



中华人民共和国国家标准

GB/T 12758—2004
代替 GB/T 12758—1991

城市轨道交通信号系统通用技术条件

Singal system for urban rail transit—General specifications

2004-03-04 发布

2004-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与定义 1

4 总则 3

5 系统 4

6 信号显示 6

7 闭塞方式 7

8 行车指挥控制 8

9 列车运行控制..... 10

10 车辆段和停车场 13

11 道口信号 13

12 列车检测与信息传递 13

13 供电 14

14 电磁兼容性与防护 14

15 环境条件 16

参考文献 17

前 言

本标准参考了 EN 50126《铁路应用：可靠性、可用性、可维护性和安全性(RAMS)规范和说明》、GB 50157—2003《地铁设计规范》等标准。

本标准代替 GB/T 12758—1991《地下铁道信号通用技术条件》，并将 CJ/T 3027.1—1993《城市公共交通信号系统—轻轨交通》的有关内容纳入本标准。

本标准与“GB/T 12758—1991”相比主要变化如下：

- 1) 因增加了有关轻轨系统的内容，将本标准名称由“地下铁道信号通用技术条件”改为“城市轨道交通信号系统通用技术条件”。
- 2) 本标准包括范围、规范性引用文件、术语与定义、总则、系统、信号显示、闭塞方式、行车指挥控制、列车运行控制、车辆段和停车场、道口信号、列车检测与信息传递、供电、电磁兼容与防护以及环境条件等共计 15 章。
- 3) 用“2 规范性引用文件”代替“2 引用标准”。
- 4) 用“3 术语与定义”代替原标准“3 术语”，并对术语与定义的条目进行了增、减。
- 5) 在“4 总则”中，增加了“4.1 基本要求”和“4.2 可靠性、可用性、可维护性和安全性(RAMS)要求”。
- 6) 增加了“5 系统”。
- 7) 增加了“6 信号显示”代替原标准“5 固定信号”，并对内容予以补充。
- 8) 将原标准“6 轨道电路、7 闭塞、8 联锁”的相关内容分别纳入“12 列车检测与信息传递、7 闭塞方式、9 列车运行控制”，并对内容进行相应修改、补充。
- 9) 将原标准“9 行车指挥控制”，变更为“8 行车指挥控制”，并对内容予以补充。
- 10) 将原标准“10 列车运行控制”变更为“9 列车运行控制”，并对内容予以补充。
- 11) 将原标准“11 供电”变更为“13 供电”，并对内容予以补充。
- 12) 增加电磁兼容的内容，将原标准“12 防护”有关内容纳入“14 电磁兼容性与防护”。
- 13) 新增“10 车辆段和停车场、11 道口信号、15 环境条件”。

本标准自实施之日起，于 1994 年 1 月发布的 CJ/T 3027.1—1993《城市公共交通信号系统—轻轨交通》废止。

本标准由中华人民共和国建设部提出。

本标准由建设部标准定额研究所归口。

本标准起草单位：北京全路通信信号研究设计院、北京地下铁道运营有限责任公司、北京交通大学。

本标准主要起草人：牛英明、牛建华、申大川、沙 斐、刘 波、张 良、郜春海、唐 涛、喻智宏。

GB/T 12758 于 1991 年 3 月发布，本次修订为第一次修订。

城市轨道交通信号系统通用技术条件

1 范围

本标准规定了城市轨道交通信号系统的总则,系统及基本功能、技术要求和环境条件。

本标准适用于城市轨道交通地铁与轻轨系统,也可供单轨及有轨电车等其他城市轨道交通系统参照。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

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

EN 50121—4:2000 铁路应用:电磁兼容性第四部分:信号与通信设备的发射和抗扰度

TB/T 3073—2003 铁路信号电气设备电磁兼容性测试及其限值

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

城市轨道交通信号 urban rail transit signal

应用于城市轨道交通系统中,人工或自动实现行车指挥和列车运行控制、安全间隔控制技术的总称。

3.2

调度集中 centralized traffic control (CTC)

在调度中心内集中显示某一区段内车站、区间、信号、道岔、轨道区段的状态以及列车运行位置,由调度员集中控制区段内的信号和道岔,并指挥列车运行的系统设备。

3.3

列车自动监控 automatic train supervision (ATS)

自动实现行车指挥控制、列车运行监视和管理技术的总称。

3.4

列车自动防护 automatic train protection (ATP)

实现列车运行间隔、超速防护、进路安全和车门等监控技术的总称。

3.5

列车自动运行 automatic train operation (ATO)

自动实现列车运行速度、停车和车门等监控技术的总称。

3.6

实际列车识别 positive train identification (PTI)

通过技术手段确认列车编组的识别号码,判定相应列车为实际需要监控的列车。

3.7

列车自动控制 automatic train control (ATC)

城市轨道交通信号系统实现列车自动监控、列车自动防护、列车自动运行控制技术的总称。

3.8

闭塞 block

用信号或凭证,保证列车之间必须保持一定间隔距离运行的技术方法。

3.9

固定闭塞 fixed block

前方列车与后续列车之间的最小安全追踪间隔距离预先设定且固定不变的闭塞方式。

3.10

移动闭塞 moving block

前方列车与后续列车之间的最小安全追踪间隔距离单元不预先设定,并随列车的移动、速度的变化而变化的闭塞方式。

3.11

准移动闭塞 quasi-moving block

前方列车与后续列车之间的最小安全追踪间隔距离单元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,是介于固定闭塞和移动闭塞之间的一种闭塞方式。

3.12

保护区段 overlap section

为实现超速防护,保证安全停车而延伸的闭塞区段。

3.13

目标速度 target speed

列车运行至前方目标地点应达到的允许速度。

3.14

目标距离 target distance

列车运行至前方目标地点的走行距离。

3.15

安全保护距离 safe protection distance

列车自动防护系统中,列车超速防护实施安全停车控制时,为防止停车位置离散性可能造成的危险,而设置的自预定停车位置至目标地点的安全距离。

3.16

综合自动化 integrated supervision and control system

通过计算机网络、信息处理、控制和系统集成等技术实现城市轨道交通系统机电业务的综合管理、监视和控制。

3.17

城市轨道交通优先 priority of urban rail transit

城市轨道交通列车与公共交通工具于平交道口交互运行时,以城市轨道交通列车优先通过平交道口的行车组织方式。

3.18

可靠性 reliability

产品在规定的条件下和规定的时间区间内完成规定功能的能力。

3.19

可用性 availability

可修复产品在某一特定瞬间维持其功能的概率或在某一期间内维持其功能的时间比率。可用性是产品可靠性、维修性和维修保证性的综合指标。

3.20

可维护性 maintainability

产品在规定的使用条件下并按规定的程序和手段实施维修时,为保持产品处于正常使用状态或为修复产品的故障、缺陷,使之恢复执行功能状态的能力。

3.21

安全性 safety

保证行车和人身以及设备安全的能力,以在给定时刻系统维持安全功能完善的概率指称。

4 总则

4.1 基本要求

4.1.1 城市轨道交通信号系统是实现行车指挥、列车运行监控和管理所需技术措施及配套装备的集合体。信号系统应确保行车安全、提高运输效率、改善工作环境、促进管理的现代化。

4.1.2 信号系统应做到安全可靠、经济合理、适应技术的发展、逐步达到不同系统或子系统设备的互用与协同工作。

4.1.3 城市轨道交通信号系统一般由列车检测、联锁、闭塞与列车控制等行车指挥和列车运行控制系统设备组成,根据用户需求确定系统的构成与规模,并适应线路的延伸扩展。

4.1.4 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、高密度的城市轨道交通应选用列车自动控制系统。非封闭线路平交道口应设道口信号设备。

4.1.5 行车指挥中心的规模应根据线网规划、线路和机电系统规模统筹考虑,宜实现列车运行的统一指挥调度。

4.1.6 城市轨道交通的运行的线路应能组织独立运行。在有条件的地段,允许有支线或其他运行线路与本线接轨,并组织混合运行。

4.1.7 封闭线路的城市轨道交通系统必须配备列车自动防护系统。非封闭线路的轻轨,根据行车间隔、列车运行速度采取相应技术手段进行列车运行安全防护。

4.1.8 信号系统应确保列车的安全运行,并应保证在最不利的条件下,前方列车处于紧急停车时,后续列车应能实现安全停车。

4.1.9 信号系统应预先设计相关系统或自身系统故障以及灾害发生时的应急运行模式。

4.1.10 信号系统应具有高可靠性和高可用性。涉及行车安全的信号设备应符合故障-安全原则。

4.1.11 信号系统采用的器材、设备和技术指标应符合国家标准或行业标准。应满足环保要求、具有电磁兼容性。

4.1.12 信号系统应具有设备的监测和报警能力。

4.1.13 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。

4.1.14 信号系统的设备应符合城市轨道交通使用环境的要求。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。

4.2 可靠性、可用性、可维护性和安全性(RAMS)要求

4.2.1 可靠性

4.2.1.1 信号系统及其产品应进行可靠性(MTBF)描述,其主要要求如下:

- a) 采用较高可靠性的元器件。
- b) 采用必要的冗余技术。
- c) 结合安全性和可用性描述。

4.2.1.2 信号系统的平均无运行故障间隔时间(MTBSF)根据系统构成的冗余度确定。

4.2.2 可用性

4.2.2.1 信号系统应进行可用性描述,其主要要求如下:

- a) 重要设备应有冗余措施。
- b) 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。
- c) 设备应有故障点指示。
- d) 设备宜有状态维护的能力,便于维修、更换。

4.2.2.2 信号系统的可用性指标不小于 99.98%。

4.2.3 可维护性

4.2.3.1 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,并具有适当的测试点、故障隔离及诊断措施,减少设备修复时间、降低维护成本。

4.2.3.2 制定合理的维护、更换策略并配置在线维护支持设备,减少设备故障停机时间。

4.2.4 安全性

4.2.4.1 信号系统有关安全性的主要要求规定如下:

- a) 涉及行车安全的运营设备应采用成熟、经过运用实践并证实安全可靠的设备。
- b) 安全系统或设备应提供相关文件以证实:
 - 1) 安全系统或设备的研发程序及安全管理组织体系符合规范要求。
 - 2) 系统已实施危险鉴别、分类、危险处理和评估。
 - 3) 系统、子系统、设备的安全功能分析和确认。
 - 4) 已确认故障模式及故障影响范围。
 - 5) 完成了具有外界干扰的系统运行试验。
 - 6) 具有安全功能检测报告。
 - 7) 必要时应具有安全性试验证明。

4.2.4.2 安全性要求及安全等级应在系统、设备研发或技术规格中明确描述,其主要要求如下:

a) 安全等级分为 4 级:

1 级: $10^{-6} \text{h}^{-1} \leq \text{THR} < 10^{-5} \text{h}^{-1}$

2 级: $10^{-7} \text{h}^{-1} \leq \text{THR} < 10^{-6} \text{h}^{-1}$

3 级: $10^{-8} \text{h}^{-1} \leq \text{THR} < 10^{-7} \text{h}^{-1}$

4 级: $10^{-9} \text{h}^{-1} \leq \text{THR} < 10^{-8} \text{h}^{-1}$

注:THR;Tolerable Hazard Rate,为每小时、每一功能可能承受的危险侧故障率。

- b) 城市轨道交通中,涉及行车安全的信号系统、子系统,其危险侧故障概率应不低于 3 级,通常定义为 4 级。
- c) 系统或设备在正常和故障情况下,应具有不产生导致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警示功能。
- d) 因硬件、软件、子系统或系统故障而不能执行预定功能时,系统中涉及安全至关重要的因素,不得引发或维持不安全状态。

5 系统

5.1 系统分类

5.1.1 按闭塞方式分类,包括固定闭塞制式、准移动闭塞制式和移动闭塞制式等系统。

5.1.2 按地面设备向车载设备传递信息的连续性分类,包括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等。

5.1.3 按系统产生的控制模式曲线方式分类,包括分段式和连续的一段式速度-距离制动模式曲线等。

5.2 系统构成原则

5.2.1 信号系统必须是安全、可靠、功能完整、技术成熟的系统。系统宜具有增值性和创新性,应能促

进信号技术的不断发展。

5.2.2 信号系统中各子系统应协同工作,完成行车指挥与列车运行控制目标的有机整体,并具有保证行车安全、提高运行效率的作用。

5.2.3 行车指挥与列车运行控制是综合自动化系统的核心环节。信号系统应能与相关机电系统或综合自动化系统接口或与其他机电系统集成逐步实现机电系统的综合自动化。

5.2.4 系统的传输网络应是封闭的专用信道。在进行传输系统的安全设计时,必须明确传输网络上的信号系统设备数量、传输媒介、环境等物理参数。信号系统的传输通道可以使用通信专业提供的传输网络。

5.3 系统构成

5.3.1 城市轨道交通的信号系统按子系统设备所在地域划分,可分为行车指挥中心子系统、车站及轨旁子系统、车载子系统及车辆段(场)子系统。

5.3.2 信号系统按地域划分各子系统构成模式如下:

5.3.2.1 行车指挥中心子系统,可由列车运行监视(调度监督)或列车运行监控(调度集中)或列车自动监控等子系统构成。行车指挥中心控制系统也可包括列车运行控制的设备。

5.3.2.2 车站及轨旁子系统,可由行车指挥车站设备、联锁、列车运行控制系统的地面设备及其与联锁设备的接口、列车识别(PTI地面设备)等其他设备组成;非封闭线路的信号系统包括道口信号设备。

5.3.2.3 车载子系统,可由车载信号和自动停车或 ATP、ATO 及列车识别(PTI 车载设备)等组成。

5.3.2.4 车辆段(场)子系统,可由联锁、行车指挥控制系统的段(场)设备等组成。

5.4 系统水平等级

5.4.1 按采用列车运行控制系统的水平等级分类

5.4.1.1 自动停车级。

5.4.1.2 列车自动防护级。

5.4.1.3 列车自动运行级。

5.4.1.4 列车无人驾驶级。

5.4.2 按采用行车指挥系统的水平等级分类

5.4.2.1 列车运行监视级。

5.4.2.2 列车运行监控级。

5.4.2.3 列车自动监控级。

5.4.3 按采用闭塞制式的水平等级分类

5.4.3.1 固定闭塞级。

5.4.3.2 准移动闭塞级。

5.4.3.3 移动闭塞级。

5.5 系统能力

5.5.1 系统能力主要指系统的监控范围、系统响应时间、通过能力、折返能力和系统设备故障的降级运用及其复原能力。

5.5.2 系统监控范围应包括段(场)出入线、正线区间与车站、存车线和折返线。根据需要监控范围可包括车辆段(场)的部分或全部。调度区段内的区间、车站应集中监视。

5.5.3 系统应能监视或控制调度区段内区间和车站的进路、信号以及车辆段(场)向本调度区发车的信号、列车识别等。

5.5.4 列车出、入车辆段(场)的作业应与正线列车运行能力相适应。

5.5.5 行车指挥系统应具有良好的实时性,其系统处理能力应留有余量。为保证系统的实时响应性,系统宜按远期线路规模、最大在线列车数设计。其现场信息采集及处理周期应小于 2 s。实时控制、各工作站及显示终端等的操作响应时间应不大于 2 s。

5.5.6 列车运行控制系统的主要响应性能要求如下:

5.5.6.1 列车占用与空闲检测的应变时间应不大于 3 s。

5.5.6.2 车载信号设备自接收地面信息至完成处理的时间应不大于 2 s。

5.5.6.3 计算机联锁设备的处理周期应不大于 1 s。

5.5.7 通过能力和折返能力要求如下。

5.5.7.1 通过能力和折返能力与线路参数、车辆性能、道岔限速及信号系统技术水平等因素有关,其能力应经列车运行模拟确定。

5.5.7.2 通过能力应满足最大客运量对于行车间隔的需求,并应留有余量。

5.5.7.3 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。

5.5.8 系统应具有故障降级运用的能力。系统、子系统、设备故障排除后,应能尽快复原执行预定的功能,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。

5.6 接口

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

5.6.2 信号系统内部接口可包括:

5.6.2.1 行车指挥系统的设备与联锁设备的接口。

5.6.2.2 联锁设备与列车运行控制系统地面设备的接口。

5.6.2.3 车地通信设备与地面设备、车载设备的接口。

5.6.2.4 车载设备内部接口,可包括 ATO 系统与 ATP 系统的接口等。

5.6.3 信号系统内部接口可分为符合故障-安全原则的安全性接口和可不符合故障-安全原则的非安全性接口。其中安全接口通常包括联锁与 ATP 地面设备的接口、联锁与现场设备的接口、ATP 系统内部的车地通信接口等。

5.6.4 系统外部接口为信号系统与其他机电设备专业系统,包括车辆、通信、供电、屏蔽门、车站设备监控、环境与通风和防灾报警等系统的接口。

5.6.5 系统外部接口通常为开关量接口、串行接口、网络接口以及可能的模拟量接口等。信号系统的列车自动防护系统或自动停车车载设备与车辆相关设备的重要接口为安全性接口。

6 信号显示

6.1 地面信号

6.1.1 地面信号一般是指信号机及信号表示器。

6.1.2 信号机应设于列车运行方向的右侧。遇条件限制必须设于其他位置时,需经运营主管部门批准后方可实施。

6.1.3 信号机的设置还应符合下列规定:

6.1.3.1 信号机应根据行车组织需要设置。车站设进站和出站信号机;区间和站内道岔区设道岔防护信号机或道岔状态表示器;区间闭塞分区分界处设通过信号机。

6.1.3.2 当采用列车自动防护系统(ATP)时可不设进站、出站及通过信号机。

6.1.3.3 车辆段(场)设进段(场)信号机,根据需要可设出段(场)信号机,段(场)内设调车信号机。

6.1.3.4 进站、进段(场)信号机及防护道岔的信号机设引导信号。

6.1.4 信号显示应准确、清晰,具体要求如下:

6.1.4.1 地面信号显示应与车载信号显示的禁止、允许状态一致。

6.1.4.2 地面信号为主体信号时,其信号显示熄灭或显示意义不明时,应视为禁止信号。

6.1.5 地面信号为主体信号时,地面信号机及表示器的显示距离应符合下列规定:

6.1.5.1 行车信号和道岔防护信号应不小于 400 m。

- 6.1.5.2 调车信号和道岔状态表示器应不小于 200 m。
- 6.1.5.3 道岔状态表示器以外的各种表示器、引导信号均应不小于 100 m。
- 6.1.6 信号显示的基本颜色规定如下：
- 6.1.6.1 正线信号
- a) 红色灯光表示停车。
 - b) 黄色灯光表示注意或减低速度。
 - c) 绿色灯光表示按规定速度运行。
 - d) 黄灯加红灯为引导信号，允许列车以不大于 25 km/h 速度越过信号机，并随时准备停车。
 - e) 其他显示意义的信号可采用基本颜色组合或闪光，也可以符号、数字等形式表示。
- 6.1.6.2 车辆段(场)信号
- a) 出段(场)信号机显示宜与正线一致。当车辆段(场)部分或全部纳入列车运行安全防护范围时，相应范围内的信号机及其显示宜与正线一致。
 - b) 车辆段(场)的调车信号机宜为蓝、月白二显示。蓝色表示调车禁止，月白表示调车进行。
- 6.1.6.3 道口信号
- 道口信号显示见 GB 10493 和 GB 10494 的相关条款。
- 6.1.6.4 上述规定以外意义的显示，应经运营主管部门批准后方可采用。
- 6.1.7 信号定位显示
- 6.1.7.1 防护道岔的进、出站信号机，道岔防护信号机，进、出段(场)信号机以停车信号显示为定位，其他列车信号以进行显示为定位。
- 6.1.7.2 调车信号以禁止调车运行的信号显示为定位。
- 6.2 车载信号
- 6.2.1 车载信号的显示应与地面信号显示的意义一致或含义相符，正确表示地面设备赋予车载设备的信息。
- 6.2.2 车载信号的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。车载信号宜有列车实际速度、目标速度、目标距离、列车超速及设备故障等声光报警、表示。
- 6.2.3 与自动停车设备结合运用的车载信号基本显示意义规定如下：
- 6.2.3.1 绿色灯光表示按规定速度运行。
 - 6.2.3.2 黄色灯光表示注意或减速运行。
 - 6.2.3.3 半黄/半红色灯光表示停车报警，司机确认并准备停车。
 - 6.2.3.4 半黄/半黄色灯光表示道岔侧向限速。
 - 6.2.3.5 红色灯光表示强迫停车。
- 7 闭塞方式
- 7.1 一般要求
- 7.1.1 闭塞方式应满足行车密度、运行速度和交路等运营组织的需求。
- 7.1.2 闭塞方式应保证在最不利情况下运行的列车以规定的安全间隔运行，其列车安全间隔必须满足：
- 7.1.2.1 自动实施强迫停车时的最大停车距离。
 - 7.1.2.2 司机控制列车停车时的最大停车距离。
- 7.1.3 城市轨道交通信号系统应采用空间间隔的闭塞方式，并辅以时间间隔的闭塞方式。
- 7.1.4 适用于城市轨道交通的闭塞类型有固定闭塞、准移动闭塞和移动闭塞。固定闭塞包括自动闭塞和站间闭塞等方式。
- 7.1.5 城市轨道交通线路与衔接的专用线间的闭塞方式，可采用半自动闭塞、电话闭塞等方式。

7.2 基本功能

7.2.1 实现列车间隔提示或控制。

7.2.2 通过地-车通信设备向车载设备提供车载信号或所需的列车监控信息。根据需要也可通过车-地通信设备向地面信号设备提供列车位置、列车速度以及其他地面信号系统所需的列车监控信息。

7.3 技术要求

7.3.1 闭塞系统应保证信号显示与闭塞区间列车占用状态、闭塞方式相适应。

7.3.2 闭塞系统通过轨道电路、自动停车、列车自动防护和联锁等技术手段实现列车运行间隔的安全控制。

7.3.3 复线区段通常采用单向闭塞。单线双向运行的区段,应采用双向闭塞。

7.3.4 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,并通过列车运行模拟确定。

7.3.4.1 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考虑,并应根据列车控制方式确定保护区段的设置。

7.3.4.2 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目标地点(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。

7.3.4.3 移动闭塞的列车安全间隔,可按前方列车骤然停车,后续列车按当前速度制动停车所需走行距离加安全保护距离确定。

7.3.5 准移动闭塞的地面设备应向车载设备提供所需信息,实现列车运行的连续式速度和目标距离控制。移动闭塞的地面-车载设备间应具有双向信息传输功能,实现列车运行的连续式速度、列车移动和目标距离控制。

8 行车指挥控制

8.1 一般要求

8.1.1 应满足行车组织的需要,提高自动化管理水平,减轻工作人员的劳动强度并方便操作。行车指挥分为人工调度和计算机辅助调度。行车指挥控制系统包括调度监督、调度集中和列车自动监控等系统设备。

8.1.2 应满足各子系统、通信、供电等相关设备故障时的特殊情况下行车的需要。系统应能降级运用,减少故障影响范围,避免中断行车。

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

8.1.4 系统数据传输应满足下列要求:

- a) 系统容量、传输速率和传输距离应满足系统实时监控的需要、满足行车指挥的运用要求。
- b) 数据传输应具有差错控制能力。
- c) 数据传输网络应具有冗余措施。

8.1.5 应能与通信、电力监控、防灾报警和车站设备监控等其他机电系统接口。系统可与综合自动化系统结合运用或集成为综合自动化系统。

8.1.6 系统可与列车检测设备和联锁设备结合使用,其车站设备可纳入联锁设备。

8.1.7 系统的计算机及网络设备采用国际公认的主流产品,其通信规程应符合国家或国际有关标准。

8.2 调度监督

8.2.1 基本功能

8.2.1.1 列车跟踪和列车识别表示。

8.2.1.2 监视列车运行位置和信号设备状态。

8.2.1.3 记录列车运行实绩。

8.2.1.4 其他监视功能。

8.2.2 技术要求

8.2.2.1 系统由行车指挥中心总机和站、段分机组成。一般采用集中监视方式。总机系统可配置下列主要设备：

- a) 计算机主机、调度员终端和工程师工作站。
- b) 模拟表示盘或屏幕显示设备。
- c) 列车运行实绩记录设备。

8.2.2.2 系统监视应包括下列内容：

- a) 车站：信号开放、进路开通状态、股道占用、列车识别号等。
- b) 区间：线路占用及列车识别号。
- c) 车辆段(场)：进、出车辆段(场)的信号开放、停车库线及有关区段占用等。
- d) 列车运行实绩。

8.3 调度集中

8.3.1 基本功能

8.3.1.1 列车跟踪、列车运行监视、调度员操作的控制指令输出等。

8.3.1.2 运行时刻表或运行图管理。

8.3.1.3 其他功能可参照调度监督和 ATS 的有关部分。

8.3.2 技术要求

8.3.2.1 系统通常由行车指挥中心总机和站、段分机组成。系统宜采用计算机网络技术，总机系统应配置调度员、调度长等工作站。其他主要设备可参见调度监督有关部分。

8.3.2.2 CTC 控制区域的划分，应根据行车密度、车站数量、行车调度人员的劳动强度和 CTC 的技术性能等条件确定。根据需要，一条线路可单独设置 CTC 行车指挥中心，若干运营线路可设置综合行车指挥中心。

8.3.2.3 采用 CTC 的信号系统可不设乘客向导显示、发车计时器和 ATO 等系统设备。

8.3.2.4 其他要求可参照调度监督和 ATS 的有关部分。

8.4 列车自动监控

8.4.1 基本功能

8.4.1.1 列车自动识别、列车运行自动跟踪和显示。

8.4.1.2 运行时刻表或运行图的编制及管理。

8.4.1.3 自动和人工排列进路。

8.4.1.4 列车运行自动调整。

8.4.1.5 列车运行和信号设备状态自动监视。

8.4.1.6 列车运行数据统计、列车运行实绩记录。

8.4.1.7 操作与数据记录、输出及统计处理。

8.4.1.8 列车运行、监控模拟及培训。

8.4.1.9 系统故障和故障恢复处理。

8.4.2 技术要求

8.4.2.1 系统通常由行车指挥中心子系统和站、段分机组成。系统应采用计算机网络技术，系统主要配置可参见调度监督及调度集中有关部分。

8.4.2.2 系统应具备多级控制能力，并可具有下列控制等级：

- a) 行车指挥中心自动控制。
- b) 行车指挥中心调度员人工控制。
- c) 区域或车站自动控制。

d) 车站值班员人工控制。

8.4.2.3 人工控制优先自动控制,车站自动控制优先远程自动控制。控制权转换过程中,不应影响设备功能执行和列车运行。

8.4.2.4 系统应可监控一条或多条运营线路。监控多条运营线路时,应保证各条线路具有独立运营或混合运营的能力。系统应充分考虑监控范围和功能等的可扩展性、兼容性。

8.4.2.5 系统应满足列车运行交路的需要,并根据运行时刻表、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必要的人工操作。

8.4.2.6 行车指挥中心及车站主要设备应采用有效的冗余技术,主备系统宜实现无扰切换。

8.4.2.7 计算机系统除配置必要的外设外,在行车指挥中心应配置行车指挥专用调度工作站、显示终端等设备。系统可配置列车运行实绩记录设备。

8.4.2.8 列车自动监控表示设备应采用模拟表示盘、屏幕显示等。

9 列车运行控制

9.1 一般要求

9.1.1 列车运行控制系统由车载和地面设备组成。车载设备应适合电动车组的环境与运用条件。

9.1.2 系统可包括列车自动运行(ATO)、列车无人驾驶等自动驾驶系统和车载信号与自动停车、列车自动防护等列车运行安全防护系统的技术装备及配套设备。

9.1.3 系统应实现列车在正线区间、车站、存车线、折返线、列车出入段(场)线等行车作业中的监视、控制。根据行车和运用范围的需要,车辆段(场)可设与正线系统功能相适应的列车运行控制系统。

9.1.4 系统导致列车停车为最高安全准则。执行强迫停车控制时,应切断列车牵引,列车停车过程不得中途缓解。

9.1.5 地对车连续通信中断或地面信息严重丢失、列车完整性电路中断、列车超速、列车的非预期移动、列车运行中车门误开、车载设备的重度故障等均应导致安全性强迫停车。

9.1.6 装备列车自动防护系统的列车,其实际车速的表示应由列车自动防护系统的车载设备驱动。采用车轮转速测定列车速度时,应具有轮径磨损补偿,根据需要可有车轮空转打滑的检测能力,测速装置宜采用冗余技术。

9.1.7 系统应具有必要的自动检测能力及报警和表示装置。车载信号设备的日检,宜通过车载设备自检完成。

9.2 驾驶模式

9.2.1 系统通常可具有下列驾驶模式:

9.2.1.1 受控人工驾驶:司机在列车自动防护、自动停车等设备监控下驾驶列车运行。

9.2.1.2 限制人工驾驶:在地面设备故障或不设地面信息设备的线路,列车按规定限速运行,超速时实施安全制动停车控制。

9.2.1.3 非限制人工驾驶:司机按操作规程驾驶列车安全运行。

9.2.1.4 ATO 驾驶模式:司机监控下的列车自动运行模式。

9.2.1.5 无人驾驶模式:无司机监控的列车自动运行模式。

9.2.2 城市轨道交通系统中,封闭运行线路上的信号系统,应根据信号系统配置水平确定其驾驶模式,列车驾驶模式转换应符合下列规定:

9.2.2.1 车辆段(场)未全部纳入列车运行系统监控时,应在系统监控区域与非监控区域的分界处设驾驶模式转换区。根据信号系统的性能特点和运营需要,驾驶模式转换可自动或手动完成。转换区的信号设备应与运营线路的信号设备一致。

9.2.2.2 在驾驶模式转换区域,系统宜具有将驾驶模式转换至列车自动运行驾驶模式或列车自动防护驾驶模式的提示。

9.2.2.3 在线路封闭的城市轨道交通系统中,列车的正常运行模式不允许采用非限制或无列车运行安全防护设备的人工驾驶模式。

9.2.3 系统故障状态下列车驾驶应符合:

9.2.3.1 列车自动防护系统、自动停车设备等处于故障状态时,系统应具有后备运行模式。

9.2.3.2 经特殊授权并在有限时间内,允许列车以限制模式或非限制人工驾驶等驾驶模式执行故障运行。

9.2.3.3 驾驶模式转换应予记录或表示。

9.3 车载信号与自动停车

9.3.1 基本功能

9.3.1.1 显示与地面信息相符的信号,指示列车运行。

9.3.1.2 在规定时间内司机未按停车信号指示实施制动时,强迫列车停车。

9.3.2 技术要求

9.3.2.1 车载信号设备应与自动停车设备结合使用。在自动停车设备故障时应不影响车载信号设备正常使用。

9.3.2.2 以点式或连续式采集信息、以点式或连续式的控制模式实现车载信号显示与列车的停车控制。

9.3.2.3 车载信号必须符合故障导向安全原则。车载信号设备应保证工作稳定可靠和具有较强的抗干扰能力,在任何情况下不得产生升级显示。

9.3.2.4 车载信号与自动停车装置应在设备区段起控制作用,预告地面信号显示。

9.3.2.5 自动停车宜有速度检测及其相应停车的速度处理单元。

9.3.2.6 自动停车不得影响司机采取正常制动措施。

9.3.2.7 自动停车设备在车载信号显示停车信号时应发出音响报警。自动停车音响报警应便于司机确认。

9.3.2.8 自动停车设备在下列情况自动切除报警:

a) 车载信号变为允许显示。

b) 司机采取制动措施或司机按压警惕按钮。

9.4 列车自动防护

9.4.1 基本功能

9.4.1.1 检测列车位置,实现列车间隔控制和进路的正确排列。

9.4.1.2 监督列车运行速度,实现列车超速防护控制。

9.4.1.3 防止列车误退行等非预期的移动。

9.4.1.4 为列车车门、站台屏蔽门或安全门的开闭提供安全监控信息。

9.4.1.5 实现车载信号设备的日检。

9.4.1.6 记录司机操作和设备运行状况。

9.4.2 技术要求

9.4.2.1 系统应由列车占用检测与信息传递及处理等轨旁设备、车载设备和控制区域内的联锁设备组成。有关联锁内容,详见 9.7。

9.4.2.2 系统应在车辆段(场)出入线、区间和车站的正线、折返线范围内提供列车运行安全防护的控制。

9.4.2.3 系统应能监督、限制列车运行速度、控制列车制动停车、记录司机操作和设备运行状况。

9.4.2.4 地面设备可采用报文式无绝缘轨道电路或适用于准移动闭塞、移动闭塞 ATC 系统需要的其他地面技术装备。

9.4.2.5 列车自动防护系统宜采用连续式地面信息采集、连续式速度控制方式。宜采用连续的一段式

曲线速度-距离制动模式。

9.4.2.6 列车自动防护系统车上设备应具有必要的显示、音响报警和故障记录装置。速度显示装置应具有目标速度指示。

9.5 列车自动运行(ATO)

9.5.1 基本功能

9.5.1.1 启动列车并实现站间自动运行。

9.5.1.2 控制列车实现车站定点停车、车站通过和折返作业。

9.5.1.3 与行车指挥监控系统相结合,实现列车运行自动调整。

9.5.1.4 车门、站台屏蔽门或安全门的开、闭监控。

9.5.1.5 列车运行节能控制。

9.5.2 技术要求

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

9.5.2.2 根据线路条件、道岔状态、前方列车位置等实现列车速度自动控制。区间停车后,在条件具备的情况下实现列车的自动启动。车站发车时,列车启动由司机控制。

9.5.2.3 停车控制过程应满足舒适度、快捷性和停车精度的要求。其控制列车减速度的变化率宜不大于 0.9 m/s^3 ,站台定点停车精度宜为 $\pm 0.25 \text{ m} \sim \pm 0.50 \text{ m}$ 。

9.5.2.4 应能控制列车实现车站自动通过作业及由司机监督或无司机监督折返作业的自动控制。

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

9.5.2.6 系统应具有必要的报警、表示装置和自检能力。

9.6 列车无人驾驶

9.6.1 基本功能

9.6.1.1 实现列车出段(场)、正线运行、折返、回段(场)全部运行作业的无人自动驾驶。

9.6.1.2 自动实现与已停列车的合并作业并完成预定的行车要求。

9.6.1.3 系统故障应保证列车安全停车并可转为人工控制。

9.6.1.4 其他功能可参照列车自动运行的有关部分。

9.6.2 技术要求

9.6.2.1 无人驾驶系统应较有人驾驶系统具有更高的可靠性、可用性和安全性。

9.6.2.2 列车在站台规定停车位置停车后方可开启车门和站台屏蔽门或安全门。若超出规定的停车范围时,应自动向有人值守的监控室报告并得到可开门指令后方可控制门的开启。

9.6.2.3 系统应具有列车运行前方障碍物检测的设施。

9.6.2.4 其他技术要求可参照列车自动运行的有关部分。

9.7 联锁

9.7.1 基本功能

9.7.1.1 按一定程序和条件控制道岔、信号,建立列车或调车进路。

9.7.1.2 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。

9.7.1.3 显示区段占用和进路状态、信号开放和道岔状态、遥控和站控等各种表示和声光报警。

9.7.2 技术要求

9.7.2.1 联锁设备分为继电联锁和计算机联锁,宜采用计算机联锁。

9.7.2.2 联锁设备必须符合故障-安全的原则,应采用必要的冗余和安全技术并具有故障诊断和报警能力。

9.7.2.3 进路控制通常采用进路的始终端控制方式,但也可采用其他进路控制方式。联锁设备与列车自动监控系统结合时,应能随列车运行自动排列进路。联锁设备应根据列车防护系统的要求设置相应

的保护进路。涉及行车安全的应急控制应由车站办理。

9.7.2.4 确保进路上道岔、信号机和区段的联锁,联锁条件不符时,禁止进路开通、信号开放。

9.7.2.5 联锁设备的操纵宜选用显示器加键盘鼠标也可采用单元控制台或其他方式。

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

9.7.2.7 联锁设备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。

9.7.2.8 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。

9.7.2.9 进路实行预先锁闭和接近锁闭。进路解锁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、人工办理取消进路和延时解锁并应防止错误解锁。限时解锁时间应确保行车安全。

9.7.2.10 车站站台两端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。

9.7.2.11 根据需要可通过联锁设备实现站间闭塞行车。

9.7.2.12 车站联锁主要控制项目包括:列车进路、引导进路、进路的解锁和取消、信号机关闭和开放、道岔操纵及锁闭、区间临时限速、扣车和取消、中断站停、遥控和站控、站台紧急关闭和取消。

9.7.2.13 联锁设备宜能提供车载信号设备所需信息。

9.7.2.14 联锁系统的道岔转换设备宜采用交流转辙机。

10 车辆段和停车场

10.1 车辆段(场)信号系统设行车指挥系统的分机设备、联锁等地面设备。根据需要可在派班室配置行车指挥系统分机设备的值班人员的终端设备。

10.2 试车线信号地面设备的布置,应满足车载信号设备等双向试车的需要,其地面设备应与正线信号系统的设备相同。

10.3 车辆段信号系统一般不全部纳入正线的监控范围。根据需要可实现段内车辆运行的追踪。

10.4 停车场可部分或全部纳入信号系统的监控范围。

11 道口信号

11.1 基本功能

11.1.1 列车接近报警。

11.1.2 道口关闭与开放控制。

11.2 技术要求

11.2.1 根据道口交通的繁忙程度及瞭望条件,平交道口一般采用道口自动信号。根据需要可加设自动栏木。

11.2.2 道口信号必须保证任何方向列车接近道口时,应及时向道路方向报警。列车接近通知设备可采用轨道电路或其他设备。

11.2.3 道口应设城市轨道交通遮断信号,该信号状态应传递至车载信号设备。

11.2.4 道口信号纳入信号系统控制,宜与公路交通信号共同构成城市交通管理实时监控系統。城市轨道交通信号系统与公路交通灯光信号设备混用时,宜采用相互一致的安全措施。

11.2.5 道口信号设备应符合故障导向安全的原则。

11.2.6 道口应具有人工紧急关闭道口的能力,无人值守道口应具有检测城市轨道交通线路上存留行车障碍物的设备。

12 列车检测与信息传递

12.1 基本功能

12.1.1 固定闭塞系统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。车载信号设备根据地面设备传递的速度码等信息,实现列车间隔控制和超速防护或停车控制。

12.1.2 准移动闭塞系统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。车载信号设备根据列车位置、目标距离、目标速度和线路状态等信息实现列车间隔控制和超速防护控制。

12.1.3 移动闭塞系统应通过列车定位技术及车地信息的双向传输,实现列车位置的准确定位,并将列车所在线路上的准确位置、列车运行控制所需信息等传送至联锁、信号车载等设备,实现列车间隔控制。

12.2 技术要求

12.2.1 列车检测设备应在规定的工作环境、线路状态和电磁干扰影响等条件下,保证安全和确实的实现列车位置的检测、信息可靠和安全的传输,不应错误地出现升级信息。

12.2.2 根据信号系统的构成和功能实施的需要,列车检测可通过连续检测或非连续检测方式实现。

12.2.3 与行车安全相关系统的列车占用检测、信息传递及列车定位等技术措施和设备必须符合故障-安全的原则。

12.2.4 列车检测设备宜采用集中设置方式,根据需要可以沿线路分散设置。列车检测设备必须具有差错控制能力,应防止地面设备故障、信息丢失而导致误控或失控,并同时应能连续监视通道状态,信息传递中断时应采取安全措施。

12.2.5 列车占用检测、列车定位及信息传递可采用下述设备:

12.2.5.1 列车占用检测可采用轨道电路、轨旁环线、计轴等方式。

12.2.5.2 列车定位技术可采用轨道电路、轨旁环线、查询-应答器、无线或卫星定位和或辅以速度-距离传感器等方式。

12.2.5.3 车-地通信可利用轨道电路、轨旁环线、卫星通信、查询-应答器、无线通信(含漏泄同轴电缆通信)等信息传输方式。

13 供电

13.1 信号系统供电属一级负荷,应设两路独立电源供电。

13.2 信号系统采用集中电源和分路馈电方式。其交、直流电源应对地绝缘。

13.3 电源电压波动超过用电设备正常工作范围时,应采取必要的稳压和滤波等措施。

13.4 车载设备电源应采用车上电源直接或经变流设备供电,并应设过压和过流保护。

13.5 信号系统应采用专用的电源屏及配电屏供电,并应具有主、副电源自动和手动切换装置,切换时不得影响用电设备正常工作。

13.6 计算机系统应采用不间断电源,并由专用的电源屏供电。行车指挥中心子系统和车站及轨旁设备子系统的后备供电时间应相等,后备时间宜不小于 30 min。

13.7 电源容量除满足最大负荷需要外,还应考虑必要的备用容量。

13.8 电源系统尚应满足的其他技术要求如下:

13.8.1 电源系统主要功能单元,宜采用模块化积木式结构。系统应采用冗余措施,具有较高的可靠性,保证信号系统供电可靠。

13.8.2 电源系统各功能模块应采用带电插拔、鉴别防错连接技术,提高电源系统维护能力、缩短故障恢复时间。

13.8.3 电源系统宜实现对各模块及主要元器件的工作状态进行定时或实时在线监测,并与上位计算机联网,实现信号电源的集中监视。

14 电磁兼容性与防护

14.1 电磁兼容性

14.1.1 电磁兼容性应满足下列要求：

14.1.1.1 在设计、制造信号设备时，应保证电磁干扰不影响其安全性和可靠性，并采用屏蔽、滤波、接地、隔离、平衡以及其他技术措施，保证设备具有良好的电磁兼容性能。

14.1.1.2 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影响。信号设备、部件也应防止对其他系统、部件和运营线范围内以及附近系统的正常工作产生电磁干扰。

14.1.1.3 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有关规定的电磁发射限值要求。

14.1.2 设备的抗扰度试验

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用性能判据表示。

14.1.2.1 试验项目

包括射频电磁场辐射骚扰、射频场感应传导骚扰、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。

14.1.2.2 性能判据

A 级：功能或性能正常。

B 级：功能或性能暂时降低或丧失，但可自行恢复。

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 级：设备、元件或软件损坏、出错或数据丢失，必须经修复处理后方可恢复。

14.1.2.3 试验要求

抗扰度试验的试验方法、试验等级、性能判据见 EN 50121-4:2000 和 TB/T 3073—2003 相关条款。

a) 对安全设备的性能判据应采用 A 级。

b) 对非安全设备的性能判据可采用 B 级。

14.1.3 设备的电磁骚扰发射试验

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 EN 50121—4:2000 和 TB/T 3073—2003 相关条款。

14.2 防护

14.2.1 设备运行应保护环境不受侵害。系统设备正常工作时发射的电磁能量应不造成对周围环境中的其他设备或人员的干扰和危害，并防止其他机电设备及车辆等产生的电磁骚扰影响其可靠工作。

14.2.2 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，宜相互垂直交叉敷设，必要时应采取防护。动力电缆与信号电缆的最小平行间距以大于 50 cm 为宜。

14.2.3 信号金属结构物的装设应考虑防护牵引回流对金属和隧道体的电蚀措施。

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

14.2.5 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，不得直接引至钢轨。

14.2.6 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：

14.2.6.1 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，可不对直接雷击设备实施防护。

- 14.2.6.2 防护电路不应影响被防护设备的正常工作,并应保证设备受雷电干扰时不得错误动作。
- 14.2.6.3 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。
- 14.2.6.4 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。
- 14.2.6.5 防雷地线接地电阻应小于 $10\ \Omega$ 。
- 14.2.7 信号设备的接地应符合下列规定:
- 14.2.7.1 信号设备应设工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线等。
- 14.2.7.2 信号设备室应设主接地板,并通过主接地板接地。
- 14.2.7.3 车载信号设备的地线应经车辆的接地装置接地。
- 14.2.8 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。接地电阻值规定如下:
- 14.2.8.1 保护地电阻应小于 $10\ \Omega$ 。
- 14.2.8.2 工作地电阻应小于 $4\ \Omega$ 。
- 14.2.8.3 信号设备可采用综合接地系统,其接地电阻应不大于 $1\ \Omega$ 。

15 环境条件

15.1 设备正常工作时的环境条件如表 1 所示。

表 1

设备位置 工作环境		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/ $^{\circ}\text{C}$		$-25\sim 55$	$-40\sim 70$				$0\sim 45$
湿度 (25°C)		$\leq 95\%$	100%(不结露)				$\leq 95\%$
振动	振频/Hz	≤ 50	≤ 50	$10\sim 100$	$10\sim 10\text{k}$	≤ 100	≤ 100
	加速度/ (m/s^2)	20	20	$100\sim 200$	$100\sim 200$	≤ 30	≤ 20
冲击	持续时间/ms	$4\sim 11$	$4\sim 11$	$4\sim 11$	$0.5\sim 2$	≤ 200	≤ 200
	加速度/ (m/s^2)	$20\sim 50$	$20\sim 50$	$100\sim 150$	$500\sim 1000$	≤ 100	≤ 100
平均气压/kPa		$70\sim 106$ (相当于海拔约 3 000 m 以下)					

15.2 信号系统运用于特殊环境条件时,应保证系统及其设备在相应地区的环境条件下安全可靠地运行,或采取必要的附加措施保证系统和设备安全可靠地运行。

参 考 文 献

IEC 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems

EN 50126 Railway applications: The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)

EN 50128 Railway applications: software for Railway Control and Protection Systems

EN 50129 Railway applications: safety related electronic systems for signalling

GB 50157—2003《地铁设计规范》

TB 10007—1999《铁路信号设计规范》

TB/T 26677—1995《列车超速防护技术条件》
