

# 团体标准

T/SHJX 091--2025

## 上海市域铁路联调联试技术规范

Technical Specification for Shanghai Suburban Railway Testing and Commissioning

2025--09--01 发布

2025--12--01 实施

上海市交通运输行业协会 发布



目 次

前 言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语、定义和缩略语 ..... 1

    3.1 术语和定义 ..... 1

    3.2 缩略语 ..... 2

4 总体要求 ..... 2

    4.1 前提条件 ..... 2

    4.2 实施项目 ..... 3

5 系统联调及功能验证 ..... 3

    5.1 综合监控系统联调 ..... 3

    5.2 环境与设备监控系统联调 ..... 6

    5.3 火灾自动报警系统联调 ..... 11

    5.4 通信系统联调 ..... 14

    5.5 信号系统联调 ..... 17

    5.6 基于各工况下系统联调 ..... 18

    5.7 电力及牵引供电功能验证 ..... 21

    5.8 通信及信息系统功能验证 ..... 22

    5.9 信号系统功能验证 ..... 23

    5.10 系统间联动功能验证 ..... 25

    5.11 综合监控系统功能测试 ..... 26

    5.12 区间水泵安全运行测试 ..... 26

    5.13 站台门乘客保护功能测试 ..... 26

6 动态性能综合检测 ..... 27

    6.1 轨道 ..... 27

    6.2 路基 ..... 29

    6.3 桥梁 ..... 30

    6.4 隧道 ..... 31

    6.5 电力牵引供电 ..... 32

    6.6 通信与信号 ..... 36

    6.7 振动、噪声及电磁环境 ..... 37

7 报告编制 ..... 42

    7.1 系统联调及功能验证报告 ..... 42

    7.2 动态性能综合检测报告 ..... 42

参考文献 ..... 43

前 言

根据上海市交通运输行业协会市域铁路分会《关于发布〈2023 年上海市域铁路规范标准编写计划〉的通知》（沪交协域铁（2023 第 8 号）的要求制定本规范。

本规范按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

请注意本规范的某些内容可能涉及专利。本规范的发布机构不承担识别专利的责任。本规范内容未识别到可适用的专利。

本规范共分 8 部分，内容包括范围，规范性引用文件，术语、定义和缩略语，总体要求，系统联调及功能验证，动态性能综合检测，报告编制，参考文献。

本规范由上海市交通运输行业协会负责管理，由上海申铁投资有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中如发现需要修改和补充之处，请及时将意见及有关资料寄送上海申铁投资有限公司（上海市大木桥路 16 号，邮政编码：200032），供今后修订时参考。

**授权委托单位：**上海市交通运输行业协会市域铁路分会

**主 编 单 位：**上海申铁投资有限公司

**参 编 单 位：**中国铁道科学研究院集团有限公司

上海市域铁路运营有限公司

中铁上海设计院集团有限公司

上海轨道交通检测认证（集团）有限公司

**主要编制人：**张洪锋 徐敢锋 杜 峰 曲行亮 张 斌 张晓宾 陈丽峰 张 喻 王松林  
孙兴华 傅 丹 孙陈勇 李国强 龚锁柱 石 慧 张 健 陈 睿 刘 军  
董沛潜 娄 琦 邓 宏 王 珂 李照星 王文斌 邓文豪 戴源廷 魏志恒  
黄明暘 许 铎 张 逸 黄书博 马思楠 朱 彬 魏炳鑫 张胜龙 李玉路  
李春阳

**参与编制人：**梅晓海 高 飞 陆志雄 赵 斌 罗 涛 叶 涛 刘 信 刘 洋 贾 波  
刘国永 王嘉宁 马 哲 樊茜琪

**主要审查人：**吕永昌 陈茂华 田永德 杨立新 李 涛 朱伟国 齐万明 傅 铭 薛坤斌  
宋兵兵 成 焱 杜 珊

# 上海市域铁路联调联试技术规范

## 1 范围

本规范规定了市域铁路系统联调联试的前提条件、实施项目，实施项目包含但不限于系统联调及功能验证和动态性能综合检测。

本规范适用于上海市域范围内设计最高运行速度在 120~160km/h，采用钢轮钢轨支撑、单相工频交流 25kV 制式供电的市域铁路新建线路。改建、扩建工程及运营线路和其他制式市域铁路工程可参照执行。

## 2 规范性引用文件

对相关规范性文件的引用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB 3096 声环境质量标准  
GB/T 5599 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范  
GB 8702 电磁环境控制限值  
GB 10071 城市区域环境振动测量方法  
GB/T 14227 城市轨道交通车站站台声学要求和测量方法  
GB 14892 城市轨道交通列车噪声限值和测量方法  
GB/T 24338.2 轨道交通 电磁兼容 第二部分：整个轨道系统对外界的发射  
GB/T 28026.1 轨道交通地面装置电气安全、接地和回流 第 1 部分：电击防护措施  
GB/T 32592 轨道交通 受流系统 受电弓与接触网动态相互作用测量的要求和验证  
GB/T 43790 轨道交通 受流系统 受电弓与接触网相互作用准则  
GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范  
GB/T 50452 古建筑防工业振动技术规范  
GB 50868 建筑工程容许振动标准  
DL/T 475 接地装置特性参数测量导则  
HJ/T 90 声屏障声学设计和测量规范  
HJ 453 环境影响评价技术导则 城市轨道交通  
JGJ/T 170 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  
TB/T 2487 路基动应力测试方法  
TB/T 2489 轮轨横向力和垂向力地面测试方法  
TB/T 2898 铁路简支梁试验方法 桥位竖向挠度试验方法  
TB/T 3206 ZPW-2000 轨道电路技术条件  
TB/T 3287 机车信号车载系统设备  
TB/T 3355 轨道几何状态动态检测及评定  
TB/T 3484 列控系统应答器应用原则  
DG/TJ 08-2417-2023 市域铁路初期运营前安全评估技术标准  
DG/TJ 08-2435-2023 市域铁路设计标准  
T/CCTAS 205 城市轨道交通车地综合通信系统（LTE-M）工程检测方法

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语和定义

#### 3.1.1

**市域铁路** suburban railway

是实现中心城与新城、新市镇组团之间的快速度、公交化、通勤化、大运量的轨道交通系统。

[来源：DG/TJ 08-2435-2023，2.1.1]

### 3.1.2

#### 联调联试 testing and commissioning

在单专业系统调试完成后，对两个及以上专业系统的接口功能、动态性能、工作状态和匹配关系进行联动测试、系统检测、动态调整、状态优化及接口功能验证的过程。通过系统联调、功能验证和动态性能综合检测对列车运行和设备工作状态下的工程质量进行全面检查和确认。

[来源：DG/TJ 08-2417-2023，2.1.3，有修改]

### 3.1.3

#### 系统联调及功能验证 system testing and functional verification

在单专业系统调试基础上，对两个及以上专业系统的接口、功能及系统间联动关键功能进行测试和核查，涉及到单系统的性能测试除外。

### 3.1.4

#### 动态性能综合检测 dynamic performance comprehensive testing

在热滑试验完成后，依据相关设计要求和技术标准，采用测试列车及相关地面检测设备，对市域铁路工程在正常运行条件下的系统联动功能、动态性能指标、工作状态和匹配关系进行的检测。

### 3.1.5

#### 测试列车 test train

装备检测设备用于系统功能核验，进行动态性能综合检测的列车。

[来源：DG/TJ 08-2417-2023，2.1.2，有修改]

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本规范：

ATC：列车自动控制系统（Automatic Train Control）

ATP：列车自动防护系统（Automatic Train Protection）

ATO：列车自动驾驶（Automatic Train Operation）

BAS：环境与设备监控系统（Building Automatic System）

CCTV：视频监视系统（Closed Circuit Television）

CIR：机车综合无线通信设备（Cab Integrated Radio Communication Equipment）

CLK：时钟系统（Clock）

CTC：调度集中系统（Centralized Traffic Control）

CTCS：中国列车运行控制系统（Chinese Train Control System）

FAS：火灾自动报警系统（Automatic Fire Alarm System）

IBP：综合后备控制盘（Integrated Backup Panel）

LTE：长期演进技术（Long Term Evolution）

OCC：运营控制中心（Operating Control Center）

PA：广播系统（Public Address System）

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

PSCADA：供电远动系统（Power Supervisory Control and Data Acquisition）

TAU：车地综合通信系统的车载接入终端（Train Access Unit）

TCC：列控中心（Train Control Center）

## 4 总体要求

### 4.1 前提条件

#### 4.1.1 系统联调及功能验证前提条件

- 4.1.1.1 各相关系统单系统功能调试完成，设备均可正常投入使用，功能符合工程相关技术文件要求。
- 4.1.1.2 正线、侧线、车辆基地的线路具备行车条件。
- 4.1.1.3 线路限界核查完毕，并符合工程相关技术文件要求。
- 4.1.1.4 完成影响系统联调及功能验证的列车型式试验，具备列车上线运行条件。
- 4.1.1.5 冷滑、热滑试验合格。
- 4.1.1.6 信号专业已取得第三方安全认证，具备上线条件。
- 4.1.1.7 调试所需工机具、常备材料、相关技术资料准备到位。
- 4.1.1.8 车控室、环控电控室、照明配电室、环控机房等装修基本完成，具备照明条件，房间及风道内无异物、垃圾，主要设备机房的温度、湿度满足设施设备运行要求。
- 4.1.1.9 车辆基地主要工程和设备已完成安装，不存在对调试安全构成威胁的工程缺陷，各项设备设施达到设计功能，满足调试和运行条件；车辆基地具备接车条件，信号系统及其控制系统已具备功能，车辆检修配套设施具备使用条件。
- 4.1.1.10 联调联试大纲、方案已完成技术评审。

#### 4.1.2 动态性能综合检测前提条件及基本要求

##### 4.1.2.1 动态性能综合检测前提条件

- a) 各相关系统单系统功能调试完成，设备均可正常投入使用，功能符合工程相关技术文件要求；
- b) 正线、侧线、车辆基地的线路具备行车条件；
- c) 热滑试验完成；
- d) 影响动态性能综合检测的列车型式试验完成。

##### 4.1.2.2 动态性能综合检测基本要求

- a) 动态性能综合检测所用方法和设备应符合相关标准的规定，所用仪器、仪表应状态良好，并在计量检定有效期内。检测数据应全面、准确，评价应实事求是、客观公正；
- b) 检测速度宜从热滑试验速度开始，由低向高逐级进行，距线路设计速度大于 20km/h 时，速度级差可为 20km/h，距线路设计速度 20km/h 以内时速度级差应为 10km/h，每个速度级有效检测不少于 2 次；
- c) 若某一速度级的安全性指标超限，应在采取整改措施、安全性指标达标后方可按更高速度级进行检测；
- d) 动态性能综合检测应按工程线路设计速度进行，测试列车的最高检测速度应达到工程线路设计速度的 110%。

#### 4.2 实施项目

- 4.2.1 综合监控、BAS、FAS、信号、通信、供电、站台门、车辆等各系统间接口功能测试。
- 4.2.2 正常工况及灾害模式下多系统联动功能测试。
- 4.2.3 系统关键功能测试。
- 4.2.4 动态性能综合检测。

#### 5 系统联调及功能验证

##### 5.1 综合监控系统联调

##### 5.1.1 综合监控系统与环境与设备监控系统联调

###### 5.1.1.1 测试内容

- a) 综合监控系统监视环控系统设备状态、故障信息；
- b) 综合监控系统对环控设备控制及模式控制功能。

###### 5.1.1.2 测试方法

- a) 综合监控系统工作站核查环控系统设备的状态及故障信息与现场设备是否一致；

- b) 综合监控系统对环控系统设备进行控制，核查环控系统是否执行。

#### 5.1.1.3 测试结果

- a) 综合监控系统工作站显示状态信息与环控系统现场设备一致；
- b) 环控系统执行综合监控系统控制指令，反馈正常，控制点位符合工程相关技术文件要求。

#### 5.1.2 综合监控系统与火灾自动报警系统联调

##### 5.1.2.1 测试内容

综合监控系统监视 FAS 火灾报警信息、车站火灾信号、设备故障等信息；FAS 监控设备的状态及报警信息。

##### 5.1.2.2 测试方法

综合监控系统工作站核查显示状态信息与 FAS 系统现场设备是否一致。

##### 5.1.2.3 测试结果

综合监控系统工作站显示状态信息与 FAS 系统现场设备一致，监视点位符合工程相关技术文件要求。

#### 5.1.3 综合监控系统与客票系统联调

##### 5.1.3.1 测试内容

- a) 综合监控系统监视客票系统状态及报警信息、客流数据；
- b) 综合监控系统控制客票系统功能。

##### 5.1.3.2 测试方法

- a) 综合监控系统工作站核查客票系统设备状态、报警信息、客流数据与现场设备是否一致；
- b) 综合监控系统对检票机、售票机、双向检票机运营模式切换进行控制，核查客票系统是否执行。

##### 5.1.3.3. 测试结果

- a) 综合监控系统工作站显示状态信息与客票系统设备状态一致；
- b) 客票系统执行综合监控系统控制指令，反馈正常，控制点位符合工程相关技术文件要求。

#### 5.1.4 综合监控系统与感温光纤监测系统联调

##### 5.1.4.1 测试内容

综合监控系统实时监视感温光纤的设备状态及报警信息。

##### 5.1.4.2 测试方法

综合监控系统工作站核查显示火灾报警、故障、温度信息与感温光纤现场设备是否一致。

##### 5.1.4.3 测试结果

综合监控系统工作站显示状态信息与感温光纤现场设备一致，监视点位符合工程相关技术文件要求。

#### 5.1.5 综合监控系统与门禁系统联调

##### 5.1.5.1 测试内容

- a) 综合监控系统监视门禁系统设备的状态及报警信息；
- b) 综合监控系统对门禁系统设备的远程控制功能。

##### 5.1.5.2 测试方法

- a) 综合监控系统工作站核查显示状态信息与门禁系统现场设备是否一致；

b) 综合监控系统远程控制开启门禁，核查门禁系统是否执行控制指令。

#### 5.1.5.3 测试结果

- a) 综合监控系统工作站显示状态信息与门禁系统现场设备一致；
- b) 门禁系统执行综合监控系统控制指令，反馈正常。

#### 5.1.6 综合监控系统与站台门系统联调

##### 5.1.6.1 测试内容

综合监控系统监视站台门系统设备及系统状态。

##### 5.1.6.2 测试方法

综合监控系统工作站核查显示设备状态信息、报警信息、通道状态、电源状态与站台门系统现场设备是否一致。

##### 5.1.6.3 测试结果

综合监控系统工作站显示状态信息与站台门系统现场设备一致。

#### 5.1.7 综合监控系统与供电远动系统联调

##### 5.1.7.1 测试内容

综合监控系统监视触网供电臂带电状态。

##### 5.1.7.2 测试方法

综合监控系统工作站核查显示状态信息与供电远动系统现场设备是否一致。

##### 5.1.7.3 测试结果

综合监控系统工作站显示状态信息与供电远动系统现场设备一致。

#### 5.1.8 综合监控系统与能源管理系统联调

##### 5.1.8.1 测试内容

综合监控系统监视车站、车辆基地、调度中心实时能源数据。

##### 5.1.8.2 测试方法

综合监控系统工作站核查显示状态信息与能源管理系统现场设备是否一致。

##### 5.1.8.3 测试结果

综合监控系统显示状态信息与能源管理系统现场设备一致。

#### 5.1.9 综合监控系统与消防电源监视系统联调

##### 5.1.9.1 测试功能

综合监控系统对消防电源监视系统的监视功能。

##### 5.1.9.2 测试方法

- a) 模拟消防电源故障状态和消防电源火警状态等信息；
- b) 检查图元显示、弹出菜单中详情显示、事件信息栏中信息、报警栏中信息记录是否正确；
- c) 消防电源监视系统恢复后，综合监控系统恢复正常。

##### 5.1.9.3 测试结果

综合监控系统显示状态信息与消防电源监视系统现场设备一致。

#### 5.1.10 综合监控系统与电气火灾系统联调

##### 5.1.10.1 测试内容

综合监控系统对电气火灾设备状态的监视功能。

##### 5.1.10.2 测试方法

综合监控系统核查显示的状态信息与电气火灾现场设备状态是否一致。

##### 5.1.10.3 测试结果

综合监控系统显示的状态信息与电气火灾现场设备状态一致。

#### 5.1.11 综合后备控制盘功能联调

##### 5.1.11.1 测试内容

测试 IBP 盘功能是否符合设计要求。

##### 5.1.11.2 测试方法

- a) 火灾模式功能测试：在车站 IBP 盘执行隧道火灾、区间阻塞模式指令，记录隧道防排烟系统设备的运行模式、动作情况；
- b) 专用排烟风机功能测试：在车站 IBP 盘执行排烟或加压送风机的启/停操作，记录相关设备的运行模式、动作情况；
- c) 紧急停车操作测试：首先在车站 IBP 盘上执行紧急停车操作，记录车站紧急停车功能控制范围内的列车运行状态、紧急停车时间；在车站 IBP 盘上执行取消紧急停车操作，记录车站紧急停车功能控制范围内的列车恢复运行后的状态；
- d) 车站闸机紧急模式测试：在车站 IBP 盘上执行闸机紧急释放操作，记录车站闸机通道阻挡装置动作情况；
- e) 车站站台门应急操作测试：在车站 IBP 盘上执行上行和下行站台门开关门操作，记录站台门动作情况；
- f) 车站门禁紧急释放测试：在车站 IBP 盘上进行门禁系统紧急释放功能操作，记录门禁系统动作情况；
- g) 车站消防泵火灾工况测试：在车站 IBP 盘上进行消防泵启/停操作，记录消防泵启/停、指示灯点亮/关闭情况；
- h) 防淹门应急关门许可、检修许可测试：在车站 IBP 盘上进行应急关门许可、检修许可操作，记录防淹门接收信号情况及 IBP 盘指示灯点亮/关闭情况；
- i) IBP 盘上其他必须在防灾工况下操作的设备系统测试：在确保测试安全的前提下，在车站 IBP 盘上进行相关设备系统的操作，记录相关设备系统的动作情况。

##### 5.1.11.3 测试结果

各相关设备系统运行模式、动作情况应符合设计要求。

#### 5.2 环境与设备监控系统联调

##### 5.2.1 环境与设备监控系统与风阀设备联调

##### 5.2.1.1 测试内容

- a) BAS 对非专用排烟系统的自动熔断型排烟防火阀、防烟防火阀等风阀的监视功能；
- b) BAS 对电动排烟防火阀、电动防烟防火阀、电动多叶阀、电动组合风阀等风阀的监控功能。

##### 5.2.1.2 测试方法

- a) 关闭防火阀，核查 BAS 显示状态信息与防火阀设备是否一致；

- b) BAS 远程开/关电动风阀，核查电动风阀是否执行控制指令、BAS 显示状态信息与电动风阀设备是否一致。

#### 5.2.1.3 测试结果

- a) BAS 显示状态信息与防火阀现场设备状态一致；
- b) 电动风阀执行 BAS 控制指令，BAS 显示状态信息与电动风阀现场设备状态一致。监视、控制点位符合工程相关技术文件要求。

### 5.2.2 环境与设备监控系统与风机设备联调

#### 5.2.2.1 测试内容

BAS 对小系统风机、双速风机、回排风兼排烟风机、空调新风机、组合式空调箱、隧道风机、排热风机、射流风机等风机设备状态的监控功能。

#### 5.2.2.2 测试方法

- a) 现场就地动作风机、触发故障等状态，核查 BAS 显示与现场风机设备状态是否一致；
- b) BAS 远程启动（正转、反转、频率设定、变频、工频等）、停止风机，核查风机是否执行控制指令、BAS 显示状态信息与现场风机设备状态是否一致。

#### 5.2.2.3 测试结果

- a) BAS 显示状态信息与风机现场设备状态一致。监视点位符合工程相关技术文件要求；
- b) 风机执行 BAS 控制指令，BAS 显示状态信息与风机现场设备状态一致。控制点位符合工程相关技术文件要求。

### 5.2.3 环境与设备监控系统与轴温和振动装置联调

#### 5.2.3.1 测试内容

BAS 对风机轴温和振动装置设备状态监视。

#### 5.2.3.2 测试方法

现场就地动作设备，触发报警等状态，核查 BAS 显示与现场风机轴温和振动装置信息及报警是否一致。

#### 5.2.3.3 测试结果

BAS 显示状态信息与风机轴温和振动装置现场设备状态及报警一致。

### 5.2.4 环境与设备监控系统与多联机空调联调

#### 5.2.4.1 测试内容

BAS 对多联机空调设备状态监视及控制功能。

#### 5.2.4.2 测试方法

- a) BAS 核查显示状态信息与多联机空调现场设备状态是否一致；
- b) BAS 远程控制（温度设定、模式设定、每台室内机温度设定值、开关控制）多联机空调，核查多联机空调是否执行控制指令、BAS 显示与现场设备状态是否一致。

#### 5.2.4.3 测试结果

- a) BAS 显示状态信息与多联机空调现场设备状态一致。监控点位符合工程相关技术文件要求；
- b) 多联机空调执行 BAS 控制指令，BAS 显示与多联机空调现场设备状态一致。控制点位符合工程相关技术文件要求。

### 5.2.5 环境与设备监控系统与组合空调联调

#### 5.2.5.1 测试内容

BAS 对组合空调设备状态监视及控制功能。

#### 5.2.5.2 测试方法

- a) BAS 核查显示状态信息与组合空调现场设备状态是否一致；
- b) BAS 远程开/关组合空调，核查组合空调是否执行控制指令、BAS 显示状态信息与现场设备状态是否一致。

#### 5.2.5.3 测试结果

- a) BAS 显示状态信息与组合空调现场设备状态一致。监视点位符合工程相关技术文件要求；
- b) 组合空调执行 BAS 控制指令，BAS 显示状态信息与现场设备状态一致。控制点位符合工程相关技术文件要求。

### 5.2.6 环境与设备监控系统与给排水系统联调

#### 5.2.6.1 测试内容

- a) BAS 对冷却塔水位开关、远传水表的监视功能；
- b) BAS 对污水泵、车站废水泵、集水泵（局部排水泵）、区间废水泵、隧道口雨水泵的监控功能；
- c) BAS 对手电信号闸阀、手电两用蝶阀、区间电动蝶阀的监控功能。

#### 5.2.6.2 测试方法

- a) BAS 核查显示状态信息与冷却塔水位开关、远传水表、水泵、手电信号闸阀、手电两用蝶阀、区间电动蝶阀现场设备状态是否一致；
- b) BAS 远程启动/停止水泵，核查水泵是否执行控制指令，BAS 状态信息显示与水泵现场设备状态是否一致；
- c) BAS 远程开/关控制手电信号闸阀、手电两用蝶阀、区间电动蝶阀，核查现场设备状态是否执行控制指令、BAS 显示状态信息与现场设备状态是否一致。

#### 5.2.6.3 测试结果

- a) BAS 显示状态信息与冷却塔水位开关、远传水表、水泵、手电信号闸阀、手电两用蝶阀、区间电动蝶阀现场设备状态一致。监视点位符合工程相关技术文件要求；
- b) 水泵执行 BAS 控制指令，BAS 显示状态信息与水泵现场设备状态一致。控制点位符合工程相关技术文件要求；
- c) 手电信号闸阀、手电两用蝶阀、区间电动蝶阀执行控制指令，BAS 显示状态信息与现场设备状态一致。控制点位符合工程相关技术文件要求。

### 5.2.7 环境与设备监控系统与电子净化装置联调

#### 5.2.7.1 测试内容

BAS 对电子净化装置设备状态的监视功能。

#### 5.2.7.2 测试方法

BAS 核查显示的状态信息与电子净化装置现场设备状态是否一致。

#### 5.2.7.3 测试结果

BAS 显示状态信息与电子净化装置现场设备状态一致。

### 5.2.8 环境与设备监控系统与二通调节阀联调

#### 5.2.8.1 测试内容

BAS 对二通调节阀设备状态的监控功能。

### 5.2.8.2 测试方法

- a) BAS 核查显示的状态信息与二通调节阀现场设备状态是否一致;
- b) BAS 对二通调节阀进行开度控制, 二通调节阀执行控制指令, BAS 显示状态信息与现场设备状态是否一致。

### 5.2.8.3 测试结果

- a) BAS 显示的状态信息与二通调节阀现场设备状态一致;
- b) 二通调节阀执行 BAS 控制指令, BAS 显示状态信息与二通调节阀现场设备状态一致。

## 5.2.9 环境与设备监控系统与动力照明系统联调

### 5.2.9.1 测试内容

- a) BAS 对应急电源的监视功能;
- b) BAS 对备用照明监控功能;
- c) BAS 对智能照明 (一般照明、出入口照明、导向照明、区间工作照明) 的监控功能。

### 5.2.9.2 测试方法

- a) BAS 核查显示状态信息与应急电源现场设备状态是否一致;
- b) BAS 对设备用房备用照明进行控制, 备用照明是否执行控制指令, BAS 显示状态信息与现场设备状态是否一致;
- c) BAS 对智能照明系统进行控制, 智能照明是否执行控制指令, BAS 显示状态信息与现场设备状态是否一致。

### 5.2.9.3 测试结果

- a) BAS 显示状态信息与应急电源现场设备状态一致;
- b) 备用照明执行 BAS 控制指令, BAS 显示状态信息与现场设备状态一致;
- c) 智能照明执行 BAS 控制指令, BAS 显示状态信息与现场设备状态一致。

## 5.2.10 环境与设备监控系统与双电源箱联调

### 5.2.10.1 测试内容

BAS 对双电源箱 (环控柜、废水泵等消防负荷电源) 的状态监视功能。

### 5.2.10.2 测试方法

BAS 核查显示状态信息与双电源箱现场设备状态是否一致。

### 5.2.10.3 测试结果

BAS 显示状态信息与双电源箱现场设备状态一致。监视点位符合工程相关技术文件要求。

## 5.2.11 环境与设备监控系统与火灾自动报警系统联调

### 5.2.11.1 测试内容

- a) BAS 接收 FAS 发出的火灾指令, 并执行相应的火灾模式;
- b) FAS 接收 BAS 执行火灾模式的反馈信息。

### 5.2.11.2 测试方法

手动触发火灾信号, 核查 BAS 是否收到火灾模式号和手/自动状态, 是否执行相应火灾模式, 是否反馈火灾模式的执行信息至 FAS。

### 5.2.11.3 测试结果

手动触发火灾信号, BAS 收到火灾模式号和手/自动状态后执行相应火灾模式, 并反馈火灾模式的

执行信息至 FAS 主机。

## 5.2.12 环境与设备监控系统与自动扶梯/自动人行步道联调

### 5.2.12.1 测试内容

BAS 对车站自动扶梯/自动人行步道的监视功能。

### 5.2.12.2 测试方法

BAS 核查显示状态信息与自动扶梯/自动人行步道现场设备状态是否一致。

### 5.2.12.3 测试结果

BAS 显示状态信息与自动扶梯/自动人行步道现场设备状态一致。

## 5.2.13 环境与设备监控系统与垂直电梯联调

### 5.2.13.1 测试内容

BAS 对车站垂直电梯的监视功能。

### 5.2.13.2 测试方法

BAS 核查显示状态信息与垂直电梯现场设备状态是否一致。

### 5.2.13.3 测试结果

BAS 显示状态信息与垂直电梯现场设备状态一致。

## 5.2.14 环境与设备监控系统与防护门联调

### 5.2.14.1 测试内容

BAS 对防护门设备状态的监视功能。

### 5.2.14.2 测试方法

BAS 核查显示的门闭合、门开启状态信息与防护门现场设备状态是否一致。

### 5.2.14.3 测试结果

BAS 显示状态信息与防护门现场设备状态一致。

## 5.2.15 环境与设备监控系统与防淹门联调

### 5.2.15.1 测试内容

BAS 对防淹门设备状态的监视功能。

### 5.2.15.2 测试方法

BAS 核查显示的状态信息与防淹门现场设备状态是否一致。

### 5.2.15.3 测试结果

BAS 显示状态信息与防淹门现场设备状态一致。

## 5.2.16 环境与设备监控系统与人防门联调

### 5.2.16.1 测试内容

BAS 对人防门设备状态的监视功能。

### 5.2.16.2 测试方法

BAS 核查显示的开状态、关状态信息与人防门现场设备状态是否一致。

#### 5.2.16.3 测试结果

BAS 显示状态信息与人防门现场设备状态一致。

#### 5.2.17 环境与设备监控系统与防盗卷帘联调

##### 5.2.17.1 测试内容

BAS 对防盗卷帘设备状态的监控功能。

##### 5.2.17.2 测试方法

- a) BAS 核查显示的状态信息与防盗卷帘现场设备状态是否一致；
- b) BAS 对防盗卷帘进行开控制、关控制、半开控制，防盗卷帘执行控制指令，BAS 显示状态信息与现场设备状态是否一致。

##### 5.2.17.3 测试结果

- a) BAS 显示的状态信息与防盗卷帘现场设备状态一致；
- b) 防盗卷帘执行 BAS 控制指令，BAS 显示状态信息与防盗卷帘现场设备状态一致。

#### 5.3 火灾自动报警系统联调

##### 5.3.1 火灾自动报警系统与风阀设备联调

###### 5.3.1.1 测试内容

- a) 火灾报警控制器对手动防火阀、排烟阀的监视功能；
- b) 火灾报警控制器对排烟阀、排烟口的监控功能；
- c) 火灾报警控制器通过气体灭火系统对气灭保护区内的防火阀监控。

###### 5.3.1.2 测试方法

- a) 现场关闭手动防火阀、排烟阀，检查火灾报警控制器画面显示阀体状态与现场状态是否一致；
- b) 火灾报警控制器对排烟阀、排烟口开/关进行控制，检查排烟阀、排烟口是否执行控制指令，检查火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态是否一致；
- c) 火灾报警控制器对气灭保护区内的防火阀进行控制，防火阀是否执行控制指令，检查火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态是否一致。

###### 5.3.1.3 测试结果

- a) 火灾报警控制器显示状态信息与手动防火阀、排烟阀现场设备状态一致；
- b) 排烟阀、排烟口执行火灾报警控制器控制指令，火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态一致；
- c) 气灭保护区内防火阀执行火灾报警控制器控制指令，火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态一致。

##### 5.3.2 火灾自动报警系统与消防风机设备联调

###### 5.3.2.1 测试内容

火灾报警控制器对专用排烟风机、正压送风机、补风机的监控功能。

###### 5.3.2.2 测试方法

- a) 检查火灾报警控制器显示状态信息与专用排烟风机、正压送风机、补风机现场设备状态是否一致；
- b) 专用排烟风机、正压送风机、补风机执行火灾报警控制器控制指令，检查火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态是否一致。

### 5.3.2.3 测试结果

- a) 火灾报警控制器显示状态信息与专用排烟风机、正压送风机、补风机现场设备状态一致;
- b) 专用排烟风机、正压送风机、补风机执行火灾报警控制器控制指令,火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态一致。

### 5.3.3 火灾自动报警系统与消防泵联调

#### 5.3.3.1 测试内容

火灾报警控制器对消防泵的监控功能。

#### 5.3.3.2 测试方法

- a) 检查火灾报警控制器显示状态信息与消防泵现场设备状态是否一致;
- b) 消防泵执行火灾报警控制器控制指令,检查火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态是否一致。

#### 5.3.3.3 测试结果

- a) 火灾报警控制器显示状态信息与消防泵现场设备状态一致;
- b) 消防泵执行火灾报警控制器控制指令,火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态一致。

### 5.3.4 火灾自动报警系统与消防电动蝶阀联调

#### 5.3.4.1 测试内容

火灾报警控制器对消防电动蝶阀的监控功能。

#### 5.3.4.2 测试方法

- a) 检查火灾报警控制器显示状态信息与消防电动蝶阀现场设备状态是否一致;
- b) 消防电动蝶阀执行火灾报警控制器控制指令,检查火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态是否一致。

#### 5.3.4.3 测试结果

- a) 火灾报警控制器显示状态信息与消防电动蝶阀现场设备状态一致;
- b) 消防电动蝶阀执行火灾报警控制器控制指令,火灾报警控制器显示状态信息与现场设备状态一致。

### 5.3.5 火灾自动报警系统与消防电源联调

#### 5.3.5.1 测试内容

火灾报警控制器对消防电源的监控功能。

#### 5.3.5.2 测试方法

非消防电源执行火灾报警控制器控制指令,检查火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态是否一致。

#### 5.3.5.3 测试结果

非消防电源执行火灾报警控制器控制指令,火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态一致。

### 5.3.6 火灾自动报警系统与应急照明设备联调

#### 5.3.6.1 测试内容

火灾报警控制器对应急照明的监控功能。

### 5.3.6.2 测试方法

应急照明执行火灾报警控制器控制指令，检查火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态是否一致。

### 5.3.6.3 测试结果

应急照明执行火灾报警控制器控制指令，火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态一致。

### 5.3.7 火灾自动报警系统与气体灭火系统联调

#### 5.3.7.1 测试内容

火灾报警控制器对气体灭火系统的监控及火灾报警功能。

#### 5.3.7.2 测试方法

- a) 检查火灾报警控制器显示状态信息、报警与气体灭火系统现场设备状态是否一致；
- b) 气体灭火系统执行火灾报警控制器控制指令，检查火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态是否一致。

#### 5.3.7.3 测试结果

- a) 火灾报警控制器显示状态信息、火灾信号与气体灭火系统现场设备状态一致；
- b) 气体灭火系统执行火灾报警控制器控制指令，火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态一致。

### 5.3.8 火灾自动报警系统与客票系统联调

#### 5.3.8.1 测试内容

火灾报警控制器对客票系统检票机的监控功能。

#### 5.3.8.2 测试方法

检票机执行火灾报警控制器控制指令紧急释放，检查火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态是否一致。

#### 5.3.8.3 测试结果

检票机执行火灾报警控制器控制指令，火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态一致。

### 5.3.9 火灾自动报警系统与门禁系统联调

#### 5.3.9.1 测试内容

火灾报警控制器对门禁系统的监控功能。

#### 5.3.9.2 测试方法

门禁执行火灾报警控制器控制指令，检查火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态是否一致。

#### 5.3.9.3 测试结果

门禁执行火灾报警控制器控制指令，火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态一致。

### 5.3.10 火灾自动报警系统与垂直电梯联调

#### 5.3.10.1 测试内容

火灾报警控制器对垂直电梯的监控功能。

#### 5.3.10.2 测试方法

垂直电梯执行火灾报警控制器控制指令，检查火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态是否一致。

### 5.3.10.3 测试结果

垂直电梯执行火灾报警控制器控制指令，火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态一致。

### 5.3.11 火灾自动报警系统与防火卷帘门联调

#### 5.3.11.1 测试内容

火灾报警控制器对防火卷帘门的监控功能。

#### 5.3.11.2 测试方法

防火卷帘执行火灾报警控制器控制指令，检查火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态是否一致。

#### 5.3.11.3 测试结果

防火卷帘执行火灾报警控制器控制指令，火灾报警控制器接收反馈信息与现场设备状态一致。

### 5.3.12 火灾自动报警系统与旅客服务系统联调

#### 5.3.12.1 测试内容

PA、PIS 执行火灾联动控制及联动信息反馈。

#### 5.3.12.2 测试方法

FAS 系统发送火灾指令，核查 PA、PIS 执行情况。

#### 5.3.12.3 测试结果

PA 应可以联动播放车站相应区域内预录制广播，具备切入消防应急广播功能；PIS 屏应由正常播放画面切入火警画面，显示车站火警信息；消防应急广播具备与声光报警交替播报功能。

### 5.4 通信系统联调

#### 5.4.1 通信传输子系统与关联系统联调

##### 5.4.1.1 测试内容

- a) 数据通信功能：通信传输子系统为运营调度中心与各车站、车辆基地节点间提供传输通道；
- b) 传输子系统保护倒换功能；
- c) 监视设备状态信息、故障信息。

##### 5.4.1.2 测试方法

- a) 核查相关业务终端（运营调度中心与各车站、车辆基地）显示；
- b) 分别模拟光纤断裂、车站传输节点故障、运营调度中心传输节点故障引起的传输光纤环路中断，核查通信传输子系统与各系统之间通信，保护倒换功能是否正常；
- c) 核查相关业务终端（运营调度中心与各车站、车辆基地）显示及现场的通信传输子系统设备状态。

##### 5.4.1.3 测试结果

- a) 运营调度中心与各车站、车辆基地节点间设备通信正常，信息传输正确；
- b) 传输系统组网自愈功能正常。系统之间正常通信，工作站显示告警信息；
- c) 相关业务终端（运营调度中心与各车站、车辆基地）显示与现场的通信传输子系统设备状态一致。

#### 5.4.2 通信视频监视子系统与垂直电梯联调

##### 5.4.2.1 测试内容

监视功能。

##### 5.4.2.2 测试方法

核查监控室监视画面与轿厢内实际情况。

##### 5.4.2.3 测试结果

监控室内显示实时状态画面应与轿厢内实际情况一致。

#### 5.4.3 通信视频监视子系统与综合监控系统联调

##### 5.4.3.1 测试内容

- a) 视频监视系统设备开/关状态、故障信息、画面切换、画面分割、视频监控存储、录像调用功能；
- b) 全线摄像机等控制功能。

##### 5.4.3.2 测试方法

- a) 核查综合监控工作站显示及现场的视频监视系统设备状态；
- b) 通过综合监控工作站控制全线视频监视系统终端设备，核查设备执行情况。

##### 5.4.3.3 测试结果

- a) 综合监控工作站显示与现场的视频监视系统设备状态一致；
- b) 视频监视系统终端设备执行情况与综合监控工作站控制命令相符。

#### 5.4.4 旅客服务 PIS 子系统与综合监控系统联调

##### 5.4.4.1 测试内容

- a) 监视车站PIS系统设备显示信息；
- b) 监视车辆PIS设备显示信息；
- c) 文字编辑和发布功能、优先级功能、预录/应急信息下发等。

##### 5.4.4.2 测试方法

- a) 核查综合监控工作站（控制中心与各车站）显示及车站 PIS 系统设备显示情况；
- b) 核查综合监控工作站与车辆 PIS 实际显示情况；
- c) 通过综合监控工作站（控制中心与各车站）进行文字编辑、发布及下发预录/应急信息，核查 PIS 设备显示情况。

##### 5.4.4.3 测试结果

- a) 综合监控工作站（控制中心与各车站）显示与车站 PIS 系统设备状态一致；
- b) 综合监控工作站与车辆 PIS 实际显示情况一致；
- c) PIS 系统设备现实情况、优先级及预录/应急信息下发情况符合工程相关技术文件要求。

#### 5.4.5 旅客服务广播子系统与综合监控系统联调

##### 5.4.5.1 测试内容

- a) 监视广播设备状态信息、故障信息、广播分区信息、预录制广播信息等；
- b) 广播选区、预录制广播信息、监听广播、优先权、消防广播等控制功能。

##### 5.4.5.2 测试方法

- a) 核查综合监控工作站（控制中心与各车站、车辆基地）显示及现场的通信广播子系统设备状态；
- b) 通过综合监控工作站（控制中心与各车站、车辆基地）控制全线或车站通信广播子系统设备，核查设备执行情况。

#### 5.4.5.3 测试结果

- a) 综合监控工作站（控制中心与各车站、车辆基地）显示与现场的通信广播子系统设备状态一致；
- b) 通信广播子系统设备执行情况与综合监控工作站控制命令相符。

#### 5.4.6 安防系统与门禁系统联调

##### 5.4.6.1 测试内容

- a) 安防系统可以监视门禁系统设备状态及报警信息等；
- b) 门禁能够接收联动控制功能。

##### 5.4.6.2 测试方法

- a) 核查安防集成平台系统工作站显示现场的门禁系统设备状态，模拟入侵时门禁系统能否向安防系统反馈报警信息；
- b) 执行安防系统发送联动指令，核查对应门禁能否释放。

##### 5.4.6.3 测试结果

- a) 安防系统工作站显示与现场的门禁系统设备状态一致；
- b) 安防系统发送联动指令，门禁可以正常释放。

#### 5.4.7 通信专用电话子系统与垂直电梯联调

##### 5.4.7.1 测试内容

通话功能。

##### 5.4.7.2 测试方法

通过各垂直电梯轿厢内的电话与车站控制室进行语音对话。

##### 5.4.7.3 测试结果

各垂直电梯轿厢内应可与车站控制室正常进行语音对话。

#### 5.4.8 通信综合网管系统与综合监控系统联调

##### 5.4.8.1 测试内容

综合监控系统对通信综合网管系统的监视功能：通信各子系统（CCTV、CLK、电话、传输、无线设备、电源等）的设备状态信息、故障信息。

##### 5.4.8.2 测试方法

模拟通信各子系统（CCTV、CLK、电话、传输、无线设备、电源等）的故障告警信息，核查综合监控系统显示与现场的通信综合网管系统工作站、通信各子系统设备状态。

##### 5.4.8.3 测试结果

- a) 综合监控系统显示应与通信综合网管系统、通信各子系统设备状态一致；
- b) 综合监控系统能够显示通信各子系统维护管理终端输出的重要告警信息及其级别。

#### 5.4.9 大屏系统联调

##### 5.4.9.1 测试内容

- a) 大屏显示器接收信号 CTC 系统、PSCADA 系统、综合监控系统、CCTV 系统发送的数据等信息；
- b) 大屏显示器能够按照要求布局 CTC 系统、PSCADA 系统、综合监控系统、CCTV 系统等信息。

#### 5.4.9.2 测试方法

调度中心调试人员在大屏幕上查看显示信息，检查是否与 CTC 系统、PSCADA 系统、综合监控系统、CCTV 系统提供信息一致，且在大屏幕上显示的位置是否正确。

#### 5.4.9.3 测试结果

- a) 大屏显示器显示状态信息与 CTC 系统、PSCADA 系统、综合监控系统、CCTV 系统一致；
- b) 大屏显示器布局能够按照要求调节。

### 5.5 信号系统联调

#### 5.5.1 信号 CTC 系统与综合监控系统联调

##### 5.5.1.1 测试内容

- a) CTC 接收综合监控系统全线火灾报警信息；
- b) 综合监控接收信号 CTC 系统发送阶段计划、扣车、跳停、列车停站、列车启动、列车位置等信息。

##### 5.5.1.2 测试方法

- a) 核查综合监控系统是否向 CTC 发送全线火灾报警信息；
- b) 核查综合监控系统工作站，CTC 是否推送阶段计划、扣车、跳停、列车停站、列车启动、列车位置等信息。

##### 5.5.1.3 测试结果

- a) CTC 接收火灾报警信息与综合监控系统信息一致；
- b) 综合监控系统工作显示信息与 CTC 推送信息一致。

#### 5.5.2 信号 CTC 系统与通信信息系统联调

##### 5.5.2.1 测试内容

各通信信息系统（包括旅客服务信息系统、动车组管理信息系统及综合维修管理信息系统）功能、性能、接口满足设计要求和相关规范、标准要求。

##### 5.5.2.2 测试方法

- a) 旅客服务信息系统能够发送心跳请求信息到信号 CTC 系统服务器，信号 CTC 系统提供列车开行计划、列车到站等信息推送，核查旅客服务信息系统终端显示；
- b) 动车组管理信息系统能够提供动车组运用检修信息，包括列车运用检修位置、列车运用检修状态、备用列车状态、动车组收车计划、动车组编组计划等信息，核查 CTC 系统终端显示；
- c) 综合维修管理信息系统能够接收相关专业的施工计划、维修计划等施工信息，并能提供给中心调度显示终端。

##### 5.5.2.3 测试结果

各系统终端显示信息与实际一致，功能、性能、接口满足设计要求。

#### 5.5.3 信号 CTC 系统与通信 LTE 系统联调

##### 5.5.3.1 测试内容

- a) 列车接收信号 CTC 系统通过通信 LTE 系统发送的无线调度命令、无线进路预告、无线调车作业通知单等信息；

- b) 车载 CIR 接收 CTC 系统通过通信 LTE 系统发送的调度命令、进路预告等信息。

#### 5.5.3.2 测试方法

- a) 调度中心调试人员通过信号 CTC 系统发送无线调度命令、无线进路预告、无线调车作业通知单等信息，测试 LTE 系统传输通道是否正常；
- b) CTC 系统通过通信 LTE 系统向车载 CIR 发送调度命令、进路预告等信息，测试车载 CIR 是否收到该信息。

#### 5.5.3.3 测试结果

- a) 列车能够接收信号 CTC 系统通过通信 LTE 系统发送的无线调度命令、无线进路预告、无线调车作业通知单等信息；
- b) 车载 CIR 能够接收 CTC 系统通过通信 LTE 系统发送的调度命令、进路预告等信息。

### 5.5.4 信号 CTC 系统与供电系统联调

#### 5.5.4.1 测试内容

- a) 信号 CTC 系统接收供电系统发送的供电分区的带电状态、停送电签认及应急协同行车限制等信息；
- b) 供电系统接收信号 CTC 系统发送的列车位置、停送电签认、应急协同行车限制处置反馈等信息。

#### 5.5.4.2 测试方法

- a) 改变供电分区的带电状态，核查信号 CTC 系统能否正确显示；
- b) 核查供电 PSCADA 系统、信号 CTC 系统能否实现停送电签认；
- c) 模拟故障场景，核查信号 CTC 系统能否实现应急协同行车限制功能。

#### 5.5.4.3 测试结果

- a) 信号 CTC 系统终端能够正确显示供电分区的带电状态等信息，实现停送电签认、应急协同行车限制等功能；
- b) 供电系统能够接收信号 CTC 系统发送的列车位置、应急协同行车限制处置反馈等信息，实现停送电签认等功能。

### 5.5.5 信号 CTC 系统与车载 PIS 系统联调

#### 5.5.5.1 测试内容

- a) 车载 PIS 系统接收信号 CTC 系统发送的始发站、终到站、途经站、停靠股道和扣车跳停等信息；
- b) CTC 系统接收车载 PIS 系统发送的计划回执、列车拥挤度等信息。

#### 5.5.5.2 测试方法

- a) 测试信号 CTC 系统给车载 PIS 发送的信息包含阶段计划（始发站、终到站、途经站、停靠股道和扣车跳停等信息），检查车载 PIS 能否正常显示；
- b) 测试车载 PIS 给 CTC 系统发送计划的回执和列车拥挤度信息，检查信号 CTC 系统能否正常显示。

#### 5.5.5.3 测试结果

- a) 车载 PIS 系统能正常显示始发站、终到站、途经站、停靠股道和扣车跳停等信息；
- b) 信号 CTC 系统能正常显示计划回执、列车拥挤度等信息。

### 5.6 基于各工况下系统联调

#### 5.6.1 正常工况系统联调

#### 5.6.1.1 测试内容

- a) 车站正常工况联动模式是否执行；
- b) 根据模式表核对相关设备是否动作正常，环控设备动作状态与预期动作是否一致。

#### 5.6.1.2 测试方法

- a) 核查模式表是否完善，现场人员确认工作站画面设备状态与实际状态是否一致；
- b) 核查模式是否执行成功，画面中设备状态是否正确，现场观察设备状态是否与控制命令一致。

#### 5.6.1.3 测试结果

- a) 依据模式表进行测试，测试结果均可实现联动功能；
- b) 测试结果符合接口文件及设计要求。

### 5.6.2 车站设备区（风井）火灾工况联调

#### 5.6.2.1 测试内容

测试车站设备区（风井）火灾工况下设备接口功能和联动响应是否符合设计要求。

#### 5.6.2.2 测试方法

- a) 测试车站及风井设备区域；
- b) 开始测试后，现场模拟火灾发生，监视有关监控工作站，记录火灾自动报警系统是否正确报警及报警时间；
- c) 对于车站设备区，现场测试和检查记录车站防排烟、综合监控、客票、垂直电梯、动力照明、声光报警、广播、门禁、气体灭火、乘客信息、非消防电源切除、消防水、疏散指示等系统在火灾工况下的动作和设备、系统间联动响应情况、以及火灾模式执行情况；
- d) 对于风井，现场测试和检查记录风井防排烟、综合监控、动力照明、声光报警、广播、门禁、气体灭火、非消防电源切除、消防水、疏散指示等系统在火灾工况下的动作和设备、系统间联动响应情况、以及火灾模式执行情况。

#### 5.6.2.3 测试结果

- a) 火灾自动报警系统主机和综合监控系统工作站可显示火灾报警，火灾报警信息与现场一致，且满足设计要求；
- b) 火灾报警后，火灾自动报警系统和环境与设备监控系统可在设计要求时间内正确执行火灾联动操作；
- c) 防排烟系统在设计要求时间内正确启动；车站设备区（风井）应急照明启动、非消防电源切除可在设计要求时间内正确完成；对于车站设备区，与火灾模式联动有关的车站自动检票机、相关区域门禁、广播、乘客信息系统、车站疏散指示，以及垂直电梯等切换和动作均应符合设计要求；对于风井，与火灾模式联动有关的相关区域门禁、广播，以及疏散指示等切换和动作均应符合设计要求。

### 5.6.3 车站公共区火灾工况联调

#### 5.6.3.1 测试内容

测试车站公共区火灾工况下设备接口功能和联动响应是否符合设计要求。

#### 5.6.3.2 测试方法

- a) 分别测试车站站台、站厅等公共区域；
- b) 测试用的模拟火源可采用烟饼与无烟明火组合的形式，烟气持续时间宜不小于 10min；
- c) 模拟火源在测试前随机布置于车站站台、站厅的可能起火位置；
- d) 开始测试后，现场监视有关监控工作站，记录火灾自动报警系统是否正确报警及报警时间；
- e) 现场测试和检查记录车站防排烟、综合监控、客票、垂直电梯、动力照明、声光报警、广播、门禁、气体灭火、防火卷帘、乘客信息、非消防电源切除、消防水、疏散指示等系统在火灾工

况下的动作和设备、系统间联动响应情况、站厅到站台楼梯口风速、风向以及火灾模式执行情况。

#### 5.6.3.3 测试结果

- a) 火灾自动报警系统主机和综合监控系统工作站可显示火灾报警，火灾报警信息与现场一致，且满足设计要求；
- b) 火灾报警后，火灾自动报警系统和环境与设备监控系统可在设计要求时间内正确执行火灾联动操作；
- c) 站厅和站台风口风向、梯口风速应符合设计要求；防排烟系统在设计要求时间内正确启动，可稳定排烟；车站应急照明启动、非消防电源切除可在设计要求时间内正确完成；与火灾模式联动有关的车站自动检票机、相关区域门禁、广播、乘客信息系统、车站疏散指示、垂直电梯等切换和动作，以及视频监控系统、防火卷帘等动作均应符合设计要求。

#### 5.6.4 车辆区间事故工况联调

##### 5.6.4.1 测试内容

在车辆区间阻塞/火灾联动等事故工况下，测试各有关专业设备接口关系和联动运转是否符合设计要求。

##### 5.6.4.2 测试方法

- a) 车辆行驶至被测区间任意位置时停车模拟阻塞状态，记录阻塞报警信息上报和区间阻塞模式执行等处理过程，执行列车区间阻塞模式后，记录列车所停区间的风速和风向；
- b) 车辆行驶至被测区间任意位置时停车，模拟火灾工况，在调度中心测试车辆火灾报警、信息上报及处理过程，执行列车区间火灾联动模式后，记录区间两端车站通风设备动作情况、现场检测并记录事故列车所在区间的风速和风向；
- c) 车辆以设计速度运行至被测试区间，在不停车运行状态下模拟列车火灾工况，在调度中心测试车辆火灾报警、信息上报及处理过程；记录列车应急处理过程；
- d) 模拟区间着火车辆进站疏散工况，测试车站及隧道内相关设备系统的运行模式、联动情况；
- e) 测试车辆区间阻塞/火灾联动等事故工况下，广播、乘客信息系统的运行状态与正确性。

##### 5.6.4.3 测试结果

在车辆区间阻塞/火灾联动等事故工况下，隧道通风排烟设备、动力照明、信号系统（仅 ATC 制式）、火灾报警、综合监控系统、广播、站台门、乘客信息系统的运行状态和设备、系统间联动情况、风速、风向及疏散指示应符合设计要求。

#### 5.6.5 车辆基地停车列检库火灾联调

##### 5.6.5.1 测试内容

测试有上盖的车辆基地停车列检库火灾工况下各有关专业设备接口关系和联动运转是否符合设计要求。

##### 5.6.5.2 测试方法

- a) 测试对象为有上盖的停车列检库的盖下空间；
- b) 测试用的模拟火源可采用烟饼与无烟火组合的形式；
- c) 模拟火源在测试前随机布置于停车列检库的盖下空间可能起火的位置或不利位置；
- d) 开始测试后，现场监视有关监控工作站，记录火灾自动报警系统的报警响应及报警时间；
- e) 现场检测测试停车列检库盖下空间的防排烟、火灾报警、动力照明、设备监控、自动灭火系统等系统设备的运行模式和动作响应是否符合设计要求。

##### 5.6.5.3 测试结果

- a) 火灾自动报警系统主机和综合监控系统工作站显示火灾报警，报警显示信息与现场状况一致，

报警时间满足设计要求；

- b) 触发火灾模式指令后，系统执行火灾模式并显示执行火灾模式状态；
- c) 停车列检库盖下空间防排烟系统正确启动，排烟模式符合设计要求；动力照明系统、环境与设备监控系统、自动灭火系统动作模式符合设计要求。

## 5.6.6 自然灾害及异物侵限工况联调

### 5.6.6.1 测试内容

在模拟特定工况下，测试自然灾害及异物侵限监测系统，验证系统设备是否达到相关技术条件要求，确认系统功能以及与信号系统接口功能是否满足设计要求。

### 5.6.6.2 测试方法

- a) 雨量监测功能测试：小时雨量报警及限速提示、24h 雨量报警及限速提示、连续雨量报警及限速提示的测试。记录系统运行情况，并将实际结果与预定结果进行比较；
- b) 上跨市域铁路的道路桥梁异物侵限监测功能测试：电网实时监测、异物侵限报警、临时行车、调度恢复、现场恢复、远程试验、与信号系统接口功能的测试。记录系统运行情况，并将实际结果与预定结果进行比较。

### 5.6.6.3 测试结果

自然灾害及异物侵限系统各相关设备状态、应用软件功能应满足设计要求。

## 5.7 电力及牵引供电功能验证

### 5.7.1 相邻电力主变电所支援供电测试

#### 5.7.1.1 测试内容

测试电力主变电所支援供电能力是否符合设计要求。

#### 5.7.1.2 测试方法

- a) 两座及两座以上电力主变电所的线路，对拟退出电力主变电所相关开关设备及继电保护作预定操作，使一座电力主变电所退出运行且其母线系统正常；
- b) 操作环网联络开关由相邻电力主变电所支援供电，并记录测试区段供电情况。

#### 5.7.1.3 测试结果

电力主变电所支援供电的能力和函数应符合设计要求。

### 5.7.2 变电所 0.4kV 低压备自投测试

#### 5.7.2.1 测试内容

测试变电所 0.4kV 低压双电源自动切换功能是否符合设计要求。

#### 5.7.2.2 测试方法

- a) 失电：任选一座车站降压变电所，在正常运行状态下，模拟 I 段动力变压器的温控跳闸继电器动作，I 段动力变压器的 35kV（或 10kV）断路器跳闸失电，0.4kV 的 I 段进线断路器跳闸，0.4kV 的 I 段母线失电，同时 0.4kV 母线三级负荷断路器自动分闸；
- b) 切换：经延时 2s~3s（延时依据设计要求确定）后，0.4kV 母线联络断路器自动合闸，0.4kV 的 I、II 段母线均通过 II 段动力变压器供电；
- c) 恢复：合上 I 段动力变压器的 35kV（或 10kV）断路器，I 段动力变压器送电，0.4kV 母线联络断路器自动分闸，然后 0.4kV 的 I 段进线断路器合闸，0.4kV 的 I 段母线由 I 段动力变压器供电，同时 0.4kV 母线三级负荷断路器手动或自动合闸，系统恢复；
- d) 记录测试操作过程和相关电能参数。

### 5.7.2.3 测试结果

备自投自动切换功能、切换过程的动作次序和时间以及电能参数、三级负荷回路的切除等应符合设计要求。

### 5.7.3 牵引供电系统越区供电测试

#### 5.7.3.1 测试内容

测试牵引供电系统越区供电能力是否符合设计要求。

#### 5.7.3.2 测试方法

模拟一座牵引变电所解列，进行相邻牵引变电所倒闸操作，实现对解列牵引变电所越区供电；记录越区供电时的牵引供电系统运行参数。

#### 5.7.3.3 测试结果

越区供电工况下，牵引供电系统性能参数应符合设计要求。

### 5.8 通信及信息系统功能验证

#### 5.8.1 车地无线通话测试

##### 5.8.1.1 测试内容

测试车地无线通话功能是否符合设计要求。

##### 5.8.1.2 测试方法

- a) 调度中心行车调度员通过单呼、组呼、紧急呼叫等方式与列车驾驶员建立通话，并记录通话质量情况；
- b) 车辆基地信号楼和调度中心调度员与车场内列车驾驶员建立通话；车站值班员经调度中心同意与正线列车驾驶员建立通话，并记录通话质量情况。

##### 5.8.1.3 测试结果

车地无线通话的接通时间和通话质量应符合设计要求。

#### 5.8.2 本线及跨线列车到站自动广播和到发时间显示测试

##### 5.8.2.1 测试内容

测试车站广播及乘客信息系统功能是否符合设计要求。

##### 5.8.2.2 测试方法

- a) 在站台区域测试并记录本线及跨线上、下行进站列车到站自动广播时间和内容，并记录所在区域的乘客信息显示屏上播出的列车到站信息时间和内容；
- b) 在车站区域测试跨线列车时刻表信息内容。

##### 5.8.2.3 测试结果

- a) 本线及跨线列车即将进站前，车站自动广播列车到站信息，车站乘客信息显示屏上显示列车进站信息，出站后显示下次列车到站时间；
- b) 在车站区域显示跨线列车时刻表信息内容。

#### 5.8.3 与主时钟系统联调通信测试

##### 5.8.3.1 测试内容

测试各系统与主时钟系统联调通信功能是否符合设计要求。

### 5.8.3.2 测试方法

- a) 检查通信各子系统、信号系统、环境与设备监控系统或综合监控系统、客票系统的服务器，记录其显示的日期和时间是否与主时钟服务器保持一致；
- b) 系统未设置防跳变功能的，将主时钟服务器上的日期和时间设置成比当前时间晚 1 天 1 小时 10 分钟，记录被测系统时间与主时钟时间差；系统设置防跳变功能的，应将主时钟服务器上的时间分别设置在跳变阈值内和跳变阈值外，对时钟同步和防跳变功能分别进行测试，记录被测系统时间与主时钟时间差；
- c) 断开主时钟服务器的网络连接，记录被测系统的时间；
- d) 重新恢复主时钟服务器的网络连接，记录被测系统更新后的时间与主时钟时间差。

### 5.8.3.3 测试结果

- a) 通信各子系统、信号系统、环境与设备监控系统或综合监控系统、客票系统的服务器的日期和时间与主时钟服务器保持一致；
- b) 系统未设置防跳变功能的，当主时钟服务器上的时间和日期设置成比当前时间晚 1 天 1 小时 10 分钟，被测系统工作站和服务器自动更新为与主时钟时间同步，误差范围符合设计要求；系统设置防跳变功能的，时间显示应符合设计要求；
- c) 断开主时钟服务器的网络连接后，被测系统服务器上的日期和时间继续保持正常，功能实现符合设计要求；
- d) 重新恢复主时钟系统的网络连接后，被测系统的服务器更新为与主时钟时间同步，误差范围符合设计要求。

## 5.8.4 换乘站基本通信测试

### 5.8.4.1 测试内容

测试换乘站视频、电话、广播以及旅客服务信息发布功能是否符合设计要求。

### 5.8.4.2 测试方法

- a) 对换乘站换乘区域视频图像调看功能进行测试；
- b) 对换乘站换乘区域广播和事故工况广播指令的互送功能进行测试；
- c) 对换乘站换乘区域旅客服务信息发布功能以及事故工况下信息互送功能（对方线路旅客服务信息显示屏上显示功能）进行测试；
- d) 对换乘站不同线路车控室间值班员建立通话进行测试，并记录通话质量。

### 5.8.4.3 测试结果

换乘站换乘区域视频图像调看、广播、旅客服务信息发布以及不同线路车控室间值班员的通话应符合设计要求。

## 5.9 信号系统功能验证

### 5.9.1 列车车门安全防护测试

#### 5.9.1.1 测试内容

- a) 对于 ATC 制式，测试列车以 ATP 防护模式行车过程中，客室车门的安全防护是否符合设计要求；
- b) 对于 CTCS 制式，测试列车在行驶过程中列车车门的安全防护是否符合设计要求。

#### 5.9.1.2 测试方法

- a) 对于 ATC 制式，列车以 ATP 防护模式行车，出站过程中但未完全离开站台区域时，激活客室内的“车门紧急解锁装置”，车辆配合人员通过拉力测试工具手动拉开车门，记录列车运行情况 and 车门拉开时的拉力值；恢复“车门紧急解锁装置”，列车已出站并进入区间运行，再次激活客室内的“车门紧急解锁装置”，车辆配合人员打开车门，记录列车运行情况；

- b) 对于 CTCS 制式，列车以 ATP 防护模式运行，测试列车运动过程中能否输出“开门允许”指令；列车 ATP 模式进站停稳后，当列车停车误差大于 ATP 安全停车窗时，测试列车能否输出“开门允许”指令；列车 ATP 模式进站停稳后，站台侧信息为“左侧”或“右侧”时，测试列车能否输出非站台侧车门“开门允许”指令；列车 ATO 模式运行，股道运行计划为“通过”或运行计划不可用时，测试 ATO 能否提供自动开门功能；列车 ATO 模式运行，股道运行计划为“不办客”时，测试 ATO 能否提供自动开门功能；列车 ATO 模式运行，“ATP 开门允许”选择开关在人工允许位时，测试 ATO 能否提供自动开门功能。

### 5.9.1.3 测试结果

- a) 对于 ATC 制式，列车在车站区域、区间区域运行时，激活客室“车门紧急解锁装置”，打开列车车门，列车运行情况和车门拉开的拉力值应符合设计要求；
- b) 对于 CTCS 制式，ATP 在列车运动过程中不输出“开门允许”指令；列车停车误差大于 ATP 安全停车窗时，不得输出“开门允许”；站台侧信息为“左侧”或“右侧”时，不允许输出非站台侧车门“开门允许”指令；股道运行计划为“通过”或运行计划不可用时 ATO 不提供自动开门功能；股道运行计划为“不办客”时 ATO 不提供自动开门功能；“ATP 开门允许”选择开关在人工允许位时 ATO 不提供自动开门功能。

## 5.9.2 站台紧急关闭按钮安全防护测试

### 5.9.2.1 测试内容

测试站台紧急关闭按钮对列车运行安全防护的功能是否符合设计要求。

### 5.9.2.2 测试方法

- a) 列车运行接近车站但未到达车站站台安全防护区域前，触发站台紧急关闭按钮，记录列车进入站台区域情况；
- b) 列车在进站（已在车站站台安全防护区域内）过程中，触发站台紧急关闭按钮，记录列车触发紧急制动情况；
- c) 列车停在站台区域，触发站台紧急关闭按钮后，启动列车，记录列车启动离站情况；
- d) 列车出站（仍在车站站台安全防护区域内）时，触发站台紧急关闭按钮，记录列车触发紧急制动情况。

### 5.9.2.3 测试结果

列车接近进站前、进站中、停靠、出站时等不同情形下触发站台紧急关闭按钮，站台紧急关闭按钮安全防护和列车运行情况应符合设计要求。

## 5.9.3 列车折返能力测试

### 5.9.3.1 测试内容

测试列车折返能力是否符合设计要求。

### 5.9.3.2 测试方法

- a) 选取影响远期运输能力的车站折返线作为测试对象，核实测试所需要的各项条件；在测试前，具有由设计单位提供被测有关区间的供电能力核算报告，测试所必需的列车数量到位，为不影响换端作业，在各列车的头尾端均安排 1 名列车驾驶员；
- b) 编制好列车折返能力测试列车运行图，列车驾驶员严格按图行车，并正常发车，各车站站务人员应做好站台值守，及时处置站台门等故障；有关技术人员在调度中心和设备房做技术保障；
- c) 记录下行站台停车、下行站台出发、下行站台出站至折返点停车、换端后出发、折返出发至上行站台停车、上行站台出发等时刻，并记录列车行车出站至折返点、折返出发至上行站台停车的过程中列车过岔最高运行速度等数据；根据实际情况进行列车运行多回合测试；
- d) 下载调度中心和车载有关记录数据，完成折返能力分析。

### 5.9.3.3 测试结果

列车折返能力应符合设计要求。

## 5.10 系统间联动功能验证

### 5.10.1 站台门安全防护测试

#### 5.10.1.1 测试内容

列车在 ATP 防护模式下，测试站台门对列车安全防护的功能是否符合设计要求。

#### 5.10.1.2 测试方法

- a) 列车以 ATP 防护模式行车；
- b) 列车在进站或出站（进站和出站均在车站站台门安全防护区域内）过程中，站台门打开，记录列车触发紧急制动情况；
- c) 列车停在站台区域，打开站台门，记录列车启动离站情况。

#### 5.10.1.3 测试结果

列车在进站或出站过程中，站台门打开，列车应施加常用或紧急制动；对于 ATC 制式，列车停在站台区域，打开站台门，列车无速度码，不能启动离站；对于 CTCS 制式，列车停在站台区域，若站台门被正常打开，列车有速度码，但无法离站，若站台门非正常打开，列车无速度码，不能启动离站。

### 5.10.2 车门与站台门联动测试

#### 5.10.2.1 测试内容

测试车门与站台门联动功能和开关门同步性是否符合设计要求。

#### 5.10.2.2 测试方法

- a) 列车到站对标停车后，列车驾驶员打开车门，观察车门与站台门的动作情况，记录列车车门和站台门打开过程的联动情况、两门启动打开的时间差，判断列车车门和站台门打开的动作协同情况；
- b) 列车离站前，列车驾驶员关闭车门，观察列车车门与站台门的动作情况，记录列车车门和站台门关闭过程的联动情况、两门关闭到位时间差，判断列车车门和站台门关闭的动作协同情况。

#### 5.10.2.3 测试结果

列车车门和站台门开关过程联动功能正确，打开和关闭动作协同情况应满足有关设计和运营要求。

### 5.10.3 自动过分相测试

#### 5.10.3.1 测试内容

测试列车自动过分相功能是否符合设计要求。

#### 5.10.3.2 测试方法

- a) 列车在 ATP 防护模式下，自动运行通过分相区，检测全部过分相，上下行、正反向各一个往返，记录过分相提示功能、主断路器动作状态、断电和合电的里程位置和速度值、过分相的时长情况；
- b) 磁感应器控制方式下，自动运行通过分相区，检测全部过分相，上下行、正反向各一个往返，记录过分相提示功能、主断路器动作状态、断电和合电的里程位置和速度值、过分相的时长情况。

#### 5.10.3.3 测试结果

- a) 列车在分相区前应自动提示；
- b) 列车进入分相区前，主断路器能自动分闸，分闸时位置应在断电标前；
- c) 列车出分相区后，主断路器能自动合闸，合闸时位置应在合电标前。

## 5.11 综合监控系统功能测试

### 5.11.1 测试内容

测试综合监控系统的调度中心级功能、车站级功能和互联系统功能是否符合设计要求。

### 5.11.2 测试方法

- a) 调度中心级功能测试
  - 1) 通过综合监控系统工作站对综合监控系统的报警功能进行抽样测试;
  - 2) 通过综合监控系统工作站对综合监控系统设备联动进行测试。
- b) 车站级功能测试
  - 1) 通过综合监控系统工作站对综合监控系统的报警功能进行抽样测试;
  - 2) 通过综合监控系统工作站对综合监控系统设备联动进行测试;
  - 3) 对车站综合后备控制盘 (IBP) 进行测试。
- c) 互联系统的功能测试
  - 1) 通过综合监控系统工作站对综合监控系统互联火灾自动报警系统进行测试;
  - 2) 通过综合监控系统工作站对综合监控系统互联信号系统进行测试;
  - 3) 通过综合监控系统工作站对综合监控系统互联站台门进行测试;
  - 4) 通过综合监控系统工作站对综合监控系统互联防淹门/人防门进行测试。

### 5.11.3 测试结果

综合监控系统的调度中心级功能、车站级功能和互联系统功能应符合设计要求。

## 5.12 区间水泵安全运行测试

### 5.12.1 测试内容

测试区间水泵远程监控、启 (停) 泵水位报警功能是否符合设计要求。

### 5.12.2 测试方法

模拟低水位报警、中水位启泵、高水位报警, 记录现场水泵运行状况和环境与设备监控系统显示状态是否一致。

### 5.12.3 测试结果

区间水泵低水位报警、中水位启泵、高水位报警功能正常; 环境与设备监控系统显示的水泵状态和现场水泵启/停状况一致; 远程控制功能正常。

## 5.13 站台门乘客保护功能测试

### 5.13.1 测试内容

测试站台门安全防护对乘客的保护是否符合设计要求。

### 5.13.2 测试方法

- a) 障碍物探测测试: 选择车站一侧站台门, 操作站台门端头控制盘, 打开和关闭整侧滑动门 3 次, 确认滑动门能正常打开和关闭; 选择其中一樘滑动门, 操作门头就地控制盒打开滑动门后, 将 40mm×40mm×5mm 的标准试块分别放在上、中、下等离地高度来阻挡滑动门, 操作门头上的就地控制盒关闭该滑动门, 记录滑动门报警和动作情况;
- b) 防夹保护测试: 选择车站一侧站台门的一樘滑动门, 操作门头上的就地控制盒将滑动门打开后, 将测力计置于被测滑动门之间, 测力点位于其行程的约 1/3 位置处 (即滑动门的匀速运动区段), 然后关闭滑动门, 在滑动门遇到测力计打开后, 及时记录测力计最大读数 (即为滑动门对乘客的最大作用力), 测试至少重复 3 次;
- c) 测量并记录车站站台门与列车停靠站台时的车体最宽处的间隙;
- d) 防踏空保护测试: 选择车站一侧站台门, 并将列车在车站对标停车; 打开站台门和列车车门,

测量并记录站台边缘（或防踏空胶条边缘）与车厢地板面高度处列车轮廓线的水平间隙。

### 5.13.3 测试结果

- a) 滑动门探测到障碍物后应释放关门力，滑动门自动弹开，等待障碍物移除后（等待时间预先设定且可调）重新关门：在达到设定次数（一般为3次）后，如仍不能关闭和锁紧，则滑动门全开并报警；
- b) 滑动门对乘客的最大作用力不大于150N；
- c) 直线站台的站台门，其滑动门门体与车体最宽处的间隙：当列车采用塞拉门时，不大于130mm；当采用内藏门或外挂门时，不大于100mm；预留国铁列车互联互通条件的站台门应符合现行行业标准《城际铁路设计规范》TB 10623 的相关规定；
- d) 直线车站站台边缘（或防踏空胶条边缘）与车厢地板面高度处列车轮廓线的水平间隙不应大于100mm；曲线车站站台边缘（或防踏空胶条边缘）与车厢地板面高度处列车轮廓线的水平间隙不应大于180mm。

## 6 动态性能综合检测

### 6.1 轨道

#### 6.1.1 轨道动态几何状态

##### 6.1.1.1 测试内容

轨道动态几何状态检测内容包括高低、轨向、轨距、轨距变化率、水平、三角坑、车体垂向加速度和车体横向加速度，其中高低和轨向分左右轨。

##### 6.1.1.2 测试方法

轨道动态几何状态检测采用检测项目齐全的测试列车在正线上进行等速检测。

##### 6.1.1.3 测试结果

轨道动态几何状态应同时采用局部幅值和区段质量（均值）进行评价，其检测指标应符合下列要求：

- a) 轨道动态几何状态局部幅值指标应符合表1的要求；

表1 轨道动态几何状态评价允许值

| 轨道动态几何状态参数                                                                                                     |          | 允许值      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| 高低(mm)                                                                                                         | 1.5m~42m | 6        |
| 轨向(mm)                                                                                                         | 1.5m~42m | 5        |
| 轨距(mm)                                                                                                         |          | +6<br>-4 |
| 轨距变化率(‰)<br>(基长3m)                                                                                             |          | 1.2      |
| 水平(mm)                                                                                                         |          | 6        |
| 三角坑(mm)(基长3m)                                                                                                  |          | 5        |
| 车体垂向加速度(m/s <sup>2</sup> )                                                                                     |          | 1.0      |
| 车体横向加速度(m/s <sup>2</sup> )                                                                                     |          | 0.6      |
| 注1：轨距不包含结构加宽值；<br>注2：水平不包含曲线按规定设置的超高值；<br>注3：三角坑限值不包含缓和曲线超高顺坡造成的差值；<br>注4：车体垂向加速度采用20Hz低通滤波，车体横向加速度采用10Hz低通滤波。 |          |          |

- b) 轨道动态几何状态区段质量（均值）采用轨道质量指数（TQI）进行评价，每 200m 为一个 TQI 评价单元，被测线路中各评价单元的 TQI 无 II 级偏差，且出现 I 级偏差的单元个数不超过被测线路评价单元总数的 5% 为“合格”。区段质量（均值）评价结果符合表 2。

表 2 市域铁路轨道不平顺质量指数（TQI）允许值

| 波长（m）  | TQI（mm） |    |
|--------|---------|----|
|        | I       | II |
| 1.5~42 | 6       | 8  |

6.1.1.4 数据采集及处理方法

- a) 应根据检测波形和线路设备台账信息整理编辑检测数据，剔除检测数据中的干扰值；  
b) TQI 的计算方法应符合 TB/T 3355 的规定。

6.1.2 车辆动力学响应

6.1.2.1 测试内容

车辆动力学响应检测内容包括车辆运行安全性、车辆运行平稳性、转向架构架横向加速度、未被平衡横向加速度和列车纵向冲击率。

6.1.2.2 测试方法

- a) 车辆运行安全性指标  
1) 应采用装有连续式测力轮对的测试列车在正线上进行检测。检测、处理和计算方法应符合 GB/T 5599 的规定；  
2) 对于连续式测力轮对，计算指标脱轨系数、轮重减载率和轮轴横向力时，应先进行 40Hz 低通滤波，然后进行 2m 滑动平均。  
b) 车辆运行平稳性指标检测与分析应符合 GB/T 5599 的规定。

6.1.2.3 测试结果

- a) 车辆运行安全性指标应符合表 3 的规定；

表 3 车辆运行安全性指标评判标准

| 项目                                                                                                               | 标准                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 脱轨系数 $Q/P$                                                                                                       | $Q/P < 0.8$                 |
| 轮重减载率 $\Delta P/\bar{P}$                                                                                         | $\Delta P/\bar{P} \leq 0.6$ |
| 轮轴横向力 $H$ (kN)                                                                                                   | $H \leq 10 + P_0/3$         |
| 注：Q 为轮轨横向力(kN)；P 为轮轨垂向力(kN)； $\bar{P}$ 为平均静轮重(kN)； $P_0$ 为静轴重(kN)； $\Delta P$ 为轮轨垂向力相对平均静轮重减载量(kN)；H 为轮轴横向力(kN)。 |                             |

- b) 车辆运行平稳性指标 W 应小于 2.5，计算方法应符合 GB/T 5599 的规定；  
c) 转向架构架横向加速度应采用 0.5~10Hz 滤波处理，峰值不得连续振动 6 次以上达到或超过  $8\text{m/s}^2$ ；  
d) 列车在平面曲线上运行时的未被平衡横向加速度应符合下列要求：  
1) 正常情况下，未被平衡横向加速度不大于  $0.4\text{m/s}^2$ ；  
2) 瞬间情况下，允许短时出现未被平衡横向加速度为  $0.5\text{m/s}^2$ ；  
3) 在车站正线上，未被平衡横向加速度不大于  $0.3\text{m/s}^2$ 。  
e) 列车纵向冲击率应不大于  $0.75\text{m/s}^3$ 。

6.1.3 轨道结构动力性能

6.1.3.1 测试内容

轨道结构动力性能检测内容包括脱轨系数  $Q/P$ 、轮重减载率  $\Delta P/\bar{P}$  及轮轴横向力  $H$ ，钢轨轨头横向位移、钢轨垂向位移、轨道板（轨枕）垂向位移、钢轨振动加速度、轨道板振动加速度以及轨道综合刚度。

#### 6.1.3.2 测试方法

- a) 轮轨横向力和垂向力地面测试应符合 TB/T 2489 的规定；
- b) 位移检测项目应采用塞尺进行现场标定；
- c) 轨道综合刚度检测方法如下：
  - 1) 测试加载前后钢轨垂向位移差，计算轨道综合刚度；
  - 2) 测试加载前后轨距，计算加载前后轨距变化量，评价扣件状态；
  - 3) 测试轨枕和轨道板垂向位移、轨道板与底座间垂向相对位移等，计算轨道部件的刚度。

#### 6.1.3.3 测试结果

- a) 脱轨系数  $Q/P$ 、轮重减载率  $\Delta P/\bar{P}$  及轮轴横向力  $H$  应符合表 3 的规定，其余轨道结构动力性能指标应符合表 4 的要求；

表 4 轨道结构动力性能评判标准

| 测试项目                        | 普通轨道           | 减振轨道        |
|-----------------------------|----------------|-------------|
| 钢轨横向位移 (mm)                 | $\leq 2.0$     | $\leq 2.5$  |
| 钢轨垂向位移 (mm)                 | $\leq 2.0$     | $\leq 4.0$  |
| 轨道板（轨枕）垂向位移<br>（板中/板端）(mm)  | $\leq 0.2/0.4$ | $\leq 3.0$  |
| 钢轨振动加速度 ( $\text{m/s}^2$ )  | $\leq 2000$    | $\leq 3000$ |
| 轨道板振动加速度 ( $\text{m/s}^2$ ) | $\leq 100$     | $\leq 200$  |

- b) 轨道综合刚度应符合设计要求。

#### 6.1.3.4 测点选取原则

- a) 轨道结构动力性能测点选取原则：应在正线选择不同轨道结构类型的典型地段进行检测，每种轨道类型选取 1~2 处；当轨道结构类型单一时，应根据不同的线下基础进行检测；当轨道类型与线下基础均单一时，应按每 20km 线路选取 1~2 处典型地段进行检测。典型区段测点宜满足最高检测速度达到线路允许速度的 110%；
- b) 对于特殊轨道结构或轨道动态几何状态和车辆动力响应异常区段应根据需要增加测点；
- c) 轨道综合刚度测点选取原则：正线选择不同轨道结构类型的典型地段，包括典型有砟与无砟轨道过渡段、路基与桥梁过渡段、路基与隧道过渡段和特殊结构过渡段等，定点加载测点结合轨道结构动力学性能测点选取。

#### 6.1.3.5 数据采集及处理方法

- a) 对检测数据应进行奇异项、零点漂移、趋势项、波形和长度的检验；
- b) 轨道结构动力性能测试采样频率不小于 2000Hz。

### 6.2 路基

#### 6.2.1 测试内容

路基检测内容包括路基动变形、路基振动加速度和路基动载荷。

#### 6.2.2 测试方法

- a) 检测方法应符合 TB/T 2487；
- b) 在路基面埋设动态压力传感器、设置位移传感器和加速度传感器进行测试；

- c) 根据测试需要合理选用仪器设备，其性能应能满足频响特性、量程、分辨率、抗干扰等方面的要求。路基动变形、路基振动加速度、路基动载荷的采样频率宜不小于 1000Hz。

6.2.3 测试结果

路基动力性能检测指标应符合表 5 的规定和设计要求。

表 5 路基动力性能评判标准

| 检测项目                                                                                              | 有砟轨道              | 无砟轨道        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|
| 路基动变形 (mm)                                                                                        | $\leq P_0/200$    | $\leq 0.22$ |
| 路基振动加速度 ( $\text{m/s}^2$ )                                                                        | $\leq 10.0$       | $\leq 10.0$ |
| 路基动载荷 (kPa)                                                                                       | $\leq \alpha P_0$ | —           |
| 注 1: 表中 $\alpha$ 为轴重荷载系数, 取 0.4kPa/kN, $P_0$ 为测试列车静轴重 (kN);<br>注 2: 有砟轨道路基动变形是指换算至 200kN 轴重时的动变形。 |                   |             |

6.2.4 测点选取原则

- a) 路基动力性能测点选取典型路基及过渡段结构, 以及新型或特殊的路基及过渡段结构;
- b) 路基动力性能测点每累计长度 10km 正线路基选取典型路基及过渡段 2 处~4 处进行检测; 在全线累计路基长度小于 10km 的情况下, 连续路基段落数大于等于 4 段时, 选取不少于 2 处进行检测; 连续路基段落数小于 4 段时, 选取不少于 1 处进行检测;
- c) 特殊条件下路基动力性能测点选取原则:
- 1) 首次采用的新型的结构路基及过渡段;
  - 2) 特殊填料的路基及过渡段;
  - 3) 特殊地质条件的路基及过渡段;
  - 4) 铺设新型或特殊轨道结构的路基及过渡段;
  - 5) 施工过程中出现重大缺陷或单位工程验收中异常的路基及过渡段;
  - 6) 设计中提出特殊要求的路基及过渡段。

6.2.5 数据采集及处理方法

- a) 对检测数据应进行奇异项、零点飘移、趋势项、波形和长度的检验;
- b) 对列车作用下动载荷、动变形、振动加速度进行统计分析, 包括均值、最大值及标准差, 以最大值进行评价。

6.3 桥梁

6.3.1 测试内容

桥梁检测内容包括梁体竖向挠度、梁体竖向自振频率。

6.3.2 测试方法

- a) 根据不同的测试内容和现场的具体情况, 合理选用仪器设备, 其性能应能满足频响特性、量程、分辨率、抗干扰等方面的要求;
- b) 梁体竖向挠度的测量应符合 TB/T 2898 的规定;
- c) 梁体竖向自振频率特性可采用环境微振动法或自由振动衰减法。

6.3.3 测试结果

- a) 梁体竖向挠度  
桥梁在列车竖向静荷载作用下的梁体竖向挠度不应大于表 6 规定的限值。

表 6 梁体的竖向挠度限值

| 跨度范围                                                                                                                                                                                                                                               | $L \leq 40\text{m}$ | $40\text{m} < L \leq 80\text{m}$ | $L > 80\text{m}$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------|------------------|
| 竖向挠度限值                                                                                                                                                                                                                                             | $L/1600$            | $L/1350$                         | $L/1100$         |
| <p>注 1：表中限值适用于三跨及以上的双线简支梁；对于三跨及以上一联的连续梁，梁体竖向挠度限值应按表中数值的 1.1 倍取用；对于两跨一联的连续梁、两跨及以下的双线简支梁，梁体竖向挠度限值应按表中数值的 1.4 倍取用。</p> <p>注 2：对于单线简支或连续梁，梁体竖向挠度限值应按相应双线桥限值的 0.6 倍取用。</p> <p>注 3：表中的 L 为简支梁或连续梁检算跨的跨度（m）。</p> <p>注 4：表中限值适用于设计速度为 140~160km/h 的线路。</p> |                     |                                  |                  |

- b) 梁体竖向自振频率
- 1) 简支梁梁体竖向自振频率应小于表 7 所列数值，同时不应低于设计值；

表 7 简支梁竖向自振频率限值

| 类别             | 跨度（m）             | 限值（Hz）            |
|----------------|-------------------|-------------------|
| 简支梁            | $L \leq 20$       | $80/L$            |
|                | $20 < L \leq 128$ | $23.58L^{-0.592}$ |
| 注：L 为简支梁跨度(m)。 |                   |                   |

- 2) 预应力混凝土连续梁、连续刚构、连续梁拱、钢箱系杆拱等特殊结构梁体竖向自振频率应符合设计要求。

6.3.4 测点选取原则

- a) 根据桥梁分布，每 10km 正线选择常用跨度主型梁 2 孔~4 孔；
- b) 特殊条件下桥梁动力性能测点选取原则：
- 1) 选择首次使用或改变使用条件的标准设计梁；
- 2) 选择新型结构、特殊结构、大跨度桥梁等；
- 3) 选择铺设新型或特殊轨道结构的桥梁；
- 4) 施工过程中出现重大缺陷或单位工程验收中异常的桥梁。
- c) 所选测点宜满足最高检测速度达到工程设计速度的 110%。

6.3.5 数据采集及处理方法

- a) 记录的检测数据应检验奇异项、零点飘移、趋势项、波形和时长；
- b) 采样频率应为所关注的信号频率上限的 6~8 倍。

6.4 隧道

6.4.1 测试内容

隧道内容包括车内瞬变压力、车内外压差、隧道内附属设施气动力和洞口微气压波。

6.4.2 测试方法

- a) 车内瞬变压力和车内外压差检测应选取单列车辆进行布点，车外测点选择司机室侧窗、头车车头变截面、导流槽、风挡、车体侧窗等气流变化较大部位以及车体中部气流随位置变化不大的区域布置压力传感器，车内测点根据车型内部空间的分隔情况布置在不同的分隔空间内，测点离地板面高约 1.4m；
- b) 洞口微气压波采用在隧道洞口不同距离处安装微气压波传感器进行检测。建（构）筑物无特殊环境要求时，微气压波传感器应布置在洞口距建筑物最近处；建（构）筑物有特殊环境要求时，微气压波传感器应根据环境要求布置。

6.4.3 测试结果

- a) 列车通过隧道时，车内瞬变压力应不大于 800Pa/3s，车内外压差应小于 4000Pa。列车在隧道

内会车时，车内空气压力变化应小于  $1250\text{Pa}/3\text{s}$ ；

- b) 隧道内附属设施受到的气动力应满足设计标准的要求；
- c) 隧道洞口微气压波应符合表 8 的要求。

表 8 隧道洞口微气压波峰值评判指标

| 建筑物至洞口距离          | 隧道洞口有无特殊环境要求 | 基准点       | 微气压波标准             |
|-------------------|--------------|-----------|--------------------|
| <50m              | 有            | 建筑物       | 按设计要求              |
|                   | 无            |           | $\leq 20\text{Pa}$ |
| $\geq 50\text{m}$ | 有            | 距洞口 20m 处 | $< 50\text{Pa}$    |

#### 6.4.4 测点选取原则

- a) 车内瞬变压力检测和车内外压差检测采用车载测试设备进行检测，对列车通过全线所有隧道进行测试；
- b) 列车在隧道内交会时车内瞬变压力和车内外压差的检测应选取典型区段进行测试；
- c) 正线选取有代表性的隧道（区间）1~2 座，开展隧道内气动效应测试；
- d) 隧道选取原则如下：
  - 1) 洞内或洞口有缓冲措施的独立隧道；
  - 2) 非独立隧道洞口、风井、联络通道与车站连接段；
  - 3) 洞口附近有建筑物的隧道；
  - 4) 洞口附近有特殊环境要求的隧道。
- e) 隧道检测宜选择最不利长度隧道的最不利段落进行测试，所选测点最高测试速度宜达到工程设计速度的 110%。

#### 6.4.5 数据采集及处理方法

- a) 附属设施气动力和微气压波的采样频率不宜小于  $1000\text{Hz}$ ；
- b) 对隧道内附属设施气动力检测数据进行零点飘移和滤波检验，消除系统误差。

### 6.5 电力牵引供电

#### 6.5.1 牵引供电

##### 6.5.1.1 测试内容

牵引供电检测内容包括供变电系统运行参数和功能检测。具体指标如下：

- a) 牵引供电运行参数；
- b) 测试牵引网侧母线电压、电流，馈线电压、电流，负序、谐波、功率因数等各有关参数，测试分区所两侧接触网末端低压电压。

##### 6.5.1.2 测试方法

- a) 电力及牵引合建所/牵引变电所、分区所运行参数检测及短路试验检测使用的电压传感器并联于电压互感器二次输出，电压传感器输入阻抗应大于  $20\text{k}\Omega$ ；
- b) 电力及牵引合建所/牵引变电所、分区所检测的电流传感器串联于电流互感器二次回路，电流传感器输入阻抗应小于  $0.1\Omega$ ；或电流钳于电流互感器二次线取得电流信号，宜采用电流钳；
- c) 电力及牵引合建所/牵引变电所、分区所运行参数，采用 24h 连续测量方式；
- d) 电力及牵引合建所/牵引变电所主变压器原、次边运行参数，采用同步测量方式；
- e) 电力及牵引合建所/牵引变电所、分区所被测信号应满足电能质量分析、牵引供电能力分析的电流分配比例分析的需要。

##### 6.5.1.3 测试结果

- a) 接触网电压应符合下列要求：
  - 1) 标称电压：25kV；

- 2) 长期最高电压：27.5kV；
- 3) 短时（5min）最高电压：29kV；
- 4) 最低工作电压：20kV。
- b) 牵引负荷引起 110kV、220kV 母线电压偏差：110kV、220kV 供电电源电压正负偏差绝对值之和不超过 10%。

#### 6.5.1.4 测点选取原则

- a) 供变电系统运行参数和功能测试应对不同的电源电压等级和不同主变压器结线型式至少各选取 1 处检测；
- b) 不同单位管辖区段至少选取 1 处被测供电区段进行接触网短路测试。接触网短路试验点宜设于供电臂中间、供电臂末端位置。

#### 6.1.5.5 数据采集及处理方法

- a) 对电力及牵引合建所/牵引变电所、分区所电流和电压原始波形经过相关分析、傅里叶变换计算得到采样信号的有效值、各奇次/偶次谐波分量、综合畸变率，变压器原边输入输出功率、功率因数、负序参数；
- b) 结合列车运行工况，统计、分析与牵引负荷相对应的电力及牵引合建所/牵引变电所不同电压侧的母线、馈线电流、电压，功率因数、谐波、负序参数；
- c) 电力及牵引合建所/牵引变电所电源侧电压背景谐波、综合畸变率、负序参数以时间为参考坐标；
- d) 测试列车运行时段检测参数分别以时间和牵引负荷值为参考坐标；
- e) 谐波分析应计算至 31 次以上谐波分量，最大谐波次数可在 31~100 次范围内进行设定。

#### 6.5.2 弓网关系

##### 6.5.2.1 测试内容

弓网关系检测内容包括接触网动态几何参数、弓网燃弧指标、弓网动态接触力、受电弓垂向加速度（硬点）。

##### 6.5.2.2 测试方法

- a) 弓网关系宜采用装备有检测设备的测试列车进行检测，检测系统应具备时间和里程同步定位及接触网支柱定位识别功能；
- b) 弓网燃弧指标及弓网动态接触力的测量应符合 GB/T 32592 的规定。

##### 6.5.2.3 测试结果

- a) 接触网动态几何参数包括接触线高度、拉出值、定位点间高差和接触线定位点处动态抬升量，检测指标应符合表 9 的规定：

表 9 接触网几何参数动态限值标准

单位为毫米

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| 接触线高度        | 设计值-100≤H<设计值+150 |
| 接触线拉出值       | <500              |
| 定位点间高差       | <150              |
| 接触线定位点处动态抬升量 | ≤120              |

- b) 弓网燃弧指标检测内容包括燃弧次数、一次燃弧最大时间和燃弧率，检测指标应符合下列要求：
  - 1) 燃弧次数应小于 1 次/160 m；

2) 最大燃弧时间:  $T_{\max} < 100\text{ms}$ ;

3) 燃弧率:  $\mu < 5\%$ 。燃弧率的计算方法见公式 (1)。

$$\mu = \frac{\sum t_{\text{arc}}}{t_{\text{total}}} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $\sum t_{\text{arc}}$  — 单次燃弧持续时间大于 5ms 的燃弧时间总和;  
 $t_{\text{total}}$  — 检测总时间。

c) 弓网动态接触力检测指标应符合以下要求:

$$\text{平均值最大值 (N): } F_{m,\max} \leq 0.00047v^2 + 90 \quad (2)$$

$$\text{平均值最小值 (N): } F_{m,\min} \geq 0.00047v^2 + 60 \quad (3)$$

$$\text{标准偏差 (N): } \sigma \leq 0.3 \times F_{m,\max} \quad (4)$$

$$\text{接触力最大值 (N): } F_{\max} \leq 300 \quad (5)$$

$$\text{接触力最小值 (N): } F_{\min} \geq 0 \quad (6)$$

式中:  $F_{m,\max}$  — 平均接触力的最大值 (N);

$F_{m,\min}$  — 平均接触力的最小值 (N);

$F_{\max}$  — 接触力的最大值 (N);

$F_{\min}$  — 接触力的最小值 (N);

$v$  — 检测速度 (km/h)。

d) 受电弓垂向加速度 (硬点) 应小于  $490\text{m/s}^2$ 。

#### 6.5.2.4 数据采集及处理方法

- 弓网动态接触力应进行截止频率为 20Hz 的低通滤波, 检测数据的分析单元为接触网的一个跨距, 首先计算得到每一个分析单元的平均接触力, 然后进行统计分析得到评判指标;
- 弓网燃弧采集及处理时, 应按 GB/T 32592 的规定进行操作距离的调整。

#### 6.5.3 接地性能

##### 6.5.3.1 测试内容

接地性能检测内容包括列车通过时的钢轨电位、轨旁设施电位, 站台门处的接触电压、跨步电压, 钢轨电流、架空回流线电流、贯通地线电流, 钢轨对地过渡电阻、工频接地电阻、冲击接地电阻、等电位连接电阻, 连接点温升测试等。

##### 6.5.3.2 测试方法

- 钢轨电位检测应包括列车运行时和接触网短路时的电位。列车运行时的钢轨电位和轨旁设施电位检测采用电压探头一端接被测端子 (钢轨、轨旁设施金属体), 另一端接参考地端子 (距线路不小于 100m 的接地电极), 两端子之间电位差即为被测电位。接触网短路时的电位检测采用电压探头一端接钢轨, 另一端接接地端子, 测量两端之间的电位差;
- 接触电压和跨步电压的测量方法应符合 DL/T 475 的要求;
- 钢轨电流、架空回流线电流、贯通地线电流检测采用采用电流传感器分别卡住钢轨、贯通地线、架空回流线、所亭地网等回流导线的被测导线, 所测得电流值即为被测导线的牵引回流。接触网短路时的电流测量应采用电流传感器套住钢轨、贯通地线, 并记录瞬时波形, 测试的采样率应大于 10kHz。

##### 6.5.3.3 测试结果

- 列车正常运行情况下, 正线钢轨电位、轨旁设施电位应小于 120V (持续时间 > 300s)。接触网短路状态时, 应不大于表 10 中接触网的限值要求;

表 10 接触网短路情况下钢轨电位、轨旁设施电位限值

| 持续时间(s) | 正常运行钢轨电位、轨旁设施电位限值(V) |
|---------|----------------------|
| 0.6     | 360                  |
| 0.5     | 440                  |
| 0.4     | 590                  |
| 0.3     | 960                  |
| 0.2     | 1290                 |
| 0.1     | 1570                 |
| 0.05    | 1670                 |
| 0.02    | 1730                 |

- b) 接触电压限值应符合 GB/T 28026.1 的规定，采用短路保护设备的动作时间 0.2s 对应的有效接触电压限值，交流牵引供电系统为 645V；
- c) 跨步电压最大允许值应按式（7）进行计算；

$$U_s = \frac{174 + 0.17 \rho_s C_s}{\sqrt{t_s}} \quad (7)$$

- 式中：  $U_s$ —跨步电压允许值（V）；
- $\rho_s$ —站台地面电阻率，按照混凝土的电阻率计算（m）；
- $t_s$ —短路持续时间（s）；
- $C_s$ —表层衰减系数，取值应符合 GB/T 50065 中的相关规定。
- d) 列车正常运行情况下，钢轨电流不应大于 2000A，架空回流线电流和贯通地线电流应符合设计要求；牵引变电（分区）所地网回流比例按表 11 评判等级；接触网人工短路时，钢轨电流和贯通地线电流应符合设计要求；

表 11 电力及牵引合建所/牵引变电所地网回流比例系数 $\eta_{pe}$ 分等级判据

| 检测参数        |                          | 评判等级 | 回流比例范围                                   |
|-------------|--------------------------|------|------------------------------------------|
| $\eta_{pe}$ | 电力及牵引合建所/牵引变电所地网回流占总回流比例 | 一    | $10\% < \eta_{pe} \leq 35\%$             |
|             |                          | 二    | $1.5\% < \eta_{pe} \leq 10\%$            |
|             |                          |      | $35\% < \eta_{pe} \leq 50\%$             |
|             |                          | 三    | $\eta_{pe} \leq 1.5\%, \eta_{pe} > 50\%$ |

注：评判等级一级为优良，评判等级二级为合格，评判等级三级需整改。

- e) 综合接地设计原则下的接地系统工频接地电阻不应超过 1Ω；
- f) 在行车状态下，回流系统、接地系统或等电位系统内通过电流时，接地系统及等电位系统的连接点温升不应超过设计要求或该截面下的导线热稳定性要求。

#### 6.5.3.4 测点选取原则

- a) 钢轨电位、轨旁设施电位检测，在正线代表性区段（路基、桥梁或隧道）各选择不少于 1 处作为测点；
- b) 站台门接触电压和跨步电压应对全部车站上下行站台各选取 1 处站台门进行检测；
- c) 钢轨电流、架空回流线电流、贯通地线电流测点，在正线代表性区段（路基、桥梁或隧道）和牵引变电（分区）所各选择 1 处作为测点；
- d) 工频接地电阻在正线代表性区段（路基、桥梁或隧道）和车站各选择不少于 1 处作为测点；冲击接地电阻在地表处应至少选择 1 处测点进行测试；等电位连接电阻在各正线代表性区段和车

站内分别抽测不少于 3 个点；连接点温升测试在各正线代表性区段和车站内分别抽测不少于 3 个点。

6.5.3.5 数据采集及处理方法

- a) 电位测量以一次过车最大有效值为该次列车通过检测对象（钢轨、轨旁设施等）电位代表值；
- b) 牵引回流测量以一次过车最大有效值为该次列车通过检测对象（钢轨、架空回流线和贯通地线等）的牵引回流代表值；
- c) 采用直线三极法进行接地电阻测量时。被测点与电流极距离为  $L_1$ ，被测点与电压极距离为  $L_2$ ， $L_2$  逐点增加，当距离变化 5% 的相邻 3 个  $L_2$  点测得的接地电阻值相对误差小于 5% 时，取其中间值为接地电阻真实值。

6.6 通信与信号

6.6.1 通信

6.6.1.1 测试内容

通信检测内容包括移动通信系统场强覆盖检测、服务质量检测和电磁环境干扰检测。

6.6.1.2 测试方法

移动通信系统场强覆盖、服务质量测试应采用测试列车进行检测，检测天线应安装在测试列车外部，与运营设备天线安装高度相同或直接使用运营设备天线。测量方法应符合 T/CCTAS 205 的要求。

6.6.1.3 测试结果

- a) 移动通信系统采用城市轨道交通车地综合通信系统（以下简称 LTE-M），检测指标应符合下列要求：
  - 1) 移动通信系统场强覆盖检测：LTE-M 场强覆盖检测指标应满足在 98% 统计概率下，对于承载 CTC 业务的车载 TAU 设备，在 TAU 天线端口处的最小参考信号接收功率（RSRP）不低于 -95dBm；
  - 2) LTE-M 服务质量检测指标应符合表 12 的规定和设计要求。

表 12 LTE-M 服务质量检测标准

| 服务质量项目       | 指标值                                                                              |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 列控业务传输时延     | 单路单向 $\leq 150\text{ms}$ （98%，不包括跨网切换场景）， $\leq 2\text{s}$ （99.92%）              |
| 列控业务丢包率      | $\leq 1\%$                                                                       |
| 列控业务通信中断时间   | $\leq 2\text{s}$ （99.99%）                                                        |
| 列控业务上下行传输速率  | 上下行每路传输速率 $\geq 256\text{kbit/s}$                                                |
| 越区切换成功率      | $\geq 99.92\%$ （列车控制业务和调度语音业务）， $\geq 95\%$ （其他业务）                               |
| 越区切换延时时间     | 切换延时 $\leq 150\text{ms}$ （98%，不含跨核心网切换）或 $\leq 2\text{s}$ （99.92%，列车控制业务和调度语音业务） |
| 语音业务连接建立时延   | 移动终端发起： $< 0.5\text{s}$ （95%）， $\leq 1\text{s}$ （100%）                           |
|              | 网络侧设备发起： $< 0.5\text{s}$ （95%）， $\leq 1\text{s}$ （100%）                          |
| 语音业务连接建立失败概率 | $\leq 1\%$                                                                       |

#### b) 电磁环境干扰

电磁环境干扰检测采用周期性时间触发的方式进行频谱扫描检测，提供所测频段频谱的功率最大值、最小值和瞬时值信息，检测指标应符合设计要求。

#### 6.6.1.4 测点选取原则

移动通信系统场强覆盖、服务质量检测应覆盖整个测试区段，分别检测上、下行运行区间，检测速度宜达到设计速度的 110%，重要业务的服务质量检测应根据设计方案在冗余覆盖和非冗余覆盖条件下分别进行。

#### 6.6.1.5 数据采集及处理方法

- a) 移动通信系统服务质量检测数据样本量应保证能反映检测结果的准确性，对检测数据进行统计处理时应剔除异常情况下的样本；
- b) 移动通信系统场强覆盖、服务质量检测过程中，检测数据应实时关联沿线里程位置信息。

### 6.6.2 信号

#### 6.6.2.1 测试内容

信号检测内容为轨旁信号设备补偿电容。测试补偿电容在各信号区段的位置、步长以及包括是否丢失信息在内的运用状态等是否符合设计要求。

#### 6.6.2.2 测试方法

采用装备有信号设备测试系统的测试列车，通过车载检测设备对采集信号的解析，实现对测试列车所经过正线范围内的轨旁信号设备补偿电容工作状态的测试。

#### 6.6.2.3 测试结果

补偿电容布设位置和状态检测合格率应符合要求。

#### 6.6.2.4 数据采集及处理方法

补偿电容设备状态根据接收脉冲的变化结合轨道电路信号幅值进行判断；在补偿电容布设位置未检测到次生磁场变化，且该位置轨道电路信号幅值传输不平顺时，判定该位置补偿电容失效。当测试数据受到线路强电磁脉冲干扰，或测试数值判断某些电容可能存在问题时，应进行现场复核。

### 6.7 振动、噪声及电磁环境

#### 6.7.1 振动

##### 6.7.1.1 测试内容

振动检测内容包括环境振动、振动控制工程的振级插入损失。根据线路条件，可选择开展以下检测内容：

- a) 地下段评价范围内受影响的建筑物室内振动；
- b) 评价范围内文物、古建筑及其他具有保护价值的建筑物振动速度。

##### 6.7.1.2 测试方法

- a) 环境振动检测应符合 GB 10071 的规定，可根据实际情况增设不同距离振动衰减检测点；
- b) 振动控制工程振级插入损失检测应同步检测振动控制工程测点及对照点，振动源强检测应符合 HJ 453 的规定；
- c) 建筑物室内振动检测应符合 JGJ/T 170 的规定；
- d) 文物、古建筑振动速度检测应符合 GB/T 50452 的规定，其他具有保护价值的建筑物振动速度检测应符合 GB 50868 的规定。

##### 6.7.1.3 测试结果

- a) 环境振动应符合表 13 的规定；

表 13 环境振动限值

单位为分贝

| 适用地带范围    | 昼间 | 夜间 |
|-----------|----|----|
| 特殊住宅区     | 65 | 65 |
| 居民、文教区    | 70 | 67 |
| 混合区、商业中心区 | 75 | 72 |
| 工业集中区     | 75 | 72 |
| 交通干线道路两侧  | 75 | 72 |
| 铁路干线两侧    | 80 | 80 |

- b) 振动控制工程振级插入损失应符合设计要求；  
c) 建筑物室内振动应符合表 14 的规定；

表 14 建筑物室内振动限值 (dB)

单位为分贝

| 区域             | 昼间 | 夜间 |
|----------------|----|----|
| 特殊住宅区          | 65 | 62 |
| 居住、文教区         | 65 | 62 |
| 居住、商业混合区，商业中心区 | 70 | 67 |
| 工业集中区          | 75 | 72 |
| 交通干线两侧         | 75 | 72 |

- d) 文物、古建筑物的振动速度应符合 GB/T 50452 的限值要求；其他具有保护价值建筑物的振动速度应符合 GB 50868 的限值要求。

#### 6.7.1.4 测点选取原则

- a) 正线长度不大于 20km 时,环境振动测点应选取典型区段不少于 1 处；正线长度大于 20km 时，环境振动测点应选取典型区段不少于 2 处。典型区段应包括未使用减振措施区段不少于 1 处，以及使用不同种类减振措施的区段，每类措施不少于 1 处；  
b) 设有振动控制工程的线路，应分别选取典型振动控制工程测点及对照点不少于 1 处；  
c) 地下段线路评价范围内存在受影响的建筑物时，可选择开展建筑物室内振动检测；测点选取数量可根据线路条件及相关要求确定；  
d) 线路评价范围内存在文物、古建筑及其他具有保护价值的建筑物时，可选择开展振动速度检测；测点选取数量可根据线路条件及相关要求确定。

#### 6.7.1.5 数据采集及处理方法

检测数据应经算术平均后修约到整分贝数。

#### 6.7.2 噪声

##### 6.7.2.1 测试内容

噪声检测内容包括列车车辆内部噪声、站台噪声、环境噪声、建筑物室内二次辐射噪声、噪声控制工程的声级插入损失。

### 6.7.2.2 测试方法

- a) 列车车辆内部噪声检测点设置应符合 GB 14892 的规定，检测方法还应符合下列规定：
- 1) 列车运行速度不低于线路最高运行速度的 75%，或按实际运营条件下的速度，速度波动范围应小于 $\pm 5\%$ ；
  - 2) 测量时，所有门、窗处于关闭状态，辅助机组应正常运转；
  - 3) 车辆内部人员不超过 4 人；
  - 4) 每次测量的时间长度应不少于 30s。
- b) 站台噪声测量应符合 GB/T 14227 的规定；
- c) 环境噪声检测应符合 GB 3096 的规定；
- d) 建筑物室内二次辐射噪声检测应符合 JGJ/T 170 的规定；
- e) 噪声控制工程的插入损失检测应符合 HJ/T 90 的规定，宜采用间接法测量。检测点设置还应符合下列要求：
- 1) 噪声控制工程插入损失测点应布设于距外侧线路中心线 25m 处，距噪声控制工程任一端距离不小于 50m；
  - 2) 当轨顶面距测点地面高度不大于 1.2m 时，应在测点地面上方 1.2m 处布设传声器；当轨顶面高度大于测点地面 1.2m 时，应在与轨顶面等高处布设传声器。

### 6.7.2.3 测试结果

- a) 列车车辆内部噪声应符合表 15 的规定；

表 15 列车车辆内部噪声限值

单位为分贝 (A)

| 运行线路 | 位置   | 噪声限值 |
|------|------|------|
| 地下   | 司机室内 | 80   |
|      | 客室内  | 83   |
| 地上   | 司机室内 | 75   |
|      | 客室内  | 75   |

- b) 站台噪声应符合表 16 的规定；

表 16 站台噪声限值

单位为分贝 (A)

| 列车运行状态 | 噪声限值 |
|--------|------|
| 列车进站   | 80   |
| 列车出站   | 80   |

- c) 环境噪声应符合表 17 的声环境功能区对应限值要求；

表 17 环境噪声限值

单位为分贝 (A)

| 声环境功能区类别 | 时段 |    |
|----------|----|----|
|          | 昼间 | 夜间 |
| 0 类      | 50 | 40 |
| 1 类      | 55 | 45 |
| 2 类      | 60 | 50 |

| 声环境功能区类别 |      | 时段 |    |
|----------|------|----|----|
|          |      | 昼间 | 夜间 |
| 3 类      |      | 65 | 55 |
| 4 类      | 4a 类 | 70 | 55 |
|          | 4b 类 | 70 | 60 |

d) 建筑物室内二次辐射噪声应符合表 18 的规定；

表 18 建筑物室内二次辐射噪声限值

单位为分贝（A）

| 区域             | 昼间 | 夜间 |
|----------------|----|----|
| 特殊住宅区          | 38 | 35 |
| 居住、文教区         | 38 | 35 |
| 居住、商业混合区，商业中心区 | 41 | 38 |
| 工业集中区          | 45 | 42 |
| 交通干线两侧         | 45 | 42 |

e) 噪声控制工程插入损失应符合设计要求。

6.7.2.4 测点选取原则

- a) 列车车辆内部噪声应选取符合测量要求的地段进行测量；
- b) 站台噪声应对全线各车站分别进行测量；
- c) 环境噪声测点应选取设有声屏障等铁路噪声控制工程的典型敏感点区段不少于 2 处。典型区段应包括未使用降噪措施区段不少于 1 处，以及使用不同种类降噪措施的区段，每类措施不少于 1 处；
- d) 地下段线路评价范围内存在受影响的建筑物时，可选择开展建筑物室内二次辐射噪声检测；测点选取数量可根据线路条件及相关要求确定；
- e) 噪声控制工程插入损失应分别选取设置噪声控制工程的典型区段及对照区段各不少于 1 处。

6.7.2.5 数据采集及处理方法

- a) 列车车辆内部噪声检测数据处理应符合 GB14892 的规定；
- b) 站台噪声检测数据处理应符合 GB/T 14227 的规定；
- c) 环境噪声检测数据处理应符合 GB 3096 的规定；
- d) 建筑物室内二次辐射噪声数据处理应符合 JGJ/T 170 的规定；
- e) 噪声控制工程声级插入损失计算方法应符合 HJ/T 90 的规定。

6.7.3 电磁环境

6.7.3.1 测试内容

电磁环境检测内容包括列车运行条件下轨道交通系统对外部的工频电场强度、工频磁感应强度，电力及牵引合建所/牵引变电所的电磁辐射、站台工频磁场强度、通信信号机房防电磁干扰和信号电缆感应电动势。

6.7.3.2 测试方法

- a) 测量列车运行时轨道交通系统对外部的工频电场强度、工频磁感应强度时，测量接收机设置为峰值检波方式。9kHz~30MHz 频段采用环天线，环面平行于线路，环天线中心距轨面 1~2m 的高度。30~1000MHz 频段采用双锥和对数周期天线，天线垂直极化指向线路天线中心距轨

面 2.5~3.5m 的高度。应以一次列车通过产生的无线电骚扰场强峰值检波最大值为该次测量代表值；

- b) 测量电力及牵引合建所/牵引变电所电磁辐射时，测量接收机设置为峰值检波方式，以地平面为参考平面，9kHz~30MHz 频段采用环天线，环面平行于线路，环天线中心距轨面 1~2m 的高度。30~1000MHz 频段采用双锥和对数周期天线，天线垂直极化指向线路天线中心距轨面 2.5~3.5m 的高度。应以一次列车通过时电力及牵引合建所/牵引变电所产生的无线电骚扰场强峰值检波最大值为该次测量代表值；
- c) 站台工频磁场强度测点距站台边缘 30cm，站台水平上方测量高度为 0.5m、1.0m 和 1.5m；
- d) 信号机房或者通信机房内工频磁场测点应与最近的墙体和金属物体的间距需大于 30cm，并分别选取距离地面 0.5m、1.0m、1.5m 三个高度；
- e) 机房内无线电骚扰场强测试天线距离地面 2m，调整天线的极化方向和指向，测量得出各个频段内的场强最大值；
- f) 机房内射频综合场强测量分别测试距地面 0.5m、1m、1.5m 三个高度，每次测量不少于 6min，记录射频综合场强的最大值和平均值；
- g) 信号电缆感应电动势检测中，被测信号电缆芯线一端接地，测量另一端的开路电压，即为感应纵向电动势，采样频率应大于 10kHz。

#### 6.7.3.3 测试结果

- a) 列车运行条件下轨道交通系统对外部的工频电场强度、工频磁感应强度应符合 GB/T 24338.2 的规定。选择 1MHz、150MHz 为代表性频点，1MHz 频点的磁场强度限值换算为电场强度限值后应不超过 110dB $\mu$ V/m，150MHz 频点限值为 88dB $\mu$ V/m；
- b) 电力及牵引合建所/牵引变电所的电磁辐射应符合 GB/T 24338.2 中的规定。选择 1MHz、150MHz 为代表性频点，1MHz 频点的磁场强度限值换算为电场强度限值后应不超过 89dB $\mu$ V/m，150MHz 频点限值为 55dB $\mu$ V/m；
- c) 站台工频磁场强度应符合 GB 8702 的要求；
- d) 通信、信号机房的电磁环境应满足以下要求：
  - 1) 机房内无线电骚扰场强在 80MHz~1GHz 频段范围内不大于 126dB $\mu$ V/m，在 1.4Hz~2GHz 频段范围内不大于 130dB $\mu$ V/m；
  - 2) 机房内工频磁场场强不大于 37.5 $\mu$ T(30A/m)；
  - 3) 通信、信号机房内射频综合场强（30MHz~3GHz）小于 12V/m。
- e) 列车正常运行情况下，信号电缆同一芯线任何两点间的感应电动势（有效值）不应大于 60V；接触网短路故障时，信号电缆同一芯线任何两点间的感应电动势（有效值）不应大于电缆交流耐压试验的 85%。

#### 6.7.3.4 测点选取原则

- a) 列车运行条件下轨道交通系统对外部的工频电场强度、工频磁感应强度和电力及牵引合建所/牵引变电所电磁辐射测试，全线各选取 1 个测点；
- b) 站台工频磁场强度测试，正线长度 0~20km 时，选取 1~2 处；正线长度大于 20km 时，选取 2~3 处；
- c) 通信、信号机房防电磁干扰测试，选点不少于机房总数的 30%；
- d) 信号电缆感应电动势测点，正线长度 0~20km 时，选取 1~2 处；正线长度大于 20km 时，选取 2~3 处。

#### 6.7.3.5 数据采集及处理方法

- a) 测量列车运行条件下轨道交通系统对外部的工频电场强度、工频磁感应强度和电力及牵引合建所/牵引变电所电磁辐射测试；

如不能满足 10m 法测量距离的要求，可按式（8）进行换算，以等效得到 10m 法的测量结果。

$$E_{10} = E_x + n \times 20 \times \log_{10}(D/10) \quad (8)$$

式中： $E_{10}$ ——等效于 10m 法的测量结果，单位为 dB $\mu$ V/m；

$E_x$ ——在 D m 处实际测量值，单位为 dB $\mu$ V/m；

D——为实际测试距离；

$n$  ——为修正系数，具体数值见表 19。

表 19 修正系数

| 序号 | 频率范围           | 修正系数 $n$ |
|----|----------------|----------|
| 1  | 0.15MHz~0.4MHz | 1.80     |
| 2  | 0.4MHz~1.6MHz  | 1.65     |
| 3  | 1.6MHz~110MHz  | 1.20     |
| 4  | 110MHz~1000MHz | 1.00     |

b) 信号电缆感应电动势检测

接触网正常供电时，测量信号电缆感应电压的有效值；在接触网短路条件下，采样率宜大于 50kHz，测量信号电缆感应电压的瞬时值，并计算其有效值。

7 报告编制

7.1 系统联调及功能验证报告

7.1.1 编制要求

- a) 资料、数据应完整、准确，且参调各方应签字确认；
- b) 联调结论中应明确项目是否符合规范及工程相关技术文件要求，涉及安全指标的项目应明确是否符合安全要求。

7.1.2 报告内容

- a) 工程概况：包括线路概况及设备系统概况；
- b) 联调依据：包括主要技术标准、技术文件及其他；
- c) 联调范围：包含联调涉及的车站、区间、车辆基地、调度中心、主变电所等；
- d) 联调内容：包括各系统接口调试、各工况下的联动调试、系统关键功能验证等；
- e) 联调结论：包括各测试项目结论及总体结论；
- f) 问题及建议：包括联调存在的问题分析及相应建议；
- g) 附件：系统联调及功能验证问题台账及测试记录等。

7.2 动态性能综合检测报告

7.2.1 编制要求

- a) 动态性能综合检测报告应由检测单位独立完成；
- b) 资料、数据应完整、准确；
- c) 评价结论中应明确检测项目是否符合规范要求，涉及安全指标的项目应明确是否符合安全要求。

7.2.2 报告内容

- a) 编制单位概况：包含单位名称、检测资质、各专业（项目）负责人、检测人员和报告撰写人等；
- b) 编制概况：包含动态性能综合检测的检测任务来源、依据、完成情况及检测结果等；
- c) 项目概述：包含线路里程范围、长度、设计速度等级等基本情况；
- d) 检测内容与分析：包含各专业（项目）检测目的、内容、方法、评判标准和数据分析，并将检测结果与相应标准、规范的标准值进行对比分析，评价检测结果是否满足要求；
- e) 结论与建议：应明确提出各专业结论、总体结论和建议。

## 参考文献

- [1] GB 50157-2013 地铁设计规范
  - [2] GB55037 建筑防火通用规范
  - [3] HJ 706-2014 环境噪声监测技术规范 噪声测量值修正
  - [4] TB/T 3027-2015 铁路车站计算机联锁技术条件
  - [5] TB/T 3503.3-2018 铁路应用空气动力学第3部分:隧道空气动力学要求和试验方法
  - [6] TB 10624-2020 市域(郊)铁路设计规范
  - [7] TB 10761-2024 高速铁路工程动态验收技术规范
  - [8] YD/T 2689-2014 基于 LTE 技术的宽带集群通信(B-TrunC)系统综合技术要求(第一阶段)
  - [9] DB11/T 1714-2020 城市轨道交通工程动态验收技术规范
  - [10] DB11/T 1980-2022 市域(郊)轨道交通设计规范
  - [11] T/CAMET 04009.5-2018 城市轨道交通车地综合通信系统(LTE-M)设计、工程规范 第5部分:工程验收
  - [12] T/CAMET 04016-2019 城市轨道交通系统设备综合联调规范
  - [13] Q/CR 472-2015 高速铁路联调联试及运行试验技术规范
  - [14] 交运规〔2023〕3号 城市轨道交通运营安全评估管理办法
  - [15] 交办运〔2023〕56号 城市轨道交通初期运营前安全评估规范
  - [16] 铁运函〔2004〕120号 铁路桥梁检定规范
-