；
- 信号系统设备操作成功率须达到 99.95%/日；
- 列车在站台停车精度 ± 0.3 米范围的概率不小于 99.99%；
- 列车在站台停车精度 ± 0.5 米范围的概率不小于 99.9998%；
- 无人自动折返的成功率不低于 99.99%；
- 列车因信号系统原因产生非期望的紧急制动须小于 0.8 次/万列公

里。

其中：

- ① 信号系统可用性为各子系统（ATS 设备、计算机外围设备、联锁设备、电源设备、ATP/ATO 地面设备、ATP/ATO 车载设备、DCS 设备、计轴设备）可用性的乘积。

$$\text{信号系统可用性} = \frac{MTBF}{MTBF + MTR} \times 100\%$$

- ② 设备故障是指造成信号系统的功能（技术文件中规定的系统应具备的功能）失效的故障。

设备故障率按下式计算：

$$\text{设备故障率} = \frac{\text{设备故障次数}}{\text{行车里程}} \times 10^4$$

- ③ 设备操作成功率按下式计算：

$$\text{设备操作成功率} = \frac{\text{总天数} \times \text{每日操作次数} - \text{设备操作失败次数}}{\text{总天数} \times \text{每日操作次数}} \times 100\%$$

注：操作包括进路排列、开/关车门、ATO 启动、自动折返等

- ④ 列车停车精度在 $\pm 0.3m$ 按下式计算：

$$\text{停车精度} \pm 0.3m \text{ 的正确率} = \frac{\text{总停车次数} - \text{停车精度在} \pm 0.3m \text{ 范围外的次数}}{\text{总停车次数}} \times 100\%$$

- ⑤ 列车精度在 $\pm 0.5m$ 的正确率按下式计算：

$$\text{停车精度} \pm 0.5m \text{ 的正确率} = \frac{\text{总停车次数} - \text{停车精度在} \pm 0.5m \text{ 范围外的次数}}{\text{总停车次数}} \times 100\%$$

- ⑥ 列车到达折返站能可靠实现自动折返（即不出现自动折返故障）的正确率按下式计算：

$$\text{自动折返正确率} = \frac{\text{总折返次数} - \text{自动折返不成功次数}}{\text{总折返次数}} \times 100\%$$

- ⑦ 非期望的紧急制动率按下式计算：

$$\text{非期望紧急制动率} = \frac{\text{非期望紧急制动次数}}{\text{行车里程}} \times 10^4$$

2) 车辆

- 全自动运行线路的列车服务可靠度应不低于 200 万车公里/次；
- 车辆系统故障率：因车辆故障造成 2 分以上晚点事件次数应低于 2 次/百万车公里；
- FAM 模式降级频率，即以 FAM 模式运行的运营里程总和与发生

FAM 模式降级的次数之比不低于 20 万公里/次。

3) 通信

- LTE-M 系统的可用性应不小于 99.99%;
- 传输系统可用性应不小于 99.999%;
- 专用电话系统可用性目标应不小于 99.999%;
- 视频监视系统可用性应不小于 99.99%。

4) 综合监控系统

- 综合监控系统可用性指标应不小于 99.98%。

5) 站台门

- 站台门系统可用性指标应不小于 99.99%。

3.4.4 实时性

1. 信号系统

- 1) 设备状态变化至 ATS 控制中心的显示时间应小于或等于 1 秒。
- 2) 控制命令的反应时间, 即命令发出至被控系统开始执行的时间应小于或等于 1 秒。
- 3) 监视器画面调用的响应时间小于或等于 1 秒, 键盘响应时间应小于或等于 0.5 秒。
- 4) 列车占用与空闲检测的应变响应时间应小于或等于 1 秒。
- 5) 车载信号设备自接收地面信息至完成处理的时间应小于或等于 0.75 秒。
- 6) 当车载信号设备识别到系统故障时, 应立即发出紧急制动命令, 且延时应小于或等于 0.75 秒。

2. 车辆

- 1) 在超员情况下, 在平直干燥轨道条件下, 车轮半磨耗状态、额定网压时, 平均加速度满足下列要求:
 - 列车从 0 加速到 40km/h: $\geq 1.0\text{m/s}^2$;
 - 列车从 0 加速到 80km/h (或 100km/h): $\geq 0.6\text{m/s}^2$ 。
- 2) 在超员情况下, 在平直干燥轨道条件下, 车轮半磨耗状态, 列车在最高运行速度 80km/h (或 100km/h) 时, 从给制动指令到停车时的平均减速度满足下列要求:
 - 平均全常用制动减速度 (80km/h 或 100km/h~0 包括响应时间): $\geq 1.0\text{m/s}^2$;
 - 平均紧急制动减速度 (80km/h 或 100km/h~0 包括响应时间):

$\geq 1.2\text{m/s}^2$ 。

- 3) 当制动缸达到 90%满负载压力的紧急制动响应时间(包括空走时间和增压时间)： ≤ 1.6 秒

3. 通信

- 1) 传输系统的保护倒换包括了业务通道及其接口,系统自愈时间均小于 50 毫秒。

- 2) LTE 车地无线通信主要参数:

- LTE 车地无线通信的端对端的最大传输时延 $\text{RTT} \leq 300$ 毫秒;
- LTE 车地无线网络切换平均时延 < 150 毫秒;
- LTE 承载 CBTC 系统数据传输始终满足平均传输时延 ≤ 150 毫秒;
- LTE 承载紧急文本下发的传输时延总小于 300 毫秒;
- LTE 承载的 VMS 和 PIS 数据在运行过程中视频效果不低于 4 级要求;
- LTE 承载的列车状态信息业务传输带宽保持在 100kbps, 延时小于 150 毫秒。

- 3) 车地间采用基于无线通信技术的传输方式时,在最高列车运行速度小于 120km/h 条件下,其实现的主要控制指标如下:

- 95%概率条件下车地通信单网络的越区切换时间应在 100 毫秒以内;
- 车地通信经有线和无线网络传输延迟时间应小于 150 毫秒;
- 车地通信每列车信息的传输速率不应低于 1Mbps;
- DCS 骨干网应采用双向自愈的环形拓扑结构,应保证环网中一个节点故障后重新配置时间小于 50 毫秒;
- 整车应实现无缝切换;
- 车地通信的报文周期应小于或等于 1 秒,允许车地通信中断的时间小于或等于 5 秒。

4. 综合监控

- 1) 设备状态更新时间 ≤ 2 秒,状态更新是指从综合监控系统与外部接入系统的接口收到数据开始,到综合监控人机界面更新完该数据为止所经历的时间。
- 2) 现场设备的控制时间 ≤ 2 秒,控制时间是指从操作员在工作站上发出控制执行命令开始、到该控制命令发到被控设备的外部接口为止所经历的时间。

- 3) 操作员工作站上画面调用响应时间 ≤ 1 秒。电力监控系统的遥信事件分辨率(SOE): 站内 ≤ 10 毫秒, 站间 ≤ 15 毫秒。
- 4) 双机自动切换时间: 主干网络切换或自愈时间 ≤ 500 毫秒; 前置处理机的双机的切换时间 ≤ 1 秒; 冗余服务器的双机的切换时间 ≤ 2 秒。

5. 站台门

- 1) 站台门系统每 90 秒开/关 1 次, 常年连续运行的条件。
- 2) 滑动门开启时间: 2.5 ± 0.1 秒 \sim 3.5 ± 0.1 秒范围内可调。
- 3) 滑动门关闭时间: 3.0 ± 0.1 秒 \sim 4.0 ± 0.1 秒范围内可调。
- 4) PSC 接受命令至站台门动作时间 ≤ 0.3 秒。
- 5) 门关闭且锁紧信号反馈到 PSC 的时间 ≤ 0.3 秒。

3.4.5 可维护性

系统的可维护性是衡量系统的可修复(恢复)性和可改进性的难易程度。是指在系统发生故障后能够排除故障予以修复, 并回到正常运行状态的可能性。

1. 信号系统

- 1) 车载设备的平均故障修复时间: $MTTR \leq 0.5$ 小时。
- 2) 控制中心设备的平均故障修复时间: $MTTR \leq 0.75$ 小时。
- 3) 车站设备的平均故障修复时间: $MTTR \leq 0.75$ 小时。
- 4) 轨旁设备的平均故障修复时间: $MTTR \leq 4$ 小时。
- 5) 车地通信设备的平均故障修复时间: $MTTR \leq 0.5$ 小时。

2. 车辆

- 1) 在线修可更换单元的更换时间不超过 0.5 小时。
- 2) 不需要抬车的修复作业的 $MTTR \leq 4$ 小时(包括故障诊断、更换故障件以及调试至可正常工作状态)。
- 3) 需要抬车的修复作业的 $MTTR \leq 6$ 小时(包括故障诊断、更换故障件以及调试至可正常工作状态, 假定已完成抬车)。

3. 通信系统

- 1) LTE-M 系统平均故障修复时间: $MTTR \leq 0.5$ 小时。
- 2) 传输系统平均故障修复时间: $MTTR \leq 0.5$ 小时。
- 3) 专用电话系统平均故障修复时间: $MTTR \leq 0.2$ 小时。
- 4) 视频监视系统平均故障修复时间: $MTTR \leq 4$ 小时。

4. 综合监控系统

综合监控系统平均修复时间 ($MTTR$) ≤ 0.5 小时。

3.4.6 系统设计能力

在车辆及线路条件满足的情况下，系统设计能力应达到或优于以下指标：

1. 信号系统

1) 全自动运行系统运行能力：

- 正线列车设计追踪间隔小于等于 90 秒的要求；
- 交路折返站最小折返间隔满足 2 分钟运营间隔的要求；
- 列车出入段/场的最小间隔时间满足 2 分钟运营间隔的要求。

2) 在市域快线的运行组织中，对于快慢线运行，或同区段内前后列车追踪或越行运行的最小间隔，可作特殊计算规定。

2. 综合监控系统

1) 监控容量应满足全线范围内的正线线路、车站、停车场的建设规模，且还应预留 30% 的余量。

2) 系统软件应是模块化设计，单个模块故障不应引起数据的丢失和系统的瘫痪，应具备雪崩处理能力。

3) 软件及硬件必须预留一定的可扩展空间，如数据库容量的扩展、服务器的硬件工作能力的扩展、网络流量的扩展能力、子系统接口的扩展能力、增加车站数量的扩展能力、增加服务器或工作站数量的扩展能力等。

4 基础设施配置

4.1 一般要求

- 4.1.1 全自动运行线路的基本设施应满足行车组织、客运服务、生产管理的要求，需满足正常、异常、故障和应急情况下的各种可能运行场景的运营需求。
- 4.1.2 全自动运行线应为全封闭式线路，全自动运行区域与非全自动运行区域应有隔离措施。
- 4.1.3 全自动化运行区域应配备完善的客运服务、视频监视系统，必要时与列车自动控制系统联动，保证列车安全运行和乘客、维修人员等人身安全。

4.2 线路设施及车辆基地

4.2.1 正线

1. 作为运营交路车站的配线应具备停放列车和检修作业必要的检修通道。
2. 正线配线宜间隔 3 或 4 站设置一条停车线，以满足全自动运行工况下，故障应急处置需求，减少对运营秩序的影响。
3. 正线停车股道、停车线应配置维修人员通道及其必备的维修服务设施，如：电源、通话、视频监视。
4. 供电分区的划分应考虑供电分区异常导致列车不能正常通过时，可利用车站配线折返组织临时列车运行交路。
5. 针对同时间、同方向存在 3 列（含）以上列车运行的长大区间，宜在区间中部或相邻车站站端设置配线，以便在区间堵塞时，组织列车尽快离开区间。
6. 针对全自动运行系统故障列车救援联挂或推送的方式，配线设置应尽可能减少救援时列车转线次数。
7. 全自动运行线路的起终点、交路折返点设置的配线需实现列车自动折返、自动换端功能。
8. 全自动运行线路沿线设置的停车线，需满足临时自动折返、自动增减列车、故障列车救援、故障列车停放、驾驶模式转换（需用于降级运行）等功能。
9. 站台外部道岔与站台端部应留有一定的安全距离，以保证列车在站台进行跳跃作业的安全。
10. 全自动运行线路与非全自动运行线路的线间联络线，宜纳入非自动运行区控制。
11. 全自动系统模式下，应提升区间疏散能力和系统配置，如提升区间照明照度、疏散指示标识设置密度和智能化要求、增设区间广播等。

4.2.2 车辆基地

1. 车辆基地应设置自动化区域和非自动化区域。自动化区域包括：停车列检库、牵出线、洗车线及其咽喉区线路；非自动化区域包括：大架修库、定临修库、试车线、不落轮镟库、工程车库、调车机车库等。月检库设置可根据当地运营单位管理模式，纳入自动化区域或非自动化区域。
2. 车辆基地自动化区域与非自动化区域之间应设置转换区域，以保障线路正常运营秩序及运营作业人员安全。转换区域可利用车辆基地牵出线或设置专用线路，实现列车运行控制模式转换。转换区域的两端应设置步梯，以便于人员乘降。
3. 若停车列检库股道为双列位形式，两列位之间距离按照系统特性进行设计，宜不大于 20 米。
4. 每个停车列位宜两端设置登乘步梯，步梯位置按照两端头车厢第一个车门设置。
5. 车辆基地停车列检库应划分区域，区域设置宜每两股道设置为一个防护分区。各防护分区间应设置物理隔离，分区之间应设置专用检修通道，检修通道可采用贯通式地下通道或架空通道或库后平交道贯通方式。
6. 停车库内各防护分区的出入口处应设有门禁(ACS)或人员防护开关(SPKS)，并设置不同权限，以控制不同工作性质的人员进出。
7. 车辆基地的出入线宜采用八字线或具备向正线两方向发车的配线形式，以利于多进路连续接发车，充分发挥全自动系统运行效率。
8. 试车线宜靠近非自动化区域布置，避免调车作业跨过自动化区域；试车线长度宜满足车辆和车载设备所有功能及线路最高限制速度试车要求。
9. 洗车线纳入到自动化区域，宜采用贯通式布局，当用地条件不能满足时，可采用尽端式或八字往复式布局。
10. 停车列检库库线的长度设计应考虑全自动运行系统在唤醒后动态测试时所需的安全防护距离。
11. 转换区域线路的长度设置应满足列车升级为全自动运行模式的要求。

4.3 站台

4.3.1 站台客运服务

1. 车站各站台客运服务设施应集中设置，设置数量宜与列车编组数量相匹配。
2. 集中设置的服务设施应包括旅客乘车信息终端、时钟、紧急对讲装置、站台紧急关闭按钮、轮椅乘降踏板等。

3. 站台集中设置处应有明显的标识，便于站台候车乘客瞭望寻找。

4.3.2 车站行车设施

1. 站台紧急关闭按钮

- 1) 各站台应设置紧急关闭按钮，每一侧站台设置不少于 3 处。紧急关闭按钮应为红色外形醒目，易于识别和操作。
- 2) 紧急关闭按钮应具备防误碰设计，以保障正常操作。
- 3) 紧急关闭按钮旁应设置操作警示，避免乘客误动。

2. 站台门

- 1) 各站台应配备站台门，隔离站台与轨行区。
- 2) 应具有车门与站台门之间异物检测措施并与信号系统进行联动。
- 3) 列车与站台门间的间隙应满足规范要求，不应影响乘客乘降安全。
- 4) 对于有大小编组混运的车站，站台门上方宜具备提示站台门信息显示功能，确保在站台门故障或大小编组混运时，为乘客提供引导信息。
- 5) 对于有大小编组混运的车站，应在不同编组端部位置设置现地应急操作盘，方便车站人员操作站台门。其中车站中间设置的现地应急操作盘宜与车站站台紧急关闭按钮集中设置。

3. 现地应急操作盘

- 1) 各站台应设置现地应急操作盘。操作盘宜安装在兼顾作业和瞭望站台的位置。
- 2) 现地应急操作盘应包括以下内容：
 - 站台门互锁解除；
 - 人工打开/关闭站台门开关；
 - 站台紧急关闭按钮；
 - 站台清客按钮；
 - 列车运行静/动态指示灯；
 - 同步打开/关闭车门和站台门；
 - 门允许指示灯；
 - 操作无效报警；
 - 站台门门体试灯按钮；
 - 对讲机等。
- 3) 同步打开或关闭车门和站台门操作只有在“门允许”指示灯点亮的情况下有效，否则操作无效。

4.4 列车监控

4.4.1 紧急对讲装置

1. 各节车厢至少配置两套紧急对讲装置，其安装位置宜选择在车体的两侧且车门附近，并应有明显的标识，便于乘客瞭望寻找及操作。
2. 紧急对讲功能激活后，可通过该装置与控制中心乘客调度或客运服务中心直接对话，紧急对讲内容应被录音，同时联动并推送/上传车载视频监视图像。
3. 视频监视装置应实时推送其视频图像直到通话终止。

4.4.2 紧急操作装置

1. 各节车厢应设置不少于两处紧急操作装置，安装位置宜与紧急对讲装置集中设置。
2. 紧急操作装置应为红色，外形醒目，易于识别和操作。
3. 紧急操作装置应进行防误碰设计，并应设置操作警示，避免乘客误动。

4.4.3 视频监视装置

列车配置视频监视高清摄像机要求如下：

1. 各节车厢内部应设置至少两个高清摄像机，安装位置应保证图像采集时无盲区、无死角，同时保证所有乘客报警、紧急操作装置激活、火灾、车门动作等清晰可见。
2. 两个端部车厢区域内应分别设置照射车外列车运行方向和车内驾驶室操作区域的高清摄像机；该高清摄像机应具有红外功能，图像具有高清晰度；对外方向应满足列车运行前方外部区域、列车运行轨道路面的监视；对内方向应能够全视角清晰监视应急驾驶室的人工操作动作。
3. 列车两个端部车厢外部高清摄像机对向设置，分别监视列车侧向后方乘客的乘降情况以及车门、站台门的关闭状态。
4. 列车视频监控系统应具备将相关显示信息应保证可同步上传至控制中心，并具备录像存储及回放功能。

4.4.4 应急驾驶台

1. 驾驶台用于系统故障或特殊工况下，人工介入系统控制，由 UTO 运行模式、DTO 运行模式降级至人工驾驶模式，控制列车运行。
2. 列车现地控制仍是故障运行或紧急工况运行的基本保障，驾驶台配置应不少于以下内容：
 - 1) 钥匙开关（ON/OFF）；
 - 2) 方向手柄（向前/0/向后）；

- 3) 主控制手柄（牵引/惰行/制动）；
 - 4) TCMS 显示器；
 - 5) 信号车载显示器；
 - 6) 视频监视触摸屏；
 - 7) 驾驶模式选择开关（FAM、CM、AM、RM、EUM）
 - 8) 确认按钮；
 - 9) 门控开关；
 - 10) 门选开关；
 - 11) 车辆/设备状态指示；
 - 12) 列车救援联挂开关等；
 - 13) 驾驶台在 DTO、UTO 运行时可通过防护罩等形式进行隐藏，防护罩应采用机械锁闭，避免乘客误触碰。
3. 驾驶台应配置带锁闭机构的封闭防护罩板，防护罩板的安装形式应保障列车运行中打开后不会自行落下，以避免因此干扰人工操作。
 4. 驾驶台封闭防护罩板应具备相应行程开关，在罩板开启时将相关信息（报警和对应摄像机影像）上传至控制中心。

4.5 系统工作终端

全自动运行系统的监控终端数量、配置地点及配置方式应满足集中化管理模式的要求，具体内容如下：

4.5.1 控制中心

全自动运行系统应强化控制中心功能，集中各相关专业，实现以行车为核心的综合自动监控模式，控制中心应至少配备如下监控终端：

1. 中心总调度员/行车调度员操作工作站；
2. 中心环境及防灾调度员操作工作站；
3. 中心电力调度员操作工作站；
4. 中心乘客调度员操作工作站；
5. 中心车辆管理调度员操作工作站；
6. 中心维修调度员操作工作站；
7. 运行图显示工作站；
8. 时刻表/运行图编辑工作站等。

4.5.2 车站

在控制中心故障或客运紧急状况下，车站负责执行现地操作控制列车运行。

车站的监控终端可按以下要求配置：

1. 车站值班站长操作工作站；
2. 车站值班员操作工作站；
3. IBP 操作盘等。

4.5.3 车辆基地

全自动运行系统车辆基地的车辆基地监控室不但作为车辆维护、调车等作业的基地，而且应完成运营列车的全自动进出段控制和列车管理。备用控制中心，可与车辆基地调度室合设。车辆基地监控室宜配备：

1. 车辆基地/停车场值班员操作工作站；
2. 车上值守人员派班终端；
3. 供电值班员工作站；
4. 机电值班员工作站等。

若与备用控制中心合设，应配备备用控制中心相应设备。

4.5.4 备用控制中心

1. 中心总调度员/行车调度员工作站；
2. 中心环境及防灾调度员工作站；
3. 中心电力调度员工作站；
4. 中心乘客调度员工作站；
5. 中心车辆管理调度员工作站；
6. 中心维修调度员工作站；
7. 运行图显示工作站；
8. 时刻表/运行图编辑工作站。

5 运营管理模式

5.1 一般需求

- 5.1.1 全自动运行系统应支持先进的运营管理模式，最大程度地实现行车指挥和列车运行自动化。在系统正常运行的工况下，做到无需人工介入操作和监控，以便降低行车管理人工成本。
- 5.1.2 系统控制应基于行车计划运行图，以行车为主线关联列车运行基础设施及客运服务设备设施作业流程，实现列车及相关服务设备综合自动控制，降低电能消耗和设备运行成本。
- 5.1.3 系统应支持灵活的行车组织，便捷的客运服务及维护管理，更好地达到安全、高效、便捷、经济运输的目的。
- 5.1.4 系统应根据故障类型、等级、地点以及对行车影响范围，向相关监控人员提供处理方案，以便最大程度减少故障对运营的影响。
- 5.1.5 遇客运发生异常情况时，应允许人工介入操作且不中断系统正常运行，如：遇突发客流变化，工作人员可进行站台门开/关等现地操作。
- 5.1.6 车辆基地自动运行区调度指挥应纳入控制中心统一管理，可根据具体作业需要，转换为车辆基地调度中心 DCC 管理。
- 5.1.7 全自动运行系统应保证全自动运行与非全自动运行模式转换的安全、有序。
- 5.1.8 全自动运行系统明确 UTO 为正常运用等级，并根据运营需要具备必要的降级运行模式，降级运营应尽量减少对运营秩序的影响。

5.2 行车管理

5.2.1 以行车为核心的综合控制

1. 控制原则

- 1) 为保障客运服务质量，减少基础设施运行电能损耗，降低运营管理成本，系统应实现以行车为核心，按照计划运行图，程序化控制运营设备投入运行和退出运行的时机。
- 2) 牵引供电分区授电应以线路的封闭状态信息为基础。系统宜具备监测线路封闭的技术手段，若不具备则可利用管理手段检查封闭情况并人工输入线路封闭状态信息，以便供电专业系统监测进行送电作业。
- 3) 系统控制车站设备投入运行和退出运行的时机，应不仅根据运营时间，还应考虑车站规模、设备数量、作业时间等。
- 4) 系统控制车站设备的流程可根据站间距，以车站为单位顺序控制，也可

按照多个车站批次处理。

- 5) 系统应实时监测设备控制状态，遇控制失效时，应可重复操作，重复操作次数不宜超过 3 次。若操作失败应实施告警，提示人工介入。
- 6) 系统应完整记录各个控制环节的操作指令的内容、时间、操作结果状态。

2. 正线运营设备投入

系统应根据计划运行图规定的运营时间和列车运行计划，自动或人工监控运营设备，操作流程如下：

- 1) 牵引供电系统按照系统设定的运营时间，监测供电区域的封闭状态，若确认送电区域内没有侵入限界的异物且整个区间处于锁闭状态，则可以启动送电程序。
- 2) 送电前，应重复广播，广播次数不少于 3 遍，或其它通讯方式进行通知，以提醒人员注意安全。
- 3) 牵引供电系统可按照计划运行图首次列车的运行的交路和经停各车站的时间和预设的提前时差，顺序控制各供电分区上电。
- 4) 各车站的基础服务设施的启动也可按照以上方法，顺序投入运行，包括：
 - 照明系统；
 - 扶梯/电梯*；
 - 通风；
 - 空调；
 - PIS 系统终端设备；
 - 自动售检票系统终端设备等。

*：远程开启扶梯，应配合车站广播启动设备，提前提示扶梯安全启动（如 2 秒）。

3. 车辆基地设备投入

- 1) 状态正常的列车应可通过本地操作或控制中心下达远程指令（根据计划运行图自动下达或人工操作下达）的方式进行唤醒。
- 2) 列车唤醒后应进行完善的自检（宜包含静态测试及动态测试），确保列车具备上线运营的条件，若自检失败，应立即向控制中心调度人员进行报警。
- 3) 列车两个控制端的设备均应进行自检。
- 4) 每天正式运营开始前，宜使用轧道车以人工驾驶列车方式出库并进入正线运行，对整条线路进行检查。

- 5) 全自动运行系统应按照计划运行图，自动为列车匹配正线运营的车次号，列车根据时刻表驶出库线，经咽喉区进入出入段/场线，开始正线运营。
 - 6) 列车自停车列检库发车前，应自动发出警示信号。
4. 运营设备退出运行
- 1) 当列车按照计划运行图运行至本次运营服务终点车站时，应自动触发清客作业。
 - 2) 清客信息应在列车运行至线路终端站前发送至车载 PIS、地面 PIS、车载广播、地面广播等系统，自动对乘客进行提示。
 - 3) 清客作业完成后，由车站值班员或控制中心调度人员发出清客完成指令，全自动系统控制关闭车门及站台门。
 - 4) 系统根据计划运行图为列车排列至车辆基地/停车场转换轨或至正线存车库线进路，并控制列车自动运行至转换轨或正线存车库线。
 - 5) 列车到达转换轨或正线存车库线后，系统自动删除列车车次号，并下达停止正线作业指令。
 - 6) 对于回段/回场列车，系统自动为列车排列至停车列检库的进路，并控制列车运行至停车列检库指定库线停车。
 - 7) 对于计划洗车的列车，系统自动为列车排列至洗车库的进路，并在控制列车完成自动洗车作业后，通过段/场内自动转线作业将列车运行至停车列检库指定库线停车。
 - 8) 列车在停车列检库指定库线或正线存车库线停稳后，系统应下达休眠指令，或根据配置在一段时间后下达休眠指令。
 - 9) 列车在接受到休眠指令后，应对各相关系统的休眠情况进行检查，若正常则回复休眠成功，若存在异常则应立刻向控制中心调度人员报警。

5. 列车状态监控

系统应实时检测、监视、控制在线运行列车的状态，以便系统综合、快速处理，提高系统的可用性。

- 1) 列车运行状态
 - 运行计划，包括：运行方向、运行车次、目的地、计划偏差（早晚点）；
 - 列车运行状态，包括：驾驶模式、运行最高限制速度、运行实际速度、静/动态、允许开/关门、车门屏蔽、乘客报警装置状态信息等。
- 2) 设备运行状态

- 车载信号设备状态，包括：系统故障、冗余设备故障、模块故障、车地通信设备故障、应答器天线故障、头尾设备通信故障、与车辆控制回路及网络控制接口故障等；
- 车辆状态，包括：牵引控制、制动控制、防滑控制、车门控制、网络控制等；
- 辅助设备状态，包括：照明、空调、视频、乘客信息等；
- 列车负荷：列车每节车辆的载荷及其核算的满载率超出设定值时，应发出告警。

5.2.2 强化控制中心集中监控能力

1. 系统应为控制中心提供全面、准确、实时的运营信息，包括：列车运行信息、客运服务信息、设备状态信息，遇异常状况立即发出报警，并提出处理预案。
2. 控制中心应可综合自动监控行车系统与客运服务设施协同运行，确保系统设备投入/退出运行时机与列车运行计划相匹配。
3. 控制中心具备完整的人工控制功能，当行车遇异常情况，尽量维持控制中心级控制，避免降级车站控制而降低运行效率，以便减少人工成本投入。
4. 车站设备系统可作为系统维护支持及辅助控制中心运营管理。
5. 系统应根据人工操作类别，分别设计为自复型（即：一次性操作）和非自复型（即：操作状态保持，不经转换不可恢复）。
6. 系统应允许控制中心进行人工操作，控制中心可进行的人工操作见表 5.2-1 中“正线总调、正线行调、车辆调、乘客调”四列内容。

表 5.2-1 人工控制指令列表

命令触发位置	一级菜单项	人员角色							
		二级菜单项	正线总调	正线行调	车辆调	乘客调	派班员	集中车站值班员	车辆基地行调(DCC)
站台	扣车								
		设置扣车	√	√					
		取消扣车	√	√					
	跳停								
		设置跳停	√	√					
		取消跳停	√	√					
		停站时间		√	√				
		运行等级		√	√				
		立即发车		√	√				
		本站台状态		√	√			√	
		站台清客							
			设置站台清客	√	√				
		取消站台清客	√	√					
信号机	办理进路		√	√					√
	取消进路		√	√					√
	人工解锁		√	√					√
	交自动控		√	√					√
	交人工控		√	√					√

命令触发位置	一级菜单项	人员角色							
		二级菜单项	正线总调	正线行调	车辆调	乘客调	派班员	集中车站值班员	车辆基地行调(DCC)
信号机	进路属性查询		√	√				√	√
	信号重开		√	√					√
	信号特开		√	√					√
区段	区段切除		√	√					√
	区段恢复		√	√					√
	新建列车		√	√					√
车次窗	删除列车		√	√					√
	移动车次窗		√	√					√
	平移计划车		√	√					√
	修改列车识别号		√	√					√
	设置列车属性								
		设人工车		√	√				√
		设计划车		√	√				√
		设头码车		√	√				√
	标记列车								
		标记列车		√	√				√
		取消标记列车		√	√				√
跳停									
	设置跳停		√	√				√	

命令触发位置	一级菜单项	人员角色							
		二级菜单项	正线总调	正线行调	车辆调	乘客调	派班员	集中车站值班员	车辆基地行调(DCC)
车次窗		取消跳停	√	√					√
	清客								
		设置清客	√			√			
		取消清客	√			√			
	全自动驾驶授权								
		允许全自动驾驶	√	√					√
		禁止全自动驾驶	√	√					√
		蠕动模式授权	√	√					√
		允许发车	√	√					√
	列车紧急制动								
		施加紧急制动	√	√					√
		缓解紧急制动	√	√					√
		车站火灾应急	√	√					√
		应答乘客呼叫	√				√		
		车载广播	√				√		
		车载乘客信息	√				√		
		车载视频监控	√				√		√
	唤醒		√		√			√	

命令触发位置	一级菜单项	人员角色							
		二级菜单项	正线总调	正线行调	车辆调	乘客调	派班员	集中车站值班员	车辆基地行调(DCC)
车次窗	休眠		√		√				√
	设置空调电热模式		√		√				√
	开关客室照明		√		√				√
	施加/缓解停放制动		√		√				√
	控制受电弓		√		√				√
	开关车门		√		√				√
	远程旁路								
		设置旁路							
		取消旁路							
	故障复位		√		√				√
	列车火灾报警								
		列车火灾报警复位	√		√				√
		列车火灾报警确认	√		√				√
	车辆信息		√		√				√
	车辆 MMI		√		√				√
列车详细信息		√	√	√	√		√	√	
主断路器控制		√	√					√	

命令触发位置	一级菜单项	人员角色							
		二级菜单项	正线总调	正线行调	车辆调	乘客调	派班员	集中车站值班员	车辆基地行调(DCC)
车次窗	车厢门隔离控制								
	打开		√	√					√
	关闭		√	√					√
空白处右键菜单	显示								
	物理区段名称		√	√	√	√	√	√	√
	逻辑区段名称		√	√	√	√	√	√	√
	信号机名称		√	√	√	√	√	√	√
	道岔名称		√	√	√	√	√	√	√
	目的地码		√	√	√	√	√	√	√
	列车显示								
	车次号		√	√	√	√	√	√	√
	车组号		√	√	√	√	√	√	√
	车次窗缩放		√	√	√	√	√	√	√
	车站定位		√	√	√	√	√	√	√
	查找列车		√	√	√	√	√	√	√
	全自动驾驶授权								
	允许全自动驾驶		√	√					√
禁止全自动驾驶		√	√					√	

命令触发位置	一级菜单项	人员角色							
		二级菜单项	正线总调	正线行调	车辆调	乘客调	派班员	集中车站值班员	车辆基地行调(DCC)
空白处右键菜单	远程筛选			√					√
	列车紧急制动								
		施加紧急制动	√	√					
		缓解紧急制动	√	√					
	雨雪自动驾驶模式								
		设置雨雪自动驾驶模式	√	√					
		取消雨雪自动驾驶模式	√	√					
	临时候速								
		设置临时候速	√	√					
		取消临时候速	√	√					
	清除脱轨标志		√	√					
	取消全线扣车								
		取消全线上行扣车	√	√					
		取消全线下行扣车	√	√					
	设置清扫时间		√		√				√
	预设全线空调电热		√		√				√
	进路控制								
	全部进路交自动控	√	√					√	

命令触发位置	一级菜单项	人员角色							
		二级菜单项	正线总调	正线行调	车辆调	乘客调	派班员	集中车站值班员	车辆基地行调(DCC)
空白处右键菜单		全部进路交人工控	√	√					√
		进路属性列表	√	√					√
		列车运行信息							
		上行	√	√	√	√	√	√	√
		下行	√	√	√	√	√	√	√
		自动调整							
		启动自动调整	√	√					
		禁止自动调整	√	√					
		调度留言	√	√					√
		回放		√					
		系统参数							
		列车编组管理	√				√		
		铅封记录						√	
进路变通按钮	变通策略		√	√					
	库门开关		√	√				√	
自动信号机	信号重开		√	√					
	信号特开		√	√					

5.2.3 车辆基地行车管理

1. 自动运行区域配置与防护

- 1) 全自动区域的物理隔离措施宜纳入列车运行自动监控和视频监视范围，系统应实时监控物理隔离区域的封闭状态。
- 2) 当系统检测到封闭区域解锁时，应自动限制相关区域内列车移动授权，并向控制中心发出告警，等待控制中心人工处理。
- 3) 全自动区域与非全自动区域之间的转换区域应纳入自动运行区域监控，具备全自动运行模式与非全自动运行模式的转换条件。
- 4) 转换区域应具备精确停车和轮径校准能力。
- 5) 转换区域由全自动运行区域进行控制，非全自动运行区域监控系统对于转换区域只监不控。

2. 列车停放

- 1) 全自动运行系统应根据当日和次日计划运行图、运行交路以及派车计划、运行交路，自动控制每列运用车组的占用股道，以便按照列车运用计划顺序进/出停车库。
- 2) 当第一列位空闲时且第二列位计划列车发车时，可自动移至第一列位，以便缩短发车作业时间。
- 3) 故障列车不允许自动休眠。
- 4) 在停车列检库停放的列车应处于良好的健康状态，系统一旦检测设备故障，应保持报警提示，包括列车休眠过程，直至故障恢复。

3. 车库门监控

- 1) 车库门应纳入系统控制，车库门打开/闭合的时机需考虑列车进/出库作业所需时间且该时间应可配置。
- 2) 车库门控制应遵循人工控制优先自动控制、现地控制优先远程控制，实现以下四级控制：
 - 控制中心自动控制；
 - 控制中心人工控制；
 - 车辆基地人工控制；
 - 现地人工控制。

4. 列车场内运行与防护

- 1) 车辆基地自动化区域应纳入全自动运行系统控制范围，区域内列车运行与防护由系统自动完成，实施全自动运行。

- 2) 系统应配置人工应急处置防护措施。当异常发生，需人工进入封闭区域处置时，可采取局部隔离和相应的人工防护措施，以保证人身安全同时减少对列车运行的影响。

5. 转换区域调车作业

- 1) 经转换区域线路进行调车作业时，应满足以下模式转换要求：
 - 正常列车由自动化区域经转换区域线路向非自动化区域进行调车作业过程中，列车可以 FAM 模式运行至转换区域线路，停车后以 RM 模式或 EUM 模式驶离至非自动化区域；
 - 正常列车由非自动化区域经转换区域线路进入自动化区域调车作业过程中，列车应可在转换区域线路运行过程中，经自动升级至最高运行模式 FAM，并以 FAM 模式自动运行至设定的停车股道；
 - 非正常列车由自动化区域转向非自动化区域，可以 RM 模式或 EUM 模式运行至转换区域线路待停稳后，继续以原模式驶离转换区域线路至非自动化区域。
- 2) 出入段/场线至停车列检库的停放作业应由全自动运行系统控制完成，在入库前应自动发出警示信号，并在停放到位后自进行休眠作业。
- 3) 在停放并休眠期间，系统应实时监测列车的健康状态，一旦系统出现故障或异常，应立即向控制中心车辆调度发出声/光报警，为及时处理赢得时间。

6. 洗车作业

- 1) 全自动运行系统可根据计划运行图，控制列车在运营结束后或指定的时间自动完成全自动洗车作业。
- 2) 系统赋予洗车作业移动授权应检测洗车机车库指示灯状态，当其指示灯处于允许状态时，方可授予移动授权。
- 3) 洗车作业宜按照地区气候特征及天气变化所呈现的污浊程度，设定不同的洗车作业等级，如：强洗、弱洗、清洗。
- 4) 系统应实时监测洗车设备状态，一旦发现故障则立即告警并停止列车运行。
- 5) 洗车库应设置 SPKS 开关，当 SPKS 开关处于激活状态时，全自动运行系统应保证洗车库内列车不会发生移动，洗车库外列车不得进入洗车库。
- 6) 洗车库宜配备车库门，库门的状态应纳入全自动运行系统检查范围，若洗车库库门未开启，全自动运行系统应保证列车移动授权不会越过车库

门。

5.2.4 正线库线列车停放

1. 系统应可利用运营交路配线的停车库线存放运营列车，以便根据运营要求的列车运行间隔加/减在线运营列车，压缩不必要的列车空驶里程。
2. 系统应根据计划运行图，自动控制列车进入停车库线精确停车，停车精度在 ± 1 米内。
3. 在线路土建条件允许的情况下，停车库线的长度设计应考虑全自动运行系统在唤醒后动态测试时跳跃作业所需的安全防护距离；在线路土建条件不具备的情况下，正线停车库线列车自动唤醒并直接投入运营，无需进行动态测试。
4. 在停放并休眠期间，系统应实时监测列车的健康状态，一旦系统出现故障或发现其他异常，应立即向控制中心车辆调度发出声/光报警，为及时处理赢得时间。
5. 正线停车线停放的列车应具备与车辆基地停放运营列车同样可进行休眠/唤醒作业。
6. 正线停车线停放的列车应根据计划运行图，直接投入运营作业。
7. 停放在正线折返线的列车，均可按照控制中心确定的计划或临时运行交路，变更运行方向，实施相应的运行作业。

5.2.5 列车状态指示

1. 车辆宜在车外设置列车状态指示灯，车载信号设备应控制列车状态指示灯的亮、灭及闪烁。
2. 列车状态指示灯显示含义宜按如下设置：
 - 1) 亮灯：列车在运营停车点（站台、休眠唤醒区、折返点）列车停稳且保持制动已施加，或列车零速且紧急制动已施加时，列车状态指示灯常亮。
 - 2) 闪烁：列车站停时间即将结束前一定时间（如 8 秒）指示灯开始闪烁或其他地点满足发车条件时，列车状态指示灯闪烁。
 - 3) 灭灯：列车已启动（非零速）后，列车状态指示灯熄灭。

5.2.6 控制模式转换

1. 驾驶模式转换
 - 1) 全自动运行模式建立应具备以下条件：
 - 列车处于 CBTC-AM 或 CBTC-CM 模式；
 - 列车零速；
 - 列车门控模式为自动开/自动关；

- 信号车载设备状态正常，无故障告警信息；
- 列车设备状态正常，没有限制运行条件，如：故障维修状态、强迫紧急制动、车门旁路、人员防护开关激活；
- 方向手柄及牵引制动手柄处于零位等。

2) 模式转换关系应符合表 5.2-2 约定。

表5.2-2 驾驶模式转换表

驾驶模式	RM模式	CM模式	AM模式	FAM模式	CAM模式
RM	—	接收到MA	×	×	×
CM	人工按压确认按钮	—	人工按压确认按钮	人工确认进入FAM模式	×
AM	人工按压确认按钮	不满足AM运行条件	—	×	×
FAM	×	人工确认退出FAM模式	×	—	控制中心确认后人工启动
CAM	列车运行到指定地点后，由控制中心确认或人工介入	列车运行到指定地点后，由控制中心确认或人工介入	×	×	—

注：“—”代表本模式无须转换；“×”代表本模式无转换关系。

2. 控制等级转换

- 1) 移动闭塞控制等级应为正常运行的基本闭塞，而固定闭塞控制等级可作为异常或故障运行情况下的后备闭塞。
- 2) 作为后备的固定闭塞可配置为不连续式的点连式自动闭塞和进路自动闭塞，全自动运行系统须配置进路自动闭塞即可。
- 3) 移动闭塞控制模式降级至固定闭塞，不经人工操作确认，不可进行转换。
- 4) 由固定闭塞升级移动闭塞，应通过系统筛选、判断具备升级条件，即可自动升级。

3. FAO 模式指示灯

- 1) 模式指示灯为亮灯状态表示列车处于 FAM/CAM 模式，模式指示灯为熄灭状态表示列车处于非 FAM/CAM 模式。
- 2) 非全自动运行模式（非 FAM/CAM 模式）时，休眠唤醒单元禁止一切输出，模式指示灯为熄灭状态。

5.2.7 列车运行异常管理

1. 当系统运行遇到异常情况，应能尽量采取智能处理技术措施，不降级或中断系统运行，一方面提高系统的可用性，另一方面减少人工介入所承担的压力

和误操作带来的风险。

2. 一旦需要人工介入控制列车运行，应将故障列车移动到最近的停车线，以便简化现场处理，缩短故障影响时间，尽快恢复正常运营。
3. 当系统运行遇到障碍，应根据障碍的性质，采取以下三个等级分别处理：
 - 1) 系统自愈处理——当系统出现如下瞬间故障，应采取智能处理方法，清除自身障碍，恢复正常运行。
 - 车地通信干扰；
 - 控制命令失效；
 - 欠标/轻度过标。
 - 2) 人工介入 —— 当系统运行遇到障碍且不能自动恢复时，系统应提示控制中心行车人员，通过采取辅助设备，分析障碍的性质和状况，可通过远端遥控措施恢复系统运行，系统提供的人工操作命令见表 5.2-1 所示。
 - 3) 现地人工控制 —— 当系统故障且控制中心无法通过人工控制恢复列车运行时，可降级系统功能，通过现地人工控制清除运行障碍，恢复列车运行。如：
 - 人工驾驶列车进入待避线；
 - 现地隔离车门/站台门；
 - 手摇道岔等。

5.3 客运组织管理

5.3.1 一般要求

1. 全自动运行系统应充分结合运营服务质量管理体系、客运组织方案及突发事件处置程序，应满足在各种场景下的客运组织及服务。
2. 系统应支持车站、列车以流动值守为主的客运组织和服务体系，以减少运营成本。
3. 运营的实际客运信息宜实时或准实时发送至全自动运行系统，以便行车系统更好地服务于客运组织，包括以下信息类型：
 - 1) 列车各车厢载荷。
 - 2) 自动售检票闸机通过流量等。

5.3.2 客运服务

系统应提供完善的客运服务信息，在常规的服务信息基础上，以不同形式增加以下乘客服务信息类型。

1. 应可上网查询列车运行计划的各车次到达车站时间。

2. 实时显示即将到站列车的各车厢满载率。
3. 实时显示即将到站列车的各车厢制冷强度。
4. 应增强乘客自助服务设施。
5. 全自动运行模式下不应降低对特殊乘客的服务质量。

5.3.3 客运组织

1. 编制计划运行图应允许灵活地输入实际客流分布和规模,自动生成列车运行计划和时刻表。
2. 轨道网络各线换乘车站的起始/终止运营时间应可相互呼应,实现一体化运输管理。
3. 列车运行的正晚点统计不仅限于终到站,宜包括各车站的到发时间。
4. 尽量不以临时跳站作业调整列车运行,若不得已进行跳停作业时,至少应在跳停站的前一站列车进站前向乘客预报相关跳停作业信息,以便乘客做好准备。
5. 列车广播应在离站后广播下一停车车站;站间运行过程中显示目的地和途经的车站以及换乘车站;列车进站时广播并显示到达车站。
6. 车站广播应在列车进站/发车前启动广播,提醒乘客注意乘降安全。
7. 全自动运行系统应充分结合客运组织分级管控机制及管理措施。
8. 全自动运行列车的清客作业应采取措施,避免乘客滞留车厢或载客回库。
9. 发生大客流时,全自动运行系统应支持延长停站时间、临时加车等措施,保障车站客运组织的安全有序。
10. 全自动运行系统应监督乘客上下车、列车清客等作业。
11. 站台/列车对讲装置通话时应与视频监控装置联动,并即时推送相应视频图像直到通话终止。

5.3.4 乘客乘车环境监控

1. 区间列车数量限制
 - 1) 系统应根据区间火灾排烟系统预设的本线路各站间允许的最多列车阀值,控制列车运行。
 - 2) 若站间已达到预设的允许列车数量,系统则应将后续列车扣在站台,直到站间列车数量小于预设值。
2. 区间运行时间限制
 - 1) 系统应根据计划运行图定时间,监督列车实际运行时间。
 - 2) 当列车区间运行时间超过计划时间,则应上传控制 ISCS 系统,调整通

风，保障列车上乘客的良好乘车环境。

5.4 系统维护管理

5.4.1 系统在线维护作业

1. 系统应允许在线维护作业，且不影响列车运行安全，提高系统维护效率。
2. 远端维护作业包括以下内容：
 - 1) 调取系统设备运行报告。
 - 2) 调取列车运行报告。
 - 3) 调取系统设备故障报告。

5.4.2 设备故障远端重启操作

1. 系统应可授权专人实施离线进行设备重启等应急操作，以便在特殊情况下恢复设备正常运行。
2. 系统应根据系统组成架构和设备配置，设定设备重启单元，重启操作不应扩大对系统运行的影响。
3. 设备重启操作授权应具有周密的限定条件，以防止误操作直接中断系统运行。

5.4.3 软件版本管理

1. 在保证系统安全性、可靠性运行的前提下，系统宜具备设备应用软件远程下载更新功能，以减少现场操作的时间，避免误操作。
2. 系统应具备软件变更后的完整性检验技术措施，确保不影响系统正常运行。
3. 软件变更版本后，应可进行一致性检验，若检验发现异常应禁止设备投入系统运行，并向控制中心行车管理调度及维护中心发出报警。
4. 定制设备软件版本管理
 - 1) 专用设备软件版本管理应包括在线运行的系统设备和离线使用的系统设备以及系统设备的最小可更换单元的软件版本。
 - 2) 软件版本管理清单应提供维修管理的必要信息，如：归属的系统类别、设备型号、软件版本号、供货商。若有特殊要求应填写在备注中。清单格式见表 5.4-1 所示。
 - 3) 软件清单中的各类信息应与其数据库联接，以方便维修管理人员查找。
 - 4) 设备软件版本管理包括信号系统专用设备软件版本和外购通用设备软件管理。若外购通用设备软件应用具有限制条件，应在备注中标注清除，如：软件有效期。

表 5.4-1 外购设备软件版本列表

序号	设备类型	设备型号	软件版本	供货商	备注
1	服务器				
2	交换机				
3	工作站				
4	显示大屏				
5	前置机				

5. 系统应用软件参数

- 1) 维修支持系统应统一管理整个信号系统软件所包含的全部应用软件参数，但不可通过维修支持系统工作站进行任何变更操作。
- 2) 系统应用软件参数应注明归属子系统，参数名称、设计参数范围、当前参数及最新变更时间。参数型式见表 5.4-2 所示。

表 5.4-2 系统应用软件参数类型列表

参数名称	参数值	参数描述	配置说明
等间隔调整最小值	90	单位：秒	采用默认配置
等间隔调整最大值	600	单位：秒	采用默认配置
用户登录时间周期	5	单位：分钟	采用默认配置
互联接口机上传历史数据时刻	2:20:00	此时刻用于互联接口机每天上传历史数据	采用默认配置
列车操作是否显示表号	否	设置计划车、头码车等对话框	采用默认配置
是否自动清客	是	--	采用默认配置
延时休眠时间	6	单位：分钟	采用默认配置
默认休眠时间	5	单位：分钟	采用默认配置
休眠间隔时间阈值	5	单位：分钟	采用默认配置
转换轨分车次早点阈值	30	单位：分钟	采用默认配置
转换轨分车次晚点阈值	60	单位：分钟	采用默认配置
转换轨上线车次办进路提前阈值	3	单位：分钟	采用默认配置
应用服务器上传历史数据时刻	2:00:00	此时刻用于应用服务器每天上传历史数据	采用默认配置
网关计算机上传历史数据时刻	2:05:00	此时刻用于网关每天上传历史数据	采用默认配置
通信前置机上传历史数据时刻	2:10:00	此时刻用于 FEP 每天上传历史数据	采用默认配置
车站分机上传历史数据时刻	2:15:00	此时刻用于车站分机每天上传历史数据	采用默认配置

参数名称	参数值	参数描述	配置说明
运行图自动加载时刻	4:00:00	--	采用默认配置
本地历史数据保存时间上限	7	单位：天	采用默认配置
数据库历史数据保存时间上限	30	单位：天	根据招标的数据存储要求进行配置。
道岔安全线检查时限	12	单位：分钟	采用默认配置
进路报警时限	40	办理进路命令后多长时间检查进路状态	采用默认配置
检查出库列车提示时限	180	出库列车超出派班计划多长时间未出库给出提示信息	采用默认配置
冲突检查提醒时限	3	冲突检查未通过多长时间给出提醒	采用默认配置
出段进路办理时间	60	单位：秒。出转换轨进路早点多久办理	采用默认配置
出入库预告时间	420	单位：秒。提前多久没有办出出库进路就提醒	采用默认配置
列车正点时限	60	单位：秒	根据用户的正点、早晚点判断原则进行修改。
列车非常晚点时限	300	单位：秒	根据用户的正点、早晚点判断原则进行修改。
列车非常早点时限	300	单位：秒	根据用户的正点、早晚点判断原则进行修改。
统计报表生成时刻	2:30:00	--	采用默认配置
是否启动冲突检查	是	--	采用默认配置
库线到转换轨运行时间	420	单位：秒	采用默认配置
站间运行超时时限	300	单位：秒	采用默认配置
站间列车数量	3	单位：列	采用默认配置
回放数据保存标识	28	--	采用默认配置
出库计划提醒时间	22:00:00	--	采用默认配置
加载计划提醒时间	22:00:00	--	采用默认配置
出库计划时间上限	7	--	采用默认配置
自动调整上限	300	单位：秒	采用默认配置
自动调整下限	30	单位：秒	采用默认配置
车次号显示位数	4	--	根据用户的列车识别号规则进行修改
车组号显示位数	3	--	根据用户的列车识别号规则进行修改
表号显示位数	2	--	根据用户的列车识别号规则进行修改
人工车头码显示	MO	--	根据用户的列车识别号规则进行修改

参数名称	参数值	参数描述	配置说明
特殊人工车头码显示	MM	-	根据用户的列车识别号规则进行修改
通信车区间停车超时	30	单位：秒	根据与综合监控的接口决定，此为区间阻塞判断原则
清除历史数据时刻	2:00:00	此时刻用于删除本地和数据库中的历史数据	采用默认配置
提前出库时间多久唤醒列车	30	单位：分钟	采用默认配置
列车停在库线多久没有派班计划就休眠	60	单位：分钟	采用默认配置
列车正常执行唤醒命令时间	100	单位：秒	采用默认配置
列车正常执行允许发车命令时间	100	单位：秒	采用默认配置
清扫时间	5	单位：分钟	采用默认配置
春季温度	20	单位：摄氏度	采用默认配置
夏季温度	25	单位：摄氏度	采用默认配置
秋季温度	20	单位：摄氏度	采用默认配置
冬季温度	26	单位：摄氏度	采用默认配置
春季模式	1	--	采用默认配置
夏季模式	1	--	采用默认配置
秋季模式	1	--	采用默认配置
冬季模式	1	--	采用默认配置
春季开始	3月15日	月/日	采用默认配置
夏季开始	6月15日	月/日	采用默认配置
秋季开始	9月15日	月/日	采用默认配置
冬季开始	11月15日	月/日	采用默认配置
提前开库门时间	45	单位：分钟	采用默认配置
洗车提示提前时限	1	单位：分钟	采用默认配置
出库头码提前设置时限	1	单位：分钟	采用默认配置
洗车进路多久触发不出就降人工	3	单位：分钟	采用默认配置
触发上电 VMS/广播提前时限	35	单位：分钟	采用默认配置
非通信车区间停车超时	120	单位：秒	根据与综合监控的接口决定，此为区间阻塞判断原则
车站是否为换乘站	是/否	--	根据具体情况配置

5.4.4 轨旁人员防护

1. 为防护轨旁作业人员的人身安全，应实施控制中心指令与现场作业的闭环管理，根据作业区域位置和范围，限制一定范围的列车运行，并尽量减少对运

营的影响。

2. 正线及车辆基地均应设有作业人员防护开关，并可在控制中心或 DCC 及现地工作站操作、显示防护开关状态。
3. 人员防护开关操作应与其相应的封闭区段相一致。办理防护时，先操作区段封闭，再操作人工防护；解除人员防护时，先取消人员防护再解除封闭。
4. 系统应确保区段封闭命令不经解除人工防护操作，不得解除区段封闭。

5.4.5 车辆检修

1. 车辆应设置列车检修按钮，检修按钮激活时，车辆应施加紧急制动防止列车移动。
2. 车辆检修按钮激活时，系统应向控制中心汇报列车处于检修状态，不再向控制中心汇报车辆状态和故障信息。
3. 车辆检修按钮激活时，车载信号系统不应响应控制中心的命令。

5.4.6 车辆调度管理

1. 控制中心车辆调度应能实时监督所有在线列车运行状况，处理车辆发生的报警，为行车调度提供处理意见和方案。
2. 与列车运行状况直接相关的数据信息由车辆 TCMS 系统通过信号上传控制中心，主要包括列车运行控制数据（见附录 1）及列车运行状态监测数据（见附录 2），为车辆调度快速分析、判定车辆故障原因提供数据支持。

5.5 节能运行模式

5.5.1 总体要求

系统设备宜按照《城市轨道交通列车运行节能控制导则》要求，实现以下列车运行节能控制总体要求。

1. 行车组织应以客流规模和特征为基础，充分利用轨道交通的基础设施和设备系统，合理确定运营管理模式，兼顾运营的经济效益和社会效益。
2. 行车组织宜针对高峰/平峰或特殊时段，制定行车组织方案、编制列车节能计划运行图，提高能源利用效率。
3. 行车组织应充分利用车辆基地咽喉区接发车能力，缩短高峰前后接发列车作业时间，减少列车空驶。
4. 轨道交通建设初期或平峰客流较小时，为兼顾客运服务水平和行车组织经济性，可采取小编组或大小编组列车混合运行的策略。
5. 列车运行控制应采取合理的运行速度控制策略，减少牵引、制动转换的次数。
6. ATO 系统应结合 ATS 系统基于节能计划运行图制定的节能策略，通过节能

控制算法，实现列车运行节能控制。

7. 高峰时段宜采用能够充分发挥列车最高运行速度效率的控制策略，平峰时段应采用降低列车运行能耗的控制策略。

5.5.2 节能行车组织

1. 运行交路

行车组织在运行交路中应采取以下措施，减少列车空驶，提高列车满载率：

- 1) 当轨道交通线路断面客流分布差异性较大时，宜采用多交路（两个交路或三个交路）行车组织方式。
- 2) 高峰/平峰列车运行间隔调整时，应充分利用配线实现多点接发车作业。
- 3) 当高峰时段上行/下行方向断面客流不均衡性较大时，可利用车辆基地或沿线配线，向大客流方向单向加车，组织列车不对称运行。
- 4) 当局部区段存在可预见性的大客流时，可采取利用车辆基地或沿线配线向大客流方向组织多点发车的策略。

2. 高峰/平峰作业时间调整

- 1) 在全周转时间基本不变（不增加在线运行车组数）的前提下，高峰/平峰时段可采用不同站停时间，降低平峰时段列车在区间的最高运行速度。
- 2) 上行/下行方向客流差异性较大时，可减少客流较小方向车站的站停时间或列车不载客跳停，以减少列车站停次数，提高旅行速度。

3. 进站/出站作业

- 1) 处于同一牵引供电分区内运行的列车，出站牵引工况与进站制动工况宜合理衔接，提高再生制动能量的利用率。
- 2) 在满足必要的乘降、设备设施动作和人工作业时间的前提下，宜压缩站停时间，减少车厢内外热量交换，降低列车空调运行能耗。

4. 列车运行调整

- 1) 在高峰时段，牵引曲线设计应争取达到最高速度及较长的巡航运行时间，提高旅行速度为目标。当发车间隔达到或接近系统设计最小发车间隔时，宜避免发车间隔不均匀引起列车运行调整、区间停车、再启动等。
- 2) 在平峰时段，牵引曲线设计应以节能运行为目标。列车运行控制系统可采取适当降低最高速度或减小牵引加速度，保持合理的速度效率（=旅行速度/最高速度的比值）和节能目标。
- 3) 列车运行牵引曲线设计，应根据线路条件和站间距的大小，合理控制“牵引-巡航或惰行-制动”的各个时段和距离，维持合理的旅行速度。

- 4) 依据列车运行控制曲线，合理确定列车运行速度调整范围，减少列车在区间运行中运用不必要的制动和牵引工况。
- 5) 列车出站利用节能坡加速运行时，宜在节能坡段终点，达到最高运行速度；进站减速运行时，宜在节能坡起点进入制动工况。
- 6) 应按照高峰/平峰分别设置列车运行早点/晚点时间偏差，高峰不宜超过 ± 15 秒，平峰不宜超过 ± 30 秒。
- 7) 在非限速区段，列车运行控制应自动调整运行等级。

5.5.3 列车运行节能控制措施

1. ATO 系统应与 ATS 系统和 ATP 系统结合，合理控制牵引、惰行、制动工况转换的频度。
2. ATS 系统根据节能计划运行图规定的列车进站/出站时间，统筹控制同一牵引供电分区内的列车运行，适当调整进出站时间，充分利用再生制动能量。
3. 当列车运行正点时，列车运行控制应充分利用惰行工况；当列车运行晚点时，应结合运行秩序、服务水平和节能策略，以渐进的方式恢复运行计划。
4. ATO 系统自动控制列车运行的曲线应平滑，避免出现尖峰。
5. ATO 系统控制列车运行过程中，应结合线路节能坡的设计，合理控制牵引/制动的转换时机。
6. 系统应可实施列车运行等级自动调整
 - 1) 当列车运行偏离了运行计划，ATS 系统应根据运营高峰/平峰时段相应的允许偏差值，判断列车早点或晚点运行状况及偏离时差，计算合理区间运行时间，并下达给 ATO 系统执行。
 - 2) ATO 系统应能按 ATS 计划运行图规定的站停时间和区间运行时间控制列车运行，区间运行时间误差应控制在 2% 以内。
 - 3) 列车运行等级设置宜不少于 4 级，等级间允许速度的差值宜为列车最高运行速度的 10%，等级 4 的允许速度宜与列车最高运行速度一致。以 80km/h 和 100km/h 速度等级为例，不同列车最高运行速度所对应的列车运行等级的允许速度设置见表 5.5-1 所示。

表 5.5-1 列车运行等级允许速度设置参照表

运行等级	最高运行速度	
	80 km/h	100km/h
列车运行等级 4	80	100
列车运行等级 3	72	90
列车运行等级 2	64	80
列车运行等级 1	56	70

4) 高峰时段宜以运行等级 4 控制列车运行，平峰时段宜以运行等级 3 控制列车运行。以最高运行速度 80km/h 为例，按照等级 4、等级 3 控制列车运行示意图，分别见图 5.5-1、图 5.5-2 所示。

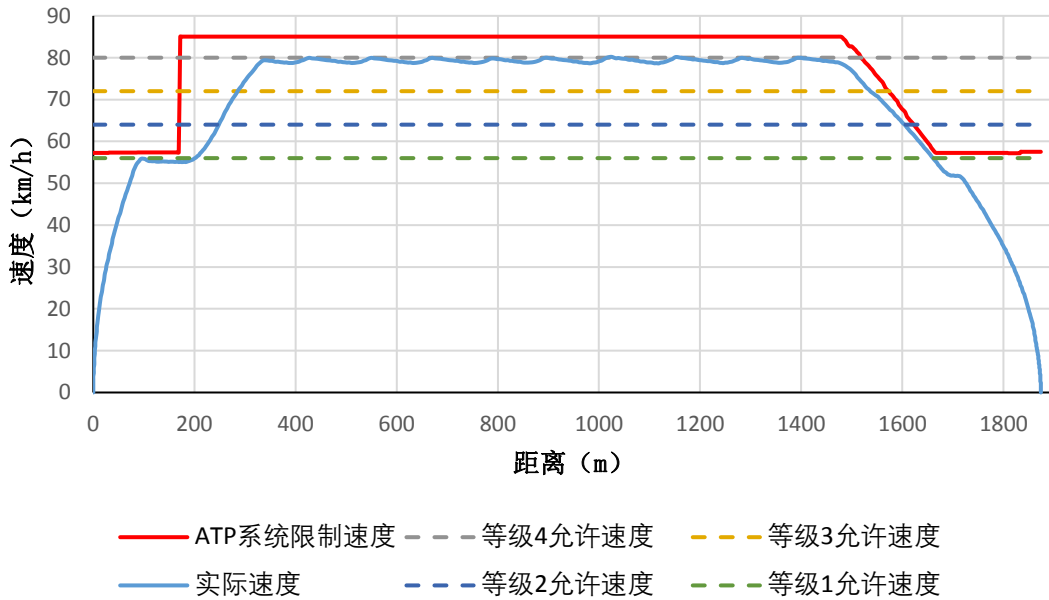


图 5.5-1 按等级 4 控制列车运行示意图

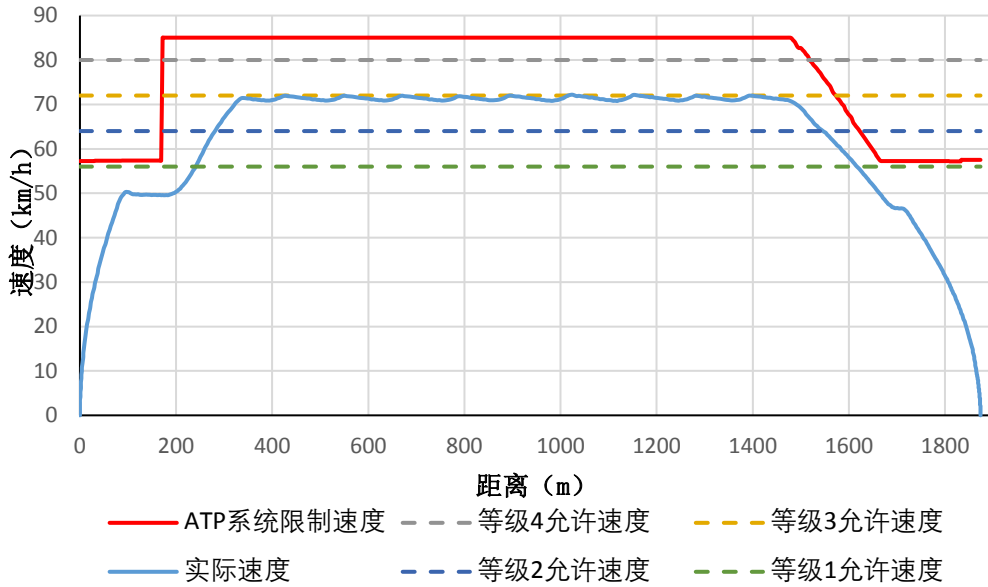


图 5.5-2 按等级 3 控制列车运行示意图

5) 当行车调度人员人工关闭列车运行等级自动调整功能时，ATO 系统应按默认的等级 3 控制列车运行，直到人工恢复自动调整功能。

5.5.4 应能按照列车运行节能控制原则，采取以下措施，编制节能计划运行图。

1. 节能计划运行图应围绕客运组织需求，在满足运输效率和客运服务水平的条件下，合理设置运行交路、配置运用车组，降低牵引能耗。
2. 节能计划运行图应分别设置高峰/平峰时段的站停时间和区间运行时间。
3. 节能计划运行图对于同一供电分区内运行列车的进站和出站作业时间宜最大程度重叠，充分利用再生制动能量。
4. 节能计划运行图的平峰时段区间运行时间宜以运行等级 3 的区间运行时间为基础确定，为实际运行预留调整空间。
5. 节能计划运行图应标识列车运行能耗计算数值。
6. 节能计划运行图应标注行车组织说明，并且按照运营的高峰/平峰时段所对应的站停时间、区间运行时间绘制计划运行图，如图 5.5-3 所示：

运行图类型：平日图

线路名称：北京XX号线

运行能耗：XXX

说明：

1. 开行列车数：xx列
2. 运用车组数：8组
3. 列车编组数：6辆
4. 列车最小间隔：2'
5. 列车单程运行时分：上行25'35"，下行25'30"
6. 旅行速度：上行 xx km/h，下行 xx km/h
7. 技术速度：上行 xx km/h，下行 xx km/h
8. 首末班车时间：
首车 上行 xx站 04:40
下行 xx站 04:47
末车 上行 xx站 22:30
下行 xx站 22:20
9. 走行公里：

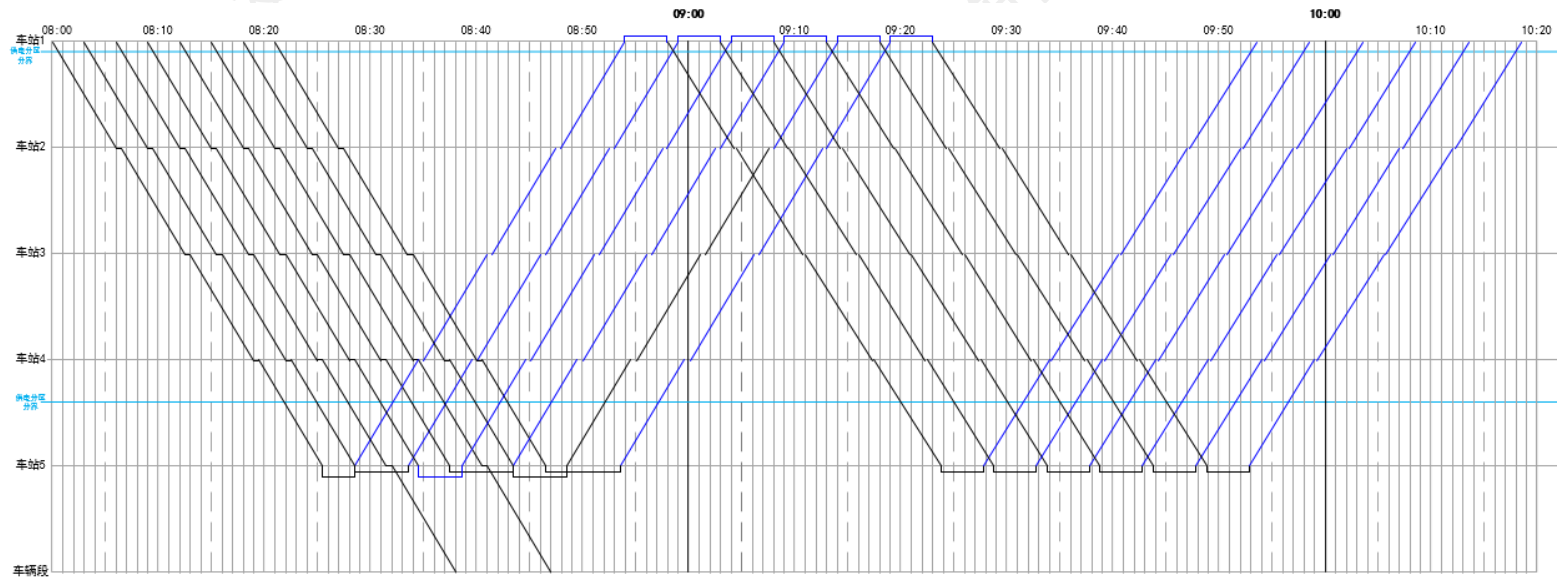


图 5.5-3 节能计划运行图示例

5.5.5 列车环境节能控制

1. 系统应根据列车运行的时间、运行位置、季节白昼状态，自动控制车厢内的照度和车灯关闭。
2. 根据设定的列车环境温度，自动控制空调设备状态，调整车内环境温度。

5.6 双向运营

- 5.6.1 系统宜配置全轨道双向运营条件。遇轨道故障、牵引断电、列车救援等突发情况，系统可通过采用灵活的局部双向运营手段，最大程度地减少中断运营的范围。
- 5.6.2 系统设计应能明确双向运行方案及其最大的运输能力。
- 5.6.3 双向运营的列车控制的自动化功能宜与正常行车作业标准相一致。
- 5.6.4 站台和列车的服务信息应满足列车运行和客运组织需求。
- 5.6.5 双向运营交路设计及控制方式应具有可操作性，满足列车运行安全、行车调度便捷、客运服务配套的一体化管理。

5.7 行车人员管理

5.7.1 行车人员登陆

1. 行车人员宜纳入全员管理，记录工作时间、作业类别、作业终端，为运营管理奠定基础。
2. 行车人员可按以下作业分类：
 - 1) 控制中心行车调度；
 - 2) 综合管理调度；
 - 3) 现场运营人员；
 - 4) 车上值守人员。

5.7.2 行车人员操作记录

1. 系统应全过程实时记录各类岗位的行车人员人工操作记录。
2. 操作时间以秒为单位。
3. 操作记录应以操作终端设备为单位，按照时间顺序排列。
4. 记录内容包括：操作命令名称、参数、操作时间、操作有效状态、操作人员工号、操作终端编号。

5.7.3 行车人员分析

为配合行车人员培训、人力资源管理，系统应可进行以下记录和统计分析。

1. 操作正确率。
2. 操作工时统计。

5.8 线路网络化管理

- 5.8.1 系统设备应根据自动售检票系统提供的客流的动态信息，自动地实时调整列车运行时间、旅行速度和在线运行列车的对数。
- 5.8.2 计划运行图应根据运营时间的变化，自动调整换车车站的计划到达时间及末班车到达、收车时间。
- 5.8.3 列车运行应以行车安全为基础，充分考虑基础设施条件、设备系统技术、行车效率、乘车舒适度等要求，创造运营效益最大化。

5.9 列车自动联挂/解编

5.9.1 列车联挂/解编基本要求

- 1. 系统应支持运营管理，根据实际客流规模、分布特征编制具有改编列车编组 and 不同编组列车混合运行的计划运行图。
- 2. 系统应可根据列车计划运行图或临时调度命令，控制列车在指定地点进行联挂、解编作业。
- 3. 大编组列车应实时上传各单元列车运行状态信息，为解编作业和列车控制奠定基础。
- 4. 解编后的列车应可继续分别以 FAM 模式独立运行。
- 5. 全自动运行系统应能实现列车的自动联挂和解编，列车的自动联挂和解编作业应满足时刻表的要求。联挂和解编作业不宜大于 60 秒。
- 6. 列车联挂或解编作业后，应满足车辆系统设计规定指标。
- 7. 车辆车钩应设置为全动车钩。
- 8. 系统应限制列车在非平直线路和非零速工况下进行联挂/解编作业。
- 9. 系统应设置联挂/解编作业安全防护措施，保证列车间的安全距离，不突破系统的移动授权。
- 10. 联挂/解编作业应基于车辆整体性能稳定、基本参数稳固，确保列车数据可模块化拆分。
- 11. 自动联挂/解编作业应在指定的区域进行，如段/场库线、停车线、折返线。信号系统应与车辆配合实现自动联挂/解编。
- 12. 在执行联挂/解编作业地段的线路坡度不得大于 2‰，避免溜车。

5.9.2 列车联挂/解编控制

联挂/解编作业应在列车停稳的工况下进行；

- 1. 系统为列车发布联挂/解编作业指令，列车联挂作业以后车为主动控制，解编

以前车为主。

2. 联挂/解编作业完毕后，列车应向车载信号设备发送编组和状态信息，以保障列车控制的安全、可靠和完整性。
3. 联挂/解编列车不经系统授权，不得启动联挂或解编控制模式。
4. ATS 系统应对联挂/解编前后的列车采取不同的标识。
5. 列车联挂/解编作业应在系统全过程监控下进行，不经控制中心授权，不可进行此项作业。
6. 系统应根据联挂/解编作业需求，配置联挂/解编控制模式。当车辆接收到车载设备的联挂/解编指令时，应实施相应的联挂/解编作业。
7. 当列车接收指定列车实施联挂作业时，系统应赋予后车移动授权，允许后车以自动车钩设定速度（如 3~5km/h）接近被联挂列车。在作业过程中，被联挂列车不应出现溜车移动。
8. 当列车接收指定列车实施解编作业时，系统应赋予前车解钩，允许前车以低速脱离被解编列车。在解编过程中，被解钩列车应保持制动，不可出现溜车移动。
9. 系统根据列车联挂/解编后的列车编组，对接站台门控制。
10. 列车联挂后，应整合原两列列车 PIS、广播、电台等系统，进行统一控制。
11. 出于救援目的联挂，到前方最近站台应启动清客程序。

5.9.3 联挂/解编状态检查

1. 系统设备应存储完整的不同编组列车信息，以备列车改编后系统控制。
2. 列车改编后，车辆应将完整的列车状态信息发送列车控制系统，用于系统控制、客运组织和管理。
3. 系统应根据列车编组信息，控制对应站台门开/闭作业。

6 行车组织

6.1 一般要求

- 6.1.1 全自动列车运行范围应包括正线和车辆基地全自动区域，其中，车辆基地全自动区域包括咽喉区、出入段线、停车列检线、洗车线、牵出线等。
- 6.1.2 全自动运行系统设计应充分考虑正常、异常、故障、应急情况运营场景下的行车组织需求并支持不同场景下的列车运行及其灵活处理方法。
- 6.1.3 全自动运行系统应涵盖运营时间全过程的各类作业，包括运营准备、运营开始至运营结束、车辆基地列车运行、可预见的故障、边界条件异常及突发事件应急处置。
- 6.1.4 全自动运行系统应根据运营需要设计系统故障远程处置，但优先级低于现场处置。

6.2 正常情况下的列车运行场景

6.2.1 基础设施投入运行

1. 线路障碍物检查

开始运营送电前，应首先进行线路封闭检查，确保运营线路不存在侵入限界的异物。检查线路可通过以下方式实现。

1) 日常管理

鉴于全自动运行线路的车站、区间、车辆基地为全封闭线路和完整的生产调度制度、完善的安全管理规程，以及成熟的行车、维修作业队伍，可通过日常管理手段，保障开始运营前线路不存在侵入限界的异物。

2) 管理+轨道车

为避免日常管理漏洞带来行车风险，在日常管理的基础上，可在开始运营前加开轨道车。轨道车的运行安全由管理规程和行车人员保障。

3) 系统监测

为更加全面监测轨旁清场情况，可在日常管理基础上，通过系统技术手段进行线路封闭及轨旁障碍物监测。系统监测可包括以下技术手段：

- 线路封闭监测

系统可实时监测站台门及区间、车辆基地的物理隔离装置的封闭状态。若封闭异常，但采取了必要的旁路措施，也可视为满足行车的封闭条件，允许进行下一步作业。

- 全线站台端门进/出计数

各站台端门宜可计入人员进/出数量，并由系统合计所有站台门进/出总数，当进与出数量核减为零时，证明轨行区作业人员已出清。

2. 牵引供电

在运营开始前，系统监测线路封闭良好（包括站台门应处于关闭状态，应急门、端门已锁闭等）且没有人或异物侵入限界，则可有序地进行以下作业：

- 1) 系统应根据计划运行图，在牵引网上电作业之前，如 30 分钟，在控制中心、车辆基地、备用控制中心等地的工作站上自动告警，以提示电力调度方面的管理人员，做好上电前的准备工作。
- 2) 系统在上电提示的同时，应将自动化区域的 VMS 图像同步推送到电力调度显示终端，以便人工确认是否满足供电要求。
- 3) 上电前，系统应与供电提示同步自动触发上电区域广播，告知相关人员。
- 4) 系统应根据计划运行图规定的运营时间、运行交路以及自动运行区域的封闭情况，以供电分区为单位，自动或人工逐一地实施牵引供电网络上电操作。

3. 车站服务基础设施投入

系统宜根据时刻表规定的首列车到达沿线各站开始客运时间、服务标准（如照度、温度等）以及设备投入运行的作业时间，有序地自动控制车站的下列设施投入运行：

- 1) 车站客运基础服务设施
 - 照明；
 - 扶梯；
 - 电梯；
 - 空调；
 - 通风；
 - AFC 等。
- 2) 行车辅助设备
 - 视频监视终端；
 - 乘车服务信息终端。

6.2.2 列车唤醒

系统根据设定的计划运行图向准备上线服务列车发送唤醒命令，车载设

备接收到唤醒命令后，顺序启动以下作业。列车处于“车辆检修状态”，不应列为上线服务列车。

1. 列车控制设备电源上电

- 1) 列车控制单元接收到系统的唤醒命令，首先启动列车控制设备电源。
- 2) 控制设备包括以下关键控制设备和辅助设备：
 - 关键控制设备：车载 ATP、ATO、车辆网络、牵引系统、制动系统、车门控制系统、烟火报警、障碍物检测、走行部在线检测系统等；
 - 辅助设备：VMS、PIS、广播、集群调度、空调、照明等。

2. 设备自检

- 1) 列车控制设备电源上电后，各项设备自动进入自检程序。
- 2) 系统实时监测设备的自检情况。当关键控制设备自检出现故障，应立即报警，不再继续进行其他监测，退出服务列车序列；当辅助设备自检出现异常，可继续进行其他监测，并将问题自检报告，上传至控制中心，经调度人员判断是否须退出服务列车序列。
- 3) 列车在自检过程中，其相应车组号闪动直到自检通过。若自检遇故障，须退出运营服务列车序列，则应标注醒目的标识。

3. 列车升弓

- 1) 当列车自检通过，则车载信号设备向车辆发出升弓命令，车辆执行升弓作业。
- 2) 列车处于牵引上电状态后，自动进行高压测试，包括：主断路器闭合测试、辅助供电系统测试、空压机状态监督。
- 3) 若在规定的作业时间内，列车未处于带电状态，系统应判升弓失败并立即向控制中心等相关管理工作站报告故障信息。升弓失败后，可通过控制中心或现地人工操作再次升弓。

4. 列车静态检测

- 1) 由远端唤醒列车开始静态检测前，车载设备应监测确认具备以下条件，方可进入静态检测作业：
 - 列车高压系统运行正常状态；
 - 车库门处于打开且锁闭状态（如有）；
 - 列车定位在规定的停车股道。
- 2) 静态测试宜分端同步进行，遇两端不可同步测试可先进行远离出库信号机一端，再进行靠近出库信号机一端。

3) 静态测试项目包括以下类型：

(1) 牵引/制动测试

- 保持制动施加；
- 保持制动缓解；
- 停放制动施加；
- 停放制动缓解；
- 常用制动施加；
- 常用制动缓解；
- 紧急制动施加；
- 紧急制动缓解。

(2) 照明测试

- 客室照明；
- 列车外端照明；
- 尾端防护灯。

(3) 列车广播测试

(4) 车门测试

- 左门开/关；
- 右门开/关。

4) 静态测试未通过处置

(1) 车载信号设备

车载信号设备上电后，自动完成上电各板级自检，自检失败则按以下方式处理：

- 车载信号设备自身状态检查（包含 ATP、ATO、休眠唤醒单元）存在故障，无法正常通过自检时，不再执行唤醒后续工作，结束唤醒过程，并将故障列表上报 ATS，输出紧急制动，不允许动车；
- 如超时未收到车辆各子系统的自检状态，或车辆汇报自检失败，则认为车辆自检失败，继续执行静态测试，即使静态测试成功也不允许继续执行动态测试，认为唤醒失败，并将故障和唤醒失败上报控制中心 ATS。

(2) 车辆系统

- 车辆 TCMS 网络本身（除事件记录仪其中一个故障外，其他故

障都不允许出车)；

- 车辆 TCMS 与其他各系统网络通信(任何系统通信故障都不允许出车)；
- 牵引；（任何故障都不允许出车）；
- 辅助系统；（任何故障都不允许出车，包括充电机故障）；
- 车门；（任何门故障都不允许出车）；
- 制动；（任何故障都不允许出车）；
- 空调；（任何故障都不允许出车）；
- 广播；（任何故障都不允许出车）；
- 烟火；（除单个节点丢失外，其他故障都不允许出车）；
- PIS；(多媒体服务器、多媒体解码器故障暂定允许出车)；
- VMS；（任何故障都不允许出车）；
- 集群调度；（任何故障都不允许出车）；
- 走行部在线检测（车辆判断轻微故障不向信号发送自检失败，允许出车；严重故障时向信号汇报自检失败，不允许出车）。

5. 列车动态检测

- 1) 系统控制列车在移动前自动发出警示信号。
- 2) 发出警示信号后，信号系统向列车发送向前跳跃指令，跳跃距离应不大于 1 米。
- 3) 系统检测向前移动满足系统要求，则再次发出警示信号。
- 4) 再次发出警示信号后，向列车发送向后跳跃指令，跳跃距离应等同于向前跳跃距离。

6. 唤醒状态显示

- 1) 当列车处于唤醒过程中，其列车车组号显示唤醒状态，如闪动，直到唤醒完成恢复稳定显示。
- 2) 若自动唤醒失败，应提示唤醒失败，如：车组号飘红且闪动直到唤醒成功。
- 3) 唤醒状态显示宜分别标识两端设备状态。

6.2.3 列车出库运行

列车出库前，系统应自动完成以下作业：

1. 系统自动或通过控制中心人工为状态良好的运营列车分派列车运营计划，包括运营交路、车次、目的地和发车时间。

2. 确认相应股道车库库门已打开。
3. 自动办理列车进路，赋予列车移动授权。
4. 当列车接收到移动授权，则进入全自动运行 FAM 模式；
5. 列车出库前，自动发出警示信号。

6.2.4 车场内运行

1. 列车在车场全自动运行区内可追踪运行，其运行间隔应能与正线列车运行间隔需求相匹配；
2. 对于采用接触轨方式供电的线路
 - 1) 列车进入断电区前，系统自动控制断开车辆母线高速断路器。
 - 2) 全列车驶离断电区后，自动控制闭合车辆母线高速断路器。

6.2.5 进入正线服务

1. 停放在转换轨、正线停车线、终端折返线的唤醒列车，随时准备按列车运行计划投入运营服务。
2. 系统按照列车运行计划，在列车发车前为即将上线运营列车，分配车次号并办理移动授权。
3. 列车按照移动授权和发车时间，自动启动列车，投入正线运营。

6.2.6 进站停车

1. 列车停车作业

系统控制列车进站停车，应自动完成以下作业：

- 1) 列车进站停车过程，应运行平稳，避免向前冲撞且一次到位。
- 2) 列车到站对位停车位置应精准，不遮挡车门与站台门的开度，保证正常乘降。
- 3) 列车停稳后且在规定的误差范围内，系统应在控制中心等地工作站显示列车停稳状态。
- 4) 列车停稳后，则自动打开车门和站台门。车门/站台门在处于打开状态时，门体状态指示灯点亮并在控制中心的工作站显示车门开闭状态。

2. 进站广播

1) 站台广播

列车进入站台区段前，系统自动启动站台广播，提示乘客列车即将进站，请站在安全线内。

2) 车辆广播

列车驶入站台区段前，启动车上广播，提示前方停靠车站和可换乘

线路。

3. 进站 PIS 显示

1) 站台 PIS

- 列车进站时间；
- 目的地；
- 前方经停车站；
- 列车编组；
- 快/慢车。

2) 车载 PIS

- 列车运行目的地；
- 前方经停车站及其换乘线路。

4. 乘降作业

1) 站台门打开

- 当系统允许打开车门时，站台门应与车门同步进行；
- 站台门处于打开过程中时，站台门状态指示灯应显示闪烁的黄色/橙色；
- 站台门处于打开时，站台门状态指示灯宜显示稳定的黄色/橙色。

2) 站台门关闭

- 当到达规定的发车时间时，系统控制站台门应与列车同步进行关门作业；
- 车门/站台门关闭后，门体状态指示灯熄灭。
- 当车门与站台门缝隙之间有物体遮挡时，车门与站台门不得进行关门作业；
- 当车门与站台门缝隙之间探测有异物时，车门与站台门应停止关闭，重新开启，经排查清理后再次关闭；
- 当站台门处于关闭状态，站台门顶部的状态指示灯熄灭。

6.2.7 站台发车

1. 列车出站

1) 列车驶离车站前，系统检查具备以下条件，方可发车：

- 到达发车时间；
- 车门及站台门关闭且锁闭；
- 未实施紧急停车；

- 获得移动授权；
- 列车运行前方无障碍物；
- 间隙探测装置未检测到障碍物；
- 相应的 SPKS 开关未处于防护位等条件。

2) 列车启动指示

- 列车停稳且保持制动时，系统应点亮车体外部安装的列车启动指示灯，并处于常亮状态；
- 列车启动前的一定时间（如：5 秒），指示灯开始闪烁，提示列车即将启动；
- 列车启动后且非零速后，该指示灯熄灭。

3) 列车启动

- 列车启动应平稳，避免乘车人员明显向后倾斜；
- 列车出站过程不出现中断，确保全列车出站作业过程完整。

2. 发车广播

1) 当列车完全出清站台时，车载设备自动启动广播。

2) 发车广播包括以下内容：

- 列车运行前方停靠车站；
- 列车运行前方跳停车站；
- 列车运行终点站；
- 前方换乘车站；
- 车门/站台门故障锁闭提示信息，如：第几节车厢的第几个门锁闭不可开门。

6.2.8 区间运行

1. 列车运行

1) 列车在区间运行过程中，车载设备应实时监测以下外部限制条件，确保行车安全。

- 正线、道岔、小半径曲线的线路最大限制速度及其允许最高速度；
- 临时限速；
- 区间封闭；
- 紧急停车指令；
- 列车完整性；
- 车门关闭且锁闭；

- 最高驾驶模式；
 - 列车运行前方无障碍物；
 - 授权范围内 SPKS 未激活；
 - 前方列车编组、运行速度及其之间的安全距离；
 - 移动授权安全距离。
- 2) 车载设备应实时接收行车指挥指令，控制列车正点运行：
- 区间运行等级或运行时间；
 - 前方站台扣车指令；
 - 前方跳停，通过不停车；
 - 计划变更，变更车次或运行交路等。

2. 区间停车防溜

列车区间运行过程中，遇移动授权限制一度停车时，车载设备应控制列车保持制动。一旦接收到移动授权，应可控制列车解除保持制动，自动启动。在停车整个过程中不出现溜车现象。

6.2.9 清客

清客作业应可按列车运行计划或临时运行要求，自动实施站台和列车清客作业。清客作业包括清客广播、旅客向导信息显示和清客确认操作。

1. 清客广播作业：

- 1) 列车进入终点站前，应启动广播，以配合站台清客作业。
- 2) 清客广播包括以下内容：
- 前方到达为终点站；
 - 前方到站可换乘线路；
 - 全部乘客下车换乘或等待后续列车。

2. 旅客向导信息显示

- 1) 列车进入终点站前，应在站台和列车的 PIS 显示器上自动显示旅客向导信息。
- 2) 清客作业旅客向导信息包括以下内容：
- 前方到达为终点站；
 - 前方到站可换乘线路；
 - 全部乘客下车换乘或等待后续列车；

3. 清客操作

- 1) 清客操作由站务人员根据计划的作业时间和乘客乘降情况，实施现地操

作。

- 2) 操作按钮的安装位置，应兼顾操作和瞭望，使得在操作过程中不间断瞭望。
- 3) 清客作业需经站务人员进行以下相关作业：
 - 确认车上无乘客；
 - 关闭车门/站台门；
 - 按压清客确认按钮，确认清客完毕。

6.2.10 折返作业

1. 系统应支持各种配线形式及其站前、站后折返作业需求；
2. 系统可根据列车运行计划和临时变更指令，实现折返变更作业需要，包括：通过作业变更为折返及折返变更成通过作业。
3. 站后折返
 - 1) 系统应根据计划运行图规定的交路及进路条件完成自动换端。
 - 2) 进入折返作业前，系统应监测具备以下条件：
 - 折返股道未占用；
 - 车门及站台门关闭且锁闭；
 - 未实施紧急停车；
 - 间隙探测装置未检测到障碍物等条件；
 - 相应的 SPKS 开关未处于防护位。
 - 3) 驶离站台
 - 系统根据计划运行图规定的发车时间，自动触发进路；
 - 列车接收到移动授权，自动启动，驶离站台，运行至折返股道。
 - 4) 列车换端作业
 - 待列车停稳折返股道规定的停车窗，且接收到系统发布的运行计划，便可进行换端准备；
 - 运行计划包括：运行车次、驶离折返线时间、运行经路；
 - 若运行计划路径与之前相反，立刻进行换端作业，反之继续运行；
 - 在列车自动换端过程中，系统应不间断监测列车状态、位置，保证车地通信连续。
 - 5) 驶离折返股道
 - 系统根据计划运行图规定的发车时间，自动办理进路；
 - 列车接收到车次、移动授权，自动启动，驶离停车股道；

- 列车进入始发站，并进入一系列进站相关作业。

4. 站前折返

- 1) 站前折返作业应可与乘降作业过程中同步进行，且不中断系统检测列车状态和设备运行情况。
- 2) 列车到站站台与出发站台的门控应设定一定间隔时间，以便乘客辨识下车方向并兼顾缩小列车站停时间。

6.2.11 停止正线服务

1. 返回车辆基地作业

- 1) 列车从正线返回车辆基地自动运行区域过程中，不需强迫在转换轨一度停车，按照移动授权运行，直到停稳在规定的停车库线。
- 2) 列车在车场全自动运行区内可追踪运行，其运行间隔应能与正线列车运行间隔需求相匹配。
- 3) 列车在进入转换轨前，系统应完成以下作业：
 - 向列车发送停止正线服务命令；
 - 根据列车运行派班计划，自动设置停车列检库头码；
 - 使车库门处于打开且锁闭状态；
 - 触发回库进路。
- 4) 列车接收到移动授权后，列车自动进行回库作业。
- 5) 列车入库时宜自动发出警示信号。
- 6) 列车进入断电区前，系统自动控制断开车辆母线高速断路器；全列车驶离断电区后，自动控制闭合车辆母线高速断路器。
- 7) 经系统检验在设定的时间范围内，没有进出库作业时，可自动关闭车库门。

2. 列车停放在正线停车线

- 1) 列车进入正线停车线、终端折返线，系统应向列车发送“停止正线服务”指令后，停止列车正线服务。
- 2) 列车收到停止“正线服务”工况指令后，执行控制照明、空调或电热关闭等操作。

6.2.12 清扫

1. 系统应可为每一列结束当日运营列车自动设置“清扫作业时间窗”。在清扫作业时间内，系统保持正常运行状态；清扫作业时间结束，自动进入下一步控制流程。

2. 清扫作业自动控制应执行以下流程：
 - 1) 列车回库停稳后，系统控制列车进入“清扫作业时间窗”控制流程。
 - 2) 车载信号系统应向车辆发送“进入清扫工况”。
 - 3) 待清扫作业时间结束，车载信号系统应向车辆发送“结束清扫工况”。
 - 4) 清扫结束前，系统应自动触发广播，提醒清扫人员下车。
3. 人工控制清扫流程
 - 1) 系统应允许控制中心或现地人工介入控制清扫作业。
 - 2) 当实际清扫作业超前“清扫作业时间窗”设定时间完成清扫作业时，可通过控制中心或现地人工控制结束清扫作业时间，进入休眠控制流程。
 - 3) 当“清扫作业时间窗”设定时间已到，但尚未完成清扫作业时，可通过控制中心或现地人工控制延长清扫作业时间，推迟进入休眠控制流程。

6.2.13 休眠

1. 系统应具备远程自动/手动和本地手动控制处于休眠区域的 FAM 模式列车，实施休眠作业。
2. 休眠作业流程
 - 1) 当列车满足以下条件，可进入休眠状态。
 - 列车处于系统设定的休眠区域；
 - 列车停稳且保持制动；
 - 已完成清扫作业；
 - 系统设备处于正常运行状态，不影响继续上线运营。
 - 2) 休眠控制
控制中心将远程休眠指令发送至车载信号设备，再由车载信号系统将休眠指令推送车辆，由车辆完成休眠以下控制。
 - 列车控制设备断电，包括：车载信号、照明、空调、广播、PIS、车辆网络等；
 - 降弓或脱离集电靴，牵引高压设备断电。
3. 休眠状态监控
 - 1) 系统应不间断监控休眠列车和设备的以下运行状态。
 - 列车位置；
 - 列车与系统通信状态；
 - 列车休眠/唤醒状态；
 - 列车休眠前的设备故障状态信息，不因休眠中断故障显示。

2) 当自动休眠不成功时，系统应报警，提示进行人工休眠操作。

6.2.14 车辆基地自动运行区域调车

1. 系统应可实施车辆基地/停车场自动化区域内各股道间自动调车作业。
2. 自动调车作业应具备以下基本条件：
 - 1) FAM 模式列车；
 - 2) 目的代码属于自动化区域的股道；
 - 3) 得到移动授权。
3. 列车启动时宜自动发出警示信号。

6.2.15 自动洗车

1. 系统应支持车辆基地内的全自动洗车作业。
2. 系统应全过程、实时监测洗车设备运行状态，确保洗车作业有序、高效
3. 全自动洗车作业控制应满足以下要求：
 - 1) 系统应根据预设的洗车计划或人工临时洗车任务，自动控制实施洗车作业。
 - 2) 系统应与洗车设备实时通信，保障指挥洗车作业的顺畅和完整。
 - 3) 系统应可根据预设的洗车强度等级，控制列车通过洗车机的运行速度。
 - 4) 作业前，系统监测以下状态：
 - 列车位于进入洗车库进路的始端；
 - 洗车设备运行状态正常；
 - 洗车线轨道空闲；
 - 洗车库门处于打开且锁闭状态；
 - 洗车库轨旁指示灯处于允许进入状态。
 - 5) 洗车作业控制
 - 系统确认具备以上作业条件时，方可办理洗车作业进路；
 - 洗车作业进路应可分段解锁，提高车辆基地的通过能力；
 - 当列车进入洗车库时，系统向洗车机发送启动命令，开始洗车作业；
 - 当全列车通过洗车区域，系统向洗车机发送启动命令，结束洗车作业；
 - 采用折返洗车方式时，当列车到达折返轨道停车窗并停稳，系统控制列车实施换端，实施换端洗车；
 - 采用贯通式洗车方式时，列车通过后可直接返回牵出线或者列检库。
- 6) 洗车作业完毕回库

- 系统可根据洗车计划自动触发回到指定列检库的回库进路。

6.3 异常情况下的列车运行场景

系统应支持由于客流变化、乘客异样及特殊运输组织要求等异常行车的组织需求，保障正常的运行秩序。

6.3.1 列车运行调整

当列车因实际客流发生突变，明显超出预测客流而发生运行秩序紊乱时，系统应支持运营管理采取运行计划、扣车、跳停等调整作业，恢复正常的运营秩序，满足客运需求。

1. 列车运行计划调整

- 1) 列车运行计划调整应不限制人工操作时的列车位置，而由系统判断处理、屏蔽违规操作。
- 2) 列车运行计划调整包括以下类型：
 - 线路运营起始/结束时间；
 - 加车/减车；
 - 列车运行交路；
 - 列车运行车次等。
- 3) 系统调整要求
 - (1) 系统应根据列车早晚点运行情况，通过采用不同运行速度等级、兼顾节能运行模式，自动调节区间运行时间，保障列车恢复正点运行。
 - (2) 当系统处理运行计划调整时，应根据行车规律和作业特点，自动实施程序化调整，如：
 - 人工改变单列车车次时，系统应根据设定参数自动变更后续车次；
 - 可通过改变列车的运行交路，自动变更相应列车后续车次。
 - (3) 系统应允许灵活调整运营时间，包括 24 小时连续运营。
 - (4) 线路任意折返作业轨道，应均可作为可调整的列车运营交路终点，实施全自动运行。

2. 扣车

- 1) 扣车作业可作为调整早点运行列车的一种措施，系统应适应以下列车运行场景，实施扣车作业。
 - 列车接近进站；
 - 列车在进站过程中；

- 列车停稳在站台；
- 列车启动时；
- 列车在出站运行过程中；
- 全列车出清站台。

2) 扣车控制

- 当列车进站遇扣车且停稳在站台时，列车实施正常的开门作业且保持开门状态，系统不得关闭车门/站台门，直到扣车解除；
- 当列车接近进站、进站过程中、全列车出清站台工况下，发出扣车命令时，系统不应影响列车正常运行；
- 当列车在站台停车工况下，发出扣车命令时，列车应保持列车停车，不得启动运行；
- 当列车在站台停车工况下，列车在站台乘降完毕，已关闭车门，未动车前实施扣车，应中止列车运行，并重新打开车门、站台门，直至扣车指令取消。
- 当列车在出站运行过程中，或在列车启动且越过出站信号时，一旦发出扣车指令，列车应立即实施紧急制动停车，直至扣车解除接收到允许移动授权，方可自动缓解继续运行；
- 扣车作业应不影响办理发车进路。

3. 跳停

1) 跳停作业可作为调整晚点运行列车的一种措施，跳停作业应与列车/站台广播联动，不触发跳停站的进站、到站、离站广播，且不显示列车跳停的车站信息。

2) 跳停作业类别

- 指定列车及其跳停车站；
- 封站式跳停，既所有通过指定车站的列车均实施跳停；
- 快车式跳停，即指定列车在前方所有车站实施跳停作业。

4. 区间运行超时报警

当列车在区间滞留时间超出预设的限制时间时，系统应报警提示行车调度人员，关注列车运行状况并标注在实际运行图上，必要时与 BAS 系统联动并采取应对措施。

6.3.2 远程人工开/关门控制

1. 车门/站台门防挤压处理

当车门或站台门因挤压连续三次关闭仍未成功而处于防挤压防护状态时，车辆/站台门系统应通过车辆 TCMS/站台门给信号系统反馈进入“防夹状态”信息，控制中心或站台综合站务员根据需要，确认可以关门后，按压站台关门按钮，实现本地强制关门控制。

2. 提前关闭车门 / 站台门

当客流较小，提前计划站停时间完成乘降作业时，行车调度员可根据列车运行调整的需要，提前计划发车时间，远端人工控制关闭车门 / 站台门。

6.3.3 列车停车欠标 / 过标调整

1. 当列车在规定的停车位置停车超过允许开门作业的停车窗时，系统应可自动控制列车调整列车位置，以便停稳在停车窗内，启动停车作业流程。

2. 欠标调整

列车进行停车作业，未停在设定的停车窗内时，应按以下欠标程度，采取相应方式，自动控制启动列车前行，实施对位停车作业并在控制中心报警，提示行车调度人员注意。

1) 欠标小于规定距离时，如：5 米，可通过“跳跃”命令控制列车一次性对标停车。

2) 欠标大于规定距离时，列车可自动启动向前正常运行，实施对标停车。

3. 过标调整

列车进站过标，未停在规定的停车窗内，应按以下过标程度，采取不同的控制方式，自动控制列车运行，并在控制中心报警，提示行车调度人员注意。

1) 过标小于规定调整距离时，如：5 米，可通过“跳跃”命令自动控制列车一次性退行对标停车。

2) 当过标大于规定距离时，应保持制动停车。系统应根据控制中心调度命令，按以下不同模式继续运行

- 等待乘务人员上车，降级人工驾驶；
- 控制中心发出启动命令，控制列车继续自动运行至下一车站。

6.3.4 乘客服务设施联动

1. 乘客服务通话

1) 当乘客接通乘客服务电话时，系统应立即将对应的视频图像推送至乘客调度工作站，直至挂机。

2) 乘客服务通话宜为双工方式，便于使用操作。

3) 乘客服务电话应全程录音并自动存储。

2. 紧急操作装置

1) 紧急操作装置应具备紧急停车控制作用，其优先级高于自动控制。

2) 紧急操作装置操作后，可通过控制中心命令或现场再次操作解除紧急停车状态。

3) 装置应配置指示灯，以表示紧急停车还是紧急停车解除状态。

4) 紧急操作装置一经操作，系统应立即将对应的视频图像推送至乘客调度工作站，直至人工复位。

5) 车站紧急操作装置应具备站台紧急关闭功能，一经按压立即控制进站列车、站停列车和正在出站列车实施紧急制动。

6) 车载紧急操作装置一经操作，系统立即控制切断列车牵引，实施常用制动停车。

6.3.5 区间列车数量监控

1. 系统应根据通风系统设定的各车站间列车最多数量限制，控制列车出站时机，以保障乘客乘车舒适度。

2. 当区间列车数量小于区间允许列车最多数量限制时，系统可自动释放限制发车指令，允许列车发车。

3. 通风系统限定的区间最多列车数量值应与线路通过能力指标及行车组织冗余度相适应。

6.3.6 列车超载

1. 车辆应实施监测列车载荷，并实时上传控制中心。

2. 当列车实际载荷接近设定的允许的最大载荷时，应在行车调度及车辆管理终端显示相关信息，提示注意。

3. 当某段线路运行的多列车的实际载荷均达到或超过最大载荷限制时，系统应提示行车管理人员增加车辆，缓解列车压力。

6.3.7 乘客紧急呼叫

1. 全自动运行系统应在列车客室内设置紧急呼叫按钮，实现乘客和控制中心的双向通话功能。

2. 系统应支持多个乘客同时呼叫，并显示全部呼叫。调度可选择接听任意一个呼叫，保留其余未被接听的呼叫请求。

3. 对讲按钮触发时系统应进行报警提示，并联动相关车载视频监视系统图像至调度显示终端。

6.3.8 紧急操作装置激活

1. 紧急操作装置激活后，系统应联动车载视频监视系统图像、广播。
2. 列车在区间运行过程中紧急操作装置激活时，系统应控制列车继续运行至安全区域（宜为站台）并打开车门站台门，在人工干预前应保持车门打开状态
3. 在停站过程中车门未关闭前，如紧急操作装置激活，系统应保持车门/站台门打开状态；车门/站台门关闭后，如列车未启动，系统应切除牵引并打开车门/站台门。
4. 列车出站过程中紧急操作装置激活，车载 ATP 判断紧急制动停车后列车车身若与站台位置有重合（至少一节车）时，则紧急制动停车；否则，按运行至下一停车站处理。

6.3.9 远程紧急制动与缓解

1. 系统应具备对单列或全线列车设置/取消远程紧急制动的功能。
2. 全线列车紧急制动对 CBTC 级别的 CM、AM、FAM、CAM 模式列车均有效，单列车紧急制动仅对 FAM、CAM 模式列车有效。
3. 远程取消紧急制动时，系统应仅缓解由远程紧急制动命令导致的紧急制动，其他原因导致的紧急制动不应缓解。
4. 远程取消紧急制动后，系统应缓解紧急制动后启动列车继续运行。

6.4 系统故障情况下的列车运行场景

当设备发生故障，系统应提供相应的故障提示信息和处理方案，允许降级运行，最大程度地减小因故障所造成的对行车的影响。

6.4.1 车载信号设备故障

1. 设备故障

在列车运行过程中，遇冗余设备故障，未造成系统降级而失去系统功能时，应尽量维持列车运行并立即报警提示行车人员，以便根据列车位置、客流、维修时间等，选择以下不同处理措施。

- 1) 继续运营，同时冗余设计的故障单机设备重启，包括 ATP、ATO、AOM、MMI。
- 2) 运行至正线停车线后，终止故障列车运营。
- 3) 返回车辆基地。

车载设备故障类型见表 6.4-1 所示。

表 6.4-1 车载设备故障类型

序号	车载设备故障	故障处理
1.	控制端 ATO 设备故障	紧急制动不可自动缓解，等待人工上车处理。
2.	等待端 ATO 设备故障	向控制中心报警，运行至本次列车运行的终点站不再发车。
3.	两端 ATO 设备同时故障	FAM 模式下，两端 ATO 同时故障，紧急制动不可缓解，向控制中心 ATS 报警，通知人工处理。
4.	1 端或 2 端 BTM 设备故障	FAM 模式下 BTM 设备头尾冗余；向控制中心报警。
5.	两端 BTM 设备同时故障	FAM 模式下 BTM 设备头尾冗余；紧急制动不可缓解，向控制中心 ATS 报警，通知人工处理。
6.	1 端或 2 端 DCS 设备故障	FAM 模式下 DCS 设备头尾冗余；向控制中心报警。
7.	两端 DCS 设备故障	FAM 模式下 DCS 设备头尾冗余；紧急制动不可缓解，无车地通信，控制中心判断与车载 VOBC 通信故障应通知人工处理。
8.	控制端 AOM 设备故障	向控制中心报警，停到本次运行的终点站后等待人工处理。
9.	等待端 AOM 设备故障	向控制中心报警，停到本次运行的终点站后等待人工处理。
10.	测速设备故障	FAM 模式下，向控制中心报警；并输出紧急制动停车，通知人工处理。
11.	任意一端 MMI 故障	FAM 模式下，向控制中心报警。
12.	控制端 ATP 设备故障	FAM 模式下，激活端 ATP 故障，向控制中心报警；并输出紧急制动停车，通知人工处理。
13.	等待端 ATP 设备故障	FAM 模式下，非激活端 ATP 故障，向控制中心报警，驾驶到本次运行的终点站对标停车打开车门不关闭。

2. 设备整机/接口故障

1) 当发生设备整机或接口故障，造成功能缺失时，车载设备应立即实施紧急制动且保持制动状态，等待人工介入，选择以下三种处理方式。人工控制过程，行车人员应保证留有足够的列车运行安全距离。

2) 故障复位控制

若车载设备整机故障紧急停车，行车人员根据列车停车位置，若判断具备区间筛选、定位条件，可通过人工远端控制设备重启，并进入以下处理流程，恢复列车正常运行。

- 车载设备重启且自检通过；
- 车地通信正常，恢复控制中心与列车通信；
- 接收蠕动模式运行；
- 运行过程中筛选定位；
- 列车运行至前方相邻站台，进行进站作业；

- 恢复正常运行。

3) 停车线停车

当列车因故不能或不便重启时，需乘务员上车，将控制等级降至 RM 模式，按照调度命令和地面信号显示运行至相邻停车线处理。

4) 返回车辆基地处理

若设备故障不可重启或列车运行间隔较大，可容许乘务员上车后将列车控制模式降级为 EUM，按照调度命令和地面信号显示运行，返回车辆基地。

6.4.2 ATIS 系统故障

1. 主控制中心 ATIS 系统故障

当主控制中心 ATIS 系统故障时，备用控制中心 ATIS 系统自动投入运行，且不影响列车运行；当系统确认主控制中心故障已恢复正常，宜切换回主控制中心系统控制。

2. 主、备中心均故障

- 1) 当主、备中心均故障，车站级 ATIS 可按照既有的运行计划，指挥各次列车继续运行，直至运行终点。
- 2) 遇特殊情况需要变更列车运行计划时，车站行车值班员可采取扣车或关闭信号及人工调度命令，调整列车运行。
- 3) 等候人工处理，执行以下相关程序。

3. ATIS 系统通信中断

当地面和车载设备失去与 ATIS 系统通信时，宜按以下流程控制列车运行：

- 1) 车载设备自动控制列车至授权范围内最邻近站台。
- 2) 乘务员上车，将 FAO 模式降级至 CM 模式，根据行车调度命令，维持运行。
- 3) 集中车站行车值班员通过车站的自动进路、自动折返进路及行车调度命令，人工指挥列车运行。
- 4) 在以上作业期间，由车站行车值班员人工记录通过各站列车的车次及到发时间，并进行人工辅助报站等客运组织信息。

6.4.3 列车蠕动模式运行

1. 当车载信号系统与车辆控制网络中断，车辆得不到行车指挥命令，同时不能上传车辆设备状态时，可采用列车蠕动模式运行。

2. 蠕动模式命令应基于系统故障信息，转换列车驾驶模式成功，方可进入蠕动模式。
3. 列车蠕动模式控制
 - 1) 当系统判断网络中断故障时，应控制列车紧急停车，待接收到列车蠕动模式运行指令时，方可继续运行。
 - 2) 列车以蠕动模式运行时，系统控制列车以不大于系统设定限制速度运行，限制速度宜等同于 RM 限制速度。
 - 3) 在列车以蠕动模式运行过程中，系统应插入人工广播和乘客服务信息显示，以便引导乘客做好下车准备。
 - 4) 在蠕动模式下，系统应可控制列车运行至前方相邻车站并停稳在停车窗后，进行以下作业：
 - 自动打开车门/站台门且锁闭在打开状态；
 - 清客；
 - 待乘务员上车，人工处理。
4. 蠕动模式应禁止在洗车线使用。

6.4.4 车载信号设备与车辆控制回路断路

当车载信号设备与车辆控制回路断路，造成信号向车辆发出的牵引/常用制动命令在规定时间内未能响应时，系统应实施以下处理：

1. 车载信号设备向控制中心发出报警，提请注意。
2. 当未响应时间超出系统设计容忍限制时间时，车载信号设备控制车辆实施紧急制动停车。

6.4.5 车辆牵引/制动系统故障

1. 当车辆制动系统出现严重等级故障时，系统应强迫列车紧急制动停车并告警，提示行车调度员和车辆调度员关注、采取措施。
2. 控制中心可通过分析列车状况，根据列车位置和线路条件，采取适宜的运行策略、限制列车运行速度，缓解列车紧急，控制列车运行至站台清客后，避开正线运行。
3. 故障类型与控制方式
 - 1) 制动能力损失
 - 制动轻故障：车辆系统应根据制动单元损失情况，折算为制动力损失，信号系统根据折算后的制动力进行列车运行控制，保证行车安全；

- 制动重故障：切除信号车载设备，以 EUM 模式，根据行车调度人员命令、凭地面信号机显示，将故障列车运行至最近的停车线。

2) 制动不缓解

(1) 单车紧急/常用制动不缓解

单车紧急/常用制动不缓解时，可根据列车编组等情况，采取以下不同措施恢复列车运行：

- 远程人工切除单车制动，车辆系统应根据制动单元损失情况，折算为制动力损失，信号系统根据折算后的制动力进行列车运行控制，保证行车安全；
- 现地人员切除单车制动，车辆系统应根据制动单元损失情况，折算为制动力损失，信号系统根据折算后的制动力进行列车运行控制，保证行车安全。

(2) 全列制动不缓解

当列车全列不能缓解时，应采取列车救援手段，切除信号车载设备，以 EUM 模式，根据行车调度人员命令、凭地面信号机显示，将故障列车推/拉至最近的停车线。

3) 单车牵引系统故障

- 当列车牵引系统发生故障时，系统应向调度指挥人员发出报警，调度指挥人员根据具体故障信息，指挥列车进行清客及退出运营等后续作业。

6.4.6 车门故障

1. 系统应实时监控车辆传送的车门运行状态，一旦接到故障信息应立刻报警，提示控制中心关注并采取相应措施。

2. 故障分类与处理

1) 全列车门故障不能与站台门联动

- 列车接不到车门开/闭指令

当列车因接收不到车门开/闭指令，而不能与站台门进行正常开/闭联动作业时，系统应在控制中心报警，提示行车管理人员组织现地操作；等待乘务人员上车，将门控模式改到人工关闭模式，开/闭列车车门后，改回到自动开/自动关模式，在乘务人员的监督下继续全自动运行。

- 车辆门控单元故障

当车辆门控电路故障不能打开全列车门时，应等待站台工作人员，采用机械手段释放列车车门锁闭并清客终止载客运行。

2) 列车单门故障处理

当列车发生单门故障时，可采取以下故障处理措施：

- 在调度终端、车上及站台显示故障车门信息，由现地列车乘务人员上车隔离故障车门；
- 系统屏蔽列车运行前方故障车门对应的站台门并处于锁闭状态；
- 屏蔽站台门操作为一次性有效，一旦故障列车驶离站台，站台门自动恢复正常运行。

3) 车门状态丢失，中断列车运行

车门状态丢失故障的处理方法应按照以下列车位置特征，采取不同处理方法。

● 列车区间运行

列车在区间运行过程中，一旦发生车门状态丢失，宜自动限速运行至下一停车站台并精确停车。在站台停稳后，自动打开车门且保持打开状态，等待人工处理；

● 列车进站

列车在进站运行过程中，一旦发生车门状态丢失，则立即实施常用制动停车。待控制中心分析故障情况，便可由控制中心人工远端屏蔽车门状态，限速运行至站台停车位；

● 列车站停

列车在站台进行停车作业过程中，一旦发生车门状态丢失，则立即实施紧急制动，不经处理不容许列车启动。待乘务人员上车现地设置门旁路，清客后人工限速驶出正线；

● 列车出站

列车在出站过程中，一旦发生车门状态丢失，则立即实施紧急制动停车，不经处理不可缓解。等待乘务人员上车，现地设置门旁路或由控制中心人工远端屏蔽车门状态，限速运行至下一站台。

6.4.7 站台门故障

1. 系统应实时监测站台门系统运行状态和故障信息，发生故障报警时，控制中心及时采取相应措施。
2. 故障分类与处理
 - 1) 整侧站台门故障

- 站台门控电路故障，不能打开全站台门时，应等待站台工作人员，采用现地设备进行互锁解除作业，人工控制开关门作业，保证乘客乘降及列车正常运行；
- 因地面与车载信号系统通信故障，车门与站台门不能联动关门时，应等待站台工作人员，采用现地设备进行互锁解除作业，人工控制本次开关门作业，保证乘客乘降及列车正常运行后，将站台门恢复至正常状态。

2) 站台门单门故障处理

- 当站台门单门故障时，可由站台工作人员隔离故障站台门，应在调度终端、车上及站台显示故障站台门信息；
- 系统应屏蔽在本站台停靠列车对应于故障站台门的车门，使其处于锁闭状态；
- 屏蔽站台门操作在单门故障恢复前应持续有效。

3) 站台门状态异常，影响列车运行

- 站台门状态异常可采取站台门互锁解除，屏蔽故障状态，恢复列车运行；
- 根据实际运营组织情况，通过操作互锁解除实现单门隔离和全列隔离。

6.4.8 列车紧急制动与处置

列车紧急制动与处置方法见表 6.4-2 所示。

表 6.4-2 紧急制动与处置表

序号	紧急制动原因	场景描述	驾驶模式变化及 MMI 提示信息	紧急制动后处理
1	列车超速	FAM 模式下, 列车运行速度超过当前限制速度。	列车紧急制动停车, 停稳后缓解再次启动运行, 本端作为控制端连续两次超速紧急则向控制中心申请进入 CAM 模式运行。	连续两次超速后, 确认进入 CAM 模式前紧急制动不可缓解, 停稳后, 控制中心确认转为 CAM 模式后缓解。
		CAM 模式下, 列车运行速度超过当前限制速度。	列车紧急制动停车, 停稳后缓解再次启动运行, 本端作为控制端单程两次超速紧急则制动不缓解人工上车处理。	连续两次超速紧急则制动不缓解, 人工上车处理。
2	列车退行超速/超距	FAM、CAM 模式向后跳跃对标时, 退行速度大于规定的最大退行速度(5km/h)。	不会导致模式发生变化。	列车停稳后自动缓解。
		FAM, CAM 模式向后跳跃对标时, 退行距离超过最大值(5m)。	不会导致模式发生变化。	不可缓解
3	列车完整性丢失	IL_RM、CBTC_CM、CBTC_AM、CAM、FAM 模式下, 列车完整性丢失。	AM 模式下会转为 CM 模式, 且 ATO 不可再启动; 其他模式下不会导致模式发生变化。MMI 上显示列车完整性丢失, 同时显示该故障号。	不可缓解
4	测速故障	IL_RM、CBTC_CM、CBTC_AM、CAM、FAM 模式下, 测速故障(包括测速传感器出错或测定的速度超过允许的范围)。	AM 模式下会转为 CM 模式, 且 ATO 不可再启动; 其他模式下不会导致模式发生变化; MMI 上显示该故障号。	不可缓解
5	切断牵引超时	CAM、FAM 模式下输出切断列车牵引式, 超时未采集到牵引已切断。	无模式转换	可缓解

序号	紧急制动原因	场景描述	驾驶模式变化及 MMI 提示信息	紧急制动后处理
6	两端同时激活时输出紧急制动	两端同时激活时,列车输出紧急制动。	FAM 模式,CAM 模式激活的一端不再输出激活转为待机 (IL_RD) 状态。	两端同时激活时紧急制动无法缓解, 任何一端去活后紧急制动自动缓解, 由激活的一端控制列车
7	列车运行过程中, 从紧急非限模式转 RM 模式时输出紧急制动	列车运行过程中(非零速), 切除开关从切除位转到非切除位。	列车停车后, 从紧急非限模式转为 RM 模式。	列车停稳后自动缓解。
8	位置无效	FAM, CAM 模式时列车位置无效, 输出紧急制动。	维持当前模式和级别, 输出紧急制动不可缓解。	司机打开钥匙后, 转 CM 模式, 提示司机确认转 RM 模式, 司机确认后转为 RM 模式, 缓解紧急制动。
9	移动授权无效	FAM, CAM 模式时列车移动授权无效, 输出紧急制动。	维持当前模式和级别, 输出紧急制动不可缓解。	司机打开钥匙后, 转 CM 模式, 提示司机确认转 RM 模式, 司机确认后转为 RM 模式, 缓解紧急制动。
10	人工试闸	司机在停车列检库、正线停车线实施人工试闸。	无模式转换	列车停稳后, 不再试闸时缓解。
11	唤醒失败	列车远程唤醒时: 1) 上电自检(含车载 VOBC 和车辆)失败; 2) 列车静态测试任何一项失败; 3) 动态测试任何一项失败。	无模式转换	人工上车打开钥匙后缓解。
12	静态测试期间非预期的列车移动, 静态测试中输出的紧急制动	1) 静态测试期间检测到列车非零速; 2) 静态测试时输出的紧急制动。	无模式转换	1)非预期的列车移动停稳后缓解; 2)静态测试时输出的紧急制动不再输出时自动缓解。
13	跳跃防护实施紧急制动	一次跳跃距离大于跳跃防护距离(1.2m)时输出紧急制动。	无模式转换	人工上车打开钥匙后缓解。
14	FAM,CAM 模式时非零速打开钥匙	FAM, CAM 模式时非零速打开钥匙输出紧急制动。	停稳后转为 CM 模式。	停稳后自动缓解。

序号	紧急制动原因	场景描述	驾驶模式变化及 MMI 提示信息	紧急制动后处理
15	进站过标超过 5m	FAM, CAM 模式进站过标超过 5m 输出紧急制动。	司机上车打开钥匙后转为 CM 模式。	停稳时, 司机上车打开钥匙后转为 CM 模式后缓解。
16	远程紧急制动	FAM, CAM 模式时接收到远程紧急制动要求。	无模式转换	列车停稳、远程紧急制动取消后缓解; 列车停稳、司机插入钥匙转为 CM 模式后缓解。
17	洗车机故障	FAM 模式洗车过程中洗车机故障。	无模式转换	洗车机故障恢复或司机插入钥匙转为 CM 模式后缓解。
19	非零速要求进入 CAM 模式	FAM 模式非零速时检测到必须转 CAM 模式时: 1) 车辆申请进入 CAM 模式; 2) 车载 VOBC 与车辆 TCMS 通信故障; 3) 判断牵引或制动反馈异常。	零速后, 向控制中心申请进入 CAM 模式, 控制中心确认后转为 CAM 模式。	列车停车后自动缓解。
21	车载 VOBC 与车辆 TCMS 通信中断且制动硬线报故障时	FAM 模式时, 车载 VOBC 与车辆 TCMS 通信中断且制动硬线报故障时输出紧急制动; CAM 模式时, 制动硬线报故障时输出紧急制动。	FAM 模式时申请进入 CAM 模式; CAM 模式时司机插入钥匙后转为 CM 模式。	插入钥匙后转为 CM 模式后可缓解车载 VOBC 输出的紧急制动。
22	网络汇报 2/8 车厢紧急制动不可用	FAM 模式时, 网络采集到 2/8 个车厢紧急制动故障。	司机插入钥匙后转为 CM 模式。	转为 CM 模式后列车停稳时缓解; 人工处理转向架故障。
23	检修开关处于检修位	当列车处于 IL_RM, CBTC_CM, CBTC_AM, CAM, FAM 模式时, 不论列车是否零速, 采集到检修开关处于检修位时, 输出紧急制动。	无模式转换	检修开关打到非检修位, 零速时缓解紧急制动。
24	障碍物/脱轨检测	FAM 模式时, 网络采集到障碍物/脱轨检测有效输出紧急制动。	无模式转换	紧急制动停车, 列车零速且障碍物/脱轨检测无效后可以缓解。

序号	紧急制动原因	场景描述	驾驶模式变化及 MMI 提示信息	紧急制动后处理
25	控制端 ATO 故障	FAM、CAM 模式时，控制端 ATO 故障输出紧急制动。	无模式转换，司机插入钥匙后转为 CM 模式。	ATO 故障恢复后自动发车；司机插入钥匙转为 CM 模式。
26	控制端 ATP 故障	FAM，CAM 模式时输出紧急制动。	转为待机（IL_RD）状态。	紧急制动不可缓解，司机重启 ATP 插入钥匙转为 RM 模式后缓解。

6.4.9 故障复位控制

1. 故障复位控制功能包括列车故障自愈、远程人工复位和远程旁路。
2. 当列车处于 FAM/CAM 模式自动运行时，若车载信号设备架构为单端 2 乘 2 取 2 或头尾冗余，如发生车载信号设备单系故障，系统在保证列车行驶安全前提下应能自动重启该故障单系，实现列车自愈功能，以提高系统可用性。
3. 可自动重启的车载信号设备包括：ATP、ATO、AOM、MMI。
4. 车载信号系统宜在正线站台或停车列检库零速时实现列车自愈。
5. 发生允许复位的故障时，在 FAM 或 CAM 模式下且列车零速时，车辆可自动复位一次。
6. 远程人工复位或远程旁路，可远程复位及旁路关键部件见表 6.4-3 所示。

表 6.4-3 可远程复位关键部件列表

车辆可复位设备	
司机室激活断路器	列车激活控制断路器
空压机启动控制断路器	输入/输出模块电源断路器
列车控制断路器	司机室广播供电断路器
制动装置控制电源断路器	客室广播供电断路器
制动控制电源断路器	无线电台主机电源断路器
安全回路电源断路器	烟火报警主机电源断路器
转向架远程隔离电源断路器	车门控制电源断路器
辅助电源控制断路器	车门电源断路器
车辆可旁路设备	
车辆单个转向架（或单车）空气制动	

6.4.10 系统降级运行

1. 当系统设备故障时，相比于正常列车运行，可通过降低速度和/或增大发车间隔支持列车安全运行。
2. 系统应尽量缩减设备故障而造成的对运营的影响，最小程度地减少因人工依靠遵守操作流程实行列车防护，维持运营继续而存在的潜在风险。
3. 系统设备远端操作终端设备，如：道岔、车门/站台门、列车驾驶等，均应具备应急现地操作。
4. 全自动驾驶模式（FAM）下应急及其他故障情况下的处理方式要求：
 - 1) 当列车运行在 FAM 模式下，车辆出现故障或信号与车辆网络接口故障的时候，ATP 系统应立即施加紧急制动，保证列车安全。同时向控制中心调度员工作站告警，系统申请进入 CAM 模式（蠕动模式），经调度

人员确认后人工进入 CAM 模式，列车以 25km/h（具体线路设计联络阶段确定）速度行驶，ATP 在此过程中实施防护。当列车以 CAM 模式进行车站自动停车后，车载 ATP 施加紧急制动以防止列车移动，等待人工处理。

- 2) 当列车上发生紧急操作装置激活、运行中车门打开、车上发生火灾、车站火灾、车上检测到障碍物/脱轨、车辆制动力丢失等紧急情况，系统可启动相应的联动控制，自动或人工采取相应措施。
- 3) 当列车在 FAM 模式下，ATO 子系统设备故障，ATP 系统应立即施加紧急制动，保证列车安全，同时向控制中心调度员工作站告警，提示调度人员车载 ATO 系统故障，需派司机上车救援，司机可选择列车在 CM 模式下运行，也可选择列车至 RM 或 EUM 驾驶模式运行。

6.5 应急情况下的行车组织需求

6.5.1 障碍物检测

1. 全自动运行系统应具备必要的障碍物监测安全防护措施，系统一旦实施安全防护措施，不经人工解除，不得恢复全自动运行。
2. 障碍物监测类型
 - 1) 障碍物碰撞监测 —— 接触式被动防护。
 - 2) 设备限界监测 —— 非接触式主动防护。
 - 3) 列车运行防护距离监测 —— 非接触式主动防护。

3. 系统监控

当系统监测到障碍物时，应立即采取以下防护措施：

- 1) 列车立即施加紧急制动停车。
- 2) 系统为列车建立防护分区，禁止后续列车接近。
- 3) 联动相关站台自动设置扣车。
- 4) 封闭与临线的联络线。
- 5) 在调度终端报警。
- 6) 联动相关视频监视，VMS 图像至调度显示终端。

6.5.2 雨雪模式

1. 雨雪模式配置

系统应配置雨雪模式（除全地下线路），以防止雨雪天出现严重打滑而中断运营。

2. 雨雪模式预设

系统应允许控制中心，根据天气情况设置雨雪模式的路段，预先设置雨雪模式。

3. 雨雪模式监控

- 1) 列车在运行过程中接收到控制中心下达的雨雪模式指令时，可自动进入雨雪模式控制；当出清雨雪模式区段，接收到结束雨雪模式时，自动恢复正常运行。
- 2) 列车在运行过程中，接收到列车严重打滑信息应立即向控制中心发出报警。
- 3) 当系统接收到在某一区段内多列车出现空转/打滑时，应可提示行车调度人员启动雨雪模式。

4. 雨雪模式控制方式

系统的雨雪控制模式可采取以下控制措施：

- 1) 降低牵引力；
- 2) 降低制动力；
- 3) 降低列车最高允许速度。

6.5.3 线路中断

当线路因出现钢轨断裂、变形、牵引断电、异物侵入限界等突发情况，导致部分线路中断运营时，系统应根据线路配线条件、客运组织需求，采取以下应急方案，最大程度维持列车运营，缩短中断运营范围。

1. 改变列车运行交路

- 1) 系统可根据断点位置，采取单端小环或双端双环应急运行模式。
- 2) 在此应急运行模式下，系统应可支持控制中心编制临时行车计划，实现ATS系统行车指挥功能。

2. 单线双向运营

- 1) 当运营断点不宜恢复，造成多站停止运营时，可根据配线情况采取单线双线运营模式。
- 2) 系统应根据调整后的运行经路和停靠站台情况，控制相应的车门/站台门。
- 3) 车站和车载的PIS和广播系统应根据系统运行方案，为乘客提供相应的引导信息。

6.5.4 车辆火灾

1. 全自动运行系统应实时监控车辆火灾报警状态，遇火灾报警或失去状态信息

应采取相应的安全措施。控制中心应具备火灾报警确认和复位功能。

2. 发生车辆火灾报警时，应联动火灾位置的车载视频监视系统，将图像推至调度显示终端及驾驶台，并提示进行确认及复位。
3. 火灾报警确认后，系统应联动相关站台提示设置扣车等命令，同时触发车载及站台 PIS、PA。
4. 列车运行方式

- 1) 区间运行

对于站间距较短的线路，列车在区间运行过程中发生火灾时，系统应控制列车继续运行至下一停车站台对标停车后，打开车门/站台门且保持打开状态。

对于站间距较长的线路，列车在区间运行过程中发生火灾时，系统应立即报警，并由控制中心指挥在区间采取疏散措施。

- 2) 站台

列车在停站期间发生火灾时，应保持车门/站台门打开状态；如车门/站台门已关闭且列车未启动时，系统应切除牵引并打开车门/站台门。

- 3) 出站

若列车刚刚启动，停在允许退行的范围内，应尽量退行停车处理；超出退行范围则按照区间运行方式。

- 4) 车辆基地

列车在车辆基地、停车场内运行过程中发生火灾时，列车应立即实施常用制动停车，等待救援。

- 5) 火灾处置完毕后，须经人工确认处理，方可恢复正常作业运行。

6.5.5 车站火灾

1. 系统应实时监控车站火灾状态，包括站台、站厅、通道等，并可进行相应的报警确认和复位。
2. 发生车站火灾报警时，应联动相关区域的 VMS 图像推送至控制和相关车站终端，提示进行确认和复位操作，经确认后触发车载及站台 PIS、PA。
3. 应急处置

- 1) 站台列车空闲

- 站台门保持关闭；
- 相关站台扣车；
- 区间列车紧急停车，禁止进入站台区域。

- 2) 列车进行乘降作业
 - 立即关闭车门/站台门；
 - 获得移动授权，立即发车。

6.5.6 区间火灾

1. 全自动运行系统应实时监视区间火灾报警信息，并可进行相应的报警确认和复位。
2. 区间火灾报警时，应联动相关区域的 VMS 图像至控制中心和相关车站显示终端。
3. 区间火灾报警确认后，系统应联动相关站台提示设置扣车、列车紧急制动等命令，同时触发车载及站台 PIS、PA。

6.5.7 区间疏散

1. 当列车因失去动力，停滞在区间不能继续自主运行且不具备救援条件时，系统应可远程引导乘客区间疏散。
2. 系统同时触发区间疏散照明及疏散指示系统、区间广播等。
3. 疏散模式与控制
 - 1) 系统控制封闭疏散区间。
 - 2) 相关站台扣车，禁止后续列车进入疏散区间。
 - 3) 设置防护区域

ATS 根据疏散通道的提示，自动显示疏散通道对向的防护区（由运营决定防护区距离，系统配置）。行调人员通过界面防护区的位置，判断对向列车的位置，等待即将进入防护区的对向列车越过防护区，且无车进入防护区后，下发设置防护区防护的命令，系统建立对应的防护区。

- 4) 控制中心可通过视频图像，了解列车状态，并综合考虑疏散区间的疏散平台配置和走行轨道床疏散条件，发送允许打开车门/逃生门指令。
- 5) 在满足以下条件情况下，乘客应急打开车门/逃生门操作有效。
 - 列车车速为零；
 - 制动保持；
 - 接收到控制中心门允许命令。

7 维修支持系统功能需求

7.1 一般要求

- 7.1.1 全自动运行系统应具备完善的设备监测、故障诊断和设备健康度评估功能，关键设备的运行状态、故障报警应实时上传控制中心，以使运营人员及时掌握列车及关键设备运行情况，并支撑全自动运行系统的维修策略。
- 7.1.2 维修支持系统应作为全自动运行系统的重要组成部分，须保证 24 小时不间断连续运行。
- 7.1.3 维修支持系统功能设计应以技防、预防为准则，人工处理为辅。强化系统故障自诊断能力和维修作业效益，最大程度提高全自动运行系统维修管理的自动化程度，尽量避免查无原因故障，提高维修作业管理效率。
- 7.1.4 维修支持系统面向维修人员，不应向行车使用人员发布设备状态信息或指令信息，避免与被监控系统信息的不一致性，干扰行车组织和行车作业。
- 7.1.5 维修支持系统对全自动运行系统只监不控，不应因自身故障影响被监测各子系统正常运行。系统应可避免局部故障扩大影响，一旦区域维修工作站因故退出工作状态，维修支持系统应立即报警。
- 7.1.6 维修支持系统记录事件发生时间应至少到秒级，同一秒内发生的事件应以时间顺序依次排列。
- 7.1.7 维修支持系统工作站人机界面显示信息应实时、清晰、醒目、友善，满足用户对于项目的具体要求。关键性信息应能声、光同时告警。
- 7.1.8 维修支持系统应与 ATS 系统时钟信号自动校时，保持与 ATS 的时钟偏差在正负 500 毫秒以内。
- 7.1.9 维修支持系统应适应技术的发展，宜与移动互联网、物联网、大数据挖掘、人工智能等智能技术结合，不断提升维修支持系统的智能化水平，提高工作效率，降低人员技能要求。

7.2 维修支持系统主要功能

维修支持系统应具备以下主要功能：

7.2.1 日常维护检修作业技术支持

维护作业技术支持平台作为维护作业及维护的管理最基础支持平台，也可以成为一线维护作业支持平台，需配备以下功能模块：

1. 设备硬件故障告警
2. 设备系统性故障告警

3. 人工操作失效告警
4. 非设备性故障告警
5. 技术指标偏离预告
6. 全生命周期更新预告
7. 维护检修作业管理
8. 交接班管理
9. 备品备件进出库管理

7.2.2 信号系统亚健康状态诊断

信号系统亚健康状态诊断用于支持设备日常维护作业和管理。维护管理人员本可通过该功能所统计的数据，了解、分析、掌握系统的亚健康状态及系统潜在风险。信号系统亚健康状态诊断平台应提供以下功能：

1. 监测、诊断系统缺陷
2. 多发故障类型报告
3. 多发故障设备报告
4. 多发故障地点报告
5. 命令失效查询
6. 列车信息查询
7. 历史数据回放
8. 行车指标查询

7.2.3 移动维护支持及专家咨询

移动维护支持及专家咨询功能可提高故障处理和维修作业管理的时效性，为不在职守岗位的维护作业人员、综合管理人员提供移动作业平台，并且为远端的故障应急处理支持人员与现场处理人员提供信息通道。移动维护支持及专家咨询应提供以下功能：

1. 设备故障信息发布
2. 行车应急信息发布
3. 系统运行状态查询
4. 维护工单查询
5. 维护工单填报
6. 交接班日志填写
7. 远端数据分析诊断
8. 远端设备重启操作

7.2.4 设备管理

设备管理功能应能支持维护管理单位的基础管理的需要，应具备以下功能：

1. 设备台账管理
2. 系统软件管理
3. 技术资料管理
4. 维护检修周期管理
5. 设备完好率统计
6. 可靠性指标统计
7. 可用性指标统计
8. 可维护性指标统计

7.2.5 系统维护管理增值服务

系统维护管理增值服务提供针对系统设备全生命周期状态进行全面、深入、持续的研究和科学决策的技术支持功能。通过系统运行大数据分析，不断完善状态修计划、挖掘潜在风险、调整备品备件储备方案、提出培训要素、制定次年维护检修计划、修订维护管理规程等。应具备以下功能：

1. 维护检修年计划管理
2. 风险评估
3. 技术攻关
4. 备品备件配置与管理
5. 培训预案
6. 维护工时管理
7. 维修技术管理规程修编
8. 资产管理

8 培训功能需求

8.1 一般要求

- 8.1.1 培训及实训平台的建设需充分考虑全自动运行特点及运营规则要求,培训系统支持运营单位组建高效的运营和维护队伍,培训设备先进、功能齐全,数量充足,能够满足保持全自动运行关键岗位人员持续具备操作和维修的能力。
- 8.1.2 全自动运行实训平台应充分考虑专业、岗位、内容的全覆盖,可开展认知培训,单工种培训,多工种培训,应具有员工基本培训和开展全自动运营特有技能培养的条件与环境,培训环境应支持多系统间联动模拟及培训。
- 8.1.3 培训系统应涵盖正常、非正常、故障及应急场景的运营及维修仿真,支持全自动运行相关作业人员开展系统岗位培训,使其具备不同自动化等级下的岗位作业、联动处置、应急处理能力。
- 8.1.4 全自动运行等级下的培训场景至少涵盖运营开始及结束、车辆基地列车运行、线路限界检查等运营场景。
- 8.1.5 全自动运行实训平台应支持应用软件参数的自定义,支持线路全自动运行等级、设备功能等条件发生变化时,对相关作业人员进行专项培训与考核的功能。
- 8.1.6 实训平台需采用模块化设计,具有可升级扩展接口。

8.2 培训环境与设施

- 8.2.1 实训平台应将信号、综合监控、车辆、通信、站台门等专业进行集成设计,实现全自动运行系统相关各子系统的功能互动,并加入相应的培训功能,构建用于行车培训的环境,仿真线路全自动运行环境,完成相关岗位员工培训。
- 8.2.2 全自动运行环境以全自动运行信号系统及综合监控系统为核心,通过连接列车模拟器、IBP 盘、PA 设备等,创造行车组织环境,通过专用电话和无线调度电话完成相关岗位沟通工作,使培训环境接近正线运行环境。
- 8.2.3 培训环境应具有控制中心实训区域、车站行车实训区域、列车司机实训区域、关键设备维修实训区域,依托相关硬件和软件,完成各岗位的单岗位培训和多岗位的联合培训。

8.3 培训设备构成

- 8.3.1 硬件设备组成:ATS 实训设备、列车模拟器、专用电话、无线调度电话、VMS 设备、PIS 设备、PA 设备、IBP 设备、显示大屏设备、网络平台设备。

8.3.2 软件组成：ATS 仿真软件、全自动运行教员软件、列车模拟器软件、列车教员软件、专线电话软件、无线调度电话软件、VMS 软件、各系统接口软件。

8.3.3 主要培训设备功能需求见表 8.3-1~表 8.3-5 所示。

表 8.3-1 控制中心培训设备主要功能

设备名称	主要功能	考核标准
行车调度员工作站	行车信息显示	<ol style="list-style-type: none"> 1. 全自动运行模式下的车辆远程监控及乘客服务。 2. 列车的远程休眠、唤醒等操作。 3. 列车故障时根据故障现象进行判断，对于远程无法判断或处理的故障，尽快安排相关人员现场处理。 4. 列车发生乘客报警、迫停区间等突发事件时与乘客通话并进行远程广播。 5. 正线及车辆基地供电系统的远程监控与管理，火灾报警系统、车站环境控制设备及隧道通风系统的中心级远程监控。
	控制级别	
	列车运行控制	
	列车运行描述	
	运行图/时刻表管理	
	列车运行调整	
	列车运行查询	
	站台信息显示与查询	
	发车计时器显示	
	列车运行统计	
	出入库预告	
	故障报警	
全自动运行功能		
系统调度员（电力）工作站	负责电力设备的监视和调度操作	
	操作画面（供电示意图、供电分布示意图等）	
	报表	
系统调度员（环控）工作站	负责机电设备（BAS、FAS、ACS、AFC、PED 等监视和操作	
	监控画面（水系统、给排水等）	
	报表	
信息调度员工作站	全线车载乘务服务设备状态监控（车载 VMS、车载 PA、车载应急对讲）	
	远程提供相应列车广播	
	接听乘客应急语音对讲电话	
运营信息管理员工作站	操作 PIS、PA、VMS 设备	
	操作中央信息发布及施工管理设备	

表 8.3-2 列车模拟器培训设备主要功能

设备名称	主要功能	考核标准
全功能列车模拟器	仿真车+部分客室和一扇客室车门	1. 列车员需经过系统的理论知识和实操技能培训。 2. 独立值守的列车员在非全自动运行模式下的累计运行里程需不少于5000公里。 3. 列车员需根据全自动运行的值守方式掌握乘客问询与帮助、服务礼仪、急救等方面的知识与技能。 4. 列车员需掌握突发事件应急处置流程,熟悉全自动运行系统的新增风险点和安全措施,确保乘客和行车安全。 5. 列车员需定期开展进入和退出全自动运行模式的操作练习、手动驾驶训练、应急故障和突发事件处置演练等。
	包含故障模拟和处置触摸屏	
	视景系统+动态 3D 技术(非固定式视角)	
	动态车辆逻辑模型	
	故障模拟系统	
	声音系统	
	震动模拟系统	
	车载 PIS 设备	
乘客报警设备		
基础型驾驶模拟器	仿真驾驶台以及单屏显示系统	
	采用原车相同的实物按钮界面	
	视景系统	
	动态车辆逻辑模型	
	故障模拟系统	
声音系统		

表 8.3-3 列车教员培训设备主要功能

设备名称	主要功能
列车教员台	操作界面
	学员和教员信息管理
	课程和场景编辑器
	实时动态场景控制
	保存和重播
	课程评估
	信号系统

表 8.3-4 车站行车培训设备主要功能

设备名称	主要功能	考核标准
现地 ATS 工作站	站场图显示功能	1. 全自动运行模式的车站行车作业、客运工作组织、故障处置程序及作业时间要求等内容。 2. 全自动运行调度指挥模式改为站控时，车站行车值班员需根据调度员命令，排列进路、办理接发车作业。 3. 全自动运行系统新增风险点及操作事项的理论培训，以及全自动与非全自动运行情况下设备的操作练习。
	进路建立	
	总人解	
	区故解	
	总取消	
	引导进路	
	道岔总定/反	
	道岔单锁/单解	
	道岔封锁/解锁	
	全站解封	
	上电解锁	
模拟 IBP 盘	车辆基地功能	
	站台门操作	
	行车操作	
	安全防护操作	

表 8.3-5 信号教员培训设备主要功能

设备名称	主要功能
信号教员工作站	实时状态显示（列车运行信息、车型信息、位置、速度等）
	场景数据制作（编辑和修改场景）
	场景注入
	在线场景注入（实时故障/事件注入：车次窗、列车、信号机等）
	出车控制
	回放控制
	虚拟列车与列车模拟器链接
	仿真时间修改
	监控综合监控状况（所有车站供电、机电工作状态、事故报警等）
	对供电、机电、VMS、AFC、FAS 设备进行故障注入
	考核功能
	学员管理功能

8.4 联合演练功能要求

- 8.4.1 实训平台的建设应充分考虑到正常运营及故障应急情况下各岗位的联合演练。
- 8.4.2 实训平台应可实现控制中心、车站、列车在早间启动、日常运营、夜间停运、列车接发车等正常场景下的协同作业。
- 8.4.3 实训平台应可培训各岗位在列车区间火灾、站台火灾、站厅火灾、突发大客流、轨行区入侵等场景下的应急处理能力。
- 8.4.4 实训平台应可培训各岗位在列车区间阻塞、列车救援、牵引供电故障、信号系统故障等故障场景下的组织协作能力。
- 8.4.5 行调、车辆调、车站与列车模拟器联动可开展如下培训：
1. 列车救援训练；
 2. 电话调度场景训练；
 3. 列车运行训练（休眠、唤醒、扣车、跳停、出车、清客、回库，进出站，折返，追踪等）；
 4. 标准语言沟通训练；
 5. 远程紧急制动。
- 8.4.6 行调、车辆调、电调、环调与列车模拟器联动可开展如下培训：
1. 突发供电故障下的应急预案演练；
 2. 列车阻塞、区间疏散应急演练。
- 8.4.7 乘客调、车站与 PA、PIS 联动可开展如下培训：
1. 故障、灾难事件信息发布；
 2. 车上乘客沟通协助；
 3. 列车远程广播；
 4. 列车进站广播。
- 8.4.8 控制中心、车站与 IBP 盘可开展如下培训：
1. SPKS 开启训练；
 2. 站台门紧急开放训练；
 3. AFC 紧急释放训练；
 4. 应急状态机电设备操作训练。

附录 1：列车运行控制信息列表

表 1 列车运行控制及关键状态信息

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
整车	1	列车编组号	状态	
	2	时间	状态	包括年、月、日、时、分、秒。
	3	中央控制单元生命信号	状态	
	4	网压	状态	单位：V
	5	网流	状态	单位：A；牵引时取正值，再生制动时取负值。
	6	列车载荷	状态	单位：t；列车载荷=AW0+乘客重量（包含转动惯量）。
	7	列车行驶总里程数	状态	单位：km
	8	列车参考速度	状态	单位：km/h
	9	乘车率	状态	乘车率=（实际载荷-AW0）/（AW2-AW0）； 每辆车数据分别记录。
	10	蓄电池电压	状态	单位：V； 充电机工作时表示充电机的输出电压，充电机停止工作时表示蓄电池端电压。
	11	列车牵引工况	指令	TCMS 给牵引系统和制动系统发送的牵引指令。
	12	列车制动工况	指令	同上
	13	列车牵引力	状态	单位：kN
	14	列车空气制动力	状态	单位：kPa
	15	列车电制动力	状态	单位：kN

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	16	方向手柄零位	状态	零位	信号判断进入 FAM 模式的条件； 列车两端车辆主手柄数据分别记录。
				非零位	
	17	方向手柄向前位	状态	向前位	列车两端车辆主手柄数据分别记录。
				无效	
	18	方向手柄向后位	状态	向后位	同上
				无效	
	19	司机控制器主手柄惰行位	状态	惰行位	信号判断进入 FAM 模式的条件； 列车两端车辆主手柄数据分别记录。
				无效	
	20	上电自检完成	状态	完成	
				未完成	
	21	TCMS 网络通信自检失败	状态	失败	
				未检测到失败	
	22	TCMS 网络设备自检失败	状态	失败	
				未检测到失败	
23	牵引系统自检失败	状态	失败		
			未检测到失败		
24	制动系统自检失败	状态	失败		
			未检测到失败		
25	辅助系统自检失败	状态	失败		
			未检测到失败		
26	车门控制自检失败	状态	失败		
			未检测到失败		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	27	空调系统自检失败	状态	失败	
				未检测到失败	
	28	广播系统自检失败	状态	失败	
				未检测到失败	
	29	烟火报警自检失败	状态	失败	
				未检测到失败	
	30	PIS/VMS 自检失败	状态	失败	
				未检测到失败	
	31	集群调度系统自检失败	状态	失败	
				未检测到失败	
	32	走行部在线检测自检失败	状态	失败	
				未检测到失败	
	33	总风压力达到规定上限值	状态	达到	
				未达到	
34	空压机打风测试结果	状态	成功		
			未成功		
35	紧急制动施加测试结果	状态	成功		
			未成功		
36	紧急制动缓解测试结果	状态	成功		
			未成功		
37	75%常用施加测试结果	状态	成功		
			未成功		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	38	100%常用施加测试结果	状态	成功	
				未成功	
	39	常用缓解测试结果	状态	成功	
				未成功	
	40	停放施加测试结果	状态	成功	
				未成功	
	41	停放缓解测试结果	状态	成功	
				未成功	
	42	制动自检测试结果	状态	成功	
				未成功	
	43	牵引静态测试结果	状态	成功	
				未成功	
	44	照明测试结果	状态	成功	
				未成功	
	45	列车广播测试结果	状态	成功	
				未成功	
	46	开 A 侧车门测试结果	状态	成功	
				未成功	
47	开 B 侧车门测试结果	状态	成功		
			未成功		
48	关全列车门测试结果	状态	成功		
			未成功		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	49	CAM 测试结果	状态	成功	
				未成功	
	50	动态测试结果	状态	成功	
				未成功	
	51	紧急施加测试完成	状态	完成	
				未完成	
	52	紧急缓解测试完成	状态	完成	
				未完成	
	53	75%常用施加测试完成	状态	完成	
				未完成	
	54	100%常用施加测试完成	状态	完成	
				未完成	
	55	常用缓解测试完成	状态	完成	
				未完成	
	56	停放施加测试完成	状态	完成	
				未完成	
	57	停放缓解测试完成	状态	完成	
				未完成	
58	制动自检测试完成	状态	完成		
			未完成		
59	牵引静态测试完成	状态	完成		
			未完成		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注	
整车	60	照明测试完成	状态	完成		
				未完成		
	61	列车广播测试完成	状态	完成		
				未完成		
	62	开 A 侧车门测试完成	状态	完成		
				未完成		
	63	开 B 侧车门测试完成	状态	完成		
				未完成		
	64	关全列车门测试完成	状态	完成		
				未完成		
	65	CAM 测试完成	状态	完成		
				未完成		
	66	动态测试完成	状态	完成		
				未完成		
	67	空压机状态	状态	状态未知		设备所在车数据分别记录。
				工作		
未工作						
故障						
68	辅助系统状态	状态	正常	设备所在车辆状态数据分别记录。		
			停机			
			故障			
			通信异常			

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	69	充电机状态	状态	状态未知	同上
				工作	
				停机	
				故障	
	70	受电弓（受流器）状态	状态	升起(抬起)	设备所在动车状态数据分别记录。
				未升起(落下)	
	71	停放制动状态	状态	状态未知	列车两端车辆状态数据分别记录。
				施加	
				缓解	
	72	制动缸压力		状态	单位：kPa
73	总风压力		状态	单位：kPa	
74	转向架制动不缓解数量		状态	此信息上传中心用于故障转向架制动隔离，且仅允许隔离一个。	
75	转向架常用制动不可用数量		状态	同上	
76	转向架紧急制动不可用数量		状态	信号系统根据不可用数量判断施加限速。	
77	本车（架）牵引状态	状态	正常	每辆动车（或动车转向架）数据分别记录。	
			牵引切除		
			电制动切除		
			故障		
			复位请求		
			牵引隔离		
			通信中断		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	78	本车（架）空转	状态	空转	同上
				正常	
	79	本车（架）空气制动状态	状态	状态未知	每辆车（或转向架）数据分别记录。
				施加	
				缓解	
				故障	
				本地隔离	
			远程隔离		
	80	本车（架）空气制动滑行	状态	滑行	同上
				正常	
	81	主断路器状态	状态	闭合	每辆动车设备状态数据分别记录。
		断开			
82	主断路器状态有效	状态	有效	每辆动车设备状态数据分别记录。	
			无效		
83	母线高速断路器状态	状态	闭合	设备所在车状态数据分别记录。	
			断开		
84	A 侧/B 侧开门列车线激活	状态	激活	硬线采集数据。	
			未激活		
85	A 侧/B 侧关门列车线激活	状态	激活	同上	
			未激活		
86	A 侧/B 侧所有车门收到开门使能指令	状态	所有门收到使能	门控器反馈 TCMS 是否收到门使能，若门控器通信故障则判断未收到门使能指令。	
			至少一个门未收到		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	87	A 侧/B 车门锁闭状态	状态	锁闭	硬线采集数据。
				未锁闭	
	88	本门打开	状态	有效	每辆车各车门数据分别记录。
				无效	
	89	本门关闭	状态	有效	同上
				无效	
	90	本门紧急解锁	状态	有效	同上
				无效	
	91	本门隔离	状态	有效	同上
				无效	
	92	信号终点站 ID 反馈	状态	有效	TCMS 收到信号系统“终点站 ID”后的反馈，反馈内容与收到内容一致。
				无效	
93	信号当前站 ID 反馈	状态	有效	TCMS 收到信号的“当前站 ID”后的反馈，反馈内容与收到内容一致。	
			无效		
94	信号下一站 ID 反馈	状态	有效	TCMS 收到信号系统“下一站 ID”后的反馈，反馈内容与收到内容一致。	
			无效		
95	信号触发下一站开 A 侧/B 侧车门反馈	状态	触发	TCMS 收到信号系统“下一站车门打开侧”后的反馈，反馈内容与收到内容一致。	
			未触发		
96	信号触发下一站开双侧车门，且先开 A 侧/B 侧车门反馈	状态	触发	TCMS 收到信号系统“下一站车门打开侧”后的反馈，反馈内容与收到内容一致。	
			未触发		
97	信号触发下一站 ID 对应的进站广播反馈	状态	触发	TCMS 收到信号系统“自动广播触发信号”后的反馈，反馈内容与收到内容一致。	
			未触发		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	98	信号触发下一站 ID 对应的到站广播反馈	状态	触发	同上
				未触发	
	99	信号触发下一站 ID 对应的离站广播反馈	状态	触发	同上
				未触发	
	100	信号触发无人折返提示广播反馈	状态	触发	同上
				未触发	
	101	脱轨及障碍物检测	状态	有效	列车两端车辆数据分别记录。
				无效	
	102	客室紧急操作装置动作	状态	动作	持续时间 $\geq 2s$ 有效；每辆车各装置数据分别记录。
				未动作	
	103	升弓按钮按下	状态	按下	列车两端车辆按钮数据分别记录。
未按下					
104	降弓按钮按下	状态	按下	同上	
			未按下		
105	紧急制动按钮按下	状态	有效	TCMS 采集该按钮触点信号，只用于记录，不用于控制；列车两端车辆数据分别记录。	
			无效		
106	ATP 触发紧急制动	状态	触发	TCMS 采集信号系统反馈的信号； 列车两端车辆数据分别记录。	
			未触发		
107	安全回路断开	状态	有效	TCMS 采集安全回路继电器触点信号，只用于记录，不用于控制；列车两端车辆数据分别记录。	
			无效		
108	列车警惕触发	状态	有效	TCMS 采集警惕延时继电器触点信号，只用于记录，不用于控制；列车两端车辆数据分别记录。	
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	109	总风压力低	状态	有效 无效	TCMS 采集总风压力继电器触点信号，只用于记录，不用于控制；列车两端车辆数据分别记录。
	110	紧急制动旁路开关状态	状态	旁路 正常	列车两端车辆开关数据分别记录。
	111	安全回路旁路开关状态	状态	旁路 正常	同上
	112	脱轨及障碍物检测旁路开关状态	状态	旁路 正常	同上
	113	门使能旁路开关状态	状态	旁路 正常	同上
	114	门关好旁路开关状态	状态	旁路 正常	同上
	115	信号零速反馈	状态	有效 无效	采用激活端硬线信号，只用于记录，不用于控制。
	116	司机室盖板状态	状态	打开 闭合	列车两端车辆开关数据分别记录。
	117	信号输出 FAM 模式反馈	状态	有效 无效	采用激活端硬线信号，只用于记录，不用于控制。
	118	信号输出 CAM 模式反馈	状态	有效 无效	同上
	119	信号输出 ATO 已激活反馈	状态	有效 无效	同上

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	120	信号输出停放制动施加反馈	状态	有效	同上
				无效	
	121	信号输出停放制动缓解反馈	状态	有效	同上
				无效	
	122	信号输出跳跃指令反馈	状态	有效	同上
				无效	
	123	ATO 输出牵引指令反馈	状态	有效	同上
				无效	
	124	ATO 输出制动指令反馈	状态	有效	同上
				无效	
	125	ATO 输出保持制动指令反馈	状态	有效	同上
				无效	
	126	ATO 输出牵引/制动百分比反馈	状态		TCMS 实际收到的数值反馈，不做运算。
127	TCMS 反馈车辆休眠允许	状态	确认		
			未确认		
128	CAM 模式申请	状态	申请进入模式	FAM 模式下列车转为 CAM 模式时的申请命令，FAM 模式该命令有效时，列车紧急制动停车后向中心申请进入 CAM 模式。	
			未申请		
129	人工广播测试反馈	状态	收到人工测试指令		
			未收到		
130	人工洗车模式	状态	有效		
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	131	车辆烟火报警	状态	至少 1 个报警	全列车至少有 1 个烟火探测器报警。
				无报警	
	132	广播设备电源断路器	状态	闭合	每辆车广播设备断路器数据分别记录。
				断开	
	133	网络设备电源断路器	状态	闭合	每辆车网络设备断路器数据分别记录。
				断开	
	134	中继器电源断路器	状态	闭合	设备所在车辆的断路器数据分别记录。
				断开	
	135	信号系统设备电源断路器	状态	闭合	列车两端车辆信号设备断路器数据分别记录。
				断开	
	136	辅助设备控制电源断路器	状态	闭合	设备所在车辆的断路器数据分别记录。
断开					
137	障碍物及脱轨检测电源断路器	状态	闭合	列车两端车辆断路器数据分别记录。	
			断开		
138	紧急制动电磁阀电源断路器	状态	闭合	同上	
			断开		
139	制动远程切除电磁阀电源断路器	状态	闭合	每辆车断路器数据分别记录。	
			断开		
140	制动控制装置电源断路器	状态	闭合	同上	
			断开		
141	空压机控制电源断路器	状态	闭合	设备所在车辆的断路器数据分别记录。	
			断开		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	142	停放制动控制电源断路器	状态	闭合 断开	列车两端车辆断路器数据分别记录。
	143	列车空调集中控制电源断路器	状态	闭合 断开	同上
	144	客室照明电源断路器	状态	闭合 断开	每辆车照明断路器数据分别记录。
	145	前照灯/防护灯电源断路器	状态	闭合 断开	列车两端车辆断路器数据分别记录。
	146	无线电台电源断路器	状态	闭合 断开	同上
	147	PIS/VMS 设备电源断路器	状态	闭合 断开	每辆车设备断路器数据分别记录。
	148	走行部在线检测电源断路器	状态	闭合 断开	每辆车设备断路器数据分别记录。
	149	车门控制电源断路器	状态	闭合 断开	同上
	150	受电弓控制电源断路器	状态	闭合 断开	设备所在车辆的断路器数据分别记录。
	151	牵引变流器控制电源断路器	状态	闭合 断开	每辆动车变流器控制断路器分别记录。
	152	空调机组 1/机组 2 通风机运行	状态	运行 未运行	每辆车各台设备数据分别记录。

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	153	客室报警器 1/报警器 2 报警请求	状态	请求	同上
				无效	
	154	客室报警器 1/报警器 2 与司机通话中	状态	通话中	同上
				无效	
	155	客室报警器 1/报警器 2 与 OCC 通话中	状态	通话中	同上
				无效	
	156	本车（架）常用空气制动故障	故障		常用制动不能施加或制动不缓解；每辆车转向架数据分别记录。
	157	列车激活端丢失	故障		列车两端车辆按钮数据分别记录。
	158	列车方向丢失	故障		同上
	159	车门故障	故障		每辆车各车门数据分别记录。
	160	车门关门障碍物	故障		车门防夹导致无法关闭，需人工远程或本地确认后发车；每辆车各车门数据分别记录。
	161	车门状态未知	故障		无法确认是否能打开，需人工远程或本地确认后发车；每辆车各车门数据分别记录。
	162	空压机打风超时	故障		
163	空压机自检故障	故障		TCMS 无法控制空压机启动、停止。	
164	列车 1 级故障	故障			
165	列车 2 级故障	故障			

表 2 车辆状态及故障诊断信息

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	1	列车运行模式	状态	FAM	
				CAM	
				AM	
				CM	
				RM	
				AR	
				EUM	
	2	限速值	状态	紧急牵引	
				洗车限速	
				退行限速	
				制动故障限速	
				空转	
	3	中央控制单元通信正常	状态	滑行	
				最高运行限速	
	4	数据记录仪通信正常	状态	有效	
				无效	
	5	人机接口单元通信正常	状态	有效	
				无效	
	6	输入/输出模块通信正常	状态	有效	
				无效	

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	7	事件记录仪通信正常	状态	有效	设备所在车辆数据分别记录。
				无效	
	8	ATC 通信正常	状态	有效	列车两端车辆设备数据分别记录。
				无效	
	9	牵引控制单元通信正常	状态	有效	每辆动车单元数据分别记录。
				无效	
	10	制动控制单元通信正常	状态	有效	每辆车单元数据分别记录。
				无效	
	11	辅助电源系统通信正常	状态	有效	设备所在车辆数据分别记录。
				无效	
	12	空调控制单元通信正常	状态	有效	同上
		无效			
13	车门控制单元通信正常	状态	有效	每辆车主门控单元数据分别记录。	
			无效		
14	广播控制单元通信正常	状态	有效	列车两端车辆设备数据分别记录。	
			无效		
15	PIS 通信正常	状态	有效	同上	
			无效		
16	烟火报警系统通信正常	状态	有效	列车两端车辆设备数据分别记录。	
			无效		
17	走行系统通信正常	状态	有效	同上	
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
整车	18	司机室激活	状态	有效	
				无效	
	19	牵引/制动控制指令	状态	牵引	
				制动	
				惰行	
				紧急制动	
	20	扩展供电	状态	有效	每台辅助电源扩展数据分别记录。
				无效	
	21	牵引主隔离开关状态	状态	闭合	每辆动车开关状态分别记录。
				断开	
	22	库用开关状态	状态	运行位	开关所在车数据分别记录。
				库用位	
		接地位			
23	紧急牵引开关状态	状态	闭合		
			断开		
24	ATC 切除开关状态	状态	正常位		
			切除位		
25	本车（架）制动远程切除	状态	切除		
			未切除		
26	本车（架）制动本地切除	状态	切除		
			未切除		
27	牵引/制动百分比	状态			

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
整车	28	蓄电池剩余容量百分比	状态	
	29	中央控制单元通信中断	故障	列车两端车辆设备数据分别记录。
	30	数据记录仪通信中断	故障	设备所在车数据分别记录。
	31	人机接口单元通信中断 HMI	故障	列车两端车辆单元数据分别记录。
	32	输入/输出模块通信中断	故障	每辆车模块数据分别记录。
	33	ATC 通信中断	故障	列车两端车辆设备数据分别记录。
	34	牵引控制单元通信中断	故障	每辆动车单元数据分别记录。
	35	辅助电源系统通信中断	故障	设备所在车数据分别记录。
	36	制动控制单元通信中断	故障	每辆车单元数据分别记录。
	37	空调控制单元通信中断	故障	每辆车单元数据分别记录。
	38	车门控制单元通信中断	故障	每辆车主门控单元数据分别记录。
	39	广播控制单元通信中断	故障	列车两端车辆设备数据分别记录。
	40	PIS 通信中断	故障	同上
	41	烟火报警系统通信中断	故障	同上
	42	走行系统通信中断	故障	同上
	43	事件记录仪通信中断	故障	设备所在车数据分别记录。
	44	集群调度系统通信中断	故障	列车两端车辆数据分别记录。
	45	TCMS 网络通信自检失败	故障	
	46	TCMS 系统自检失败	故障	
47	牵引静态测试失败	故障		
48	紧急制动施加测试失败	故障		
49	紧急制动缓解测试失败	故障		

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
整车	50	制动自检测试失败	故障	
	51	75%常用制动施加测试失败	故障	
	52	100%常用制动施加测试失败	故障	
	53	常用制动缓解测试失败	故障	
	54	停放制动施加测试失败	故障	
	55	停放制动缓解测试失败	故障	
	56	空压机自检失败	故障	
	57	照明测试失败	故障	
	58	列车广播测试失败	故障	
	59	开 A 侧车门测试失败	故障	
	60	开 B 侧车门测试失败	故障	
	61	关全列车门测试失败	故障	
	62	CAM 测试失败	故障	
	63	动态测试失败	故障	
	64	司机室占用冲突	故障	列车两端车辆数据分别记录。
	65	两端司机钥匙同时操作	故障	同上
	66	司机室激活与方向冲突	故障	同上
	67	向前向后方向指令冲突	故障	同上
	68	牵引指令与制动指令冲突	故障	同上
	69	障碍物检测系统故障	故障	同上
	70	检测到脱轨	故障	同上
71	检测到障碍物	故障	同上	

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
整车	72	DC24V 电源模块故障	故障	列车两端车辆设备数据分别记录。
	73	集群调度系统车载主机故障	故障	同上
	74	集群调度系统车载台与基站通讯故障	故障	同上
	75	ATP 故障	故障	列车两端车辆数据分别记录。
	76	ATO 故障	故障	同上
	77	AOM 故障	故障	同上

注：本列表信息列举了与列车运行直接相关的关键、重要状态数据的种类，各车辆项目宜结合具体的列车编组型式、车辆系统配置、牵引/制动控制方式、车地通信方式、用户需求等实际情况，对数据种类进行增减或调整，细化数据各项属性并形成项目特定的报文内容上传控制中心。

附录 2：列车运行状态监测信息列表

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注	
牵引系统	1	牵引控制单元生命信号	状态		
	2	软件版本号	状态	内部各软件版本号	
	3	上电自检状态	状态	未自检	
				自检中	
				自检成功	
				自检失败	
	4	动态测试状态	状态	未自检	
				自检中	
				自检成功	
				自检失败	
	5	牵引控制单元主断路器允许	指令		
	6	母线断路器允许	指令		
	7	母线接触器控制指令	指令		
	8	充电接触器控制指令	指令		
9	短接接触器控制指令	指令			
10	放电斩波指令	指令			
11	逆变单元启动指令	指令			
12	牵引控制单元合母线断路器	指令			
13	牵引控制单元合主断路器	指令			
14	电网电压	状态	单位：V		

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注	
牵引系统	15	中间电压	状态	单位：V	
	16	中间电流	状态	单位：A	
	17	电机电流	状态	单位：A	
	18	牵引状态	状态	正常	
				牵引隔离	
				牵引切除	
				电制动切除	
				复位请求	
				故障	
	19	制动状态	状态	通信中断	
				状态未知	
				施加	
缓解					
故障					
本地隔离					
20	牵引/电制动给定力	状态	远程隔离	设定值；单位：kN。	
			状态未知		
21	实际牵引力	状态	单位：kN		
22	实际电制动力	状态	单位：kN		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
牵引系统	23	综合速度	状态		单位: km/h
	24	电制动可用	状态	可用	指电制动实际值有效。
				无效	
	25	电制动有效	状态	有效	
				无效	
	26	向前状态	状态	向前	
				无效	
	27	向后状态	状态	向后	
				无效	
	28	主断路器状态	状态	闭合	
				断开	
	29	母线断路器状态	状态	闭合	
断开					
30	母线接触器状态	状态	闭合		
			断开		
31	充电接触器状态	状态	闭合		
			断开		
32	短接接触器状态	状态	闭合		
			断开		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
牵引系统	33	斩波进行标志位	状态	斩波进行中	
				无效	
	34	逆变单元隔离状态	状态	隔离	
				无效	
	35	牵引已切除反馈	状态	牵引已切除	当牵引指令无效时，牵引控制单元切除牵引，并反馈该信号。
				无效	
	36	制动电阻风机接触器状态	状态	闭合	
				断开	
	37	制动电阻风压继电器信号	状态	闭合	
				断开	
	38	电制动切除反馈	状态	电制动已切除	
				无效	
	39	电制动衰减	状态	衰减	
				无效	
40	硬线电制动切除反馈	状态	电制动切除		
			无效		
41	硬线蠕动模式反馈	状态	蠕动		
			无效		
42	硬线紧急牵引反馈	状态	紧急牵引		
			无效		
43	硬线紧急制动反馈	状态	紧急制动		
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
牵引系统	44	硬线分主断路器反馈	状态	主断路器分	
				无效	
	45	硬线分母线断路器反馈	状态	母线断路器分	
				无效	
	46	硬线复位反馈	状态	复位	
				无效	
	47	硬线向前命令反馈	状态	向前	
				无效	
	48	硬线向后命令反馈	状态	向后	
				无效	
	49	硬线牵引使能反馈	状态	牵引使能	
				无效	
	50	硬线牵引命令反馈	状态	牵引	
				无效	
	51	硬线制动命令反馈	状态	制动	
				无效	
52	制动电阻风机启动命令		指令		
53	电机转速		状态	单位: r/min	
54	电机温度		状态	单位: °C; 每台牵引电机数据分别记录。	
55	牵引能耗		状态	单位: kWh	
56	制动能耗		状态	单位: kWh	
57	网压过压		故障	电网电压超出变流器允许工作的电压范围。	
58	网压欠压		故障	同上	
59	软件判断网压过压		故障		

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
牵引系统	60	中间电压过压	故障	
	61	软件判断中间电压过压	故障	
	62	中间电压欠压	故障	
	63	充电不良故障	故障	
	64	主电路接地	故障	
	65	中间电流过流	故障	
	66	逆变过流	故障	
	67	逆变模块过热	故障	
	68	模块 A+管故障	故障	每个逆变单元功率模块数据分别记录。
	69	模块 A-管故障	故障	同上
	70	模块 B+管故障	故障	同上
	71	模块 B-管故障	故障	同上
	72	模块 C+管故障	故障	同上
	73	模块 C-管故障	故障	同上
	74	斩波管故障	故障	同上
	75	逆变器保护	故障	同上
	76	电制动滑行	故障	
	77	空转	故障	
	78	未斩有流	故障	未发斩波脉冲已有斩波电流。
	79	斩波无流	故障	已发斩波脉冲没有斩波电流。
	80	直流过流	故障	
81	主断路器卡分	故障		

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
牵引系统	82	主断路器卡合	故障	
	83	主断路器异常脱扣	故障	
	84	主断路器线圈未减载	故障	
	85	充电接触器卡分	故障	
	86	充电接触器卡合	故障	
	87	短接接触器卡分	故障	
	88	短接接触器卡合	故障	
	89	母线接触器卡分	故障	
	90	母线接触器卡合	故障	
	91	母线断路器卡分	故障	
	92	母线断路器卡合	故障	
	93	母线断路器异常脱扣	故障	
	94	母线断路器线圈未减载	故障	
	95	制动电阻风机接触器卡分	故障	
	96	制动电阻风机接触器卡合	故障	
	97	制动电阻超温	故障	
	98	制动电阻风压异常	故障	
	99	电机超温保护	故障	每台牵引电机数据分别记录。
	100	电机超温报警	故障	同上
	101	速度传感器信号异常	故障	同上
102	电机温度传感器故障	故障	同上	
103	PWM 故障	故障		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
牵引系统	104	超速报警	故障		
	105	方向指令错误	故障		
	106	牵引制动指令错误	故障		
	107	网络硬线方向指令不一致	故障		
	108	电压传感器故障	故障		
	109	内部单元生命信号中断	故障		
	110	中央控制单元生命信号中断	故障		
	111	VVVF 轻微故障	故障		
	112	VVVF 中等故障	故障		
	113	VVVF 严重故障	故障		
制动系统	1	制动控制单元生命信号	状态		
	2	软件版本	状态		
	3	上电自检状态	状态	未自检	
				自检中	
				自检成功	
				自检失败	
	4	已进入静态测试模式	状态	进入静态测试模式	
				无效	
	5	空气制动已施加	状态	已施加	
				无效	
6	空气制动已缓解	状态	已缓解		
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
制动系统	7	紧急制动已施加	状态	已施加	
				无效	
	8	紧急制动已缓解	状态	已缓解	
				无效	
	9	保持制动已施加	状态	已施加	
				无效	
	10	本车停放制动已缓解	状态	已缓解	
				已施加	
	11	75%常用制动施加状态反馈	状态	已施加	
				无效	
	12	100%常用制动施加状态反馈	状态	已施加	
				无效	
	13	命令制动自检条件满足	状态	条件满足	
				无效	
	14	人工制动测试条件满足	状态	条件满足	
				无效	
	15	制动缸压力值有效	状态	有效	
无效					
16	停放制动缸压力值有效	状态	有效		
			无效		
17	总风压力值有效	状态	有效		
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
制动系统	18	空气弹簧压力值有效	状态	有效	
				无效	
	19	转向架载荷数据有效	状态	有效	
				无效	
	20	空气制动正常	状态	正常	
				无效	
	21	空气制动已切除	状态	已切除	
				无效	
	22	已进入跳跃模式	状态	进入跳跃模式	本列车单元制动系统收到硬线跳跃模式指令并成功降低保持制动力至设定范围。
				无效	
	23	牵引列车线高电平	状态	高电平	
				无效	
24	制动列车线为高电平	状态	高电平	制动控制单元硬线输入信号。	
			无效		
25	紧急制动列车线高电平	状态	高电平	同上	
			无效		
26	保持制动施加线高电平	状态	高电平	同上	
			无效		
27	紧急牵引列车线高电平	状态	高电平	同上	
			无效		
28	跳跃模式列车线高电平	状态	高电平	同上	
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
制动系统	29	回送模式列车线高电平	状态	高电平	同上
				无效	
	30	踏面清扫检测线高电平	状态	高电平	同上
				无效	
	31	制动缸压力	状态		单位：kPa；各轴制动缸压力数据分别记录。
	32	总风压力	状态		单位：kPa
	33	空气弹簧压力	状态		单位：kPa；各转向架上两个空簧数据分别记录。
	34	停放制动缸压力	状态		单位：kPa
	35	本架载荷	状态		单位：t；含转动惯量。
	36	本架空气制动力	状态		单位：kN
	37	PWM 指令占空比反馈	状态		
	38	检测速度	状态		各轴数据分别记录。
	39	速度有效	状态	有效	同上
				无效	
	40	本转向架参考速度	状态		
	41	本转向架参考速度有效	状态	有效	
		无效			
42	列车速度信号	状态		单位：km/h	
43	零速信号	状态	零速		
			无效		
44	单轴滑行控制	状态	有滑行控制	各轴数据分别记录。	
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
制动系统	45	空气制动滑行控制	状态	有滑行控制	一个转向架至少一根轴有空气制动滑行控制。
				无效	
	46	上电自检失败		故障	
	47	制动系统内网总线故障		故障	
	48	网络 PWM 指令与列车线不一致		故障	
	49	网络制动指令与列车线不一致		故障	
	50	远程缓解故障		故障	
	51	制动不缓解		故障	用于 TCMS 远程切除转向架制动。
	52	制动力不足		故障	
	53	紧急制动控制故障		故障	用于 TCMS 判断限速。若某个转向架紧急制动不能施加,或被远程切除/人工隔离,则 TCMS 判断该转向架紧急制动失效。
	54	常用制动不能施加		故障	
	55	总风压力传感器异常		故障	
	56	制动缸压力传感器故障		故障	各制动缸数据分别记录。
	57	载荷补偿压力传感器异常		故障	
	58	空气簧压力传感器故障		故障	每个转向架上两个空簧数据分别记录。
	59	制动缸压力传感器异常		故障	
	60	速度传感器异常		故障	各轴传感器数据分别记录。
61	速度检测异常		故障	当车辆加速到 5km/h 后,若某轴速度信号仍为 0,则报该轴速度信号异常。	
62	防滑控制异常		故障	各轴数据分别记录。	
63	紧急制动线检测异常		故障		

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注	
制动系统	64	PWM 指令异常	故障		
	65	载荷补偿故障	故障		
	66	空气弹簧压力过低	故障		
	67	空气弹簧压力过高	故障		
	68	总风压力低	故障		
	69	停放制动未缓解	故障		
	70	制动指令逻辑异常	故障		
	71	制动轻微故障	故障		
	72	制动中等故障	故障		
	73	制动严重故障	故障		
辅助电源系统	1	生命信号	状态		
	2	软件版本号	状态		
	3	自检状态	状态	未自检	
				自检中	
				自检成功	
				自检失败	
				自检中断	
	4	逆变器输入电压	状态	单位：V；由辅助电源箱内电压传感器检测的网压值。	
	5	逆变器输入电流	状态	单位：A	
	6	逆变器中间电容电压	状态	单位：V	
7	逆变器输出线电压	状态	单位：V；计算值。		
8	逆变器输出 U 相电压	状态	单位：V		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
辅助电源系统	9	逆变器输出 V 相电压	状态		单位: V
	10	逆变器输出 W 相电压	状态		单位: V
	11	逆变器模块 A 相桥臂电流	状态		单位: A
	12	逆变器模块 C 相桥臂电流	状态		单位: A
	13	逆变器输出 U 相电流	状态		单位: A
	14	逆变器输出 V 相电流	状态		单位: A
	15	逆变器输出 W 相电流	状态		单位: A
	16	逆变器输出频率	状态		单位: Hz; 逆变器输出三相电压频率。
	17	充电机整流后中间电压	状态		单位: V
	18	充电机输出电压	状态		单位: V
	19	充电机输出电流	状态		单位: A
	20	充电机蓄电池充电电流	状态		单位: A; 充电机工作在充电状态时为正值, 充电机不工作并且蓄电池为 DC110V 负载电源时为负值。
	21	蓄电池温度	状态		单位: °C
	22	逆变器充电接触器闭合指令	指令		
	23	逆变器短路接触器闭合指令	指令		
	24	逆变器输出接触器闭合指令	指令		
	25	逆变器充电接触器状态	状态	闭合	
				断开	
	26	逆变器短路接触器状态	状态	闭合	
				断开	
	27	逆变器输出接触器状态	状态	闭合	

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
辅助电源系统				断开	
	28	充电机输出正常	状态	正常	
				无效	
	29	充电机输入保护断路器状态	状态	闭合	
				断开	
	30	充电机接触器状态	状态	闭合	
				断开	
	31	散热风机断路器状态信号	状态	闭合	
				无效	
	32	散热风机接触器状态	状态	闭合	
				断开	
	33	散热风机超温状态	状态	超温	
				无效	
	34	硬线辅助电源停机反馈	状态	停机	
				无效	
	35	辅助电源正常信号	状态	正常	
				无效	
36	散热风机接触器闭合指令		指令		
37	应急电源启动信号		指令		
38	硬线复位信号		指令		
39	辅助电源能耗		状态		
40	DC/DC 能耗		状态		

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
辅助电源系统	41	逆变器模块 A+管故障	故障	
	42	逆变器模块 A-管故障	故障	
	43	逆变器模块 B+管故障	故障	
	44	逆变器模块 B-管故障	故障	
	45	逆变器模块 C+管故障	故障	
	46	逆变器模块 C-管故障	故障	
	47	功率异常故障	故障	逆变器输入功率大于输出功率加自身损耗。
	48	逆变器 85℃超温保护	故障	
	49	逆变器充电接触器故障	故障	
	50	逆变器短路接触器故障	故障	
	51	逆变器输入欠压保护	故障	输入电压超出逆变器允许的工作电压范围。
	52	逆变器输入过压保护	故障	同上
	53	逆变器输入过流	故障	
	54	逆变器 A 相过流保护	故障	
	55	逆变器 C 相过流保护	故障	
	56	逆变输出 150%过载	故障	
	57	逆变输出 200%过载	故障	
	58	交流输出电压过压	故障	
	59	交流输出电压欠压	故障	
	60	交流输出不平衡或缺相	故障	
	61	充电机输入保护断路器故障	故障	
	62	充电机门极反馈故障	故障	

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
辅助电源系统	63	充电回路故障保护	故障	
	64	充电机模块 85℃ 超温保护	故障	
	65	充电机接触器故障	故障	指接触器卡分、卡合故障
	66	充电机输出电压过压	故障	
	67	充电机输出电压欠压	故障	
	68	充电机输出过流	故障	
	69	蓄电池充电过流故障	故障	
	70	DC/DC 轻微故障	故障	
	71	DC/DC 中等故障	故障	
	72	DC/DC 严重故障	故障	
	73	散热风机接触器故障	故障	指接触器卡分、卡合故障
	74	散热风机断路器故障	故障	
	75	应急电源故障	故障	
	76	辅助电源轻微故障	故障	
	77	辅助电源中等故障	故障	
78	辅助电源严重故障	故障		
空调系统	1	生命信号	状态	
	2	空调软件版本	状态	
	3	目标温度	状态	单位：℃
	4	室内实际温度	状态	单位：℃；回风传感器检测的温度值。

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
空调系统	5	室外实际温度	状态		单位：℃；新风传感器检测的温度值。
	6	集中/本地控制	状态	集中 本地	
	7	空调模式	状态	自动 半自动 通风 紧急通风 全暖 半暖 停机	
	8	自检状态	状态	未自检 自检中 自检成功 自检失败	
	9	空调 AC380V 输入电压有效	状态	AC380V 有效 无效	
	10	减载成功反馈	状态	成功 无效	
	11	本机组新风全开	状态	新风全开 无效	
	12	本机组新风开 30%	状态	新风开 30%	

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注	
空调系统			无效		
	13	本机组新风开 60%	状态	新风开 60%	
			无效		
	14	本机组新风关闭	状态	新风关闭	
			无效		
	15	幅流风机运行	状态	运行	
			无效		
	16	本机组通风机运行	状态	运行	机组各台通风机数据分别记录。
			无效		
	17	本机组冷凝风机运行	状态	运行	机组各台冷凝风机数据分别记录。
			无效		
	18	本机组压缩机运行	状态	运行	机组各台压缩机数据分别记录。
			无效		
	19	本机组回风全开	状态	回风全开	
				无效	
	20	本机组回风全关	状态	回风全关	
				无效	
	21	司机室通风机运行（如有）	状态	运行	
			无效		
22	司机室冷凝风机运行（如有）	状态	运行		
			无效		
23	司机室压缩机运行（如有）	状态	运行		
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
空调系统	24	压缩机高压故障	故障	机组各台压缩机数据分别记录。
	25	压缩机低压故障	故障	同上
	26	压缩机过流故障	故障	同上
	27	压缩机温度故障	故障	同上
	28	压缩机变频器保护	故障	同上
	29	压缩机过载保护	故障	同上
	30	通风机故障	故障	机组各台通风机数据分别记录。
	31	冷凝风机故障	故障	机组各台冷凝机数据分别记录。
	32	新风传感器故障	故障	每机组新风传感器数据分别记录。
	33	回风传感器故障	故障	每辆车各回风传感器数据分别记录。
	34	新风阀故障	故障	机组各新风阀数据分别记录。
	35	回风阀故障	故障	机组各回风阀数据分别记录。
	36	本机组 IO 板通讯故障	故障	
	37	紧急通风逆变器通讯故障	故障	
	38	紧急通风逆变器故障	故障	
	39	压缩机变频器通讯故障	故障	
	40	新风预热故障	故障	
	41	司机室压缩机过流故障（如有）	故障	
	42	司机室压缩机高压故障（如有）	故障	
	43	司机室压缩机低压故障（如有）	故障	
44	司机室压缩机温度故障（如有）	故障		
45	司机室压缩机变频器通讯故障（如有）	故障		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
空调系统	46	司机室紧急通风变频器通讯故障（如有）	故障		
	47	司机室压缩机变频器保护（如有）	故障		
	48	司机室空调新风传感器故障（如有）	故障		
	49	司机室空调回风传感器故障（如有）	故障		
	50	司机室空调通风机故障（如有）	故障		
	51	司机室空调冷凝风机故障（如有）	故障		
	52	司机室主控板通讯故障（如有）	故障		
车门系统	1	本门关闭且锁闭	状态	有效	
				无效	
	2	本门打开到位	状态	有效	
				无效	
	3	本门紧急解锁	状态	有效	
				无效	
	4	本门隔离	状态	有效	
				无效	
	5	门控单元故障	故障		
	6	电机回路故障	故障		
7	门锁到位开关失效	故障			
8	门关到位开关失效	故障			
9	关门过程中障碍物检测次数触发限定次数	故障		关门过程中检测到障碍物的次数到限（如3次）后门完全打开。	
10	开门过程中障碍物检测次数触发定次数	故障		开门过程中检测到障碍物时门保持在检测到障碍物的位置，尝试限定次数（如3次）开门后，若门仍没有打开则保持在障碍物的位置。	

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
车门系统	11	锁闭失败	故障		
	12	意外解锁	故障		在没有关门指令和人工解锁操作时，车门解锁。
	13	开门超时	故障		
	14	关门超时	故障		
	15	门打不开	故障		
	16	本门存在严重故障	故障		
	17	本门存在轻微故障	故障		
广播系统	1	PA 生命信号	状态		
	2	起始站代码	状态		
	3	终点站代码	状态		
	4	本站代码	状态		
	5	下一站代码	状态		
	6	广播当前音量	状态		
	7	报站模式	状态	全自动报站	
				半自动报站	
				人工报站	
	8	下一站开 A 侧车门反馈信号	状态	有效	
无效					
9	下一站开 B 侧车门反馈信号	状态	有效		
			无效		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
广播系统	10	下一站开双侧车门且先开 A 侧车门反馈信号	状态	有效	
				无效	
	11	下一站开双侧车门且先开 B 侧车门反馈信号	状态	有效	
				无效	
	12	报站信息有效	状态	有效	
				无效	
	13	本地广播主机为主	状态	为主	
				非主	
	14	集群调度系统通信正常	状态		指 PA 与集群调度系统之间通信正常。
	15	客室报警器报警请求	状态	请求	每辆车各报警器数据分别记录
				无效	
	16	客室报警器与司机通话中	状态	通话中	同上
无效					
17	客室报警器与 OCC 通话中	状态	通话中	同上	
			无效		
18	TETRA 上电自检成功	状态	成功		
			未成功		
19	集群调度系统上电自检失败	状态	失败		
			未检测到失败		
20	集群调度系统车载主机状态	状态	正常	集群调度系统实时发送。	
			故障		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
广播系统	21	集群调度系统车载台与基站通讯状态	状态	通讯正常	同上
				无通讯	
	22	离站广播触发信号	状态	触发	
				无效	
	23	进站广播触发信号	状态	触发	
				无效	
	24	到站广播触发信号	状态	触发	
				无效	
	25	OCC 正在全列广播	状态	有效	
				无效	
	26	司机正在全列广播	状态	有效	
				无效	
	27	司机正与 OCC 对讲	状态	有效	
				无效	
28	两端司机室正在对讲	状态	有效		
			无效		
29	PA 正在自动广播	状态	有效		
			无效		
30	集群调度系统通信中断		故障	指 PA 与集群调度系统之间通信中断。	
31	广播控制主机故障		故障	列车两端车辆设备数据分别记录。	
32	客室功率放大器故障		故障	每辆车设备数据分别记录。	
33	广播控制主机通信故障		故障	列车两端车辆设备数据分别记录。	

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
广播系统	34	客室功率放大器通信故障	故障		每辆车设备数据分别记录。
	35	紧急报警器通信故障	故障		同上
	36	司机广播控制单元故障	故障		列车两端车辆设备数据分别记录。
	37	终点站显示器故障	故障		同上
	38	LCD 动态地图通信故障	故障		每辆车设备数据分别记录。
	39	PA 系统严重故障	故障		
	40	PA 系统中等故障	故障		
	41	PA 系统轻微故障	故障		
PIS/VMS 系统	1	PIS 生命信号	状态		
	2	版本信息	状态		
	3	PIS 主从标识位	状态	为主	
				非主	
	4	休眠确认	状态	确认	
				未确认	
	5	上电自检状态	状态	未自检	
				自检中	
				自检成功	
				自检失败	
6	多媒体当前音量	状态		单位：dB (A)	
7	VMS 解码模块故障	故障			
8	VMS 服务器故障	故障			

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
PIS/VMS 系统	9	多媒体解码器故障	故障		每辆车设备数据分别记录。
	10	多媒体服务器故障	故障		
	11	摄像头故障	故障		每辆车各设备数据分别记录。
	12	系统轻微故障	故障		
	13	系统一般故障	故障		
	14	系统严重故障	故障		
烟火报警系统	1	FAS 生命信号	状态		
	2	软件版本	状态		
	3	控制器主/备机标志	状态	主机	
				备机	
	4	自检状态	状态	未自检	
				自检中	
				自检成功	
				自检失败	
	5	控制器正常	状态	正常	列车两端车辆设备数据分别记录。
				故障	
6	控制器离线	状态	离线	列车两端车辆设备数据分别记录。	
			在线		
7	探头正常	状态	正常	探头状态优先级顺序：火警>离线>污染>正常； 每辆车各设备数据分别记录。	
			故障		

所属系统	序号	数据名称	变量性质		备注
烟火报警系统	8	探头火警	状态	报警	每辆车各设备数据分别记录。
				无报警	
	9	探头离线	状态	离线	每辆车各设备数据分别记录。
				在线	
	10	探头污染	状态	污染	每辆车各设备数据分别记录。
				无污染	
	11	感温电缆火警（如有）	状态	报警	感温电缆所在车数据分别记录。
				无报警	
12	感温电缆离线（如有）	状态	离线	感温电缆所在车数据分别记录。	
			在线		
13	控制器总线开路		故障	列车两端车辆设备数据分别记录。	
14	控制器总线短路		故障	列车两端车辆设备数据分别记录。	
15	探头降级		故障	每辆车各设备数据分别记录。	
走行部在线检测系统	1	生命信号		状态	
	2	软件版本		状态	
	3	上电自检结果	状态	未自检	
				自检中	
				自检成功	
				自检失败	
4	轴端传感器温度		状态	单位：℃；每辆车各轴端传感器数据分别记录。	
5	齿轮箱传感器温度		状态	单位：℃；动车各轴齿轮箱数据分别记录。	

所属系统	序号	数据名称	变量性质	备注
走行部在线检测系统	6	轴端轴承一级报警	故障	每辆车各轴端数据分别记录。
	7	轴端轴承二级报警	故障	同上
	8	轴端踏面一级报警	故障	同上
	9	轴端踏面二级报警	故障	同上
	10	轴端温度报警	故障	同上
	11	轴端温度预警	故障	同上
	12	齿轮箱轴承一级报警	故障	动车各轴齿轮箱数据分别记录。
	13	齿轮箱轴承二级报警	故障	同上
	14	齿轮箱齿轮一级报警	故障	同上
	15	齿轮箱齿轮二级报警	故障	同上
	16	齿轮箱温度报警	故障	同上
	17	齿轮箱温度预警	故障	同上
	18	系统主机故障	故障	
	19	内部总线通信异常	故障	
走行部在线检测系统	20	车辆分机故障	故障	每辆车设备故障数据分别记录。
	21	前置处理器故障	故障	同上
	22	轴端传感器故障	故障	每辆车各轴端传感器数据分别记录。
	23	齿轮箱传感器故障	故障	动车各齿轮箱数据分别记录。
	24	系统轻微故障	故障	
	25	系统中等故障	故障	
	26	系统严重故障	故障	

注：本列表信息列举了车辆各子系统相关运行状态监测数据的种类，各车辆项目宜结合具体的列车编组型式、车辆系统配置、牵引/制动控制方式、车地通信方式、用户需求等实际情况，对数据种类进行增减或调整，细化数据各项属性并形成项目特定的报文内容上传控制中心。