

团 体 标 准

T/JSCTS XX—XXXX

千米级跨度公铁两用悬索桥运维 管理规程

Code for Operation and Maintenance Management of Suspension Bridge of
High-way and High-speed Rail-way with over 1000m Main Span

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

江苏省综合交通运输学会 发布

目 录

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
5 工作内容	3
5.1 组织机构	3
5.2 协同运维管理工作内容	3
5.3 人员资质要求	3
6 桥梁结构检修	4
6.1 一般要求	4
6.2 铁路侧桥梁主体结构检查程序	4
6.3 公路侧桥梁主体结构检查程序	4
6.4 桥梁维修	5
6.5 桥梁监测	6
6.6 大桥缆索系统	7
6.7 锚碇	7
6.8 主梁	8
6.9 主塔	8
6.10 支座及阻尼器	8
6.11 除湿系统	8
6.12 附属设施	8
7 轨道结构检修	9
7.1 一般要求	9
7.2 工作内容	9
7.3 线路动态检查	9
7.4 线路静态检查	10
7.5 线路监测	10
7.6 线路纵断面	10
7.7 钢轨伸缩调节器	11
8 路面结构检修	11
8.1 一般要求	11
8.2 公路日常维修工作内容	12
8.3 日常巡查	12
8.4 经常检查	12
8.5 定期检查	12
9 数字化运维	13

9.1	数字孪生模型构建与维护	13
9.2	检监测数据分析与诊断	13
10	应急处置（特殊工况）	13
11	附则	14
附录 A	（规范性）悬索桥经常检查循环检查完成周期表	15
附录 B	（资料性）悬索桥技术状况评定记录表	17
附录 C	（资料性）钢轨伸缩调节器静态检查记录表	19
附录 D	（资料性）钢轨伸缩调节器监测记录表	20
附录 E	（资料性）阻尼器日常检查记录表	21
附录 F	（资料性）阻尼器日常检查记录表	22
附录 G	（资料性）吊索检查记录表	23
附录 H	（资料性）主缆检查记录表	24

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省铁路集团有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：江苏省铁路集团有限公司、江苏高速铁路有限公司、中国铁路上海局集团有限公司淮安高铁基础设施段、上海工程技术大学、江苏宁沪高速公路股份有限公司、中铁桥隧技术有限公司。

本文件主要起草人：丁建奇、马腾飞、程飞、王磊、何越磊、段金超、李再帙、尚俊强、沃慧群、雷林、孟晓亮、陈敏、万乐山、孙大伟、路宏遥、庞亮、刘杰、王先明、赵福玉、本立平、武伟、韦康、汪锋、朱元军、杨勇、徐卫东、孙俊、毛苏毅、卞思雨、吴浩、赵大成、付一小、戴鹏飞、陈斌、于宪政、张志伟。

千米级跨度公铁两用悬索桥运维管理规程

1 范围

本文件规定了千米级跨度公铁两用悬索桥运维的一般规定、工作内容、桥梁结构检修、轨道结构检修、路面结构检修、数字化运维及应急处置的相关要求。

本文件适用于江苏省内新建或建成主跨不小于 1000 米、同时承担公路与铁路交通荷载的悬索桥，包括其主体结构、附属设施、监测系统及安全防护设施的运营、养护、检测、维修、加固、应急处置及相关管理活动。既有桥梁的改扩建或大修工程，其运维管理可参照本规程执行。

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/T 33173 资产管理—管理体系—要求
- GB/T 22239 信息安全技术—网络安全等级保护基本要求
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG 5120 公路桥涵养护规范
- JTG/T D65-05 公路悬索桥设计规范
- JTG/T H21 公路桥梁技术状况评定标准
- JTG/T 5122 公路缆索结构体系桥梁养护技术规范
- TB 10002 铁路桥涵设计规范
- TB 10005 铁路混凝土结构耐久性设计规范
- TG/GW 114 高速铁路桥隧建筑物修理规则
- TG/GW 115 高速铁路线路维修规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢轨伸缩调节器 steel rail expansion regulator

主要应用于桥梁结构上平衡线路和桥梁之间由于温度变化引起的伸缩差，释放轨道中由于温度力造成的纵向应力。

3.2

阻尼器 damping device

用于控制桥梁振动的一种装置，通常安装在桥梁的支座处或者桥墩下部。

3.3

吊索 suspension rope

连接主缆和加劲梁，并将加劲梁的荷载传递到主缆的重要构件。

3.4

桥梁锚碇 bridge anchor

用于固定悬索桥主缆端头、防止其移动的重要结构。

3.5

索夹 cable clamp

悬索桥上部结构的关键受力构件，索夹主要是夹紧主缆及连接主缆与吊索作用。

3.6

桥塔 bridge tower

悬索桥的竖向支撑结构，承担主缆传递的荷载，并将其传递至基础。

3.7

加劲梁 stiffening girder

直接承载车辆和行人荷载，并通过吊索将荷载传递至主缆。

3.8

主缆 main cable

悬索桥的核心承重构件，跨越主塔并锚固于两岸，通过吊索将桥面荷载传递至主缆。

3.9

日常巡查 daily inspection

为及时掌握公路和铁路桥面及轨道的表观状态和使用情况，发现并及时处理可能危及通行安全的病害、损毁及其他异常情况而进行的日常性巡视检查。

3.10

经常检查 regular inspection

为排查和跟踪公路和铁路基础设施的病害及隐患而进行的周期性检查。

3.11

定期检查 periodic inspection

为全面掌握公路和铁路基础设施的技术状况，评估其运行安全性，进行的周期性检查。

3.12

线路静态检查 static track inspection

在没有车轮荷载作用时，用人工或轻型测量小车对轨道线路进行的检查。主要包括轨距、水平、前后高低、方向、空吊板、钢轨接头、防爬设备、联结零件、轨枕及道口设备等检查。

3.13

线路动态检查 dynamic track inspection

在列车轮载作用下通过添乘仪、车载式线路检查仪、轨检车等设备对线路进行的检测。

3.14

协同检修 collaborative maintenance

由公路运营管理单位和铁路运营管理单位共同参与，通过约定的协同管养机制和信息共享手段，双方互相配合，高效完成公铁桥检查和维修的工作方法。

4 一般规定

4.1 大桥运营中应积极推行信息化技术，加强对各检监测数据的收集积累，建立数据的综合分析、应用平台，服务于桥梁运营维修工作。

4.2 桥梁设备养修应该按照“预防为主、检养并重、安全可靠”的原则组织，根据荷载、温度、环境等因素变化，做好路、线、桥相关设备综合分析，有效预防和病害整治。

4.3 线桥设备的日常养修管理除按本实施细则执行外，还应遵照《高速铁路线路维修规则》、《高速铁路桥隧建筑物修理规则》、《铁路技术管理规程》高速铁路部分、《高速铁路工务安全规则》、《铁路桥梁检定规范》、《铁路混凝土结构耐久性设计暂行规定》及其他有关规章标准办理。

5 工作内容

5.1 组织机构

5.1.1 千米级跨度公铁两用悬索桥应采用决策监督层、统筹执行层和现场操作层三级联动，公路和铁路运维主体相互协同的垂直管理体系。

5.1.2 决策监督层应负责审批重大养护计划及预算、协调跨部门资源调配、监督公铁运营单位履职情况。

5.1.3 统筹管理层宜由铁路运维管理单位和公路经营管理单位联合组建，下设铁路运维部、公路运维部、结构安全部和应急协调办公室。其中，铁路运维部负责轨道结构、接触网等铁路专属设施管理；公路运维部负责桥面系、交安设施等公路专属设施管理；结构安全部负责统筹主缆、吊索等主体结构养护，技术方案可由公路、铁路双系统会签；应急协调办公室负责统一指挥突发事件处置。

5.1.5 现场操作层由负责现场作业的铁路侧和公路侧养护作业单位组成。其中铁路侧作业单位由相应铁路站段负责，应设置大桥车间开展大桥专业养护作业，下设检查工区和养修工区，检查工区负责日常巡检，养修工区负责实施维修作业；铁路站段设备管理车间负责执行落实各项检查制度和养修管理制度，并且做好应急处置工作。公路侧可由公路运营公司设立大桥养护工区，配置专职检测班组、机械化养护班组。

5.2 协同运维管理工作内容

5.2.1 铁路养护单位和公路养护单位应当联合制定协同养护计划，按照养护计划和有关技术规范对桥梁、轨道线路、公路路面结构进行养护维修和日常巡查，保持桥梁、轨道线路、路面结构及其相关标志完好。

5.2.2 桥梁、线路养护单位应当按照国家有关规定建立健全桥梁、线路和公路路面检测评估制度，对桥梁、线路和公路路面进行安全检测评估。安全检测评估应委托具有相应资质的机构承担。

5.2.3 千米级跨度公铁两用悬索桥宜采取双总工程师管养制度，铁路总工程师主导铁路设施技术决策，公路总工程师主导公路设施技术决策，涉及主体结构安全的决策可由双总工联合签署技术意见书。

5.2.4 千米级跨度公铁两用悬索桥管养宜采用三同步工作法：检测计划同步编制（公路夜间封闭与铁路天窗期重叠时段优先安排）、监测数据同步共享（建立公铁 BIM 协同管理平台）和应急响应同步启动。

5.2.5 铁路设备检修保养须严格执行“检查、分析、计划、作业、验收”五个环节管理要求。检查方式、检查分工、检查天窗、检查人员、作业流程、技术管理人员要相对固定。

5.2.6 铁路设施、设备的计划性检查和维护必须严格限值在天窗期完成，内容应包括机车、车辆、信号系统、通信系统、电力系统等。当面对重大安全隐患时，应依据应急预案果断处置。如养修作业需进入铁路限界，计划上报时需报批铁路运输调度相关单位。

5.2.7 公路养护维修单位作业时，应当避让交通高峰时段，并配备防撞车，设置警示标志，采取安全措施，保障通行安全。紧急抢修时，养护维修作业车辆在确保交通安全的前提下，不受时间、行驶路线、行驶方向、交通标志、标线的限制。如作业影响公路交通，计划上报时需报备交警机构报备交通执法，现场布置时需按要求布置作业区、公路桥面限速限行。

5.3 人员资质要求

5.3.1 参与千米级跨度公铁两用悬索桥管养的作业人员应具备相关从业经验，宜持有桥梁养护工程师证书或桥隧工资格证。

5.3.2 参与千米级跨度公铁两用悬索桥管养的技术管理人员宜每年完成一定学时的公铁交叉作业相关知识培训。

6 桥梁结构检修

6.1 一般要求

6.1.1 桥梁主体结构应根据结构特征、服役环境，技术状况合理划分养护检查单元。

6.1.2 桥梁应按现行规范的规定，确定养护检查单元的养护检查等级，开展检查评定工作。

6.1.3 桥梁结构宜建设结构监测系统并联网运行，悬索桥构监测系统建设、升级改造宜突出对自然灾害和突发事件结构响应的感知能力。

6.1.4 桥梁主体结构应基于产权归属、使用功能特征及专业管理能力，基于“权责清晰、协同高效”的原则合理划分公铁管养责任界面。

6.1.5 公铁养护单位应在满足公铁各方行业要求的基础上，综合考虑各自责任界面内桥梁构（部）件的重要程度、技术特点、易损周期和检查维修作业难度，合理确定检查项目、检查频率和检查深度。其中，铁路管养界面内桥梁构（部件）的检查应依据 TG/GW 114 的要求采取周期性检查、临时检查、专项检查 and 检定试验等程序开展检查；公路管养界面内桥梁构（部件）的检查应根据 JTG 5120 的要求采用初始检查、日常巡查、经常检查、定期检查和特殊检查等程序开展检查工作。

6.2 铁路侧桥梁主体结构检查程序

6.2.1 周期性检查应满足如下要求：

- (a) 对特殊结构（钢桁梁、拱、斜拉桥等）和重要桥隧设备每季度检查一遍；
- (b) 对桥面及以上部位、隧道出入口、桥涵限高防护架每半年检查一遍；
- (c) 桥面以下结构、支座每年检查一遍；
- (d) 桥梁周边环境每年检查一遍；
- (e) 汛期，对桥隧防洪设施进行专门检查。

6.2.2 临时检查应满足如下要求：

当设备遭受地震、洪水、台风、火灾及车船撞击等紧急情况或发生突发性严重病害时，应进行临时检查，及时掌握结构物状态。

6.2.3 专项检查应包括桥塔、过渡墩和辅助墩的基础沉降测量；主梁上拱和下挠；桥墩水下墩身和基础有无裂损、冲空；墩台及基础是否存在严重病害等。另外，当桥梁结构构造发生变化，可能影响建筑限界时，还应进行限界测量。

6.3 公路侧桥梁主体结构检查程序

6.3.1 初始检查应满足以下要求：

(a) 初始检查的内容应包括桥梁的各项物理尺寸、构件规格、结构参数、材料状况、荷载试验等多项内容；

(b) 检查后需要建立详细的档案，记录所有的检查结果、照片以及缺损病害的具体情况，并确保桥梁的技术数据得到有效管理和保存；

(c) 桥梁需在交工后 1 年内进行初始检查并建立初始状态档案，确保桥梁结构的基准状态准确无误，为后续检查和养护提供依据。

6.3.2 日常巡查应满足以下要求：

- (a) 日常巡查需通过目视检查及时发现桥梁构件及附属设施的明显损伤或功能异常，确保桥梁的

安全运营；

(b) 日常巡查可采用乘车、无人机与步行相结合的方式，采用目测或依托机器视觉监控等手段开展检查工作，现场填写巡查记录表，并及时归档，发现异常应及时上报；

(c) 日巡查频率不应低于 1 次/日，夜巡查频率不应低于 1 次/周。

6.3.3 经常检查应满足以下要求：

(a) 经常检查需对桥梁运营状态进行全面了解，及时发现病害并做出定性判断及时处理。经常检查频率每月不应少于 1 次；

(b) 经常检查宜结合结构监测数据，对结构异常部位进行重点校验性检查；对定期检查中明确提出长期观测要求的重点病害进行检查；

(c) 悬索桥主要构件经常检查循环检查周期不宜超过附录 A 的规定，并根据桥梁技术状况动态调整。其他部件和构件应按规定开展全面检查。

6.3.4 定期检查应满足以下要求：

(a) 定期检查周期应为 1 年。每次定期检查应全面覆盖养护检查单元的全部桥跨和各类部件；单次检查中，循环检查部件检查数量应不低于该部件构件总数的 1/3，并在 3 年内完成该部件的全数检查；

(b) 桥梁整体变形、主缆底面外观及水下基础的定期检查可每 2~3 年 1 次。桥梁变形测量应选择一年中相同季节、温度相近、温度稳定的时段进行，测量时宜中断交通；

(c) 定期检查应以抵近目测结合仪器观测、测试的方式进行，应抵近各构件检查其外观变化、缺损状况、腐蚀状况、劣化状态等，判断其病害程度、发展趋势和对结构功能性的影响程度，初步判定其功能是否符合规范要求。

6.3.5 特殊检查应满足以下要求：

(a) 特殊检查应根据桥梁异常情况、病害程度和性质，采用仪器设备进行现场测试和其他辅助试验，并根据检查结果进行评定，形成评定结论，提出处置措施建议；

(b) 实施特殊检查前，应确定检查方法和评估体系，对尚未颁布检测规范和规程的方法应论证通过后采用；

(c) 桥梁结构在遭遇船舶撞击后需调查撞击力、位置及损坏情况，分析加速度传感器记录的撞击历程。应重点检查防撞设施、桥墩、斜拉索和伸缩装置是否损坏，使用无损探伤仪器对撞击区域进行检测，评估结构的损伤程度；

(d) 火灾或撞击后的检查应包括桥面铺装、伸缩缝、主梁、吊索等是否完好，检查火灾期间的监测数据，判断索力是否变化。化学物质泄漏时，需及时清洁桥面和吊索，避免腐蚀；

(e) 地震后检查重点应包括梁段伸缩缝、锚固点、支座、阻尼器、斜拉索和吊杆的损坏情况，主塔和桥墩是否有损伤，是否有位移或裂缝。还需要提取健康监测数据分析索力变化，确保结构安全。

(f) 桥梁结构在遭遇大风后的检查重点应包括主塔塔顶是否偏移、斜拉索是否损坏，支座和阻尼器是否完好、主梁和桥面系构件的变形情况，以及各种附加电器的完好性；

(g) 汛期前的预防性检查应主要检查桥梁基础的冲刷、防护设施的作用及防护设备的数量。洪水过后则需检查排水设施、桥墩基础、主塔承台和冲刷防护工程是否出现损坏，依据沉降监测数据分析基础是否发生沉降。

6.4 桥梁维修

6.4.1 桥梁结构应根据铁路和公路运维管理部门开展的桥梁检查情况，结合结构特点、运行环境与结构性能劣化规律等情况，开展日常维修。

6.4.2 桥梁上部主体结构的日常维修内容应包括：

(a) 加劲梁钢结构局部维护性涂装、死角防锈、更换失效高强度螺栓；

- (b) 阻尼器、吊索、主缆防护套、索鞍相关结构部位的整修；
- (c) 主塔混凝土缺损修补，主塔内部防渗和排水处理。

6.4.3 桥梁下部结构的日常维修内容应包括：

- (a) 支座整治空吊翻浆，处理折断锚栓，整修防尘装置，整修墩顶排水坡等；
- (b) 墩台裂缝缺损修补，顶面排水处理，基础防护整修等；
- (c) 锚室结构裂缝缺损修补和防排水处理。

6.4.4 桥梁附属设施的日常维修内容应包括：

- (a) 桥面及作业通道栏杆的局部更换以及桥梁检查小车及走道整修；
- (b) 防护墙、作业通道、救援疏散通道、安全检查设备等的局部整修；
- (c) 混凝土结构露筋修补、桥梁防排水设施局部整修；
- (d) 桥上风、水、电力系统维护与整修。

6.5 桥梁监测

6.5.1 千米级跨度公铁两用悬索桥应借助结构健康监测（SHMS）系统数据科学管养。

6.5.2 SHMS 监测内容应同时满足现行公路和铁路桥梁健康监测行业规范要求，以反映结构响应变化规律，并为识别结构损伤和结构整体安全性提供技术资料。

6.5.3 健康监测系统应服务于养护工程师的养修工作。当出现报警时，系统维保技术服务人员应与常规检测养护人员密切配合，加强现场复核，及时化解安全风险。

6.5.4 监测系统的实施和维护应符合下列规定：

- (a) 传感器及数据采集与传输设备的选型应考虑防腐等级要求；
- (b) 附着式传感器应安装密封盒、防护罩等防腐防护措施；
- (c) 铁路桥面的监测设备安装及防护应符合铁路建筑限界要求、轨旁设备安装及管理要求；
- (d) 针对影响行车安全的关键参数，应采用主副冗余、双机热备监测模式，每类监测设备应不少于 1 个备品备件，设备发生故障更换后，应及时补充；
- (e) 每年应对监测数据进行 1 次校核，检查数据连续性、时间同步性等内容，对系统工作状态进行总结，将工作时长超过 6 年的设备纳入更换计划；
- (f) 在保障铁路综合信息网安全的情况下，相关监测数据应定期与桥梁养护管理等系统结合，实现数据融合、信息共享和协同互补。

6.5.5 铁路列车和公路汽车在大风天气下可以桥梁健康监测系统获得的桥面风速为根据开展限行获限速。当桥面风速超过 25m/s 时，公路桥面应禁止车辆通行，风速小于 25m/s 时，公路桥面的行车速度可参考 JTG B01 以及各地交通管理部门制定的具体实施细则执行。铁路桥面列车的行车速度可根据风-车-桥耦合振动分析结果，综合考虑列车通行的安全性和舒适性以及铁路管理部门的具体要求执行。

6.5.6 桥梁结构服役安全标准

(a) 为保障铁路和公路运营安全，大桥健康监测系统指标的初期预警值宜为 0.75 倍最不利荷载组合下的计算值，后期可根据一年以上历史监测数据统计分析结果确立的运营通常值进行修订。

(b) 千米级跨度公铁两用悬索桥桥梁结构服役安全标准宜采用表 1 值。当现场实测参数超过预警值，应调用监测数据查看桥面是否存在异常荷载、桥梁结构是否存在隐藏病害、桥上轨道状况是否良好。若确认无特殊情况，可消除警报。若持续超预警值，应立即进行综合研判，依据研判结果采取相应措施，如列车限速、公路面限流等。若达到或超过安全阈值，应采取封锁线路、交通管制等措施。

表 1 千米级跨度公铁两用悬索桥关键监测指标阈值汇总表

序号	关键指标名称	初期预警值	安全阈值
1	跨中横向位移	0.75 倍设计极限状态	1.0 倍设计极限状态

2	跨中活载挠度	0.75 倍设计极限状态	1.0 倍设计极限状态
3	支座纵向位移	0.75 倍设计极限状态	1.0 倍设计极限状态
4	梁端转角	0.75 倍设计极限状态	1.0 倍设计极限状态
5	吊索索力	0.75 倍设计极限状态	1.0 倍设计极限状态
6	主梁横向加速度	车桥耦合振动分析值	1.4m/s ²
7	主梁竖向加速度	车桥耦合振动分析值	3.5m/s ²

6.5.7 桥梁健康监测数据在数据采集、传输和管理的各个环节须保证数据安全性。应实行公铁分离、管理分级、分权限的访问控制，与其他信息系统之间应采用防火墙和虚拟专网等技术实施隔离和保护，信息安全应符合 GB/T 22239 规定的二级安全通用要求。

6.6 大桥缆索系统

6.6.1 主缆的养护与维修应包括：定期清洁、修复防护层、防止锈蚀、定期更换油脂和防护层、及时处理涂装剥落或损坏、保持主缆内部干燥、特别当发现缠丝断裂时保护防护层、进行特殊检查并需要根据情况重新缠丝或更换、对严重损坏的主缆考虑更换、确保主缆受力均匀、保持线形满足设计要求并调整出现问题的索股。

6.6.2 吊索的养护与维修应包括：保持吊索连接部件清洁，及时修复涂装问题，保持螺栓紧固，定期涂刷防锈漆，检查并更换损坏的索夹，保持拉杆张力在设计范围内，及时处理索夹滑移，根据情况更换吊索，定期更换减振架，对吊杆索力偏差超过 10%时及时调查原因并调整。

6.6.3 索鞍的养护与维修应包括：清除尘土、杂物和积水，除锈并重新涂刷防锈漆，保持辊轴或滑板正常工作；检查并紧固螺栓和连接件，处理松动和锈蚀；保持防护罩完好，维修除湿设备，定期补充油脂；处理裂纹可采取钻孔止裂、磨除、补焊等方法，严重裂纹需更换鞍座。

6.6.4 缆索系统检查项目评定标准应符合下列规定：

a) 主缆：主缆缠包带如果出现破损、开裂、脱开、翘起等问题时，应立即组织修复，确保缠包带完好无损，保护主缆预防锈蚀发生。

b) 吊索：

1) 索夹发生微小滑移或吊索发现歪斜时，应研究制定专项处理方案，进行整治或更换；

2) 吊索减振架发生脱落、缺失、松动时，应立即组织修复或重新安装，在修复完成前应派人每 4 小时检查一次该吊索，如发生明显的振动或抖动时应立即上报；

3) 吊索与索夹、钢梁相连的耳板、锚杯、防水盖、锚垫板销轴如有开裂或松动，应组织研究制定整治方案进行处理；

4) 索夹紧固螺栓断裂或松动，应立即进行补装；

5) 吊索的聚乙烯（PE）保护套如出现开裂、破损、剥落，应及时进行修补；

6) 当索夹螺杆力小于设计值 60%时，需及时开展螺杆力补张拉。

6.7 锚碇

6.7.1 锚碇的养护与维修应符合下列规定：

a) 保持锚碇内外清洁，确保锚室内温度、湿度符合要求；

b) 保持防排水系统正常，及时处理渗水问题；修复混凝土病害；

c) 对裂缝及时维修加固。

6.8 主梁

6.8.1 主梁结构在检查时应重点关注：

- a) 混凝土主梁是否有开裂、露筋、钢筋锈胀；箱梁内是否积水；
- b) 钢箱梁内表面、桁梁可视部位是否有涂层粉化、起泡、脱落、裂纹；结构表面裂缝、焊缝开裂、高强度螺栓锈蚀、松动或缺失；构件局部异常变形；内部是否有水迹或积水；
- c) 主梁持续下挠或挠度超过设计规定的允许值时，应进行特殊检查评估并及时加固处治。

6.8.2 主梁吊索锚固区的养护与维修应符合下列规定：

- a) 混凝土主梁的吊索锚固区出现开裂、渗水时，应进行特殊检查评估并及时加固处治；
- b) 钢结构主梁在吊索锚固区，钢构件出现裂纹、变形、锈蚀、渗水时，应进行特殊检查评估并及时加固处治。

6.9 主塔

6.9.1 主塔检修须保持塔身内外清洁，定期检查维护钢构件、电梯、避雷装置、照明、通风等附属设施，确保功能正常，雨季前测试避雷装置防雷功能，维持塔顶航空障碍灯不间断照明，遇塔顶变位异常、塔身裂缝或变形超设计允许范围等情况时，应开展特殊检查评估并实施维修加固。

6.10 支座及阻尼器

6.10.1 支座的养护与维修应包括：保持清洁和完整，定期润滑、除锈防腐，保证连接紧固，避免与油脂接触，处理脱空、偏压和破损问题。

6.10.2 支座出现固定锚栓剪断、钢板翘起断裂、橡胶支座严重变形或老化、滑动面磨损严重、钢支座受力部件损坏、油毡支座垫层损坏等问题时，应予以更换。

6.10.3 支座的评定标准可执行现行规范中支座劣化等级评定内容。

6.10.4 阻尼器应进行见证检验，并按现行行业标准中的相关要求，对最大阻尼力、阻尼系数、阻尼指数、滞回曲线及耐久性能进行检验，检测后合格的阻尼器方可使用。

6.10.5 阻尼器的维修应按照专业技术要求进行，遵循相应的维修操作规程和安全操作规程，确保维修质量和维修结果。

6.11 除湿系统

6.11.1 悬索桥主缆、锚室内部、箱梁内部、索塔内部和主缆的除湿设施，应依据相关电气设备的标准规范进行检查，同时需要检查除湿空间的密封性。

6.11.2 对除湿系统空气过滤器、除湿转轮进行定期检查、清洁，必要时应进行更换。检查周期每季度一次。对传感器进行定期校验，校验周期每年一次。

6.11.3 除湿系统检查项目评定标准应符合以下规定：

a) 除湿系统应将除湿部位湿度控制在 50% 以下，当一个统计周期内除湿监测点相对湿度大于 50% 的数据占比超 70% 时，应对除湿系统的工作性能进行全面排查；

b) 当单个除湿监测点位的湿度超标持续超过 72 小时，应进行局部排查，查明原因并制定相应的处理措施。

6.12 附属设施

6.12.1 抗风支座的检查频率和检查项目应由负责该部件的铁路或公路养护单位牵头，会同设计单位及支座生产厂家明确检查项目，检查频率和日常维护性能指标和评定标准。在检查中重点关注抗风支座是否有异常位移、错位、变形、脱空等现象；支座钢构件是否锈蚀、裂缝、变形；滑动面是否磨损；固定

螺栓是否剪断，螺母是否松动、锈蚀；垫石是否破损等。

6.12.2 伸缩缝的检查频率和检查项目应由公路养护单位牵头，会同设计单位及伸缩缝生产厂家明确检查项目，检查频率和日常维护性能指标和评定标准。在检查中应重点关注伸缩缝装置有无明显破损、异常变形、堵塞卡死、漏水及失效，连接部件有无松动、脱落、局部破损，锚固区有无缺陷，且伸缩缝位置的桥面系有无异常、有无明显跳车。

6.12.3 检修车的检查要求可由生产厂家提出建议。检修车在检查中应重点关注行走时轮轨之间的对中情况，各轮组与轨道的接触状况；小车两侧的轮组在行走及制动时的同步状况，车轮和轨道的磨损情况；小车轨道是否平顺，接头处是否有跳车或卡顿，检查车轨道连接螺栓是否松动、缺失、锈蚀。

6.12.4 机电设施可由其所在界面的负责单位进行检查与养护。其检查养护范围应包括通信、照明和监测等机电设施的设备清洁保养和检修，并对易耗和易损部件定期更换。

6.12.5 防撞设施的检查应包括墩台防撞设施数量是否完备，结构是否出现破损、倾斜或移位。

6.12.6 防排水系统的检查和维护应重点关注防排水系统应保持顺畅，泄水管、引水槽无明显缺陷，桥头排水沟功能完好，排水系统需满足排水需要，保持完好和畅通，损坏时及时维修或更换，堵塞时及时疏通。

7 轨道结构检修

7.1 一般要求

7.1.1 主桥上轨道线路设备检查应执行现行行业规则和相关技术规章，特殊结构、关键部位须按本标准执行。

7.1.2 线路检修时需畅通各类信息传递渠道，检查中遇到的新情况新问题及时反馈，必要时组织专家联合检查、会诊。

7.1.3 线路设备检修须严格执行记名制度。

7.2 工作内容

7.2.1 线路设备检修应包括以下工作内容：

- a) 线路设备质量动、静态检查；
- b) 钢轨、钢轨伸缩调节器、扣件、轨枕、道床状态检查；
- c) 钢轨伸缩调节器伸缩量的周期观测和分析以及零件清扫、涂油和复拧；
- d) 根据线路、钢轨伸缩调节器状态，对线路平面、纵断面进行测设和优化，全面起道、拨道、改道、捣固、稳定，调整几何形位，清筛枕盒不洁道床和边坡，改善轨道弹性；
- e) 采用打磨列车对钢轨进行预打磨、预防性打磨和修理性打磨；
- f) 对轨道质量指数（TQI）超过管理值区段或轨道几何尺寸超过经常保养容许偏差管理值的处所进行修理；
- g) 更换伤损钢轨、失效扣件、钢轨伸缩调节器等轨道部件；
- h) 处理线路设备故障；
- i) 分析轨道线形、轮轨力、钢轨伸缩调节器检测监测系统数据。

7.3 线路动态检查

7.3.1 千米级跨度公铁两用悬索桥上线路综合检测车宜每月检测两遍，线路科轨控组应及时做好检测数据收集、分析、运用。

7.3.2 车载式线路检查仪每日应覆盖运行车辆的 50%，线路科轨控组做好数据收集、分析、运用，指

导现场生产。

7.3.3 添乘人员应每日人工携带便携式添乘仪添乘一遍，做好数据分析、运用。轨控组应加强添乘数据收集和分析，添乘时重点关注桥梁主桥线路和温调器设备。

7.3.4 大桥检修车间做好动态缺陷的复核、整治与信息反馈。

7.4 线路静态检查

7.4.1 线路车间应利用轨道检查仪对线路静态几何尺寸每月检查一遍，同步对钢轨、道床、扣件、混凝土枕结构状态检查一遍，并做好记录。

7.4.2 无缝线路位移观测应每季度检查一遍，线路车间做好位移观测标记的维护。

7.4.3 线路静态检查应在现有轨道静态几何尺寸容许偏差管理限值的基础上，新增桥上线路 30m 长弦测量容许偏差管理值，见下表 2。

表 2 桥上线路 30m 长弦测量容许偏差管理值

项目		作业验收 (mm)	计划维修 (mm)	临时补修 (mm)	限速 (160km/h)
高低	弦长 30m	5	8	10	13
轨向		5	8	9	12

7.4.4 钢轨伸缩调节器几何尺寸、伸缩量应每周检查一遍，结构状态应每周检查两遍。

7.4.5 钢轨调节器静态检查内容和周期见下表 3。

表 3 钢轨调节器静态检查内容和周期

序号	项目	检查频次
1	轨距、水平、高低、轨向	每周
2	梁缝处轨枕间距横向偏差	每周
3	剪刀连杆变形矢度	每周
5	调节器基本轨的异常伸缩及尖轨的爬行，调节器尖轨的爬行最大不应超过±20mm	每周
6	基本轨、尖轨廓形测量，磨耗、伤损、腐蚀、鱼鳞纹检查	每月
7	调节器范围内尖轨与基本轨的密贴	每月
8	所有的螺栓装备的紧固扭矩	每季
9	打开基本轨和尖轨的密贴面，进行清洁、抛光打磨产生的毛刺	每年

7.4.6 夏季高温冬季低温时段，根据铁路工务部门相关要求，静态检查应加密检查频次。

7.5 线路监测

7.5.1 千米级跨度公铁两用悬索桥须建立自动监测预警系统，监测内容宜包括：风速风向、温度、公路桥面汽车车流量、铁路桥面列车车流量、桥梁静挠度、梁端静转角和桥梁振动加速度等内容。

7.5.2 桥梁健康监测、轨道线形监测、钢轨伸缩器监测等监测内容宜纳入线桥一体化监测平台，统一管理。

7.6 线路纵断面

7.6.1 大桥线路养护作业不应改变主桥的线路纵断面，不宜改变道床厚度。大桥主桥线路原则上不得进行卸碴作业，均匀道床作业需经线路科批准后方可实施。

7.6.2 采用大型养路机械在大桥主桥线路进行道床稳定作业时，稳定装置应在桥台外或桥墩处起振、停振，应先进行卸压，应根据道床情况采用合适的作业参数。当桥梁状态不良时，严禁进行稳定作业。

设备，推广应用自动化、数字化快速检测和施工技术及设备。

8.1.2 路况检查应按规定频率开展日常巡查、经常检查和定期检查，根据养护或应急需要开展专项检查和应急检查。

8.1.3 千米级跨度公铁两用悬索桥中的高速公路应当按需进行预防性养护、修复养护、专项养护和应急养护，保障高速公路经常处于路面平整，路肩、边坡平顺及沿线设施完好，标志、标线齐全、规范等良好的技术状态。

8.2 公路日常维修工作内容

8.2.1 公路日常维修工作需包括公路桥面结构、路面保养、交通安全设施、机电设施、管理服务设施、绿化与环境保护设施保养。

a) 路基日常维修工作内容：清除结构物上的杂物、局部加固路肩、疏通排水设施、清除遮挡安全视距和标志的设施和植物、清除零星塌方、防护及支挡结构物日常维修；

b) 路面日常维修工作内容：清除路面杂物、铺撒路面防冻和防滑料等、疏通路面排水设施、沥青路面病害处治相应的病害处治；

c) 交通安全设施日常维修工作内容：标志牌等的局部修复或更换、路面标线的更换或缺、护栏和防撞桶等防设施局部修复或更换、轮廓标和示警桩等视线诱导设施的局部修复或更换、中央分隔带防眩板或防眩网的局部修复或更换、避险车道制动床集料定期翻松、防风栅等局部修复或更换；

d) 机电设施日常维修工作内容：通信、照明和监测等机电设施的设备清洁保养和检修，并对易耗和易损部件定期更换；

e) 管理服务设施日常维修工作内容：管理服务设施用房及设备、场区等清洁保养及日常维修。

8.3 日常巡查

8.3.1 日常巡查应包括日间巡查和夜间巡查，并应包括下列内容：

a) 日间巡查：路面、桥面系、交通安全设施、机电设施、绿化与环境保护设施等是否完好整洁、使用正常，是否存在影响安全的病害、缺损及其他异常情况，路侧是否存在遮挡标志和安全视距的植物和设施等。

b) 夜间巡查：标志、标线和轮标等的夜间视认性是否满足使用要求，照明设施是否齐全完好、工作正常。

8.3.2 日常巡查发现危及安全的病害、损毁及其他异常情况时，应现场设置警示标志并上报，在应急处置和抢修人员到场前应进行现场监视。

8.4 经常检查

8.4.1 经常检查内容应包括路基、路面、交通工程及沿线设施是否存在病害及隐患，使用功能是否正常，以及既有病害的发展情况等。

8.4.2 经常检查一般为定性检查，故仅要求对病害及其他异常情况的类型和范围等进行判定，需进一步做深入检查时，则实施专项检查。

8.5 定期检查

8.5.1 定期检查应根据检查对象工程特征和现场条件，结合养护历史资料制定检查方案，明确检查目的、内容和方法，交通组织、数据管理和技术状况评定方案等。

8.5.2 经定期检查难以判明病害程度及成因，或需进一步查明结构承载能力、抗灾能力或安全性等专项性能时，应对其进行专项检查。

8.5.3 在定期检查成果的基础上应进行技术状况评定，编制定期检查报告，提出检查及评定结论，以及

必要的养护对策建议等。

9 数字化运维

9.1 数字孪生模型构建与维护

9.1.1 本章适用于纳入智能化运维的千米级公铁两用悬索桥。

9.1.2 当千米级公铁两用悬索桥采用数字孪生模型开展智能维护时，宜基于桥梁 BIM 模型与三维激光点云等数据，构建高精度数字孪生几何模型，覆盖主梁、桥墩、支座、拉索等关键构件。

9.1.3 数字孪生模型应集成材料属性、力学参数等物理信息，建立动态响应模型，支持荷载、温度、风振等多工况下的仿真推演。

9.1.4 数字孪生模型的状态可通过桥梁健康监测系统采集的桥梁位移、应力、振动等实时数据实现同步更新。

9.1.5 可通过融合视频监控、气象数据、交通流量等多源信息，实现大桥全维度状态感知。

9.1.6 应定期通过荷载试验、人工巡检等方式验证模型准确性，修正参数偏差，确保孪生模型与现实桥梁的一致性。

9.2 监测数据分析与诊断

9.2.1 千米级公铁两用悬索桥宜基于轻量化监测系统采集的实时数据（包括车辆荷载、竖向位移、裂缝、应变、振动等）、桥梁设计参数、历史监测数据及结构健康模型，实现结构状态动态评估与风险预警。

9.2.2 对于监测数据，可开发以循环神经网络架构为核心的监测序列异常识别方法，提出序列异常成因分析方法，建立桥梁结构异常/劣化的动态评估机制。

9.2.3 系统数据分析应定期形成数据分析报告，展现形式可包括日报、季报和年报。

10 应急处置（特殊工况）

10.1 应针对千米级跨度公铁两用悬索桥突发事件制定应急处置预案，明确具体的处置措施，并纳入年度演练计划，开展应急演练。

10.2 应积极与当地消防、公安、医疗、海事等部门对接，建立大桥应急处长效工作机制。

10.3 针对公路桥面可能影响行车安全的突发事件，应坚持“宁停勿撞”原则，立即采取限速或封锁线路等措施。

10.4 在日常检查中发现可能影响结构功能或行车安全的病害时，应按照“安全第一”的原则，立即采取限速或封锁线路等措施，待临时加固或处置完成后按规定恢复通行。

10.5 针对因监测系统超安全阈值引起列车限速或停运的情况，应急处置完成后，须经相关部门及技术专家综合研判通过，方可恢复通行。

10.6 车间负责千米级跨度公铁两用悬索桥桥设备故障应急处置及实施，实行 24h 值班制度，确保应急工机具性能状态良好，备品备件齐全。专业科室、车间应积极组织应急演练，提升应急处置能力。

10.7 应根据可能发生的突发事件特点，事故风险类型及大小等，编制相应的专项应急预案或现场处置方案，并定期组织应急演练。

10.8 因突发事件造成基础设施损毁、交通中断或产生重大安全隐患时，应按专项应急预案或现场处置方案采取应急处置措施。

10.9 作业期间发生安全事故时，应按专项应急预案或现场处置方案采取应急处置措施。

10.10 日常检查应对公路受损范围、基础设施损毁类型和程度、路段及路网通行条件等进行调查，必要

时应开展结构物承载能力和抗灾能力等专项检查、地质和水文等勘察。

11 附则

本标准由江苏省铁路集团有限公司、江苏高速铁路有限公司、中国铁路上海局集团有限公司工务部、中国铁路上海局集团有限公司淮安高铁基础设施段、上海工程技术大学负责解释。

附录 A

(规范性)

悬索桥经常检查循环检查完成周期

A.1 悬索桥经常检查完成周期不宜超过表 A.1 要求。

表A.1 悬索桥经常检查循环检查完成周期表

结构部件	结构构件	检查内容	检查频率
桥面系	作业通道走道板、钢栏杆	外观检查，检查构件表面涂装是否脱落、结构是否锈蚀，螺栓连接是否松动、螺栓是否缺损，立柱是否变形、扭曲	每季度
		花纹钢盖板是否翘曲、变形、积水、锈蚀，固定螺栓是否松动，缺少、锈蚀	
		钢栏杆立柱、扶手、圆钢外观是否锈蚀，有无弯曲变形、缺失等	
	照明、动力系统、风水管路、气罐等轨旁设施	设备设施是否完好并处于正常工作状况，连接固定是否牢固，零部件是否松动、脱落	每年
	铁路上方公路排水设施	排水管道是否破损、缺失；管道卡扣是否松动、脱落、锈蚀	每年
	铁路排水设施	桥面排水孔有无堵塞	每年
	伸缩缝	橡胶条嵌入位置是否准确，无异常凸起，无损坏；伸缩缝是否无阻塞、渗漏、变形、开裂及缺边掉角现象，两外侧边缘是否整齐	每季度
结构部件	主缆	主缆缠包带有无开裂、破损；索夹两侧的缠包带是否翘起、破损与索夹脱开	每半年
		透过除湿系统送气夹、出气夹可以检查主缆钢丝是否有锈蚀发生	每半年
	吊索	吊索外层保护套是否破损、鼓包及出现裂缝	每月
		吊索是否倾斜	每月
		吊索与索夹、钢梁相连的耳板、锚杯、防水盖、锚垫板是否开裂或松动，吊索销轴是否松动，钢构件涂层是否开裂、剥落、锈蚀，锚杯套筒及密封环是否开裂、破损、老化	每季度
		吊索索夹钢构件是否涂层开裂、剥落、锈蚀；吊索索夹紧固螺栓是否断裂或松动；索夹是否滑移	每季度
		吊索减振器是否出现松动、缺失	每月
	索鞍	主索鞍上下承板是否错位	每季度
		索鞍拉杆螺栓是否松动、断裂、缺失	每季度
		索鞍钢构件涂层是否开裂、剥落、锈蚀，焊缝及钢构件有无裂纹	每季度

	钢桁架	钢梁杆件是否有裂纹，是否弯曲变形，有损伤；钢梁涂层是否粉化、脱落、开裂，钢梁表面是否锈蚀	每年
		拼装部位节点连接高强度螺栓有无松动、断裂、缺失	每半年
	支座及阻尼器	支座外部防尘罩是否完好，有无老化破损情况，支座是否正常工作，组件是否完整、清洁，有无断裂、错位和脱空现象。支座垫石是否有裂缝，活动支座是否灵活，实际位移量是否正常	每月
		阻尼器连接螺栓有无松动、缺失，表层涂装是否有污损，是否有漏油现象销轴磨损及锈蚀。表面是否有裂纹，支座钢构件涂装是否粉化、脱落、开裂，耳板与销轴连接处是否有锈蚀、开裂，下支座焊缝是否有裂纹、开裂，钢构件是否有疲劳裂纹。阻尼器行程是否超限	每月
	主塔于桥墩	混凝土有无破损和脱落情况，主塔支座、阻尼器、主索鞍附近的混凝土有无病害	每年
		承台混凝土结构是否存在缺失、剥落、露筋、钢筋锈蚀，墩帽或盖梁顶面是否清洁	每年
	桥墩基础	在水中的基础是否有被冲刷，掏空现象	每月
	锚碇及基础	锚碇是否发生变位，需定期测量观测	每季度
		锚碇混凝土混凝土有无破损和脱落情况	每年
		锚室内有无渗漏水，除湿系统运转是否正常，室内相对湿度是否在 50%范围内，密封门是否密封；散索套前墙是否开裂漏水、墙外主缆进水口防水罩是否完好；锚墙内的锚杆在面处有无拔出、滑移现象，有无沿锚杆渗水致使锚杆锈蚀，锚杆、锚头等钢构件是否锈蚀	每月
附属设施	检修车	行走时轮轨之间的对中情况，各轮组与轨道的接触状况；小车两侧的轮组在行走及制动时的同步状况，车轮和轨道的磨损情况；小车轨道是否平顺，接头处是否有跳车或卡顿，检查车轨道连接螺栓是否松动、缺失、锈蚀	每半年
	检修爬梯	构件表面涂层是否脱落、结构是否锈蚀，连接螺栓是否松动、螺栓是否峡损，立柱是否变形、扭曲，焊缝是否开裂	每年
	通航孔助航标志	外观是否有缺陷、有无缺少	每季度

附录 B
(资料性)
悬索桥技术状况评定记录

B.1 表 B.1 为悬索桥技术状况评定记录表样式。

表B.1 悬索桥技术状况评定记录表

桥梁编码		主跨结构		上次检查日期				
桥梁名称		桥长		建成年月				
路线名称		最大跨径		本次检查日期				
桥位桩号		管养单位		上次大中修日期				
序号	桥梁组成及评级		桥梁部件及评级		维修范围	维修方式	维修时间	是否需要进 行特殊检查
	桥梁组成	评定等级 (1~5)	部件名称	评定等级 (1~5)				
1	上部结构		加劲梁					
2			索塔					
3			支座					
4			主鞍					
5			主缆					
6			索夹					
7			吊索及钢护筒					
8			锚杆					
9	下部结构		锚碇					
10			索塔基础					
11			散索鞍					
12			河床					
13			调治构造物					
14	桥面系		桥面铺装					
15			伸缩缝装置					

16			人行道					
17			栏杆(护栏)					
18			排水系统					
19			照明、标志					
总体技术状况等级								
全桥清洁状况评分(0-100分)						保养、小修状况评分(0-100分)		
养护建议								
记录人			负责人			下次检查时间		

附录 C

(资料性)

钢轨伸缩调节器静态检查记录

C.1 表 C.1 为钢轨伸缩调节器静态检查记录表样式。

表C.1 钢轨伸缩调节器静态检查记录表

线名		调节器里程		调节器 类型		气温		轨温	
行别		调节器编号		尖轨基本轨 相对位移				梁缝值	
监察 人及 日期	检查项目	基本轨前 200m	基本轨前 50m	基本轨 前端	尖轨尖 端	尖轨中 部竖切 终点	尖轨根 部	尖轨后 50m	尖轨后 200m
	尖轨与基本轨、扣 件缝隙								
	梁轨位移观测								
	零配件状态								
	钢轨与扣板间隙								
	纵梁与轨枕距离								
	其他问题								

附录 D
(资料性)
钢轨伸缩调节器监测记录

D.1 表 D.1 为钢轨伸缩调节器监测记录表样式。

表D.1 钢轨伸缩调节器监测记录表

日期:	观测人:
行别:	里程:
观测项目	观测情况
气温	
轨温	
梁温	
风速	
钢枕支承梁纵向位移	
尖轨基本轨相对位移	
梁缝宽度	
纵梁与枕木面距离	
伸缩装置运行状态	
205#枕状态	

附录 E
(资料性)
阻尼器日常检查记录

E.1 表 E.1 为钢阻尼器日常检查记录表样式。

表E.1 阻尼器日常检查记录表

序号	检查项目	检查结果	缺陷位置、数量	附注
1	固定螺母是否松动			
2	表面涂层是否有污损			
3	是否漏油			
4	销轴连接处是否有异常变			
5	阻尼器行程是否超限			
缺陷及病害描述：				
维修养护建议：				
典型图：				
检查负责人：				

附录 F
(资料性)
支座日常检查记录

F.1 表 F.1 为支座日常检查记录表样式。

表F.1 支座日常检查记录表

检查时间：		温度：	检查人员：	记录人：
序号	检查项目		缺陷位置、数量	
1	外观	表面清洁状况		
2		钢板锈蚀、橡胶老化		
3	螺栓	固定螺栓有无松动、变形、缺失		
4		限位功能		
5	构件	焊缝开裂		
6		钢板损害变形		
7	支座位移	支座位移是否在钢板范围之内		
8		至固定点最大距离/温度		
9		至固定点最小距离/温度		
10	支座四氟板滑板			
11	支承垫石混凝土有无裂纹、压碎			
12	防尘罩			
13	其他			
缺陷及病害描述：				
维修养护建议：				
典型图：				
检查负责人：				

