|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 45.020 |
| CCS | Q 84 |

中华人民共和国国家标准

GB/T 12758—XXXX

代替 GB/T 12578—2004



城市轨道交通信号系统通用技术条件

Singal system for urban rail transit-General specifications

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

`



目次

[前言 III](#_Toc83493621)

[1 范围 1](#_Toc83493622)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc83493623)

[3 术语和定义 1](#_Toc83493624)

[4 缩略语 3](#_Toc83493625)

[5 总体要求 3](#_Toc83493626)

[6 系统要求 4](#_Toc83493627)

[6.1 系统分类 4](#_Toc83493628)

[6.2 系统构成 4](#_Toc83493630)

[6.3 闭塞方式 4](#_Toc83493631)

[6.3.1 一般要求 4](#_Toc83493632)

[6.3.2 技术要求 5](#_Toc83493633)

[6.4 列车运行自动化等级 5](#_Toc83493634)

[6.5 驾驶模式 5](#_Toc83493635)

[6.6 信号显示 6](#_Toc83493636)

[7 子系统要求 7](#_Toc83493637)

[7.1 列车自动监控 7](#_Toc83493638)

[7.1.1 功能要求 7](#_Toc83493639)

[7.1.2 技术要求 7](#_Toc83493640)

[7.2 列车自动防护 8](#_Toc83493641)

[7.2.1 功能要求 8](#_Toc83493642)

[7.2.2 技术要求 9](#_Toc83493645)

[7.3 列车自动运行 10](#_Toc83493646)

[7.3.1 功能要求 10](#_Toc83493647)

[7.3.2 技术要求 10](#_Toc83493648)

[7.4 联锁 10](#_Toc83493649)

[7.4.1 功能要求 10](#_Toc83493650)

[7.4.2 技术要求 11](#_Toc83493651)

[7.5 数据通信 11](#_Toc83493652)

[7.5.1 功能要求 12](#_Toc83493653)

[7.5.2 技术要求 12](#_Toc83493654)

[7.6 维护监测 12](#_Toc83493655)

[7.6.1 功能要求 12](#_Toc83493656)

[7.6.2 技术要求 13](#_Toc83493657)

[8 车辆基地信号系统 13](#_Toc83493658)

[9 人机界面 13](#_Toc83493659)

[10 接口 14](#_Toc83493660)

[11 可靠性、可用性、可维修性和安全性（RAMS）要求 14](#_Toc83493661)

[11.1 可靠性 14](#_Toc83493662)

[11.2 可用性 14](#_Toc83493663)

[11.3 可维修性 15](#_Toc83493664)

[11.4 安全性 15](#_Toc83493665)

[12 性能指标 15](#_Toc83493666)

[12.1 系统能力 15](#_Toc83493667)

[12.2 系统的主要响应性能 16](#_Toc83493668)

[12.3 通过能力和折返能力 16](#_Toc83493669)

[12.4 系统扩展能力要求 16](#_Toc83493670)

[12.5 系统设备故障的降级运用及其复原能力 16](#_Toc83493671)

[12.6 性能指标 17](#_Toc83493672)

[13 电源要求 17](#_Toc83493673)

[14 电磁兼容性与防护 18](#_Toc83493674)

[14.1 电磁兼容性 18](#_Toc83493675)

[14.2 防护 18](#_Toc83493676)

[15 环境条件 19](#_Toc83493677)

[参考文献 20](#_Toc83493678)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1―2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替GB/T 12758―2004《城市轨道交通信号系统通用技术条件》。与GB/T 12758―2004相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

1. 更改了文件结构，为“范围，规范性引用文件，术语和定义，缩略语，总体要求，系统要求，子系统要求，车辆基地信号系统，人机界面，接口，可靠性、可用性、可维修性和安全性（RAMS）要求，性能指标，电源要求，电磁兼容性与防护，环境条件”，共15章；
2. 更改了适用范围，增加了单轨系统、中低速磁浮系统、市域快速轨道系统、自动导向轨道系统，明确了本文件适用的速度范围（见第1章，2004版的第1章）；
3. 更改了“术语与定义”的条目及定义，根据GB/T 50833中的定义更改了本文件中的术语定义，增加了“联锁、进路闭塞、站间闭塞、半自动闭塞、全自动运行”的定义，删除了“调度集中、实际列车识别、保护区段、目标速度、目标距离、安全保护距离、综合自动化、城市轨道交通优先、可靠性、可用性、可维护性、安全性”定义（见第3章，2004版的第3章）；
4. 增加了“缩略语”一章（见第4章）；
5. 更改了“总则”中的“基本要求”为“总体要求”，并更改了技术要求（见第5章，2004版的4.1），增加了线网列车统一指挥要求（见5.8），增加了不同制式系统兼容和同制式系统互联互通总体技术要求（见5.11）；
6. 更改了“总则”中“可靠性、可用性、可维护性和安全性（RAMS）要求”一节为一章（见第11章，2004版的4.2），删除了系统平均无运行故障间隔时间的技术要求（见2004版的4.2.1.2）；
7. 更改了“系统”一章为“系统要求”一章，此章包含的内容更改为“系统分类、系统构成、闭塞方式、列车运行自动化等级、驾驶模式、信号显示” （见第6章，2004版的第5章） ；
8. 更改了“系统分类”的划分原则，增加了按闭塞办理的自动化水平分类的原则（见6.1，2004版的6.1.1）；
9. 更改了“系统构成原则”、“系统构成”两节为“系统构成”一节，按子系统组成及地域划分组成更改了“系统构成”的表述（见6.2，2004版的5.3）；
10. 删除了“系统水平” （见2004版的6.1.2），增加了“列车运行自动化等级”（见6.4）；
11. 更改了“系统能力”中技术要求，并纳入新增的 “性能指标”章中（见12.1，2004版的5.5）；
12. 更改了“接口”一节为一章，更改了技术要求（见第10章，2004版的5.6）；
13. 更改了“信号显示”一章为“信号显示”一节（见6.6，2004版的第6章），并纳入“系统要求”章中，更改了“信号显示”的设置要求、显示距离要求（见6.6.3、6.6.4，2004版的6.1.2、6.1.3、6.1.5），删除了与自动停车设备结合运用的车载信号内容（见2004版的6.2.3），信号机设置原则、地面信号显示含义、定位显示属于设计规范，删除了相关描述（见2004版的6.1.3、6.1.6、6.2.3）；
14. 更改“闭塞方式”一章为“闭塞方式”一节（见6.3，2004版的第7章），并纳入“系统要求”章中，删除重复或已不适用的条款（见2004版的7.1、7.3.1、7.3.2），更改了准移动闭塞、移动闭塞安全间隔的技术条件描述（见6.3.2.3、6.3.2.4，2004版的7.3.4.2、7.3.4.3）；
15. 更改了“系统能力”中技术要求，并纳入新增的 “性能指标”章中，增加的“性能指标”中明确了可靠性、可用性、可维护性及设备安全完整性的具体指标参数（见第12章，2004版的5.5）；
16. 更改了“行车指挥控制”、“列车运行控制”两章部分内容为“子系统要求”一章（见第7章，2004版的第8章、第9章）；
17. 更改了“行车指挥控制”一章为“子系统要求”中“列车自动监控”一节，并对技术要求进行了修改（见7.1，2004版的第8章），更改了“行车指挥控制”中系统数据传输要求，并纳入增加的“数据通信”章节描述（见7.5.2，2004版的8.1.4），简化了“调度监督”、“调度集中”技术要求（见7.1，2004版的8.2、8.3）；
18. 更改了“列车运行控制”中“驾驶模式”一节为“系统要求”中“驾驶模式”一节，并更改了驾驶模式的名称和技术要求（见6.5，2004版的9.2）；
19. 删除了“车载信号与自动停车”的技术要求（见2004版的9.3）；
20. 更改了“列车运行控制”中“列车自动防护、列车自动运行、联锁”三节为“子系统要求”中“列车自动防护、列车自动运行、联锁”三节，并更改了技术要求（见7.2、7.3.7.4，2004版的9.4、9.5、9.6）；
21. 更改了“列车运行控制” 中“列车无人驾驶”一节技术要求，并纳入“列车自动防护、列车自动运行”中描述 （见7.2.1.13、7.3.1.7、7.3.2.6，2004版的9.6）；
22. 更改“车辆段和停车场”一章为“车辆基地信号系统”一章（见第8章，2004版的第10章），并增加了车辆基地信号系统ATP功能技术要求（见8.3、8.5）；
23. 道口信号相关的技术要求已在GB 10493、GB 10494中有明确规定，删除了“道口信号”一章（见2004版的第11章）；
24. 更改了“列车检测与信息传递”一章中信息传输相关的技术要求，并纳入增加的“数据通信”节中（见7.5，2004版的12.1、12.2.5）；
25. 更改了“列车检测与信息传递”一章中列车定位及位置检测相关的技术要求，并纳入“列车自动防护”节中（见7.2.2.14、7.2.2.15、7.2.2.16、7.2.2.17、7.2.2.18，2004版的12.2）；
26. 更改“供电”一章为“电源要求”，更改了电源屏主副电源切换的要求，更改了UPS供电技术要求（见第13章，2004版的第13章）；
27. 更改了“电磁兼容性与防护”中试验标准为GB/T 24338.4和GB/T 24338.5（见14.1.2.4、14.1.3，2004版的14.1.2.3、14.1.3），细化了非安全设备抗扰度试验采用B级判定的范围（见14.1.2.4，2004版的14.1.2.3）；线缆敷设间距要求属设计规范规定内容，删除了相关要求（见2004版的14.2.2）；
28. 更改了“环境条件”中振动、冲击技术要求为符合GB/T 25119、TB/T 1433.1和GB/T 32347.3的规定，不在本文件对具体参数指标做出规定（见第15章，2004版的第15章）；
29. 新增了“数据通信”子系统一节，增加了有线网络、无线网络、车地信息传输以及信息安全等级保护的技术要求（见7.5）；
30. 增加了“维护监测”子系统一节（见7.6）；
31. 增加了“人机界面”一章（见第9章）；
32. 增加了全自动运行技术要求，将相应条款对应在驾驶模式、子系统要求、人机界面、接口、电源章节中描述（见6.5、7.1、7.2、7.3、7.4、第8章、9.6、10.4、13.8，2004版的9.6）；
33. 新增了互联互通的技术要求（见5.11、6.3.1.5、7.1.2.18、7.1.2.19、7.2.2.19、9.6）；
34. 增加了单轨、中低速磁浮、自动导向轨道系统相关技术要求（见7.2.2.16、7.4.1.6、7.4.2.16）；
35. 增加了ATP子系统适应于交流牵引供电线路的技术要求（见7.2.1.9、7.2.1.10）。

本文件由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本文件由全国城市轨道交通标准化技术委员会（SAC/TC 290）归口。

本文件起草单位：北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、北京市轨道交通建设管理有限公司、北京交通大学、北京市地铁运营有限公司、通号城市轨道交通技术有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司、中铁检验认证中心有限公司、郑州地铁集团有限公司、重庆市轨道交通(集团)有限公司、南京地铁集团有限公司、湖南中车时代通信信号有限公司。

本文件主要起草人：陈立华、姜磊、杨艳艳、李晓刚、唐涛、韩臻、熊光华、王立军、李兆龄、郜洪民、贾萍、高莺、黄有能、于柯、张大涛、秦小虎、李堂成、王道敏、张艳兵、王俊锋、任颖。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

1. 1991年3月首次发布为GB/T 12758―1991，2004年第一次修订；
2. 本次为第二次修订。

城市轨道交通信号系统通用技术条件

* 1. 范围

本文件规定了城市轨道交通信号系统的总体要求、系统要求、子系统要求、车辆基地信号系统、人机界面、接口、可靠性、可用性、可维修性和安全性要求、性能指标、电源要求、电磁兼容性与防护以及适用的环境条件。

本文件适用于设计速度不大于160km/h的城市轨道交通地铁、轻轨、单轨、中低速磁浮、市域快速轨道、自动导向轨道系统，有轨电车系统、设计速度大于160km/h的城市轨道交通线路可参照使用。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 10493 铁路站内道口信号设备技术条件

GB 10494 铁路区间道口信号设备技术条件

GB/T 21562 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例

GB/T 22239 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置

GB/T 28808 轨道交通 通信、信号和处理系统控制和防护系统软件

GB/T 28809 轨道交通 通信、信号和处理系统 信号用安全相关电子系统

GB/T 32347.3 轨道交通 设备环境条件 第3部分：信号和通信设备

GB/T 32590.1 轨道交通 城市轨道交通运输管理和指令/控制系统 第1部分：系统原理和基本概念

GB/T 50833 城市轨道交通工程基本术语标准

TB/T 1433.1 铁路通信信号产品环境条件 第1部分：地面固定使用的信号产品

* 1. 术语和定义

GB/T 50833界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

城市轨道交通信号 urban rail transit signal

应用于城市轨道交通系统，人工或自动实现行车指挥、列车运行控制、安全间隔控制和管理的技术、措施的总称。

[来源：GB/T 12758―2004，3.1，有修改]

列车自动监控 automatic train supervision

实现列车运行的自动监视、控制、调整和管理等技术的总称。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.10]

列车自动防护 automatic train protection

实现列车运行间隔、超速防护、进路安全和车门等自动安全控制技术的总称。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.11，有修改]

列车自动运行 automatic train operation

实现列车启动、速度调整、定点停车和车门等自动控制技术的总称。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.12]

列车自动控制 automatic train control

实现列车自动监控、自动防护和自动运行控制等技术的总称。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.8]

联锁interlocking

道岔、区段、信号机按一定的规则和条件建立的相互关联、制约的安全关系。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.14，有修改]

闭塞 block

用信号或凭证保证运行列车之间保持安全追踪间隔的技术方法。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.2]

固定闭塞 fixed block

预先设定列车之间最小追踪间隔且固定不变的闭塞方式。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.3]

准移动闭塞 quasi-moving block

列车之间最小安全追踪间隔预先设定且固定不变，并根据前方目标状态设定列车的目标距离和速度的闭塞方式。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.4]

移动闭塞 moving block

列车之间最小安全追踪间隔不预先设定，并随列车的移动、速度的变化而变化的闭塞方式。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.5]

进路闭塞route block

列车运行间隔为进路始端信号机至相邻下一架顺向信号机之间的闭塞方法。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.7]

站间闭塞 inter-station block

列车运行间隔为相邻两座车站出站信号机之间的闭塞方法。

[来源：GB/T 50833―2012，8.3.6]

半自动闭塞 semi-automatic blocking

人工办理闭塞手续，列车凭信号显示发车后，出站信号机自动关闭的闭塞方式。

[来源：GB/T 50262―2013，14.6.3]

全自动运行fully automatic operation

采用基于计算机、通信、控制和系统集成等技术，由信号、车辆、综合监控、通信、站台屏蔽门等与列车运行相关的设备实现列车无司乘人员干预的全过程自动运行。

* 1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

ATC：列车自动控制（Automatic Train Control）

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）

CAM：蠕动模式（Creep Automatic Mode）

CI：计算机联锁（Computer Interlocking）

CM：列车自动防护驾驶模式（Coded Train Operating Mode）

EUM: 非限制人工驾驶模式（Emergency Unrestricted Train Operating Mode）

FAM：全自动运行驾驶模式（Fully Automatic Train Operating Mode）

GOA：自动化等级（Grade Of Automation）

MTBF：平均故障间隔时间（Mean Time Between Failure）

MTTR：平均修复时间（Mean Time To Restoration）

PIS：乘客信息系统（Passenger Information System）

RAMS：可靠性、可用性、可维修性和安全性（Reliability,Availability,Maintainability and Safety）

RM：限制人工驾驶模式（Restricted Train Operating Mode）

SIL：安全完整性等级（Safety Integrity Level）

THR：每小时、每一功能可能承受的危险侧故障率（Tolerable Hazard Rate）

UPS：不间断电源（Uninterruptible Power System）

* 1. 总体要求

城市轨道交通信号系统（以下简称信号系统）应做到安全可靠、功能完整、经济合理，不同系统或子系统设备应能互用与协同工作，并应具有防护行车安全、提高运行效率、提高列车运行自动化水平的作用。

信号系统应具有高可靠性、高可用性。涉及行车安全的系统、设备及电路应符合故障―安全原则。

信号系统应实现在最不利的条件下，当前方列车处于紧急停车时，后续列车应能安全停车。

信号系统应适应新技术的应用，并能不断发展。

信号系统应根据用户需求确定系统的构成与规模，并应满足线路延伸扩展的需求。

信号系统应满足城市轨道交通不同运量和行车密度的运营需要。大运量、高运量、高峰时段列车发车密度不大于5min的城市轨道交通应选用列车自动控制系统。

封闭线路的城市轨道交通系统应配备列车自动防护系统。非封闭线路的城市轨道交通系统，应根据行车间隔、列车运行速度采取相应的技术手段进行列车运行安全防护。

设有平交道口的非封闭线路应具有道口防护功能，可独立设置道口信号设备，也可与市政道路交通信号控制系统合设。独立设置的道口信号设备应符合GB 10493和GB 10494的规定。当与市政道路交通信号控制系统合设时，宜采用与市政道路交通相一致的安全措施。

行车指挥控制中心（以下简称控制中心）应实现本线运行列车的统一指挥调度，宜实现线网列车运行的统一指挥调度，可实现轨道交通线网间线路的协同指挥。

城市轨道交通线路应能组织独立运行。具有跨线运行需求或车辆资源共享需求的线路，信号系统应满足运营需求。

城市轨道交通不同闭塞制式信号系统的跨线运行应采用兼容方式实现。同闭塞制式信号系统应采用统一的系统架构、功能分配、轨旁设备布置原则、车地间和线路间通信接口协议、电子地图设计及数据配置原则等满足互联互通运行要求。

当信号系统自身设备故障时，应具有降级运行模式和应急措施。

信号系统的数据通信网络应采用冗余的网络结构或冗余的传输通道，车地无线通信网络宜采用城市轨道交通专用频段。

信号系统应具有设备监测和报警能力，宜具有统一的监测报警系统。

信号系统应能适应不同编组长度列车的混合运行。

信号系统的车载设备不得超出车辆限界，信号系统的地面设备不得侵入设备限界。

信号系统的设备应符合城市轨道交通使用环境与运用条件。设于高架线路或地面线路的信号设备应与城市景观相协调。

* 1. 系统要求
     1. 系统分类

按闭塞制式划分，可分为固定闭塞制式、准移动闭塞制式和移动闭塞制式等。

按地面设备向车载设备传递信息的连续性划分，可分为在固定地点传递信息的点式、沿线路连续传递信息的连续式。

按信号系统控制模式曲线划分，可分为阶梯式和速度―距离模式曲线等。

按闭塞办理的自动化水平划分，闭塞方式可分为自动闭塞方式、半自动闭塞方式、人工闭塞方式。

* + 1. 系统构成

信号系统可由ATS子系统或具有ATS功能的设备、ATP子系统、ATO子系统、联锁子系统、数据通信子系统、维护监测子系统和信号机、转辙机、列车占用检测等基础设备构成。

信号系统按地域划分，可分为控制中心设备、车站及轨旁设备、车辆基地设备、车载设备、维修中心设备、试车线设备，可根据需要设置培训中心设备。

ATS子系统中心设备可纳入云平台系统由其统一部署。

联锁子系统设备可与ATP子系统设备合并设置。

车辆基地应根据列车运行自动化等级设置列车定位设备、ATP/ATO设备及区域防护设备。

全自动运行线路车载设备应根据列车运行自动化等级配置休眠唤醒单元等设备。

试车线设备可与车辆基地信号设备合并设置。

* + 1. 闭塞方式
       1. 一般要求

闭塞方式应满足行车密度、运行速度和交路等运营组织需求。

闭塞方式应能防护列车在最不利情况下以规定的安全间隔运行，其列车安全间隔应满足自动实施强迫制动时的最大停车距离、司机控制列车停车时的最大停车距离。

城市轨道交通的闭塞制式可采用固定闭塞、准移动闭塞和移动闭塞。固定闭塞可采用进路闭塞和站间闭塞方式。

与非城市轨道交通专用线间的闭塞方式，可采用半自动闭塞、电话闭塞等方式。

移动闭塞制式互联互通线路间的联络线宜采用移动闭塞制式，其他线路间联络线宜采用固定闭塞制式。

* + - 1. 技术要求

闭塞分区的划分或列车运行安全间隔应根据列车运行密度、线路条件、车辆特性及信号系统的列车控制模式、限速等级等条件设置，并应通过列车运行模拟确定。

固定闭塞的列车安全间隔应根据行车间隔、列车长度、列车限速等级、最不利条件下的制动距离等因素确定，并应根据列车控制方式确定保护区段的设置。

准移动闭塞的列车安全间隔应以前方列车所在闭塞分区入口端为危险点，由后续列车以当前速度制动停车所需走行距离加安全保护距离确定。

移动闭塞的列车安全间隔应以前方列车车尾安全位置为危险点，由后续列车以当前速度制动停车所需走行距离加安全保护距离确定。

准移动闭塞、移动闭塞应采用连续式速度―距离模式曲线控制方式。

固定闭塞、准移动闭塞复线区段宜采用单向闭塞方式。移动闭塞复线区段宜采用双向闭塞方式。单线双向运行的区段，应采用双向闭塞方式。

* + 1. 列车运行自动化等级

列车运行自动化等级的分级应源于给定的列车运行基本功能在运营人员和系统之间的责任分配。

列车运行自动化等级应符合GB/T 32590.1的规定，分为：目视下列车运行模式（GOA0级）、非自动化列车运行模式（GOA1级）、半自动化列车运行模式（GOA2级）、有人值守列车自动运行模式（GOA3级）、无人值守列车自动运行模式（GOA4级）。

在运营线路不同区域，根据系统运用情况，结合运营要求，列车运行自动化等级应能进行转换。

* + 1. 驾驶模式

根据线路的列车运行自动化等级不同，可采用的列车驾驶模式包括FAM、CAM、CM、RM、EUM：

1. FAM模式应实现在连续式通信控制级别下由ATP监控、无司机干预的列车全自动运行。在该模式下，ATP子系统应防护列车的运行安全，ATO子系统应实现在自动化区域内的列车全自动运行。
2. 当列车以FAM模式运行时，在车辆网络检测到故障、车辆网络与车载信号设备通信故障情况下，在无司乘人员干预、由控制中心人工确认后，可采用CAM模式。CAM模式应实现由ATP监控、无司机干预的列车全自动运行。
3. AM模式应实现在ATP子系统的安全防护下司机监控的列车自动运行。
4. CM模式应实现在ATP子系统的安全防护下人工驾驶的列车人工运行。
5. 在地面设备故障时或在不设地面通信设备的线路上运行时，RM模式应实现人工驾驶列车按规定限速人工运行。当列车超速时，ATP设备应实施紧急制动控制列车停车。
6. 在列车自动防护设备已切除或未装备列车自动防护设备时，应采用EUM模式，由司机按操作规程驾驶列车人工运行，司机负责列车的运行安全。

驾驶模式与列车运行自动化等级的对应关系应符合表1的规定。

1. 驾驶模式与列车运行自动化等级对应关系

| 自动化等级 | 驾驶模式 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| FAM模式 | CAM模式 | AM模式 | CM模式 | RM模式 | EUM模式 |
| GOA0级 | × | × | × | × | × | ○ |
| GOA1级 | × | × | × | ○ | ○ | ○ |
| GOA2级 | × | × | ○ | ○ | ○ | ○ |
| GOA3级 | ○ | ○a | ○ | ○ | ○ | ○ |
| GOA4级 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 1. “○”表示在该列车运行自动化等级下具备的驾驶模式；“×”表示在该列车运行自动化等级下不具备的驾驶模式。 | | | | | | |
| 1. 可选配的驾驶模式 | | | | | | |

封闭运行线路的信号系统应具备与线路建设自动化等级水平对应的最高驾驶模式。非封闭运行线路的信号系统应根据采取的列车运行安全防护技术确定其驾驶模式。

正线列车在正常运营模式下，不应采用非限制或无列车运行安全防护设备的人工驾驶模式。

在ATP子系统的监控区域与非监控区域的分界处，应设驾驶模式转换区，转换区的信号设备应与本线路的信号设备一致或兼容。

根据信号系统的性能特点和运营需要，驾驶模式可自动或人工转换。列车驾驶模式转换应符合下列规定：

1. 在驾驶模式转换区，信号系统宜具有驾驶模式转换提示。
2. 非全自动运行线路驾驶模式由低等级向高等级转换时宜采用自动方式转换，当全自动运行线路驾驶模式由低等级升级至全自动驾驶模式时，应由人工确认。当驾驶模式由高等级向低等级转换时，宜通过人工确认转换，全自动运行线路宜具备远程人工确认功能。
3. 车载设备对驾驶模式转换应予以记录，并应对驾驶模式予以表示，驾驶模式还应在调度工作站予以表示。

在信号系统故障状态下，列车驾驶应符合下列规定：

1. 当列车自动防护子系统设备等处于故障状态或特定运营需要时，经特殊授权并在限定时间内，可允许列车以RM或EUM等驾驶模式运行。
2. 当配置点式降级控制系统时，连续控制系统的AM、CM驾驶模式应能与点式系统相互兼容。
   * 1. 信号显示

信号显示应分为地面信号显示和车载信号显示。

信号显示应准确、清晰，且应符合下列规定：

1. 车载信号显示应与地面信号显示的意义一致或含义相符。
2. 当地面信号为主体信号且其信号显示熄灭或显示意义不明时，应视为禁止信号。
3. 当车载信号为主体信号时，地面信号宜显示灭灯或显示特殊灯位灯光。
4. 同系统控制等级下，信号显示含义应唯一。系统控制等级可包括连续式控制级、点式控制级、联锁控制级。

信号机的设置应根据行车组织需要，且应满足安全防护要求。

信号机显示距离应根据该信号机外方线路条件、列车性能等要素进行计算，当司机在该距离上瞭望到该信号机显示禁止灯时，应能控制列车以常用制动在该信号机外方停车。

当信号显示距离不满足时，以固定闭塞制式为主系统的正线线路可设置复示信号机，其他制式线路不宜设置复示信号机，可设置接近预告牌。

车载信号应正确表示地面设备赋予车载设备的信息。

车载信号应有列车实际速度、目标速度、目标距离、列车超速、牵引制动信息、驾驶模式、列车牵引制动系统故障状态、运行状态、车载设备状态及设备故障等声光报警、表示。

* 1. 子系统要求
     1. 列车自动监控
        1. 功能要求

应具有全线线路、列车及信号设备运行状态自动监视、查询、自诊断和故障报警功能。

应具有列车自动识别、列车运行自动跟踪和显示功能。

应具有运行时刻表或运行图的编制及管理功能。

应具有列车运用计划及车辆管理功能。

应具有进路自动和人工排列功能。

应具有临时限速命令的设置、取消及确认功能。

应具有列车运行调整功能，具备扣车和取消、中断站停功能，在预定的容忍偏差范围内宜实现自动调整。

可结合客流变化及在线设备的运行状态，计算最优的调整策略实现自动调整或辅助人工调整。

应具有控制权转换功能，包括中心与车站、中心与备用中心、备用中心与车站间的转换功能。

应具有列车运行实迹、运营操作、运营数据记录以及各种记录的回放、输出及统计处理功能。

应具有ATS子系统故障恢复处理功能。

应具有模拟演示及培训功能。

应具备与广播、PIS、专用无线、时钟、综合监控、大屏显示、线网控制中心等系统接口的功能。

应具备自检、自诊断等维护管理功能。设备状态、诊断信息应上传至维护监测子系统。

全自动运行线路ATS子系统除应具备7.1.1.1~7.1.1.14的功能外，还应具备下列功能：

1. 应具有自动控制区域、非自动控制区域的显示功能。
2. 应具有对列车设置全自动运行授权的功能。
3. 当与其他系统联动控制时，应实现全自动运行正常、故障及应急场景的管理和控制功能。
4. 根据运营场景，中心调度员宜能实现远程控制功能。

当采用调度监督技术时，可仅具有列车自动监视功能。当采用调度集中技术时，可参考7.1.1.1~7.1.1.14。

* + - 1. 技术要求

监控范围应按线路、站场等确定的建设规模、运用要求和行车组织确定，监控能力应与线路远期条件相适应。

应能监控一条或多条运营线路。当监控多条运营线路时，各条线路应具有独立运营或混合运营能力。监控范围和功能应具有可扩展性、兼容性。

应由中心、车站、车辆基地设备等组成，应采用计算机网络技术。

中心、车站及车辆基地主要设备应采用冗余技术，主、备设备应实现无扰自动切换。

应能降级运用，应减少故障影响范围，避免中断行车。

可与综合自动化系统结合运用或与其他机电系统集成构建以行车指挥为核心的综合自动化系统。

车站级ATS工作站与联锁控制工作站宜合并设置。

应能实现实时、连续的正确显示和控制。

应具备中心控制、车站控制和紧急站控三种控制模式。当处于中心控制时，仅控制中心有权执行；当处于车站控制或紧急站控时，仅车站有权执行。

宜具备多级控制能力，并可具有下列控制等级：

1. 中心自动控制；
2. 中心调度员人工控制；
3. 车站、车辆基地自动控制；
4. 车站、车辆基地值班员人工控制。

应提供人工控制及自动控制功能，人工控制应优先于自动控制。

设置备用控制中心的线路，主控制中心与备用控制中心宜互为热备，宜具备自动或人工切换功能。

在控制权转换过程中，不应影响设备功能执行和列车运行。

应满足列车运行交路的需要,并应根据运行时刻表、列车识别号和联锁表所规定的进路等条件，实现列车进路自动控制及人工操作。

具有折返条件的车站宜按具有折返作业处理。

可配置列车运行实迹记录设备。

表示设备宜采用屏幕显示。

互联互通线路控制中心级设备宜支持与路网中心设备、其他线路中心设备接口，实现本线及其他线列车运行表示、行车计划管理、相连接区域信号状态显示和线间行车信息的互传。

互联互通线路ATS区间运行调整宜采用时间调整方式，当采用运行等级调整方式时，运行等级定义及调整效果应一致。

发车计时器应能按信号系统给定的站停时间指示列车的发车倒计时时间、发车时刻、晚点时间信息。跳停、扣车作业应有特殊表示。

ATS子系统应为PIS、广播、车辆等相关系统提供实现跳停列车、大小交路折返列车的信息提示功能所需的信息。

* + 1. 列车自动防护
       1. 功能要求

应具有列车位置检测、列车间隔控制功能。

应具有监督列车运行速度、列车超速防护控制功能。

应具有列车运行方向监督和非预期移动防护的功能。

应具有为列车车门、站台屏蔽门的开启提供安全防护的功能。

应具有列车车门状态、列车停稳状态、列车完整性状态监督及防护功能。

当采用车轮转速测定列车速度时，应具备列车空转、打滑检测功能，并应具备列车速度和位置测量误差修正功能。

当采用车轮转速测定列车速度时，应具有自动或手动轮径校准功能。

当具备连续车地数据通信功能时，应实现临时限速防护区域防护和站台屏蔽门状态监督及防护功能。

对于交流牵引线路，可具备过分相控制功能，可向车辆提供过分相控制使能及指令。

对于双流牵引制式转换区域，可支持实现牵引制式自动转换控制功能，可向车辆提供转换控制使能及指令。

应具备自检、自诊断等维护管理功能，车载信号设备日检宜通过车载设备自检完成。设备状态、诊断信息应上传至维护监测子系统。

当具有车地无线通信功能时，车载运行日志宜具备人工远程或自动下载功能。

全自动运行线路ATP子系统除应具备7.2.1.1~7.2.1.12的功能外，还应具备下列功能：

1. 应能识别全自动运行区域内的人员防护区域，保证列车运行安全。
2. 当车辆基地内设置停车列检库及洗车库库门时，应具备库门防护功能。
3. 应具备支持远程及本地休眠、唤醒功能，休眠、唤醒的过程及结果应实时上传至控制中心。应能根据ATS子系统的指令和列车运行位置对列车工况进行管理，并应将列车工况状态发送给ATS子系统。
4. 当ATS子系统故障时，列车应能安全停车并可转为人工控制。
5. 车载ATP设备应具备头尾冗余测速及定位功能。
6. 在配置休眠唤醒应答器的区域，应具备原地定位功能。
7. 应具备根据远程控制命令控制车门和站台屏蔽门开关的功能。
8. 应具备车门与站台屏蔽门对位隔离功能。
9. 应能接收并转发ATS发送的远程控制命令。
10. 应具备本地和远程紧急制动缓解功能。
    * + 1. 技术要求

应由地面设备和车载设备组成。ATP车载设备应包括ATP车载设备主机、测速设备、定位设备、人机显示设备及相关接口等设备。

应符合故障―安全原则，ATP地面设备主机、车载设备主机应采用三取二或二乘二取二冗余结构。

封闭线路的运营列车均应装备ATP车载设备，列车首尾两端宜各设一套ATP车载设备。

ATP子系统应在车辆基地出入线、正线、折返线、渡线、停车线、车辆基地自动化区域范围内提供列车运行安全防护控制。

ATP子系统应以导致列车停车为最高安全准则。当执行强迫停车控制时, 应切断列车牵引。当施加紧急制动时, 列车停车过程不得中途缓解。全自动运行线路在施加紧急制动停车后，若导致列车紧急制动的原因已解除，则紧急制动宜能自动缓解。

车地间连续通信中断或地面信息严重丢失、列车完整性丢失、列车超速、列车非预期移动、车载设备重度故障等应导致紧急制动，且在车载人机界面或调度工作站上宜表示紧急制动引发的原因。

ATP子系统应稳定可靠，并应具有抗干扰能力，在任何情况下不应产生危险侧输出。

宜采用连续式地面信息采集、连续式速度控制方式。

应支持多种运行等级和驾驶模式。

基于无线通信的ATP子系统可具有点式降级运行模式，当ATP子系统采用降级运行时，其设计行车能力不宜低于线路运营初期行车间隔的要求。

在安全防护预定停车点的外方应设安全防护距离或防护区段,安全防护距离应通过计算确定。

ATP地面设备向ATP车载设备传送的允许速度指令、目标速度、目标距离、站台屏蔽门状态等信息,应满足ATP车载设备控制方式和控制精度的需要。

装备ATP子系统的列车，其实际车速的表示应由ATP子系统的车载设备驱动。当采用车轮转速测定列车速度时，应具有轮径磨耗补偿能力，测速装置宜采用冗余技术。

ATP车载设备应具有必要的显示、音响报警和故障记录装置。

ATP地面设备宜具有多种列车位置检测能力。固定闭塞系统、准移动闭塞系统应实现闭塞分区的列车占用―空闲的检测，以闭塞分区为单元检测列车的位置。移动闭塞系统应以列车安全位置计算及辅助列车占用―空闲检测实现列车位置检测。

列车占用检测可采用轨道电路、轨旁环线、计轴等方式。

列车定位技术可采用轨道电路、轨旁环线、应答器、无线或卫星定位或辅以速度―距离传感器等方式。中低速磁浮等不具备安装速度―距离传感器的线路可通过与车辆接口获取速度信息。

列车检测设备在规定的工作环境、线路状态和电磁干扰影响等条件下，应安全和可靠的实现列车位置的检测，不应错误地出现升级信息。

列车检测设备宜采用集中设置方式，也可沿线路分散设置。列车检测设备应具有差错控制能力，应防止因地面设备故障、信息丢失而导致误控或失控，同时应能连续监视信息通道状态，当信息传递中断时，应采取安全措施。

互联互通线路的ATP子系统紧急制动的引发原因及对同原因引发的紧急制动的处理应统一。

当采用轨道电路设备且利用钢轨作为牵引回流的回流轨时，轨道电路的设置应与牵引均流线和回流线、站台屏蔽门的等电位连接线等相配合。

* + 1. 列车自动运行
       1. 功能要求

应实现在ATP子系统防护下的列车自动运行。

应自动或人工启动列车并实现站间自动运行。

应控制列车实现车站定点停车、车站通过和由司机监督或无司机监督的折返作业。

应实现列车运行自动调整。

应具有车门和站台屏蔽门开闭的控制功能。

应具有列车运行节能控制功能。

应具有自诊断和故障报警功能，并实时上传ATS子系统。

全自动运行线路应实现正线和车辆基地自动化区域的全自动运行功能。

* + - 1. 技术要求

对列车牵引、制动、惰行、匀速运行等多种运行工况的控制应能满足不同行车间隔的运行要求、适应列车运行调整的需要。

列车停车控制过程应满足舒适度、快捷性和停车精度的要求。

ATO子系统发出制动命令的同时，应切断列车的牵引控制回路。当ATO子系统发生故障时，应能转为司机控制。

全自动运行线路ATO子系统除应具备7.3.2.1~7.3.2.3的技术要求外，还应具备下列技术要求：

1. 应采用冗余结构。
2. 车载休眠唤醒单元应与车辆配合实现中心远程或司乘人员本地对列车进行休眠或唤醒操作，并应实时向控制中心汇报列车休眠或唤醒状态及报警信息等。
3. 应与车辆配合按洗车流程控制列车在相应位置精确停车。
4. 当列车在站台停车位置超出规定的停车精度范围时，ATO子系统应根据停车位置采用向前跳跃对标调整、向后跳跃对标调整或由ATO向列车发送跳跃指令及方向指令由车辆自行控制低速精确对标。

当在区间自动停车时，在条件具备的情况下，应实现列车的自动启动。对于非全自动运行线路，当车站发车时，列车启动宜由司机控制，当车站发车列车自动启动时，应满足相应的安全防护条件。

* + 1. 联锁
       1. 功能要求

应按一定程序和条件控制道岔、信号，建立进路。

应实现与列车运行和行车指挥等系统的结合，实现进路的人工或自动控制。

应实现对列车进路、引导进路、调车进路的控制功能，应实现进路的建立和解锁、信号机关闭和开放、道岔操纵及锁闭、信号机封锁和解封、道岔封锁和解封、区段封锁和解封、临时限速功能。

应具有与站台紧急关闭按钮、站台屏蔽门的接口和设备监控功能，可具备与防淹门接口的功能。全自动运行线路还应具有与人员防护开关、洗车机的接口和设备监控功能，宜根据工程需要将车库门纳入联锁监控。

应实现区段占用状态和进路状态、信号开放和道岔状态等各种表示的显示和声光报警。

单轨、中低速磁浮、自动导向轨道线路道岔可具有联锁集中控制模式、人工现地控制模式和人工应急控制模式。

应具备自检、自诊断等维护管理功能。设备状态、诊断信息应上传至维护监测子系统。

* + - 1. 技术要求

可分为继电联锁和计算机联锁，宜采用计算机联锁。

应符合故障―安全原则，联锁计算机应采用二乘二取二或三取二结构。

当计算机联锁采用电子执行单元时，电子执行单元应冗余配置，电子执行单元与联锁计算机之间应采用安全冗余通信通道。

联锁子系统逻辑控制设备可与ATP设备合并设置，并由ATP设备实现联锁的功能。

进路上道岔、信号机和区段的联锁关系应正确，当联锁条件不符时，不应使进路开通、信号开放。敌对进路应相互照查，不应同时开通。

应能办理列车和调车进路，可实现车站有关进路、端站折返进路的自动排列。

联锁道岔应能实现进路锁闭、区段锁闭及人工锁闭，应能实行单独操纵和进路选动；影响行车效率的联动道岔宜采用同时启动方式。

应具备进路预先锁闭和接近锁闭的功能。进路解锁应分为进路一次性解锁方式和逐段解锁方式。锁闭的进路可随列车运行自动解锁或人工办理取消进路解锁，并应防止错误解锁。接近区段占用时，取消进路应延时解锁或收到停车保证信息后立即解锁。延时解锁时间应满足大于列车以最高运行速度触发紧急制动并停车所需要的时间。

进路办理宜采用进路的始终端控制方式，也可采用其他进路控制方式，联锁设备应能随列车运行自动排列进路。联锁设备应根据ATP子系统的要求设置相应的保护进路或保护区段。涉及行车安全的应急控制应由车站办理。

当装设引导信号的信号机因故不能正常开放时，可使用引导进路锁闭方式开放引导信号。

可通过联锁子系统实现基于进路闭塞或站间闭塞的行车方式。

联锁子系统设备的操纵应采用显示器加键盘鼠标，车辆基地可根据运营需要采用单元控制台或其他方式。

在车地数据通信正常的情况下，联锁子系统设备应能提供车载信号设备所需的信息。

车站站台公共区及车站控制室应设站台紧急关闭按钮。站台紧急关闭按钮电路应符合故障―安全原则。

全自动运行线路应设置人员防护开关，可设置站台关门按钮或清客确认按钮，其控制电路均应符合故障―安全原则。

单轨、中低速磁浮、自动导向轨道线路的联锁子系统应通过与道岔控制设备接口实现对道岔的控制。当联锁集中控制模式转换为人工现地控制模式时，应取得信号系统授权。当道岔处于现地操纵模式和应急控制模式时，联锁子系统不应操纵道岔和使用该道岔办理进路。

* + 1. 数据通信
       1. 功能要求

数据通信子系统应实现信号系统子系统间或子系统内部以及车地设备间安全可靠的信息交换。

固定闭塞系统地面设备应向车载设备传递速度码等信息；准移动闭塞系统地面设备应向车载设备提供所需信息，车载设备应向地面设备发送开关门信息；移动闭塞系统应实现列车位置、列车运行控制所需的车地连续双向信息传输。

应制定相应的安全防护策略，同时数据通信子系统应具备多种方式和层次的访问控制安全机制，且应满足信息安全防护等级的要求。

应具备网络管理功能。

应具备自检、自诊断等维护管理功能，设备状态、故障诊断信息应上传至维护监测子系统。

* + - 1. 技术要求

应由有线网络、车地通信网络或车地通信设备和网络管理设备组成。

数据通信子系统容量、传输速率和传输距离应满足列车控制系统实时监控的需要和行车指挥的运用要求。

应满足信息传输速率和信息传输质量的要求，降低信息传输的损耗、噪声、丢包率、误码率，满足信号系统可靠性、可用性的要求。在列车最高速度运行时的漫游切换，不应影响车地数据通信的连续性。

有线网络、车地无线通信网络应采用冗余设计，单点故障不应影响信息传输的实时性和连续性。

车地通信设备在规定的工作环境、线路状态和电磁干扰影响等条件下，应实现信息可靠传输。

有线网络宜采用独立的通信网络，与其它系统的接口应有隔离措施。信号系统内部各子系统应采用相互独立的传输通道，传输通道的划分可采用物理通道方式或者逻辑通道方式，单个传输通道的故障不应影响其它传输通道的正常工作。

车地数据通信可利用轨道电路、轨旁环线、卫星通信、应答器、无线通信等信息传输方式。

信号系统的信息安全防护应满足GB/T 22239的要求，并应符合下列规定：

1. 信号系统的信息安全防护应以保障信号系统业务功能安全为首要目标，所釆取的安全措施，包括相应的安全设置和部署的安全产品，不应影响信号系统自身的可靠性和安全性。
2. 信息安全设计不应改变信号系统结构，不应影响信号系统数据传输实时性、丢包率；宜采用并联型防护设备，当设置串联型防护设备时，应采取冗余措施。
3. 应具备信号系统边界的隔离防护功能，宜具备安全审计、身份鉴别、漏洞扫描、主机防护等功能。
   * 1. 维护监测
        1. 功能要求

应能与ATS子系统、ATP子系统、联锁子系统、数据通信子系统、电源等设备接口，宜实现完整统一的信号系统设备维护监测功能。

应具备监测采集、故障诊断、综合分析、报警集中、维护监测子系统自诊断和查询与回放功能，宜具有维护引导功能，可具备三维展示功能。

应具备就地和远程的监测、预警、报警功能，应具有中心级集中监测告警功能。

应能在维护监测工作站实施远程设备状态监测、故障集中报警、故障诊断定位和维护管理功能。

应具备故障分级分类报警功能。

应能对操作人员所进行的操作、时间、对象、内容、结果等信息进行记录，应能在维护监测子系统的维护工作站实现对整个信号系统历史数据回放。

维护监测子系统宜具备与线网维护系统或其他数据平台等接口的功能。

* + - 1. 技术要求

维修中心服务器宜采用冗余结构，应实时监测信号系统在线运行状态。

正线车站、车辆基地可设置信号集中监测设备对基础信号设备、电源设备的运行状态、报警信息等进行监测和采集。

维护监测子系统的三维展示功能应实现设备三维场景的重建和工作状态的实时复现。

维护监测子系统可与其他系统整合构建多专业综合维护系统。

* 1. 车辆基地信号系统

车辆基地信号系统应实现车辆段和停车场内的行车指挥作业及试车线作业。应在车辆基地指挥中心或行车控制室内设置行车指挥终端，可在派班室配置值班人员的终端设备。

试车线信号地面设备的布置应满足车载信号设备动态测试和双向试车的需要，其地面设备应与正线信号设备相同。

具有ATP控制功能的车辆基地，宜部分或全部纳入正线ATS系统监控范围，且应实现车辆基地内车辆运行的追踪。

车辆基地可采用调车进路控制或列车进路控制。

纳入ATC系统控制的车辆基地，列车进路应具备ATP/ATO防护功能。

全自动运行线路车辆基地应符合下列规定：

1. 应实现列车出入车辆基地自动化区域内的全自动运行作业。
2. 车辆段停车列检线、洗车线、列车牵出线、咽喉区宜设置为自动化区域。
3. 停车场可全部设置为自动化区域。
4. 车辆基地自动化区域与非自动化区域之间应严格分区，并应设置自动化区域和非自动化区域转换区满足驾驶模式转换需要。
5. 自动化区域应设置人员防护开关防护自动化区域内的人工作业。
6. 车辆基地自动作业宜包括列车唤醒、库内发车、自动化区域内运行、回库、洗车、自动调车、清扫、休眠等作业。

车辆基地与试车线的接口设计应满足试车作业与车辆基地作业间互不影响的要求。

试车线与正线的车地无线通信设备间不应相互干扰，宜配置不同的无线频点或采用网络隔离的方式。

* 1. 人机界面

人机界面应整体美观、协调、满足人体工程学的要求。显示信息应清晰明确，应具备简洁、直观、方便、明确的人机对话方式，易于操作员监控、识别、操作。所有工作站的人机对话方式应一致。

人机界面站场图的显示应与实际站场相一致，显示状态应与室外设备实际状态相一致，且一种显示应仅对应一种设备状态或表达一种信息。

调度相关工作站应布局合理，采用简体中文界面的图形用户接口方式，具备多级菜单、多级窗口、图形移动和图形缩放的功能。应能支持单屏或多屏幕显示。

人机界面应具备登录权限管理、控制权限管理等功能。

对由人工确保安全的操作命令，应有相应的安全操作手段和操作记录。人机界面上显示的各种记录、故障及报警信息应意思明确，应便于维修人员跟踪记录、查找故障。

每个司机室中均应配置一个车载信号显示屏，且应满足下列要求：

1. 显示屏的亮度可手动或自动调整。当自动调整时，屏幕的亮度应根据周围环境的变化而自动调节，确保显示屏保持可见状态。
2. 车载信号显示屏显示可根据车载设备功能、系统构成特点而具有不同的表示方式和内容。
3. 全自动运行线路车载信号显示屏宜具有发车计时器显示功能。
4. 互联互通线路车载人机界面显示元素、显示含义宜统一，车载报警信息显示及含义宜统一。
   1. 接口

信号系统接口可分为系统内部各设备间、子系统与子系统间的内部接口及信号系统与其他专业系统的外部接口。

信号系统内部接口可包括：

1. ATS子系统的设备与联锁子系统、ATP子系统设备的接口。
2. 联锁子系统与ATP子系统设备的接口。
3. 当由信号系统设置车地数据通信设备时，其与地面设备、车载设备的接口。
4. 维护监测子系统与其他各子系统的接口。
5. 车载信号设备内部接口可包括ATO子系统与ATP子系统的接口等，全自动运行线路中还应包括ATO子系统、ATP子系统与休眠唤醒车载设备的接口。

信号系统内部接口可分为安全性接口和非安全性接口。其中安全性接口通常包括联锁设备与ATP地面设备的接口、联锁设备与现场设备的接口、ATP系统内部以及联锁设备与车载ATP设备的车地通信接口等。

信号系统外部接口应为信号系统与其他设备专业系统的接口，应包括车辆、通信、供电、站台屏蔽门、综合监控系统的接口，可包括防淹门、环境与设备监控和防灾报警系统的接口。对于全自动运行线路，还应包括与车库门、洗车机等系统的接口，与间隙探测系统接口宜通过与站台屏蔽门系统的接口实现，也可单独与其接口。对设置各系统综合数据平台的工程，应具备与综合数据平台的接口。

信号系统外部接口可分为开关量接口、串行接口、网络接口以及模拟量接口等。ATP或ATO车载设备与车辆相关设备涉及安全功能的接口应为安全性接口。

信号系统与外部接口处应设置可靠的网络安全隔离措施。接口宜使用标准、通用的通信协议。

车载信号设备与车辆接口电路的布线应与其主回路等环节的高压布线分开敷设并实施防护,与车辆电器的接口应有隔离措施。

* 1. 可靠性、可用性、可维修性和安全性（RAMS）要求
     1. 可靠性

信号系统及其产品应进行可靠性描述。

应采用高可靠性的元器件。

应采用必要的冗余技术。

* + 1. 可用性

信号系统应进行可用性描述。

重要信号设备应有冗余措施。

信号设备应具有必要的工作状态检测、故障诊断和报警等技术措施。

信号设备应有故障点指示。

* + 1. 可维修性

信号系统及其设备应具有调整少、维修量小、可预防性维护及故障维护的技术手段，并应具有测试点、故障隔离及诊断措施，应减少设备修复时间、降低维护成本。

应制定合理的维护、更换策略，并应配置在线维护支持设备减少信号设备故障及停机时间。

信号设备宜有状态修维护的能力，便于维修、更换。

* + 1. 安全性

信号系统的安全性应符合下列规定：

1. 涉及行车安全的设备应采用成熟、经过运用实践并证实安全可靠的设备。
2. 安全系统或设备应提供相关文件予以证实。
3. 安全系统或设备的研发程序及安全管理组织体系应符合GB/T 28808、GB/T 28809和GB/T 21562的规定。
4. 应已实施危险鉴别、分类、危险处理和评估。
5. 对信号系统、子系统、设备的安全功能应分析和确认。
6. 应已确认故障模式及故障影响范围。
7. 应完成了具有外界干扰的系统运行试验。
8. 应具有安全功能检测报告。
9. 宜具有安全性试验证明。

安全性要求及安全完整性等级应在信号系统、设备研发或技术规格中明确描述，其安全完整性等级应分为4级：

1. 1级：10-6h-1≤THR<10-5h-1；
2. 2级：10-7h-1≤THR<10-6h-1；
3. 3级：10-8h-1≤THR<10-7h-1；
4. 4级：10-9h-1≤THR<10-8h-1 。

信号系统或设备在正常和故障情况下，应具有不产生导致信号系统不正常运行的设计和执行失误。依赖于故障－安全设计的功能，不应导致故障不安全模式。在执行与安全相关的功能时，各元件所发生的故障均应具有自显报警功能。

* 1. 性能指标
     1. 系统能力

信号系统能力应包括信号系统的监控范围、系统响应性能、通过能力、折返能力、系统扩展能力和系统设备故障的降级运用及其复原能力。

信号系统的监控范围应结合线路和站场规模设计。系统能力应与线路规模、运行能力相适应。

信号系统监控范围应包括车辆基地出入线、正线区间与车站、停车线、折返线以及与其他线的联络线。调度区内的正线区间及车站、车辆基地应纳入系统集中监视。

信号系统应能监视或控制调度区内正线区间及车站、车辆基地的进路、信号、列车、设备运行、数据通信网络、与其他联动系统的状态等，以及从其他线调度区向本线调度区的发车进路、信号及列车等。

信号系统应具有良好的实时性，且应按远期线路规模、最大在线列车数以及线路最高运行速度设计，并应预留不小于30%的系统处理能力。

* + 1. 系统的主要响应性能

信息采集的表示周期即设备状态变化至控制中心的显示时间不应大于1s。

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不应大于1s。

实时控制、各工作站及显示终端等的操作响应时间不应大于1s。

对于列车占用检测设备，列车空闲到占用检测的应变时间不应大于1s，列车占用到空闲检测的应变时间不应大于3s。

计算机联锁设备的处理周期不应大于1s。

车载信号设备自接收地面信息至完成处理的时间不应大于0.75s。

车载信号设备的上电重启时间宜小于60s。

当车载信号设备识别到涉及行车安全的系统故障时，应立即发出紧急制动命令，且其延时不应大于0.75s。

车载ATO宜采用一次连续控制模式制动自动控制列车在站台精确停车，停车精度指标应符合下列规定：

1. 精度范围±0.3m内的概率不应小于99.99%。
2. 精度范围±0.5m内的概率不应小于99.9998%。

列车纵向冲击率不宜大于0.75m/s3。

有线网络信息传输速率不应小于100Mbps，信息传输端到端延迟时间不应大于150ms。

数据通信骨干网应采用双向自愈的环形拓扑结构，当环网中一个节点故障时，环网自愈时间应小于50ms。

* + 1. 通过能力和折返能力

应与行车专业配合，并应结合线路参数、列车编组、车辆性能、道岔限速及信号系统技术水平等因素，通过列车运行仿真分析计算确定信号系统控制列车时列车的通过能力、折返能力及出入段能力。

通过能力应满足最小行车间隔的需求，并应留有余量。

折返能力应与线路的通过能力相适应，计算的折返能力宜小于最小运营间隔时间，且宜留有不小于10%的余量。

列车出入车辆基地的作业应与正线列车运行能力相适应。出入车辆基地的列车不应影响正线列车的行车能力。

* + 1. 系统扩展能力要求

信号系统设备硬件及软件应采用标准化、模块化配置，应具备系统功能扩展及升级条件。

信号系统控制、设备状态表示及采集的软件与硬件宜具有不小于30%的扩容能力。

终端站设备配置应预留线路延伸的接口及系统能力扩展条件。

* + 1. 系统设备故障的降级运用及其复原能力

信号系统应具有通信中断、定位丢失、移动授权失效等故障降级运用能力，并应能维持列车运行。

信号系统降级情况下的监控范围、响应时间、通过能力、折返能力及出入车辆基地能力应满足列车安全运行和行车组织的需要。

信号系统、子系统、设备故障排除后，应具有尽快复原执行预定的故障复原功能的能力，应防止信号系统自身的原因导致任一列车晚点超过预先规定的时间。

* + 1. 性能指标

主要子系统及设备可靠性指标应符合下列规定：

1. ATS设备的MTBF不应小于3.5×103h；
2. 计算机外围设备的MTBF不应小于104h；
3. 电源设备的MTBF不应小于105 h；
4. ATP/ATO设备的MTBF不应小于105 h；
5. 地面有线网络设备的MTBF不应小于104 h；
6. 车地无线通信设备的MTBF应大于104 h；
7. 计算机联锁的MTBF不应小于105 h。

信号系统的可用性指标不应小于99.98%。

全自动运行线路信号系统休眠唤醒单元可用性指标不应小于99.5%。

系统的可维修性指标应符合下列规定：

1. 车载设备的MTTR不应大于30min；
2. 控制中心设备的MTTR不应大于45min；
3. 车站设备的MTTR不应大于45min；
4. 轨旁设备的MTTR不应大于4h；
5. 车地无线通信设备的MTTR不应大于30min。

主要子系统及设备安全完整性等级指标应符合下列规定：

1. ATP子系统应达到SIL4；
2. CI子系统应达到SIL4；
3. ATO子系统应达到SIL2；
4. ATS子系统应达到SIL2。
   1. 电源要求

信号系统供电应为一级负荷，且应设两路独立电源。

信号系统应采用集中电源和分路馈电方式，其交直流电源应对地绝缘。

当电源电压波动超过用电设备正常工作范围时，应采取稳压和滤波等措施。

车载信号设备电源应由车辆提供直流电源或经变流设备供电，并应设过压和过流保护。

信号系统应采用专用的电源屏供电，当采用非UPS整合供电时，电源屏应具有主副电源自动和手动切换装置，切换时不应影响用电设备正常工作。

信号系统电源设备应具备不间断供电功能或由UPS整合专业提供不间断供电功能。当双路外电源供电失效时，不间断供电功能应满足为控制中心、车辆基地、车站信号设备提供不小于30min的不间断供电。

电源容量除应满足最大负荷需要外，还应留有备用容量，备用容量不宜小于30%。

电源设备还应满足下列技术要求：

1. 电源设备主要功能单元宜采用模块化结构，直流供电模块应采取冗余措施。
2. 电源设备各功能模块应采用带电插拔、鉴别防错连接技术。
3. 电源设备宜实现对各模块及主要元器件的工作状态及数据进行实时在线监测。电源系统的维护和监测信息宜纳入维护监测子系统统一管理。
4. 电源屏输出至室外的设备交流供电回路应采用隔离供电方式。
5. 全自动运行线路车辆的蓄电池容量应满足车载休眠唤醒单元的用电量要求。
   1. 电磁兼容性与防护
      1. 电磁兼容性

电磁兼容性总体要求

在设计、制造信号设备时，应满足电磁干扰不影响其安全性和可靠性，并应采用屏蔽、滤波、接地、隔离、平衡以及其他技术措施，应使设备满足其电磁兼容性能要求。

应消除电磁辐射、感应、传导和静电释放等干扰因素对信号设备的正常工作产生的影响。信号设备、部件也应防止对其他系统、部件和运营线路范围内以及附近系统的正常工作产生电磁干扰。

信号设备在正常工作时向设备外部可能发射的电磁干扰应符合电源和机箱端口试验项目规定的电磁发射限值要求。

设备的抗扰度试验

信号设备应进行抵御外界电磁骚扰能力的试验。在设备与外部环境的特定接口，包括机箱端口、电源端口、输入输出端口和地线端口上加入标准的电磁骚扰模拟信号，其严酷程度应由试验等级表示。设备因外部电磁骚扰影响而使其功能或性能下降的判断依据应采用性能判据表示。

试验项目应包括射频电磁场辐射骚扰、射频场感应的传导骚扰、电快速瞬变脉冲群、浪涌冲击电压、静电放电、工频磁场、脉冲磁场的抗扰度试验。

性能判据应包括下列四级：

a）A级：功能或性能正常。

b）B级：功能或性能暂时降低或丧失，但可自行恢复。

c）C级：功能或性能暂时降低或丧失，需操作者干预或系统复位后方可恢复。

d）D级：设备、元件或软件损坏、出错或数据丢失，需经修复处理后方可恢复。

抗扰度试验应符合下列要求：

a）抗扰度试验的试验方法、试验等级、性能判据见GB/T 24338.4和GB/T 24338.5相关条款。

b）对安全设备的性能判据应采用A级。

c）对非安全设备静电放电抗扰度试验与浪涌（冲击）抗扰度试验可采用B级判定。

设备的电磁骚扰发射试验

信号设备对外界发射的电磁骚扰的试验包括电源端口的传导发射试验和机箱端口的辐射发射试验。试验方法和骚扰限值见GB/T 24338.4 和GB/T 24338.5相关条款。

* + 1. 防护

信号设备正常工作时发射的电磁能量不应对周围环境中其他设备或人员造成干扰和危害，并应防止其他机电设备及车辆等产生的电磁骚扰影响信号设备可靠工作。

信号设备与接触网或接触轨带电部分之间应留有安全距离。信号电缆线路与强电线路应分开敷设，当二者存在交叉时，宜相互垂直交叉敷设，且在二者间距不满足设计要求时，应采取防护措施。

信号金属结构物的装设应采取防护牵引迷流对金属和隧道体的电蚀措施。

轨旁设备应防止最大牵引回流、钢轨不均衡电流的影响。相邻轨旁设备应防止工作频率的相互串扰。

装设单轨条轨道电路的车站，相邻轨道电路并联的牵引轨条数应符合轨道电路设备要求。双轨条轨道电路区段采用接触网供电的接触网杆塔或支架的接地引线，不应直接引至钢轨。

易受雷电危害的设备应具有雷电感应过电压防护，并应满足下列要求：

1. 防护电路应将雷电感应过电压限制在被防护设备的冲击耐压水平以下。
2. 防护电路不应影响被防护设备的正常工作，且设备受雷电干扰时不应错误动作。
3. 防雷元器件与被防护设备之间的连接线应最短，防护电路的配线应与其他配线分开，其他设备不应借用防雷元器件的端子。
4. 室外信号设备、与外线连接的室内信号设备应具有雷电防护措施。
5. 防雷地线接地电阻应小于10Ω。

信号设备的接地应符合下列规定：

1. 信号设备应设工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线等。
2. 信号设备室应设主接地板，并应通过主接地板接地。
3. 车载信号设备的地线应经车辆的接地装置接地。
4. 电源设备及其他带电信号设备的机架、机壳应设保护地线，需工作接地的设备应设工作地线。接地电阻值应符合下列规定：
   1. 保护地电阻应小于10Ω。
   2. 工作地电阻应小于4Ω。
   3. 信号设备可采用综合接地系统，其接地电阻不应大于1Ω。
   4. 环境条件

设备正常工作时的温度、湿度及平均气压条件应符合表2的规定。

1. 温度、湿度及平均大气压条件表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工作环境 | 设备位置 | | | | | |
| 车辆 | | | | 地面 | |
| 车体内部 | 车体外部 | 转 向 架 | 车 轴 | 室 外 | 室 内 |
| 环境温度(℃) | -25～70 | -40～70 | | | | 0～45 |
| 湿度（25℃） | ≤95% | 100% ( 不结露) | | | | ≤95% |
| 平均气压（kpa） | 70～106 (相当于海拔约3000m以下) | | | | | |

在车辆上安装的信号设备振动要求应符合GB/T 25119的规定。

在地面安装的信号设备振动要求应符合TB/T 1433.1和GB/T 32347.3的规定。

当信号系统运用于特殊环境条件时，系统及其设备在相应地区的环境条件下应安全可靠运行，或采取必要的附加措施后系统和设备应安全可靠运行。

参考文献

［1］ GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆 设备

［2］ GB/T 24338.5 轨道交通 电磁兼容 第4部分：信号和通信设备的发射与抗扰度

［3］ GB/T 50262―2013 铁路工程基本术语标准