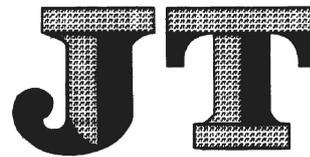


ICS 93.080

CCS P 09



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1498—2024

公路工程施工安全监测与预警系统 技术要求

Technical requirements for safety monitoring and warning system of
highway engineering in construction



2024-04-02 发布

2024-07-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

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 监测内容与方式	3
6 数据采集与传输	4
7 数据处理与管理	5
8 数据分析与预警	6
9 系统集成与交互	7
10 系统运行维护	7
参考文献	9



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。

本文件由交通运输部安全与质量监督管理局提出并归口。

本文件起草单位：交通运输部科学研究院、山东高速集团有限公司、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、上海铁好工程科技有限公司。

本文件主要起草人：肖殿良、宋浩然、陈成勇、王立强、张建东、郭鹏、李然、苏林王、卢瑜、张斌、甄键、李平杰、刘朵、郭东尘、石显、吕述晖、冯晓楠、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

本文件规定了公路工程施工安全监测与预警系统的基本要求,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、系统集成与交互以及系统运行维护等方面的技术要求。

本文件适用于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 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

JT/T 697.1 交通运输基础数据元 第1部分:总则

JT/T 697.9 交通运输基础数据元 第9部分:建设项目信息基础数据元

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

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等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**

采用仪器设备,通过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连续自动的监测。

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的监测。

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、岩土体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进行信号传输的技术。

3.6

无线传输 wireless transmission

在两个通信设备之间不使用物理连接进行信号传输的技术。

3.7

预警阈值 early-warning threshold

针对公路工程施工现场监测对象可能出现的异常或危险,设定的监测指标警戒值。

3.8

预警 early-warning

安全监测与预警系统在施工处于不安全状态时,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(以下简称“系统”)宜纳入公路工程建设内容,与工程项目同步规划、同步设计、同步建设,并考虑与运营期结构安全监测系统的衔接。

4.2 系统应结合施工安全风险辨识评估结论,对施工现场影响施工安全的因素开展监测,监测内容应能准确反映施工现场的安全状态。

4.3 系统建设应重点考虑下列主要内容:

- a) 系统功能与总体方案设计;
- b) 系统模块的工作流程、功能设计、详细设计及集成;
- c) 监测内容和测点选择、监测方法、设备选型与安装;
- d) 系统数据采集、传输、处理与管理;
- e) 施工安全状态评估和预警;
- f) 系统供电、通信、防雷、防护;
- g) 系统测试与验收;
- h) 系统正常使用维护。

4.4 系统硬件和软件应遵循稳定可靠、便捷高效、经济实用、技术先进的原则,便于维护及扩展升级。

4.5 系统应具备下列功能:

- a) 监测数据的自动获取、现场录入、数据导入等功能;
- b) 掉电保护、自启动及故障自诊断功能;
- c) 远程通信功能;
- d) 网络安全防护功能;
- e) 防雷及抗干扰功能;
- f) 监测数据自动处理、实时预警功能;
- g) 通用的操作环境,可视化、操作方便的用户界面;
- h) 数据后台处理、数据库管理、数据备份恢复、数据查询分析功能;
- i) 系统管理、数据存取、操作日志、故障日志、预警记录功能;
- j) 接入管理、升级管理、配置管理等功能。

4.6 系统应包括但不限于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,并集成统一协调的整体。具体系统架构见图1。

4.7 系统建设应符合 GB/T 20271 的有关规定,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。

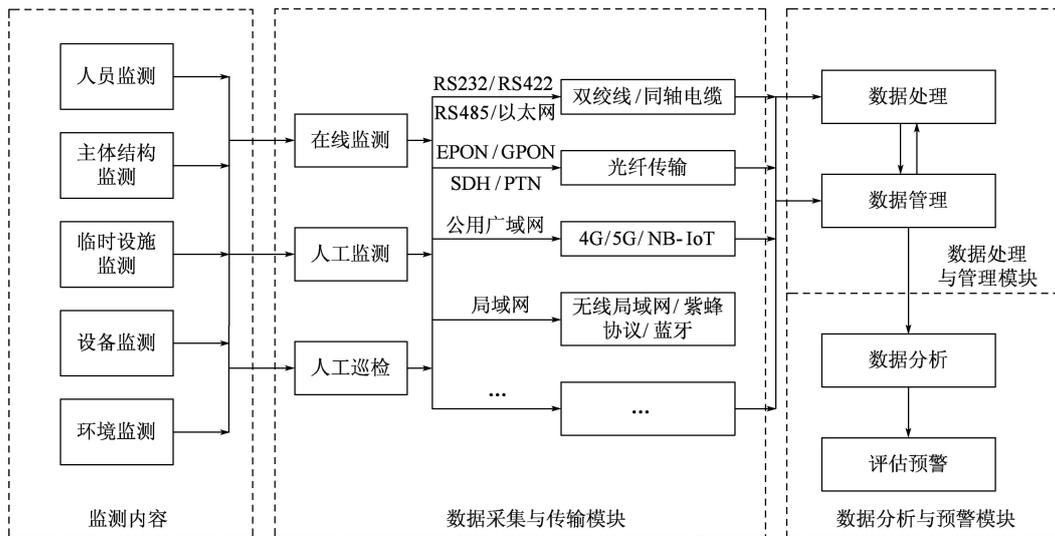


图1 系统架构

5 监测内容与方式

5.1 一般要求

- 5.1.1 公路工程施工安全监测范围应包括施工现场人员、结构物、临时设施、机械设备及施工环境等。
- 5.1.2 监测内容应根据周边环境、工程特点、地质水文条件、施工方案、工艺流程和安全风险辨识评估结论等综合确定。
- 5.1.3 监测测点应根据监测内容布设,并采取必要的保护措施避免测点遭到破坏。
- 5.1.4 监测方式可选用在线监测、人工监测和人工巡检,宜优先采用在线监测方式。
- 5.1.5 在线监测应符合下列规定:
- 监测测点布置应能反应施工安全状态的真实情况;
 - 在线监测可采用传感器、图像识别、定位、红外线扫描等技术和设备。
- 5.1.6 人工监测应保证监测人员的作业安全。
- 5.1.7 人工巡检应符合下列规定:
- 人工巡检宜以目测为主,可辅以锤、钎、量尺、放大镜等工器具及摄像、摄影等设备,鼓励采用智能巡检设备开展施工现场人工巡检;
 - 人工巡检应由熟悉本工程技术及安全情况的人员参加,并相对固定;
 - 正常施工期间,人工巡检宜每天不少于1次;关键工序、特殊环境等情况下施工,应增加人工巡检频率。
- 5.1.8 应根据监测项目、标准规范、预警阈值、工程经验等综合确定监测频率和精度。

5.2 人员安全监测

- 5.2.1 监测内容应包括适岗状态、人员定位、安全防护用品佩戴情况、不安全行为等。
- 5.2.2 人员适岗状态监测可针对人员的心理生理状态、岗位作业要求等进行监测,宜采用问卷调查、心理生理指标监测、面部识别、资格能力查验等方式。
- 5.2.3 人员定位监测可针对人员越界行为、人员数量等进行监测,宜采用视频识别、卫星定位、电子围栏、红外线扫描等方式。
- 5.2.4 人员安全防护用品佩戴、不安全行为监测宜采用视频识别、人工巡检等方式。

5.3 结构物安全监测

5.3.1 监测对象应包括主体结构和临时设施。

5.3.2 监测内容应包括结构承受荷载和结构力学响应,具体如下:

- a) 结构承受荷载监测内容包括风荷载、地震荷载、温度荷载、土压力荷载、水压力荷载等。
- b) 结构力学响应监测内容包括结构振动、位移、变形、倾角、应力、应变、轴力、裂缝等。

5.3.3 主体结构安全监测应针对桥梁工程、隧道工程、路基工程及其他单位工程施工中涉及的结构物进行监测,具体监测内容应符合 JTG F90 的规定和施工安全控制的要求。

5.3.4 临时设施安全监测对象应包括作业平台、施工便道(桥)、支架设施、围堰等危险性较大的临时设施,监测内容及要求应满足现行规范要求。

5.3.5 监测方式宜采用在线监测,其测点布置应符合下列规定:

- a) 布设于结构物上的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综合确定,并能反映结构物受力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。

5.4 机械设备安全监测

5.4.1 监测对象应包括特种设备和土石方机械、运输机械、桩工机械、混凝土机械、钢筋加工机械等危险性较大的机械设备。

5.4.2 特种设备安全监测内容包括载荷、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 和机械设备安全操作的相关规定。

5.4.3 其他机械设备安全监测可根据施工特点和风险辨识评估结论,对运行速度、稳定性、行驶轨迹等进行监测。

5.4.4 监测方式和测点选择还应满足 5.3.5 的相关规定。

5.5 施工环境监测

5.5.1 监测内容主要包括气象环境、水文地质环境、场地环境及工程施工红线外一定范围的建(构)筑物。

5.5.2 监测方式可采用在线监测、人工监测或人工巡检。

6 数据采集与传输

6.1 一般要求

6.1.1 数据采集与传输模块由数据采集设备、数据传输设备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,实现传感器数据同步采集与传输,人工数据及时上传导入,保证数据质量、不失真。

6.1.2 数据采集与传输模块的设计应包括软硬件的设计与选型、数据采集方案与制度设计。

6.1.3 软硬件设计与选型应满足监测对象的监测要求,确保获得高精度、不失真的数据。

6.1.4 数据采集与传输软件应具有在线监测数据自动采集与传输、人工监测和人工巡检数据导入等功能,并具有修改功能。

6.2 数据采集

- 6.2.1 数据采集可采用在线采集、人工采集或两者相结合的方式。
- 6.2.2 在线采集可采用传感器、数据采集仪及配套软件,应具备断点续传、数据存储及处理分析、防雷及抗干扰、诊断识别异常数据等功能。
- 6.2.3 人工采集可采用电脑端、移动端设备,应保证数据的时效性及可操作性,并及时进行传输和备份。

6.3 数据传输

- 6.3.1 数据传输应遵循因地制宜的原则,可采用有线传输、无线传输或两者相结合的方式。
- 6.3.2 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。
- 6.3.3 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,应采用有线传输的方式。
- 6.3.4 在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。
- 6.3.5 施工现场需要构建临时传输网络时,宜采用无线传输方式。
- 6.3.6 应建立数据备份机制,保证在传输线路故障时数据的可恢复性,可通过云存储、集中存储、分散存储等方式满足连续观测需要。

7 数据处理与管理

7.1 一般要求

- 7.1.1 数据处理与管理模块应具有数据处理、查询、存储与管理等功能。
- 7.1.2 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。
- 7.1.3 数据管理应充分考虑存储容量和读取性能,存储数据的容量空间不应小于系统设计容量值。
- 7.1.4 系统应具备数据共享功能,采取分级权限管理;根据业务协同需求设计数据共享接口,数据共享接口宜采用开放、标准的协议;数据共享传输时应采用加密传输方式,防止数据泄露。
- 7.1.5 系统中存储数据的单位,宜采用国家法定计量单位。

7.2 数据处理

- 7.2.1 监测数据应进行数据结构设计,方便按分类、分项、分组、编码、时间等进行数据检索。
- 7.2.2 对于高频连续监测数据,数据处理与存储应快捷稳定,具有防数据丢失、数据补传与同步功能。
- 7.2.3 数据处理应提供基本的时域、频域和时频域等分析方法。
- 7.2.4 数据处理应根据预警分析模型的需要,准备数据,提交运算,保存结果。

7.3 数据管理

- 7.3.1 系统数据库建设应符合 JT/T 697.1 和 JT/T 697.9 的相关规定。
- 7.3.2 系统宜对在线监测、人工监测和人工巡检数据进行分类存储。
- 7.3.3 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。
- 7.3.4 系统数据存储应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、文件概要信息可存储到数据库便于检索。

7.3.5 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,且能导出为办公系统易于处理的通用文档格式。

7.3.6 系统数据库建设应符合下列规定:

- a) 支持对多元海量数据的高效管理;
- b) 支持云端部署;
- c) 具有远程配置、弹性扩充功能;
- d) 具有异常情况下的容错功能和恢复功能。

7.3.7 系统应保存数据采集与传输设备的信息,包括设备安装位置、技术参数、品牌和规格等。

7.3.8 系统应具备数据备份、故障恢复等功能,宜考虑数据的容灾备份。

8 数据分析与预警

8.1 一般要求

8.1.1 系统应具有监测数据全面分析功能,为安全预警提供基础数据。

8.1.2 数据分析与预警模块应具备数据实时在线显示、数据分析、预警和预警处理等功能。

8.1.3 数据分析与预警模块应采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。

8.1.4 系统应具备监测数据的诊断功能,宜采用数据统计指标作为数据诊断指标。

8.1.5 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。

8.2 数据分析

8.2.1 数据分析符合下列规定:

- a) 应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、累计值等内容,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的特殊分析。
- b) 可采用比较法、图表法及数学模型法等方法。
- c) 应判断各监测物理量的变化趋势,确定施工的不安全因素,结合人工巡检情况综合评价安全状态,预测变化趋势。

8.2.2 系统应具备数据分析报告的生成功能,数据分析报告应包括公路工程项目及系统的基本信息、分析内容、分析方法和分析结果等。

8.3 安全预警

8.3.1 安全预警可采用单一指标预警、多指标综合预警或两者相结合的方式,并分别采用科学合理的预警模型。

8.3.2 安全预警宜采用大数据分析、人工智能等先进技术手段,遵循分级、分阶段、分区的原则,预警等级符合下列规定:

- a) 采用定量监测指标预警时,预警等级宜由高到低分为红色(Ⅰ级)、橙色(Ⅱ级)、黄色(Ⅲ级)三个等级;
- b) 采用定性监测指标预警时,可根据实际情况设置预警等级;
- c) 采用定量与定性结合的监测指标预警时,可采用多元数据融合方法进行综合分析预警,预警等级应符合本条 a) 的要求。

8.3.3 定量监测指标应制定预警阈值,包括监测指标数值的累计变化量和变化速率。

8.3.4 安全预警信息应包括项目信息、预警级别、预警值和预警阈值等。

8.3.5 系统应明确各预警等级对应的预警管理,包括预警信息反馈和处置。

8.3.6 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、社交软件等方式,及时告知管

理人员。

8.3.7 系统应按照预警信息反馈和分级管控要求,将预警信息实时自动反馈相应管理人员,管理人员应及时处置预警信息。

8.3.8 预警事件得到处置且现场施工安全时,系统应解除预警。

9 系统集成与交互

9.1 一般要求

9.1.1 系统可通过软件、硬件及通信等技术手段进行集成,实现最优配置。

9.1.2 系统硬件应满足工地环境的温湿度、防水防尘、防雷等要求,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。

9.1.3 信息传输设备应满足安装现场网络接入的要求。

9.1.4 系统软件应满足信息安全、运行稳定的要求。

9.1.5 系统硬件、软件之间应满足接口兼容、版本匹配的要求。

9.2 系统集成

9.2.1 系统应采用标准化设计,具有明确的网络、数据拓扑关系,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。

9.2.2 集成后的系统应开展应用安全、数据安全、入侵安全检测,并符合 GB 17859 的规定。

9.2.3 集成后的系统应具有易用性、可靠性、鲁棒性、高效性、安全性、可扩展性。

9.2.4 系统应具有分级授权功能,可对功能操作、信息查询、关键数据修改等进行权限控制。

9.2.5 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,不应影响系统的正常运行。

9.2.6 系统集成工作完成后,应调试合格并组织验收后方可使用。

9.3 信息交互

9.3.1 系统应能实时显示传感器、采集设备的状态和数据。

9.3.2 系统信息显示宜包括以下功能:

- a) 工程基本信息、用户组织信息显示;
- b) 系统设备信息、状态显示;
- c) 系统监测方案、监测数据显示;
- d) 监测数据分析、预警结果和预警部位显示。

9.3.3 信息交互模块严禁违背数据安全性、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。

9.3.4 系统应考虑信息交互显示在电脑、大屏、移动终端等不同终端的兼容与适配,以便于用户使用不同终端与系统交互。

10 系统运行维护

10.1 一般要求

10.1.1 系统运行前应根据项目特点、监测对象、现场情况等制定系统运行维护的技术文件,包括系统操作与运行制度、系统维护制度和应急管理制度等。

10.1.2 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。

10.1.3 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。

10.2 系统硬件设施

10.2.1 系统硬件设施运行环境应满足设计文件、产品技术文件和本文件的要求。

10.2.2 系统硬件应定期进行维护;有送检要求的仪器设备,应在检验合格的有效期内使用。

10.2.3 系统硬件替换或升级时,更换后硬件的主要技术指标不应低于设计要求,且满足系统的兼容性要求。

10.2.4 系统硬件故障时,应由专业技术人员对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详细记录。

10.2.5 系统硬件受施工作业影响时,宜采取相关防护措施,同时增加检查维护频次。

10.3 系统软件

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

10.3.2 系统软件备份、升级、参数设置更改及新软件安装等工作应由专业技术人员完成,且应避免上述操作过程对系统监测与预警运行产生不利影响。

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

10.3.4 系统数据库中数据保留周期应根据项目重要性确定,施工结束后保留周期不应少于3年。



参 考 文 献

- [1] GB/T 13861—2022 生产过程危险和有害因素分类与代码
 - [2] GB 50982—2014 建筑与桥梁结构监测技术规范
 - [3] GB 51108—2015 尾矿库在线安全监测系统工程技术规范
 - [4] CJJ/T 278—2017 城市轨道交通工程远程监控系统技术标准
 - [5] JGJ/T 434—2018 建筑工程施工现场监管信息系统技术标准
 - [6] JT/T 1037—2022 公路桥梁结构监测技术规范
 - [7] 公路工程试验检测仪器设备服务手册(交办安监[2019]66号)
-

