

T

中国 建筑 学会 标准

T/ASC XX -202X

城市轨道交通工程全寿命期
安全性能评价技术规程

Technical Specifications for Evaluation of Lifecycle Safety Performance
of Urban Rail Transit Infrastructure

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国 建筑 学会 发布

中国建筑学会标准

城市轨道交通工程全寿命期
安全性能评价技术规程

Technical Specifications for Evaluation of Lifecycle Safety Performance
of Urban Rail Transit Infrastructure

T/ASC XX-20XX

批准单位：中国建筑学会

施行日期：202X年X月X日

202X 北京

前 言

《城市轨道交通工程全寿命期安全性能评价技术规程》(以下简称《规程》),按照《标准化工作导则 第 1 部分:标准化文件的结构和起草规则(GB/T 1.1-2020)》的相关规定起草。

《规程》旨在指导和规范全国城市轨道交通工程结构(涵盖轨道交通的隧道、桥梁、轨道与路基)以运维期为主的全寿命期结构安全性能评价工作,预防城市轨道交通基础设施长期运维期结构安全事故发生,为提高工程结构安全风险控制能力奠定基础。

《规程》共分 8 章,主要内容包括:1 总则;2 术语和缩略语;3 基本规定;4 城市轨道交通工程安全性能评价框架;5 隧道全寿命期安全性能评价;6 桥梁全寿命期安全性能评价;7 轨道和路基全寿命期安全性能评价;8 城市轨道交通工程安全性能管理平台;附录等。

请注意,《规程》某些内容可能涉及专利,发布机构不承担识别专利的责任。

《规程》由中国建筑学会负责管理,由各主参编单位提出并负责技术条款。请有关单位在执行《规程》过程中,将发现的问题和意见,函告《规程》管理组,联系人:陈健(通讯地址:湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号,华中科技大学土木与水利工程学院,西六楼 410 室,邮编:430074;电子邮箱:eltonjchen@hust.edu.cn),以便下次修订时参考。

《规程》编制过程严格遵守国家标准《团体标准化 第 1 部分:良好行为指南(GB/T 20004.1)》的规定。

本规程主编单位:

华中科技大学

上海城建城市运营(集团)有限公司

本规程参编单位:

城盾隧安地下工程有限公司

中铁十一局集团有限公司

武汉地铁集团有限公司

武汉地铁桥隧管理有限公司
武汉市市政建设集团有限公司
中铁隧道股份有限公司
北京科技大学
哈尔滨工业大学
中交武汉智行国际工程咨询有限公司
中建三局第二建设工程有限责任公司

本规程主要起草人员：

周 诚	滕 丽	陈 健	李永迪	王 帆	周 晗
游正军	万 勇	李忠超	叶 忠	鲍跃全	陈洪兵
赵 璐	潘 勋	苏东华	冯 师	郑 俊	范 斌
唐 飞	黄超群	夏站辉	周 毅	侯榕榕	刘 文
胡 阳	刘文黎	朱俊易	何敏敏	冯 巍	李结元
李 黎	刘 律	赵 旭	赵晓青	徐 阳	陈富强
肖翔宇	余群舟	操 莉	刘奕韬	吴 军	韩 鹏
王 琛	吴良骏	万 敏	黎 寰		

本规程主要审查人员：

目 录

前 言.....	2
目 录.....	4
1 总则.....	6
1.1 编制目的.....	6
1.2 适用范围.....	6
1.3 规范依据.....	6
2 术语和缩略语.....	7
2.1 术语.....	7
2.2 符号.....	8
3 基本规定.....	9
3.1 一般规定.....	9
3.2 安全性能评价工作程序.....	9
4 城市轨道交通工程安全性能评价框架.....	10
4.1 一般规程.....	10
4.2 安全性能评价指标.....	10
4.3 安全性能等级划分.....	13
4.4 安全性能评价周期.....	14
5 隧道全寿命期安全性能评价.....	16
5.1 一般规定.....	16
5.2 隧道使用条件检查.....	16
5.3 隧道结构检查.....	17
5.4 隧道结构使用条件核定.....	19
5.5 构件安全性能等级评定.....	21
5.6 结构连接安全性能等级评定.....	23
5.7 结构区段安全性能等级评定.....	24
5.8 隧道整体安全性能等级评定.....	25
6 桥梁全寿命期安全性能评价.....	27
6.1 一般规定.....	27

6.2	桥梁病害检查.....	28
6.3	上部结构安全性能评价.....	34
6.4	下部结构安全性能评价.....	34
6.5	桥面系及附属设施安全性能评价.....	35
6.6	单元总体技术状况评价.....	35
7	轨道和路基全寿命期安全性能评价.....	38
7.1	一般规定.....	38
7.2	轨道和路基病害检查.....	38
7.3	路基面及基床安全性能等级评定.....	41
7.4	路堤安全性能等级评定.....	42
7.5	路堑安全性能等级评定.....	43
7.6	路基支挡结构安全性能等级评定.....	44
7.7	路基排水及防护安全性能等级评定.....	45
7.8	轨道部件安全性能等级评定.....	46
7.9	道床结构安全性能等级评定.....	48
7.10	无缝线路安全性能等级评定.....	49
7.11	减振轨道结构安全性能等级评定.....	49
7.12	轨道和路基整体安全性能等级评定.....	50
8	城市轨道交通工程安全性能管理平台.....	52
8.1	一般规定.....	52
8.2	平台架构和功能模块.....	52
8.3	数据采集和处理.....	52
8.4	风险识别和预警管理.....	53
8.5	安全性能评估.....	53
附录 A	上部结构检测标度表.....	54
附录 B	下部结构检测标度表.....	64
附录 C	桥面系及附属设施检测标度表.....	66

1 总则

1.1 编制目的

为规范城市轨道交通工程基础设施全寿命期结构安全性能评价，为结构运营维护工作提供决策依据，提升以运维期为主的全寿命期结构安全服务水平，制定本《规程》。

1.2 适用范围

本《规程》适用于城市轨道交通基础设施主要结构形式的安全性能评价，规定了城市轨道交通基础设施的隧道、桥梁、轨道和路基等结构的全寿命期的基本规定、检查、等级评定、报告编制等的要求，结构的检查及其服役性能。

1.3 规范依据

轨道交通工程结构安全性能评价，除应符合本《规程》外，还应同时满足现行国家和行业有关标准、规范的规定。以下是本《规程》编制过程中依据的相关标准、规范的现行版本，使用时需要确认其有效性：

- 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
- GB/T 20004.1-2016 团体标准化 第 1 部分：良好行为指南
- GB 50157-2013 地铁设计规范
- GB/T 50299-2018 地下铁道工程施工质量验收标准
- GB/T 50344-2019 建筑结构检测技术标准
- CJJ/T202-2013 城市轨道交通隧道结构安全保护技术规范
- GB 50108 地下工程防水技术规范
- GB 50208 地下工程防水质量验收规范
- GB 50367 混凝土结构加固设计规范
- GB 50911 城市轨道交通工程监测技术规范
- DG/TJ 08-2231 地铁盾构法隧道修复加固工程施工质量验收规范
- GB/T 51234 城市轨道交通桥梁设计规范
- GB/T39559.2-2020 城市轨道交通设施运营监测技术规范第 2 部分：桥梁

2 术语和缩略语

2.1 术语

1. 常规检查 **routine inspection**

为及时了解和掌握设施状态及其变化程度，对设施进行的日常巡视检查活动。

2. 定期检查 **scheduled inspection**

为全面掌握设施状态及其变化程度，按规定周期对设施进行的综合、细致的检查活动。

3. 专项检查 **special inspection**

根据设施状态的需要，运用专业技术手段进行的专门、深入的检查和检测。

4. 状态评定 **condition assessment**

根据设施检查结果，对设施工作状态进行的分项或综合评定。

5. 经常保养 **daily maintenance**

根据线路与轨道变化情况，对全线进行的有计划、有重点的经常性养护，以保持线路质量处于均衡状态。

6. 日常养护 **routine maintenance**

对隧道、桥梁、车站、路基和涵洞等设施进行的经常性、局部性、预防性的养护维修工作，以保持线路质量处于均衡状态。

7. 综合维修 **comprehensive maintenance**

按照规定的周期，有计划地对单项或多项设施进行的综合维修整治，以恢复设施完好技术状态。

8. 临时补修 **emergency repair**

对线路轨道几何尺寸超过临时补修容许偏差管理值及其他不良处所进行的临时性修理，以保证行车安全和平稳。

9. 大修 **overhaul**

对设施进行的投资较大的大规模整治或部件更换工作，以恢复设施使用功能，达到原设计技术要求。

10. 合格状态 **in good condition**

设施能够正常运用、满足功能需求的状态。

11. 运营隧道 **operating tunnel**

按照设计要求建成并投入使用的隧道。

12. 使用条件 **operational conditions, operating conditions**

隧道及其结构在运营期间所受到的荷载作用和环境作用。

13. 隧道结构 **tunnel structure**

由主体结构和附属结构构成。主体结构指隧道衬砌结构、连接通道和通风井等;附属结构指烟道板、道床和车道板等结构构件。

14. 结构性能 **structural performance, performance of structure**

指隧道结构及其组成部分的安全性、适用性、耐久性。

15. 检查 **inspection**

为鉴定隧道结构的性能所进行的调查及检测技术活动。

16. 评定 **assessment**

为鉴定隧道结构的安全性能所进行的分析工作。

2.2 符号

K —— 渗透指数

[K] —— 渗透指数允许值

k —— 隧道结构区段纵断面变形量

[k] —— 隧道结构区段纵断面变形允许值

L_0 —— 构件的计算长度

R —— 剥落区最大半径

S —— 剥落区最大深度

W —— 裂缝宽度

$[\alpha]$ —— 构件安全性控制指标

Δ —— 错台量

$[\Delta]$ —— 错台量允许值

δ —— 接缝张开量

$[\delta]$ —— 接缝张开量允许值

μ —— 隧道结构区段横断面变形量

$[\mu]$ —— 隧道结构区段横断面变形允许值

F_{DY} —— 桥梁评价单元技术状况评分

F_{BJ} ——桥梁部件技术状况评价的分值

F_{GJ} ——桥梁构件技术状况评价的得分值

w_i ——桥梁第*i*类构件（部件）的权重

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 评价对象应根据设计规定、使用时间、使用条件和使用状况,进行安全性能评价。

3.1.2 安全性能评价的工作内容应包括结构使用条件和结构性能的检查,以及结构安全性能评级。

3.1.3 结构检查应查明其使用条件及其变化、查验与检测结构及其材料的性能、分析结构及其材料的性能变化。

3.1.4 结构性能评定包括耐久性、适用性以及安全性三个方面,应采用统一的安全性能评定等级表示。

3.1.5 灾后及突发事故后的应急评价宜根据本规范单独制定专门的评价方案。

3.2 安全性能评价工作程序

3.2.1 安全性能评价工作程序,应包括:初步检查、详细检查和安全性能等级评定。

3.2.2 初步检查工作宜按如下方式执行:

- ①资料收集;
- ②现场踏勘;
- ③编写初步检查报告。

3.2.3 详细检查应按如下方式执行:

- ①执行详细检查前应根据检查要求和初步检查报告编制详细检查的工作大纲;
- ②详细检查工作大纲宜进行技术评审;
- ③现场工作;
- ④编制详细检查报告。

3.2.4 详细检查过程中若发现预定的工作大纲中存在缺项、采样的代表性不足或测试数据存在较大偏差等情况,应进行补充检查。

3.2.5 提交安全性能等级评定报告应进行技术验收。

4 城市轨道交通工程安全性能评价框架

4.1 一般规定

本规程适用于城市轨道交通工程的结构安全性能评价,包括但不限于隧道、桥梁、轨道和路基等相关设施结构。评价范围涵盖城市轨道交通工程设计、施工、运营及维护阶段,以及相关设施结构和设备所涉及的区域或线路。评价依据包括国家相关法律法规、技术标准以及城市轨道交通工程建设、运营管理的相关规定。评价目的是确保城市轨道交通工程的结构安全性能达到国家标准和行业要求,保障乘客出行安全,提升城市轨道交通系统的运行效率和服务质量。

城市轨道交通工程安全性能评价框架一般包括以下几个方面的规定:

- 1.目标确定:确定评价的目标和范围,包括评价对象、评价指标和标准等。
- 2.数据收集:收集与评价对象相关的数据,包括设计资料、运营数据、事故记录等,以便进行客观的评价分析。
- 3.安全风险分析:通过对轨道交通工程可能存在的安全风险进行分析,包括对潜在风险的识别、评估和管理,以确定可能存在的安全隐患和薄弱环节。
- 4.安全性能评估:基于收集的数据和风险分析结果,对轨道交通工程的安全性能进行评估,包括对安全指标的分析 and 评价,以确定项目的整体安全状况。
- 5.安全改进措施:根据评估结果提出安全改进措施,包括针对安全隐患和薄弱环节的改进建议和措施,以提高轨道交通工程的安全性能。
- 6.安全监测和持续改进:建立安全监测机制,对轨道交通工程的安全性能进行定期监测和评估,及时发现和解决安全问题,持续改进安全管理工作。

以上是城市轨道交通工程安全性能评价框架的一般规定,具体的评价方法和流程会根据具体项目的要求和特点而有所差异。在进行安全性能评价时,需要遵循相关标准和规范,确保评价结果的客观性和准确性。

4.2 安全性能评价指标

将城市轨道交通工程分为隧道、桥梁、轨道与路基四部分。其安全性能评价

指标涵盖了多个方面，从病害检查到整体的安全性能判断，以确保城市轨道交通系统的稳定运行和乘客的安全。

4.2.1 隧道安全性能评价指标

1. 构件安全性能

对隧道内部构件（如墙壁、顶板、地基等）的结构稳定性和耐久性进行评估，包括裂缝、腐蚀等情况的检测和评价。

2. 结构连接安全性能

考察隧道内部结构连接部分的牢固性和耐久性，包括拱顶、拱脚、支撑等连接部位的稳定性评价。

3. 结构区段安全性能

对隧道整体结构的各个区段进行安全性能评估，包括隧道入口、中部和出口等各个区域的结构完整性和稳定性。

4. 隧道整体安全性能

综合考虑隧道内部各项安全性能指标，评价隧道在全寿命期内的整体安全状况，确保其能够承载正常运营的要求。

4.2.2 桥梁安全性能评价指标

1. 结构安全性能

对桥梁结构的承载能力、稳定性和耐久性进行评估，包括上部结构、下部结构、桥面系及附属结构等各个部位的结构安全性。

2. 材料安全性能

对桥梁所使用的各种材料（如混凝土、钢材等）的质量和耐久性进行评价，确保材料符合设计要求并具有足够的使用寿命。

3. 功能安全性能

考察桥梁的功能完整性和运行安全性，包括桥梁上的设施设备（如照明、排水系统等）是否正常运作，以及对交通运输的支持能力。

4. 整体安全性能

综合考虑桥梁各个方面的安全性能指标，评价桥梁在全寿命期内的整体安全状况，保障其能够安全有效地承担交通运输任务。

4.2.3 轨道安全性能评价指标

1. 轨道部件安全性能

对轨道线路的轨道梁、轨枕、轨道轨等关键部件的结构完整性和稳定性进行评估，包括检测轨道部件是否存在疲劳、裂纹、变形等安全隐患。

2. 道床结构安全性能

考察轨道道床的支撑性能和抗压能力，确保其能够有效支撑轨道线路，保持轨道的水平和平整。

3. 无缝线路安全性能

对无缝线路的接头和连接部位进行检测和评估，确保无缝线路的平稳连接和运行安全。

4. 减振轨道结构安全性能

对减振轨道结构的减震效果和稳定性进行评估，以减少列车运行时的振动和噪音，提高乘车舒适度和运行安全性。

5. 整体安全性能

综合考虑轨道各个方面的安全性能指标，评价轨道在全寿命期内的整体安全状况，保障其能够承载高强度的列车运行和保证乘客安全。

4.2.4 路基安全性能评价指标

1. 路基面及基床安全性能

对路基面和基床的平整度和承载能力进行评估，确保路基面平整、无积水，并能够承受列车和交通运输的载荷。

2. 路堤安全性能

考察路堤的稳定性和抗滑性能，防止路堤发生坍塌或滑坡等安全隐患，确保路基的稳定性和安全性。

3. 路堑安全性能

对路堑的边坡稳定性和排水性能进行评估，防止路堑发生坍塌或泥石流等安全事故，保障路基的安全运行。

4. 路基支挡结构安全性能

考察路基支挡结构（如挡墙、护栏等）的稳定性和抗震能力，防止支挡结构发生倒塌或损坏，确保路基的安全性。

5. 路基排水及防护安全性能

对路基排水系统和防护设施（如防护栏、排水沟等）的畅通性和有效性进行评估，确保路基能够及时排水和防范自然灾害，保障路基的安全运行。

4.3 安全性能等级划分

根据对隧道、桥梁、路基和轨道的安全性能评价结果，将安全性能划分为不同等级。

其中对于隧道的整体安全性能评价等级可以由构件安全性能评价、结构连接安全性能评价以及结构区段安全性能评价来划分。其中构件、结构以及结构区段安全性能均可以分为I、II、III、IV、V五个等级，并通过对以上三个部分的综合评价可以对整体安全性能进行一个具体的评估，根据评估结果将整体安全性能评价分为I、II、III、IV、V五个等级；

对于桥梁的整体安全性能评价可以由结构安全性能评价、材料安全性能评价、功能安全性能评价来划分。其中结构、材料以及功能安全性能可以分为1类、2类、3类、4类和5类，并通过对以上三个部分的综合评价可以对整体安全性能进行一个具体的评估，根据评估结果将整体安全性能评价分为I、II、III、IV、V五个等级；

对于路基整体安全性能评价可以由路基面及基床安全性能评价、路堤安全性能评价、路堑安全性能评价、路基支挡结构安全性能评价、路基排水及防护安全性能评价来划分。同样的，可以将以上各个部分的安全性能评价划分为I、II、III、IV四个等级，并且通过对各个部分的综合评价最终将整体安全性能评价等级分为I、II、III、IV四个等级；

对于轨道的整体安全性能评价可以分为轨道部件安全性能评价、道床结构安全性能评价、无缝线路安全性能评价、减振轨道结构安全性能评价来划分。其中轨道部件、道床结构、无缝线路以及减振轨道结构的安全性能评价等级可以划分为I、II、III、IV四个等级，并通过对各个部分的综合评价最终将整体安全性能评价等级分为I、II、III、IV四个等级。

在本规程中，根据评价结果，将城市轨道交通工程的安全性能划分为优秀、良好、合格、较差四个等级，整体安全性能指标划分为I、II、III、IV四个等级，分别对应优秀、良好、合格、较差四个等级。

在每个等级的评价中，都会根据实际情况和评价目标确定相应的评价指标和标准，进行数据收集、风险分析、安全性能评估等工作。评价结果将用于指

导工程的安全管理和改进，以确保城市轨道交通工程的安全运营。需要注意的是，具体的等级划分可能会根据不同的城市轨道交通工程项目和评价目的而有所不同。因此，在进行安全性能评价时，需要根据实际情况和要求确定适合的等级划分。

4.4 安全性能评价周期

城市轨道交通工程安全性能评价周期的确定是为了定期监测和评估轨道交通系统的安全性能，以及及时发现和解决可能存在的安全隐患和问题。评价周期应综合考虑工程的建设、运营和维护等不同阶段的特点，不同设施在不同阶段的评价周期也会有所不同。

在工程建设阶段，对于隧道、桥梁、轨道和路基等工程结构的安全性能，尤其需要密切监控和评估，以确保施工质量符合设计要求，及时发现并解决工程施工过程中可能出现的质量问题，从而控制工程风险，避免因施工不当导致的安全事故和质量问题。同时，在这一阶段，隧道、桥梁、轨道和路基工程通常涉及大量的施工活动和工程节点，这些工程节点可能包括地基处理、基础施工、结构搭建、道路铺设等，每个工程阶段或关键节点都具有不同的安全隐患和风险。因此在建设阶段，隧道、桥梁、轨道、路基的安全性能评价周期为按工程阶段或关键节点进行评价。具体评价周期根据工程进展和实际情况确定，以确保在建设过程中及时发现和解决安全隐患，保障工程质量和施工安全。

在工程运营及维护阶段，隧道、桥梁、轨道和路基等设施承担着日益增加的客流和列车运行压力，这会加剧设施的磨损和损坏，因此需要持续进行周期性的维护和保养工作，以确保设施的安全性和稳定性。定期的安全性能评价可以帮助发现设施的老化、磨损和损坏情况，及时进行维修和加固，保障设施的正常运营。

在运营及维护期，根据安全风险与负荷情况及设施特点和维护需求，考虑到桥梁和路基通常相对稳定，其磨损和损坏速度较慢；隧道和轨道通常承受更大的负荷和频繁的使用，其磨损和损坏速度相对较快。因此规定桥梁和路基的评价周期为一年，隧道和轨道的评价周期为半年。安全性能评价周期表如下表所示：

	建设阶段	运营及维护阶段
隧道	按工程阶段或 关键节点评价	半年
桥梁		一年

轨道		半年
路基		一年

除定期评价外，城市轨道交通系统在发生重大事故、设备故障或安全事件后，应立即对系统的安全性能进行评价，及时分析事故原因、排查隐患，并采取有效的措施进行整改和提升。评价周期视事件性质和严重程度而定，可能需要立即进行紧急评价或特别调查。

5 隧道全寿命期安全性能评价

5.1 一般规定

5.1.1 运营隧道应根据设计规定、使用时间、使用条件和使用状况,进行隧道结构安全性能评价。

5.1.2 隧道结构安全性能评价的工作内容应包括结构使用条件和结构性能的检查,以及隧道结构安全性能评级。

5.1.3 隧道结构的检查应查明隧道使用条件及其变化、查验与检测隧道结构及其材料的性能、分析隧道结构及其材料的性能变化。

5.1.4 隧道结构性能评定包括耐久性、适用性、以及安全性三个方面,应采用统一的隧道结构安全性能等级表示。

5.2 隧道使用条件检查

5.2.1 物理环境的检查应按如下要求执行:

1. 宜对隧道内、外环境进行检查;
2. 测试项目宜包括温度、湿度、空气流动速度;
3. 宜按检查要求给出这些物理量的日变化、月变化、或年变化;
4. 物理量的调查可采用自动监测系统测试。

5.2.2 化学环境的检查应按如下要求执行:

1. 宜检查隧道内的空气和隧道外水土体中的侵蚀性化学成分,当含有 CO_2 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 时,测定其含量;
2. 检测项目和检测方法可参照表 5.2.2。取样及测试记录表参照附录 E。

表 5.2.2 隧道化学环境调查表

检测项目		含量	检测方法	备注
空气	CO_2	% 或 mg/L	气相色谱法非分散红外法	《公共场所空气中二氧化碳测定方法》GB/T 18204.24
水、土	Cl^-	mg/L或 mg/kg	硝酸银滴定法	《水电水利工程地质勘察水质分析测试》DL/L

				5194
	SO ₄ ²⁻	mg/L或 mg/kg	硫酸钡重量法 EDTA 络合容量法	《土工试验方法标准》 GB/T 50123

3. 应查明实际使用的荷载与设计荷载之间的差异,包括地表水和地下水的水位及其变动、使用荷载及其变化、隧道周边的工程活动及荷载变化。
4. 应查明使用历史中与隧道结构原设计使用条件的偏离状况,包括运营隧道所经历的非正常使用条件(如交通事故、爆炸、火灾等)及处置记录。
5. 使用条件的调查成果应汇总统计隧道结构区段所处的环境条件、所受的作用和程度。

5.3 隧道结构检查

5.3.1 隧道结构密闭状态检查应按如下要求执行:

1. 隧道密闭状态的检查应记录渗漏发生的位置及程度,检测方法宜按照《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 执行,也可采用其他自动检测设备进行检测;渗透指数检测方法可参照附录 A 执行,渗漏位置及程度记录表可参照附录 B。
2. 宜检查隧道结构及结构缝防水构造的有效性。

5.3.2 隧道结构完整状态的检查应按如下要求执行:

1. 隧道完整状态的检查宜记录结构损害发生的位置、区域、以及程度。
2. 混凝土构件表面受损状态的检测项目,宜包括表面缺损、裂缝、剥落等,可以参照表 5.3.2-1 的要求进行检测,也可采用其他自动检测设备进行检测;表观检测结果记录表参照附录 C。
3. 混凝土构件内部损伤的检测包括空洞、裂损、溶蚀体等。检测方法可参照表 5.3.2-2 选用;内部损伤检测结果记录表参照附录 D。

表 5.3.2-1 混凝土构件表观受损状态的检测项目表

检测项目	记录内容	检测方式	备注
起皮 蜂窝 麻面	范围(m ²)	直尺目视	

剥落	范围(m ²) 深度(mm)	直尺目视	程度严重时记录剥落深度
裂缝	宽度(mm) 长度(mm) 间距(mm) 深度(mm)	裂缝测宽仪卷尺 卷尺超声波	《超声法检测混凝土缺陷技术规程》CECS 21

表 5.3.2-2 混凝土构件内部缺陷检测项目表

检测项目	记录内容	检测方式	备注
空洞	位置 尺寸(mm)	超声回波	《超声法检测混凝土缺陷技术规程》CECS 21
		地质雷达	《铁路隧道衬砌质量无损检测规程》TB 10223
钢筋	数量、位置	电磁波	《混凝土中钢筋检测技术规程》JGJT 152

4. 钢构件或其他金属结构宜观察与测量保护涂层的完整状态。
5. 钢构件或其他金属结构应注意观察构件切断、槽口、以及焊接部位的放射型裂缝,内部损伤检测可按照《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 执行。
6. 应记录、统计各类结构连接件松动、缺失的数量及程度。

5.3.3 隧道结构材料力学性能检查应按如下要求执行:

1. 材料力学性能宜检测材料的强度、弹性模量、极限应变、延伸率,可采用现场测试或取样室内测试的方法获取。在现场条件允许时应取样测试。取样及测试结果记录表参照附录 E。
2. 现场检测混凝土强度可选用表 5.3.3 列出的方法。

表 5.3.3 混凝土强度现场测试方法

检测方法	依据标准	适用性
回弹法	《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T23 《结构混凝土抗压强度检测技	不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的混凝土结构或构件的检测

	术规程》DG/TJ08-2020	
拔出法	《后装拔出法检测混凝土强度 技术规程》CECS69-94	被检测混凝土的强度不应低于10MPa。
射钉法	《水运工程混凝土试验规程》 JTJ270	不适用于表层与内部质量有明显差异或内 部存在缺陷的混凝土。 混凝土强度等级宜为 C10~C60

5.3.4 隧道的构件及连接材料的耐久性能检查应按如下要求执行:

1. 宜取样分析混凝土材料中氯离子、硫酸根离子的含量,检测方法可按照《水运工程混凝土试验规程》JTJ270 执行。
2. 应对混凝土的碳化深度进行检测,采用酚酞酒精溶液喷涂法,检测 方法可按照《建 筑结构检测技术标准》GB/T 50344 执行。
3. 混凝土材料的现场渗透性可参照附录 A 进行检测。
4. 应观察钢构件保护层的掉皮、开裂、发泡、粉末化等现象, 并可按照《水工金属结构防腐蚀规范》SL105 测量劣化范围与程度。
5. 钢构件的锈蚀可按照《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344,采用剔凿检测法、电化学测定法或综合分析判定法进行检测。
6. 金属构件的腐蚀量可采用重量法进行检测,检测方法可按照《工业设备化学清洗中金属腐蚀率及腐蚀总量的测试方法重量法》GB/T 25147 执行。

5.3.5 隧道结构的变形状态检查应按如下要求执行:

1. 应量测和记录隧道横断面的形状,并宜给出随时间的收敛量及变化趋势。
2. 沿隧道纵向的水准测量成果应给出竖向差异变化,宜提供隧道轴线的曲线及其变化。
3. 应对隧道主体结构重要构件的几何尺寸、挠度、垂直度进行量测。
4. 应量测结构连接处的相对错动和张开。
5. 应注意检测钢构件或其他金属结构的屈曲或扭曲,检测方法可按照《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 执行。

5.4 隧道结构使用条件核定

5.4.1 隧道使用中结构所受荷载作用的确认，应按下列规定执行：

1. 应核定隧道结构所受荷载类型及荷载作用与设计文件规定的一致性。
2. 应分析温度变化、差异变形等间接作用的组合效应。
3. 隧道使用历程中非正常使用条件下的作用及效应,应设专项研究。

5.4.2 隧道使用环境类别与作用等级的确认应按如下规定执行：

1. 一般环境及其环境作用等级可参照表 5.4.2-1 评定

表 5.4.2-1 一般环境及其作用等级

环境作用等级	环境条件
A	室内干燥环境(年平均湿度低于60%)
B	室内潮湿环境(年平均湿度大于60%)或长期湿润环境
C	干湿交替环境

2. 氯化物环境及其环境作用等级,可参照表 5.4.2-2 评定。

表 5.4.2-2 氯化物环境的作用等级

环境作用等级	氯离子含量	
	水中(mg/l)	土中(mg/kg)
C	100~500	150~750
D	501~5000	750~7500
E	>5000	>7500

3. 化学腐蚀环境及其环境作用等级,可参照表 5.4.2-3 评定。

表 5.4.2-3 化学腐蚀环境的作用等级

环境作用等级	硫酸根离子 SO_4^{2-}		二氧化碳 CO_2	酸碱度
	水中(mg/l)	土中(mg/kg)	水中(mg/l)	(pH)
C	200~1000	300~1500	15~30	6.5~5.5
D	1000~4000	1500~6000	30~60	5.5~4.5
E	4000~10000	6000~15000	60~100	<4.5

4. 道路隧道处于汽车废气直射环境下的构件,其受到的环境作用等级应评定为 C 级。

5. 其他环境类别及其环境作用等级,可按照《混凝土结构耐久性设计规范》

GB/T 50476 评定。

6. 运输危险品或其他人为因素造成的化学腐蚀不属于正常使用的环境条件,应专门检测评定。

7. 当有多种环境共同作用时应取最高环境作用等级。

5.5 构件安全性能等级评定

5.5.1 结构构件安全性能等级应根据构件所处环境等级、完整状态、密闭状态、变形状态和结构构件极限承载能力状态的子项指标评定。

5.5.2 满足表 5.5.2 所有情形时,构件的安全性能等级应评定为“a 级”。

表 5.5.2 构件安全性能“a 级”指标

环境等级	完整状态	密闭状态
A,B,C	保护层无剥落、无起皮;无可 见裂缝	$K \leq [K]$
D	保护层无剥落、无起皮;无可 见裂缝	$K \leq 0.5[K]$
E	保护层无剥落、无起皮;无可 见裂缝	$K \leq 0.2[K]$

5.5.3 若出现表 5.5.3 中情形之一时,构件的安全性能等级应“b 级”。

表 5.5.3 构件安全性能“b 级”指标

环境等级	完整状态	密闭状态
A,B,C	剥落深度 $S \leq 5\text{mm}$;裂缝宽度 $W \leq 0.3\text{mm}$	$K > [K]$
D	剥落深度 $S \leq 5\text{mm}$;裂缝宽度 $W \leq 0.2\text{mm}$	$K > 0.5[K]$
E	剥落深度 $S \leq 5\text{mm}$;裂缝宽度 $W \leq 0.2\text{mm}$	$K > 0.2[K]$

5.5.4 若出现表 5.5.4 中情形之一时,构件的安全性能等级应评定为“c 级”。

表 5.5.4 构件安全性能“c 级”指标

环境等级	完整状态	密闭状态
------	------	------

A,B,C	剥落深度 $5\text{mm} < S \leq 10\text{mm}$; 剥落区半径 $70\text{mm} < R \leq 150\text{mm}$; 裂缝宽度 $0.3\text{mm} < W \leq 0.4\text{mm}$ 内部脱空	水珠
D	剥落深度 $5\text{mm} < S \leq 10\text{mm}$; 剥落区半径 $50\text{mm} < R \leq 100\text{mm}$; 裂缝宽度 $0.2\text{mm} < W \leq 0.3\text{mm}$ 内部脱空	渗水
E	剥落深度 $5\text{mm} < S \leq 10\text{mm}$; 剥落区半径 $50\text{mm} < R \leq 100\text{mm}$; 裂缝宽度 $0.2\text{mm} < W \leq 0.3\text{mm}$ 内部脱空	湿渍

5.5.5 构件出现表 5.5.5 情形之一,构件的安全性能等级应评定为“d 级”。

表 5.5.5 构件安全性能“d 级”指标

环境等级	完整状态	密闭状态	变形状态
A,B,C	剥落深度 $S > 10\text{mm}$; 剥落区半径 $R > 150\text{mm}$ 裂缝宽度 $W > 0.4\text{mm}$	滴漏	$L_0/400 < \text{挠度} < L_0/250$ $1\text{‰} < \text{倾斜度} < 4\text{‰}$
D	剥落深度 $S > 10\text{mm}$; 剥落区半径 $R > 100\text{mm}$ 裂缝宽度 $W > 0.3\text{mm}$	水珠	
E	剥落深度 $S > 10\text{mm}$; 剥落区半径 $R > 100\text{mm}$ 裂缝宽度 $W > 0.3\text{mm}$	渗水	

5.5.6 构件出现下属情形之一,构件的安全性能等级应评定为“e 级”。

- ①剥落深度超过保护层厚度,出现钢筋裸露
- ②表面剥落面积超过该构件表面积的 1/3;
- ③构件出现贯穿裂缝;

④D 环境等级下构件出现滴漏;E 环境等级下构件出现水珠;

⑤挠度 $>L_0/250$,倾斜度 $>4\%$;

⑥结构构件极限承载能力状态的安全性控制指标 $[\alpha] \leq 0.85$, $[\alpha]$ 的计算方法参照附录 F。

5.6 结构连接安全性能等级评定

5.6.1 结构连接安全性能等级应根据密封件完整性、连接的渗漏水程度、接缝张开量和错台量、衬砌管片间连接螺栓损伤程度、预埋件损伤和钢构件损伤的子项指标评定。

5.6.2 接缝张开量允许值 $[\delta]$ 和错台量允许值 $[\Delta]$ 的取值可参照附录 G 执行。

5.6.3 结构连接符合下列情形之一的,结构连接的安全性能等级应评定为“a”级:

①结构连接的密封件完整;

②接缝张开量 $\delta \leq [\delta]$;

③错台量 $\Delta \leq [\Delta]$ 。

5.6.4 结构连接符合下列情形之一的,结构连接的安全性能等级应评定为“b”级:

①结构连接出现渗水;

②接缝张开量 $[\delta] < \delta \leq 2[\delta]$;

③错台量 $[\Delta] < \Delta \leq 1.5[\Delta]$ 。

5.6.5 结构连接符合下列情形之一的,结构连接的安全性能等级应评定为“c”级:

①结构连接出现水珠、滴漏;

②接缝张开量 $2[\delta] < \delta \leq 3[\delta]$;

③错台量 $1.5[\Delta] < \Delta \leq 2[\Delta]$ 。

5.6.6 结构连接符合下列情形之一的,结构连接的安全性能等级应评定为“d”级:

①结构连接出现线漏;

②接缝张开量 $\delta > 3[\delta]$;

③错台量 $\Delta > 2[\Delta]$ 。

5.6.7 结构连接出现下列情形之一的,结构连接的安全性能等级应评定为“e级”。

- ①连接件承载能力极限状态验算的安全性指标 $[\alpha] \leq 0.85$;
- ②结构缝出现漏泥沙;
- ③盾构隧道的衬砌管片间的连接螺栓有拉脱、剪断、较大滑移或严重损坏;
- ④混凝土构件端节点连接松动,且伴有明显的变形裂缝;
- ⑤预埋件的锚板有明显变形或锚板、锚筋与混凝土之间有明显滑移、拔脱现象;
- ⑥钢构件连接构造有严重缺陷;
- ⑦钢构件连接件有裂缝或锐角切口;
- ⑧钢构件的焊缝、螺栓或铆接有拉脱、滑移、松动、剪坏等严重损坏。

5.7 结构区段安全性能等级评定

5.7.1 结构区段安全性能等级应根据构件及连接安全性能等级、结构区段相对变形和防水性能等级的子项指标评定。

5.7.2 结构区段相对变形指标计算和选取可按附录 H 执行;结构区段防水性能等级判定应按照《地下防水工程质量验收规范》GB50208 执行。

5.7.3 结构区段符合下列所有情形的,结构区段安全性能等级应评定为“i”级:

- ①结构区段横断面相对变形 $\mu \leq 2[\mu]$,纵断面相对变形 $k \leq 1.5[k]$;
- ②区段防水等级为二级;
- ③不含“c”、“d”和“e”级构件及连接,含有“b”级构件及连接且所占比例不大于 10%。

5.7.4 结构区段符合下列情形之一的,结构区段安全性能等级应评定为“ii”级:

- ①结构区段横断面相对变形 $\mu \leq 2[\mu]$,纵断面相对变形 $k \leq 1.5[k]$,区段防水等级为二级,不含“c”、“d”和“e”级构件及连接,含有“b”级构件及连接且所占比例大于 10%。

②结构区段横断面相对变形 $\mu \leq 2[\mu]$,纵断面相对变形 $k \leq 1.5[k]$,区段防水等级为二级,不含“d”和“e”级构件及连接,含有“c”级构件及连接所占比例不大于 10%。

5.7.5 结构区段出现下列情形之一的,结构区段安全性能等级应评定为“iii”级:

- ①结构区段横断面相对变形 $2[\mu] < \mu \leq 3[\mu]$;

- ②纵断面相对变形 $1.5[k] < k \leq 2[k]$;
- ③区段防水等级为三级;
- ④不含“d”和“e”级构件及连接,含有“c”级构件及连接所占比例大于 10%;
- ⑤不含“e”级构件及连接,含有“d”级构件及连接所占比例不大于 10%。

5.7.6 结构区段出现下列情形之一的,结构区段安全性能等级应评定为“iv”级:

- ①结构区段横断面相对变形 $3[\mu] < \mu \leq 5[\mu]$;
- ②纵断面相对变形 $2[k] < k \leq 4[k]$;
- ③区段防水等级为四级;
- ④不含“e”级构件及连接,含有“d”级构件及连接且所占比例大于 10%。

5.7.7 结构区段出现下列情形之一的,结构区段安全性能等级应评定为“v”级:

- ①结构区段横断面相对变形 $\mu > 5[\mu]$;
- ②结构区段纵断面对变形 $k > 4[k]$;
- ③主体结构含有安全性能为“e”级的构件及连接;
- ④区段防水等级超出四级。

5.8 隧道整体安全性能等级评定

5.8.1 隧道整体安全性能等级,应根据构成隧道结构的各区段安全性能等级评定。

5.8.2 隧道结构区段符合下列所有情形的,隧道整体应评定为“T”级:

- ①不含安全性能为“iii”级、“iv”级和“v”级结构区段;
- ②含“i”级结构区段所占比例大于 90%。
- ③含“ii”级结构区段且所占比例不大于 10%。

5.8.3 隧道结构区段符合下列情形之一的,隧道整体应评定为“II”级:

- ①不含有安全性能为“iii”级、“iv”级和“v”级结构区段,含“ii”级结构区段且所占比例大于 10%;
- ②不含有安全性能为“iv”级和“v”级结构区段,含“iii”级结构区段且所占比例不大于 10%。

5.8.4 隧道结构区段符合下列情形之一的,隧道整体应评定为“III”级:

- ①不含有安全性能为“iv”级和“v”级结构区段,含“iii”级结构区段且所占比例大于 10%;

②不含有安全性能为“v”级结构区段,含“iv”级结构区段且所占比例不大于10%。

5.8.5 隧道结构区段符合下列所有情形的,隧道整体应评定为“IV”级:

①不含有安全性能为“v”级结构区段;

②含“iv”级结构区段所占比例大于10%。

5.8.6 若隧道中含有安全性能为“v”级结构区段,隧道整体应评定为“V”级。

6 桥梁全寿命期安全性能评价

6.1 一般规定

6.1.1 桥梁评价对象应包括上部结构、下部结构、桥面系及附属设施三类结构。

6.2.2 桥梁技术状况的评价应采用计权重的多项指标分层综合评定的方法。分层综合评定采用分值制。

6.3.3 桥梁技术状况评价应按评价单元进行，评价单元划分应符合下列要求：

- (1) 组合结构桥梁、连续梁桥以梁缝之间的一联结构为一个评价单元；
- (2) 简支梁以每一孔为一个评价单元，但连续布置时可将多跨的简支梁作为一个评价单元；
- (3) 非共墩、平行的两座桥梁，分别按以上要求划分评价单元。

6.3.4 每个评价单元分上部结构、下部结构、桥面系及附属设施三类结构。每类结构分为若干个构件。同一单元的相同类构件形成部件。多跨连续的主梁（加劲梁）按跨划分多个构件；同一结构的桥梁如有不同材料组成，该结构应按材料类型划分为多个构件。

6.3.5 桥梁状况评价流程见图 6-1。先对桥梁各构件进行评价，然后对桥梁各部件进行评定，再对上部结构和下部结构和桥面系及附属设施分别进行评定，最后进行桥梁总体技术状况评定。

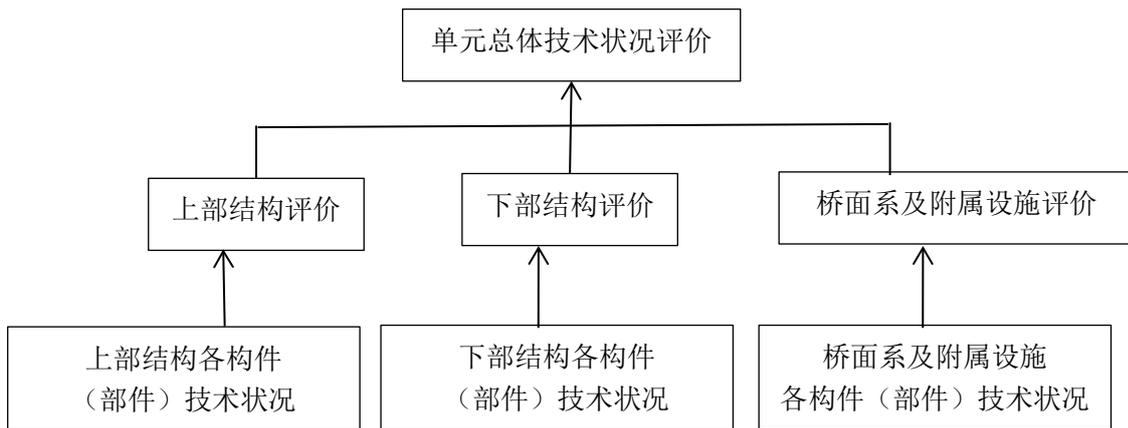


图 6-1 桥梁状况评价流程

6.3.6 桥梁状况评价等级应划分为 1 类、2 类、3 类、4 类和 5 类。

6.3.7 当某类设施在评价桥梁中不存在时，评价计算应忽略该类设施，其权重应按原有的权重比例关系分摊至其他设施类型。

6.3.8 依据单元总体技术状况的分值，桥梁总体技术状况评价等级见表 6-1。

表 6-1 桥梁技术状况评价等级

类别	分值	桥梁状态	病害程度	维修策略
1 类	$95 \leq F_{dy} < 100$	好	无病害	正常使用，日常养护
2 类	$80 \leq F_{dy} < 95$	较好	轻微病害	正常使用，需要小修
3 类	$60 \leq F_{dy} < 80$	较差	中度病害	可正常使用，但需尽快进行维修
4 类	$40 \leq F_{dy} < 60$	差	严重病害	影响正常使用，应进行专项检查
5 类	$0 \leq F_{dy} < 40$	很差	特别严重病害	停止使用

6.3.9 桥梁正常运行时，应每年度进行一次技术状况评价，可结合上期评价结果、服役时间、维修安排和其他需求，增加评价频次。

6.3.10 评价计算数据可来源于竣工验收、日常检查和定期检查、自动监测、专项检测等。

6.3.11 有下列情况之一的，评价单元应属于 5 类桥：

- a) 上部结构有梁、板断裂状况；
- b) 支承轨道结构的梁体有异常位移或倾斜,存在倾覆风险；
- c) U 形（槽形）梁一个支座完全脱空；
- d) 恒载作用下梁体最大竖向变形达到或超过安全值；
- e) 恒载作用下相邻桥墩沉降位移差达到或超过安全值；
- f) 恒载作用下桥墩墩顶横向位移达到或超过安全值；
- g) 拱桥吊杆断裂两根及以上；
- h) 斜拉桥的拉索断索两根及以上；
- i) 基础冲刷深度大于设计值较多或冲空面积大于基底面积 20% 以上。

6.2 桥梁病害检查

6.2.1 经常性检查

(1) 经常性检查应对结构变异、桥梁及桥梁安全保护区域、附属设施等状况进行日常巡检，对桥梁设施状态变化较快和直接影响行车安全的部位应采取增加检查频次等方式进行重点检查。

(2) 经常性检查应按轨道交通桥梁的桥梁类型、养护等级、技术状况等分别制定巡检周期。对重要桥梁，或遇恶劣天气、汛期、雨季、冰冻等特殊情况，周期宜缩短。特殊情况可设专人看护。巡检周期应符合下列规定：

1) 对桥面所有设备进行添乘巡视，宜每月一遍，及时发现声屏障部件松动或破损，防抛网、围栏松动或破损，遮阳罩板、电缆沟盖板松动或破损，异物侵限等不安全因素；鉴于每年的7月、8月和9月温度较高，各类零部件易因热胀而使得固定节点松动，宜每月完成两遍全网桥面添乘。

2) 对普通桥梁桥面和附属设施进行检查，宜每三个月一次；对普通桥梁桥下进行检查，宜每六个月一次。

对钢桥、钢-混组合桥梁、钢-混混合桥梁、拱桥、连续刚构和中跨跨度大于等于75m的连续梁桥，宜每月检查一次。

3) 对桥梁支座进行检查，宜每年两次。

4) 对桥梁伸缩装置的伸缩量宜每年在夏冬季节各进行一次的观测记录（在梁体上做好标记，每年测量同一组标记间的距离）；拱桥、斜拉桥、连续刚构桥和中跨跨度大于等于75m的连续梁桥应全部检查，其它桥型宜按1%抽查。

5) 对安全保护区进行巡查。按照频次分为常规巡查和跟踪巡查。常规巡查频率宜为每半月1次，巡查范围为高架段、地面段外边线外侧30m内。针对不同违规项目等级应进行跟踪巡查。

6) 当出现病害发展或其他异常情况时，应提高经常性检查频次；

7) 发生洪水、台风、暴雨前后，应及时对桥梁排水设施、声屏障状态进行检查。

(3) 经常性检查记录应定期整理归档，并提出评价意见。当巡检过程中发现设施明显损坏，影响结构或运营安全时，应及时向主管部门报告，并应采取相应维护措施。

(4) 经常性检查应包括下列内容：

1) 检查桥梁各组成结构的完好状态，主要检查内容见表6-2。

表 6-2 桥梁经常性检查内容

组成结构	部位	检查要点
上部结构	梁体	麻面、剥落、露筋、渗水析白、裂缝（宽0.2mm以上）、主梁下挠、混凝土主梁预应力锚固齿块混凝土开裂、预应力孔注浆检查空洞、渗水
	板式支座	橡胶板老化变型、开裂、外鼓开裂、位置错动、脱空、支座剪切变形超限、底板混凝土破损、支座上下垫板锈蚀、螺栓缺失、顶死
	盆式橡胶支座	钢盆及其他钢部件锈蚀、卡死、锚栓断裂、裂缝、

组成结构	部位	检查要点
		脱焊、橡胶板变形、外翻、聚四氟乙烯板磨损、位移、转角超限、螺栓缺失、损坏、顶死、底板混凝土破损
	铸钢支座	支座座板吊空、钢部件锈蚀、裂缝、脱焊、螺栓缺失、损坏、顶死、底板混凝土破损、钢支座位移、转角超限
	球钢支座	支座座板吊空、钢部件锈蚀、裂缝、脱焊、螺栓缺失、损坏、顶死、聚四氟乙烯板磨损、支座位移量超限
下部结构	盖梁	麻面、剥落、剥落露筋、空洞、孔洞、碳化、腐蚀、裂缝（宽 0.2mm 以上）
	墩台	麻面、剥落、露筋、碳化、腐蚀、渗水析白、裂缝（宽 0.2mm 以上）、位移异常
桥面系及附属设施	伸缩装置	锚固区、接缝处缺陷、连接松动、异常变形、伸缩装置高差、型钢断裂、锈蚀、梁端顶死、破损、脱落、漏水、阻塞、老化等
	栏板	污秽、破损、缺失、露筋、锈蚀、断裂、松动等
	滴水线、落水管、落水孔网罩	断裂、破损、脱落、堵塞、缺损等
	桥面保护层	蜂窝、麻面、裂缝等
	限位装置	钢块限位锈蚀、橡胶块限位开裂、损坏、支座垫石开裂
	外装饰板、钢护棚、检查平台、声屏障、防抛网、避雷带、标识标牌	锈蚀、缺损、变形、松动、脱落、损坏、缺失或表面油漆剥落等
	钢阻尼器	锈蚀、异常变位等
	正线围墙	开裂、倾斜、锈蚀、破损等
	T 型橡胶块	损坏、老化等
	添乘检查（各线缆盖板、栏杆、遮阳罩、栏板内侧、外装饰板、钢护棚、检查平台、声屏障、防抛网、避雷带、铁栏杆、标识标牌）	缺损、锈蚀、损坏、脱落、异物侵限、剥落露筋、碎裂、松动、缺失

2) 检查在桥梁安全保护区内的施工作业情况。

3) 其他较明显的损坏及不正常现象。

(5) 经常性检查宜采用人工与信息化、智能化手段相结合的方式，配备必要的检查工具。

6.2.2 定期检查

1. 桥梁定期检查的频次应符合下列要求：

(1) 新建桥梁初期运营满一年，应进行首次检查；

(2) 根据前次定期检查报告的建议，结合日常检查结果确定下次定期检查时间，定期检查频次不应低于每三年一次。

2. 城市轨道交通线路上进行定期检查的桥梁长度不应少于该线桥梁总长度的1/3。

3. 桥梁定期检查应形成报告，包括下列内容：

(1) 桥梁基本信息，包括桥名或所在线路区间名、里程或墩号、桥梁结构型式、孔跨布置、支座及基础类型、桥上附属设施的布置等；

(2) 检查依据，包括定期检查执行的规范、规程、相关图纸及技术资料；

(3) 检查内容及方法；

(4) 使用的设备，包括设备的名称、编号、型号等；

(5) 检查结果，包括相关影像资料、病害描述及成因分析；

(6) 结论及建议，包括但不限于下列内容：

1) 检查结果总结；

2) 技术状况评价；

3) 提出是否需要进行专项检查的建议和依据；

4) 针对桥梁病害等方面的处置建议；

5) 下一次定期检查时间的建议；

(7) 附件。

4. 定期检查应以人工检查和设备检测相结合的方式进行，对部（构）件病害状况进行量化描述。

6.2.3 专项检查

(1) 以下情况的城市轨道交通桥梁，应进行专项检查：

1) 发现严重病害或病害发展较快可能影响运营安全的桥梁；

2) 发现的病害难以判明其原因和危害程度的桥梁；

3) 遭受超设计标准洪水、台风、地震等自然灾害影响或损坏的桥梁；

4) 发生列车脱轨事故的桥梁和遭受车辆、船舶或其他异物撞击造成损伤的桥梁；

5) 保护区内受施工影响的桥梁；

6) 因运营条件变化受到较大影响的桥梁；

7) 恒载作用下梁体竖向变形、墩顶横向位移、相邻桥墩沉降位移差一项或多项指标达到或超过如下规定的预警值时，经分析研判需要进行专项检查的桥梁；

表 6-3 梁体最大竖向变形限制

列车作用下梁体最大竖向变形值		
桥梁		预警值
梁桥	L=30 m	L/1100
	L=60 m	L/1050
	L≥120 m	L/1000
拱桥		L/1000
斜拉桥		L/750
恒载作用下梁体最大竖向变形值		
梁桥	L=30 m	L/2200
	L=60 m	L/2000
	L≥120 m	L/2300
注 1: L 表示跨度，单位为米 (m)。		
注 2: 其他跨度的桥梁可用插值法确定对应跨度下的预警值。		

表 6-4 列车作用下梁体最大横向变形限值

桥梁		预警值
梁桥	L≤120 m	—
	L>120 m	L/2000
拱桥		L/2000
斜拉桥		L/1600

注：L 表示跨度，单位为米（m）。

表 6-5 桥墩墩顶横向位移及相邻桥墩沉降位移差限值

列车作用下桥墩墩顶横向位移限值	
桥梁	预警值
25 m~40 m 简支梁	$6\sqrt{L}$
50 m~100 m 连续梁	$5\sqrt{L}$
恒载作用下桥墩墩顶横向位移限值	
25 m~40 m 简支梁	$3\sqrt{L}$
50 m~100 m 连续梁	$2\sqrt{L}$
注：L 表示简支梁单跨长度或连续梁相邻跨的较小跨长度，单位为米（m）。	
25m~40m 简支梁相邻桥墩沉降位移差的预警值为 45mm。	

8) 技术状况等级为 4 类或 5 类的桥梁。

(2) 桥梁专项检查内容见表 6-6。

表 6-6 桥梁专项检查内容

序号	检查内容
1	定期检查和监测提出问题的进一步检查，既有病害的进一步检查
2	恒载下梁体竖向变形检测、拱桥拱轴线线形测定
3	混凝土材质强度、钢构件锈蚀程度测定
4	混凝土中钢筋锈蚀状况测定
5	混凝土碳化状况测定
6	索结构索力及损伤状况测定
7	基础沉降和墩顶横向位移检测，承台水平位移检测，位移较大时桩顶损坏情况检查

(3) 桥梁专项检查报告应包括下列内容：

1) 桥梁基本信息，包括桥名或所在线路区间名、里程或墩号（孔号）、桥梁结构型式、孔跨布置、支座及基础类型、桥上附属设施的布置等；

2) 检查依据, 包括专项检查执行规范、规程, 相关图纸及技术资料, 定期检查报告;

3) 检查内容及方法;

4) 使用的设备, 包括设备的名称、编号、型号等;

5) 检查结果, 包括相关影像资料、病害描述及成因分析;

6) 结论及建议, 包括检查结果总结、病害危害度分析、结构安全评价和行车影响评价结果及桥梁处置建议。

6.3 上部结构安全性能评价

6.3.1 各构件(部件)分类及计分权重见表 6-7。

表 6-7 各构件(部件)分类及计分权重表

桥梁形式	构件(部件)	权重
梁桥	主梁	0.8
	支座	0.2
拱桥	主拱	0.45
	吊杆、立柱	0.2
	桥面系结构	0.15
	加劲梁、系杆	0.15
	支座	0.05
斜拉桥	桥塔	0.35
	斜拉索	0.25
	主梁	0.35
	支座	0.05

6.3.2 梁式桥、拱桥、斜拉桥的上部结构评定指标见附录 A 表 A-1、A-2、A-3, 支座评定指标见表见附录 A 表 A-4。

6.4 下部结构安全性能评价

6.4.1 各构件(部件)分类及计分权重见表 6-8。

表 6-8 各构件(部件)分类及计分权重表

桥梁形式	构件(部件)	权重
梁桥	墩、台	0.50
	基础	0.45
	护锥、调治构造物	0.05
拱桥	墩、台、拱座	0.50
	基础	0.45
	护锥、调治构造物	0.05
斜拉桥	墩、台、塔座	0.40

	基础	0.55
	护锥、调治构造物	0.05

6.4.2 下部结构评定指标见附录 B 表 B-1。

6.5 桥面系及附属设施安全性能评价

6.5.1 各构件（部件）分类及计分权重见表 6-9。

表 6-9 各构件（部件）分类及计分权重表

桥梁形式	构件（部件）	权重
梁桥	伸缩缝	0.20
	栏板(栏杆)、声屏障等	0.30
	桥面防排水	0.30
	其他	0.20
拱桥	伸缩缝	0.20
	栏板(栏杆)、声屏障等	0.30
	桥面防排水	0.30
	其他	0.20
斜拉桥	伸缩缝	0.20
	栏板(栏杆)、声屏障等	0.30
	桥面防排水	0.30
	其他	0.20

6.5.2 桥面系及附属设施评定指标见附录 C 表 C-1。

6.6 单元总体技术状况评价

6.6.1 评价单元三类结构计分权重见表 6-10。

表 6-10 各结构权重分配表

结构类别	权重
上部结构	0.45
下部结构	0.40
桥面系及附属设施	0.15

6.6.2 构件各项评价指标的扣分值，根据其对应的标度值宜按表 6-11 规定进行。

表 6-11 构件评价指标的扣分值

对应最高标度值	实际标度值				
	1	2	3	4	5
3	0	20	35	—	—
4	0	25	40	50	—
5	0	35	45	60	100

6.6.3 构件技术状况评价计分应按式（6-1）计算。

$$F_{GJ} = 100 - \sum_{i=1}^n U_i \quad \dots\dots\dots (6-1)$$

$$U_i = \frac{D_i}{100\sqrt{i}} \left(100 - \sum_{j=1}^{i-1} U_j \right) \dots\dots\dots (6-2)$$

$$U_1 = D_1 \dots\dots\dots (6-3)$$

式中：

F_{GJ} ——构件技术状况评价的得分值；

n ——构件需要扣分的单项评价指标数目；

U_i, U_j ——构件第*i*、*j*个评价指标的计算扣分值，按式（6-2）和式（6-3）

计算：

D_i ——构件某个单项评价指标的扣分值，按扣分值大小排列，见表 6-8。

6.6.4 评价单元中出现同类构件形成部件时，部件的技术状况评分应按式（6-4）计算。当上部结构中主要部件的某一构件评分值在 [0,40) 区间时，其相应的部件评分值等于构件评分值。

$$F_{BJ} = \overline{F_{GJ}} - (100 - F_{GJmin})/t \dots\dots\dots (6-4)$$

式中：

F_{BJ} ——部件技术状况评价的分值，值域为 0 分~100 分；

$\overline{F_{GJ}}$ ——部件各构件的得分平均值，值域为 0 分~100 分；

F_{GJmin} ——部件中分值最低的构件得分值；

t ——随构件数量而变化的系数，按表 6-12 采用插值法取用。

表 6-12 t 值

m	t	m	t	m	t	m	t	m	t
1	∞	7	8.7	13	7.5	19	6.72	70	3.6
2	10	8	8.5	14	7.3	20	6.6	80	3.2
3	9.7	9	8.3	15	7.2	30	5.4	90	2.8
4	9.5	10	8.1	16	7.08	40	4.9	100	2.5
5	9.2	11	7.9	17	6.96	50	4.4	≥ 200	2.3
6	8.9	12	7.7	18	6.84	60	4.0		

注： m 为某一类部件的构件总数。

6.6.5 桥梁上部结构、下部结构、桥面系及附属设施的技术状况评分应按式（6-5）计算。

$$F_{JG} = \sum_{i=1}^p F_{BJ} \cdot w_i \quad \dots \dots \dots (6-5)$$

式中：

F_{JG} ——桥梁上部结构、下部结构、桥面系及附属设施技术状况评价的分值，值域为 0 分~100 分；

p ——桥梁上部结构、下部结构、桥面系及附属设施的部件种类数；

w_i ——第*i*类构件（部件）的权重，见表 6-7、6-8、6-9。

对于桥梁中未设置的部件，应根据此部件的隶属关系，将其权重分配给各既有部件，分配原则按照各既有部件权重在全部既有部件权重所占比例进行分配。

6.6.6 评价单元的技术状况评分应按式（6-6）计算。

$$F_{DY} = F_{JG,SB} \cdot w_{SB} + F_{JG,XB} \cdot w_{XB} + F_{JG,QM} \cdot w_{QM} \quad \dots \dots \dots (6-6)$$

式中：

F_{DY} ——评价单元技术状况评分，值域为 0 分~100 分；

$F_{JG,SB}$ ——桥梁上部结构技术状况评价的分值，值域为 0 分~100 分；

$F_{JG,XB}$ ——桥梁下部结构技术状况评价的分值，值域为 0 分~100 分；

$F_{JG,QM}$ ——桥梁桥面系及附属设施技术状况评价的分值，值域为 0 分~100 分；

w_{SB} ——上部结构在全桥中的权重，宜按表 6-10 的规定取值；

w_{XB} ——下部结构在全桥中的权重，宜按表 6-10 的规定取值；

w_{QM} ——桥面系及附属设施在全桥中的权重，宜按表 6-10 的规定取值。

7 轨道和路基全寿命期安全性能评价

7.1 一般规定

7.1.1 运营路基应根据设计规定、使用时间、使用条件和使用状况，进行安全技术状况调查与评定。

7.1.2 路基病害调查应以 1000m 路段长度为一个基本单元，不足 1000m 按一个基本单元计，并对上、下行方向分别调查。

7.1.3 路基病害调查可采用人工调查与设备检测相结合的方式，采集路基病害信息。

7.1.4 对存在较大病害隐患的路段，应根据需求安设监测设备，采用测量仪器、探测工具等定期采集路基相关数据信息，对路基病害的发生原因和发展趋势进行判断。

7.1.5 路基病害监测的主要内容应包括路基沉降量、边坡侧向位移量及裂缝宽度、既有防护及支挡结构物的裂缝宽度及位移。

7.1.6 轨道状态评定，是对线路与轨道质量基本状况的判定，是安排线路与轨道维修计划的主要依据。

7.1.7 轨道状态评定分为三级，满分 100 分，85 分~100 分为优良（一级），60 分~85 分以下为合格（二级），60 分以下为失格（三级）。评定为优良、合格表明线路处于较好状态，应进行经常养护维修。评定为失格表明线路存在病害，应进行综合维修或大修。

7.2 轨道和路基病害检查

7.2.1 路基病害可分为路基面及基床、路堤、路堑、路基支挡结构、路基排水及防护五类。

7.2.2 路基面及基床病害可分为杂物堆积、不均匀沉降、开裂滑移、冻胀翻浆四类：

①杂物堆积，指人为倾倒的垃圾和秸秆等杂物的堆积。

②不均匀沉降，指路基出现大于 4cm 的差异沉降，或大于 5cm/m 的局部沉陷。

③开裂滑移，指沿路基纵向出现弧形开裂，路基产生侧向滑动趋势。

④冻胀翻浆，指季节性冰冻引起的路面隆起、变形，春融或多雨地区的路基在行车荷载作用下造成路面变形、破裂、冒浆等。

7.2.3 路堤病害可分为坡面冲刷、不均匀沉降、冻胀翻浆、碎落崩塌、开裂滑移、局部坍塌、滑坡七类：

①坡面冲刷，指由雨水冲刷坡面形成深度 10cm 以上的沟槽（含坡脚缺口）。

②不均匀沉降，指路基出现大于 4cm 的差异沉降，或大于 5cm/m 的局部沉降。

③冻胀翻浆，指季节性冰冻引起的路面隆起、变形，春融或多雨地区的路基在行车荷载作用下造成路面变形、破裂、冒浆等。

④碎落崩塌，指路堑边坡因表层风化等产生的碎石滚落、局部崩塌等。

⑤开裂滑移，指沿路基纵向出现弧形开裂，路堤产生侧向滑动趋势。

⑥局部坍塌，指因边坡表面松散破碎或雨水冲刷而引起的坡面滑塌。

⑦滑坡，指边坡发生整体剪切破坏引起的坡体下滑，或有明显水平位移。

7.2.4 路堑病害可分为杂物堆积、坡面冲刷、不均匀沉降、冻胀翻浆、碎落崩塌、开裂滑移、局部坍塌、滑坡八类

①杂物堆积，指人为倾倒的垃圾和秸秆等杂物的堆积。

②坡面冲刷，指由雨水冲刷坡面形成深度 10cm 以上的沟槽（含坡脚缺口）。

③不均匀沉降，指路基出现大于 4cm 的差异沉降，或大于 5cm/m 的局部沉降。

④冻胀翻浆，指季节性冰冻引起的路面隆起、变形，春融或多雨地区的路基在行车荷载作用下造成路面变形、破裂、冒浆等。

⑤碎落崩塌，指路堑边坡因表层风化等产生的碎石滚落、局部崩塌等。

⑥开裂滑移，指沿路基纵向出现弧形开裂，路堤产生侧向滑动趋势。

⑦局部坍塌，指因边坡表面松散破碎或雨水冲刷而引起的坡面滑塌。

⑧滑坡，指边坡发生整体剪切破坏引起的坡体下滑，或有明显水平位移。

7.2.5 路基支挡结构病害可分为表观破损、排（泄）水孔淤塞、局部损坏、结构失稳四类。

①表观破损，指勾缝或沉降缝损坏、表面破损、钢筋外露和锈蚀等。

②排（泄）水孔淤塞，指排（泄）水孔被杂物堵塞，造成排水不畅。

③局部损坏，指局部出现的基础淘空、墙体脱空、脱落、鼓肚、轻度裂缝、下沉等。

④结构失稳，指结构物整体出现的开裂、倾斜、滑移、倒塌等。

7.2.6 路基排水及防护病害可分为排水设施堵塞、排水设施损坏、排水设施不完善、防护设施损坏。

①排水设施堵塞，指排水设施内有杂物、垃圾、淤积等，造成排水不畅或设施堵塞。

②排水设施损坏，指排水设施出现勾缝严重脱落，排水沟、截水沟、急流槽等设施破损。

③排水设施不完善，指排水设施缺失、未与外部排水系统有效衔接，造成排水不畅通。

⑤防护设施损坏，指防护设施出现损坏、导致影响排水设施正常运行。

7.2.7 轨道病害检查主要分为常规检查、定期检查、专项检查三类。

7.2.8 常规检查

主要检查有无异物侵入限界及其他线路故障；重点对钢轨和联结零件、道岔、轨枕、道床、无缝线路、轨道加强设备、轨道感应板等进行巡视检查。

7.2.9 定期检查

①线路与轨道无砟轨道每年应至少进行 1 次定期检查。对有砟轨道进行春检、秋检。车场线、出入线及其道岔每半年至少检查 1 次。

②曲线正矢，每季度应至少全面检查 1 次。

③无缝线路，地上线每季度至少检查 1 次，地下线每年检查不少于 1 次。

④铝热焊和气压焊焊接接头的表面质量及平直度，每半年应检查 1 次。接触焊焊接接头至少每两年检查 1 次。

⑤使用轨检车检查轨距、水平、高低、轨向、三角坑、车体垂向振动加速度和横向振动加速度，每季度至少 1 次。对线路状态较差的线路，适当增加检查次数。

⑥使用钢轨探伤车对钢轨的伤损情况进行动态检查，每季度至少检查 1 次。

7.2.10 专项检查

出现以下情况应进行专项检查：

- ①超过规定的允许值；
- ②超过设计年限，需延长使用的；
- ③常规检查与定期检查中难以判明的病害；
- ④线路保护区范围内施作穿越工程。

7.3 路基面及基床安全性能等级评定

7.3.1 路基面及基床安全性能评价指标为 L_j 。根据路基面与基床病害检查结果进行评定，评定式如下：

$$L_j = 100 - \sum (GD_i D \times \omega_i D) \quad (7.3.1)$$

式中： $GD_i D$ ——第 i 类路基面及基床病害的总扣分，按表 7.3.3 的规定执行；
 $\omega_i D$ ——第 i 类路基面及基床病害的权重，按表 7.3.4 取值。

7.3.2 路基面及基床安全性能等级评定划分表

表 7.3.2 等级评定划分表

评价指标	评定等级				
	I	II	III	IV	V
L_j	≥ 90	$\geq 80, < 90$	$\geq 70, < 80$	$\geq 60, < 70$	< 70

7.3.3 路基面及基床病害扣分标准

表 7.3.3 病害计分标准

序号	病害名称	计分标准	备注
1	杂物堆积	-5	每 20m 为一处，不足 20m 按一处计
2	不均匀沉降	-20	
3	*开裂滑移	-50	
4	冻胀翻浆	-20	

注：1.初始分值为 100 分，表中每种病害单项计分，最低分值为 0；

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分；

3.表中长度是指沿路线方向的长度，“每 20m 为一处，不足 20m 按一处计”是指若某种病害在一处计量单元中存在若干不连续的现象，统一按一处计；

4.对于标“*”的病害，应根据实际情况进行分析判断。当该病害影响正常通行或威胁交通安全时，路基面及基床安全性能评价指标 L_j 按 0 分计。

7.3.4 路基面及基床病害权重

表 7.3.4 病害权重表

病害名称	杂物堆积	不均匀沉降	*开裂滑移	冻胀翻浆
权重	0.2	0.3	0.3	0.2

7.4 路堤安全性能等级评定

7.4.1 路堤安全性能评价指标为 L_d 。根据路堤病害检查结果进行评定，评定式如下：

$$L_d = 100 - \sum (GD_i D \times \omega_i D) \quad (7.4.1)$$

式中： $GD_i E$ ——第 i 类路堤病害的总扣分，按表 7.4.3 的规定执行；

$\omega_i E$ ——第 i 类路堤病害的权重，按表 7.4.4 取值。

7.4.2 路堤安全性能等级划分表

表 7.4.2 安全性能等级划分表

评价指标	评定等级				
	I	II	III	IV	V
L_d	≥ 90	$\geq 80, < 90$	$\geq 70, < 80$	$\geq 60, < 70$	< 70

7.4.3 路堤病害检查表

表 7.4.3 病害检查表

序号	病害名称	计分标准	备注
1	坡面冲刷	-5	每 20m 为一处，不足 20m 按一处计，当边坡高度超过 20m 时，扣分加倍。当岩质边坡或黄土路基边坡出现局部碎落崩塌后，坡面形成坑洞、缺陷等，但不影响路基边坡整体稳定和通行安全的，可不扣分
2	不均匀沉降	-20	
3	冻胀翻浆	-20	
4	碎落崩塌	-20	
5	*开裂滑移	-50	
6	*局部坍塌	-50	
7	*滑坡	-100	-

注：1.初始分值为 100 分，表中每种病害单项计分，最低分值为 0；

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分。

3.表中长度是指沿路线方向的长度，“每 20m 为一处，不足 20m 按一处计”是指若某种病害在一处计量单元中存在若干不连续的现象，统一按一处计。

4.对于标“*”的病害，应根据实际情况进行分析判断。当该病害影响正常通行或威胁交通安全时，路堤安全性能评价指标 Ld 按 0 分计。

7.4.4 路堤病害权重

表 7.4.4 病害权重表

病害名称	坡面冲刷	不均匀沉降	冻胀翻浆	碎落崩塌	开裂滑移	局部坍塌	滑坡
权重	0.05	0.1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.25

7.5 路堑安全性能等级评定

7.5.1 路堑安全性能评价指标为 Lq。根据路堤病害检查结果进行评定，评定式如下：

$$Lq=100-\sum (GD_iD \times \omega_iD) \quad (7.5.1)$$

式中：GD_{iE}——第 i 类路堑病害的总扣分，按表 7.5.3 的规定执行；

ω_iE ——第 i 类路堑病害的权重，按表 7.5.4 取值。

7.5.2 路堑安全性能等级评价表

表 7.5.2 等级评价表

评价指标	评定等级				
	I	II	III	IV	V
Lq	≥90	≥80, <90	≥70, <80	≥60, <70	<70

7.5.3 路堑病害检查表

表 7.5.3 病害检查表

序号	病害名称	计分标准	备注
1	坡面冲刷	5	每 20m 为一处，不足 20m 按一处计，当边坡高度超过 20m 时，扣分加倍。当岩质边坡或黄土路基边坡出现局部碎落崩塌后，坡面形成坑洞、缺陷等，但不影响路基
2	杂物堆积	5	
3	不均匀沉降	20	
4	冻胀翻浆	20	
5	碎落崩塌	20	
6	*开裂滑移	50	

7	*局部坍塌	50	边坡整体稳定和通行安全的，可不扣分
8	*滑坡	100	-

注：1.初始分值为 100 分，表中每种病害单项计分，最低分值为 0；

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分；

3.表中长度是指沿路线方向的长度，“每 20m 为一处，不足 20m 按一处计”是指若某种病害在一处计量单元中存在若干不连续的现象，统一按一处计；

4.对于标“*”的病害，应根据实际情况进行分析判断。当该病害影响正常通行或威胁交通安全时，路基面及基床安全性能评价指标 L_q 按 0 分计。

7.5.4 路堑病害权重

表 7.5.4 路堑病害权重表

病害名称	坡面冲刷	杂物堆积	不均匀沉降	冻胀翻浆	碎落崩塌	开裂滑移	局部坍塌	滑坡
权重	0.05	0.05	0.1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20

7.6 路基支挡结构安全性能等级评定

7.6.1 路基支挡结构安全性能评价指标为 L_z 。根据路基支挡结构病害检查结果进行评定，评定式如下：

$$L_z = 100 - \sum (GD_i D \times \omega_i D) \quad (7.6.1)$$

式中： $GD_i D$ ——第 i 类路基支挡结构病害的总扣分，按表 7.6.3 的规定执行；

$\omega_i D$ ——第 i 类路基支挡结构病害的权重，按表 7.6.4 取值。

7.6.2 路基支挡结构安全性能等级划分表

表 7.6.2 安全性能等级划分表

评价指标	评定等级				
	I	II	III	IV	V
L_z	≥ 90	$\geq 80, < 90$	$\geq 70, < 80$	$\geq 60, < 70$	< 70

7.6.3 路基支挡结构病害检查表

表 7.6.3 病害检查表

序号	病害名称	扣分标准	备注
1	表观破损	10	每 20m 为一处，不足 20m 按

			一处计
2	排（泄）水孔淤塞	20	以构造物伸缩缝（含沉降缝）为自然段落，30%及以上排水孔出现排水不畅计为一处
3	局部损坏	20	每 20m 为一处，不足 20m 按一处计
4	*结构失稳	100	按路基支挡结构物单独评价

注：1.初始分值为 100 分，表中每种病害单项计分，最低分值为 0；

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分；

3.表中长度是指沿路线方向的长度，“每 20m 为一处，不足 20m 按一处计”是指若某种病害在一处计量单元中存在若干不连续的现象，统一按一处计；

4.对于标“*”的病害，应根据实际情况进行分析判断。当该病害影响正常通行或威胁交通安全时，路基支挡结构安全性能评价指标 Lz 按 0 分计。

7.6.4 路基支挡结构病害权重

表 7.6.4 病害权重表

病害名称	表观破损	排（泄）水孔淤塞	局部损坏	*结构失稳
权重	0.1	0.2	0.3	0.4

7.7 路基排水及防护安全性能等级评定

7.7.1 路基排水及防护安全性能评价指标为 Lz。根据路堤病害检查结果进行评定，评定式如下：

$$Lz=100-\sum (GD_i \times \omega_i) \quad (77.1)$$

式中：GD_i——第 i 类路基排水及防护病害的总扣分，按表 7.6.3 的规定执行；
 ω_i ——第 i 类路基排水及防护病害的权重，按表 7.6.4 取值。

7.7.2 路基排水及防护安全性能等级划分表

表 7.7.2 安全性能等级划分表

评价指标	评定等级				
	I	II	III	IV	V

Lp	≥90	≥80, <90	≥70, <80	≥60, <70	<70
----	-----	----------	----------	----------	-----

7.7.3 路基排水及防护病害检查表

表 7.7.3 病害扣分标准

序号	病害名称	扣分标准	备注
1	排水设施堵塞（含涵洞）	5	每 20m 为一处，不足 20m 按一处计，独立涵洞计为一处
2	排水设施损坏（不含涵洞）	10	
3	排水设施不完善	5	
4	防护设施损坏	20	

注：1.按初始分值为 100 分，表中每种病害单项计分，最低分值为 0；

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分；

3.表中长度是指沿路线方向的长度，“每 20m 为一处，不足 20m 按一处计”是指若某种病害在一处计量单元中存在若干不连续的现象，统一按一处计。

7.7.4 路基排水及防护权重

表 7.7.4 权重表

病害名称	排水设施堵塞（含涵洞）	排水设施损坏（不含涵洞）	排水设施不完善	防护设施损坏
权重	0.3	0.3	0.1	0.3

7.8 轨道部件安全性能等级评定

7.8.1 轨道部件服役状态等级应根据线路状态和道岔状态的子项指标评定。

7.8.2 轨道部件评定

评定时线路宜以 km 为单位，道岔、钢轨温度伸缩调节器宜以组为单位，满分为 100 分，根据轨道部件评定标准表进行扣分制。

表 7.8.2-1 线路状态评定标准表

项目	序号	病害名称	扣分标准	说明
几何尺寸	1	超过经常保养容许偏差	4 分/处	曲线正矢超限每处扣 4 分
	2	正线线路轨距变化率大于 1%，其他线路大于 2%(不含规定的递减率)	2 分/处	
钢轨	3	接头轨面或内侧错牙大于 2mm	4 分/处	轨缝在调整轨缝轨温限制范围内时检
	4	轨缝大于构造轨缝或有连续 3 个及	8 分/处	

		以上瞎缝		查
	5	轨端飞边大于 2mm	4 分/处	“未及时”是指断缝后已逾一周或插入短轨后进入锁定轨温季节已逾一个月
	6	无缝线路断缝未及时进行临时处理或插入短轨未及时进行永久性处理	41 分/处	
轨枕	7	钢轨接头或焊缝处轨枕失效, 其他处混凝土枕连续失效, 木枕连续 3 根及以上失效	6 分/处	使用调高扣件, 每头超过 3 块或总厚度超过 25mm
	8	每处调高垫板超过 2 块或总厚度超过 10mm	1 分/头	
	9	整体道床轨枕挡肩严重破损、失效, 轨枕玻璃钢套管松动、失效	2 分/处	
联结零件	10	铁垫板, 胶垫板, 胶垫片, 道钉, 扣件缺少	1 分/块、个	一组扣件的零件不全, 按缺少一个扣件计算
	11	道钉浮离或扣板(轨距挡板)前、后离缝大于 2mm 者, 超过 12%	1 分/增加 2%	
	12	扣件扭矩超出规定范围或弹条扣件中部前端下颏离缝大于 1mm 者, 超过 12%	1 分/增加 1%	
	13	接头螺栓缺少、松动或扭矩不符合规定	2 分/个	缺少扣 2 分
防爬设备	14	防爬器、支撑缺损或失效	2 分/个	
	15	爬行量超过 20mm 或观测桩缺损不起作用, 无缝线路位移观测桩无记录	16 分/个	爬行量超过 30mm 扣 41 分

注: 1.按照表中每种病害的单项扣分, 扣完 100 分为止。

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时, 按各自病害分项分别扣分。

表 7.8.2-2 道岔状态评定标准表

项目	序号	病害名称	扣分标准	说明
轨道几何尺寸	1	轨距、水平、轨向、高低超过经常保养维修容许偏差	4 分/处	用 10m 弦测量, 连续正矢差不超过 4mm 紧急补修容许偏差: 轨距+6mm、-3mm, 水平 9mm; 高低 9mm, 轨向 9mm(直线), 4mm(支距)
	2	轨距、水平、轨向超过紧急补修容许偏差	41 分/处	
	3	查照间隔超过容许限度	41 分/组	
	4	护背距离超过容许限度	41 分/组	
	5	尖趾距离超过容许限度	41 分/组	
钢轨	6	接头轨面或内侧错牙大于 2mm	4 分/处	错牙大于 3mm 时扣 41 分
	7	尖轨存在以下病害之一: 两尖轨相互脱离; 在转辙杆连接处, 尖轨与基本轨不密贴; 尖轨被轧伤, 或轮缘有爬上尖轨的危险; 尖轨头部宽	41 分/组	

		50mm 及以上断面处，尖轨较基本轨低 2mm 及以上；尖轨损坏。		
	8	基本轨存在以下病害之一：基本轨垂直磨耗，在正线上超过 6mm，在其他线上超过 10mm；基本轨损坏。	16 分/组	
	9	轨缝大于构造轨缝或有连续 3 个及以上瞎缝	4 分/处	
	10	轨端飞边大于 2mm	4 分/处	含胶接绝缘接头
枕枕	11	碎石道床钢轨接头岔枕失效，其他处混凝土岔枕连续失效，木枕连续 3 根及以上失效	6 分/处	一组扣件的零件不全，按缺少一个扣件计算
	12	整体道床轨枕玻璃钢套管松动、失效	2 分/处	
联结零件	13	尖轨、可动心轨与滑床板间缝隙大于 2mm	2 分/块	
	14	连杆、顶铁、间隔铁及护轨螺栓缺少，顶铁离缝大于 2mm	8 分/个、块	
	15	心轨凸缘螺栓缺少、松动	41 分/个	
	16	长、短心轨联结螺栓缺少、松动	16 分/个	
	17	接头螺栓缺少	2 分/个	
	18	其他螺栓缺少、各种螺栓松动	1 分/个	
	19	铁垫板、道钉、胶垫、扣件缺少	1 分/个	
	20	道钉浮离或轨距挡板前、后离缝大于 2mm 者，扣件扭矩超出规定范围或弹条中部前端下颏离缝大于 1mm 者，超过 12%	1 分/增加 1%	
轨道加强设备	21	在转辙和辙叉部分轨撑离缝大于 2mm，在其他部分轨撑或轨距杆损坏、松动	1 分/个、根	
	22	防爬器、支撑缺损或失效	2 分/个	
	23	爬行量超过 20mm	16 分/组	测量两尖轨尖端相错量

注：1.按照表中每种病害的单项扣分，扣完 100 分为止。

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分。

7.9 道床结构安全性能等级评定

7.9.1 道床结构服役状态等级应根据道床状态的子项指标评定。

7.9.2 道床结构评定

道床评定时线路宜以 km 为单位，满分为 100 分，根据道床结构评定进行扣分制。

表 7.9.2-1 道床状态评定标准表

项目	序号	病害名称	扣分标准	说明
----	----	------	------	----

道床	1	碎石道床翻浆冒泥	0.2分/孔	
	2	碎石道床肩宽不足，不饱满，杂草多	1分/20m	单侧计算
	3	整体道床开裂	1分/处	
	4	整体道床轨枕块松动	1分/处	

注：1.按照表中每种病害的单项扣分，扣完100分为止。

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分。

道岔、钢轨温度伸缩调节器均以组为单位，满分为100分。

表 7.9.3-2 道岔道床状态评定标准表

项目	序号	病害名称	扣分标准	说明
道床	1	碎石道床翻浆冒泥	2分/空	
	2	碎石道床肩宽不足，不饱满，杂草多	4分/组	
	3	整体道床开裂	2分/处	
	4	整体道床轨枕块松动	2分/处	

注：1.按照表中每种病害的单项扣分，扣完100分为止。

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分。

7.10 无缝线路安全性能等级评定

7.10.1 无缝线路服役状态等级应根据无缝线路病害指标评定。

7.10.2 无缝线路评定

无缝线路评定时线路宜以 km 为单位，满分为 100 分，根据无缝线路评定进行扣分制。

表 7.10.2 无缝线路状态评定标准

项目	序号	病害名称	扣分标准	说明
钢轨	1	无缝线路断缝未及时进行临时处理或插入短轨未及时进行永久性处理	41分/处	“未及时”是指断缝后已逾一周或插入短轨后进入锁定轨温季节已逾一个月
	2	无缝线路现存重伤钢轨（不含焊缝）	20分/根	长轨中两个焊缝间为1根
	3	无缝线路现存重伤焊缝	20分/根	长轨中两个焊缝间为1根
防爬设备	4	爬行量超过 20mm 或观测桩缺损不起作用无缝线路位移观测桩无记录	16分/个	爬行量超过 30mm 扣 41 分

注：1.按照表中每种病害的单项扣分，扣完100分为止。

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分。

7.11 减振轨道结构安全性能等级评定

7.11.1 减振轨道结构服役状态等级应根据减振轨道结构病害指标评定。

7.11.2 减振轨道结构评定

减振轨道评定时线路宜以 km 为单位，满分为 100 分，根据减振轨道结构评定进行扣分制。

表 7.11.2 减振轨道状态评定标准

项目	序号	病害名称	扣分标准	说明
浮置板道床	1	浮置板道床积水、开裂，密封措施不完好	1 分/处	
	2	浮置板道床板面的高程变化超过 2mm	4 分/处	
	3	浮置板道床钢弹簧隔振器或剪力胶失效	41 分/处	
浮置板道岔道床	4	浮置板道床积水、开裂，密封措施不完好	2 分/处	
	5	浮置板道床板面的高程变化超过 2mm	16 分/处	
	6	浮置板道床钢弹簧隔振器或剪力胶失效	41 分/处	

注：1.按照表中每种病害的单项扣分，扣完 100 分为止。

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分。

7.12 轨道和路基整体安全性能等级评定

7.12.1 轨道整体结构服役状态等级应根据构成轨道结构的各结构服役状态等级评定。

7.12.2 轨道整体评定时宜以 km 为单位，满分为 100 分，根据轨道整体结构评定进行扣分制。

表 7.12.1 轨道整体状态评定标准

项目	序号	病害名称	扣分标准	说明	
慢性	1	线路设备不良(不含路基)	41 分/处	检查时现存慢性处所	
道床	2	翻浆冒泥	4 分/延长 10m		
	3	道床不洁率大于 25%	8 分/延长 100m		
	整体道床	4	道床开裂	4 分/处	
		5	混凝土轨枕块松动	4 分/块	
	浮置板道床	6	积水、开裂，密封措施不完好	2 分/处	
		7	板面的高程变化超过 2mm	16 分/处	
		8	钢弹簧隔振器或剪力胶失效	41 分/处	
	轨枕	碎石道床	9	木枕失效率超过 8%	8 分/增加 1%
10			混凝土枕失效率超过 4%	8 分/增加 1%	
整体道床		11	混凝土轨枕挡肩严重破损、失效	4 分/处	
		12	玻璃钢套管松动、失效	4 分/处	
钢轨	13	一年内新生轻伤钢轨（不含曲线磨）	2 分/根	长轨中两个焊	

		耗)		缝间为 1 根
	14	现存曲线磨耗轻伤钢轨	4 分/延长 100m	按单股计算
	15	一年内新生重伤钢轨 (不含焊缝)	20 分/根	长轨中两个焊 缝间为 1 根
	16	无缝线路现存重伤钢轨 (不含焊 缝)	20 分/根	长轨中两个焊 缝间为 1 根
	17	无缝线路现存重伤焊缝	20 分/个	

注：1.按照表中每种病害的单项扣分，扣完 100 分为止。

2.同一位置同时存在两种及两种以上病害时，按各自病害分项分别扣分。

8 城市轨道交通工程安全性能管理平台

8.1 一般规定

8.1.1 城市轨道交通工程管理单位宜建立城市轨道交通工程安全性能管理平台，平台应涵盖隧道、桥梁、轨道和路基等相关设施、设备的安全性能管理，实现全寿命周期的数字化、智能化管理。

8.1.2 平台应采用物联网、大数据、云计算、人工智能等数字化技术，基于数字化运维管理平台实施运行维护。

8.1.3 平台应根据城市轨道交通工程安全性能管理需求及业务工作流程，采用模块化、可扩展的架构设计。

8.1.4 平台应具备城市轨道交通工程安全性能管理数字化信息的采集、录入、存储、处理、分析、展示、推送、外部数据接口等功能，保证系统稳定可靠、操作便捷、互联互通。平台应兼容多源数据的集成管理与应用。

8.1.5 平台应保证数据的规范性、一致性、准确性和时效性。

8.2 平台架构和功能模块

8.2.1 平台设计宜包括以下原则：

（1）模块化设计：将平台功能划分为多个独立的模块，每个模块负责特定的功能区域，如数据采集、数据处理、安全评估、风险预警等，便于后期的维护和扩展。

（2）可扩展性：平台架构设计应预留接口和扩展点，以便未来能够根据实际需求增加新的功能模块或升级现有模块，确保平台的长期适应性和竞争力。

（3）安全性：平台应符合国家及行业关于信息系统安全的相关标准，确保数据传输和存储的安全性，防止信息泄露或被非法篡改。

（4）易用性：平台界面应简洁明了，操作流程直观易懂，提高用户的使用效率和满意度。

8.2.2 平台功能模块应包括数据采集和处理模块、风险识别和预警管理模块、安全性能评估模块等。

8.3 数据采集和处理

8.3.1 平台应定期维护底层数据采集，核查上传数据和设备状态的可靠性，发现问题及时整改。

8.3.2 平台应设置数据异常的判定范围，所存储的数据应能区分正常数据与异常数据。

8.3.3 平台在信息转换和传递过程中，应保证信息的完整性，不应发生数据丢失或失真，并对无关的内容进行轻量化处理。

8.3.4 平台数据在城市轨道交通工程全生命周期各个阶段的运行模式和交付模式应便于应用和管理，方便信息的传递和共享。

8.3.5 存储的数据应进行分级保护。平台关键数据存储宜采用高安全性的数据备份保护机制，支持多种容灾备份机制。

8.3.6 跨部门、跨行业、跨系统的数据交互应防止高等级安全的数据信息向低等级的区域流动。

8.4 风险识别和预警管理

8.4.1 宜采用先进的数据分析工具，对设施设备运行数据进行问题分析与数据挖掘。

8.4.2 平台应有预警机制，对运行数据异常或接近异常的设施或设备，应能及时辨别。

8.4.3 对系统或设备进行月或年平均负载率统计和分析，对相关设施或设备的数据流进行实时分析，发现数据异常时，应及时报警。

8.5 安全性能评估

8.5.1 平台宜提供直观的数据可视化和分析工具，以便及时把握安全性能状况，并制定科学的管理策略和改进措施。

8.5.2 平台宜自动生成安全性能评估报告、预警处理报告等各类管理报告，支持定制化报告模板和导出功能。

附录 A 上部结构检测标度表

表 A-1 梁式桥上部结构(不含支座)检测标度表

构件类型	评价指标		标度值				
			标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
主梁 (钢筋混凝土或预应力混凝土梁)	裂缝	钢筋混凝土梁	无裂缝, 或少量裂缝	一定数量的受力裂缝, 但缝宽未超限	较多受力裂缝, 但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝, 且缝宽超限
		预应力混凝土梁	无裂缝, 或少量非受力裂缝	一定数量的非受力裂缝	非受力裂缝较多	正截面横向或腹板斜向受力裂缝	多条正截面横向或腹板斜向受力裂缝
主梁 (钢筋混凝土或预应力混凝土梁)	碳化		测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2, 小于0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5, 小于1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.0	—
	表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)		累计面积与构件面积的比值小于或等于5%或锚头、钢绞线等无明显病害	累计面积与构件面积的比值大于5%, 小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%, 小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—
主梁 (钢梁)	杆件变形		完好	仅个别次要构件出现异常变形	个别主要构件出现异常变形	多个构件出现异常变形	—
	母材裂纹		无裂纹	仅出现非受力方向的少量裂纹	出现与主要受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹
	焊接连接		无裂纹	1个疲劳细节处出现1条~2条裂纹	多个疲劳细节处出现1条~2条裂纹	1个疲劳细节处出现2条以上裂纹	多个疲劳细节处出现2条以上裂纹
	螺栓连接		无松动	单个接头的螺栓失效数小于总数的5%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的5%, 小于总数的15%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的15%小于总数的25%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的25%

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
	锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的5%	累计锈蚀面积大于构件面积的5%，小于或等于构件面积的15%	累计锈蚀面积大于构件面积的5%	多个控制截面出现受力裂缝，且缝宽超限
主梁 (组合梁)	混凝土板裂缝	无裂缝，或少量裂缝	一定数量的受力裂缝，但缝宽未超限	较多受力裂缝，但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝，且缝宽超限
	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2，小于0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5，小于1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.0	—
	外观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)	累计面积与构件面积的比值小于或等于5%	累计面积与构件面积的比值大于5%，小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%，小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—
	钢梁母材裂纹	无裂纹	出现少量裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹
	结合部位开裂、渗水	完好	轻微破损，开裂	明显破损，开裂	严重破损，开裂，渗水	—
	结合面滑移	无滑移	滑移量小于或等于1mm	滑移量大于1mm，小于或等于3mm	滑移量大于3mm，小于或等于5mm	滑移量大于5mm

表 A-2 拱桥上部结构(不含支座)检测标度表

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
主拱 (混凝土)	拱轴线线形	良好	线形平顺、对称性较好	线形多处不平顺、对称性不好	—	—
	裂缝	无裂缝，或少量裂缝	一定数量的受力裂缝，但缝宽未超限	较多受力裂缝，但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝，且缝宽超限
	碳化	测区碳化深度平均值与测区	测区碳化深度平均值与测区	测区碳化深度平均值与测区	测区碳化深度平均值与测区	—

构件类型	评价指标		标度值				
			标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
			主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2, 小于0.5	主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5, 小于1.0	主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.0	
主拱 (混凝土)	拱圈(肋)与(或拱座)的连接处状况		无开裂	少量裂缝	较多裂缝	大量裂缝	大量超宽裂缝, 破损严重
	表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)		累计面积与构件面积的比值小于或等于5%	累计面积与构件面积的比值大于5%, 小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%, 小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—
主拱 (钢管混凝土)	钢管混凝土拱肋脱粘		完好	极少脱空	少部分脱空	较多脱空	—
	钢管拱脚与混凝土的连接处状况		无开裂	少量裂缝	较多裂缝	大量裂缝	大量超宽裂缝, 破损严重
	母材裂纹		无裂纹	少量裂纹	一条受力方向相关的裂纹	多条受力裂纹	大量受力裂纹
	焊接连接		无裂纹	个别连接处出现裂纹	多个连接处出现裂纹	多个连接处出现2条以上裂纹	大量连接处出现多条裂纹
	锈蚀		无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的5%	累计锈蚀面积大于构件面积的5%, 小于或等于构件面积的15%	累计锈蚀面积大于构件面积的15%	—
主拱 (钢箱)	钢拱脚与混凝土的连接处		无开裂	少量裂缝	较多裂缝	大量裂缝	大量超宽裂缝, 破损严重
	母材裂纹		无裂纹	少量裂纹	一条受力方向相关的裂纹	多条受力裂纹	大量受力裂纹
加劲梁、系杆	混凝土加劲梁	裂缝	无裂缝, 或少量裂缝	一定数量的受力裂缝, 但缝宽未超限	较多受力裂缝, 但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝, 且缝宽超限

构件类型	评价指标	标度值					
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5	
	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2, 小于0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5, 小于1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.00	—	
	表观病害状况	累计面积与构件面积的比值小于或等于5%	累计面积与构件面积的比值大于5%, 小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%, 小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—	
钢加劲梁	杆件变形	完好	个别次要构件出现异常变形	个别主要构件出现异常变形	多根构件出现异常变形	—	
	母材裂纹	无裂纹	出现非受力方向的少量裂纹	出现与主要受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹	
	焊接连接	无裂纹	1个疲劳细节处出现1条~2条裂纹	多个疲劳细节处出现1条~2条裂纹	1个疲劳细节处出现2条以上裂纹	多个疲劳细节处出现2条以上裂纹	
	螺栓连接	无松动	单个接头的螺栓失效数小于总数的5%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的5%, 小于总数的15%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的15% 小于总数的25%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的25%	
	锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的5%	累计锈蚀面积大于构件面积的5%, 小于或等于构件面积的15%	累计锈蚀面积大于构件面积的15%	—	
柔性系杆	锚头病害	无	锚具锈蚀	锚头内积水、渗水, 防锈油脂外渗或缺失	个别墩头锈蚀或开裂, 个别夹片松动或滑丝	较多墩头锈蚀或开裂, 较多夹片松动或滑丝	
	索体防护病害	无	轻度老化或破损	中度老化、破损	严重老化、破损、开裂	—	
	支撑构造病害	无	个别支撑点失效(支撑脱离、滚动失效)	部分支撑点失效(支撑脱离、滚动失效)	多数支撑点失效(支撑脱离、滚动失效)	—	
加劲系杆	柔性系杆	锚固块病害	无	少量细微裂缝	锚固端面存在受力裂缝	锚固块根部有明显受力裂缝	锚固块根部有多处明显受力裂缝

构件类型	评价指标		标度值				
			标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
桥面系结构	钢结构	杆件变形	完好	个别次要构件出现异常变形	个别主要构件出现异常变形	多根构件出现异常变形	—
		母材裂纹	无裂纹	出现非受力方向的少量裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹
		焊接连接	无裂纹	1个疲劳细节处出现1条~2条裂纹	多个疲劳细节处出现1条~2条裂纹	1个疲劳细节处出现2条以上裂纹	多个疲劳细节处出现2条以上裂纹
		螺栓连接	无松动	单个接头的螺栓失效数小于总数的5%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的5%，小于总数的15%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的15%小于总数的25%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的25%
		锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的5%	累计锈蚀面积大于构件面积的5%，小于或等于构件面积的15%	累计锈蚀面积大于构件面积的15%	—
桥面系结构	钢筋混凝土结构	裂缝	无裂缝，或少量裂缝	一定数量的受力裂缝，但缝宽未超限	较多受力裂缝，但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝，且缝宽超限
		碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2,小于0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5,小于1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.0	—
		表观病害状况	累计面积与构件面积的比值小于或等于5%	累计面积与构件面积的比值大于5%，小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%,小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—
	组合结构	混凝土板裂缝	无裂缝，或少量裂缝	一定数量的受力裂缝，但缝宽未超限	较多受力裂缝，但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝，且缝宽超限

构件类型	评价指标		标度值				
			标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
		碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2,小于0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5,小于1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.0	—
桥面系结构	组合结构	表观病害状况	累计面积与构件面积的比值小于或等于5%	累计面积与构件面积的比值大于5%,小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%,小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—
		钢梁母材裂纹	无裂纹	出现少量非受力方向裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现了大量受力方向相关裂纹
		结合部位裂、渗水	完好	轻微破损, 开裂	破损, 开裂	严重破损, 开裂, 渗水	—
		结合面滑移	无滑移	滑移量小于或等于1mm	滑移量大于1mm,小于或等于3mm	滑移量大于3mm小于或等于5mm	滑移量大于5mm

表 A-3 斜拉桥上部结构(不含支座)检测标度表

构件类型	评价指标		标度值				
			标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
桥塔	混凝土塔身	塔顶水平位移	无明显水平位移或有轻微水平位移,但不影响结构受力	有一定水平位移,但不影响结构受力	有较明显水平位移,对结构受力有一定影响	有明显水平位移,对结构安全有影响	塔倾斜变形严重
		裂缝	无裂缝,或少量裂缝	一定数量的受力裂缝,但缝宽未超限	较多受力裂缝,但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝,且缝宽超限
		碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2,小于0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5,小于1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.0	—

构件类型	评价指标		标度值				
			标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
	表观病害状况 (破损、空洞蜂窝麻面等)		累计面积与构件面积的比值小于或等于5%	累计面积与构件面积的比值大于5%，小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%，小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—
	钢塔身	锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的5%	累计锈蚀面积大于构件面积的5%，小于或等于构件面积的15%	累计锈蚀面积大于构件面积的15%	—
桥塔	钢塔身	塔身钢结构连接	完好	个别裂纹或小于总数5%的螺栓失效	出现2条以上裂纹或占总数5%(含)以上15%(不含)以下的螺栓失效	多条裂纹或大于或等于总数15%的螺栓失效	—
	索塔锚固	钢结构锚固构造	无裂纹	钢板或焊缝出现少量裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力裂纹	出现大量受力裂纹
		索塔锚固部位状态	无开裂	少量锚固部位混凝土有轻微少量裂缝，无松动	多处锚固部位混凝土有轻微少量裂缝，无松动	单处锚固部位混凝土大面积开裂严重，有松动	多处锚固部位混凝土大面积开裂严重，有松动
斜拉索	索力变化		变化量小于或等于10%	变化量大于10%，小于或等于20%	变化量大于20%，小于或等于25%	变化量大于25%，小于或等于35%	变化量大于35%
	索体防护		完好	轻微老化起皮	老化起皮破损	严重破损	—
	锚固状况		完好	锚拉板出现轻微破损	锚头出现破损、松动或出现不密封现象，但未造成拉索锈蚀	锚头或锚拉板出现破损、松动或有明显的受力裂缝，锚头有锈蚀	锚头积水锈蚀严重，锚固部位有明显的受力裂缝，且缝宽大于0.2 mm
	减振装置		完好	轻微损坏	严重损坏	—	—
	裂缝		无裂缝，或少量非受力裂缝	一定数量的非受力裂缝	非受力裂缝较多	正截面横向或腹板斜向受力裂缝	多条正截面横向或腹板斜向受力裂缝

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
主梁 (钢筋混凝土)	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2, 小于0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5, 小于1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.0	—
	表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)	累计面积与构件面积的比值小于或等于5%	累计面积与构件面积的比值大于5%, 小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%, 小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—
主梁 (钢)	杆件变形	完好	个别次要构件出现异常变形	个别主要构件出现异常变形	多个构件出现异常变形	—
	母材裂纹	无裂纹	出现非受力方向的少量裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现大量受力方向相关裂纹
	焊接连接	无裂纹	1个疲劳细节处出现1条~2条裂纹	多个疲劳细节处出现1条~2条裂纹	1个疲劳细节处出现2条以上裂纹	多个疲劳细节处出现2条以上裂纹
主梁 (钢)	螺栓连接	无松动	单个接头的螺栓失效数小于总数的5%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的5%, 小于总数的15%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的15%, 小于总数的25%	单个接头的螺栓失效数大于或等于总数的25%
	锈蚀	无锈蚀	累计锈蚀面积小于或等于构件面积的5%	累计锈蚀面积大于构件面积的5%, 小于或等于构件面积的15%	累计锈蚀面积大于构件面积的15%	—
	混凝土板裂缝	无裂缝, 或少量裂缝	一定数量的受力裂缝, 但缝宽未超限	较多受力裂缝, 但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝, 且缝宽超限
	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2, 小于0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5, 小于1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.0	—

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
主梁 (钢混组合梁)	外观病害状况	累计面积与构件面积的比值小于或等于5%	累计面积与构件面积的比值大于5%，小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%，小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—
	钢梁母材裂纹	无裂纹	出现少量非受力方向裂纹	出现一条受力方向相关的裂纹	出现多条受力方向相关裂纹	出现大量受力方向相关裂纹
	结合部位开裂、渗水	完好	轻微破损，开裂	破损，开裂	严重破损，开裂，渗水	—
	结合面滑移	无滑移	滑移量小于或等于1mm	滑移量大于1mm，小于或等于3mm	滑移量大于3mm小于或等于5mm	滑移量大于5mm

表 A-4 支座检测标度表

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
板式橡胶支座	橡胶板裂缝	无	出现裂缝，单条裂缝长度小于或等于相应边长10%	出现裂缝，单条裂缝长度小于或等于相应边长25%	出现裂缝，单条裂缝长度小于或等于相应边长50%	出现裂缝，单条裂缝长度大于相应边长50%
	外鼓	无	轻微外鼓	外鼓较严重或外鼓不均匀	外鼓严重或外鼓严重不均匀	—
	钢板外露	无	—	—	—	有外露
	剪切角	小于或等于20°	大于20°，小于或等于25°	大于25°，小于或等于35°	大于35°，小于或等于45°	大于45°
	支座与梁身、支承垫石间密贴状况	密贴完好	局部脱空，脱空面积小于或等于接触面积的10%	脱空较严重，脱空面积大于接触面积的10%，小于或等于接触面积的20%	严重脱空，脱空面积大于接触面积的20%	—
	限位装置状况	完好	—	—	部分失效	全部失效
盆式橡胶支座	钢件脱焊	无	—	除盆环外，其他部位脱焊	—	盆环脱焊
	钢件裂纹及变形	无	盆底四角翘起	除盆环外，其他部位开裂	—	盆环开裂
	钢件锈蚀	轻微锈蚀	除钢盆外，其他钢件锈蚀	钢盆锈蚀	钢盆锈蚀并剥落	—

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
	聚四氟乙烯板磨损	外露高度大于或等于1.0mm	外露高度大于或等于0.5mm, 小于1.0mm	外露高度大于或等于0.2mm, 小于0.5mm	外露高度小于0.2mm	—
	平面位移超限	无	—	位移超限(支座额定限值)小于或等于10mm	位移超限(支座额定限值)大于10mm	—
	转角位移超限	无	—	转角超限小于或等于支座转角额定值的20%	转角超限大于支座转角额定值的20%	—
	支座与梁身支承垫石间密贴状况	密贴完好	局部脱空, 脱空面积小于或等于接触面积的10%	脱空较严重, 脱空面积大于接触面积的10%, 小于或等于接触面积的20%	严重脱空, 脱空面积大于接触面积的20%	完全脱空
	锚固螺栓工作状态	良好	个别锚固螺栓松动	多个锚固螺栓松动	一根螺杆剪断	两根及以上螺杆剪断
	球形钢支座	钢构件裂纹	无	出现少量裂纹	出现多条裂纹	出现大量裂纹
	钢构件锈蚀	无	轻微锈蚀	锈蚀较严重	严重锈蚀	—
	球面摩擦副滑板窜出	完好	有窜出现象, 窜出长度小于或等于直径的10%	窜出较严重, 窜出长度大于直径的10%, 小于或等于直径的25%	严重窜出, 窜出长度大于直径的25%, 小于或等于直径50%	严重窜出, 窜出长度大于直径的50%
	平面滑板磨损	外露高度大于或等于1.0mm	外露高度大于或等于0.5mm, 小于1.0mm	外露高度大于或等于0.2mm, 小于0.5mm	外露高度小于0.2mm	—
	支座与梁身、支承垫石间密贴状况	密贴完好	局部脱空, 脱空面积小于或等于接触面积的10%	脱空较严重, 脱空面积大于接触面积的10%, 小于或等于接触面积的20%	严重脱空, 脱空面积大于接触面积的20%	完全脱空
	锚固螺栓工作状态	良好	个别锚固螺栓松动	多个锚固螺栓松动	一根螺杆剪断	两根及以上螺杆剪断

附录 B 下部结构检测标度表

表 B-1 墩台与基础检测标度表

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
墩(台)	墩(台)身、墩(台)帽、支承垫石、拱桥拱座裂缝	出现少量网状裂缝但缝宽未超限	出现少量受力裂缝但缝宽未超限	出现受力裂缝，个别裂缝缝宽超限	出现较多受力裂缝，少量裂缝缝宽超限	出现大量缝宽超限的受力裂缝
	盖梁裂缝	无裂缝,或少量裂缝	一定数量的受力裂缝，但缝宽未超限	较多受力裂缝，但缝宽未超限	控制截面的受力裂缝缝宽超限	多个控制截面出现受力裂缝，且缝宽超限
墩(台)	碳化	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值小于0.2	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.2，小于0.5	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于0.5，小于1.0	测区碳化深度平均值与测区主筋的净保护层厚度平均值的比值大于或等于1.0	—
	墩(台)身空洞、破损、露筋等病害	无	单处病害面积小于或等于0.25m ² 或病害总面积小于或等于构件面积3%，且空洞深度小于或等于15mm	单处病害面积大于0.25m ² ，小于或等于0.5m ² 或病害总面积大于构件面积3%，小于或等于构件面积10%，且空洞深度小于或等于30mm	单处病害面积大于0.5m ² 或病害总面积大于构件面积10%或空洞深度大于30mm	—
	墩(台)帽及支承垫石空洞、破损、露筋等病害	无	单处病害面积小于或等于0.10m ² 或病害总面积小于或等于构件面积3%，且空洞深度小于或等于5mm	单处病害面积大于0.1m ² ，小于或等于0.25m ² 或病害总面积大于构件面积3%，小于或等于构件面积10%，且空洞深度小于或等于20mm	单处病害面积大于0.25m ² 或病害总面积大于构件面积10%或空洞深度大于20mm	—

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
	表观病害状况(破损、空洞、蜂窝麻面等)	累计面积与构件面积的比值小于或等于5%	累计面积与构件面积的比值大于5%，小于或等于20%	累计面积与构件面积的比值大于20%，小于或等于50%	累计面积与构件面积的比值大于50%	—
锚碇(锚塞)	锚碇(锚塞)状态	状态完好或锚面轻微开裂	锚面局部开裂、破损	锚面局部开裂、破损、渗水	锚碇开裂严重	锚碇(锚塞)移动
基础	裂缝	出现少量网状裂缝但缝宽未超限	出现少量受力裂缝但缝宽未超限	出现受力裂缝个别裂缝缝宽超限	出现较多受力裂缝,少量裂缝缝宽超限	出现大量缝宽超限的受力裂缝
	冲刷	冲刷深度小于或等于设计计算冲刷深度值10%	冲刷深度大于设计计算冲刷深度值10%，小于或等于设计计算冲刷深度值30%	冲刷深度大于设计计算冲刷深度值30%，小于或等于设计计算冲刷深度值75%	冲刷深度大于设计计算冲刷深度值75%，小于或等于设计计算冲刷深度值	冲刷深度大于设计计算冲刷深度值，小于或等于设计计算冲刷深度值105%
基础	简支梁基础沉降	相邻桥墩差异沉降小于10mm	相邻桥墩差异沉降大于或等于10mm，小于20mm	相邻桥墩差异沉降大于或等于20mm,小于30mm	相邻桥墩差异沉降大于或等于30mm,小于40mm	相邻桥墩差异沉降大于或等于40mm
	超静定结构基础沉降	相邻桥墩差异沉降值小于或等于设计值20%	相邻桥墩差异沉降值大于设计值20%，小于或等于设计值40%	相邻桥墩差异沉降值大于设计值40%，小于或等于设计值60%	相邻桥墩差异沉降值大于设计值60%，小于或等于设计值80%	相邻桥墩差异沉降大于设计值80%
	基础水平位移及横向转动引起的墩顶横向水平位移	小于或等于本规程规定的运营舒适性限值的15%	大于本规程规定的运营舒适性限值的15%，小于或等于本规程规定的运营舒适性限值的30%	大于本规程规定的运营舒适性限值的30%小于或等于本规程规定的运营舒适性限值的50%	大于本规程规定的运营舒适性限值的50%，小于或等于本规程规定的运营舒适性限值的70%	大于本规程规定的运营舒适性限值的70%
	冻害	无	轻微冻害	大面积冻害	严重冻害	—
护锥	缺陷及冲刷	完好	铺砌面局部隆起、凹陷、开裂，砌缝砂浆脱落，或局部铺砌面下滑，坡角损坏，局部冲成浅坑	铺砌面出现大面积隆起、凹陷、开裂，砌缝砂浆脱落，坡脚局部冲刷，冲成深坑、沟或槽	铺砌面出现大面积隆起、凹陷、开裂，砌缝砂浆脱落，坡体和坡脚冲刷严重，基础有淘空现象	—

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
调治构造物	损坏、冲刷及变形	完好	局部破坏、边坡局部下滑、基础局部脱空	边坡大面积下滑、构造物出现下沉、倾斜，局部坍塌	构造物下沉、倾斜、坍塌，基础冲蚀严重	—

附录 C 桥面系及附属设施检测标度表

表 C-1 桥面系及附属设施检测标度表

构件类型	评价指标	标度值				
		标度1	标度2	标度3	标度4	标度5
伸缩缝	锚固与漏水状况	完好	锚固处混凝土轻微损坏	锚固松动，或混凝土损坏严重、轻微漏水	锚固损坏、漏水严重	—
	锈蚀	无	局部轻微锈蚀	部分锈蚀，渗水	—	—
	伸缩机构	正常	较灵活，无异常变形	不灵活，有异常变形	—	—
栏板(栏杆)、声屏障等	表观状况	完好	局部松动	大面积破损及松动	—	—
桥面防排水	表观状况	完好	轻微堵塞	严重堵塞	—	—
其他(桥面保护层)	表观状况	完好	轻微蜂窝、麻面、裂缝等	严重蜂窝、麻面、裂缝等	—	—
其他(限界架)	表观状况	完好	—	损坏或缺失	—	—
其他(避雷装置、防落梁、标志标牌、防撞设施、防迷流装置、航空灯、航道灯、爬梯、检查门、工作电梯、钢箱梁内及锚室除湿设施等)	功能状况	完好	部分缺失及损坏	大量缺失及损坏	—	—