

团 体 标 准

T/JSCTS XXXX—2025

宽幅现浇箱梁预应力智能监测技术规程

Technical regulations for intelligent monitoring of wide cast-in-place box girder
prestressing

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

江苏省综合交通运输学会 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 设计 2

 4.1 系统设计 2

 4.2 埋设点设计 2

5 设备 2

 5.1 一般要求 2

 5.2 倾角传感器 3

 5.3 应变计 3

 5.4 钢筋计 4

6 安装 5

 6.1 一般要求 5

 6.2 倾角传感器 5

 6.3 应变计 5

 6.4 钢筋计 6

 6.5 线缆铺设 7

7 监测 7

 7.1 一般要求 7

 7.2 数据采集 8

 7.3 数据分析 8

 7.4 安全预警 10

附录 A（资料性） 应变计阻值温度对照表 11

附录 B（资料性） 钢筋计温度测量电阻规格参数表 12

参考文献 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。

本文件由江苏港通路桥集团有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：江苏港通路桥集团有限公司、中济通设计集团有限公司、张家港市苏通智慧交通有限公司、张家港市交通工程质量监督站、张家港市交通工程建设服务中心。

本文件主要起草人：孙丁南、张忠远、徐力、吴磊、冯晓波、陈亚兵、沈静、许海达、徐建清、陆俊、丁磊、陈浩、许海达、钱俊凯、李磊、董文溢、孙明皓、张昂然、陈爽、靖辉、袁文、刘星、冯佳伟、刘成、钱立伟、林峰、王以青、李东。

宽幅现浇箱梁预应力智能监测技术规程

1 范围

本文件规定了宽幅现浇箱梁预应力智能监测技术设计、设备、安装及监测等要求。
本文件适用于宽幅现浇箱梁预应力智能监测技术的应用。

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。

JG/T 163 钢筋机械连接用套筒
JT/T 577 振弦式钢筋计
JT/T 1037 公路桥梁结构监测技术规范
SJ 20873 倾斜仪、水平仪通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

宽幅现浇箱梁 wide-span cast-in-place box girder

主梁顶宽（或桥面净宽）不小于30m，或宽跨比大于0.15的现浇预应力混凝土箱梁。

3.2

宽幅现浇箱梁预应力监测 wide-width cast-in-place beam prestressed monitoring system

对宽幅现浇箱梁的预应力状况变化特征及发展趋势实施数据采集、分析与反馈活动。

3.3

无线振弦采集系统 non-sinusoidal acquisition system

由无线采集节点、数据采集基站、数据服务器和数据采集软件等构成的系统。

3.4

预警等级 rating of early-warning

根据桥梁预应力系统监测数据反映的风险要素对桥梁结构安全可能造成的危害程度、紧急程度及发展态势划分的分级。

3.5

横向不均匀系数 horizontal non-uniformity coefficient

宽幅桥梁或多箱室截面结构在横桥向受力、变形或预应力分布差异程度的无量纲系数，用于反映各箱室、各梁片或各监测截面之间的受力或变形偏差。

3.6

倾角传感器 inclination sensor

一种用于测量混凝土结构物相对于某个参考平面倾斜角度的传感设备。

3.7

应变计 strain gauge

一种用于测量混凝土结构物内部应变变化量的传感设备。

3.8

钢筋计 reinforcement meter

一种用于测量混凝土结构内部钢筋（或锚杆）受力状态的传感设备。

3.9

垂度计 sag gauge

一种用于测量混凝土结构物在自重或规定载荷下产生垂度（下垂量）的传感设备。

3.10

连接杆 connecting rob

一种装配于钢筋计感应体两端，连接钢筋计与结构钢筋的金属衔接部件。

4 设计

4.1 系统设计

4.1.1 设计前应对施工现场进行考察，设计时应符合 JT/T 1037 中第 7 章的相关要求，考虑结合箱梁环境、结构响应和结构特征等因素，兼顾传感器布设条件的约束性。

4.1.2 监测系统应覆盖桥梁施工全过程，符合运行稳定、安全可靠、维护便捷的技术要求，集成北斗卫星导航、5G 通信、大数据分析等智能化新兴技术，保障监测数据精准采集、高效传输及深度应用。

4.1.3 监测数据采集系统应具备多通道同步采样功能，各通道间时间同步精度不应低于 0.1s，保证横向均匀性。

4.1.4 预应力智能监测系统应由倾角传感器、应变计、钢筋计、数据采集箱、交换机、工控机、服务器及显示器等部分组成。

4.2 埋设点设计

4.2.1 应根据箱梁结构类型、工作条件等因素确定传感器类型、尺寸大小、安装方式、布置位置、数量及方向。

4.2.2 传感器布设应根据宽幅现浇箱梁结构要求均匀布设相同数量和类型的传感器，各断面内应沿纵向布设不少于两组应变计或钢筋计，以捕捉横向差异与纵向发展趋势。

4.2.3 布设时应选择箱梁受力较大、变形大、预应力变化明显等位置。针对性能退化、损伤严重、箱梁横向距离较远位置等关键部位可增布校核点。

4.2.4 分析扭转行为时，可在横向两侧对称位置布设倾角传感器或垂度计，形成横向扭转监测单元。

4.2.5 传感器纵向间隔宜 ≤ 15 m，横向布设应符合以下要求：

- 锚固端附近：传感器宜布设在预应力筋的锚固段或预应力施加的关键部位，距离锚固端不宜超过 50~100 cm，监测锚固过程中的预应力变化情况；
- 跨中位置：传感器宜布设在跨中承受弯矩最大区域和每跨 1/4 和 3/4 跨径处，监测预应力值变化情况；
- 支点附近：传感器宜布设在箱梁支点附近，距离支点边缘距离约 0.5~1 m 处，监测预应力筋在抵抗负弯矩过程中预应力变化情况；
- 预应力筋转向处：传感器宜布设在预应力筋转向处，距离转向装置边缘约 0.3~0.5 m 处，监测预应力在转向过程中的损失情况。

4.2.6 宽幅箱梁横向刚度分布不均，应在顶板、腹板及底板沿横向至少设置三条监测断面，宜包括：左翼缘、中箱室、右翼缘，如图 1 所示。

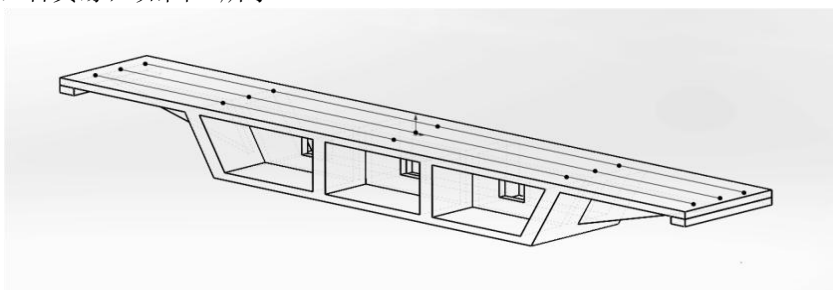


图 1 监测点横向布设示意图

5 设备

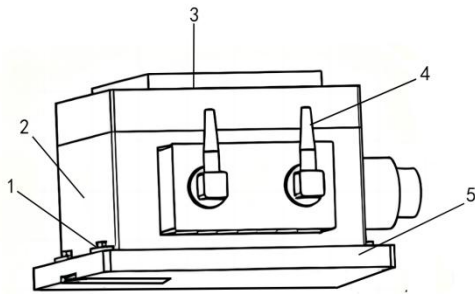
5.1 一般要求

- 5.1.1 监测传感器使用年限应符合 JT/T 1037 的相关要求，埋入式传感器使用寿命不应低于 20 年，非埋入式传感器使用寿命不应低于 5 年，应与结构具有良好的兼容性，不损害结构的性能。
- 5.1.2 设备安装前，应检查仪器规格型号、编号、出厂检验证书等信息。检查外观、密封、防护套、导线完整性，经检验合格后进行安装。

5.2 倾角传感器

5.2.1 倾角传感器结构

倾角传感器应符合SJ 20873的相关技术要求。传感器通过固定块进行固定，配置专用外壳及增益天线，其底部设安装底座，整体安装于混凝土结构物外端。倾角传感器的结构设计如图2所示。



- 标引序号说明
- 1——固定块、螺丝
 - 2——传感器外壳；
 - 3——顶部盖板；
 - 4——增益天线；
 - 5——底座。

图 2 倾角传感器结构图

5.2.2 倾角传感器技术参数

倾角传感器技术参数应符合表1的相关要求。

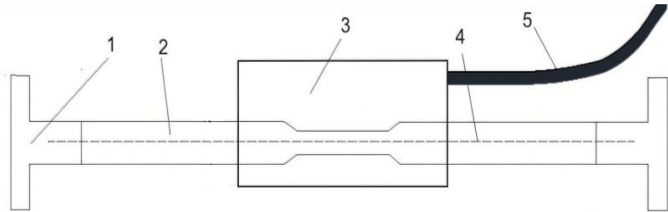
表 1 倾角传感器技术参数

参数名称	参数要求
测量范围	$\pm 30^{\circ}$
分辨率	$\leq 0.001^{\circ}$
测量精度	$0.001 \sim 0.005^{\circ}$
输出频率	5~100 Hz
工作温度	-40~85℃
抗震性	>20000g

5.3 应变计

5.3.1 应变计结构

- 5.3.1.1 应变计外壳应设置接地双保护套、双绞屏蔽聚氨酯电缆，接地双保护套、双绞屏蔽聚氨酯电缆应具有耐机械磨损性和抗干扰性。
- 5.3.1.2 应变计由线圈防护壳、左右密封端、保护管及水工观测线缆组成，保护套的设计结构见图 3。



标引序号说明

- 1——密封端；
- 2——保护管；
- 3——线圈防护壳；
- 4——钢弦；
- 5——线缆。

图 3 应变计结构图

5.3.2 应变计技术参数

应变计技术参数应符合表2的相关要求。

表 2 应变计技术参数

参数名称	参数要求
工作温度	-40 ℃~80 ℃
工作湿度	5%~95% mol
测量标距	≥150 mm
测量范围	±3000 με
精度	±0.1%F.S
测温范围	-40~80 ℃
测温精度	±0.5 ℃

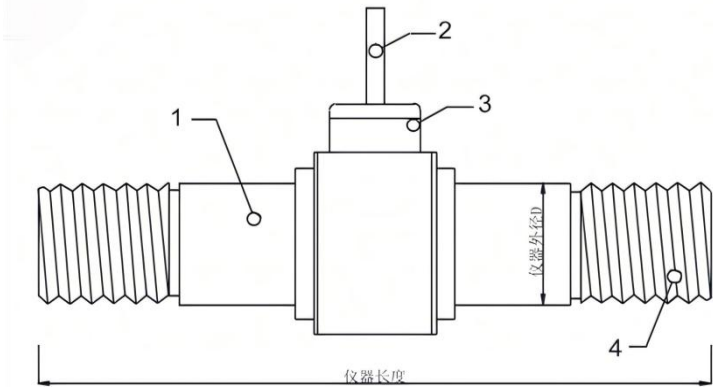
5.4 钢筋计

5.4.1 钢筋计结构

5.4.1.1 钢筋计应符合 JT/T 577 的相关要求，带有测温的半导体芯片，通过芯线连接至钢筋计内部的半导体芯片。

5.4.1.2 钢筋计受轴力时，引起内部弹性钢弦的张拉变化，改变钢弦的振动频率。通过频率仪测得钢弦的频率变化测出钢筋所受作用力的大小，监测混凝土结构或钢支撑受力。

5.4.1.3 钢筋计采用振弦式原理设计，结构如图 4 所示由不锈钢金属外壳、水工观测线缆、锁紧接头、内部线圈组件、智能电路组成。



标引序号说明

- 1——全金属保护外壳；
- 2——观测线缆；
- 3——锁紧接头；
- 4——外螺纹接头。

图 4 钢筋计结构图

5.4.2 钢筋计技术参数

钢筋计技术参数应符合表3的相关要求。

表 3 钢筋计技术参数

参数名称	参数要求
测量拉伸范围	$\leq 300\text{ mm}$
测量压缩范围	$\leq 200\text{ mm}$
耐水压	$\geq 1\text{ MPa}$
综合误差	$\leq 1\%\text{F.S}$
非线性度	$\leq 1\%\text{F.S}$
承压过载能力	$1.2\%\text{F.S}$
温度测量范围	$-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$
测温精度	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
绝缘电阻	$\geq 50\text{ M}\Omega$

6 安装

6.1 一般要求

- 6.1.1 传感器安装前应进行现场校验，校验不合格或测试数据异常的仪器应即时更换。
- 6.1.2 钢筋计应保证与主筋的连接刚度，若需滚丝、截断、焊接，应严格控制滚丝质量与焊接热影响区。
- 6.1.3 关键位置宜布设多个不同测量原理或不同厂家的传感器进行交叉验证，便于识别单点失灵或漂移。
- 6.1.4 传感器安装位置确定后，应明确记录埋设点位坐标或监测区域相对位置信息。

6.2 倾角传感器

- 6.2.1 传感器应在选定测点安装，并采用螺栓、支架或其他经试验验证的可靠方式固定，确保安装牢固，避开强振动、电磁干扰及人为碰撞等影响。
- 6.2.2 倾角传感器安装面应平整、无异物。传感器安装面与被测量面固定应紧密贴合、无缝隙。
- 6.2.3 安装时，应调整传感器的方向，使传感器轴线与被测量轴线应保持平行，两轴线不应产生夹角，减少安装偏角导致的测量误差，安装示意图如图 5 所示。

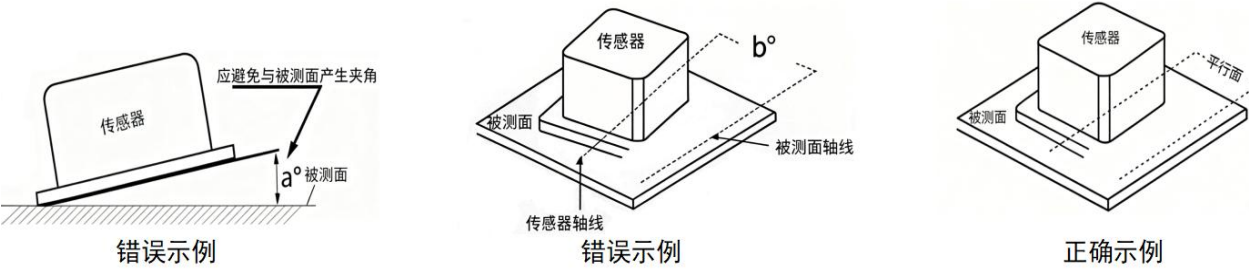
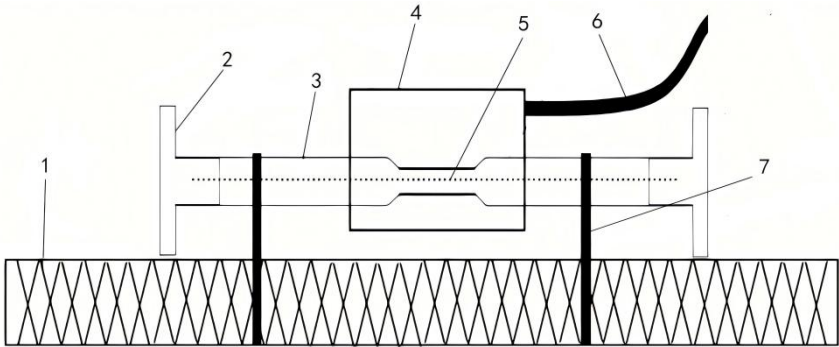


图 5 倾角传感器安装示意图

6.3 应变计

- 6.3.1 应变计的安装位置应结合实际测试需求和传感器使用环境，选择易于接近的位置安装，便于后续数据采集和调试。
- 6.3.2 应变计按说明书进行固定与定位，保证量测端牢固但中间略悬空，传感器轴线应与预应力筋走向一致，保持变形同步传递。
- 6.3.3 安装时应选择构件受力均匀、无明显形变的部位，不应在结构件的边缘或狭缝处安装。应变计应牢固可靠，无倾斜或松动现象。
- 6.3.4 应变计绑扎时，宜采用细扎丝或尼龙扎带固定，绑扎位置应位于应变计两端（即受力柄）内侧 5 mm 处。应变计两侧密封端需紧贴钢筋表面，中间呈悬空状态。
- 6.3.5 振捣作业时，振捣棒距钢筋计布设点的距离应 $\geq 30\text{ cm}$ ，严禁直接冲击钢筋计及连接电缆。
- 6.3.6 应变计与数据采集器或仪表之间的连接部位应紧密可靠，避免信号在传输过程中失真或受干扰。

- 6.3.7 安装完成后，应对连接部位进行检查，确保连接紧密、无渗漏现象。
- 6.3.8 应变计安装后应记录安装位置、安装高度、安装时间等相关信息，便于后续维护和检修，安装示意图如图 6 所示。



标引序号说明

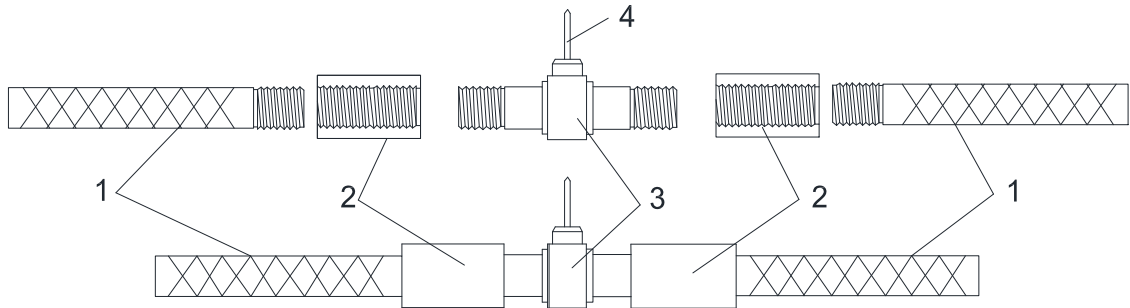
- 1——被测钢筋；
2——密封端；
3——保护管；
4——线圈保护壳；
5——钢弦；
6——线缆；
7——绑扎带。

图 6 应变计安装示意图

6.4 钢筋计

6.4.1 与被测钢筋直接连接

- 6.4.1.1 钢筋可灵活转动且现场配备滚丝设备时，宜优先采用螺纹连接，根据施工情况将被测钢筋进行截断。
- 6.4.1.2 钢筋截断后，应使用剥肋直螺纹滚丝机对截断钢筋端头进行滚丝处理，与钢筋计的安装钢筋套筒螺纹连接并旋紧，形成整根钢筋并将其放置到被测钢筋网中。
- 6.4.1.3 钢筋套筒螺纹应符合 JG/T 163 的相关要求，螺纹的尺寸应与实际钢筋尺寸相配套。
- 6.4.1.4 钢筋套筒螺纹连接时应使用管钳等工具将接头拧紧，安装彼端接头时应避免钢筋计的两端产生相对扭转，螺纹连接示意图如图 7 所示。



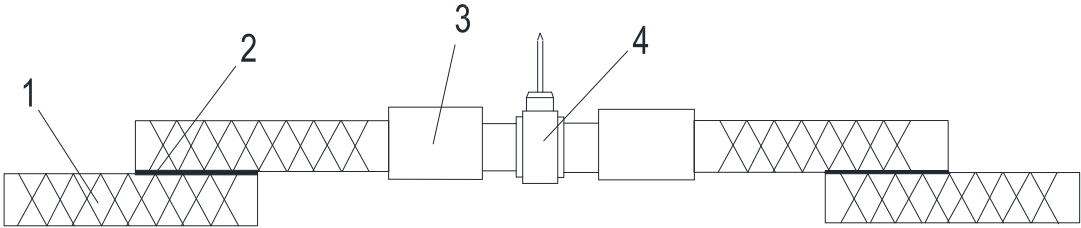
标引序号说明

- 1——被测钢筋（滚丝后带螺纹）；
2——套筒；
3——钢筋计；
4——观测电缆。

图 7 螺纹安装连接示意图

6.4.2 与被测钢筋用连接杆连接

- 6.4.2.1 钢筋已绑扎成整体无法灵活转动的情况下宜采用焊接连接。
- 6.4.2.2 焊接时应在预安装部位截取 0.8~1.5 m 长钢筋，实际长度应按连接钢筋计与连接杆的规格截取。搭焊长度应大于 10 倍的钢筋计直径。连接杆搭接示意图如图 8 所示。



标引序号说明：

1——被测钢筋；

2——焊缝；

3——套筒；

4——钢筋计。

图 8 连接杆搭接安装示意图

- 6.4.2.3 单根连接杆长度因被测钢筋直径大小而不同，连接杆长度如表 4 所示。

表 4 单根连接杆长度

单位为mm

螺纹	直径	长度
M20×2.5	20	400
M22×2.5	22	440
M25×3	25	500
M28×3	28	560

- 6.4.2.4 使用剥肋直螺纹滚丝机将两截钢筋滚丝后，通过钢筋套筒与钢筋计连接，形成整根钢筋后将其焊接至被截部位。
- 6.4.2.5 焊接作业时，宜采用湿毛巾包裹连接杆及钢筋计，并在焊接的过程中持续向毛巾补水降温，直至焊接结束。确保钢筋计表面温度控制在传感器允许工作范围内（-40℃~80℃），避免温度过高造成设备损坏。严禁在焊缝处直接浇水冷却，防止焊缝开裂。
- 6.4.2.6 焊缝应无裂纹、夹渣、气孔、咬边等缺陷，焊缝成形规整，与钢筋过渡自然，若出现缺陷时应及时补焊。
- 6.4.2.7 焊接后应检查钢筋计传感器是否完好，出现破损、失灵等情况应及时补焊或更换。

6.5 线缆铺设

- 6.5.1 线缆可拼接加长，接线时应按照接线图和标识进行操作，接通时线芯颜色应一一对应，保持接头完全防水。
- 6.5.2 铺设线缆时应远离电噪源，如动力线、发电机、电机、变压器、弧焊机等，提高数据传输的可靠性。
- 6.5.3 导线应沿相邻主筋的两侧向上引出，间隔 50 cm 绑扎尼龙扎带绑。导线应略微松弛，不宜绑扎过紧。
- 6.5.4 绑扎带不应使用铁丝，防止割断电缆。
- 6.5.5 同侧钢筋计的引出电缆应绑在相邻的同一根钢筋上。
- 6.5.6 通过障碍物或弯道时，应采取加装护套或使用固定装置等保护措施，确保电缆和设施的安全。
- 6.5.7 线缆接头处应完全防水，在钢筋笼的上端将导线穿过钢管或塑料管以保护电缆。

7 监测

7.1 一般要求

- 7.1.1 数据采集频率应根据监测需求合理设定，确保数据的连续性。
- 7.1.2 数据分析时应综合监测数据及数据库既往情况及施工工况，对采集的原始数据进行数据清洗，去除异常值、缺失值。
- 7.1.3 数据分析时将采集到的频率信号转换为应变变量，按公式计算初始应变值。同步采集钢筋计内置热敏电阻测得的实时温度 T_i ，依据温度修正公式对测量结果进行温度修正，消除热输出影响。修正后的应变数据经采集仪器处理，最终输出被测钢筋的实时应力 σ ，数据传输路径如图9所示。
- 7.1.4 预警应结合监测数据与实际情况进行综合评判，识别可表征的警情前兆，按规定及时发布预警信息。

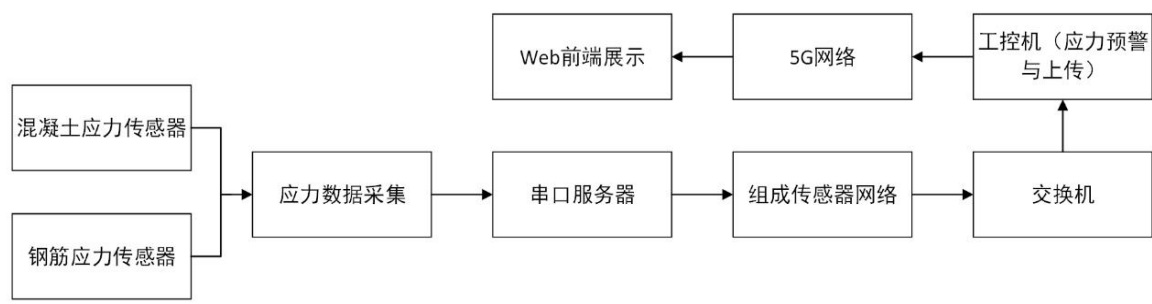


图9 数据传输路径图

7.2 数据采集

7.2.1 基准值读取

- 7.2.1.1 传感器埋设后，应在混凝土浇筑28d后进行初始读数采集，同一位置稳定采集三次并取平均值。
- 7.2.1.2 重复操作两次选取基准值，如果两次测值基本相同（误差 $\leq 0.5\%F.S$ ），则基准值取值正确。若测量值出现偏差，应重新校准基准值。
- 7.2.1.3 基准值选定后应做好记录，作为计算基准值。

7.2.2 数据采集

- 7.2.2.1 无线振弦采集系统由无线采集节点、数据采集基站、数据服务器和数据采集软件构成。
- 7.2.2.2 通过无线通讯与基站连接，基站将数据通过GPRS、Internet等传输到远程服务器，实现远程客户数据访问和下载管理，消除长距离导线传输带来的噪声干扰。

7.2.3 温度测量

将欧姆表连接到传感器半导体温度计两根导线上，电阻值随温度变化量大，忽略线缆电阻。根据欧姆表所测电阻对照应变计阻值温度对照表（参见附录A）、钢筋计阻值温度对应表（参见附录B）查找对应温度。

7.3 数据分析

7.3.1 应变计实时应力

对任意振弦式应变计，其在某一时刻的实时应力 ε 按下列公式计算。计算结果为负值时，应变计工作在压缩状态，反之则工作在拉伸状态，计算数值保留小数点后一位：

$$\varepsilon = G(F_i - F_0) + (T_i - T_0) \times (b_1 - b_2) \dots\dots\dots (1)$$

- 式中：
- ε ——被测混凝土的实时应力；
 - G ——应变计系数；
 - F_i ——应变计在*i*时刻测量频率；
 - F_0 ——应变计起始频率；

T_i ——应变计在*i*时刻测量的温度值；
 T_0 ——初始温度值；
 b_1 ——应变计的温度补偿修正系数（约为12.2 me/°C）；
 b_2 ——混凝土物体膨胀系数，约为10.42 me/°C。

7.3.2 钢筋计实时应力

对任意钢筋计，其在某一时刻的实时应力 σ 按下列公式计算，计算数值保留小数点后一位：

$$\sigma = R(F_i - F_0) + b(T_i - T_0) \quad (1)$$

式中：

σ ——钢筋计所受到的实时应力；
 F_0 ——钢筋计其实输出的模数值；
 F_i ——钢筋计实时模数值测量值（与振动频率相关）；
 T_i ——钢筋计感受的实时温度；
 T_0 ——钢筋计感受的起始温度；
 R ——钢筋计最小读数。

7.3.3 宽幅箱梁横向差异分析

7.3.3.1 监测系统应对箱梁横向各测点的应力、应变、温度、挠度数据进行差异化分析，计算横向不均匀系数：

$$\eta = \frac{|\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}|}{\varepsilon_{\text{avg}}} \quad (3)$$

式中：

ε_{avg} ——监测点平均值；
 ε_{\min} ——监测点最小值；
 ε_{\max} ——监测点最大值；
 η ——横向不均匀系数， $\eta > 0.15$ 时，应视为横向应变分布显著不均，需进入预警状态。

7.3.3.2 对横向扭转行为，应采用两侧应变差计算扭转角变化率：

$$\theta_t = \frac{\varepsilon_L - \varepsilon_R}{2h} \quad (4)$$

式中：

θ_t ——扭转角变化率，当 θ_t 连续增长且超过设计值的1.2倍时，应触发预警；
 ε_L ——截面左翼缘的纵向应变；
 ε_R ——截面右翼缘的纵向应变；
 h ——梁高，mm。

7.3.3.3 分析横向应变云图或差异曲线，用于评估宽幅结构横向协调性。

7.3.3.4 不同箱室之间的预应力损失差应按式计算：

$$\Delta P = |P_i - P_j| \quad (5)$$

式中：

ΔP ——不同箱室之间的预应力损失差；
 P_i ——第*i*箱室的实测预应力平均值；
 P_j ——第*j*箱室的实测预应力平均值。

7.3.3.5 箱室相对差值：

$$\delta_P = \frac{\Delta P}{P_{\text{avg}}} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

P_{avg} ——同一横截面内所有箱室的平均预应力值；
 δ_P ——箱室相对差值，当双箱三腔梁顶板 $>10\%$ ，表示横向受力不协调应触发预警。

7.3.3.6 横向温度梯度应按下列式计算：

$$\Delta T = T_t - T_b \quad (7)$$

$$\Delta T = T_l - T_r \quad (8)$$

式中：

T_t 、 T_b ——顶板与底板温度；

T_l 、 T_r ——左翼缘与右翼缘处温度；

ΔT ——横向温度梯度，当 $\Delta T > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，应进行结构响应校核与温度补偿修正。

7.3.4 数据异常分析

7.3.4.1 传感器出现零点漂移、频率跳变、通信中断或异常噪声时，应触发设备故障提示并进行现场检查，避免将设备故障误判为结构异常。

7.3.4.2 数据异常宜按下列要求分析：

- 桥梁使用期间温度变化影响引起传感器电阻值变化，造成热零点漂移和热灵敏度漂移。同时，被测钢筋和传感器的线膨胀系数不同，温度变化时产生附加变形，产生温度应力，影响预应力监测值；
- 高湿度环境影响传感器绝缘性能下降，造成漏电、短路等问题，影响传感器测量精度；
- 传感器受到机械冲击、振动等外力作用时，导致传感器移位、松弛或损坏，造成监测结果异常；
- 其他情况导致监测数值波动异常或超出阈值范围时，应派桥梁管理人员进行因素排查，排除隐患。

7.4 安全预警

7.4.1 原始频率信号应按公式转换为应变值，再根据被测钢筋的弹性模量换算为应力，完成应力计数据处理。

7.4.2 钢筋计实测读数应结合监测截面的几何参数、钢筋截面特性及材料力学性能，依据现行国家或行业计算规范换算为钢筋应力值。

7.4.3 对应变或应力做温度修正，剔除短时活荷载影响，获得长期预应力损失曲线。

7.4.4 定义初始有效预应力作为相对变化的参照，参考设计的预应力损失计算，结合现场测得数据拟合出实际损失趋势。

7.4.5 预警信息应包括工程名称、预警项目测点编号、当前监测状态及分析结果、预警时间等，及时调整监测参数，发送至相关单位。

7.4.6 预应力预警阈值应符合工程设计与规范的要求，根据桥梁设计规范、安全等级以及结构类型进行设定。预警宜设置三级预警：

- I级：相对基准值变化超过5%或短期异常，应加强监测频率；
- II级：相对基准值变化超过10%或7日内累计变化率超过5%，或出现趋势偏离理论损失曲线明显，应进行技术复核、现场核查；
- III级：相对基准值变化超过15%或任一时刻测得的应力接近或超过设计允许值，应启动应急处置程序，如载荷限制、维修或进一步详细检测。

7.4.7 出现下列情况时应进行预警：

- 单次测点应力或应变值直接超出设计允许值或接近构件极限；
- 相对基准的累计损失超过预定阈值；
- 单点24小时内变化超出稳定速率或一周内累计变化率显著超出理论预测；
- 多传感器在相邻区域同时异常。

附录 A
(资料性)
应变计阻值温度对照表

表 A.1 为应变计阻值温度的对照参数。

表 A.1 应变计阻值温度对照表

Toper (℃)	R_T/R_{25}	T-TOL. (±K)	TCR (%/K)	302
-40	33.21	0.68	-6.57	99.63
-35	23.99	0.66	-6.36	71.97
-30	17.52	0.64	-6.15	52.56
-25	12.93	0.62	-5.95	38.79
-20	9.636	0.59	-5.76	28.91
-15	7.250	0.57	-5.58	21.75
-10	5.505	0.55	-5.40	16.51
-5	4.216	0.52	-5.24	12.65
0	3.255	0.50	-5.08	9.766
5	2.534	0.50	-4.92	7.602
10	1.987	0.50	-4.78	5.962
15	1.570	0.50	-4.64	4.710
20	1.249	0.50	-4.50	3.746
25	1.000	0.50	-4.37	3.000
30	0.8059	0.50	-4.25	2.418
35	0.6535	0.50	-4.13	1.960
40	0.5330	0.50	-4.02	1.599
45	0.4372	0.50	-3.91	1.312
50	0.3605	0.50	-3.80	1.082
55	0.2989	0.55	-3.70	0.8966
60	0.2490	0.61	-3.60	0.7470
65	0.2084	0.66	-3.51	0.6253
70	0.1753	0.72	-3.42	0.5259
75	0.1481	0.77	-3.33	0.4443
80	0.1256	0.83	-3.25	0.3769
85	0.1070	0.89	-3.16	0.3211
90	0.09154	0.95	-3.09	0.2746
95	0.07860	1.02	-3.01	0.2358
100	0.06773	1.08	-2.94	0.2032
105	0.05858	1.14	-2.87	0.1757
110	0.05083	1.21	-2.80	0.1525

附 录 B

(资料性)

钢筋计温度测量电阻规格参数表

表 B.1 为钢筋计温度测量电阻的规格参数。

表 B.1 钢筋计温度测量电阻规格参数表

参数	数值
25℃时电阻值, Ω	3000
B_{25} 值, K	3950
测温精度, %	± 1

参 考 文 献

- [1] GB/T 3408.2 大坝监测仪器 应变计 第2部分：振弦式应变计
 - [2] GB/T 9813.3 计算机通用规范 第3部分：服务器
 - [3] GB/T 13606 土工试验仪器 岩土工程仪器 振弦式传感器通用技术条件
 - [4] GB/T 50010 混凝土结构设计规范
 - [5] GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
 - [6] GB 50982 建筑与桥梁监测技术规范
 - [7] JGJ/T 302 建筑工程施工过程分析与监测技术规程
 - [8] JGJ 369 预应力混凝土结构设计规范
 - [9] SJ/T 11292 计算机用液晶显示器通用规范
 - [10] YD/T 1255 具有路由功能的以太网交换机技术要求
-