ICS 43.160

CCS T51

|  |
| --- |
|  |

**DB****43**

DB 43/T××××—2021

|  |
| --- |
|  |

湖南省地方标准

中速短定子磁浮交通设计规范

Code for design of medium speed short stator maglev transit

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

|  |
| --- |
|  |
|  |

湖南省市场监督管理局发布

2021-××-××发布

2021-××-××实施

前  言

目前国内针对最高时速120km/h的短定子磁浮交通系统制定了三部相关标准，分别为住建部发布的《中低速磁浮交通设计规范》、湖南省发布的地方标准《中低速磁浮设计规范》、中国土木工程学会发布的《中低速磁浮交通工程设计规范》，但针对时速达160km/h的短定子磁浮交通系统，国内外尚无相应设计规范。

设计时速160km/h的中速磁浮列车已于2018年6月完成研制生产及下线，并在长沙磁浮快线完成提速测试验证，最高验证速度达到了160.7km/h。为有力推进中速磁浮交通系统的工程化应用，湖南磁浮技术研究中心有限公司联合多家国内磁浮技术力量雄厚单位共同编制《中速短定子磁浮交通设计规范》，该规范依托湖南省战略性新兴产业与新型工业化专项“中速磁浮交通技术攻关”成果，并结合提速测试成果，制订出中速短定子磁浮交通系统或关键部件的技术条件和标准。

本规范编制工作将充分吸收国内外在短定子磁浮交通规划、设计、施工和关键设备研发实践中积累的技术，组织国内在磁浮交通领域具有技术优势的设计、施工、制造企业和高等院校专家，在分析总结既有研究和试验成果的基础上，广泛组织技术讨论，确保标准编制成果的科学性、民主性、前瞻性和权威性。本标准系首例中速短定子磁浮交通系统设计规范，将为最高时速160km/h的中速磁浮交通关键部件设计和中速短定子磁浮交通系统的工程化应用提供重要依据。

本规范按照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。

本规范由湖南省工业和信息化厅提出并归口。

本规范主编单位：湖南磁浮技术研究中心有限公司

本规范参编单位： XXXXX

本规范主要起草人： XXXXXX

本规范为首次发布。

**目 次**

[1 总 则 1](#_Toc490138513)

[2术 语 2](#_Toc490138514)

[3 车辆 4](#_Toc490138515)

[3.1 一般规定 4](#_Toc490138516)

[3.2 车辆主要技术规格 4](#_Toc490138517)

[3.3 安全与应急设施 4](#_Toc490138518)

[3.4 车辆与相关系统 4](#_Toc490138519)

[4 运营组织 6](#_Toc490138520)

[4.1 一般规定 6](#_Toc490138521)

[4.2 行车组织 6](#_Toc490138522)

[4.3 线路配线 6](#_Toc490138523)

[4.4 运营管理 6](#_Toc490138524)

[5 限 界 8](#_Toc490138525)

[5.1 一般规定 8](#_Toc490138526)

[5.2 制定限界的主要技术参数 8](#_Toc490138527)

[5.3 建筑限界的确定 9](#_Toc490138528)

[5.4 轨道区内安装的设备布置原则 11](#_Toc490138529)

[6 线 路 12](#_Toc490138532)

[6.1 一般规定 12](#_Toc490138533)

[6.2 线路平面 12](#_Toc490138534)

[6.3 线路纵断面 17](#_Toc490138535)

[6.4配线设置 17](#_Toc490138536)

[7 轨 道 19](#_Toc490138537)

[7.1 一般规定 19](#_Toc490138538)

[7.2 轨排及组成 19](#_Toc490138539)

[7.3 轨道与轨道梁连接 19](#_Toc490138540)

[7.4 轨道结构精度要求 19](#_Toc490138541)

[7.5 轨道附属设施 20](#_Toc490138542)

[7.6 道岔 20](#_Toc490138543)

[8 高架结构 22](#_Toc490138544)

[8.1 一般规定 22](#_Toc490138545)

[8.2 荷载 22](#_Toc490138546)

[8.3 结构刚度限值 24](#_Toc490138547)

[8.4 结构设计 25](#_Toc490138548)

[8.5 构造要求 25](#_Toc490138549)

[8.6 接口工程 25](#_Toc490138550)

[9 低置结构 26](#_Toc490138551)

[9.1一般规定 26](#_Toc490138552)

**[9.2](#_Toc490138553)**[承轨梁结构 26](#_Toc490138553)

[9.3 路基面及基床 28](#_Toc490138554)

[9.4 路堤 31](#_Toc490138555)

[9.5 路堑 32](#_Toc490138556)

[9.6 过渡段 33](#_Toc490138557)

[9.7 路基支挡结构 33](#_Toc490138558)

[9.8路基变形观测及评估 34](#_Toc490138559)

[9.9 路基排水及防护 34](#_Toc490138560)

[9.10 接口工程 35](#_Toc490138561)

[10 地下结构 36](#_Toc490138562)

[10.1 一般规定 36](#_Toc490138563)

[10.2 荷载 37](#_Toc490138564)

[10.3 工程材料 39](#_Toc490138565)

[10.4 结构形式及衬砌 40](#_Toc490138566)

[10.5 结构设计 42](#_Toc490138567)

[10.6 构造要求 46](#_Toc490138568)

[10.7 区间隧道结构防水 47](#_Toc490138569)

[11.车站高架结构 49](#_Toc490138570)

[11.1 一般规定 49](#_Toc490138571)

[11.2 荷载 49](#_Toc490138572)

[11.3 工程材料 50](#_Toc490138573)

[11.4 车站结构设计 50](#_Toc490138574)

[11.5 构造要求 51](#_Toc490138575)

[12 车站建筑 52](#_Toc490138576)

[12.1一般规定 52](#_Toc490138577)

[12.2车站总体布置 52](#_Toc490138578)

[12.3车站平面 53](#_Toc490138579)

[12.4车站环境设计 55](#_Toc490138580)

[12.5车站出入口 56](#_Toc490138581)

[12.6风井与冷却塔 56](#_Toc490138582)

[12.7人行楼梯、自动扶梯、电梯、屏蔽门 57](#_Toc490138583)

[12.8车站无障碍设施 58](#_Toc490138584)

[13 通风、空调与采暖 59](#_Toc490138585)

[13.1 一般规定 59](#_Toc490138586)

[13.2 设计标准 60](#_Toc490138587)

[13.3 地下车站和区间 62](#_Toc490138588)

[13.4 地面和高架车站 62](#_Toc490138589)

[13.5 空调冷源和水系统及采暖热源 63](#_Toc490138590)

[13.6 系统控制 64](#_Toc490138591)

[13.7 风道、风井和风亭 64](#_Toc490138592)

[13.8 设备管理用房及其他 65](#_Toc490138593)

[14 给水和排水 66](#_Toc490138594)

[14.1 一般规定 66](#_Toc490138595)

[14.2 给 水 66](#_Toc490138596)

[14.3 排 水 67](#_Toc490138597)

[14.4 车辆基地给水与排水 69](#_Toc490138598)

[15 供 电 71](#_Toc490138599)

[15.1 一般规定 71](#_Toc490138600)

[15.2 变电所 72](#_Toc490138601)

[15.3 牵引网 73](#_Toc490138602)

[15.4 电 缆 75](#_Toc490138603)

[15.5 动力与照明 76](#_Toc490138604)

[15.6 电力监控系统 77](#_Toc490138605)

[15.7 接 地 79](#_Toc490138606)

[16 通 信 80](#_Toc490138607)

[16.1 一般规定 80](#_Toc490138608)

[16.2 传输系统 80](#_Toc490138609)

[16.3无线通信系统 82](#_Toc490138610)

[16.4 公务电话系统 82](#_Toc490138611)

[16.5 专用电话系统 83](#_Toc490138612)

[16.6 视频监视系统 83](#_Toc490138613)

[16.7 广播系统 84](#_Toc490138614)

[16.8 时钟系统 84](#_Toc490138615)

[16.9办公自动化系统 84](#_Toc490138616)

[16.10 电源系统及接地 85](#_Toc490138617)

[16.11 集中告警系统 85](#_Toc490138618)

[16.12 公安通信系统 85](#_Toc490138619)

[16.13 民用通信引入系统 86](#_Toc490138620)

[16.14 通信用房 86](#_Toc490138621)

[17 信 号 87](#_Toc490138622)

[17.1一般规定 87](#_Toc490138623)

[17.2 列车自动运行控制系统 87](#_Toc490138624)

[17.3 列车自动监控系统（ATS） 88](#_Toc490138625)

[17.4 列车自动防护系统（ATP） 89](#_Toc490138626)

[17.5 列车自动运行系统（ATO） 91](#_Toc490138627)

[17.6 计算机联锁系统 91](#_Toc490138628)

[17.7 维护集中监测系统 92](#_Toc490138629)

[17.8 车辆段及停车场信号系统 93](#_Toc490138630)

[17.9 其他 94](#_Toc490138631)

[18 电梯、自动扶梯与自动人行道 96](#_Toc490138632)

[18.1电梯 96](#_Toc490138633)

[18.2 自动扶梯与自动人行道 96](#_Toc490138634)

[18.3 轮椅升降机 97](#_Toc490138635)

[19 门 禁 98](#_Toc490138636)

[19.1 一般规定 98](#_Toc490138637)

[19.2 安全等级和监控对象 98](#_Toc490138638)

[19.3 系统构成 99](#_Toc490138639)

[19.4 系统功能 99](#_Toc490138640)

[19.5 设备安装要求 100](#_Toc490138641)

[19.6 系统接口 101](#_Toc490138642)

[20 站台门 102](#_Toc490138643)

[20.1 一般规定 102](#_Toc490138644)

[20.2 主要技术指标 102](#_Toc490138645)

[20.3 布置与结构 103](#_Toc490138646)

[20.4 运行与控制 103](#_Toc490138647)

[20.5 供电与接地 103](#_Toc490138648)

[21 乘客信息系统 105](#_Toc490138649)

[21.1 一般规定 105](#_Toc490138650)

[21.2 系统功能 105](#_Toc490138651)

[21.3系统构成及设备配置 105](#_Toc490138652)

[21.4 系统接口 106](#_Toc490138653)

[21.5 供电与接地 106](#_Toc490138654)

[21.6 布线 106](#_Toc490138655)

[22 自动售检票系统 107](#_Toc490138656)

[22.1 一般规定 107](#_Toc490138657)

[22.2 系统构成 107](#_Toc490138658)

[22.3 系统功能 108](#_Toc490138659)

[22.4 票制、票务管理模式 109](#_Toc490138660)

[22.5 设备选型、配置及布置原则 109](#_Toc490138661)

[22.6 供电与接地 109](#_Toc490138662)

[23 火灾自动报警系统 110](#_Toc490138663)

[23.1 一般规定 110](#_Toc490138664)

[23.2 系统组成及功能 110](#_Toc490138665)

[23.3 消防联动控制 111](#_Toc490138666)

[23.4 火灾探测与报警装置的设置 111](#_Toc490138667)

[23.5 消防控制室 112](#_Toc490138668)

[23.6 供电与布线 112](#_Toc490138669)

[24 环境与设备监控系统（BAS） 113](#_Toc490138670)

[24.1 一般规定 113](#_Toc490138671)

[24.2 系统设计及基本功能 113](#_Toc490138672)

[25 综合监控系统 115](#_Toc490138673)

[25.1 一般规定 115](#_Toc490138674)

[25.2 系统设置要求 115](#_Toc490138675)

[25.3 系统基本功能 115](#_Toc490138676)

[25.4 硬件要求 116](#_Toc490138677)

[25.5 软件基本要求 116](#_Toc490138678)

[25.6 系统性能指标 117](#_Toc490138679)

[25.7 电源、防雷及接地 117](#_Toc490138680)

[25.8 设备用房及布置 117](#_Toc490138681)

[25.9 管线敷设 117](#_Toc490138682)

[26 运营控制中心 118](#_Toc490138683)

[26.1 一般规定 118](#_Toc490138684)

[26.2 功能分区与总体布置 118](#_Toc490138685)

[26.3 建筑与装修 119](#_Toc490138686)

[26.4 结 构 120](#_Toc490138687)

[26.5 布 线 120](#_Toc490138709)

[26.6 供电、防雷与接地 120](#_Toc490138710)

[26.7 通风、空调与采暖 121](#_Toc490138711)

[26.8 照明与应急照明 121](#_Toc490138712)

[26.9 消防与安全 121](#_Toc490138713)

[27 车辆基地 122](#_Toc490138714)

[27.1 一般规定 122](#_Toc490138715)

[27.2 车辆段与停车场的功能、规模及总平面布置 122](#_Toc490138716)

[27.3 车辆运用设施 124](#_Toc490138717)

[27.4 车辆检修设施 125](#_Toc490138718)

[27.5 车辆段设备维修与动力设施 127](#_Toc490138719)

[27.6 综合维修中心 127](#_Toc490138720)

[27.7 物资总库 128](#_Toc490138721)

[27.8 培训中心 128](#_Toc490138722)

[27.9 救援 128](#_Toc490138723)

[27.10 站场设计 128](#_Toc490138724)

[28 防 灾 130](#_Toc490138725)

[28.1一般规定 130](#_Toc490138726)

[28.2建筑防火 130](#_Toc490138727)

[28.3隧道防灾、救援设计 132](#_Toc490138728)

[28.4消防给水与灭火 132](#_Toc490138729)

[28.5防烟、排烟及事故通风 134](#_Toc490138730)

[28.6 防灾通信 136](#_Toc490138731)

[28.7 防灾用电与疏散照明 136](#_Toc490138732)

[28.8 其他灾害预防与报警 136](#_Toc490138733)

[29 环境保护 138](#_Toc490138734)

[29.1 一般规定 138](#_Toc490138735)

[29.2 规划环境保护 139](#_Toc490138736)

[29.3 工程环境保护 139](#_Toc490138737)

[29.4 环境保护措施 140](#_Toc490138738)

[29.5 声环境保护措施 140](#_Toc490138739)

[附录A 直线地段车辆限界和设备限界计算方法 142](#_Toc490138740)

[附录B 曲线地段设备限界计算方法 150](#_Toc490138741)

[附录C 限界图 153](#_Toc490138742)

# 1 总 则

1.0.1 为保障中速短定子磁浮交通工程建设和运营设计达到技术先进、功能合理、安全可靠、经济适用、节能环保，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于采用常导电磁浮技术实现悬浮导向，通过直流直线感应电机实现牵引和电制动的**短定子结构**、最高运行速度不超过160km/h、轨距为1860mm的中速短定子磁浮交通工程的设计。其他轨距的中速短定子磁浮交通工程设计可参照执行。

1.0.3 中速短定子磁浮交通工程设计年限分为初期、近期、远期，初期为建成通车后第3年，近期为第10年，远期为第25年。

1.0.4 中速短定子磁浮交通工程的设计应近、远期结合，统筹规划，分期实施。建设规模、车辆编组、设备容量以及车辆段和停车场等的用地面积，应按预测的远期客流量和线路通过能力确定。对于可分期建设的工程和配置的设备，应预留分期建设和增容的条件。

1.0.5 中速短定子磁浮交通工程的主体结构工程,以及因结构损坏或大修对系统运营产生重大影响的其他结构工程，设计使用年限为100年,除此以外的结构工程设计使用年限应按相关规范的规定确定。

1.0.6 中速短定子磁浮交通工程线路应为全封闭、双线右侧行车的线路，在安全防护系统的监控下保障列车运行安全。

1.0.7 在确定中速短定子磁浮交通工程系统车辆额定载客能力时，车厢有效空余地板面积宜按每平方米站立4～6名乘客计算。

1.0.8 初期、近期和远期列车编组，应分别根据预测的初期、近期和远期客流量、车辆定员和设定的行车密度确定。

1.0.9 中速短定子磁浮交通工程是城市轨道交通线网中的组成部分，线网中各线应换乘便捷，并与其他交通统一规划、有机衔接。

1.0.10 中速短定子磁浮交通的工程设计应与周边环境的协调，并结合城市规划，综合考虑地下、地上空间的合理利用。

1.0.11 中速短定子磁浮交通工程抗震设防烈度，应根据当地政府主管部门批准的地震安全性评价结果确定。

1.0.12 中速短定子磁浮交通工程应配置对火灾及其他灾害的防范及救援设施。

1.0.13 中速短定子磁浮交通工程设计应逐步实现以行车指挥与列车运行为核心的机电设备综合自动化。

1.0.14 中速短定子磁浮交通工程中的机电设备及车辆，应采用技术先进、经济合理的产品，并逐步实现标准化、系列化。

1.0.15 中速短定子磁浮交通工程设计应在保障安全可靠和满足功能的前提下，应严格控制建设规模，采取降低工程造价和降低运营成本的措施。

1.0.16 中速短定子磁浮交通工程应符合国家现行的环境、卫生保护的有关规定，并应满足节省能源和节约资源的有关要求。

1.0.17 中速短定子磁浮交通工程设计除应遵守本规范的规定外，尚应符合国家现行相关标准和规范的规定。

# 2术 语

2.0.1 中速短定子磁浮交通 medium speed maglev transit

采用直线异步电机驱动，定子设在车上，最高运行速度不超过160km/h的中速短定子磁浮交通。

2.0.2 中速磁浮车辆 medium speed maglev vehicle

采用常导电磁悬浮技术实现悬浮导向，通过直线感应电机实现牵引和电制动的最高运行速度为160km/h轨道交通车辆。

2.0.3 设计年限 designed term

综合考虑满足运输需求和减少初期投资所确定的系统设计能力分期。

2.0.4 设计使用年限 designed lifetime

对构筑物由设计规定的在一般维护条件下不需大修仍可按其预定目的使用的时期。

2.0.5 运行交路 operation routing

设定列车在折返点之间往返运行的线路区段。

2.0.6 旅行速度 traveling speed

列车从起点站发车至终点站运行（包括停站时间）的平均运行速度。

2.0.7 单向客运能力 monotonous passenger transport capacity

单位时间内单方向通过线路断面的客位数上限，即列车额定载客量与行车频率上限值的乘积。

2.0.8 限界 gauge

限定车辆运行及轨道周围构筑物超越的轮廓线。分车辆限界、设备限界和建筑限界。

2.0.9 轨道结构 track structure

轨道设备或设施中用于车辆支撑和导向并将列车载荷传向下部结构的组合体。

2.0.10 低置结构 at-ground structure

轨道梁梁底接近地面线，介于高架线与地下线之间的线路结构。

2.0.11 F型导轨 F type guide rail

一种承受磁浮车辆悬浮力、导向力及牵引力的基础构件，由F型钢和感应板组成。

与悬浮电磁铁两磁极板对应的F型钢内腿和F型钢外腿分别称为F型导轨的内磁极和外磁极。内磁极和外磁极的两个端面称为磁极面。F型钢腹板下表面称为悬浮检测面。

2.0.12 感应板 reaction plate

车辆牵引用直线感应电机次级的组成部分，是非磁性导电材料，安装在F型导轨上。

2.0.13 轨距 track gauge

轨道梁两侧“F”轨磁极面中心线之间的距离。

2.0.14 轨排 transport rail

构成中速磁浮线路的基本单元，具有支撑磁浮车辆、承受车辆的悬浮力和导向力及牵引力的功能。轨排由F型导轨、轨枕及紧固件等组成。可包括：

a）直线轨排，中线为直线的轨排；

b）圆曲线轨排，中线为圆曲线的轨排；

c）缓和曲线轨排，中线为缓和曲线的轨排。

注1：轨排长度指轨排的中线长度。

注2：轨排中线指轨排的两F型导轨对称中心线。

2.0.15 横坡 cross slope

为消除或减少中速磁浮列车在曲线区段运行时产生的自由侧向加速度，需对轨面设置的横向坡度。以轨面与线路横向水平线的夹角角度表示。

2.0.16 中速磁浮道岔 medium speed maglev turnout

中速磁浮线路的换线设备，由主体结构、驱动、锁定、控制、信号等部分组成。按照结构组成和转辙后的线路状态分为单开道岔、三开道岔、对开道岔、单渡线道岔和交叉渡线道岔。

2.0.17 接触轨 contact rail

设在轨道梁侧面，通过受流器向中速磁浮列车供给电能的导电轨。

2.0.18 轨道梁桥 rail beam bridge

由轨道梁、直接支撑轨道梁的桥墩、台及基础组成的轨道支撑结构。

# 3 车辆

3.1 一般规定

3.1.1中速短定子磁浮交通车辆供电电压宜采用直流1500V。

3.1.2 中速短定子磁浮交通车辆车体结构材料宜采用铝合金材料及复合材料。

3.1.3 中速磁浮车辆种类可分为端车(Mc)和中车(M)。

3.2 车辆主要技术规格

3.2.1 中速短定子磁浮交通车辆主要技术规格宜符合表3.2.1。

表3.2.1 车辆主要技术规格

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 技术项点 | 车辆型式 | | |
| 端车 | 中车 | |
| 1 | 车辆基本长度a(mm) | 16725 | 15600 | |
| 3 | 车体基本宽度(mm) | 2800 | | |
| 4 | 车辆最大高度b(mm) | ≤3700 | | |
| 5 | 车内净高(mm) | ≥2100 | | |
| 6 | 车体地板面高度b (mm) | ≥880 | | |
| 7 | 整备状态（AW0）车辆重量（t） | ≤25.5 | | ≤24 |
| 8 | 车辆悬浮能力（t） | ≥35 | | |
| 9 | 悬浮架模块数量（个） | 5 | | |
| 10 | 悬浮架模块长度（mm） | ≤2800 | | |
| 11 | 轨距（mm） | 1860 | | |
| 12 | 额定悬浮间隙（mm） | 8±1 | | |
| 13 | 车钩中心线高度c(mm) | 600±5（600±10） | | |
| 14 | 车辆每侧车门数(对) | 2 | | |
| 15 | 启动加速度d | ≥0.7m/s2 | | |
| 16 | 常用制动平均减速度 | ≥0.8m/s2 | | |
|  | 紧急制动平均减速度 | ≥1.0m/s2 | | |
| a两车钩连接面间的距离；  b落车状态下相对于基准面（F轨滑行面）的高度；  c要求车辆在悬浮和支撑轮支撑两种工况下车钩中心线的高度相同；  d 速度从0到70km/h的加速度值。 | | | | |

3.3 安全与应急设施

3.3.1组成列车的车辆之间必须贯通。

3.3.2车辆应设置防漏电保护装置，车体上应装设与车站和车辆段内接地轨相匹配的接地电刷。车辆内电气设备应有可靠的保护接地，接地线应有足够的截面。

3.3.3 列车必须配备停放制动装置。停放制动装置的制动能力必须满足列车在超员（AW3）条件下能在最大坡道上的可靠停放。

3.3.4 列车应设有报警系统，客室内应具有紧急时乘客报警装置。

3.4 车辆与相关系统

3.4.1 车辆主保护系统与变电站保护系统应实现保护相协调，在所有故障情况下应保证车辆主保护安全分断。

3.4.2 中速短定子磁浮交通应采用再生制动能量吸收装置，再生制动能量吸收装置应采用地面设置。

3.4.3列车应设有广播系统、无线通信系统、信息显示系统和乘客与司机应急对讲装置。

3.4.4 列车应装设车载信号防护系统。

3.4.5 当列车悬浮失效时，释放支撑轮，可按5～10km/h运行至下一站。

3.4.6 列车丧失1/3牵引动力，适当降低列车运行速度，维持本趟运行后维修；列车丧失2/3及以上动力时，应能由一列空载（AW0）列车牵引至下一车站。

# 4 运营组织

## 4.1 一般规定

4.1.1 应根据城市轨道交通线网规划和预测客流量，确定行车组织原则和运营管理模式。

4.1.2 磁浮运营规模应在提高运输效率和服务水平、降低建设成本和运营成本的原则下，根据预测客流数据和线路服务需求综合分析确定。

4.1.3 系统的设计输送能力应满足预测的远期单向高峰小时最大断面客流量的需求，并留有不小于10％的运能储备。

4.1.4 运营状态应包括正常运营状态、非正常运营状态和紧急运营状态。系统的运营，必须在能够保证所有使用该系统的人员和乘客以及系统设施安全的情况下实施。

4.1.5 行车组织设计应以远期为主，结合初、近期统筹考虑。

4.1.6 配线的设置应在满足线路运营、管理和安全要求的前提下，结合工程条件综合确定。

## 4.2 行车组织

4.2.1 中速磁浮在正线上应采用双线、右侧行车制。南北向线路应以由南向北为上行方向，由北向南为下行方向；东西向线路应以由西向东为上行方向，由东向西为下行方向；环形线路应以列车在外侧轨道线的运行方向为上行方向，内侧轨道线的运行方向应为下行。

4.2.2 列车编组辆数应分别根据预测的初期、近期和远期的客流量，结合车辆选型、考虑系统的技术经济合理性，近、远期相结合，经比选确定。

4.2.3 列车运行交路应根据各设计年度客流断面的分布情况确定。

4.2.4 中速磁浮列车的设计最高运行速度为160km/h，旅行速度不宜低于50km/h，列车进入有效站台端部的运行速度不宜大于60km/h。

4.2.5 全日行车计划应根据全日分时断面客流量计算，每小时开行的列车对数应满足该时段各区间断面客流量的需求。

4.2.6 各设计年度的列车运行间隔，应根据高峰小时客流断面、列车编组及定员、系统服务水平及运输效率等因素综合确定。高峰时段列车运行间隔不宜大于10min（6对/h），平峰时段列车运行间隔不宜大于20min（3对/h）。

4.2.7 车辆配属数量应根据运能与运量的匹配要求，以及检修车辆和备用车辆的数量要求，按初期需要量进行配置，并依据客运量的增长，分阶段按需增配。

## 4.3 线路配线

4.3.1 线路的起、终点站或区段折返站应设置折返线或折返渡线。特殊情况下不能设置时，应提出保证车站通过能力和运行可靠性的技术措施和技术经济论证意见。折返线的折返能力应与正线设计行车密度相匹配，并留有10%的储备能力。

4.3.2 当两个具备临时停车条件的车站相距过远时，应根据运营需求和工程条件设置停车线。

4.3.3 列车从支线或车辆基地出入线进入正线前应具备一度停车条件，经过核算不能满足信号安全距离要求时，应设置安全线。

4.3.4 车辆出入段线应连通上下行正线，其列车通过能力应根据远期线路的通过能力和运营要求计算核定，特殊困难条件下，可采用单线。

## 4.4 运营管理

4.4.1 运营管理机构应满足系统运营管理的要求。根据依靠科技发展、提高管理效率的原则，结合车站设置数量，合理设置机构和人员。

4.4.2 系统设备、设施的标识系统应根据现场设备、设施的维修维护、物资管理的需要建立，运营管理系统应满足对设备设施运营状态、维修状态的监控与管理。

4.4.3 中速短定子磁浮交通线路的运营服务时间应与该线的客流特征相适应，一般不宜小于13h，并保证晚间养护维修作业有效时间不少于4h。

4.4.4 控制中心设置相应岗位，对全线列车运行、供电系统、信号系统等进行集中监控和管理。

4.4.5 磁浮车站应设置车站控制室，车站控制室应具有对列车运行、车站设备进行监视和控制的功能。

4.4.6 乘务制度宜采用轮乘制，并在折返站配备相应数量的司机及服务设施。

4.4.7 中速磁浮宜采用计程票价制，并采用自动售检票方式。售检票系统应具备对客流数据和票务收入进行自动统计的功能

# 限 界

## 5.1 一般规定

5.1.1 中速短定子磁浮交通车辆限界和设备限界应根据车辆轮廓线和车辆有关技术参数，依照本规范附录\*\*、附录\*\*中所规定的计算方法进行设计。

5.1.2 建筑限界是在设备限界基础上，考虑了设备和管线安装尺寸后的最小有效断面。在运行速度大于100km/h时,还应考虑空气动力学的影响，必要时增加限界断面尺寸。当建筑限界侧面和顶面没有设备或管线时，建筑限界和设备限界之间的间隙不宜小于200mm；困难条件下不得小于100mm。

5.1.3 相邻区间线路，当两线间无墙、柱或设备时，按两设备限界之和加不小于100mm的安全间隙确定；当两线之间有墙或柱时，应按基本建筑限界加上墙或柱的宽度并考虑施工误差确定。

* + 1. 车辆轮廓线、车辆限界和设备限界应采用统一的坐标系，建筑限界采用独立坐标系。

## 5.2 制定限界的主要技术参数

5.2.1 制定限界的车辆基本参数宜符合表5.2.1的规定。

表5.2.1 车辆基本参数

| 序号 | 项 目 名 称 | 参数（mm） |
| --- | --- | --- |
| 1 | 计算车辆车体长度 | 15000 |
| 2 | 车辆宽度 | 2800 |
| 3 | 车顶距F轨滑橇支承面高度 | 3700 |
| 4 | 轨距 | 1860 |
| 5 | 悬浮架2、5滑台中心纵向间距 | 8400 |
| 6 | 悬浮架模块有效长度 | 2720 |
| 7 | 受流器中心线至F轨滑橇支承面高度 | 650 |
| 8 | 接地轨中心线至F轨滑橇支承面高度 | 450 |
| 9 | 客室地板面距轨道滑行面高度 | 880 |

5.2.2 制定限界的其它参数应符合下列规定：

（1）水平曲线最小半径：（正线）100m,(车场线)75m；

（2）最小竖曲线半径：1500m；

（3）轨道横坡角：最大6º（以轨道中心线旋转）；

（4）线路缓和曲线扭转率：最大0.1º/m；

（5）高架线或地面线侧风载荷600N/m2；

（6）疏散平台应符合下列要求：

1）疏散平台最小宽度应符合表5.2.2要求

表5.2.2 疏散平台最小宽度要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设置位置 | 隧道内 | | 隧道外 | |
| 一般情况 | 困难情况 | 一般情况 | 困难情况 |
| 单线（设于一侧） | 700 | 550 | 700 | 700 |
| 双线（线路中央） | 1000 | 900 | 1000 | 900 |

2）疏散平台高度（距轨道滑行面）应小于等于680mm，且大于600mm。

5.2.3 限界基准坐标系为垂直于直线轨道线路中心线的二维平面直角坐标，横坐标轴(X轴)与设计F轨滑橇支承面相切，纵坐标轴(Y轴)垂直于F轨滑橇支承面，该基准坐标系的原点为轨距中心点。

## 5.3 建筑限界的确定

5.3.1 建筑限界宜分为矩形隧道建筑限界、马蹄形隧道建筑限界、圆形隧道建筑限界、高架及地面线建筑限界、车站、车辆基地车场线建筑限界。建筑限界应在基本建筑限界的基础上，并考虑空气动力学影响及其他有关要求确定。基本建筑限界的确定方法可按本规范5.3.2、5.3.3的有关要求执行。

5.3.2 矩形隧道基本建筑限界应按下列规定计算:

（1）直线地段矩形隧道基本建筑限界计算方法:

1）基本建筑限界宽度:

 （5.3.2-1）

线路中心线至隧道右侧墙净空距离:

 （5.3.2-2）

线路中心线至隧道左侧墙净空距离:

 （5.3.2-3）

式中： *X*Smax *——*直线地段设备限界最大宽度值（mm）；

*b*1、*b*2*——*左侧、右侧设备、应急疏散平台或支架最大安装宽度值（mm）；

c*——*设备安装误差和安全间隙，取100（mm）。

2）基本建筑限界高度：在设备限界的基础上，在上部宜加高200mm，最小加高不得小于100mm；底部向下扩大至少100mm。

（2）曲线地段矩形隧道基本建筑限界计算方法：

1. 曲线基本建筑限界外侧宽度

 （5.3.2-4）

1. 曲线基本建筑限界内侧宽度（*Bi*）：

 （5.3.2-5）

1. 曲线基本建筑限界高度：

 （5.3.2-6）

式中： *——*曲线地段横坡角（°）

*X3——*超高倾斜前曲线地段设备限界外侧最大宽度计算点的横坐标值（mm）；

*Y3——*超高倾斜前曲线地段设备限界外侧最大宽度计算点的纵坐标值（mm）；

*X2——*超高倾斜前曲线地段设备限界内侧最大宽度计算点的横坐标值（mm）；

*Y2——*超高倾斜前曲线地段设备限界内侧最大宽度计算点的纵坐标值（mm）；

*X1——*超高倾斜前曲线地段设备限界最大高度计算点的横坐标值（mm）；

*Y1——*超高倾斜前曲线地段设备限界最大高度计算点的纵坐标值（mm）；

*h*'*——*基本建筑限界与设备限界之间预留空间的高度（mm）。

（3）缓和曲线地段矩形隧道基本建筑限界按所在曲线位置的曲率半径和横坡角等因素计算确定。

5.3.3 圆形隧道应按全线采用盾构施工地段的最小平面曲线半径确定基本建筑限界。

5.3.4 圆形隧道在曲线超高段应采用隧道中心线向线路基准线内侧偏移的方法解决轨道超高造成的内外侧不均匀位移量。

（1）采用绕中心旋转设置超高时：

 （5.3.4-1）

 （5.3.4-2）

（2）采用提高F轨一侧设置超高时：

采用公式（5.3.4-1）计算方法；

 （5.3.4-3）

式中：

*——*隧道中心线对于轨道基准线内侧的水平位移量（mm）；

*——*隧道中心线竖向位移量（mm）；

*h0 ——*隧道中心线至轨道F轨滑橇支承面的垂向距离（mm）；

hac *——*超高值（mm）。

5.3.5 地面线建筑限界应符合下列规定：

（1）高架线、地面线的区间和车站建筑限界，应按附录\*\*、附录\*\*中的设备限界及设备安装尺寸计算确定。

（2）线路一侧无维护通道或人行通道时，建筑限界与设备限界之间的最小间隙不得小于200mm。有维护通道或人行通道时，人行通道和设备限界之间的安全间隙应不小于50mm。

（3）线路一侧设置声屏障时，声屏障与设备限界之间的安全间隙应不小于200mm。

（4）建筑限界的高度应按矩形隧道建筑限界的高度计算确定。

5.3.6 限界应在直线地段建筑限界的基础上，根据不同类型的道岔和车辆技术参数分别按欠超高和曲线轨道参数计算后进行加宽。

5.3.7 限界应满足下列要求：

（1）站台面应不高于车辆空气弹簧无气时的客室地板面。当采用塞拉门时，应检查车门与站台边缘的安全间隙，必要时修正站台高度或站台边缘距线路中心线距离以满足限界要求。

（2）站台计算长度内的站台边缘距线路中心线的距离应按车辆限界向外扩大10mm安全间隙确定，站台边缘距车辆轮廓的横向间隙不得大于100mm。

（3）站台计算长度外的站台边缘距线路中心线的距离宜按设备限界另加不小于100mm的安全间隙。

（4）车站范围内其他部位基本建筑限界按区间基本建筑限界的规定执行。

（5）车站内设置站台门时，站台门安装尺寸应确保站台门最外突出点至车辆限界之间留有不小于25mm的安全间隙。

5.3.8 曲线车站站台边缘与车辆轮廓线之间的间隙不应大于180mm。

5.3.9 车辆基地车场线、辅助线的平面曲线半径小于正线平面曲线最小半径时，其基本建筑限界应按附录\*\*中的方法计算确定。

5.3.10 车辆基地库内修高平台及安全栅栏与车辆轮廓线之间应留有80mm 安全间隙，低平台按站台限界缩小20mm 。

5.3.11 车辆基地建筑限界应满足的要求：

（1）车辆基地库外限界应按区间限界规定执行；

（2）车辆基地车库大门与设备限界的横向间隙不应小于100mm；

（3）车辆基地车库大门最小高度应按车辆最高点加不小于200mm安全间隙；

（4）库内检修线上部不得侵入车辆限界，横向及下部以满足车辆检修拆装设备所需工作空间为前提确定。

## 5.4 轨道区内安装的设备布置原则

5.4.1 道区内安装的设备和管线（含支架）与设备限界应保持不小于50mm 的安全间隙（架空接触网和接触轨除外）。

5.4.2 强、弱电设备宜分别布置在线路两侧，若必须布置在同侧时，其间隔距离应符合强、弱电干扰距离的规定。区间内的各种管线布置宜保持顺直。

5.4.3 高架区间管线设备布置应符合下列要求：

（1）当采用车辆侧门疏散模式时，双线高架区间宜在两线间布置疏散平台。

（2）信号机宜安装在两线之间。

5.4.4 车站范围内管线设备布置应符合下列要求:

（3）岛式车站的广告灯箱、信号机和弱电电缆宜布置在站台对侧，强电电缆布置在站台板下的结构墙上；

（4）侧式车站的广告灯箱宜布置在两线之间，信号机宜布置在站台侧，弱电电缆宜布置在站台内电缆通道中，强电电缆宜布置在站台板下的结构墙体外侧。

# 6 线 路

## 6.1 一般规定

6.1.1 中速短定子磁浮交通线路分为正线、配线和车场线。配线包括车辆基地出入线、联络线、折返线、临时停车线、渡线、安全线。

6.1.2 线路的基本走向应根据城市总体规划和轨道交通线网规划研究确定。线路平面位置和高程应综合考虑城市现状与规划的道路、地面建筑物、管线和其他构筑物、文物古迹和环境保护要求、地形地貌、工程地质和水文地质、采用的结构类型与施工方法以及运营要求等因素，经技术经济比较后确定。

6.1.3 线路敷设应优先选用高架线路或低置线路。在特殊地段，经技术经济比较后，可采用局部地下线路。线路在低置线路和高架线路过渡段、地下线路与低置线路过渡段应设置安全防护措施。

6.1.4 中速短定子磁浮交通线路之间及与其他轨道交通线路之间的交叉应采用立体交叉。

6.1.5 线路平、纵断面设计应结合行车速度、自然条件、施工方法，桥、隧、站建（构）筑物，以及障碍物及管线等因素合理确定。

6.1.6 车站分布应以规划为前提，结合客流集散点、各类交通枢纽点及轨道交通换乘点分布合理确定。

6.1.7 车站间距应根据城市轨道交通线网布局、线路性质、客流吸引范围、道路布局来确定。市区中心的相邻站间距宜在1～2km左右，市区外围宜根据具体情况加大站间距离，宜在3km左右。

6.1.8 低置线路和高架线路距建筑物的距离，应根据行车安全、消防和景观灯相关要求，以及采取相关防范措施等因素，经综合比选确定。

## 6.2 线路平面

6.2.1 线路平面曲线半径应结合车辆类型、行车速度、周边地形、地质等条件，以及对工程、运营的影响确定，线路最小曲线半径正线不得小于 100m，配线和车场线不得小于 50m；最高设计速度 160km/h 时最小曲线半径不得小于 1300m，并应优先选取大半径曲线。

6.2.2 各限速曲线半径应结合计算行车速度、地形、地质等条件，以及对工程、运营的影响按表 6.2.2 合理选用。

表6.2.2 各限速曲线半径限制速度表

|  |  |
| --- | --- |
| 曲线半径(m) | 限制速度（km/h） |
| 50 | 30 |
| 100 | 40 |
| 150 | 50 |
| 200 | 60 |
| 250 | 65 |
| 300 | 75 |
| 350 | 80 |
| 400 | 85 |
| 450 | 90 |
| 500 | 95 |
| 550 | 100 |
| 600 | 105 |
| 700 | 110 |
| 750 | 115 |
| 800 | 120 |
| 900 | 130 |
| 1000 | 135 |
| 1100 | 140 |
| 1150 | 145 |
| 1200 | 150 |
| 1300 | 160 |

6.2.3在双线并行地段中的平面曲线宜按同心圆设计。

6.2.4 正线上除道岔外，直线与圆曲线间应采用三次抛物线型缓和曲线连接。缓和曲线长度应根据设计速度、曲线半径按表 6.2.4 合理选用，大于 8000m 半径圆曲线采用20m缓和曲线连接。

表 6.2.4 缓和曲线长度表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 设计速度 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 曲线半径 | 160 | 150 | 145 | 140 | 135 | 130 | 120 | 110 | 100 | 90 | 85 | 80 | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 |
| 50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 |
| 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 95 | 70 |
| 150 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 80 | 65 | 45 |
| 200 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 95 | 80 | 60 | 50 | 35 |
| 250 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 90 | 75 | 60 | 50 | 40 | 30 |
| 300 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 100 | 90 | 75 | 65 | 50 | 40 | 30 | 25 |
| 350 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 100 | 90 | 80 | 65 | 55 | 45 | 35 | 30 | 20 |
| 400 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 100 | 95 | 70 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 25 | 20 |
| 450 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 100 | 95 | 80 | 70 | 60 | 50 | 45 | 35 | 30 | 20 | 15 |
| 500 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 95 | 85 | 75 | 65 | 55 | 45 | 40 | 30 | 25 | 20 | 15 |
| 550 |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 |
| 600 |  |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 55 | 45 | 40 | 35 | 25 | 20 | 15 | 10 |
| 700 |  |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 55 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 |
| 800 |  |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 100 | 80 | 70 | 60 | 55 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 | 15 | 10 |
| 900 |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 100 | 90 | 70 | 60 | 55 | 50 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 20 | 15 | 10 |  |
| 1000 |  |  |  |  | 100 | 100 | 100 | 90 | 75 | 60 | 55 | 50 | 45 | 35 | 35 | 30 | 25 | 20 | 20 | 15 | 10 |  |
| 1100 |  |  |  | 100 | 100 | 100 | 100 | 85 | 70 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 25 | 20 | 20 | 15 |  |  |
| 1150 |  |  | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 | 80 | 70 | 55 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 20 | 20 | 10 |  |  |
| 1200 |  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 80 | 65 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 30 | 25 | 20 | 20 | 20 | 10 |  |  |
| 1300 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 85 | 70 | 60 | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 10 |  |  |
| 1500 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 | 85 | 75 | 60 | 50 | 40 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |
| 2000 | 100 | 85 | 80 | 75 | 70 | 65 | 55 | 45 | 40 | 30 | 30 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |
| 2500 | 80 | 70 | 65 | 60 | 55 | 55 | 45 | 40 | 30 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |
| 3000 | 65 | 60 | 55 | 5 | 50 | 45 | 40 | 30 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |
| 3500 | 55 | 50 | 45 | 45 | 40 | 40 | 35 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4000 | 50 | 45 | 40 | 40 | 35 | 35 | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4500 | 45 | 40 | 35 | 35 | 35 | 30 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5000 | 40 | 35 | 35 | 30 | 30 | 30 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5500 | 35 | 35 | 30 | 30 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6000 | 35 | 30 | 30 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6500 | 30 | 30 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7000 | 30 | 25 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7500 | 30 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8000 | 25 | 25 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

6.2.5 线路平面应采用两端等长缓和曲线的单曲线线型，不宜设置复曲线。

6.2.6 车站站台计算长度段的线路宜设在直线上。需要设置在曲线上时，其曲线半径不宜小于 800m。

6.2.7 正线及配线上圆曲线最小长度、两相邻曲线之间的夹直线长度不宜小于20m，最小应不小于一节车辆长度；车场线上的夹直线长度不应小于一个悬浮架长度。

6.2.8 曲线横坡设置应不大于 6°，允许的欠加速度不大于 0.4m/s2。

6.2.9 折返线、停车线等宜设在直线上。困难情况下，除道岔区外，可设在曲线上，但车挡前宜保持不少于一节车长的直线段。

6.2.10 道岔选型应符合如下要求：

（1）磁浮道岔应根据场站行车及调车作业需要选用单开道岔、对称道岔、三开道岔、单渡线道岔以及交叉渡线道岔。

（2）正线及配线道岔直向通过速度不应小于正线最高速度要求，侧向允许通过速度不应小于50km/h；车场线道岔侧向允许通过速度不应小于25km/h。

（3）道岔相邻岔位的转辙时间不应大于15s。

6.2.11 道岔布置应符合以下要求：

（1）道岔宜靠近车站设置，车站端部道岔前端垛梁至有效站台端部距离不应小于6m；其道岔后端，道岔警冲标或出站信号机至有效站台端部距离不应小于6m。

（2）道岔应设在直线地段。道岔两端与线路平面曲线、竖曲线距离不应小于表6.2.11.1 的规定。

表 6.2.11.1 道岔两端与平面曲线的最小距离

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | 至平面曲线或竖曲线端 | |
| 正线及配线 | 车场线 |
| 道岔转角 | | 6.9° | 6.9° |
| 道岔前端/后端 | 一般 | 2节车长/1节车长 | 1节车长/1节悬浮架长度 |
| 困难 | 1节车长/（1节车长-道岔垛梁长度） | （1节车长-道岔垛梁长度）/ 1节悬浮架长度 |

（3）单渡线和交叉渡线的线间距应根据实际需要和渡线间道岔垛梁的结构设计要求计算确定。

（4）道岔岔后连接曲线半径不宜小于道岔导曲线半径。配线及车场线中的道岔后连接曲线可不设缓和曲线。

（5）两组道岔之间应设置直线段线路连接，其直线段长度长度不应小于表 6.2.11.2的规定。

表 6.2.11.2 道岔插入直线段线路长度（m）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道岔布置相对位置 | | 线别 | 插入直线段长度 | |
| 一般 | 困难 |
| 对向布置 |  | 正线 | L | L- 2B |
| 车场线 | L–2B | / |
| 顺向布置 |  | 正线 | 2L-A | C |
| 车场线 | C | / |

注：A——道岔主动梁长度（m）

B——固定端垛梁长度（m）

C——1 节悬浮架长度（m），考虑轨排布置要求，一般取直 3.6m。

L——1 节车长（m）

## 6.3 线路纵断面

6.3.1 线路纵断面应结合线路平面、行车速度、自然条件、线路敷设方式、周边建筑物、道路、环境质量，以及工程条件进行设计。

6.3.2并行地段两正线宜按等高设计。

6.3.3区间正线、联络线和车场出入段线最大坡度一般不大于60‰，困难地段不应大于70‰（均不考虑各种坡度折减值）。

6.3.4 隧道内和路堑地段的正线最小坡度不宜小于3‰，困难条件下，可采用2‰的坡度；高架线路和低置线路，当具有有效排水措施时，可采用平坡。

6.3.5 地下车站站台计算长度范围内宜采用2‰坡度，在困难条件下，可设在不大于3‰的坡度上；地面及高架车站站台计算长度宜采用平坡，困难地段可采用小于3‰的坡度。

6.3.6 车场线宜采用平坡，困难条件库外线可采用不大于3‰的坡度。

6.3.7 折返线和停车线宜布置在平坡道上，困难情况下折返线可设在面向车挡或区间不大于3‰的坡道上，停车线可设在面向车挡或区间不大于10‰的坡道上。

6.3.8 道岔区宜采用平坡，困难条件不得大于3‰的坡度。

6.3.9 竖曲线的设置应符合下列要求

（1）相邻坡段的连接宜设计为较小的坡度代数差。当相邻坡度代数差大于或等于2‰时，均应设置圆曲线型竖曲线；

（2）区间正线竖曲线半径一般不小于5500m，困难条件下，不小于4000m，车站两端正线竖曲线半径一般不小于3000m，困难条件下，不小于2000m，联络线、出入线、车场线竖曲线半径不小于1500m；

（3）车站站台计算长度和道岔范围内不得设置竖曲线，竖曲线起终点离开道岔端部的距离不应小于5m；

（4）相邻竖曲线间的夹直线长度不宜小于40m，困难条件下不应小于20m；

（5）竖曲线与平面缓和曲线不得重叠。

6.3.10 线路坡段长度不应小于远期列车编组长度，并应保证两相邻竖曲线夹直线长度不小于40m。

## 6.4配线设置

6.4.1 联络线设置应符合下列规定：

（1）正线之间的联络线应根据线网规划、车辆基地分布位置和承担任务范围设置；

（2）凡设置在相邻线路间的联络线，承担车辆临时调度，运送大修、架修车辆，以及工程维修车辆等运行的线路，应设置单线；

（3）相邻两段线路初期临时贯通且正式载客运行的联络线，应设置双线；

（4）联络线与正线的接轨点宜靠近车站；

（5）在两线同站台平行换乘站，宜设置渡线。

6.4.2 车辆基地出入线设置应符合下列规定：

（1）出入线宜在车站端部接轨，特殊困难情况下，可在区间接轨；出入线应具备临时应急停车再启动条件；

（2）出入线应按双线双向运行设计，并应避免与正线平面交叉。工程实施确因受条件限制时，在不影响功能前提下，可采用单线双向设计。贯通式车辆基地应在两端分别接入正线，主要方向端应为双线，另一端可为单线；

（3）当出入线兼顾列车折返功能时，应对出入线与正线间的配线进行多方案比选，并应满足正线、折返线、出入线的运行功能要求。

6.4.3 折返线、故障列车停车线有效长度（不含车挡长度）不应小于表6.4.3的规定。

**表 6.4.3 折返线、故障列车停车线有效长度（m）**

|  |  |
| --- | --- |
| 配线名称 | 有效长度+安全距离（不含车挡长度） |
| 尽端式折返线、停车线 | 远期列车长度+50 |
| 贯通式折返线、停车线 | 远期列车长度+60 |

6.4.4单渡线应设在车站端部，一般中间站的单渡线道岔，宜按逆岔方向布置；当单渡线与其他配线的道岔组合布置时，根据功能需要也可按顺向布置；采用站后折返的尽端式车站，宜设置逆向布置的站前单渡线道岔。

6.4.5安全距离与安全线的设置应符合下列规定：

（1）支线与干线接轨的车站应设置平行进路；在出站方向接轨点道岔处的警冲标至站台端部距离不应小于50m，小于50m时应设安全线；

（2）在车站接轨点前，车辆基地出入线不具备一度停车条件，且停车信号机至警冲标之间小于50m时，应设置安全线。采用八字型布置在区间与正线接轨时，应设置安全线；

（3）列车折返线与停车线末端均应设置安全线，其长度应符合本规范第6.4.3条的规定；

（4）安全线自道岔前端垛梁端部（含道岔）至车挡前长度应为50m（不含车挡）；

（5）安全线末端宜设置缓冲式车挡。

# 7 轨 道

## 7.1 一般规定

7.1.1 轨道结构应具有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性，确保列车安全、平稳、快速运行和乘客舒适。

7.1.2 轨道结构应采用成熟、先进的技术和施工工艺。

7.1.3 全线轨道结构型式宜统一，在满足轨道功能前提下，结构应简单，便于养护维修。

7.1.4 轨排结构主要部件设计使用年限为30年。

## 7.2 轨排及组成

7.2.1 中速短定子磁浮交通轨道由轨排拼装而成。轨排分段长度应与轨道梁和车辆运行要求相适应。标准轨排长度为12米、非标轨排最小长度为13.6米。

7.2.2 轨排由感应板、F型钢、轨枕及紧固件等组成。

7.2.3 F型导轨、轨枕及连接件的材料宜符合《中低速磁浮设计规范》的规定。

7.2.4 感应板宜采用铝质材料。

7.2.5相邻轨排之间宜设连接装置。

7.2.6 轨排钢结构表面及连接螺栓应进行防腐处理。

7.2.7 一般地段优先采用1200mm，轨排接头位置等特殊地段宜进行轨枕加密，但不小于600mm。库内立柱地段，结合工艺要求设置轨枕间距，一般不大于1400mm。

## 7.3 轨道与轨道梁连接

7.3.1轨道通过扣件和承轨台来实现轨排与轨道梁的连接。

7.3.2 连接固定钢枕螺栓长度应考虑轨道长期运营可能发生的变形量的调节裕量。

7.3.3 承轨台设计应符合以下要求：

（1）承轨台宜采用钢筋混凝土结构，混凝土强度等级宜为C40；

（2）承轨台与路基支墩及桥面连接应采取加强措施；

（3）承轨台结构高度应满足扣件安装条件。

## 7.4 轨道结构精度要求

7.4.1 轨道结构几何精度应符合表7.4.1要求。

表7.4.1几何精度要求标准

| 部位 | 允许偏差 | 备注 |
| --- | --- | --- |
| 轨距 | ±1mm | 两轨面中心距离 |
| 水平 | ±3mm | 四磁极面水平共面度。 |
| 高低 | 1.5mm/4m | 单磁极面沿轨道方向平面度。  前后高低；测量弦长4m或10m。 |
| 3mm/10m |
| 方向 | 1.5mm/4m | 单磁极面沿轨道方向直线度。  轨道方向；测量弦长4m或10m。 |
| 3mm/10m |
| 轨缝 | ±2mm | 前后相邻轨排之间的轨缝间隙。 |
| 轨缝错位 | ±1mm | 前后相邻轨排之间的竖向/横向轨缝错位。 |

## 7.5 轨道附属设施

7.5.1 轨道结构应设置接地装置。

7.5.2 正线及辅助线、试车线的终端宜采用液压缓冲车挡，车场线终端宜采用固定式车挡。车挡允许承受的列车最高撞击速度为25km/h。

7.5.3 轨道上应设轨排编号，编号位置应便于观察。

7.5.4 每根轨排要喷涂唯一标识，宜包括直曲线、上下行等信息。

7.5.5 轨排应设置铭牌。铭牌内容宜包括产品名称、规格型号、编号、轨排长度、铺设里程、生产厂家、生产日期等。

## 7.6 道岔

7.6.1 道岔设备应符合以下要求：

（1）道岔系统控制电路应符合故障—安全原则；

（2）道岔控制系统及接口电路应符合《中低速磁浮交通工程道岔系统设备技术条件》（CJ/T 412）的规定；

（3）金属构件表面应进行防锈蚀处理；

（4）道岔设备的结构形式应能便于操作，并具有较好的可维护性；

（5）道岔设备的供电应采用一级负荷；

（6）道岔设备接地电阻值，当采用分散接地时不应大于4Ω，当采用综合接地时不应大于1Ω；防雷接地电阻值不应大于10Ω；

（7）道岔应由信号系统进行控制。同时应具有集中控制、现场控制、手动控制方式，并具有系统检测、故障诊断保护、报警功能；

（8）道岔相邻岔位之间的转辙时间应不大于15秒，三开道岔两侧向位之间的连续转辙时间不应大于25秒；

（9）道岔处于侧向状态时应限速25km/h，道岔处于直向状态时应满足列车最高行驶速度的要求；

（10）为与测速定位系统相匹配，可在道岔上设置虚拟轨枕，虚拟轨枕间距应大于600mm，小于1200mm。

7.6.2正线、辅助线和车辆基地内的线路上的道岔应根据转辙、折返运行及车辆基地内调车作业需要设置。

7.6.3 线路上使用的单开和三开道岔参数应符合表7.6.3要求。

表7.6.3 道岔参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 类型 | 道岔F型钢导轨轨距  mm | 道岔允许通过速度 | 相邻岔位转换时间  S |
| 1 | 单开道岔 | 1860 | 侧线速度小于等于25km/h，直线时满足线路最高速度要求 | ≤15 |
| 2 | 三开道岔 | 1860 | 侧线速度小于等于25km/h，直线时满足线路最高速度要求 | ≤15 |

7.6.4 道岔安装应符合以下规定：

（1）道岔设备的安装必须符合本暂行规定第5章限界要求；

（2）道岔应设置在坚实稳定的基础上,道岔设备在高架线路段应安装在道岔桥上，低置线路（3）和隧道内应安装在道岔专用的平台上；

（4）道岔桥或道岔平台上不应设伸缩缝或沉降缝；

（5）道岔区应设置检修通道、安全隔离设施和供维修使用的电源设施。道岔区应有照明设施，其照度应不小于50lx；

（6）道岔桥及道岔平台上的供电电缆、通信及信号电缆、道岔控制电缆等应按电压等级分别布置在电缆槽或电缆沟内；

（7）道岔区宜设视频监视设施；

（8）道岔区宜设置专用电话。

# 8 高架结构

## 8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于区间跨度小于或等于100m的桥梁。

8.1.2 桥梁应满足列车安全运行和乘客乘坐舒适的要求。桥梁结构在设计、制造、运输、安装和运营过程中，应具有规定的强度、刚度、稳定性和耐久性。

8.1.3 桥梁应按100年设计使用年限设计。

8.1.4 桥梁的建筑结构形式应满足城市景观和减振、降噪的要求。

8.1.5 一般地段桥梁桥跨结构型式应根据截面特性、桥梁高度，结合经济因素确定，一般宜采用简支梁式桥跨结构。上部结构优先采用预应力混凝土结构，宜采用预制架设等工厂化施工方法。

8.1.6 桥梁墩位布置应符合城市规划要求。跨越铁路、道路、航道时桥下净空应满足相关限界要求，并应预留桥梁可能产生的沉降量、铁路抬道量或道路路面翻修高度等；跨越排洪河流时，应按1/100洪水频率标准进行设计，技术复杂、修复困难的大桥、特大桥应按1/300洪水频率标准进行检算。

8.1.7桥梁结构中承轨部分应满足限界要求。

8.1.8道岔设置在桥梁上时，道岔长度内的桥梁应采用连续梁结构。

8.1.9桥梁墩台基础沉降按恒载计算，工后沉降量不应超过40mm。对于外静定结构，相邻墩台工后沉降量之差不应超过10mm；对于外超静定结构，其相邻墩台不均匀沉降量之差的容许值，应根据其对结构产生的附加影响确定。

8.1.10桥梁设计除应符合本规范规定外，尚应符合国家有关强制性标准的规定。

8.2 荷载

8.2.1 桥梁结构设计，应根据结构的特性，按表8.2.1所列的荷载，就其可能的最不利组合情况进行计算。

表8.2.1 区间桥梁荷载分类

| 荷载分类 | | 荷载名称 |
| --- | --- | --- |
| 主力 | 恒载 | 结构自重  附属设备和附属建筑自重  预加应力  混凝土收缩及徐变影响  基础变位的影响  土压力  静水压力及浮力 |
| 活  载 | 列车竖向静活载  列车竖向动力作用  列车离心力  列车动态横向导向力  小半径约束力  列车活载产生的土压力  人群荷载  气动力 |
| 附加力 | | 列车制动力或牵引力  支座摩阻力  风力  温度影响力  流水压力  冰压力  冻胀力  波浪力 |
| 特殊荷载 | | 船只或汽车的撞击力  地震力  施工临时荷载 |
| 注：1 如杆件的主要用途为承受某种附加力，则在计算此杆件时，该附加力应按主力计；  2流水压力不与冰压力组合，两者也不与制动力或牵引力组合；  3地震力与其他荷载的组合应按国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111的有关规定执行；  4计算中要求计入的其他荷载，可根据其性质，分别列入主力、附加力和特殊荷载等三类荷载中。 | | |

8.2.2桥梁设计时，应仅考虑主力与一个方向（顺桥或横桥方向）的附加力相组合。

8.2.3计算结构自重时，一般材料重度应按行业标准《铁路桥涵设计规范》TB10002的规定取用；对于附属设备和附属建筑的自重或材料容重，可按所属专业的设计值或所属专业国家标准中的规定取用。

8.2.4 列车竖向静活载确定应符合下列规定：

（1）列车竖向静活载图式按列车自重、最大载重及近、远期中最长的列车编组确定；

（2）单线和双线高架结构，应按列车活载作用于每一条线路确定；

（3）多于两线的高架结构，应按下列最不利情况确定：

1）按两条线路在最不利位置承受列车活载，其余线路不承受列车活载；

2）所有线路在最不利位置承受75%的活载。

（4）影响线加载时，活载图式不可任意截取，但对影响线异符号区段，列车竖向静活载应按空车重计，还应计及本线初、近、远期中最不利的编组长度。

8.2.5 列车竖向活载应包括列车竖向静活载及列车动力作用，应为列车竖向静活载乘以动力系数1.15。

8.2.6 位于曲线上的区间桥梁应计入列车竖向静活载产生的离心力，其大小等于列车竖向静活载乘以离心力率C。C按下式计算：

C＝V2/（127R）（8.2.6）

式中：V——列车通过曲线时的限制速度（km/h）；

R——曲线半径（m）。

离心力水平向外作用于车辆重心处。

8.2.7 列车横向导向力分悬浮磁铁横向导向力和动态横向导向力，作用点在设计轨面以下0.06m处。其中，悬浮磁铁横向导向力最大值为列车竖向静活载的20%，动态横向导向力按下式计算：

F=±（1+V/500）（8.2.7）

式中：F——动态横向导向力（kN/m）；

V——列车速度（km/h）。

8.2.8位于缓和曲线范围内的区间桥梁，需考虑由于转向架之间的列车刚体与桥梁结构之间相互约束产生的小半径约束力，其单点数值不大于10kN。

8.2.9 列车制动力或牵引力应按列车竖向静活载的15%计算。双线桥应采用一线的制动力或牵引力；三线或三线以上的桥应采用两线的制动力或牵引力。高架车站及与车站相邻两侧100m范围内的双线桥应按双线制动力或牵引力计，每线制动力或牵引力值为列车竖向静活载的10%。制动力或牵引力作用于车辆重心处，但计算墩台时移至支座中心处，计算刚架结构时移至横杆中线处，均不计移动作用点所产生的竖向力或力矩。

8.2.10 简支梁传到墩台上的纵向水平力数值计算应符合下列规定：

（1）固定支座为全孔的100%；

（2）滑动支座为全孔的50%，并不大于支座摩阻力；

（3）滚动支座为全孔的25%；

（4）在一个桥墩上安设固定支座及活动支座时，应按上述数值相加。但对于不等跨梁,此相加值不应大于其中较大跨的固定支座的纵向水平力；对于等跨梁，不应大于其中一跨的固定支座的纵向水平力。

8.2.11 静水压力及浮力、气动力、支座摩阻力、流水压力、冰压力、冻胀力、波浪力和风力等应按行业标准《铁路桥涵设计规范》TB10002的有关规定计算。

8.2.12 温度变化的作用及混凝土收缩、徐变的影响，按《铁路桥涵设计规范》TB10002和《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092的有关规定计算。结构构件截面的不同侧面或内外面存在温差时，应考虑温度梯度产生的内部应力。

8.2.13桥墩有可能受船只或汽车撞击时，应设防撞保护设施。当无法设置防撞保护设施时，船只撞击力按行业标准《铁路桥涵设计规范》TB10002的有关规定执行；汽车撞击力顺行车方向可采用1000kN，横行车方向可采用500kN，作用在路面以上1.20m高度处。

8.2.14地震力的作用，按国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB50111的有关规定计算。

8.2.15桥梁结构应按不同施工阶段的施工荷载及运营阶段的养护检修荷载加以检算。

8.3 结构刚度限值

8.3.1 梁体竖向挠度限值，应符合表8.3.1的规定。

表8.3.1 梁体竖向挠度限值

|  |  |
| --- | --- |
| 列车静活载作用下的竖向挠度 | 梯度温度引起的竖向挠度 |
| L/4600 | L/7000 |

注：1 表中L为梁体计算跨度（m）；

2 表中限值适用于3跨及以上的简支梁，对于单跨简支梁、2跨简支梁或3 跨及以上的连续梁，可乘以1.2的系数。

8.3.2 在列车动态横向导向力（即列车摇摆力）以及小半经约束力、离心力、风力、温度力的作用下，梁体水平挠度应小于等于计算跨度的1/2000。

8.3.3 梁体竖向一阶固有频率应符合下式要求：

n0＞90/L （8.3.3）

式中：n0——梁体竖向一阶固有频率（Hz）；

L—梁体计算跨度（m）。

8.3.4 最不利荷载作用下，墩台顶的弹性水平位移应符合下列规定：

（1）墩台顶顺桥方向的弹性水平位移应不大于10mm。

（2）由墩台顶横桥方向位移引起的相邻结构物桥面处轴线间的水平折角不应超过1‰。

8.4 结构设计

8.4.1 桥梁结构设计，应符合行业标准《铁路桥梁钢结构设计规范》TB10091、《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB10092以及《铁路混凝土结构耐久性设计规范》 TB 10005的有关规定。

8.4.2 桥梁基础设计，应符合行业标准《铁路桥涵地基和基础设计规范》TB 10093的有关规定。

8.4.3 地震力工况下，桥梁结构和基础设计应符合国家标准《铁路工程抗震设计规范》GB 50111的有关规定。

8.4.4预应力混凝土梁的徐变上拱（下挠）度应严格控制，轨道铺设后，梁的后期徐变值不宜大于计算跨度的1/5000。

8.4.5 桥梁支座应满足线路纵坡及安装误差调整要求。

8.5 构造要求

8.5.1 桥梁梁体结构尺寸除应满足受力要求外，还应满足车辆限界要求以及桥上轨道、供电、疏散平台、通信、信号、给排水、声屏障等的工艺设计和预埋件设置要求。

8.5.2 桥梁桥面应设置性能良好的排水系统，防止桥面出现积水。排水设施应便于检查、维修和更换。

8.5.3 桥梁桥面应设防水层。梁缝处应设伸缩缝，伸缩缝除应保证梁端能自由伸缩外，还应有效防止桥面水渗漏。

8.5.4 桥下宜设养护、维修便道，满足升降式桥梁检修车检修作业要求；高度超过20m、跨越河流或升降式检修车无法到达的桥梁，可设置专门检查设备进行日常维修。

8.5.5箱内空间具备检修条件的箱形结构，应有进入箱内检查的孔洞。

8.5.6 箱梁腹板上应设置适当数量的直径为100mm的通风孔。

8.5.7 墩台顶面应预留更换支座时顶梁的位置和高度，并应设置3%的排水坡。

8.5.8 钢筋净保护层厚度、预应力筋或管道间的净距以及预应力筋或管道的保护层厚度，应符合行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092和《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005的有关规定。

8.5.9 预应力混凝土梁的封锚及接缝处，应在构造上采取防水措施。预应力筋管道压浆材料和压浆工艺应严格控制，应优先采用真空压浆工艺，确保压浆密实。对于结构有可能产生裂缝的部位，应增设普通钢筋防止裂缝的发生。

8.6 接口工程

8.6.1 需在桥上安装的轨道、供电、疏散平台、通信、信号、给排水、声屏障等，应在梁体施工时设置安装所需的预埋钢筋或预埋件。

# 9 低置结构

## 9.1一般规定

9.1.1 中低速磁浮交通工程低置结构是指低置线路结构，包括支承轨道结构的承轨梁与支承承轨梁的路基工程两部分。承轨梁下的路基工程应按土工结构物设计，确保其满足强度、稳定性和耐久性的要求，并符合环境保护、水土保持等相关规定。

9.1.2 低置线路结构承轨梁底高程应满足《铁路路基设计规范》对路肩高程的控制要求。

9.1.3地形地质复杂、工后沉降难以控制的地段，不宜采用低置线路结构。

9.1.4 路基工程应加强地质调绘和勘探、试验工作，查明基底、路堑边坡、支挡结构等基础的岩土结构及其物理力学性质，查明不良地质情况及其分布等，在取得可靠的地质资料基础上开展设计。

9.1.5 路基工程设计应符合环境保护的要求，重视沿线的绿化设计，结构设计应与周围环境景观相协调。同时路基设计应注意水土保持，保护环境，防止诱发地质灾害。

9.1.6 路基排水工程应全面系统地规划，具有足够的防、排水能力，并及时实施。

9.1.7 低置结构施工期间应进行沉降观测，路堤填筑完成或施加预压荷载后沉降观测 时间不宜少于6个月。承轨梁施工及轨道铺设前应进行工后沉降评估，工后沉降评估 满足要求方可进行承轨梁施工或轨道铺设。

## **9.2**承轨梁结构

9.2.1 承轨梁宜采用钢筋混凝土结构，其结构型式应符合下列规定：

（1）低置结构承轨梁宜采用“凸”字型结构型式，由下部底板和上部梁体组成。下 部底板埋置于路基上，上部梁体支承轨道结构。

1. 承轨梁结构设计应构造简洁、美观，有利于减振、降噪，便于施工、养护和运 营，满足车辆安全、舒适的运营要求。
2. 承轨梁的单节长度应根据其截面、地基条件、轨道要求并结合经济指标等因素 确定，其长度宜为轨枕间距的整倍数。

9.2.2 实心承轨梁可按弹性地基梁设计，其他结构形式承轨梁可参照弹性地基梁，同

时还应根据其上部梁体结构型式采用相应的模式进行计算。

9.2.3 承轨梁结构设计，应按表9.2.3 所列的荷载，就其可能出现的最不利组合计算 结构的横向、竖向受力和变形。

表9.2.3 承轨梁结构荷载分类表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 荷载分类 | | 荷载名称 |
| 主 力 | 恒 载 | 结构自重  附属设备和附属建筑自重 混凝土收缩及徐变影响  地基下沉的影响  土压力 |
| 活 载 | 列车竖向静活载  列车竖向动力作用 列车离心力  列车横向导向力 小半径约束力 |
| 附加力 | | 列车制动力或牵引力  风力  温度影响力 |
| 特殊荷载 | | 地震力  施工临时荷载 |

注：1 如杆件的主要用途为承受某种附加力，则在计算此杆件时，该附加力应按主力计算；

2 列车横向导向力不与离心力、风力组合；

3 结构设计仅对主力与一个方向（纵向或横向）的附加力组合；

4 地震力与其他荷载的组合应按《铁路工程抗震设计规范》（GB50111）的规定执行；

5 计算中要求考虑的其他荷载，可根据其性质，分别列入上述三类荷载中。

6列车竖向静活载、列车竖向动力作用、离心力、横向导向力、小半径约束力、制动力或牵引力可参照高架结构章节相关规定计算。

9.2.4 承轨梁结构在列车静活载及温度梯度作用下的竖向变形不应超过计算跨度的1/7600；门框式承轨梁、支墩式承轨梁，其纵梁在列车静活载作用下的竖向挠度不应 超过计算跨度的1/4600。

9.2.5 承轨梁结构在列车横向导向力、小半径约束力、离心力、风力和温度的作用下， 梁体水平挠度应小于或等于梁体计算跨度的1/2000。

9.2.6 承轨梁结构的竖向一阶固有频率应满足下式要求：

式中：

—承轨梁结构的竖向一阶固有频率（Hz）；

L—承轨梁结构的计算跨度（m）。

（9.2.6）

9.2.7 承轨梁结构在列车荷载、横向导向力、离心力、风力和温度力的作用下，梁体

的弹性水平位移应符合下列规定：

1. 顺线路方向位移应小于10mm。
2. 垂直线路方向梁端水平折角不得大于1‰。

9.2.8 低置结构承轨梁，应检算在列车横向导向力、小半径约束力、离心力、风力、 温度作用下的横向整体抗滑稳定性，及在列车冲击力、制动力、风力、温度作用下的 纵向整体抗滑稳定性（尤其是下坡地段）；抗滑动稳定系数不小于2.0。

9.2.9 承轨梁结构设计，应采用容许应力法，其材料、容许应力、结构安全系数、结 构计算方法及构造要求应符合《铁路桥涵混凝土和预应力混凝土结构设计规范》 TB10002.3、《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T50476的规定。

9.2.10 特殊结构型式的承轨梁，其底板不能视为置于路基上弹性地基梁时，应作专 门研究。

9.3 路基面及基床

9.3.1 承轨梁基底的土工基础面应做成水平面，承轨梁底两侧的土工基础面以及底板 回填土顶面应做成外倾4%的排水坡，双线地段，应设置线间排水沟。

9.3.2 路基面宽度应满足承轨梁、界限、电缆槽等的布置要求，并根据线路数目、线 间距等计算确定。承轨梁底距路肩的水平距离一般不小于2.5m，当两侧路肩有信号灯 或疏散平台时，路肩宽度应满足信号灯基础或疏散平台的设置要求。

9.3.3 直线地段路基面宽一般不小于表9.3.3中要求。

表9.3.3 直线地段路基面宽度表（m）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 时速（km/h） | 单线路基面宽 | 双线 | | 备注 |
| 线间距 | 路基面宽 |
| 160 | 7 | 4.4 | 11.4 |  |

注：当路肩有信号灯或疏散平台，界限要求大于2.25m时，路基面宽度应相应增加。

9.3.4 轨梁下路基由路基基床与路基本体组成，路基基床应由基床表层和基床底层构成；基床表层厚度为0.3m，基床底层厚度为1.7m。

9.3.5 床表层应填筑级配碎石，级配碎石填筑压实后的渗透系数应大于5×10-5m/s， 压实标准应符合表9.3.5-1的规定。

表9.3.5-1 级配碎石压实标准

|  |  |
| --- | --- |
| 压实标准 | 级配碎石 |
| 压实系数K | ≥0.97 |
| 地基系数K30（MPa/m） | ≥190 |
| 动态变形模量Evd（MPa/m） | ≥55 |

级配碎石规格应符合下列规定：

1. 级配碎石材料由硬质岩块石、天然卵石或砂砾石经破碎筛选而成，且无膨胀性 矿物质。
2. 级配碎石的粒径级配应符合表9.3.5-2 的规定。其不均匀系数Cu 不应小于15,0.02mm以下颗粒质量百分率不应大于3%。
3. 级配碎石与下部填土之间应符合D15<4d85 的要求。当不符合要求时，级配碎 石稳定层应采用颗粒级配不同的双层结构，或在基床底面铺设起反滤和隔离作用的土 工合成材料。当下部填土为化学改良土时，可不受此规定限制。
4. 在粒径大于22.4mm 的粗颗粒中带有破碎面的颗粒所占的质量百分率不小于30%。
5. 级配碎石粒径大于1.7mm颗粒的洛杉矶磨耗率不大于30%，硫酸钠溶液浸泡 损失率不大于6%。粒径小于0.5mm的细颗粒的液限不大于25%，塑性指数小于6。 不应含有黏土及其他杂质。

表9.3.5-2 级配碎石粒径级配

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 方孔筛孔边长（mm） | 0.1 | 0.5 | 1.7 | 7.1 | 22.4 | 31.5 | 45 |
| 过筛质量百分率（%） | 0～5 | 7～32 | 13～46 | 41～75 | 67～91 | 82～100 | 100 |

9.3.6 基床底层应采用A、B组填料或C组细粒土改良土，A、B组填料粒径级配应

符合压实性能要求, 最大粒径不应大于60mm。基床底层压实标准应符合表9.3.6的规定。

表9.3.6 基床底层填料及压实标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 压实标准 | 化学改良土 | 砂类土及细砾土 | 砾石类及粗砾土 |
| 压实系数K | ≥0.95 | ≥0.95 | ≥0.95 |
| 地基系数K30（MPa/m） | - | ≥130 | ≥150 |
| 动态变形模量Evd（MPa/m） | - | ≥40 | ≥40 |
| 7d饱和无侧限抗压强度（kPa） | ≥350 | - | - |

9.3.7 承轨梁底板与下部路基基床之间宜铺设厚度不小于0.1m 厚的混凝土垫层，垫

层中部可夹铺一层钢筋网。

9.3.8 基床表层顶面至承轨梁底板顶面采用三合土或改良土回填，其压实标准应符合 表9.4.2要求，顶面采用纤维混凝土或细石混凝土封闭，厚度不小于5cm。

9.3.9 低置线路结构的标准横断面应符合图9.3-9-1～图9.3-9-6的规定。

B/2 B/2

4%

4% 回填层

承轨梁

4%

回填层 4%

护肩 护肩 基床表层

基床底层

基床以下路堤

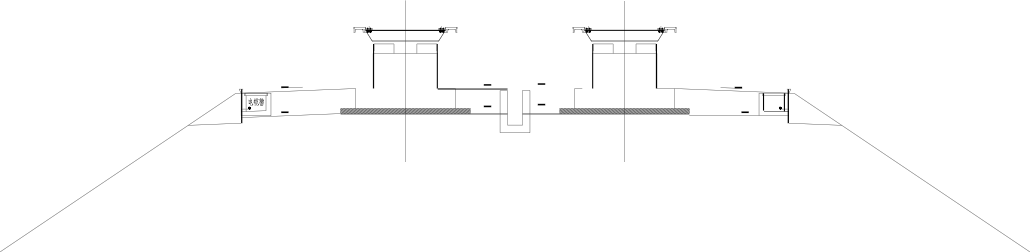
图9.3.9-1 低置结构单线路堤标准横断面示意图

B1/2

线间距

B1/2

左线中心 右线中心



4%

4%回填层

承轨梁

4%

4%

4%

4%

承轨梁

4%

回填层4%

电缆槽

护肩 护肩

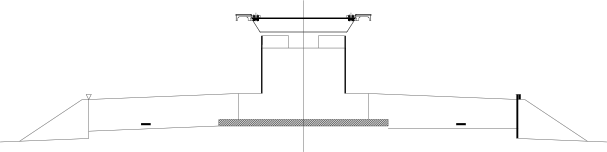
基床表层 基床表层

基床底层

基床以下路堤

图9.3.9-2 低置结构双线路堤标准横断面示意图

B/2 B/2



0.5

4%

4%

回填层

承轨梁

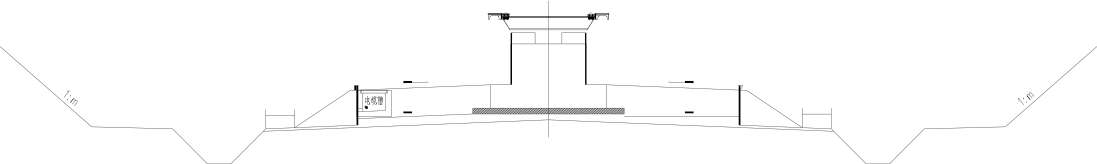
4%

回填层4%

0.5

护肩 护肩 基床表层

图9.3.9-3 低置结构单线非硬质岩路堑标准横断面示意图

B/2 B/2

4%

回填层

承轨梁

4%

回填层

0.5 护肩

4% 4%

护肩 0.5

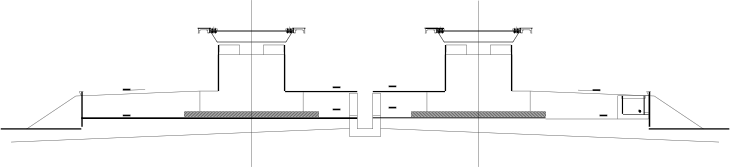
图9.3.9-4 低置结构单线硬质岩路堑标准横断面示意图

B1/2

线间距

B1/2

左线中心 右线中心



0.5 护肩 护肩 0.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4% | 承轨梁 | 4% | 4% | 承轨梁 | 4% |
| 4%回填层 |  | 4% | 4% |  | 回填层 4% |

基床表层 基床表层

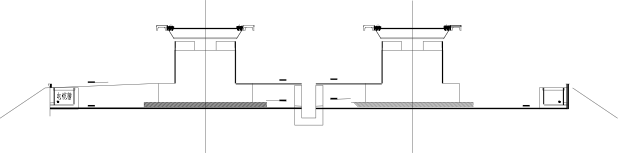
图9.3.9-5 低置结构双线非硬质岩路堑标准横断面示意图

B1/2

线间距

B1/2

左线中心 右线中心



4% %

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 承轨梁 | 4% |  | 4% | 承轨梁 | 4 |
| 回填层 |  | 4% |  | 4% |  | 回填层 |

0.5 护肩

4% 4%

护肩 0.5

图9.3.9-6 低置结构双线硬质岩路堑标准横断面示意图

## 9.4 路堤

9.4.1 低置线路结构以填方形式通过时，承轨梁下路基填筑高度原则上不宜超过3m； 地形地质条件良好、路基工后沉降易控制、不存在影响路基长期稳定的因素的地段， 承轨梁下的路基填筑高度不应超过5m。路基的边坡坡率不陡于1：1.5。

9.4.2 路堤基床以下部位填料宜采用A、B组填料和C组碎石、砾石类填料，其粒径 级配应符合压实性能要求；当选用C组细粒土填料时，应根据填料性质进行改良。基床以下路堤填料最大粒径不应大于75mm，压实标准应符合表9.4.2要求。

表9.4.2 基床以下路堤压实标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 填筑部位 | 压实标准 | 化学改良土 | 砂类土及  细砾土 | 碎石类及  粗砾土 |
| 基床以下路堤 | 压实系数数K | ≥0.92 | ≥0.92 | ≥0.92 |
| 地基系数  K30（MPa/m） | / | ≥110 | ≥130 |
| 7d饱和无侧限抗压强度（kPa） | ≥250 | / | / |

9.4.3 路堤采用不同填料填筑应符合下列规定：

1 渗水性土填在非渗水土上时，非渗水土层顶面应向两侧设4%的人字排水横坡；

2 上下两层填料的颗粒不满足D15<4d85 的要求时，应在分界面上铺设反滤层或 采用其他措施；下层填料为化学改良土时，不受本条限制。

9.4.4 易受短时洪水冲刷地段路堤，设计水位以下部位应采用水稳性好的A、B组渗水土填料填筑，并加强边坡封闭、反滤与防冲刷措施。

9.4.5 路堤边坡稳定性应分别检算路堤施工期及铁路运营期的稳定系数，以运营期的稳定安全系数作为设计指标，以施工期的稳定安全系数作为验算指标。

9.4.6 铁路运营期路堤边坡最小稳定安全系数不小于1.3；考虑运架梁车等施工临时

荷载时，最小稳定安全系数不小于1.15。

9.4.7 路堤应进行工后沉降分析，工后沉降不超过30mm，其任意地段20m长度范围 的不均匀沉降量、沉降差异造成的错台和路桥、路隧过渡段或任意两段路基沉降造成 的折角应符合表9.4.7的规定。

表9.4.7 工后沉降控制值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工后沉降 | 不均匀沉降 | 差异沉降错台 | 折角 |
| ≤30mm | ≤25mm/20m | ≤2mm | ≤1/1000 |

9.4.8 承轨梁节间可采取设置防错台搭板等减小或消除差异沉降错台的措施。

9.4.9低置结构与高架结构相接处应设置过渡段，过渡段型式可参照《高速铁路设计 规范》TB10621进行设计。

9.4.10 软土和松软土地基上路堤的稳定性、工后沉降不满足要求时，应进行地基处 理，并与基底处理相协调。

9.4.11 路堤两侧坡脚一般均应设置坡脚脚墙或坡脚护道，护道宽宜为2m。

9.4.12 路堤两侧边坡应设置疏散行人踏步，踏步宽不宜小于1m，间距不宜大于100m。

## 9.5 路堑

9.5.1 低置线路结构以挖方形式通过时，宜采用堤堑式路基结构，基床表层顶面以上 回填土部分应采取放坡形式。

9.5.2 硬质岩地段，应开挖至承轨梁底面以下10cm，清除易松动的岩石，采用C25

混凝土嵌补并找平，其基床不再换填，承轨梁底板厚度范围内采用C15混凝土回填。

9.5.3 非硬质岩地段，承轨梁下路基基床应符合本规范第9.3.5与9.3.6条的规定；基 床范围内的天然地基基本承载力应无σ0<0.18MPa的土层，不能满足时，应进行换填 或加固处理，并应符合下列规定：

1. 基床表层范围内应全部挖除换填级配碎石，换填底面由路基中心向两侧设4%的横向排水坡，并符合第8.3.5条要求。
2. 基床底层的原地基土土质符合第8.3.6条土质要求时，可采取翻挖夯填或加强 碾压夯实措施。天然地基土质不符合基床底层土质要求时，可采取换填、地基改良或 加固措施。
3. 膨胀土、湿陷性黄土等特殊土路堑基床，应根据情况采取挖除换填、隔水防渗、 加强排水等措施。

9.5.4 路堑边坡高度应根据地层岩性、岩体破碎程度、水文条件等综合确定，不宜超过25m。

9.5.5 路堑边坡形式及坡率应根据工程地质、水文地质和气象条件、岩性、边坡高度、 施工方法，并结合岩土结构、结构面产状、风化程度及自然稳定边坡和人工边坡的调 查等因素综合确定。必要时可采用稳定分析方法检算确定，路堑最小稳定安全系数不 小于1.15～1.25。

9.5.6 路堑地段一般均应设置侧沟及侧沟平台，平台宽度宜为1～2m。路堑边坡在土 石分界、透水和不透水层交界面处宜设置边坡平台。

9.5.7 较高土质边坡和软弱松散岩石路堑，应根据工程地质条件、岩层风化及节理发 育程度，结合施工工艺，宜采用分层开挖、分层稳定和坡脚预加固技术。

9.5.8 硬质岩路堑应根据岩体结构、结构面产状、岩性及施工影响范围内既有建筑物 的安全性要求等，采用光面爆破、预裂爆破等控制爆破技术施工。

9.5.9 黄土、膨胀土、风沙等特殊岩土路堑设计应符合《铁路特殊路基设计规范》

TB10035的相关规定。

## 9.6 过渡段

9.6.1 路堤与桥台连接处应设过渡段，可采用沿线路纵向倒梯形过渡形式如下图。 并应符合下列规定：

1. 过渡段长度按下式确定，且不小于20m。

L=a+（H-h）×n

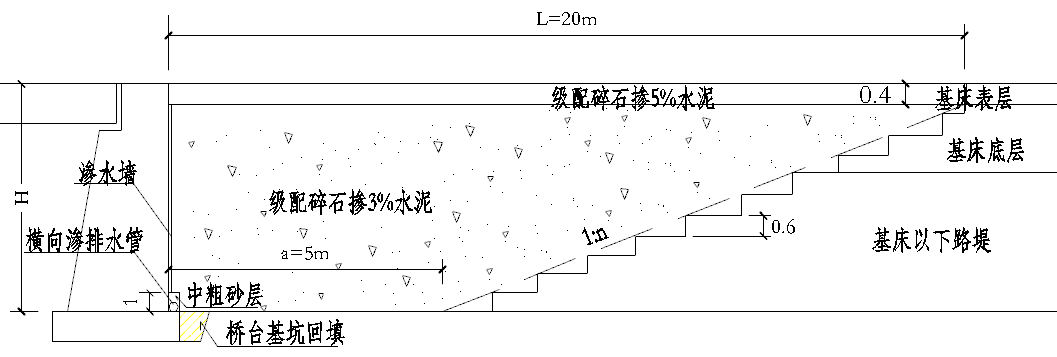
式中 L--------过渡段长度（m）

H--------台后路堤高度（m）

h--------基床表层厚度（m）

a--------倒梯形底部沿线路方向长度，取3m~5m

n---------常数，取2~5



1. 过渡段路基基床表层应符合本规范第9.3.5条的要求，并掺入5%水泥。基床表层一下倒梯形部分分层填筑参入3%水泥的级配碎石。

9.6.2 路堤与横向结构物连接处，应设过渡段，可采用沿线路纵向倒梯形过渡形式。

9.6.3 路堤与路堑连接处应设置过渡段。过渡段可采用下列方式：

1. 路堤与路堑连接处为硬质岩石路堑时，在路堑一侧顺原地面纵向开挖台阶，每级台阶自原坡面的挖入深度不应小于1.0m，台阶高度0.6m左右 。并在路堤一侧设置过渡段。
2. 路堤与路堑连接处为软质岩石或土质路堑时，应顺原地面纵向开挖台阶，每级台阶挖入深度不应小于1.0m，台阶高度0.6m左右。

## 9.7 路基支挡结构

9.7.1 低置结构路基宜在下列地段设置支挡结构：

1. 减少路堑边坡薄层开挖、路堤边坡薄层填方地段或加强路堤稳定地段的陡坡路 基；
2. 避免大量挖方、降低边坡高度或加强边坡稳定性的路堑地段；
3. 不良地质条件下的地基、边坡、山体、危岩或落石地段；
4. 受水流冲刷影响路堤稳定的沿河、滨海路堤地段；
5. 节约用地、少占农田或保护重要既有建筑物地段；
6. 保护生态环境地段；
7. 其他特殊条件要求的地段。

9.7.2 支挡结构设计应符合下列要求：

1. 在各种设计荷载组合下，应满足强度、稳定性和耐久性的要求，结构类型选择 及设置位置的确定应安全可靠、经济合理、便于施工养护；
2. 支挡结构设计时，必须查明山体和地基的工程地质、水文地质条件，合理确定 岩土物理力学参数；
3. 支挡结构抗震设计应符合《铁路工程抗震设计规范》GB50111的规定；
4. 支挡结构耐久性设计应符合《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB10005 的 规定；
5. 支挡结构与桥台、既有支挡结构连接时，应衔接平顺；
6. 支挡结构地段的防排水设计，应与场地排水设施协调，形成完善的排水系统；
7. 对需设置照明灯杆和声屏障支柱等设施的挡土墙地段，应预留上述设施的位 置，并保证挡土墙的完整、稳定。

9.7.3 当支挡结构上有声屏障等附属设施时，还应该增加风荷载等附加荷载。采用装 配式挡土墙时，尚应检算连接部分的连接强度。

9.7.4 位于软土、斜坡等地段的支挡结构，应进行整体稳定性检算。沉降及水平变形应满足有关控制要求。

9.7.5 支挡结构设计尚应符合《铁路路基支挡结构设计规范》TB10025要求。

## 9.8路基变形观测及评估

9.8.1 路基变形观测及评估应符合下列规定：

1. 路堤填筑完成后宜有不小于6个月的放置期，并应经过一个雨季。个别情况下采取可靠的工程措施并经论证可确保路基工后沉降满足轨道铺设要求时，路基放置条件可适当调整。
2. 路基施工应进行沉降观测，铺轨前应根据沉降观测资料进行系统分析评估，预测的路基工后沉降符合要求后方可开始进行轨道的铺设。
3. 观测数据不足以评估或工后沉降评估不符合要求时，应继续观测或者采取必要的加速或控制沉降的措施，保证工后沉降满足设计要求。

9.8.2 基沉降观测应以路基面沉降和地基沉降观测为主，可设置沉降板、观测桩或剖面沉降观测装置等，并符合下列规定：

1. 路基沉降观测断面的设置及观测断面的观测内容应根据沉降控制要求、地形地质条件、地基处理方法、路堤高度、堆载预压等具体情况并结合施工工期确定。
2. 沉降观测断面的间距不宜大于50m；地势平坦、地基条件均匀良好、高度小于5m的路堤及路堑可放宽到100m、过渡段和地形地质条件变化较大的地段应适当加密。

9.8.3 基评估应根据有关设计、施工和监理的资料及交接检验和复检的结果进行综合分析。

9.8.4 基工后沉降的评估应结合路基各断面之间的相互关系以及相邻桥隧的沉降情况进行综合分析，路基的工后沉降以及各断面之间、路基与相邻桥隧之间的不均匀沉降应符合本规范第9.4.7条。

## 9.9 路基排水及防护

9.9.1 路基排水系统包括路基面、路基边坡及对路基工程由影响的地面水和地下水的 引排。路基排水应与路基坡面支护工程相协调，与高架结构、地下结构、车站等排水 设施衔接，形成完善、畅通的防排水系统。

9.9.2 路基排水设计应做到全面规划，合理布局，重视环境保护，减少占地，并与当 地排灌系统和水土保持工程相协调，完善出水口处理，避免水土流失和水资源污染。

9.9.3 路堑地段应设置侧沟，堑顶外宜设置天沟；路堤地段两侧应设置坡脚排水沟以 及边坡排水槽。天沟、侧沟、坡脚排水沟的横断面应有足够的过水能力，需按流量设 计的天沟、侧沟其横断面应按1/50 洪水频率的流量进行计算，沟顶应高出设计水位0.2m。

9.9.4 地面横坡明显地段的天沟宜在横坡上方一侧设置。若地面横坡不明显，宜在场 地两侧设置。

9.9.5路堑顶部天沟内边缘至堑顶距离，土质和软质岩地段不宜小于5m，当沟内采 取加固防渗措施或为硬质岩地段时，距离不应小于2m。

9.9.6场地排水纵坡不宜小于2‰，平坦地面或反坡排水地段，可减少至1‰。

9.9.7 地下排水设施的类型、位置及尺寸应根据工程地质和水文地质条件确定。

9.9.8 路基边坡防护设计应遵循因地制宜、安全可靠、经济适用、易于管护、兼顾景 观的原则。边坡防护应设置在稳定的边坡上，防护工程边坡坡率不应陡于岩土稳定边 坡坡率。

9.9.9 路基边坡防护设计应结合边坡的岩土性质、地质构造、水文地质条件、气候环 境、边坡坡率与高度、水土保持、环境保护及景观要求等，选用适宜的防护措施。当 气候条件适宜时，宜采用植物防护或植物防护与工程防护相结合的措施。

9.9.10 路基排水与边坡防护工程设计，尚应符合《铁路路基设计规范》TB10001 的 相关规定。

9.10 接口工程

9.10.1 低置结构接口工程指在低置结构范围内各种附属构筑物（包括电缆槽、信号机 基础、通信天线基础、强电支架基础、接触轨、轨道、电缆过轨工程、线间排水沟及 集水井等）与路基填筑同时施工或后期开挖（切割）施工的各工程。

9.10.2 路基上的各种预埋设备及基础应与路基填筑系统设计、合理规划、分步实施， 避免因设备敷设开挖路基、破坏路基面排水系统、影响路基强度及稳定。

9.10.3 因接口工程引起的路基超挖，宜采用标号不低于C15混凝土回填。

9.10.4 接口工程位置、数量、施工精度、误差控制等应满足相关专业设计要求。

# 10 地下结构

## 10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于磁浮地下工程，含地下车站相邻的地下区间工程。

10.1.2 含地下车站的隧道宜修建两座单线隧道；受条件限制时可修建一座双线隧道。

1 两相邻矿山隧道（区间）的最小净距，应按围岩地质条件、隧道断面尺寸及施

工方法等因素确定。一般情况可采用表 10.1.2 的数值。

表 10.1.2 两相邻单线隧道间的最小净距（m）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 围岩级别 | Ⅰ | Ⅱ～Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ | Ⅵ |
| 净 距 | （1.5～2.0）*B* | （2.0～2.5）*B* | （2.5～3.0）*B* | （3.0～5.0）*B* | ＞5.0*B* |

注：B为隧道开挖断面的宽度（m）。

2 盾构法施工隧道的最小覆土厚度及平行隧道间的净距一般不宜小于隧道外轮廓直径。

3 软弱地层、不良地质地段等应对单线隧道和双线隧道方案进行技术、安全、经济等综合比较确定。

4 隧道（区间）宜设单面坡或人字坡，必须设置V字坡时，应设区间泵房以及进出口雨水泵房。

10.1.3 隧道的设计应以地质勘察资料为依据，应根据现行有关规定按不同设计阶段的任务和目的确定工程勘察的内容和范围，以及按不同施工方法对地质勘探的特殊要求，通过施工中对地层的观察和监测反馈进行验证。暗挖隧道结构的围岩分级应按现行行业标准《铁路隧道设计规范》TB 10003的有关规定执行。

10.1.4 隧道设计应以“结构为功能服务”为原则，根据施工方法、结构或构件类型、 使用条件及荷载特性等，选用与其特点相近的结构设计规范和设计方法。

10.1.5 隧道主体结构设计使用年限为100年，临时（临时围护）结构使用年限应不少于1年。建成的隧道应能适应运营的需要，方便养护作业，并具有必要的安全防护等设施。

10.1.6 隧道结构的净空尺寸应满足建筑限界、空气动力学效应、使用功能及施工工艺等要求，并考虑施工误差、结构变形和区域沉降等影响。

10.1.7 隧道结构设计应根据国家及地方有关规定及标准，结合隧道结构类型、所处地质环境和周边环境等，合理确定隧道结构设计所采用的抗震设防标准。结构设计时采取相应的构造处理措施，以提高结构的整体抗震能力。当隧道结构与其它结构合建时，应进行整体抗震检算。

10.1.8 防火应贯彻“以防为主，防消结合”的原则，健全防灾设施和消防系统，将灾害减少到最低程度。

10.1.9 隧道结构防水等级应满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的二级标准，区间设备用房应满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108的一级标准。

10.1.10 隧道结构应采取有效措施满足结构的抗浮要求。

10.1.11 地下结构应按行政主管部门批准的人防设防等级进行设计。

10.1.12 隧道（区间）辅助坑道的设置应考虑施工、防灾疏散、救援和缓解空气动力学效应等功能的要求综合确定，尽量永临结合。

10.1.13 隧道工程设计中应提出应对和减小风险的有效措施，应遵循“分阶段、分等级、分对象”的基本原则开展安全风险设计和风险管理工作。长隧道、特长隧道和地质条件复杂的隧道设计，应编制施工组织设计。高瓦斯隧道和瓦斯突出隧道应按《铁路隧道设计规范》TB 10003及相关规范、规程单独编制预防煤与瓦斯突出、探煤、掲煤、过煤的实施性施工组织设计。

10.1.14 隧道结构设计，应减少施工中和建成后对环境造成的不利影响，以及城市规划引起周围环境的改变对结构的作用；对分期建设的线路，应根据线网规划，合理确定节点结构形式及是否同步实施或预留远期实施条件。

10.1.15 地下工程设计必须考虑列车进入隧道诱发的空气动力学效应对行车、旅客舒适度和环境等方面的不利影响。隧道空气动力学效应应满足单线隧道瞬变压力应不大于0.8kPa/3s，双线隧道瞬变压力应不大于1.25kPa/3s的要求。

10.1.16 隧道工程应根据施工阶段监控量测和超前地质预报开展信息化动态设计。

10.1.17 地下车站及其相邻地下区间应一体化设计，防灾救援疏散应衔接顺畅。

10.1.18 隧道轨面以上净空横断面面积应具体研究，列车动态密封指数不小于6s的列车，隧道轨面以上净空横断面面积应满足《城际铁路设计规范》的要求；列车动态密封指数小于6s的列车应满足《城际铁路设计规范隧道断面研究》的要求。位于曲线上的隧道衬砌内轮廓应考虑曲线加宽，加宽办法应符合现行《铁路隧道设计规范》TB 10003的相关规定。

## 10.2 荷载

10.2.1 采用概率极限状态法设计时，结构的作用应根据不同的极限状态和设计状况进行组合；采用破损阶段法或容许应力法设计时，应按照可能最不利组合情况进行设计。作用（荷载）分类应符合表10.2.1的规定。

表 10.2.1 作用（荷载）分类

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 荷载分类 | 结构受力及影响因素 |
| 1 | 永久荷载 | 结构自重 |
| 2 | 地层压力 |
| 3 | 结构上部和破坏棱体范围的设施及建筑物压力 |
| 4 | 水压力及浮力 |
| 5 | 混凝土收缩和徐变的影响 |
| 6 | 预加应力 |
| 7 | 设备荷载 |
| 8 | 地基下沉影响 |
| 9 | 可变荷载 | 地面车辆荷载及其动力作用 |
| 10 | 地面车辆荷载引起的侧向土压力 |
| 11 | 列车活载及其动力作用 |
| 12 | 人群荷载 |
| 13 | 渡槽流水压力（设计渡槽明洞时） |
| 14 | 列车制动力 |
| 15 | 温度变化的影响（包含严寒及寒冷地区冻涨力） |
| 16 | 灌浆压力 |
| 17 | 施工荷载（施工阶段的某些外加力） |
| 18 | 偶然荷载 | 落石冲击力 |
| 19 | 地震力 |
| 20 | 人防荷载 |
| 21 | 沉船、抛锚或河道疏浚产生的撞击力等灾害性荷载 |

注：1 设计中要求考虑其它荷载，可根据其性质分别列入上述三类荷载中；

2 表中所列荷载本节未加说明者，可按国家有关规范或根据实际情况确定；

3 施工荷载包括：设备运输及吊装荷载，施工机具及人群荷载，施工堆载，相邻隧道施工的影响，盾构法或顶进法施工的千斤顶顶力及压浆荷载，沉管拖运、沉放和水力压接等荷载。

10.2.2 围岩（地层）压力应根据结构所处地形、水文地质、埋置深度、结构形式及其工作条件、施工方法及相邻隧道间距等因素，结合已有的试验、测试和研究资料确定。在施工中发现其与实际不符时，应及时修正，必要时应通过实地测量确定。

10.2.3 暗挖隧道围岩（地层）压力可根据围岩分级，按《铁路隧道设计规范》TB 10003中相关公式计算，明、盖挖法隧道结构宜按照全土柱重量计算。

10.2.4 隧道结构上的水压力应根据设防水位以及施工和使用阶段可能发生的地下水位最不利情况考虑其对结构的作用，埋深不大时使用阶段宜按静水压力考虑，埋深较大时且采取限量排放措施时应考虑水头折减，当采用排水型衬砌时，宜考虑一定的排水管堵塞引起的水压力荷载。

10.2.5 隧道下穿铁路、公路时，列车活载及其冲击力、制动力等应按国家现行《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002.1的规定进行计算，公路汽车活载应按国家现行《公路桥涵设计通用规范》JTG D60的规定计算。

10.2.6 冻胀力计算应视当地的自然条件、围岩冬季含冰量、衬砌防冻构造及排水条件等确定。当隧道所在区域最低月平均气温低于-15℃时，隧道结构设计应计入冻胀力。

10.2.7 隧道结构在规定需要考虑战时防护的部位，作用在结构上的等效荷载应按人防规范的有关规定计算。

10.2.8 混凝土收缩及徐变的影响可用降低温度的方法来计算。

10.2.9 应根据地下水位的情况，按照施工和使用两个阶段，按最不利地下水位计算浮力和水压力。

10.2.10 隧道结构温度变化影响应根据所处地区的气温条件、运营环境及施工条件确定。

## 10.3 工程材料

10.3.1 隧道结构的工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处环境等选用，并考虑可靠性、耐久性和经济性。主要受力结构应采用钢筋混凝土材料，必要时也可采用钢管混凝土结构、钢骨混凝土结构、型钢混凝土组合结构和金属结构。

10.3.2 混凝土结构的耐久性应根据结构的使用年限、结构所处的环境类别及作用等级进行设计。化学腐蚀环境下混凝土结构的耐久性设计，应控制混凝土遭受化学腐蚀性物质长期侵蚀引起的损伤。

10.3.3 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等应符合耐久性要求，满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的需要。一般环境条件下的混凝土设计强度等级不得低于表10.3.3-1～4的规定。

表 10.3.3-1 明挖法、盾构法隧道结构混凝土的最低设计强度等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 明挖法 | 整体式钢筋混凝土结构 | C35 |
| 装配式钢筋混凝土结构 | C35 |
| 作为永久结构的地下连续墙和灌注桩 | C35 |
| 盾构法 | 装配式钢筋混凝土管片 | C50 |
| 整体式钢筋混凝土衬砌 | C35 |

表 10.3.3-2 沉管法、顶管法隧道结构混凝土的最低设计强度等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 沉管法 | 钢筋混凝土结构 | C35 |
| 预应力混凝土结构 | C40 |
| 顶管法 | 钢筋混凝土结构 | C35 |

表 10.3.3-3 矿山法隧道结构混凝土的最低设计强度等级

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 材料种类  工程部位 | 混凝土 | 钢筋混凝土 | 喷锚支护 |
| 拱圈 | C30 | C35 | C25 |
| 边墙 | C30 | C35 | C25 |
| 仰拱 | C30 | C35 | C25 |
| 底板 | —— | C35 | —— |
| 仰拱填充 | C20 | —— | —— |

表 10.3.3-4 其他部位结构混凝土的最低设计强度等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料种类  工程部位 | 混凝土 | 钢筋混凝土 |
| 轨道梁 |  | C40 |
| 水沟、电缆槽 | C25 | C30 |
| 水沟、电缆槽盖板 | —— | C35 |

10.3.4 喷射混凝土应采用湿喷混凝土，注浆材料应采用对地下环境无污染以及后期收缩小的材料。

10.3.5 其它材料如锚杆、防水材料等应满足材料性能、环境作用及耐久性等要求。

10.3.6 钢筋混凝土管片间的连接紧固件的连接形式及其机械性能等级，应满足构造和结构受力要求，且表面应进行防腐蚀处理。

## 10.4 结构形式及衬砌

10.4.1 衬砌结构宜设计为闭合式，其设计参数应根据围岩级别、工程地质、水文地质、埋置深度、结构工作特点，结合施工条件等，通过工程类比、理论分析确定，必要时，还应经过试验论证。

10.4.2 矿山法施工的结构衬砌应符合下列规定：

1 矿山法隧道应优先采用复合式衬砌；在无水的Ⅰ～Ⅱ级围岩中的单线区间隧道和Ⅰ级围岩中的双线区间隧道，可采用单层整体现浇的混凝土衬砌或曲墙加底板的衬砌形式；在围岩完整、稳定、无地下水和不受冻害影响地段的非行车及乘客不使用的隧道，也可采用喷锚衬砌，喷锚衬砌的内部净空应满足后期施作结构的尺寸要求。

复合式衬砌初期支护及二次衬砌设计参数，应根据隧道围岩级别、岩体构造特征等采用工程类比、理论分析确定，并应根据现场围岩量测信息，对支护参数做必要的调整。土质隧道、浅埋隧道、设置大管棚地段隧道的拱部可不设置径向锚杆。

2 Ⅲ～Ⅵ级围岩中的区间隧道或相当断面尺寸的隧道，宜采用封闭的曲线形衬砌结构，衬砌断面周边外轮廓宜圆顺；在稳定围岩中或受其他条件限制时，也可采用直墙拱衬砌结构；特殊情况下也可采用矩形框架结构。

3 Ⅲ～Ⅵ级围岩中的车站隧道或断面尺寸接近的隧道，宜采用多跨结构形式，衬砌断面周边轮廓宜采用曲线形，并宜圆顺；在稳定围岩中或受其他条件限制时，可采用直墙拱衬砌结构；特殊情况下也可采用矩形框架结构。

4 Ⅲ～Ⅵ级围岩隧道衬砌宜设置仰拱，边墙与仰拱宜圆顺连接；仰拱与仰拱填充混凝土应分开施工。

5 隧道二次衬砌Ⅳ～Ⅵ级围岩地段宜采用钢筋混凝土；Ⅰ～Ⅲ级围岩地段宜采用素混凝土，并可掺加一定比例的纤维。

6 矿山法隧道衬砌采用拱墙加底板的形式时，底板厚度不应小于30cm，并应配置双层钢筋。

10.4.3 明挖法施工的结构衬砌应符合下列规定：

1 可采用框架结构或拱形结构衬砌。

2 围护结构的地下连续墙或灌注桩宜作为主体结构侧墙的一部分与内衬砌共同受力。墙体的结合方式可选用叠合式或复合式构造。

3 作为侧墙一部分利用的桩、墙，应计及在使用期内围护结构的材料劣化，内力向内衬转移的影响。

4 确能满足耐久性要求时，可将地下连续墙作为主体结构的单一侧墙。

10.4.4 盾构法施工的隧道衬砌应符合下列规定：

1 在满足工程使用、受力和防水要求的前提下，可采用装配式钢筋混凝土单层衬砌或在其内现浇钢筋混凝土内衬的双层衬砌。

2 在联络通道门洞区段的装配式衬砌，宜采用钢管片、铸铁管片或钢与钢筋混凝土的复合管片。

10.4.5 沉管隧道的衬砌应符合下列规定：

1 结构形式应根据隧道使用功能和工程条件等因素确定。水深小于35m的通行磁浮车辆和机动车的多车道隧道，宜采用普通钢筋混凝土或纵向施加预应力的钢筋混凝土矩形框架结构；水深大于45m的单、双线隧道，宜采用圆形单层或双层钢壳混凝土结构；水深介于35～45m之间时，应通过综合研究确定

2 管节长度应根据沉埋段的长度与管节制作、沉埋设备及航道等有关的施工条件和工期等因素确定，长度宜控制在100～130m。

10.4.6 不具备自流水条件或者水环境要求高的隧道结构宜采用防水型衬砌型式，但条件许可或排水量较小时，也可采用排水型衬砌型式。具备自流水条件或水环境要求低的隧道结构可采用排水型衬砌型式。沉管法隧道及盾构法隧道均应采用防水型衬砌型式。

10.4.7 防水型矿山法隧道应采用曲墙有仰拱的衬砌型式；排水型矿山法隧道Ⅲ～Ⅵ级围岩地段应采用曲墙有仰拱的衬砌型式，其余地段可采用曲墙加底板的衬砌型式。

## 10.5 结构设计

10.5.1 隧道结构设计，应根据沿线不同地段的工程地质和水文地质条件及城市总体规划要求，结合工期、周围地面既有建筑物、地下构筑物和管线及道路交通状况，通过对技术、经济、环境影响和使用效果等综合评价，合理选择施工方法和结构型式。在含水地层中，应采取可靠的地下水处理措施。

10.5.2 结构设计应符合下列规定：

1 地下结构设计应严格控制基坑开挖和隧道施工引起的地面沉降量，对由于土体位移可能引起的周围建构筑物和地下管线产生的危害应进行预测，依据不同建筑物按有关规范、规程的要求或通过计算确定其允许产生的沉降量和次应力，并提出安全、可靠、经济合理的技术措施。地面变形允许数值应根据现状评估结果，对照类似工程的实践经验确定。

2 地下结构应按施工阶段和正常使用阶段分别进行结构强度、刚度和稳定性计算。对于钢筋混凝土结构，尚应对使用阶段进行裂缝宽度验算；偶然荷载参与组合时，不验算结构的裂缝宽度。

3 普通钢筋混凝土结构的最大计算裂缝宽度允许值应根据结构类型、使用要求、所处环境和防水措施等因素确定。

4 处于一般环境中的结构，按荷载准永久组合并计及长期作用影响计算时，构件的最大计算裂缝宽度允许值，可按表10.5.2中的数值进行控制；处于冻融环境或侵蚀环境等不利条件下的结构，其最大计算裂缝宽度允许值应根据具体情况另行确定。

表10.5.2 钢筋混凝土构件的最大计算裂缝宽度允许值（mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 结构类型 | | 允许值(mm) |
| 盾构隧道管片 | | 0.2 |
| 其他结构 | 水中环境、土中缺氧环境 | 0.3 |
| 洞内干燥环境或洞内潮湿环境 | 0.3 |
| 干湿交替环境 | 0.2 |

注：1 当设计采用的最大裂缝宽度的计算式中保护层的实际厚度超过30mm时，可将保护层厚度的计算值

取为30mm；

2 厚度不小于300mm的钢筋混凝土结构可不计干湿交替作用；

3 洞内潮湿环境指环境相对湿度为45%～80%。

5 计算简图应符合结构的实际工作条件，反映围岩与结构的相互作用，并应符合下列规定：

1）采用双层衬砌时，应根据两层衬砌之间的构造型式和结合情况，选用与其传力特征相符的计算模型；

2）当受力过程中受力体系、荷载形式等有较大变化时，宜根据构件的施作顺序及受力条件，按结构的实际受载过程及结构体系变形的连续性进行结构分析。

6 结构设计应按最不利情况进行抗浮稳定性验算。抗浮安全系数当不计地层侧摩阻力时不应小于1.05；当计及地层侧摩阻力时，根据不同地区的地质和水文地质条件，可采用1.10～1.15的抗浮安全系数。

7 地下结构应进行横断面方向的受力计算，遇下列情况时，尚应进行纵向强度和变形计算：

1）覆土荷载沿其纵向有较大变化时；

2）结构直接承受建、构筑物等较大局部荷载时；

3）地基或基础有显著差异，沿纵向产生不均匀沉降时；

4）沉管隧道；

5）地震作用下的小曲线半径的隧道、刚度突变的结构和液化对稳定有影响的结构。

8 当温度变形缝的间距较大时，应计及温度变化和混凝土收缩对结构纵向的影响。

9 空间受力作用明显的区段，宜按空间结构进行分析。

10 装配式构件尺寸的确定应能使制作、吊装、运输以及施工安全和方便。接头设计应满足受力、防水和耐久性要求。

11 暗挖法施工的结构，应及时向其衬砌背后压注结硬性浆液。

12 矿山法施工的结构设计除应符合本规范外，尚应符合现行《铁路隧道设计规范》TB 10003的规定。

10.5.3 基坑工程设计应符合下列规定：

1 基坑工程设计应根据基坑安全等级、地面允许最大沉降量和围护结构的水平位移控制要求，选择可靠的支护形式、地下水处理方法和基坑保护措施等，并应进行抗滑移和抗倾覆的整体稳定性、基坑底部土体抗隆起和抗渗流稳定性以及抗坑底以下承压水的稳定性检算。

2 当有适用于基坑设计的地方标准时，应按当地的标准执行。

10.5.4 明挖法施工的结构设计应符合下列规定：

1 明挖法施工的结构宜按底板支承在弹性地基上的结构物计算，并计入立柱和楼板的压缩变形、斜托和支座宽度的影响。

2 明挖法施工的结构应根据工程地质、水文地质、埋深、施工方法等条件，进行抗浮、整体滑移及地基稳定性验算。

10.5.5 矿山法施工的结构设计应符合下列规定：

1 矿山法施工的结构设计，应以喷射混凝土、钢拱架（包括格栅钢架和型钢钢架）或锚杆为主要支护手段，根据围岩和环境条件、埋深和断面尺寸等，通过选择适宜的开挖方法、辅助措施、支护形式及与之相关的物理力学参数，达到保持围岩和支护的稳定、合理利用围岩自承载能力的目的。施工中，应通过对围岩和支护的动态监测，优化设计和施工参数。

2 矿山法施工的结构，在设计和施工阶段，应通过理论分析或工程类比对初期支护的稳定性进行判别。

3 复合式衬砌的初期支护（含围岩的支护作用）应按主要承载结构设计，承担施工期间的全部荷载，其设计参数可采用工程类比法确定，施工中应通过监控量测进行修正；浅埋、大跨度、围岩或环境条件复杂、形式特殊的结构，应通过理论计算进行检算；同时应符合下列规定：

1）岩石隧道应利用围岩的自承载能力；

2）土质隧道应采用较大的初期支护刚度，并注意及时施作二次衬砌。

4 复合式衬砌中的二次衬砌，应根据其施工时间、施工后荷载的变化情况、工程地质和水文地质条件、埋深和耐久性要求等因素，按下列原则设计：

1）土层中的浅埋结构及通过流变性或膨胀性围岩中的结构，初期支护应具有较大的刚度和强度，且宜提前施作二次衬砌，由初期支护和二次衬砌共同承受外部荷载；

2）应计及在长期使用过程中，外部荷载因初期支护材料性能退化和刚度下降向二次衬砌的转移；

3）作用在不排水型结构上的水压力由二次衬砌承担；

4）浅埋和Ⅴ～Ⅵ级围岩中的结构宜采用钢筋混凝土衬砌。

10.5.6 盾构法施工的隧道结构设计应符合下列规定：

1 装配式衬砌宜采用接头具有一定刚度的柔性结构，应限制荷载作用下变形和接头张开量，并应满足其受力和防水要求。

2 隧道结构的计算模型应根据地层特性、衬砌构造特点及施工工艺等确定，并应计入衬砌与围岩共同作用及装配式衬砌接头的影响。根据隧道结构和地层特点，可采用自由圆环法、修正惯用计算法和梁弹簧模型计算法等进行计算。

3 采用错缝拼装的衬砌结构宜计入环间剪力传递的影响。空间受力明显的联络通道区段，宜按空间结构进行计算。

4 装配式衬砌的构造应符合下列要求：

1）隧道衬砌可采用“标准环”或“通用环”管片形式，并宜采用错缝拼装方式。

2）隧道衬砌宜采用块与块、环与环间用螺栓连接的管片。

3）衬砌环宽可采用1000mm～1500mm。

4）衬砌厚度应根据隧道直径、埋深、工程地质及水文地质条件，使用阶段及施工阶段的荷载情况等确定。衬砌厚度宜为隧道外轮廓直径的0.040倍～0.060倍。

5）管片楔形量应根据线路最小曲线半径计算，并留有满足最小曲线半径段的纠偏等施工要求的余量。

6）衬砌环的分块，应根据管片制作、运输、盾构设备、施工方法和受力要求确定。单线区间隧道宜采用6块；双线区间隧道宜采用8块。

7）在管片手孔周围应设置加强筋。

8）在管片中心预留二次注浆孔，二次注浆孔周围应设置螺旋加强筋。

5 盾构隧道宜利用车站端头作为施工竖井，车站结构设计时应满足盾构始发或到达的受力要求，必要时盾构施工竖井也可在区间或在区间一侧设置。

6 盾构施工竖井的形式和大小应根据地质条件、盾构组装和拆卸要求和施工出碴进料等需求确定。

7 盾构进出洞口处，应设置洞口密封止水环，在管片与竖井井壁间应设置现浇钢筋混凝土环梁，在竖井井壁应预埋与后浇环梁连接的钢筋。

8 竖井结构设计应计及吊装盾构机的附加荷载，以及盾构出发时的反力对竖并内部构件或竖井壁的影响。

9 盾构竖井始发和到达端头的土体应进行加固，加固方法和加固参数应根据土质、地下水、盾构的形式、覆土、周围环境 等条件确定。

10.5.7 沉管法施工的隧道结构设计应符合下列规定：

1 沉管法施工的隧道应就其在预制、系泊、浮运、沉放、对接、基础处理等不同施工阶段和运营状态下可能出现的最不利荷载组合，并计及地基的不均匀性和基础处理的质量，分别对横断面和纵向的受力进行分析。纵向分析时应计及接头刚度的影响。

2 水压力应分别按正常情况下的高水位和低水位两种工况计算，并应用历史最高水位进行受力检算，在含泥砂量较高的河道中应计入水重度的增高。

3 沉管法施工的隧道抗浮稳定性应符合下列要求：

1）管节完成舾装后的干弦高度控制在100mm～250mm范围内；

2）在沉放、对接、基础处理等施工阶段的抗浮安全系数不应小于1.05；

3）运营阶段的抗浮安全系数不应小于1.10。

4 沉管隧道的沉降量应通过理论计算和基础沉降模拟试验的结果综合确定。

5 管节可采用柔性接头或刚性接头。接头应具备抵抗地基沉降及地震等作用产生的应力和变形的能力，刚性接头尚应计及混凝土干燥收缩和温度变化的影响，管节接头应满足水密性、可施工性和经济性等要求。其最终接头的位置，可选在水中或岸上。

6 基槽横断面应符合下列要求：

1）基槽宽度宜在管节最大外侧宽度的基础上，每侧预留1.0m～2.0m，采用水下喷砂基础处理方法时，应适当加大预留宽度；

2）基槽的深度应为沉管段的底面埋深加上基础处理所需的高度。基槽开挖的允许误差宜为±300mm；

3）基槽边坡率应通过稳定性计算确定，并应根据沉管隧道所处位置的潮汐、淤积和冲刷等水力因素进行修正。

7 沉管隧道应进行基础处理，并应根据场地的地质、水文情况、沉管隧道的断面形式、基槽开挖方法、施工设备和施工条件等，选择适宜的方法。一般地基的基础处理可采用先铺法或后填法来保证基底的平整；可能产生震陷的特别软弱地基上的沉管隧道宜采用桩基础。

8 沉管隧道的顶部应设防锚层，并用粗颗粒的不易液化和透水性好的材料进行回填。

10.5.8 隧道下穿建（构）筑物应制定合理的设计及施工方案，对无法拆除的建（构）筑物下穿前应进行评估，下穿后进行鉴定，并根据鉴定结果确定处理方案。

10.5.9 隧道施工、运营期间应制定合理的保护区域及保护措施，并应与规划建设管理部门做好沟通对接。

10.5.10 隧道设计应结合信息化、机械化施工的需要开展，将监控量测和超前地质预报纳入施工关键步骤。

## 10.6 构造要求

10.6.1 变形缝的设置应符合下列规定：

1 地下结构的变形缝可分为伸缩缝和沉降缝。

2 伸缩缝的形式和间距可根据结构特点、围岩条件、施工工艺、使用要求、内部结构与围护结构结合型式以及运营期间的内部温度变化等因素确定。

3 在区间隧道和车站结构中不宜设置沉降缝，当因结构、地基、基础或荷载发生变化，可能产生较大的差异沉降时，宜通过地基处理、结构措施或设置后浇带等方法控制沉降。

4 在车站结构与出入口通道、风道等附属结构的结合部宜设置变形缝。

5 应采取可靠措施，确保变形缝两边的结构不产生影响行车安全和正常使用的差异沉降。

10.6.2 现浇混凝土及钢筋混凝土结构横向分段浇注的施工缝位置及间距应结合结构形式、受力要求、施工方法、气象条件及变形缝的设置情况等因素，按类似工程的经验确定。

10.6.3 沉管隧道的管节应分段浇筑。

10.6.4 钢筋混凝土构件中最外侧钢筋的混凝土保护层厚度应根据结构类别、环境条件和耐久性要求等确定，并应符合现行《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005的规定，一般环境作用下钢筋混凝土构件最外侧钢筋最小保护层厚度应符合表10.6.4的规定。

表10.6.4 一般环境作用下钢筋混凝土构件最外侧钢筋最小保护层厚度（mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 结构  类别 | 地下连续墙 | 灌注桩 | 明挖结构 | | | | | 钢筋混凝土管片 | | 矿山法施工  的结构 | |
| 顶板 | | 楼板 | 底板 | | 初期支护或锚喷衬砌 | 二次  衬砌 |
| 外侧 | 内侧 | 外侧 | 内侧 | 外侧 | 内侧 |
| 保护层厚度 | 70 | 70 | 45 | 35 | 30 | 45 | 35 | 35 | 25 | 35 | 35 |

注：1 顶进法和沉管法施工的隧道钢筋的保护层厚度可采用明挖结构的数值；

2 矿山法施工的结构当二次衬砌的厚度大于500mm时，钢筋的保护厚度应采用40mm；

3 当地下连续墙与内衬组成叠合墙时，其内侧钢筋的保护层厚度可采用50mm。

10.6.5 明挖法施工的地下结构周边构件和中楼板每侧暴露面上分布钢筋的配筋率不宜低于0.2%，同时分布钢筋的间距也不宜大于150mm。当混凝土标号大于C60时，分布钢筋的最小配筋率宜增加0.1%。

10.6.6 后砌的内部承重墙和隔墙等应与主体结构可靠连接。临轨行区侧隔墙应采用钢筋混凝土结构。

10.6.7 矿山法施工的隧道结构，其构造要求还应满足现行《铁路隧道设计规范》TB 10003的相关规定。

## 10.7 区间隧道结构防水

10.7.1 隧道防排水应符合下列规定：

1 隧道防排水设计方案应根据气候条件、工程地质和水文地质状况、结构特点、施工方法、使用要求等因素综合确定，以保证结构的安全、耐久性和使用要求，同时 应考虑对地下水资源的保护。

2 防水型隧道防水应遵循“以防为主、刚柔结合、因地制宜、综合治理”的原则，采取与其相适应的防水措施。

3 排水型隧道防排水应采取“防、堵、截、排，因地制宜，综合治理”的原则。

4 应充分考虑地表水、地下水、毛细管水等的作用，或人为因素引起的附近水文地质改变的影响，特别是市政上下水管线渗漏对隧道工程的影响。

10.7.2 混凝土结构自防水应符合下列规定：

1 隧道结构宜采用高性能防水混凝土，充分利用混凝土结构自防水能力，其抗渗等级应根据需要和埋置深度进行确定，盾构管片的抗渗等级不得小于P10，其他结构形式防水混凝土抗渗等级不得小于P8。

2 防水混凝土结构厚度不应小于300mm；防水混凝土结构最大裂缝宽度，钢筋保护层最小厚度应符合国家相关规范。

10.7.3 隧道结构应设置附加防水层，附加防水层宜采用柔性防水材料，并应设在围护结构（或初期支护）和主体结构之间。防水层的种类和敷设方式应根据环境条件、结构形式、工程防水等级、施工方法等确定。防水层材料的物理力学性质指标及耐久性应满足国家有关标准的要求。

放坡开挖或复合墙明挖结构应在主体结构迎水面设置柔性全外包防水层，柔性防水层宜选用不易窜水的防水材料，并设置保护层。

10.7.4 隧道结构施工缝防水措施不应少于2种，后浇带和变形缝部位不应少于3种，变形缝处采取的防水措施应能满足接缝两端结构产生的差异沉降及纵向伸缩时的密封防水。

10.7.5 排水型隧道水沟断面应根据水量大小确定，水沟的设置应考虑清理和检查要求。排水型隧道内宜设置双侧水沟，双线隧道可加设中心水沟，中心排水沟宜与双侧排水沟相连通。干燥无水或排放量很小、地下水环境不会发生变化的短隧道及防水型隧道，可不设中心水沟。中心水沟宜采用盖板沟形式，若采用暗埋中心沟，应设置间距不大于50m的检查井。其盖板面宜与隧底填充面齐平。

10.7.6 排水型隧道衬砌背后，拱墙部位应设置防水板以及环、纵向排水盲管，环、纵向排水盲管应直接引水入侧沟，排水盲管纵向间距不宜大于10m，侧沟与中心沟应设置排水盲管，间距不大于20m，环向盲管直径不宜小于50mm，纵向盲管直径不宜小于100mm。

10.7.7 盾构法施工的隧道，管片至少应设置一道密封垫沟槽。接缝密封垫宜选择具有良好弹性或遇水膨胀性、耐久性、耐水性的橡胶类材料，其外形应与沟槽相匹配。管片接缝密封垫应能被完全压入密封垫沟槽内，密封垫沟槽的截面积应为密封垫截面积的1.05～1.15倍。

10.7.8 不能自然排水的隧道应设置集水池及机械排水设施，机械排水设施的排水能力应满足设计排水量要求，并配置备用泵。排水设施应配有控制、监控系统。集水池宜与正洞隔离，机械排水系统应设检修通道。当隧道洞口位于凹形纵坡时，应在隧道内靠近洞口位置设置横向截水沟，并引入洞口雨水泵房。在凹形纵坡坡底应设置废水泵房。

10.7.9 洞外排水设施应满足以下要求：

1 应避开不良、不稳定地质体，以较短途径引排到自然稳定的沟谷中；经路堑侧沟、涵洞排放时，应无缝顺接，并保证过水能力满足要求，防止雍水。

2 对洞口范围存在的威胁施工及运营安全的地表径流、坑洞、漏斗、陷穴、裂缝 等，应采取封闭、引排、截流等工程措施消除安全隐患。

3 隧道外部的地表水丰富时，应有良好的地表和洞顶排水系统。地表沟谷、坑洼积水、鱼塘及居民储水井的渗水对隧道有影响时，宜采用疏导、铺砌、填平或堵漏等 措施，防止洞外地表水渗流到隧道内。

10.7.10 新材料、新技术、新工艺的使用，应经过试验、检测和鉴定并经工程应用实际效果为依据确定，并应根据物理力学性能结合施工工艺等因素确定其厚度。

# 11.车站高架结构

## 11.1 一般规定

11.1.1 本章适用于高架车站及地面车站结构设计。

11.1.2 车站结构设计应以“结构为功能服务”为原则，满足城市规划、行车运营、环境保护、抗震、防水、防火、防护、防腐蚀及施工等要求，并应做到结构安全、耐久、技术先进、经济合理。

11.1.3 车站结构设计应根据车站所在地段的建设条件，通过技术、经济、工期、环境影响和使用效果等综合研究，在确保工程建设安全、可靠的条件下，合理选择结构型式和施工方法。

11.1.4 车站结构设计应减少施工和运营对环境造成的不利影响，并考虑城市规划和周围环境变化对车站结构的作用。

11.1.5 车站结构的净空尺寸应满足建筑限界、施工工艺及其它使用要求，并应考虑结构变形、施工误差、测量误差及后期沉降的影响。

11.1.6 “桥-建”合一高架车站主体结构的设计使用年限应为100年；“桥-建”分离高架车站和地面车站主体结构的设计使用年限可为50年。车站结构应根据环境类别，按主体结构设计使用年限的要求进行耐久性设计。

11.1.7 车站结构构件安全等级应根据《工程结构可靠度设计统一标准》GB 50153、《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068进行确定，且结构安全等级不宜低于二级。

11.1.8 车站结构的抗震设计应符合《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909的相关规定。“桥-建”合一高架车站主体结构抗震设防类别应为重点设防类。

11.1.9 车站结构处于恶劣环境下易受腐蚀或长期承受交变荷载作用的重要构件或关键节点，宜开展结构健康监测。

11.1.10 车站结构设计除应遵守本规范的规定外，尚应符合《地铁设计规范》GB 50157等国家有关标准和规范的规定。

## 11.2 荷载

11.2.1 作用在结构上的荷载，可按表11.2.1进行分类。荷载取值时，应根据国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009等有关规定，并应考虑施工和使用年限内可能发生的变化，按可能出现的最不利组合情况进行设计计算。

表11.2.1 荷 载 分 类 表

|  |  |
| --- | --- |
| 荷载分类 | 荷载名称 |
| 永久荷载 | 结构自重  附属设备和附属建筑自重  土压力、结构上部和破坏棱体范围内的设施及建筑物压力  水压力及浮力  混凝土收缩及徐变影响  预加应力 |
| 可变荷载 | 地面车辆荷载及其动力作用  地面车辆荷载引起的侧向土压力  磁浮列车荷载及其动力作用  人群荷载  风、雪荷载  楼面、屋面活载  温度变化影响 |
| 偶然荷载 | 地震作用  撞击力 |

注：1 高架车站中轨道梁及其支承结构的荷载分类与组合应与本规范中区间桥梁相同。

2 设计中要求计入的其他荷载，可根据其性质分别列入上述三类荷载中。

3 本表中所列荷载未加说明时，可按国家现行有关标准或根据实际情况确定。

11.2.2 磁浮列车荷载及其动力作用的确定与本规范中区间桥梁相同。

11.2.3 体型复杂的大型地面、高架站房结构宜由风洞试验确定设计风荷载，站房轻型金属围护结构宜进行抗风揭试验。

11.2.4 车站站台和站厅公共区楼板、楼梯、通道、出入口等部位的人群均布荷载的标准值应采用3.5kN/m2。

11.2.5 设备用房楼板的计算荷载应根据设备重量、安装运输要求、检修和正常使用的实际情况（包括动力效应）确定，其标准值不得小于8.0kN/m2。其它用房的计算荷载标准值应按国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的有关规定确定。车站结构设计应考虑电梯、扶梯等设备重量、安装、检修和正常使用的影响

## 11.3 工程材料

11.3.1 车站结构的工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处环境，以及结合其可靠性、耐久性和经济性选用。主要受力结构一般采用钢筋混凝土结构，必要时也可采用预应力钢筋混凝土、钢管混凝土结构、钢骨混凝土结构、型钢混凝土组合结构和金属结构等。

11.3.2 混凝土结构应根据结构设计使用年限、环境类别及作用等级进行耐久性设计，耐久性设计应包括以下内容：

1 确定结构所处的环境类别、作用等级；

2 提出对混凝土材料的耐久性基本要求；

3 确定构件中钢筋的混凝土保护层厚度；

4 不同环境条件下的耐久性技术措施；

5 提出结构使用阶段的监测与维护要求。

11.3.3 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等应符合耐久性要求，满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的需要。且应符合下列规定：

1 车站主体结构的混凝土强度等级不应低于C30；

3 车站主体结构的预应力混凝土强度等级不应低于C40。

11.3.4 混凝土结构的钢筋应按下列规定选用：

1 梁、柱纵向受力普通钢筋应采用HRB400、HRB500、HRBF400、HRBF500钢筋，其他纵向受力普通钢筋也可采用HPB300、RRB400钢筋；

2 箍筋宜采用HRB400、HRBF400、HPB300、HRB500、HRBF500钢筋；

3 预应力筋宜采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

11.3.5 钢结构钢材牌号和材性的选用应根据结构的重要性、荷载特性、结构型式、应力状态、连接方法、钢材厚度和工作环境等因素综合考虑。钢材宜选用Q235钢、Q345钢、Q390钢和Q420钢，其质量应符合国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591及其他相关标准的规定。

## 11.4 车站结构设计

11.4.1 高架车站中，当轨道梁桥与车站结构完全分开布置，形成“桥-建”分离结构体系时，轨道梁桥的结构设计应与区间桥梁相同；与轨道梁桥分离的车站结构设计应按现行建筑结构设计规范进行。

11.4.2 高架车站中，当轨道梁支承或刚接于车站结构、站台梁等车站结构构件支承或刚接于轨道梁桥上，形成“桥-建”合一结构体系时，轨道梁及其支承结构的结构设计应同时满足本规范区间桥梁及现行建筑结构设计规范相关规定。其余构件的结构设计应按建筑结构设计规范进行。

11.4.3 车站结构体系宜采用钢筋混凝土框架结构，框架宜采用两跨及多跨结构型式，亦可采用双柱（墩）单跨双悬挑结构型式，不宜采用单柱（墩）双悬挑结构型式。

11.4.4 “桥-建”分离高架车站、地面车站结构可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的有关规定进行抗震设计及设防。

11.4.5 “桥-建”合一高架车站结构可按现行国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909、《铁路工程抗震设计规范》GB 50111的相关要求进行抗震设计及设防。双柱（墩）的高架车站结构，应进行基于性能的抗震设计。

11.4.6 双悬挑“桥-建”合一结构体系，在恒载、列车荷载、人群荷载、预应力效应及风荷载最不利组合下，悬臂端计算挠度的限值应为L0/600，L0为悬臂构件的计算跨度。结构整体振动竖向质量参与系数最大的自振频率不宜小于10Hz。

11.4.7 “桥-建”合一结构体系的车站结构宜进行振动舒适性分析。

## 11.5 构造要求

11.5.1 车站高架结构中轨道梁及其支承结构的构造要求应与区间桥梁相同，其他构件的构造要求应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和有关建筑结构设计标准的规定设计。

11.5.2 位于道路中央的车站高架结构，临近道路侧柱墩应设置防撞措施。

# 12 车站建筑

## 12.1一般规定

12.1.1 车站选址及设计宜考虑多种交通形式的换乘，充分考虑磁浮车站与公共交通、地铁、有轨电车、停车设施等接驳条件。

12.1.2 车站选址应避开易发生地质灾害的区域；站址与有害物品、危险品等污染源的防护距离，应符合有关标准的规定。

12.1.3 车站建筑的总体布局应与城市规划、城市综合交通规划、环境保护和城市景观相协调，并处理好与地面建筑、城市道路、地下管线、地下构筑物及施工时交通组织之间的关系，集约利用土地资源。地面车站有条件情况下，应与地面物业开发结合考虑，同时，地面、高架车站与周边建筑之间还应充分考虑日照要求。

12.1.4 车站建设应考虑在建筑的全寿命周期内，最大限度地节约资源、保护环境和减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间。

12.1.5 车站设计必须满足客流需求，并应保证乘降安全、疏导迅速、布置紧凑、便于管理，同时应具有良好的通风、照明、卫生和防灾等设施。

12.1.6 中低速磁浮交通各线路之间及与其它轨道交通线路的换乘站，换乘设施的通过能力应满足预测的远期换乘客流量的需要。车站不能同步实施时，应预留接口。

12.1.7 车站的站厅、站台、出入口通道、楼梯、自动扶梯和售检票口(机)等部位的通过能力，应按该站超高峰设计客流量确定；出入口通道、楼梯、自动扶梯的通过能力应按本规范第28.2.11条的要求进行校核。超高峰设计客流量应为该站预测远期高峰小时客流量或客流控制期高峰小时客流量乘以1.1～1.4超高峰系数。

12.1.8 车站设计应满足系统功能要求，合理布置设备与管理用房，并宜采用标准化、模块化、集约化设计。

## 12.2车站总体布置

12.2.1 车站总体布置应根据线路特征、运营要求、地上和地下周边环境等条件确定。站台可选用岛式、侧式或岛侧混合式等形式。

12.2.2 车站竖向布置应根据线路敷设方式、周边环境及城市景观等因素，可选取地下、地面、高架多层等形式。地下车站埋设宜浅，高架车站层数宜少，有条件的地面或高架车站宜将站厅及设备、管理用房设于地面。

12.2.3 换乘车站应根据中低速磁浮交通线网规划、线路敷设方式、周边环境、换乘量等因素，可选取同车站平行换乘、同站台平面换乘、站台上下平行换乘、站台间的“十”字形、“T”形、“L”形或“H”形等换乘及通道换乘形式，且应该在付费区内换乘。

12.2.4 车站出入口与风亭的位置，应根据周边的环境及城市规划要求进行布置。出入口位置应有利于吸引和疏散客流；风亭位置在满足功能要求的前提下，还应满足规划、环保、消防和城市景观的要求。

12.2.5 车站出入口附近宜考虑停车场地与设施，有条件的应预留发展空间。

12.2.6 车站布局应考虑紧急事态时人员和车辆从场地和建筑中安全撤离的要求。

12.2.7 场地设计高程应与城市道路合理衔接，有洪水泛滥威胁的场地，场地设计标高应高于洪水设计标高0.5m～1.0m。

## 12.3车站平面

12.3.1 站台计算长度应满足远期列车最大编组数的有效长度与停车误差的要求，并应考虑列车司机瞭望功能。

12.3.2 站台宽度应按下列公式计算，且应符合表12.3.15-1的规定:

岛式站台宽度：

(12.3.2-1)

 (12.3.2-2)

 (12.3.2-3)

 (12.3.2-4)

式中: ——侧站台宽度(m)，公式((12. 3. 2-1)和公式(12. 3. 2-2 )中b，应取公式(12. 3. 2-3 )和公式((12. 3. 2-4 )计算结果的较大值；

——横向柱数；

——纵梁宽度(含装饰层厚度)(m)；

——每组楼梯与自动扶梯宽度之和(含与纵梁间所留空隙)(m)；

——远期或客流控制期每列车超高峰小时单侧上车设计客流量(人)；

——远期或客流控制期每列车超高峰小时单侧上、下车设计客流量(人)；

β——站台上人流密度，取0.33㎡/人一0.75㎡/人；

L——站台计算长度(m) ；

M——站台边缘至站台门立柱内侧距离，无站台门时，取 0 (m)；

ba——站台安全防护带宽度，取0.4，采用站台门时用M替代ba值（m）。

12.3.3 设置在站台层两端的设备与管理用房，必要时可伸入站台计算长度内，但伸入长度不应超过一节车辆的长度，与梯口或通道口的距离不应小于8m，侵入处侧站台的计算宽度应符合表12.3.15-1的规定。

12.3.4 站台上的楼梯和自动扶梯宜纵向均匀设置，同时应满足站台计算长度内任一点距最近疏散出口距离不大于50m。

12.3.5 当不设站台门时，距站台边缘400mm应设安全防护带，并应于安全带内侧设不小于80mm宽的纵向醒目的安全线。安全防护带范围内应设防滑地面。

12.3.6 售票机前应留有购票乘客的聚集空间，聚集空间不应侵人人流通行区。出站检票口与出入口通道边缘的间距不宜小于5m，与楼梯的距离不宜小于5m，与自动扶梯基点的距离不宜小于8m.进站检票口与楼梯口的距离不宜小于4m，与自动扶梯基点的距离不宜小于7m。

12.3.7 地下车站的设备与管理用房布置应紧凑合理，主要管理用房应集中布置。

12.3.8 在站台计算长度内外的车站结构立柱、墙等与站台边缘的距离，必须满足限界要求。

12.3.9 付费区与非付费区的分隔宜采用不低于1. 1m的可透视隔断，并应设置向疏散方向开启的平开隔断门。

12.3.10 车站设备夹层、管线铺设通道等设备区应考虑设置检修出入口。

12.3.11 车站设备区当与磁浮线路相邻布置时，将设备区（含检修通道）与轨行区采用物理隔断互相隔离。

12.3.12 车站给排水管应避免（严禁）穿越强弱电设备用房。

12.3.13 车站楼面、屋顶检修孔设置应隐蔽、便于使用与管理。

12.3.14 车站各部位的最大通过能力宜符合表12.3.14的规定。

表12.3.14 车站各部位的最大通过能力

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 部位名称 | | | 最大通过能力（人次/h） |
| 1m宽楼梯 | 下行 | | 4200 |
| 上行 | | 3700 |
| 双向混行 | | 3200 |
| 1m宽通道 | 单向 | | 5000 |
| 双向混行 | | 4000 |
| 1m宽自动扶梯 | 输送速度0.5m/s | | 6720 |
| 输送速度0.65m/s | | 不大于8190 |
| 0.65m宽自动扶梯 | 输送速度0.5m/s | | 4320 |
| 输送速度0.65m/s | | 5265 |
| 人工售票口 | | | 1200 |
| 自动售票机 | | | 300 |
| 人工检票口 | | | 2600 |
| 自动检票机 | 三杆式 | 非接触IC卡 | 1200 |
| 门扉式 | 非接触IC卡 | 1800 |
| 双向门扉式 | 非接触IC卡 | 1500 |

注:自动售票机最大通过能力根据采用设备实测确定。

12.3.15车站各部位的最小宽度和最小高度，应符合表12.3.15-1、表12.3.15-2的规定。

表12.3.15-1 车站各部位的最小宽度（m）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | | 最小宽度 |
| 岛式站台 | | 8.0 |
| 岛式站台的侧站台 | | 2.5 |
| 侧式站台（长向范围内设梯）的侧站台 | | 2.5 |
| 侧式站台（垂直于侧站台开通道口设梯）的侧站台 | | 3.5 |
| 站台计算长度不超过100m且楼、扶梯不伸入站台计算长度 | 岛式站台 | 6.0 |
| 侧式站台 | 4.0 |
| 通道或天桥 | | 2.4 |
| 单向楼梯 | | 1.8 |
| 双向楼梯 | | 2.4 |
| 与上下均设自动扶梯并列设置的楼梯（困难情况下） | | 1.2 |
| 消防专用楼梯 | | 1.2 |
| 站台至轨道区的工作梯（兼疏散梯） | | 1.1 |

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 最小高度 |
| 地下站厅公共区（地面装修层面至吊顶面） | 3 |
| 高架车站站厅公共区（地面装修层面至梁底面） | 2.6 |
| 地下车站站台公共区（地面装修层面至吊顶面） | 3 |
| 地面、高架车站站台公共区（地面装修层面至风雨棚底面） | 2.6 |
| 站台、站厅管理用房（地面装修层面至吊顶面） | 2.4 |
| 通道或天桥(地面装修层面至吊顶面) | 2.4 |
| 公共区楼梯和自动扶梯(踏步面沿口至吊顶面) | 2.3 |

表12.3.15-2 车站各部位的最小高度（m）

12.3.16 站房屋面设计应合理选用暴雨设计重现期、暴雨强度等参数，当采用金属屋面时应根据相关标准的要求设置溢流设施。

12.3.17 站房、雨棚、天桥位于线路上方的构件应形式简洁、连接固定安全可靠，防止坠落。

站房、雨棚、天桥应考虑设置屋面、外墙等部位的检修维护设施。

12.3.19 对于风敏感的或跨度大于36m的柔性屋盖结构，应考虑风压脉动对结构产生风振的影响。屋盖结构的风振响应，宜依据风洞试验结果按随机振动理论计算确定。

## 12.4车站环境设计

12.4.1 车站建筑设计应简洁、明快，充分体现结构空间形态。地面、高架车站设计应因地制宜，宜减小体量，并具有良好的通透性。

12.4.2 车站应满足采光、通风和卫生要求，其外窗窗地面积比应符合现行国家标准《建筑采光设计标准》GB/T 50033 的规定。可开启面积应符合《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关规定。

12.4.3 装修应采用防火、防潮、防腐、耐久、易清洁的材料，同时应便于施工与维修，并宜兼顾吸声要求。地面材料应防滑、耐磨。所有装修、广告灯箱、休息椅、售检票机等固定服务设施材料的火灾燃烧性能等级应满足《建筑内部装修设计防火规范》（GB50222-2001)相关要求。

12.4.4 照明灯具应采用节能、耐久灯具，并宜采用有罩明露式。敞开式风雨棚的地面、高架站的灯具应能防风、防水、防尘。

12.4.5 车站内应设置明确、清晰、醒目的静态标识。与地铁、国铁、机场等换乘的车站，其静态标识系统样式、色彩应考虑统一性与连贯性。公共区内广告牌、通信视频设施等位置、色彩不得干扰导向、事故疏散、服务乘客的标志。

12.4.6 设置站台门的车站，其屏蔽门应满足建筑保温节能相关规范要求。

12.4.7 地面、高架车站应采取噪声、振动的综合防治措施。当采用声屏障时，宜同时满足功能和城市景观的要求。

12.4.8 站台、站厅、售票等旅客使用和站务管理用房区域的地面应采取防滑措施。

## 12.5车站出入口

12.5.1 车站出入口的数量，应根据吸引与疏散客流的要求设置；每个公共区直通地面的出人口数量不得少于两个。车站每个出人口宽度应按远期或客流控制期分向设计客流量乘以1. 1～1. 25不均匀系数计算确定。

12.5.2 车站出入口布置应与主客流的方向相一致，且宜与过街天桥、过街地道、地下街、邻近公共建筑物、换乘车站的主要人流通道相结合或连通，统一规划，可同步或分期实施，并应采取夜间停运时的隔断措施。

12.5.3 设于道路两侧的出入口，与道路红线的间距，应按当地规划部门要求确定。当出入口朝向城市主干道时，应有一定面积的集散场地。

12.5.4 地下车站出入口、消防专用出入口和无障碍电梯的地面标高应满足室外地面（高出室外地面300mm~450mm），并应满足当地防淹要求，当无法满足时，应设防淹设施。

12.5.5 地下车站地面出入口的建筑形式，应根据所处的具体位置和周边规划要求确定。地面出入口可为合建式或独立式，并宜采用与地面建筑合建式。

12.5.6 地下出入口通道应力求短、直，通道的弯折不宜超过三处，弯折角度不宜小于90°。地下出人口通道长度不宜超过100m,当超过时应采取能满足消防疏散要求的措施。

## 12.6风井与冷却塔

12.6.1 地下车站应按通风、空调工艺要求设置进风亭、排风亭和活塞风亭。在满足功能的前提下，根据地面建筑的现状或规划要求，风亭可集中或分散布置，风亭宜与地面建筑结合设置，但被结合建筑应满足风亭的技术要求。

12.6.2 当采用侧面开设风口的风亭时，应符合下列规定:

1. 进风、排风、活塞风口部之间的水平净距不应小于5m,且进风与排风、进风与活塞风口部应错开方向布置或排风、活塞风口部高于进风口部5m；当风亭口部方向无法错开且高度相同时，风亭口部之间的距离应符合本规范11. 6. 3条第1、2款的规定；
2. 风亭口部5m范围内不应有阻挡通风气流的障碍物；
3. 风亭口部底边缘距地面的高度应满足防淹要求；当风亭设于路边时，其高度不应小于2m；当风亭设于绿地内时，其高度不应小于1m。

12.6.3 当采用顶面开设风口的风亭时，应符合下列规定:

1. 进风与排风、进风与活塞风亭口部之间的水平净距不应小于10m；
2. 活塞风亭口部之间、活塞风亭与排风亭口部之间水平净距不应小于5m；
3. 风亭四周应有宽度不小于3m宽的绿篱，风口最低高度应满足防淹要求，且不应小于lm；
4. 风亭开口处应有安全防护装置，风井底部应有排水设施。

12.6.4 当风亭在事故工况下用于排烟时，排烟风亭口部与进风亭口部、出入口口部的直线距离宜大于lOm；当直线距离不足lOm时，排烟风亭口部宜高于进风亭口部、出入口口部5m。

12.6.5 风亭口部与其他建筑物口部之间的距离应满足防火及环保要求。

12.6.6地下车站设在地上的冷却塔，其造型、色彩、位置应符合城市规划、景观及环保要求。

12.6.7 对于有特殊要求的地段，冷却塔可采用下沉式或全地下式，但应满足工艺要求。

## 12.7人行楼梯、自动扶梯、电梯、屏蔽门

12.7.1 乘客使用的人行楼梯宜采用26°34′倾角，楼梯踏步高度不应大于160mm，宽度不应小于280mm。当宽度大于3.6m时，应设置中间扶手。每个梯段不超过18步，且不应少于3级。休息平台长度宜为1.2～1.8m。

12.7.2 车站出入口的架空高度超过6m时，应设上行自动扶梯；超过12m时，上下行均应设自动扶梯。站厅与站台间应设上行自动扶梯，高差超过6m时，上下行均应设自动扶梯。分期建设的自动扶梯应预留位置。

12.7.3 自动扶梯扶手带外缘与平行墙装饰面或楼板开口边缘装饰面的水平距离，不得小于80rnm，相邻交叉或平行设置的两梯(道)之间扶手带的外缘水平距离，不应小于160mm。当扶手带外缘与任何障碍物的距离小于400～时，则应设置防碰撞安全装置。

12.7.4 两台相对布置的自动扶梯工作点间距不得小于16m，自动扶梯工作点至前面影响通行的障碍物间距不得小于8m；自动扶梯与人行楼梯相对布置时，自动扶梯工作点至楼梯第一级踏步的间距不得小于12m。

12.7.5 车站主要管理区的站厅与站台层间应设人行内部楼梯。

12.7.6 屏蔽门应相对于站台计算长度中心线对称纵向布置，滑动门、安全门设置应与列车门一一对应。首末两节车辆驾驶室门不应包在屏蔽门、安全门长度范围内。滑动门的开启净宽度不小于车辆门宽度加停车误差，其净高度不小于2m。

12.7.7 对于呈坡度的站台，屏蔽门的设置应以同坡度垂直于站台面。安装屏蔽门的地面在站台全长上的平整度误差应不大于15mm。

12.7.8 设置屏蔽门、安全门车站的站台端部，应设向站台内侧开启的端门，供司机、站台工作人员及区间事故疏散人员用。沿站台长度方向应设内侧开启的应急门，为特殊情况下乘客疏散用，站台每一侧应急门数量为远期列车编组数，应急门开启时应能满足人员疏散通行要求。

12.7.9 站台门应设置安全标志和使用标志。

## 12.8车站无障碍设施

12.8.1 地铁车站为乘客服务的各类设施，均应满足无障碍通行要求，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB60763的有关规定。

12.8.2 车站应设置无障碍电梯。

12.8.3 无障碍电梯宜设于付费区内，检票口应满足无障碍通行需要。

12.8.4 无障碍电梯门前等候区深度不宜小于1. 8m，当条件困难时等候区梯门可正对轨道区，但门前等候区不得侵占站台计算长度内的侧站台宽度。

12.8.5 无障碍电梯井出地面部分应采取防淹措施。电梯平台与室外地面高差处应设置坡道，并应符合现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763的有关规定。

12.8.6 车站内设置的无障碍通道应与城市无障碍通道衔接。

12.8.7 车站内应设置无障碍厕所。

12.8.8 车站人行流线中应考虑无障碍流线的连续性。

# 13 通风、空调与采暖

## 13.1 一般规定

13.1.1 中速短定子磁浮交通的内部空气环境范围应包括车站站厅、站台、出入口通道、车站内的设备及管理用房、区间隧道和其他辅助建筑等。

13.1.2 中速短定子磁浮交通的通风与空调系统应具有下列功能：

1　当列车在正常运行时，应保证中速短定子磁浮交通内部空气环境在规定标准范围内；

2　当列车阻塞在区间隧道内时，应保证阻塞处的有效通风；

3　当列车在区间隧道内发生火灾时，应具备防灾排烟、通风功能；

4　当车站内发生火灾时，应具备防灾排烟、通风功能。

13.1.3 中速短定子磁浮交通的通风与空调系统应符合下列规定：

1　中速短定子磁浮交通的通风与空调系统分为通风系统（含活塞风）和空调系统两种系统方式；

1. 中速短定子磁浮交通的通风与空调系统宜优先采用通风系统方式（含活塞风）；
2. 地下区间，在夏季当地最热月的平均温度超过25℃，且高峰时间内每小时的行车对数和每列车车辆数的乘积大于180时，可采用空调系统；
3. 地下区间，在夏季当地最热月的平均温度超过25℃，全年平均温度超过15℃，且高峰时间内每小时的行车对数和每列车车辆数的乘积大于120时，可采用空调系统。

13.1.4 中速短定子磁浮交通的通风与空调系统应按预测的最大客流量和最大通过能力设计，但设备应按近期和远期配置，分期实施。

13.1.5 中速短定子磁浮交通的通风与空调系统设计和设备配置应采取节能措施，充分利用自然冷、热源。

13.1.6 中速短定子磁浮交通的通风与空调系统应采用有效措施，保证通风与空调系统某一局部失效时，系统的整体功能维持在适宜的水平。

13.1.7 中速短定子磁浮交通的通风与空调系统的设备、管道及配件的布置应为安装、操作、测试、调试和维修预留空间位置。轨道上方不宜设置暖通、排烟系统设备。

13.1.8 通风与空调系统的管材及保温材料、消声材料应采用不燃材料，当局部部位采用不燃材料有困难时，可以采用难燃材料。管材及保温材料应具有防潮、防腐、防蛀、耐老化和无毒性能。

13.1.9 采用热水或蒸汽采暖系统时，应根据不同情况，设置排气、泄水、排污和疏水装置。

13.1.10 其他辅助建筑参照《采暖通风与空气调节设计规范》（GB 50019）的规定执行。

## 13.2 设计标准

13.2.1 车站公共区的设计标准应符合下列规定：

1　室外空气计算参数：

（1）地面和高架车站，通风、空调与采暖室外空气计算温度、相对湿度应采用现行地面建筑设计标准；

（2）地下车站，夏季空调室外空气计算干球温度采用近20年轨道交通晚高峰时平均每年不保证30h的干球温度；

（3）地下车站，夏季空调室外空气计算湿球温度采用近20年轨道交通晚高峰时平均每年不保证30h的湿球温度；

（4）地下车站，夏季通风室外计算温度应采用历年最热月14时的月平均温度的平均值；

（5）冬季通风室外计算温度应采用历年最冷月月平均温度的平均值。

2　室内空气计算参数：

（1）地面和高架车站，当站厅采用通风时，站厅内的夏季计算温度不应超过室外计算温度3℃，但最高不应超过35℃；

（2）地面和高架车站，当站厅需要设置空调系统时，站厅内的夏季设计温度应为29～30℃，相对湿度不大于70％；

（3）地下车站，当车站采用通风系统时，站内夏季的空气计算温度不宜高于室外计算温度5℃，且不应超过30℃；

（4）地下车站，当车站采用空调系统时，夏季站厅空调设计温度比室外计算干球温度低2～3℃，且不应超过30℃，相对湿度在45％～70％之间；

（5）地下车站，当车站采用空调系统时，夏季站台空调设计温度比站厅设计温度低1～2℃，相对湿度在45％～70％之间；

（6）地面和高架车站，当站内设采暖系统时，设计温度为12℃；

（7）地下车站，冬季站内设计温度不应大于当地地层自然温度，但最低不应低于12℃；

3　新风量：

（1）当车站采用通风系统时，车站公共区每位乘客每小时需供应的新风量不应少于30m3，且不少于总送风量的10％；

（2）当车站采用空调系统时，车站公共区每位乘客每小时需供应的新风量不应少于12.6m3，且不少于总送风量的10％；

4　空气质量：

（1）车站内的CO2浓度应小于1.5‰；

（2）车站空气中可吸入颗粒物的日平均浓度应小于0.25mg/m3；

5　空气流速:

站厅、站台的瞬时风速宜小于5m/s；

13.2.2 设备、管理用房的设计标准应符合以下规定：

1　室外空气计算参数：参照相应地面建筑规范

2　室内空气计算参数：

主要设备管理用房室内设计参数应符合表13.2.2的规定；其他设备用房根据工艺要求设通风、空调及采暖装置，设计温度按工艺要求确定。

表13.2.2 主要设备及管理用房室内设计标准

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 房间名称 | 冬季 | 夏季 | | 换气次数 | |
| 设计温度（℃） | 设计温度（℃） | 相对湿度（％） | 进风 | 排风 |
| 1 | 站长室、站务室、值班室、休息室 | 16 | 27 | ﹤65 | 6 | 6 |
| 2 | 车站控制室 | 18 | 27 | 40～60 | 6 | 5 |
| 3 | 售票室、票务室 | 18 | 27 | 40～60 | 6 | 5 |
| 4 | 自动售检票机房 | 16 | 27 | 40～60 | 6 | 6 |
| 5 | 通信设备室、通信电源室、信号设备室、信号电源室、屏蔽门控制室、公共无线设备室 | 16 | 27 | 40～60 | 6 | 5 |
| 6 | 牵引变电所、降压变电所、主变电站、配电室、机械室 | － | 36 | － | 按排除余热计算风量 | |
| 7 | 变电所控制室、电力监控室、环控电控室 | 16 | 27 | － | － | － |
| 8 | 蓄电池室 | 16 | 30 |  | 6 | 6 |
| 9 | 更衣室、修理间、清扫员室 | 16 | 27 | ﹤65 | 6 | 6 |
| 10 | 公共安全室、会议交接班室 | 16 | 27 | ﹤65 | 6 | 6 |
| 11 | 通信电缆室、信号电缆室 | － | － | － | 4 | 4 |
| 12 | 茶水间 | － | － | － | － | 10 |
| 13 | 盥洗室、车站用品间 | － | － | － | 4 | 4 |
| 14 | 清扫工具间、气瓶室、储藏室 | － | － | － | － | 4 |
| 15 | 污水泵房、废水泵房、消防泵房 | 5 | － | － | － | 4 |
| 16 | 折返线维修用房 | 12 | 30 | － | － | 6 |
| 17 | 环控机房 | － | － | － | 6 | 6 |
| 18 | 厕所 | ﹥5 | － | － | － | 排风 |
| 注：厕所排风每坑位100m3/h计算，且每小时排气次数不宜少于15次。 | | | | | | |

3　新风量:

每个工作人员每小时需供应的新风量不应少于30m3，且不少于总送风量的10％。

4　空气质量：

(1)车站设备及管理用房内的CO2浓度应小于1.5‰；

(2)车站设备及管理用房内空气中可吸入颗粒物的日平均浓度应小于0.25mg/m3。

13.2.3 地下区间的设计标准应符合下列规定：

1　室外空气计算参数：

(1)夏季通风室外计算温度应采用历年最热月平均温度；

(2)冬季通风室外计算温度应采用历年最冷月平均温度；

2　地下区间内空气计算参数：

(1)列车车厢不设置空调时，区间隧道夏季最高平均温度不得高于33℃；

(2)列车车厢设置空调，车站不设全封闭屏蔽门时，区间隧道夏季最高平均温度不得高于35℃；

(3)列车车厢设置空调，车站设全封闭屏蔽门时，区间隧道夏季最高平均温度不得高于40℃；

(4)区间隧道冬季的平均温度不应高于当地地层的自然温度，但最低不应低于5℃。

13.2.4 空调通风设备传至各区域噪声应符合以下规定：

1　传至站厅、站台噪声不应大于70dB(A)；

2　传至工作、休息室噪声不大于60dB(A)；

3　空调通风机房内噪声值不大于90dB(A)；

4　通过通风井传至地面风井外噪声符合《声环境质量标准》（GB 3096）的规定。

## 13.3 地下车站和区间

13.3.1 地下车站通风与空调系统的进风应直接采自大气，排风应直接排出地面。

13.3.2 当计算排除余热所需的风量时，应计算车站及隧道传至地层周围土壤的传热量。

13.3.3 地下车站宜在列车停靠在车站时的发热部位设置排风系统。

13.3.4 当活塞风对车站有明显影响时，应在车站的两端设置活塞风泄流风井或活塞风迂回风道。

13.3.5 地下车站连续长度大于60m的出入口通道或长通道应采取通风或降温措施。

13.3.6 当需要设置中间风井时，通风井宜设于区间隧道长度的1/2处；困难情况下，可移至不小于该区间隧道长度的1/3处，但不宜小于400m。

13.3.7 地下车站公共区和区间隧道可不设采暖系统，地下车站设备管理用房根据使用要求需采暖时，可以采用局部采暖。

13.3.8 当车站设置全封闭屏蔽门时，空调通风应符合下列规定：

1　车站公共区宜采用集中式全空气系统；

2　正常工况应充分利用列车行使活塞风进行通风，排除区间余热、余湿。

13.3.9 当车站不设全封闭屏蔽门时，空调通风应符合下列规定：

1　车站公共区应采用集中式全空气系统；

2　活塞风对车站有明显影响时，应在车站站台端部设置上、下行线间迂回风道集中送冷；

3　活塞/机械通风井宜设置在车站端部，每条隧道应分设隧道风机，并能互为备用。

## 13.4 地面和高架车站

13.4.1 地面和高架车站的站厅和站台宜采用自然通风，必要时，站厅可设置机械通风或空调系统。通信、信号、变电室、AFC机房宜设置独立的机械送排风系统及独立的空调系统。

13.4.2 当站厅采用空调时，站厅通向站台的楼梯口、自动扶梯口以及出入口处宜设置风幕。

13.4.3 对于最冷月份室外平均温度高于-10℃的地区，地面车站和高架车站的站厅、站台可不设置采暖系统。

13.4.4 对于最冷月份室外平均温度低于-10℃的严寒地区，车站的站厅宜设采暖系统，站台不设采暖系统。

13.4.5 站厅设置采暖系统时，站厅的出入口和站厅通向站台的楼梯口、扶梯口应设热风幕。

13.4.6 空调机房布置应符合以下规定：

1　宜在车站两端分设机房，对不大于4节列车编组的车站可一端设置；

2　空调机组操作面侧应留有操作检修空间，其他面应留有人员安装空间；

3　机房空调机组操作面侧地面应设排水明沟和地漏；

4　当采用分散式空调系统时，新风宜经过处理后送入，并考虑安装及检修空间。

13.4.7 机房内应考虑设备运输、安装通道及孔洞，并应考虑安装起吊设施。空调通风系统的设备、管道及配件布置应为安装、操作、测量、调试和维修预留必要的位置。

## 13.5 空调冷源和水系统及采暖热源

13.5.1 空调冷源设计应符合下列规定：

1　空调系统的冷源应优先考虑自然冷源，无条件采用自然冷源时，可采用人工冷源；

2　设于地下线路内的空调冷源设备应采用电动压缩式，不应采用吸收式冷水机组；

3　冷水机组的选择应根据空调系统的负荷情况、运行时间、运行调节要求，结合制冷工质的种类、装机容量和节能效果等因素确定；

4　在执行分时电价、峰谷电价差较大的地区，经技术经济综合比较，可采用蓄冷系统。

13.5.2 冷冻机房设计应符合下列规定：

1　每座车站宜设置一座冷冻机房，冷冻机房应设置在靠近空调负荷中心的位置，宜与空调机房综合布置；

2　冷冻机房应在考虑机房内各种风道、管道布置的前提下，保证满足制冷设备的安装、维修、检修和测量所需空间,且设排水明沟；

3　冷冻机房应保证良好的通风；

4　冷冻机房内仪表集中处宜设局部照明；

5　冷冻机房内冷水机组的选用不宜少于2台，不需设置备用机组，当只选用1台冷水机组时，宜选用多机头联控型机组；

6　冷负荷量小且分散时，可选用风冷式冷水机组。

13.5.3 冷冻水系统设计应符合下列规定：

1　冷冻水系统应采用闭式水系统；

2　冷冻水的补水量为系统水容量的1%，补水点宜设在冷冻水泵的入口处；

3　冷冻水补水泵的扬程应比补水点压力高3～5m，小时流量应不少于系统水容量的4%～5%；

4　冷冻水泵宜与冷水机组一一匹配设置，可不设置备用泵；

5　冷冻水管应保温，保温层厚度应保证其外表面不结露。

13.5.4 冷却水系统设计应符合下列规定：

1　冷却水应循环利用；

2　应采取有效措施，保证冷却水的水质符合《工业循环冷却水处理设计规范》(GB50050)的规定，直流冷却时除外；

3　冷却水的补水量为系统循环水量的2%～3%；

4　冷却水的水温低于冷水机组的允许水温时，应进行水温控制；

5　冷却水泵宜与冷水机组一一匹配设置，可不设置备用泵；

6　冷却水管应根据当地的气候条件考虑保温处理。

13.5.5 冷却塔的设置应符合下列规定：

1 冷却塔应设置在通风良好的地方，并与周围环境相协调，其噪声应符合《声环境质量标准》(GB3096)的规定；

2 多塔布置时，宜采用相同型号产品，且其积水盘下应设连通管，进水管上设电动阀。

空调水系统附件设置应符合下列规定：

1　较大规模的空调水系统宜设置分水器和集水器；

2　冷水机组、水泵等设备的入口处，应安装过滤器或除污器；

3　空调水系统应设置必要的压力表和温度计等附件；

4　表冷器处于负压端时应设置水封。

13.5.6 热源应尽可能采用附近热网，无条件时可采用无污染、节能的热源。

## 13.6 系统控制

13.6.1 地面和高架车站空调通风设备宜设就地控制、车站控制两级控制。

13.6.2 地下车站和区间隧道通风系统宜设就地控制、车站控制和中央控制三级控制。

13.6.3 地下车站设备及管理用房通风与空调系统宜设就地控制、车站控制的两级控制。

## 13.7 风道、风井和风亭

13.7.1 风道和风管设计风速宜满足以下要求：

１　混凝土风道小于6m/s；

２　通风井为3～5 m/s；

３　站台下风道不大于10 m/s；

４　风亭格栅不大于4 m/s；

５　钢制风管主风管不大于10 m/s；

６　钢制风管支风管为5～7 m/s（无送、回风口）

3～5 m/s（有送、回风口）；

７　消声器片间不大于12 m/s；

８　风口为2～5 m/s。

13.7.2 风井和风亭设计应符合以下要求：

1　新风井应位于空气较清洁区，风井口部下沿距地面不宜低于2m，当布置在绿化地带时，不宜低于1m，且满足防淹高度；

2　排风井口部下沿距地面应高于防淹高度；

3　若新、排风井位于同一高度，则水平距离不应小于5m，并错开口部方向；

4　若新、排风井位于同一位置，则排风井在上部，送风井在下部，排风井口部下沿距送风井口部上沿距离不小于5m，并错开口部方向；

5　当设置地面敞口低风井时新、排风口间距宜大于10米。

## 13.8 设备管理用房及其他

13.8.1 设备管理用房应满足人员舒适性要求，可采用全空气、风机盘管加新风系统或分体式空调；

13.8.2 设备管理用房根据使用要求，可以采用局部采暖。

13.8.3 电气设备用房应满足工艺要求，不宜采用水系统。

13.8.4 牵引变电所、降压变电所和主变电站应设置机械通风系统，通风量按排除余热量计算；当余热量很大、采用机械通风不能满足要求时，可设置冷风系统。

13.8.5 厕所应设置独立的机械排风、自然进风系统，排风宜直接排出地面。

13.8.6 控制中心、车辆设施与综合基地及其他地面附属建筑应在满足工艺要求的前提下，宜按《采暖通风与空气调节设计规范》（GB 50019）的规定执行。

13.8.7 地下车站的各类用房应根据其使用要求设置通风系统，必要时可设置空调系统；进风应直接采自大气，排风宜直接排出地面。

13.8.8 地下设备管理用房空调通风系统宜兼容火灾排烟。

13.8.9 设置气体灭火的房间应设置机械通风系统，所排除的气体必须直接排出地面。

13.8.10 当尽端线、折返线设备及管理用房通风系统需由隧道内吸风时，吸风口应设在列车进站一侧，排风口应设在列车出站一侧。吸风口应设置滤尘装置，经过滤尘装置净化后的空气，可吸入颗粒物的日平均浓度应小于0.25mg/m³。

# 14 给水和排水

## 14.1 一般规定

14.1.1 中速短定子磁浮交通工程给水系统设计应满足生产、生活和消防用水对水量、水压和水质的要求，并应坚持综合利用、节约用水的原则。

14.1.2 给水水源应优先采用城市自来水，当无城市自来水时，应采取其他可靠的给水水源。

14.1.3 各类污、废水及雨水的排放应符合国家现行有关排水体制和排水标准的规定。

14.1.4 给水与排水设计应按国家标准《民用建筑节水设计标准》GB50555的有关规定采取节水、节能措施。

14.1.5 给水设计应按国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015的有关规定采取防水质污染措施。

14.1.6 给水与排水系统宜按自动化管理设计。

14.1.7 管道不宜穿越变形缝、沉降缝和伸缩缝。如必须穿越时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置。穿越地下结构外墙、屋面或钢筋混凝土水池（箱）的壁板或底板时，应设防水套管。

14.1.8 给水、排水管道穿越铁路路基时，宜集中布置垂直通过，并应设置防护涵洞。

14.1.9 给水与排水工程设计应采用节能环保型工艺技术及设备，并应便于维修。

## 14.2 给 水

14.2.1 给水系统用水量定额应符合下列规定：

1 工作人员生活用水量应为30L/人·班～60L/人·班，小时变化系数应为2.5～2.0；

2 空调冷却水系统的补充水量应为冷却水循环水量的1%～2%；

3 车站公共区及出入口通道冲洗水量应为1L/m²·次～2L/m²·次，并应每天冲洗1次、每次用水量按冲洗1h计算；

4 生产用水量按工艺要求确定。

14.2.2 给水系统的水质应符合下列规定：

1 生活给水系统的水质，应符合国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749的有关规定；

2 生活杂用水系统的水质，应符合国家标准《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T18920的有关规定；

3 生产用水的水质应满足工艺要求。

14.2.3 给水系统的水压应符合下列规定：

1 生活用水设备和卫生器具的水压，应符合国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015的有关规定；

2 生产用水的水压按工艺要求确定。

14.2.4 给水系统的选择应根据生产、生活和消防等各项用水对水质、水压和水量的要求，结合市政供水系统现状及规划等因素确定，并应符合按下列原则：

1 车站室内生产、生活给水系统应与消防给水系统分开设置，并应根据需要设置计量设施；

2 当车站周围有城市杂用水系统且水质满足冷却水或冲厕用水的使用要求时，宜采用分质给水系统，车站杂用水系统应与其他给水系统分设，并应采取防止误饮误用措施；

3 车站内不同使用性质和计费的给水系统，应采用各自独立的给水系统并单独计量；

4 换乘车站生产、生活给水系统应结合工程条件和建设时序宜采用资源共享；

5 车站生产、生活给水系统应利用市政水压直接供水，当水压或水量不满足要求时，应设置加压装置或贮水调节。

14.2.5 管道布置和敷设应符合下列规定：

1 车站生产、生活给水系统宜设计为枝状管网，并应由车站给水引入总管上引出一根给水管和车站内生产、生活给水管网连接；

2 地下车站的给水引入管应优先通过风道或人行通道和车站给水系统相接；

3 给水系统引入管上应设置倒流防止器或其他防止倒流污染的装置，设置原则及位置应符合国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015的有关规定；

4 给水管不应穿过变电所、通信信号机房、控制室、配电室等电气房间；

5 给排水管应根据国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015的有关规定采取防结露措施；

6 严寒和寒冷地区的给排水管道、消火栓及消防水池有可能结冻时，应采取防冻保护措施；

7 管道敷设应分析热膨胀的影响，必要时应设置伸缩补偿装置。当穿过结构变形缝时，应设置补偿管道伸缩和剪切变形的装置；

8 给水干管应固定在主体结构或道床上；

9 车站站厅、站台公共区宜设置冲洗栓；

10 卫生器具及配件应符合行业标准《节水型生活用水器具》CJ 164的有关规定，公共厕所应采用感应式或非接触式龙头和冲洗装置。

14.2.6 管材及附件的设置应符合下列规定：

1 室内生产、生活给水宜采用薄壁不锈钢管、铜管或等符合国家有关规定及生活饮用水卫生标准的管材；

2 敷设在垫层内的给水管道宜采用钢塑复合管，给水管道的外壁应采取防腐措施；

3 给水管网上的阀门设置，应符合国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015的有关规定。

## 14.3 排 水

14.3.1 排水量定额应符合下列规定：

1 生活排水系统定额按生活用水量的95%计算，小时变化系数应为2.5～2.0；

2 生产排水量应按工艺要求确定；

3 冲洗和消防废水量和用水量应相同；

4 地面车站、高架车站屋面排水管道的排水设计重现期应按当地10年一遇的暴雨强度计算，设计降雨历时应按5min计算；屋面雨水工程与溢流设施的总排水能力不应小于50年重现期的雨水量；

5 高架区间、敞开出入口、敞开风井及隧道洞口的雨水泵站、排水沟及排水管渠的排水能力，应按当地50年一遇的暴雨强度计算，设计降雨历时按计算确定。

14.3.2 车站除生活用水及粪便污水应单独排放外，生产废水、结构渗水、冲洗及消防废水和口部雨水可集中就近排放。

14.3.3 地面或高架车站的污水及废水、桥面雨水应按重力流排水方式设计，屋面雨水可按重力流或压力流设计；地下车站和区间的污水、废水和雨水不能按重力流排放时，应设排水泵提升排入城市排水系统。

14.3.4 地下车站和区间排水泵站（房）的设置应符合下列规定：

1 区间隧道主排水泵站应设在线路实际坡度最低点。

2 当区间排水沟的排水能力不能满足区间排水的要求时，应设辅助排水泵站。

3 地下车站排水泵房应设在车站线路下坡方向。

4 地下车站污水泵房宜设在厕所附近。

5 地下车站局部排水泵房宜设在地面至站厅层的自动扶梯基坑附近、站台板下、电梯井、风亭、折返线车辆检修坑端部及有砟道床区段等不能自流排水而又有可能集水的低洼处。

6 洞口的雨水不能自流排放到洞口外时，应在洞口适当位置设排水泵站，并应在洞口道床的适当位置设横向截水沟。

7 洞口雨水泵站宜设2根～3根压力排水管，其他泵站（房）宜设1根～2根压力排水管。车站排水泵房的压力排水管宜通过风道或人行通道接入城市排水系统，区间排水泵站及洞口雨水泵站的压力排水管宜通过中间风井或穿过泵房顶部直接排出，无条件时，可通过车站接入城市排水系统。

8 区间排水泵站有条件时应与区间联络通道或中间风井合建，泵站地面标高宜与走行轨顶面齐平。

9 排水泵站（房）的布置，应按国家标准《室外排水设计规范》GB50014的有关规定执行。

14.3.5 排水泵站（房）的排水泵的设置应符合下列规定：

1 区间主排水泵站、辅助排水泵站及车站排水泵房应设两台排水泵，平时应一台工作，必要时应两台同时工作；排水泵的总排水能力，应按消防时的排水量和结构渗水量之和确定；

2 车站敞开出入口及敞开风井雨水泵房应设两台排水泵，平时应一台工作，必要时应两台同时工作；每台排水泵的排水能力应大于最大小时排水量的1/2；

3 洞口雨水泵站宜设三台排水泵，最大水量时三台泵应同时工作，每台泵的排水能力应大于最大小时排水量的1/3；

4 车站污水泵房应设两台污水泵，一用一备，每台排水泵的排水能力不应小于生活排水设计秒流量；

5 车站局部排水泵房应设两台排水泵，一用一备，每台排水泵的排水能力不应小于最大小时的污水量；

6 排水泵站（房）的排水泵应设计为自灌式；

7 排水泵为自动控制启动时，设备每小时启动次数不宜超过6次；

8 污水提升装置应采用节能、环保型设备，并应便于维修；

9 与区间联络通道合建的区间泵站应采用潜污泵。

14.3.6 排水泵站（房）的集水池有效容积的确定，应符合下列要求：

1 雨水泵站（房）的集水池有效容积不应小于最大一台水泵5min～10min的出水量；

2 厕所污水泵房的集水池有效容积不宜小于最大一台污水泵5min的出水量，并应符合本规范第14.3.5条第7款的要求；

3 其他各类排水泵（房）的集水池有效容积不应小于最大一台排水泵15min～20min的出水量。

14.3.7 其他排水设施应符合下列规定：

1 屋面排水天沟及排水明沟的纵向坡度不宜小于3‰。

2 沿地下车站站厅、设备用房边墙，每隔30m～50m宜设一个DN50～DN100的地漏，排水立管应接入线路排水沟。在地面进入站厅的人行通道和站厅层相接部分应设横截沟并在沟内设排水立管，排水立管应接入站台层线路排水沟。

3 当地下及高架车站站台设有站台门时，站台每隔50m宜设一个DN50～DN100的地漏，排水立管应接入线路排水沟。

4 地下车站各类用房的生活废水，应通过管道排入污水泵房的集水池。

5 地下车站厕所污水泵房的污水池应设透气管，透气管应接至排风井处。

6 硬聚氯乙烯排水管道穿越楼板及不同的防火分区时应设阻火圈。

7 车站污水泵房、局部排水泵房的压力排水管和地面城市排水管道连接时，可设一般检查井；车站排水泵房、区间排水泵站及洞口雨水泵站的压力排水管和地面城市排水管道连接时，应设压力检查井。

8 车站和区间主排水泵站（房）、污水泵房、洞口雨水泵站的集水池应设冲洗管、人孔和爬梯，集水池应设集水坑，坡向集水坑的坡度不宜小于10%。

9 车站污水泵房污水池的人孔、检修孔应采用密闭井盖。

10 排水检查井应有磁浮交通标志。

14.3.8 局部污水处理设施应符合下列规定：

1 当城市有污水排水系统而无污水处理厂时，车站厕所的污水应进过化粪池处理达到标准后排入城市污水排水系统；

2 当城市有污水排水系统又有污水处理厂时，车站厕所的污水是否设化粪池，应和城市市政管理部门商定；

3 当城市无污水排水系统时，应根据国家现行有关污水综合排水标准的规定，对车站排出的粪便污水进行处理，并应达到标准后再排入城市雨水管网或车站附近的河流；

4 地面化粪池或生活污水处理设施宜为埋地式，并宜设在人行道或绿地内，与建筑物的距离不宜小于5m；

5 地面化粪池的设计应符合国家标准《建筑给水排水设计规范》GB50015的有关规定；

6 生活污水处理设施前应设调节池，调节池的有效容积应经过计算确定，也可取4h～6h的生活污水量。

14.3.9 管材的选型应符合下列规定：

1 重力流排水管宜采用阻燃型硬聚氯乙烯排水管及管件，或柔性接口机制排水铸铁管及管件；

2 压力排水管宜采用热镀锌钢管或钢塑复合管；

3 虹吸压力流排水管宜采用承压塑料管或不锈钢管；

4 室外埋地排水管宜采用埋地塑料管。

## 14.4 车辆基地给水与排水

14.4.1 给水系统的选择应符合下列规定：

1 给水水源应采用城市自来水，当车辆基地周围无城市自来水时，应采取其他可靠水源；

2 车辆基地内不同水质条件的生产、生活给水系统应采用分质供水系统，并单独设置计量设施；对于车辆基地内冲厕、绿化等用水宜优先采用再生水；

3 室内生产、生活给水系统应与消防给水系统分设。

14.4.2 排水系统的选择应符合下列规定：

1 车辆基地的生产废水、生活污水宜集中后按重力流方式接入城市排水系统，如不能按重力流方式排放，则应设排水泵房提升排入城市污水系统；

2 当车辆基地附近有城市污水处理厂时，其内部的生产废水、生活污水应满足当地排放标准后方可排入城市排水管网；

3 车辆基地的雨水系统应符合现行国家标准《建筑与小区雨水利用工程技术规范》GB50400的有关规定，宜使渗、蓄、滞、净、用、排相结合；

4 车辆基地的污水处理设施、废水处理设施以及回用设施宜集中设置；

5 车辆基地内给排水管线穿越轨道时，应采取防护措施，其标准可按现行行业标准《铁路给水排水设计规范》TB10010的有关规定执行。

# 15 供 电

## 15.1 一般规定

15.1.1 供电系统应包括外部电源、主变电所（或电源开闭所）、中压供电网络、牵引供电系统、动力照明供电系统、电力监控系统和综合接地系统。其中牵引供电系统包括牵引变电所与接触轨，动力照明供电系统包括降压变电所与动力照明配电系统。

15.1.2 供电电源由城市公共电网提供，应满足一级负荷供电要求；外部电源供电方案应根据城市电网和城市规划经技术经济综合比较来确定，可采用集中式供电、分散式供电或混合式供电。

15.1.3 供电系统应满足供电安全可靠、节能环保、经济适用的要求，其规模和容量应按远期高峰小时的用电负荷要求进行设计，可一次建成或分期建设。

15.1.4 中压环网电压等级应与推荐的外部电源方案相适应，集中式供电方案电压等级宜采用35kV，分散式供电方案电压等级应与向其供电的城市电网相一致。

15.1.5 牵引负荷为一级负荷；动力照明负荷按用电负荷性质分为一级负荷、二级负荷和三级负荷。

15.1.6 一级负荷应由两回独立电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。一级负荷中特别重要的负荷，除由两个电源供电外，尚应增设应急电源，并严禁将其它负荷接入应急供电系统。

15.1.7 二级负荷宜采用双电源单回线路专线供电。

15.1.8 三级负荷可采用单电源单回线路供电，当只有一个电源工作时可切除三级负荷。

15.1.9 应急电源采用蓄电池。

15.1.10 供电系统中的各类变电所均应有两路独立电源，其中主变电所或电源开闭所应至少有一路电源为专线。每路电源的容量应满足变电所负担的全部一、二级负荷的供电需求。在正常运行方式下，两路电源同时运行，互为备用。

15.1.11 供电系统的中压供电网络接线应简单、统一，采用双回路环网接线，并采用牵引、动力照明混合网络。

15.1.12 中压网络应按列车运行的远期通过能力设计，两回线路互为备用，即当任一回线路故障时，由另一回线路负担其一、二级负荷的供电，中压网络末端的电压偏差应满足现行国家标准《电能质量 供电电压偏差》GB12325的有关规定。

15.1.13 牵引负荷应根据线路、行车密度、行车交路、车辆编组和车辆性能等计算确定；牵引变电所的分布应满足远期系统运行能力，安装容量应满足远期高峰小时运营的需求。

15.1.14 牵引网采用双接触轨制式,正极、负极均不接地。

15.1.15 牵引网供电方式应满足以下要求：

1. 正常情况下正线接触轨应采用由相邻两座牵引变电所构成的双边供电方式。
2. 车辆基地或停车场内的接触轨应由车辆基地或停车场牵引变电所单独供电。
3. 车辆基地或停车场与正线接触轨之间的供电支援应视供电系统运行要求而定。

15.1.16 牵引网电压的标称值宜采用直流1500V，其波动范围为1000V～1800V。

15.1.17 供电系统谐波应满足现行国家标准《电能质量 公用电网谐波》GB/T14549的有关规定。低压配电系统宜采取有源滤波治理谐波的措施。

15.1.18 供电系统中应设置再生制动能量回馈或吸收装置，设计方案应通过技术经济综合比较后确定。

15.1.19 无功补偿应按整体平衡的原则进行设计，具体方案应根据供电系统实际情况经技术经济比较后确定。

15.1.20 在车辆基地应设置供电车间，以对供电设备进行管理与维护。

15.1.21 在地下使用的主要材料应选用无卤、低烟的阻燃或耐火的产品。

15.1.22 电气设备应具有无自爆、低损耗、低噪声等特点。在地下使用时还应满足体积小及防潮要求。

15.1.23 供电系统及其设备的功能性接地、保护接地与防雷接地应采用综合接地系统。

15.1.24 低压配电电压应采用220V/380V。

## 15.2 变电所

15.2.1 变电所可分为主变电所、电源开闭所、牵引变电所、降压变电所，同一车站（车辆段）牵引变电所与降压变电所同时设置时，宜合建成牵引降压混合变电所。

15.2.2 牵引变电所的数量、容量及其在线路上的分布应经计算分析比选后确定。车辆基地应设牵引变电所。

15.2.3 变电所选址应符合下列要求：

1. 应靠近负荷中心；
2. 应便于电缆引入、引出；
3. 应便于设备运输；
4. 不应设在冷冻机房等场所的经常积水区的正下方，且不宜与厕所、泵房等场所相贴邻；
5. 独立设置的变电所宜靠近磁浮线路，并应与城市规划相协调。，该变电所与磁浮线路间应设置专用电缆通道。

15.2.4 主变压器的数量与容量应根据近、远期负荷计算确定，并宜分期实施。当一台主变压器退出运行时，其余主变压器应能负担供电范围内的一、二级负荷。

15.2.5 牵引变电所应设置两套牵引整流机组，当一套牵引整流机组退出运行，另一套整流机组具备运行条件时宜继续运行。

15.2.6 正常运行方式下，正线两相邻牵引变电所对其同一供电分区采用双边供电方式。

15.2.7 当正线中间的牵引变电所退出运行时，应由相邻的两座牵引变电所实现大双边供电。

15.2.8 牵引整流机组的负荷特性应符合表15.2.8的要求

表15.2.8牵引整流机组的负荷特性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 负荷 | 100%额定电流 | 150%额定电流 | 300%额定电流 |
| 持续时间 | 连续 | 2h | 1min |

15.2.9 牵引变电所应设在车站内。当不具备条件时，可设在车站附近或区间。车站降压变电所应设在重负荷端，可分层布置；当技术经济条件合理时可设置跟随式的降压变电所。

15.2.10 降压变电所内设置两台配电变压器，配电变压器的容量选择应满足一台配电变压器退出运行时另一台配电变压器能负担供电范围内的远期一、二级负荷。

15.2.11 变电所的中压侧、低压侧应采用单母线分段接线，两套牵引整流机组应接在同一段中压母线上，直流牵引母线采用单母线接线。

15.2.12 直流牵引配电装置的馈线回路，应设置能分断最大短路电流和感性小电流的直流快速断路器。

15.2.13 主变压器宜采用有载调压变压器。

15.2.14 变电所设备布置应符合现行国家标准《3～110kV高压配电装置设计规范》GB50060,或《20kV及以下变电所设计规范》GB50053的有关规定,或《35～110kV变电站设计规范》GB50059。直流牵引配电装置应满足中压开关设备的布置要求，非封闭式干式变压器应设于独立房间。

15.2.15 变电所的设备布置应设置操作通道、检修维护通道、设备运输通道等，并满足运营巡视维护方便和电缆敷设路径顺畅的要求。当变电所内设备不能由室外道路直接到达时，应设置设备运输通道和吊装孔，预留吊装设施。

15.2.16 控制室各屏间及通道最小距离，宜符合表15.2.16的规定。

表15.2.16 控制室各屏间及通道最小距离（mm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 屏正面-屏背面 | 屏背面-墙 | 屏边-墙 | 屏正面-墙 |
| 1500 | 800 | 800 | 1500（3000） |

注：括号内数值适用于有人值守情况。

15.2.17 变电所不宜采用水消防。

15.2.18 变电所的交、直流电源屏的电源，接自变电所的两段400V母线，直流电源屏的电源也可从交流屏母线处引入。

15.2.19 变电所直流操作电源采用成套装置，正常运行时蓄电池处于浮充状态，蓄电池容量应满足交流停电情况下连续供电2h的要求。

15.2.20 变电所的中压继电保护设置应符合国家现行标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062的有关规定。

15.2.21 对牵引整流机组的下列故障及异常运行，应设相应的保护装置：

1. 内部短路；
2. 元件故障；
3. 元件温升超过限定值；
4. 外部短路。

15.2.22 对直流牵引馈线的短路故障及异常运行，应设置下列基本保护：

1. 本体大电流脱扣保护；
2. 电流速断保护；
3. 过电流保护；
4. 电流变化率及其增量保护；
5. 双边联跳保护；

15.2.23 变电所各级母线联络开关应设母联备自投装置。

15.2.24 直流牵引供电设备应设置框架电流保护和框架电压保护。

15.2.25 直流牵引馈线开关应具有在线检测的自动重合闸功能。

15.2.26 牵引变电所直流正负母线间、正母线对地设置雷电过电压吸收装置。地上牵引变电所及与地上相邻的地下牵引变电所，每路直流馈线及负母线应设置雷电过电压吸收装置。

15.2.27 变电所高压、低压母线应设过电压吸收装置。

15.2.28 过电压保护应符合现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064的有关规定。

15.2.29 变电所设计应满足电力监控系统的要求。

15.2.30 变电所综合自动化装置应具备下列基本功能：

1. 保护、控制、信号、测量；
2. 电源自动转接；
3. 必要的安全联锁；
4. 程序操作；
5. 装置故障自检；
6. 开放的通信协议及接口。

## 15.3 牵引网

15.3.1 牵引网应由正极接触轨和负极接触轨构成，正、负极接触轨应分别绝缘安装在轨道梁两侧。

15.3.2 接触轨宜采用钢铝复合材料等低电阻率产品。在同一线路上不宜采用不同材质的接触轨。

15.3.3 接触轨截面的选择应满足远期高峰小时牵引所故障运行模式下载流量和最低网压要求。正、负极接触轨的规格型号应一致。

15.3.4 在车站线路、车辆基地、故障停留线等有人员上下车区段的负极轨侧，应设置安全接地板。接地板应采取温度补偿措施。接地板应可靠接地，接地电阻不应大于4Ω。

15.3.5 接触轨零部件的安全系数应符合下列规定：

1. 接触轨及端部弯头、膨胀接头、中间接头、中心锚结和电缆连接板等接触轨附件的安全系数不应小于3.0。
2. 合成材料绝缘受力组件的抗拉安全系数不应小于5.0。
3. 瓷绝缘子的抗弯安全系数不应小于3.0。
4. 绝缘支架的抗弯安全系数不应小于3.0。

15.3.6 接触轨零部件应耐腐蚀、耐疲劳、强度高，紧固件应采取有效的防松措施。

15.3.7 接触轨设计的气象条件应符合现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》 TB 10009及《铁路电力牵引供电隧道内接触网设计规范》 TB 10075的有关规定。

15.3.8 接触轨的平面布置应符合下列要求：

1. 接触轨应与F型导轨保持固定的空间位置关系，其安装位置和安装误差应根据车辆受流器与接触轨在相对运动中能可靠接触确定。
2. 接触轨跨距应根据行车速度、接触轨技术参数、受流器技术参数等确定。
3. 接触轨锚段长度应根据环境温度、最大载流温升、材料线胀系数、膨胀接头补偿量等因素确定。

计算方法如下

锚段长度（L）=膨胀接头补偿量（s）/ 材料线胀系数（αI）/ （最高环境温度（Tmax）+最大载流温升（Tc）- 最低环境温度（Tmin））

1. 接触轨锚段间应设膨胀接头。
2. 接触轨锚段中部应设中心锚结。
3. 接触轨间应以中间接头连接，支持装置与中间接头之间的安装净距应大于锚段的伸缩量。
4. 接触轨末端宜设置端部弯头，端部弯头的斜率不宜大于1:22。
5. 接触轨敷设终点应设置接触轨终端标志。

15.3.9 接触轨的电分段应设在下列位置：

1. 对车站牵引变电所，设在列车进站端；
2. 对区间牵引变电所，设在变电所直流电缆出口处；
3. 辅助线与正线的衔接处；
4. 正线与车辆基地之间；
5. 车辆基地各供电分区间。

15.3.10 接触轨电分段形式可采用分段绝缘器或断轨方式。

15.3.11 牵引变电所直流快速断路器至接触轨之间应设置双极电动隔离开关。

15.3.12 当终端车站后面的折返线有停车检修作业时，其相应部分的接触轨宜单独分段，并应设置双极电动隔离开关。

15.3.13 带有停车检修功能的折返线，其接触轨供电应有主、备两路电源，主备两路电源分别通过电动双极隔离开关接自上、下行的正线接触轨。

15.3.14 在地面及高架区段每隔500m处、地面及高架区段馈线上网处、隧道口正负极接触轨上均应设置避雷器，避雷器的冲击接地电阻不应大于10Ω。

15.3.15 接触轨带电部分和混凝土结构体、车体间的最小净距：静态为150mm，动态为100mm，绝对最小动态60mm。

15.3.16 接触轨系统宜设独立的接地线，固定支持接触轨的非带电金属体应与接地线相连接，接地线应引至牵引变电所接地装置。接地线宜采用铜或铝材质。

15.3.17 接触轨的支持部件应满足机械强度和绝缘耐压的要求，支持部件的结构宜为可多向调整结构。

15.3.18 接触轨授流面的硬度应大于受流器滑板的材料硬度。

## 15.4 电 缆

15.4.1 系统采用的电力电缆应符合下列规定。

1. 地下线路应采用无卤、低烟的阻燃电线和电缆。
2. 地上线路可采用低卤、低烟的阻燃电线和电缆。

15.4.2 火灾时需要保证供电的配电线路应采用耐火铜芯电缆或矿物绝缘耐火铜芯电缆。

15.4.3 供电系统中压网络采用10kV电压等级时，宜采用三芯电缆。

15.4.4 供电系统电缆在车站、区间敷设时应满足限界要求。

15.4.5 车站或区间的的接地干线应与每个金属支架、吊架、桥架进行可靠电气连接，其两端应与车站、变电所的接地网连接。

15.4.6 电缆敷设应便于检修维护。电缆在区间及车站内敷设时，各相关尺寸及距离应符合表15.4.6的规定。电缆在车辆段及控制中心建筑物内敷设时，应符合国家现行标准《电力工程电缆设计规范》GB50217和《民用建筑电气设计规范》JGJ16的有关规定。

表15.4.6 电缆敷设的各相关尺寸及距离（mm）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | | 电缆通道 | | 电缆沟 | |
| 水平 | 垂直 | 水平 | 垂直 |
| 两侧设支架的通道净宽 | | ≥1000 | — | ≥300 | — |
| 一侧设支架的通道净宽 | | ≥900 | — | ≥300 | — |
| 电缆支架层间  距离 | 电力电缆 | — | ≥150（200） | — | ≥200（250） |
| 控制电缆 | — | ≥100 | — | 120 |
| 电缆支架之间  的距离 | 电力电缆 | 1000 | 1500 | 1000 | — |
| 控制电缆 | 800 | 1000 | 800 | — |
| 车站站台板下电缆通道净高 | 人通行部分 | — | ≥1900 | — | — |
| 电缆敷设部分 | — | ≥1300 | — | — |
| 变电所所内电缆通道净高 | | — | ≥1900 | — | — |
| 电力电缆之间的净距 | | ≥35 | — | ≥35 | — |

注：1 表中括号内数字为35kV电缆标准。

2 电力电缆与控制电缆混敷时，电缆支架之间的距离宜采用控制电缆标准。

15.4.7 交流单芯电力电缆的刚性固定，宜采用铝合金等不构成磁性闭合回路的夹具；其他固定方式，可采用尼龙扎带或绳索。

15.4.8 电缆敷设应符合下列规定：

1. 同一回路的单芯中压电力电缆宜采用品字形布置，直流电力电缆宜采用一字形布置，控制、信号等弱电电缆可采取紧靠或多层叠置方式。
2. 电缆位于同侧多层支架敷设时，排列顺序应全线统一；宜按电压等级由高至低的电力电缆、强电至弱电控制电缆“由上而下”的顺序排列。对同侧的多层支架敷设，当支架层数受空间大小限制时，1kV以及下的电力电缆可与控制电缆敷设于同一层支架上。
3. 同一重要回路的工作与备用电缆，应配置在不同层的支架上。

15.4.9 中压交流电力电缆金属层的接地方式及其要求应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB50217的规定。

15.4.10 中压交流电力电缆金属护层的有效截面，应满足在可能的电缆故障时短路电流的要求。

15.4.11 电力电缆与控制电缆沿线路敷设时，应敷设在电缆支架上或电缆沟槽内。

15.4.12 电缆在地上线路采用电缆支架敷设时，宜采取罩、盖等遮阳措施。

15.4.13 电缆在房间内敷设时，宜沿电缆桥架敷设。

15.4.14 在车站等建筑物设施内，垂直走向的电缆数量较多时应采用电缆竖井。

15.4.15 中压电缆的中间接头不应设在车站范围内。

15.4.16 电力电缆在敷设时，应在电缆中间接头两侧、电缆进出支（桥）架端部、拐弯处等紧邻部位的电缆上，采用电缆卡子进行刚性固定。对于交流单相电力电缆，固定的间距应考虑满足短路电动力的要求。

15.4.17 金属电缆支架应进行防腐处理，并应有电气连接与接地。

15.4.18 电缆构筑物中电缆引至电气柜、盘或控制屏的开孔部位，电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处，均应实施阻火封堵。

15.4.19 电缆构筑物及管槽的排水，应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB50217的有关规定。

## 15.5 动力与照明

15.5.1 动力与照明系统采用220/380V三相四线制系统。

15.5.2 动力与照明用电设备的负荷分级应符合下列规定：

1. 一级负荷：变电所操作电源、应急照明、通信系统设备、信号系统设备、自动售检票系统设备、火灾自动报警系统及自动灭火系统设备、电力监控系统设备、环境与设备监控系统设备、门禁系统设备、站台门、消防系统设备、安防设施、排烟系统用风机和电动阀门、消防电梯、排雨泵、用于疏散的自动扶梯等。其中变电所操作电源、应急照明、火灾自动报警系统设备、通信系统设备、信号系统设备为一级负荷中特别重要负荷。
2. 二级负荷：地上站厅站台等公共区照明、乘客信息系统、变电所检修电源、附属房间照明、普通风机、排污泵、电梯、非消防疏散用自动扶梯等；
3. 三级负荷：空调制冷及水系统设备、广告照明、清洁设备、电热设备、维修设备、附属房间插座、培训及模拟系统设备等；
4. 车辆基地、控制中心大楼内建筑电气设备的负荷等级，应符合行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16的有关规定。

15.5.3 动力与照明负荷供电方式应符合下列规定：

1. 一级负荷由两路独立电源供电，两路电源在设备端进行切换。对于特别重要负荷另外设置蓄电池作为第三电源，容量应满足防灾和设备故障处理的要求；
2. 二级负荷由两路电源供电，两路电源在变电所0.4kV母线处进行切换；
3. 三级负荷可由一路电源供电。

15.5.4 动力与照明配电应符合下列规定：

1. 消防及其他防灾用电设备采用专用的供电回路，消防及其他防灾配电设备应具有明显标识；
2. 配电变压器二次侧至用电设备之间的低压配电级数不宜超过三级；
3. 各级配电开关设备预留一定的备用回路；
4. 动力与照明配电设备集中布置，车站设动力照明配电室，车辆基地的单体建筑内用设备容量较大且在该建筑物内没有降压变电所时，应设置配电室；
5. 负荷性质重要或者用电负荷容量较大的集中设备采用放射式配电；
6. 中小容量动力设备采用树干式配电，用电点集中且容量较小的次要用电设备可采用链式配电，链接的设备不超过5台，其总容量不超过10kW；
7. 电缆通道设置照明，其电压宜为交流24V；
8. 动力设备及照明的控制可采用就地控制和远方控制；
9. 插座回路应具有漏电保护功能；
10. 岔道区设置维修用移动电器的电源设施；车站站厅和站台设置清扫用移动电器的安全型电源插座；
11. 当车站内设电炉、电热、分散式空调的电源时，采用单独回路供电。

15.5.5 动力照明用电设备的无功补偿宜在变电所内集中设置，对于容量较大、负荷平稳且经常使用的用电设备宜单独就地补偿。根据供电系统无功功率的分布特点，设置于变电所内的无功补偿装置可以考虑位置预留，待需要时投入设备。

15.5.6 正常运行情况下，用电设备端子处电压偏差允许值（以额定电压的百分数表示）符合下列要求：

1. 电动机：±5%；
2. 照明：一般±5%。

15.5.7 车站照明种类可分为正常照明、应急照明、值班照明、广告照明。照明配电箱集中设置，车站站厅、站台公共区照明分组控制。

15.5.8 车站应急照明包括备用照明和疏散照明，其设置符合下列规定：

1. 当正常照明失电后，对需要确保正常工作或活动继续进行的场所应设置备用照明；
2. 火灾情况下正常照明断电时，对需要确保人员安全疏散的场所应设置疏散照明。

15.5.9 车站的站厅、站台照明光源宜采用节能型荧光灯或LED灯。

15.5.10 当正常交流电源全部退出，地面车站和车辆基地建筑物的应急照明供电时间符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定。

15.5.11 照明照度标准应符合现行国家标准《城市轨道交通照明》（GB/T16275）和《建筑照明设计标准》GB50034的有关规定。

15.5.12 地面车站、车辆基地的建筑物及其他户外设施的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057和《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB50343 的有关规定。

15.5.13 车辆基地的场区和高架区间应采取防雷措施。

15.5.14 当电气装置采用接地故障保护时，车站，区间、控制中心、车辆基地内的单体建筑等应设置包括建筑物或构筑物结构钢筋在内的总等电位联结。

15.5.15 动力与照明的其它设计符合国家现行标准《低压配电设计规范》 GB50054、《通用用电设备配电设计规范》GB50055和行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16的有关规定。

## 15.6 电力监控系统

15.6.1 供电系统应设置电力监控系统。其系统构成、监控对象、功能要求，应根据供电系统的特点、运营要求、通道条件确定。

15.6.2 电力监控系统的一般规定：

1. 电力监控系统应包括电力调度系统（主站）、变电所综合自动化系统（子站）及联系主站、子站的专用数据传输通道和复示系统。电力调度系统应设置在控制中心。
2. 电力监控系统应满足实时性、可靠性、可维护性和可扩展性的要求。

15.6.3 电力监控系统的设备选型、系统容量和功能配置，应满足系统稳定与发展的需要。

15.6.4 当设有综合监控系统时，电力调度系统可集成到综合监控系统中。

15.6.5 电力监控系统的传输通道设计，应包括通道的结构形式、主/备通道的配置方式、远动信息传输通道的接口形式和通道的性能要求等。

15.6.6 电力监控系统的功能应满足变电所无人值班的运行要求。

15.6.7 电力监控系统宜采用通信系统的标准时钟信号。

15.6.8 电力监控系统功能应包括遥控、遥信、遥测，并应具备数据传输及处理、报警处理及统计报表、用户画面、自检、维护和扩展、信息查询、安全管理、系统组态、在线检测、时钟同步、培训等功能。

15.6.9 遥控对象应包括下列基本内容：

1. 变电所中压及以上电压等级的断路器、电动负荷开关及系统用电动隔离开关；
2. 牵引供电系统直流快速断路器、电动隔离开关；
3. 低压配电系统需要远方控制的断路器；
4. 继电保护整定值组切换、保护及自动装置的投/退；
5. 有载调压变压器的调压开关。

15.6.10 遥信对象应包括下列基本内容：

1. 遥控对象的位置信号；
2. 故障报警及断路器跳闸信号；
3. 所用交、直流设备的电源故障信号；
4. 断路器手车信号；
5. 控制转换开关位置信号。

15.6.11 遥测对象应包括下列基本内容：

1. 电源进线电流、有功电度、无功电度；
2. 变电所中压母线电压；
3. 变电所中压环网出线电流；
4. 牵引直流母线电压；
5. 变电所交流馈线电流、有功电度、无功电度、有功功率、无功功率；
6. 所用直流操作电源的母线电压；
7. 各种保护动作的幅值；
8. 直流进线电流、负极回流电流、馈线电流；
9. 400V进线电流、有功电度、无功电度、有功功率、无功功率、谐波、功率因数；
10. 再生制动能量回馈装置吸收电流、牵引网网压。

15.6.12 电力监控系统应具备下列基本功能：

1. 遥控可分为选点式、选站式、选线式控制；
2. 对供电系统的设备运行状态的实时监视和故障报警；
3. 对供电系统中主要运行参数的遥测；
4. 采用中文的屏幕画面显示、模拟盘显示或其他方式显示；
5. 对供电系统故障记录等的日报、月报制表打印；
6. 系统自检及自动维护功能；
7. 主/备通道的切换功能。

15.6.13 主站设备应按双冗余系统的原则进行配置，主站硬件应包括（但不限于）下列主要设备：

1. 计算机设备（主机含磁盘阵列）与计算机网络；
2. 人机接口设备；
3. 打印记录设备和屏幕拷贝设备；
4. 通信处理设备；
5. 不间断电源设备（UPS）；
6. 模拟盘或其他显示设备。

15.6.14子站设备应具备下列基本功能：

1. 远动控制输出；
2. 包括数字量、模拟量、脉冲量等现场数据采集量；
3. 远动数据传输；
4. 可脱离主站独立运行。

15.6.15 子站设备的通信规约应对用户完全开放。

15.6.16 远动数据通道宜采用通信系统的数据通道。

15.6.17 不间断电源设备的容量，应满足交流失电后，维持系统供电时间不少于30min。

15.6.18 电力监控系统的主要技术指标应符合下列规定：

1. 遥控命令传送时间不应大于3s；
2. 遥信变位传送时间不应大于3s；
3. 遥控正确率不应低于99.9%；
4. 遥信正确率不应低于99.9%；
5. 遥信分辨率（子站）不应大于10ms；
6. 遥测综合误差不应大于1.5%；
7. 站间SOE分辨率不应大于15ms；
8. 双机自动切换时间不应大于30s；
9. 画面调用响应时间不应大于3s；
10. 服务器负荷率不大于30%；
11. 网络负荷率不大于20%；
12. 数据传输通道通信传输速率不应低于100Mbps；
13. 设备平均无故障工作时间不应低于20000h；
14. 设备平均修复时间不应多于1h。
15. 可用率不小于99.98%。

## 15.7 接 地

15.7.1 接地装置包含车站综合接地装置以及单体变电所接地装置，每座车站设置一套综合接地装置，每个单体变电所设置一套接地装置。

15.7.2 供电系统中电气装置与设施的外露可导电部分，除有特殊规定外均应接地。

15.7.3 当供电系统与其他系统共用接地装置时，其接地电阻不应大于接入设备中的要求的最小值。

15.7.4 接地装置应能降低接触电位差和跨步电位差，并应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065的有关规定。

15.7.5 接地装置应利用车站结构钢筋或变电所结构基础钢筋等自然接地极作为接地装置，并宜敷设以水平接地极为主的人工接地网。自然接地装置与人工接地网间应采用不少于两根导体在不同地点相连接。自然接地极与人工接地网的接地电阻值应能分别测量。

15.7.6 接地装置至变电所的接地线的截面，不应小于系统中保护地线截面的最大值。

15.7.7 配电变压器低压侧中性点应直接接地。

15.7.8 供电系统中各主变电所、牵引变电所、降压变电所以及轨道梁桥墩的接地网通过沿线接地扁钢、贯通地线等途径互相连接，在全线范围内形成统一的接地系统。

15.7.9 车站接地保护轨、场段接地保护轨及接触轨底座均应与接地系统相连，以实现可靠接地。F轨在每处桥墩处均应通过桥墩处的接地网进行接地。

15.7.10 接触轨底座的接地连接宜通过预埋件接地的方式实现可靠接地。

15.7.11 直流牵引供电为浮空系统，供电轨正负极和牵引变电所中的直流设备均应绝缘安装。

15.7.12 车辆在人员可能出入处，应通过车体安全接地装置接地。

# 16 通 信

## 16.1 一般规定

16.1.1 通信系统应适应中速磁浮运输效率、保证行车安全、提高现代化管理水平和传递语音、数据和图像等各类信息的需要，做到系统可靠、功能合理、设备成熟、技术先进、经济实用。

16.1.2 通信系统应结合相关线网规划，统筹考虑线网级的资源共享；中速磁浮通信系统工程应满足新建线路运营和管理的要求，还应考虑与已建线路通信系统实现必要的互联互通，并应为后期其他线路的接入预留条件；确定通信总体方案及系统容量时，应将近期建设规模和远期发展规划相结合。

16.1.3 通信系统宜由专用通信系统、公安通信系统、民用通信引入系统组成。

16.1.4 专用通信系统宜由传输系统、无线通信系统、公务电话系统、专用电话系统、视频监视系统、广播系统、时钟系统、乘客信息系统、办公自动化系统、电源系统及接地、集中告警系统等子系统组成，各系统的建设应结合通信技术发展和运营需要。

16.1.5 专用通信系统应满足正常运营方式和灾害运营方式的通信需求。在正常运营方式时，应为运营管理提供信息；在灾害运营方式时，应为防灾、救援和事故处理的指挥提供保证。

16.1.6 公安通信系统应满足公安部门在运营管理范围内的通信需求，并应在突发事件发生时，为公安部门在磁浮范围内的应急调度指挥提供保证。

16.1.7 民用通信引入系统应满足中速磁浮工程范围内的公众通信服务，将电信运营商的移动通信系统延伸至磁浮工程的地下空间里。

16.1.8 通信系统设备应符合电磁兼容性的要求，并应具有抗电气干扰性能。

16.1.9 通信系统各子系统应具有网络管理功能。主要通信设备和模块应具有自检和报警功能，中心网管设备可采集和监测系统设备运行状态和故障信息。

16.1.10 中速磁浮线路区间和车站轨行区内托板托架、线缆和设备的设置严禁侵入设备限界；车载台无线天线的设置严禁超出车辆限界。

16.1.11 通信系统工程设计选用的电气装置、电子设备应满足国家现行有关过电压、过电流指标及端口抗扰度试验标准的规定。通信系统设备应采取防雷措施。

16.1.12 通信系统内电源线缆不应与弱电线缆同管敷设，同槽敷设时应设物理隔离。

16.1.13通信工程建设项目应注意对生态环境的影响，保护自然和生态景观。

## 16.2 传输系统

16.2.1 传输系统应建立以光纤通信为主的传输系统网络，并应满足中速磁浮通信各子系统和信号、综合监控（或电力监控、环境与设备监控）、防灾和自动售检票等系统信息传输的要求。

16.2.2 传输系统宜采用基于光同步数字传输制式或其他宽带光数字传输制式，并应满足各系统接口的需求。传输系统容量应根据各系统对传输通道的需求确定，并应留有余量。

16.2.3 为保证中速磁浮各种行车安全信息及控制信息的可靠传送，传输系统宜根据需要尽可能利用不同径路的两条光缆构成自愈保护环。

16.2.4 干线光缆容量应满足中速磁浮通信系统对光纤容量的需求，并应结合远期发展预留余量，统筹规划光缆径路。

16.2.5 通信电缆、光缆在区间隧道内可采用沿隧道壁架设方式，进入车站宜采用隐蔽敷设方式；高架区段电缆、光缆宜敷设在高架区间通信槽道内或托板托架上；地面电缆、光缆宜采用管道或槽道敷设方式。

16.2.6 通信电缆、光缆应与强电电缆分开敷设，通信电缆、光缆与强电电缆敷设距离不满足相关规范要求时，通信电缆、光缆应采取屏蔽措施；光缆宜采用非金属加强芯。

16.2.7 通信光、电缆管道埋深，管道顶部至路面不宜小于0.8m，特殊地段不应小于表16.2.7的规定。

表16.2.7 特殊地段管道顶部至路面的埋深（m）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 管道种类 | 路面至管顶的最小深度 | | 路面（或基面）至管顶的最小深度 | |
| 人行道下 | 车行道下 | 电车轨道下 | 铁路下 |
| 混凝土管  或塑料管 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.3 |
| 钢 管 | 0.2 | 0.4 | 0.7（加绝缘层） | 0.8 |

16.2.8 通信光、电缆管道和其他地下管线及建筑物间的最小净距，应符合表16.2.8-1的规定。沿墙架设电缆、光缆与其他管线的最小净距应符合表16.2.8-2的规定。

表16.2.8-1 管道和其他地下管线及建筑物间的最小净距(m)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设 施 名 称 | | 最小净距 | |
| 平行时 | 交叉时 |
| 电力电缆 | 电压<35kV | 0.5 | 0.5 |
| 电压≥35kV | 2.0 | 0.5 |
| 其他通信电缆 | | 0.75 | 0.25 |
| 给水管 | 管径<0.3m  管径≥0.3m | 0.5  1.0 | 0.15  0.15 |
| 煤气管 | 压力≤300kpa | 1.0 | 0.3 |
| 300kpa<压力≤800kpa | 2.0 | 0.3 |
| 市外大树 | | 2.0 | - |
| 市内大树 | | 0.75 | - |
| 热力管、排水管 | | 1.0 | 0.15 |
| 排 水 沟 | | 0.8 | 0.5 |
| 房屋建筑红线（或基础） | | 1.0 | - |

表16.2.8-2 沿墙架设电缆与其他管线的最小净距（m）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 管 线 种 类 | 最小净距 | |
| 平行 | 垂直交叉 |
| 电力线 | 0.15 | 0.05 |
| 避雷引入线 | 1.00 | 0.30 |
| 保护地线 | 0.05 | 0.02 |
| 热力管(不包封) | 0.50 | 0.50 |
| 热力管(包封) | 0.30 | 0.30 |
| 给水管 | 0.15 | 0.02 |
| 煤气管 | 0.30 | 0.02 |

16.2.9 地下线路的通信主干光缆和电缆应采用无卤、低烟的阻燃材料，并应具有抗电气化干扰的防护层。

16.2.10 地上车站站内宜采用无卤、低烟的阻燃线缆；地上区间的通信主干光缆和电缆应采用阻燃线缆，还应具有抗阳光辐射和防雨淋能力。

16.2.11 在中速磁浮工程沿线敷设的光缆、电缆等管线结构，应选择符合抗电气化干扰的材质、结构设计和施工方法。

16.2.12 干线光缆的光纤应采用单模光纤。

## 16.3无线通信系统

16.3.1 中速磁浮工程应设置无线通信系统，无线通信系统需承载车-地之间的语音、数据通信，应提供地铁控制中心调度员、车辆基地调度员、车站值班员等固定用户与列车司机、防灾、维修等移动用户之间的通信。

16.3.2 中速磁浮线网无线通信系统应统一规划、分期实施，宜实现网络互联互通及资源共享。

16.3.3 中速磁浮工程无线通信系统采用的制式应符合国家有关技术标准，所采用的工作频段及频点应由当地无线电管理部门批准。

16.3.4 系统覆盖地点应包括车站、区间线路、联络线和车辆基地等，其中调度无线通信系统覆盖范围还包括控制中心。

16.3.5 无线通信系统车载台应防撞击、耐震动，并应在司机室进行合理布置。

16.3.6 无线通信系统应满足列车高速运行时的无缝切换。

16.3.7 调度无线通信系统必须满足行车安全、应急抢险的需要。

16.3.8 调度无线通信系统应采用有线、无线相结合的传输方式。中心无线设备通过数字传输系统或光纤与车站、车辆基地的无线基站连接，各基站通过天线或漏缆构成与车载台、移动台的通信。

16.3.9 调度无线通信系统可根据运营需要设置行车调度、防灾环控调度、综合维修、车辆基地调度等系统。

16.3.10 调度无线通信系统应具有选呼、组呼、全呼、紧急呼叫、呼叫优先级权限等调度通信功能，并应具有语音存储功能、录音及回放功能、监测监听功能等。

16.3.11 调度无线通信系统空间波覆盖的时间地点概率不应小于90%，漏泄同轴电缆辐射电波的时间地点概率不应小于95%。

16.3.12 乘客信息系统无线网络提供的双向传输的有效带宽应能满足列车与中心之间的实时双向数据传输的带宽要求（在满足列车行驶速度下），并保证所传图像顺畅清晰，不出现画面中断或者跳播等现象。

## 16.4 公务电话系统

16.4.1 公务电话系统由公务电话交换设备、自动电话及其附属设备组成。公务电话交换设备宜设置在负荷集中、便于管理的地点。公务电话可根据实际使用需求与专用电话系统合设。

16.4.2 中速磁浮公务电话交换网络应统一规划、分期实施。

16.4.3 中速磁浮公务电话交换网与公用网本地电话局的连接方式宜采用全自动呼出、呼入中继方式。中继线的数量，应根据话务量大小和国家的有关规定确定。

16.4.4 公务电话交换设备应具备综合业务数字网络功能，并宜预留数据信息业务功能等。

16.4.5 公务电话交换网宜设置计费管理系统。

16.4.6 公务电话交换设备的容量应根据机构设置、新增定员、通信业务等因素确定，并应为发展预留余量。

16.4.7 中速磁浮公务电话交换机至所管辖范围内的地区用户线传输衰耗不宜大于7dB。

16.4.8 中速磁浮公务电话应采用统一用户编号，在交换网中宜采用。

“0”或“9”为呼叫市内电话的号码；

“l”为特种业务，新业务首位号码；

“2～8”为中速磁浮用户的首位号码。

## 16.5 专用电话系统

16.5.1 专用电话系统是为控制中心调度员、车站、车辆基地值班员组织指挥行车、运营管理及确保行车安全而设置的电话系统设备。

16.5.2 专用电话系统应包括调度电话、站间行车电话、车站以及车辆基地专用直通电话。

16.5.3 中速磁浮区间5km以及以上隧道内，宜设置应急救援电话。

16.5.4 调度电话系统供控制中心调度员与各车站（车辆基地）值班员，以及与办理行车业务直接有关的工作人员进行调度通信，主要应包括行车、电力、防灾环控、维修等调度电话组。

16.5.5 控制中心调度台宜设置在控制中心调度大厅内。行车调度电话分机应设置在各车站行车值班员、车辆基地信号楼行车值班员等处所。

16.5.6 电力调度电话分机应设置电力值班人员所在的处所。

16.5.7 防灾环控调度电话分机应设置在防灾环控值班人员所在的处所。

16.5.8 中速磁浮调度电话应能满足如下要求：

1 调度电话终端可选呼、组呼和全呼分机，任何情况下均不应发生阻塞；

2 调度电话分机对调度值班台应可实现一般呼叫和紧急呼叫；

3 控制中心调度电话终端之间应有台间联络等功能；

4 应具有召集固定成员电话会议和实时召集不同成员的临时会议的能力。

16.5.9 站间行车电话应提供相邻车站值班员间办理有关行车业务联系。站间行车电话终端应设在车站值班员所在的处所。

16.5.10 车站专用直通电话应提供行车值班员或站长与本站内运营业务有关人员进行通话联系。站区管辖内的道岔处可设置与车站值班员间的直通电话。车辆基地专用直通电话可根据作业性质设置行车指挥电话、乘务运转电话、段内调度指挥电话、车辆检修电话等。

16.5.11 公务电话系统和专用电话系统可采用合设方式，但应保证调度专用功能。

## 16.6 视频监视系统

16.6.1 视频监视系统应为控制中心调度员、车站值班员、列车司机等提供有关列车运行、防灾、救灾及乘客疏导等方面的视觉信息。

16.6.2 视频监视系统应由中心控制设备、车站控制设备、图像摄取、图像显示、存储及视频信号传输等设备组成；视频监视系统宜采用高清制式；有条件时，专用视频监视系统宜与公安视频监视系统合设。

16.6.3 视频监视系统可按运营需求分为中心级和车站级两级监视，并应符合下列规定：

1 中心级监视应在控制中心行车调度员、电力调度员、防灾环控调度员等处所设置控制、监视装置。各调度员应能任意地选择全线摄像机的图像，并应能切换至相应的监视终端上；

2 车站级监视应在车站行车值班员、防灾环控值班员等处所设置控制、监视设备。车站值班员应能任意地选择本车站中任一组或任一个摄像机的图像，并应切换至相应的监视终端；

3 司机可利用站台或驾驶室内的监视终端监视乘客上下车。

16.6.4 中速磁浮视频监视系统应在车站售检票大厅、乘客集散厅、上下行站台、自动扶梯等公共场所设置监视摄像机；在变电设备用房及票务室、售票处等场所也可设置。

16.6.5 中速磁浮线路区间道岔区、区间机房室内外、隧道口、低路基地段、区间重点治安防范区段以及桥梁疏散通道宜设置监视摄像机；重点监视目标和重点治安防范区域等处，宜具有图像内容分析功能。

16.6.6 视频监视系统的摄像机、监视终端应采用符合国家广电标准的制式。室外摄像机应设全天候防护罩，并应适应最低0.2lx的照度；室内摄像机应适应最低1lx的照度或应急照度要求。

16.6.7 视频监视系统应具备监视、控制优先级、循环显示、任意定格与锁闭、图像选择、不间断实时录像、摄像范围控制、字符叠加，远程电源控制等功能。

16.6.8 图像数字化编解码技术应采用标准通用的数字编码格式。

## 16.7 广播系统

16.7.1 广播系统应保证控制中心调度员和车站值班员向乘客通告列车运行以及安全、向导等服务信息，向工作人员发布作业命令和通知，发生灾害时可兼做救灾广播。

16.7.2 广播系统应由正线运营广播系统、车辆基地广播系统组成。

16.7.3 正线运营广播系统在控制中心和车站均应设置行车和防灾广播控制台，控制中心广播控制台可以对全线选站、选路广播；车站广播控制台可对本站管区内选路广播。

16.7.4 正线运营广播系统行车和防灾广播的区域应统一设置。防灾广播应优先于行车广播。

16.7.5 正线运营广播系统在车站站台宜设置供客运服务人员随时加入本站广播系统作定向广播的装置或可具有无线广播功能。

16.7.6 正线运营广播系统分区宜按站台层、站厅层、出入口通道、与行车直接有关的办公区域、区间等划分，广播区各点的声场均匀度及混响指标应保证广播声音清晰、稳定。

16.7.7 车辆基地广播系统供车辆基地调度指挥人员向与行车直接有关的车辆基地内生产人员发布作业命令及有关安全信息等。

16.7.8 广播系统功放设备总容量应按所有广播负荷区额定功率总和及线路的衰耗确定。功率放大器应按照N+1的方式进行热备用，系统应有功放自动检测倒换功能。

16.7.9 列车广播设备应与车辆配套设置。列车广播设备应兼有自动和人工两种播音方式，同时可接受控制中心调度员通过无线通信系统对运行列车中乘客的语音广播。

## 16.8 时钟系统

16.8.1 时钟系统磁浮运营提供统一的标准时间信息，为其他各系统提供统一的时间信号。时钟系统由中心母钟（简称一级母钟）、车站和车辆基地母钟（简称二级母钟）、时间显示单元（简称子钟）组成。

16.8.2 控制中心宜设置一级母钟，一级母钟的设置应满足多条线路的共享，车站和车辆基地设置二级母钟，中心调度室、车站综合控制室、牵引变电所值班室、站厅、站台层及其他与行车直接有关的办公室等处所应设置子钟。

16.8.3 一级母钟应能接收外部全球卫星定位系统基准信号和同步系统提供的标准时间信号；一级母钟定时向二级母钟发送时间编码信号用以校准；二级母钟产生时间信号提供给本站的子钟。

16.8.4 一级母钟自走时精度应在l0-7以上，二级母钟自走时精度应在10-6以上。

16.8.5 一级母钟、二级母钟应配置数字式及指针式多路输出接口，一级母钟应配置数据接口。

16.8.6 子钟可采用数字式和指针式及采用双面或单面显示。在设置乘客信息系统显示终端的站台、站厅等处，宜由乘客信息系统显示终端的时钟代替子钟功能。

## 16.9办公自动化系统

16.9.1 办公自动化系统应为磁浮运营和管理提供电子办公、信息发布、日常运作和管理、资源管理、人员交流的信息平台。

16.9.2 办公自动化软件平台建设宜根据运营单位的需求，结合线网统一规划和实施。

16.9.3 办公自动化系统可在控制中心、车站、车辆基地设置数据网络设备，在中速磁浮运营相关办公场所应设置用户终端设备。

16.9.4 办公自动化系统宜利用传输系统作为主干传输网络，用户终端设备可通过综合布线系统接入网络设备。

16.9.5 办公自动化系统应设置完善的网络安全措施。

## 16.10 电源系统及接地

16.10.1 电源系统应保证对通信设备不间断、无瞬变地供电。通信电源设备应满足通信设备对电源的要求。

16.10.2 通信电源系统宜按独立的电源设备设置，也可纳入综合电源系统。通信电源设备应具有集中监控管理功能。

16.10.3 中速磁浮通信设备应按一级负荷供电。

16.10.4 直流供电的通信设备，宜采用高频开关电源方式集中供电。直流电源基础电压应为-48V，其他种类的直流电源电压可通过直流变换器供电。

16.10.5 交流供电的通信设备，宜采用交流不间断电源方式集中供电。

16.10.6 电源设备容量满足期限应符合下列要求：

1 直流、交流配电设备的容量应按远期负荷配置；

2 高频开关电源、交流不间断电源设备的容量应按近期配置；

3 蓄电池组的容量应按近期负荷配置，并应保证连续供电不少于2h。

16.10.7 通信设备的接地系统设计，应满足人身安全要求和通信设备安全的正常工作。

16.10.8 中速磁浮控制中心、车站、车辆基地宜采用综合接地方式，综合接地体电阻值不应大于1欧姆。

## 16.11 集中告警系统

16.11.1 专用通信系统宜设置集中告警系统。

16.11.2 集中告警系统设备宜设置于控制中心或维护中心，并可实现故障监测、安全管理等功能。

16.11.3 集中告警系统与通信各子系统的网络管理系统间应采用标准、通用的硬件接口和通信协议。

16.11.4 集中告警系统应利用通信各子系统具有的自诊断功能，采集通信各子系统的设备故障信息，并应进行记录和告警。

## 16.12 公安通信系统

16.12.1 公安通信系统应结合公安分局、派出所的设置统一考虑资源共享，有条件时宜与专用通信系统共用设备，资源共享节约投资。

16.12.2 公安通信系统宜由公安视频监视系统、公安无线通信引入系统、公安数据网络、公安电源系统等组成。

16.12.3 公安视频监视系统应满足公安部门对车站范围监视的需要，可在磁浮公安分局、派出所及车站公安值班室进行监视。当有条件时，公安视频监视系统宜与专用通信视频监视系统合设。

16.12.4 公安无线引入系统无线信号应覆盖中速磁浮范围内地下车站及隧道空间。

16.12.5 公安无线引入系统应实现与城市既有公安无线通信系统的兼容及互联互通。

16.12.6 公安数据网络应能满足公安分局、派出所及车站公安值班室间的数据传输需求，并可接入城市公安数据网络。

16.12.7 公安电源系统应满足公安视频监视系统、公安无线通信引入系统、公安数据网络等设备的供电需求。

## 16.13 民用通信引入系统

16.13.1 民用通信引入系统宜由运营商自行建设，磁浮工程为其提供房屋及设备电源。房屋面积、电源容量应考虑运营商的要求并结合远期预留。

16.13.2 中速磁浮工程应考虑民用通信管线等设施安装空间的预留。

## 16.14 通信用房

16.14.1 通信设备用房，应根据设备合理布置的原则确定机房及生产辅助用房的面积。

16.14.2 通信设备用房的面积应按远期容量确定，并应根据需要提供公安通信系统、民用通信引入系统设备设置的用房。

16.14.3 通信机房的位置安排，除应做到经济合理、运转安全外，尚应考虑引入方便、配线最短、楼层的承载能力和便于维修等方面的因素。

16.14.4 通信机房宜靠近车控室，不应与电力变电所相邻。

16.14.5 应根据通信设备及布线的要求合理预留沟、槽、管、孔。

# 17 信 号

## 17.1一般规定

17.1.1 信号系统应满足中速磁浮行车组织和运营管理的需要，保证列车运行安全，提高行车效率，改善运营人员的工作条件。

17.1.2 信号系统应为线路双方向运行提供安全防护功能。

* 1. 在采用移动闭塞系统时，正、反向运行均采用移动闭塞方式追踪运行。
  2. 在采用准移动闭塞或固定闭塞系统时：双线区段正方向按准移动闭塞追踪运行，反向可按站间闭塞运行。单线区段应按双方向追踪运行设计。

17.1.3 中速磁浮信号系统宜采用完整的列车自动控制系统（ATC），并应设监测和报警设备。

17.1.4 信号系统应具有高可靠性、高可用性和高安全性。

17.1.5 凡涉及行车安全的系统、设备及电路必须符合故障导向安全原则，采用的安全系统、设备应经过安全认证。

17.1.6 信号系统应按远期最大行车能力要求配置，追踪能力、出入段能力与正线行车能力相匹配。

17.1.7 信号系统与其他专业或系统接口时，相关设备应具有信息收发的记录功能。

17.1.8 信号系统应能适应中速磁浮电磁兼容环境。

17.1.9 信号系统应满足现代化维护管理的需求，信号设备应便于维护、测试与更换。

17.1.10 信号系统的车载设备严禁超出车辆限界；地面设备严禁侵入设备限界。

17.1.11 计算机、电子类控制设备原则上应尽可能在室内集中设置。

17.1.12 设于高架或者低置线路的信号设备应与城市景观相协调。

## 17.2 列车自动运行控制系统

17.2.1 信号系统应包括正线ATC系统及车辆段/停车场信号系统。

17.2.2 正线ATC系统应包括下列子系统：

1. 列车自动监控（ATS）子系统；
2. 列车自动防护（ATP）子系统；
3. 列车自动运行（ATO）子系统；
4. 计算机联锁（CI）子系统；
5. 维护集中监测子系统。

17.2.3 车辆段/停车场信号系统包括下列子系统：

1. 计算机联锁子系统；
2. 列车自动监控（ATS）子系统；
3. 列车自动防护（ATP）子系统；
4. 维护集中监测子系统；
5. 试车线信号系统；
6. 信号培训系统设备；
7. 信号日常维修和检测设备。

17.2.4 ATC系统控制模式应包括控制中心自动控制、控制中心人工控制、车站自动控制及车站人工控制。各种控制的优先级顺序为：车站人工控制优先于控制中心人工控制，控制中心人工控制优先于控制中心自动控制或车站自动控制。

17.2.5 列车驾驶模式应符合下列规定：

1. 列车驾驶模式可包括列车自动运行、列车自动防护、限制人工驾驶和非限制人工驾驶模式。
2. ATC系统控制区域与非ATC系统控制区域的分界处设驾驶模式转换区，转换区长度宜大于最大编组列车长度，并宜尽量设置在平坡或者缓坡区段；转换区配置与正线信号设备一致的相关设备。转换区的设置应根据ATC系统的特点确定。
3. 驾驶模式转换可采用人工方式或者自动方式，并应予以记录。在ATC控制区域内使用非限速模式时应有破铅封、记录或授权指令等技术措施。

17.2.6 ATC系统应能降级运用，并应实现故障弱化处理，同时应具有故障复原的能力。

17.2.7 ATC系统的设计能力应符合下列规定：

1. ATC系统能力应与线路规模、运行能力相适应。
2. 信号专业应与行车等专业配合，并应通过列车运行仿真分析计算通过能力、折返能力及出入段/场能力。
3. 出入段/场列车应不影响正线列车的行车能力。
4. ATC系统监控和管理的列车数量应按最小追踪间隔能力所需列车数量设计，并应留有不小于30%的余量。新线设计车载信号设备配备数量，宜按初期配属列车数量计列。

17.2.8 ATC系统应能与通信、电力监控、防灾报警和环境监控等系统接口。当工程配置综合监控系统时，ATC系统应能与其接口。

17.2.9 ATC系统采用区域控制方式应符合下列要求：

1. 控制区域的划分应根据车站配线、区域范围内线路长度、行车管理区域、系统设备控制能力、系统性能指标、故障影响范围及维修管理体制等因素确定。
2. 折返站、与车辆段/停车场的衔接站等车站宜设置为区域控制站。

## 17.3 列车自动监控系统（ATS）

17.3.1 ATS系统构成应符合下列要求：

1. ATS系统包括控制中心、车站和车辆段/停车场设备。
2. 控制中心ATS主要应包括服务器、工作站、网络设备、接口设备、打印机等设备，工作站应包括调度员工作站、调度长工作站、时刻表编辑工作站、维护工作站和培训工作站等。
3. 设备集中站ATS主要应包括服务器、现地工作站、网络设备、发车计时器等设备；非设备集中站ATS主要包括现地工作站、网络设备、发车计时器等设备；车控室ATS现地工作站可与联锁系统终端合设。
4. 车辆段/停车场设备ATS主要包括服务器、现地工作站、派班工作站、网络设备等设备。
5. ATS 系统构架和配置应符合下列要求：

1）网络拓扑结构采用冗余方式。

2）主要服务器采用双机热备方式；当主机故障时，主备机切换应确保系统功能完整、各种显示连续、正确。

3）调度工作站的数量，根据在线列车对数、线路长度和车站数量等因素合理配置；各调度工作站应互为备用，调度工作站的多个显示器输出控制应相对独立。

17.3.2 正线ATS系统应具有下列功能：

1. 列车自动识别、运行监视和车次号显示；
2. 列车运行图/时刻表的编制及管理；
3. 列车进路的控制；
4. 列车运行的调整；
5. 节能运行调度；
6. 列车运行限制；
7. 操作和运营数据记录、回放、输出及统计；
8. 系统设备状态监视和报警功能；
9. 培训和运行模拟。

17.3.3 ATS系统应符合下列要求：

1. 运营线路上的车站、站间、折返线等应全部纳入ATS 系统监控范围，涉及行车安全的应急控制宜由车站办理。
2. 自动化车辆段、停车场应纳入ATS监控范围。
3. ATS 系统应满足列车运行交路的需要,凡具有折返条件的车站均应按具有折返作业处理。
4. 系统故障或车站作业需要时，经控制中心调度员与车站值班员办理手续后，可实现站控与遥控转换；车站值班员也可强行办理站控作业；站控与遥控转换过程中，不应影响列车运行。
5. 道岔集中控制和现地操纵模式转换时，不改变ATS控制模式。
6. 列车进路控制应以联锁表为依据，并应根据运行时刻表和列车识别号等条件实现控制。

17.3.4 ATS系统接口应符合下列要求：

1. ATS系统应与联锁、ATP、ATO设备接口。
2. ATS系统应与无线通信、广播、乘客信息等系统接口。
3. ATS系统应与时钟系统接口，接收时间校准信号。
4. ATS 系统可与电力监控、防灾报警和环境监控或综合监控等系统接口。
5. ATS 系统可提供与城市轨道交通线网指挥中心系统的接口。

## 17.4 列车自动防护系统（ATP）

17.4.1 ATP系统应由地面设备及车载设备组成。

17.4.2 ATP地面设备包括列控设备、车地通信设备、轨道区段占用检查设备及相关接口等设备。

17.4.3 地面列控设备包括ATP计算机设备、应答器和LEU设备、ATP环线设备、地面对位停车设备等。

17.4.4 ATP 车载设备包括车载计算机设备、测速定位设备、操作显示设备、车地通信设备及相关接口等设备。

17.4.5 ATP核心计算机设备应采用二乘二取二或三取二硬件冗余结构。

17.4.6 ATP 及联锁设备站间通信应采用独立冗余通道。

17.4.7 运营列车首尾两端宜各设一套ATP车载设备，ATP车载设备宜采用热备冗余结构。

17.4.8 ATP系统应具有下列主要功能：

1. 列车测速和定位功能；
2. 列车间隔控制；
3. 列车超速防护和制动保障；
4. 列车倒退保护和零速度检测；
5. 轨道末端的安全防护；
6. 车门及站台门的安全监控；
7. 站台区紧急停车能；
8. 道岔区安全防护；
9. 临时限速；
10. 车载信号设备转台检查和操作记录。

17.4.9 ATP系统应符合下列要求：

1. 中速短定子磁浮交通必须配置ATP系统，其系统安全性应满足安全完整性等级（SIL）4 级标准；ATP 系统内部设备之间的信息传输也应符合故障导向安全原则。
2. 根据安全制动模式通过计算ATP安全防护距离，在进路外方设置防护区段或者在进路内方预留安全防护距离。
3. 对于停车线、折返线，ATP安全防护距离不应大于50m。
4. ATP系统可采用连续式通信控制级别、点式通信控制级别，或者点式和局部连续式通信级别相结合的控制方式，宜采用一次速度——目标距离控制模式。
5. ATP地面设备向车载设备传送的允许速度指令或线路状态、目标速度、目标距离、临时限速、站台门状态、道岔状态等信息，应满足ATP车载设备控制方式和控制精度的需要。
6. 中速磁浮采用关节型轨道梁形式道岔，ATP系统应具有完善的道岔区安全防护措施，防止列车冒进道岔。
7. 线路正、反方向运行时应具备临时限速防护功能，临时限速按暂按5km/h一级进行分多级设置。

17.4.10 轨道区段占用检查、车载测速定位及信息传递应符合下列规定：

1. 轨道区段占用检查可采用模拟计轴器或TD环线等方式。
2. 车载ATP测速定位可采用感应环线、钢轨枕涡流传感器等方式，并辅以应答器、加速度传感器、多普勒雷达等方式，测速精度应满足系统控制要求。
3. 车站站台区可辅助其他测速定位措施、以及停车位置检测设备，以满足中速磁浮列车进站定点对位停车过程对测速精度和零速检测要求。
4. 车地信息传递可采用电缆环线、应答器、无线通信等传输方式。

17.4.11 ATP车载设备应符合下列要求：

1. ATP系统导致列车停车应为最高安全准则。连续通信区域内车地连续通信中断、列车完整性电路断路、列车超速、列车的非预期移动、车载设备重要故障等均应导致列车强迫制动。
2. ATP车载设备信号应为行车的主体信号。车载信号应至少包括列车允许速度、列车实际运行速度、列车运行前方的目标距离。
3. ATP速度控制曲线计算应满足平稳驾驶的需求，避免列车频繁加、减速运行。
4. 在不超过车辆构造速度和道岔构造速度的前提下，ATP制动模型宜按指导运行或ATO速度不低于线路等级速度考虑。
5. ATP执行紧急制动控制时应切断列车牵引,列车停车过程不得中途缓解。
6. 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。
7. 列车处于停车且开门的状态下，车载设备应防止列车错误启动和非预期的移动。
8. 列车在站间运行过程中如车门错误开启，ATP车载设备应采取报警、停车等防护措施。

17.4.12 基于连续通信的ATP地面设备应符合下列要求：

1. 车地通信系统宜采用无线通信方式，也可采用交叉感应缆环线方式。
2. 基于无线通信方式的车地通信系统应符合下列要求：

1）车地无线通信系统宜采用标准的通信设备，其无线场强覆盖可采用天线、漏缆和裂缝波导管等方式，也可根据现场条件混合使用。

2）车地通信系统应保证在列车高速移动时的漫游切换，不应影响列车控制的连续性。

3）车地无线通信系统应采用冗余场强覆盖设计，当一套网络故障时，应确保信号系统车地信息传输的连续性。

4）信号系统应确保车地传输信息的安全，并应具备网络加密、认证、识别和防火墙等信息的安全防护功能。

5）信号系统的车地无线通信应与其他系统、其他相关线路所用无线通信统一规划无线频点。

6）车地无线通信设备的安装设计和测试应便于运营维护和检修。

7）车辆段、停车场的停车列检库宜实现无线覆盖。

8）对于采用局部连续式通信的系统，连续通信覆盖范围应包括站台区、道岔区和转换轨区域，覆盖区域的范围应根据车载系统、无线系统特性参数、ATP防护原则经计算确定。

1. 基于轨旁电缆环线方式的车地通信系统应符合下列要求：

1）轨旁电缆环线的安装方式宜不影响工务维护，不应影响乘客的紧急疏散。

2）系统应能实现电缆环线完整性检测和断线报警功能，并提供相关的安全防护措施。

17.4.13 基于点式通信的ATP地面设备应符合下列要求：

1. 点式通信设备可采用有源应答器或点式环线设备。
2. 点式ATP系统列车追踪运行可采用进路闭塞或者自动闭塞。点式车地通信信息与闭塞制式相匹配。
3. 采用点式应答器时，在距离信号机前方一定距离应设置预告应答器。预告应答器距信号机的距离应大于列车制动距离。采用点式环线时，点式环线应覆盖进路接近区段，或者设置预告环线。

## 17.5 列车自动运行系统（ATO）

17.5.1 ATO系统应由地面设备和车载设备组成。

17.5.2 ATO地面设备应主要包括轨旁定位设备、ATO接口等设备。ATO可利用ATP系统的轨旁设备，但不应影响ATP系统的安全性。

17.5.3 ATO车载设备应主要包括ATO车载计算机及相关接口等设备。

17.5.4 ATO系统应具有下列主要功能：

1. 自动、合理控制列车运行；
2. 车站精确对位停车；
3. 车门及站台门控制；
4. 有人或无人驾驶自动折返功能。

17.5.4 ATO 系统应符合下列要求：

1. ATO 系统可具有司机监控下ATO、无人驾驶等水平等级。
2. ATO 定点停车精度应根据站台计算长度、列车性能和站台门的设置等因素选定。定点停车精度宜为±0.3m。
3. ATO应满足舒适度、快捷及正点的要求。
4. ATO应能控制列车实现车站通过作业。
5. ATO应根据ATP、ATS等系统提供的线路条件、道岔状态、列车位置等信息及速度调整命令，实现列车的速度控制。

## 17.6 计算机联锁系统

17.6.1 计算机联锁应采用二乘二取二或三取二冗余结构。

17.6.2 计算机联锁系统应确保进路上道岔、信号机和区段的联锁，在联锁条件不符时，严禁进路开通。敌对进路必须相互照查和锁闭，不得同时开通。

17.6.3 应能办理列车和调车进路，根据需要设置相应的防护进路。

17.6.4 进路解锁宜采用分段解锁方式。锁闭的进路应能随列车正常运行自动解锁、人工办理取消进路和限时解锁，并应防止错误解锁。具有折返性质的进路应能进行折返解锁。

17.6.5 限时解锁时间应确保行车安全。特别在点式ATP模式下，当延时计时完成后，必须保证已通过预告应答器授权的列车能够在前方信号机外方停车或者已经进入取消的进路。

17.6.6 联锁系统应实现对道岔位置转换控制和状态监视，通过与道岔控制系统接口，应能单独操纵和按进路操纵道岔。

17.6.7 磁浮道岔可由联锁系统集中控制或在轨旁现地操纵。当处于现地操纵模式时，联锁系统不能操纵道岔和使用该道岔办理进路。

17.6.8 宜在车站IBP盘上设置各道岔应急控制按钮，以备特殊情况下对道岔应急操作。

17.6.9 车站站台及车站控制室应设站台停车按钮。紧急停车按钮电路应符合故障导向安全原则。

17.6.10 车站联锁控制功能应主要包括：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、遥控和站控，以及站台紧急关闭和取消、道岔失表示紧急停车、站台门控制信息及状态信息传递。

17.611 一套联锁系统可以控制一个以上的车站，部署计算机联锁系统的车站为设备集中站，其他为非设备集中站。应根据线路配线、站间距、车站性质、设备控制距离综合考虑设备集中设置。

17.6.12 计算机联锁系统应具有自诊断能力。

17.6.13 计算机联锁系统除与ATS、ATP、ATO等信号子系统接口外，还应具备与道岔控制系统、站台门控制系统和综合后备盘（IBP）等其他非信号系统的安全接口。

17.6.14 正线信号机的设置应符合下列要求：

1. 在ATC控制区域的线路上应设置出站信号机和道岔防护信号机。根据闭塞制式和运营需求设置区间通过信号机，满足列车追踪运行和安全防护的需要。
2. 所有有配线的车站均考虑在应急情况下的折返需求，并配置折返所需的信号机。
3. 线路尽头、停车线尽头应设置防护信号机。
4. 道岔防护信号机和具有接车性质的信号机应设引导信号，其他信号机引导信号根据需要设置。
5. 信号机应设置在列车运行方向的右侧。遇条件限制需设于其他位置时，应经运营主管部门批准后再实施。
6. 对于CBTC系统，连续通信级别下轨旁信号机宜采用常态灭灯状态；在系统降级运行在点式通信级别或者联锁级别时，轨旁信号机恢复点灯状态。

17.6.15 正线信号机显示方式如下：

1. 红灯——禁止通行，列车在信号机前停车；
2. 绿灯——允许通行，进路中的所有道岔开通直向；
3. 黄灯——允许通行，进路中至少有一组道岔开通侧向；
4. 红灯＋黄灯――引导信号，允许列车以不大于25km/h速度越过信号机，并随时准备停车。

17.6.16 不允许信号出现不符合规定的信号显示，在组合灯光开放和关闭时，应同时点灯或灭灯。

17.6.17 信号机显示距离：

1. 正线行车信号和道岔防护信号机显示距离不宜小于400m。
2. 场段调车信号机显示距离不应小于200m。
3. 特殊地段应根据列车最高运行速度、制动距离、司机反应时间等因素核算信号显示距离需求。

## 17.7 维护集中监测系统

17.7.1 正线车站、车辆段、停车场应设置信号集中监测系统。

17.7.2 信号集中监测系统主要由车站采集机、车站工作站、采集传感器、中央服务器、监测终端等构成。根据运营需求，在相关位置设置监控终端。

17.7.3 集中监测系统网络应与信号其他子系统网络采取安全隔离措施。

17.7.4 信号集中监测系统，并应符合下列要求：

1. 实现联锁系统开关量和运行状态监测。
2. 实现信号机状态、主灯丝断丝、断路器报警等监测。
3. 实现信号与其他系统接口关键开关量采集。
4. 实现电缆绝缘状态监测。
5. 实现电源漏流检测。
6. 实现电源屏、UPS关键信息监测。
7. 实现ATS、ATP关键运行状态检测。
8. 相关数据应能进行存储、回放和分析。

17.7.5 集中监测系统宜与道岔控制系统接口，将道岔控制系统监测信息纳入信号集中监测范围。

## 17.8 车辆段及停车场信号系统

17.8.1 车辆段/停车场信号系统应符合下列要求：

1. 车辆段、停车场设进、出段/场信号机，进、出段/场信号机宜为列车信号机，根据需要也可设调车信号机。进、出段/场信号机、调车信号机应以显示禁止信号为定位。
2. 根据场段接发车能力需求和核算，可在咽喉区设置接车进路信号、出站信号机和发车进路信号机，以满足场段出入能力需求。
3. 非自动化车辆段、停车场联锁系统宜单独控制，ATS系统可监视车辆段、停车场作业情况。自动化车辆段、停车场联锁系统宜纳入ATS监控范围。
4. 列车在非自动化段/场内宜按调车进路控制，联锁设备可根据段内运营作业特点实现联锁条件检查。列车出入段宜为列车信号，根据需要也可采用调车信号。列车在自动化段/场内宜按列车进路控制。
5. 车辆段/场具有道岔防护性质的信号机应实现冒进信号防护功能。

17.8.2 试车线信号系统应符合下列要求：

1. 试车作业时，试车线操作员应与车辆段值班员交接控制权。车辆段与试车线的接口设计应保证试车作业与车辆段作业互不影响。
2. 试车线信号地面设备的配置，应能完成信号系统车载设备功能的动态测试和双向试车的需要。
3. 试车线配置的车地无线通信设备，不应干扰正线列车的运行。

17.8.3 培训系统设备符合下列要求：

1. 培训设备应能提供运行环境模拟、故障设定及仿真功能。
2. 培训设备应基本包含ATC系统各种类型的实物设备，可以适当简化为非冗余结构配置。
3. 配置的车地无线通信设备不应干扰或影响运营设备的运行。
4. 培训设备的配置应基于线网范围内资源共享的原则。

17.8.4 日常维修和检测设备符合下列要求：

1. 日常维修和检测设备包括通用工器具和专用维修工具和设备。
2. 专用维修工具和设备应满足本线所配置ATC系统维修需求。
3. 通用工器具应与维修体制相匹配，满足日常工区维护、检修和基地维修的需要。

## 17.9 其他

17.9.1 信号系统的基本信号显示，应符合国家标准《城市轨道交通信号系统通用技术条件》GB/T 12758 的有关规定。

17.9.2 信号系统供电应符合下列要求：

1. 供电负荷等级应为一级负荷。
2. 车载设备应由车辆提供直流电源。

17.9.3 信号电源设备应不符下列规定：

1. 信号电源设备由电源屏、不间断电源（UPS）及蓄电池构成。
2. 交流电源电压的波动超过交流用电设备正常工作范围时，应设稳压设备。
3. 信号电源电源屏应为模块化、冗余化、具有自诊断、监测报警和联网功能的信号专用智能电源屏。
4. 应选用在线式UPS和免维护、密闭式蓄电池设备。
5. 全线信号设备的UPS电池后备时间不宜小于30min。

17.9.4 信号系统电线路应符合下列要求：

1. 地下区间和车站、控制中心和车辆段/停车场楼内采用无卤、低烟、阻燃电线和电缆。
2. 高架区间若电缆采用托架明铺方式，电缆外护套应具有抗紫外线老化特性。
3. 电缆敷设宜采用下列方式：

1）地面电缆采用直埋、电缆槽或管道方式；

2）车站宜用隐蔽方式敷设；

3）高架线路的电缆宜用隐蔽方式敷设或与疏散设施相结合铺设。

1. 信号电线路应与电力线路分开敷设。交叉敷设时信号系统的电线路应采取防护措施，敷设间距符合相关规范。
2. 电缆芯线或芯对应有备用量，其中普通信号电缆的备用芯线数应符合下列规定：

1）9芯以下电缆备用1芯；

2）12芯-21芯电缆备用2芯；

3）24芯-30芯电缆备用3芯；

4）33芯-48芯电缆备用4芯。

1. 音频电缆应成对备用芯线；当电缆芯线被完全使用时，应根据电缆使用数量和特点备用整根同类型电缆。
2. 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应实施阻火封堵。

17.9.5 信号系统设备用房应符合下列要求：

1. 信号机房面积应留有适当余量。
2. 信号机房环境应满足设备运用的要求。
3. 信号设备室内布置间距宜符合表17.9.4的规定。

表17.9-1 信号设备室内布置距离

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目名称 | 设备间隔对象 | 静距离要求（m） |
| 机柜间 | 走道 | ≥1.0 |
| 控制台、机柜与墙 | 主走道  次走道  尽头架 | ≥1.2  ≥1.0  ≥0.8 |
| 电源屏与电源屏或者机柜 |  | ≥1.5 |
| 电源屏与墙 |  | ≥1.2 |

17.9.5 信号设备的接地系统应符合下列要求：

1. 中速磁浮系统宜采用综合接地，信号设备室内应设综合接地箱，接入综合接地系统弱电母排，接地电阻不应大于1Ω。
2. 区间设置弱电系统贯通地线或接地体，贯通地线任意一点处接地电阻应不大于4Ω.
3. 信号室外设备应通过线缆接地。
4. 出入信号设备室的电缆应采用屏蔽电缆，应在室内对电缆屏蔽层一端接地，并应在引入口设金属护套。
5. 车辆段/场内若未设综合接地系统或局部未设时，信号设备可设工作地、保护地、防雷地分散接地，其中工作地、保护地接地电阻不应大于4Ω，防雷地接地电阻不应大于10Ω。
6. 车载信号设备的地线应经车辆接地装置接地。
7. 防雷与接地应按国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB 50343 的有关规定执行。

17.9.6 信号设备防雷装置应符合下列要求：

1. 高架和地面线的室外信号设备应具有雷电防护措施。轨旁防雷地线与保护地线应分开设置、连接。
2. 室外信号设备的金属箱、盒壳体应接地。
3. 防雷元器件的选择应将雷电感应过电压抑制在被防护设备的冲击耐压水平之下。
4. 防雷元器件的设置不应影响被防护设备的正常工作。
5. 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。

# 18 电梯、自动扶梯与自动人行道

## 18.1电梯

18.1.1 车站应选用无机房电梯。

18.1.2 电梯应接受车站BAS的监控。

18.1.3 电梯应能实现车站控制室、轿厢、控制柜或机房、轿厢顶、底坑等五处之间的对讲功能。

18.1.4 电梯的井道壁、底面、顶板应使用不燃、坚固、无粉尘的材料建造。

18.1.5 电梯的底坑内应设置排水设施，并不应漏水、渗水。

18.1.6 电梯的各项设施应符合现行行业标准《无障碍设计规范》GB 50763的有关规定。

18.1.7 当电梯兼做消防梯时，其设施应符合消防电梯的功能，供电应采用一级负荷。

18.1.8 电梯内部应安设视频监视装置。

18.1.9 电梯额定载重不应小于1000kg。

18.1.10电梯的额定速度不应小于0.63.0m/s。

18.1.11电梯的开门宽度不宜小于1m，并宜选用双扇中分门。

18.1.12 电梯采用的电线、电缆应符合本规范15.4.1的相关规定。

18.1.13 电梯的井道可采用钢筋混凝土结构或采用其他结构类型。

18.1.14 当采用无机房电梯且井道顶部暴露于室外时，该部分井道不宜采用透明结构形式。

18.1.15 电梯井道应根据产品要求在土建工程中设置预埋件、预留孔、预留槽和起重吊环。

18.1.16 电梯的安装位置应避开土建结构的诱导缝和变形缝。

## 18.2 自动扶梯与自动人行道

18.2.1 自动扶梯及自动人行道应采用公共交通型重载扶梯。

18.2.2 自动扶梯及自动人行道应具备变频调速的节电功能。

18.2.3 设置于室外的自动扶梯及自动人行道应选用室外型产品，上下平台应配有防滑措施。严寒地区应配有防止冰雪积聚设施。

18.2.4 自动扶梯及自动人行道应接受车站BAS系统的监控。

18.2.5 自动扶梯及自动人行道布置处应实现摄像全覆盖监视。

18.2.6 事故疏散用自动扶梯，应按一级负荷供电。

18.2.7 自动扶梯及自动人行道机坑内应采用重力流排水。无重力流排水条件时，应在机坑外设集水坑和配备排水设施。自动扶梯应配置油水分离设备。

18.2.8 自动扶梯及自动人行道连续运行时间，每天不应少于20h，每周不应少于140h，每3h应能以100％制动载荷连续运行1h。

18.2.9 自动扶梯及自动人行道应设就地级和车站级控制装置。

18.2.10 自动扶梯及自动人行道的传输设备应采用阻燃材料。

18.2.11 自动扶梯及自动人行道的电线、电缆的采用应符合本规范15.4.1的相关规定。

18.2.12 自动扶梯及自动人行道的额定速度不应小于0.5m/s，根据客流情况可选用0.65 m/s。

18.2.13 自动扶梯的倾斜角度不应大于30°，自动人行道的倾斜角度不应大于12°。

18.2.14 自动人行道的梯级净宽度不宜小于1m。

18.2.15 当自动扶梯额定速度为0.5m/s，上、下水平梯级数量不得少于3块；当额定速度大于等于0.65m/s时，上、下水平梯级数量不得少于4块。

18.2.16 自动扶梯从倾斜区段到上水平段过渡的曲率半径不宜小于2m，从倾斜区段到下水平段过渡的曲率半径不宜小于1.5m。

18.2.17 自动扶梯或自动人行道及其周边，特别是在梳齿板的附近应有足够和适当的照明。

18.2.18 扶手带距梯级前缘或踏板面或胶带面之间的垂直距离不应小于0.9m，且不大于1.1m。

18.2.19 用于公共交通型的自动扶梯或自动人行道的扶手带断带监控装置。如果制造厂商没有提供扶手带的破断载荷至少为25kN的证明，则应提供能使自动扶梯或自动人行道在扶手带断带时停止运行的装置。

18.2.20 在工作区段内的任何位置，从路面测得的两个相邻梯级或两个相邻踏板之间的间隙不应超过6mm。

18.2.21 自动扶梯及自动人行道应根据产品要求在土建工程中设置预埋件和预留吊装条件。

18.2.22 自动扶梯及自动人行道安装位置，宜避开结构诱导缝和变形缝，跨越时应采用相应的构造措施。

18.2.23 在自动扶梯两台之间和靠桁架外部周围有连续建筑物或其他障碍物时，宜设宽度不小于 500mm的检修通道。

18.2.24 自动扶梯及自动人行道的踏步面至顶部洞口处的建筑物底面垂直净空高度不应小于2300mm。

## 18.3 轮椅升降机

18.3.1 露天出人口应选用室外型轮椅升降机。

18.3.2 轮椅升降机设置处宜设置摄像监视装置。

18.3.3 轮椅升降机应接受车站BAS的监视。

18.3.4 轮椅升降机应具备乘客自行操作条件，并应设置与车站控制室的可视对讲装置。

18.3.5 轮椅升降机平台面应采用防滑材料，平台四周应设护栏。

18.3.6 轮椅升降机的额定速度宜为0.15m/s。

18.3.7 轮椅升降机的额定载重不应小于250kg。

18.3.8 轮椅升降机运行时所占用宽度不宜大于1.2m，上下停靠位置可根据具体土建情况采用直线、90°或180°等停靠方式。

18.3.9 轮椅升降机采用的电线、电缆应符合本规范15.4.1的相关规定。

# 19 门 禁

## 19.1 一般规定

19.1.1 中速短定子磁浮交通工程中涉及安全的重要设施的通道门、系统和设备用房门及管理用房门应设门禁。

19.1.2 门禁系统应具有出入口监控和安全管理等功能，也可根据运营管理的需要增加巡更、考勤等功能。

19.1.3 门禁系统应按集中管理、分级控制的方式设计。应统一管理合法持卡人的访问权限，可根据需要设置线网中央级系统、线路中央级系统和车站级系统三级监控管理系统，或线网（含线路）中央级和车站级系统两级监控管理系统，并宜根据运营管理的需要设置集中授权工作点。

19.1.4 门禁系统应实现与火灾自动报警系统的联动控制。车站控制室综合后备盘上应设置门禁紧急开门控制按钮，并应具备手动、自动切换功能。

19.1.5 设有门禁装置的通道门、设备及管理用房门的电子锁，应满足防冲撞和消防疏散的要求。电子锁应具备断电自动释放功能，设备及管理用房门电子锁应具备手动机械解锁功能。

19.1.6 门禁系统设备和通信应具备抗电磁干扰能力和工业级标准，满足磁浮车站环境的要求。

19.1.7 门禁系统宜采用员工卡作为授权卡。

19.1.8 门禁系统应实现线网、线路和车站内的时钟同步。

19.1.9 门禁系统规模应与线网规划相适应，并应确定线路、车站和监控对象的数量，以及监控对象的安全等级、授权人数及发卡量，并应留有余量。

## 19.2 安全等级和监控对象

19.2.1 系统设计应明确监控管理的对象和安全等级。

19.2.2 门禁系统监控管理对象包括：

表19.1 门禁系统监控管理对象表

| **位置** | **监控管理对象** |
| --- | --- |
| 控制中心 | 应包括重要的系统和设备用房、管理用房及通道的门。 |
| 车站 | 设备用房：应包括通信设备室、信号设备室、供电和低压配电设备室、综合监控设备室、自动售检票设备室、站台门设备室、应急照明设备室、自动灭火设备室、环控电控室、蓄电池室、通风空调机房和消防泵房等。 |
| 管理用房：应包括车站控制室、站长室、站务室、票务管理室等。 |
| 通道门：应包括设备管理区直通逃生出口的紧急疏散通道门、设备管理区直通公共区的通道门，设备管理区直通轨道线路区间的通道门等。 |
| 车辆基地 | 应包括通信设备室、信号设备室、供电和低压配电设备室、综合监控设备室、消防控制室、自动售检票维修及重要的管理用房等。 |
| 主变电所 | 宜包括通道门、设备房和控制室、无人值班的主变电所的通道门等。 |
| 其他 | 宜包括档案库房、财务室（库房）、材料库房、培训设备室、重要维修和测试设备用房。 |

19.2.3 门禁系统的安全等级应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157分为四级，各安全等级的具体配置应符合下表规定：

表19.2 门禁系统监控安全等级的配置表

|  |  |
| --- | --- |
| **安全等级** | **具体配置** |
| 一级 | 应设双向读卡器，进门侧应设密码键盘或其他识别装置，并应与闭路电视监控系统联动监控。 |
| 二级 | 应设双向读卡器，进门侧应设密码键盘或其他识别装置。 |
| 三级 | 应设双向读卡器或单向读卡器，进门侧应设密码键盘或其他识别装置。 |
| 四级 | 应设单向读卡器。 |

19.2.4 各监控对象安全等级的确定应满足运营需要，并应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157的相关规定。

19.2.5 门套门的房间可只在一个门上设置门禁；当一个房间有多个门时，可只在一个常用门处设置门禁，其他门应采用物理方式锁定。

## 19.3 系统构成

19.3.1 门禁系统宜由线网中央级系统、线路中央级系统、车站级系统、现场级系统、终端设备、传输网络和电源及门禁卡等组成。

19.3.2 线网中央级系统和线路中央级系统宜由服务器、监控管理工作站、授权工作站、授权读卡器、打印机、局域网设备及不间断电源等组成。

19.3.3 车站级系统宜由车站工作站、授权读卡器、打印机、局域网设备及不间断电源等组成。

19.3.4 现场级系统和终端设备宜由区域控制器、就地控制器、读卡器、密码键盘、电子锁、门磁、紧急破玻按钮、出门按钮及门禁卡等组成。

19.3.5 门禁系统监控管理层系统可自成系统或与综合监控（或安防）系统实现集成或互联。

19.3.6 门禁系统宜采用通信传输网络。当门禁系统与综合监控（或安防）系统实现集成或互联时，宜采用综合监控（或安防）系统的传输网络。

19.3.7 门禁系统和设备应具备7×24h不间断工作的能力；系统应采用不间断电源供电，后备时间不低于1h。

## 19.4 系统功能

19.4.1 门禁系统的功能应满足运营的需要。

19.4.2 线网中央级系统功能应符合下列要求：

1. 具有门禁系统授权管理、数据库管理、黑名单管理、设备监视与远程控制功能；
2. 向线路中央级系统下达系统工作参数、授权参数、黑名单等信息；
3. 接收线路中央级系统上传的线路数据，并实现数据的统计、报表、分类存储和打印；
4. 查询线网系统信息；
5. 统一管理线网内合法持卡人的访问权限；
6. 具有换乘车站的跨线授权管理功能；
7. 具有登录、修改、操作、报警等信息的系统日志功能。

19.4.3 线路中央级系统功能应符合下列要求：

1. 具有门禁系统授权管理、数据库管理、黑名单管理、设备监视与远程控制功能；
2. 接收线网中央级系统下达的工作参数、授权参数、黑名单等信息；
3. 向线网中央级系统上传线路系统的数据和系统状态信息；
4. 向车站级系统下达系统工作参数、授权参数、黑名单等信息；
5. 接收车站级系统上传的数据，并应实现数据的统计、报表、分类存储和打印；
6. 查询线路系统信息；
7. 统一管理线路内合法持卡人的访问权限；
8. 具有登录、修改、操作、报警等信息的系统日志功能。

19.4.4 车站级系统功能应符合下列要求：

1. 接收线路中央级系统下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至现场级系统和终端设备；
2. 监控现场级系统和终端设备的运行状态，并应将数据上传至线路中央级系统；
3. 进行实时状态监控、报警及打印；
4. 授权人员可通过系统设定，临时设置本车站管理区域内的进出权限，并实现人员权限、区域管理、时间控制和联动控制及人工控制等功能；
5. 线路中央级系统发生故障或传输网络中断时，车站级系统能独立运行。

19.4.5 现场级系统和终端设备功能应符合下列要求：

1. 区域控制器接收车站级系统下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至就地控制器；
2. 区域控制器监控就地控制器、读卡器等的运行状态，向车站级系统上传卡识别、控制动作、设备运行及门开闭状态等信息；
3. 区域控制器具备在线、离线、灾害及维修等运行模式；
4. 区域控制器具有本地数据存储和保护功能；
5. 就地控制器接收区域控制器下载的系统参数、授权参数、黑名单等信息，并下传至读卡器；
6. 就地控制器监控读卡器等的运行状态，向区域控制器上传卡识别、控制动作、设备运行及门开闭状态等信息；
7. 就地控制器根据指令或权限向读卡器发出动作信号，读卡器向电子锁发出动作信号，控制电子锁执行门的开启与锁闭动作；
8. 就地控制器具备在线、离线、灾害及维修等运行模式；
9. 就地控制器具有本地数据存储和保护功能。
10. 具备开门时间超时报警和蜂鸣提醒功能。

19.4.6 开门应采用出门按钮，当出门按钮失效时，可采用紧急破玻按钮。

19.4.7 电子锁应具有断电释放的功能。

19.4.8 车站控制室应设通用授权卡，可持卡打开任意受控房间。

## 19.5 设备安装要求

19.5.1 系统设备及管线应安装和敷设在安全区域。

19.5.2 门禁车站级系统设备宜设在车站控制室，具体位置应与运营管理模式相适应。

19.5.3 读卡器在公共区可根据需要明装或暗装，安装方式应与建筑装修协调配合；控制按钮的安装应便于识别和操作。

19.5.4电子锁的安装应选在门体受力最合适的位置，当外力作用在门扇时，门扇的变形应最小；电子锁的供电接入应在门的内侧。

19.5.5就地控制器到电子锁、读卡器、开门按钮的电源和控制线敷设应采取防电磁干扰的措施。

19.5.6读卡器、出门按钮、紧急破玻按钮的安装高度应与照明开关、FAS手报等底边平齐，底边高度宜距地面1.4～1.45m，宜距门框30～50cm；双向读卡器不应里外正对安装，相距应在1m以上，避免形成识别干扰；读卡器安装的门口宜有照明开关。

## 19.6 系统接口

19.6.1 门禁系统应具有与通信、综合监控（或安防）、火灾自动报警、低压配电等系统及建筑专业的接口功能。

19.6.2 门禁系统和设备应按一级负荷供电；门禁系统所有机柜及现场设备均接地并入综合接地系统，接地电阻不应大于1Ω。

# 20 站台门

## 20.1 一般规定

20.1.1 车站宜设站台门，并应具备安装站台门系统的接口条件。

20.1.2 站台门系统应由门体、门机、电源及控制四部分组成。

20.1.3 站台门的类型应根据气候环境条件、车站建筑形式、服务水平、通风与空调制式等因素综合选定。

20.1.4 站台门系统的设计应遵循安全、可靠、可维护、可扩展的原则。

20.1.5 站台门在设计荷载作用下的限界应符合本规范第5章的有关规定。

20.1.6 站台门系统主要装置应便于在站台侧进行维护、维修。

20.1.7 站台门不得作为防火隔离装置。

20.1.8 地下车站站台门系统的绝缘材料、密封材料和电线电缆等应采用无卤、低烟的阻燃材料；地面和高架车站站台门系统的绝缘材料、密封材料和电线电缆等应采用低卤、低烟的阻燃材料。

20.1.9 站台门系统的配置及控制模式宜与车站其他系统相结合，并应满足各种运营模式的要求。

20.1.10 站台门设置区域不宜有变形缝；站台门跨越变形缝时其门体结构应采取相应的构造措施。

20.1.11 站台门电气控制设备的防护等级应与环境条件相适应。

20.1.12 站台门的整体钢结构使用寿命不应少于30年。

20.1.13 站台门系统应满足电磁兼容性要求。

20.1.14 站台门系统应具备与信号、车站BAS、车辆、低压配电等系统的接口条件。

## 20.2 主要技术指标

20.2.1滑动门开、关过程时间应与列车门的开关过程时间相匹配，且在一定范围内可调节，重复精度不应大于0.1s。

20.2.2 站台门噪声峰值不应超过70dBA。

20.2.3 滑动门、应急门、端门的手动解锁力不应大于67N。

20.2.4 手动开启单边滑动门的动作力不应大于150N。

20.2.5 系统的平均无故障运行周期不应小于60万个周期。

20.2.6 运行强度应符合每天运行20h、每90s开/关1次，且全年连续运行的要求。

20.2.7 站台门门体结构在车站环境的最不利载荷效应组合情况下，门体弹性变形应满足工程要求，且结构不应出现永久变形。各种荷载的取值应符合下列规定：

1. 站台门站台设备自重应按实际重量取值；
2. 地面车站或高架车站的站台门，所承受风荷载应按工程所在地风荷载标准值计算；地下车站的站台门风荷载应根据工程设计荷载取值；
3. 站台门人群挤压力应按在其1.1m～1.2m高度处，垂直施加于门体结构1000N/m的挤压力取值；
4. 站台门门体应进行冲击力测试，可按现行国家标准《建筑用安全玻璃》GB 1 5763.2的有关规定执行；
5. 地震作用的烈度应按当地抗震设防烈度取值。

20.2.8 站台门动力学参数应符合下列要求：

1. 体的加、减速度值应能达到1m/s2；
2. 阻止滑动门关闭的力不应大于l50N(匀速运动区间)；
3. 每扇滑动门的最大动能不应大于l0J；
4. 每扇滑动门关门的最后l00mm行程最大动能不应大于1J。

## 20.3 布置与结构

20.3.1 站台门应包括固定门、滑动门、应急门，每侧站台门的两端宜各设一樘端门。

20.3.2 站台门的滑动门与列车客室门在位置、数量上均应对应。

20.3.3 每樘滑动门净开度应计算信号系统的停车精度，且不应小于列车门的净开度。单扇端门的最小开度不应小于0.9m，单扇应急门净开度不应小于1.1m。

20.3.4 站台门门体的高度不应低于1.2m。

20.3.5 在站台门范围内的适当位置应设置应急门，站台每侧应急门的数量宜为远期列车编组数。

20.3.6 滑动门、应急门、端门应能可靠锁闭，在站台侧可用专用钥匙开启，在轨道侧应能手动开启。

20.3.7 站台门门体外观宜与车站建筑风格相适应。门体应由金属框架、安全玻璃等组成，框架外露面宜采用铝合金或不锈钢等金属材料制成；玻璃应选用通透性好、低自爆率的安全玻璃。

20.3.8 站台门与车站结构的连接部分宜具有三维调节功能，强度、刚度应满足设计要求。

20.3.9 在正常的列车停车精度范围内，站台门在开、关门状态下不应影响列车司机出入。

20.3.10 驱动电机宜选用直流永磁电机，其功率应保证最不利条件下站台门可正常开关。

## 20.4 运行与控制

20.4.1 站台门控制系统应主要由中央控制盘、就地控制盘、门控单元、就地控制盒、控制局域网和接口模块组成。

20.4.2 整列站台门的控制优先权应从低到高排列，可分为下列等级：

1. 信号系统对站台门进行开关控制；
2. 就地控制盘对站台门进行开关控制；
3. 通过紧急控制盘对站台门进行开关控制。

20.4.3 站台门监控系统应以车站为单位独立设置，并应采用开放的通信协议。

20.4.4 站台门的重要状态及故障信息应上传至本站车站控制室和控制中心。

20.4.5 中央控制盘和接口模块宜布置在站台门设备室，就地控制盘宜布置在每侧站台出站端。

20.4.6 站台门的控制及监视应分别设置，关键命令及响应应通过硬线传输。监视系统应能实现监视站台门系统的状态。

20.4.7 站台门应具有障碍物探测功能，应探测到厚度为5mm～l0mm，且最小宽度为40mm的硬障碍物。

20.4.8 在中央控制盘和门控单元上可进行参数的下载及修改。

20.4.9 应用软件应能调整电机速度曲线、门体夹紧力阀值、重复开关门延迟时间和重复开关门次数等参数，并应具有故障自动诊断、自动报警的功能。

## 20.5 供电与接地

20.5.1站台门系统应按一级负荷供电。驱动电源和控制电源供电回路宜相互独立。

20.5.2 站台门驱动后备电源储能，应能满足在30min，内至少完成开、关滑动门3次循环的需要。

20.5.3 站台门系统控制电源模块宜采用冗余配置。

20.5.4 驱动电源、控制电源与外电源的隔离阻抗不应小于5MΩ。

20.5.5 站台门配电电缆、控制电缆的线槽应相互独立。

20.5.6 站台门设备室设备应采用综合接地，接地电阻不应大于1Ω。

20.5.7 站台门与列车车厢宜保持等电位，当与钢轨有联接需求时，等电位要求应符合下列规定：

1. 站台门与钢轨应采用单点等电位连接，门体与钢轨连接等电位电阻值不应大于0.4Ω；
2. 正常情况下人体可触及的站台门金属构件应与车站结构绝缘，门体与车站结构之间的绝缘电阻不应小于0.5MΩ。每侧站台门应保持整体等电位。

20.5.8 当站台门与列车车厢无等电位要求时，站台门应通过接地端子接地，接地电阻不应大于1Ω。

# 21 乘客信息系统

## 21.1 一般规定

21.1.1 地铁应设置乘客信息系统（PIS），并应保证乘客在乘车过程中能够及时获取相关导乘、多媒体、政府公告、紧急疏散等信息。

21.1.2 乘客信息系统应具有安全性、可靠性、可扩充性和使用灵活性，并应做到技术先进、经济合理、简洁实用。

21.1.3 乘客信息系统应具有完备的信息处理能力，并应通过系统外部接口进行数据交换及将获得的数据经系统处理后，向乘客提供信息服务。

21.1.4 乘客信息系统终端显示设备宜采用平板显示器、多媒体触摸屏等向乘客提供信息服务。

21.1.5 乘客信息系统终端显示设备应设置于车站的站厅、站台、进站口、出站口、出入口通道、换乘通道，以及车辆的客室内等公共区域。

21.1.6 乘客信息系统除应提供运营相关信息外，尚宜提供新闻、天气预报、道路交通、安全警示等公共信息及公益广告等信息。

## 21.2 系统功能

21.2.1 乘客信息系统宜具有乘客被动式多媒体导乘信息获取和主动式多媒体咨询、查询的服务功能。

21.2.2 乘客信息系统应具备全数字传输功能，信息采集、传输、显示宜采用全数字的方式。

21.2.3 乘客信息系统应支持文字、图片、视频信息等媒体格式。

21.2.4 乘客信息系统对于预制信息应具备根据节目列表定时自动播出功能；对于来自外部接口直播的视频信息，应具备自动延时缓存播出的功能。

21.2.5 乘客信息系统应支持数据传送及数据显示的优先级别定义功能，对定义级别高的数据应优先处理。

21.2.6 需同时显示多类信息的终端显示设备，应具有每个区域可独立控制的多区域屏幕分割功能，并应具备单独播出列表功能。

## 21.3系统构成及设备配置

21.3.1 乘客信息系统宜分为控制中心子系统、车站子系统、车载子系统等子系统。乘客信息系统控制功能宜分为信息源、中心播出控制层、车站/车载播出控制层和车站/车载播出设备等层次。

21.3.2 中心子系统宜配备中心服务器、视频流服务器、咨讯服务器、操作员工作站、网管工作站、播出控制工作站、视频编码器/解码器、播出预览装置等设备。

21.3.3 车站子系统宜配备数据服务器、操作员工作站及各类终端显示设备。终端显示设备配置应符合下列规定：

1 车站站台应配置终端显示设备，每侧站台终端显示设备数量不宜少于6块；

2 车站站厅宜配置终端显示设备，终端显示设备数量不宜少于4块；

3 出入口通道及换乘通道宜配置终端显示设备；

4 车站进站口、出站口宜设置终端显示设备；

5 车站站厅和站台均宜设置多媒体触摸查询设备。

21.3.4 车载子系统宜配备车载控制器、车载无线客户端、图像存储设备、网络设备和客室终端显示屏。

21.3.5 乘客信息系统的传输网络宜由通信系统构建；车站局域网及区间无线网络宜由乘客信息系统独自构建，无线网络应满足列车高速运行时的无缝切换。

21.3.6 网络子系统宜在控制中心配置冗余的以太网核心交换机、无线交换机、防火墙、路由器等设备；在车站宜配置以太网交换机、中继交换机、区间无线网桥等设备。

21.3.7 广告管理子系统宜配备非线性编辑器、编辑录像机和屏幕编辑预览装置等设备。

## 21.4 系统接口

21.4.1 乘客信息系统宜设置与时钟系统、信号系统、综合监控系统等地铁内部专业接口，并宜设置与数字电视、无线电视、有线电视等外部信息源接口。

21.4.2 乘客信息系统与时钟系统接口，接收时钟信息用于本系统的时钟应同步，并应在终端显示设备上为乘客提供标准时间信息。时间信息显示方式可为数字式或模拟指针式。

21.4.3 乘客信息系统与信号系统接口，应具备接收ATS或综合监控系统信息提供列车到站时间，以及列车调停、折返、回库等信息功能中向乘客提供列车到站时间信息。

21.4.4 乘客信息系统与综合监控系统接口，应能接受综合监控信息在指定的时间、地点、区域显示，并应将本系统设备工作状态和故障报警信息上传给综合监控系统。

21.4.5 乘客信息系统与外部信息源接口，应能接收外部信息源的信号，并应向乘客提供全面的、实时的信息

## 21.5 供电与接地

21.5.1 根据各城市PIS功能定位，如PIS参与消防联动时，负荷等级应为一级负荷并配置UPS电源，后备时间不小于2h。

21.5.2 乘客信息系统应采用综合接地，接地电阻不应大于1Ω。

## 21.6 布线

21.6.1 乘客信息系统的数据线与电源线不应共用电缆，并不应敷设在同一根金属套管内。

21.6.2 乘客信息系统布线应计及对周围环境电磁干扰的影响。采用屏蔽布线系统时，应保持系统中屏蔽层的连续性，其电缆屏蔽层宜采用一点接地。

21.6.3 数据线应采用无卤、低烟的阻燃屏蔽电缆。

# 22 自动售检票系统

## 22.1 一般规定

22.1.1 中速磁浮工程宜根据建设和经济发展状况设置不同水平的自动售检票系统。

22.1.2 自动售检票系统应满足线网运营和管理的需要，系统技术条件应一致或兼容。

22.1.3 自动售检票系统应建立密钥系统和车票制式标准，系统设备应能处理城市“一卡通”车票。

22.1.4 自动售检票系统的设计能力应满足中速磁浮超高峰客流量的需要。自动售检票设备的数量应按近期超高峰客流量计算确定，并应按远期超高峰客流量预留位置与安装条件。

22.1.5 自动售检票系统的设计应以可靠性、安全性、可维护性和可扩展性为原则，保证数据的完整性、保密性、真实性和一致性。

22.1.6 自动售检票系统应具备用户权限管理的功能。

22.1.7 自动售检票系统应实现与相关系统的接口。

22.1.8 自动售检票系统应满足中速磁浮各种运营模式的要求。

22.1.9 车站控制室应设置紧急控制按钮，并应与火灾自动报警系统实现联动；当车站处于紧急状态或设备失电时，自动检票机阻挡装置应处于释放状态。

22.1.10自动售检票系统应适应车站环境的要求，车站计算机系统和车站终端设备控制器应按工业级标准进行设计。

22.1.11 自动售检票系统应选用操作简单、方便快速的设备，并应有清晰的信息提示。

22.1.12 自动售检票系统设备应具有连续24h不间断工作的能力。

22.1.13 自动售检票系统应按多层架构进行设计，并应遵循集中管理、分级控制、资源共享的基本原则。各层级应具有独立运行的能力。

22.1.14 自动售检票系统应根据线网规划，并结合城市轨道交通ACC系统的建设情况确定清分系统的设置方案。

## 22.2 系统构成

22.2.1 自动售检票系统宜由清分系统、中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备和车票构成。

22.2.2 清分系统宜设置在控制中心，应由清分服务器、应用服务器、操作员工作站、存储设备、车票编码分拣设备、打印机、网络设备和不间断电源等构成，同时宜根据需要设置灾备系统。

22.2.3 中央计算机系统宜设置在控制中心，应由中央服务器、应用服务器、操作员工作站、存储设备、打印机、网络设备和不间断电源等构成。

22.2.4 车站计算机系统宜设置在车站设备房，应由车站服务器、操作员工作站、紧急按钮、打印机、网络设备和不间断电源等构成。

22.2.5 车站终端设备宜由半自动售票机、自动售票机、自动充值机、自动检票机、自动验票机和便携式验票机等组成。

22.2.6 车票宜分为单程车票、储值车票，以及需要时设置的其他票种。

22.2.7 自动售检票系统宜设置维修测系统和培训系统。

22.2.8 自动售检票系统网络宜采用清分中心、线路中心及车站三级组网。网络之间互连宜采用专用通信传输网或设置自动售检票系统专用传输通道进行数据通信。清分系统对外及与线路中央计算机系统间应设置安全系统。

22.2.9 清分系统与城市轨道交通AFC清分中心系统之间、清分系统与城市“一卡通”系统之间、清分系统与线路中央计算机系统之间的网络通信接口应采用标准开放的通信协议。

## 22.3 系统功能

22.3.1 清分系统应具备下列主要功能：

1 设置和下发运行参数、票价表、黑名单及车票调配信息；

2 对运营模式进行管理；

3 向城市公共交通卡清算系统上传“一卡通”车票的原始数据、接受和处理“一卡通”系统下发的黑名单、对账等数据；

4 具备客流统计、收益清分、对系统设备状态进行监视等功能；

5 对采集的数据进行处理，定期完成各种统计、清分和对账报表；

6 管理系统时钟同步和系统密钥；

7 车票编码分拣设备对系统发行的车票进行初始化、编码、分拣、赋值、校验及注销等；

8 接收和处理线路中央计算机系统上传的各种交易数据

22.3.2 中央计算机系统应具备下列主要功能：

1 接收清分系统的运行参数、票价表、交易结算数据、账务数据、黑名单，以及接收、发送车票调配信息；

2 对运营模式进行管理；

3 向清分系统上传各种原始交易数据、客流监视数据、设备状态数据、接受并转发清分系统的各种指令、安全认证数据等；

4 接收车站计算机系统上传的车站终端设备数据；

5 对采集的数据进行处理，定期完成各种统计和对账报表；

6 向车站计算机系统和车站终端设备下发系统参数、运营模式安全认证数据及黑名单等；

7 对系统中运行参数的设置和更新进行管理；

8 在无清分系统的情况下，线路中央计算机系统还应具有本规范第22.3.1条第3~7款的功能；

22.3.3 车站计算机系统应具备下列主要功能：

1 接受中央计算机系统下发的运行参数、运营模式安全认证数据及黑名单等，并下发给车站终端设备；

2 采集车站终端设备的原始交易数据和设备状态数据，并上传给中央计算机系统；

3 监视和控制车站终端设备；

4 完成车站票务管理工作和自动处理当天的所有数据和文件，并生成定期的统计报告。

22.3.4 维修测试系统和培训系统应具备下列主要功能：

1 为运营人员提供有效的维修和培训条件；

2 所有设备与正线上使用设备的功能一致。

22.3.5 自动检票机应具备下列主要功能：

1 检验车票的有效性，控制阻挡装置的动作，引导乘客进出站；

2 控制设备置于正常运行、故障停用、测试、检修、停止服务及特殊运行模式；

3 接受车站计算机系统的数据和控制指令，向车站计算机系统发送设备状态和交易数据。

22.3.6 半自动售票机应具备下列主要功能：

1 通过人工收费和操作设备出售车票，以及为乘客办理退票、补票、充值、验票和更换车票等手续；

2 控制设备置于正常运行、故障停用、服务及特殊运行模式；

3 接受车站计算机系统的数据和指令，向车站计算机系统发送设备状态和交易数据。

22.3.7 自动售票机应具备下列主要功能：

1 根据乘客所选到站地点或票价自动计费、收费、发售车票；

2 控制设备置于正常运行、故障停用、测试、检修、停止服务及特殊运行模式；

3 接受车站计算机系统的数据和指令，向车站计算机系统发送设备状态和交易数据；

4 具备相应的安全防范措施和非法使用报警装置。

22.3.8 自动充值机应能根据乘客所选定的充值金额，为乘客的储值票充值。

22.3.9 自动验票机和便携式验票机应能对车票的相关信息进行查验。

## 22.4 票制、票务管理模式

22.4.1 自动售检票系统应采用集中监控和统一的票务管理模式，统一的票务政策、各种运营模式和票务运作方式，以及统一的车票发行。

22.4.2 票制可采用一票制、区域制（分区制）、计程计时制、计程限时制、计次制等。

## 22.5 设备选型、配置及布置原则

22.5.1 自动检票机的设置宜满足每组不少于3通道要求。

22.5.2 在时段客流方向明显的车站，宜多设置标准通道双向自动检票机。

22.5.3 每个独立的付费区应至少设置一个双向宽通道自动检票机，宽通道自动检票机通道净距宜为900mm。

22.5.4 自动售票机的设置应在满足乘客通行的基础上，保证乘客排队购票的空间。

## 22.6 供电与接地

22.6.1 中央计算机系统、车站计算机系统、车站终端设备的用电负荷应为一级负荷．维修测试系统的用电负荷宜为二级负荷。

22.6.2 自动售检票系统车站终端设备电源箱馈出回路宜带漏电保护。

22.6.3 自动售检票系统应采用综合接地，接地电阻不应大于1欧姆。

22.6.4 车站终端没备、金属管、槽、接线盒、分线盒等应进行电气连接．并应可靠接地。

22.6.5 通信电缆应与电源电缆分管或分槽敷设，预埋管、槽、盒应防水、防尘，并应避开围栏立柱设置的位置。

# 23 火灾自动报警系统

## 23.1 一般规定

23.1.1 中速短定子磁浮交通车站、区间隧道、控制中心、停车场、主变电所、车辆基地应设火灾自动报警系统（FAS）。FAS设计除满足本规范规定外，尚应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116)的相关规定。

23.1.2 FAS应直接控制消防专用设备，并可通过BAS、综合监控系统联动控制正常及火灾工况下均需运转的设备。

23.1.3 中速短定子磁浮交通FAS的保护对象的保护等级应符合下列规定：

1. 地下车站和区间隧道,保护等级为一级；
2. 设有集中空调系统或每层封闭的建筑面积超过2000㎡，但不超过3000㎡的地面车站、地上高架车站，保护等级为二级，超过3000㎡的保护等级为一级。

## 23.2 系统组成及功能

23.2.1 中速短定子磁浮交通FAS由中央级监控管理层、车站级（车站、车辆基地、控制中心大楼、停车场等）监控管理层、现场控制层以及相关通信网络等组成。监控管理层宜与综合监控系统合并设置。FAS现场控制层应独立配置。

23.2.2 FAS的中央监控管理层由中央管理计算机、维修计算机、通信网络、打印机、不间断电源和显示屏等设备组成，并应具备下列功能：

1. 与各站级FAS及操作员工作站、通信网络进行通讯联络；
2. 接收、显示、存储全线火灾灾情信息；
3. 确认火灾灾情，发布消防、疏散、救灾控制命令，并通过消防通信系统、消防广播系统向乘客发布疏散信息；
4. 火灾事件历史资料存档管理；
5. 接收、显示、储存、统计、查询、打印全线主要火灾报警设备、消防设备的状态信息。

23.2.3 有人值班的中速磁浮建筑宜设FAS车站级监控管理层。FAS车站级监控管理层宜设置于各车站的车控室或车辆基地、控制中心大楼的消防控制室，由火灾报警控制器、图形显示装置、打印机、不间断电源及消防联动控制器、手动控制盘构成。FAS站级监控管理层应有以下功能：

1. 与火灾自动报警系统中央监控管理层及本站现场控制层间进行通信联络；
2. 接收、显示、存储、并向控制中心转发辖区火灾报警信息;
3. 确认火灾灾情、发布对辖区与防火救灾有关的消防设备的控制命令、通过消防通信系统、消防广播系统对辖区发布救灾指令和安全疏散命令；
4. 接收、显示、存储、转发辖区主要消防设备运行状态信息；
5. 实施对辖区重要消防联动设备的手动控制。
6. 存储、打印事件记录和操作人员的各项操作记录。

23.2.4 现场控制层由输入输出模块、火灾探测器、手动报警按钮、消防电话及现场网络等组成，并应具备下列功能：

1. 监视管辖内火灾灾情，采集火灾信息；
2. 消防泵的低频巡检信号、运行状态、设备故障、管压力信号；
3. 监视消防电源的运行状态；
4. 监视车站所有消防救灾设备的工作状态。

23.2.5 全线火灾报警与联动控制的信息传输网络宜利用通信传输网络；FAS现场级网络应独立配置。

23.2.6 消防通信应符合本规范21.1中第Ⅴ部分要求。

## 23.3 消防联动控制

23.3.1 车站控制室、消防控制室中的消防控制设备应有下列控制及显示功能：

1. 控制消防设备的启、停，并应显示其工作状态；
2. 车站级FAS应能控制消防给水干管电动阀门的开关并显示其工作状态；
3. 车站FAS必须显示气体自动灭火系统保护区的报警、确认报警、故障、放气、风机和风阀、手动/自动所处位置等状态。

23.3.2 对防烟、排烟系统的控制应符合下列规定：

1. 由FAS确认火灾，发布预定防烟、排烟模式指令；
2. 由FAS直接控制或由BAS接收指令执行联动控制；
3. BAS接受火灾控制指令后，应优先进行模式转换，并反馈指令执行信号；
4. 运行模式状态应在火灾报警显示器装置上显示。

23.3.3 火灾时车站FAS（或BAS）应能根据火灾涉及区域，按供电配电范围，在配电室或变电所切断相关区域非消防电源，接通应急照明灯和疏散标志灯电源，监视工作状态。

23.3.4 车站FAS应联动自动检票机、门禁系统门锁处于开启状态。

23.3.5 车站FAS对消火栓泵除设自动控制外，还应在车站控制室设手动控制；对防烟、排烟设备除设置通过BAS的自动控制外，还应设手动和自动模式控制装置。

23.3.6 火灾时车站FAS应能联动广播系统强制转入火灾应急广播状态；

23.3.7 火灾时车站FAS应能自动控制防火卷帘的降落，并显示其工作状态；

23.3.8 火灾时车站FAS（或BAS）应能按疏散要求控制电梯的运行，并显示其工作状态。

1. 消防联动控制器应具有发出联动控制信号强制所有电梯停于首层或电梯转换层的功能；
2. 电梯运行状态信息和停于首层或转换层的反馈信号，应传送给消防控制室显示，轿箱内应设置能直接与消防控制室通话的专用电话。

23.3.9 对消火栓系统的控制应满足下列要求：

1. 控制消火栓泵的启、停；
2. 设消火栓泵的建筑应在消火栓处设消火栓按钮；
3. 消防控制室应能显示消防泵的工作和故障状态和手动/自动开关位置、消火栓按钮工作位置。

## 23.4 火灾探测与报警装置的设置

23.4.1 报警区域应根据防火分区和设备配置划分。

23.4.2 车站站厅、站台等大空间部位应按防烟分区划分火灾探测区域。

23.4.3 火灾探测器设置应符合下列原则：

1. 火灾探测器设置应与保护对象等级相适应。
2. 地下站火灾探测器设置应满足下列要求：

1）站厅、站台、各种设备机房、库房、值班室、办公室、走廊、配电室、电缆隧道或夹层应设火灾探测器；

2）有人活动的公共场所长度超过30m的出入口通道应设手动报警按钮，长度超过60m的出入口通道、自动扶梯的出入口通道应设火灾探测器；

3）设气体自动灭火的房间应设两种火灾探测器。

1. 车辆停放和维修车库、重要设备用房、存放和使用可燃气体用房、可燃物品仓库、变配电室及火灾危险性较大的场所宜设火灾探测器。
2. 地上车站通透、敞开式站台可不设火灾探测器，但应设手动报警按钮。
3. 地下区间应设手动报警按钮。

23.4.4 乘客活动的公共区域不宜设置警报音响，办公区、设备区走廊应设置警铃。

## 23.5 消防控制室

23.5.1 中央级FAS应设置设置在中速短定子磁浮交通全线控制中心内，并靠近行车调度。

23.5.2 车站控制室应满足行车、乘客安全、机电设备、消防等监控管理要求，并应设置在站厅层可双向疏散的场所。

## 23.6 供电与布线

23.6.1 FAS应设有主电源和直流备用电源；主电源的负荷等级应为一级。

23.6.2 FAS直流备用电源宜采用专用蓄电池或集中设置的蓄电池组供电，其容量应保证火灾自动报警系统在主电源断电后连续供电1小时。采用集中设置蓄电池时，消防报警控制器供电回路应单独设置，保证控制器可靠工作。

23.6.3 FAS主电源的保护不应采用漏电保护开关。

23.6.4 FAS的信息传输线路、供电线路、控制线路应满足以下要求：

1. FAS的供电线路、消防联动控制线路应采用耐火铜芯电线电缆，报警总线、消防应急广播和消防专用电话等传输线路应采用阻燃或阻燃耐火电线线缆；
2. 不同电压等级的线缆不应穿入同一根保护管内，当合用同一线槽时，线槽应有隔板分隔；
3. FAS线路暗敷时，应穿管并应敷设在不燃烧体结构内且保护层厚度不应小于30mm：明敷时（包括敷设在吊顶内），应穿金属管或封闭式金属线槽，并应采取防火保护措施；
4. FAS线路当采用阻燃或耐火电缆时，敷设在电缆井、电缆沟内可不采取防火保护措施；
5. FAS线路采用的电缆竖井，宜与电力、照明用的低压配电线路电缆竖井分别设置。如受条件限制必须合用时，两种电缆应分别布置在竖井的两侧。

# 24 环境与设备监控系统（BAS）

## 24.1 一般规定

24.1.1 中速短定子磁浮交通工程应针对其特点、城市的气候环境和其他相关条件，设置不同规模、水平的环境与设备监控系统（BAS）。

24.1.2 环境与设备监控系统的设置应遵循分散控制、集中管理、资源共享的基本原则。

24.1.3 环境与设备监控系统应满足运营管理和各设备系统的要求。

24.1.4 环境与设备监控系统监控内容应满足运营需要，并应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB50157和《智能建筑设计标准》GB/T50314的相关规定。

24.1.5 当正常运行与火灾工况均需控制的设备纳入环境与设备监控系统监控时，火灾自动报警系统应按全线车站及区间同一时间只发生一次火灾的原则设计，并应满足本规范第19.2.6条要求。

## 24.2 系统设计及基本功能

24.2.1 环境与设备监控系统应采用分层、分布式计算机控制系统，并应由中央监控管理级、车站监控级、现场控制级及相关通信网络组成。

24.2.2 当全线设置综合监控系统时，环境与设备监控系统应在车站级由综合监控系统集成，环境与设备监控系统车站及中央级监控功能由综合监控系统实现。当全线无综合监控系统时，环境与设备监控系统应在车站级及中央级配置独立的工作站。

24.2.3 环境与设备监控系统的监控范围宜包括车站、控制中心和车辆基地。被监控对象宜包括通风空调设备、给排水设备、自动扶梯及电梯、站台门、照明系统、导向标识系统、EPS、UPS等。

24.2.4 环境与设备监控系统网络结构应符合下列规定：

1 中央级与车站级之间的传输网络宜由磁悬浮通信传输系统提供；

2 应满足中央级和车站监控的实时性要求；

3 应具备减少故障波及面，单点故障不应影响网路正常通信的功能；

4 系统应具有良好的可靠性、开放性和可扩展性。

24.2.5 环境与设备监控系统应能监控设备运行状态，并将有关数据集中存储、分析，实现设备运行管理自动化。

24.2.6 中央级网络应具有以下功能：

1 中央级局域网连接服务器，操作工作站和通信等设备，应保证数据传输实时可靠，并应具备良好的可扩展性；

2 中央级局域网宜采用冗余结构；

3 中央级监控网络应通过通信传输网和车站级监控网相连，任一车站工作站与中央级工作站的退出，均不造成网络中断；

4 中央级网络为环境与设备监控系统数据传输提供的通信速率不低于100Mbps。

24.2.7 车站级网络应具有以下功能：

1 车站级局域网连接控制器、操作工作站和通信设备，应保证数据传输的实时可靠，并应具备良好的开放性、扩展性并采用标准通信协议；

2 车站级局域网应具备良好的抗电磁干扰能力。

24.2.8现场级总线网络应具备下列功能：

1 符合相关现场总线标准；

2 实现系统的分散控制；

3 可连接智能仪表；

4 连接远程I/O和控制器；

5 适应现场环境及具有抗电磁干扰能力。

# 25 综合监控系统

## 25.1 一般规定

25.1.1 中速短定子磁浮交通宜设置综合监控系统（ISCS），以满足行车指挥、防灾安全和乘客服务等现代运营管理需要。

25.1.2 综合监控系统应为实时监控与事务数据管理相结合的系统。

25.1.3 综合监控系统应采用集成和互联方式构建，集成和互联的范围应符合下列规定：

1. 应将电力监控系统、环境与设备监控系统集成到综合监控系统中；
2. 宜将火灾自动报警系统集成到综合监控系统中；
3. 宜将信号系统、闭路电视系统、广播系统、乘客信息系统、自动售检票系统、门禁系统、屏蔽门系统、时钟系统等互联到综合监控系统。
4. 信号系统的列车自动监控系统应根据技术发展和运营管理的需要集成到综合监控系统中。

25.1.4 综合监控系统应为线网运营指挥中心提供有关信息，实现线网运营管理协调功能。

## 25.2 系统设置要求

25.2.1 综合监控系统的构建应以运营管理需求为基础。

25.2.2 综合监控系统应设置中央级综合监控系统、车站级综合监控系统。

25.2.3 综合监控系统应通过骨干网将中央级监控网、车站级监控网连接构成整个系统的网络。

25.2.4 骨干网可利用通信系统传输网络，也可独立成网。独立成网时宜采用冗余环形工业以太网。

25.2.5 综合监控系统监控的现场设备宜采用现场总线接入综合监控系统车站网络设备或通信处理机。

25.2.6 中央级综合监控网络、车站级综合监控系统网络应采用冗余的工业以太网。

25.2.7 综合监控系统应设置网络管理系统和设备维护管理系统。

25.2.8 综合监控系统应设置培训管理系统和软件测试平台。

25.2.9 控制中心建筑、车辆基地、停车场可设综合监控系统，并宜按车站级标准配置。

25.2.10 综合监控系统与集成和互联系统的接口应符合国家现行相关标准。

## 25.3 系统基本功能

25.3.1 综合监控系统应具备对被集成系统的监控和管理，以及对互联系统的联动控制功能。

25.3.2 综合监控系统宜具备运营数据统计、操作员培训、决策支持等运营辅助管理功能。

25.3.3 综合监控系统应具备群组控制、模式控制和点动控制功能。

25.3.4 综合监控系统应实现所集成系统的中央级和车站级的全部运营管理、设备监控功能。

25.3.5 综合监控系统应具备下列功能：

1. 控制功能；
2. 监视功能；
3. 报警管理；
4. 趋势记录；
5. 报表生成；
6. 权限管理；
7. 系统组态；
8. 档案管理；
9. 应具有网络功能；
10. 系统维护和诊断；
11. 应具有培训管理系统功能；
12. 应具有系统备份和恢复功能。

25.3.6 综合监控系统应具备下列联动功能：

1. 正常工况，开站/关站和列车进站自动广播等联动功能；
2. 火灾工况，区间火灾防排烟模式控制、车站火灾消防应急广播、车站火灾场景的视频监控和乘客信息系统的火灾信息发布等联动功能；
3. 紧急工况，启动相关系统及被控设备的联动功能；
4. 阻塞工况，启动相关车站隧道通风设备联动功能。

25.3.7 综合后备盘（IBP）宜具备：站台紧急停车、扣车与放行、通风排烟系统的紧急模式控制、专用消防设备控制、自动检票机释放、门禁控制、电扶梯停止控制和站台门开门控制。

## 25.4 硬件要求

25.4.1 综合监控系统设备应选择可靠、容错、可维护、易扩展的工业级网络及控制产品。

25.4.2 中央综合监控系统应由网络设备、实时服务器、历史服务器、数据存储设备、各种工作站、综合显示屏、打印机、不间断电源、通信处理机等组成。网络设备、实时服务器、历史服务器、通信处理机应采用冗余配置。

25.4.3 车站级综合监控系统应由网络设备、服务器、工作站、通信处理机、不间断电源、综合后备盘和打印机等组成。网络设备、服务器、通信处理机应采用冗余配置。车辆基地的服务器与工作站可作为综合监控系统的备用中心使用。

## 25.5 软件基本要求

25.5.1 综合监控系统软件应满足下列要求：

1. 应采用分层分布式软件架构；
2. 应采用模块化结构；
3. 应是一个开放系统，采用标准的编程语言和编译器，支持多种硬件构成，具有对不同制造商产品的集成能力（包括接口协议、数据、工作模式等）；
4. 应提供优良的实时处理能力，通过采用关键数据主动上传、订阅/发布、事件驱动等机制提供合理的数据流结构框架，提供优良的远动能力;
5. 能充分利用和发挥硬件系统的能力，支持多任务多用户并发访问，支持内存数据库和动态缓存技术，支持数据的存储、转发;
6. 应采用有效的冗余设计；单个模块/部件故障甚至部分交叉故障不应引起数据的丢失和系统的瘫痪;
7. 应具有标准化、实用化、可复用和易扩展的特征；应能支持综合监控系统多专业集成和互联；应能支持综合监控项目分专业、分包和分期实施；
8. 满足集成子系统特殊进程的要求。

25.5.2 综合监控系统软件应便于增减接口及车站数量；具备接入上层信息管理系统功能。

## 25.6 系统性能指标

25.6.1 系统监控应满足下列要求：

1. 实时数据上行响应时间不应大于2s；
2. 实时数据下行控制时间不应大于2s。

25.6.2 冗余设备切换时间应符合下列规定：

1. 冗余服务器切换时间不应大于2s；
2. 网络切换时间不应大于0.5s；
3. 通信处理机切换时间不应大于1s。

25.6.3 系统的平均失效时间间隔（MTBF） 不应小于10000h。

25.6.4 系统的平均恢复前时间（MTTR） 不应大于1h。

25.6.5 系统可用性指标应大于99.98％。

## 25.7 电源、防雷及接地

25.7.1 综合监控系统设备应采用一级负荷供电。

25.7.2 应急电源应采用在线式不间断电源供电方式，电池组容量应保证连续供电不少于1h。

25.7.3 综合监控系统设备应对雷电感应进行过电压防护设计。电子设备与室外线路连接的端子应设置雷电防护。

25.7.4 高架车站、区间及地下线路出入口应为雷电防护的重点部位。

25.7.5 综合监控系统设备接地应设置工作地线、保护地线、屏蔽地线和防雷地线。

25.7.6 综合接地系统接地电阻不应大于1Ω,单独接地电阻不应大于4Ω。

## 25.8 设备用房及布置

25.8.1 设备用房宜与车站控制室相邻设置，并宜靠近其他弱电设备房。

25.8.2 设备用房面积应满足远期设备容量需求，并应便于设备的更新改造。

25.8.3 设备用房室内净高不应小于2.8m。

25.8.4 设备用房环境应达到防尘、防潮、隔音，并应采取防静电措施。温湿度应符合现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB 50174的B级规定。

25.8.5 综合监控系统设备布置应符合下列规定：

1. 两相对机柜正面之间距离不应小于1.5m。
2. 机柜前面、后面和侧面与墙距离不应小于0.8m。

## 25.9 管线敷设

25.9.1 管线敷设应采取抗电磁干扰措施。信号线与电源线不应共用一条电缆，也不应敷设在同一根金属管内。采用屏蔽线缆时，应保持屏蔽层的连续性，屏蔽层宜一点接地。

25.9.1 冗余线路宜采用不同路径。

25.9.2 中央控制室、车站机房的管线应集中敷设。

# 26 运营控制中心

## 26.1 一般规定

26.1.1 为确保中速短定子磁浮交通系统安全、可靠和高效的运行，应设置控制中心（OCC）。

26.1.2 控制中心的位置宜选择在中速磁浮线路、车站附近和接近监控对象的中心场所，方便运营管理及各系统的连接。当与其它线路合建时，宜选择能兼顾多条线路的场所。

26.1.3 控制中心应具备行车调度、电力调度、环境与设备调度、防灾调度、客运管理、乘客信息管理、设备维修及信息管理等运营调度和指挥功能。并应对中速短定子磁浮交通运营的全国产进行集中监控和管理。

26.1.4 控制中心应兼做防灾和应急指挥中心，并应具备防灾和应急指挥功能。

26.1.5 控制中心的整体设计应满足安全、可靠，操作、维修及管理方便，运营成本低廉等因素要求。并应根据运营管理模式、控制线路的数量及长度、系统配置要求、设备类型和数量，经济合理地确定控制中心的建设规模、水平、运作管理模式及装修标准，并适当预留发展余地。

26.1.6 多线控制中心应防范同时失效的风险隐患，当风险防范、控制和隔离困难时，宜采取异地灾备措施，灾备中心系统设备和用房及相关措施可按满足行车指挥的最小需求配置。

## 26.2 功能分区与总体布置

26.2.1 控制中心按功能宜划分为运营监控区、运营管理区、设备区、维修区及辅助设备区。各功能分区的划分应结合实际的运营模式和管理模式设置。运营监控区和运营管理区应相邻设置；设备区应集中设置，在楼层布置上应靠近运营监控区，且不应与运营管理区混合布置；维修区在楼层布置上宜靠近设备区。

26.2.2 运营监控区应设中央控制室和紧急事件指挥室等。运营监控区应作为独立的安全分隔区；进入中央控制室前应设缓冲区，并宜配置安防设施；在运营监控区内宜配置交接班室、打印室及必要的值班和管理用房等，以及生活和卫生设施。

26.2.3 中央控制室的设备布置及设计应符合下列要求：

1. 中央控制室内设备和调度台的布置应整齐、紧凑和美观，并应便于观察、操作和维修，同时应便于调度人员行动和疏散；
2. 中央控制室内总体布置应以行车指挥为核心进行模拟屏和各调度台的布置，并应便于行车调度、电力调度、环境与设备调度（兼防灾调度）、维修调度和总调度之间的信息沟通；
3. 模拟屏和调度台宜呈弧形布置，模拟屏显示专业信息的位置应与各系统调度台的设置位置相对应；
4. 各系统模拟屏宜统一考虑，模拟屏的屏前和屏后必须留有足够的视觉空间及维修空间；
5. 调度台距模拟屏的通道宽度宜大于2.0m，调度台的台前和台后必须留有足够的操作空间及维修空间，调度台前后之间的距离大于1.6m；
6. 当调度台按扇形方式分层展开布置设备时，以在扇形的中间位置观察模拟屏，竖向视线仰角宜小于5°，水平展开角度宜小于120°；
7. 当中央控制室的规模按多条线路设计师，宜按调度岗位划分功能区，也可按线路划分功能区；
8. 调度台的设计应满足人机工程学和调度台面、台下设备布置及散热的要求；
9. 中央控制室应具备紧急事件指挥中心的功能；
10. 中央控制室应设置与运营有关的监控系统和操作终端设备,与运营、管理和安全无关的系统和设备不宜进入，不得安装大功率的电器设备及其他动力设备。

26.2.4 紧急事件指挥室、交接班室和打印室等应与中央控制室同层相邻设置；紧急事件指挥室与中央控制室应用玻璃隔断。

26.2.5 设备区各系统设备的布置及设计应符合下列要求：

1. 设备区设备房的室内布置应力求整齐、紧凑，便于观察、操作和维修；
2. 设备房的布置，可按系统划分或按线路划分，采用封闭式布置或通透开放式布置(用玻璃幕墙相隔)；
3. 设备区各系统设备房的楼层布置和平面布置，应以方便运营管理、体现安全性和重要性为原则；
4. 设备布置应使设备之间的连线短，外部管线进出方便；
5. 大功率的强电设备不应与弱电设备混合安装和布置。除自动灭火系统以外，各电气系统设备用房不应有水管穿过；风管穿过时应避免管道凝露滴到电器设备上。

26.2.6 运营管理区可根据生产和生活的需要，设置必要的办公、管理和生活设施。

26.2.7 维修区宜设置系统测试、维修测试、备品备件室及工器具室。系统测试和维修测试室应满足更换性维修或小修以下修程的维修要求，各系统可以分设或共用维修用房及工器具用房。

26.2.8 辅助设备区各系统设备用房的布置及设计应符合下列要求：

1. 辅助设备区宜设置供电和低压配电系统、通风和空调系统、火灾报警、灭火系统以及给水排水等必须的辅助设备用房；
2. 供电与低压配电、空调、给水与排水及水消防等系统设施和设备用房应远离中央控制室，宜设置在地面一层或地下一层；低压配电、通风与空调和自动灭火等系统设备，宜设置在各层靠近服务对象附近。

## 26.3 建筑与装修

26.3.1 控制中心应具有高度的安全性和可靠性，宜设置为独立建筑；与其他用途建筑合建时，应设独立的进出口通道，并应确保控制中心用房的独立性和安全性。

26.3.2 中央控制室和设备区不宜设在高层建筑的顶层和地下。

26.3.3 中央控制室应满足下列要求：

1. 中央控制室应满足工艺设计要求；
2. 中央控制室室内净空高度应根据房间面积大小及视线的要求进行设计，不宜低于4m；
3. 中央控制室室内各调度台之间应设有通道，。中央控制室应设不少于两个出入口与外部相连，且至少有一个门的宽度为1.2m、高度为2.3m，并应满足相关专业要求；
4. 室内应设固定式双层密闭、隔声和隔热窗；如有防火、防爆等特殊要求，应按特殊要求进行设计；阳光不宜直射设备，受阳光直射时设备应采取遮光措施；
5. 室内地面应装设防静电活动地板，并应考虑各调度台的系统管线接口及电源插座。设备不应直接安装在活动地板上；
6. 室内宜设吊顶，以满足敷设通风管道和管线的要求。吊顶宜采用轻质、耐火材料；

## 26.4 结 构

26.4.1 控制中心结构设计应符合下列规定：

1 主体结构的使用年限应为100年；

2 结构设计应分别按施工阶段和使用阶段进行强度、变形等计算，并应满足环保、防火、防水、防锈蚀、防雷等要求；

3 控制中心荷载取值应根据用房性质不同而分别确定，并应符合表26.4.1的规定，如另有特殊设备应根据要求单独计算；

4 施工荷载标准值赢取2kPa，并满足运输、安装时最不利布置工况。

表26.4.1 控制中心荷载取值表

|  |  |
| --- | --- |
| 类别 | 活荷载标准值 |
| 调度大厅 | 6.0kN/m2 |
| 系统设备机房、电源室 | 8.0kN/m2∽10 kN/m2 |
| 电源电池室 | 16.0kN/m2 |
| 其他系统用房 | 4.0kN/m2 |
| 工区、备品备用房 | 2.0kN/m2 |
| 办公室、会议 | 2.0kN/m2 |
| 其他设备用房楼面 | 根据设备实际重及工作状态决定 |

## 26.5 布 线

26.5.1 控制中心应有序敷设管线，并宜采用综合布线和综合管线敷设方式。综合布线和综合管线应具有防火、防水和防鼠等安全功能，并应为检修、更新改造预留空间。

26.5.2 竖向布线宜采用电缆井敷线方式，应符合消防和电气等现行规范的规定。

26.5.3 水平布线宜采用电缆夹层敷线方式，并应根据夹层的具体情况，分层分区设置电缆桥架或汇线槽。动力电缆和弱电电缆应分开敷设。

26.5.4 中央控制室内的电线、电缆和管线宜隐蔽敷设。

## 26.6 供电、防雷与接地

26.6.1 控制中心宜单独设置降压变电所，降压所内应设两台动力变压器，分别引入两路相对独立的电源供电，并应满足控制中心一、二、三级负荷的需要，当一台变压器退出运行时，另一台变压器至少可满足全部一、二级负荷的需要。

26.6.2 控制中心防雷接地应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057的相关规定，其防护类别不应低于第二类防雷建筑物。

26.6.3 控制中心应设统一的强、弱电系统综合接地极，接地电阻不大于1Ω，并应满足各总的散流要求。

## 26.7 通风、空调与采暖

26.7.1 中央控制室内的环境温度宜控制在16℃~27℃，中央控制室和各系统设备每小时内的温度变化不宜超过3℃，各系统设备房应按现行国家标准《电子信息系统机房设计规范》GB50174的有关规定设置，并宜按不低于B级要求设计。

26.7.2 中央控制室及设备房应维持正压。

26.7.3 中央控制室、运营管理区、设备区的空调系统应分开设置。

26.7.4 通风与空调系统宜由环境与设备监控系统进行监控。

## 26.8 照明与应急照明

26.8.1 控制中心应设置一般照明与应急照明。所采用的照明灯具应符合现行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T16275的有关规定；灯具的布置宜与建筑装修和设备布置相协调。

26.8.2 中央控制室的照明设计应满足下列要求：

1. 中央控制室照明应柔和均匀，应无有眩光；灯具布置要美观、合理，应考虑模拟屏和操作台面最大照度的需要。灯具应嵌入吊顶内，组成光带；在操作台面上没有阴影，室内照明均匀度不宜低于0.7，照明应采用调光控制及分区控制；
2. 当中央控制室采用马赛克式模拟屏时，模拟屏前区和操作台面距地面0.8m处的照度宜为150～200 lx；
3. 当中央控制室采用投影式模拟屏时，模拟屏前区和操作台面距地面0.8m处的照度宜为100～150 lx，并考虑局部照明。

26.8.3 设备房、维修用房、办公管理用房及其他各部位的照明照度应符合现行国家标准《城市轨道交通照明》GB/T16275的有关规定。

26.8.4 控制中心应急照明的照度不小于正常照明照度的10％，中央控制室的应急工作照明不应低于正常照明的30％；应急照明的持续供电时间不应不低于1h。

## 26.9 消防与安全

26.9.1 控制中心应设置火灾自动报警、环境与设备监控、火灾事故广播、自动灭火、水消防、防排烟等系统。多线路中央控制室应设自动灭火系统。

26.9.2 控制中心应设置消防控制室。

26.9.3 控制中心应设置闭路电视监视系统和安保门禁系统等安防设施；并对各分区出人口、房间和主要通道进行监视和自动录像。

26.9.4 控制中心应设置保安值班室。保安值班室应与消防控制室合并设置。

# 27 车辆基地

## 27.1 一般规定

27.1.1 中速短定子磁浮交通车辆基地应包括车辆段（停车场）、综合维修中心、物资总库、培训中心和其它生产、生活、办公等配套设施。

27.1.2 车辆基地的功能、布局和各项设施的配置，应根据工程的运营需要、磁浮交通线网车辆基地的规划布置和既有车辆基地的功能及分布情况，实现线网车辆基地的资源共享。

27.1.3 车辆基地的设计，应结合初、近、远期，统一规划，分期实施。车辆应按初期运营需要配置；站场股道、房屋建筑和机电设备等按近期需要设计。

27.1.4 车辆基地选址应满足下列要求：

1 用地应符合城市总体规划，与周边环境、景观相协调；

2 有良好的与车站接轨条件，减少空车走行的距离；

3 用地面积应满足功能和布置的要求，并应具有远期发展余地；

4 具有良好的自然排水条件；

5 具有良好的市政接驳条件，便于城市电力、自来水、燃气等管线引入，便于雨污水管线接驳，便于市政道路连接。

6 宜避开工程地质和水文地质不良的地段。

27.1.5 车辆基地设计应有完善的消防设施。总平面布置、房屋设计和材料、设备的选用等应符合有关防火规范的规定。

27.1.6 车辆基地内应有运输道路及消防道路，并应有不少于两个与外界道路相连通的出口。运输道路设计应充分考虑磁浮车辆新车入段或厂修回送的运输要求，一般双车道宽度采用7.0m，单车道宽度采用4.0m，磁浮车辆新车入段或厂修回送的运输通道宽度采用10.5m。段内道路与磁浮轨道相交时，宜采取立交方式。

27.1.7 车辆基地设计应对所产生的废气、废液、固废、噪声和电磁辐射等进行综合治理，并符合现行国家和地方有关规范的规定。

环境保护设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。

27.1.8 车辆基地设计，应贯彻节约用地、节约能源和资源的方针。

27.1.9 车辆基地应设围蔽设施，其设计宜结合当地的环境和要求，选用安全、实用、美观的结构形式和材料。出入段线、咽喉区股道线群外侧及试车线均应设置通透隔离栅栏。

## 27.2 车辆段与停车场的功能、规模及总平面布置

27.2.1 车辆段与停车场的功能与设置应符合下列要求：

1 车辆段可根据其作业范围分为大、架修段和定修段，大、架修段应为承担车辆的大修和架修及其以下修程作业；定修段应为承担车辆的定修及其以下修程作业以及临时性故障修理；

2 停车场应主要承担列检和停车作业，必要时可承担周月检及临修作业。

27.2.2 车辆基地设计规模应根据配属列车数量和车辆检修制度、车辆基地的分布等基础资料，经计算综合确定。

27.2.3 车辆基地的设计应以磁浮车辆的技术参数为依据。车辆应采用日常维修和定期检修相结合的检修制度。修程和检修周期应由车辆制造商提供。

27.2.4 车辆基地总平面设计应符合以下要求：

1 应根据车辆运用和检修的作业要求，并综合考虑停车列检库、检修库、材料库、测试设备及其他设施设备的布局及道路、管线、绿化、消防、环保等要求，以及考虑当地气象条件等，合理安排。

2 生产房屋布置应以运用库和检修库为核心，各辅助生产房屋应根据生产性质按系统分区布置。与运用和检修作业关系密切的辅助生产房屋宜分别布置在相关车库的附跨内或邻近地点，性质相同或相近的房屋宜合并设置。

3 空气压缩机间、变配电所、给水所和锅炉房等动力房屋，应设置在相关的负荷中心附近。

4 产生噪声、冲击振动或易燃、易爆的车间宜单独设置。

27.2.5 车辆基地的股道区应设置通透的隔离栅栏。

27.2.6 车辆基地的生产机构应根据运营管理模式确定，可设运用车间、检修车间和设备车间。

27.2.7 车辆基地应设围蔽设施，其设计宜结合当地的环境要求，选用安全、实用、美观的材料和结构形式。

27.2.8 车辆基地出入线的设计应满足下列要求：

1 车辆基地出入线的最小平面曲线半径一般不小于100m，困难情况不小于75m。圆曲线与直线间困难时可不设缓和曲线；最短圆曲线长度不得小于一节车体长度。

2出入线路的最大坡度一般不大于60‰，困难条件下不应大于70‰。

3两相邻坡段的坡度代数差大于或等于2‰时应采用竖曲线连接，竖曲线半径不小于1500m。竖曲线不应与平曲线重叠，道岔范围内不得设置竖曲线。

4出入线宜在车站接轨，长度应根据车站至车辆基地的距离及运营控制的要求确定。

27.2.9 车辆基地内线路的设计应满足下列要求：

1车辆基地内线路的最小曲线半径一般不小于75m，困难情况下不小于50m。库内线应设在平坡上。

2 车场线上的夹直线长度在困难条件下顺向曲线不得小于3.6m，反向曲线不得小于一节车体长度（考虑模数要求)。

3 道岔应设在直线地段，道岔前端垛梁端部至曲线端部的距离不得小于一节车体长度（考虑模数要求，不含超高顺坡段的长度），道岔后端垛梁端部至顺向曲线端部的距离不得小于3.6m（单转向架长度及模数要求，不含超高顺坡段的长度）。

4 两相邻对向布置的道岔垛梁之间的距离不得小于一节车体长度（考虑模数要求）；两相邻顺向布置的道岔垛梁之间的距离不得小于3.6m。

5道岔范围内不得设置竖曲线，竖曲线离开道岔垛梁端部的距离不应小于6m。

6检修库线路宜采用尽端式布置。

7运用、检修库线路应按平坡、直线设计，库前直线段不宜小于一节车体长度。

27.2.10车辆基地内应设试车线。试车线的设计应满足下列要求：

1试车线一般设置在平直道上，困难条件下平面曲线可根据线路长度、理论试车速度、地形条件等因素选择适当的曲线。

2试车线的圆曲线最小长度不宜小于18m，困难情况下不得小于一节车体长度。

3 两相邻曲线间的夹直线长度（不含超高顺坡）不得小于18m，困难情况下不得小于一节车体长度（应考虑模数要求）。

## 27.3 车辆运用设施

27.3.1 运用整备车间应配置停车列检库、周月检库和列车清洁及洗刷设备等设施，并根据生产需要配备办公、生活房屋。

1 停车、列检库的规模应按近期需要确定，并考虑远期发展的需要。近、远期规模变化不大或厂房扩建困难时，其厂房可按远期规模一次建成。

2 停车、列检库应根据当地气象条件和运营要求设计，具备条件的地区，停车、列检设施可考虑设棚。

3 停车、列检库各线的列位设置应根据车库形式确定。当库形为尽端式时，每条库线宜按远期编组辆数两列位布置。当库形为贯通式时，每条线宜按远期编组辆数三列位布置。

27.3.2 车库内地面供电应分段设置并加装安全防护或采用滑触线方式供电，采用接触轨方式供电时库内列位之间和库前均应设置分段供电装置，并均应设有送电时的信号显示或音响。

27.3.3 各车库的主要设计要求：

1 车库的长度应分别按下列公式计算，并应结合厂房组合情况和建筑、结构设计要求作适当调整，不宜小于下列公式计算值。

1）停车列检库（棚）计算长度

Ltk=Nt×（Lc＋2）+（Nt-1）×8+18 （27.3.3-1）

式中，Ltk——车库计算长度（m）；

Nt——每条线停车列位数；

Lc——列车长度（m）；

2——停车误差；

8——停车列位间通道宽度；

18——附加长度（前端距端墙6m，后端至车挡安全距离5m，车挡距端墙7m）

2）月检库计算长度

Lyl=Nyl×（Lc＋2）+（Nyl-1）×8+18（27.3.3-2）

式中，Lyl——月检库计算长度（m）；

Nyl——月检列位数；

Lc——列车长度（m）；

2——停车误差；

8——停车列位间距离；

23——附加长度（前端距端墙6m，后端至车挡距离5m，车挡距端墙7m）

2 车库大门净高须符合车辆的设备限界要求。

3 车库的梁底标高根据库内轨面高度、车辆高度、作业高度、安全距离要求等综合考虑。

4 库内地坪面需光洁、平整，适合高精度停车作业要求和满足库内作业的承载力要求。

5 库内各线路结构形式宜设计为柱式轨道形式，轨面标高应结合作业需求设置。

6 轨道梁下均设有固定照明、动力插座等设施。

27.3.4 车辆基地内应设洗车设施，根据作业需求设人工清洗平台或机械洗车设施。机械洗车设施应包括洗车机、洗车线和辅助生产房屋，其设计应满足下列要求：

1 洗车机功能宜满足车辆两侧和端部（驾驶室）清洗及化学洗涤剂的洗刷要求；

2 洗车线宜贯通式布置，当地形受限制式，可按尽端式布置。

3 洗车线的直线段长度应大于洗车机设备的布置长度，洗车设备两端需保证各留有一节车辆的长度。

4 洗车线有效长度应按列车最大编组时用下列公式计算：

1）尽端式洗车线有效长度：

Lxj=La+2Lc+10 （27.3.4-1）

式中，Lxj——洗车线有效长度（m）；

La——洗车机所需的安全长度（包括联锁设备）（m）；

2Lc——洗车机前后各一列车长度（m）；

10——洗车线终端安全距离（m）。

2）贯通式洗车线有效长度：

Lxg=La+2Lc＋12 （27.3.4-2）

式中，Lxg——洗车线有效长度（m）；

La——洗车机所需的安全长度（包括联锁设备）（m）；

2Lc——洗车机前后两列车总长度（m）；

12——信号设备设置附加长度（m）。

5 洗车线应根据洗车设备的要求配备辅助生产房屋。

27.3.5 车辆基地内应根据站场布置和作业需要设牵出线，其数量应根据作业量确定。牵出线的有效长度不应小于下列公式的计算值：

Lq=La+Lc+10 （27.3.5）

式中，Lq——牵出线有效长度（m）；

La——牵引工程车长度（m）；

Lc——牵出列车总长度（m）；

10——牵出线终端安全距离（m）。

27.3.6 车辆段、停车场各种车库有关部位的最小尺寸，宜符合表27.3.6的规定。

表27.3.6 各车库有关部位最小尺寸（m）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 车库种类  项目名称 | 停车库 | 列检库 | 周月检库 | 定临修库 | 大架修库 | 油漆库 | 调机车库 |
| 车体之间  通道宽度（无柱） | 1.6 | 2 | 3 | 4 | 4.5 | 2.5 | 2 |
| 车体与侧墙之间  通道宽度 | 1.5 | 2 | 3 | 3.5 | 4 | 2.5 | 1.7 |
| 车体与柱边的通道  宽度 | 1.3 | 1.8 | 2.2 | 3 | 3.2 | 2.2 | 1.5 |
| 库内后通道净宽 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 5 | 5 |
| 车库大门净宽 | B+0.6 | | | | | | |
| 车库大门净高 | H+0.4 | | | | | | |

27.3.7 车辆段、停车场应根据列车日常维修作业的需要，配备车辆车载通信信号设备的维修、车辆内部清扫、工具存放。备品存放和工作人员更衣休息等生产、办公、生活房屋。生产、办公、生活房屋宜设于运用库的附跨内或临近地点。

27.3.8 车辆段、停车场内列车运用调度、检修调度和电力调度等宜合并设置为车辆段调度中心（DCC）。调度中心应设置有站场信号和正线行车调度作业的显示装置。

27.3.9 车辆段、停车场内应设置乘务员公寓，其规模应根据早晚运行列车乘务员人数确定。

## 27.4 车辆检修设施

27.4.1 车辆检修设施应包括厂架修库、定修库、临修库、吹扫库、静调库和辅助生产房屋及设施，并应根据其功能和检修工艺要求设置，同时应符合下列规定：

1 定修段应设置定修库、临修库，并应根据需要设置相应其他线路和辅助生产房屋。

2 厂架修段除应设置定修段各种生产房屋之外，应根据车辆检修要求设厂架修库、静调库、悬浮架等部件检修库，并应根据需要设置油漆库。

27.4.2 定修库规模应根据定修工作量和检修时间计算确定，其设计应符合下列规定：

1 车辆定修宜采用定位作业，列位的长度可按单节车解钩的作业设计；

2 定修线应采用车底大部件检修设备，可根据车辆情况多处设置。

3 定修库的长度不应小于下式的计算值：

Ldk=Lc+（Nj-1）+18 （27.4.2）

式中，Ldk——定修库计算长度（m）；

Lc——每列车长度（m）；

Nj——检修列车编组数；

18——定修库设计附加长度（前端距端墙6m，后端至车挡安全距离5m，车挡距端墙7m）

27.4.3 临修库的设计应符合下列规定

1 临修库应设置起重设备，满足车体吊装需求。

2 临修库应设置悬浮架拆装设备，并满足悬浮架拆装设备安装位置前后均可停放一列车长度。

3 临修库长度不应小于下式的计算值：

Llk=Lc+（Nj-1）+18（27.4.3）

式中，Llk——检修库计算长度（m）；

Lc——每列车长度（m）；

Nj——检修列车编组数；

18——临修库设计附加长度（前端距端墙6m，后端至车挡安全距离5m，车挡距端墙7m）

27.4.4 静调库设计应符合下列规定：

1 静调库的长度、宽度的设计可按月检库设计；

2 库内应设调试用的外接电源设备；

3 静调库应设单侧车顶作业平台及安全防护措施；

4 宜在静调线上设车辆限界检测装置，线路应均为标准零轨。

静调库设置与否，可根据检修量大小而定。

27.4.5 车辆段应设试车线，其设计应符合下列要求：

1 试车线的有效长度应根据车辆性能和技术参数及试车综合要求计算确定。试车线两端应设置缓冲滑动式车档。

2 试车线应为平直线路，困难时线路端部可根据改线段的试车速度设置适当曲线。试车线的其他技术标准应与正线标准一致。

3 试车线应设置单独隔离开关和试车设备用房。

27.4.6 车辆段应设吹扫设施，设计应符合下列要求：

1 吹扫设施宜包括吹扫线、吹扫作业平台和吹扫设备；吹扫作业平台应设有防护栏。

2 吹扫设备应根据吹扫作业的要求选用成熟可靠产品，并应根据作业和设备的要求配备辅助生产房屋；

27.4.7 油漆库应设置通风设备，并应采取消防和环保措施，库内电器设备应符合防爆要求。

27.4.8 大架修段的悬浮架检修间的设计应符合下列要求：

1 悬浮架检修间应毗邻大架修库设置，并应设置悬浮架、直线电机、电磁铁等零部件的检修、清洗、试验和探伤设备；

2 悬浮架检修间的规模和检修台位应根据悬浮架检修任务量、作业方式和检修时间计算确定。

3 悬浮架检修间应设置相应吨位天车；

4 悬浮架检修间内或附近应设置悬浮架存放间，备用悬浮架的数量不应小于同时检修车辆所需悬浮架的2倍。

27.4.9 车辆维护的测试间主要有悬浮控制、直线电机检修、测量单元测试间等。测试间宜设于停车列检库的辅跨内，车间内各房屋根据工艺要求设空调通风、动力、照明、给排水及消防设施。

27.4.10 蓄电池间宜独立设置，蓄电池间的规模应满足磁浮车辆蓄电池检修和充电需要。并综合考虑车辆基地内配置的其它运输车辆、特种工程车车载蓄电池维护需要。

## 27.5 车辆段设备维修与动力设施

27.5.1 车辆段设备车间包括设备维修车间和相应管理部门，其工作范围应包括下列内容：

1 承担全段机电设备的管理和中、小修程的检修工作；

2 承担全段各种生产工具的维修和管理工作；

3 开展并实施段内技术更新改造和小型非标准设备的制作及检修。

27.5.2 车辆段生产设备应采用统一管理、集中检修的原则。有条件时，设备的大修宜外委或外协进行。

27.5.3 车辆段设备维修车间应根据段内机电设备和动力设施维护、检修的需要配备必要的金属切削、加工设备、电焊气焊设备、电器检测设备、管道维修设备和起重运输设备等。车辆段检修车间的通用机加工设备与设备车间的通用机加工设备宜合并设置。有条件的地区可考虑社会化协作，精简设备布置。

27.5.4 空压机房间的空压机应选择低噪声、节能型产品，其压力和容量应根据用风设备的要求确定。空压机数量不应少于两台。

27.5.5 车辆段应根据工艺的要求和当地的具体情况设置采暖、通风和空调设施，采暖地区宜采用集中供热方式。

27.5.6 车辆段各种室外管线应根据管线的性质和走向，结合总平面的布置综合设置，力求安全、经济、合理，便于管理和维修。

## 27.6 综合维修中心

27.6.1 综合维修中心应能满足全线线路轨道、道岔、桥梁、涵洞、隧道、建筑、道路、牵引供电、运行控制、基础通信和机电等设备的维修、保养工作所需设备的运行管理、维修和检修需要。

27.6.2 各系统根据运营需要设置运行管理、日常巡检和检修工班和工区，并根据生产的需要配备生产房屋、仓库和必要的办公、生活房屋。房屋的布置应根据作业性质结合具体情况合理布局。

牵引供电系统维护工区宜与牵引变电站合建；线路/道岔系统维护工区可与车站合建，亦可在牵引变电站与牵引供电系统维护工区和抢修器材存放点合建；其它子系统维护工区可在车辆基地内合建维修中心；机电设备专业、信号、轨道等其它系统可根据抢修需要在正线车站派驻工区和抢修器材存放点。

27.6.3 应根据各系统的工作内容和工作量配置必要的检修和试验设备。

27.6.4 根据作业需求，并考虑网络中配备的情况以及联络条件，可配置轨道检查车、轨道维护车、特种车等工程车辆，应设置独立的工程车辆停放线，并根据需求设置检修工程车辆用的工程车库。

27.6.5 除与运营密切相关的系统外，其余可采取社会化的维修方式。

## 27.7 物资总库

27.7.1 为保证磁浮系统的正常运转和材料设备供应，应设有物资总库，担负整个系统的材料、配件、设备和机具及劳保用品等的采购、存放、发放和管理工作。

27.7.2 应设有各种仓库、材料棚和必要的办公、生活房屋，以及材料堆放场地。

27.7.3 各种仓库的规模应根据所需存放材料、配件和设备的种类和数量确定。材料堆放场地应采用硬化地面。

不同性质的材料、设备宜分库存放，其中存放易燃品的仓库宜单独设置，并应符合现行《建筑设计防火规范》的有关规定。

27.7.4 物资总库应配备材料、配件和设备的装卸起重设备和汽车、蓄电池车等运输车辆。

27.7.5 物资总库应考虑对外运输条件，应有道路连接基地内主要道路及外界道路。

27.7.6 物资总库生活设施宜利用基地的设施。

## 27.8 培训中心

27.8.1 培训中心负责组织和管理职工的技术教育和培训工作，应根据当地实际需要设置，当系统内已设有培训中心时宜考虑共用。

27.8.2 培训中心宜设于综合基地范围内的适当地点，必要时也可设于其他地区。

27.8.3 培训中心应设教室、实验室、图书室、阅览室和教职员工办公和生活用房，以及必要的教学设备和配套设施。

## 27.9 救援

27.9.1 应设有救援办公室，由运营控制中心指挥。救援办公室应设置值班室。值班室应设电钟、自动电话和无线通信设备以及直通运营控制中心的防灾调度电话。并根据救援需要设置专用的地面工程车和指挥车。

## 27.10 站场设计

27.10.1站场线路路基宽度、路拱形状、路堤、路堑及边坡等设计，应符合本规范第8章有关规定。

27.10.2站场线路路肩高程应根据基地附近内涝水位和周边道路高程设计。沿海或江河附近地区车辆基地的车场线路路肩设计高程不应小于1/100洪水频率标准的潮水位、波浪爬高值和安全高之和。

27.10.3路基排水系统应符合下列要求：

1 站场路基面应设倾向排水系统的横向坡度，宜采用2~4％锯齿形横坡；

2 站场路基排水系统宜采用重力自流排水方式，有条件时应排入城市排水系统。段内排水设备应采用排水沟与排水管相结合的形式。建筑密集区可采用暗管排水，股道间应采用盖板排水沟；

3 检查坑和室外电缆沟的排水宜利用地形采用自然排水，困难时应自成体系，应采用集中机械提升排水方式排入路基排水系统、城市排水管网或附近河沟；

4 站场雨水排水系统的设计，应使纵向和横向排水设备紧密配合，并应使水流径路短而顺直；

5 排水设备的数量应根据地区年降雨量、站场汇水面积、路基纵横断面和出水口等因素确定；

6 纵向排水坡度不应小于2‰，困难条件下不应小于1‰，穿越股道时，横向排水槽的坡度不应小于5‰；

7 站场路基及排水设计应符合行业标准《铁路路基设计规范》TB10001和国家标准《室外排水设计规范》GB50014的有关规定。

# 28 防 灾

## 28.1一般规定

28.1.1 中速短定子磁浮交通应具有针对火灾、水淹、风灾、地震、冰雪和雷击等灾害的预防措施，并应以预防火灾为主。应根据当地气候特点，适当考虑冰雪荷载。

28.1.2 中速短定子磁浮交通控制中心应具有所辖线路的防灾调度指挥功能。

28.1.3 中速磁浮车站应配备防火设施；车辆基地应配备防灾与救援设施。

28.1.4 中速短定子磁浮交通对火灾应贯彻“预防为主，防消结合”的方针，一条线路、一座换乘车站及其相邻区间的防火设计应按同一时间发生一次火灾计。

28.1.5 车站站台、站厅和出入口通道的乘客疏散区内不得设置商业场所，除运营、服务设备外，也不得设置妨碍乘客疏散的设备、设施及其他物体。

28.1.6 当开发地下商业时，商业区与站厅间应划分成不同的防火分区，防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》（GB50016）的有关规定。

28.1.7 中速磁浮项目的选线（选址）应配套区域的城市道路或者救援通道要求。

## 28.2建筑防火

28.2.1 磁浮各建(构)筑物的耐火等级应符合下列规定:

1 地下的车站、区间、变电站等主体工程及出入口通道、风道的耐火等级应为一级。

2 地面出人口、风亭等附属建筑，地面车站、高架车站及高架区间的建、构筑物，耐火等级不得低于二级；

3 控制中心建筑耐火等级应为一级；当控制中心与其他建筑合建时，应设置独立的进出通道，且应采用耐火极限不低于3h的隔墙和耐火极限不低于2h的楼板与其它部位隔开。

4 车辆基地内建筑的耐火等级应根据其使用功能确定，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

28.2.2防火分区的划分应符合下列规定:

1 地下车站站台和站厅公共区应划为一个防火分区，设备与管理用房区每个防火分区的最大允许使用面积不应大于1500㎡；

2 地下换乘车站当共用一个站厅时，站厅公共区面积不应大于5000㎡；

3 地上的车站站厅公共区采用机械排烟时，防火分区的最大允许建筑面积不应大于5000㎡，其他部位每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于2500㎡；

4 车辆基地、控制中心的防火分区的划分，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定。

28.2.3 车站安全出口设置应符合下列规定:

1 车站每个站厅公共区安全出口数应经计算确定，且应设置不少于2个直通地面的安全出口；

2 地下单层侧式站台车站，每侧站台安全出口数应经计算确定，且不应少于2个直通地面的安全出口；

3 地下车站的设备与管理用房区域安全出口的数不应少于2个，其中有人值守的防火分区应有1个安全出口直通地面；

4 安全出口应分散设置.当同方向设置时。两个安全出口通道口部之间净距不应小于10m ；

5 竖并、爬梯、电梯、消防专用通道，以及设在两侧式站台之间的过轨地道不应作为安全出口；

6 地下换乘车站的换乘通道不应作为安全出口。

28.2.4 两个防火分区之间应采用耐火极限不低于3h的防火墙和甲级防火门分隔，在防火墙设有观察窗时，应采用甲级防火窗；防火分区的楼板应采用耐火极限不低于I. 5h的楼板。

28.2.5 消防泵房、污水泵房、废水泵房、厕所、盟洗室等面积可不计入防火分区面积。

28.2.6 站台和站厅公共区内任一点，与安全出口疏散的距离不得大于50m。

28.2.7 公共区内设于付费区与非付费区之间的栏栅应设栏栅门，检票口和栅栏门的总通行能力应与站台至站厅疏散能力相匹配。

28.2.8 车站的装修材料应符合下列规定:

1 地下车站公共区和设备与管理用房的顶棚、墙面、地面装修材料及垃圾箱，应采用燃烧性能等级为A级不燃材料；

2 地上车站公共区的墙面、顶棚的装修材料及垃圾箱。应采用A级不燃材料。地面应采用不低于B1级难燃材料。设备与管理用房区内的装修材料。应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB50222的有关规定；

3 地上、地下车站公共区的广告灯箱、导向标志、休息椅、电话亭、售检票机等固定服务设施的材料，应采用不低于B1级难燃材料。装修材料不得采用石棉、玻璃纤维、塑料类等制品。

28.2.9 安全出口、楼梯和疏散通道的宽度和长度，应符合下列规定:

1 供人员疏散的出口楼梯和疏散通道的宽度，应按本规范第12章的有关规定计算确定；

2 设备与管理用房区房间单面布置时，疏散通道宽度不得小于l.2m，双面布置时不得小于1.5m；

3 设备与管理用房直接通向疏散走道的疏散门至安全出口的距离，当房间疏散门位于两个安全出口之间时，疏散门与最近安全出口的距离不应大于40m；当房间位于袋形走道两侧或尽端时，其疏散门与最近安全出口的距离不应大于22m；

4 地下出人口通道的长度不宜超过100m，当超过时应采取满足人员消防疏散要求的措施。

28.2.10 车站站台公共区的楼梯、自动扶梯、出入口通道。应满足当发生火灾时在6min内将远期或客流控制期超高峰小时一列进站列车所载的乘客及站台上的候车人员全部撤离站台到达安全区的要求。

28.2.11 提升高度不超过三层的车站，乘客从站台层疏散至站厅公共区或其他安全区域的时间，应按下式计算:

 (27.2.11)

式中，──远期或客流控制中超高峰小时1列进站列车的最大客流断面流量（人）；

──远期或客流控制期中超高峰小时站台上的最大候车乘客（人）；

──一台自动扶梯通过能力[人/（min·m）]；

──疏散楼梯通过能力[人/（min·m）]；

──自动扶梯台数；

──疏散楼梯的总宽度(m)，每组楼梯的宽度应按0. 55m的整倍数计算。

28.2.12 地下车站消防专用通道及楼梯间应设置在有车站控制室等主要管理用房的防火分区内，并应方便到达地下各层。地下超过三层(含三层)时，应设防烟楼梯间。

28.2.13 地下车站的地面出人口、风亭等附属建筑，车辆基地出人线敞口段，以及地上车站、区间和附属建筑与相邻建筑的防火间距和消防车道的设置，应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定执行。与汽车加油加气站的防火间距应符合现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》GB 50156的有关规定。

28.2.14 防火卷帘与建筑物之间的缝隙，以及管道、电缆、风管等穿过防火墙、楼板及防火分隔物时，应采用防火封堵材料将空隙填塞密实。

28.2.15 重要设备用房应以耐火极限不低于2h的隔墙和耐火极限不低于1.5h的楼板与其它部位隔开。

## 28.3隧道防灾、救援设计

28.3.1 地下工程防灾救援疏散工程设计应遵循“以人为本，应急有备，方便自救，安全疏散”的原则。当列车在区间隧道发生事故时，应优先考虑将列车拉出洞外或邻近车站进行救援。

28.3.2 平行的两条单洞双线隧道宜设置互为救援的横通道，横通道设计应符合下列规定：

1 横通道间距不宜大于600m。

2 横通道应设便于开启的防护门，开启不得侵入限界。

3 横通道通行净宽不应小于1.5m×2.0m（宽×高）。

28.3.3 单洞山岭隧道，当长度大于5km 时，宜设置紧急出口。紧急出口应利用辅助坑道设置，其净空宽度不小于3.0m，净空高度不小于2.2m。

28.3.4 设置紧急出口的隧道，紧急出入口应符合下列规定:

1 竖井式紧急出口：垂直高度应小于30m，楼梯总宽度应不小于1.8m。

2 斜井式紧急出口：水平长度不宜大于500m，坡度不宜大于12%。

3 横洞式紧急出口：长度不宜大于1000m。

4 紧急出口与正洞相连接处应设便于开启的防护门，防护门的通行净空尺寸宽×高不应小于1.5m×2.0m。

28.3.5 隧道（区间）内应设置疏散通道，并应符合下列规定：

1 隧道（区间）内应设置贯通的疏散通道，单线隧道设置于相邻隧道侧，双线隧道应结合区段具体的防灾疏散方式确定。

2 疏散平台与设备限界水平净距不小于50mm。

3 隧道内应设置贯通的救援通道，救援通道宽度不宜小于1.0m，高度宜为2.2m，内侧至线路中线距离不应小于1.8m，走行面高度宜与轨面齐平。

4 对于疏散通道宽度不足1.25m时宜设置扶手，扶手高度不宜低于0.8m。

28.3.6设计防灾通风的隧道，防灾通风应与运营通风结合考虑。

28.3.7隧道通风方式应根据技术、经济条件，考虑工务维修、防灾救援疏散等因素，综合比选确定。

28.3.8 隧道运营通风、防灾通风应结合盾构井、竖井、斜井等设施统筹考虑。

28.3.9 隧道通风应根据自然条件、气象条件、隧道长度、隧道平纵断面、洞口地形条件、道床类型、行车密度及地下车站等因素综合确定。

28.3.10 设置防灾疏散工程的隧道内应设置疏散导向标识，注明距隧道口、紧急出口的方向和距离。疏散通道应设置疏散指示系统及应急照明，防护门应有明显的开启标志。

28.3.11 隧道内通风、电力、通信、信号、监控等机电设备应能满足火灾条件下人员疏散、救援期间的正常使用。

## 28.4消防给水与灭火

28.4.1 消防给水水源应采用城市自来水，当沿线无城市自来水时，可采用其他消防给水水源。

28.4.2 消防给水系统的设计，应符合本规范14.1节的有关规定。

28.4.3 消防栓给水系统用水量定额应符合下列规定：

1 地下车站（含换乘站）应为20L/s；

2 地下车站出入口通道，折返线及地下区间隧道应为10L/s；

3 地面及高架车站应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》（GB50016）以及《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974）的有关规定。

28.4.4 中速短定子磁浮交通消防给水系统，应结合给水水源等因素确定，宜按下列要求确定：

1 当城市自来水的供水量能满足消防用水的要求，而供水压力不能满足消防用水压力的要求时，应设消防增压、稳压设施，当地消防和市政部门许可时，可不设消防水池，从市政管网直接引水；

2 当城市自来水的供水量不能满足消防用水量要求或城市自来水管网为枝状管网时，地下车站及地下区间应设消防增压、稳压设施和消防防水池。地面和高架车站应设消防设施和消防水池的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016以及《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974）的有关规定；

3 换乘车站消防给水系统宜采用一套系统；

4 地面车站、高架车站消防栓给水系统采用消防泵加压供水时，应设置稳压装置及气压罐，可不设高位水箱。

28.4.5 地下车站及其相连的地下区间、长度大于 20m 的出入口通道、长度大于500m的城市独立地下区间，应设室内消火栓给水系统。长度大于3000m的独立单洞山岭隧道、长度大于5000m的独立双洞山岭隧道，应设室外消火栓给水系统。

28.4.6 地下车站的商铺面积大于500平方米应设置自喷灭火系统，地面及高架车站、车辆基地自喷设置参照现行国家标准《建筑设计防火规范》(GB50016)的规定。自喷灭火系统具体参数及要求执行现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》(GB50084)的规定。

28.4.7 消防给水管道的设置应符合下列要求：

1 地下车站及地下区间的室内消火栓给水系统应设计为环状管网，地下区间上、下行线应各设置1根消防给水管，在地下车站端部和车站环状管网应衔接；

2 地下区间两条给水干管之间是否设置连通管应经过技术经济比较确定；

3 地面和高架车站室内消防栓超过10个，且室外消防用水量大于15L/s时，应设计为环状管网；

4 车站室内消火栓环状管网应有两根进水管与城市自来水环状管网或消防泵连接；

5 消防枝状管道上设置的消防栓数量不应超过4个。

28.4.8 室内消防栓的设置应符合下列要求：

1 消火栓的口径应为DN65，水枪喷嘴直径应为19mm，每根水龙带长度应为25m，栓口距地面、楼板或轨面高度应为1.1m；

2 车站的消火栓，宜设单口单阀消火栓，困难地段可设双口双阀消火栓箱；

3 地下隧道的消火栓，宜设消火栓口，可不设消火栓箱，但水龙带和水枪应放在邻近车站站台端部专用消火栓箱内；

4 消火栓的布置应保证每个防火分区同层有两只水枪的充实水柱同时到达室内任何部位；

5 地下车站水枪充实水柱长度不应小于10m，地面、高架车站水枪充实水柱长度应符合现行家标准《建筑设计防火规范》GB50016的有关规定；

6 车站净空高度超过8m，消火栓栓口动压不小于0.35MPa,且消防水枪充实水柱应按13m计算；

7 消火栓的间距应按计算确定，但单口单阀消火栓不应超过30m，双口双阀消火栓不应超过50m，地下区间隧道（单洞）的消火栓的间距不应超过50m，人行通道内消火栓间距不应超过30m；

8 消火栓口的静水压力和出水压力应符合现行家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50947的有关规定；

9 车站、车辆基地的消火栓与灭火器应共箱设置，箱内应配备衬胶水龙带和水枪、自救式消防软管卷盘和灭火器；

10 当消防栓系统由消防水泵加压供给时，消火栓处应设水泵自动按钮。消防水泵房的控制与操作应满足现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974）的相关规定。

28.4.9 设置在地下的通信及信号机房（含电源室）、变电所（含控制室）、综合监控设备室、蓄电池室和主变电所，应设置自动灭火系统。地上运营控制中心通信、信号机房、综合监控设备室、自动售检票机房、计算机数据中心应设置自动灭火系统，地面、高架车站、车辆基地自动灭火系统的设置，应按现行国家标准《建筑设计防火规范》的有关规定执行。

28.4.10 中速短定子磁浮交通工程应按现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB50140的有关规定配置灭火器。

28.4.11 管材及附件的设置应符合下列规定：

1 消防给水管宜采用球墨铸铁给水管、热镀锌钢管或经国家消防产品质量监督检验机构检测合格的其它管材；

2 室外埋地给水管道宜采用球墨铸铁给水管；

3 当消防给水管道接口采用柔性连接方式明装敷设时，应在转弯处设置固定设施或采用法兰接口。

28.4.12 消防设备的监控应符合下列规定：

1 消火栓泵组应在车站控制室显示消火栓泵的运行状态、手/自动状态、故障状态，在车站控制室应能消防泵的启停，消防泵应采用自动启动、远程手动和就地手动启动及紧急机械操作启动；

2 自动灭火系统应具备自动控制、手动控制及紧急机械操作三种启动功能。

## 28.5防烟、排烟及事故通风

28.5.1 地下车站及与之相连的区间隧道内应设置防烟、排烟及事故通风系统。

28.5.2 下列场所应设置机械防烟、排烟设施：

1 地下车站的站厅和站台；

2 连续长度大于300m的区间隧道和全封闭车道；

3 防烟楼梯间和前室。

28.5.3 下列场所应设置机械排烟设施：

1 同一个防火分区的地下车站设备与管理用房的总面积超过200㎡，或面积超过50㎡且经常有人停留的单个房间；

2 最远点到车站公共区的直线距离超过20m的内走道；连续长度大于60m的地下通道和出入口通道。

28.5.4 连续长度大于60m但不大于300m的区间隧道和全封闭车道宜采用自然排烟；当无条件采用自然排烟时，应设置机械排烟。

28.5.5 地面和高架车站应采用自然排烟；当确有困难时，应设置机械排烟。

28.5.6 当防烟、排烟和事故通风与正常通风空调系统合用时，通风空调系统应采取防烟措施，且应符合防烟、排烟系统的要求，并应具备事故工况下的快速转移功能。

28.5.7 防烟、排烟系统与事故通风应具备下列功能：

1 当区间隧道发生火灾时，应背着乘客主要疏散方向排烟，迎着乘客疏散方向送新风；

2 当地下车站站厅、站台发生火灾时，应具备防烟、排烟、通风功能；

3 当列车阻塞在区间隧道时，应对阻塞区间进行有效通风；

4 当地面或高架车站发生火灾时，应具备排烟功能；

5 当设备或管理用房发生火灾时，应具备防烟、排烟、通风功能。

28.5.8 地下车站的公共区，以及设备与管理用房，应划分防烟分区，且防烟分区不得跨越防火分区。站厅与站台的公共区每个防烟分区的建筑面积不宜超过2000㎡，设备与管理用房每个防烟分区的建筑面积不宜超过750㎡。

28.5.9 防烟分区可采取挡烟垂壁等设施实现，挡烟垂壁等设施的下垂高度不应小于500mm。

28.5.10 地下车站站台、站厅火灾时的排烟量，应根据一个防烟分区的建筑面积按1m3/（㎡·min）计算。当排烟设备需要同时排除两个及两个以上防烟分区的烟量时，其设备能力应按排除所负责的防烟分区中最大的两个防烟分区的烟量配置。当车站站台发生火灾时，应保证站厅到站台的楼梯和扶梯口处具有能够有效阻止烟气向上蔓延的气流，且向下气流速度不应小于1.5m/s。

28.5.11 地下车站的设备与管理用房、内走道、长通道和出入口通道等设置机械排烟时，其排烟量应根据一个防烟分区的建筑面积按1m3/（㎡·min）计算，排烟区域的补风量不应小于排烟量的50%。当排烟设备负责两个及两个以上防烟分区时，其设备能力应根据最大防烟分区的建筑面积按2m3/（㎡·min）计算的排烟量配置。

28.5.12 区间隧道火灾的排烟量，应按单洞区间隧道断面的排烟速度不小于2m/s且高于计算的临界风速计算，但排烟流速不得大于11m/s.

28.5.13 区间隧道事故、排烟风机、地下车站公共区和车站设备与管理用房排烟风机应及烟气流经的辅助设备如风阀及消声器等，应保证在250℃时能连续有效工作1h。

28.5.14 地面及高架车站公共区和设备与管理用房排烟风机，应保证在280℃时能连续有效工作0.5h；烟气流经的风阀及消声器等辅助设备应与风机耐高温等级相同。

28.5.15 列车阻塞在区间隧道时的送排风量，应按区间隧道断面风速不小于2m/s计算，并应按控制列车顶部最不利点的隧道温度低于45℃校核确定，但风速不得大于11m/s。

28.5.16 地面及高架车站公共区和设备与管理用房采用自然排烟时，排烟口应设置在上部，其可开启的有效排烟面积不应小于该场所建筑面积的2%，排烟口的位置与最远排烟点的水平距离不应超过30m。

28.5.17 区间隧道及全封闭车道采用自然排烟时，排烟口应设置在上部，其有效排烟面积不应小于顶部投影面积的5%，排烟口的位置与最远排烟点的水平距离不应超过30m。

28.5.18 在事故工况下参与运转的设备，从静止状态转换为事故工况状态所需的时间不应超过30s，从运转状态转换为事故工况状态所需的时间不应超过60s.

28.5.19 在事故工况下需要开启或关闭的设备，启、闭所需的时间不应超过30s。

28.5.20 排烟口的风速不宜大于10m/s。

28.5.21 当排烟干管采用金属管道时，管道内的风速不应大于20m/s，采用非金属管道时不应大于15m/s，

28.5.22 地面、高架车站的防排烟设计应符合《建筑设计防火规范》(GB 50016)的要求。

28.5.23 设置了机械通风的无地下车站的单体区间隧道应设置机械排烟设施，且当与日常运营通风系统合用时应能满足机械排烟的要求。

28.5.24 通风空调系统下列部位应设置防火阀：

1 风道穿越防火分区的防火墙及楼板处；

2 每层水平干管与垂直总管的交接处；

3 穿越变形缝且有隔墙处。

## 28.6 防灾通信

28.6.1 中速短定子磁浮交通公务电话交换机应具备火警时能自动转换到市话网“119”的功能；同时，应配备在发生灾害时供救援人员进行地上、地下联络的无线通信设施。

28.6.2 控制中心应设置防灾无线控制台，列车司机室应设置防灾无线通信台，车站控制室、站长室、保安室及车连基地值班室应设置无线通信设备。

28.6.3 控制中心应设置防灾广播控制台，车站控制室、车辆基地值班室应设置广播控制台。

28.6.4 控制中心和车站控制室应设置监视器和控制键盘。

28.6.5 中速短定子磁浮交通应设置消防专用调度电话，防灾调度电话系统应在控制中心设调度电话总机，并应在车站及车辆基地设分机。

28.6.6 中速短定子磁浮交通通信系统的设计，应具备火灾时能迅速转换为防灾通信的功能。

## 28.7 防灾用电与疏散照明

28.7.1 消防用电应按一级负荷供电，并应在末级配电箱处设置自动切换装置。当发生火灾而切断生产、生活用电时，消防设备应能保证正常工作。

28.7.2 地下线路应急照明的连续工作时间不应小于60min。

28.7.3 防灾用电设备的配电设备应有明显标志。

28.7.4 照明器标明的高温部位靠近可燃物时，应采取隔热、散热等防灾保护措施。可燃物品库房不应设置卤钨灯等高温照明器。

28.7.5 下列部位应设置应急疏散照明：

1 车站站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯；

2 车站附属用房内走道等疏散通道；

3 与地下车站相连的区间隧道；

4 长度5000m及以上或设有紧急出口的独立区间隧道；

5 车辆基地内的单体建筑物及控制中心大楼的疏散楼梯间、疏散通道、消防电梯间（含前室）。

28.7.6 下列部位应设置疏散指示标志：

1 车站站厅、站台、自动扶梯、自动人行道及楼梯口；

2 车站附属用房内走道等疏散通道及安全出口；

3 与地下车站相连的区间隧道；

4 长度5000m及以上或设有紧急出口的独立区间隧道；

5 车辆基地内的单体建筑物及控制中心大楼的疏散楼梯间、疏散通道及安全出口。

28.7.7 为防灾设备、应急照明和疏散指示灯供电采用的电缆或电线，应符合本规范15.4.2条的规定。

28.7.8 疏散指示标志的设置应符合下列要求：

1 疏散通道拐弯处、交叉口、沿通道长向每隔不大于10m处，应设置灯光疏散指示标志，指示标志距地面应小于1m；

2 灯光疏散指示标志在区间隧道的间距不应大于50m，距疏散地面应小于1m；

3 疏散门、安全出口应设置灯光疏散指示标志，并宜设置在门洞正上方；

4 车站公共区的站台、站厅乘客疏散路线和疏散通道等人员密集部位的地面上，以及疏散楼梯台阶侧立面，应设置导向光流型疏散指示标志，并应保持视觉连续。疏散指示标志平时宜处于点亮状态。

## 28.8 其他灾害预防与报警

28.8.1 中速短定子磁浮交通车站出入口及敞口低风井等口部的防淹措施，应满足当地防洪排涝要求。

28.8.2 洞口及露天出入口的防淹措施，应按本规范第14.3节的有关规定执行。

28.8.3 中速短定子磁浮交通下穿河流、湖泊等水域时应设置防淹门等防淹措施。

28.8.4 采取措施防止隧道口洞顶、路基边坡等可能的落石、塌方等对行车造成安全事故。

28.8.5 中速短定子磁浮交通的建筑机电工程的抗震设计应符合现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981的规定。

# 29 环境保护

## 29.1 一般规定

29.1.1 磁浮交通工程设计应按照国家及地方环境保护法律法规的相关规定，符合城市环境功能区划及相关环境质量标准，达到国家和地方污染物排放标准的规定，并落实环境影响报告书及批复意见提出的环保措施和环境要求。

29.1.2磁浮交通工程设计应按照环境影响报告要求及沿线环境敏感点的具体情况，合理选择线位、布局和敷设方式，有效减缓噪声及振动影响。高架、地面车站及地下车站出入口、风亭及冷却塔、变电站的设计，应与城市景观和周边环境相协调，并与周边建筑预留一定的防护距离。

29.1.3 环境保护措施设计应根据线路优化调整情况，环境敏感点变化情况，结合建设项目环境影响报告书，依据最新的工程设计方案，优化调整环境保护措施设计。当线路走向、敷设方式或沿线敏感目标等发生重大变更时，应按补充环境影响评价文件开展设计。

29.1.4 磁浮交通工程环境保护设施应根据工程设计年限，按预测的运营远期客流量和列车最大通过能力设计，应按远期实施，或按近期和远期分期实施并为远期预留实施条件。

**29.1.5** 噪声应符合下列规定：

1 建设经过已有或规划的噪声敏感建筑物集中区域的高架线路，有可能造成环境噪声污染的，应当按照环境影响报告书要求间隔一定距离；

2 列车及设备运行噪声影响应符合国家标准《声环境质量标准》GB3096的有关规定。车辆基地及停车场厂界噪声应符合国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348的有关规定；

3 车站站台内列车进、出站噪声应符合国家标准《城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法》GB14227的有关规定。车站在无列车的情况下，其站台、站厅环境噪声不得超过70dBA；

4 各类管理用房的环境噪声应符合国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T50087的有关规定。

**29.1.6**  振动应符合下列规定：

1 列车运行振动影响应符合国家标准《城市区域环境振动标准》GB 10070的有关规定；

2 沿线建筑物内二次辐射噪声应符合行业标准《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》JGJ/T 170的有关规定；

3 沿线文物建筑的振动速度应符合国家标准《古建筑防工业振动技术规范》GB/T 50452，优秀历史建筑应符合《建筑工程容许振动标准》GB50868的有关规定。

**29.1.7**  110kV及以上电压等级变电所运行产生的工频电场、工频磁场，应符合国家标准《电磁环境控制限值》GB 8702中相关公众曝露控制限值的规定。

**29.1.8**  车辆基地及停车场废水、废气排放应符合下列规定：

1 车辆基地、停车场的生产废水、生活污水，以及沿线车站的生活污水排放，应符合国家标准《污水综合排放标准》GB 8978和地方水污染物排放标准的有关规定。

2 车辆冲洗用水应符合国家标准《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T 18920的有关规定。

3 锅炉大气主要污染物的排放浓度应符合国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271及地方标准的规定；车辆段食堂操作间油烟排放浓度应符合国家标准《饮食业油烟排放标准》GB 18483的规定。

## 29.2 规划环境保护

29.2.1 磁浮交通规划应符合城市与区域环境保护等相关规划，并应按环境保护要求，合理规划线路走向、线位布局及敷设方式。

29.2.2 磁浮交通规划设计应根据规划环境影响报告书的结论及审查意见，其线路、车站、车辆基地与停车场的选线、选址，应避开自然保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区，以及文物保护建筑等生态红线控制区及需要特殊保护的地区。高架、地面线路宜远离文教区、集中住宅区等社会关注区域，地下线路宜避免下穿环境敏感建筑。规划设计未能采纳规划环境影响报告书结论及其审查意见时，设计中应说明原因。

**29.2.3** 规划线路两侧分布有文教区、集中住宅区等社会关注区域时，线路宜沿城市既有道路或规划道路中间布置。

## 29.3 工程环境保护

**29.3.1** 磁浮工程的线位、站位、风亭、冷却塔和变电所的选线选址，应结合工程项目特点及沿线环境条件，根据工程环境影响报告书及其批复意见，按环境保护要求，确定工程选址位置和预留环境防护距离。

**29.3.2** 地上线路应使线路两侧敏感点环境噪声达到表29.3.2规定的环境噪声限值标准。当不能满足标准要求时，应采取相应的降噪措施。

**表29.3.2 地上线敏感点的环境噪声限值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 声环境功能区类别 | 各环境功能区敏感点 | 噪声限值\*（dBA） | |
| 昼间 | 夜间 |
| 0类 | 康复疗养区等特别需要安静的区域的敏感点 | 50 | 40 |
| 1类 | 居住、文教、医疗、科研区的敏感点 | 55 | 45 |
| 2类 | 居住、商业、工业混合区的敏感点 | 60 | 50 |
| 3类 | 工业区的敏感点 | 65 | 55 |
| 4a类 | 城市轨道交通两侧区域（地上线）的敏感点 | 70 | 55 |

注：\*地方标准严于表中标准限值时执行地方标准。

**29.3.3** 地下线应使线路上方及两侧敏感点环境振动达到表29.3.3-1规定的环境振动限值标准；敏感点室内二次辐射噪声应符合表29.3.3-2的规定。

**表29.3.3-1 地下线敏感点的环境振动限值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 各环境功能区敏感点 | 建筑物类型 | 振动限值（dB） | |
| 昼间 | 夜间 |
| 居民、文教区、机关的敏感点 | Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类 | 70 | 67 |
| 商业与居民混合区、商业集中区、交通干线两侧的敏感点 | Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类 | 75 | 72 |

注：\*地方标准严于表中标准限值时执行地方标准。

**表29.3.3-2 地下线敏感点室内二次辐射噪声限值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 区域 | 昼间（dBA） | 夜间（dBA） |
| 0类 | 38 | 35 |
| 1类 | 38 | 35 |
| 2类 | 41 | 38 |
| 3类 | 45 | 42 |
| 4类 | 45 | 42 |

注：\*地方标准严于表中标准限值时执行地方标准。

**29.3.4** 地上风亭、冷却塔与敏感建筑之间的噪声防护距离应符合表29.3.4的规定。当防护距离不能满足要求时，应在常规消声、降噪设计的基础上强化噪声防护措施。

**表29.3.4 风亭、冷却塔距敏感建筑物的噪声防护距离**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 声环境功能区类别 | 各环境功能区敏感点 | 风亭、冷却塔边界与敏感建筑物的水平间距（m） | 噪声限值（dBA） | |
| 昼间 | 昼间 |
| 1类 | 居住、医疗、文教、科研区的敏感点 | ≥30 | 55 | 45 |
| 2类 | 居住、商业、工业混合区的敏感点 | ≥20 | 60 | 50 |
| 3类 | 工业区的敏感点 | ≥10 | 65 | 55 |
| 4a类 | 交通干线两侧区域的敏感点 | ≥10\* | 70 | 55 |

注：\*在有条件的新区，宜不小于15m。

**29.3.5** 地面设置的110kV及以上电压等级的变电所宜远离居民区等敏感建筑，其边界与敏感建筑的水平间距宜大于30m，且不应小于15m。

**29.3.6**  车辆基地应合理布局，其试车线的布置应避开居民区等敏感建筑，对周边环境的影响应符合噪声、电磁限值标准的规定。

## 29.4 环境保护措施

**29.4.1** 磁浮工程环境保护措施应包括噪声控制、电磁防护、污水处理、生态保护、大气污染防治措施等。

**29.4.2** 磁浮环境保护措施设计应遵循统一规划、合理布局、综合治理、防治结合的原则。

**29.4.3** 磁浮环境保护措施应根据建设项目环境影响报告书，以及环境保护主管部门批复意见所确认的环境保护目标及其污染防治要求确定。当磁浮线路走向、敷设方式或沿线敏感目标等发生重大变动时，应按相关规定重新报批的建设项目环境影响评价文件开展设计。

**29.4.4**  磁浮环境保护措施设计目标值应根据环境影响报告书，以及当地环境保护主管部门确认的环境功能区标准或污染物排放标准确定。

**29.4.5** 磁浮建设项目中防治污染的设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施应当符合经批准的环境影响评价文件的要求，不得擅自拆除或者闲置。

## 29.5 声环境保护措施

**29.5.1** 线路穿越已建、拟建居住、医疗、文教区时，线路宜沿城市既有道路或规划道路中间布置，其线位、站点、风亭、冷却塔及变电所应与环境敏感建筑之间保持一定的防护距离。必要时可以采取降低列车运行速度，设置声屏障、通风隔声窗等措施来降低列车运行噪声对沿线环境的影响。

1 车辆选型是从源头控制磁浮列车噪声环境影响的关键，工程设计应选择低噪声车辆；

2 线路穿越已建、拟建居住、医疗、文教区时，线路宜沿城市既有道路或规划道路中间布置，其线位、站点、风亭、冷却塔和变电所与环境敏感建筑之间的距离。必要时可以采取降低列车运行速度，设置声屏障、通风隔声窗等措施来降低列车运行噪声对沿线环境的影响；

3 设备选型应选用符合现行标准《工业通风机 噪声限值》JB/T 8690和《环境保护产品技术要求 低噪声型冷却塔》HJ/T385中规定的噪声限值的风机和冷却塔；

4 当风亭噪声防护距离不能满足要求时，应采取加长消声器等措施；

5 当冷却塔噪声防护距离不能满足要求时，应采取消声、隔声等综合降噪措施。

**29.6 水环境保护措施**

**29.6.1** 当沿线设有城市污水排水系统，且有城市污水处理厂时，车站、车辆基地与停车场的生活污水应排入市政污水管道。

**29.6.2** 当车辆基地与停车场周围无城市污水排水系统时，应对生活污水进行处理，并应达到国家和地方污水排放标准后排放。

**29.6.3** 车辆基地与停车场含油废水应处理并达到国家和地方污水排放标准后排放。

**29.6.4** 车辆基地洗车废水经处理后应循环利用，循环利用的冲洗用水水质应符合城市污水再生利用水质标准。

**29.7 大气环境保护措施**

**29.7.1** 车辆段及停车场空气质量应符合以下要求：

1 车辆段及停车场冬季采暖应纳入城市集中供热系统，当不具备集中供热条件时，应采用清洁能源供热设备。

2 燃煤锅炉应安装除尘设备和脱硫装置，锅炉大气主要污染物的排放浓度应符合国家标准《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271及地方标准的规定。

3 车辆段及停车场食堂操作间应安装油烟净化设施，油烟排放浓度应符合国家标准《饮食业油烟排放标准》GB 18483的规定。

**29.8 其 他**

**29.8.1** 电磁防护措施应根据环境影响报告书及其环境保护主管部门的批复意见，进行电磁防护措施的设计。

**29.8.2** 110kV及以上电压等级的变电所宜采用户内或地下建筑形式。

**29.8.3** 地面及高架线区间、车站、车辆基地与停车场，以及变电所周围，宜采取植树绿化等生态保护措施。

**29.8.4** 车站、车辆段及停车场产生的生活固体废物应纳入市政系统统一收集、处理；车辆段及停车场产生的废蓄电池、废油、油泥等危险废物应由具有相关资质单位进行收集、集中处置。

# 附录A 直线地段车辆限界和设备限界计算方法

**A.1**车辆限界是中低速磁浮车辆在平直轨道线路上正常运行状态下，计及了规定的车辆和轨道的公差值、磨耗量、弹性变形量，以及车辆的振动等正常状态下的各种限定因素而产生的车辆各部位横向和垂向动态偏移后的统计轨迹，并以基准坐标系表示的界线。

**A.2** 直线地段设备限界是在车辆限界基础上向外扩大一定安全间隙后形成的一条控制线，并且是以基准坐标系表示的界线。该安全间隙包含考虑车辆在故障发生瞬间引起偏移量超过正常运行时的部分和未计及因素的安全裕量。

**A.3** 故障失效工况

1.一端空气弹簧失气或过充；

2.一个悬浮架模块同侧两点同时吸死；

3.电磁铁横向偏移达到几何极限位移。

**A.4** 限界计算参数定义与取值

**表A.4 限界计算参数定义及取值表**

| **序号** | **符号** | **说明** | **取值** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | *a* | 车辆第2、第5位滑台中心纵向间距 | 8400mm |
| 2 | *a*1 | 车辆同侧第1、10个空气弹簧中心纵向间距 | 13660mm |
| 3 | *a*B | 横向振动加速度 | 0.5m/s2 |
| 4 | *a*q | 未平衡离心加速度 | 0.4m/s2 |
| 5 | *A*W | 车体受风面积 | 41.1m2 |
| 6 | *b*1 | 隧道右侧设备或支架最大宽度值 | 450mm |
| 7 | *b*2 | 隧道左侧设备或支架最大宽度值 | 350mm |
| 8 | *b*c | 垂向滑橇中心线横向间距 | 1460mm |
| 9 | *b*s | 空气弹簧横向间距 | 1936mm |
| 10 | *B*R | 矩形隧道线路中心线至隧道建筑限界右侧面的距离 | mm |
| 11 | *B*L | 矩形隧道线路中心线至隧道建筑限界左侧面的距离 | mm |
| 12 | *B*S | 矩形隧道直线建筑限界宽度 | mm |
| 13 | *B*a | 建筑限界曲线外侧宽度 | mm |
| 14 | *B*i | 建筑限界曲线内侧宽度 | mm |
| 15 | *c* | 设备安装误差值和安全间隙 | 50mm |
| 16 | *c*s | 空气弹簧的垂向刚度值 | 85N/mm |
| 17 | *e* | 横向滑橇与F轨磁极之间的间隙值 | ±15mm |
| 18 | *f*1 | 空气弹簧高度调整阀不感度 | ±3mm |
| 19 | *f*XF | 额定悬浮间隙 | 8mm |
| 20 | *g* | 重力加速度 | 9.81m/s2 |
| 21 | *h*ac | 轨道超高值 | 最大195mm |
| 22 | *h*'ac | 轨道超高设置方法系数 | 超高由提高外轨和降低内轨各半实现时*h*'ac=0；当超高由单独提高外轨时*h*'ac=*h*ac/2。 |
| 23 | *h*cp | F轨磁极面距F轨滑橇支承面高度 | 80mm |
| 24 | *h*cs | 空气弹簧上支撑面距离F轨滑橇支承面高度 | 480mm |
| 25 | *h*dc | 欠超高值 | 最大76mm |
| 26 | *h*sc | 车体（含载客）重心距离F轨滑橇支承面高度（AW3） | 1560mm |
| 27 | *h*sj | 底架边梁（或滑台横梁）底面距离F轨滑橇支承面高度 | 740(480)mm |
| 28 | *h*sw | 车体受风面积形心距离F轨滑橇支承面高度 | 2030mm |
| 29 | *h*' | 建筑限界与设备限界之间预留空间的高度 | 至少100mm |
| 30 | *H*u | 曲线建筑限界高度(距离F轨滑橇支承面) | mm |
| 31 | *H*cq | 车体侧墙高度 | 2740mm |
| 32 | *k*øs | 整车空气弹簧抗侧滚刚度 | 1592940800  N.mm/rad |
| 33 | *L* | 轨距 | 1860mm |
| 34 | *L*1 | 电磁铁内外极板中心线横向间距 | 192mm |
| 35 | *L*m | 悬浮架模块有效长度 | 2720mm |
| 36 | *m* | 悬浮架模块计算断面距相邻横向滑橇的距离 | 横向滑橇之间最大值取758mm，横向滑橇之外最大值取602mm。 |
| 37 | *m*B | 含载客车体重量（AW3） | 22000kg |
| 38 | *m*z | 载荷不对称的计算载客重量 | 2200kg |
| 39 | *n* | 车体计算断面距相邻第2或5位滑台中心的距离 | 2、5位滑台之间最大值取4200mm，2、5位滑台之外最大值取3300mm。 |
| 40 | *n*1 | 车体计算断面距相邻第1或10个空气弹簧中心的距离 | 第1、10个空气弹簧之间取0，第1、10个空气弹簧之外最大值取670mm。 |
| 41 | *n*s | 车辆一侧空气弹簧平列数 | 10 |
| 42 | *p* | 悬浮架模块横向滑橇中心的纵向间距 | 1516mm |
| 43 | *P*w | 风压 | 400(600)N/m2 |
| 44 | *p*' | 悬浮架模块悬浮传感器中间探头的纵向间距 | 2476mm |
| 45 | *R* | 线路水平曲线半径 | 最小75m |
| 46 | *R*V | 线路竖曲线半径 | 最小1500m |
| 47 | *s* | 重力倾角附加系数 | 0.1463 |
| 48 | *v* | 车辆运行速度 | 最高100km/h |
| 49 | *X* | 计算点的横坐标 | mm |
| 50 | *X*1 | 超高倾斜前曲线地段设备限界最大高度点的横坐标值 | mm |
| 51 | *X*2 | 超高倾斜前曲线地段设备限界曲线内侧最大宽度计算点的横坐标值 | mm |
| 52 | *X*3 | 超高倾斜前曲线地段设备限界曲线外侧最大宽度计算点的横坐标值 | mm |
| 53 | *X*Smax | 直线地段设备限界最大宽度点的横坐标值 | mm |
| 54 | *Y* | 计算点的纵坐标 | mm |
| 55 | *Y*1 | 超高倾斜前曲线地段设备限界最大高度点的纵坐标值 | mm |
| 56 | *Y*2 | 超高倾斜前曲线地段设备限界曲线内侧最大宽度计算点的纵坐标值 | mm |
| 57 | *Y*3 | 超高倾斜前曲线地段设备限界曲线外侧最大宽度计算点的纵坐标值 | mm |
| 58 | *α* | 轨道超高角 | 6° |
| 59 | *μ* | 额定悬浮间隙误差 | ±2mm |
| 60 | *δ*c | 线路中心线垂向偏差 | ±5mm |
| 61 | *δ*e | F轨垂向弹性变形量 | -2mm |
| 62 | *δ*h | 横向滑橇横向磨耗 | 3mm |
| 63 | *δ*w | 垂向滑橇垂向磨耗 | 3mm |
| 64 | *△*c | 线路中心线横向偏差 | ±5mm |
| 65 | *△*e | F轨横向弹性变形量 | ±1mm |
| 66 | *△h*1 | 左右F轨的相对高度误差 | ±2mm |
| 67 | *△h*2 | 左右F轨的相对高度的弹性变化量 | ±1mm |
| 68 | *△f*1 | 悬浮状态内外电磁铁极板处悬浮间隙差值 | 2mm |
| 69 | *△f*2 | 落车状态内外电磁铁极板处悬浮间隙差值 | 4mm |
| 70 | *△f*pcj | 磁极悬浮间隙动态变化量 | ±4mm |
| 71 | *△f*s | 空气弹簧垂向动挠度 | ±10mm |
| 72 | *△f*sd | 空气弹簧失气下降或过充上升高度 | -30/+30mm |
| 73 | *△M*t1 | 车体半宽横向制造误差 | -5mm,0mm |
| 74 | *△M*t2 | 车体表面设备安装误差 | ±2mm |
| 75 | *△M*t3 | 车体地板面未能补偿的高度误差值 | ±5mm |
| 76 | *△M*t4 | 车体下部高度尺寸制造安装误差 | ±5mm |
| 77 | *△M*t5 | 车体上部高度尺寸制造安装误差 | ±5mm |
| 78 | *△M*t6 | 悬浮架横向制造误差 | ±2mm |
| 79 | *△M*t7 | 悬浮架下部垂向制造误差 | ±2mm |
| 80 | *△w*1 | 空气弹簧横向弹性变形量 | ±26mm |
| 81 | *△x*BP | 车体（或悬浮架）横向偏移量 | mm |
| 82 | *△x*Bq | 车体倾斜量 | 5mm |
| 83 | *△x*cj | 悬浮架模块相对于F轨磁极的横向动态偏移量 | ±8mm |
| 84 | *△Y*BPu | 车体（或悬浮架）垂向向上偏移量 | mm |
| 85 | *△Y*BPd | 车体（或悬浮架）垂向向下偏移量 | mm |
| 注1：整车空气弹簧抗侧滚刚度。  注2：重力倾角附加系数s，当车体受到外部力矩作用而发生倾角*β*时，由于车体重心偏离原来位置，重力产生附加力矩，而增加的倾角与原来的倾角*β*相加得[+*β*]= [+1]·*β*=(1+s) ·*β*，s=。 | | | |

**A.5** 车辆限界计算公式

**A.5.1** 车体及安装部件

1、正常运行状态车体横向偏移和车体侧滚同向

1）横向

 (A.5.1-1)

2）垂向向上



（如果小于0，则取0） (A.5.1-2)

3）垂向向下

 (A.5.1-3)

注1：计算，计算断面在第2、5滑台中心线之内时，计算公式中*n*1取0；

注2：此处假定空气弹簧的垂向刚度线性变化，实际上车体横向位移受横向止挡的限制，车体垂向位移受空气弹簧下面的应急弹簧（垂向止挡）限制。实际上此数值是非线性变化的，当横向和竖向位移超过一定的数值后就会碰上止挡，使得车辆的抗侧滚刚度大大提高，为了简化计算，采用线性变化，这样使得计算出的偏移量比实际的偏移量大，计算结果偏于安全。

2、正常运行状态车体横向偏移和车体侧滚反向

1）横向

 (A.5.1-4)

2）垂向向上

 (A.5.1-5)

3）垂向向下



（如果小于0，则取0） (A.5.1-6)

3、落车状态

1）横向

 (A.5.1-7)

2）垂向向下

 (A.5.1-8)

注1：落车状态只考虑横向偏移与侧滚同向的情况。

**A.5.2**悬浮架及安装部件

1、正常运行状态

1）横向

 (A.5.2-1)

2）垂向向上

 (A.5.2-2)

3）垂向向下

 (A.5.2-3)

注：当，当。

2、落车状态

1）横向

 (A.5.2-4)

2）垂向向下

 (A.5.2-5)

注：当。

根据上述计算公式选取各点在横向、垂向向上或向下偏移量的最大值构成车辆限界。

**A.6** 直线地段设备限界计算原则

车辆限界与直线地段设备限界的安全间隙取值：车体顶部向上60mm（含竖曲线偏移量），车顶与车体肩部的过渡线相距60～100mm，车体肩部横向间距应为100mm，侧墙安全间隙从车体肩部100～30mm递减。车体底架边梁横向间距应为30mm，车体底架边梁向下间距应为50mm，底架悬挂设备向下应为50mm构成设备限界。悬浮架部分横向及垂向间距应为15～30 mm。如果故障工况引起的附加偏移量超出直线地段与设备限界之间的安全间隙值，应在直线地段设备限界考虑超出安全间隙部分的偏移量。

**A.6.1**故障工况1附加偏移量计算

**A.6.1.1**车体及安装部件偏移量

1. 垂向向上或向下

 (A.6.1.1-1)

**A.6.2** 故障工况2附加偏移量计算

**A.6.2.1**悬浮架及安装部件偏移量

1）垂向向上

 (A.6.2.1-1)

**A.6.3** 故障工况3附加偏移量计算

**A.6.3.1**车体及安装部件偏移量

1）横向

 (A.6.3.1-1)

**A.6.3.2**悬浮架及安装部件偏移量

1）横向

 (A.6.3.2-1)

# 附录B 曲线地段设备限界计算方法

**B.1**曲线地段设备限界应在直线地段设备限界的基础上考虑曲线几何因素、超高及欠超高所引起偏移量的加宽、加高或降低得到。曲线超高区段设备限界的基准坐标系应随超高角而旋转。

**B.2**曲线几何偏移引起设备限界的偏移量按下列公式计算：

1 车体部分横向加宽量

（1）曲线外侧：+ （B.2-1）

（2）曲线内侧：+ （B.2.-2）

2 车体部分竖向加高或降低量

（1）凸曲线

1）加高量：+ （B.2-3）

2）降低量：+ （B.2-4）

（2）凹曲线

1）加高量：+ （B.2-5）

2）降低量：+ （B.2-6）

注：1）2、5位滑台由于空气弹簧高度调节阀的作用，通过竖曲线时此两点高度不变；

2）悬浮传感器中间探头位置的悬浮间隙为额定值；

3）由于竖曲线几何参数引起竖向的加高或降低量很小，如果在直线地段设备限界中已考虑，车体部分竖向加高或降低量可不计算。

3 悬浮架部分横向加宽

（1）曲线外侧： （B.2-7）

（2）曲线内侧： （B.2-8）

4 悬浮架部分竖向加高或降低量

由于竖曲线半径很大，由竖曲线几何参数引起悬浮架部分竖向的加高或降低量很小，而且在直线地段设备限界中已考虑，可不考虑。

**B.3** 超高与欠超高引起设备限界的偏移量按下列公式计算：

1 车体横向加宽量

（1）曲线内侧： （B.3-1）

（2）曲线外侧： （B.3-2）

 （B.3-3）

 （B.3-4）

注：1）为超高值。为欠超高值，为未平衡离心加速度。

2 车体竖向加高或降低量

（1）由超高引起车体的加高或降低量：

 （B.3-5）

注：1）曲线内侧车体降低，此时*X*取正值，曲线外侧车体加高，此时*X*取负值。

2）为超高设置系数，当超高由提高外轨和降低内轨各半实现时，当超高单独由提高外轨实现时。

（2）由欠超高引起车体的加高或降低量：

 （B.3-6）

注：1） 曲线内侧车体加高，此时*X*取正值，曲线外侧车体降低，此时*X*取负值。

**B.4** 曲线地段设备限界总的加宽、加高及降低量按下列公式计算：

1 车体横向加宽量

（1）曲线外侧： （B.4-1）

（2）曲线内侧： （B.4-2）

2 车体竖向加高或降低量

（1）由超高引起： （B.4-3）

（2）由欠超高引起： （B.4-5）

注：1）当竖曲线偏移量已经在直线地段设备限界中考虑时，取

3 悬浮架横向加宽量

（1）曲线外侧： （B.4-6）

（2）曲线内侧： （B.4-7）

4 当设备限界左右对称时

（1）曲线超高（有横坡角）区段：

或中取较大值 （B.4-8）

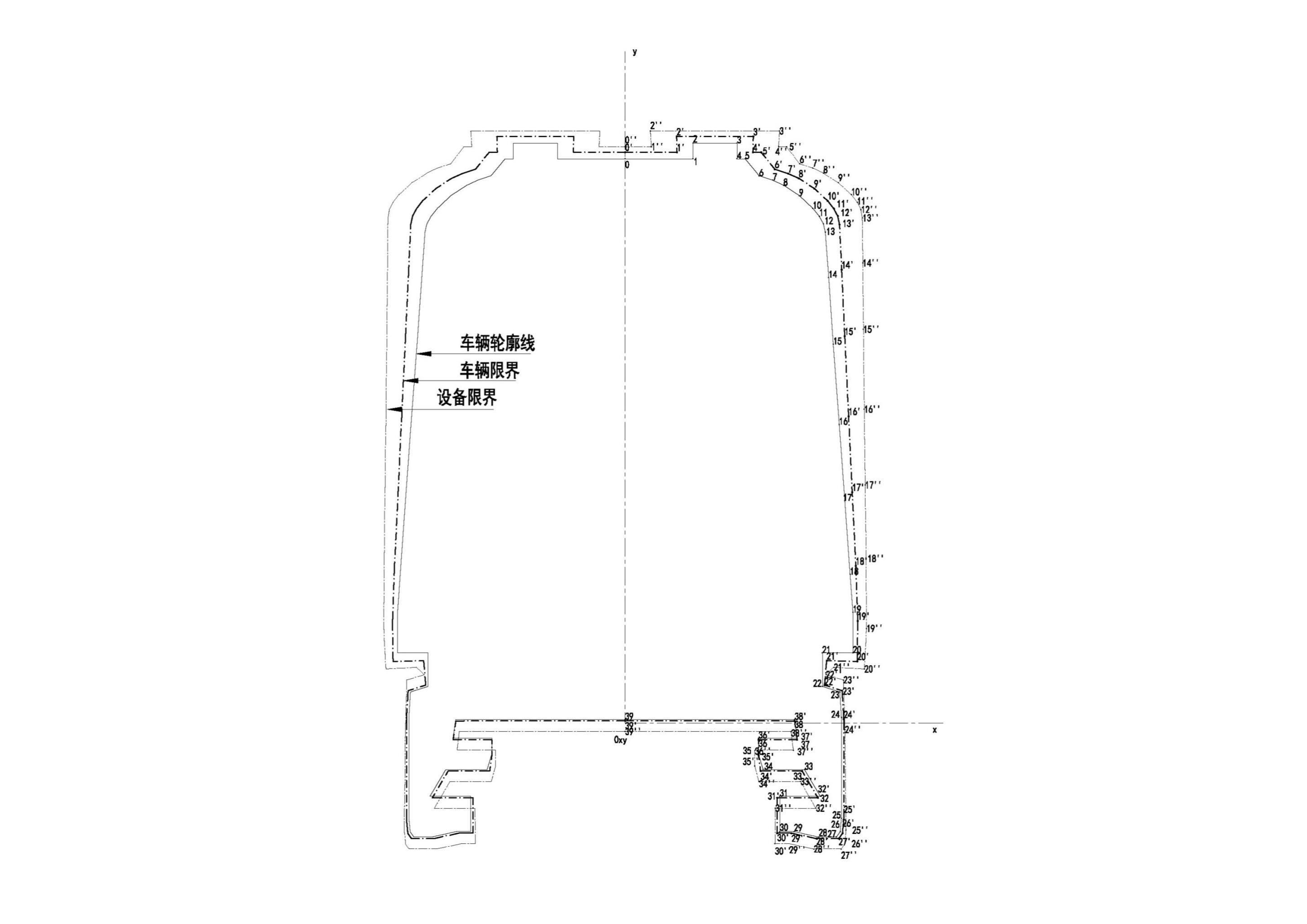
或中较大值 （B.4-9）

（2）曲线无超高（无横坡角）区段：

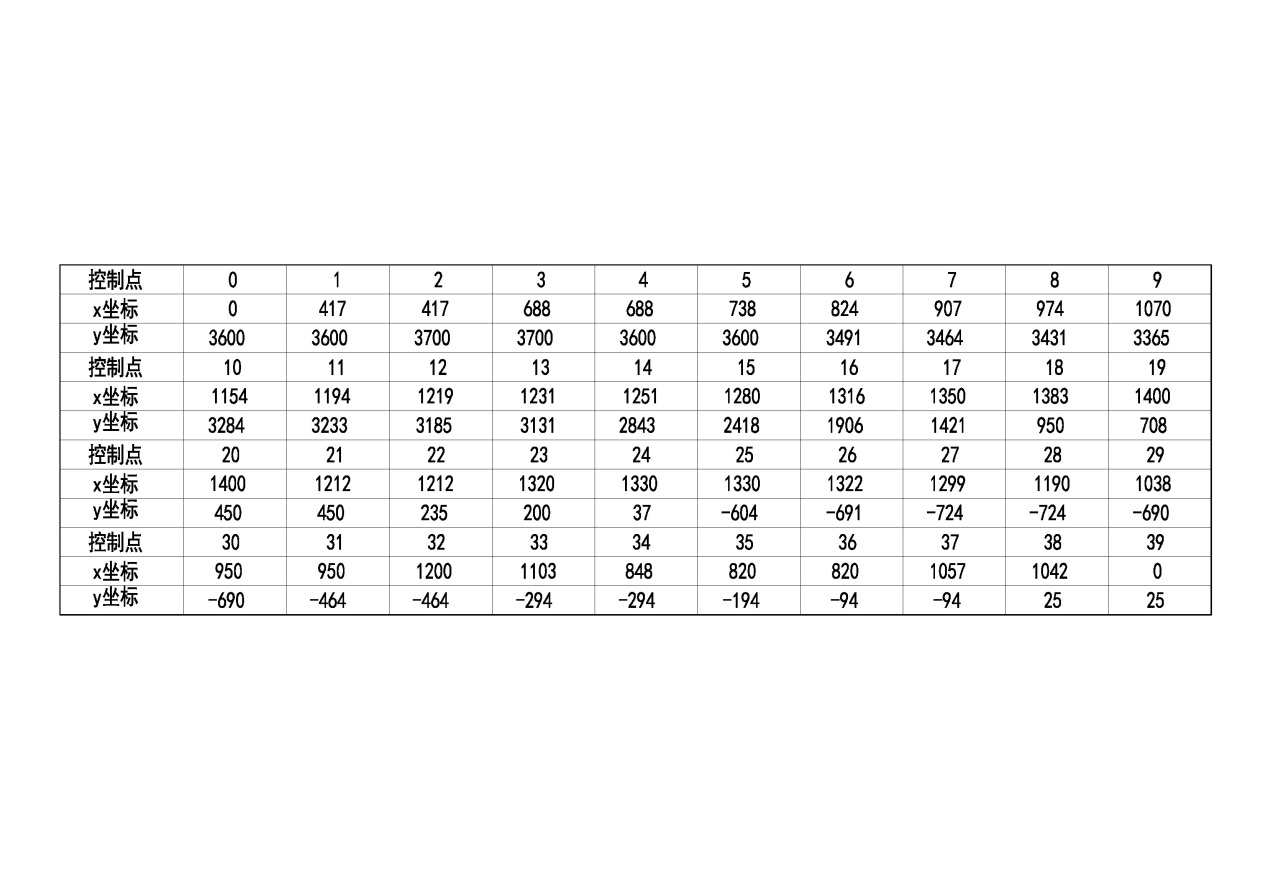
 （B.4.-10）

 （B.4.-11）

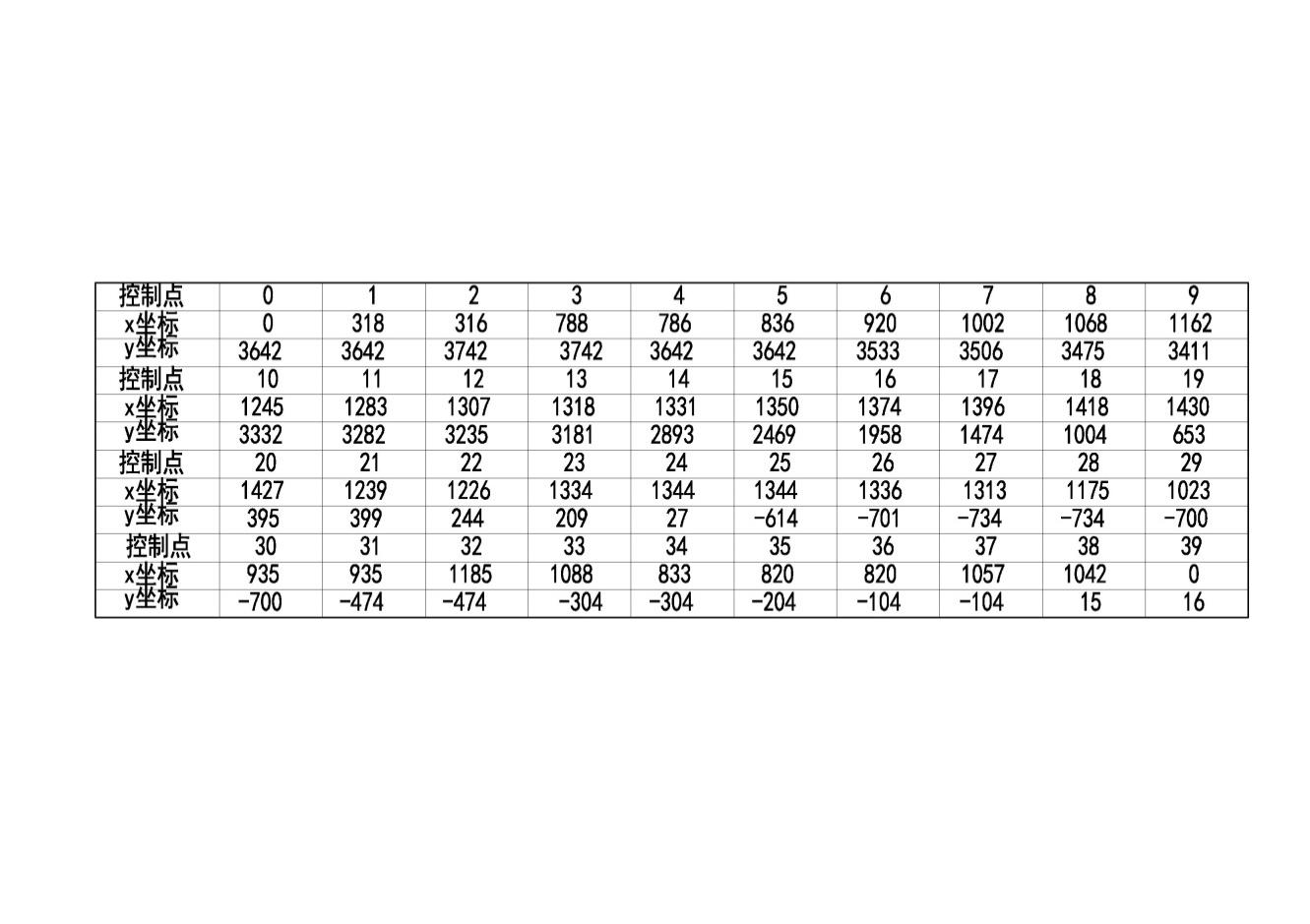
# 附录C 限界图



表C-1 直线段车辆轮廓线控制点坐标



表C-2 直线段车辆限界控制点坐标



表C-2 直线段设备限界控制点坐标

