

中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T XXXX-20XX

公路工程施工安全监测与预警系统
技术要求

Technical requirement for safety monitoring and warning system of highway
engineering construction

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本要求.....	2
5 系统架构.....	2
6 监测内容与方式.....	3
7 数据采集与传输.....	5
8 数据处理与管理.....	6
9 数据分析与预警.....	7
10 系统集成与交互.....	8
11 系统运行维护.....	9
参考文献.....	11

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由交通运输部安全与质量监督管理局提出并归口。

本标准起草单位：交通运输部科学研究院、中国交通建设股份有限公司、苏交科集团股份有限公司、中交四航工程研究院有限公司、江西飞尚科技有限公司、成都铁好科技有限公司。

本标准主要起草人：肖殿良、宋浩然、王立强、张建东、苏林王、郭鹏、李然、刘文峰、甄鸿键、李平杰、刘朵、郭东尘、石显、吕述晖、冯晓楠、董伟、党士奇。

公路工程施工安全监测与预警系统技术要求

1 范围

本标准规定了公路工程施工安全监测与预警系统的基本要求及系统架构、监测内容与方式、数据采集与传输、数据处理与管理、数据分析与预警、系统集成与交互和系统运行维护等方面的技术要求。

本标准适用于新建、改建、扩建公路工程施工安全监测与预警系统的设计、建设、运行及维护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 17859 计算机信息系统安全保护等级划分准则

GB/T 20271 信息安全技术-信息系统通用安全技术要求

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全监测与预警系统 safety monitoring and warning system

通过监控测量、网络通信及计算机技术对影响公路工程施工安全的指标参数进行监测，并对施工安全状态进行分析和预警的系统。

3.2

在线监测 online monitoring

采用网络通信及计算机技术，通过监测仪器设备对影响公路工程施工安全的指标参数进行连续自动监测。

3.3

人工监测 manual monitoring

采用人工方式，通过监测仪器设备对影响公路工程施工安全的指标参数进行定期监测。

3.4

人工巡检 on-site inspection and examination

公路工程施工现场管理人员对施工设备设施、人员、结构和周边环境等进行的现场巡回检查。

3.5

有线传输 wire transmission

在两个通信设备之间通过物理连接，将信号从一方传输到另一方的技术。

3.6

无线传输 wireless transmission

在两个通信设备之间不使用任何物理连接，通过空间传输的一种技术。

3.7

预警阈值 early-warning threshold

对公路工程施工现场、临时设施和周边环境可能出现的异常或危险，所设定的监测参数警戒值。

3.8

预警 warning

安全监测与预警系统在监测数据特征值超过预警阈值时，发出异常情况警告的行为。

4 基本要求

4.1 公路工程施工安全监测与预警系统应纳入公路工程建设内容，实现同步规划、同步设计、同步建设，宜考虑与运营期健康监测系统进行衔接。

4.2 公路工程施工安全监测与预警系统应覆盖 JTG F80/1 所规定的公路工程各单位工程，监测内容应能准确的反映公路工程施工现场的安全状态及管理状况。

4.3 公路工程施工安全监测与预警系统应进行专项设计，专项设计应包括下列主要内容：

- a) 施工安全风险评估与分析；
- b) 系统功能要求与总体方案设计；
- c) 系统各模块的工作流程、功能设计、详细设计及集成方案；
- d) 监测内容和测点选择、监测方法、设备选型与安装方案；
- e) 系统数据采集、传输、处理与管理方案；
- f) 系统安全评估和预警方案；
- g) 系统供电、通信、防雷、防护方案；
- h) 系统测试与验收方案；
- i) 系统正常使用的维护要求。

4.4 公路工程施工安全监测与预警系统硬件和软件应技术先进、稳定可靠、操作方便、经济实用、便于维护及扩展升级。

4.5 公路工程施工安全监测与预警系统功能应符合下列规定：

- a) 具备监测数据的自动获取、现场录入、数据导入等功能；
- b) 具备掉电保护、自启动及故障自诊断功能；
- c) 具备远程通信功能；
- d) 具备网络安全防护功能；
- e) 具备防雷及抗干扰功能；
- f) 具备监测数据自动处理、实时预警功能；
- g) 具备通用的操作环境，可视化、操作方便的用户界面；
- h) 可根据用户要求修改系统设置、设备参数及采集周期；
- i) 具备数据后台处理、数据库管理、数据备份、监测图形及报表制作、监测信息查询及发布功能；
- j) 具备系统管理、数据存取、操作日志、故障日志、预警记录等功能。

4.6 公路工程施工安全监测与预警系统建设应考虑安全性要求，通过设计并采取安全措施，防止数据遭到破坏、泄露和非法更改，应符合 GB/T 20271 的有关规定。

5 系统架构

- 5.1 公路工程施工安全监测与预警系统应包括数据采集与传输模块、数据处理与管理模块、数据分析与预警模块，并通过系统集成技术将各模块集成为统一协调的整体。具体系统架构见图 1。
- 5.2 数据采集与传输模块由数据采集设备、数据传输设备与缆线及数据采集与传输软件构成，通过在线监测、人工监测与人工巡检等方式采集数据；数据传输可通过有线传输和无线传输等方式进行，应实现传感器的数据同步采集与传输，人工数据的及时上传导入，保证数据质量、不失真。
- 5.3 数据处理与管理模块由数据处理、中心数据库、数据查询与管理软硬件构成，应实现监测数据的处理、查询、存储与管理等功能。
- 5.4 数据分析与预警模块应实现数据实时在线显示、数据分析和预警等功能。

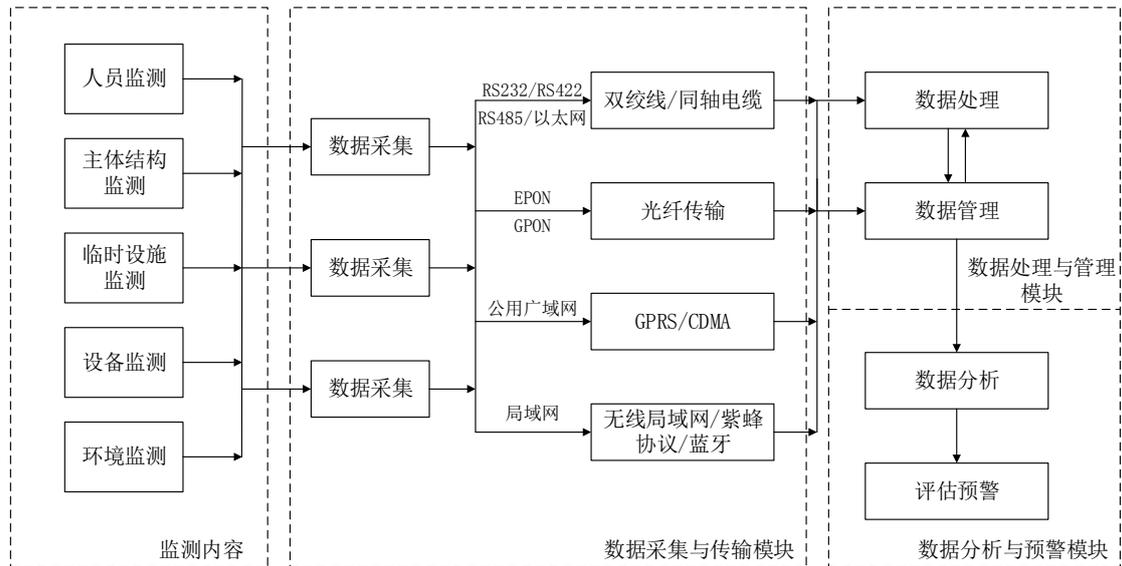


图 1 系统架构

6 监测内容与方式

6.1 一般规定

- 6.1.1 监测内容应根据公路工程施工环境、工程特点、工程重要性程度及安全风险评估结果综合确定。
- 6.1.2 监测范围应包括公路工程各单位工程的施工作业人员、主体结构、临时设施、机械设备以及施工环境。
- 6.1.3 监测方式包括在线监测、人工监测和人工巡检。
- 6.1.4 在线监测应符合下列规定：
- 针对结构物及机械设备关键部位、重要施工场所应优先采用在线监测，监测测点布置应能反应施工安全状态关键控制情况；
 - 在线监测手段宜优先选择传感器、视频、GPS定位、红外线扫描等监测技术或设备。
- 6.1.5 人工监测应符合下列规定：
- 因工程施工条件无法满足在线监测的，宜采用人工监测；
 - 监测仪器设备安装、测点布置、数据采集应保证监测人员的安全性、可操作性及便捷性；
 - 监测人员应对监测仪器设备、监测内容、监测预警阈值等熟练掌握。
- 6.1.6 人工巡检应符合下列规定：
- 巡检内容应包括安全监测范围内的施工环境变化情况、结构和构件变形及开裂情况、监测设备及测点异常情况以及施工人员的安全防护用品佩戴情况或结合工程特点确定的其他巡查内容；
 - 人工巡检宜以目测为主，可辅以锤、钎、量尺、放大镜等工器具以及摄像、摄影等设备；
 - 发出预警信号时，应加强人工巡检；当发现异常或危险情况，应及时通知相关单位；

- d) 人工巡检应由熟悉本工程施工安全情况的人员参加，并相对固定；
- e) 正常施工期间，人工巡检每天不宜少于1次；在关键工序、特殊环境等情况下应增加人工巡检次数。

6.1.7 监测频率和精度应根据监测项目、预警阈值、标准规范、工程经验等综合确定。

6.2 人员安全监测

6.2.1 监测内容宜包括心理或生理状况、人员定位、安全防护用品佩戴情况、不安全行为等。

6.2.2 人员心理或生理状况监测应满足下列要求：

- a) 施工人员不应存在急躁、厌烦、悲观、盲目乐观及心理疲劳等不安全心理状况；
- b) 施工人员身体健康程度应满足施工要求，且作业过程中身体不应处于疲劳状态；
- c) 人员心理健康状况监测方式宜采用做心理试题测试或定期进行心理咨询等；
- d) 人员身体健康状况监测方式宜采用定期体检、人脸疲劳识别或作业时间监控等。

6.2.3 人员定位监测应满足下列要求：

- a) 施工作业场所应监测人员入侵等行为；
- b) 针对特殊作业施工，应监测相关施工人员是否具备相应的资质证书；
- c) 针对起重吊装作业、模架工程作业、高空作业、爆破作业等高风险作业，应监测靠近或入侵警戒范围之内的人员；
- d) 针对洞内、基坑、人员通道、作业平台等封闭空间或狭窄空间作业，应监测施工人员数量及承载力要求；
- e) 人员定位监测方式宜采用视频识别监测、GPS定位监测、电子围栏、红外线扫描监测等。

6.2.4 人员安全防护用品佩戴应满足施工现场要求，安全监测方式宜采用视频识别监测或人工巡检。

6.2.5 人员不安全行为监测宜采用视频识别监测或人工巡检。

6.3 结构物监测

6.3.1 结构物监测对象包括主体结构及临时设施。

6.3.2 结构物监测内容包括结构承受荷载和结构响应。

6.3.3 结构承受荷载监测类别包括风荷载、地震荷载、温度荷载、土压力荷载、水压力荷载、围岩压力荷载等。

6.3.4 结构响应监测类别包括结构振动、位移、变形、转角以及关键构件的应力应变、缆索（主缆、吊索和系杆）力、钢构件的疲劳监测、关键部位的裂缝检测等。

6.3.5 桥梁工程施工安全监测对象应包括墩柱、盖梁、主梁等主体结构，具体监测内容应符合 JTG F90 的规定和施工安全控制的要求。

6.3.6 隧道工程施工安全监测对象应包括洞身衬砌结构、辅助通道、围岩等主体结构，具体监测内容应符合 JTG F90 的规定和施工安全控制的要求。

6.3.7 路基工程施工安全监测对象应包括防护边坡、防护支挡等主体结构，具体监测内容应符合 JTG F90 的规定和施工安全控制的要求。

6.3.8 除桥梁、隧道和路基工程外的其他单位工程，其施工安全监测主体结构及监测内容应符合相关标准和施工安全控制的要求。

6.3.9 临时设施施工安全监测对象应包括防护栏杆、安全通道、作业平台、防护棚、防护罩盖、抗风设施、支架设施、电缆敷设设施、防撞设施、警示或隔离设施、应急设施以及其他临时设施，其施工安全监测内容及要求应满足现行规范要求。

6.3.10 结构物施工安全监测方式宜采用传感器，其测点布置应符合下列规定：

- a) 布设于结构物上的监测点应在结构物施工前埋设，监测点布设并稳定后，应至少连续独立进行3次观测，并取其稳定值的平均值作为初始值；
- b) 监测点的布设位置和数量应根据已有工程的类型和特征、监测项目及监测方法的要求等综合确定，并能反映结构物变化规律和安全状态；
- c) 监测点应布设在反映结构物变形或受力特征的关键部位和受施工影响敏感的部位；
- d) 监测点的布设应便于观测，且不应影响或妨碍结构物监测对象的结构受力、正常使用和美观。

6.4 机械设备监测

6.4.1 机械设备监测对象应包括起重机械、土石方机械、运输机械、桩工机械、混凝土机械、钢筋加工机械等设备。

6.4.2 起重机械主要包括塔吊机、起重机械、龙门吊、架桥机等，监测内容宜包括载荷、行走或起吊速度、稳定性、垂直度、走位变形等，具体监测要求应符合 JTG F90 和起重机械设备安全操作的相关规定。

6.4.3 土石方机械主要包括挖掘机、装载机、压路机、平路机、推土机等，监测内容宜包括运行速度、行驶轨迹等，具体监测要求应符合 JTG F90 和土石方机械安全操作的相关规定。

6.4.4 运输机械主要包括载重汽车、自卸汽车、平板拖车、散装水泥车、皮带运输机等，监测内容宜包括行驶轨迹、操作要求等，具体监测要求应符合 JTG F90 和运输机械安全操作的相关规定。

6.4.5 桩工机械主要包括打桩锤、压桩机钻孔机、套钻机、深层搅拌机等，监测内容宜包括稳定性、操作要求等，具体监测要求应符合 JTG F90 和桩工机械安全操作的相关规定。

6.4.6 混凝土机械主要包括混凝土搅拌机、泵车、振捣器、振动台、喷射机等，监测内容宜包括电源控制、操作要求等，具体监测要求应符合 JTG F90 和混凝土机械安全操作的相关规定。

6.4.7 钢筋加工机械主要包括切断机、弯曲机、冷拉机、拉伸设备、连接机、成型机、除锈机等，监测内容宜包括电源控制、防护设施、操作要求等，具体监测要求应符合 JTG F90 和钢筋加工机械安全操作的相关规定。

6.4.8 其他机械设备的安全监测具体内容及要求应符合相关标准的要求。

6.4.9 机械设备的监测方式及测点选择应满足本规范中 6.3.10 条相关规定。

6.5 施工环境监测

6.5.1 施工环境监测内容主要包括气象环境、水文地质环境及场地环境。

6.5.2 施工环境监测方式宜采用传感器监测、视频监测或人工巡检，其监测点应涵盖整个施工现场。

7 数据采集与传输

7.1 一般规定

7.1.1 数据采集与传输模块的设计应包括软硬件的设计与开发及数据采集制度的设计。

7.1.2 数据采集与传输的软硬件设计与选型应满足传感器的监测要求，确保获得高精度、高品质、不失真的数据。

7.1.3 数据采集与传输应匹配于施工安全监测与预警系统，并具有实时可替换性。

7.1.4 数据采集传输软件应具有在线监测数据自动采集与传输、人工监测数据导入等功能，并可进行人工干预采集与采集参数调整。

7.2 数据采集

7.2.1 在线采集应具有诊断和识别功能，对于异常的信息数据能进行快速的分辨，并保证在恶劣的气候条件下正常采集。

- 7.2.2 采集方案应符合施工安全监测预警系统的顶层设计要求。
- 7.2.3 在线采集包括数据采集仪、传感器、配套软件，并应具备下列基本功能：
- a) 断点续传功能；
 - b) 数据存储及处理分析功能；
 - c) 防雷及抗干扰功能。
- 7.2.4 应保证人工采集设备的有效性及其可操作性，并及时进行传输和备份。

7.3 数据传输

- 7.3.1 数据传输系统的设计应坚持因地制宜的原则，合理选取数据传输方式，应优先使用施工现场的通讯设备。
- 7.3.2 数据传输的路由与综合布线应基于现场情况、传感器与数据采集站的布置方案及信号传输距离进行设计。
- 7.3.3 数据传输宜采用有线传输、无线传输或两者相结合的方式。
- 7.3.4 施工现场存在无线发射设备或有强电磁场的环境下，应采取有效的电磁屏蔽措施。当无法实施电磁屏蔽时，应采用有线传输方式。
- 7.3.5 对于交通不便的深山峡谷、复杂地形、物理线路布设和维护困难的环境下，宜采用无线传输方式。
- 7.3.6 需要构建临时传输网络的施工现场，宜采用无线传输方式。
- 7.3.7 采用无线传输数据，应根据施工现场营运的网络、成本和现场实际情况选择合适的无线传输方式。
- 7.3.8 数据传输系统中应设计数据备份机制，以保证在传输线路故障时数据的完整性和可靠性，宜设置双卡槽的数据存储介质以满足连续观测需要，其容量应根据系统每天接收的数据量选取。

8 数据处理与管理

8.1 一般规定

- 8.1.1 数据处理和管理应分为两个相对独立的模块，模块设计应包括子系统架构、功能设计、性能设计、安全设计，软件开发应考虑容错性、稳定性、可操作性、先进性、安全性、可扩展性。
- 8.1.2 数据处理与管理模块应包括数据处理、数据存储、数据查询、数据导入导出、报告报表、数据备份、数据归档等功能。
- 8.1.3 数据处理包括数据预处理和数据后处理。数据预处理应根据监测数据项的需要对数据进行除噪、滤波、校准、转换等处理，应具有纠正或剔除异常数据的功能；数据后处理应根据数据分析的要求进行专项设计。
- 8.1.4 数据管理应充分考虑存储容量要求、读取性能要求，存储数据的容量空间应不小于系统设计容量值。
- 8.1.5 数据管理应具有标准化读写接口。
- 8.1.6 系统中存储数据的单位，宜采用国家法定计量单位。

8.2 数据处理

- 8.2.1 监测数据应进行良好的数据结构设计，应能便捷地按分类、分项、分组、编码、时间对数据进行检索。
- 8.2.2 对于高频连续监测数据，系统应能稳定、及时的进行数据处理与存储，并具有防数据丢失的机制，宜进行定期转存，已转存的数据应提供在线加载的功能。
- 8.2.3 数据处理功能应提供基本的时域、频域和时频域等分析方法。
- 8.2.4 数据处理功能应根据预警分析模型的需要准备数据、提交运算、保存结果。

8.2.5 数据处理宜为数据挖掘预留接口。

8.3 数据管理

8.3.1 系统宜对在线监测、人工监测、人工巡检数据进行分类存储。

8.3.2 系统应能在权限控制下实现快速显示、流畅操作、生成报告等功能。

8.3.3 数据存储优先选择数据库形式存储；影像资料可采用文件形式存储，文件名、文件概要信息可以存储到数据库以便于检索。

8.3.4 数据管理软件应能对监测数据或监控视频按指定时间段进行回放，应能导出为办公系统易于处理的通用文档格式。

8.3.5 选择数据库管理系统宜考虑下列因素：

- a) 系统支持对海量数据的高效管理；
- b) 异常情况下的容错功能；
- c) 系统恢复功能；
- d) 系统支持云端部署，具有远程配置、弹性扩充等能力。

8.3.6 数据管理应对工程建设技术资料进行存储和管理。

8.3.7 系统应保存监测数据相关传感器、采集和传输设备的信息，包括设备安装位置、技术参数、品牌和规格等。

8.3.8 系统应能通过管理界面添加、修改、删除监测项目，进行系统参数配置。

8.3.9 系统应具备数据备份、故障恢复等能力，宜考虑数据的容灾备份。

8.4 数据共享

8.4.1 系统应具备数据共享的能力。数据共享应考虑下列要求：

- a) 在数据安全保密、权限受控的前提下实现数据共享；
- b) 系统应为行业监管部门系统、单位其他业务管理系统等外部系统提供共享数据的接口。

8.4.2 数据共享应采取分级权限管理。

8.4.3 系统应根据业务协同需求设计数据共享接口。

8.4.4 数据共享接口宜采用开放、标准的协议。

8.4.5 数据共享传输时，应采用加密传输方式以防数据泄露。

9 数据分析与预警

9.1 一般规定

9.1.1 系统应对监测数据进行全面分析，为安全预警提供基础数据。

9.1.2 数据分析与预警模块应选用可靠的预警模型和预警阈值，通过数据分析实现实时预警。

9.1.3 系统应具备监测数据的诊断功能，包括传感器异常诊断、采集异常诊断、传输异常诊断，宜采用数据统计指标作为数据诊断指标。

9.1.4 系统数据分析与预警模块应具备预警信息数据的统计分析功能。

9.2 数据分析

9.2.1 监测数据分析应符合下列规定：

- a) 数据分析包括统计分析和特殊分析，统计分析包括最大值、最小值、平均值、均方根值、累计值等统计值，特殊分析包括趋势分析、安全状态研判、关联性分析及其他需要特殊分析的内容。
- b) 监测数据分析可采用比较法、图表法、特征值统计法及数学模型法。

- c) 监测数据分析时，应判断各监测物理量的变化趋势和确定施工的不安全因素，并结合人工巡检情况综合评价安全状态和预测变化趋势。

9.2.2 系统应具备数据分析报告的自动生成功能，数据分析报告应包括工程及系统的基本信息、分析项目、分析方法和分析结果等。

9.3 安全预警

9.3.1 安全预警应采用分级预警方式，预警分级应符合下列规定：

- a) 预警分级应由监测项目的累计变化量和变化速率共同控制并确定预警阈值；
- b) 预警等级宜由低级到高级分为黄色（1级）、橙色（2级）、红色（3级）三个等级；

9.3.2 预警阈值确定应符合下列规定：

- a) 预警阈值应根据公路工程施工方案、地质水文条件、气象及周边环境、安全风险评估报告等因素并结合标准规范、工程经验、历史数据等综合确定；
- b) 对重要的、特殊的或风险等级较高的监测对象的预警阈值，应在现状调查与检测的基础上，通过分析计算或专项评估进行确定；
- c) 对于工况条件复杂的工程，宜根据工况条件的变化确定相应的预警阈值，按工况条件控制监测对象的安全状态；
- d) 预警阈值宜根据监测数据的趋势预测结果及监测项目的安全状态研判结果进行调整。

9.3.3 人工监测项目和人工巡检项目宜在初步数据分析的基础上确定预警等级。

9.3.4 安全预警信息应包括预警级别、监测项目信息、预警值和预警阈值等。

9.3.5 系统应明确各预警等级对应的预警管理机制，包括预警信息反馈机制及预警信息处置机制。

9.3.6 预警信息反馈可采用系统信息发布、手机短信、邮件、声光报警等方式告知相关部门和人员。

9.3.7 系统应按照预警信息反馈机制将预警信息实时自动反馈给各级管理人员，管理人员应依据预警信息处置机制对预警信息及时处置。

9.3.8 预警事件得到处置且现场施工安全时，系统应解除预警。

10 系统集成与交互

10.1 一般规定

10.1.1 系统集成应通过软件、硬件、通讯等方面的技术手段，实现系统各组成部分的最优配置，形成完整集成方案，使系统整体性能最优。

10.1.2 系统硬件应满足防雷要求，现场设备、硬件应适应工地环境的温湿度要求、防水防尘要求，对数据采集仪、数据中心服务器等重要设备宜配置不间断电源。

10.1.3 信息传输设备应满足安装现场的网络接入标准。

10.1.4 系统软件应满足信息安全、运行稳定的要求。

10.1.5 集成工作的硬件、软件应满足相互之间接口兼容、版本匹配。

10.1.6 集成的系统宜优先选择云端部署的方式，系统主体部署于自建机房时，机房建设应符合 GB 50173-93 的规定。

10.2 系统集成

10.2.1 系统应采用权限管理、数据采集与传输、数据处理与管理、数据分析与预警等模块化设计，并应有明确的网络、数据拓扑关系。

10.2.2 系统应采用标准化设计。数据的存储方式、访问方式、实时数据流的输入输出方式应采用标准、开放的协议与接口。

- 10.2.3 集成后的系统应进行应用安全、数据安全、入侵安全检测，并应符合 GB 17859 的规定。
- 10.2.4 集成后的系统应符合下列规定：
- a) 易用性：具有友好的可视化用户操作界面，操作方便、简单，应具有在线帮助功能。
 - b) 可靠性：能够在规定条件下和规定时间内完成规定功能，应保证监测数据的可靠采集、传输、存储与处理。
 - c) 鲁棒性：能保证全天候稳定运行，在遭遇瞬时过载、数据异常、网络干扰时应能快速恢复正常。
 - d) 高效性：具有较高的运行效率，能够对事件做出快速响应，一般查询请求响应应在秒级。
 - e) 安全性：具有足够的安全性，保护数据安全和自身的正常运行，应具备数据备份及恢复功能，具有用户认证机制。
 - f) 可扩展性：具有良好的扩展性，易于升级和扩展。
- 10.2.5 系统应具有分级授权的机制，应能针对功能操作、信息查询、关键数据修改等进行权限控制。
- 10.2.6 系统应满足公路工程不同施工阶段的需要，系统改建、扩建、升级期间，不应影响已建成系统的正常运行。
- 10.2.7 系统集成工作完成后，应进行系统调试，调试合格后再组织系统验收。

10.3 信息显示

- 10.3.1 系统应能实时显示传感器、采集设备的状态和数据。
- 10.3.2 系统信息显示宜包括以下功能：
- a) 工程基本信息、用户组织信息的查询与显示；
 - b) 系统设备信息、状态查询与显示；
 - c) 系统监测方案的查询与显示；
 - d) 监测数据的查询与显示；
 - e) 监测数据分析与预警结果显示。
- 10.3.3 信息显示模块应不违背数据安全性、保密性的规定，对隐私、密级信息应采取过滤、加密、鉴权等措施。
- 10.3.4 系统应考虑信息显示在电脑、大屏、智能手机等不同终端的兼容与适配，宜便于用户使用不同终端与系统交互。

11 系统运行维护

11.1 一般规定

- 11.1.1 系统运行前应根据系统特点、监测对象特点等制定系统运行维护技术文件，宜包括系统操作与运行安全制度、系统运行维护制度、应急管理制度。
- 11.1.2 系统运行维护的主要对象应包括系统的软件及硬件设施。
- 11.1.3 系统维护包括日常检查维护、定期检查维护和故障检查维护。
- 11.1.4 系统的运行维护应由专业技术人员负责，建立专门的系统运行维护日志，做好记录并存档。

11.2 系统硬件设施

- 11.2.1 系统硬件设施运行环境应满足设计文件、产品技术文件和本标准的要求。
- 11.2.2 应定期对系统相关的监测设备进行维护；有送检要求的仪器设备，应在检验合格的有效期内使用。
- 11.2.3 需要进行硬件替换或升级时，更换后硬件的主要技术指标应不低于设计要求，且满足系统的兼容性要求。

11.2.4 应由专业技术人员对系统硬件故障原因进行分析和处理，并做好故障时间、处理过程、处理结果和故障原因分析等的详细记录。

11.2.5 施工作业对系统硬件设施正常工作可能存在不利影响时，宜增加硬件设施的检查维护频次。

11.3 系统软件

11.3.1 系统软件应事先对日常数据增量备份和定期全备份。对重要文件、历史数据应采用光盘或移动存储等介质的数据备份，并宜进行异地备份。

11.3.2 系统软件备份、升级、参数设置更改以及新软件安装宜由专业技术人员负责完成，且应避免上述操作过程对系统监测预警运行产生不利影响。

11.3.3 系统软件升级应做好系统软件升级前后监测数据的衔接和数据文件格式的兼容。

11.3.4 系统数据库中数据保留周期应符合系统要求。当系统无要求时，保留周期不应少于3年。

参考文献

- [1] GB 50982-2014 建筑与桥梁结构监测技术规范
 - [2] JT/T 1037-2016 公路桥梁结构安全监测系统技术规程
 - [3] CJJ/T 278-2017 城市轨道交通工程远程监控系统技术标准
 - [4] JGJ/T 434-2018 建筑工程施工现场监管信息系统技术标准
 - [5] GB 51108-2015 尾矿库在线安全监测系统工程技术规范
 - [6] GB 50173-93 电子计算机机房设计规范
 - [7] GB/T 13861-2009 生产过程危险和有害因素分类与代码
 - [8] 公路工程试验检测仪器设备服务手册（交办安监函〔2019〕66号）
-