

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

# 团 体 标 准

T/CCTAS XX—2022

## 公路桥梁养护信息化管理系统设计指南

Guide for design of highway bridge maintenance information  
management system

（征求意见稿）

2022 年 10 月 10 日

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国交通运输协会 发布



## 目 次

前 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
3.1 桥梁养护信息化管理系统 .....	1
3.2 桥梁档案数据 .....	1
3.3 养护历史数据 .....	2
3.4 养护决策 .....	2
4 基本规定 .....	2
4.1 系统总体功能要求 .....	2
4.2 系统构架设计 .....	2
5 数据库设计与管理 .....	2
5.1 一般规定 .....	3
5.2 桥梁档案数据 .....	3
5.3 养护历史数据 .....	3
5.4 公路桥梁代码 .....	4
5.5 数据库设计 .....	5
5.6 数据库选型 .....	6
5.7 数据库组成 .....	6
5.8 数据库管理 .....	6
6 技术状况评定模块 .....	7
6.1 一般规定 .....	7
6.2 桥梁检查 .....	7
6.2.2 日常巡检 .....	7
6.2.3 经常检查 .....	7
6.2.4 定期检查 .....	7
6.2.5 特殊检查 .....	8
6.3 桥梁评定 .....	8
7 桥梁结构监测模块 .....	8
7.1 一般规定 .....	8
7.2 数据存储与处理 .....	8
7.3 数据交互与告警 .....	9
8 技术状况预测模块 .....	9
8.1 一般规定 .....	9
8.2 技术状况预测影响因素 .....	9
8.3 技术状况预测模型 .....	9

9 养护经济分析模块 .....	10
9.1 一般规定 .....	10
9.2 养护经济分析方法 .....	10
10 桥梁养护建议模块 .....	11
10.1 一般规定 .....	11
10.2 养护方案制定 .....	11
10.3 养护项目排序 .....	11
10.4 养护建议 .....	11
11 灾害防治与抢修管理模块 .....	11
11.1 一般规定 .....	12
11.2 灾害记录 .....	12
11.3 灾害防治 .....	12
11.4 灾害抢修 .....	12
12 资产管理模块 .....	12
12.1 资产类别 .....	12
12.2 资产管理 .....	13
12.3 查询统计 .....	13
12.4 展示 .....	13
13 行政办公模块 .....	13
13.1 行政办公主要内容 .....	13
13.2 项目管理 .....	13
13.3 安全管理 .....	13
13.4 资料管理 .....	14
14 系统安全 .....	14
14.1 一般规定 .....	14
14.2 系统级安全 .....	14
14.3 访问控制 .....	14
14.4 功能性安全 .....	14
14.5 数据域安全 .....	14
参 考 文 献 .....	15
索 引 .....	17

## 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。

本文件由中国交通运输协会交通工程设施分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：湖北楚检科科技有限公司

湖北楚天联发路桥养护有限公司

湖北省交通规划院

湖北公路智能养护科技有限公司

华中科技大学

山东高速集团有限公司

武汉工程大学

宜昌市交通规划勘察设计院

襄阳市公路建设养护中心

湖北交通职业技术学院

本文件主要起草人：鞠鹏飞、宋振辉、李享、宋振浩、宋振旺、肖三、李胜、付红亮、郭峰祥、刘振卿、胡小弟、刘昊、胡欣。



# 公路桥梁养护信息化管理系统设计指南

## 1 范围

1.1 本文件规定了公路桥梁养护信息化管理系统的设计要求，以提高公路桥梁养护信息化水平，保障公路桥梁服役期间的运营安全。

1.2 本文件适用于新建或在役的公路桥梁的养护信息化管理系统建设。

1.3 公路桥梁养护信息化管理系统设计、开发和维护应积极采用大数据、人工智能、建筑信息模型（BIM）等先进技术，提升系统的适用性和先进性。

1.4 公路桥梁养护信息化管理系统的设计，除执行本文件外，尚应符合国家及行业现行相关标准的规定。

## 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。

GB50982	《建筑与桥梁结构监测技术规范》
GB/T 22239	《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》
GM/T 0054	《信息系统密码应用基本要求》
JTG 5120	《公路桥涵养护规范》
JTG/TH 21	《公路桥梁技术状况评定标准》
JT/T 697	《交通信息档案数据元》
JT/T 132	《公路数据库编码规范》
JT/T 1037	《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》
CECS 333	《结构健康监测系统设计标准》
T/CCES 15	《桥梁健康监测传感器选型与布设技术规程》
T/CECS 529	《大跨度桥梁结构健康监测系统预警阈值标准》
	《公路养护统计报表制度》

## 3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

### 3.1 桥梁养护信息化管理系统 Bridge maintenance information management system

通过管理桥梁技术数据对桥梁进行技术状况评定和预测，通过经济分析手段提出桥梁养护决策建议的信息化软件系统。

### 3.2 桥梁档案数据 Bridge archive data

桥梁档案数据包括桥梁基本信息、结构体系信息、地质资料信息、交通信息、设计信息、施工信息、竣工验收信息和桥梁科研信息等内容。

### 3.3 养护历史数据 Maintenance history data

桥梁运营过程中积累的数据，能够动态描述桥梁性能的发展状况。

### 3.4 养护决策 Maintenance decision

围绕养护目标，通过决策分析和优化，制定养护对策的过程。

## 4 基本规定

### 4.1 系统总体功能要求

4.1.1 公路桥梁养护信息化管理系统应具有对养护管理各环节信息化管理的功能。

4.1.2 公路桥梁养护信息化应包括以下信息化业务：桥梁数据信息化、桥梁结构监测、技术状况评定信息化、桥梁养护决策信息化、资产管理信息化和灾害防治与抢修信息化等。

4.1.3 系统应能为管理者提供详细、可靠的桥梁信息，并对信息进行分析处理，对桥梁的技术状况、适应性做出正确评价，提出相应的养护维修措施，供管理者安排日常养护工作及维修加固工作。

4.1.4 系统宜根据桥梁结构选择是否布设健康监控系统，选择布设的，能通过健康监测手段直观感知桥梁运行状况，为桥梁安全评估和预警、桥梁养护维修提供数据支撑。

4.1.5 系统应能对日常养护费用计划和维修加固方案的技术可行性、经济效益做出优化排序，提升桥梁管理决策的规范化、自动化、系统化水平。

4.1.6 系统应采用先进的技术，为科学管理提供快速、有效的管理工具。

4.1.7 系统应考虑养护业务信息化的合理性、可行性、经济性，与实际养护工作良好衔接。

4.1.8 系统数据获取可通过人工填报和设备采集两种方式，应提供相应的数据接口或配套设备采集解决方案。

4.1.9 档案数据可从工程档案资料、桥梁检测资料、检查报告、养护工程档案中获取，档案和检查报告缺失的应从现场采集。

4.1.10 系统应及时更新数据，周期性产生的动态数据应在下一周期之前完成更新。

4.1.11 系统应具有各类信息的分类检索功能。

4.1.12 系统应具有数据批量导入导出、数据报表下载等功能。

4.1.13 系统应输出通用性强的文件格式，且应采取防篡改、防泄露技术措施。

4.1.14 数据分析可采用回归分析、趋势分析、统计分析、深度学习等方法。

### 4.2 系统构架设计

4.3.1 公路桥梁养护信息化管理系统整体构架设计包含两大部分，分别是数据库设计与功能模块设计。数据库设计原则是便于系统各功能模块实现高效运行。系统功能模块设计可以分为两个大类，一是养护决策类模块，包括：

- 1) 技术状况评定模块；
- 2) 桥梁结构监测管理模块；
- 3) 技术状况预测模块；
- 4) 养护经济分析模块；
- 5) 养护建议模块；
- 6) 灾害防治与抢修管理模块。

二是行政管理类模块，包括：

- 1) 资产管理模块；
- 2) 行政办公模块。

## 5 数据库设计与管理



## 5.1 一般规定

- 5.1.1 系统数据库数据总体上分为两个大类：桥梁档案数据与动态养护历史数据。系统数据库应提供数据的查询和维护功能，并能对数据进行数理统计。
- 5.1.2 桥梁档案数据是桥梁建成移交给运营单位后不再发生改变的基础桥梁数据。
- 5.1.3 动态养护历史数据是在养护管理过程中随时间发展持续增加的桥梁技术状况变化信息。
- 5.1.4 动态养护历史数据产生时，须要对应桥梁编码进行标识。
- 5.1.5 数据库设计应遵循可靠性、先进性、可扩展性、标准性原则，保证数据的整体性、数据系统与应用系统的统一性。
- 5.1.6 数据库设计应包括网络安全、数据库容灾备份、敏感信息标记和用户日志审计等安全管理功能。
- 5.1.7 数据库设计应考虑数据库查询响应级别、数据精度等使用要求。
- 5.1.8 数据库系统在使用时应支持在线实时数据处理分析、离线数据处理分析以及两种工作方式的混合模式。
- 5.1.9 系统涉及的数据库功能宜包括桥梁档案数据管理、养护历史数据管理、检查评定数据管理、养护维修数据管理、灾害数据管理、监测设备管理、结构模型信息管理、评估分析信息管理、资产管理、数据转储管理、用户管理、安全管理以及预警信息管理等方面。

## 5.2 桥梁档案数据

- 5.2.1 桥梁档案数据应收集桥梁基本信息、结构体系信息、地质资料信息、交通信息、设计荷载信息、设计信息、施工信息、竣工验收信息和桥梁科研信息等内容。
- 5.2.2 桥梁档案数据具体内容可按照表 1 进行设计与开发。

## 5.3 养护历史数据

- 5.3.1 桥梁养护历史数据应收集桥梁检查记录、养护处置记录、试验记录、交通限制记录、事故记录、重车过桥记录、管理资金使用记录、交通流分部统计记录、桥梁灾毁记录、应急物资及机具记录等内容。
- 5.3.2 桥梁档案数据具体内容可按照表 2 进行设计与开发。

表 1 桥梁档案数据

数据类型	项目	内容
基本信息	行政识别数据	线路编号、线路名称、线路等级、桥梁编号、桥梁名称、桥位桩号、功能类型、被跨越道路（通道）名、被跨越道路（通道）桩号、设计荷载、桥梁坡度、桥梁平曲线半径、建成时间、设计单位、施工单位、监理单位、业主单位、管养单位
	结构技术指标	桥梁全长、桥面总宽、车道宽度、人行道宽度、护栏或防撞墙高度、中央分隔带宽度、桥面标准净空、桥面实际净空、桥下通航等级及标准净空、桥下实际净空、引道总宽、引道线形或曲线半径、设计洪水频率及其水位、历史洪水位、设计地震动峰值加速度系数、桥面高程
	桥梁照片	立面照和正面照
结构体系信息	上部结构	主梁、主拱圈、桥（索）塔、拱上建筑、主缆、斜拉索、吊杆、系杆
	桥面系	桥面铺装、伸缩缝、人行道与路缘、栏杆护栏、照明标志
	下部结构	桥台、桥墩、锥坡护坡、翼墙耳墙、基础、锚碇
	支座、附属设施	支座、防撞设施、航标及排水系统、调治构造物
地质资料信息		地质资料提供单位、钻孔信息、土层厚度、土种类、土的力学性质、土层信息、断层信息具体描述、地质资料图纸
交通信息		所在道路信息、临近道路信息、桥梁的设计通行量、桥梁所跨地物、

		桥梁的绕行距离、桥梁的通行等级、桥梁的通行时间
设计荷载信息		设计汽车荷载、设计人群荷载、设计抗震等级和抗震措施、设计验算荷载、荷载布置形式
设计信息		设计单位、设计人员、设计时间、桥跨组合、设计文件、设计图纸
施工信息		施工单位、施工控制单位、施工时间、监理单位、施工费用、施工事故、施工方法、施工控制信息、施工过程数据记录、施工组织管理信息、施工设备信息、施工技术信息、施工问题与解决方法、施工过程相关图纸、施工材料用量、施工图纸、施工文件、行政审批文件、施工图像
竣工验收信息		验收日期、验收单位、竣工试验内容、竣工试验报告、问题与解决办法、验收意见
科研信息		科研项目名称、负责科研的单位、科研项目经费、科研成果

表 2 养护历史数据

数据类型	内容
检查记录	检查年月、检查人员、检查单位、检查类型、上次检查时间、下次检查时间、检查图片、桥梁技术状况评定结果（特殊检查结论）、处治对策
养护处治记录	时间段（开工和竣工）、处治类别、处治原因、处治范围、工程费用、经费来源、处治质量评定、建设单位、设计单位、施工单位和监理单位
试验记录	试验单位、试验时间、试验类型、试验费用、试验仪器、试验内容、试验结果、试验记录、试验图片
交通限制记录	限制时间、限制内容、限制原因、限制说明
事故记录	事故类别、事故部位、损坏程度、死伤人数、经济损失、阻断交通情况、修复措施、修复费用、事故图片、事故录像
重车过桥记录	过桥日期、通行证号、车辆型号、车辆总重、最大轴重、超重车次、是否采取安全措施、过桥情况
资金使用记录	拨款单位、管理单位、使用单位、使用日期、使用原因、使用金额、现剩余金额、使用期限
交通流分布统计记录	总交通量、各种类车辆交通量、各种类车辆交通量比例、交通量实际分布情况、交通量变化情况
桥梁灾毁记录	灾毁数量、灾毁类型、灾毁程度（全毁、局部毁）、灾毁涉及金额、公路中断里程条数、其他损失、抢通情况
应急物资及机具记录	储备物资情况、应急保障机具情况

#### 5.4 公路桥梁代码

5.4.1 公路桥梁数据定义及编码应按现行《公路桥涵养护规范》(JTG 5120)、《公路数据库编码规范》(JT/T 132) 进行设计与开发。

5.4.2 公路桥梁代码规则符合JT/T 132的规定，公路桥梁代码由路线编号、行政区划代码、桥梁编号及扩充位组成，结构见图1。

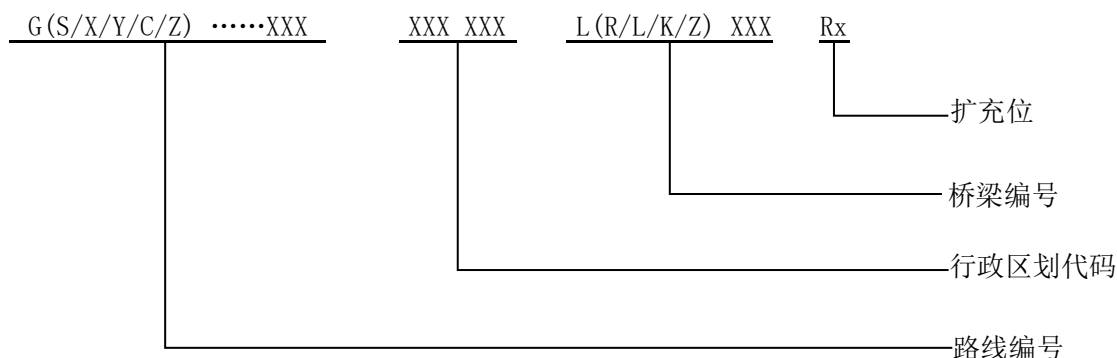


图1 公路桥梁代码结构

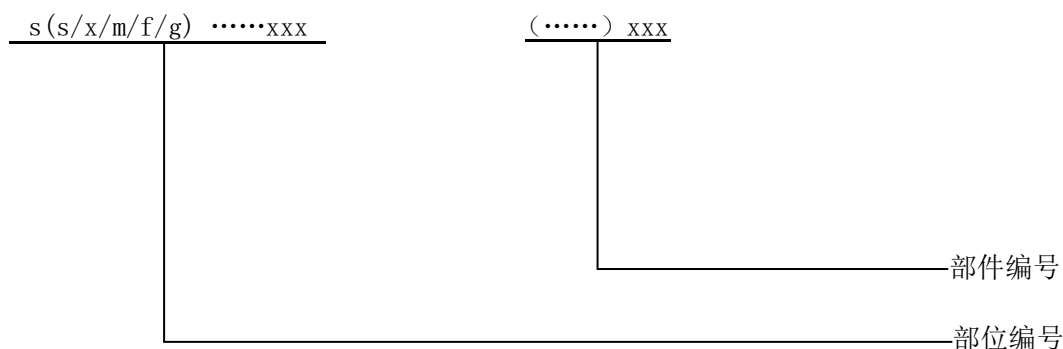
注1: G-国道, S-省道, X-县道, Y-乡道, C-村道, Z-专用公路。

注2: R-路线里程桩递增方向的右侧的桥, L-路线里程桩递增方向的左侧的桥。

注3: K-跨线桥(天桥), Z-匝道桥。

注4: Rx 带表扩充位, 扩充位符号主要用来表示构件、附属设施及环境信息。

5.4.2 扩充位Rx由部位编号、部件编号、构件编号组成, 结构见图2。



注1: s-上部结构, x-下部结构, m-桥面系, f-附属设施, g-管线。

注2: 部件编号可写为部件名称拼音全拼, 拼音间用“-”间隔, 如支座可写为: zhi-zuo。

5.4.3 系统设计涉及的桥梁其他信息代码及结构构件代码参照 JT/T 132 中公路桥梁类代码相关规定执行。

## 5.5 数据库设计

5.5.1 桥梁档案数据管理宜包括桥梁基本信息的添加、查询、可视化、以及文件形式导出数据。

5.5.2 养护历史数据管理宜包括养护历史数据的自动导入、更换、图形或文件形式导出数据以及信息查询。

5.5.3 检查评定数据管理宜包括初始检查、日常巡查、定期检查、特殊检查数据的导入; 检查数据与数据库中对应的构件编码须对照存储; 以构件、日期或其他方式的查询; 检查结果可视化展示。

5.5.4 养护维修数据管理宜包括养护计划和养护决策文件的上传、查询, 养护施工过程资料的上传、管理、批复、存档、查询、报表生成等内容。

5.5.5 灾害数据管理宜包括灾害防治记录、物资储备数据、灾害抢修等数据的添加、查询与报表生成。

5.5.6 监测设备管理宜包括传感器和采集设备(包括采集子站和总站)的添加、更换、状态查询以及故障检测等功能。传感器设备宜按监测信息内容和功能进行分类管理。

5.5.7 监测信息管理宜包括监测信息的自动导入、图形或文件形式导出数据、历史监测信息的查询, 并宜

具备监测信息的可视化功能。

5.5.8 结构模型信息管理宜提供结构的基本参数和评估分析所需要的计算机数值模型。

5.5.9 技术状况预测管理宜提供预测算法、保存预测结果并供查询统计。

5.5.10 数据转储管理宜支持海量数据的归档以及相应的元数据管理。归档的数据可以存储在大容量存储设备中并应支持使用时的可访问性。

5.5.11 用户管理应支持用户权限的定义和分配功能。系统根据用户的权限来操作不同模块，提供基于角色的用户组管理、用户授权、注册账号和认证管理等。

5.5.12 系统安全管理应提供系统运行环境的网络安全管理和安全保护、数据库的容灾备份机制、敏感信息标记以及用户使用日志审计等功能。数据库系统安全管理应有相应的硬件、软件和人员来支持。

5.5.13 系统应具备预警信息处理功能，并能将各种预警信息以电子邮件和短信等形式通知相关人员。

5.5.14 数据装载宜包括数据的筛选、输入、校验、转换和综合等主要步骤。

5.5.15 结构监测数据和分析数据的精度应满足监测目的，并根据结构特性、监测内容确定。

5.5.16 查询的响应级别宜为秒级，分析结果及可视化等方面应能满足实际使用的要求。

5.5.17 应根据不同数据类型选择不同的统计方式和统计范围。

## 5.6 数据库选型

5.6.1 数据库选型应考虑对海量监测数据的存储、分析能力以及运维成本。

5.6.2 结构监测数据宜采用时序数据库进行存储，提升数据的读写性能和分析性能。

5.6.3 数据库应使用标准、简明、清晰的数据元，保证用户方便、快速、准确地检索信息。

5.6.4 系统存在租户时，租户数据应隔离，不同租户数据需授权访问。

5.6.5 路网内有多座桥梁，数据存储采用分布式时，可通过数据分片等技术进行数据存储。

## 5.7 数据库组成

5.7.1 数据库可按功能分为静态数据库、动态数据库以及监测数据库，分别存储桥梁档案数据、动态养护数据和监测数据。

5.7.2 监测数据库宜包括监测设备数据、监测信息数据、结构模型信息数据、评估分析信息数据和用户数据。

## 5.8 数据库管理

5.8.1 数据库管理系统应处于安全的物理环境。对数据库管理系统资源的处理应限定在一些可控制的访问设备内，防止未授权的访问。系统硬件和软件应受到保护以免未授权用户的物理修改。

5.8.2 应有一个或多个能胜任的授权用户来管理数据库管理系统和它所包括信息的安全。管理员应经过培训，以便能正确有效地建立和维护安全策略。被授权的管理员应严格遵从系统管理员文档的要求进行操作，不应蓄意破坏数据库管理系统，不应蓄意违反操作规程。授权用户应具备必要的授权来访问由数据库管理系统管理的少量信息。数据库管理系统应在系统管理员的配置下正常运行，用户可通过网络远程访问和使用数据库管理系统。授权用户可获得他们希望得到的适当服务。

5.8.3 在应用程序调试完成后，应对数据库进行试运行操作，包括功能测试和性能测试。试运行操作期间，应做好数据库的备份和恢复工作。

5.8.4 数据库的维护应符合下列规定：

a) 数据库管理员应针对不同的应用要求制定不同的数据备份计划，定期对数据库和日志文件进行备份，以保证一旦发生故障，能利用数据库备份和日志文件备份，尽快将数据库恢复到某种一致状态，并尽可能减少数据库的丢失；

b) 数据库管理员应根据用户的实际需要授予其不同的操作权限。在数据库运行过程中，宜根据环境的变化适当调整原有的安全性和完整性控制，以满足用户要求；

c) 数据库管理员应借助数据库管理系统的系统性能监测工具，来监督系统运行状态，判断当前系统是否处于最佳运行状态；否则，需要通过调整某些参数来进一步改进数据库性能；

d) 数据库管理员在必要时应借助数据库管理系统提供的实用程序对数据库进行重组织和重新构造。

## 6 技术状况评定模块

### 6.1 一般规定

6.1.1 技术状况评定模块应实现动态评定，动态评定指在系统内设置桥梁技术状况评定算法，依靠初始检查、日常巡查、经常检查、定期检查和特殊检查的数据随时可计算出桥梁构件、部件及整体的评定分值，评定随任意类型检查数据而动态变化，不再具有周期性。

6.1.2 动态技术状况评定，采用的是桥梁养护历史数据，是经检查获取并确认归档后的病害数据。数据必须与桥梁构件一一对应，病害应有明确的定量描述。

6.1.3 技术状况评定算法应按现行《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21)和《公路桥涵养护规范》(JTG 5120)中规定的计算方法和公式进行设计与开发。

### 6.2 桥梁检查

#### 6.2.1 初始检查

6.2.1.1 应收集桥梁基本信息，包括桥梁长度、桥宽、净空、跨径、竣工时间、检查时间等；桥梁构件详细信息，包括构件尺寸、材料信息等；桥梁静力特性参数，包括控制截面的应力、应变、挠度、校验系数等；桥梁动力特性参数，包括自振频率、冲击系数、振型、阻尼比等内容。

6.2.1.2 应保证初始检查记录时间最迟不得超过交付使用后1年。

6.2.1.3 初始检查记录可作为本文件第5.2节桥梁档案数据来源。

#### 6.2.2 日常巡检

6.2.2.1 日常巡查应收集巡查时间、记录人、负责人、严重缺损和异常等内容。

6.2.2.2 日常巡查内容收集宜按照《公路桥涵养护规范》(JTG 5120)第3.3.3条规定进行。

6.2.2.3 应保证养护等级为I、II级的桥梁，每日巡查记录不少于1条；养护等级为III级的桥梁，每周巡查记录不少于1条。

#### 6.2.3 经常检查

6.2.3.1 经常检查应收集检查项目、缺损类型、缺损范围、处治建议、负责人、记录人、检查日期等内容。

6.2.3.2 经常检查内容收集宜按照《公路桥涵养护规范》(JTG 5120)第3.4.4条规定进行。

6.2.3.3 应保证养护等级为I级的桥梁，每月经常检查记录不少于1条；养护等级为II级的桥梁，每2个月经常检查记录不少于1条；养护等级为III级的桥梁，每季度经常检查记录不少于1条；支座的经常检查记录，每季度不少于1条。

#### 6.2.4 定期检查

6.2.4.1 定期检查应收集上次养护修复时间、上次检查时间、本次检查时间、本次检查时气候及环境温度、缺损情况、桥梁技术状况评定等级、全桥清洁状况、预防及修复养护状况、记录人、负责人、下次检查时间等内容。

6.2.4.2 缺损情况应收集缺损部件、缺损构件、构件评分、缺损类型、缺损位置、缺损范围、缺损照片、最不利构件、养护建议、是否需要特殊检查等内容。

6.2.4.3 不同形式桥梁的检查部件信息采集应按照规范《公路桥涵养护规范》(JTG 5120)进行。

6.2.4.4 定期检查内容收集宜按照《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/TH21)进行。

6.2.4.5 定期检查病害信息宜与建立的桥梁病害库关联。

6.2.4.6 应保证养护等级为I级的桥梁，每年检查记录不少于1条；养护等级为II、III级的桥梁，每3年

检查记录不少于 1 条。

### 6.2.5 特殊检查

6.2.5.1 特殊检查应收集上次特殊检查时间、上次特殊检查项目、本次特殊检查时间、本次特殊检查类型、检查时的气候及环境温度、检测项目、检测结果、评定结论、记录人员、负责人员、特殊检查完成机构等内容。

6.2.5.2 特殊检查类型可分为承载力检测、水下检测、抗灾能力检测、灾后检测、耐久性检测。

### 6.3 桥梁评定

6.3.1 技术状况评定模块应能自动生成报表，报表除给出桥梁技术状况评定分值外，还应将病害分部以表单形式给出。

6.3.2 为了便于病害识别，宜根据《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/TH21)建立标准病害库。

6.3.3 技术状况评定结果至少应包括桥梁各部件技术状况等级、全桥技术状况等级及状态描述和养护对策等内容。

6.3.4 桥梁适应性评定可根据需要进行。进行适应性评定时应给出承载能力评定结果、通行能力评定结果、抗灾能力评定结果、耐久性评定结果等指标。

## 7 桥梁结构监测模块

### 7.1 一般规定

7.1.1 养护等级为 I 级的桥梁宜进行结构监测。

7.1.2 桥梁结构监测模块应具有传感器子系统、数据采集与传输、存储与处理、监测与预警等功能。

7.1.3 传感器子系统应能实现桥梁环境参数、外部荷载及结构各类响应的数据获取功能。

7.1.4 数据采集与传输应能实现多种类型传感器的数据同步采集与传输功能。

7.1.5 数据存储与处理应能实现数据的预处理、归档、查询、存储等功能。

7.1.6 监测与预警应能实现结构安全评估与预警。

7.1.7 桥梁结构监测模块应具备适当的扩展性，方便增加监测内容。

7.1.8 桥梁监测中构件编码按本指南 5.4 要求执行。

7.1.9 桥梁结构监测传感器选型与布设可按现行《桥梁健康监测传感器选型与布设技术规》(T/CCES 15)进行设计与开发。

7.1.10 桥梁结构监测内容的选取与测点选择可按现行《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》(JT/T 1037)进行设计与开发。

7.1.11 桥梁结构监测数据采集设备选型与数据传输可按现行《结构健康监测系统设计标准》(CECS 333:2012)进行设计与开发。

### 7.2 数据存储与处理

7.2.1 监测数据统计、分析后应进行专项存储。

7.2.2 宜提供统一接口访问监测数据，保证监测数据的结构化和共享性。

7.2.3 宜对数据进行滤波、去噪、去趋势项、截取和异常点处理等预处理。

7.2.4 宜对数据进行统计分析、趋势分析和关联分析等后处理。

7.2.5 统计分析应统计不同种类传感器在不同时间的段的最值、均值、方差、标准差，以及不同信号范围、幅度等信息。

7.2.6 趋势分析应做出桥梁健康发展趋势估计，并给出预测结果。

7.2.7 关联分析应分析桥梁内部截面与构件之间相关性、构件与整体之间的相关性、桥梁系统与外界环境之间的相关性等内容。

7.2.8 数据后处理应能给出结构运行水平，数据后处理结果可作为养护决策参考依据。

- 7.2.9 结构健康监测数据库应将采集系统收集到的实时数据和历史数据，提供给数据处理系统进行数据处理，并提供给评估系统进行数据分析，最终将处理及分析结果进行保存以便查询。
- 7.2.10 数据库设计应遵循数据库系统的可靠性、先进性、开放性、可扩展性、标准性和经济性的基本原则，并保证数据的共享性、数据结构的整体性、数据库系统与应用系统的统一性。
- 7.2.11 数据采集前，应对含噪信号进行降噪处理，提高信号的倍噪比。
- 7.2.12 数据分析处理之前，应正确处理粗差、系统误差、偶然误差等。
- 7.2.13 应正确判断异常数据是由结构状态变化引起还是监测系统自身异常引起，应剔除由监测系统自身引起的异常数据。
- 7.2.14 对于交变类型的较高频连续监测数据，可根据数据存储准则存储数据。
- 7.2.15 监测系统中存储数据的单位，宜采用国际单位制。
- 7.2.16 数据的时间应采用公历，最低精度为秒。

### 7.3 数据交互与告警

#### 7.3.1 系统交互应符合下列规定：

- a) 人机交互系统应具有友好的、符合专业操作习惯的用户界面。界面直观，宜采用数字模型展示监测状况；
- b) 监测系统可通过数据传输与控制系统将监测数据存储到数据库系统中，也可从数据库中请求和提取需要处理和分析的数据。处理分析完的相关信息应存储在数据库系统中，以便系统能够进一步进行各种深入分析和评估；
- c) 在分布式环境下，可通过数据的分片等技术将系统数据进行分布存储。
- 7.3.2 应具有预警值设置、阈值告警等功能，并对告警结果进行保存。
- 7.3.3 当发生阈值告警时应通知桥梁管理员，并保证通知的时效性。
- 7.3.4 当发生阈值告警时应向监测设备反馈告警信息，设备应进行响应。
- 7.3.5 当发生阈值告警时应进行历史趋势对比、分析与预测，并进行预警。
- 7.3.6 应定期进行结构安全评估，并对可能影响结构安全运行的评估结果进行预警。
- 7.3.7 阈值告警的阈值设定可参考《大跨度桥梁结构健康监测系统预警阈值标》(T/CECS 529) 执行。

## 8 技术状况预测模块

### 8.1 一般规定

- 8.1.1 技术状况预测是利用桥梁技术数据，对桥梁在外部影响因素作用下技术状况的发展变化趋势进行预测的过程。
- 8.1.2 技术状况预测的目的是协助制定养护计划，确保有限的养护资金产生最大化的经济效益和社会效益。

### 8.2 技术状况预测影响因素

- 8.2.1 桥梁技术状况预测影响因素指建立预测模型时，需要采纳影响桥梁结构衰变的变量，设计者可以根据模型需求，在全部变量中选择性的采纳一部分。
- 8.2.2 影响因素可以分为建设期影响因素、使用期影响因素和环境影响因素三个部分。
- 8.2.3 建设期影响因素宜包括：设计因素、材料因素、施工方法因素和施工条件因素。
- 8.2.4 使用期影响因素宜包括：交通荷载因素、养护频率因素、养护规模因素、养护工艺因素和灾害影响因素。
- 8.2.5 环境影响因素宜包括：气候因素、地质因素和腐蚀因素。
- 8.2.6 可基于影响因素建立影响因子库，可选择全部或其中影响较大的部分因子，通过规律分析建立预测模型。

### 8.3 技术状况预测模型

- 8.3.1 桥梁技术状况预测模型可结合数学理论，发展多种预测模型，但各类模型均需具备可操作性和经济

性。宜建立经济效益验证机制，未达到预期经济效益的，需修正预测模型。

8.3.2 桥梁技术状况预测模型可以参考的数理预测方法有：回归分析预测模型和概率分析预测模型。

8.3.3 回归分析预测模型指：通过对影响因子的历史数据统计，获取其在预期时间里的发展变化。采用此类分析模型时，因其预测结果与结构本身物理性能没有直接关系，所以必须确保有足够历史数据，且预测的结果应在历史数据中出现过。否则必须证明预测结果发生的必然性。

8.3.4 概率分析预测模型指：通过对影响因子的历史数据统计，判定其由量变转换为质变的概率。采用此类分析模型时，宜考虑转换概率在人为因素和环境因素影响下的变化，或参照同类型桥梁预测结果已发生的技术状况数据。

8.3.5 桥梁技术状况预测宜发展多种类预测模型，采用人工智能等先进算法，提升预测准确性。

8.3.6 桥梁技术状况预测目标是给出桥梁有效运营总时间。

## 9 养护经济分析模块

### 9.1 一般规定

9.1.1 养护经济分析的目的是依据技术状况预测结果，制定养护资金分配计划，以达到经济效益最大化。

9.1.2 养护经济分析除依据养护预测结果外，还应综合考虑桥梁在路网中的重要性以及养护资金规模。

9.1.3 养护经济分析应考虑桥梁寿命周期内产生的全部费用，桥梁寿命周期指初始建设开始至分析期末，也就是桥梁有效运营总时间。

### 9.2 养护经济分析方法

9.2.1 养护经济分析中养护维修项目成本包括：运营管理费用和通行者费用

9.2.2 运营管理费用包括：日常养护及小修费用、大中修费用、改扩建费用、检测评定费用、工程设计费用及损失的项目工期内通行费用等。

9.2.3 通行者费用包括：车辆绕行费用、绕行时间价值。

9.2.4 桥梁养护经济分析中，根据桥梁初期建设资料情况，将初期建设经费计入经济分析中，如资料缺失的，应参考同期同类型桥梁给出建设经费估值。

9.2.5 养护经济分析的方法是计算养护维修项目成本和经济效益，成本是实施养护维修项目造成的运营管理费用和通行者费用，经济效益是桥梁寿命周期总收益与初期建设费用和养护维修项目成本的差。一下给出一种经济效益分析的方法供参考。

桥梁寿命周期总收益可用式9.1表示。

(9.1)

$$C = \sum_{i=1}^t c_1$$

C——寿命周期运营总收益

$c_1$ ——每天的运营收益

t——运营总时间为，

经济效益为可用式9.2表示

(9.2)

$$A = C - B$$

A——经济效益

B——初期建设费用

若在运营总时间前对桥梁进行维修养护，延长桥梁寿命周期，则桥梁寿命周期总收益可用式9.3表示

(9.3)

$$C_2 = \sum_{i=1}^{t_2} c_1$$



$t_2$ ——维修后延长的运营总时间

$C_2$ ——延长运营时间后的寿命周期总收益  
延长运营时间后的经济效益用式9.4表示

(9.4)

$$A = C_2 - B - D$$

D——桥梁养护维修项目成本

9.2.6 养护经济分析的目标是达到经济效益最大化。

9.2.7 通行者费中车辆绕行费用计算，可按通行流量统计数据 and 绕行增加里程计算，绕行时间费用可按绕行增加时间百分比与通行费用的乘积计算。

9.2.8 养护经济分析应能按技术状况预测结果和用户输入的运营管理费用和用户费用自动计算经济分析结果。

## 10 桥梁养护建议模块

### 10.1 一般规定

10.1.1 桥梁养护建议模块应具有方案制定、优先排序、计划批复和执行反馈等功能。

10.1.2 规划分析是依据养护历史数据、监测数据与检查评定结果统计存储的构件病害数据库信息，应能提供各项技术指标评定结果和预测结果，辅助养护决策。

10.1.3 养护计划应能制定养护对策，并对养护工程计划进行管理。

10.1.4 优先排序应能对路网中需要养护的桥梁进行优先级排序。

10.1.5 桥梁养护与维修模块宜根据《公路桥涵养护规范》(JTG 5120)建立标准对策库，养护对策记录应符合对策库标准。

### 10.2 养护方案制定

10.2.1 养护工程方案应收集养护时间、执行人员、养护内容、现场图片等内容。

10.2.2 养护工程方案制定功能包括：有养护工程计划管理、过程管理、和数据成果管理功能，功能应覆盖预防养护、修复养护、专项养护和应急养护。

### 10.3 养护项目排序

10.3.1 项目排序是通过可能对发生的养护项目或项目的多个方案进行经济效益分析，按经济效益、资金使用规模、实际实施难度、季节影响因素、等进行判断，给出项目优先等级。

10.3.2 当仅有一个养护项目时，应按经济效益进行排序，再考虑资金情况进行第二次筛选，剔除超出预算的方案，然后按实施难度和季节影响来确定方案。

10.3.3 当有多个养护项目时，视各项目是否在同一路网区域内，交通导流是否会相互作用。按各方案工期和交通流影响因素确定初步项目排序方案，再来计算各项目每一种方案的经济效益，然后按预算进行二次排序，最后按实施难度和季节影响确定最终排序。

### 10.4 养护建议

10.4.1 养护排序获取顺序，根据实施难度和季节影响由用户选取最优方案，养护建议应给出最优方案的投资效益报告。

10.4.2 路网内有多个项目的，养护建议应能根据资金需求分析生成资金分配方案，通过资金优化模型进行优化，并进行量化分析生成投资效益分析报告。

10.4.3 投资效益报告中包括投资金额、资金分配、养护后技术状况预测、养护后期末时间等信息。

## 11 灾害防治与抢修管理模块

## 11.1 一般规定

11.1.1 灾害防治与抢修管理模块应具有历史灾害记录管理、灾害预防管理、灾害抢修管理等功能。

## 11.2 灾害记录

11.2.1 灾害记录应收集受灾时间、受灾范围、抢修措施、灾害影响等内容。

11.2.2 洪水灾害记录应收集最高水位等内容。

11.2.3 泥石流记录应收集泥石流沟槽宽度及坡度、泥石流性质、流势等内容。

11.2.4 震害记录信息应收集地震动加速度峰值、地震动时程曲线、地震烈度、构件在地震作用下的受力情况、抗震措施等内容。

11.2.5 火灾记录信息应收集火源、火势、构造物特点等内容。

11.2.6 撞击记录应收集撞击原因、防撞设施状态、二次损伤信息、损伤评估结果等内容。

## 11.3 灾害防治

11.3.1 灾害防治应收集以下内容：

- a) 桥梁管理单位抢险物资储备情况、应急人员信息；
- b) 天气预报资料；
- c) 不同灾害情况下的预防措施、应急预案及抢修方案。

11.3.2 洪水防治应收集以下内容：

- a) 流域信息：河流的地理位置、流域信息、流量信息；
- b) 桥梁信息：防洪能力评定、桥梁结构信息；
- c) 检查记录：基础埋深、墩台基础冲刷、过水面积信息、桥孔位置、河流与河床的稳定情况、河道淤塞信息、河道水流信息、安全隐患；

- d) 养护记录：河道清淤记录、维修加固及改善记录、处治记录。

11.3.3 泥石流防治应收集桥梁所在区位地的地理位置、地形、工程地质、水文地质、气象条件等内容。

11.3.4 震害防治应收集桥梁的设计反应谱抗震设防类别、抗争设防烈度、地震安评信息、构造细节、区位场地评价、抗震性能评价、地震断层、潜在震源等内容。

## 11.4 灾害抢修

11.4.1 灾害抢修应收集构件受损情况、抢护工作内容、抢修结果等内容。

11.4.2 抢修后应收集灾害影响、处治措施、灾害总结等内容。

## 12 资产管理模块

### 12.1 资产类别

12.1.1 公路资产宜安内容、属性或使用功能分类。可分为：公路及构造物、安全设施、通讯设施、监控设施、收费设施、机械设备、车辆、土地房屋及建筑物、其他资产。

12.1.2 公路及构造物包括：路基、路面、桥梁、涵洞、防护工程等。

12.1.3 安全设施包括：标志、标线、护栏、护网、灯杆、灯具、配电控制柜等。

12.1.4 通讯设施包括：通讯电缆、通讯设备柜、通讯终端设施等。

12.1.5 监控设施包括：视频监控外场设备、结构监控传感设备、信号传输设备、控制中心设备等。

12.1.6 收费设施包括：中心设备、收费站设备、车道设备等。

12.1.7 机械设备包括：清扫车、洒水车、压路机、摊铺机、发电机等。

12.1.8 车辆包括：巡逻车、生活用车、管理用车、工程用车等。

12.1.9 土地房屋建筑物包括：所有权明确的土地、收费站用房、管理控制中心用房、养护用房、车库、办公室等工作用房。

12.1.10 其他资产包括：办公用品、空调以及其他等级在案的固定资产。

## 12.2 资产管理

- 12.2.1 建立资产信息库，实现资产前期选型、采购、安装测试，转为固定资产后的移装、封存、启封、闲置、租赁、转让、报废，资产使用中的状态、维护、保养等，全寿命周期信息上传管理。
- 12.2.2 资产档案中纸质文件以扫描件形式上传数据库，各类流转信息需在系统内保存记录。
- 12.2.3 资产管理数据宜有不同权限设置，以确保数据安全。
- 12.2.4 宜具备设备缺陷报告、设备紧急事故处理功能。
- 12.2.5 宜具备定期维修、维护提醒和维修计划制定功能，可生成预防性维修工作单。
- 12.2.6 对生成的预防性维修工作单，应进行人员、备件、工具、工作步骤、工作进度、审批、执行、检查、验收、完工报告等信息反馈管理。
- 12.2.7 应建立备件管理库，编制备件采购与使用计划，可处理备件接收、发料、移动、盘点等工作，可根据最小库存量自动生成采购计划。
- 12.2.8 应具备设备故障代码体系，记录每次故障发生的情况，以便于故障分析。

## 12.3 查询统计

- 12.3.1 查询和统计的信息包括：设备三率报表，设备维修成本报表、设备状态报表、设备履历报表、备件库存周转率、供应商分析报表等。
- 12.3.2 三率报表是指设备的完好率、待修率、故障率。查询应能按设备类型分别统计数据。
- 12.3.3 设备维修成本报表中应标明设备故障代码、维修范围、维修工期、维修费用等，维修成本可长时间查询对比。

## 12.4 展示

- 12.4.1 资产的展示应采用二维或三维的地图挂载方式，有准确的地理位置信息。
- 12.4.2 可按资金情况考虑采用三维可视化技术作为展示方式。
- 12.4.3 资产展示应挂载资产的全面信息，包括价值、状态、历史数据等。

## 13 行政办公模块

### 13.1 行政办公主要内容

- 13.1.1 行政办公模块主要内容有：财务管理、人事管理、项目管理、安全管理、资料管理。
- 13.1.2 财务管理与人事管理，宜以养护企业现有制定流程为准，系统实现管理流程线上办公功能。

### 13.2 项目管理

- 13.2.1 项目管理应具备获取远程项目施工过程中信息的功能。
- 13.2.2 项目管理功能宜以合同管理为起点，以项目进度为主线，对应管理项目资金计划、劳动力组织计划、设备调遣计划、技术准备计划以及现场施工组织等。
- 13.2.2 项目管理可实时动态监控项目施工过程中全部信息。对施工全周期的各个环节进行综合管理。
- 13.2.3 应对工程项目计划、进度、采购、材料、设备、质量、安全、合同、人工、租赁等进行综合信息管理。
- 13.2.4 工程管理纵向应贯穿招标、分包、采购、施工、竣工全过程，横向涉及公司、项目的各个岗位。
- 13.2.5 项目管理功能宜能通过项目要素管理实现对多工程项目的综合配套能力。

### 13.3 安全管理

- 13.3.1 养护安全管理主要包括：桥梁运营安全管理、养护施工安全管理、仓库保管安全管理。

13.3.2 安全管理功能应给出安全风险点，用户在对安全管理检查工作中可以对照项目类型进行逐一排查。

#### 13.4 资料管理

13.4.1 资料管理应能实现工程项目全过程资料收集，并存入项目数据库中。

13.4.2 资料管理内容包括：资料流转、任务指令传达、报表生成、图文汇报反馈等。

### 14 系统安全

#### 14.1 一般规定

14.1.1 公路桥梁养护信息化管理系统安全等级应不低于现行《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239）中的第二级安全基本要求。

14.1.2 公路桥梁养护信息化管理系统应满足现行《信息系统密码应用基本要求》（GM/T 0054）的要求。各用户授权，应由审批机制。

#### 14.2 系统级安全

14.2.1 用户注册身份需要经验证审核

14.2.2 根据用户办公需求，可对访问设置 IP 段限制。

14.2.3 可对登录时段进行限制或特定时间段登录次数进行限制。

14.2.4 宜设置基于手机验证的用户登录身份验证，并对登录时间进行限制，超时登录需再次验证身份。

#### 14.3 访问控制

14.3.1 公路桥梁养护信息化管理系统应提供符合需求的用户组织机构及角色权限管理功能。

14.3.2 用户组织机构管理应满足用户组织机构层级及从属关系的需要。

14.3.3 应提供基于角色的用户管理、授权和认证功能，并提供权限分配、调整和回收功能。客户端应为用户提供和其权限相符合的用户界面。

在服务端对 URL 程序资源和业务服务类方法的调用进行访问控制

#### 14.4 功能性安全

14.4.1 用户操作的业务记录，应由审核机制，审核权归属具有上一级权限的对应部门负责人。

14.4.2 用户上传文件大小应有限制，确保程序流程运营安全稳定。

#### 14.5 数据域安全

14.5.1 行级数据域安全，即用户可以访问那些业务记录，应以用户所在单位为条件进行过滤。

14.5.2 字段级数据域安全，即用户可以访问业务记录的那些字段，应由用户所在部门进行过滤。

## 参 考 文 献

- [1] 《团体标准的结构和编写指南》

### 本规程用词用语说明

#### 1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

- (1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- (2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- (3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- (4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

#### 2 引用标准的用语采用下列写法：

(1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

(2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《xxxxxx》( x x x)的有关规定”。

(3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规程第 x 章的有关规定”、“应符合本规程第 x. x 节的有关规定”、“应符合本规程第 x. x. x 条的有关规定”或“应按本规程第 x. x. x 条的有关规定执行”。

索 引

---

标准的名称

标准的编号

出版发行单位

地址

邮编

网址

电话

印刷单位

版本版次及印刷日期

版权专有侵权必究、举报电话：111111