

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2024

粤港澳大湾区城际铁路工程 动态验收技术规范

Technical regulations for dynamic acceptance of intercity railway
engineering

(征求意见稿)

2024年4月2日

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国交通运输协会 发布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	3
5 轨道	4
6 路基	9
7 桥梁	10
8 隧道	13
9 动车组	15
10 电力牵引供电	18
11 通信	22
12 信号	28
13 车站设备	31
14 信息	32
15 综合接地	34
16 噪声、振动与电磁环境	35
17 声屏障和站台门	38
18 自然灾害及异物侵限监测	40
19 防灾联动	41
20 运行试验	43
21 报告编制	45
参考文献	47

前 言

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

本文件由广东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由中国交通运输协会标准化委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

粤港澳大湾区粤港澳大湾区城际铁路工程动态验收技术规范

1 范围

本文件规定了城际铁路动态验收的总体要求、轨道、路基、桥梁、隧道、动车组、电力牵引供电、通信、信号、建筑设备、信息、综合接地、噪声、振动与电磁环境、声屏障和站台门、自然灾害及异物侵限监测、防灾联动、运行试验及报告编制等技术指标及要求。

本文件适用于设计速度为 200km/h 及以内的粤港澳大湾区范围内城际铁路动态验收。

2 规范性引用文件

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

- GB 146.1 标准轨距铁路限界 第 1 部分：机车车辆限界
- GB 146.2 标准轨距铁路限界 第 2 部分：建筑限界
- GB 3096 声环境质量标准
- GB 12525 铁路边界噪声限值及其测量方法
- GB 14892 城市轨道交通列车噪声限值和测量方法
- GB 51298 地铁设计防火标准
- GB 55036 消防设施通用规范
- GB/T 5111 声学 轨道机车车辆发射噪声测量
- GB/T 5599 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范
- GB/T 14894 城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则
- TB 10063 铁路工程设计防火规范
- TB 10185 铁路自然灾害及异物侵限监测系统工程技术规程
- TB 10431 铁路图像通信工程检测规程
- TB 10623 城际铁路设计规范
- TB 10761 高速铁路工程动态验收技术规范
- TB/T 2489 轮轨横向力和垂向力地面测试方法
- TB/T 3503.3 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
- HJ 706 环境噪声监测技术规范 噪声测量值修正
- HJ/T 90 声屏障声学设计和测量规范

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

3.1 联调联试 Integrated testing and commissioning

通过采用检测列车、综合检测列车、试验列车及相关检测设备，完成静态验收后，对各系统的功能、性能、状态和系统间匹配关系进行综合检测、验证、调整和优化，使整体系统达到设计要求。

[来源：TB 10761—2013,2.0.2]

3.2 动态检测 Dynamic inspection

通过采用检测列车、综合检测列车、试验列车及相关检测设备，根据设计和相关技术标准，对在正常运行条件下的系统功能、动态性能和系统状态进行检测。

[来源：TB 10761—2013,2.0.3]

3.3 运行试验 Trial run test

按试验或实际运行图组织列车运行，对整体系统在正常和非正常运行条件下的行车组织、客运服务以及应急救援等进行演练，验证是否具备开通运营条件。

[来源：TB 10761—2013,2.0.4]

3.4 动态验收 Dynamic acceptance

在静态验收合格后，通过联调联试和动态检测，对列车运行状态下工程质量全面检查和确认，并通过运行试验对整体系统在正常和非正常运行条件下的行车组织、客运服务以及应急救援等进行检验的过程。

[来源：TB 10761—2013,2.0.5]

3.5 常规检测 Routine inspection

为准确评价系统的功能、性能、工作状态、系统间匹配关系及运营安全，动态检测中均应进行检测的项目。

[来源：TB 10761—2013,2.0.6]

3.6 专项检测 Special inspection

动态检测中对于某些特殊工况、特殊结构、新结构、新装备等特定工程设施以及运营条件变化时，为系统评价其功能和性能等，根据需要进行的检测项目。

[来源：TB 10761—2013,2.0.7]

3.7 试验列车 Test train

根据试验需要配置的实际运营列车。

[来源：TB 10761—2013,2.0.8]

3.8 综合检测列车 Comprehensive inspection train

安装多专业检测系统的动车组。

[来源：TB 10761—2013,2.0.9]

3.9 检测列车 Inspection train

由机车牵引的轨道检查车、接触网检测车、电务试验车等专业检测车组成的列车。

[来源：TB 10761—2013,2.0.10]

4 总体要求

4.1 动态验收前，建设单位应提供或组织有关单位提供下列技术资料：

- a) 设计文件、批复文件和相关评估报告，包括可行性研究文件、初步设计文件、施工图设计文件，可行性研究、初步设计、施工图设计批复文件及环境等单项评估报告等；
- b) 工程承包合同技术条款及相关技术文件；
- c) 各专业建筑安装阶段所应完成的检测、检验、试验、评估报告；
- d) 相关专业工程竣工图纸，电力、电力牵引供电、通信、信号、信息、自然灾害及异物侵限监测等系统的设备技术文件；
- e) 静态验收报告（含静态测试报告）及审查意见、不合格项目的整改情况及复测报告；
- f) 动态验收所需的其他资料。

4.2 动态验收工作应包括下列内容：

- a) 联调联试。在城际铁路工程静态验收及相关问题整改完成并确认合格后，采用检测列车、综合检测列车、试验列车和相关检测设备，对城际铁路相关系统性能、功能和系统间匹配关系进行综合测试和验证。通过对问题的整改以及系统的调整和优化，使相关系统和整体系统性能、功能达到设计要求。
- b) 动态检测。采用检测列车、综合检测列车、试验列车和相关检测设备在规定速度范围内，对全线牵引供电、接触网、通信、信号、车站设备与信息、自然灾害及异物侵限监测等系统，对路基、轨道、道岔、桥梁、隧道等结构工程，以及动车组、防灾联动、振动噪声、综合接地、电磁环境进行综合检测，验证工程的主要功能和性能是否符合相关技术标准和实际运营列车的运行稳定性、平稳性要求。
- c) 运行试验。通过运行图参数测试、故障模拟、应急救援演练、模拟列车运行图行车，检验各系统在正常与非正常条件下的适应性，验证能否符合运营要求；检验设备故障、突发事件和自然灾害条件下的应急处理能力。

4.3 动态验收条件

- a) 静态验收合格，静态验收阶段存在影响安全的问题整改完毕；
- b) 联调联试、动态检测和运行试验大纲已经批准；
- c) 工机具、常备材料、交通工具已按设计文件配备到位；
- d) 综合检测、轨道检测、接触网检测、机车牵引设备等专业检测机构及相关技术咨询服务已确定。

4.4 动态检测应结合联调联试进行，以联调联试和动态检测的最终结果作为动态检测评价的依据。

4.5 轨道几何状态、车辆动力学响应、接触网、分相装置、通信、信号、运行试验在全线线路进行检测评价，轨道结构、道岔结构、路基、桥梁、隧道、动车组、牵引供电、远动系统、同相供电、车站设备与信息、综合接地、噪声、振动、电磁环境、声屏障、站台门、自然灾害及异物侵限监测、防灾联动应选取线路典型检测点进行检测。

4.6 联调联试和动态检测、运行试验的具体检测内容应结合工程实际合理确定。

4.7 检测单位依据建设单位提供的相关技术资料，结合联调联试工作，与建设单位、运营单位共同研究制定联调联试和动态检测、运行试验大纲。

4.8 联调联试和动态检测大纲应包括检测区段、检测内容，检测方法、评定标准，检测用车辆、测点布置、时间计划、组织机构和分工等；运行试验大纲包括试验区段和试验列车、测试内容与方法，时间安排、组织分工、行车组织等；同时还应结合枢纽地区与既有铁路的接口等运营需求，考虑与本线相关线路和相衔接线路的跨线运行和不同车型、不同列控等级等方面的互联互通检测。

4.9 动车走行线、联络线和站线等相关工程的动态检测要求应按照设计要求及相关技术标准的规定，在联调联试和动态检测大纲中确定。

4.10 联调联试和动态检测工作应按下列流程进行：

- a) 现场检测准备和动车组上线条件确认；
- b) 逐级提速联调联试；
- c) 信号系统联调联试；
- d) 全线拉通；
- e) 根据检测结果及时进行问题整改、复测。

4.11 动态检测采用的检测列车和试验列车应处于正常使用状态。

4.12 动态检测和运行试验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。

4.13 联调联试和动态检测时，检测速度应由低向高逐级提速进行；若某一速度级的安全指标超限，必须在采取整改措施、安全指标达标后方可按更高速度级进行检测。

4.14 联调联试和动态检测时，当设备条件允许，综合检测列车最高测试速度应达到工程设计速度的110%。当受线路、设备等条件限制，不能达到工程设计速度的110%时，动态检测结论宜以最高试验测试速度为准。

4.15 综合检测列车以高于检测列车最低检测速度等级开始逐级提速，速度级差可为10km/h、20km/h，距线路设计速度50km/h以内时宜选用10km/h，每个速度级按照2~4个往返进行检测。

4.16 联调联试和动态检测应按照城际铁路行政主管部门的要求，参照国家铁路局现行的相关标准和管理规定进行行车安全控制。

4.17 动态验收过程中的工程质量问题应及时整改、复验确认。

4.18 动态检测和运行试验完成工作后应编写相应的报告，报告编写应符合本文件第21章的规定。

5 轨道

5.1 轨道几何状态

5.1.1 轨道几何状态常规检测项目应包括高低、轨向、轨距、轨距变化率、水平、三角坑（扭曲）、车体垂向加速度和车体横向加速度。

5.1.2 轨道几何状态检测项目应同时采用局部幅值和区段质量进行评价，动态检测指标应符合下列要求：

- a) 表1为局部幅值评价允许偏差管理值。局部幅值按每千米线路评价，检测结果不应出现II级偏差，且除轨距外每千米线路出现单项I级偏差长度不应大于5%。

表1 轨道几何状态幅值评价允许偏差验收管理值

线路设计速度等级/ (km/h)	120≤v≤160		160<v≤200	
轨道几何不平顺管理级别	I级	II级	I级	II级

高低/mm	波长 1.5~42.0m	4	6	4	5
	波长 1.5~70.0m	-	-	5	6
轨向/mm	波长 1.5~42.0m	4	5	4	5
	波长 1.5~70.0m	-	-	5	6
轨距/mm		+4 -2	+6 -4	+4 -2	+4 -3
轨距变化率/‰ (基长 3.0m)		1.0	1.2	0.8	1.0
水平/mm		4	6	4	5
三角坑/mm (基长 3.0m)		4	5	-	4
车体垂向加速度/ (m/s ²)		-	1.0	-	1.0
车体横向加速度/ (m/s ²)		-	0.6	-	0.6
<p>注 1: 高低和轨向偏差为对应波长范围空间曲线计算零线到波峰的幅值; 注 2: 水平限值不包含曲线按规定设置的超高值及超高顺坡量; 注 3: 三角坑限值包含缓和曲线超高顺坡造成的扭曲量; 注 4: 避免出现连续多波不平顺和轨向、水平逆向复合不平顺; 注 5: 限速区段应按该区段对应的设计速度等级指标评价; 120km/h 以下限速区段参照相关验收标准执行; 注 6: 横向加速度评判时应剔除曲线地段未平衡加速度影响; 注 7: 车体横向加速度采用 10Hz 低通滤波处理, 车体垂向加速度采用 20Hz 低通滤波处理; 注 8: 表中“-”表示该项无要求。</p>					

- b) 区段质量评价参数为轨道不平顺质量指数 (TQI), 每 200m 为一个 TQI 计算单元, TQI 允许偏差管理值见表 2。每个单元 TQI 不得大于最大允许值, 全线 TQI 超过基准值的累计单元长度不应大于总长度的 10%。

表 2 轨道不平顺质量指数 TQI 允许偏差管理值

线路设计速度等级/ (km/h)	波长/m	TQI/mm	
		最大允许值	基准值
120≤v≤160	1.5~42.0	9.0	4.0
160<v≤200	1.5~42.0	7.0	3.0
注: 限速区段应按该区段对应的设计速度等级指标评价; 120km/h 速度及以下限速区段参照相关验收标准执行。			

TQI 按下式计算:

$$TQI = \sum_{i=1}^7 \sigma_i \quad (\text{mm}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

σ_i ——各项几何偏差的标准差 (mm)

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (x_{ij} - \bar{x}_i)^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

\bar{x}_i ——各项几何偏差在单元区段中连续采样点的幅值 x_{ij} 的算术平均值 (mm);

N ——采用点的个数 (200m 单元区段)。

5.1.3 轨道几何状态检测宜采用检测项目齐全的综合检测列车进行等速检测评价。

5.1.4 轨道几何状态动态检测及数据处理方法应符合下列要求：

- 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) 检测系统应具备同步定位和地面标志识别功能，能区分路基、桥梁、隧道和过渡段等结构。

5.2 车辆动力学响应

5.2.1 车辆动力学响应常规检测项目应包括轮轨垂向和横向作用力、脱轨系数、轮重减载率和轮轴横向力，转向架构架和轴箱的横向和垂向加速度等车辆动力学响应稳定性指标，车体横向和垂向加速度，车辆运行平稳性指标，车体横向加速度变化率等。

5.2.2 车辆动力学响应动态检测指标应符合下列要求：

- a) 车辆动力学响应稳定性指标应符合表 3 的规定。

表 3 车辆动力学响应稳定性评判标准

项 目	标 准
脱轨系数 Q/P	$Q/P < 0.80$
轮重减载率 $\Delta P/\bar{P}$	$\Delta P/\bar{P} \leq 0.60$
轮轴横向力 H/kN	$H \leq 10 + P_0/3$
构架横向加速度/ (m/s^2)	采用 0.5~10.0Hz 滤波处理，峰值连续振动 6 次以上大于等于 8m/s^2 为不合格
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)； ΔP 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) 平稳性指标宜达到表 4 中“优”标准。

表 4 车辆动力学响应平稳性指标 W 评判标准

优	良好	合格
< 2.50	2.50~2.75	2.75~3.00

表 4 中的平稳性指标 W 按照下列公式计算：

$$W = 7.08 \sqrt{\frac{A^3}{f} F(f)} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- W ——平稳性指标；
- A ——振动加速度 (g)；
- f ——为振动频率 (Hz)；
- $F(f)$ ——频率修正系数，见表 5。

表 5 频率修正系数

垂直振动		横向振动	
0.5~5.9Hz	$F(f)=0.325f^2$	0.5~5.4 Hz	$F(f)=0.8f^2$
5.9~20.0Hz	$F(f)=400/f^2$	5.4~26.0 Hz	$F(f)=650/f^2$
>20.0Hz	$F(f)=1$	>26 Hz	$F(f)=1$

c) 未具体规定检测指标的参数应符合设计要求及相关技术标准的规定。

5.2.3 稳定性和平稳性指标检测、处理和计算方法应符合《机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范》(GB/T 5599)的相关规定。可根据综合检测列车或试验列车的实际配备情况选择间断式或连续式测力轮对进行检测。

a) 对于间断式测力轮对, 采样频率最小值应按照下式计算:

$$f_s = \frac{110v_{\max}}{3.6\tau D} \dots\dots\dots (3)$$

对应的滤波频率按照下式计算:

$$f_c = \frac{11v_{\max}}{3.6\tau D} \dots\dots\dots (4)$$

其中, v_{\max} 为最高试验速度 (km/h), D 为轮径 (m)。

b) 对于连续式测力轮对, 脱轨系数、轮重减载率和轮轴横向力应进行 40Hz 低通滤波后再作 2m 移动平均。

c) 平稳性指标计算频率范围为 0.5~40.0 Hz。

5.3 轨道结构动力性能

5.3.1 轨道结构动力性能专项检测项目应包括运行稳定性指标、钢轨轨头横向位移、轨枕横向位移、轨道板横向位移、钢轨垂向位移、轨枕垂向位移、轨道板与底座间垂向相对位移、钢轨振动加速度、轨枕振动加速度以及轨道板振动加速度等。

5.3.2 轨道结构动力性能检测指标应符合下列要求:

- a) 列车运行稳定性指标应符合表 3 的要求;
- b) 轨道结构动力性能指标应符合表 6 的要求;
- c) 过渡段区段的垂向基础刚度应均匀变化;
- d) 轨道结构动力性能检测应结合轨道几何状态和车辆动力响应对轨道结构做出验收评价。

表 6 轨道结构动力性能评判标准

检测项目	无砟轨道		有砟轨道	
	最大允许值	基准值	最大允许值	基准值
钢轨横向位移 (普通轨道/减振轨道) /mm	2.0/2.5	1.5/2.0	2.0	1.5
轨枕横向位移/mm	-	-	2.0	1.0
轨道板横向位移/mm	1.0	0.5	-	-
钢轨垂向位移 (普通轨道/减振轨道) /mm	2.0/4.0	1.5/3.0	2.5/-	2.0/-
普通轨道板垂向位移 (板中/板端) /mm	0.3/0.5	0.2/0.4	-	-
减振轨道板垂向位移 (板中/板端) /mm	0.6/1.0	0.4/0.8	-	-
轨枕垂向位移/mm	-	-	2.0	1.5
钢轨振动加速度 (普通轨道/减振轨道) / (m/s ²)	2000/3000		3000	

轨枕振动加速度/ (m/s ²)	-	500
轨道板振动加速度/ (m/s ²)	300	-
注：各项目检测值通常应小于基准值；检测结果不得大于最大允许值。		

5.3.3 轨道结构动力性能检测点选取原则和数量应符合下列要求：

- a) 每种轨道类型选取典型工点 1~2 处进行检测，对于特殊结构应根据需要增加检测数量；
- b) 轨道结构测点选取应遵循下列原则：
 - 1) 不同线下基础的典型轨道结构；
 - 2) 特殊轨道结构型式；
 - 3) 设置钢轨伸缩调节器的轨道结构；

5.3.4 钢轨垂向位移测点宜选择钢轨接头处。

5.3.5 轨道结构动力性能检测方法应符合下列要求：

- a) 运行稳定性指标按照《轮轨横向力和垂向力地面测试方法》(TB/T 2489) 的相关规定进行测试；
- b) 应采用位移计检测钢轨及轨枕横向和垂向位移、轨道板或轨枕垂向位移等；
- c) 轮轨垂直力和水平力应采用轮轨力标定架现场标定，或根据试验列车 5km/h 通过进行准静态标定和校核；各项位移检测应采用塞尺现场标定；应用标准应变源对所有检测仪器校核和对导线误差修正；

5.3.6 轨道结构动力性能检测数据处理方法应符合下列要求：

- a) 对记录的检测数据应进行奇异项、零点漂移、趋势项、记录波形和记录长度的检验；应消除系统误差，舍弃因过失误差产生的可疑数据；
- b) 采样频率不宜小于被测信号主频范围的 8 倍。

5.4 道岔

5.4.1 道岔专项检测项目应包括运行稳定性指标、钢轨轨头横向位移以及道岔区护轨、翼轨横向位移、钢轨垂向位移、尖轨开口量、心轨开口量、道岔区轨枕垂向位移、道岔区尖轨相对于基本轨垂向位移、心轨相对于翼轨垂向位移、道岔区轮轨力在尖轨和基本轨上的过渡范围、道岔区关键部件应力、以及牵引点、密检器处尖轨相对于基本轨水平位移，道岔转换阻力及转换密贴检查等。

5.4.2 道岔检测指标应符合下列要求：

- a) 道岔检测指标应符合表 7 的要求。

表 7 道岔检测指标要求

项 目	标 准
钢轨扣件横向弹性位移（直向/侧向通过道岔）	≤1.5/3.0
钢轨垂向位移/mm	≤3.0
尖轨、心轨开口量/mm	≤3.0
道岔转换阻力	小于各牵引点转辙机额定输出力 1.3~1.5 倍，最大不超过 6kN
转换密贴检查	密贴段牵引点位置有 4mm 间隙不锁闭，密检器位置有 5mm 间隙无表示
道岔区关键部件应力	分别小于材料容许应力
道岔区尖轨相对于基本轨垂向位移、心轨相对于翼轨垂向位移/mm	≤1.5

项 目	标 准
牵引点、密检器处尖轨相对于基本轨水平位移/mm	≤1.5

- b) 列车运行稳定性指标应符合表 3 的规定。
 - c) 道岔动力性能检测应结合轨道几何状态和车辆动力响应对道岔做出验收评价。
 - d) 未具体规定检测指标的参数应符合设计要求及相关技术标准的规定。
- 5.4.3 道岔检测点选取原则和数量应符合下列要求：
- a) 正线每种轨道类型选取典型型号道岔 2~3 组，对不同型号、不同生产商制造的道岔至少各检测 1 组。对于特殊结构应根据需要增加检测数量。
 - b) 道岔检测选取应遵循下列原则：
 - 1) 对典型型号道岔进行抽检；
 - 2) 特殊线下基础的道岔。
- 5.4.4 道岔动态检测方法应符合下列要求：
- a) 应按照《轮轨横向力和垂向力地面测试方法》（TB/T 2489），采用剪应力法检测轮轨垂直力 P 和轮轨水平力 Q ，据此计算列车内外轮脱轨系数、轮重减载率及轮轴横向力等列车运行稳定性指标。
 - b) 应采用位移计检测道岔区部件位移。
 - c) 轮轨垂直力和水平力应采用轮轨力标定架现场标定，并根据试验列车 5km/h 通过进行准静态标定和校核；各项位移检测应采用塞尺现场标定；应用标准应变源对所有检测仪器校核和对导线误差修正。
 - d) 道岔检测应在被测道岔不加锁条件下进行。
 - e) 直向通过道岔最大速度应达到设计速度的 110%；18 号及以上号码道岔侧向通过最大速度应为设计速度增加 10km/h。
- 5.4.5 道岔动态检测数据处理方法应符合下列要求：
- a) 对记录的检测数据应进行奇异项、零点漂移、趋势项、记录波形和记录长度的检验；应消除系统误差，舍弃因过失误差产生的可疑数据。
 - b) 采样频率不宜小于被测信号主频范围的 8 倍。

6 路基

6.1 路基检测项目应包括有砟轨道道床厚度、基床表层顶面中线高程、基床含水状况、路基动变形、路基振动加速度及有砟轨道路基动应力。

6.2 路基动态检测指标应符合下列要求：

- a) 有砟轨道道床厚度、基床表层填筑厚度评价指标应符合表 8 的规定和设计要求。

表 8 有砟轨道道床厚度和基床表层填筑厚度允许偏差

检测项目	允许偏差
有砟轨道道床厚度/mm	-20
基床表层顶面中线高程/mm	-20

注：有砟轨道道床厚度指完成轨道结构精调后对应的厚度。

- b) 基床含水状况评价指标应符合表 9 的规定和设计要求。

表 9 基床含水状况等级表

基床含水状况		对应土体饱和度 S_r 状况/%	反映基床防排水状况
土体潮湿程度	稍湿	≤ 50	良好
	潮湿	50~80	一般
	饱和	> 80	不良

- c) 路基动变形、路基振动加速度及有砟轨道路基动应力评价指标应符合表 10 的规定和设计要求。

表 10 路基动变形、路基振动加速度及有砟轨道路基动应力评价指标

检测项目	有砟轨道	无砟轨道
路基动变形/mm	$\leq P_0/200$	≤ 0.22
路基振动加速度/ (m/s^2)	≤ 10.0	≤ 10.0
路基动应力/kPa	$\leq \alpha P_0$	-

注： α 取 0.4kPa/kN； P_0 为测试列车静轴重（kN）。

6.3 路基检测点选取原则和数量应符合下列要求：

- a) 道床厚度（有砟轨道）、基床表层厚度和基床含水状况采用连续检测方式，有砟轨道全线检测，无砟轨道在路基动力性能测试区段检测。
- b) 路基动力性能检测工点选取典型路基及过渡段 2~4 处进行检测；新型结构、特殊填料和特殊地质条件路基等按需要检测。
- c) 路基动力性能测点选取原则：
 - 1) 典型结构路基及过渡段；
 - 2) 首次采用的新型结构路基及过渡段；
 - 3) 特殊填料的路基及过渡段；
 - 4) 特殊地质条件的路基及过渡段；
 - 5) 铺设新型或特殊轨道结构的路基及过渡段；
 - 6) 施工过程中出现重大缺陷或静态验收中异常的路基及过渡段；
 - 7) 设计中提出特殊要求的路基及过渡段。

6.4 路基动态检测方法应符合下列要求：

- a) 采用探地雷达检测道床厚度（有砟轨道）、基床表层厚度与基床含水状况。有砟轨道在道心和轨枕头两侧布置测线；无砟轨道在路肩和两线间布置测线。
- b) 基床表层布置压力、位移和加速度传感器进行动力响应测试。

6.5 路基动态检测数据处理方法应符合下列要求：

- a) 探地雷达检测的采样频率不宜小于天线中心频率的 6 倍，路基动荷载、路基动变形、路基振动加速度的采样频率不宜小于 1000Hz。
- b) 对检测数据进行零点漂移和滤波检验。
- c) 路基振动加速度幅值随速度变化的规律及频谱特性。

7 桥梁

7.1 桥梁专项检测应根据结构特点和实际需要选择下列参数：

- a) 梁体横向和竖向自振频率及振动阻尼比；

- b) 梁体控制部位（含端横梁）的竖向动挠度（含动力系数）；
- c) 梁端竖向转角；
- d) 混凝土桥的梁体控制截面、钢桥的主要杆件（含端横梁）的动应力（含动力系数）；
- e) 梁体横向和竖向振幅及强振频率；
- f) 梁体竖向振动加速度；
- g) 墩顶横向振幅和强振频率；
- h) 桥墩横向自振频率、高墩的振型；
- i) 支座竖向动位移；
- j) 无砟轨道相邻梁端两侧的钢轨支点横向相对位移；
- k) 斜拉桥的索力、拱桥（含组合结构）的吊杆应力、悬索桥的吊索应力、大跨结构的模态振型；

7.2 桥梁动态检测指标应符合下列要求：

a) 挠度

采用 ZC 活载设计的铁路桥梁梁体在动车组静活载换算至 ZC 活载作用下的竖向挠度（扣除支座竖向位移）应符合表 11 的规定和设计要求。

表 11 桥梁梁体的竖向挠度限值

设计速度/(km/h)	跨度范围		
	$L \leq 40\text{m}$	$40\text{m} < L \leq 80\text{m}$	$L > 80\text{m}$
200	$< L/1733$	$< L/1600$	$< L/1200$
160	$< L/1600$	$< L/1350$	$< L/1100$
120	$< L/1350$	$< L/1100$	$< L/1100$

注：表中限值适用于 3 跨及以上的双线简支梁；对于 3 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 2 跨一联的连续梁、2 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；斜拉桥在静活载作用下，主梁的竖向挠度宜小于 $L/500$ 。

b) 梁端竖向转角

采用 ZC 活载设计的铁路桥梁在动车组静活载换算至 ZC 活载作用下的梁端竖向转角应符合表 12 的规定和设计要求。

表 12 城际铁路桥梁梁端转角限值

桥上轨道类型	位置	限值(rad)	备注
有砟轨道	桥台与桥梁之间	$\theta \leq 2.0\text{‰}$	-
	相邻两孔梁之间	$\theta_1 + \theta_2 \leq 4.0\text{‰}$	-
无砟轨道	桥台与桥梁之间	$\theta \leq 1.5\text{‰}$	梁端悬出长度 $\leq 0.55\text{m}$
		$\theta \leq 1.0\text{‰}$	$0.55\text{m} < \text{梁端悬出长度} \leq 0.75\text{m}$
	相邻两孔梁之间	$\theta_1 + \theta_2 \leq 3.0\text{‰}$	梁端悬出长度 $\leq 0.55\text{m}$
		$\theta_1 + \theta_2 \leq 2.0\text{‰}$	$0.55\text{m} < \text{梁端悬出长度} \leq 0.75\text{m}$

c) 动力系数

桥梁的动力系数用运营动力系数进行评价。实测动力系数不宜大于运营动力系数，即：

$$1 + \mu_{\text{实测}} \leq 1 + \mu_{\text{运营}} \dots\dots\dots (5)$$

运营动力系数用下式表示:

$$1 + \mu_{\text{运营}} = 1 + \mu' + 0.5\mu'' \dots\dots\dots (6)$$

$$K = \frac{v}{2L_{\phi} \times n_0} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$$\mu' = \frac{K}{1 - K + K^4} \quad (\text{当 } K < 0.76), \quad \mu' = 1.325 \quad (\text{当 } K \geq 0.76)$$

$$\mu'' = \frac{\alpha}{100} \left[56 \cdot e^{-\left[\frac{L_{\phi}}{10}\right]^2} + 50 \cdot \left[\frac{L_{\phi} n_0}{80} - 1 \right] \cdot e^{-\left[\frac{L_{\phi}}{20}\right]^2} \right], \quad \text{若计算结果小于零, 取}$$

$\mu'' = 0$; 当

$v > 22\text{m/s}$, $\alpha = 1$;

v ——列车速度 (m/s);

n_0 ——桥梁一阶竖向自振频率 (Hz);

L_{ϕ} ——影响线加载长度 (m)。 $L_{\phi} < 3.61\text{m}$ 时按 3.61m 计; 简支梁时为梁的跨度; n 跨连续梁时取平均跨度乘以下列系数: $n=2$ 时, 1.20; $n=3$ 时, 1.30; $n=4$ 时, 1.40; $n \geq 5$ 时, 1.50, 当计算 L_{ϕ} 小于最大跨度时, 取最大跨度。

d) 竖向自振频率

简支梁竖向自振频率 (Hz) 不应小于 n_0 和设计值:

$$n_0 = \begin{cases} \frac{80}{L}, & 4\text{m} \leq L \leq 20\text{m} \\ 23.58L^{-0.592}, & 20\text{m} < L \leq 96\text{m} \end{cases} \dots\dots\dots (8)$$

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。

e) 有砟轨道桥梁的强振频率不大于 20Hz 的桥面竖向振动加速度不应大于 3.5m/s^2 。

无砟轨道桥梁的强振频率不大于 20Hz 的桥面竖向振动加速度不应大于 5.0m/s^2 。

f) 200km/h 铁路在动车组作用下钢桥端横梁的拼接纵梁位置处的挠度不应大于 2mm。

g) 无砟轨道相邻梁端两侧的钢轨支点横向相对位移不应大于 1mm, 有砟轨道相邻梁端两侧的钢轨支点横向相对位移不应大于 2mm。

h) 未具体规定检测指标的参数应符合设计要求及相关技术标准的规定。

7.3 桥梁检测点选取原则和数量应符合下列要求:

a) 桥梁检测工点选取原则

- 1) 选择主型梁;
- 2) 选择首次使用或改变使用条件的标准设计梁;
- 3) 选择新型结构、特殊结构、大跨度桥梁等;
- 4) 选择铺设新型或特殊轨道结构的桥梁;
- 5) 施工过程中出现重大缺陷或静态验收中异常的桥梁;
- 6) 建设、运营单位特别要求的桥梁;
- 7) 应用新材料的桥梁结构;
- 8) 采用新工艺的桥梁结构。

b) 检测抽样数量

根据桥梁分布, 全线选择不同墩高的常用跨度主型梁 2~4 孔, 新型结构、特殊结构和

大跨度桥梁按需要检测。

7.4 检测数据处理应符合下列要求：

- a) 时域数据处理
 - 1) 对记录的检测数据应进行奇异项、零点漂移、趋势项、记录波形和记录长度的检验；
 - 2) 被检测结构的自振频率，可在无载时间段记录曲线上比较规则的波形段内取有限个频率的平均值；
 - 3) 被检测结构的阻尼比，可按自由衰减曲线求取；
 - 4) 被检测结构各点的幅值，应记录信号幅值除以检测系统的增益，并按此求得振型；
 - 5) 应消除系统误差，舍弃因过失误差产生的可疑数据。
- b) 频域数据处理
 - 1) 采样间隔应符合采样定理的要求；
 - 2) 对频域中的数据应采用滤波、零均值化方法处理；
 - 3) 被检测结构的自振频率和强振频率，可采用自谱分析方法求取；
 - 4) 被检测结构的阻尼比，宜采用自相关函数分析、曲线拟合法或半功率点法确定；
 - 5) 被检测结构的振型，宜采用自谱分析、互谱分析或传递函数分析方法确定；进行谱分析时，应合理选择时间窗函数，以减少泄漏，在桥梁检测的实际运用中可选择汉宁（Hanning）、哈明（Hamming）、凯塞-贝塞尔（Kaiser-Bessel）或其他合适的时间窗函数。
- c) 动态测试上限截止频率宜按照表 13 选取。可根据车速大小对应力、挠度、位移、转角、振动幅值和竖向振动加速度等参数的上限截止频率进行调整。

表 13 动态测试上限截止频率

项目	上限截止频率/Hz
应力、挠度、位移、转角、振动幅值、车速	200
竖向振动加速度	20
自振频率	设计自振频率×4

8 隧道

8.1 隧道气动效应

8.1.1 隧道气动效应对隧道内气动效应和列车空气动力学进行检测。检测项目应包括：

- a) 隧道内气动效应：隧道内瞬变压力、附属设施气动力、洞口微气压波。
- b) 列车空气动力学：列车车内空气压力变化、列车车内外压差。

8.1.2 隧道气动效应检测范围应符合下列规定：

- a) 隧道内气动效应应选取正线典型隧道进行检测，测点选取应符合下列规定：
 - 1) 线路长度为 0~100km 时，选择 1~2 座，线路长度 100~200km 时，选取 2~4 座；线路长度 200km 以上时，每增加 200km 增加 1 座。
 - 2) 所选测点处的线路设备设施条件宜满足最高检测速度要求。

- b) 列车空气动力学应对正线各隧道进行检测。
- 8.1.3 隧道气动效应检测方法应符合下列规定：
 - a) 隧道内气动效应
 - 1) 隧道内瞬变压力采用在隧道壁面布置气压传感器进行检测，每个测点布置不少于3个检测断面，每个断面设置2个气压传感器，记录列车通过时隧道内瞬变压力；
 - 2) 附属设施气动力采用在附属设施表面布置气压传感器进行测试，每座隧道检测3~5种附属设施。
 - 3) 洞口微气压波采用在隧道洞口20m、50m处布置的微气压波传感器进行检测。
 - b) 列车空气动力学宜采用综合检测列车进行检测。
- 8.1.4 隧道气动效应评价指标应符合下列规定：
 - a) 隧道内瞬变压力3s变化极值应小于800Pa。
 - b) 附属设施气动力评价指标应符合设计要求。
 - c) 隧道洞口微气压波评价指标应符合《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》（TB/T 3503.3）中相关规定。
- 8.1.5 隧道气动效应检测数据处理应符合下列规定：
 - a) 隧道内气动效应的采样频率不宜小于1000Hz。
 - b) 列车空气动力学应对典型长度隧道（群）进行车内空气压力变化和车内外压差的数据分析。典型长度隧道（群）应包含线路中与最不利通过隧道长度最接近的隧道，对于间距小于250m的相邻隧道应作为典型隧道群处理。

8.2 隧道衬砌

- 8.2.1 隧道衬砌检测项目应包括建筑限界、衬砌表面裂缝、衬砌背后空鼓（空洞）。
- 8.2.2 隧道衬砌应选取正线典型隧道进行检测。线路长度0~100km时，选取2~3座；线路长度每增加100km，增加1座。
- 8.2.3 隧道衬砌检测方法应符合下列规定：
 - a) 建筑限界宜采用激光设备对隧道全断面进行检测。
 - b) 衬砌表面裂缝、空鼓宜采用相机或激光成像及地质雷达等设备对隧道全断面进行检测。
- 8.2.4 隧道衬砌检测评价指标应符合下列规定：
 - a) 建筑限界以整座隧道为单位进行评价，曲线隧道的建筑限界经折减后，按照直线隧道限界进行评价。建筑限界应满足设计文件要求。
 - b) 衬砌表面裂缝检测评价指标应符合表14规定，检测结果未发现2级、3级和4级裂缝为“合格”。
 - c) 隧道衬砌空鼓检测评价指标应满足粤港澳大湾区城际铁路施工质量验收相关标准及设计文件要求。

表 14 衬砌表面裂缝检测评价指标

检测项目	裂缝等级			
	1级	2级	3级	4级
衬砌表面裂缝	一般龟裂	裂缝长度 $L < 5\text{ m}$ ，且宽度 $\delta < 3\text{ m m}$	裂缝长度 $L < 5\text{ m}$ ，且宽度 $5\text{ m m} \geq \delta \geq 3\text{ m m}$	裂缝长度 $L > 5\text{ m}$ ，宽度 $\delta > 5\text{ m m}$

8.2.5 建筑限界数据处理应符合下列规定：

- a) 数据处理时应以轨面为测量基准。
- b) 曲线内侧建筑限界折减按下式进行计算：

$$X = B - \frac{H}{1500}h \quad (9)$$

式中：

- X ——折减后的建筑限界半宽（mm）；
- B ——实测建筑限界半宽（mm）；
- H ——计算点自轨面算起的高度的数值（mm）；
- h ——外轨超高的数值（mm）。

9 动车组

9.1 应对车辆限界进行检查，符合《标准轨距铁路限界 第1部分：机车车辆限界》（GB 146.1）的要求。

9.2 动车组专项检测应包括列车紧急制动距离、车门安全连锁、车门故障隔离、车门障碍物探测、列车联挂救援、列车超速安全防护、能耗、典型运行图、车内噪声等测试内容。

9.3 动车组专项检测应符合下列要求：

列车紧急制动距离、车门安全连锁、车门故障隔离、车门障碍物探测、列车联挂救援测试、列车超速安全防护、能耗、典型运行图、车内噪声等测试应分别符合表 15～表 23 的规定。

9.3.1 列车紧急制动距离测试按照表 15 进行：

表 15 列车紧急制动距离测试

项目名称	列车紧急制动距离测试
测试目的	测试列车在设计最高运行速度下的紧急制动距离是否符合设计要求。
测试内容与amp;方法	列车以人工驾驶模式在平直线路区段运行至设计最高运行速度时，列车驾驶员按下紧急制动按钮，至列车停止时，测量列车紧急制动距离。
测试结果	列车紧急制动距离应符合设计要求。

9.3.2 车门安全连锁测试按照表 16 进行：

表 16 车门安全连锁测试

项目名称	车门安全连锁测试
测试目的	测试车门与列车牵引控制连锁功能是否符合设计要求。
测试内容与amp;方法	a) 将阻挡块放在一扇车门两扇门叶之间，使车门不能完全锁闭，按列车关门按钮后，推主控制器手柄至牵引位，启动列车，观察列车状态； b) 列车在区间零速以上运行，按开门按钮，观察客室车门状态。
测试结果	a) 列车主控制器手柄推至牵引位，列车仍无牵引力、不能启动； b) 列车在零速以上运行时，按列车开门按钮，客室车门不能打开。

9.3.3 车门故障隔离测试按照表 17 进行：

表 17 车门故障隔离测试

项目名称	车门故障隔离测试
测试目的	测试车门故障隔离功能是否符合设计要求。
测试内容与方法	列车停靠站台，通过隔离装置专用钥匙对测试车门进行隔离后，按司机室开门按钮观察全部车门状态；被测车门处于隔离状态，操作紧急解锁装置后，记录是否不能手动打开被测车门。
测试结果	按司机室开门按钮，被隔离车门不能打开，其他车门打开；被测车门处于隔离状态，操作紧急解锁装置后，仍无法手动打开被测车门。

9.3.4 车门障碍物探测测试按照表 18 进行：

表 18 车门障碍物探测测试

项目名称	车门障碍物探测测试
测试目的	测试车门防夹和再关门功能是否符合设计要求。
测试内容与方法	将测试块作为障碍物置于车门两扇门叶之间，列车发出关门指令后，记录开门次数及车门最终状态，并用压力测试仪记录关门压力。
测试结果	被测车门按照设计要求自动循环打开和关闭数次后，车门保持打开状态、关门压力应符合设计要求。

9.3.5 列车联挂救援测试按照表 19 进行：

表 19 列车联挂救援测试

项目名称	列车联挂救援测试
测试目的	测试列车联挂救援功能是否符合设计要求。
测试内容与方法	a) 将模拟故障列车施加停放制动，降弓/靴停放在线路上，另一列救援列车低速靠近模拟故障列车进行列车联挂； b) 完成联挂后，释放模拟故障列车停放制动，推救援列车牵引手柄牵引模拟故障列车至一定距离，记录列车联挂救援情况。
测试结果	列车联挂救援功能应符合设计要求。

9.3.6 列车超速安全防护测试按照表 20 进行：

表 20 列车超速安全防护测试

项目名称	列车超速安全防护测试
测试目的	测试线路最高允许限速、区段限速、道岔侧向限速、轨道尽头停车等列车运行安全防护功能是否符合设计要求。

测试内容与amp;方法	<p>a) ATP 超速安全防护测试 列车以 ATP 防护模式行车，持续加速至超速报警，忽略报警继续加速到紧急制动触发；记录列车限速显示、超速报警情况以及触发紧急制动时的列车运行速度。</p> <p>b) 区段限速安全防护测试 线路某区间设置限速后，列车以 ATP 防护模式在该区间持续加速至区段限速值；记录列车限速值、触发常用制动和紧急制动时的列车运行速度。</p> <p>c) 侧向过岔安全防护测试 列车以 ATP 防护模式行车，持续加速至道岔侧向最高限制速度；记录触发紧急制动时的列车运行速度。</p> <p>d) 轨道尽头安全防护测试 排列直通轨道尽头的进路后，列车以 ATP 防护模式行车至轨道尽头停车点；列车到达停车点前的整个过程中，记录列车在不同位置的运行速度；若列车仍未能减速，列车驾驶员应实施紧急制动。</p> <p>e) 降级模式下闯红灯安全防护测试（仅对设置了点式 ATP 降级系统） 关闭车站前方道岔处的防护信号机或关闭出站信号机后，列车以点式 ATP 降级模式行车至防护信号机或出站信号机；记录列车触发常用制动或紧急制动情况。</p> <p>f) 隔离模式（IS）行车安全防护测试 列车以 IS 模式加速至超速报警，忽略报警继续加速到紧急制动触发；记录限速显示、报警情况以及触发紧急制动时的列车运行速度。</p> <p>g) 反向 ATP 安全防护测试</p>
测试结果	<p>a) 列车行驶接近 ATP 最大允许列车运行速度时，驾驶室显示单元应有报警；加速至 ATP 最大允许列车运行速度时，车载 ATP 应施加紧急制动；</p> <p>b) 列车运行接近区段临时限速值时，驾驶室显示单元应有报警；加速超过允许速度时，列车应触发紧急制动，超速防护制动点的速度应低于区段临时限速值；</p> <p>c) 列车运行接近侧向道岔限速值时，驾驶室显示单元应有报警；继续加速应触发紧急制动，超速防护制动点的速度应低于侧向道岔限速值；</p> <p>d) 列车以 ATP 防护模式行驶至轨道尽头停车点过程中，最大允许列车运行速度降为系统限定值；列车越过停车点设定距离，最大允许列车运行速度降为零，强行越过时应触发紧急制动；</p> <p>e) 列车在点式 ATP 降级模式下闯红灯，应触发常用或紧急制动；</p> <p>f) 列车接近 ERM 模式最大允许限速时，驾驶室显示单元应有报警；加速超过 RM 模式最大允许速度时，应触发紧急制动；</p> <p>g) 列车以 ATP 防护模式反向运行时，实施列车超速、限速、正常开关门等操作正常，ATP 安全防护功能有效。</p>

9.3.7 能耗测试按照表 21 进行：

表 21 能耗测试

项目名称	能耗测试
测试目的	为进行实际测试的能耗与预测能耗比较，而规定必要的试验程序。
测试内容与amp;方法	<p>本试验应在规定的天气和气温条件下，利用已经运行一段时间的车辆来进行电能消耗的试验，应当由安装在车辆本身或其联挂车辆（如动力试验车）上的测试仪器，来测量供电网电压和电流，然后通过推算得到电能消耗量。此外，供电网电压可用记录式电压计来检查。</p> <p>所测得的电能消耗与某些有用而不能控制的变量有关，例如运行条件、速度变化、特别是与规定采用再生制动的电网吸引能力等有关。因此，应监测电网对再生制动的吸收能力。</p>
测试结果	能耗应符合设计要求

9.3.8 典型运行图测试按照表 22 进行：

表 22 典型运行图测试

项目名称	典型运行图测试
测试目的	检查车辆满足规定的运行图的能力
测试内容与方法	利用已经运行一段时间的车辆来进行典型运行图测试，测定通过各区间的时间或总里程所需的时间，判断车辆完成典型运行图的时间是否符合设计要求。
测试结果	车辆完成典型运行图的时间符合设计要求。

9.3.9 车内噪声按照表 23 进行：

表 23 车内噪声测试

项目名称	车内噪声测试
测试目的	确保车辆内部噪声符合设计要求。
测试内容与方法	车内噪声试验应按照《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》（GB 14892）进行。
测试结果	车辆内部噪声符合设计要求。

9.4 动车组测试选取原则和数量应符合以下要求：

- a) 动车组测试应考虑该运营线路上所有车型。
- b) 每种车型应不少于 1 列。

9.5 新造动车组试运行里程应满足如下要求：时速 200km 不少于 1000km，时速 160km 不少于 500km。

10 电力牵引供电

10.1 牵引供电

10.1.1 牵引供电系统常规检测项目应包括供变电系统主电路运行性能指标、供变电设施运行的安全性检测和功能检验，专项检测项目主要包括接触网人工短路检测。

10.1.2 牵引供电系统动态检测指标应符合下列要求：

- 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) 平均有效电压：不小于 22.5kV；
 - 5) 供电臂末端电压不小于 20kV。
- b) 牵引变电所在试验列车取流时段的计量考核点平均功率因数不应低于 0.9。
- c) 110kV、220kV 供电电源电压正负偏差绝对值之和不超过 10%。
- d) 220kV 母线的正常电压不平衡度低于 2%，短时值不超过 4%。
- e) 条件具备时，应按设计要求规定的追踪间隔、运行速度条件，检测列车运行时的供电运行参数及越区供电运行参数。

- f) 接触网人工短路时，0.1s 内的钢轨电位应小于 1684V。故障点标定装置测距精度和继电保护装置动作应符合有关技术条件要求。
- g) 未具体规定检测指标的参数应符合设计要求及相关技术标准的规定。
- h) 相邻牵引变电所支援供电能力应符合设计要求。
- i) 接触网越区供电能力应符合设计要求。

10.1.3 牵引供电系统动态检测应对不同的电源电压等级和不同的供电制式、主变压器接线型式各选取一处检测。

10.1.4 牵引供电系统动态检测方法应符合下列要求：

- a) 牵引变电所、自耦变压器所、分区所检测的电压传感器并接于电压互感器二次输出，电压传感器输入阻抗应大于 20kΩ。
- b) 牵引变电所、自耦变压器所、分区所检测的低阻抗电流传感器串接于电流传感器二次回路，电流传感器输入阻抗应小于 0.1Ω，或电流钳于电流互感器二次线取得电流信号，优先采用电流钳。
- c) 牵引变电所、自耦变压器所、分区所运行参数，采用 24h 以上连续测量方式。
- d) 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) 牵引变电所、自耦变压器所、分区所被测信号的数量，应符合电能质量分析、牵引供电能力分析 & 牵引网内电流分配比例分析的需要。
- f) 应采用接触线对钢轨、接触线对地 2 种方式进行接触网人工短路试验。
- g) 接触网短路试验点，直接供电方式宜设于供电臂中间及末端，AT 供电方式宜设于第一 AT 段末端及第二 AT 段中间位置。

10.1.5 牵引供电系统动态检测数据处理方法应符合下列要求：

- a) 对牵引变电所、自耦变压器所、分区所电流、电压原始波形经过相关分析、DFT 计算、统计归纳取得各采样信号的有效值、最大值、波形、各奇次/偶次谐波分量、综合畸变率，变压器原次边输入输出功率、功率因数、负序参数。
- b) 结合试验区段的列车运行安排，统计、分析与牵引负荷相对应的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) 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) 试验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) 统计分析的谐波次数应大于 31 次谐波，最大谐波次数可在 31~100 次分析范围内进行设定。
- f) 接触网人工短路，应对变电所的母线电压、各馈线电流、自耦变压器吸上电流进行录波，计算稳态短路阻抗值、阻抗角、自耦变压器吸上电流比。

10.1.6 相邻牵引变电所故障支援供电、牵引接触网越区供电等功能的测试结果满足表 24 和表 25 要求。

表 24 相邻牵引变电所支援供电测试

项目名称	相邻牵引变电所支援供电测试
测试目的	测试牵引变电所支援供电能力是否符合设计要求
测试内容与方法	两座及两座以上牵引变电所的线路，对拟退出牵引变电所相关开关设备及继电保护作预定操作，使一座牵引变电所退出运行且其母线系统正常
测试结果	牵引变电所支援供电的能力和符合设计要求

表 25 牵引接触网越区供电测试

项目名称	牵引接触网越区供电测试
测试目的	测试牵引接触网越区供电能力是否符合设计要求
测试内容与方法	模拟解列正线一座牵引变电所，进行左右相邻两座牵引变电所供电的倒闸操作，实现对解列牵引变电所供电区段进行大双边供电；记录大双边供电时的牵引电压和电流等运行数据
测试结果	大双边供电时，牵引电压和电流等符合设计要求

10.2 接触网

10.2.1 接触网常规检测项目应包括接触网几何参数、接触线平顺性指标、弓网受流参数等。

10.2.2 接触网动态检测指标应符合下列要求：

- a) 接触网几何参数，包括接触线高度、接触线坡度、拉出值、接触线相互位置（锚段关节、线岔、分相关节等断面），应符合设计要求或相关技术标准的规定。
- b) 接触线平顺性指标，包括硬点（垂直加速度）、一跨内接触线高差 $H_{\max}-H_{\min}$ (2A)，宜符合表 26 的规定。

表 26 接触线平顺性检测标准

硬点/ (m/s ²)	<490
2A/mm	<150
注：硬点检测值超过标准值跨数应小于检测总跨数的 0.5%。	

c) 弓网受流参数应检测弓网动态接触力和燃弧指标。

1) 弓网动态接触力指标

平均接触力的最大值 (N)：

$$F_{m,\max} < 0.00047v^2 + 90 \dots \dots \dots (10)$$

平均接触力的最小值 (N)：

$$F_{m,\min} > 0.00047v^2 + 60 \dots \dots \dots (11)$$

标准偏差 (N)：

$$\sigma \leq 0.3 \times F_m \dots \dots \dots (12)$$

接触力的最大值 (N)：

$$F_{\max} \leq 300 \dots \dots \dots (13)$$

接触力的最小值 (N)：

$$F_{\min} > 20 \dots \dots \dots (14)$$

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_m ——平均接触力 (N)；

F_{\max} ——接触力的最大值 (N)；

F_{\min} ——接触力的最小值 (N)；

v ——速度 (km/h)；

σ ——接触力偏差。

2) 弓网燃弧指标

最大燃弧时间：

$$T_{\max} < 100ms \dots \dots \dots (15)$$

燃弧率：

$$\mu < 5\% \dots\dots\dots (16)$$

式中：

$$\mu = \frac{\sum t_{arc}}{t_{total}} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

$\sum t_{arc}$ —— 单次燃弧持续时间大于 5ms 的燃弧时间总和；

t_{total} —— 测量总时间。

燃弧次数应小于 1 次/160m。

- d) 定位点处的接触线动态抬升量 ΔH 应小于 120mm 或符合设计要求。

10.2.3 接触网动态检测方法应符合下列要求：

- a) 接触网动态检测应采用接触网检测车、综合检测列车或安装检测装置的试验列车，按规定的检测速度对接触网的几何参数、接触线的平顺性和弓网受流参数进行检测。
- b) 接触网几何参数可用接触和非接触两种方式进行检测。
- c) 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。
- d) 定位点处的接触线动态抬升量可采用综合检测列车进行检测，接触网的特定断面（包括定位点、跨中、锚段关节、线岔）的测量可采用地面测量方法。

10.2.4 接触网动态检测数据处理方法应符合下列要求：

- a) 接触网检测数据的统计分析按接触网的一个跨距为统计分析步长，检测设备应具有统计数据实时显示和储存、信号波形显示、图像显示、数据和波形回放功能。
- b) 定位点处的接触线动态抬升量采用综合检测列车测量时，应通过静态、动态条件下测得的两条接触线轨迹进行比较计算获得。
- c) 在地面测量时，可采用图像处理法或位移传感器测量法检测各断面的接触线振动波形，分析振幅最大值和振动频率。

10.3 远动系统

10.3.1 远动系统专项检测项目包括牵引供电、电力远动系统检测。

10.3.2 远动系统的遥控（调）、遥信、遥测功能应符合设计要求及相关技术标准规定。

10.3.3 远动系统检测数量应符合下列要求：

- a) 被控站抽样数量为：牵引变电所、分区所、自耦变压器所、电力配电所、变电所、箱式变电站各一个。
- b) 遥控（调）功能检测不应少于遥控（调）总数的 20%。
- c) 遥信功能检测不应少于遥信总数的 20%。
- d) 遥测功能检测不应少于遥测总数的 20%。

10.3.4 远动系统检测方法应符合下列要求：

- a) 通过控制站对被控站的遥控（调）、遥信、遥测功能进行检测。
- b) 遥控（调）：通过控制站对被控站的遥控（调）对象进行操作，在控制站及被控站对遥控（调）对象的状态进行确认。
- c) 遥信：在被控站设置各类信号，在控制站进行确认。
- d) 遥测：在被控站进行实际测量或设置模拟量，在控制站进行确认。

10.4 分相装置

10.4.1 分相装置专项检测项目包括动车组过分相 ATP 控制方式、地面磁感应器控制方式的断电和合电的里程位置、主断路器动作状态及网压变化、动车组过分相时的速度损失和时间损失检测。

10.4.2 动车组自动过分相应符合设计规范要求。动车组车载过分相装置接收地面信号（ATP、磁缸）正确、主断路器断合位置正确。

10.4.3 分相装置检测方法应符合下列要求：

- a) 观察司机显示屏相关信息显示。
- b) 记录车载过分相装置信号、动车组网压变化、主断路器状态、速度损失，计算时间损失等。
- c) 检测全线每一分段设置点；全线至少检测 2 个往返。

10.5 同相供电装置

10.5.1 同相供电装置专项检测项目包括动车组过同相供电装置时的速度损失和时间损失。

10.5.2 动车组过同相供电装置应符合设计规范要求。动车组过同相供电装置时地面断路器断合位置正确，同相供电装置功能正常。

10.5.3 同相供电装置检测应符合下列要求：

- a) 记录动车组过同相供电装置时的信号、动车组网压变化、地面断路器状态、速度损失、计算时间损失等。
- b) 检测全线每一同相供电装置设置点；全线至少检测2个往返。

11 通信

11.1 通信动态检测项目

通信常规动态检测项目应包括GSM-R数字移动通信系统（以下简称GSM-R系统）、WLAN、LTE-M、TETRA、EUHT的场强覆盖和服务质量，电磁环境干扰检测、调度通信功能、列车无线车次号校核信息传送系统功能、调度命令信息无线传送系统功能、应急通信系统功能（如有）、综合视频监控系统和列车视频图像回传性能等。

11.2 通信动态检测指标

11.2.1 GSM-R 通信动态检测指标应符合下列要求：

场强覆盖以接收电平表示，并应符合表 27 的要求。

表 27 GSM-R 系统场强覆盖要求

业务种类	接收天线位置	统计概率/%	最小可用接受电平 P_{\min}/dBm
电路域语音	动车组顶部	95	-98
电路域列车控制类数据	动车组顶部	95	-92

电路域的服务质量应符合表 28 和表 29 的规定。

表 28 GSM-R 系统电路域语音业务服务质量指标

服务质量项目	指标值
端到端呼叫（连接）建立时间	铁路紧急呼叫 < 2.0s (95%), < 3.0s (99%) 同一区域内司机之间 MS 组呼 < 5.0s (95%), < 7.5s (99%)

服务质量项目	指标值
	除上述外, MS-FT 的运营呼叫: <5.0s (95%), <7.5s (99%) 除上述外, FT-MS 的运营呼叫: <7.0s (95%), <10.5s (99%)
	除上述外, MS 之间的运营呼叫: <10s (95%), <15.0s (99%) 其他低优先级呼叫: <10.0s (95%), <15.0s (99%)
呼叫(连接)建立失败概率	<10 ⁻²
越区切换中断时间	<0.5s (95%)
越区切换成功率	≥99.5%

表 29 GSM-R 系统电路域列车控制类数据业务服务质量指标

服务质量项目	指标值
移动台发起的连接建立时延	<8.5s (95%), ≤10.0s (100%)
连接建立失败概率	<10 ⁻²
最大端到端传输时延	≤0.5s (99%)
连接丢失概率	≤10 ⁻² /h
传输干扰时间 T_{TI}	<0.8s (95%), <1.0s (99%)
传输无差错时间 T_{REC}	>20.0s (95%), >7.0s (99%)
网络注册时延	≤30.0s (95%), ≤35.0s (99%), ≤40.0s (100%)

分组域数据传输的服务质量应按表 30~表 32 的规定进行评价。

表 30 GSM-R 系统分组域数据传输延迟等级检测标准

s

延迟等级 \ 数据包大小	128Byte		1024Byte	
	平均延迟	95%数据包延迟	平均延迟	95%数据包延迟
1	<0.5	<1.5	<2.0	<7.0
2	<5.0	<25.0	<15.0	<75.0

表 31 GSM-R 系统分组域数据传输峰值吞吐量检测标准

峰值吞吐量级别	Byte/s	峰值吞吐量级别	Byte/s
1	1000	6	32000
2	2000	7	64000
3	4000	8	128000
4	8000	9	256000
5	16000		

表 32 GSM-R 系统分组域数据传输平均吞吐量检测标准

平均吞吐量级别	Byte/h	平均吞吐量级别	Byte/h
1	100	10	100000
2	200	11	200000
3	500	12	500000

平均吞吐量级别	Byte/h	平均吞吐量级别	Byte/h
4	1000	13	1000000
5	2000	14	2000000
6	5000	15	5000000
7	10000	16	10000000
8	20000	17	20000000
9	50000	18	50000000

11.2.2 WLAN、LTE-M、TETRA 和 EUHT 通信动态检测指标应符合下列要求：

a) WLAN 场强覆盖

WLAN 场强覆盖指标应满足在 98%统计概率下，车载天线处的最小参考信号接收功率（RSRP）不低于-80dBm 或满足设计要求。

b) LTE-M 场强覆盖

LTE-M 场强覆盖指标应满足在 98%统计概率下，对于承载 CBTC 业务的 LTE-M 车载台，在增益为 0dBi 的列车车顶天线处的最小参考信号接收功率（RSRP）不低于-95dBm，信干噪比不低于 3dB。

c) TETRA 场强覆盖

TETRA 接收电平在上下行链路的每载频信号场强，在漏泄同轴电缆区覆盖应满足 ≥ -90 dBm；在天线区段应满足 ≥ -85 dBm。

d) EUHT 场强覆盖

EUHT 场强覆盖指标应满足在 98%统计概率下，车载天线处的最小参考信号接收功率（RSRP）不低于-85dBm 或满足设计要求。

e) WLAN 服务质量检测应满足如下要求：

- 1) 车站系统、轨旁系统、列车系统检测结果应符合设计要求，检测应包括信号覆盖检测、覆盖区域内漫游检测、无线接入时延和丢包率检测；
- 2) 车地无线桥接通信检测结果应符合设计要求，并在列车最高运行速度下检测以下项目，包括车地无线传输带宽、目标覆盖区域内无线网络切换时延和切换成功率、目标覆盖区域内无线网络时延和丢包率；

f) WLAN 服务质量动态检测指标应满足下列指标要求：

- 1) 信息传输延迟时间：信息传输的端到端延迟时间（包含地面网络时延）不大于 150ms；
- 2) 信息传输速率：在非切换区域，单列车无线网络信息传输上下行总速率不小于 1Mbps；
- 3) 信息传输丢包率：在非切换区域，信息传输丢包率不大于 1%；
- 4) 信息传输切换时间：无线网络切换时间 95%概率条件下小于 100ms。

g) LTE-M 服务质量检测应满足如下要求：

- 1) LTE-M 服务质量检测结果应符合设计要求，LTE-M 服务质量主要检测项目包括：传输时延、丢包率、上下行传输速率、越区切换性能、连接建立时延、连接建立失败概率、连接断开（失效）概率；

h) LTE-M 服务质量动态检测指标应满足下列指标要求：

- 1) 单路单向传输时延不超过 150ms 的概率不小于 98%，不超过 2s 的概率不小于 99.92%；
- 2) 列丢包率不超过 1%，通信中断时间不超过 2s 的概率不小于 99.99%；

- 3) GOA1/2 下列车控制业务数据周期性发送，要求每路传输速率上下行分别不小于 256kbit/s；
 - 4) GOA3/4 下列车控制业务数据周期性发送，要求上行每路传输速率不小于 512kbit/s，下行每路传输速率不小于 512kbit/s。
 - 5) 承载 CBTC 和调度语音业务的 LTE 系统单设备切换成功率不应小于 99.92%，承载其他业务的 LTE 系统设备切换成功率不小于 95%；
 - 6) 越区切换造成的通信延时不超过 150ms 的概率不小于 98%，承载 CBTC 和调度语音业务的 LTE 系统单设备切换时延不超过 2s 的概率不小于 99.92%；
 - 7) 移动终端发起的连接建立时延小于 500ms 的概率不低于 95%；
 - 8) 移动终端发起的连接建立时延不超过 1s 的概率为 100%，移动终端发起的连接建立时延大于 1s 时，则认为连接建立失败；
 - 9) 网络侧设备发起的连接建立时延小于 500ms 的概率不低于 95%；
 - 10) 网络侧设备发起的连接建立时延不超过 1s 的概率为 100%，网络侧设备发起的连接建立时延大于 1s 时，则认为连接建立失败；
 - 11) 连接建立失败概率应小于 1%；
 - 12) 连接建立失败概率小于 1%的情况下，链路断开（失效）概率应小于 1%。
- i) EUHT 服务质量检测应满足如下要求：
- 1) 轨旁系统、列车系统检测结果应符合设计要求，检测应包括信号覆盖检测、无线接入时延和丢包率检测；
 - 2) 车地无线桥接通信检测结果应符合设计要求，并在列车最高运行速度下检测以下项目，包括车地无线传输带宽、目标覆盖区域内无线网络时延和丢包率；
- j) EUHT 服务质量动态检测指标应满足下列指标要求：
- 1) 信息传输延迟时间：信息传输的端到端延迟时间不大于 150ms；
 - 2) 信息传输速率：在非切换区域，单列车无线网络信息传输上下行总速率不小于 300Mbps；
 - 3) 信息传输丢包率：在非切换区域，信息传输丢包率不大于 1%。
- 11.2.3 调度通信功能应符合编号方案及相关技术标准的规定。
- 11.2.4 列车无线车次号校核信息传送系统应能按照规定条件传送车次号校核信息，传送成功率不应低于 99%。
- 11.2.5 调度命令信息无线传送系统应能按规定发送列车进路预告、调度命令等信息，传送成功率不应低于 99%。
- 11.2.6 应急通信系统（如有）现场至应急中心之间动态图像、静止图像和多路语音通信实时传送和显示功能正常，符合设计和相关标准的要求。
- 11.2.7 综合视频监控系统应符合下列要求：
- a) 用户管理、资源管理、设备管理和视频内容分析等功能、性能符合设计要求及相关技术标准的规定。
 - b) 与既有视频系统的互联功能和接口协议应符合相关技术标准的规定。
 - c) 与旅客服务、应急通信、地理信息、会议电视等其他应用系统进行信息交互功能应符合设计要求及相关技术标准的规定。
 - d) 与通信电源监控及生产设备房屋环境监控、SCADA、旅客服务、自然灾害及异物侵限监测系统外部系统联动功能应符合设计要求及相关技术标准的规定。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/51520334300011224>