

ICS 35.080

CCS L77

团 体 标 准

T/CCTAS 91—2023

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

2023 - 12 - 25 发布

2023- 12 - 31 实施

中国交通运输协会 发 布

目次

前言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

 4.1 系统构架设计 2

 4.2 总体功能 3

5 数据库 3

 5.1 一般规定 4

 5.2 数据库类型 4

 5.3 公路桥梁代码 5

 5.4 数据库设计 6

 5.5 数据库管理 6

6 检查检测与技术状况评定模块 6

 6.1 一般规定 6

 6.2 桥梁检查 6

 6.3 桥梁技术状况评定 6

7 桥梁健康监测模块 7

 7.1 一般规定 7

 7.2 数据存储与处理 7

 7.3 数据交互与告警 7

8 日常养护管理模块 8

 8.1 一般规定 8

 8.2 日常巡查 8

 8.3 养护维修 8

 8.4 灾害防治与抢修 8

9 资产管理模块 8

 9.1 资产类别 8

 9.2 资产管理 8

10 桥梁养护辅助决策模块 9

 10.1 一般规定 9

 10.2 养护工程方案制定 9

 10.3 养护工程项目排序 9

 10.4 养护建议 9

11 交互模块 9

 11.1 一般规定 9

11.2 可视化设计 10

12 系统安全 10

12.1 一般规定 10

12.2 系统级安全 10

12.3 访问控制 10

12.4 功能性安全 10

12.5 数据域安全 10

参 考 文 献 11

附 录 A 12

（资料性） 12

附 录 B 13

（资料性） 13

B.1 养护经济分析方法要求 13

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：湖北省交通规划设计院股份有限公司、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、武汉机场路发展有限公司、谷技物联科技（武汉）有限公司、山东高速集团有限公司、华中科技大学、武汉工程大学、重庆市交通规划和技术发展中心、中交路桥检测养护有限公司、甘肃路桥飞宇交通设施有限公司、北京今谷神箭测控技术研究所、广西交科集团有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、衡阳公路桥梁建设有限公司、中南勘察设计院集团有限公司、北京市政路桥管理养护集团有限公司、黑龙江省交投工程建设有限公司、深圳亿维锐创科技股份有限公司、深圳市鹏途交通科技有限公司、重庆科技大学、重庆交通大学、林同棣国际工程咨询（中国）有限公司、中交二航局建筑科技有限公司、中咨公路养护检测技术有限公司、武汉交投高速公路运营管理有限公司、武汉城市公共设施运营管理集团有限公司、湖北中资路桥加固有限公司、武汉工大杰诚工程质量检测有限公司、北京路桥瑞通科技发展有限公司。

本文件主要起草人：鞠鹏飞、宋振辉、杨祖涛、陈航、赵梦阳、易鑫雨、黎小刚、周建庭、辛景舟、陈晓虎、张洪、丁鹏、王子健、龚伟、朱立明、秦泽翔、程尚文、刘熹、杨威、朱炎、肖仲阳、姜磊磊、尹莉莉、占华雄、沈工行、韩朝阳、高振刚、涂家勇、郭海强、张林坤、郝志业、蔡军、何静、赵汗清、甯家成、姚建群、于文志、庠强、李文海、彭司卉、彭骏、王龙林、王华、王珊珊、亓兴军、孟利波、廖敬波、邹剑、刘志成、胡贵超、李艳、孟均、张松、徐浩、刘文奎、汪庆、陈廷勇、冉旭、周伟明、朱慈祥、范超、谢晨、侯俊、石恒、卢国权、李广鹏、马爱梅、何雨微、刘胤、郭峰祥、张君健、程海潜、胡小弟、李享、周杰、肖三、朱尚清、孙文丽、胡建新、王贇峰、杨洪超、游燕、钟波、熊磊、王广利、彭光乾、熊天祥、夏天、张胜、肖晨、宋振浩、周威、王伟、鲍翱宇、李胜、王鹏飞。

公路桥梁养护信息化管理系统设计指南

1 范围

本文件规定了公路桥梁养护信息化管理系统设计的基本要求，各模块和章节标题等内容。
本文件适用于新建及在役的国省干线公路桥梁养护信息化管理系统设计。

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 14885	固定资产等资产基础分类与代码
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 D60	公路桥涵设计通用规范
JT/T 132	公路数据库编码规范
JT/T 697	交通信息档案数据元
JT/T 1037	公路桥梁结构安全监测系统技术规程
JTG/T H21	公路桥梁技术状况评定标准

3 术语和定义

下列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、作出桥梁养护决策建议的信息化软件系统。

3.2 桥梁属性数据库 `attribute database`

自建设到运营所产生的能够识别桥梁属性的参数数据库，主要分为桥梁静态数据库和桥梁动态数据库。

3.3 桥梁静态数据库 `bridge static database`

存储桥梁基本信息、设计文件、竣工验收文件和桥梁科研资料等不再发生变化的数据内容。

3.4 桥梁动态数据库 `bridge dynamic database`

存储桥梁运营过程中通过历年的养护工程、检测监测数据和日常巡检数据积累的、动态描述桥梁性能状况的数据。

3.5 结构健康监测数据库 `structural secure monitoring database`

存储桥梁结构健康监测所采集和生成的数据。

3.6 对策库 `countermeasure library`

存储桥梁病害的经验型处理对策以及专家建议形成的处理对策。

3.7 决策库 decision-making library

存储桥梁养护过程中形成的养护决策建议。

4 基本规定

4.1 系统构架设计

4.1.1 应根据桥梁等级、规模、类型、结构、功能、使用年限等内容进行系统架构分析，包括开发语言选型、数据库设计、系统维护分析等。

4.1.2 应根据系统实际使用人数以及使用过程中产生实际数据量的进行系统选型分析，包括服务器选型、数据库选型、系统安全策略等。

4.1.3 应根据桥梁养护管理单位职级划分进行角色与权限分析。

4.1.4 应根据桥梁管理单位的管养工作、审批流程等内容进行系统功能分析。

4.1.5 应根据系统接口设计和系统后期维护进行系统安全分析。

4.1.6 系统设计需求分析可参考JT/T 1037。

4.1.7 系统设计宜采用大数据、人工智能、建筑信息模型（BIM）等技术，提升系统的适用性。

4.1.8 系统构架设计应包括数据库设计与功能模块设计。数据库设计应便于系统各功能模块实现高效运行，功能模块应便于使用和维护，可参考图 1。

4.1.9 功能模块应包括下列内容：

- a. 资产管理模块；
- b. 检查检测与技术状况评定模块；
- c. 日常养护管理模块；
- d. 桥梁结构监测模块；
- e. 桥梁养护辅助决策模块；
- f. 交互模块。

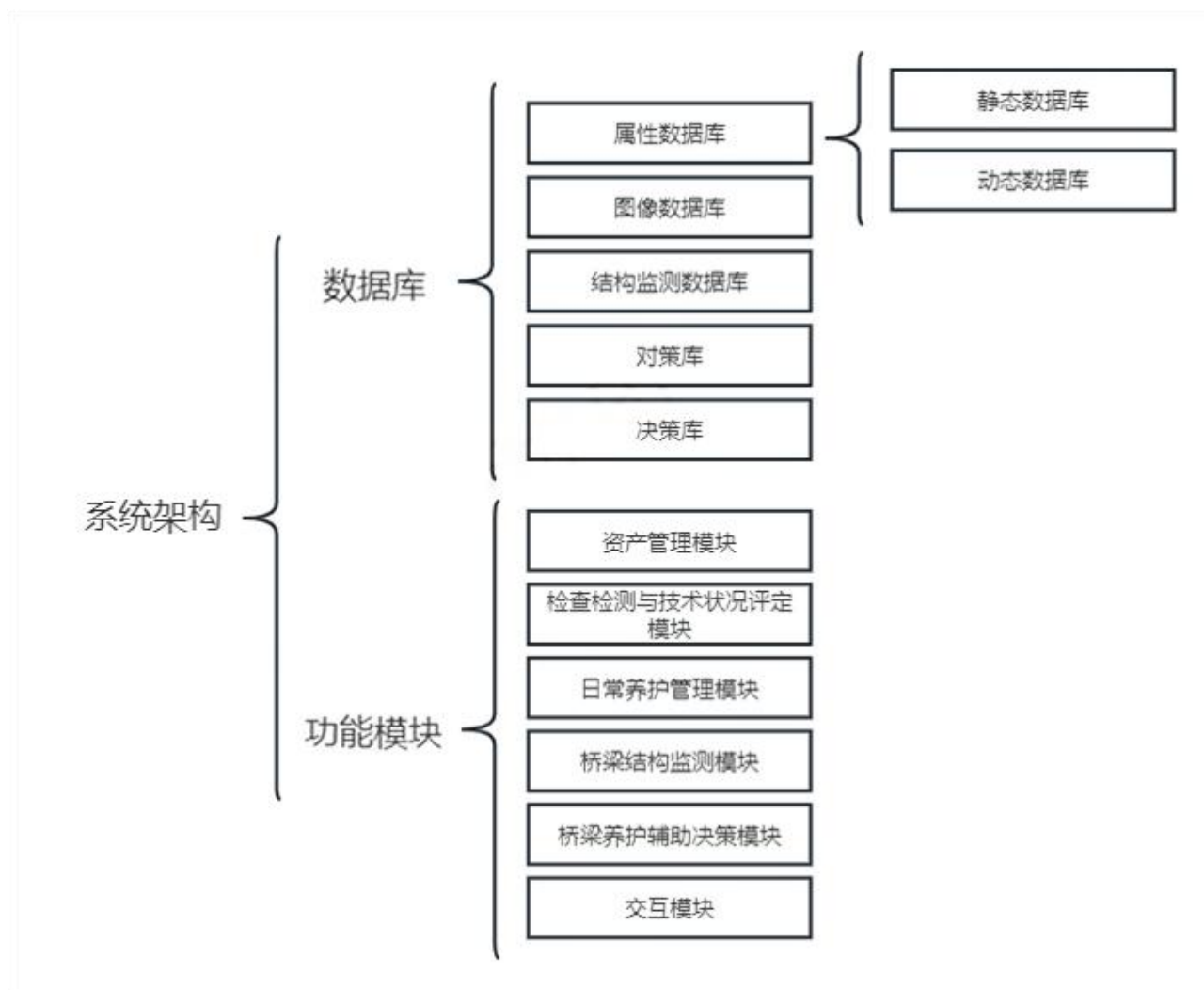


图1 系统结构设计图

4.2 总体功能

- 4.2.1 系统应具有对养护管理环节信息化管理的功能。
- 4.2.2 公路桥梁养护信息化应包括桥梁数据信息化、桥梁结构监测、日常养护信息化、技术状况评定信息化、桥梁养护决策信息化和资产管理信息化等。
- 4.2.3 系统应为管理者提供详细、可靠的桥梁信息，并对信息进行分析处理，对桥梁技术状况、适应性能做出正确评价，提出养护维修措施。
- 4.2.4 结构健康监测系统宜根据桥梁养护等级选择是否布设，应按照 JT/T 1037 执行。
- 4.2.5 系统应具备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。
- 4.2.6 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。
- 4.2.7 基础数据可从工程档案资料、桥梁检测资料、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。
- 4.2.8 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。
- 4.2.9 系统应具有各类信息的分类检索功能。
- 4.2.10 系统应具有数据批量导入导出、数据报表生成与下载等功能。
- 4.2.11 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。

5 数据库

5.1 一般规定

- 5.1.1 数据库可分为属性数据库、图像数据库和其他数据库，属性数据库可分为桥梁静态数据库与桥梁动态数据库，其他数据库可分为结构健康监测数据库、对策库和决策库，各数据库应提供数据的查询和维护功能，并应对数据进行数理统计。
- 5.1.2 桥梁动态数据产生时，应按5.3公路桥梁编码进行标识。
- 5.1.3 数据库设计应遵循可靠性、可用性、先进性、可扩展性、标准性原则。
- 5.1.4 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。
- 5.1.5 数据库设计应满足数据库查询响应级别、数据精度等使用要求。
- 5.1.6 数据库系统使用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。

5.2 数据库类型

- 5.2.1 数据库可按功能类型分为桥梁静态数据库、桥梁动态数据库，分别存储桥梁基础数据、动态养护数据。
- 5.2.2 桥梁静态数据应收集桥梁基本信息、设计文件、竣工验收文件和桥梁科研资料等。
- 5.2.3 桥梁静态数据设计与开发内容可按照表1确定。

表1 桥梁静态数据

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
设计文件		设计单位、设计人员、设计时间、桥跨组合、设计图纸
竣工验收文件		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
科研资料		科研项目名称、负责科研的单位、科研项目经费、科研成果

- 5.2.4 桥梁动态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。
- 5.2.5 桥梁动态数据设计与开发内容可按表2确定。

表2 桥梁动态数据

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
交通事故记录	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

大件与超限运输记录	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

5.3 公路桥梁代码

- 5.3.1 公路桥梁数据定义及编码设计与开发应按 JTG 5120、JT/T 132、JT/T 697 执行。
- 5.3.2 公路桥梁代码规则应符合 JT/T 132 的规定，公路桥梁代码应由路线编号、行政区划代码、桥梁编号及扩充位组成，结构可参意见图2。

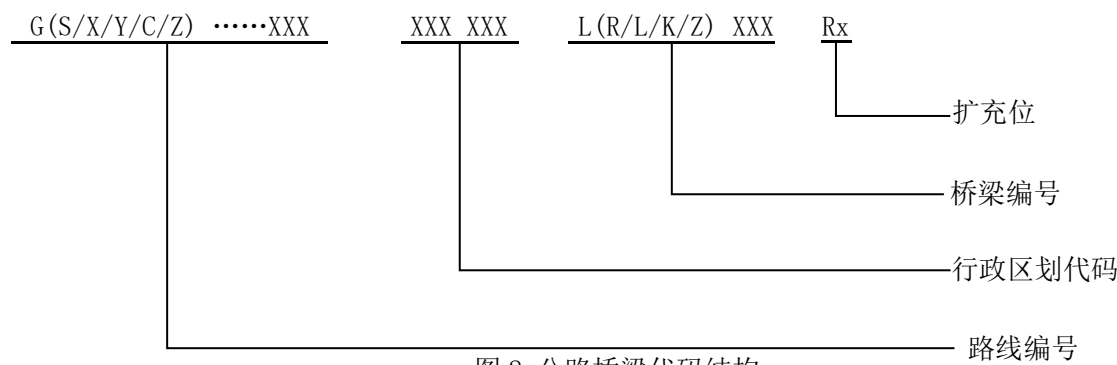


图 2 公路桥梁代码结构

- 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。
- 5.3.3 扩充位Rx由部位编号、部件编号、构件编号组成，结构见图3。

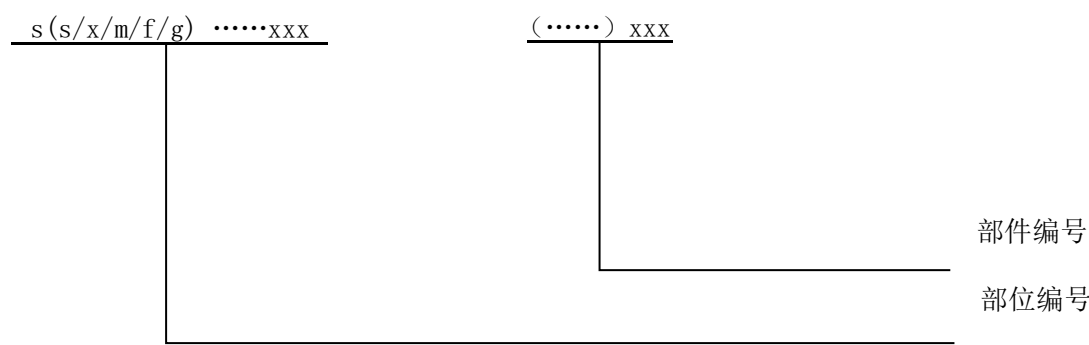


图 3 扩充位代码结构

- 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。
- 5.3.4 桥梁其他信息代码及结构构件代码可参照 JT/T 132 中公路桥梁类代码执行。

5.4 数据库设计

- 5.4.1 数据转储管理宜支持海量数据的归档及其元数据管理。归档数据可存储在大容量存储设备中并应支持使用时的可访问性。
- 5.4.2 数据装载步骤宜包括数据筛选、输入、校验、转换和综合等。
- 5.4.3 数据库查询响应级别宜为秒级，分析结果及可视化等应满足使用要求。
- 5.4.4 所有数据库应能随时调用、及时更新，数据应能相互调用结合形成数据发展监测。
- 5.4.5 数据库选型应考虑海量数据的存储、运用和安全需求。
- 5.4.6 结构监测数据存储宜采用时序数据库。
- 5.4.7 数据库应使用标准、简明、清晰的数据元。
- 5.4.8 系统存在租户时，租户数据应隔离，不同租户数据应授权访问。
- 5.4.9 路网内有多座桥梁，数据存储采用分布式时，数据存储可采用数据分片等技术。

5.5 数据库管理

- 5.5.1 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处理应限定在可控制的访问设备内。系统硬件和软件应受到保护。
- 5.5.2 数据库应根据应用要求设置身份验证、网络访问、操作数据权限、连接数、加密、审计等限制。
- 5.5.3 数据库信息安全应有一个或多个胜任的授权用户管理。
- 5.5.4 应用程序调试完成后，应对数据库功能测试和性能测试等试运行操作。试运行操作期间，应做好数据库的备份和恢复工作。
- 5.5.5 数据库维护应符合下列规定：
 - 1) 数据库应根据应用要求制定数据备份计划，定期对数据库和日志文件备份；
 - 2) 数据库应根据用户需要授予其操作权限。数据库运行过程中，宜根据环境变化适当调整安全性和完整性控制；
 - 3) 数据库应借助数据库管理系统系统性能监测工具，监督系统运行状态，判断当前系统是否处于最佳运行状态；
 - 4) 必要时，数据库应借助数据库管理系统实用程序对数据库重组织和重新构造。
- 5.5.6 数据库应严格限制数据的读写、修改和删除操作，对数据的录入形式和接口访问形式应加以严格规定和权限限制。
- 5.5.7 图像数据库应对数据的录入形式和文件格式加以明确规定。
- 5.5.8 数据库在使用期间也应能动态的进行版本升级、数据校验和去重等功能。

6 检查检测与技术状况评定模块

6.1 一般规定

- 6.1.1 检查检测与技术状况评定模块应实现动态评定，动态评定应在系统内设置桥梁技术状况评定算法，根据桥梁动态数据随时计算出桥梁构件、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，宜采用桥梁动态数据，宜为经检查获取并确认归档后的病害数据。数据应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 JTG/T H21 执行。

6.2 桥梁检查

- 6.2.1 检查的类型、内容收集、记录时间宜按照 JTG 5120 执行。
- 6.2.2 收集的检查数据应存储于桥梁动态数据库。
- 6.2.3 收集的图形文件应校验格式和大小并存储于图像数据库。
- 6.2.4 检查的数据应能便于查询和统计，宜生成表单观察。
- 6.2.5 检查的数据应参与桥梁技术状况评定算法中。

6.3 桥梁技术状况评定

- 6.3.1 标准病害库宜按 JTG/TH21 建立, 技术状况评定方式和结果应按 JTG/TH21 执行。
- 6.3.2 技术状况评定应采用桥梁动态数据库中检查的病害数据作为数据支持。
- 6.3.3 技术状况评定结果应存储于桥梁动态数据库中。
- 6.3.4 检查检测与技术状况评定模块应自动生成报表, 报表除应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。

7 桥梁健康监测模块

7.1 一般规定

- 7.1.1 养护等级为 I 类的桥梁宜进行结构监测。
- 7.1.2 桥梁结构监测模块应具有数据采集与传输、存储与处理、监测与告警等功能。
- 7.1.3 传感器子系统应实现桥梁环境参数、外部荷载及结构响应数据获取功能。
- 7.1.4 数据采集与传输应实现多种类型传感器数据同步采集与传输功能。
- 7.1.5 数据存储与处理应具备数据的预处理、归档、查询、存储等功能。
- 7.1.6 监测与预警应实现结构健康评估与告警。
- 7.1.7 桥梁结构监测模块应具备扩展性。
- 7.1.8 桥梁监测中构件编码应按本指南 5.3 要求执行。
- 7.1.9 桥梁结构监测传感器选型与布设可按 T/CCES 15 执行。
- 7.1.10 桥梁结构监测内容选取与测点选择可按 JT/T 1037 执行。
- 7.1.11 桥梁结构监测数据采集设备选型与数据传输可按 CECS 333 执行。

7.2 数据存储与处理

- 7.2.1 监测数据统计、分析后应专项存储于桥梁动态数据库中的结构健康监测数据库。
- 7.2.2 监测数据访问宜提供统一接口, 应保证监测数据的结构化和共享性。
- 7.2.3 数据宜采用滤波、去噪、去趋势项、截取和异常点处理等预处理。
- 7.2.4 数据宜采用统计分析、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、构件与整体之间相关性、桥梁系统与外界环境之间相关性等。
- 7.2.8 数据后处理应给出结构运营状态, 数据后处理结果可作为养护决策依据。
- 7.2.9 结构健康监测数据库应将实时数据和历史数据, 提供给数据处理系统, 并提供给评估系统数据分析, 最终将处理及分析结果保存。
- 7.2.10 数据库设计应遵循数据库系统可靠性、先进性、开放性、可扩展性、标准性和经济性的原则。
- 7.2.11 数据采集前, 应对含噪信号降噪处理, 提高信号的信噪比。
- 7.2.12 数据分析处理前, 应正确处理粗差、系统误差、偶然误差等。
- 7.2.13 异常数据应正确判断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:

- 1) 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;
- 2) 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;
- 3) 在分布式环境下, 可通过数据的分片等技术将系统数据分布存储。

- 7.3.2 应具有预警值设置、超限告警等功能，并对告警结果保存。
- 7.3.3 当发生超限告警时应通知桥梁管理员，并保证通知的时效性。
- 7.3.4 当发生超限告警时应向监测设备反馈告警信息，设备应响应。
- 7.3.5 当发生超限告警时应进行历史趋势对比、分析与预测并告警。
- 7.3.6 结构应定期安全评估，并对可能影响结构健康运行评估结果告警。
- 7.3.7 超限告警的阈值设定可按 T / CECS 529、JT/T 1037 执行。

8 日常养护管理模块

8.1 一般规定

- 8.1.1 日常养护管理模块分为日常巡查、养护维修、灾害防治与抢修。
- 8.1.2 病害应具备唯一编码标识，病害的日常巡查结果与养护维修结果应统一制表，形成维修前后对照，宜采用图表方式，可参考附录A表A.1。
- 8.1.3 日常巡查、养护维修、灾害防治与抢修的记录内容和规定宜按照JTG 5120执行。
- 8.1.4 日常巡查、养护维修、灾害防治与抢修的数据应储存于桥梁动态数据库。
- 8.1.5 日常巡查、养护维修、灾害防治与抢修收集的图形文件应校验格式和大小并存储于图像数据库。
- 8.1.6 日常巡查、养护维修、灾害防治与抢修的数据应参与桥梁技术状况评定算法中。

8.2 日常巡查

- 8.2.1 日常巡查上传数据宜包含养护维修时限。
- 8.2.2 日常巡查应具备任务分派功能。

8.3 养护维修

- 8.3.1 应具备根据巡查病害生成养护推荐方案功能。
- 8.3.2 养护维修上传数据宜包含维修金额与质量状况
- 8.3.3 应具备工程验收信息上传和审核功能。

8.4 灾害防治与抢修

- 8.4.1 应具备灾害消息推送信息化服务功能。
- 8.4.2 应具备灾害数据分析与及时预警功能。

9 资产管理模块

9.1 资产类别

- 9.1.1 资产分类编码方法和代码拓展原则应按 GB/T 14885 执行，可参考表 3。

表 3 资产代码扩展

代码	名称	计量单位	说明
A02341000	桥梁行业安全设备	台	第二门类第三十四大类第十中类
A06020300	道路绿化		第六门类第二大类第三中类
A06020301	人行道绿化	平方米	第六门类第二大类第三中类第一小类
A06020302	隔离带绿化	平方米	第六门类第二大类第三中类第二小类
A06020303	防护带绿化	平方米	第六门类第二大类第三中类第三小类

9.2 资产管理

- 9.2.1 资产管理应建立资产信息库，应实现资产前期选型、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，全生命周期信息上传管理。
- 9.2.2 资产基础中纸质文件应以扫描件形式上传桥梁静态数据库，流转信息应在系统内保存记录。
- 9.2.3 资产管理数据应有不同权限设置。
- 9.2.4 资产管理宜具备设备缺陷报告、设备紧急事故处理功能。
- 9.2.5 资产管理宜采用地图、图表、线形等便于观察的形式查询和统计。

10 桥梁养护辅助决策模块

10.1 一般规定

- 10.1.1 桥梁养护辅助决策模块应具有经济分析、方案制定、优先排序、计划批复和执行反馈等功能。
- 10.1.2 养护经济分析应以桥梁静态数据、桥梁动态数据、告警监测数据等作为数据支持，提供技术指标评定结果和预测结果，辅助养护决策。
- 10.1.3 养护经济分析除应依据养护预测结果外，还应分析桥梁在路网中的重要性以及养护资金规模。
- 10.1.4 养护经济分析应分析桥梁生命周期内产生的全部费用。
- 10.1.5 养护计划应制定养护对策，并对养护工程计划管理。
- 10.1.6 优先排序应对路网中需要养护的桥梁优先级排序。
- 10.1.7 桥梁养护辅助决策模块宜根据 JTG 5120 建立标准对策库与决策库，养护对策记录应符合对策库标准。

10.2 养护工程方案制定

- 10.2.1 养护工程方案应以桥梁静态数据、养护经济分析结果作为数据支持。
- 10.2.2 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。
- 10.2.3 养护工程方案制定功能应包括养护工程计划管理、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。
- 10.2.4 养护工程方案应存储于桥梁动态数据库中。

10.3 养护工程项目排序

- 10.3.1 项目排序应通过对可能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，应按经济效益排序，再按资金情况第二次筛选，剔除超出预算的方案，然后按实施难度和季节影响确定方案。
- 10.3.3 当有多个养护项目时，应根据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，再计算各项目每种方案的经济效益，然后按预算二次排序，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，应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 路网内有多多个项目的，养护建议应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，并量化分析生成投资效益分析报告。

11 交互模块

11.1 一般规定

- 11.1.1 交互模块应将数据以各类形式展示，包括报表、图表、地图、视频、模型等。
- 11.1.2 交互模块应根据用户权限展示不同内容。
- 11.1.3 交互模块应具备一定的可操作性，方便数据的查询和统计。
- 11.1.4 交互模块宜根据数据特点切换展示形式。

11.1.5 交互模块应具有标准化读写接口，应对输入数据进行安全性、符合性和共享性校验。

11.2 可视化设计

11.2.1 桥梁静态数据、桥梁动态数据、技术状况评分和结构监测数据宜以表格和图形形式展示。

11.2.2 资产管理和病害信息应采用二维或三维地图挂载方式，有准确地理位置信息。

11.2.3 监控屏幕应采用图表、图线、BIM 模型、地图、影视等形式展示。

11.2.4 推荐采用智能终端和网页版两种形式展示数据。

11.2.5 用户交互界面应具备易操作、流畅友好、观赏性高等特点，并符合专业操作习惯。

11.2.6 用户交互界面 PC 端可参考 JT/T 1037。

11.2.7 用户交互界面移动端宜采用 APP 应用模式。

12 系统安全

12.1 一般规定

12.1.1 公路桥梁养护信息化管理系统安全等级不应低于现行 GB/T 22239 中的第二级安全要求。

12.1.2 公路桥梁养护信息化管理系统应符合 GM/T 0054 的规定。

各用户授权，应有审批机制。

12.2 系统级安全

12.2.1 用户注册身份应经验证审核。

12.2.2 根据用户办公需求，可对访问设置 IP 段限制。

12.2.3 登录时段可进行限制或对特定时间段登录次数限制。

12.2.4 用户登录宜设置基于手机验证的身份验证，并对登录时间限制，超时登录应再次验证身份。

12.3 访问控制

12.3.1 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。

12.3.2 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。

12.3.3 访问控制应提供基于角色权限的用户管理、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权限相符合的用户界面。

12.4 功能性安全

12.4.1 用户操作的业务记录，应有审核机制。

12.4.2 用户上传文件容量应有限制。

12.5 数据域安全

12.5.1 行级数据域安全应以用户所在单位为条件过滤。

12.5.2 字段级数据域安全应由用户所在部门过滤。

参 考 文 献

- [1] CECS 333 《结构健康监测系统设计标准》
- [2] T/CCES 15 《桥梁健康监测传感器选型与布设技术规程》
- [3] T/CECS 529 《大跨度桥梁结构健康监测系统预警阈值标准》
- [4] JTG 3362 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》
- [5] JTG B01 《公路工程技术标准》

附 录 A

(资料性)

表 A.1 给出了日常巡查和养护维修后的病害对比信息

表 A.1 日常巡查和养护维修

日常巡查		养护维修	
巡查部门		养护部门	
检查项		构件编号	
损坏类型		养护内容	
损坏程度		质量状况	
处治意见		维修金额（元）	
检查时间		养护时间	
备注信息		备注信息	
缺损图片		养护图片	
养护时限			
制表人		制表日期	

附 录 B

(资料性)

B.1 养护经济分析方法要求

B.1.1 建议养护管理系统设计时采用养护经济分析的方法对养护决策提供辅助。

B.1.2 养护经济分析中养护维修项目成本应包括运营管理费用和通行者费用。

B.1.3 运营管理费用应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。

B.1.4 通行者费用应包括车辆绕行费用、绕行时间价值。

B.1.5 桥梁养护经济分析中,应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,资料缺失的,可参考同期同类型桥梁给出建设经费估值。

B.1.6 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。以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(B.1)表示。

$$C = \sum_{i=1}^t c_i \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

C ——寿命周期运营总收益

c_i ——每天的运营收益

t ——运营总时间,

经济效益为可用式(B.2)表示

$$A = C - B \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

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(B.3)表示

$$C_2 = \sum_{i=1}^{t_2} c_i \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

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(B.4)表示

$$A = C_2 - B - D \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

D ——桥梁养护维修项目成本

B.1.7 养护经济分析的目标是达到经济效益最大化。

B.1.8 通行者费用中车辆绕行费用计算,可按通行流量统计数据和绕行增加里程计算,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。

B.1.9 养护经济分析应按技术状况预测结果和用户输入的运营管理费用 and 用户费用自动计算经济分析结果。

B.1.10 养护经济分析结果应存储于桥梁动态数据库中,为养护方案的制定提供科学依据。

B.1.11 投资效益报告应包括投资金额、资金分配、养护后技术状况预测、养护后期末时间等信息。