ICS 93.160
CCS P 55

# T/CS

# 团 体 标 准

T/CS 260—2026

# 水利工程信息化安全监测系统建设技术规范

Technical specification for construction of informatized safety monitoring system in water conservancy projects

2026－01－30 发布 2026－01－30 实施

中国商品学会 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　缩略语 ..... 1
5　总体要求 ..... 2
6　系统架构 ..... 2
7　功能要求 ..... 4
8　监测数据要求 ..... 6
9　系统集成与验收 ..... 7

# 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。

本文件由山东黄河勘测设计研究院有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：山东黄河勘测设计研究院有限公司、山东黄河河务局山东黄河信息中心、中水三立数据技术股份有限公司、山东黄河河务局德州黄河河务局、滨州黄河河务局滨城黄河河务局、滨州黄河河务局惠民黄河河务局、济南黄河河务局天桥黄河河务局、德州黄河河务局齐河黄河河务局、山东黄河顺通集团有限公司、山东森盛建设工程有限公司、新疆兴泽工程建设有限公司、新疆拓坤建设有限责任公司。

本文件主要起草人：黄晓阳、韩娜、刘志鉴、王小慧、葛敬路、赵伟、徐茂祥、焦若阳、马洁、董凯、刘静、孟旭、师玉霞、苏檬、刘林林、刘璐、王海波、王建成、沈振华、常大海、朱云云、韩昌龙、李智、何松。

# 水利工程信息化安全监测系统建设技术规范

## 1 范围

本文件规定了水利工程信息化安全监测系统（以下简称“系统”）建设的总体要求、系统架构、功能要求、监测数据要求和系统集成与验收。

本文件适用于水利工程信息化安全监测系统的建设。

## 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 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

GB 4943.1 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求

GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 35273 信息安全技术 个人信息安全规范

GB/T 37988 信息安全技术 数据安全能力成熟度模型

GB 50174 数据中心设计规范

## 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

API：应用程序编程接口（Application Programming Interface）

APP：应用程序（Application）

B/S：浏览器/服务器（Browser/Server）

CPU：中央处理器（Central Processing Unit）

C/S：客户端/服务器（Client/Server）

GIS：地理信息系统（Geographic Information System）

GNSS：全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System）

GPU：图形处理单元（Graphics Processing Unit）

LoRa：远距离无线电（Long Range Radio）

LSTM：长短期记忆网络（Long Short-Term Memory）

SSL/TLS：网络通信安全的核心协议（Secure Sockets Layer/Transport Layer Security）

SVM：支持向量机（Support Vector Machine）

UPS：不间断电源（Uninterruptible Power Supply）

# 5 总体要求

## 5.1 建设目标

5.1.1 系统应能实现水利工程变形、渗流、应力应变、水位、流量、降雨量、风速风向、温度湿度的实时、自动采集，采集数据准确率不低于98%，数据完整性不低于99%。
5.1.2 应具备数据存储与管理的功能，支持至少10年历史数据存储，数据查询响应时间不超过3 s。
5.1.3 应具备监测数据自动分析、异常识别与分级预警功能，预警信息发出时间不超过1 min，预警准确率不低于95%，预警方式包括弹窗、短信、邮件、声光报警和其他合适的方式。
5.1.4 应满足水利工程管理单位远程监控、数据共享与协同决策需求，支持与主管部门监测平台的数据对接。

## 5.2 环境要求

### 5.2.1 温度

室外安装的传感器及采集设备应能在-30 ℃～60 ℃环境下正常工作；室内设备应在0 ℃～40 ℃环境下正常工作，数据中心机房环境温度应控制在18 ℃～27 ℃，符合GB 50174的规定。

### 5.2.2 湿度

设备应能在相对湿度低于95%环境下正常工作，数据中心机房相对湿度应控制在40%～60%。

### 5.2.3 抗电磁干扰

设备电磁兼容性应符合GB 4943.1的规定，在工频电磁场、射频电磁场环境下，数据采集允许误差为±2%。

### 5.2.4 抗振动冲击

室外设备应能承受频率10 Hz～500 Hz、加速度50 m/s² 的随机振动，及峰值加速度100 m/s² 、持续时间11 ms的半正弦波冲击；振动冲击后设备功能正常，数据采集误差不超过±3%。

### 5.2.5 防水

室外设备防护等级应不低于GB/T 4208—2017中规定的IP65，水下传感器防护等级应不低于GB/T 4208—2017中规定的IP68。

# 6 系统架构

## 6.1 总体架构

系统采用感知层、传输层、平台层、应用层组成四层架构。

## 6.2 感知层

### 6.2.1 功能

感知层主要负责水利工程监测参数的实时采集，涵盖结构安全监测、运行状态监测和环境监测。

### 6.2.2 组成

主要由传感器、数据采集模块、本地控制模块、供电设备组成。

### 6.2.3 技术要求

6.2.3.1 传感器测量精度满足表 1 规定。

**表 1 传感器测量精度**

| 监测参数 | 传感器类型 | 测量范围 | 测量精度 |
|---|---|---|---|
| 水平位移 | GNSS接收机 | 0 m～10 m | ±5 mm |
| 垂直位移 | GNSS接收机、静力水准仪 | 0 m～5 m | ±10 mm |
| 深层水平位移 | 测斜仪 | ±30 mm | ±0.1 mm |
| 渗压 | 渗压计 | 0 MPa～5 MPa | ±0.5%FS |
| 应力应变 | 应变计 | -3000 μ ε ～+3000 μ ε | ±1%FS |
| 水位 | 水位计 | 0 m～30 m | ±0.5%FS |
| 降雨量 | 雨量计 | 0 mm/min～4 mm/min | ±4% |
| 风速 | 风速风向仪 | 0 m/s～60 m/s | ±0.5 m/s |
| 水质pH值 | pH传感器 | 0～14 | ±0.1 |

6.2.3.2 数据采集仪支持多通道采集，采样率不低于 1 Hz，具备数据缓存功能，断电后缓存数据可保存不低于 72 h。

6.2.3.3 太阳能供电系统应满足连续阴雨 7 d 设备正常工作，蓄电池容量不低于 100 Ah，太阳能电池板功率不低于 50 W；市电供电系统应配备 UPS，断电后持续供电时间不低于 2 h。

## 6.3 传输层

### 6.3.1 功能

传输层主要负责将感知层采集的数据传输至平台层，同时接收平台层下发的控制指令。

### 6.3.2 组成

由通信设备、通信线路、网络设备组成。

### 6.3.3 技术要求

6.3.3.1 低于 1 km 的近距离监测点位采用 LoRa 通信；1 km～10 km 中远距离且有公网覆盖区域采用 4G/5G 通信；无公网覆盖的偏远区域采用北斗卫星通信；核心监测点位采用光纤通信。

6.3.3.2 传输成功率不低于 99%，数据丢失时具备自动重传功能。

6.3.3.3 应配备硬件防火墙，支持入侵检测、病毒防护功能；通信数据采用 SSL/TLS 加密传输，防止数据被窃取或篡改。

## 6.4 平台层

### 6.4.1 功能

平台层主要负责监测数据的存储、管理、处理，为应用层提供数据支持与技术支撑，包括数据中心、计算中心、服务中心三大模块。

### 6.4.2 组成

由服务器、存储设备、操作系统、数据库管理系统、中间件组成。

#### 6.4.3 技术要求

6.4.3.1 服务器配置应符合以下规定：

a) 数据库服务器采用双机热备模式，CPU 不低于 2 颗，内存不低于 64 GB，硬盘容量不低于 2 TB；
b) 应用服务器 CPU 不低于 2 颗，内存不低于 32 GB；
c) 计算服务器支持 GPU 加速，适用于大数据分析与 AI 模型运算。

6.4.3.2 存储设备应支持分布式存储，总存储容量根据监测点位数量计算，存储设备读写速率不低于 500 MB/s，数据存储可靠性不低于 99.999％。

6.4.3.3 数据库管理系统应支持开源数据库、商业数据库，具备数据分区、索引优化、事务处理功能。

6.4.3.4 服务中心应提供 API 接口服务、数据共享服务、计算服务，接口响应时间不超过 500 ms。

### 6.5 应用层

#### 6.5.1 功能

应用层应面向水利工程管理单位、上级主管部门、技术人员等不同用户，提供监测监控、数据查询、分析预警、报表统计、协同管理等应用功能，分为Web端、移动端、大屏端三个应用入口。

#### 6.5.2 组成

由监控软件、分析软件、预警软件、报表软件、移动端APP、大屏展示系统组成。

#### 6.5.3 技术要求

6.5.3.1 Web 端应支持主流浏览器，页面加载时间不超过 3 s，支持多用户同时在线，具备用户权限分级管理。

6.5.3.2 移动端应支持离线数据查看，具备卫星导航定位、现场拍照上传功能。

6.5.3.3 大屏端应支持多屏拼接，数据刷新频率不低于 1 次/分钟，支持图表、视频画面联动展示，画面无卡顿、拖影现象。

## 7 功能要求

### 7.1 一般规定

7.1.1 系统应采用 B/S 架构与 C/S 架构结合模式，支持跨平台运行。

7.1.2 应具备模块化设计，包括数据采集模块、数据存储模块、数据处理模块、分析预警模块、可视化展示模块、用户管理模块、系统管理模块，模块间可独立部署与升级。

7.1.3 应支持高并发访问，单平台并发用户数不低于 500，数据处理能力不低于 1000 条/秒。

7.1.4 应符合 GB/T 35273、GB/T 37988 的规定，具备数据加密、权限控制、操作日志审计功能。

### 7.2 模块功能

#### 7.2.1 数据采集模块

数据采集模块功能如下：

a) 支持多协议采集，可对接不同类型传感器、数据采集仪；
b) 支持采集周期灵活配置，采集任务可批量管理；

c) 具备采集状态监控功能，实时显示采集点位在线/离线状态、数据接收情况，采集异常时自动重试并记录故障信息。

#### 7.2.2 数据存储模块

数据存储模块功能如下：

a) 支持关系型数据库与时序数据库结合存储，时序数据库用于存储高频监测数据，关系型数据库用于存储配置信息、用户信息、报警信息；
b) 具备数据自动备份功能，备份数据保留时间不低于 30 d；
c) 支持数据生命周期管理，可配置数据归档策略，归档数据可快速恢复查询。

#### 7.2.3 数据处理模块

数据处理模块功能如下：

a) 自动识别并处理异常数据，异常数据标记为“可疑”并保留原始值，处理方式包括插值补全、均值滤波、阈值过滤；
b) 支持监测数据单位转换、格式转换，转换后数据误差不超过±0.1%；
c) 对不同来源、不同格式的监测数据进行标准化处理，统一数据结构与编码规则。

#### 7.2.4 分析预警模块

分析预警模块功能如下：

a) 支持趋势分析、对比分析、相关性分析；
b) 支持 AI 辅助分析，采用机器学习模型预测监测参数变化趋势，预测误差不超过±5%；
c) 支持四级预警，预警阈值可按监测点位、参数类型独立配置；预警触发后，1 min 内通过平台弹窗、短信、邮件、声光报警发出预警信息；
d) 支持预警信息查询、确认、处理、归档，处理结果应记录，形成预警闭环管理。

#### 7.2.5 可视化展示模块

可视化展示模块功能如下：

a) 支持 GIS 地图与工程图纸叠加，在地图上标注监测点位位置，实时显示点位状态与最新监测数据，点击点位可查看详细数据与历史曲线；
b) 支持折线图、柱状图、饼图、散点图、热力图等多种图表类型，可自定义图表样式，图表支持缩放、平移、数据导出；
c) 支持接入视频监控系统，符合 GB/T 28181 的规定，在可视化界面中实时播放监测点位周边视频画面，可实现“数据异常-视频联动”功能。

#### 7.2.6 用户与系统管理模块

用户与系统管理模块功能如下：

a) 支持三级用户权限，管理员具备全部操作权限，操作员具备数据查看、预警处理权限，查看员仅具备数据查看权限；
b) 支持用户创建、删除、密码重置，密码应符合复杂度要求；
c) 支持系统参数配置、设备管理、日志管理，日志保留时间不低于 1 年，支持按条件查询与导出；
d) 提供标准 API 接口，支持与主管部门平台、第三方系统对接，接口文档完整，支持接口调用测试与监控。

# 8 监测数据要求

## 8.1 数据采集

8.1.1 数据采集应覆盖水利工程关键安全参数，具体包括以下：

a) 结构安全参数：变形、渗流、应力应变；

b) 运行状态参数：水位、流量、设备工况；

c) 环境参数：降雨量、风速、风向、气温、湿度、水质。

8.1.2 常规工况下，变形、渗流、应力应变参数采集周期不超过 1 h，水位、流量参数采集周期不超过 10 min，降雨量、风速风向参数采集周期不超过 5 min；异常工况下，自动切换为触发采集，采集周期缩短至 1 min～5 min。

## 8.2 数据传输

8.2.1 传输内容包括监测数据、设备状态数据、故障数据。

8.2.2 传输协议宜优先采用标准协议。

8.2.3 局域网单次传输时延不超过 3 s、北斗卫星不超过 30 s；数据传输过程中传输层采用 SSL/TLS 加密、数据内容采用国家商用密码加密，防止数据被窃取或篡改。

8.2.4 传输网络中断时，感知层设备应将数据缓存至本地，网络恢复后自动上传缓存数据，上传时支持断点续传，避免数据重复或丢失。

## 8.3 数据处理

8.3.1 平台层接收传输层数据后，验证数据完整性与合法性，验证通过则进入下一步，验证失败则标记为“无效数据”并记录。按以下规则处理数据：

a) 超出量程数据：标记为“超量程”，采用前 5 次有效数据的均值补全；

b) 跳变数据：相邻两次数据差值超过正常波动范围，标记为“跳变”，采用线性插值补全；

c) 缺失数据：连续缺失不超过 5 次，采用线性插值补全；连续缺失超过 5 次，标记为“数据缺失”并触发设备故障报警。

8.3.2 按参数类型分别存储至时序数据库或关系型数据库，存储时记录数据来源、处理时间、处理方式。

## 8.4 数据分析

### 8.4.1 常规分析

8.4.1.1 生成监测参数的日、周、月、年变化曲线，计算日均值、月均值、年最大值/最小值，分析参数长期变化趋势。

8.4.1.2 同一监测类型不同点位对比、同一点位不同参数对比、不同时期数据对比。

8.4.1.3 计算监测数据的均值、方差、标准差、变异系数，评估参数波动程度，变异系数超过 0.2 时标记为“波动异常”。

### 8.4.2 专项分析

8.4.2.1 对水平位移、垂直位移数据进行回归分析，计算变形速率，变形速率超过 0.5 mm/d 时触发预警。

8.4.2.2 分析渗压与水位的相关性，计算渗流量变化率，渗流量突增超过 20%时触发预警。

8.4.2.3 结合工程结构力学模型，分析应力应变分布规律，应力超过设计值 80%时触发预警。

#### 8.4.3 AI 辅助分析

8.4.3.1 采用 LSTM 神经网络模型，基于历史监测数据预测未来 7 d 监测参数变化趋势，预测步长为 1 h，预测误差不超过±5%。

8.4.3.2 采用随机森林、SVM 模型，对监测数据进行异常识别，模型训练样本量不低于 10 万条，异常识别准确率不低于 95%。

8.4.3.3 每季度基于新增监测数据对 AI 模型进行重新训练，优化模型参数，确保预测与识别精度。

## 9 系统集成与验收

### 9.1 系统集成要求

9.1.1 传感器安装位置应经工程技术人员确认，安装牢固，传感器线缆应设置防护。

9.1.2 电源线与信号线分开布设，避免电磁干扰；室外布线应采用防水、抗腐蚀线缆，地下布线应埋深超过 0.7 m。

9.1.3 传感器、数据采集仪、网络设备应单独接地，接地电阻不超过 4 Ω；数据中心机房采用联合接地，接地电阻不超过 1 Ω。

9.1.4 软件各模块应进行联调，确保数据流转顺畅，模块间接口调用成功率不低于 99.9%。

9.1.5 与主管部门平台对接时，应完成接口联调，提交对接测试报告。

9.1.6 部署防火墙、入侵检测系统、数据加密模块，进行安全渗透测试，修复发现的安全漏洞。

### 9.2 系统验收

#### 9.2.1 验收条件

9.2.1.1 系统建设完成，所有硬件设备安装调试完毕，软件平台部署完成，具备正常运行条件。

9.2.1.2 完成系统功能测试、性能测试、安全测试，测试报告完整且符合本文件要求。

9.2.1.3 完成至少 30 d 的试运行，试运行期间系统可用性不低于 99.5%，预警准确率不低于 95%，无重大故障。

9.2.1.4 提交完整的验收资料，包括但不限于以下：

a) 系统建设方案；
b) 设备采购合同与合格证；
c) 校准报告；
d) 测试报告；
e) 试运行报告；
f) 软件文档；
g) 数据接口文档。

#### 9.2.2 验收内容

验收内容包括以下：

a) 核对硬件设备型号、数量、参数是否与建设方案一致；
b) 检查传感器安装位置准确性、布线规范性、接地电阻，采用万用表、接地电阻测试仪等工具现场检测；
c) 逐一测试传感器数据采集功能、数据采集仪通信功能、网络设备传输功能；
d) 测试软件各模块功能，包括数据采集、数据处理、分析预警、可视化展示；
e) 测试系统响应时间、数据处理能力、系统稳定性；

f） 测试数据加密、权限控制、漏洞防护，采用渗透测试工具检测。

#### 9.2.3 数据验收

数据验收包括以下：

a） 检查试运行期间监测数据完整性，无缺失、重复、篡改现象；

b） 随机抽取 10％的监测数据，与人工测量值或标准仪器测量值对比，误差小于传感器规定精度；

c） 测试与上级水利主管部门平台的数据对接功能，数据上传成功率不低于 99％，数据格式符合要求。