

交通运输行业标准
公路工程施工安全监测与预警系统技术要求
(征求意见稿)
编制说明

标准编制组

二〇二〇年五月

目 录

| | |
|----------------------------|----|
| 一、工作简况 | 1 |
| 二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据 | 5 |
| 三、技术经济论证和预期经济效果 | 26 |
| 四、采用国际、国内标准的程度 | 28 |
| 五、与现行法律法规和标准的关系 | 28 |
| 六、重大分歧意见的处理经过和依据 | 28 |
| 七、其他应予说明的事项 | 28 |

一、工作简况

（一）任务来源

2019年4月28日，交通运输部《关于下达2019年交通运输标准化计划（第一批）的通知》（交科技函〔2019〕267），《公路工程施工安全监测与预警系统技术要求》被列为2019年交通运输标准化计划制修订项目（计划编号：JT 2019-25），标准技术归口单位为交通运输部安全与质量监督管理局。

（二）编制单位

本标准主要起草单位是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。

（三）主要工作过程

1. 前期研究阶段

2019年3月~4月，交通运输部科学研究院组织成立标准编制组，本标准前期工作正式启动，着手全面搜集整理国内外施工安全监测预警方面的文献、标准和规范，对行业内外监测系统标准现状进行分析和对比研究，撰写标准编制工作大纲。

2019年5月4日，交通运输部安全与质量监督管理局委托交通运输部科学研究院在北京组织召开了《公路工程施工安全监测与预警系统技术要求》等4项标准大纲研讨会，会议听取了起草组关于本标准制定思路及大纲编制情况的汇报，并进行了研讨，明确了标准的大纲框架和主要内容。

2019年5月中下旬，起草组根据大纲研讨会的意见及建议，组织开展了内部交流研讨，对本标准的编制思路与框架、主要编制内容等问题进行深入交流，达成一致看法，并进行了编制工作分工。

2. 起草阶段

2019年6月~7月，起草组开展标准调研工作，按照工作分工，开展标准初稿编制工作。

2019年8月~9月，起草组多次针对标准相关关键内容进行多次研讨，9月27日，形成了标准汇总稿。

2019年10月10日，交通运输部科学研究院在北京组织召开了标准汇总稿研讨会，明确了标准各章节的主要内容与写作深度。同时，明确了修改责任人与初稿形成时间。2019年10月25日，形成《公路工程施工安全监测与预警系统技术要求（初稿）》。

2019年10月31日，交通运输部科学研究院在北京组织召开了《公路工程施工安全监测与预警系统技术要求（初稿）》专家咨询会，与会专家对标准初稿提出了修改意见及建议。

2019年11月~12月，起草组内部召开了标准初稿研讨会，逐条研讨了专家咨询会各专家反馈的意见和建议，明确了修改重点，并根据分工对各自负责部分进行修改完善，于12月20日形成标准征求意见稿。

2019年12月22日，交通运输部科学研究院在北京组织召开了标准征求意见稿专家咨询会，起草组对标准编制思路和主要内容进行了详细的介绍，与会专家逐条审阅了标准征求意见稿，对标准内容提出了全面系统的修改意见和建议。

2020年1月~4月，起草组按照分工，针对专家意见和建议进行了修改完善。2020年1月12日，起草组在北京组织召开了《公路工程施工安全监测与预警系统技术要求》主要内容及编制说明内部研讨会，起草组主要成员针对标准内容和起草说明逐条逐句进行审核，并对每一部分的结构和逻辑进行了修改完善。2020年3月10日，起草组在腾讯会议召开了《公路工程施工安全监测与预警系统技术要求》征求意见稿视频会议，起草组主要成员针对标准个别内容进行了修改完善。

(四) 主要起草人及所做的工作

本版标准主要起草人：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。上述人员承担的主要工作如下：

表 1 主要起草人及承担主要工作表

| 起草人 | 起草单位 | 主要工作 |
|-----|---------------|---------------------------------------------------------------|
| 肖殿良 | 交通运输部科学研究院 | 负责标准编写工作的组织协调，制定总体技术路线，统筹标准通稿，负责第 1 章范围、第 3 章术语和定义、第 4 章基本要求。 |
| 宋浩然 | 交通运输部科学研究院 | 负责组织标准编写与汇总，制定标准编制大纲，负责交科院章节内容的通稿修改与校对及第 5 章系统架构。 |
| 王立强 | 中国交通建设股份有限公司 | 负责中交集团章节内容的通稿修改与校对，参与第 4 章基本要求。 |
| 张建东 | 苏交科集团股份有限公司 | 负责苏交科集团章节内容的通稿修改与校对。 |
| 苏林王 | 中交四航工程研究院有限公司 | 负责第 9 章数据分析与预警。 |
| 郭鹏 | 交通运输部科学研究院 | 负责第 2 章规范性引用文件、参与第 4 章基本要求。 |
| 李然 | 交通运输部科学研究院 | 参与第 4 章基本要求、第 5 章系统架构。 |
| 刘文峰 | 江西飞尚科技有限公司 | 负责江西飞尚章节内容的通稿修改与校对。 |
| 甄鸿键 | 成都铁好科技有限公司 | 负责成都铁好章节内容的通稿修改与校对及第 8 章数据处理与管理。 |
| 李平杰 | 中交四航工程研究院有限公司 | 负责 11.1 一般规定、11.2 系统硬件设施。 |
| 刘朵 | 苏交科集团股份有限公司 | 负责第 6 章监测内容与方式。 |
| 郭东尘 | 交通运输部科学研究院 | 负责第 10 章系统集成与交互。 |
| 石显 | 江西飞尚科技有限公司 | 负责第 7 章数据采集与传输。 |
| 吕述晖 | 中交四航工程研究院有限公司 | 负责 11.3 系统软件，参与第 9 章数据分析与预警。 |
| 冯晓楠 | 苏交科集团股份有限公司 | 参与第 6 章监测内容与方式。 |
| 董伟 | 交通运输部科学研究院 | 负责 11.1 一般规定和 11.2 系统硬件设施。 |
| 党士奇 | 秦皇岛市公路工程质量监督站 | 参与第 9 章数据分析与预警。 |

（五）编制背景

随着公路工程项目建设规模的不断扩大和施工难度的不断加大，公路工程施工安全形势也愈发严峻。如何对公路工程施工安全进行有效管理，在事故发生前期发现事故隐患并及时预警，进而科学决策，对紧急突发事件做出快速反应，以最快速度预警、以最大程度控制，是各级交通运输主管部门、建设单位和施工单位亟待解决的难题。传统的监控预防手段已经很难满足现代公路工程建设发展的需求，应用现代化的计算机技术和信息技术等先进科技势在必行。

目前，其他行业如煤矿、地铁等为了提高施工安全管理水平，对重大风险（危险）源建立实施监控预警系统，并取得了一定的成效。通过预警系统对风险（危险）源的安全状况进行实时监控，可以在出现事故征兆时及时给出报警信号，降低事故的发生率。对于频频发生安全事故的公路建设行业而言，建立完善的预警系统可以加强公路工程施工安全管理，有利于促进我国交通建设事业的健康发展。

现阶段，许多公路建设项目已经开始利用预警系统对重大风险（危险）源进行监测，尤其对于桥隧及高边坡等危险性较大的工程。但是由于缺乏监测预警系统的相关标准，实际工程中不同系统间的差异性较大，预警系统整体构架、数据库及编程语言有所差别，数据处理方式、预警模型选用不一，导致应用中存在一系列问题：

（1）不能有效识别伪数据，导致监控预警系统数据不能准确反映施工安全实际情况；

（2）各监测系统和数据管理平台均相对独立，各系统之间不兼容，不能进行信息共享和信息的综合评判；

（3）监测预警模型不统一，预警阈值设定标准不同，导致预警规则差异，某种模型下的预警数据可能采用另一种模型并不会预警；

（4）由于对系统硬件、软件缺乏技术要求，数据采集、传输及处理的效率差别较大，部分系统报警准确率较低，严重影响生产进度。

2019年7月,交通运输部印发了《数字交通发展规划纲要》(交规划发〔2019〕89号),明确要求加快完善面向数字交通应用的交通基础设施工程建设标准,推动信息基础设施与交通基础设施同步规划、同步设计、同步建设、同步运维。2019年12月,交通运输部印发了《推进综合交通运输大数据发展行动纲要(2020—2025年)》(交科技发〔2019〕161号),要求提升安全生产监测预警能力。推动基于大数据的综合交通运输安全生产全流程监管,实现……重点建设工程……以及铁路运输、民航运行等重点领域安全生产风险的监测预警和重大风险的防范化解,利用大数据深化“平安交通”建设;完善标准规范。重点研究制定综合交通运输信息资源分类分级、脱敏、溯源、标识等标准规范,完善信息资源目录编制、采集、传输、交换共享等标准规范。不断完善各类交通运输业务数据技术规范。

因此,有必要按照国家和行业要求,针对公路工程施工安全特点,制定公路工程施工安全监测与预警系统的技术要求,对规范行业预警系统的设计与建设,保障公路工程施工安全具有重要意义。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

(一) 编制原则

1. 一致性原则

保持与国家、行业政策法规的一致性。公路工程施工安全监测与预警系统技术要求标准的制定应与国家、行业政策文件的核心精神保持一致,如:《交通运输部关于印发<数字交通发展规划纲要>的通知》(交规划发〔2019〕89号)、《交通运输部关于印发<推进综合交通运输大数据发展行动纲要(2020—2025年)>的通知》(交科技发〔2019〕161号)、《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90-2015)等。

2. 适用性原则

本标准在前期资料收集的基础上,调研了行业内外从事工程施工安全监测预警工作的从业单位和从业人员的需求,制定出适合于行业内使用较多的监测

预警系统技术要求，满足行业内对安全监测预警系统的基本需求。此外，系统的基本性能、功能、系统架构等也较通用。

3. 先进性原则

通过本标准制定，明确了公路工程施工安全监测与预警系统总体架构，能够更好地规范各级系统的设计、建设和应用，有效提高行业安全监测预警水平。本标准定义的相关技术要求均参照当前主流安全监测预警技术，具有先进性。

(二) 确定标准主要内容的依据

标准正文包括总则、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、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 11 个章节。

1. 范围

按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则，在本章中明确了本标准的主要内容及适用的范围。针对公路工程施工安全监测与预警系统特点，明确系统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。

2. 规范性引用文件

规范性引用文件是指本标准中引用的某文件或条款，它们与本标准中的规范性技术要素具有同等效力。在使用本标准时，除了应遵守本标准的规定外，还应满足“规范性引用文件”中引用的文件或其条款要求。通过引用其它有关标准，将相关技术内容纳入本标准中，以保持各个标准技术内容的协调性。本标准的规范性引用文件主要有：

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

本部分标准中主要给出了安全监测与预警系统、在线监测、人工监测、人工巡检、有线传输、无线传输、预警阈值及预警的定义，主要参考了《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB 50982-2014）《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》（CJJ/T 278-2017）《建筑工程施工现场监管信息系统技术标准》（JGJ/T 434-2018）《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB 51108-2015）等文件，基于公路工程施工安全监测与预警特点，研究最符合本标准实际意义的描述。

3.1 参照《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB 50982-2014）《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》（CJJ/T 278-2017）《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB 51108-2015）《建筑工程施工现场监管信息系统技术标准》（JGJ/T 434-2018）等类似标准，监测系统通过软硬件的集成来实现进行数据采集、传输和应用，采用监控测量、网络通信及计算机技术对关键指标的监测来实现安全预警。

3.2~3.4 目前，施工现场进行监测数据采集的手段主要有三种，包括在线监测、人工监测和人工巡查。其中，能够通过预设传感器或其他手段自动采集数据的，称为在线监测；部分指标目前没有自动化监测的手段可以获取监测数据，必须采用人工进行量测，称为人工监测；此外，施工现场安全管理还需要每天进行人工巡查，主要是对一些需要观察描述的项目进行巡查，这方面工作无法直接用仪器获取数据，称为人工巡检。起草组在参考《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB 51108-2015）中在线监测、人工监测和人工巡查解释的基础上，结合公路工程施工现场监测数据采集特点，给出了在线监测、人工监测和人工巡查的定义。

3.5~3.6 目前，施工现场安全监测数据传输主要有两种方式，一种是有线传输，主要是通过电缆、光纤等物理介质进行数据传输；另一种是无线传输，通过移动网络、无线局域网、蓝牙等方式传输。这里给出了有线传输和无线传输的定义，具体参考了《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB 51108-2015）中对于这两个名词的解释。

3.7 《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB 50982-2014）中给出了监测预警值的定义“为保证工程结构安全或质量及周边环境安全，对表征监测对象可能发生异常或危险状态的监测量所设定的警戒值”。《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）中给出了预警值的定义“对桥梁运营环境、结构构件可能出现的不同程度异常或危险，所设定的各监测点设备的监测参数警戒值”。起草组在参考相关定义的基础上，确定本标准预警阈值的定义。

3.8 《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）中给出了预警的定义“安全监测系统在监测数据特征值超过预警值时，发出异常情况警告的行为”。起草组在参考相关定义的基础上，确定本标准预警的定义。

4. 基本要求

4.1 根据《推进综合交通运输大数据发展行动纲要（2020—2025年）》（交科技发〔2019〕161号），完善修订有关交通基础设施工程建设规范，将采集设备、传输网络等信息基础设施纳入铁路、公路、港口、航道、机场、综合交通枢纽等有关交通基础设施工程建设内容，实现同步规划、同步设计、同步建设、同步运维。根据《数字交通发展规划纲要》（交规划发〔2019〕89号），推动交通基础设施规划、设计、建造、养护、运行管理等全要素、全周期数字化。针对重大交通基础设施工程，实现基础设施全生命周期健康性能监测，推广应用基于物联网的工程质量控制技术。加快完善面向数字交通应用的交通基础设施工程建设标准，推动信息基础设施与交通基础设施同步规划、同步设计、同步建设、同步运维。

4.2 公路工程施工安全监测与预警系统的使用应该能改变反应施工期的安全状态及现场的管理状况，提高现场安全管控水平，应该针对需要进行安全监测的单位工程布置。公路工程中单位工程的定义及划分详见《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1）中 3.1.1 条和附录 A。

4.3 系统应进行专项设计，并参考《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB 50982-2014）《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》当中的相关内容，结合当前行业中采

用的监测系统设计内容，最终确定专项设计的内容。

4.4 参考《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016），系统硬件和软件应技术先进、稳定可靠、操作方便、经济实用、便于维护更换及扩展升级。

4.5 根据《数字交通发展规划纲要》（交规划发〔2019〕89号），采用数据化、全景式展现方式，提升综合交通运输运行监测预警、舆情监测、安全风险研判、调度指挥、节能环保在线监测等支撑能力。参考《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB 50982-2014）《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》（CJJ/T 278-2017）《建筑工程施工现场监管信息系统技术标准》（JGJ/T 434-2018）《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB 51108-2015）中关于系统功能的规定，结合当前行业中采用的监测系统的主要功能，最终确定本条款内容。

4.6 根据《数字交通发展规划纲要》（交规划发〔2019〕89号），落实网络安全等级保护制度，确保各级安全防护合规达标。加强网络安全与信息系统同步建设，提高交通运输关键信息基础设施和重要信息系统的网络安全防护能力。加强对交通数据全生命周期的管控，保护国家秘密、商业秘密和个人隐私。根据《推进综合交通运输大数据发展行动纲要（2020—2025年）》（交科技发〔2019〕161号），第18和19条，完善数据安全保障措施，保障国家关键数据安全，相关安全要求应符合GB/T 20271的有关规定。

5. 系统架构

5.1 为便于与运营期系统衔接，参考《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016），确定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。在此基础上，参考《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》（CJJ/T 278-2017），确定系统架构图。

5.2~5.4 为便于与运营期系统衔接，参考《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016），结合当前行业中采用的监测系统的调研，确定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的构成及要求。

6. 监测内容与方式

6.1 一般规定

6.1.1 公路工程施工安全监测内容应根据施工环境、施工特点、工程重要性程度,结合工程风险评估结果综合确定,并应组织相应的专家评审通过。同时,针对施工环境复杂,施工工艺具有特殊性、工程体量比较大、工程意义比较重要或工程风险评估结果等级比较高的公路工程,建议进一步经专家讨论决定其监控内容。此部分内容提出了针对具体公路工程施工安全监测内容的确定原则。

6.1.2 此部分主要说明公路工程施工安全监测范围主要是桥梁、隧道、路基等单位工程施工过程中涉及的“人-物-环”等安全影响因素。依据来源是在国家《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T 13861-2009)中将生产过程中的危险、有害因素分为四大类,包括“人的因素”、“物的因素”、“环境因素”和“管理因素”,其中“管理因素”目前尚不满足监测条件,因此不包含在监测范围之内。

6.1.4~6.1.5 条是参考《建筑与桥梁结构监测技术规范》(GB 50982-2014)《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》(JT/T 1037-2016)《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》(GB 51108-2015),针对在线监测、人工监测及人工巡检提出了相关规定。

6.2 人员安全监测

6.2.1 此条编制依据主要是考虑从人员主体出发,主动消除导致施工安全事故发生的风险因素或在施工安全事故发生时减少人员伤亡。

6.2.2~6.2.6 此条主要是提出了各监测内容应满足的相关要求,从而避免施工安全事故的发生;同时提出了其宜采用的安全监测方式。

6.3 结构物监测

6.3.2~6.3.4 条参考行业标准《公路桥梁结构安全检测系统技术规程》(JT/T 1037-2016)中桥梁结构安全监测内容,并根据其隧道、路基等单位工程的工程特点制定。

6.3.5~6.3.9 条主要针对公路工程施工过程中的主要桥梁、隧道、路基等单位工程的主体结构及临时设施规定了其施工安全监测对象及要求。

6.3.10 本条主要规定了结构物施工安全检测的方式及测点布置应满足的要求,主要参考行业标准《公路桥梁结构安全检测系统技术规程》(JT/T 1037-2016)中的相关要求。

6.4 机械设备监测

本节机械设备监测对象及内容主要来源于公路工程施工过程中机械设备相关的事故分析、行业标准《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90-2015)以及相关的机械设备操作工程中的相关规定。

6.5 施工环境监测

本节编制内容是将行业标准《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90-2015)中关于施工环境安全技术要求进行了浓缩。其中气象环境安全检测类别宜包括风、雨、雪、雾的等级以及雷电、沙尘暴等恶劣天气;水文地质环境安全监测类别宜包括不良地质、水压变化、孔隙水压力、水量等;场地环境监测类别宜包括照明度、临时用电、噪音、场地积水或结冰、有毒有害气体浓度、O₂含量、CO₂浓度、通风量等。

7. 数据采集与传输

7.1 一般规定

7.1.1 此条旨在说明数据采集与传输模块在设计时应主要包括两个方面:软硬件的设计、模块开发及数据采集制度的设计。

7.1.2 此条说明了数据采集与传输软硬件设计与选型的一般原则,即应满足传感器监测的要求,确保获取的数据具有实用价值。

7.1.3 此条针对数据采集及传输系统进行了原则性的规定。

7.1.4 此条针对数据采集及传输软件的功能进行了一般性的规定。

7.2 数据采集

7.2.1 此条规定了在线采集系统应具有的关键性功能，即诊断和识别功能，可以保障数据采集工作的正常进行及异常信息的及时识别。

7.2.2 此条规定了采集方案编制应遵守的原则，即满足施工安全监测顶层设计要求。

7.2.3 此条规定了在线采集设备应具有的基本功能，包括断点续传功能、数据存储及处理分析功能、防雷及抗干扰功能。

7.2.4 此条规定了人工采集工作的原则性要求，包括采集设备的有效性及其可操作性，采集数据及时传输和备份。

7.3 数据传输

7.3.1 此条规定了数据传输系统设计时的一般性原则，即因地制宜、合理选取、优先使用既有设备等。

7.3.2 此条规定了数据传输的路由与综合布线时应考虑的因素，包括现场情况、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等。

7.3.3 此条是依据现有的数据传输方式包括有线传输、无线传输或两者相结合的方式编制。

7.3.4 此条规定了在强电磁场环境下的数据传输方式，即在强电磁场的环境下，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。

7.3.5~7.3.6 此条规定了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等环境下及需要构建临时传输网络的工程现场，宜采用无线传输方式。

7.3.7 此条规定了无线传输方式选择的条件包括工程现场营运的网络、成本和现场实际情况等。

7.3.8 考虑数据传输过程中可能存在数据丢失等异常情况存在，此条针对传输数据进行了原则性的规定，即数据传输系统中应具有数据备份机制，及备份

机制的容量应根据具体情况设计。

8. 数据处理与管理

8.1 一般规定

8.1.1 大部分监测系统的设计实践中，数据处理、数据管理是分开的独立的模块，数据处理偏重数据的整理、分析、运算，数据管理偏重数据的存储、检索、共享、应用。模块化设计使系统结构清晰、易于维护。

软件开发行业中常提的要求是“容错性、可靠性、稳定性、先进性、安全性、可维护性、可扩展性、可定制化”等，这里依据监测数据的处理要求，筛选出几点要求“容错性、稳定性、可操作性、先进性、安全性、可扩展性”

8.1.2 这里的数据包括但不限于：监测数据、检查数据、预报警数据、安全评估数据、用户留痕数据

8.1.3 参考了《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》(CJJT 278-2017) 6.2.5：“应具有剔除由监控系统自身引起的异常数据的功能”。一般监测的批次数据进行的数据后处理包括计算最大值、最小值、中值、中值极差、平均值、变化率、变化率最大值、变化率最小值等。

8.1.4 系统设计容量值通常为工程总生命期数据量的估算值。读取性能要求，通常也可以笼统一点表述为“数据读取最大延时应为秒级”。

8.1.5 数据库通常都支持标准的 SQL 语言，其他软件访问数据库常见的是通过 ODBC（开放数据库连接驱动程序,WINDOWS 平台）、JDBC(JAVA 语言用连接驱动程序)。

8.1.6 系统中存储数据的单位，宜采用国家法定计量单位。一般时间应采用公历，最低精度为秒。

8.2 数据处理

8.2.1 数据结构是计算机存储、组织数据的方式。数据结构是指相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合。通常情况下，精心选择的数据结构

可以带来更高的运行或者存储效率。

对监测内容进行信息分类与编码是监测工作的常规做法，一般监测软件中，会将工程的监测内容分为量测项目、测点组、测点等，每个测点会有一个系统唯一的测点编码，数据也通常需要按量测项目名、测点组名、测点编码、时间等条件进行查询。

8.2.2 监测系统通常会有一部分需要连续高频监测的监测项目，这些监测项目采集的数据量非常大，对采集与传输模块往往会带来性能压力。

高频连续监测项目由于数据量比较大，为缓解系统的存储与性能压力，可以将历史数据（比如一年以前的数据、一月以前的数据）进行转存，挪出系统数据库之外。

8.2.3 公路监测中，测斜、沉降等量测项目，常用时域分析方法；振动、应变等量测项目，常会用到频域分析方法。

8.2.4 公路监测的结构监测（桥梁、隧道）中，常会用到一些分析模型，一个分析模型通常需要一系列相关测点的测值集合。有些分析模型运算比较耗时，这时常规做法就是把运算的结果保存下来，而不是每次需要结果时都去提取数据进行运算。

8.2.5 数据挖掘是针对海量数据的一种处理技术，监测数据长期积累下来属于海量数据，数据挖掘能进一步释放数据的价值。

8.3 数据管理

8.3.1 在线监测数据的特征为量大、连续，对采集、传输、处理与存储系统的性能要求比较高；人工监测数据相对量少、为间歇性采集，对系统只会造成短暂的瞬时压力，人工巡检数据相对来说量就更少了，频次也较低，对系统一般没有什么性能要求。三类数据分类存储，有利于提高系统的整体经济性。

8.3.1 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。这一条主要对系统的可用性作出要求

8.3.2 数据库是数据存储形式的主流实现，能进行灵活的关联查询，故作为

一种推荐表述：影像资料因占用空间过大，存储在数据库中会拖累数据库的性能，通常做法是将影像资料以文件形式存储在磁盘上，而将文件名、文件概要信息存储到数据库中，用户可通过数据库检索到文件信息，需要文件内容时，再通过文件信息打开具体的文件。

8.3.3 参考了《公路桥梁结构安全检测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）7.5 部分内容。

8.3.4 监测系统采集的数据量积累下来是一种海量数据；云端部署、远程配置、弹性扩充是现有技术环境下可选宜选的形式，是主流技术趋势。

8.3.5 工程技术资料包括设计、竣工图纸以及科研专题研究资料，系统应对这部分资料进行存储和管理，宜按照设计、竣工、科研报告等分类。参考了《公路桥梁结构安全检测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）7.5.6、《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》（CJJT 278-2017）6.4.2。

8.3.6 本条参考了《公路桥梁结构安全检测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）7.5.7、《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》（CJJT 278-2017）6.4.2。

8.3.7 系统应具有灵活的管理功能，应能够通过管理界面添加、修改、删除监测项目，能进行预警的流程管理，能进行数据分析模型管理，能按日期、种类、设备、名称挑选导出监测数据。系统参数、用户数据与处理程序应有相对的独立性，任何软件版本的变更均不应影响用户数据。参考了《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》（CJJT 278-2017）6.4。

8.3.14 数据库的数据备份是常规手段，一般是制定一套备份计划，每天增量备份，每月一次完整备份。对于大数据量而言，执行一次完整备份会对系统性能带来较大影响；

系统应具有故障恢复能力。当突然停电、出现硬件故障、软件失效、病毒或严重错误操作时，系统应提供可恢复数据的机制，使系统数据能恢复到损坏以前的状态。

当系统出现灾难性后果时，本地数据被损毁不可恢复，如果有容灾备份的

话，可以恢复到某个时间以前的状态，使灾害损失降低。容灾备份通常通过异地备份实现

8.4 数据共享

8.4.1 公路监测系统的数据共享要求通常来自以下几个方面：

(1) 监管部门——质监、质安、城管、交通等部门可能会有将工程数据接入监管平台的要求

(2) 上一层级的单位——项目的上级组织、集团，施工单位的上级单位等可能会有将监测数据、安全数据接入其自有系统的需求

(3) 同一层级的系统——项目内部建设有多套系统，可能会有将不同系统之间的数据打通共享的需求

(4) 社会组织与个人——社会研究组织、个人研究者、学者可能会有提取数据进行科研用途的需求

参考了《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》（CJJT 278-2017）3.2.1完善本条内容。

8.4.2 分级权限管理是常见的应有级安全管理的形式。参考了《建筑工程施工现场监管信息系统技术标准》（JGJT 434-2018）3.2.2。

8.4.3 系统应根据业务协同需求设计数据共享接口。数据共享接口的元数据编制、业务代码编制、数据报文设计、数据交换格式设计应符合国家现行相关标准的规定。参考了《建筑工程施工现场监管信息系统技术标准》（JGJT 434-2018）3.2.5。

8.4.4 开放、标准的接口协议包括 WEBAPI、WEBSERVICE、MESSAGE、E-MAIL、SOCKET、导出为磁盘文件等。

8.4.5 加密传输的方式有 HTTPS、VPN 等

9. 数据分析与预警

9.1 一般规定

9.1.1 系统在运行过程会产生海量的监测数据，需要借助数据统计等分析手段获得数据本身及数据在时间和空间上的分布特征。通过统计指标首先可以进行监测数据的诊断，识别数据异常情况并为原因分析提供数据支持。统计指标也是安全预警所需的参数，特别是结合统计分析可以进行监测数据的趋势分析、安全状态的研判，有助于实现系统的预警功能。

9.1.2 可靠的预警模型和预警阈值是保证安全预警合理性、及时性的必要条件。预警阈值应与预警模型相匹配。预警模型的选用应充分考虑监测项目特点，包括监测项目监测数据随时间的一般发展模式、监测项目引起安全风险的程度等。预警模型和预警阈值的确定应与工程经验相符。

安全预警应具有及时性。在现有技术水平允许时，应尽可能的采用在线监测与预警的方式。系统建设时应根据监测项目特点、预警要求等预设合理可靠的预警模型和预警阈值，然后在系统运行过程中将监测数据及分析数据实时输入至预警模型中，及时获得预警信息，实现实时预警。

9.1.3 系统数据分析与预警模块的监测数据诊断功能是在监测数据完成预处理后，采用统计分析的方法获得数据特征分布及异常情况，数据诊断的目的是反映监测系统本身的运行情况，并在预警分析中对监测系统以及监测项目的运行异常予以考虑。诊断功能应实现传感器异常诊断、采集异常诊断和传输异常诊断。诊断对象包括异常相关的系统硬件设施及软件。诊断完成应提供异常原因、异常处理建议，诊断及异常处理宜尽可能由系统自动完成。

9.1.4 通过预警信息数据的统计分析，可以建立不同预警级别预警信息在时间和空间上的关联，对于获得工程项目整体的安全状态以及进行安全状态预测具有重要的意义。可以利用先进可靠的大数据分析方法，充分挖掘预警信息数据的价值。

9.2 数据分析

9.2.1 监测数据分析包括历史数据分析和基于历史数据的预测分析两个层次。数据分析的结果应提供对应的可靠度指标以反映其可靠程度。

1 统计分析是指对历史数据采用数学统计方法获得其统计指标。特殊分析

的内容包括在统计分析的基础上对监测项目进行趋势预测，并综合趋势预测结果等进行安全状态研判。结合历史监测数据可以通过数据预测算法预测监测项目的发展趋势，可采用回归分析、卡尔曼滤波算法以及其他基于大数据分析的预测算法。不同监测项目监测数据之间的关联性分析也是特殊分析的内容，通过关联分析获得多源同构数据和多源异构数据之前关联关系。

2 本条列举了部分可用于监测数据分析的数学方法，其他可用的方法可以在系统功能中体现。数据分析方法应与监测数据特征相匹配。

3 根据历史监测数据进行监测项目安全状态分析是目前多数安全监测预警系统所具备的功能，但安全预警的目的在于确认安全风险、预防事故发生、避免风险可能的不利影响、给予充分的风险处置时间。因此，预警信息的超前性尤为重要，通过监测物理量变化趋势的分析，对于潜在的风险程度骤增提前预判，能够更好的体现预警的价值。先进、智能的数据预测分析算法为在系统功能中实现监测数据的预测分析提供了方法。

9.2.2 系统应提供数据分析成果生成电子文档报告的功能，电子文档报告的模板宜根据用户需求确定。

9.3 安全预警

9.3.1 安全预警信息应具有超前性，分级预警是目前工程安全监测广泛采用的预警方式，分级预警的目的在于根据监测项目特点，对监测项目安全状态发展的不同阶段进行分级，并对应确定各级安全状态应采取的风险处置措施，遏制风险不断发育或者避免风险可能的不利影响。

1 监测项目的累计变化量和变化速率分别反映了监测项目当前的安全状态以及未来安全状态发展趋势，是进行预警分析的两个关键指标。在预警分级时，应针对监测项目的特点，特别是监测数据的一般发展模式，考虑累计变化量和变化速率对应的安全状态所处阶段，进行分级。分级节点的控制指标即为预警阈值，包含累计变化量和变化速率两项指标值，预警级别应由两个指标综合确定。

2 本条建议了预警分级的数量、各预警等级编号及颜色标记。最高预警等

级一般采用红色标记。

9.3.2 预警阈值的准确与否直接关系到预警模型的有效性。针对公路工程施工安全状态的预警应充分考虑施工过程监测项目本身以及所处环境的动态变化。

1 预警阈值的确定应考虑监测项目安全状态的一般发展模式（由特定施工工况下的计算分析结果或工程经验分析结果确定），同时兼顾各预警等级所采取的风险处置措施的可行性和合理性，以保证监测项目的安全状态得到合理、有效的控制。一般宜首先确定最高预警等级对应的预警阈值，其他预警等级的阈值可按其比例取值。

2 对重要的、特殊的或风险等级较高的监测对象的预警阈值，应在由现状调查与检测手段提供必要数据的基础上，通过结合具体施工工况进行分析计算或专项评估确定，即预警阈值确定应充分考虑具体监测项目的特点。

3 原则上监测项目的预警阈值应在系统建设时确定，但实际施工工况不断变化，当工况差异较大时，原定的预警阈值不再适用，可予以调整。根据预设工况通过计算分析等确定的预警阈值宜根据实际工况变化改进计算分析模型和方法不断优化。

4 预警阈值可以根据监测数据趋势预测及安全状态研判的结果进行调整，以保证预警信息的超前性。

9.3.3 人工监测项目和人工巡检项目一般在现场完成，过程中经过初步数据分析发现安全风险时应首先结合现场安全状态检查确定预警等级并上报预警信息，以保障预警的及时性。

9.3.4 安全预警信息应具有完整性，以便于安全管理人员对预警信息进行进一步分析和处置。

9.3.5 系统内嵌的预警管理机制是保证系统正常、有效运行的关键要素之一。预警信息反馈机制需要使完整的预警信息可靠地、及时地反馈至安全管理人员及报警装置。预警信息处置机制需要保证安全管理人员对于预警信息及报警装置响应的处置合理、及时。预警信息反馈机制应包括预警信息的反馈方式及安

全管理人员、报警装置的接收权限。预警信息处置机制应包括处置条件和安全管理人员的处置权限。预警管理机制应与工程安全管理制度密切的结合，确保基于系统的安全管理高效运行。

9.3.6 预警信息反馈应采用可靠的方式，除本条文列出的方式外，也可以采用电子手环、电子安全帽等方式。

9.3.7 系统应实现预警信息的自动反馈，安全管理人员应对接收到的预警信息及时处置。

9.3.8 预警事件得到处置且现场施工安全，监测项目的监测数据恢复至无预警水平，系统应解除预警。当监测项目的监测数据未恢复至无预警水平，宜按如下方式进行预警信息处置：预警事件得到处置后，监测项目的监测数据可能恢复至当前预警级别预警阈值以下，应根据处置后的监测数据及时更新预警级别。对于处置后监测数据无法恢复的监测项目，当采取可靠的措施已降低或消除预警事件的安全风险且施工正常时，应按新的施工工况重新调整预警阈值并更新预警级别。

10. 系统集成与交互

10.1 一般规定

10.1.1 可行有效的技术手段通常就是软件、硬件、通讯方面的技术手段。系统集成包括计算机软件、硬件、操作系统技术、数据库技术、网络通讯技术等等的集成，以及不同厂家产品选型，搭配的集成，系统集成所要达到的目标-整体性能最优，即所有部件和成分合在一起后不但能工作，而且全系统是低成本的、高效率的、性能匀称的、可扩充性和可维护的系统

10.1.2 系统防护要求是为了提升系统的健壮性与抗风险能力

10.1.3 一般能采用 TCP/IP 的都采用 TCP/IP，大部分比较新型的仪器设备都会支持 TCP/IP、无线 WIFI、蓝牙，但仍有相当数量的监测仪器设备会采用串口通讯（RS485/422A，RS232）的方式，它们也多数支持 CANbus，Modbus 等协议。蓝牙作为短距离无线传输，具有低功耗的特点，适用于长时间工作的

现场监测器件。参考了《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》（CJJT 278-2017）5.1.3、《公路桥梁结构安全检测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）

9.1.3

10.1.4 系统软件应满足信息安全、运行稳定的要求，操作系统、数据库系统应选择已进入政府采购清单的产品，大型工程宜采用分布式服务架构，系统应用宜采用 B/S 结构。

分布式服务架构由服务提供端、消费端、服务注册中心、服务治理四部分组成。分布式服务架构可以提供一个高并发、高可用的后端。

网络应用软件结构有 C/S，B/S 结构。

服务器-客户机，即 Client-Server(C/S)结构。C/S 结构通常采取两层结构。服务器负责数据的管理，客户机负责完成与用户的交互任务。

B/S 结构（Browser/Server，浏览器/服务器模式），是 WEB 兴起后的一种网络结构模式，WEB 浏览器是客户端最主要的应用软件。

采用浏览器/APP+云端、浏览器/APP+服务端的形式其主要特征也属于 B/S 结构。

10.1.5 接口不兼容、版本不匹配轻微的会使系统功能存在缺陷，严重的会使系统无法运行。

10.1.6 集成的系统应优先选择可云端部署的方式，简化维护，降低对业主方的技术要求。参考了《建筑工程施工现场监管信息系统技术标准》（JGJT 434-2018）3.1.3。

系统主体部署于自建机房时，机房建设应参考国家相关标准（如 GB50173-93《电子计算机机房设计规范》）；系统主体部署于云服务环境时，应选择持有工信部颁发 IDC 牌照或云服务牌照的服务提供商。

系统数据中心选择的指导性条款。现在大多数中小型项目会选择将系统部署于云服务环境中，而对数据积累比较看重的系统（如轨道交通）多数选择自建机房；但公路项目的要求应该比轨道交通类项目要低一些，其建设周期更短、

建设工艺更成熟，施工安全监测系统可相对采取更轻量化、更低成本的方式，数据中心部署于云端可能是更合适的

10.2 系统集成

10.2.1 参考了《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》(CJJT 278-2017) 4.1.5。

10.2.2 参考了《公路桥梁结构安全检测系统技术规程》(JT/T 1037-2016) 9.2.1。

10.2.3 通常，宜达到信息系统三级安全标准（参见《计算机信息系统安全保护等级划分准则（GB 17859-1999）》）

该标准规定了计算机系统安全保护能力的五个等级，即：

第一级：用户自主保护级；

第二级：系统审计保护级；

第三级：安全标记保护级；

第四级：结构化保护级；

第五级：访问验证保护级。

安全标记保护级——（公路施工安全监测系统除了安全监测数据、安全管理数据，还有体现管理人员的履职数据，建议采用三级安全标准，强调用户认证、授权访问）

本级的计算机信息系统可信计算机具有系统审计保护级所有功能。此外，还提供有关安全策略模型、数据标记以及主体对客体强制访问控制的非形式化描述；具有准确地标记输出 信息的能力；消除通过测试发现的任何错误。

10.2.4 本条规定的这些要求主要保障系统持续可用。

鲁棒是 Robust 的音译，也就是健壮和强壮的意思。它也是在异常和危险情况下系统生存的能力。

10.2.5 参考了《建筑工程施工现场监管信息系统技术标准》(JGJT 434-2018)

3.3、《公路桥梁结构安全检测系统技术规程》(JT/T 1037-2016) 9.3.6。

10.2.6 本条为了保障系统改建、扩建、升级期间的正常使用。

10.2.7 验收前一般应达到以下标准：

(1) 进行测点数据抽测，抽测率不应低于接入测点数的 20%

(2) 对比系统整体功能清单，确认完整实现，对比设备清单，确认交付齐全

(3) 系统操作手册、系统维护手册、数据字典、系统测试报告、设备合格证及相关资料、验收申请报告等资料齐全且合格

(4) 系统经过约定的试运行时间无故障

(5) 满足合同的验收标准

参考了《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》(CJJT 278-2017) 7.4。

10.3 信息显示

10.3.1 显示模块应能显示传感器、采集设备的状态，能实时显示指定设备、传感器的数据，显示形式可以是自动刷新的数据表格、时程曲线等，显示的数据可导出；如设备具备远程控制能力，系统应提供修改设备参数、远程控制设备的功能。参考了《城市轨道交通工程远程监控系统技术标准》(CJJT 278-2017)

6.1。

10.3.2 显示的内容通常包括：

(1) 工程基本信息、用户、关联管理人员的查询与显示；

(2) 系统设备信息、状态查询与显示；

(3) 系统监测布置内容的查询与显示；

(4) 监测数据的查询与显示；

(5) 监测评估模型、模型数据分析结果显示；

通用的数据分析结果显示，通用的数据分析包括测点的极大值极小值平均值、测点测值的变化速率、测点测值变化速率的极大值极小值平均值、测斜监测的测点组偏移曲线、沉降监测的测点组沉降曲线等；

桥隧相关的特殊分析显示，包括荷载谱分析、风参数分析、模态分析、结构变形分析等；

人工检查数据、移动监测数据的显示，包括相关数据分析结果的显示；

安全评估、预报警信息的查询与显示，系统应提供清晰的集成信息显示，显示内容包括预报警来源、预报警信息、预报警处理人员的动作、预报警待处理步骤等；

隐患排查数据的显示，包括隐患排查分布、隐患排查统计、隐患排查响应、隐患排查治理状态、排查人员履职分析等；

风险评估、突发事件后的专项评估等报告的显示。

10.3.3 本条为信息安全方面的要求。

10.3.4 为了便于系统适用电脑、大屏、智能手机等不同终端设置的要求。

11. 系统运行维护

11.1 一般规定

11.1.1 系统运行维护技术文件用于指导系统运行过程中的维护，其制定应综合和考虑系统本身的特点以及系统用于监测及预警的工程对象特点。

系统操作与运行安全制度是指系统操作与运行过程中应遵循的安全要求及相关处置措施，包涵系统对硬件和软件的安全要求和相关处置措施。硬件安全要求从硬件安装、运行、拆卸过程引起相关人员和环境的安全风险，以及相关人员和环境引起硬件安全风险两方面考虑。软件安全主要指系统数据的安全要求。

系统运行维护制度是指对系统运行过程中为保障系统正常运行所必要维护工作的要求，其包括维护目的、维护内容、维护方法及技术要求、维护频率。

应急管理制度包括两个方面，一是系统出现异常或故障时针对系统所采取的措施和要求，二是工程对象出现异常时针对系统所采取的措施和要求。

11.1.2 监测预警系统运行维护对象应涵盖系统所有功能模块，应将现场环境工作的模块、可能异常或故障风险较高的模块、故障不利影响关键的模块作为重点运行维护对象，在运行维护技术文件中做出具体维护要求。

11.1.3 监测预警系统的运行维护需要具备系统软硬件相关的专业知识、工程技术专业知识以及工程安全管理专业知识，相关负责技术人员或技术团队应具有相关知识及能力。

11.1.4 系统日常检查维护主要针对重点维护对象；定期检查维护应能够涵盖系统所有功能模块；监测数据出现异常时，应对相关的监测仪器设备进行故障检查维护，系统异常监测数据应与相关监测传感器的人工测值进行比较分析。

11.1.5 系统运行维护日志应包含维护时间、维护目的、维护内容、维护结果、维护责任人，系统运行维护日志应作为系统功能模块的一部分，针对日志的相关操作应设置专门的权限。

11.2 系统硬件设施

11.2.1 设计文件中的系统硬件设施运行环境要求应不低于产品技术文件和本标准的要求，系统硬件设施的运行环境要求应保证各个硬件设施的性能满足系统的整体性能要求。

11.2.2 监测预警系统相关仪器设备的检验参数、检验方法和要求可参照国家现行有关规范标准以及《公路工程试验检测仪器设备服务手册》执行。

11.2.3 系统硬件超出硬件出厂使用寿命年限、存在人为或自然灾害引起无法修复的故障等因素无法满足系统集成功能需求时，应进行硬件替换或硬件升级。系统硬件更换应保证更换后硬件的主要技术指标不低于设计要求，且满足系统的兼容性要求。

11.2.4 系统硬件故障原因分析及故障处理应由具备相关硬件知识的专业技术人员完成。故障分析及处理结果等信息应予以详细记录，并作为运维日志进

行存档。

11.2.5 施工过程中可能对系统硬件设施正常工作产生不利影响，包括施工过程引起系统硬件设施运行环境的改变或施工过程直接对硬件设施产生扰动。对于受施工过程影响的硬件设施，宜专门进行检查维护，并增加检查维护频次。对可能受施工过程不利影响的监测及预警结果应专门分析，评估影响的程度及结果的可靠性，并采取处置措施。产生不利影响的施工过程结束后，应对受影响的硬件设施进行维护，采取必要措施消除不利影响，是系统恢复正常运行。

11.3 系统软件

11.3.1 系统软件备份的数据应包括系统配置数据、历史监测数据及统计分析结果、预警信息数据及统计分析结果、系统日志。系统数据的备份应使用可长期保存的介质，系统数据备份保存环境应满足保存介质的要求，并保证其安全。系统管理员应定期对系统数据备份进行检查维护，对失效备份应采取可靠的销毁方式。

11.3.2 软件备份、升级、参数设置更改以及新软件安装前应做好充分的准备，宜提前进行一次数据备份。软件备份、升级、参数设置更改以及新软件安装尽可能不影响系统正常运行，若影响不可避免时，应尽可能在正常施工、无安全预警期间完成。

11.3.3 系统软件升级前后监测数据应能够衔接。升级后软件应尽可能对升级前软件的数据文件格式兼容，无法兼容时应有保证兼容性的替代方案。

11.3.4 系统数据保留时间应符合国家现行规范标准有关工程资料保存周期的规定，且应在施工过程及其安全影响结束前保存。

三、技术经济论证和预期经济效果

（一）技术内容论证

随着信息化技术的快速发展及在交通建设工程中的应用，采用安全监测（预警）系统加强公路工程施工现场安全管理的项目越来越多。目前，针对施工现

场结构物（例如桥梁、隧道、高边坡等）、人员、设施设备、环境等方面的安全监测（预警）系统已被广泛应用于全国各地的公路工程建设当中。起草组调研发现，目前各地采用的系统虽然都称之为安全监测（预警）系统，但是实际的内容却千差万别，监测内容和预警机制更是千变万化，严重制约了新基建在公路工程施工现场安全管理中的推广应用。

因此，为规范公路工程施工安全监测与预警系统建设，明确安全监测与预警系统的主要技术要求，制定了本标准，主要用于公路工程施工现场各参建单位的安全管理。起草组基于已有研究成果，实地调研了国内北京、上海、广东、湖北、陕西、江西等地 12 家业内知名的系统开发企业，通过实际项目现场调研及其他方式调研了近三十种比较成熟的安全监测与预警系统及其现场应用情况。目前，隧道工程施工安全监测系统技术相对比较成熟，可供选择的产品较多，技术模式也相对固定；高边坡和基坑工程安全监测系统情况与隧道工程类似；桥梁工程施工安全监测系统主要集中在几个方面，包括高支模、脚手架、架桥机、起重设备等监测系统，基本以各自独立的系统为主，桥梁工程综合的监测系统较少。另外，在公路工程施工综合的安全监测系统方面，一些比较大的监测企业均有解决方案，搭建了综合的监测系统或者平台；国内广东、浙江、江苏等多省的省级业主单位，中交、中建、中铁、中铁建等行业施工企业都有开发智慧工地或者安全管控等方面的综合系统，其中涉及了安全监测方面的内容。通过这些调研，基本掌握了公路工程施工现场对安全监测与预警系统的应用需求，分析了市场上各厂家产品的技术参数、功能、性能等，确保本标准各部分内容与目前主流监测预警系统的通用做法保持一致，以满足应用需求并具有普适性。

此外，考虑到公路工程施工期和运营期信息化系统建设的统一性和延续性，本标准还与《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）进行了衔接。

（二）预期经济效果

公路建设行业属于高危行业，事故易发、多发。近年来，公路工程建设规

模越来越大，施工难度越来越高，施工环境越来越差，项目建设过程中面临的安全风险也越来越高。传统的监控预防手段已经很难满足现代公路工程建设发展的需求，应用现代化的计算机技术和信息技术开展安全监测预警是未来发展的趋势。通过监测预警系统对安全状况进行实时监控，可以在出现事故征兆时及时给出报警信号，降低事故的发生率。

本标准的实施能够规范行业安全监测与预警系统的设计与建设，提高系统的可靠性，保障公路工程施工安全，有效降低人员伤亡和经济损失，减少社会负面影响，具有显著的经济和社会效益。

四、采用国际、国内标准的程度

无。

五、与现行法律法规和标准的关系

本标准在起草过程中注意了与《中华人民共和国网络安全法》、《推进综合交通运输大数据发展行动纲要（2020—2025年）》（交科技发〔2019〕161号）、《数字交通发展规划纲要》（交规划发〔2019〕89号）等现行法规、制度，以及《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）、《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015）等现行标准的衔接和内容一致，没有互相矛盾的内容。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无。

七、其他应予说明的事项

无。