

报批稿

泰顺县326省道、220省道桥梁健康监测系统及 主要平交口交安设施提升建设工程

施工图设计

第一册 共一册



浙江数智交院科技股份有限公司
ZHEJIANG INSTITUTE OF COMMUNICATIONS CO., LTD.
二〇二五年二月

泰顺县326省道、220省道桥梁健康监测系统
及主要平交口交安设施提升建设工程

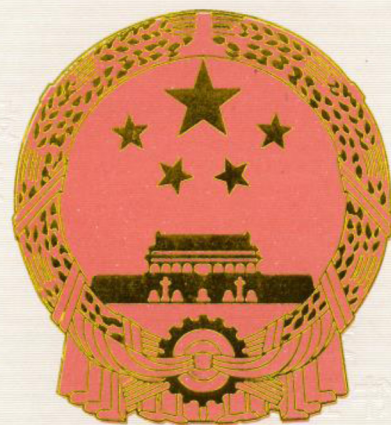
施工图设计

第一册 共一册

第一册 第一篇 健康监测设计

第二篇 交安设计

第三篇 施工图预算



工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号: A133003353

有效 期: 至2027年09月28日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企 业 名 称 : 浙江数智交院科技股份有限公司

经 济 性 质 : 其他股份有限公司 (非上市)

资 质 等 级 : 工程设计综合资质甲级。

可承接各行业、各等级的建设工程设计业务。*****

发证机关:



2022年09月28日

No.AZ 0103053

本 册 目 录

工程名称：泰顺县326省道、220省道桥梁健康监测系统及主要平交口交安设施提升建设工程

第1 页 共 1 页

序号	图 表 名 称	图 号	页 数
	第一篇 健康监测设计		
1	监测设计说明	S1-1	41
2	项目地理位置图	S1-2	1
3	系统总体网络连接图	S1-3	1
4	下寮溪大桥监测点总体布置	S1-4	1
5	下寮溪大桥环境温湿度仪测点布置	S1-5	1
6	下寮溪大桥环境温湿度仪安装图	S1-6	1
7	下寮溪大桥动态称重系统测点布置	S1-7	1
8	下寮溪大桥动态称重系统安装图（一）~（二）	S1-8	2
9	下寮溪大桥机器视觉测点布置	S1-9	1
10	下寮溪大桥机器视觉安装图（一）~（三）	S1-10	3
11	下寮溪大桥视频监控测点布置	S1-11	1
12	下寮溪大桥视频监控安装图	S1-12	1
13	上洪桥监测点总体布置	S1-13	1
14	上洪桥机器视觉测点布置	S1-14	1
15	上洪桥机器视觉安装图	S1-15	1
16	下后洋一号桥监测点总体布置	S1-16	1
17	下后洋一号桥机器视觉测点布置	S1-17	1
18	下后洋一号桥机器视觉安装图	S1-18	1
19	下后洋一号桥裂缝计测点布置	S1-19	1
20	下后洋一号桥裂缝计安装图	S1-20	1
21	泗溪大桥监测点总体布置	S1-21	1
22	泗溪大桥多元感知单元测点布置	S1-22	1
23	泗溪大桥多元感知单元安装图	S1-23	1
24	泗溪大桥机器视觉测点布置	S1-24	1
25	泗溪大桥机器视觉安装图	S1-25	1
26	泗溪大桥抓拍机测点布置	S1-26	1
27	泗溪大桥抓拍机安装图	S1-27	1
28	泗溪大桥爆闪警示装置布置	S1-28	1
29	泗溪大桥爆闪警示装置安装图	S1-29	1

序号	图 表 名 称	图 号	页 数
30	郑州桥监测点总体布置	S1-30	1
31	郑州桥机器视觉测点布置	S1-31	1
32	郑州桥机器视觉安装图	S1-32	1
33	前坪桥监测点总体布置	S1-33	1
34	前坪桥多元感知单元测点布置	S1-34	1
35	前坪桥多元感知单元安装图	S1-35	1
36	前坪桥机器视觉测点布置	S1-36	1
37	前坪桥机器视觉安装图	S1-37	1
38	前坪桥抓拍机测点布置	S1-38	1
39	前坪桥爆闪警示装置布置	S1-39	1
40	秀涧桥监测点总体布置	S1-40	1
41	秀涧桥机器视觉测点布置	S1-41	1
42	秀涧桥机器视觉安装图	S1-42	1
43	双溪口大桥监测点总体布置	S1-43	1
44	双溪口大桥机器视觉测点布置	S1-44	1
45	双溪口大桥机器视觉安装图	S1-45	1
46	双溪口大桥裂缝计测点布置	S1-46	1
47	双溪口大桥裂缝计安装图	S1-47	1
48	峰文桥监测点总体布置	S1-48	1
49	峰文桥机器视觉测点布置	S1-49	1
50	峰文桥机器视觉安装图	S1-50	1
51	月湖一号桥监测点总体布置	S1-51	1
52	月湖一号桥环境温湿度仪测点布置	S1-52	1
53	月湖一号桥环境温湿度仪安装图	S1-53	1
54	月湖一号桥动态称重系统测点布置	S1-54	1
55	月湖一号桥动态称重系统安装图	S1-55	1
56	月湖一号桥机器视觉测点布置	S1-56	1
57	月湖一号桥机器视觉安装图	S1-57	1
58	月湖一号桥视频监控测点布置	S1-58	1
59	月湖一号桥视频监控安装图	S1-59	1

本册目录

工程名称：泰顺县326省道、220省道桥梁健康监测系统及主要平交口交安设施提升建设工程

第2 页 共 2 页

序号	图 表 名 称	图 号	页 数
60	下村垌大桥监测点总体布置	S1-60	1
61	下村垌大桥机器视觉测点布置	S1-61	1
62	下村垌大桥机器视觉安装图	S1-62	1
63	下村垌大桥类声纹传感器布置	S1-63	1
64	下村垌大桥类声纹传感器安装图	S1-64	1
65	下村垌大桥智能摄像机布置	S1-65	1
66	下村垌大桥智能摄像机安装图	S1-66	1
67	下村垌大桥桥面警示布置	S1-67	1
68	下村垌大桥声光报警器安装图	S1-68	1
69	石柱源大桥监测点总体布置	S1-69	1
70	石柱源大桥机器视觉测点布置	S1-70	1
71	石柱源大桥机器视觉安装图	S1-71	1
72	石柱源大桥类声纹传感器布置	S1-72	1
73	石柱源大桥类声纹传感器安装图	S1-73	1
74	石柱源大桥智能摄像机布置	S1-74	1
75	石柱源大桥智能摄像机安装图	S1-75	1
76	石柱源大桥桥面警示布置	S1-76	1
77	石柱源大桥声光报警器安装图	S1-77	1
78	机器视觉电气原理图	S1-78	1
79	动态称重系统电气原理图	S1-79	1
80	温湿度仪电气原理图	S1-80	1
81	多元感知单元电气原理图	S1-81	1
82	裂缝计电气原理图	S1-82	1
83	配电柜布置图	S1-83	1
84	配电柜接线图	S1-84	1

[illegible]

第一篇 健康监测设计

监测设计说明

1. 项目概况

1.1项目背景及必要性

苍泰高速公路泰顺段作为浙南地区交通路网升级的重点工程，其建设对完善区域交通格局、促进泰顺县域经济发展具有战略意义。在项目建设过程中，326 省道及 220 省道作为施工重载车辆的主要运输通道，日均通行 30T 及以上大型运输车辆大幅增加，车辆集中通过筱村、分水关等枢纽收费站进出施工区域。

长期承受超载车辆不但使桥面铺装、伸缩装置等遭受了严重的破坏，更有甚者对桥梁主体结构造成了永久性的损害，为桥梁结构安全埋下了安全隐患，将对桥梁运营的耐久性产生巨大影响。传统人工巡检模式存在监测盲区大、数据离散、预警滞后等缺陷，难以捕捉动态荷载作用下的结构响应特征。通过建立自动化监测系统，可实现对桥梁群 24 小时全域状态感知，构建多指标的评估体系，保障桥梁安全运营。

泰顺县 326 省道，包含桥梁共 26 座，2007 年建成通车，设计荷载汽车-20 级，限载总重 30T，轴重 13T。326 省道上施工重载车辆流量相对较大。泰顺县 220 省道，包括桥梁共 22 座，2017 年建成通车，设计荷载公路-II 级。

1.2交通量调查

交通量及重载交通比例数据的基础调查是项目前期研究的重要支撑内容。调查获取了 2024 年连续 12 个月的动态交通监测，获取了各个卡口月交通流量、车型分类构成等核心参数。

根据全年车型统计结果显示，326 省道 2024 年全年通过的车辆类型共 15 种，其中三厢轿车类型数量最多，为 3009675 辆次，占比 35%；货车类型数量为 554373 辆次，占比 6%。如下图所示。

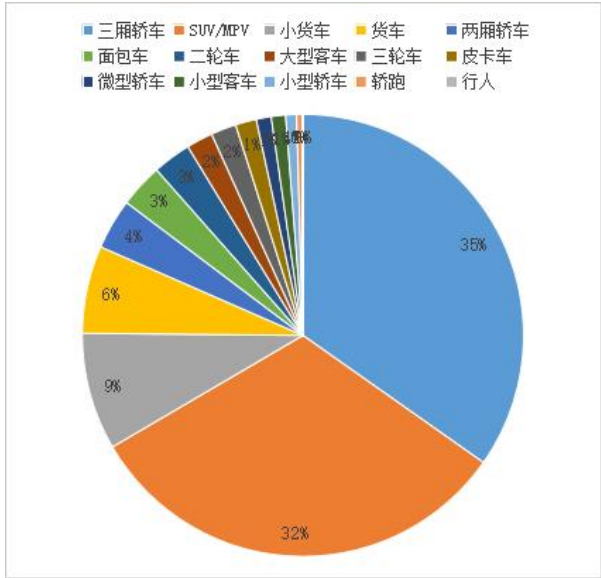


图 1.2-1 2024 年全年车型占比

根据全年过车数据统计结果显示，326 省道共 6 个卡口，其中罗阳镇 S331 芝麻坦卡口双向车流量数量基本一致，最大车流量为 216118 辆次；S331 省道泰顺往温州方向（彭溪雨伞丘路段）卡口最大车流量为 148462 辆次，S331 省道温州往泰顺方向（彭溪雨伞丘路段）卡口最大车流量为 146681 辆次；泗溪镇 S331 郑州大桥卡口双向车流量数量基本一致，最大为 99675 辆次。如下图所示。

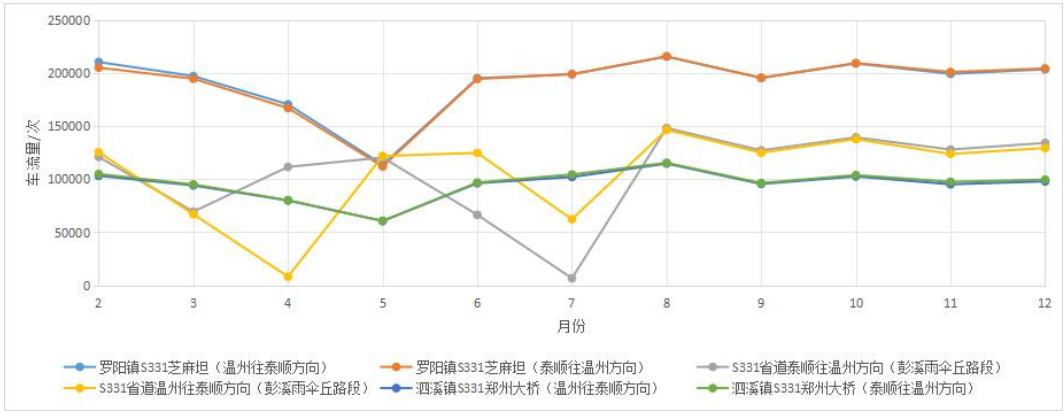


图 1.2-2 2024 年各个卡口月交通流量

此类数据不仅揭示了桥梁长期承受的循环荷载特征，更对结构关键部位的疲劳寿命分析、传感器布设方案优化、分级预警阈值设定及养护决策提供了参考依据。

1.3监测概况

本次监测方案设计工作参照《公路桥梁群监测系统试点建设技术指南（送审稿）》中的相关要求，根据试点公路桥梁群实际情况，评估桥梁环境、作用、结构安全等方面的风险水平，确定具体的**监测场景**

具体场景包括：

- 1.针对桥梁服役环境风险源的监测场景，包括但不限于水毁风险监测和地质灾害风险监测等。
- 2.针对桥梁作用风险源的监测场景，包括但不限于重载交通桥梁安全监测、撞击风险监测、高烈度地震区桥梁安全监测和沉降风险监测等。
- 3.针对桥梁结构安全状况风险源的监测场景，包括但不限于重点结构安全监测、先天不足桥梁安全监测、运行风险高桥梁监测、技术状况差桥梁安全监测和桥梁长期服役性能监测等。

其中**重载交通桥梁安全监测**内容如下表所示。

表 1.3-1 重载交通桥梁监测内容

轻量化监测场景			监测项目	监测选项
作用风险	重载交通桥梁	规划大件运输	竖向动位移监测	应选●
			视频抓拍监测	应选●
		重载交通通行量大	车辆荷载监测	宜选○
			竖向动位移监测	应选●
			裂缝监测	宜选○
			应变监测	宜选○
			振动监测	宜选○

本次监测设计选取 326 省道及 220 省道不同结构形式，桥梁跨径组合较大，下跨村庄，重载车流量较大，技术状况较差，存在结构裂缝发展，下部结构稳定性较差的 12 座典型桥梁，结合现场踏勘情况及运营风险分析，综合进行监测设计。监测概况如下表所示。

表 1.3-2 监测概况一览表

序号	路线编码 桥梁编码	路线名称 桥梁名称	结构形式	跨径组合	跨径分类	技术状况	跨越地物	主要运营风险	监测项目
----	--------------	--------------	------	------	------	------	------	--------	------

	S326 3300 00	苍庆线							
1	0270	下察溪大桥	上部结构：预应力钢筋 混凝土连续空心板 下部结构： 双柱式墩	7*2 0	大桥	二类	无名沟壑	1.车辆荷载：靠近泰顺收费站，车流量大	环境温湿度 竖向动位移 车辆荷载 车牌抓拍 视频监控
2	0220	上洪桥	上部结构：预应力钢筋 混凝土连续空心板 下部结构： 双柱式墩	5*1 3	中桥	二类	无名沟壑	1.车辆荷载	竖向动位移
3	0190	下后洋一号桥	上部结构：预应力钢筋 混凝土连续空心板 下部结构： 双柱式墩	3*1 3	中桥	二类	无名沟壑	1.车辆荷载 2.裂缝发展	竖向动位移 裂缝
4	0120	泗溪大桥	上部结构：预应力钢筋 混凝土连续空心板 下部结构： 双柱式墩	9*2 0	大桥	二类	无名沟壑	1.车辆荷载 2.基础冲蚀	竖向动位移 桥墩振动、倾斜 车牌抓拍 爆闪警示
5	0110	郑州桥	上部结构：预应力钢筋 混凝土连续空心板 下部结构： 双柱式墩	3*1 6	中桥	二类	无名沟壑	1.车辆荷载	竖向动位移
6	0090	前坪桥	上部结构：预应力钢筋 混凝土连续空心板 下部结构： 钢筋混凝土独柱式桥墩	4*1 6	中桥	二类	南溪	1.车辆荷载 2.独柱墩失稳	竖向动位移 桥墩振动、倾斜 车牌抓拍 爆闪警示
7	0080	秀涧桥	上部结构：预应力钢筋 混凝土连续空心板 下部结构： 双柱式墩	3*1 6	中桥	二类	无名沟壑	1.车辆荷载	竖向动位移
8	0060	双溪口大桥	上部结构：采用预应力 钢筋混凝土连续刚构 下部结构：薄壁墩、柱式台	1*8 0+2 *48	大桥	二类	双溪口	1.车辆荷载 2.裂缝发展	竖向动位移
9	0050	峰文桥	上部结构：预应力钢筋 混凝土连续空心板 下部结构： 双柱式墩	4*2 0	中桥	二类	无名沟壑	1.车辆荷载	竖向动位移
10	0010	月湖一号桥	上部结构：预应力钢筋 混凝土连续空心板 下部结构： 双柱式墩	5*2 0	大桥	二类	无名沟壑	1.车辆荷载：靠近分水关收费站，车流量大	环境温湿度 竖向动位移 车辆荷载 车牌抓拍 视频监控
	S220 3300 00	青泰线							
13	0020	下村垵大桥	上部结构：预应力混凝土 T 梁 下部结构： 双柱式墩	4*3 0	大桥	二类	下洋村	1.车辆荷载	竖向动位移 主梁振动 重车捕捉 车牌抓拍 视频监控 灾害示警
14	0030	石柱源大桥	上部结构：预应力混凝土 T 梁 下部结构： 双柱式墩	6*2 5	大桥	一类	石柱源	1.车辆荷载	竖向动位移 主梁振动 重车捕捉 车牌抓拍 视频监控 灾害示警

1.4下察溪大桥

1.4.1桥梁概况

下察溪大桥位于泰顺县 S326 苍庆线上。桥梁全长 150.04m，跨径组合为 7×20m；于 2007 年建成通车。上部结构：采用预应力钢筋混凝土连续空心板，支座采用板式橡胶支座。；下部结构：重力式桥台，明挖扩大基础；双柱式墩，钻孔灌注桩。桥面系：桥面铺装采用沥青混凝土桥面铺装层，左右两侧采用防撞护栏，采用橡胶伸缩缝。

主要技术指标：

- 1、道路等级：二级公路
- 2、设计荷载：汽车-20 级，挂车-100
- 3、设计车道：双向两车道
- 4、桥宽布置：0.5m（护栏）+11.0m（行车道）+0.5m（护栏）

桥梁正面照及立面照如图所示。

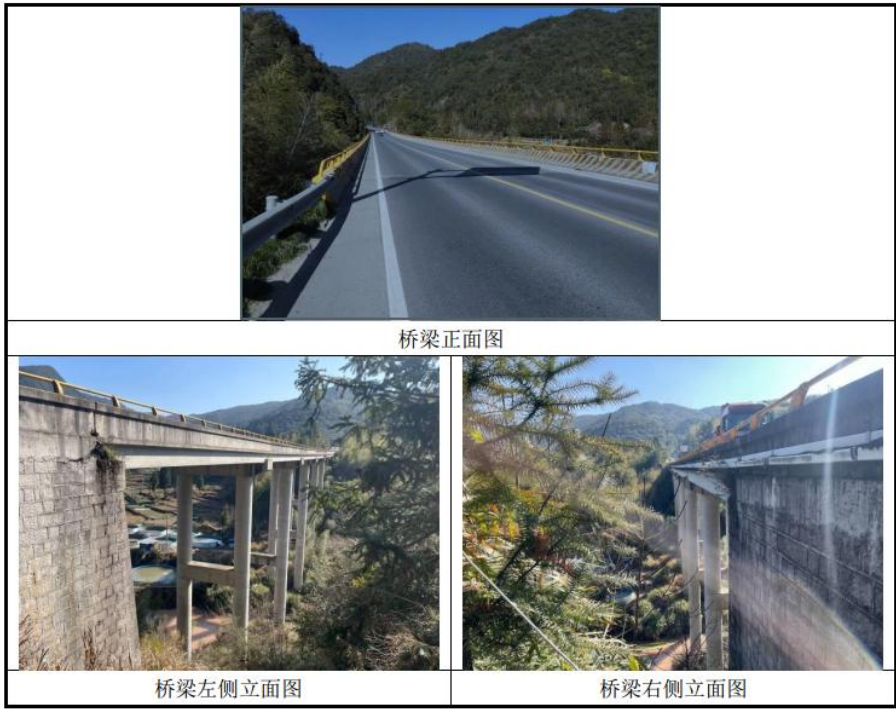


图 1.4-1 桥梁照片

本桥中心桩号位置为 K57+583，跨小溪，上部结构采用 7 孔 20 米后张法预应力混凝土空心板，简支桥面连续，伸缩缝采用型钢伸缩缝；纵坡为 5.9%和 0.4%。变坡点桩号 K57+568，竖曲线半径 5300 米。下部结构采用明挖扩大基础 U 型桥台及挖孔桩基础双柱式桥墩。

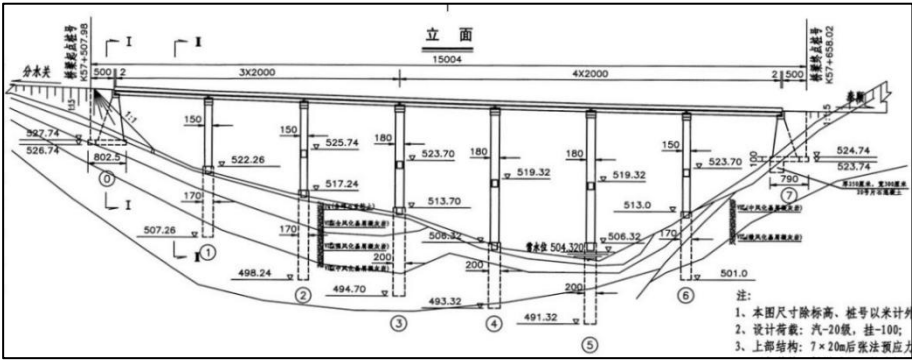


图 1.4-2 桥梁立面图

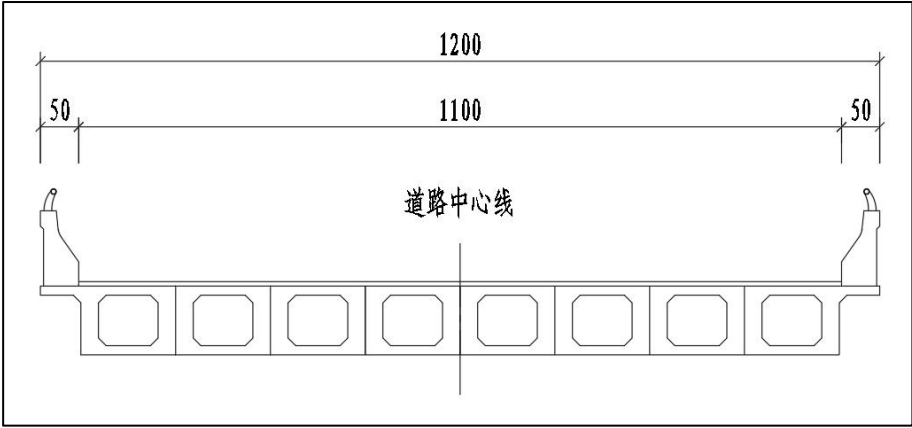


图 1.4-3 主梁横断面图

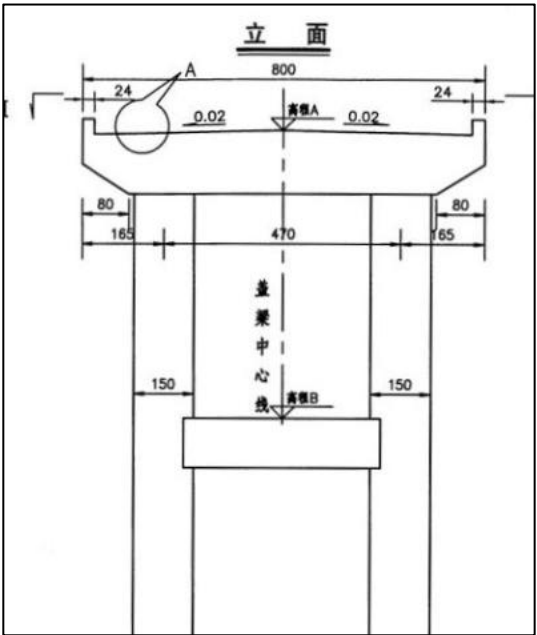


图 1.4-4 桥墩立面图

1.4.2桥梁现状

根据 2023 年 12 月《S331 分泰线温州市泰顺县下察溪大桥 K57+760 定期检查》，下察溪大桥技术状况评分为 83.9 分，技术状况评定等级为 2 类。主要病害包括：

上部结构：

- 1、空心板 3 条纵向裂缝，其中 1 条泛白吸附，L 总=2.2m，Wmax=0.08mm；21 处锈胀露筋，S 总=0.05m²；5 处破损，S 总=0.06m²；2 处露筋，L 总=0.60m；1 条开裂 L=0.5m。
 - 2、铰缝 1 处渗水；1 处勾缝脱落。
 - 3、支座 29 处脱空；3 处钢垫板锈蚀；15 条开裂，老化
- 与上次定期检查结果相比，病害变化发展缓慢。

1.5上洪桥

1.5.1桥梁概况

上洪桥位于泰顺县 S326 苍庆线上。建成于 2007 年。桥梁全长 70.54m，桥面总宽 10.5m，跨径组合为 5×13.0m，桥宽组合为 0.5m（护栏）+9.5m（行车道）+0.5m（护栏）。

上部结构：预应力混凝土空心板梁，每跨 8 片梁，板式橡胶支座。

下部结构：重力式浆砌块石 U 型桥台、扩大基础；钢筋混凝土双柱式桥墩，钻孔灌注桩基础。

桥面系：采用沥青混凝土铺装，模数式伸缩装置。

主要技术指标：汽-20 级，挂-100。



图 1.5-1 桥梁正面照



图 1.5-2 桥梁立面照

本桥中心桩号位置为 K48+725，旱桥，上部结构采用 5 孔 13 米后张法预应力混凝土空心板，简支桥面连续，伸缩缝采用型钢伸缩缝，纵坡为-2.88%。下部结构采用明挖扩大基础 U 型桥台及挖孔桩基础双柱式桥墩。

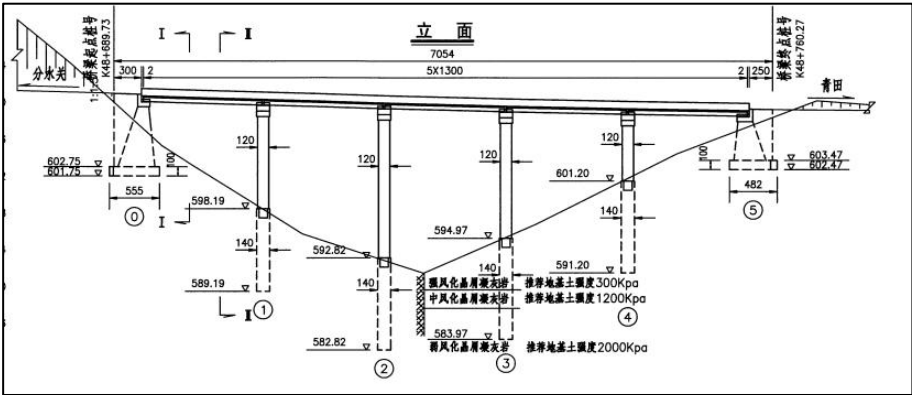


图 1.5-3 桥梁立面图

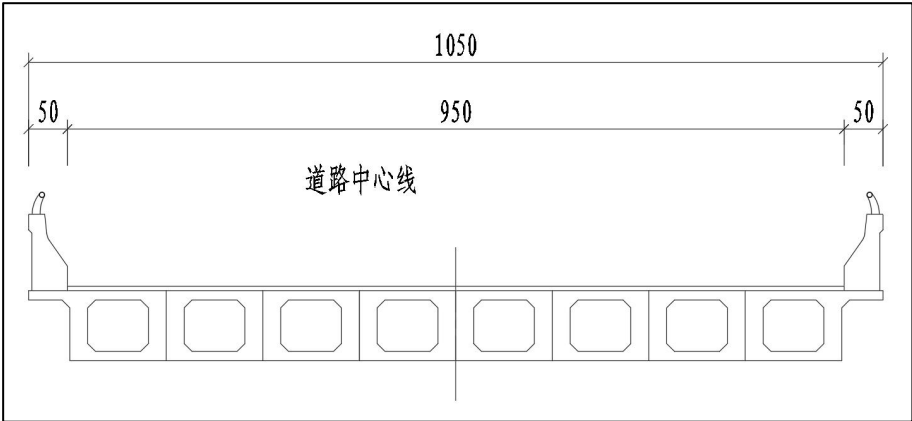


图 1.5-4 主梁横断面图

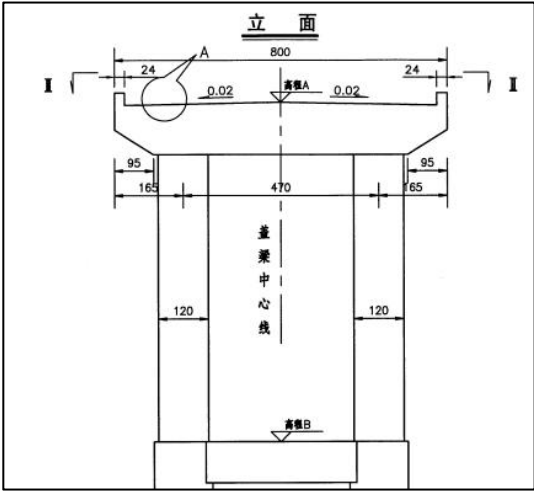


图 1.5-5 桥墩立面图

1.5.2桥梁现状

根据 2021 年 12 月《S331 分泰线温州市泰顺县上洪桥（K48+899）定期检查报告》，上洪桥技术状况评分为 92.5 分，技术状况评定等级为 2 类。主要病害包括：

上部结构：

- （1）5 处勾缝砂浆脱落，长度共计 28m；铰缝 2 处渗水泛白，长度共计 4m。

(2) 15 处支座脱空。

与 2019 定期检查结果相比，病害变化发展缓慢。

1.6下后洋一号桥

1.6.1桥梁概况

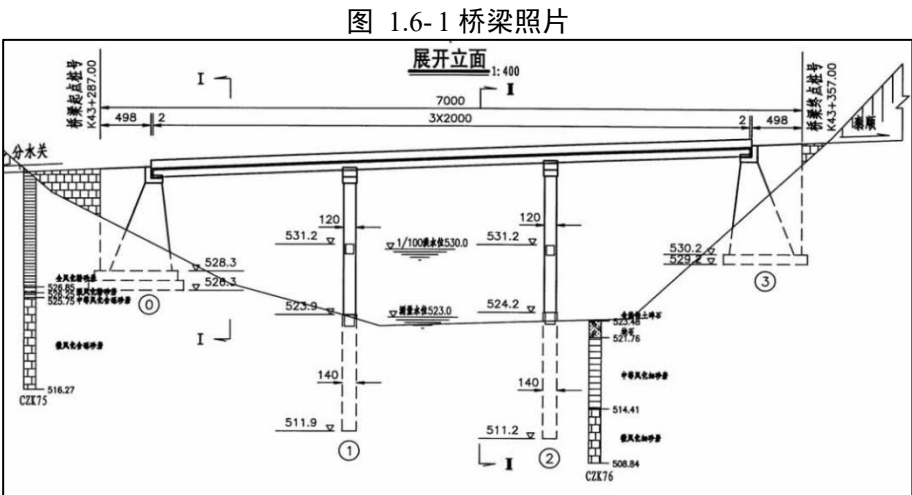
下后洋一号桥位于泰顺县 S326 苍庆线上，桩号为 K43+595，建成于 2007 年。桥梁全长 50m，桥面总宽 11.8m，跨径组合为 3×13m，桥宽组合为 0.5m（护栏）+10.8m（行车道）+0.5m（护栏）。

上部结构：采用预应力钢筋混凝土连续空心板，支座采用板式橡胶支座。

下部结构：重力式桥台，明挖扩大基础；双柱式墩，明挖扩大基础。

桥面系：桥面铺装采用沥青混凝土桥面铺装层，左右两侧采用钢筋混凝土防撞护栏，采用型钢伸缩缝。

- 主要技术指标：
- 1、道路等级：二级公路
 - 2、设计荷载：汽车-20 级
 - 3、设计车道：双向两车道
 - 4、桥宽布置： 0.5m（护栏） +10.8m（行车道） +0.5m（护栏）



1.6.2桥梁现状

根据 2023 年 12 月《S331 分泰线温州市泰顺县下后洋一号桥 K43+595 定期检查》，下后洋一号桥技术状况评分为 84.3 分，技术状况评定等级为 2 类。主要病害包括：

- 上部结构：
- 1、空心板 2 条**纵向**裂缝，L 总=2.0m，Wmax=0.12mm；47 处锈胀露筋，S 总=0.24m²；1 处破损，S=0.01m²；18 条**横向**裂缝，L 总=14.0m，Wmax=0.8mm；4 条开裂，L 总=8.8m，Wmax=0.1mm；1 处网状裂缝，S=1.50m²。
 - 2、铰缝 1 处渗水；1 处勾缝脱落。
 - 3、支座 1 处钢垫板错位；5 处脱空；7 处钢垫板锈蚀；1 处开裂，老化。
- 与 2021 定期检查结果相比，病害变化发展较快。

典型病害照片见下图。



图 1.6-3 3-4#空心板板底横向裂缝



图 1.6-4 3-5#空心板板底横向裂缝

1.7泗溪大桥

1.7.1桥梁概况

泗溪大桥位于 S331 泰顺县 S326 苍庆线上，桩号为 K30+553，建成于 2007 年。桥梁全长 183.96m，桥面总宽 11.9m，跨径组合为 9×20m。

上部结构：采用预应力钢筋混凝土连续空心板，支座采用板式橡胶支座。
下部结构：U 形桥台，明挖扩大基础；双柱式墩，桩基础。

桥面系：桥面铺装采用沥青混凝土桥面铺装层，左右两侧采用防撞护栏，采用型钢伸缩缝。

主要技术指标：

- 1、 道路等级：二级公路
- 2、 设计荷载：汽车-20 级
- 3、 设计车道：双向两车道
- 4、 桥宽布置： 0.45m（护栏） +11.0m（行车道） +0.45m（护栏）



图 1.7-1 桥梁正面照



图 1.7-2 桥梁立面照

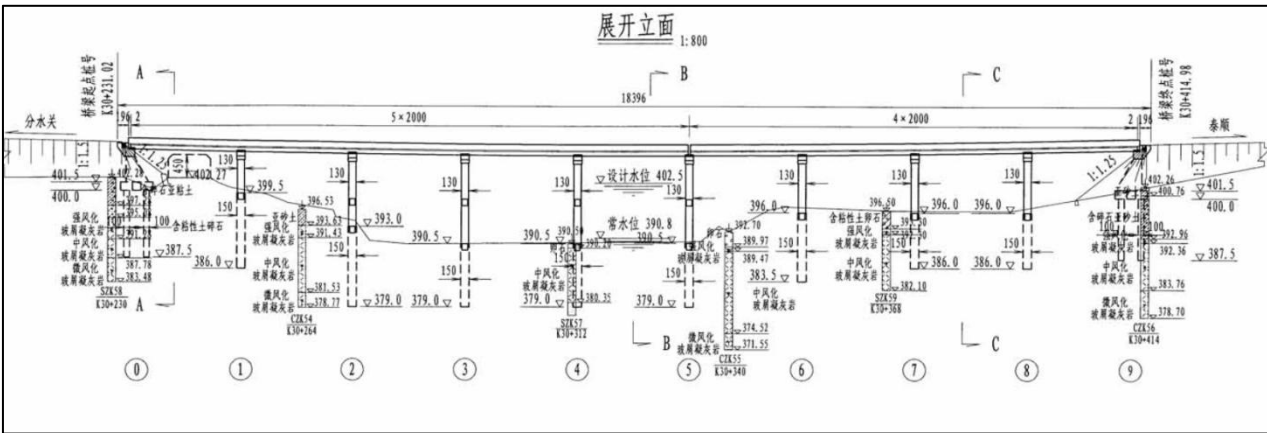


图 1.7-3 桥梁立面图

1.7.2桥梁现状

根据 2023 年 12 月《S331 分泰线温州市泰顺县泗溪大桥 K30+553 定期检查报告》，泗溪大桥技术状况评分为 86.5 分，技术状况评定等级为 2 类。主要病害包括：

- 上部结构：
- 1、空心板 2 处渗水结晶；2 处破损，S 总=0.02m2。
 - 2、铰缝 2 处渗水；9 处勾缝脱落，L 总=51.00m。
 - 3、支座 4 处剪切变形；8 处脱空；5 处钢垫板锈蚀；1 处串动。
- 下部结构：
- 1、右侧锥坡 1 条竖向开裂，L=3.0m；1 处杂草丛生；左侧锥坡 1 处杂草丛生；护坡 1 条横向开裂， L=2.5m，Wmax=0.4mm；1 条开裂，L=10.0m， Wmax=0.2mm。
 - 2、墩柱 1 处锈胀露筋，S=0.03m2；盖梁 4 处锈胀露筋，S 总=0.07m2；4 处破损，S 总=0.03m2；1 处轻微杂草；2 处锈胀，S 总=0.37m2；1 条横向裂缝，L=0.2m，Wmax=0.06mm；5 处雨水侵蚀。
 - 3、台帽 2 处雨水侵蚀。
 - 4、墩台基础 2 处冲蚀
- 与 2021 定期检查结果相比，病害趋于稳定。

1.8郑州桥

1.8.1桥梁概况

郑州桥位于 S331 泰顺县 S326 苍庆线上，桩号为 K29+330，建成于 2007 年。桥梁全长 58.0m，桥面总宽 12.0m，跨径组合为 3×16.0m，桥宽组合为 0.5m（护栏）+11.0m（行车道）+0.5m（护栏）。

上部结构：预应力混凝土简支空心板梁，板式橡胶支座。
下部结构：重力式浆砌块石 U 型桥台、扩大基础；钢筋混凝土多柱式桥墩，钻孔灌注桩基础。

桥面系：采用沥青混凝土铺装，型钢伸缩装置。

主要技术指标：汽-20 级，挂-100。



图 1.8-1 桥梁正面照

图 1.8-2 桥梁立面照

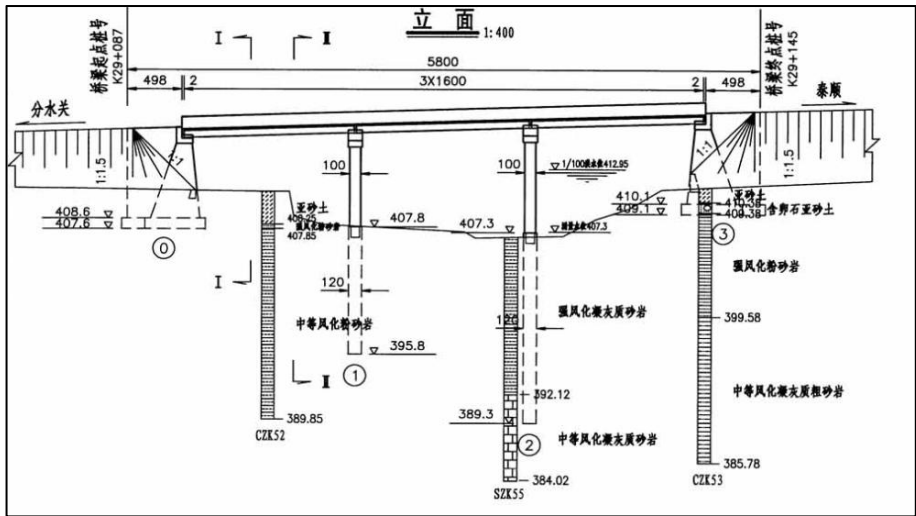


图 1.8-3 桥梁立面图

1.8.2桥梁现状

根据 2021 年 12 月《S331 分泰线温州市泰顺县郑州桥（K29+330）定期检查》，郑州桥技术状况评分为 90.1 分，技术状况评定等级为“2 类”。主要病害包括：

上部结构：

- （1）空心板 1 处破损，面积共计 0.01m²。
- （2）铰缝 6 处渗水痕迹。

与 2019 定期检查结果相比，病害变化发展缓慢。

1.9前坪桥

1.9.1桥梁概况

前坪桥位于 S331 泰顺县 S326 苍庆线上，桩号为 K27+154.25，建成于 2007 年。桥梁全长 70.54m，桥面总宽 12.05m，跨径组合为 4×16.0m，桥宽组合为 0.5m（护栏）+1122m（行车道）+0.5m（护栏）。

上部结构：预应力混凝土简支空心板梁，板式橡胶支座。

下部结构：U 型桥台、扩大基础；肋式桥台、桩基础；钢筋混凝土独柱式桥墩，钻孔灌注桩基础。

桥面系：采用沥青混凝土铺装。

主要技术指标：汽-20 级，挂-100。

定检报告暂未收集到。



图 1.9-1 桥梁正面照

图 1.9-2 桥梁立面照

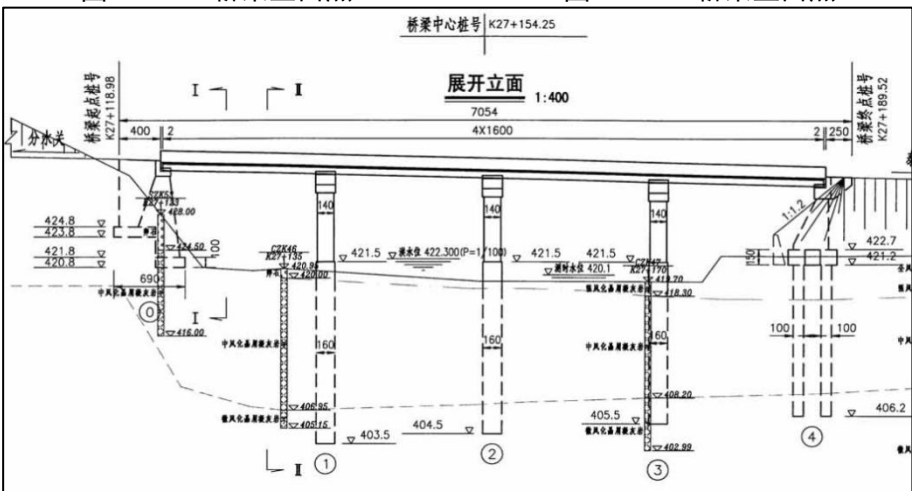


图 1.9-3 桥梁立面图

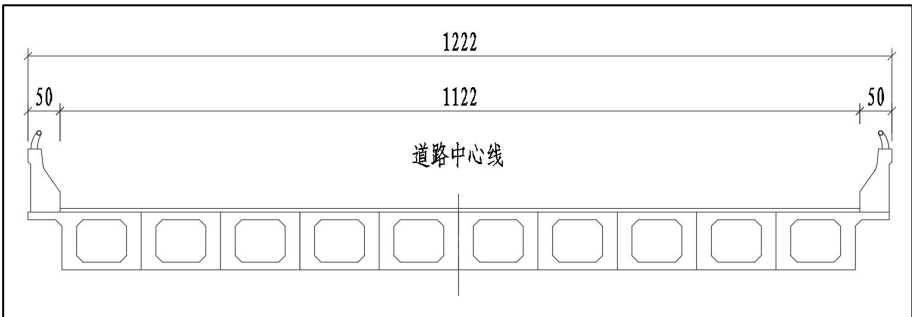


图 1.9-4 主梁横断面图

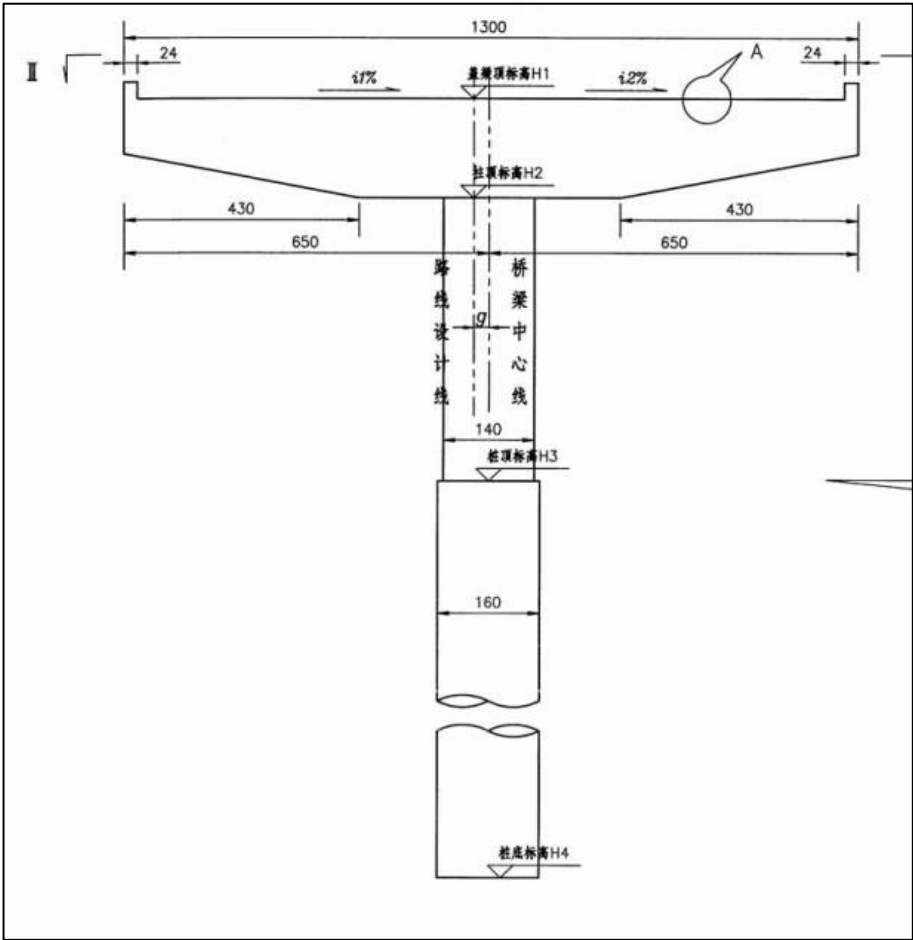


图 1.9-5 桥墩立面图

1.10秀涧桥

1.10.1桥梁概况

秀涧桥位于 S331 泰顺县 S326 苍庆线上，桩号为 K19+890，建成于 2007 年。桥梁全长 53.04m，桥面总宽 10.5m，跨径组合为 3×16.0m。

上部结构：采用预应力混凝土空心板，支座采用板式橡胶支座。

下部结构：U 形桥台；双柱式墩。

桥面系：桥面铺装采用沥青混凝土桥面铺装层，左右两侧采用钢筋混凝土防撞护栏，采用模数式伸缩装置。

主要技术指标：

- 1、道路等级：二级公路
- 2、设计荷载：公路 II 级
- 3、设计车道：双向二车道

4、桥宽布置：0.5m（护栏）+9.5m（行车道）+0.5m（护栏）



图 1.10-1 桥梁正面照

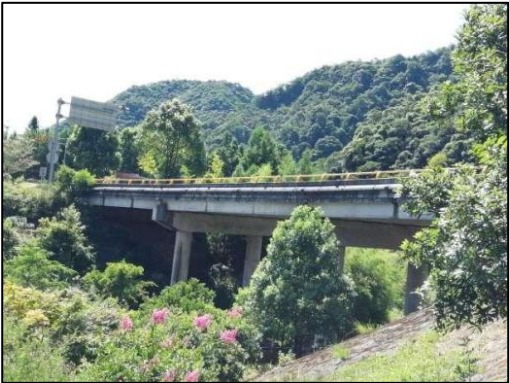


图 1.10-2 桥梁立面照

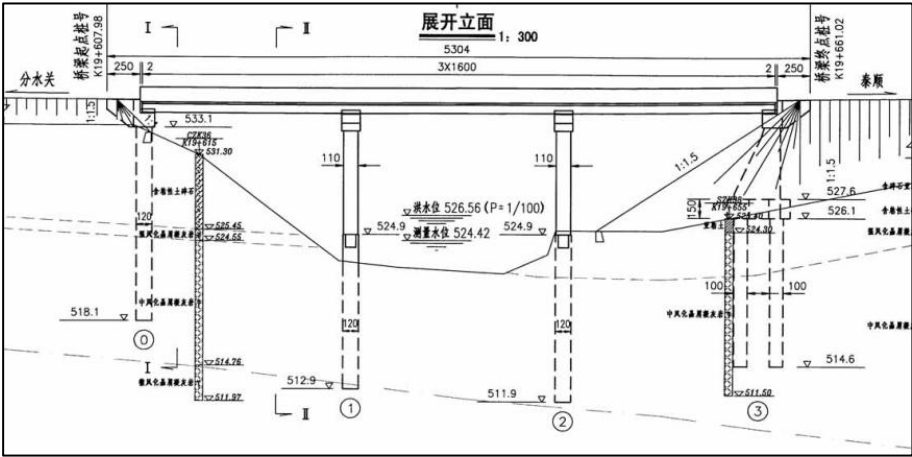


图 1.10-3 桥梁立面图

1.10.2桥梁现状

根据 2022 年 12 月《S331 分泰线温州市泰顺县秀涧桥（K19+890）定期检查》，秀涧桥技术状况评分为 89.2 分，技术状况评定等级为“2 类”。主要病害包括：

上部结构：

- 1、上部承重构件为预应力混凝土空心板。空心板存在 8 条纵向裂缝，L 总=49.7m，Wmax=0.18mm；存在 1 处锈胀露筋，S=0.02m2。
 - 2、支座采用板式橡胶支座。支座存在 19 处脱空
- 与上次定期检查结果相比，病害变化趋于稳定。

1.11双溪口大桥

1.11.1桥梁概况

双溪口大桥位于 S331 泰顺县 S326 苍庆线上，桩号为 K15+390，建成于 2007 年。桥梁全长 181m，桥面总宽 10.5m，跨径组合为 48+80+48m。

上部结构：采用预应力钢筋混凝土连续刚构，支座采用盆式橡胶支座。

下部结构：薄壁墩、柱式台，钻孔灌注桩基础。

桥面系：桥面铺装采用水泥混凝土桥面铺装层，左右两侧采用钢筋混凝土防撞护栏，采用梳齿式伸缩装置。

主要技术指标：

- 1、道路等级：二级公路
- 2、设计荷载：汽车-20 级，挂车-100
- 3、设计车道：双向两车道
- 4、桥宽布置：0.5m（护栏）+9.5m（行车道）+0.5m（护栏）



图 1.11-1 桥梁正面照



图 1.11-2 桥梁立面照

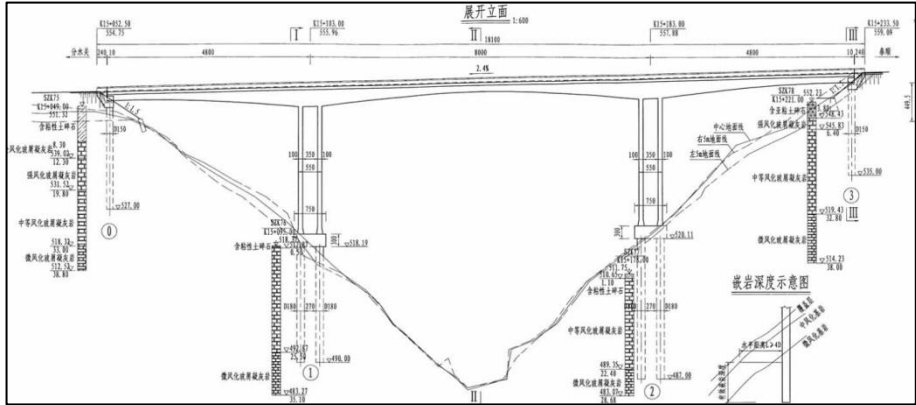


图 1.11-3 桥梁立面图

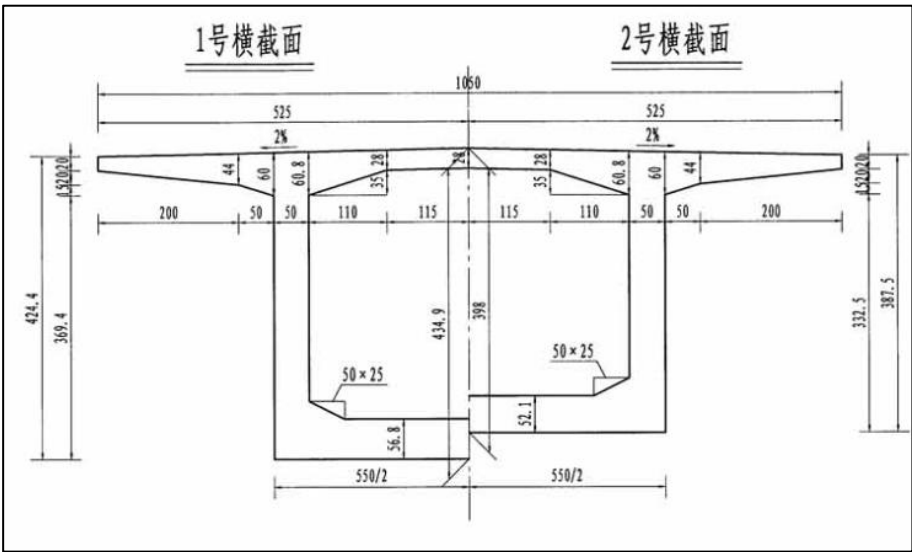


图 1.11-4 主梁横断面图

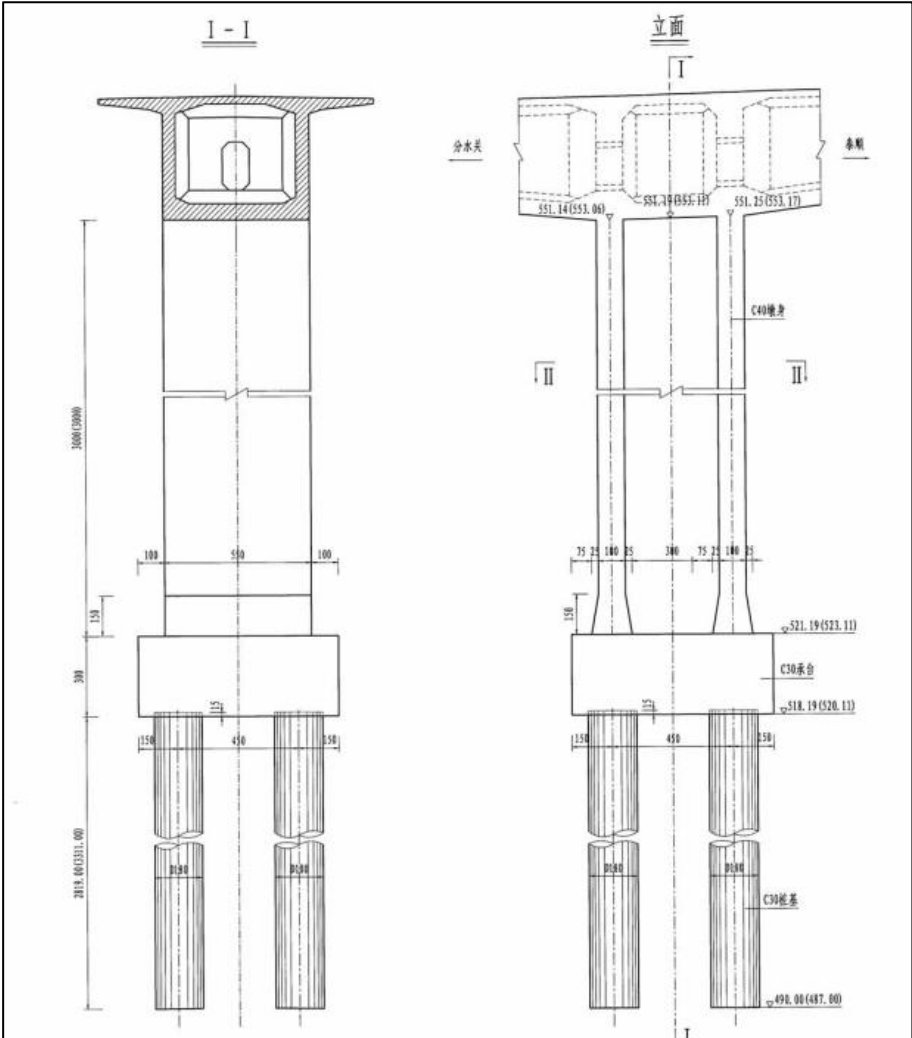


图 1.11-5 桥墩立面图

1.11.2桥梁现状

根据 2022 年 9 月《S331 分泰线温州市泰顺县双溪口大桥 K15+390 定期检查报告》，

双溪口大桥技术状况评分为 82.2 分，技术状况评定等级为“2 类”。主要病害包括：

上部结构：

1、箱梁底板存在 2 处露筋，S 总=0.8m²；节段存在 65 条纵向裂缝，L 总=165.8m，W_{max}=0.22mm；存在 2 处破损，S 总=0.35m²；存在 1 处蜂窝、麻面，S=0.12m²；存在 处箱室积水；存在 29 处露筋，S 总=5.63m²；存在 1 条横向裂缝，L=4.7m，W=0.2mm；存在 4 条斜向裂缝，L 总=2.4m，W_{max}=0.14mm。

2、横向联系存在 1 条斜向裂缝，L=1.1m，W=0.16mm。

3、支座存在 4 处钢组件锈蚀

与上次定期检查结果相比，病害有一定发展。

典型病害照片见下图。



图 1.11-6 1-12#节段箱内斜向裂缝



图 1.11-7 2-13#节段箱内纵向裂缝

1.12峰文桥

1.12.1桥梁概况

峰文桥位于位于 S331 泰顺县 S326 苍庆线上，建成于 2007 年，桥梁中心桩号为 K13+340。桥梁全长 87.54m，桥面总宽 11m，跨径组合为 4×20m，桥宽组合为 0.5m（护栏）+10（行车道）+0.5m（护栏）。

上部结构：预应力混凝土简支空心板梁，每跨 8 片梁，板式橡胶支座。

下部结构：U 型桥台，扩大基础，双柱墩，钻孔灌注桩。

桥面系及附属设施：桥面铺装采用沥青混凝土铺装；桥面两侧设有护栏，橡胶条伸缩缝。

主要设计指标：设计荷载等级公路-II 级；



图 1.12-1 桥梁正面照



图 1.12-2 桥梁立面照

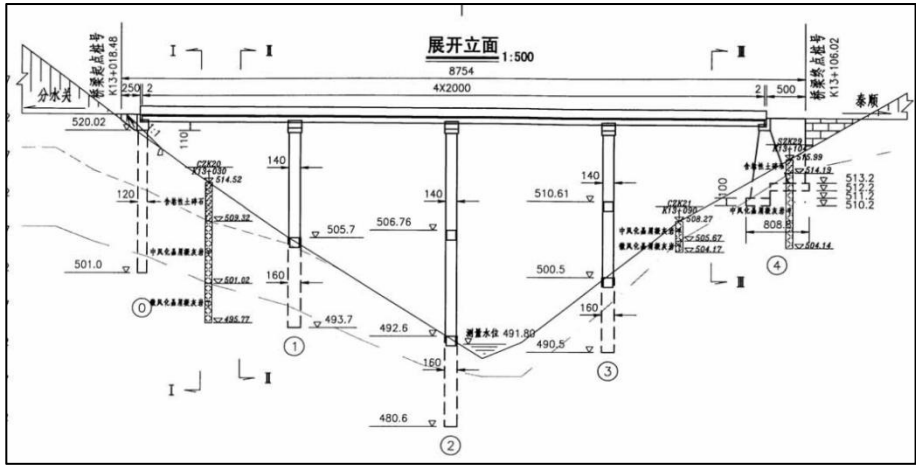


图 1.12-3 桥梁立面布置图

1.12.2桥梁现状

根据 2021 年 12 月《S331 分泰线泰顺县峰文桥（K13+340）定期检查报告》，峰文桥技术状况评分为 90.7 分，技术状况评定等级为“2 类”。主要病害包括：

上部结构：

（1）5 处锈胀露筋，长度共计 1.2m；2 处破损，面积共计 0.08m²。

（2）支座 2 处支座脱空。

与上次定期检查结果相比，病害发展缓慢。

1.13月湖一号桥

1.13.1桥梁概况

月湖一号桥位于 S331 泰顺县 S326 苍庆线上，建成于 2007 年，桥梁中心桩号为 K1+720。桥梁全长 112.04m，桥面总宽 11.9m，跨径组合为 5×20m。

上部结构：采用预应力钢筋混凝土空心板，支座采用板式橡胶支座。

下部结构：U 形桥台，明挖扩大基础；双柱式墩，钻孔灌注桩。

桥面系：桥面铺装采用沥青混凝土桥面铺装层，左右两侧采用防撞护栏，采用型钢伸缩缝。

主要技术指标：

- 1、道路等级：二级公路
- 2、设计荷载：汽车-20 级
- 3、设计车道：双向两车道
- 4、桥宽布置：0.45m（护栏）+11.0m（行车道）+0.45m（护栏）



图 1.13-1 桥梁正面照

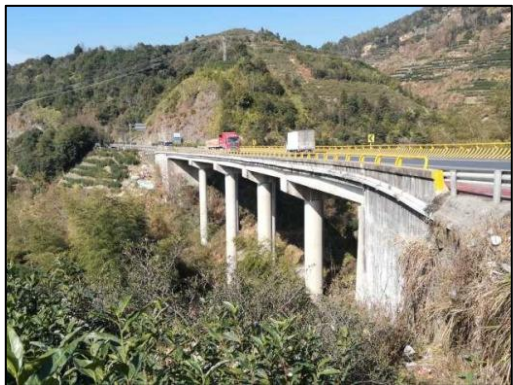


图 1.13-2 桥梁立面照

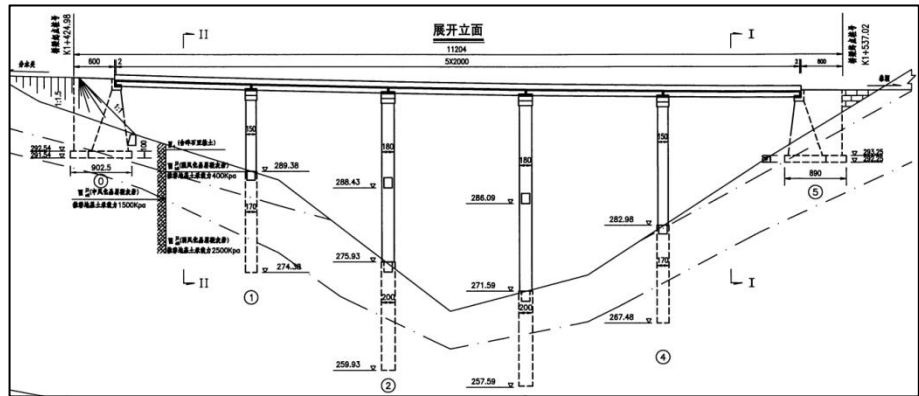


图 1.13-3 桥梁立面布置图

1.13.2桥梁现状

根据 2022 年 11 月《S331 分泰线温州市泰顺县月湖一号桥 K1+720 定期检查》，月湖一号桥技术状况评分为 86.8 分，技术状况评定等级为 2 类。主要病害包括：

上部结构：

- 1、空心板 5 条纵向裂缝，L 总=11.1m， Wmax=0.11mm 其中 1 条泛白吸附裂缝；25 处锈胀露筋，S 总=0.12m²；1 处破损，S=0.02m²。
- 2、铰缝 1 处渗水；2 处勾缝脱落，L 总=2.00m。

- 3、支座 11 处脱空； 11 条开裂，老化
- 与上次定期检查结果相比，病害发展发展缓慢。

1.14下村垟大桥

1.14.1桥梁概况

下村垟大桥位于 X72358 省道(西山岗)-筱村，桥梁所在路线技术等级为二级公路。桥梁中心桩号为 K4+086。。桥梁全长 120.00m，桥梁跨径组合为 7×20m，桥宽组合为 0.5m（护栏）+9.6m（车行道）+0.5m（护栏）。桥梁建成于 2017 年，桥梁设计荷载等级为公路-II 级。

桥梁上部结构为预应力混凝土 T 梁，桥梁支座采用盆式支座。

桥梁下部结构桥墩为钢筋混凝土双柱上接盖梁墩、桩基础，桥梁下部结构桥台为钢筋混凝土重力式 U 形台、扩大基础。

本桥桥面铺装为沥青混凝土铺装，桥面设钢筋混凝土防撞墙和单缝异型钢伸缩缝+梳齿板伸缩缝。



图 1.14-1 桥梁正面照



图 1.14-2 桥梁立面照

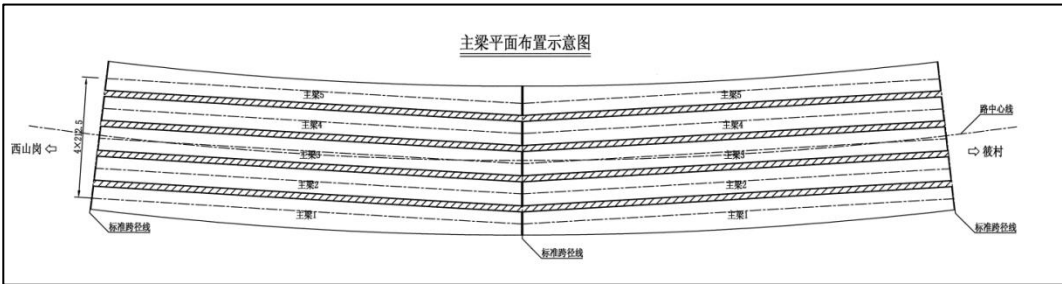


图 1.14-3 主梁布置平面图

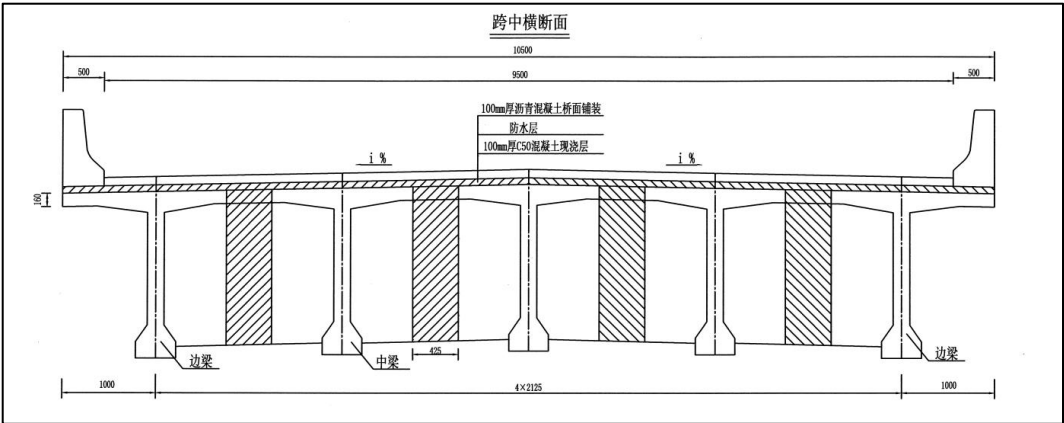


图 1.14-4 主梁横断面图

1.14.2桥梁现状

根据 2024 年《泰顺县 2024 年农村公路路况及桥梁自动化检测项目-下村垟大桥-定期检查报告》，下村垟大桥技术状况评定等级为 2 类。主要病害包括：

上部承重构件有 2 个构件共计存在 2 条裂缝，裂缝总长 1.60m，最大裂缝宽 0.14 mm。其中有 1 个构件共计存在 1 条翼板纵向裂缝，裂缝总长 0.60m，最大裂缝宽 0.14 mm。有 1 个构件共计存在 1 条腹板竖向裂缝，裂缝总长 1.00m，最大裂缝宽 0.12 mm。上部承重构件有 9 个构件共计存在 9 处破损露筋、锈胀露筋、锈蚀露筋、破损病害，病害总面积 0.38 m²。

1.15石柱源大桥

1.15.1桥梁概况

石柱源大桥位于 X72358 省道(西山岗)-筱村，桥梁所在路线技术等级为二级公路。桥梁中心桩号为 K8+571。。桥梁全长 150.00m，桥梁跨径组合为 6×25m，桥宽组合为 0.5m（护栏）+10.3m（车行道）+0.5m（护栏）。桥梁建成于 2017 年，桥梁设计荷载等级为公路-II 级。

桥梁上部结构为预应力混凝土 T 梁，桥梁支座采用盆式支座。

桥梁下部结构桥墩为钢筋混凝土双柱上接盖梁墩、扩大基础，桥梁下部结构桥台为钢筋混凝土重力式 U 形台、扩大基础。

本桥桥面铺装为沥青混凝土铺装，桥面设钢筋混凝土防撞墙。

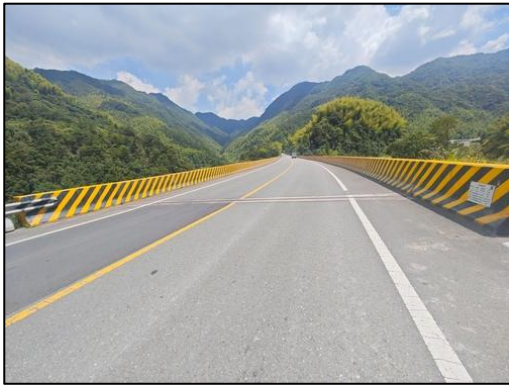


图 1.15-1 桥梁正面照



图 1.15-2 桥梁立面照

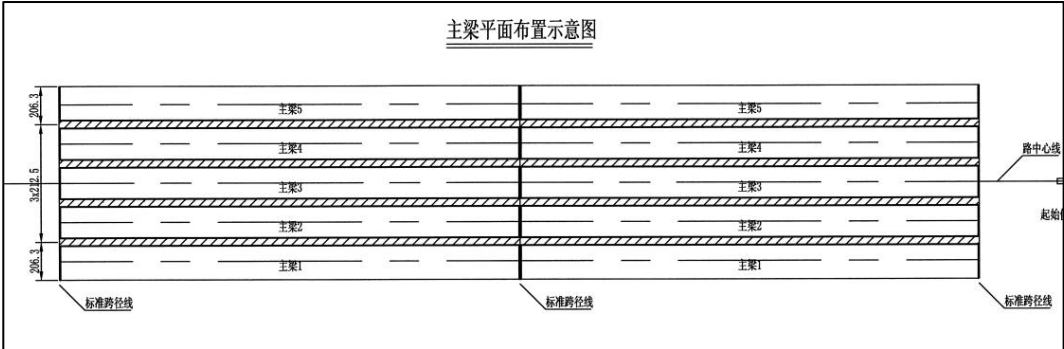


图 1.15-3 主梁布置平面图

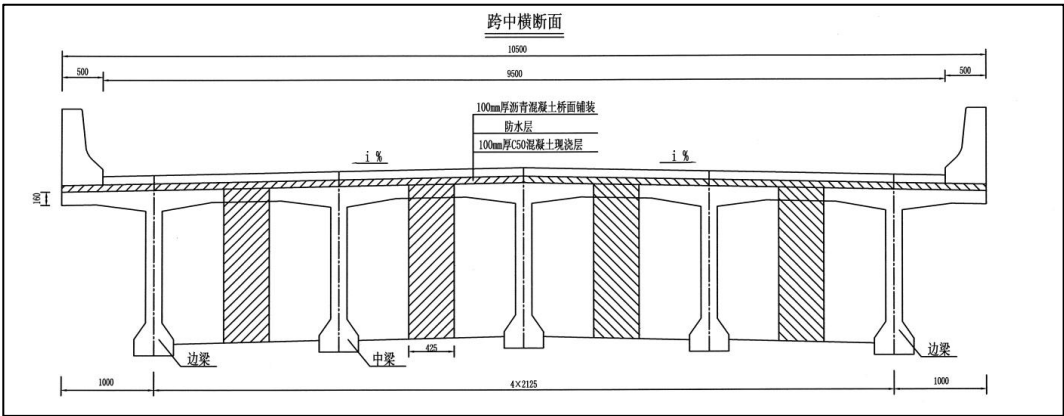


图 1.15-4 主梁横断面图

1.15.2桥梁现状

根据 2024 年《泰顺县 2024 年农村公路路况及桥梁自动化检测项目-石柱源大桥-定期检查报告》，下村垟大桥技术状况评定等级为 2 类。主要病害包括：

上部承重构件有 1 个构件共计存在 1 条裂缝，裂缝总长 5.00m，最大裂缝宽 0.14 mm。其中有 1 个构件共计存在 1 条底板纵向裂缝，裂缝总长 5.00m，最大裂缝宽 0.14 mm。上部承重构件有 6 个构件共计存在 7 处锈胀露筋、破损、露筋、破损漏筋、锈蚀病害，病害总面积 0.16 m²。上部承重构件有 4 个构件共计存在 4 处受水侵蚀病害，病害总面积 1.80 m²。

1.16管养需求

综合以上各个桥梁概况、桥梁现状以及现场踏勘情况，根据结构特点及桥梁典型病害，从“经济适用、科学合理、安全耐久”的原则出发针对性地编制结构健康监测方案。

2. 运营风险分析

2.1环境与作用分析

（1）车辆荷载

由于苍泰高速施工，渣土运输车辆及其他重载车辆进入 S326 苍庆线及 S220 青泰线，途径各个桥梁后，由罗阳、分水关或筱村收费站上高速。现场照片如下所示：



图 2.1-1 现场重载车辆

长期承受超载车辆不但使桥面铺装、伸缩装置等遭受了严重的破坏，更有甚者对桥梁主体结构造成了永久性的损害，为桥梁结构安全埋下了安全隐患，将对大桥安全运营的耐久性产生巨大影响，因此考虑对车辆荷载情况进行监测，包括车辆荷载监测数据应分析车流量、轴重、车重，超载车数量、车重、轴重和出现时间等。

（2）结构损伤

在重载交通作用下，桥梁主梁可能会承受过大的荷载，导致结构出现损伤。动挠度监测能够实时反映主梁的变形情况，是反映大桥当前安全状态及进行内力状态评估逆分析的重要参数，是必须监测需要实时掌控的内容。

（3）倾覆风险

独柱墩桥梁在严重超载、偏载作用下已出现倾覆破坏的事故。动挠度监测，桥墩倾斜监测，桥墩振动监测等对于评估桥梁的抗倾覆性能至关重要。

（4）裂缝发展

部分空心板梁及箱梁混凝土裂缝较多，故考虑对超限裂缝进行监测。

2.2桥梁现状分析

（4）综上所述，S326 苍庆线及 S220 青泰线桥梁群主要存在车辆荷载、结构损伤、倾覆、部分裂缝发展较快等风险。

3. 系统总体设计

3.1监测目的

进行结构监测的主要目的如下：

- （1）桥梁运营状态发生异常导致监测数据出现异常时，监测系统可以及时给出报警，提醒桥梁管理部门。
- （2）桥梁运营过程中，监测系统积累了大量桥梁日常运营状态的监测数据，通过深入分析这些数据可以进一步深入掌握桥梁运营状态，为桥梁管理部门提供决策依据。
- （3）当桥梁遭受地震、洪水、台风、船撞等突发事件后，监测系统可以回溯桥梁突发事件的全过程，并通过数据分析获得桥梁遭遇特殊事件后的状态，为桥梁管理部门制定突发事件后的应对方案提供技术支持。

3.2设计依据

1) 标准规范

- （1）《公路桥梁结构监测技术规范》（JT/T 1037-2022）
- （2）《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB 50982-2014）
- （3）《结构健康监测系统设计标准》（CECS 333-2012）

- (4) 《公路桥梁群监测系统试点建设技术指南（送审稿）》
- (5) 《公路长大桥梁结构监测时空大数据应用指引》
- (6) 《桥梁健康监测传感器选型与布设技术规程》（T/CCES 15-2020）
- (7) 《结构健康监测系统施工及验收标准》（T/CECS 765-2020）
- (8) 《结构健康检测系统运行维护与管理标准》（T/CECS 652-2019）
- (9) 《大跨度桥梁结构健康监测系统预警阈值标准》（T/CECS 529-2018）
- (10) 《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GBT22239-2019）
- (11) 《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）
- (12) 《公路桥涵设计通用规范》（JTJ 021-89）
- (13) 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTJ 023-85）

2) 文件资料

- (1) 《公路桥梁养护管理工作制度》（交公路发[2007]336 号）
- (2) 《浙江省高速公路长大桥隧安全运营管理办法（试行）》（浙公路[2009]167 号）
- (3) 《交通运输部关于进一步加强公路桥梁养护管理的若干意见》（交公路发[2013]321 号）
- (4) 《公路工程特殊结构桥梁项目设计文件编制办法》（交公路发[2015]69 号）
- (5) 《关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》（交办规划函[2018]265 号）
- (6) 《公路长大桥隧养护管理和安全运行若干规定》（交公路发[2018]35 号）
- (7) 《关于全省高速公路贯彻实施<公路长大桥隧养护管理和安全运行若干规定>的意见》（浙交[2018]179 号）
- (8) 《交通运输部关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》（交规划发[2020]75 号）
- (9) 《关于进一步提升公路桥梁安全耐久水平的意见》（交公路发[2020]127 号）
- (10) 《公路长大桥梁结构健康监测系统建设实施方案》（交办公路〔2021〕21 号）
- (11) 《公路长大桥梁结构健康监测系统试点建设技术指南》（交公便字[2021]256 号）
- (12) 《交通运输部关于印发《数字交通“十四五”发展规划》的通知》（交规划发[2021]102 号）

- (13) 《关于进一步规范桥梁结构健康监测系统施工图设计方案编制工作的通知》（浙公运函〔2022〕3 号）
- (14) 《关于做好公路重点桥隧动态安全监测系统数据接入工作的通知》（浙江省交通运输厅）
- (15) 《浙江省重点桥梁动态安全监测数据通讯协议和数据格式》（征求意见稿）
- (16) 《浙江省交通建设工程推进平安百年品质工程建设实施方案》（浙交〔2023〕132 号）
- (17) 《58 省道（分泰线）改建工程两阶段施工图设计》（浙江省交通规划设计研究院）
- (18) 《泰顺县 58 省道（西山岗）至筱村公路工程两阶段施工图设计》（温州市交通规划设计研究院）
- (19) 各桥梁定检报告

3.3架构组成

桥梁结构监测系统采用面向微服务架构的设计思想，降低功能模块之间的耦合，提升系统的可扩展性和应用的可延展性，为管理的持续改进提供了基础。平台分为六层，分别是：数据层、数据交换层、数据处理层、应用支撑层、应用层、展示层，如下图所示。



图 3.3-1 总体架构图

对于轻量化监测项目提出基于云平台的桥梁健康监测系统，将采集数据进行统一存储、统一管理和统一计算处理，降低监测成本的同时具有较高的扩展性和安全性，如下图所示。

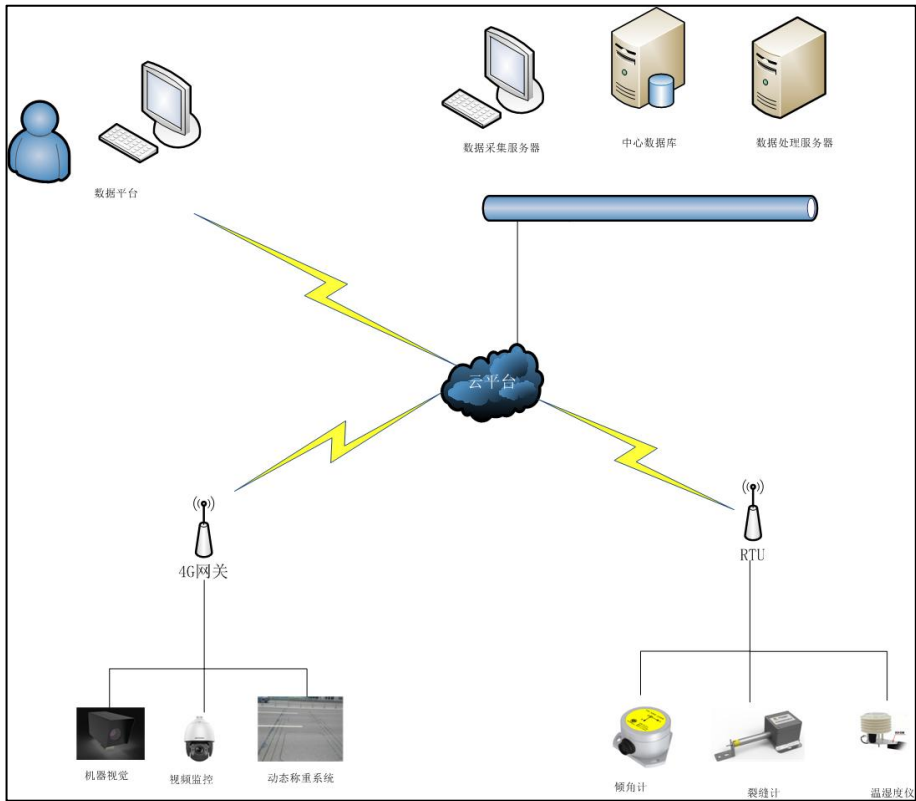


图 3.3-2 结构监测网络拓扑示意

3.4功能作用

监测系统总体功能需求是通过健康监测系统获取桥梁的运营状态信息，分析、评估桥梁的运营状态及安全状况，进行安全预警，辅助突发事件识别，提出结构养护检查与维修建议，提高应急管理效率，有效指导与支撑桥梁养护管理部门的数字化管养工作。系统应具备以下主要功能：

- （1）桥梁运营状态信息的自动监测采集：通过布设在桥梁各关键部位各类监测传感器，获取桥梁的运营状态信息，包括环境、荷载、结构响应等；
- （2）数据处理：应能够对前端获取的传感器监测数据进行预处理，确保完整、有效、无异常的数据进入系统数据库，同时还可根据后期数据调用、分析等需求对数据进行后处理；
- （3）数据存储：应能对监测数据、桥梁基本信息、统计分析数据、评估预警数据等进行分类存储和管理；

- （4）数据分析：应能对监测数据进行统计分析和特殊分析；
- （5）安全预警：应能在系统中根据需要设置监测指标的预警阈值，当相应指标超过对应预警阈值时，系统能够通过声光警示、短信及邮件推送等多种方式进行自动报警；
- （6）报告、报表管理：应能定期对监测数据进行自动分析并生成相应报表，应该实现对自动报表与专业分析报告的管理和查询；
- （7）用户应用管理：通过用户界面系统，实现各类养护管理人员对桥梁基本信息、监测信息、分析结果、预警信息、报告报表等信息的查询与管理；
- （8）数据交换接口：提供数据交换接口供第三方进行隔离访问，数据结构按省级监测系统要求设计。

4. 系统详细设计

4.1监测内容、测点布设与监测方法

4.1.1总体布置

根据规范《公路桥梁结构监测技术规范》（JT/T 1037-2022）要求，桥梁的监测内容根据桥梁运行环境、受力状态分析、耐久性分析、风险评估结果、桥梁技术状况、监测应用目标及管理文件确定。

根据规范及文件要求，监测内容应包括环境、作用、结构响应，结构变化和其他。同时，监测测点布设基于所确定的监测内容和结构特点，兼顾代表性、经济性、可更换性，并考虑设备布设条件所受约束性，监测内容如下：

- （1）环境：
监测项包括环境温湿度。
- （2）作用：
监测项包括车辆荷载。
- （3）结构响应：
监测项包括主梁竖向位移，桥墩倾斜，桥墩振动。
- （4）结构变化：
监测项包括混凝土结构裂缝。
- （5）其他：

监测项包括视频监控，车辆抓拍，爆闪警示。

监测内容分如表所示。

表 4.1-1 下寮溪大桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
环境	环境温湿度	温湿度仪	桥面	台	1
作用	车辆荷载	动态称重系统（含抓拍机）	伸缩缝旁路基	套	1
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
其他	视频监控	监控球机	桥面	台	1
合计					4

表 4.1-2 上洪桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
合计					1

表 4.1-3 下后洋一号桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
结构变化	裂缝	空心板典型裂缝	主梁	支	6
合计					7

表 4.1-4 泗溪大桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
结构响应	桥墩振动	多元数据测点	桥墩墩顶	台	2
	桥墩倾斜				
环境	环境温度				
其他	车辆抓拍	抓拍机	桥面	台	1
	爆闪警示	爆闪警示装置	桥头路基旁	台	4
合计					8

表 4.1-5 郑州桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
合计					1

表 4.1-6 前坪桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	桥墩振动	多元数据测点	桥墩墩顶	台	1
	桥墩倾斜				
环境	环境温度				
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
其他	车辆抓拍	抓拍机	桥面	台	1
	爆闪警示	爆闪警示装置	桥头路基旁	台	4
合计					7

表 4.1-7 秀涧桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
合计					1

表 4.1-8 双溪口大桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
结构变化	裂缝	箱梁内典型裂缝	主梁	支	2
合计					3

表 4.1-9 峰文桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
合计					1

表 4.1-10 月湖一号桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
环境	环境温湿度	温湿度仪	桥面	台	1
作用	车辆荷载	动态称重系统（含抓拍机）	伸缩缝旁路基	套	1
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
其他	视频监控	监控球机	桥面	台	1
合计					4

表 4.1-11 下村垵大桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
结构变化	主梁加速度、转角	类声纹传感器	主梁	台	2

其他	倒塌报警	应急爆闪示警灯	桥面	个	2
其他	桥面重车捕捉	智能高清摄像头	桥面	台	1
合计					6

表 4.1-12 石柱源大桥结构监测内容

监测类别	监测项目	传感器类型	测点位置	单位	数量
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉挠度仪（含靶标及基准点）	主梁跨中	台	1
结构变化	主梁加速度	类声纹传感器	主梁	台	2
其他	倒塌报警	应急爆闪示警灯	桥面	个	2
其他	桥面重车捕捉	智能高清摄像头	桥面	台	1
合计					6

4.1.2环境温湿度

（1）监测目的

- ①作为分析结构状态和结构损伤发展状态的重要参数指标；
- ②实现运营期结构监测系统自身仪器设备所处环境的监测；
- ③监测箱梁内部或桥面空气温湿度状况，指导桥梁构件的养护维修工作。

（2）监测方法

结合规范要求，并考虑桥梁所处环境，本项目选择环境温湿度仪进行温湿度监测，监测内容包括温度、湿度。传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1-13 环境温湿度计的技术指标

项目	技术要求
（1）空气相对湿度测量	
测量范围	0-100%RH
输出信号	4-20mA 电流，需与采集设备匹配
精度	±1.5%RH（0~90%、-15~40℃范围）
稳定性	小于 1 %Rh/年
操作温度	-40℃至 60℃
（2）空气温度测量	
输出信号	4-20mA，需与采集设备匹配
测量范围	-40℃至 60℃
精度	±0.3℃

采样频率	10 分钟 1 次
------	-----------



图 4.1-1 环境温湿度计及防护罩示例

4.1.3车辆荷载/抓拍

（1）监测目的

①通过对各车道车流量、车重、轴重、车速等参数的监测，实现对超载车辆的在线报警；建立交通荷载谱，用于桥面板与主梁关键结构部位的损伤分析；为桥梁校验系数分析提供输入数据。

②及时发现和记录桥梁发生的突发事件，第一时间判断事故是否对桥梁结构造成破坏程度。

（2）监测方法

结合规范要求，并结合桥梁桥面现场情况，本项目选择双车道动态称重系统进行车辆荷载监测，配合摄像头进行车辆的识别抓拍。

动态称重传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1-14 动态称重系统的技术指标

项目	技术要求
传感器类型	电感线圈，压电薄膜传感器
称重精度	<10%
称重范围	≤30t/轴
单轴最大过载能力	200%
车速检测范围	5~200km/h
车速检测精度	<2km/h
车流量检测误差	<2%

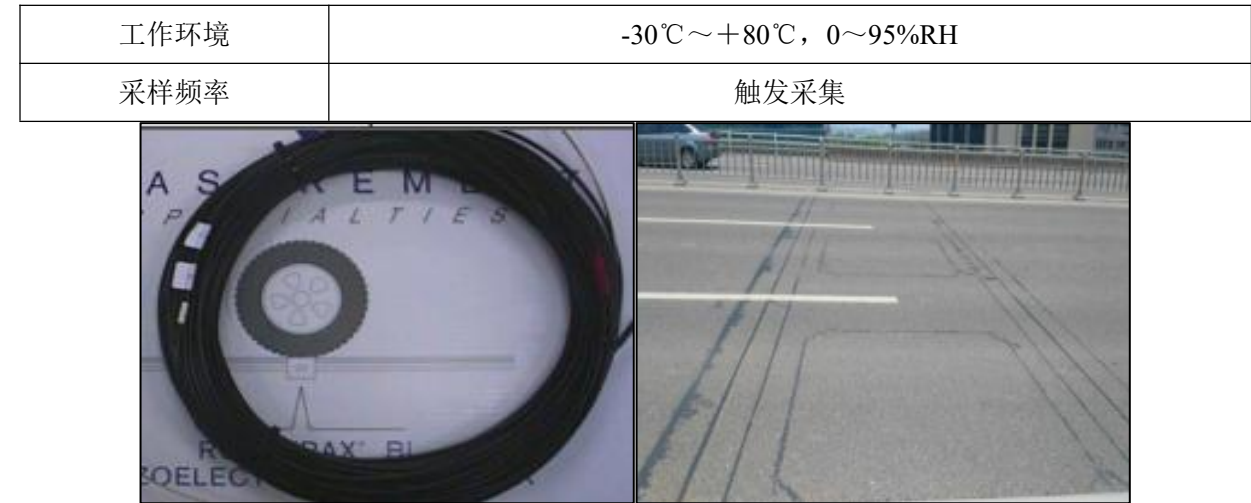


图 4.1-2 车速车轴仪及安装保护示例

其中 S326 省道配备抓拍机及动态称重系统配备抓拍机参数如下所示。

表 4.1- 15 抓拍摄像头的技术指标

项目	技术要求
设备类型	抓拍摄像机
分辨率	最高 4096(H)×2160(V)
帧率	≥25FPS
照射距离	不低于 200m
防护等级	IP65
视频采集功能	具备自动光圈、变焦镜头、昼夜自动转换，能够实现车辆的识别、抓拍



图 4.1- 3 高清摄像头示例

其中 S220 省道传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

选择双车道类声纹损伤识别系统进行车辆荷载监测，配合摄像头进行车辆的识别抓拍，获取重载车辆经过时监测点的结构动态响应曲线。

表 4.1- 20 智能高清摄像头的技术指标

项目	技术要求
快门	1/1-1/30000s
像素	≥400 万
主码流帧率	25fps（1920*1080）
子码流帧率	25fps（1280*960）
支持功能	车辆目标检测
通讯方式	IPv4 IPV6 GB/T28181
防护等级	IP65 及以上
使用年限	≥5 年

4.1.4主梁竖向位移

（1）监测目的

- ①主梁的线形是反映当前大桥内力状态的重要指标，是进行梁桥内力状态识别最重要的输入参数；
- ②主梁竖向位移的变化也是反映行车舒适性和进行桥梁适用性评价的直接指标；
- ③反映大桥当前安全状态及进行内力状态评估逆分析的重要参数，是必须监测需要实时掌控的内容。

（2）监测方法

结合规范要求，并结合桥梁现场情况，采用行业中技术先进的**机器视觉挠度仪**配合靶标进行挠度监测。

其中 S326 省道传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1- 16 机器视觉挠度仪的技术指标

设备	项目	技术要求
机器视觉智能测量仪	最高采样率	60Hz
	分辨率	1/100000FOV
	最大测试距离	400m（超出范围可定制）
	精度	0-50 米：±0.2mm；50-200 米：±1mm；200-400 米：±1.5mm
	供电方式	DC24V
	峰值功率	25W
	通讯接口	Ethernet

	温漂控制	成像系统内置恒温控制装置
	成像系统温度控制精度	±0.2℃
	防护等级	IP65（包含防护罩）
	工作环境	- 20℃ ～ + 70℃
	图像传感器	1" GS CMOS
	镜头光圈类型	手动光圈
	白光灯补光距离	30m
	网络接口	2 个 RJ45 自适应以太网口
	通信串口	RS 485 串口



图 4.1-4 机器视觉挠度仪及靶标示例

其中 S220 省道传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1-18 机器视觉挠度仪的技术指标

项目	技术要求
系统结构	Hi3516EV100
传感器	200MP, 1/2.9" CMOS
主码流	1920*1080@20fps
网络协议	RTSP/FTP/DHCP
电源	12V/2A, ≤3W
焦距	16-48mm
分辨率	3MP
测量精度	0.01mm
测量频率	0~160Hz

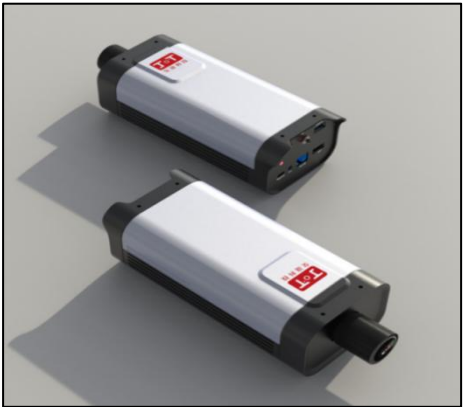


图 4.1-4 机器视觉挠度仪示例

4.1.5裂缝

（1）监测目的

作为运营期间结构安全性预警的重要信息，也是结构状态分析的重要基数据。针对结构中关键裂缝进行重点监测，跟踪裂缝的发展趋势，提早预防结构劣化。

（2）监测方法

结合规范要求及现场情况，选取表面裂缝计作为裂缝监测设备。传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1-17 裂缝计的技术指标

项目	技术要求
量程	12.5mm 或可定制
最大允许误差	≤0.02mm
分辨力	≤0.01mm
工作温度范围	-20℃~+80℃
采样频率	1 小时 1 次

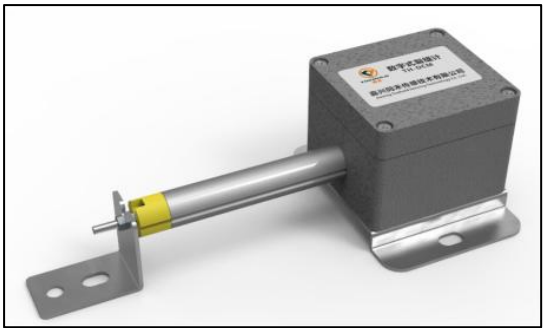


图 4.1-5 裂缝计示例

4.1.6桥墩倾斜、振动

（1）监测目的

在桥墩发生倾覆，失稳或者桥墩基础冲刷情况下，观测桥墩顶部的倾斜、振动情况，保障桥梁下部结构安全，为监测数据的报警及异常提供依据和参照；

异常的加速度变化可能表示主梁受到了突发性外力（如冲击、超载或地震等）作用。

（2）监测方法

其中 S326 省道传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1- 18 多元数据单元的技术指标

名称/型号		多元感知单元	
序号	检测项目		技术要求
1	倾角	输出	x、y 双轴
		采样频率	最高 1Hz
		量程	±90°
		精度	0.005°
		分辨率	0.001°
2	加速度	输出	x、y、z 三轴加速度
		采样频率	最高 200Hz
		频响范围	0~50Hz
		量程	±2g、±8g、±16g 可配置
		精度	1mg
		分辨率	0.01mg
		噪声密度	25μg/ √ Hz
		0g 偏移	±20mg
		0g 温漂	±0.2mg/℃
		灵敏度温漂	0.01%/℃
3	速度	采样频率	最高 200Hz
4	温度	采样频率	最高 1Hz
		量程	-40℃~+120℃
		分辨率	0.1℃
		精度	1℃

5	边缘计算 参数	CPU	Cortex-M4 内核（具浮点计算）
		内存	1MB
6	接口参数	4G/5G	
		网口（RJ45）	
		RS485（可接多个传感器）	
		蓝牙（Bluetooth 5.0）	
		WiFi	
7	测量模式	连续测量模式	
		周期测量模式	
		触发测量模式	
		智能触发模式	
8	采样设置参数	工作模式可设置（四种）	
		报警阈值可设置（加速度、倾角）	
		采样频率可设置	
		传输周期可设置（600~86400s）	
9	功能特色	具备远程 OTA 升级	
		具备断网续传功能（4GB 存储）	
		传输备份（双 SIM 卡）	
10	联动功能	与数据平台联动	
		与机器视觉智能测量仪（可选）	
		与抓拍相机联动（可选）	
11	内置锂电池		20Ah
12	一体化太阳能板		15W
13	休眠功率		≤5.5mW
14	活动功率		0.25W
15	工作温度		-40℃~+85℃



图 4.1-6 多元数据传感器示例

其中 S220 省道传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1-18 类声纹传感器的技术指标

项目	技术要求
供电电压	9~35V
输出频率	50Hz 及以上
输出方式	RS232/485/TTL 接口输出可选
工作温度	-40℃~+85℃
动态/静态精度/分辨力	0.01°
量程	俯仰±90°，横滚±180°
防护等级	IP67



图 4.1-5 类声纹传感器示例

4.1.7视频监控

（1）监测目的

①在极端天气条件下观测桥梁主要受力构件的变形、振动情况，为监测数据的报警及异常提供依据和参照；

②及时发现和记录桥梁发生的撞击、火烧等事故，第一时间判断事故是否对桥梁结构造成破坏程度；

（2）监测方法

其中 S326 省道传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1-19 视频监控的技术指标

项目	技术要求
最大图像尺寸	1920×1080
镜头要求	每个摄像机含一个固定镜头和一个转动镜头
测量精度	±0.1%F.S
视频制式	24FPS
红外视距	200m
增益模式	自动/手动
镜头间距	4.5-135m，30 倍光学变焦



图 4.1-7 监控球机示例

4.1.8爆闪警示

（1）监测目的

通过快速闪烁的强光吸引人们的注意，提醒行人及车辆注意桥梁监测区域或潜在的危險，增强桥梁区域的道路安全。特别是在夜间或视线不佳的条件下，爆闪警示装置能有效提高可见性，预防交通事故的发生。

（2）监测方法

其中 S326 省道传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1-20 爆闪警示装置的技术指标

项目	技术参数
----	------

项目	技术参数		
工作环境	在光照环境下或内置锂电池存有电量的状态下/市电供电(选配)		
最大功率	50W	示警方式	灯光示警模式
发光方式	LED 频闪发光	发光颜色	红/蓝双闪+停字标志(黄)
材 质	喷塑冷轧板	防护等级	IP55
工作温度	-20℃~60℃	工作湿度	≤95%
安装方式	抱箍固定/波形护栏固定	通讯方式	4G 通讯
工作时间	设备满电状态下可持续工作 6 小时以上		
最大功率	30W	峰值电压	18.4V
峰值电流	1.63A	开路电压	22.6V
工作湿度	20%~98%(RH)	工作温度	-40℃~85℃

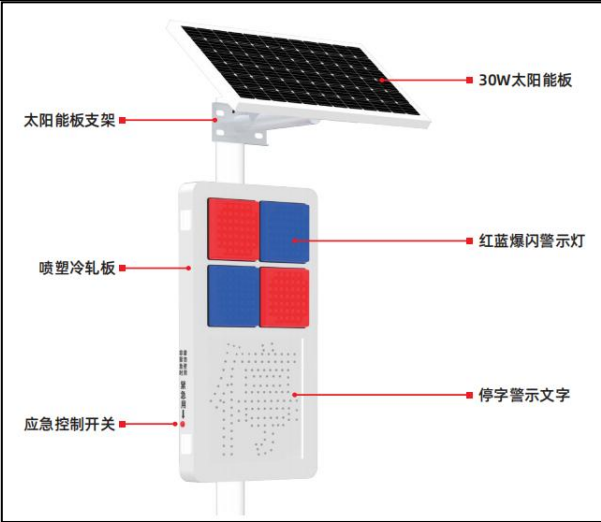


图 4.1-8 爆闪警示装置示例

其中 S220 省道传感器技术指标如下表所示，传感器及配套设备如下图所示。

表 4.1-19 应急爆闪示警灯的技术指标

项目	技术要求
工作电压	DC 12V/24V
工作温度	-20℃-60℃
防护等级	IP67
警示方式	闪烁/爆音
接入方式	485/232/TTL
联动报警功能	支持信号传输



图 4.1-6 应急爆闪示警灯示例

4.2系统硬件设计

系统硬件主要包括外场传感器设备、数据采集传输设备以及相关的保护支持设备。监测系统在硬件设备的选择上要满足可靠性、精确性、耐久性、经济实用性、冗余度、可更换性及开放性要求。同时，传感器与数据采集设备选型应满足监测量程、分辨力、精度、灵敏度、动态频响特性、长期稳定性、环境适应性要求。

（1）可靠性：监测仪表必须能够真实地量测到该项目需要反映的效应量（或原因量）传感器的量程、精度、灵敏度、直线性和重复性、频率响应等技术指标必须符合国标及仪器系列型谱的有关要求；

（2）精确性：选择传感器时，必须对结构部位的受力进行分析，选择量程高于设计最大值（或可能出现的最大值）、精度（该量程范围应是仪表的最佳工作范围）满足监测要求的传感测试仪器及配套仪表。传感器的精度选择还应该和采集与传输子系统相匹配，设备安装前应进行必要的标定、校准或自校；

（3）耐久性：选择的桥梁监测仪器设备必须能在复杂的环境下长期稳定可靠运行，其必须具备温漂小、时漂小和可靠性高等特点。尽可能选择已在大型工程中广泛使用、并证明效果良好的监测仪表及传感设备；

（4）经济实用性：传感测试仪器及配套仪表须有合理的性能/价格比，满足养护管理实用性的要求；

（5）先进性：传感测试及采集设备选型时，应选用国际上技术成熟、性能先进的知名品牌或国内著名品牌传感器，其工作的稳定性和可靠性在实桥中已予以适用验证；

（6）冗余度：考虑到传感测试元件成活率和施工中可能出现的问题，系统设计中各监测项目的监测点时应适当考虑冗余度；

（7）可更换性：要求在传感器选型时应尽可能考虑选择外装可更换性好的产品，并能

满足更换时基于桥梁全寿命测试数据的连续性。根据监测类型、测点布设及后期管养系统体系化要求，需统一对传感器进行规范编码。

4.2.1数据采集传输设备

（1）机器视觉智能测量系统

根据已知特征靶标的直径与图像所占像素建立唯一的比例关系，并能通过像素比例算法进行特征靶标与智能摄像机光轴成正交时的成像测量或存在夹角时的成像测量矫正，进行现场解算分析，根据特征靶标的实际尺寸信息，对特征靶标在物平面内的位移进行像素尺寸比例换算，从而计算出结构物的实际位移数据。

机器视觉智能测量系统由机器视觉智能测量仪、相机镜头、靶标与本地调试 APP、结构物轻量化监测管理平台组成。在待测结构物上布设若干靶标，在相对结构物稳定的位置安装机器视觉智能测量仪，测量仪识别结构物上的靶标图像，当被测结构物发生平面位移时，靶标坐标随之变化，从而测量到被测物的水平和垂直双向位移。内含嵌入式计算模块，可对记录的靶标图像进行畸变处理，校正靶标位移，提高结构物位移的监测精度；同时采用动态局部视窗算法，解决了运算复杂和计算量大的问题，从而使得所有的监测数据都能够在本地微型嵌入式计算模块中运行计算。通过使用机器视觉测量仪实时监测每片梁或箱梁底板跨中、1/4 断面动挠度，分析同一时刻不同主梁的变形。

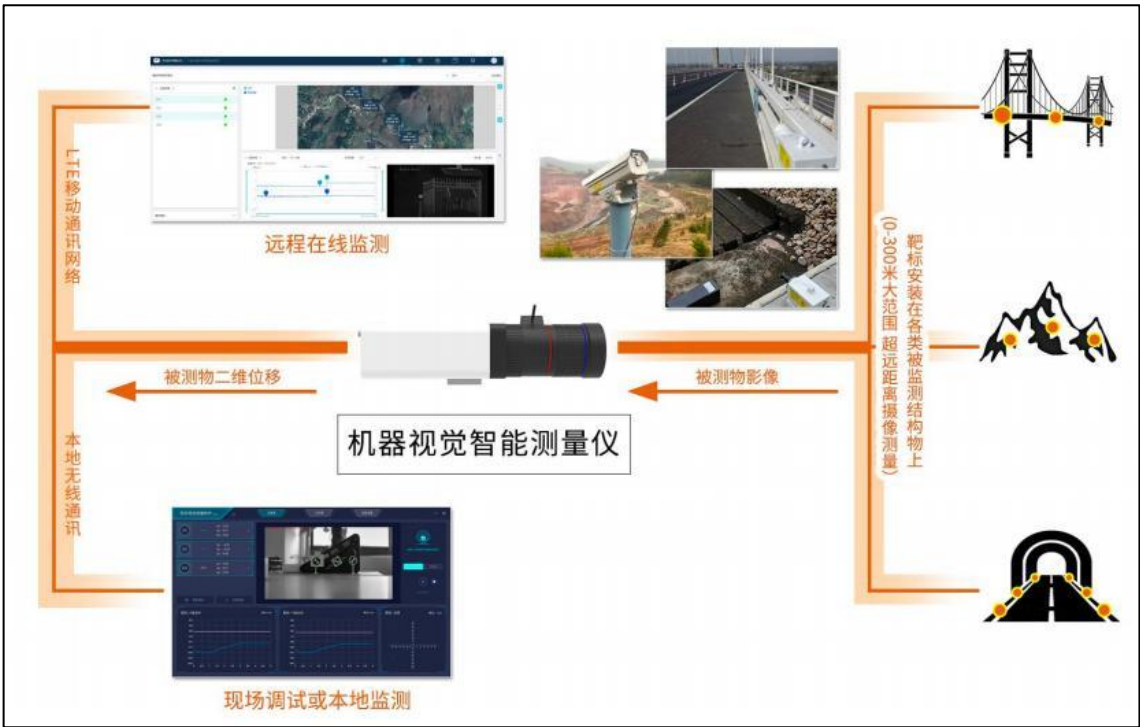


图 4.2-1 机器视觉监测挠度系统框架图

（2）一体化采集设备

一体化采集设备实现了**采集传输一体化**。在本地即可完成原始加速度、速度、倾角、温度等类型的数据采集一系列任务，设备支持触发报警并可自动切换数据采集、分析及上报频率，适用于桥梁结构健康监测中的主墩/主梁振动、倾斜监测。设备内置 4G 传输模块和大容量电池，外部连接一块太阳能光伏板，无需依赖外部供电电网（定点上传模式下可工作 5~8 年），现场可实现快速部署；具备远程升级、远程配置、低功耗管理、本地蓝牙配置调试等多种功能。设备能实现长周期趋势监测及突发状况下的异常报警，有效提升使用和维护效率，降低运营综合成本。

表 4.2-1 一体化采集设备的技术指标

项目	技术要求
支持的设备类型	倾角、振动、裂缝等
数据接口	远程通讯：4G/5G； 与传感部分通讯：RS485 本地配置：Bluetooth 5.0 本地数据通讯：Wifi
工作模式	连续测量模式、周期测量模式、触发测量模式

4.2.2网络安全设备

为了保护信息系统的安全性，系统建设依据《中华人民共和国网络安全法》与《网络安全等级保护条例》，从技术和管理等方面进行“整体、全面”安全建设。系统应按照计算机信息系统等级保护二级标准进行的安全防护措施。

4.3系统软件设计

4.3.1数据采集与传输软件

（1）功能特点

数据采集与传输是整个监测系统的中枢与关键，主要完成原始数据的获取与传输，是连接现场采集设备和实体服务器的中转站，所以要求系统有较高的稳定性和可自修复性。数据采集程序部署在桥梁现场工作站中，和现场采集器等设备通讯，采集各种监测数据，并将数据发送至云服务器。

数据采集软件的技术特点如下：

①采用并发程序设计技术，使得系统能并行同时与多个采集器通讯。确保数据采集的高速高效，以满足监测和分析系统对数据采集频率的要求。

②采用抽象的采集驱动模型。使得程序架构对于不类型的采集设备都有很好的适应性。增添新的采集器的时候，仅仅是增加一个驱动子系统实例。

③采集系统以服务的形式对外提供数据，可以支持多个客户端同时访问。这样，实时库系统可以多任务并发的从采集系统读取数据，提升数据传输速度。另一方面，其他程序，比如测试工具也可以同时读取数据，使得现场调试很方便。

④采集系统以服务的形式对外提供运行时信息。这样，尽管采集器安放在桥梁现场，仍然可以对其进行运行情况进行远程察看。

⑤采集系统具有本地保存数据的功能，这样，使得当通讯异常的时候，能够连续保持多天的数据而不至于丢失，提升了系统的稳定性。

⑥采集系统的数据传输协议设计上考虑了防止丢包的校验技术。即使在无线通讯的情况下，依然能够确保数据传输的正确性。

在工控机端的采集程序采集到实时数据后，每秒形成数据包实时传输到平台的分布式消息系统中，经处理后在前端软件进行展示，前端界面显示的数据为当前动态实时数据。由于分布式消息队列具有高可用性，并解耦了数据的生产者和消费者，采集程序不会因为平台处理程序不工作而丢失数据。

系统根据传感器和数据采集设备的不同，所支持的采样频率满足本系统的数据采集要求。系统软件设计已考虑灵活性和可配置性，可以支持通过配置程序修改采样制式和频率。

（2）软件设计

为了采集终端软件调试与使用的方便和规范，各采集终端使用统一的软件架构。由于每一台终端的硬件配置都有所不同，所采集的物理信号也各不一样，所以在设计和实现数据采集终端软件时，充分考虑以下几个方面：

①统一的软件架构

针对不同的数据监测项，现场应用了不同的采集器和板卡，统一的软件架构一方面使得上位机能通过一致的接口与采集终端交互命令、状态与数据，方便用户的使用；另一方面可以极大地提高代码的重用性，使所有终端使用同一套代码（不同的终端仅在配置文件信息上有所区别），方便开发人员维护代码，降低出错的概率。

②模块化、可扩展的数据采集功能

由于各采集终端的硬件配置多数并不一样，再考虑到将来增加、改变测点，调整系统的

可能性，数据采集终端的软件必须是高度模块化，便于开发人员增加新的测点、硬件。

③便于维护、配置的操作界面

由于各个数据采集终端安放的位置比较远，必须具有方便的接口使得开发人员、用户能够及时地改变系统设置。这样，在系统安装调试的初期，需要经常更改参数设置时，能够减少大量的调试时间。

4.3.2数据处理与管理软件

监测系统数据处理存储模块作为自动化监测子系统关键的一部分，主要目的在于分担整个系统的数据处理和数据存储的压力。它主要实现实时监测数据的接收、处理、分析、整合与存储功能，完成现场采集设备的管理与控制，设在大桥管理监控中心内，未来主要功能包括：

（1）与现场数据采集服务器进行通信，对所有传感器信号数据进行收集、整理。

（2）通过调用数据处理算法仓库，对所采集的数据进行预处理（包括滤波、提取、挖掘、温度补偿、通道间的数据耦合、转换）。

（3）针对不同监测项开发相应的算法，进行实时处理分析（变形、位移），使输出的数据均为结构参数。

（4）数据加工、归档和存储功能，实时解算各通道的特征值，将原始数据与有效特征数据写入数据库。

（5）数据检索和传输功能，将经过处理和分析的数据根据系统界面配置发送到结构安全预警评估系统进行展示。

（6）将经过处理的实时数据通过预先结构计算值进行预警判断，并把预警标志位传给前台预警评估服务器，以便其可进行实时预警显示。

（7）离线处理功能，定制离线处理计划，手动调用进行数据文件的处理功能。

（1）数据存储设计

数据存储和管理模块作为监测系统非常重要的一部分，主要是将处理过的监测数据进行存储和管理，管理整个健康监测系统收集的桥梁全寿命期的所有监测数据，并完成数据的存储、查询、归档等。该模块作为桥梁监测数据的管理平台，为其它系统提供有效的信息源，也为各应用子系统提供可靠的数据交换与存储平台，方便开发与使用。

①存储方案采用数据库存储和数据文件存储的双重方式。桥梁现场安装数据采集站，满

足存储空间≥180 天的原始数据的要求；经过处理后的数据，存储在租用的实体服务器数据库中，可随时调用。另外，大量的传感器设置信息、设备的设置信息、采样频率等各种参数设置信息、处理过程中的中间信息都存储在实体服务器数据库中，供随时调用。

②为了数据安全，防止网络中断情况下数据发生丢失，系统采取了两级存储的方式，网络中断时，桥梁现场的数据采集工作站照常进行采集工作，数据存储在本机硬盘上，网络恢复后，可自动将数据送往中心服务器。

③视频监测可采用网络摄像机+硬盘录像机的方式进行，可实现循环更新存储，普通视频存储时长≥1 个月，突发事件视频可进行转移备份存储并永久保存。

④数据库管理员要经常对数据库进行备份以保证可以实现灾难恢复，一旦监控中心服务器发生灾难性事故，便可以通过异地的数据库备份来恢复数据，减小损失。

（2）数据处理流程

监测系统数据流量大、途径环节多、应用逻辑复杂，因此需要对监测数据流进行专项设计。总体上，从采集前端到最终用户查看，监测数据会经历采集、解析、清洗、初始化、实时展示、预警判断等节点流程，并包括各流程之间的数据传输、部分节点处的数据存储以及向外部系统的数据推送；监测数据流设计如图 4.3-1 所示。

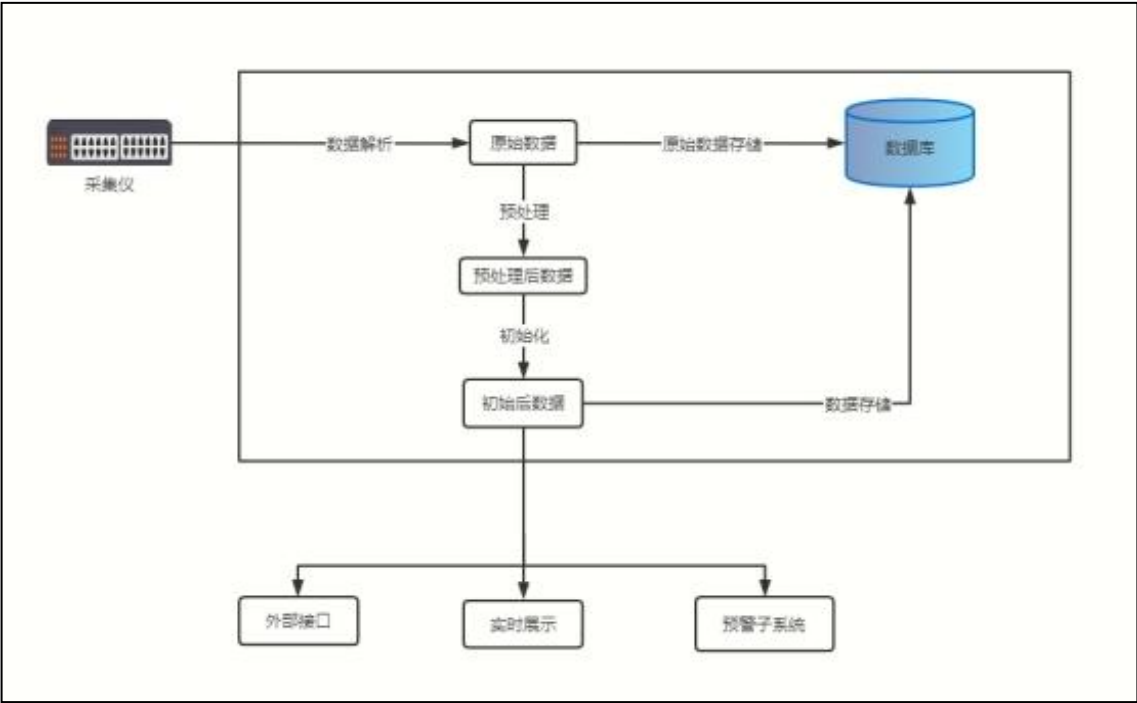


图 4.3-1 监测数据流程图

数据采集，主要目的是通过前端硬件设备（传感器、采集仪等）采集物理指标，并通过

有线或无线的方式将数据传输至数据解析服务。本项目采用采集传输一体化设备进行数据采集。

数据解析，主要目的是将硬件设备的数据报文解析成标准化的数据格式，使得后续的流程可以使用统一的流程对数据进行处理。数据预处理的主要目的是对原始的数据采用数字滤波、去噪、截取、异常点处理等方式进行处理。数据初始化利用一些公式和算法，将数据转换为符合桥梁健康监测实际情况的监测指标数据，并存入中心数据库，供上层应用调用，同时，将数据流一分为三，用于前端实时展示、外部接口推送以及监测预警判断。存入中心数据库的数据，供历史数据查询、统计分析、和二次处理使用。本项目数据解析，数据初始化等步骤在云服务器进行。

（3）数据管理设计

数据管理应具备智能化读取、存储接口，应能保证监测数据的安全、结构化、共享性以及对应软件的友好支持。数据库设计遵循技术先进、架构合理的设计原则，按照不同的数据类型和功能进行分类存储管理。

中心数据库子系统要求能够保障数据存储安全，系统能够长期不间断稳定工作，能够同时处理结构化及非结构化数据，能够完成数据的高速查询及视图的快速生成，支持网络分布式数据管理，支持 WEB 数据访问，满足开放式数据库协议等。

系统需要完成原始数据的处理并入库的功能，保存到数据库中的数据包含了某段时间监测数据的特征值，保存特征值可以方便我们对长期存储数据的统计与分析。统计报表需要对保存下的数据进行进一步的处理，剔除异常点并将处理后的数据保存到数据库中。

传感器系统的监测数据经预处理、二次预处理和后处理后进行数据压缩、信息提取和融合，可得到结构特性及荷载响应特性等实时结果，并可在此基础上建立结构“安全”状态数据库（包括基准值、阈值和参数相关性模型）。随结构年龄的增加，其“安全”状况标准需作调整更新，如维修工程可改善结构的“健康”状况。根据不同阶段的状态值，可了解结构的退化信息。

传统的单机关系型数据库，随着数据的日积月累，单一数据表将越来越庞大，产生容量瓶颈，导致数据库维护难度越来越大，数据库的稳定性也大打折扣。而随着大数据技术的发展，非关系型分布式数据库的应用越来越多。以 mongoDB 为代表的分布式非关系型数据库旨在为 WEB 应用提供可扩展的高性能数据存储解决方案，相比于传统的关系型数据库存在

以下优势：

- ①支持数据高并发读写，海量数据高效率存储和访问；
- ②提高了系统的可靠性，当局部系统发生故障，其他部分还可继续工作；
- ③采用分布式部署，更加方便的进行集群扩展、扩容，更便于维护和管理。

考虑到桥梁整体接入省部级平台的需要，基于集群监测的平台架构考虑，可采用 MongoDB 分布式数据库进行监测数据的存储。数据库设计安装《指南》附录 B 桥梁监测系统数据字典定义进行开发。

（4）容灾备灾设计

监测系统需要长期稳定的保存各种数据，数据库管理员需要制定合理的备份数据库、恢复数据库、收缩数据日志、转移数据库的策略，以保证数据的完整及安全。

完整和及时的数据备份是当遇有事故发生后拯救数据的最关键手段，因此也是保证数据安全的重要环节。对数据备份重视不够，数据备份设备不完好，不经常检查和定期更新数据备份介质，都可能产出无效的数据备份。

从制度措施上来说，对数据库数据备份没有健全的规章制度，数据备份策略制定的不合理，没有对数据备份介质进行可靠的存放，也会给数据安全带来隐患。

4.3.3用户界面软件

用户界面是用户交互的核心部分，是用户使用系统和实现监管一体化的核心。基于 Web、物联网、边缘计算技术开发了轻量化的数据展示系统，将采集到的各项数据实时传输到云计算服务器，实现将桥梁等的远程自动化监测数据进行网页端和移动端 APP 实时展示。

系统包括总览、项目、结构物、测点图谱、数据分析、整体布置等多个模块。



图 4-13 轻量化系统首页展示图示例

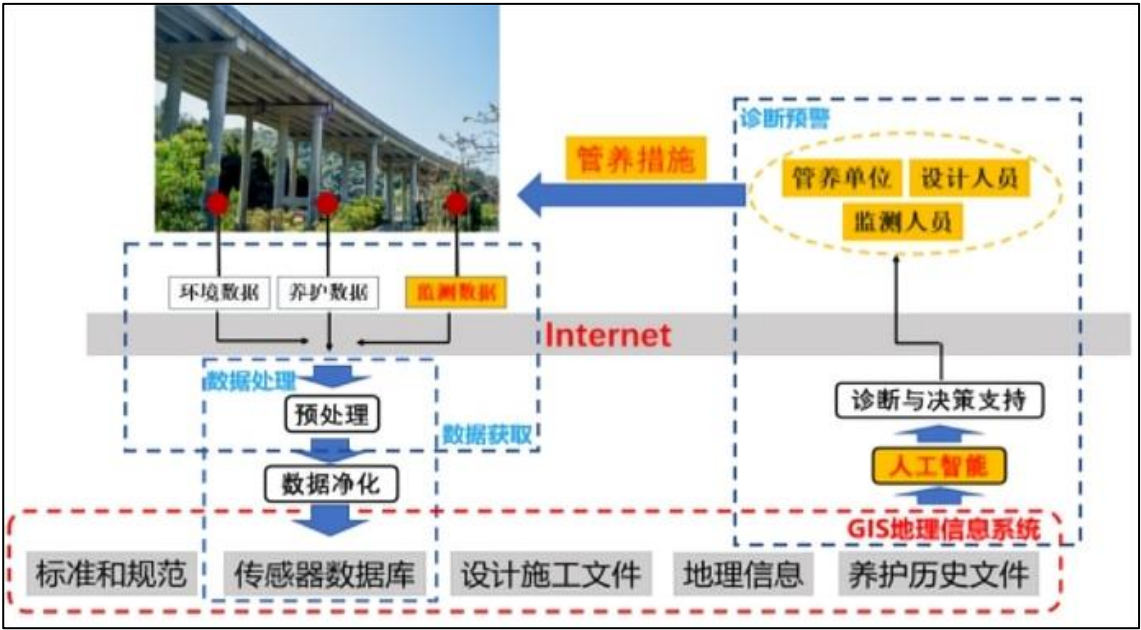


图 4-14 软件功能示意图

（1）实时监测及数据动态展示

监测系统中的实时监测及数据动态展示模块是整个系统的核心组成部分，它负责收集、处理、分析和可视化来自各种传感器或数据源的信息，以使用户能够实时了解被监测对象的状态、趋势及异常情况。如下图所示。

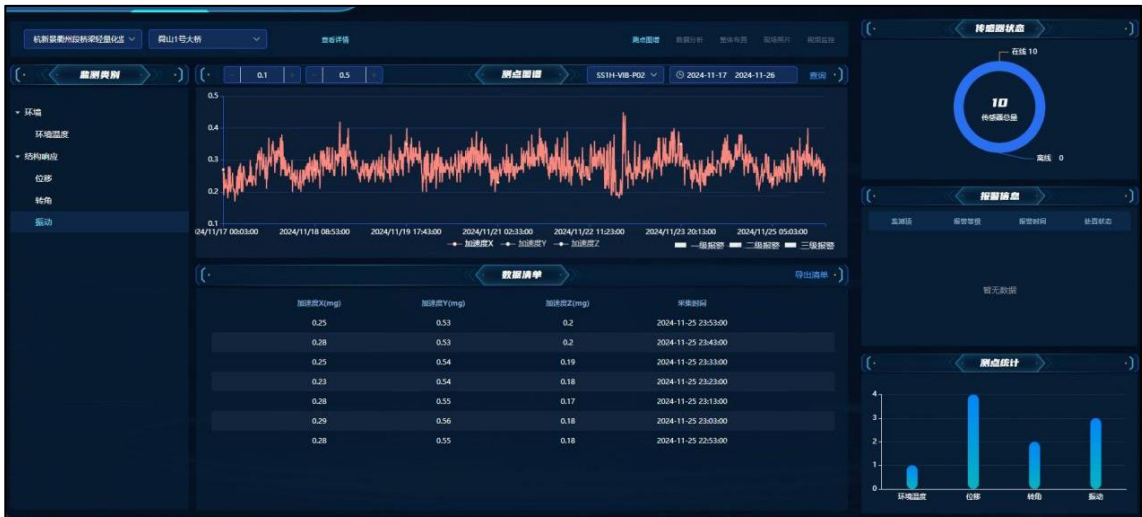


图 4-15 数据动态展示

（2）历史数据查询

结构健康监测系统中的历史数据查询模块是一个关键功能组件，它允许用户访问、检索和分析过去收集的结构健康数据，旨在为用户提供一种便捷的方式来回顾和分析结构在长时间内的健康状态。通过查询历史数据，用户可以了解结构的性能变化、识别潜在问题、评估

维护效果以及为未来的维护决策提供依据。如下图所示。



图 4-16 历史数据查询

（3）超限报警与处置

结构健康监测系统中的超限报警与处置模块是确保结构安全的关键环节,它能够在结构状态超出预设的安全范围时及时发出警报,系统分为三级报警:蓝色警示、黄色报警、红色报警。依据最新规范,原创性地开发了四类报警类型,分别是实时报警、特征值报警、累计报警及周期报警,且开发了完整的报警处置模块;经过数据清洗以后的数据进行实时有效报警,为桥梁养护管理的决策部署提供科学、准确、及时的信息,一旦发生超限将进行网络报警同时将告警信息通过短信发送至管理员手机,经内部审核后推送至业主单位。



图 4-15 报警阈值可视化

项目名称	结构物	监测类别	监测项	监测点名称	监测类型	采集仪	设备类型	通道号	采样频率	报警设置	累计报警	周期报警	趋势报警	操作
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	结构响应	位移	SS1H-DIS-G01-01-X	位移(mm)	shunshan111	通用接口	7	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	结构响应	位移	SS1H-DIS-G01-001-01-Y	位移(mm)	shunshan111	通用接口	8	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	结构响应	位移	SS1H-DIS-G01-001-02-X	位移(mm)	shunshan111	通用接口	9	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	结构响应	位移	SS1H-DIS-G01-001-02-Y	位移(mm)	shunshan111	通用接口	10	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	结构响应	转角	SS1H-INC-P02-001-X	角度(°)	shunshan111	通用接口	2	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	结构响应	转角	SS1H-INC-P02-001-Y	角度(°)	shunshan111	通用接口	3	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	环境	环境温度	SS1H-RTS-P02-001-01	温度(°C)	shunshan111	通用接口	1	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	结构响应	振动	SS1H-VIB-P02-001-01-X	加速度X(mg)	shunshan111	通用接口	4	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	结构响应	振动	SS1H-VIB-P02-001-01-Y	加速度Y(mg)	shunshan111	通用接口	5	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置
杭新景衢州段桥梁健康监测	舜山1号大桥	结构响应	振动	SS1H-VIB-P02-001-01-Z	加速度Z(mg)	shunshan111	通用接口	6	1小时次	已开启	已开启	未配置	已开启	配置

图 4-16 报警阈值配置

（4）报表自动生成

结构健康监测系统中的报表自动生成是一个关键的功能组件,它负责将监测到的结构健康数据自动整理并生成报表,以供相关人员进行分析和决策。

文档名称	所属项目	结构物名称	报告类型	时间周期	生成日期	操作
来公坞大桥周报20241125020001.doc	杭新景衢州段桥梁健康监测	来公坞大桥	周报	2024-11-18 00:00~2024-11-24 23:59	2024-11-25 02:00:02	下载 删除

图 4-16 监测报表自动生成

（5）数据统计分析

系统拥有多种数据统计方式,包括特征值统计、相关性分析、分时分析、趋势分析等。特征值统计是对监测数据中的关键指标进行统计和分析的过程。这些特征值通常反映了结构的某些重要性能或状态。如下图所示。



图 4.3-2 特征值统计

相关性分析旨在揭示不同监测数据之间的关联程度。在结构健康监测系统中，相关性分析可能涉及以下几个方面：

传感器之间的相关性：分析不同传感器监测到的数据之间的相关性，有助于识别结构不同部位之间的相互影响。

环境因素与结构状态的相关性：探讨环境因素（如温度、湿度、风速等）与结构状态（如应力、应变、位移等）之间的相关性，以了解环境因素对结构性能的影响。

历史数据与当前数据的相关性：通过比较历史监测数据与当前数据，分析结构性能随时间的变化趋势和规律。



图 4.3-3 相关性分析

分时分析是按照时间维度对监测数据进行划分和分析的过程。它有助于了解结构在不同时间段内的性能变化。

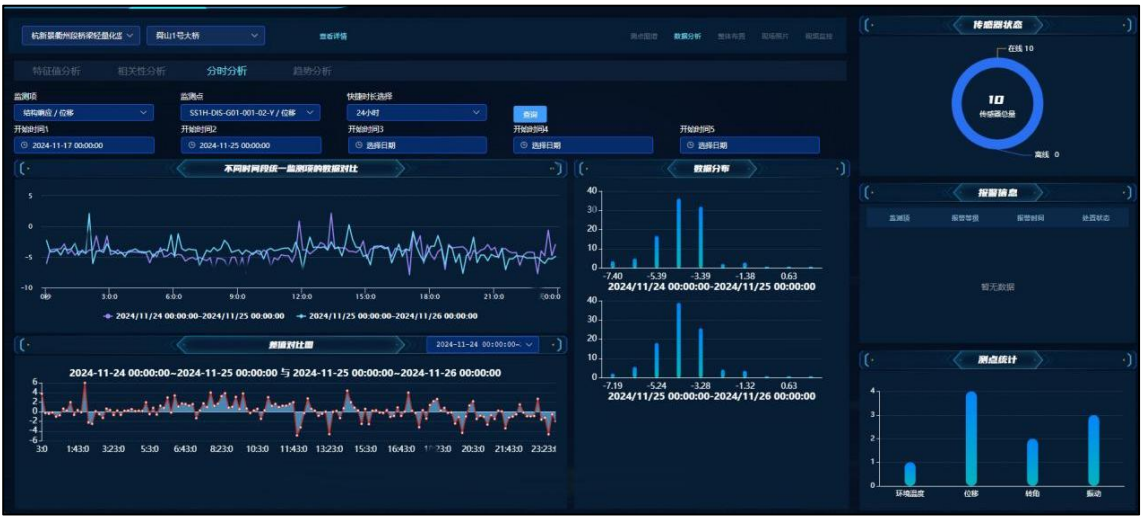


图 4.3-4 分时分析

趋势分析是对监测数据进行长期跟踪和分析，以揭示结构性能随时间的变化趋势。在结构健康监测系统中，趋势分析可能采用多种方法和技术，如时间序列分析、机器学习算法等。趋势分析的结果可以为结构维护计划的制定、风险预警和应急响应提供重要支持。



图 4.3-5 趋势分析

(6) 视频监控

系统支持接入摄像机，实时进行视频监控，为结构的安全监测和评估提供了直观且重要的数据支持。通过对结构进行实时、连续的图像捕捉，使管理人员能够直观地了解结构的当前状态，包括结构表面的变化、周边异常情况的发生等。这一功能不仅提高了结构监测的效率和准确性，还为后续的评估、决策和应急处理提供了有力的支持。

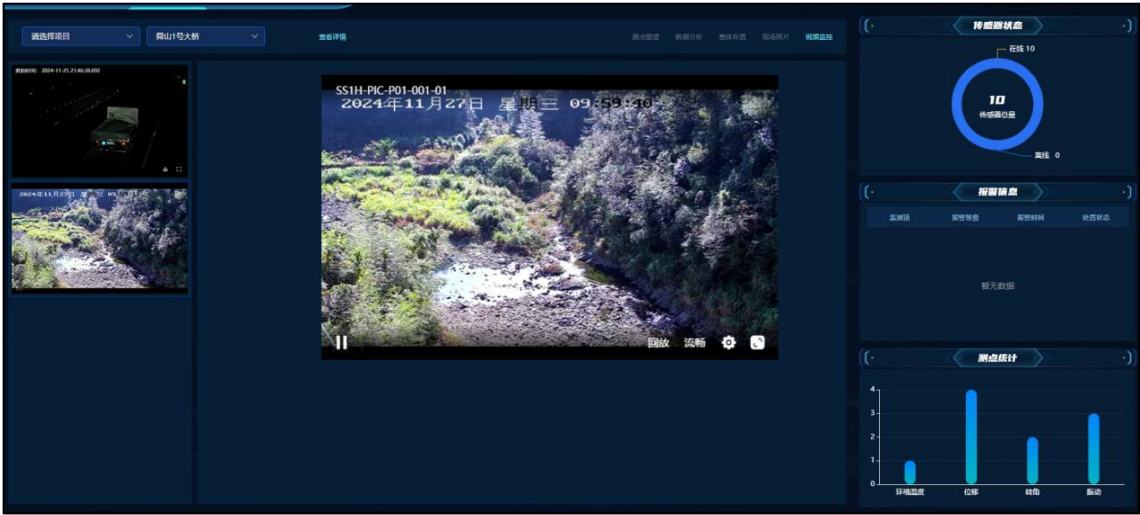


图 4.3-6 视频监控

(7) 重载联动抓拍

重载交通模块展示重载车通行、桥梁挠度响应等统计信息。抓拍联动是结构健康监测系统中用于捕捉重载车辆通过桥梁瞬间的功能。当系统检测到重载车辆（通常根据车辆重量、轴数等参数判断）时，会自动触发摄像头进行抓拍。这一功能主要用于以下几个方面：

- (1) 记录重载车辆信息：通过抓拍，系统可以记录重载车辆的图像信息，包括车型、颜色、车牌号等，为后续分析提供数据支持。
- (2) 监测桥梁响应：抓拍联动不仅记录车辆信息，还同时记录桥梁在重载车辆作用下的响应情况，如挠度变化、振动情况等，以评估桥梁的安全状态。
- (3) 触发报警：如果系统检测到桥梁的响应超过预设的安全阈值，如挠度过大或振动异常，会立即触发报警机制，通知管理人员进行进一步检查和处理

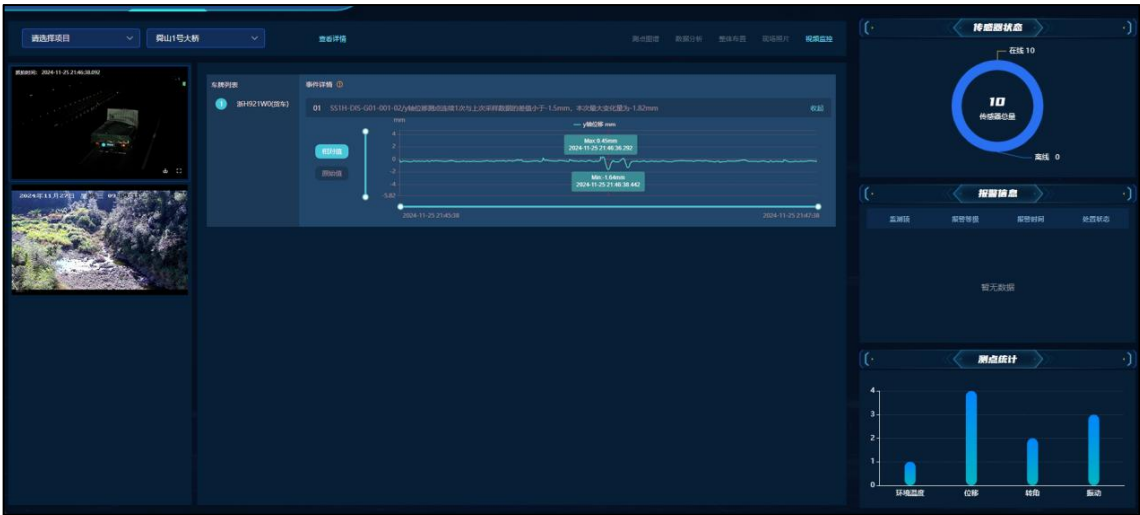


图 4.3-7 重载联动抓拍

(7) 设备在线离线状态

设备在线离线状态功能主要用于监测结构健康监测系统中所有设备的连接状态和工作情况。通过该功能，系统可以实时判断设备是否在线，从而及时发现并解决设备故障或连接问题，确保整个监测系统的稳定性和可靠性。

(8) 结构健康度评估

结构健康度评估分为构件健康度和整体健康度，并分不同的时间维度，对不同结构的健康状态进行评估。



图 4.3- 8 结构健康度

4.3.4外部平台对接

在系统设计时，需充分考虑了监测系统与第三方监测平台进行数据交互与共享，以及桥群系统-省级监测平台-部级数据平台三级互联、数据共享，且根据最新要求对数据格式进行了标准化处理，满足省、部级平台统一的链路、传输、安全技术要求。系统中的数据共分为静态数据与动态数据两大类，其中，静态数据主要包括桥梁信息、测点信息、传感器信息等，动态数据主要包括实时监测数据、分析数据、告警数据等。通过对传感器数据进行清理、转换和分析，将分析后的数据按照省公路与运输管理中心要求进行上传。

同时按照部-省-桥三级联网要求，工作内容包括：基本信息注册、业务数据对接、视频监控对接、监测数据推送、平台下穿访问等。基本信息注册：包含桥梁注册、测点注册以及视频监控信息注册。业务数据对接：包括健康度、报警信息、特殊事件信息、应急预案、季报年报。视频监控对接：包括视频监控状态推送、获取可播放视频地址。监测数据推送：包括特征值数据、实时数据。平台下穿访问：包括下穿登陆协议，通过省级平台跳转至单桥系统。

按照《浙江省重点公路桥梁动态安全监测系统数据交换通讯协议及数据格式》，通信方

式采用 TCP 协议，上级平台作为服务器端，下级平台作为客户端。数据类型需采用 Byte、Word、Dword、Byte[n]、String、Float 六类数据个数。协议采用大端模式(big-endian)的网络字节序来传递字、双字和浮点型。每条消息由标识位、消息头、消息体和校验码组成。下级平台断开恢复后应尽快与上级平台建立连接，连接建立后立即向上级平台发送鉴权消息进行鉴权。连接建立和鉴权成功后，下级平台应周期性向上级平台发送心跳消息，上级平台收到后向下级平台发送平台通用应答消息。下级平台连续、实时地上传其采集到的桥梁健康监测数据，上级平台保存桥梁健康监测数据，并向下级平台回复应答消息。桥梁基础信息和传感器基础信息，理论上只需注册一次，更新频率很小。数据流如下图 4.3-18 所示。

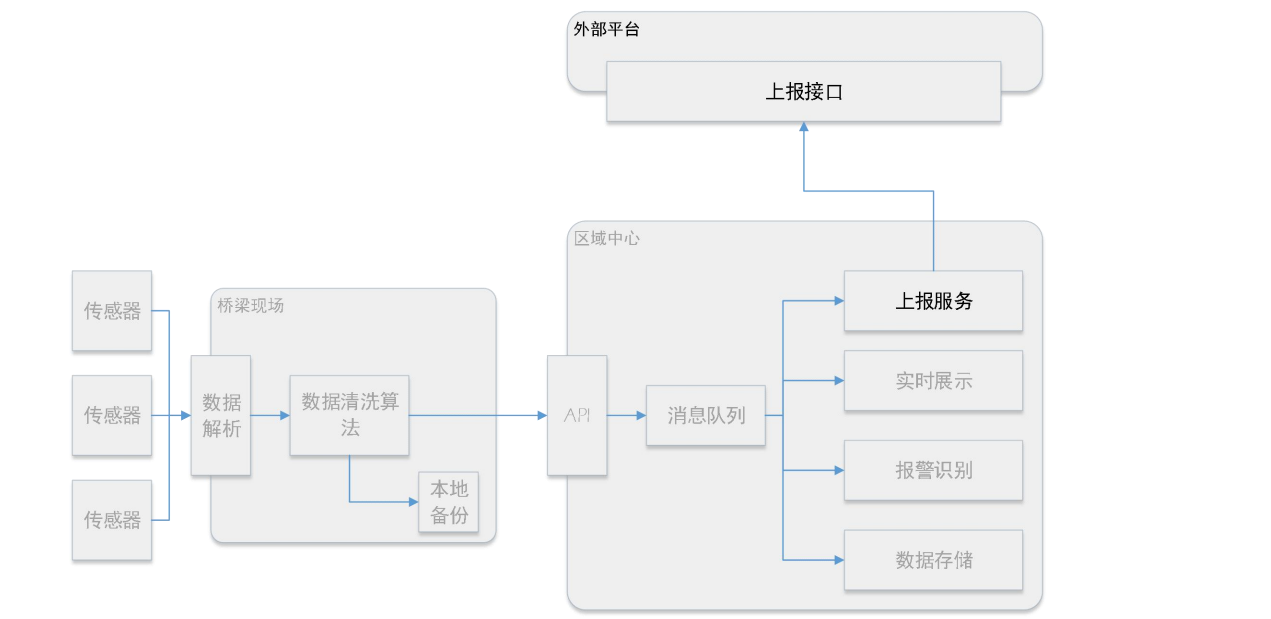


图 4.3-9 数据上报服务

监测特征值数据表-温湿度			
类型值	类型代号	数据接口（部）	时间间隔
1	RHS	温度最大值	1 小时
		温度最小值	
		温度平均值	
		最大温差	
		湿度最大值	
		湿度最小值	
		湿度平均值	
		湿度超限持续时间	

图 4.3- 10 特征值推送数据示例

4.4系统配套工程

4.4.1线管桥架安装

（1）综合布线原则

- ①标准化：布线系统的设计按成熟的国际国内标准或工业标准，这样才能广泛支持不同厂商的设备和系统以及各种应用。
- ②先进性：在遵循标准的前提下，选择采用先进的设计思想和产品，既要反映当前科技的水平，又具有发展的潜力。
- ③实用性：结构化布线系统是在一定的投资下，在规定时间内必须投入使用的一项实际工程，因此设计时，在不能盲目地追求先进性，要结合实际条件，注重系统的实用性。
- ④灵活性：布线系统本身已具有一定的灵活性，在设计时，应充分考虑信息点分布的设定，传输介质的选择，接插件和配线架的选型等方面，以充分发挥其灵活性，以满足应用系统的变更，信息点应用的变更和系统的管理。
- ⑤安全可靠：布线系统是大桥结构监测信息传递的高速通道，是大桥的“中枢神经”。要保证信息可靠的传递，必须要有安全可靠的布线系统。在设计时，要保证信息可靠的传递，必须要有安全可靠的布线系统。在设计时，必须选用高品质的产品，而且在施工时，必须严格督导，以确保系统的可靠性。
- ⑥经济性：布线系统在设计时，在满足为业主节省投资的基础上，应该选用性能价格比

高的产品，使有限的投资发挥最大的效用。

(2) 设计内容

结构健康监测系统的综合布线包括以下四方面内容。

①光缆网络

主要包括了采集站之间的传输光缆和主干通信光缆。

a)数据采集传输系统之间的通信采用 8 芯单模光缆进行信号传输；

b)主干通信光缆由相关电信营业商提供。

②传感器线缆网络

传感器线缆网络是由传感器设备引出至各采集设备的线缆和线缆保护设施组成，线缆类型采用屏蔽聚录乙烯绝缘信号电缆。

③电力电缆

电力电缆用于由桥址区附近的总配电箱到结构健康监测系统机柜的电力引入，确保机柜的稳定可靠供电。

以上综合布线系统，需要桥架、保护软管、线缆固定件等辅助支持保护设施。

(3) 桥架及布线要求

桥架和走线管是系统信号传输线缆的保护装置，具有严格的施工要求和施工顺序。

①支撑间距应小于允许支撑跨距；

②桥架内的电缆应用电缆卡带、或金属电缆卡子进行分组固定。对于水平敷设的电缆每隔 2m 左右作一固定点；对于垂直敷设的电缆应每隔 1-1.5m 固定一次，在改变标高的端部也应予以固定电缆桥架应有可靠接地；

③当电力电缆和控制电缆较少时，可在一个电缆架上安装，但中间要用隔板将电力电缆和控制电缆隔开；

④钢电缆桥架在振动场所及电气接地部位的连接螺栓应加装弹簧垫圈；

⑤钢电缆桥架严禁作为人行通道、梯子或站人平台；

⑥敷设电缆时，在各种弯头处应加导板，防止电缆敷设时外皮损伤；

⑦由于环境温度变化,钢电缆桥架会出现热胀冷缩的现象。室外桥架受温度影响较大，工程设计中直线段电缆桥架应考虑伸缩接头，建议当温差为 40℃时伸缩接头的间距为 50m；

⑧桥架的立柱、托臂等支架可与基础预埋件焊接固定，也可采用膨胀螺栓固定，对于现

场焊接处一定要做好防腐处理，通常现场涂刷防腐漆。

综合布线施工要求：

①布线从传感器端开始，到机柜位置结束，分类布设。

②线缆不能强力拉扯，以免损坏。

③线缆的型号、规格应与设计规定相符。

④线缆的布放应自然平直，不得产生扭绞、打圈接头等现象，不应受到外力的挤压和损伤。

⑤线缆两端应贴有标签，应标明编号，标签书写应清晰、端正和正确，标签应选用部易损害的材料。

⑥线缆终接后，应留有余量。交接间、设备间对绞电缆预留长度宜为 0.5～1.0m，工作区为 10～30mm；线缆布放宜盘留，预留长度宜为 3～5m，有特殊要求的应按设计要求预留长度。

⑦线缆的弯曲半径应符合规定。

⑧电源线、综合布线系统缆线应分别布放，缆线间的最间净距应符合设计要求，应用符合 ZB3-2“综合布线电缆、光缆及管线与其他管线的间距”的规定。

⑨在暗管或线槽中缆线敷设完毕后，宜在通道两端出口处用填充材料进行封堵。

⑩敷设暗管宜采用钢管和阻燃硬质 PVC 管。布放多层屏蔽电缆、扁平缆线和大对数主干电缆或主干光缆时，直线管道的管径利用率应为 50%～60%，弯管道应为 40%～50%。暗管布放 4 对对绞电缆或 4 芯以下光缆时，管道的截面利用率应为 25%～30%。

⑪地面线槽宜采用金属线槽，线槽的截面利用率部不超过 50%。

4.4.2 供电及网络通信

桥梁结构监测系统（特别是全效型系统）中采用电力电缆作为电力线，并考虑用硬质塑料管（PVC 管）或不锈钢线槽作为电力线保护装置。

由于各类传感器分散在大桥的各个位置，而采集仪器集中在数据分理站，因此传感器输出的信号需要经过远距离的现场传输到达采集仪器，这之间的传输主要通过现场传输电线电缆实现。鉴于桥梁现场环境的恶劣，在现场传输电线电缆铺设时充分考虑了线路的耐久性和传输信号的抗干扰性，主要采取如下几项构造措施：

铺设保护线槽

考虑到大桥现场环境的恶劣性和复杂性，铺设保护线槽，对于不方便铺设线槽的部位，则采用耐久性较好的 PC 管来保护传输线缆，保护线槽通过膨胀螺丝或丁字型托架牢固在桥梁上，线槽间连接牢靠，并做了线槽接地处理。

采用抗干扰的传输电缆

大桥采用具有很强抗干扰能力的传输线缆，包括用于信号传输的同轴电缆以及屏蔽双绞线以及用于电力输送的三芯电源线，充分保证了传输线路的绝缘性和抗干扰性。

采用抗干扰的线路接头处理

对于传感器与传输线缆的接头以及传输线缆间的接头等容易受到信号干扰的部位，采用严密的抗干扰保护构造措施。

4.4.3防雷接地保护

（1）防雷系统

由于监测系统的防雷设计主要考虑感应雷保护，设计从以下几方面加以考虑：

①强电系统的防雷：主要是供电系统的一、二级防雷（分级保护）、PDU 系统输出的防雷。

②弱电系统的防雷：主要考虑各采集设备前级的防雷保护。弱电系统防雷不能利用大桥避雷保护系统增设避雷针（如：高于 6 米的设备立杆），此外计算机网络系统因主干全部为光纤，交换设备在密闭的机柜内，可不考虑接入电口（RJ45）的防雷保护；

③桥架管路系统的物理全屏蔽：所有电信号相关桥架管路均做到物理全屏蔽、形成理论上的“法拉第笼”。

④系统整体的等电位接地：各大系统均应接地良好、且采用等电位方式接地、确保无电位差，避免差模干扰信号的产生。

（2）接地系统

接地系统应满足以下要求：

①为确保设备的正常运行，要求设备外漏导电部分均接地或接保护线。

②设备的柜、屏、箱的框架，金属架构和钢筋混凝土架构，以及靠近带电 导体的金属围栏和金属门均接地或接保护线。

③电缆的金属外皮或屏蔽层，穿导线的钢管和电缆接线盒、终端盒的金属 外壳、金属桥架、线槽及支架均应接地。

④所有外场设备均应做保护接地和防雷接地。

⑤供电电缆线做屏蔽接地、防雷接地；电力电缆及通信电缆从室外进入设备或机房处应采取防雷电过电压的措施，其避雷装置、过电压吸收装置等都应可靠接地。

⑥其它要求应按国家标准和规范执行。

4.5系统安全设计

在桥梁群健康监测系统架构设计时，以实际情况和现实问题为基础，遵照国家的法律法规和标准规范，参照国际的安全标准和最佳实践，依据相应等级信息系统的基本要求和安全目标，设计出等级化、符合系统特点、融管理和技术为一体的整体安全保障体系，指导系统的安全防护建设工作。

4.5.1物理层安全

物理安全保护的目的是使存放计算机、网络设备的机房以及信息系统的设备和存储数据的介质等免受物理环境、自然灾害以及人为操作失误和恶意操作等各种威胁所产生的攻击。物理安全是防护信息系统安全的最底层，缺乏物理安全，其他任何措施都是毫无意义的。物理安全主要涉及的方面包括环境安全（防火、防水、防雷击等）设备和介质的防盗防窃防破坏等方面。具体包括：物理位置的选择、物理访问控制、防盗窃和防破坏、防雷击、防火、防水盒防潮、防静电、温湿度控制、电力供应和电磁防护等。

桥梁群健康监测系统的机房选择参考相关规范，在机房选址时考虑防震、防风、防雨特征，并对机房的出入口安排专人值守或电子门禁系统，实现机房的物理访问控制。此外，参考机房标准，对电力供应、电磁防护、温湿度控制、静电防护、防水和防潮进行施工。

4.5.2网络层安全

系统机房配置有相应的防火墙、VPN 等安全设备构成防火体系，为用户同时提供多种、多层次安全防御，保护用户网络免受病毒、蠕虫、木马、垃圾邮件以及位置的攻击等混合威胁的侵害，保护用户网络资源，最大限度降低各种恶意行为对关键业务服务及其设备构成的威胁。

在桥梁群健康监测系统的各层级网络通信中，使用加密的传输方式，避免密码等敏感信息的明文传输。对于保密等级要求较高的桥梁，使用专线进行数据的网络传输，通过物理方式保障信息安全。

4.5.3数据权限安全

根据二级等级保护要求，系统应提供专用的登录控制模块对登录用户进行身份标识和鉴别，对同一用户采用两种或两种以上组合的鉴别技术实现用户身份鉴别；应启用访问控制功能，依据安全策略控制用户对文件、数据库表等客体的访问，对用户角色进行权限分配；应提供覆盖到每个用户的安全审计功能，对应用系统重要安全事件进行审计；应提供数据有效性检验功能和自动保护功能，当故障发生时自动保护当前所有状态，保证系统能够进行恢复；应能够对系统的最大并发会话连接数、对账户或请求进程占用的资源、服务优先级等进行限制设定。

桥梁群健康监测系统通过专用的登录控制模块对用户进行身份识别，并根据配置的安全策略来对用户启用相应的功能，并通过日志记录用户的操作历史，对重要的安全事件进行审计。系统对文件服务器、数据库服务器的端口及可访问性做出严格限制，使用白名单机制进行访问控制。

4.5.4数据库安全方案

数据是桥梁群健康监测系统中最宝贵的财产，而且桥梁健康监测对于桥梁的运维安全相当重要，一旦相关数据损失或泄露，后果不堪设想。在桥梁群健康监测系统中，综合使用了结构化数据库存储和时间序列存储，用于存储静态和动态数据。

为保证数据库安全，桥梁群健康监测系统在数据库产品选型时，均选用业界主流、成熟产品，同时要注意数据库版本的先进性和可靠性。所采用的数据库系统负荷 NCSC 认证的 C2 级安全标准，应提供严格的数据库恢复和事务完整性保障机制，提供完整的角色管理和自主控制安全机制，要支持软、硬件容错，逻辑备份与恢复，物理备份与恢复，在线连及备份和恢复等功能，保证在发生故障和灾难后能够很好地恢复或重构数据库。

4.5.5备份方案

数据备份是容灾的基础，是指为防止系统出现操作失误或系统故障导致数据丢失，而将全部或部分数据集合从应用主机的硬盘或阵列复制到其它的存储介质的过程。

桥梁群健康监测系统在多种环境下运行，既有 Linux 操作系统平台，又有 Windows 操作系统平台；数据流转流程多，存在数据解析、数据分析、数据存储、数据处理、数据应用等多个流转流程。为保证桥梁群健康监测系统的数据安全，结合系统特点，采用冷-热结合、本地-异地结合的特点进行数据备份。

4.6监测应用

4.6.1监测数据分析

系统监测数据按照环境、作用、结构响应和结构变化进行划分，对每一类数据进行分析。同时还对同不类、不同监测数据进行相关性分析、比对性分析和趋势性分析。可实现监测数据 分析的条理化和标准化，便于从监测数据中寻求和总结规律，发现并解决问题。

相关性分析包括不同类型监测变量相关性分析（主梁位移和结构温度、主梁挠度与结构温度等），以及同类型监测变量相关性分析。根据相关性分析结构，可判断桥梁状态是否发生变化。

桥梁日常运营状态的监测数据应进行定期分析，评估桥梁运行状态，并以月报和年报的形式形成桥梁日常运营状态监测数据分析报告，以方便桥梁监管养护部门及时了解桥梁运行状况，为桥梁养护决策提供支持。

监测数据分析报告可分析超越报警值的传感器数量、比例、时间和位置，还可利用长时间监测数据分析监测变量的变化趋势，以及监测变量之间的相关关系。年度分析报告可反映桥梁在一年不同气候条件下的运行状态，可通过一年内应变、位移等监测变量随温度、湿度和风速等自然环境因素的变化趋势，揭示这些监测变量与自然环境因素的相关关系。

4.6.2超限阈值与报警

报警作为桥梁健康监测系统的核心部分之一，它通过监测结构的运营状态，通过荷载输入和结构响应数据对桥梁整体及关键部件的安全状况进行评估，判断结构是否处于正常使用极限状态内，是否即将达到或超越服役极限状态。对结构安全状态的重要变化及桥梁出现不安全征兆时进行预警，提供报警信号，提醒管养人员关注结构运营安全状况，及时进行维修养护，保障结构健康正常运行。具体为：对监测及识别的结果进行统计、对比分析，趋势分析和相关性分析；对索力、变形等监测参数建立明确的预警指标，对监测结进行分级报警；综合各种监测数据、内力状态信息对结构进行综合评估。

（1）超限阈值设置

超限阈值设置分为三级，从低到高分别为一级、二级和三级。当监测数据超过各级超限阈值时同步报警。报警类别分环境报警、作用报警、结构响应报警、结构变化报警等。

各级超限阈值确定符合下列规定：

超限阈值根据监测内容历史统计值、材料允许值、仿真计算值、设计值和规范容许值设

定，并考虑车辆通行管控建议、检查指引、健康度评估、特殊事件应急管理等监测应用需求；
 超限阈值额可根据桥梁健康度和技术状况进行调整。各监测指标阈值设置如下表 4.6-1 所示。

表 4.6-1 超限阈值设置

监测类别	监测指标	超限阈值			备注
		一级	二级	三级	
环境	环境温度	大于 1.0 倍设计值	大于 1.2 倍设计值	/	
	环境湿度	大于 50%	/	/	
作用	车辆总重或轴重	车辆总重或轴重达到 1.5 倍设计值	车辆总重达到 100t	/	/
结构响应	主梁竖向位移	桥上通行超限超载车辆时测点位置处产生的挠度变化值	大于 0.8 倍设计值	达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级	/
	振动	结构物受到碰撞时的激励响应特征	10min 均方根达到 31.5mg	10min 均方根达到 50mg	/
	桥墩倾斜	/	达到 0.8 倍设计值	达到设计值或一个月内发现 10 次以上二级	/
结构变化	混凝土结构裂缝	裂缝宽度超过规范限值或加速发展	/	/	/

主梁竖向位移监测指标在所有桥梁中都存在，为本次监测设计的重点，对于其超限阈值设置，需按原设计图纸建立有限元模型，考虑车辆荷载和温度变化，在频域组合下扣除自重后，提取挠度阈值。

阈值的确定是一个动态的过程，系统建立完成后设置初期阈值，系统试运行结束或正式监测运行 1 年后，根据报警情况和数据分析结果进行优化调整，但必须有充分且科学的依据。

（2）报警处置

报警系统布设在桥梁结构健康监测中心内，通过局域以太网与健康监测系统集成。当某一条报警产生后通过短信的方式，自动推送给经系统配置的与项目有关的人员，并在系统内生成一条未处置的“报警详情”，可先由相关操作人员（项目负责人、专业技术负责人等）处置；处置后的报警信息转变为待审核，由相关管理人员审核审核，审核可以驳回、可以通过，选择驳回选项的报警信息状态变化为驳回，可以重新进行处置，选择通过选项的状态变化为已处理；由管理人员决定是否手动推送给相关业主单位人员。

（3）响应机制

当日常运营监测数据分析结果显示桥梁状态出现异常时，应深入分析异常监测数据原因，评估其对桥梁安全影响，并按下列规定确定相应的处置措施：

- ①当监测数据提示桥梁所处温湿度等环境条件不利于桥梁结构耐久性时，提醒桥梁管养部门加强巡检；
- ②当监测数据显示主梁、支座等关键构件应力或内力出现超过设计值的异常时，要求管养部门安排专业工程师对相应构件进行检测；
- ③当监测数据显示主梁挠度等整体变形指标出现异常或桥梁模态参数发生显著变化时，进行桥梁整体模型分析，确定异常原因。

4.6.3车辆通行管控

- ①车辆通行管控基于桥梁结构监测数据分析并协同其他运行管理系统信息给出。
- ②监测数据显示出现影响行车安全状况时，给出车辆通行管控建议。
- ③桥面发生结冰，进行除冰雪防湿滑工作。

4.6.4检查指引

监测数据和分析结果超限报警的情况，宜提醒进行桥梁检查，检查建议见表 4.6-2，并结合 JTG/T H21-2011 和 JTG 5120-2021 相关规定制定检查和养护措施。通过监测数据分析和对重点病害变化趋势的长期监测（如裂缝宽度），相关结果可为桥梁技术状况评定提供依据。

表 4.6-2 监测数据超限检查建议

监测类别	监测内容	超限级别	检查建议
作用	车辆总重或轴重	一级	提示桥梁管养单位注意超载情况，对违法车辆进行警告警示
		二级	提示检查桥梁主要受力构件的技术状况
结构响应	主梁竖向位移	一级	提示密切关注桥面交通荷载分布和挠度变化情况
		二级	提示采取交通管控措施，开展专项检查评估
		三级	提示封闭交通，对桥进行全面检查和结构安全评估；当梁体垮塌等灾毁事件识别后，立即启动现场拦阻装置
	振动	一级	评估异常振动对结构的影响程度
		二级	提示对连接构件进行检查

	桥墩倾斜	三级	提示封闭交通，对桥进行全面检查和结构安全评估；当严重车船撞击、桥墩明显倾斜、梁体明显偏位等灾毁事件识别后，立即启动现场拦阻装
		二级	提示进行桥梁全面检查
		三级	提示封闭交通，对桥进行全面检查和结构安全评估；当梁体垮塌、桥墩明显倾斜等灾毁事件识别后，立即启动现场拦阻装置
结构变化	裂缝	一级	提示管理部门注意裂缝发展趋势，必要时对裂缝附近区域进行专项评估

4.6.5结构健康度评估

结构安全评估是监测系统的最终成果体现，也是健康监测中技术难度最大的部分。既需要熟悉对大桥结构特性，也需要对传感器测试数据有深刻的认识。要求系统能够针对结构的损伤识别、异常状态识别、性能发展趋势预测和整体结构安全性进行分析。应在对本桥进行充分的危险性分析和运营状态受力分析的基础上并采用较成熟的方法对桥梁健康度进行评估，报告大桥主要构件的承载能力，评估大桥整体及各主要构件的使用性能。

根据《公路桥梁结构监测技术规范》（JT/T 1037-2022），桥梁健康度分为结构整体健康度和结构构件健康度。基于报警情况对结构响应参数和结构变化参数进行异常程度分级，根据异常程度分级结果对结构构件健康度和结构整体健康度进行评估。结构构件健康度和结构整体健康度等级划分为Ⅰ基本完好、Ⅱ轻微异常、Ⅲ中等异常、Ⅳ严重异常四级。

4.6.6特殊事件应急管理

超重车过桥时，应对桥梁挠度、关键构件内力、关键部位应变监测数据进行分析，并与理论计算值进行比较，当监测值明显大于理论计算值时，预示桥梁可能发生了损伤，提醒桥梁养护部门进行检查。

4.7项目实施界面划分

监测系统实施过程中，会与业主方及桥梁的机电系统、通信系统存在实施界面，各主要界面划分事项如下。

4.7.1与供电系统的界面

电力系统负责为桥梁健康监测系统的现场硬件设备进行供电，满足系统传感器、采集和通讯设备的电力要求。本系统为长期在线监测系统，预留供电和接地由监测系统实施单位提出技术要求，就近取市电，由业主协调相关单位配合预留。交通工程施工承包人完成全线的

主干供电系统。为结构健康监测系统提供的每个供电点的供电半径不超过300米，供电电压为交流220/380V，在每个供电点为监测系统预留2个空气开关，并引入现场采集站内，供电点设立配电箱。从各供电接入接出点往各采集站、交换机以及传感器的弱电系统供电设备的缆线由监测系统实施单位负责设计和实施。

4.7.2与通信系统的界面

建设涵盖桥梁健康监测的远程通讯网络采用无线4G通讯（即采用中国电信、中国联通或中国移动）无线网桥等传输网络。根据现场调研情况桥梁距离敷设有线光纤网络成本过高。无线通讯网络费用由实施单位包含在供货清单内。

5. 系统验收

系统验收应依据合同文件、批复的设计文件、业主单位签发的设计变更以及相关规范进行。系统验收应包括硬件验收、软件验收和资料验收三部分。

5.1硬件验收

硬件验收应包含以下内容：

- （1）进场设备材料的数量、规格型号、技术参数等与合同文件、设计文件的一致性，合格证、质保卡、说明书及出厂检验报告是否齐全；
- （2）传感器安装位置正确、牢固、端正，表面平整，与结构物接触面紧密，采取必要的防腐防护措施，信号线按要求连接到位，静力水准系统连通管连接完好，无漏水、无阻塞，管内无气泡，管内液体满足所在地区的防冻要求；
- （3）数据采集设备处于正常工作状态，机柜内电力线、信号线、元器件等布线平直、整齐、固定可靠，插头牢固，出线管与箱体连接密封良好，机柜内无积水、尘土、霉变，金属机柜与接地连接可靠，接地引出线无锈蚀；
- （4）光电缆线路敷设与数据中心设备安装应满足《公路工程质量检验评定标准第二册机电工程》（JTG 2182-2020）的相关要求。

5.2软件验收

软件验收应包含以下内容：

- （1）数据采集与传输软件功能完整性和一致性检查，能够正常采集、存储、转发监测

数据，各项功能指标满足设计文件要求；

（2）数据处理与管理软件功能完整性和一致性检查，能够正常接收、处理、存储、转发监测数据，各项功能指标满足设计文件要求；

（3）用户界面软件功能完整性和一致性检查，各软件模块功能满足设计文件要求，静态基础数据、实时监测数据、历史统计数据等各类数据准确、齐全；

（4）软件整体请求响应速度、数据刷新率等性能指标满足设计文件要求。

5.3资料验收

资料验收主要检查文档的齐全性、规范性和一致性，应包含以下内容：

- （1）合同相关资料：合同协议书、招投标文件、系统设计文件等；
- （2）实施过程资料：系统施工图设计文件、系统变更资料、监测设备设施安装记录、软件设计说明书、监理资料（如有）、有关会议纪要；
- （3）交工验收资料：系统实施工作报告、系统竣工图、硬件维护手册、软件操作手册、系统试运行报告。

5.4验收方式

硬件验收宜采取阶段验收的方式，根据硬件进场及安装进度分阶段进行，硬件进场验收合格后方可进行安装调试。软件验收宜采取现场功能演示的方式，软件实际功能和性能应符合设计文件中相关要求，功能覆盖率应不低于设计文件要求的 95%。阶段验收合格、软硬件联合调试后，系统可进入试运行，试运行期宜为 3 个月。试运行结束，且在此期间数据采集、存储、展示、查询等功能正常，应组织交工验收。交工验收应由业主单位组织开展，宜采用会议验收的方式，并形成验收意见，在验收合格后应及时开具验收证书，作为系统交付使用的依据。

6. 系统运维

本项目系统运维期为**5年**，运维期内主要工作包括使用培训、报告出具和系统软件、硬件日常维护等。

6.1使用培训

培训计划包括交付前使用培训、交付后定期培训以及经常性回访答疑。交付使用前将列

入集中培训，不少于 10 学时。发放培训讲义并进行实际操作，使用户能够迅速了解系统硬件、掌握软件基本操作。交付后会进行定期培训，回访系统的硬件运行情况，并让用户更加熟练掌握软件使用，定期培训每年不少于 1 次。另外还会进行经常性回访和答疑，以解决用户使用过程中的各种疑问，经常性回访和答疑每年不少于 1 次。

培训的方式主要以座谈、当面沟通交流、PPT 材料演示、软件实际操作演示和现场实际操作等多种形式进行。培训材料包括以下内容：

- （1）《结构健康监测系统硬件使用维护手册》
- （2）《结构健康监测系统软件使用维护手册》
- （3）《结构健康监测系统竣工图》
- （4）系统介绍及使用（PPT 演示）

系统交工验收后进行，预计 3 天，针对《使用维护手册》涉及的内容和软件进行相应管养人员培训，培训结束验收时请接收培训人员签字确认完成相应培训内容。

系统交工验收后进行，预计 1 天，与系统使用人员当面交流，解答相应的疑问。

6.2报告出具

承包方在后续服务期内，需向业主提供数据分析报告，每半年提供桥梁数据分析报告，并提供养护维修建议；如发生特殊事件，如台风、地震、超重车辆等，应及时提供数据分析与评估报告，并提出相应的养护建议。包括以下内容：

根据系统开发的报表软件每月进行监测数据分析处理，并每季度提交监测报告；根据系统开发的报表软件和结构评估软件进行监测数据分析，获取大桥各监测项的统计最大值、最小值、平均值，进行结构内力状态识别、趋势分析安全性评估、耐久性评估，提交年度综合评估报告；桥梁运营中发生的突发事件如地震、特殊车辆过桥的事件，根据监测系统的监测数据进行结构安全性分析，并提交特殊事件分析报告。

6.3系统维护

后续服务期内，监测方应承担健康监测系统建设的软硬件的维护工作，包含系统软件、服务器、采集站、传感器等维护维修工作，每季度不少于一次现场维护巡查，并向业主提供维护报告和维护维修建议。所有设备应便于检查、清洁、更换和维修。机器视觉监测挠度系统在雾天情况下，在运维时需特别关注其运行情况，避免出现脱靶的情况。使用太阳能供电

的设备需关注其电池状况及流量卡使用情况，确保数据持续不间断采集。设备中相同的部件应具有互换性，设备的互换性应在操作与维修手册中详细描述。设备在运维阶段条件允许时应进行必要的标定、校准或自校。对于非外力损坏的传感器等元件，维修响应时间不得超过 48 小时；对于需要更换的备品备件，应在 1 周内完成备品备件更换；对于需要采购的设备，监测方应提供相应设备的更换建议、技术参数，并提供维修操作。

7. 实施总体要求及注意事项

7.1 实施总体要求

监测系统将在总体设计思路和原则的基础上开展设计、实施工作。首先，编制系统实施方案，并同步开展系统施工图设计。在施工图设计通过专家评审后，开展各仪器设备的进场、报验，传感器、采集仪的安装和通讯线缆的布设，采集信号调试，并同步开展采集软件、系统软件的开发工作。在所有仪器设备安装结束后，将组织专业人员进行传感器、采集仪的调试以及整个系统的联合调试工作。系统调试完成后，系统进入试运行期。组织系统培训工作，并对系统初始采集结果进行分析，建立系统的初始状态。

实施单位应根据系统特点，抽调较强的专业人员设立专门的项目团队，负责本项目的实施工作。项目团队应全面组织管理该项目的施工、进度、质量、安全等工作。项目团队因本着高效、精干的原则，在业主、监理的管理和指导下，与工程各承包方协调合作，及时解决实施中出现的问题，对质量、进度、安全进行有效的控制。

7.2 实施注意事项

- （1）桥梁健康设备安装不应破坏原有桥梁主体设施；
- （2）监测设备基础位置、高度及有关基础护坡处理，应严格按照有关图纸和监理工程师的意见处理。
- （3）接地装置应严格按照图纸和《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB50169-2006）要求，配合基础同时进行施工，隐蔽部分应在覆盖前及时做好中间测试，检查和验收。
- （4）本项目安装的强弱电箱、设备箱需核实现场尺寸后方可加工生产。
- （5）本项目在施工时需对现有设施做好保护工作，以防止损坏。

（6）本项目图纸是在原有施工图的基础上设计的，现场施工接线时需核实现有设备接线；对于控制、通信系统的接线需在厂家指导下实施。

（7）本工程未尽之处应参照国家有关规定、规范及标准施工。

8. 交通组织设计

8.1 总体要求

根据《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）等规范、文件要求，养护作业控制区布置应考虑养护作业的内容与要求、时间和周期、交通量、经济效益等因素，控制区内交通标识的布设必须合理、前后协调，起到引导车流平稳变化的作用。应兼顾作业控制区是否交替通行、线形特征等因素。

二、三级公路车道养护作业时，本向应布置警告区、上游过渡区、缓冲区、工作区、下游过渡区和终止区，对向应布置警告区和终止区。

警告区应布设施工标志及限速标志，车道封闭养护作业尚应布设改道标志上游过渡区应布设交通锥、闪光箭头、交通引导人员等;上游过渡区和缓冲区交界处应布设附设警示灯的路栏;终止区应布设解除限速标志。

不满足超车视距的弯道或纵坡路段养护作业控制区布置，应提前布置警告区。

8.2 作业区人员配置和管理

1.从事公路养护作业的人员必须身体健康，视力良好无色盲，无疾病和职业病，并严格遵守以下规定：

- 1）作业人员应严格遵守各项规章制度，自觉接受各类安全教育培训，杜绝违章冒险作业。
- 2）作业人员应佩戴与作业相关的个人劳动防护用品，同时做好夏季高温防中暑工作。在高温天气期间，非临近通行车道的作业人员可佩戴透气性较好的竹藤类安全帽。
- 3）作业人员必须严格进行岗位安全教育，并经考核合格后方可上路作业，新员工工作未满 1 个月不得单独作业。
- 4）作业人员必须在作业区内进行养护作业，严禁人员扎堆作业或休息，不得在过渡区和缓冲区内逗留、休息，上下作业车辆或装卸物资时必须在工作区内进行。

5) 作业过程中应尽量面朝来车方向，非工作需要不得靠近车辆通行一侧，不得随意进入筑路机械作业范围。

6) 涉及横穿高速布设标志标牌等危险性较大工作时，必须由经验丰富的工人操作，并遵守“一停二看三快速通过”的原则。

7) 预警车辆长时间在定点位置预警作业时，驾驶员不得停留在驾驶室。

2.作业现场管理人员需佩戴工作牌，注明姓名和职务，穿着绿色反光背心，佩戴红色安全帽；长期和短期养护作业中的借道施工、夜间施工、封道分流施工、交通流较大的互通枢纽区施工，应根据需要在现场增设专职安全管理人员，专职安全员应具备相应的业务技能，经培训后取得相关资质证书，其他养护施工需设立班组兼职安全员。

3.作业工人应身体健康，必须进行岗前安全培训并经考试合格后方可上岗，年龄宜在 55 周岁以内；穿着橘红色反光服，佩戴黄色安全帽，其中隧道内及夜间作业时，穿着带有爆闪功能的电子反光背心，高空作业必须系安全带。

4.交通引导人员需经过专门的技能培训，熟悉交通指挥手势，年龄宜在 45 周岁以内，穿着协警制服并手持交通指挥旗（棒）；负责引导车辆和维护现场安全设施，其中部分养护作业区内交通引导员用警示仿真人替代进行交通指挥。

5.安全预警员需经过突发情况应急处置技能培训，年龄宜在 50 周岁以内，穿着绿色反光服，佩戴黄色安全帽，配置口哨；一般情况站在作业人员后方安全区域内，负责安全瞭望，发现险情及时示警并组织疏散避险，同时协助引导车辆和维护现场安全设施。

8.3作业区安全设施配置和管理

1.养护作业常用安全设施及技术要求

养护作业使用的所有安全设施颜色规定及色样应符合相应规范的相关要求。

1) 标志

反光膜颜色为：组合标志采用白底黑字黑边框白色衬边，警告标志位黄底黑字，其它标志根据国标要求选用。

交通标志的结构支撑方式为简单柱式，设计中可依据车型构成、标志板面尺寸及标志布设位置进行选择。

因本项目涉及夜间施工，标志均采用 VII 类反光膜。

标志板采用牌号为 5A02（旧牌号为 LF2—M）的铝合金板，根据标志板大小，选取板

厚为 1.5mm。

柱式标志放置在土路肩外侧或侧分带内，面对着行车方向，可作适当的倾斜。

2) 标线

本次设计所采用的标线主要为临时标线，采用标线贴进行划制。

3) 锥形交通标

锥形交通标高 90cm，设置在靠近上游过渡区的警告区的路侧，设置间距 5m。



4) 水马

水马采用长度 150cm，高度为 80cm，壁厚采用 5mm，其拉伸强度和抗冲击强度等各项性能须符合相关要求。

5) 黄闪警告灯

黄闪警告灯应在外部光照条件不良时保持闪烁，颜色应为黄色。所使用的黄闪灯，应使黄闪灯同频同步闪烁，物理特性应一致。

6) 路锥连杆

为了确保借道区的车辆通行安全顺畅，考虑到路锥设置易翻倒的情况，间断性设置路锥连杆，减少路锥的翻倒概率。

2.养护作业安全设施管理

1) 安全设施进场审查：养护作业单位应按项目需要配置足够数量的安全设施，应在开工前经业主单位职能部门核验后方可投入使用。

2) 安全设施的现场管理：养护作业的安全设施应始终处于良好的工作状态，在未完成检测作业之前，任何人不得随意撤除或改变安全设施的位置、扩大或缩小控制区范围，以保证检测作业区安全控制的有效性。

3) 安全设施的日常管理：养护作业单位应每日检查安全设施的完好程度，发现设施外观模糊、反光膜脱落等情况应及时维修更新；发现设施主体破损、老化等情况应及时更换。维修更新或更换后，应向业主单位职能部门或监理单位报备。

8.4 作业控制区的布设

双向交替通行路段养护作业，除布设必要的安全设施外，尚宜配备交通引导人员，也可布设临时交通控制信号设施。

作业控制区布置如下

- (1) 警告区：城市路段警告区长度 100m。施工点前方起土路肩外侧依次设置施工标志、向左（右）改道标志，并配合设置限速标志。警告区内每个临时标志牌上均设置一个黄闪警告灯；靠近上游过渡区的 75m 范围内设置 5m 每个的锥形交通标。
- (2) 上游过渡区：上游过渡区长度 150m。本区域内靠近侧分带一侧警示柱按 5 米间距设置；爆闪灯设置 1 盏，设置附设施工警示灯的路栏 1 个。
- (3) 缓冲区：缓冲区长度 100m。本区域内靠近侧分带一侧警示柱按 7 米间距设置；涉及夜间施工的将增加爆闪灯设置 1 盏，小太阳回转灯设置 1 盏。配备旗手一名，指挥交通。
- (4) 作业区：作业区域内配备横向设置路锥警示带，并安排指挥人员进行指挥；对施工作业区内辅道连接处进行隔离，防止社会车辆进入靠近施工作业区，提供非机动车行驶。
- (5) 下游过渡区：下游过渡区长度 30m。参照上游过渡区设置。
- (6) 终止区：终止区长度 30m。设置正常限速和施工结束标志。

根据现场路况调查情况，该路段双向两车道公路，桥宽组合为 0.5m（护栏）+9.5m（行车道）+0.5m（护栏），车道较窄，且该路段所处路网单一，附近无可绕行道路，所以施工时采取借用对向车道交替放行的方式。详情如下。

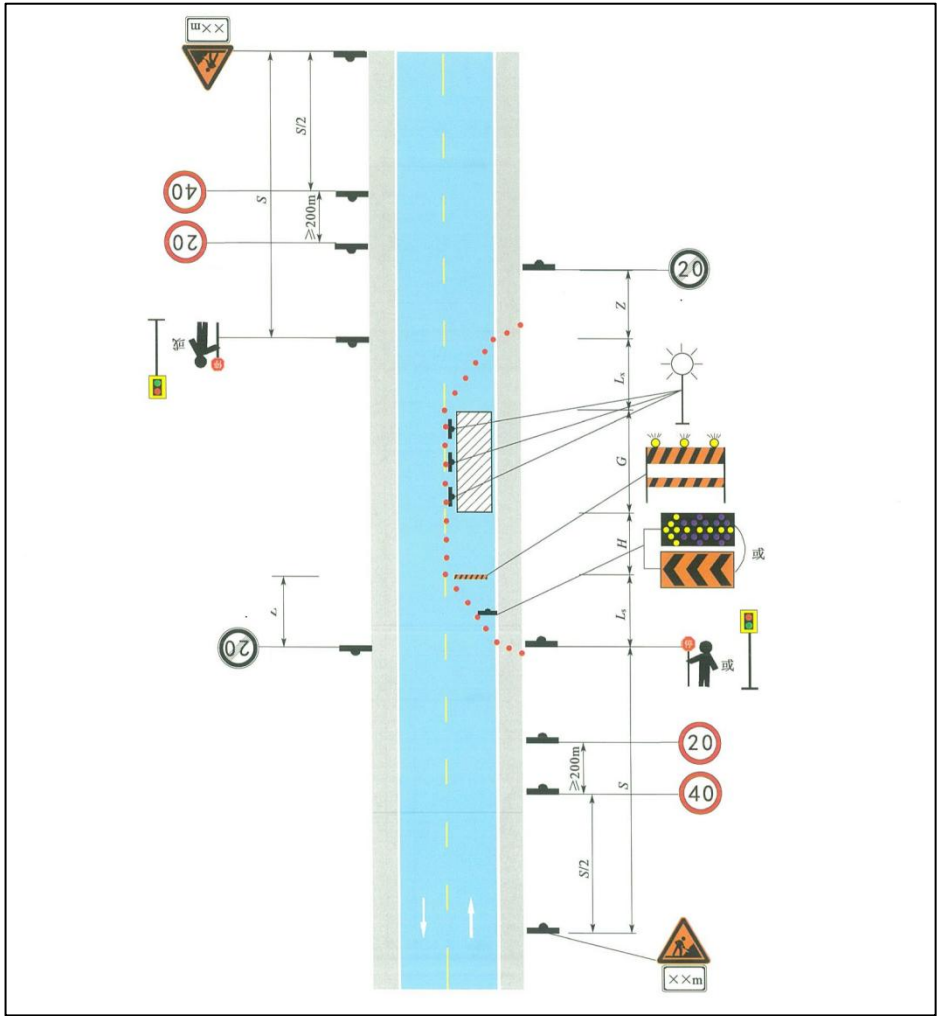


图 8.4-1 双向交替通行的养护作业

封道措施

- (1) 加强施工信息宣传，沿线设置施工警示标牌，及时提醒过往车辆。
- (2) 沿线各路口设置施工信息、施工现场交通信息。
- (3) 现场管理：警告区上游安排交通保障人员摇旗，指挥通行车辆；
- (4) 安排专职交通保障员维护好施工现场交通秩序，封闭区两端做好预警工作，安排专人负责现场交通维护巡查。
- (5) 加强与交警等各方面的协调工作，遇到紧急任务，服从交警指挥，确保道路畅通。

撤除封道措施

施工结束后，在警告区上游位置安排交通保障员摇旗，指挥车辆通行，施工人员逆向收回封闭区封道设施，警告区标志牌需调头后顺向回收。回收结束后施工人员及指挥人员乘坐预警车辆离开施工现场。

9. 监测系统工程量清单

序号	名称	单位	配置、性能指标	数量													备注
				下寮溪大桥	上洪桥	下后洋一号桥	泗溪大桥	郑州桥	前坪桥	秀涧桥	双溪口大桥	峰文桥	月湖一号桥	下村垟大桥	石柱源大桥	合计	
1	系统设计																
1.1	监测施工图设计	项		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	
2	系统硬件																
2.1	环境温湿度仪	台	详见说明	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
2.2	监控球机	台	详见说明	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
2.3	机器视觉智能测量仪	台	详见说明	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
2.4	动态称重系统	套	详见说明	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
2.5	裂缝计	支	详见说明	0	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	8	
2.6	多元数据测点	台	详见说明	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	
2.7	类声纹传感器	台	详见说明	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	
2.8	抓拍机	台	详见说明	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	4	
2.9	爆闪警示装置	台	详见说明	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	2	2	12	
2.1	通讯、防雷等附属工程及辅材	项	详见说明	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
3	系统安装集成																
3.1	设备安装	项	详见说明	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
3.2	桥检车	台班		2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	19	
3.3	登高车	台班		1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	6	
3.4	系统集成调试	项	详见说明	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
3.5	网络通讯费	年	详见说明	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60	
4	技术服务费用																
4.1	软硬件维护	项	详见说明	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	
4.2	数据分析报告编制	项	详见说明	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	
5	系统平台软件																
5.1	软件界面设计	套	详见说明	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	
5.2	数据采集与传输软件	套	详见说明	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	
5.3	数据处理与存储软件	套	详见说明	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	
5.4	报警及安全评估软件	套	详见说明	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	
5.5	外部平台数据对接	项	详见说明	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1	

10. 施工图设计审查会专家组意见及执行情况

泰顺县 326 省道、220 省道桥梁健康监测系统及主要平交口交安设施提升建设工程施工图设计及预算审查会专家组意见

2025 年 1 月 17 日，泰顺县交通运输局在泰顺组织召开了泰顺县 326 省道、220 省道桥梁健康监测系统及主要平交口交安设施提升建设工程施工图设计及预算审查会。参加会议的有泰顺县发改局，县财政局，县公安局交警大队，泰顺县交通运输管理中心等单位代表及特邀专家（名单附后）。与会代表及专家听取了设计单位浙江数智交院科技股份有限公司对施工图设计编制情况的介绍，经讨论形成意见如下：

一、概述

泰顺县 326 省道，2007 年建成通车，设计荷载汽车-20 级，限载总重 30T，限载轴重 13T。泰顺县 220 省道，2017 年建成通车，设计荷载公路-I 级，限载总重 49T，限载轴重 14T。苍泰高速公路泰顺段建设中，施工重载车辆大幅度增加，频繁通过 326 省道及 220 省道，须对桥梁增设监测系统，保障桥梁安全运营，同时对 326 省道 12 个主要交叉口交安设施进行提升改造。

二、总体评价

设计单位编制的文本内容基本齐全，制定的设计方案基本合理，设计内容符合相关管理文件及有关技术标准的要求，经修改完善后可作为实施的依据。

三、建议

- 1. 收集完善基础资料调查工作并补充项目的建设必要性论述。
- 2. 交安部分补充现场调查并优化交叉口交安设施设计。
- 3. 监测部分进一步完善系统功能设计及优化用户软件设计。
- 4. 补充施工期交通组织设计。
- 5. 根据与会人员意见优化施工图与预算。

专家组：王伯铭 赵丹楼 彭卫兵
2025 年 1 月 17 日

评审意见执行情况：

（1）收集完善基础资料调查工作并补充项目的建设必要性论述。。

执行情况：项目的建设必要性论述已在设计说明 1.1 节中补充；基础资料调查工作已在设计说明 1.2 节中补充。

（2）监测部分进一步完善系统功能设计及优化用户软件设计。

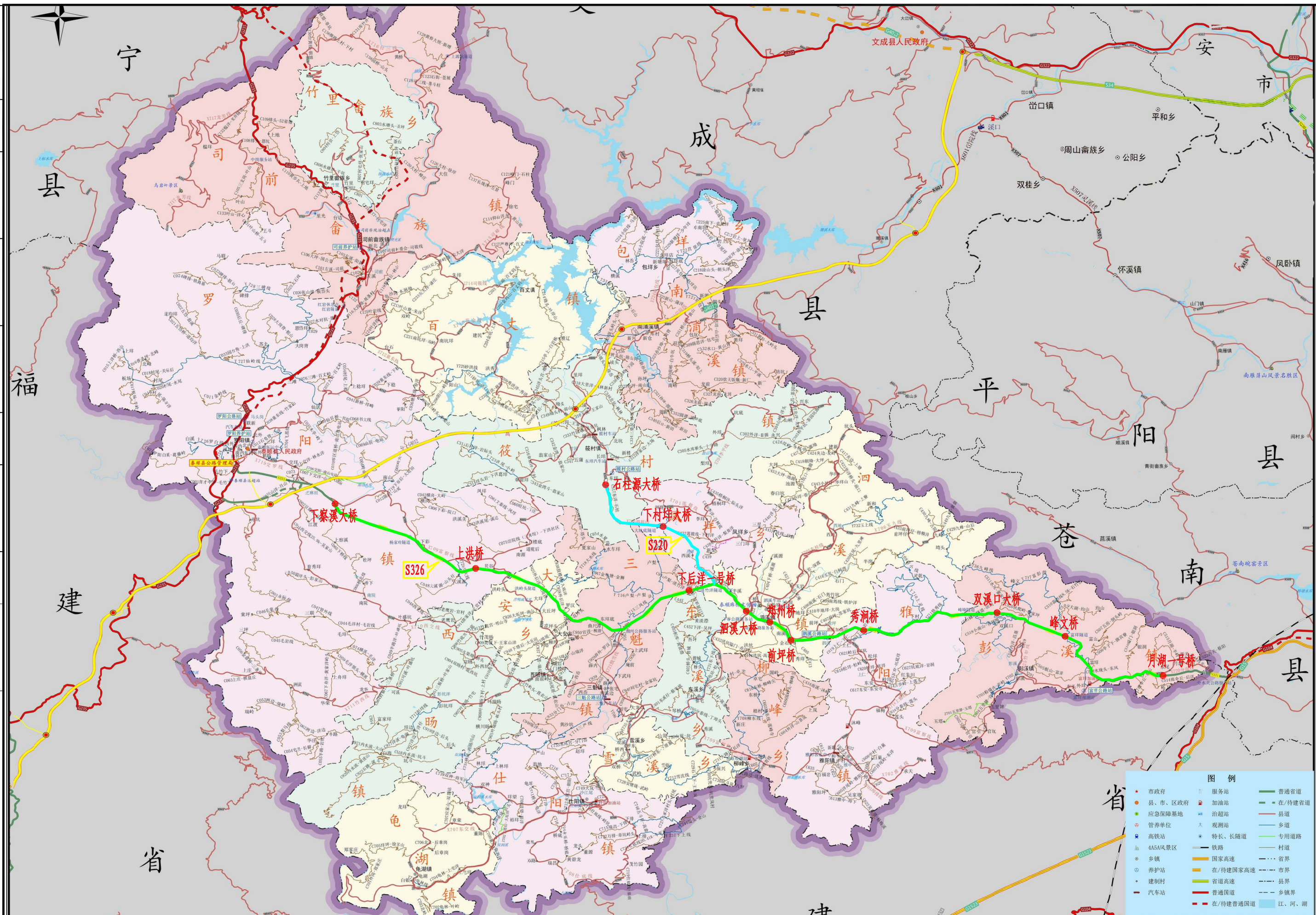
执行情况：系统功能及软件设计已在设计说明 4.3.3 节及 4.6.5 节中完善健康度评估等内容。

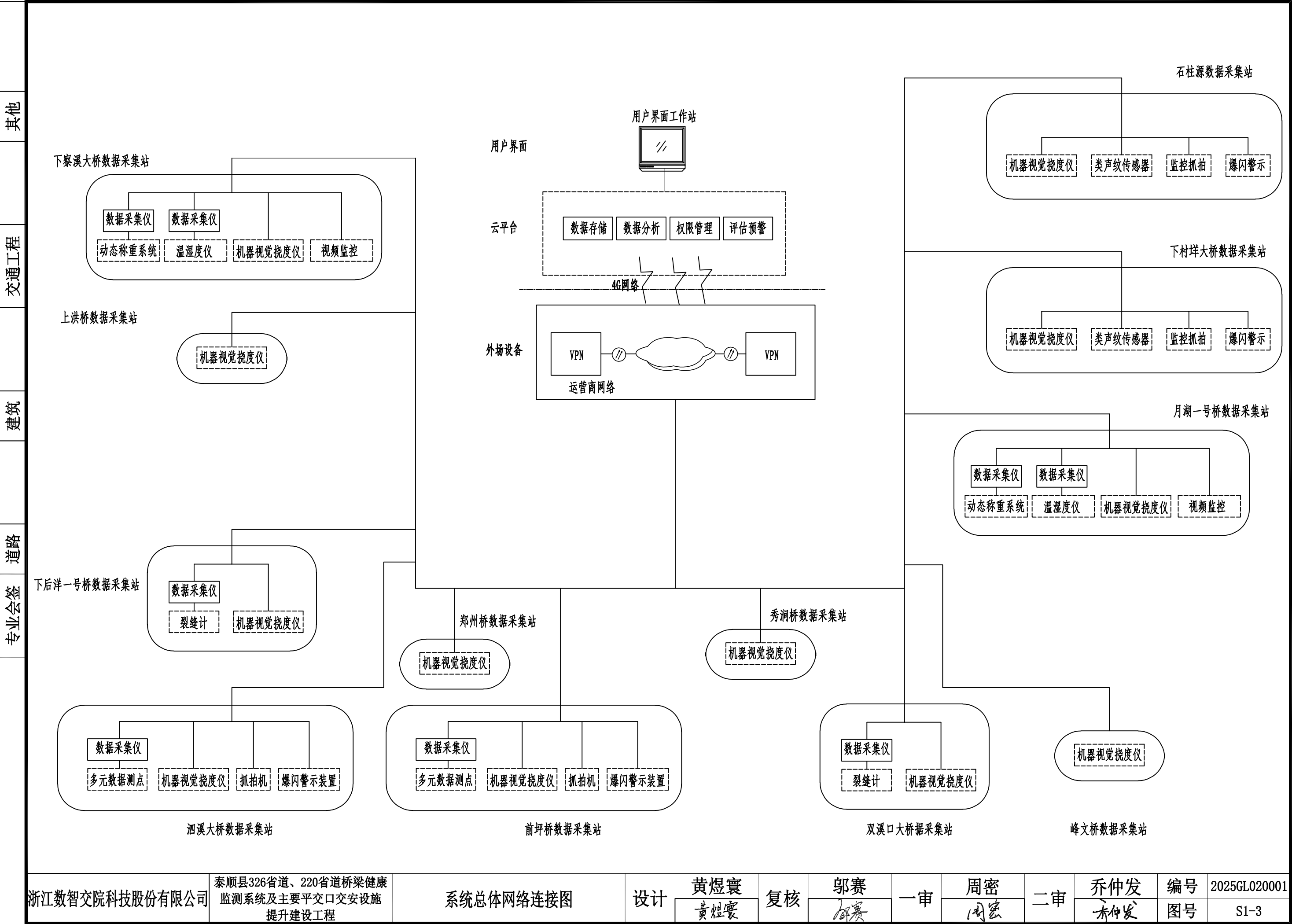
（3）补充施工期交通组织设计。

执行情况：已在设计说明第 8 章补充

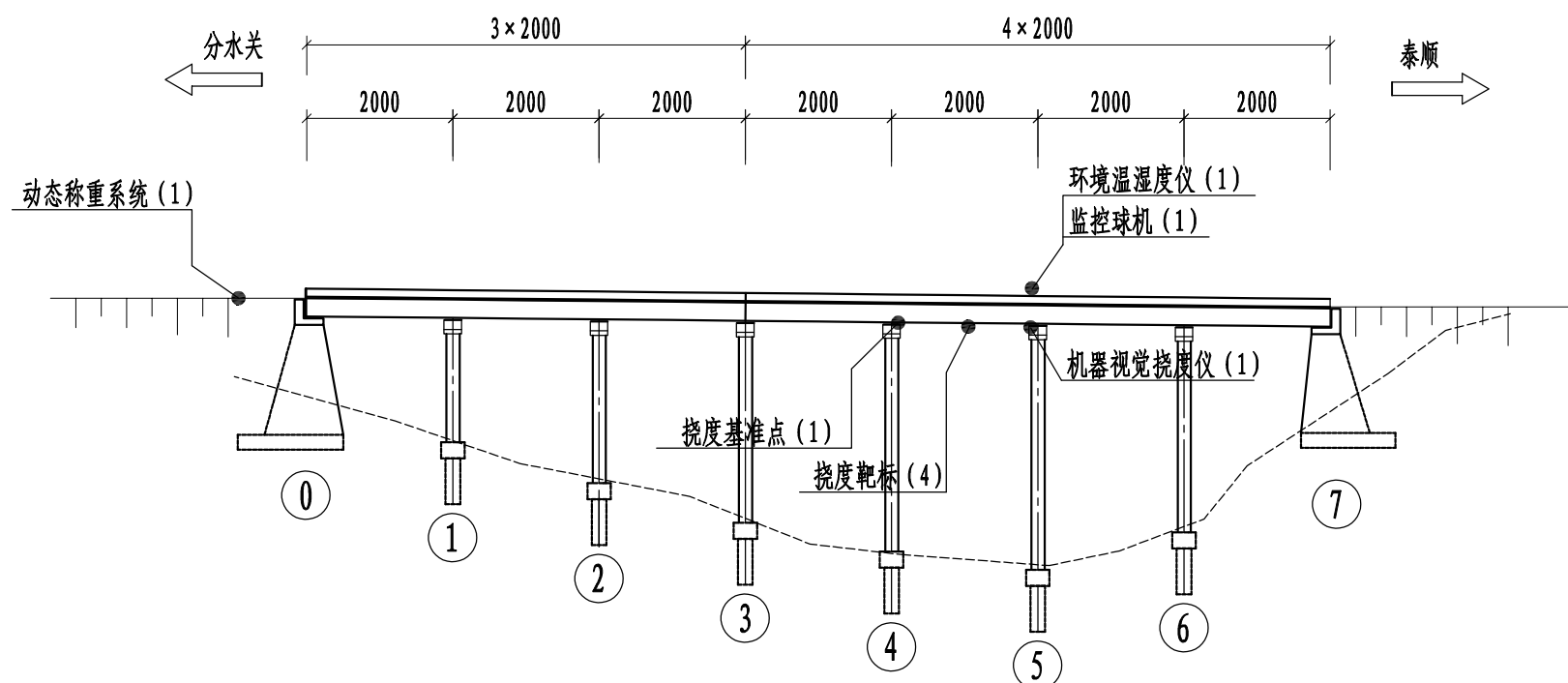
（4）根据与会人员意见优化施工图与预算。

执行情况：施工图监测内容布置已根据与会人员意见调整，如泗溪大桥，前坪桥已增设相应测点，预算相应调整。

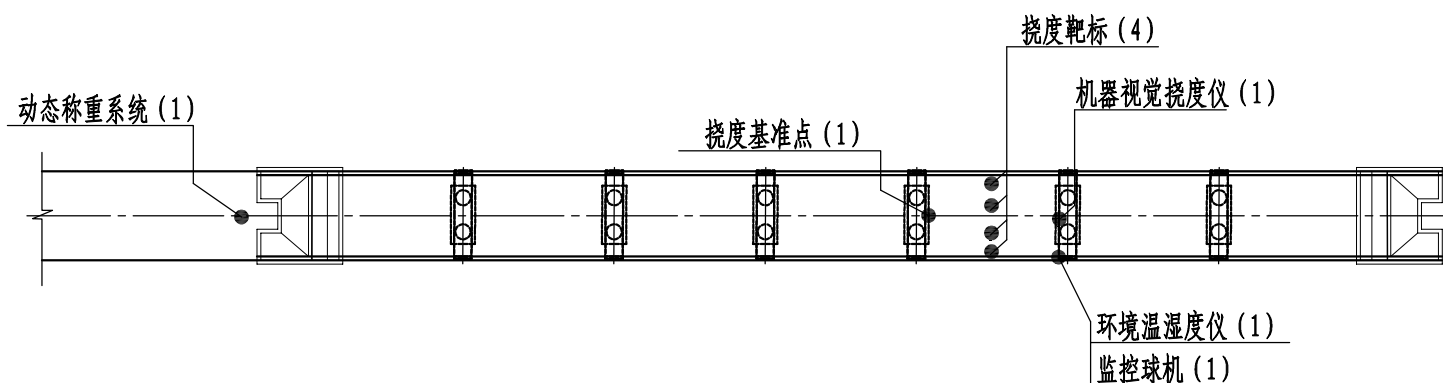




下察溪大桥监测点布置立面



下察溪大桥监测点布置平面



监测设备数量汇总表

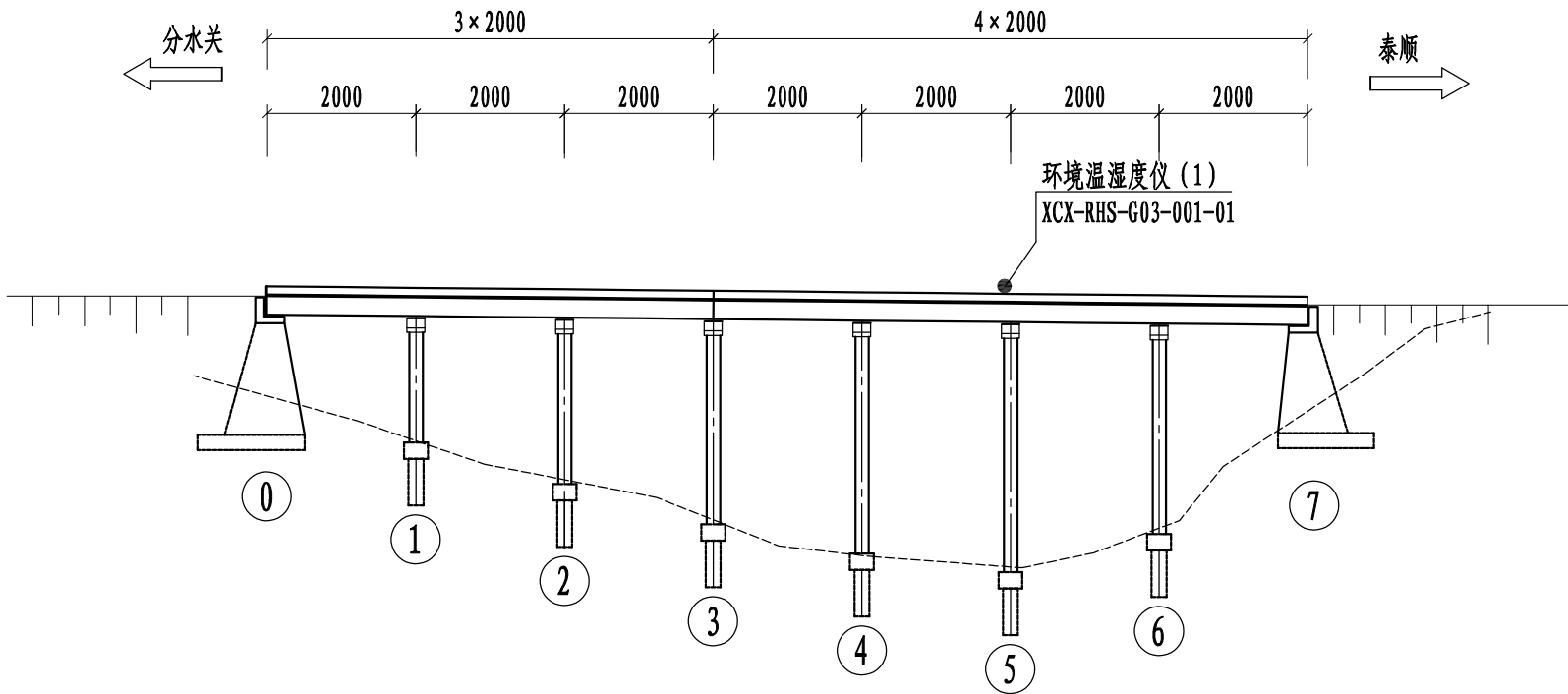
序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	环境	环境温湿度	5#墩对应桥面	环境温湿度仪	台	1
2	作用	车辆荷载	路基处	动态称重系统（含抓拍机）	套	1
3	结构响应	主梁竖向位移	第5跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	4
4			4#墩顶部	机器视觉智能测量仪基准点	个	1
5			5#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
6			其他	视频监控	5#墩对应桥面	监控球机
合计						9

注

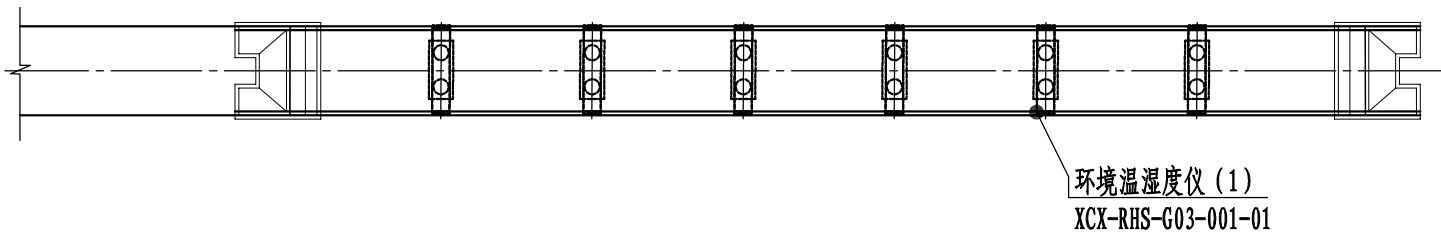
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器, 括号内的数字代表传感器数量。

2. 图中●代表传感器, 括号内的数字代表传感器数量。

下察溪大桥环境温湿度仪布置立面



下察溪大桥环境温湿度仪布置平面



环境温湿度测点设备数量汇总表

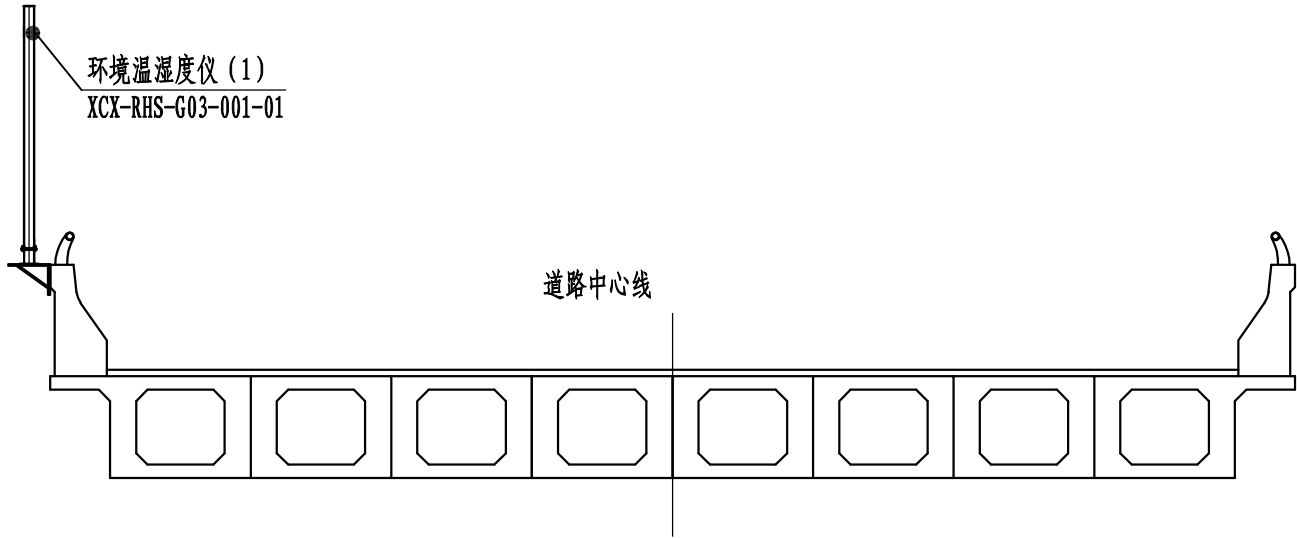
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
环境	环境温湿度	环境温湿度仪	G03	1	XCX-RHS-G03-001-01	5#墩对应桥面

注

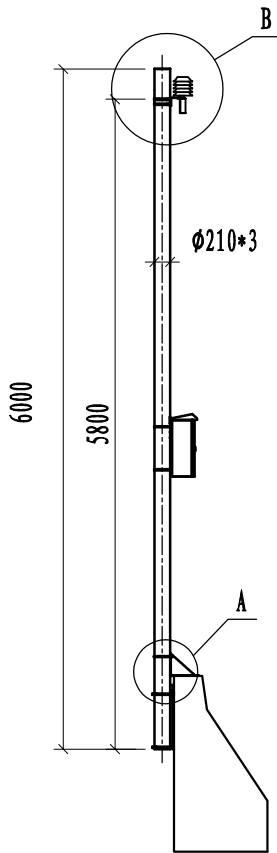
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

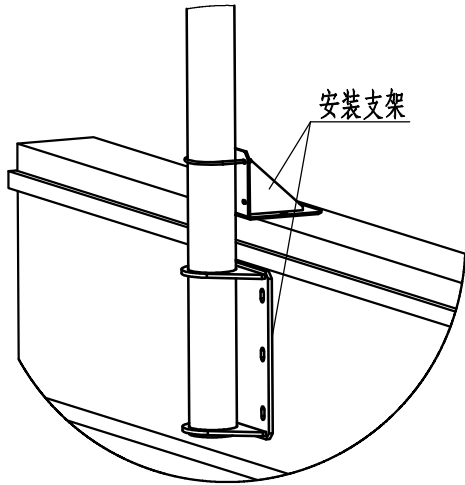
温湿度仪布置横断面



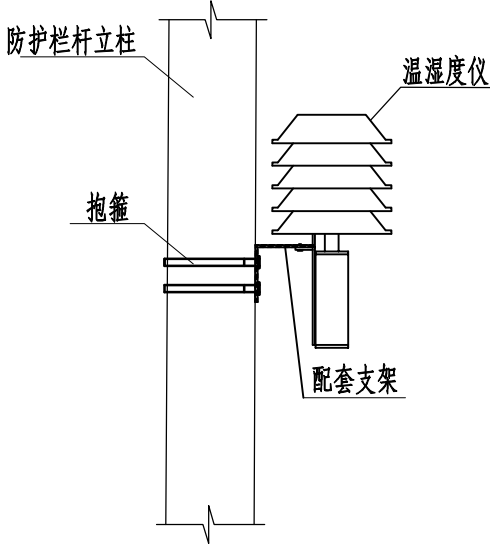
立杆立面图



A节点大样



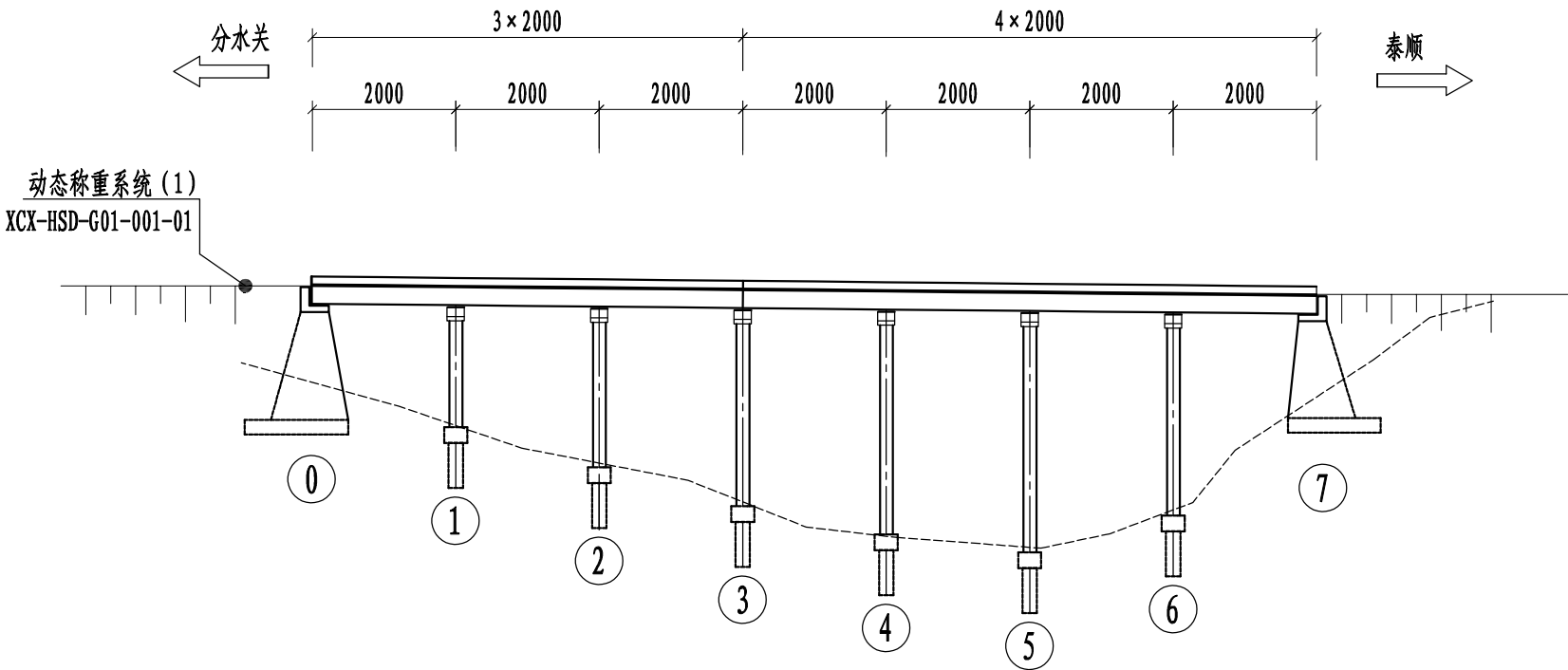
B节点大样



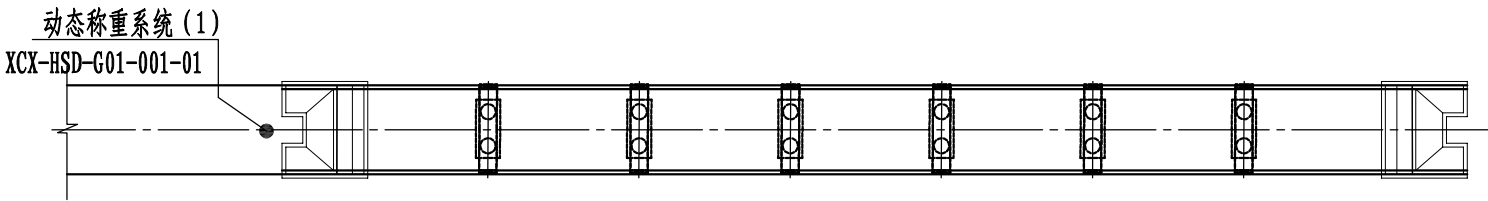
注

- 图中尺寸均以厘米为单位。
- 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

下察溪大桥动态称重系统布置立面



下察溪大桥动态称重系统布置平面



动态称重系统测点设备数量汇总表

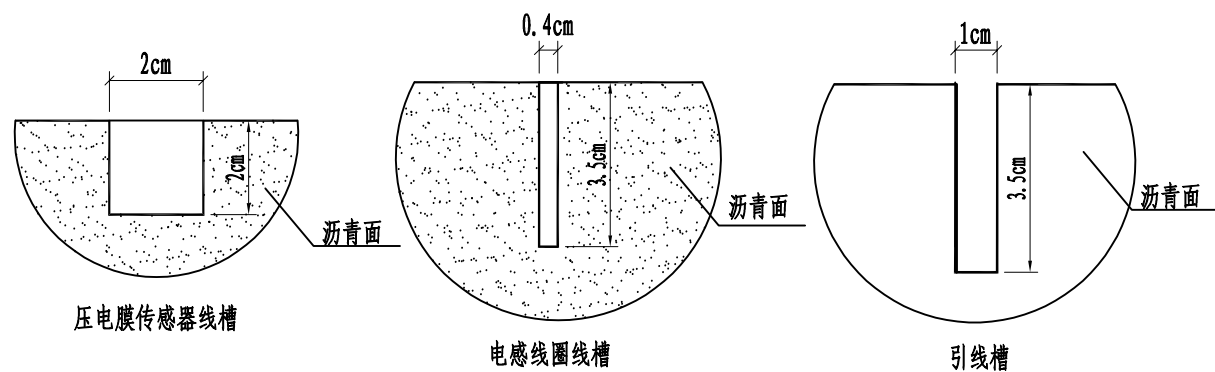
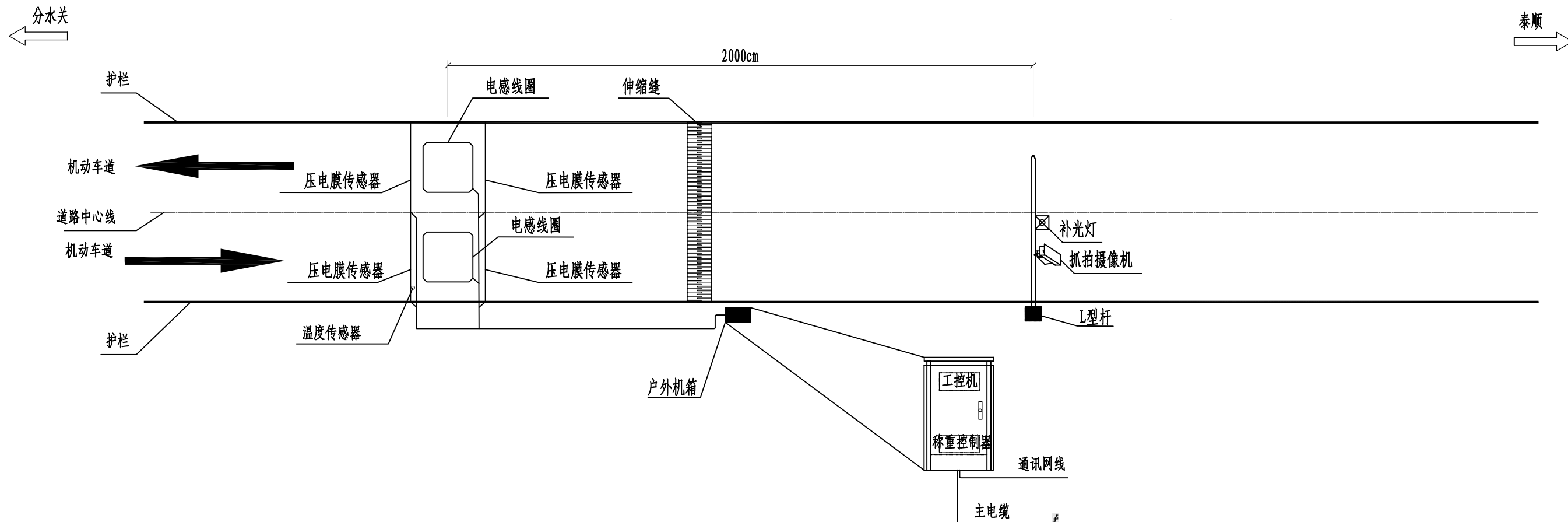
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
作用	车辆荷载	动态称重系统	G01	1	XCX-HSD-G01-001-01	路基处

注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

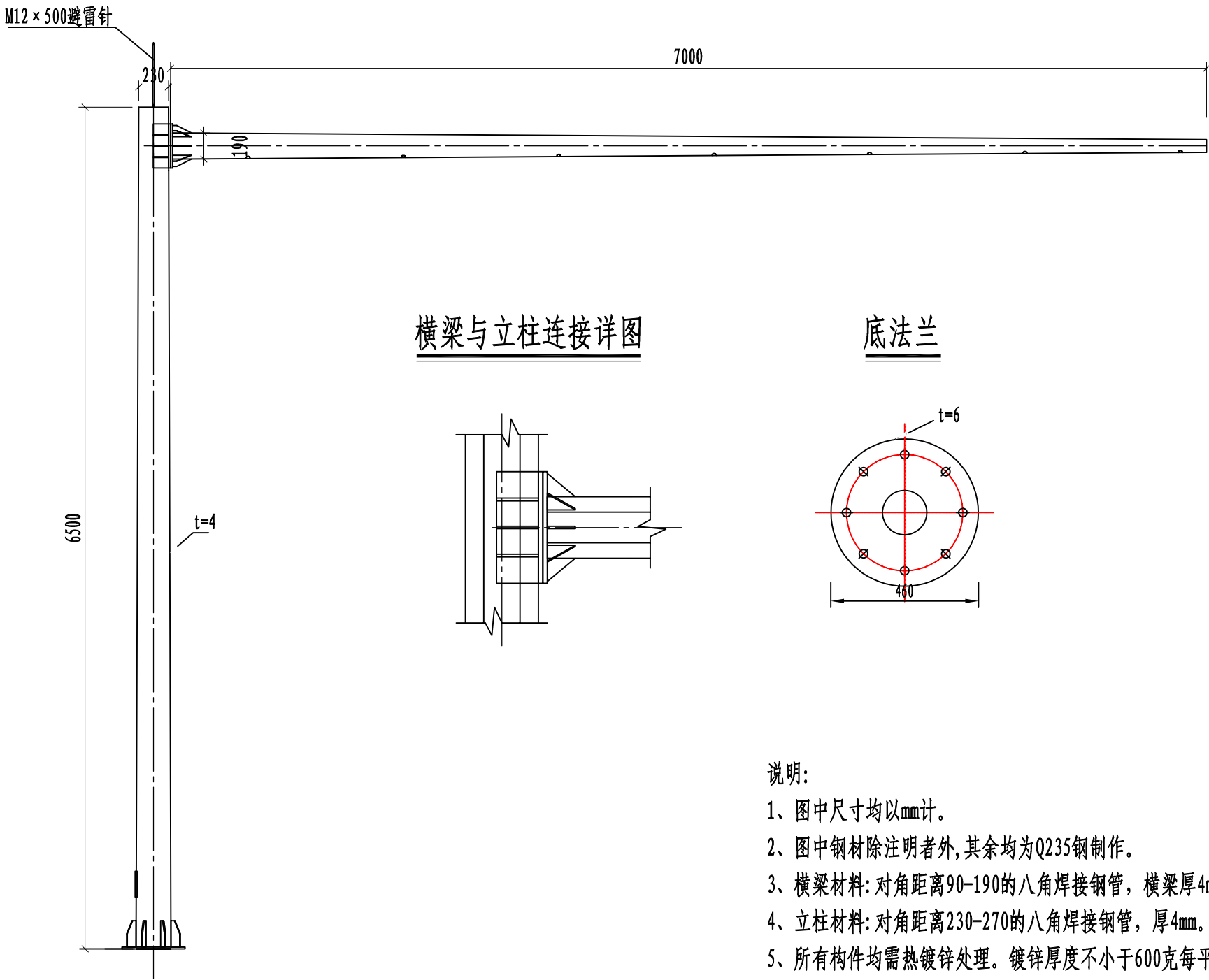
两车道动态称重系统布置图



注

1. 本图尺寸均以cm为单位。
2. 动态称重系统车轴车速传感器埋设于桥面铺装层中。
3. 动态称重系统机柜布置于桥头护栏旁，具体位置由现场确认。
4. 动态称重系统包括抓拍摄像机及L型杆，L型杆需现场新安装。

L型杆构造图



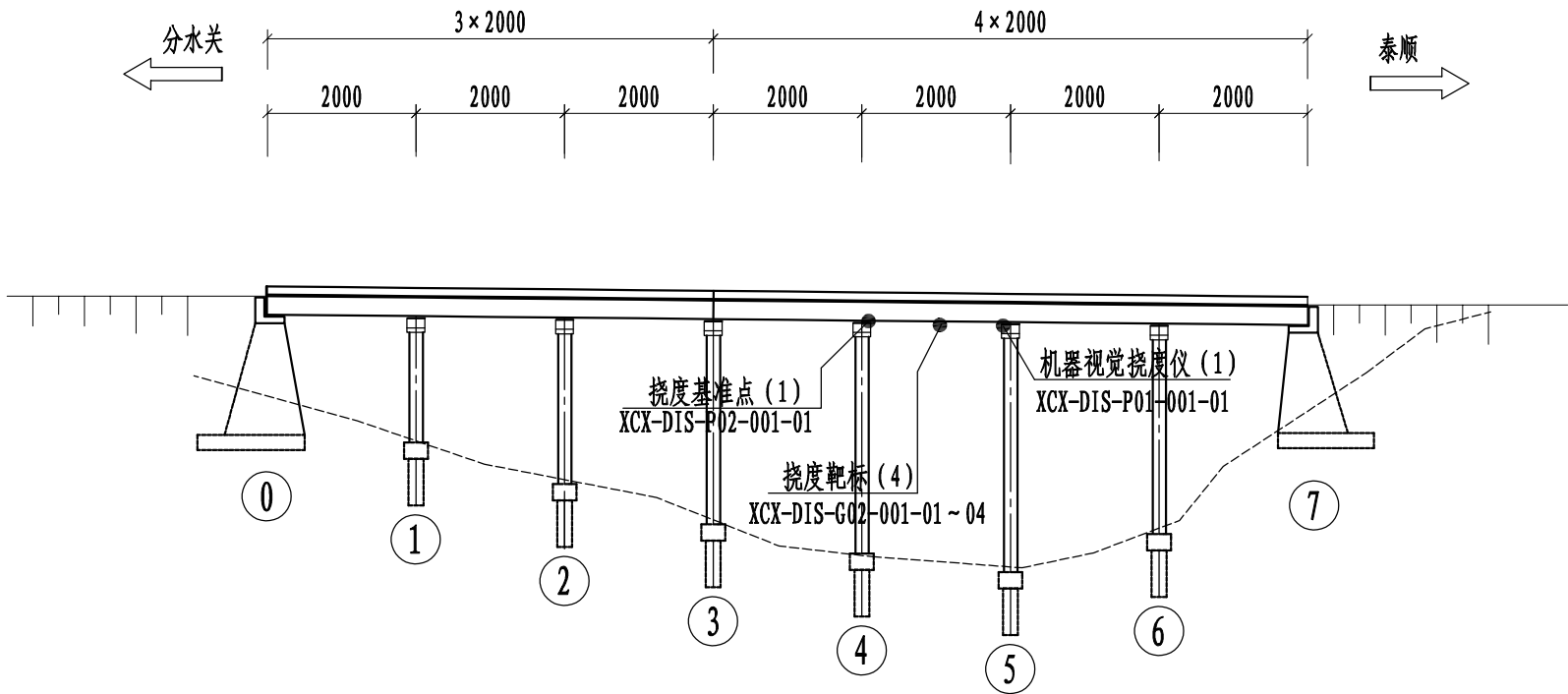
横梁与立柱连接详图

底法兰

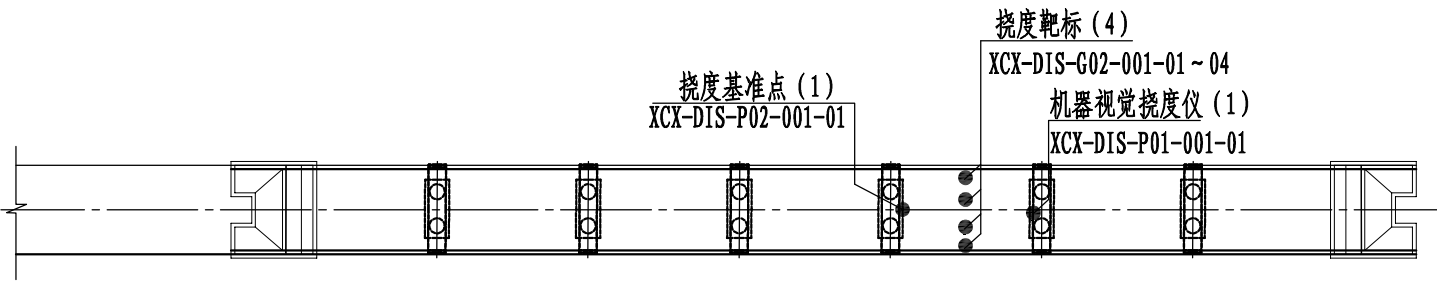
说明:

- 1、图中尺寸均以mm计。
- 2、图中钢材除注明者外,其余均为Q235钢制作。
- 3、横梁材料: 对角距离90-190的八角焊接钢管, 横梁厚4mm。
- 4、立柱材料: 对角距离230-270的八角焊接钢管, 厚4mm。
- 5、所有构件均需热镀锌处理。镀锌厚度不小于600克每平方米, 镀锌后喷室外塑粉白色。
- 6、此图纸所有构件焊接处满焊牢固不准许有漏焊。
- 7、图中所著尺寸都为实际尺寸, 非下料尺寸。
- 8、基础埋深根据现场实际情况做适当调整。基础用C30混凝土。

下察溪大桥机器视觉布置立面



下察溪大桥机器视觉布置平面



机器视觉测点设备数量汇总表

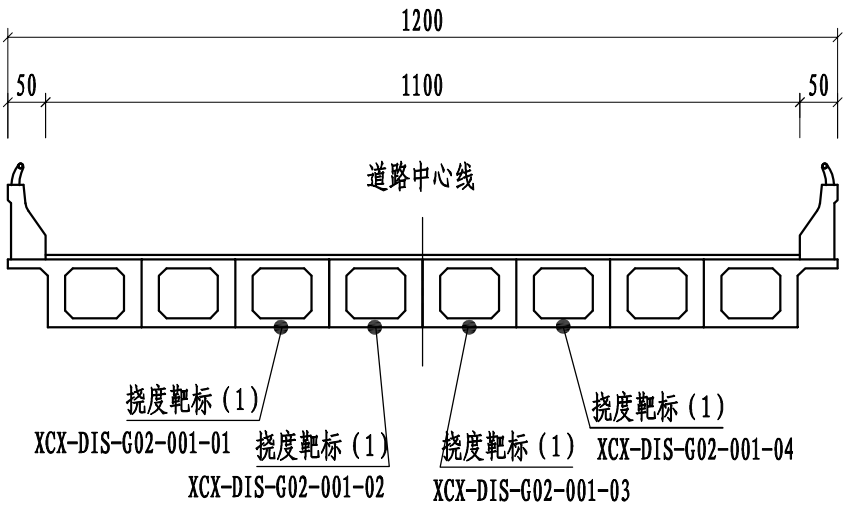
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪靶标	G02	4	XCX-DIS-G02-001-01 ~ 04	第5跨跨中
		机器视觉智能测量仪	P01	1	XCX-DIS-P01-001-01	5#墩顶部
		机器视觉智能测量仪基准点	P02	1	XCX-DIS-P02-001-01	4#墩顶部

注

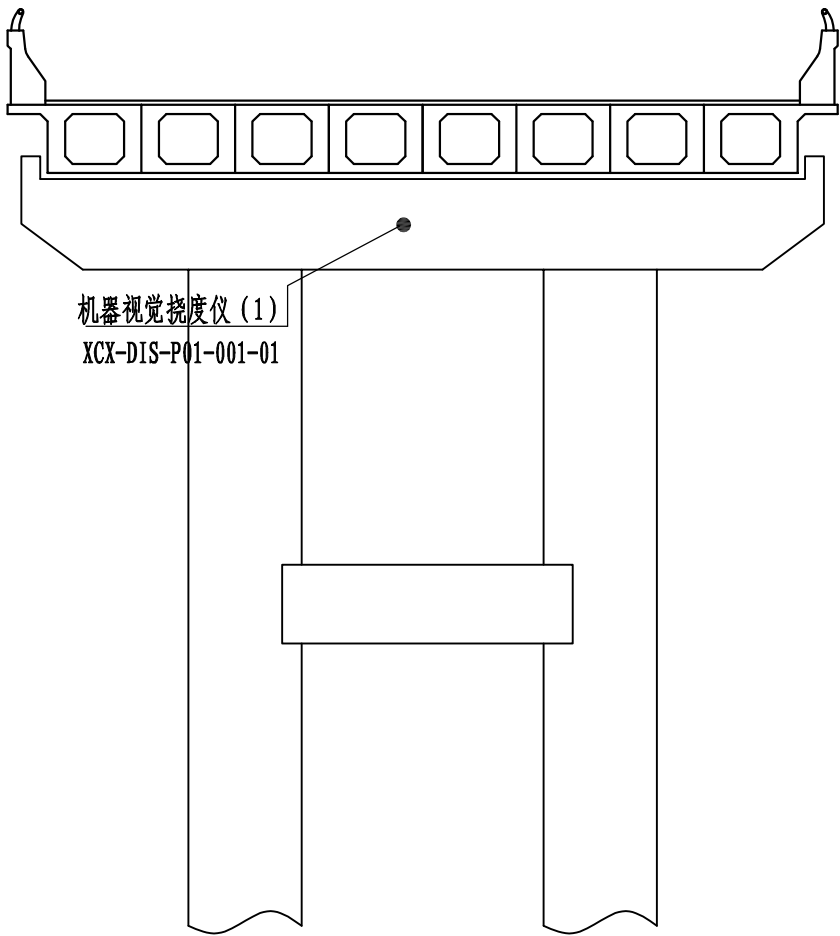
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

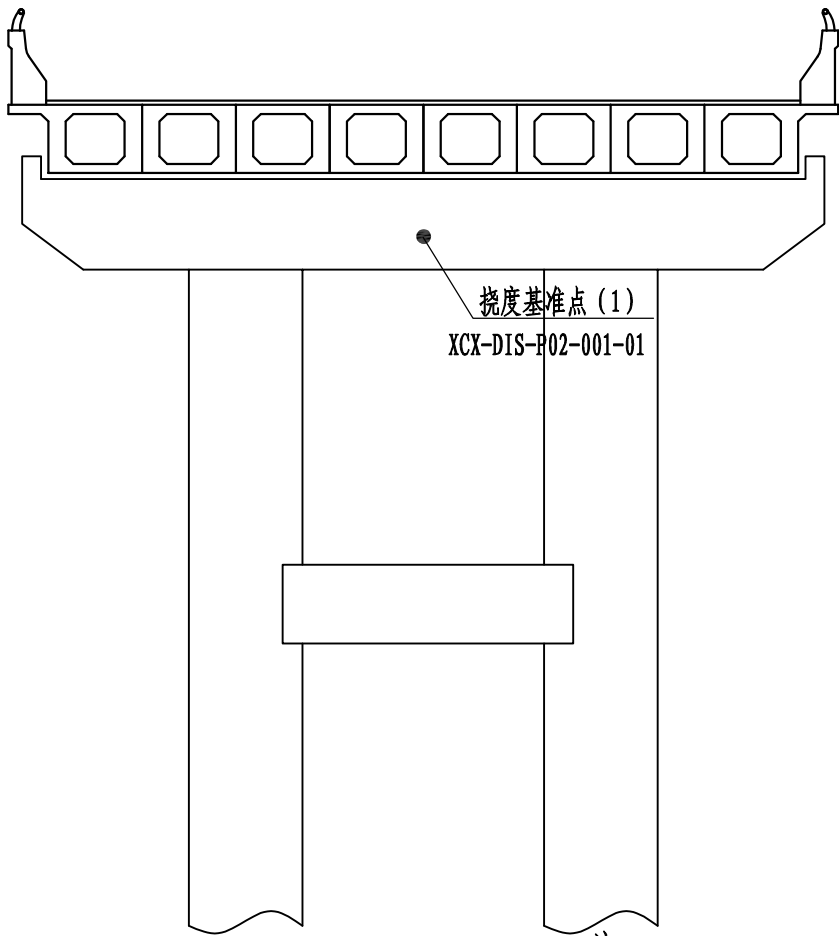
挠度靶标布置横断面



机器视觉挠度仪布置横断面

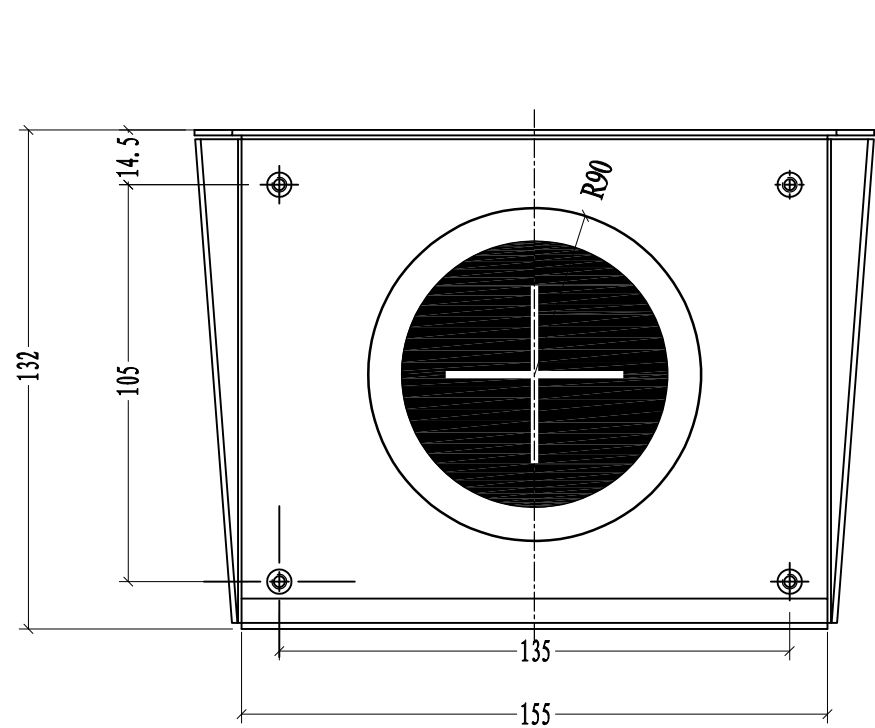


挠度基准点布置横断面

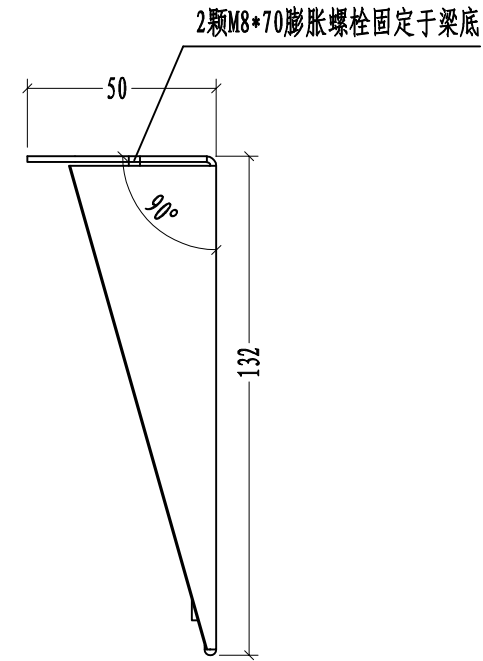


注

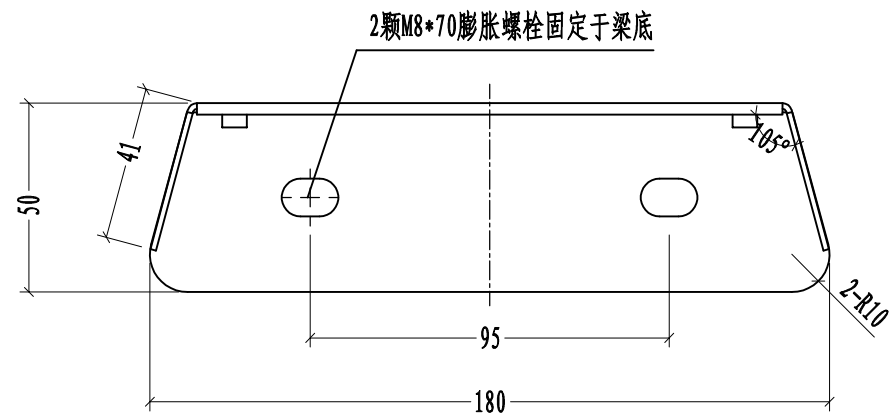
1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。



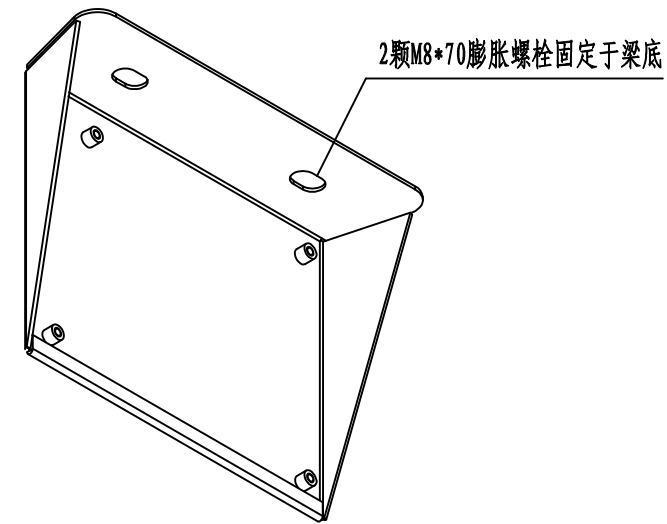
正视图



左视图



仰视图

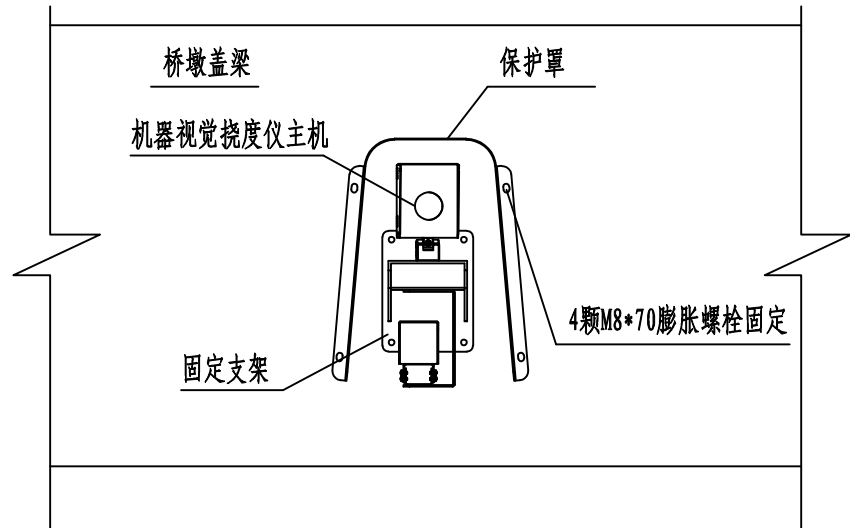


三轴侧视图

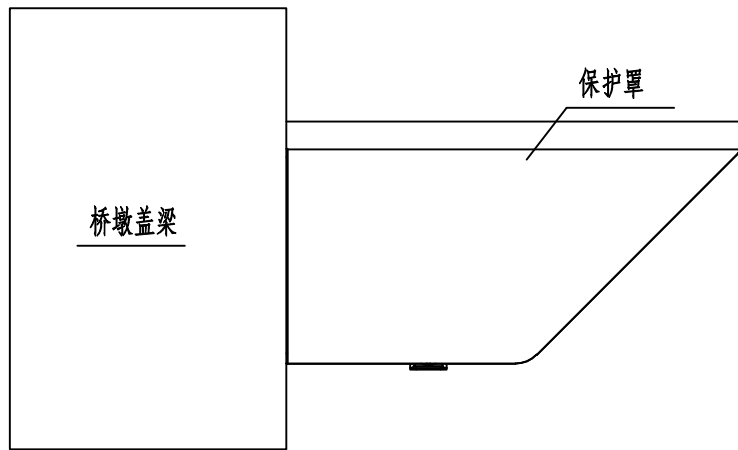
机器视觉靶标安装图

安装要求:

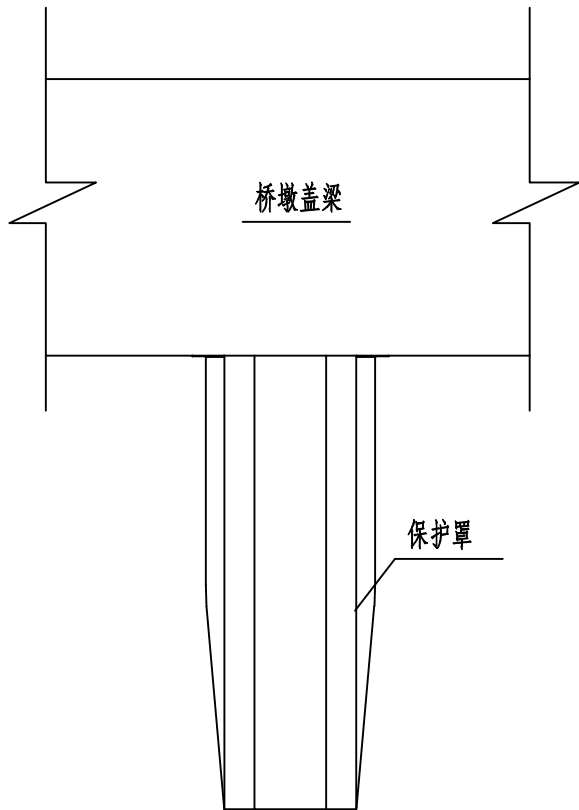
1. 采用膨胀螺栓将靶标固定于结构物;
2. 注意安装位置应保证通视条件;



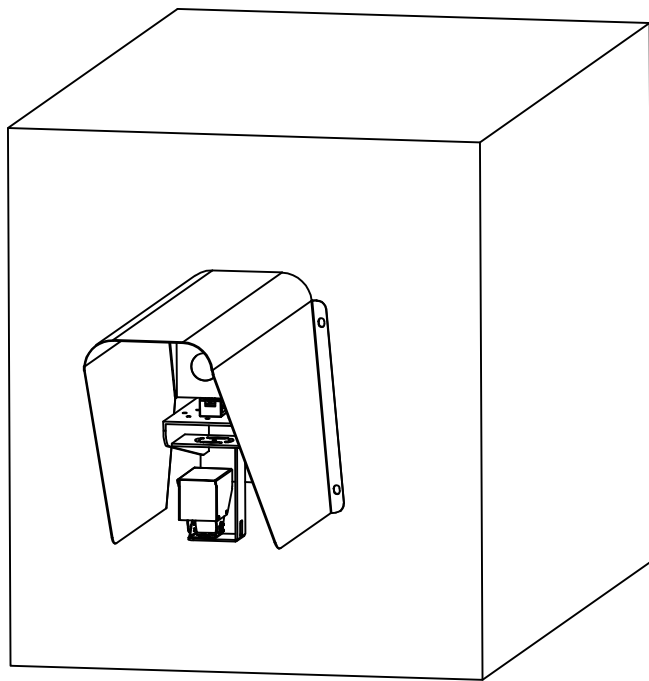
正视图



左视图



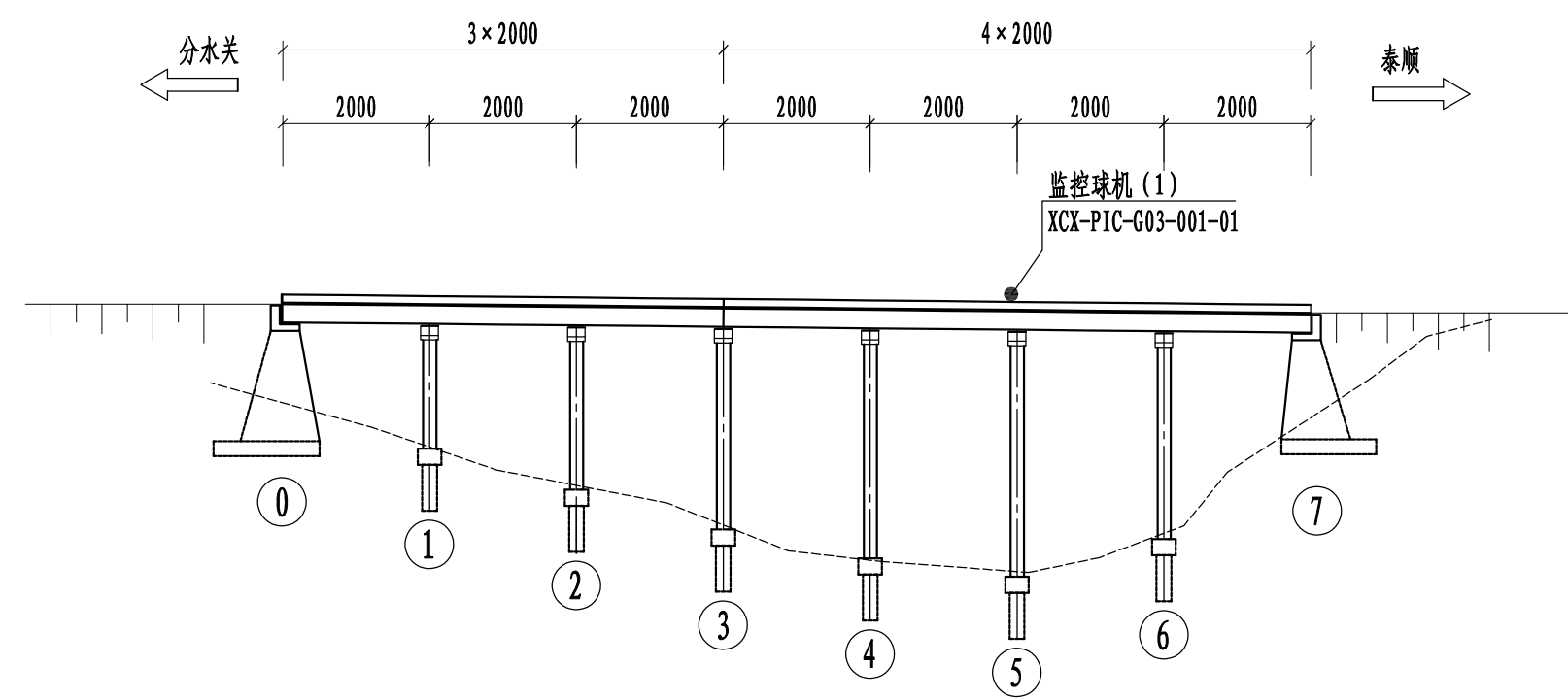
正视图



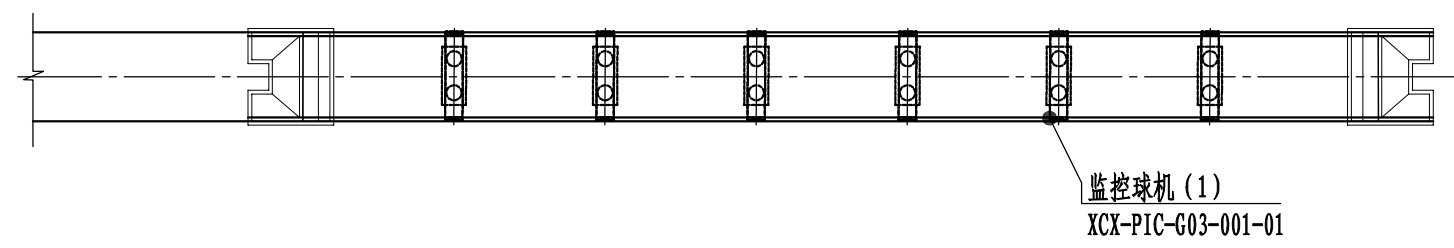
三轴侧视图

机器视觉挠度仪主机安装图

下察溪大桥监控球机布置立面



下察溪大桥监控球机布置平面

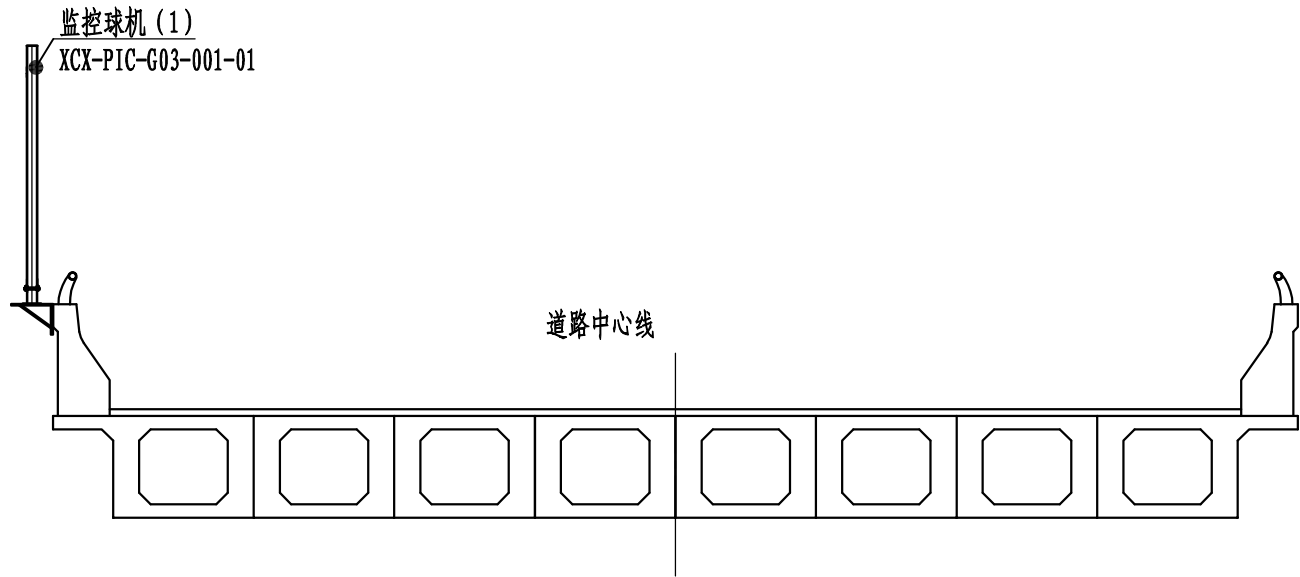


视频监控测点设备数量汇总表

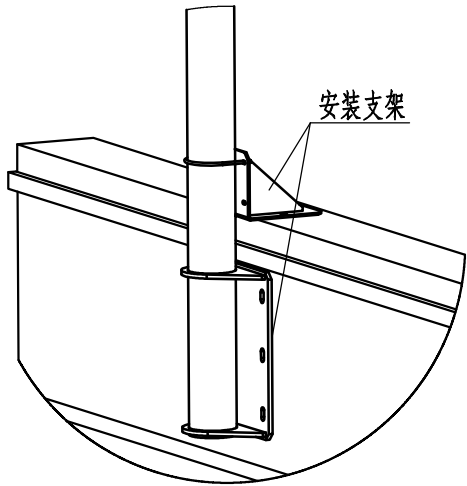
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
其他	视频监控	监控球机	G03	1	XCX-PIC-G03-001-01	5#墩对应桥面

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

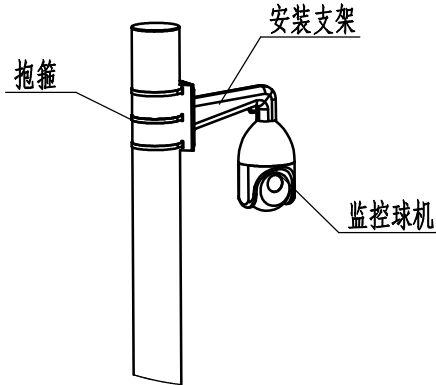
监控球机布置横断面



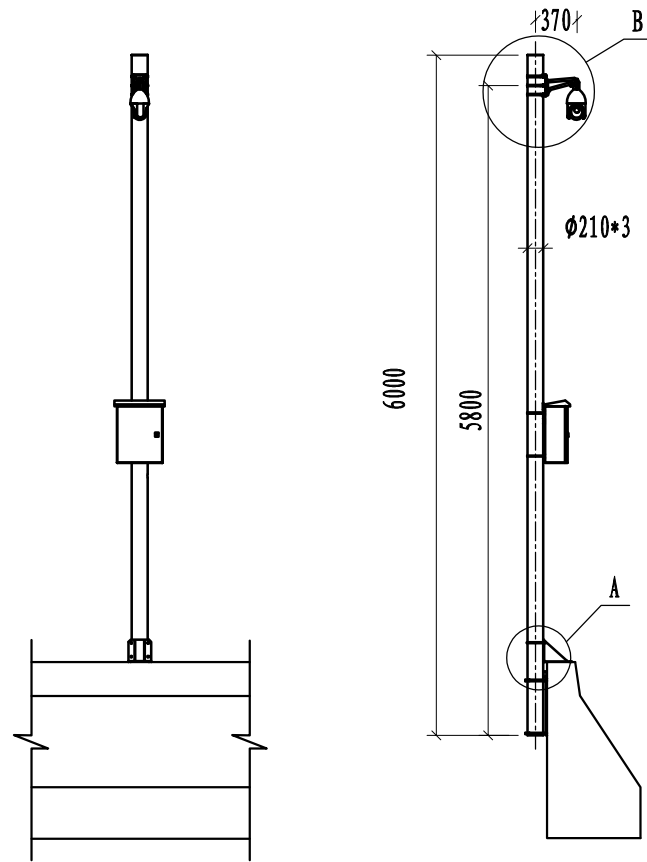
A节点大样



B节点大样



立杆立面图

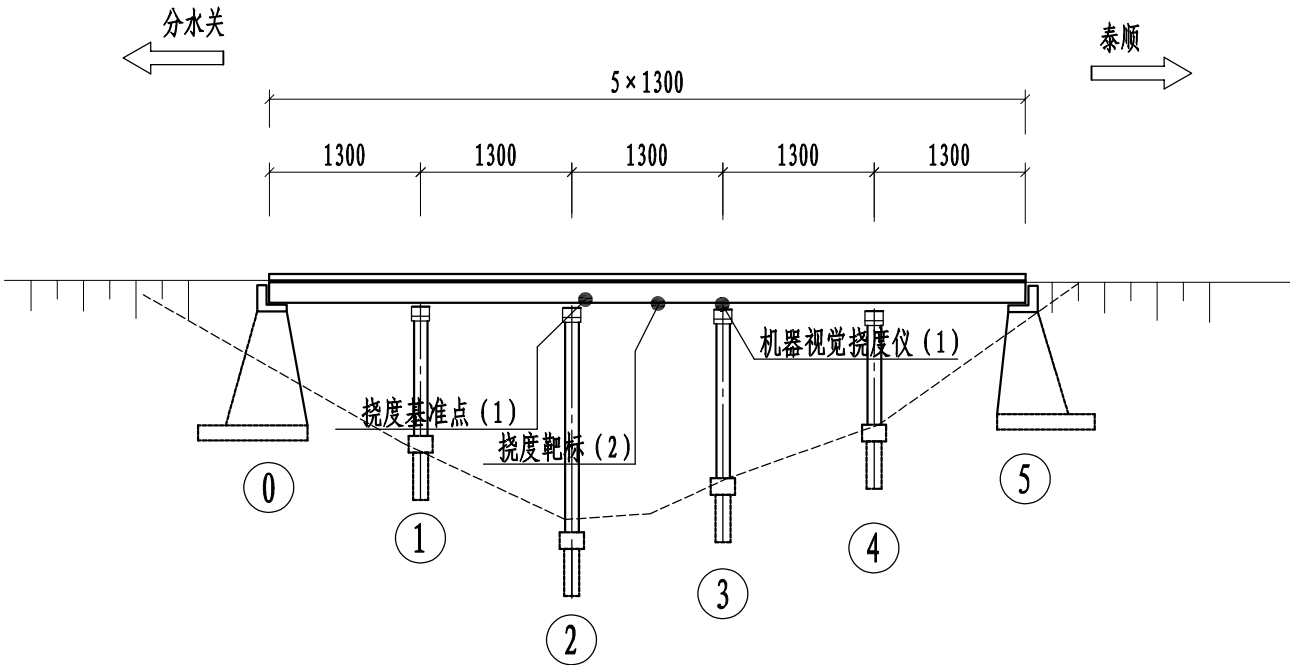


注

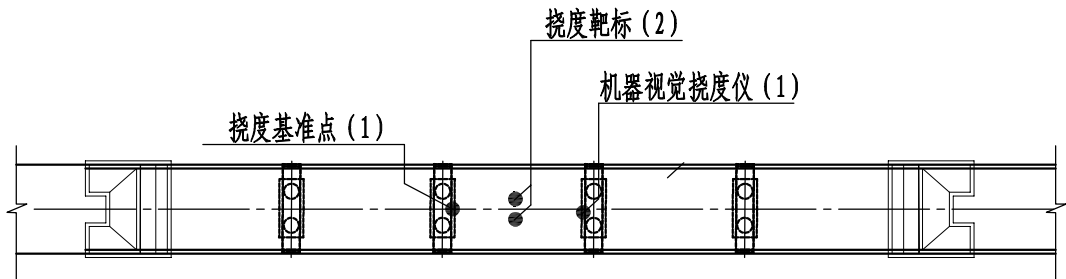
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道桥梁健康监测系统及主要平交口交安设施提升建设工程	下寮溪大桥视频监控安装图	设计	黄煜寰	复核	邬赛	一审	周密	二审	乔仲发	编号	2025GL020001
				黄煜寰		邬赛		周密		乔仲发	图号	S1-12

上洪桥监测点布置立面



上洪桥监测点布置平面



监测设备数量汇总表

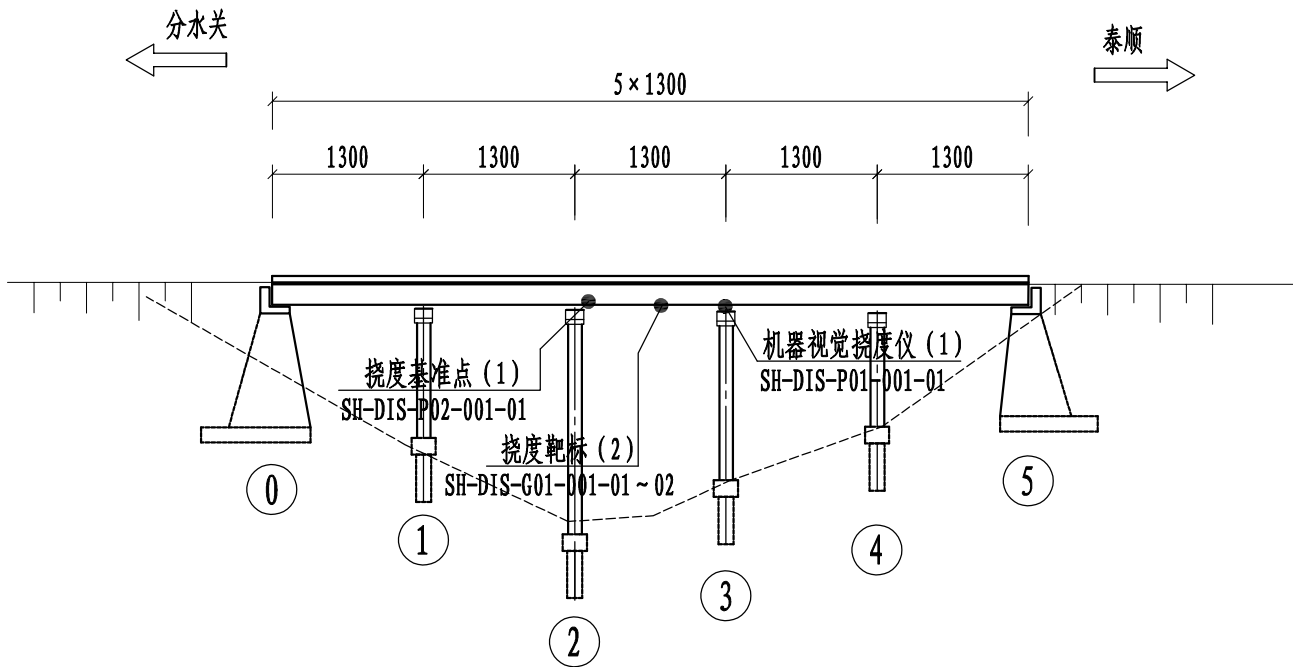
序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	主梁竖向位移	第3跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	2
2			2#墩顶部	机器视觉智能测量仪基准点	个	1
3			3#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
合计						4

注

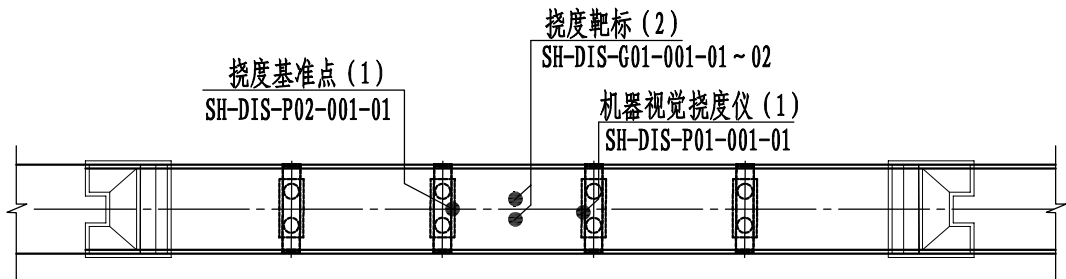
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

上洪桥机器视觉布置立面



上洪桥机器视觉布置平面

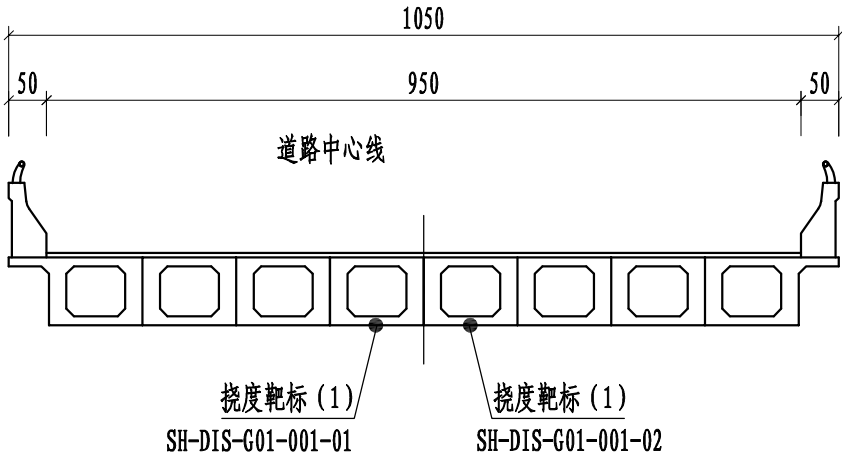


机器视觉测点设备数量汇总表

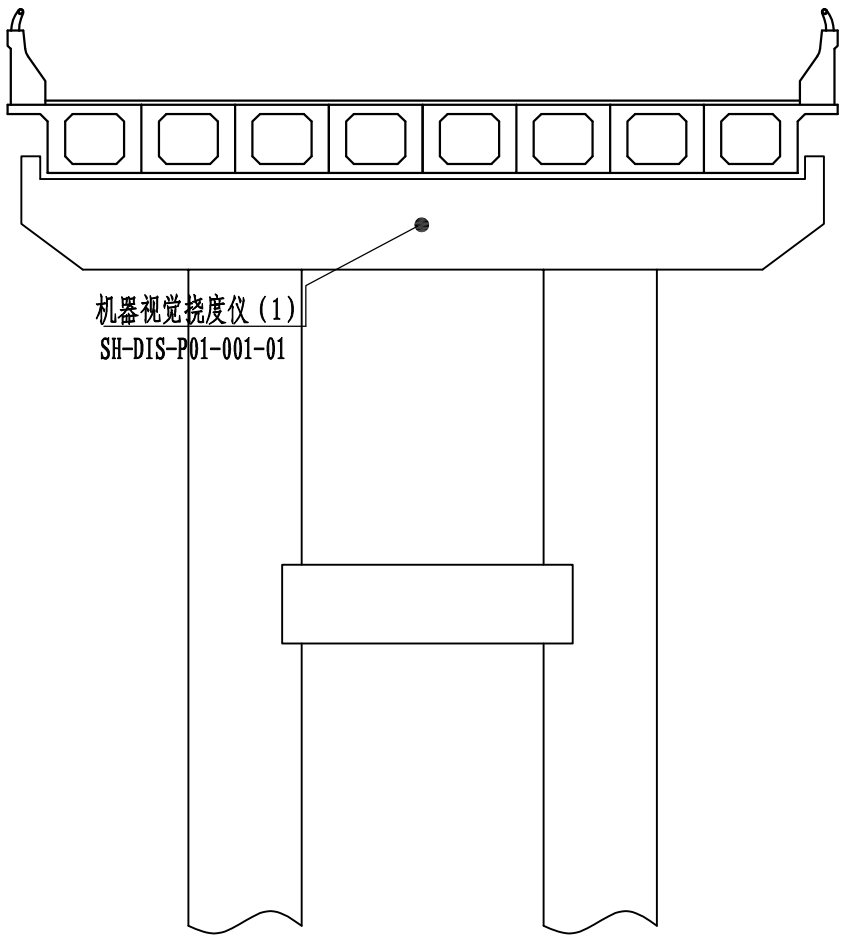
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪靶标	G01	2	SH-DIS-G01-001-01 ~ 02	第3跨跨中
		机器视觉智能测量仪基准点	P02	1	SH-DIS-P02-001-01	2#墩顶部
		机器视觉智能测量仪	P01	1	SH-DIS-P01-001-01	3#墩顶部

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

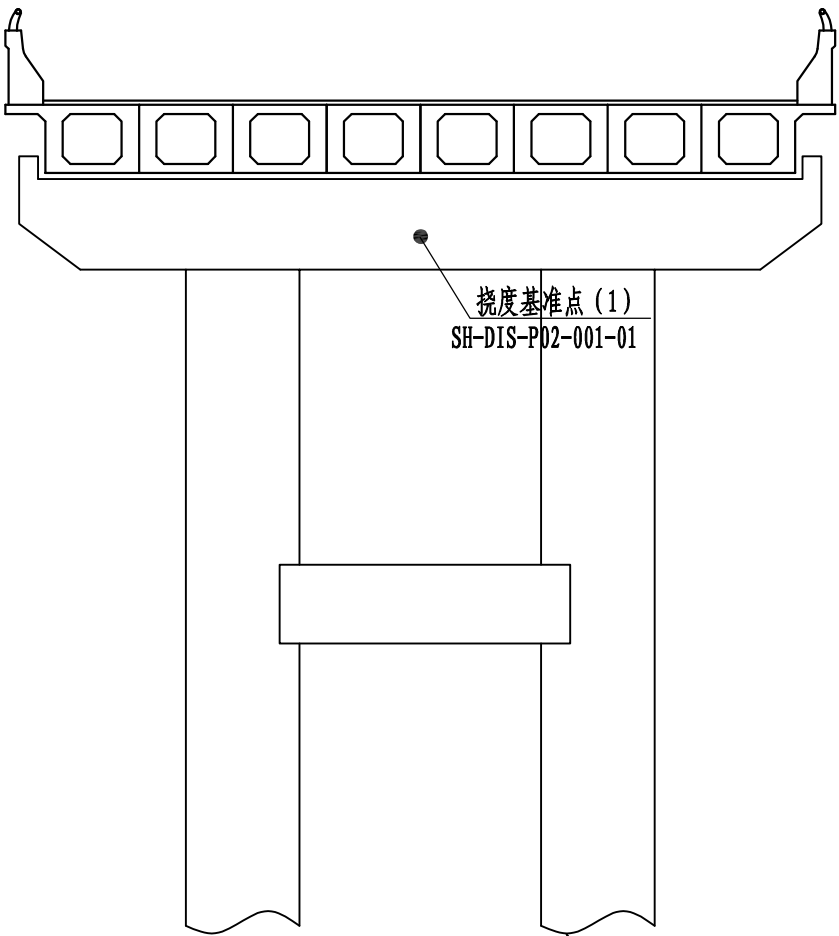
挠度靶标布置横断面



机器视觉挠度仪布置横断面

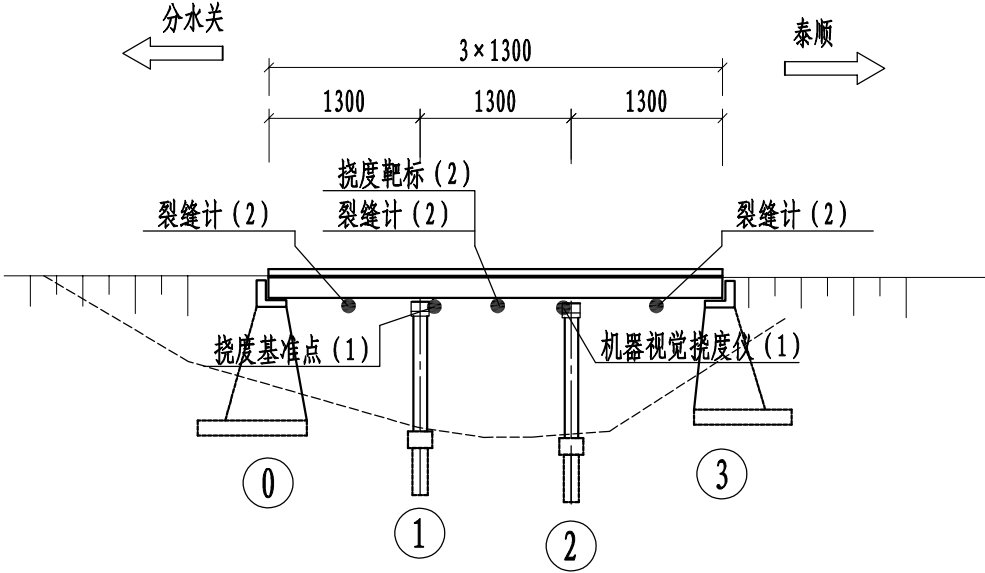


挠度基准点布置横断面

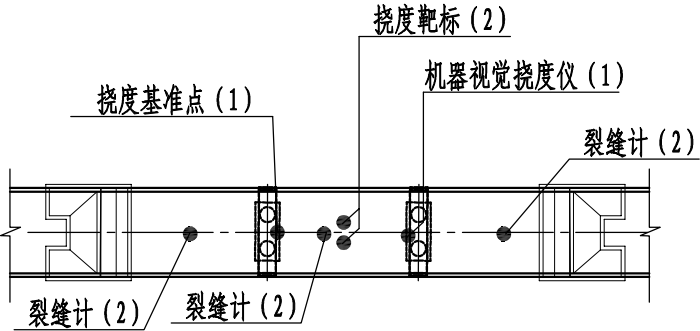


注
1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。
2. 挠度靶标及机器视觉智能测量仪安装图见S1-10

下后洋一号桥监测点布置立面



下后洋一号桥监测点布置平面



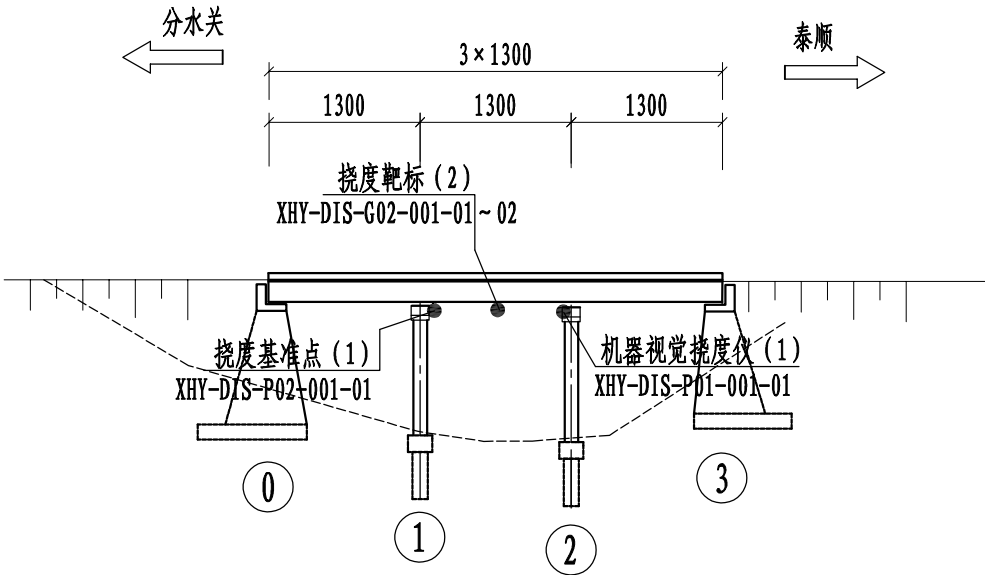
监测设备数量汇总表

序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	主梁竖向位移	第2跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	2
2			1#墩顶部	机器视觉智能测量仪基准点	个	1
3			2#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
4	结构变化	裂缝	跨中处	裂缝计	台	6
合计						10

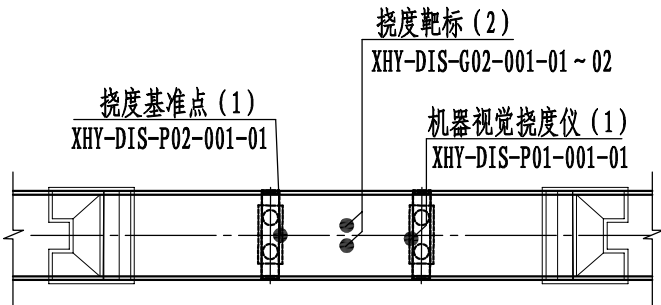
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

下后洋一号桥机器视觉布置立面



下后洋一号桥机器视觉布置平面

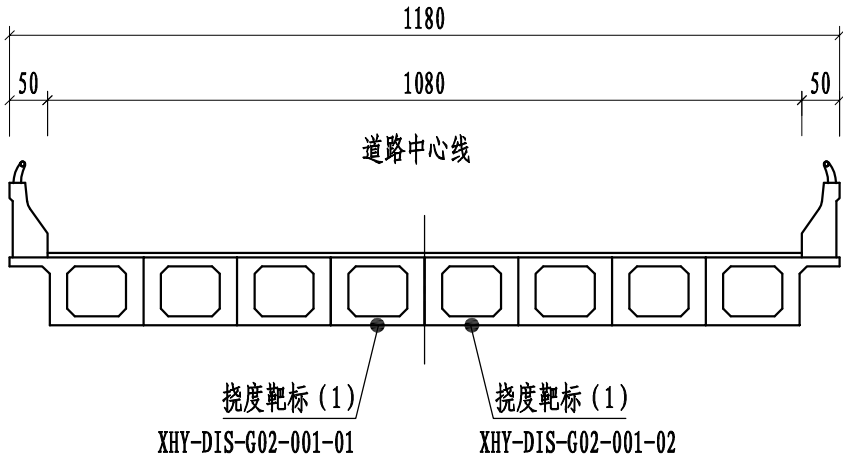


机器视觉测点设备数量汇总表

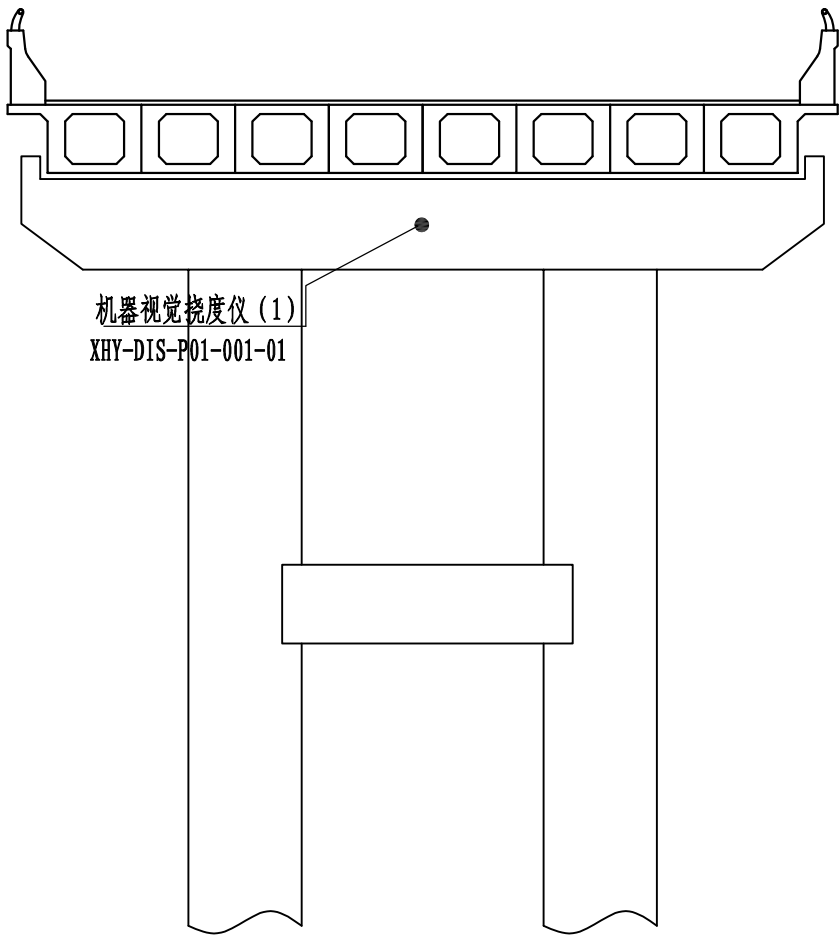
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪靶标	G02	2	XHY-DIS-G02-001-01 ~ 02	第2跨跨中
		机器视觉智能测量仪基准点	P02	1	XHY-DIS-P02-001-01	1#墩顶部
		机器视觉智能测量仪	P01	1	XHY-DIS-P01-001-01	2#墩顶部

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

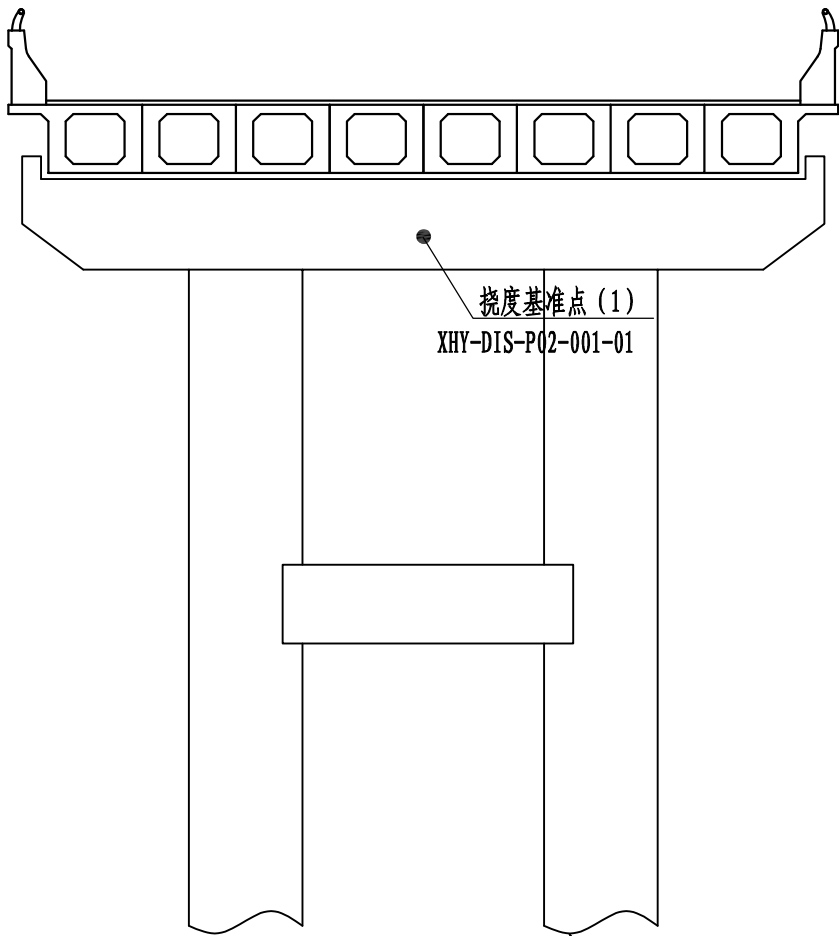
挠度靶标布置横断面



机器视觉挠度仪布置横断面



挠度基准点布置横断面

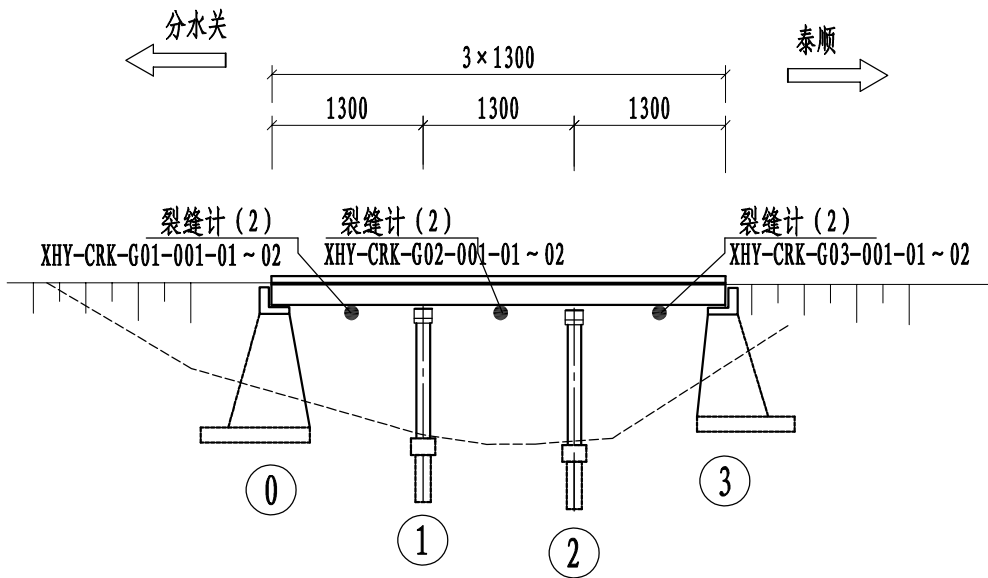


注

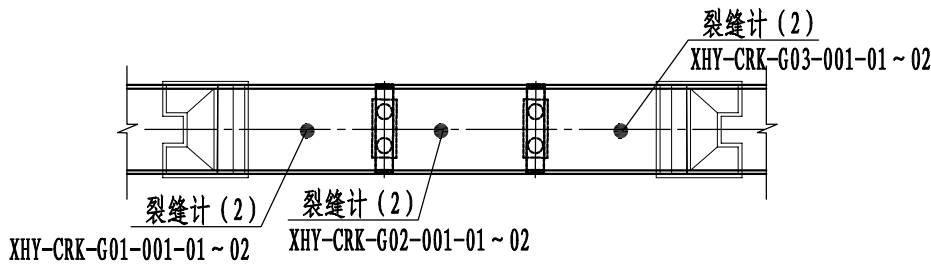
1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

2. 挠度靶标及机器视觉智能测量仪安装图见S1-10

下后洋一号桥裂缝计布置立面



下后洋一号桥裂缝计布置平面

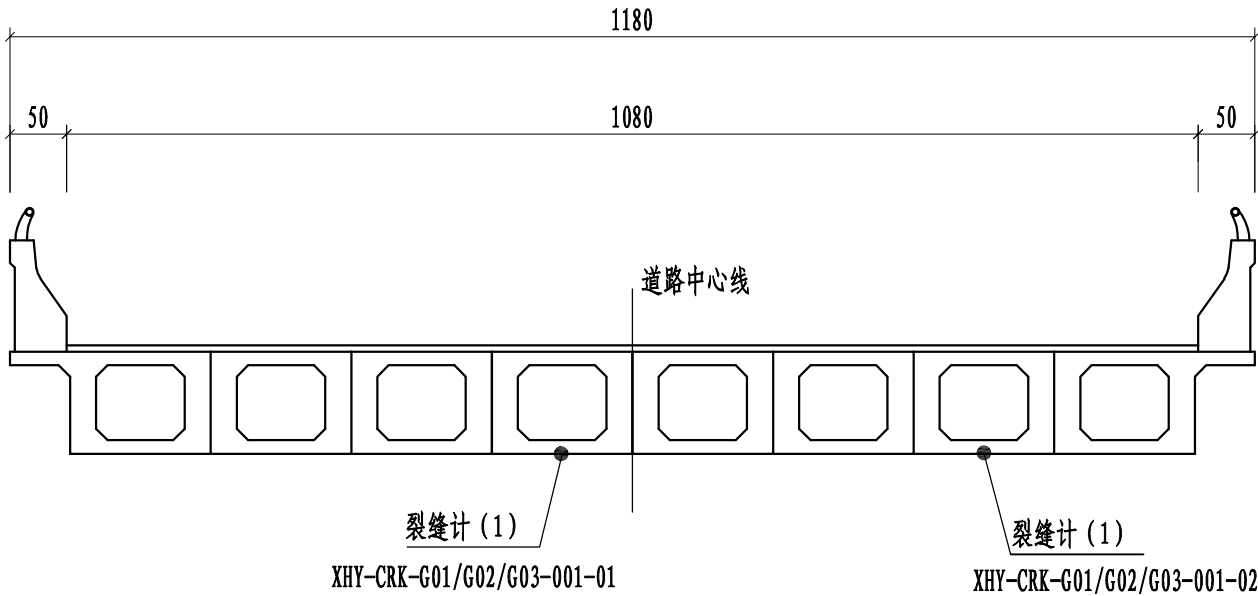


裂缝计测点设备数量汇总表

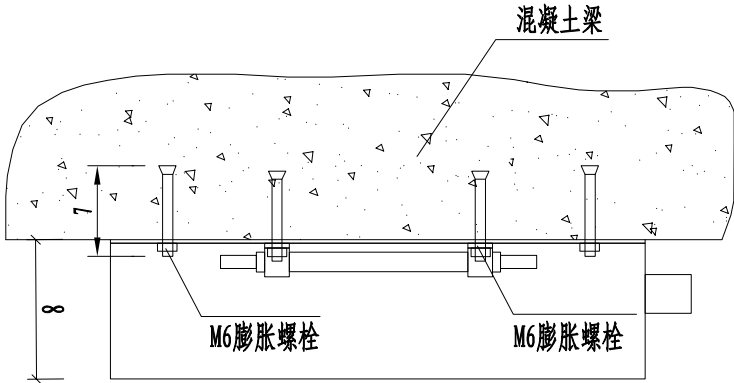
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构变化	裂缝	裂缝计	G01	2	XHY-CRK-G01-001-01 ~ 02	第一跨空心板
			G02	2	XHY-CRK-G02-001-01 ~ 02	第二跨空心板
			G03	2	XHY-CRK-G03-001-01 ~ 02	第三跨空心板

- 注
- 图中尺寸均以厘米为单位。
 - 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。
 - 裂缝具体位置根据定检报告及现场实际情况确定。

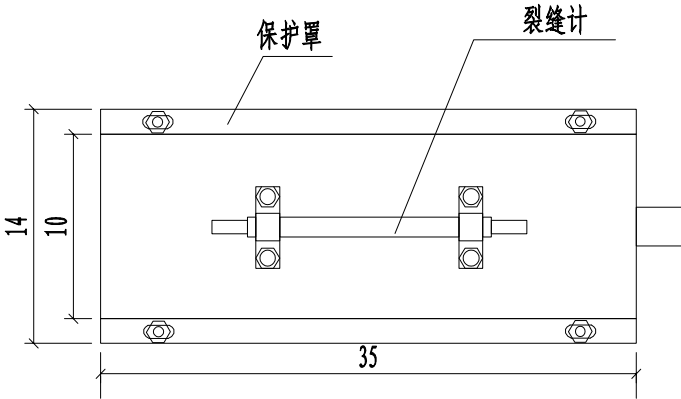
G01/G02/G03截面裂缝计布置横断面



裂缝计安装立面图

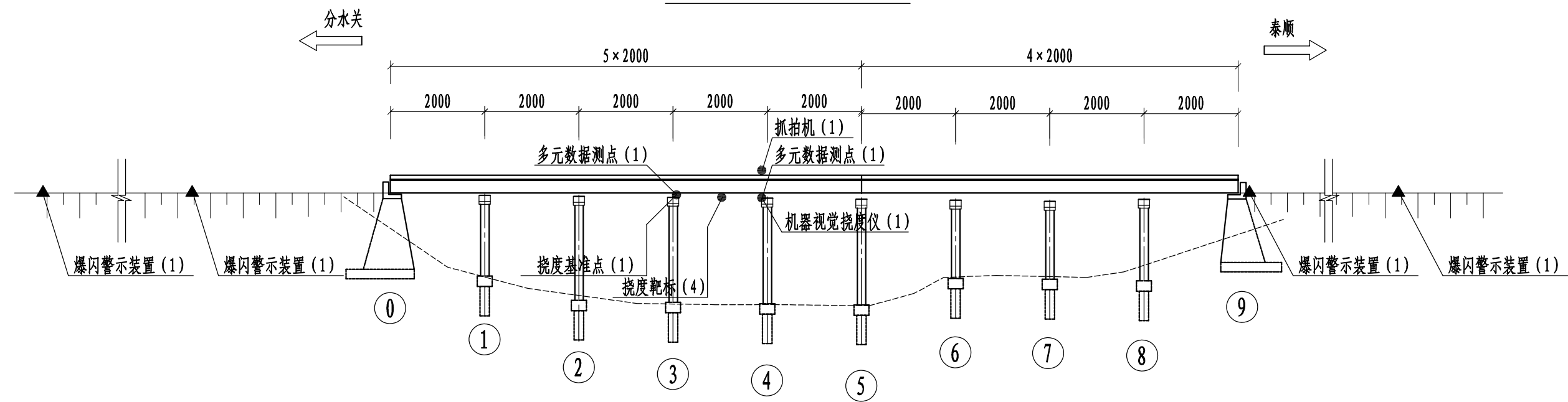


裂缝计安装平面图

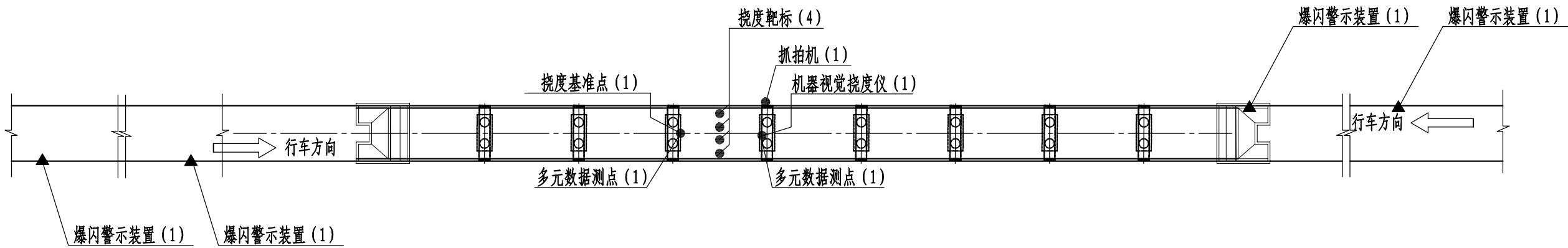


注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

泗溪大桥监测点布置立面



泗溪大桥监测点布置平面



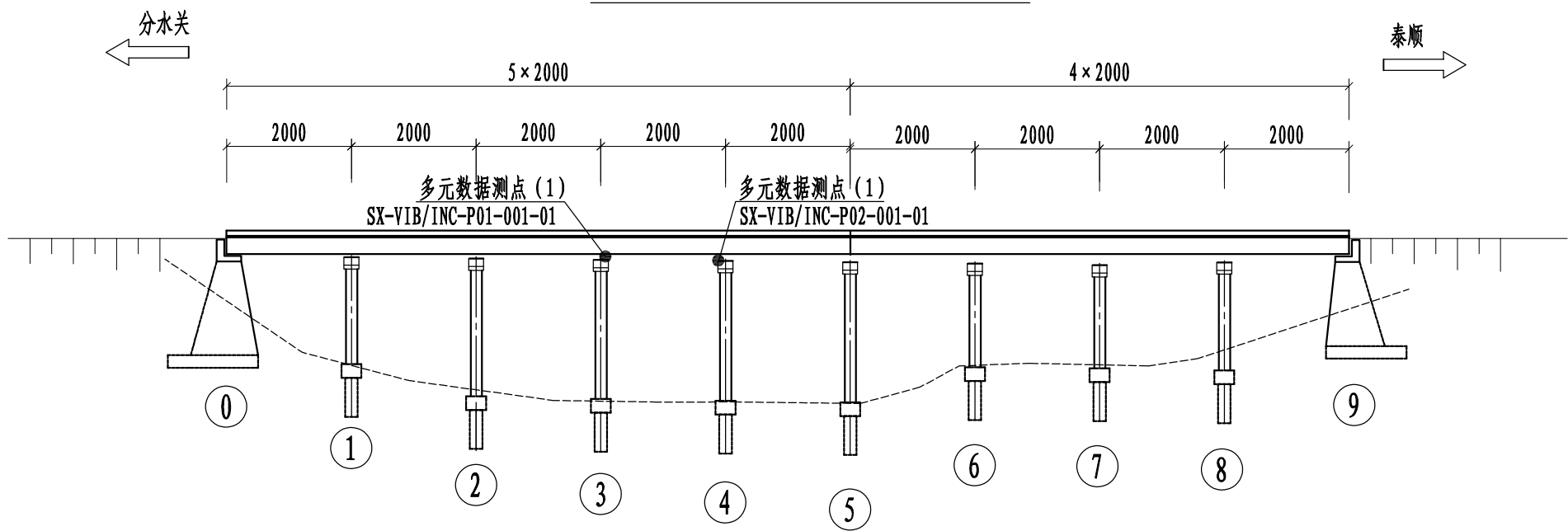
监测设备数量汇总表

序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	桥墩振动	3#墩、4#墩顶部	多元感知单元	台	2
2		桥墩倾斜				
3		主梁竖向位移	第4跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	4
4			3#墩顶部	机器视觉智能测量仪基准点	个	1
5			4#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
6	其他	车辆抓拍	4#墩顶部	抓拍机	台	1
7		爆闪警示	两侧桥头	爆闪警示装置	台	4
合计						13

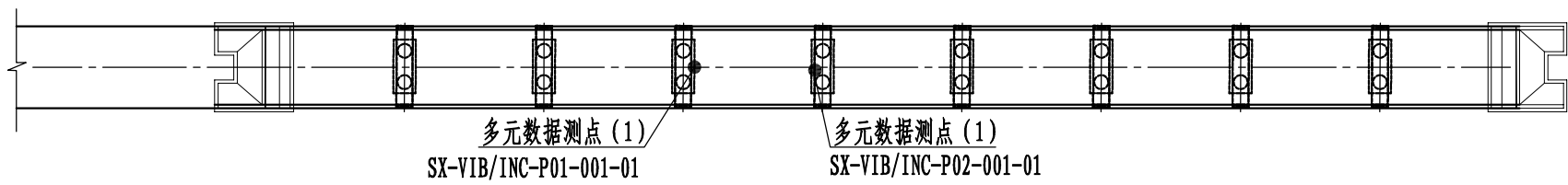
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

泗溪大桥多元感知单元布置立面



泗溪大桥多元感知单元布置平面



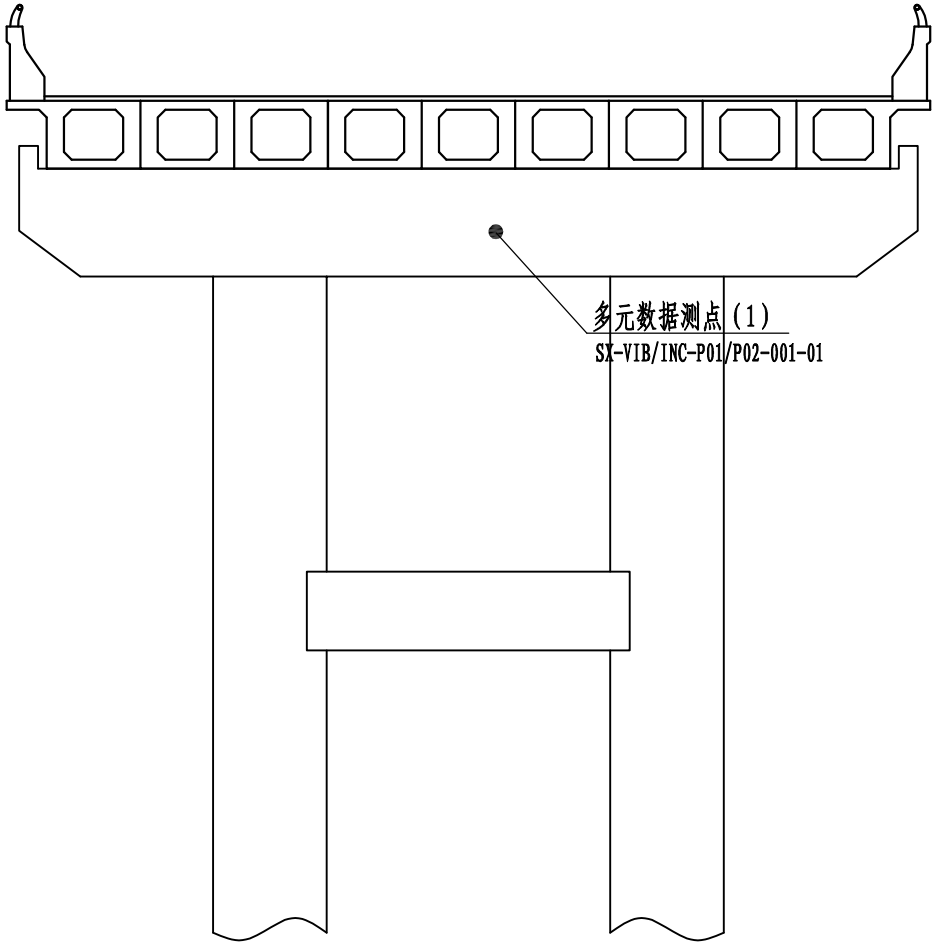
多元数据测点设备数量汇总表

监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	桥墩振动	多元感知单元	P01	1	SX-VIB/INC-P01-001-01	3#墩顶部
	桥墩倾斜		P02	1	SX-VIB/INC-P02-001-01	4#墩顶部

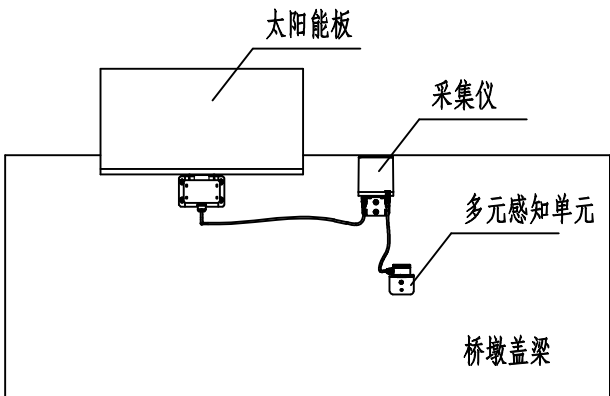
注

- 图中尺寸均以厘米为单位。
- 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

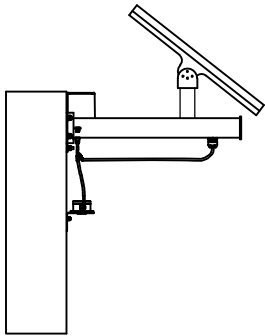
P01/P02截面多元数据测点布置横断面



多元感知单元正面



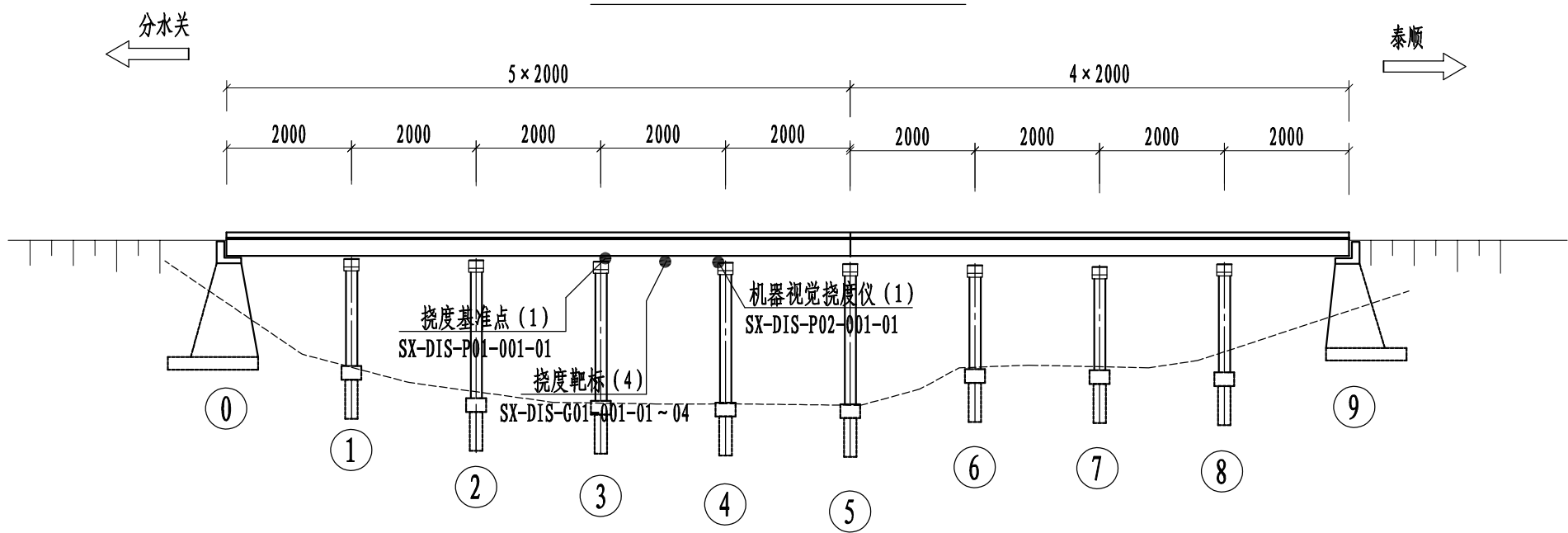
多元感知单元侧面



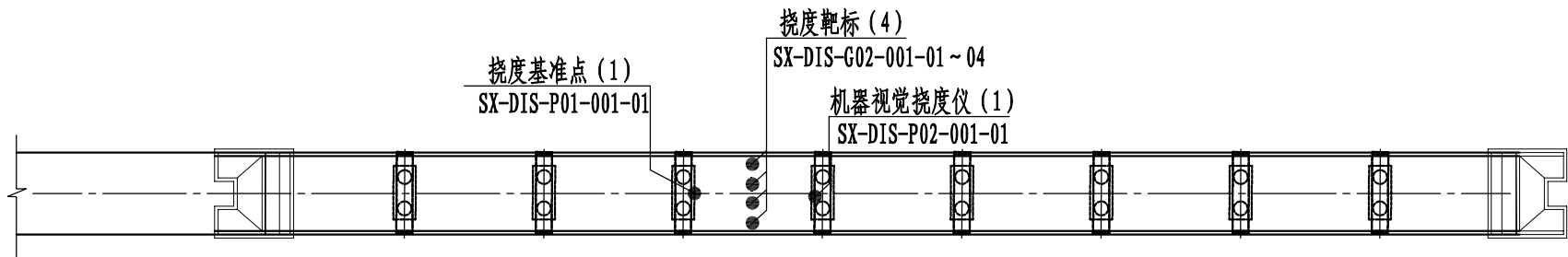
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。
3. 多元数据测点可采用太阳能供电或市电供电。

泗溪大桥机器视觉布置立面



泗溪大桥机器视觉布置平面



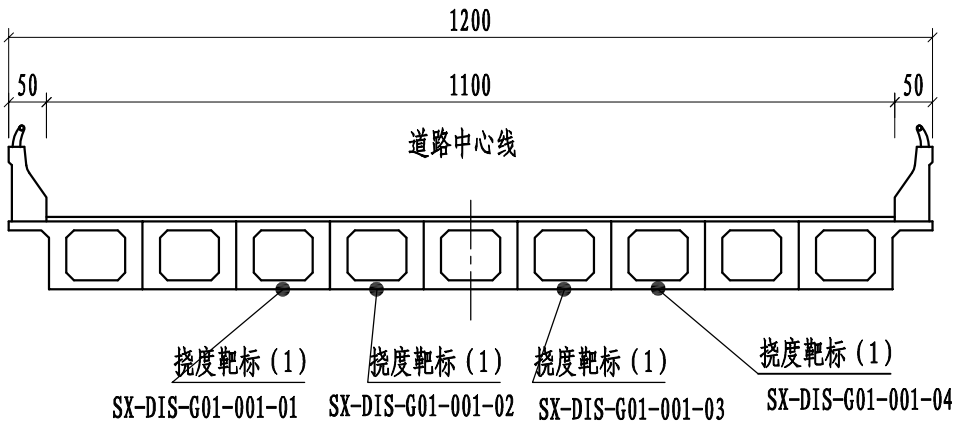
机器视觉测点设备数量汇总表

监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪靶标	G01	4	SX-DIS-G01-001-01 ~ 04	第4跨跨中
		机器视觉智能测量仪基准点	P01	1	SX-DIS-P01-001-01	3#墩顶部
		机器视觉智能测量仪	P02	1	SX-DIS-P02-001-01	4#墩顶部

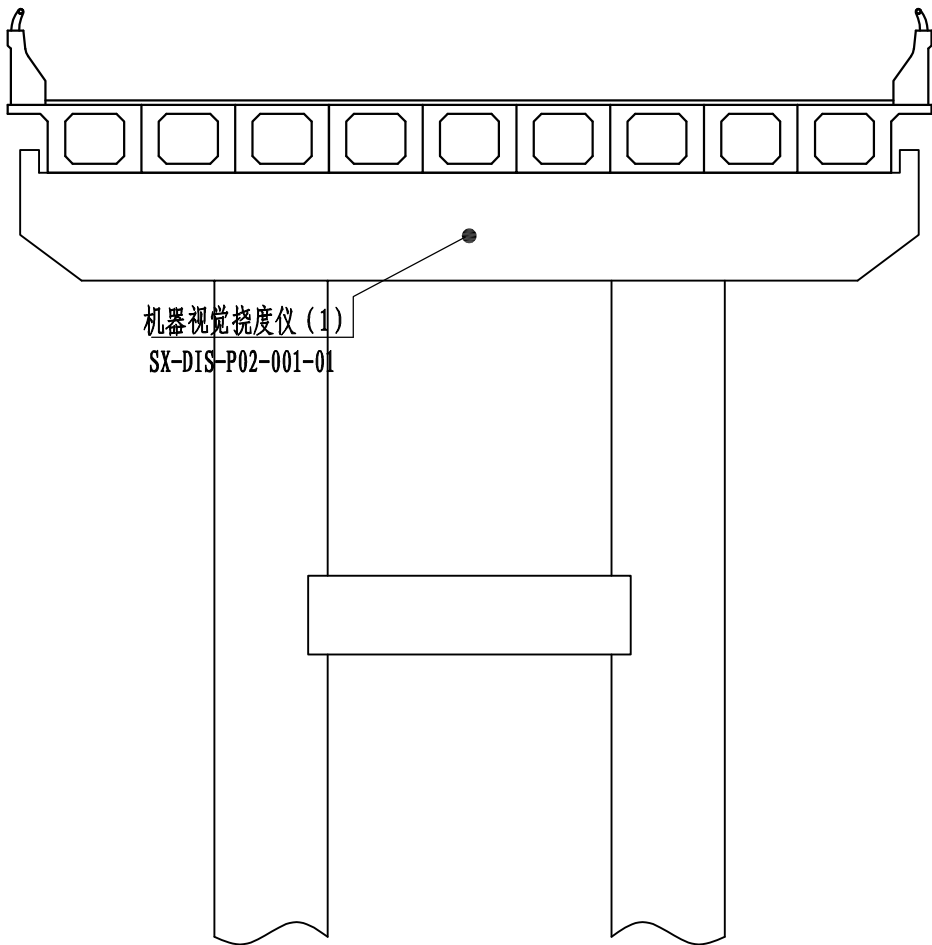
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

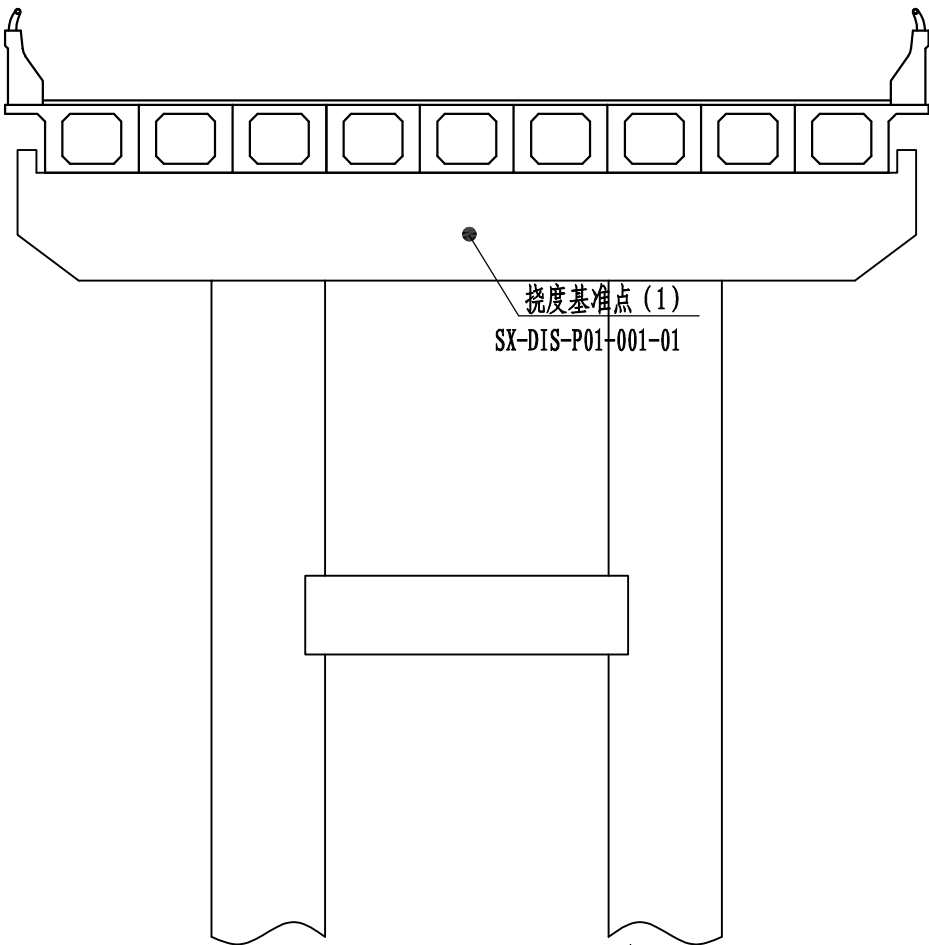
挠度靶标布置横断面



机器视觉挠度仪布置横断面



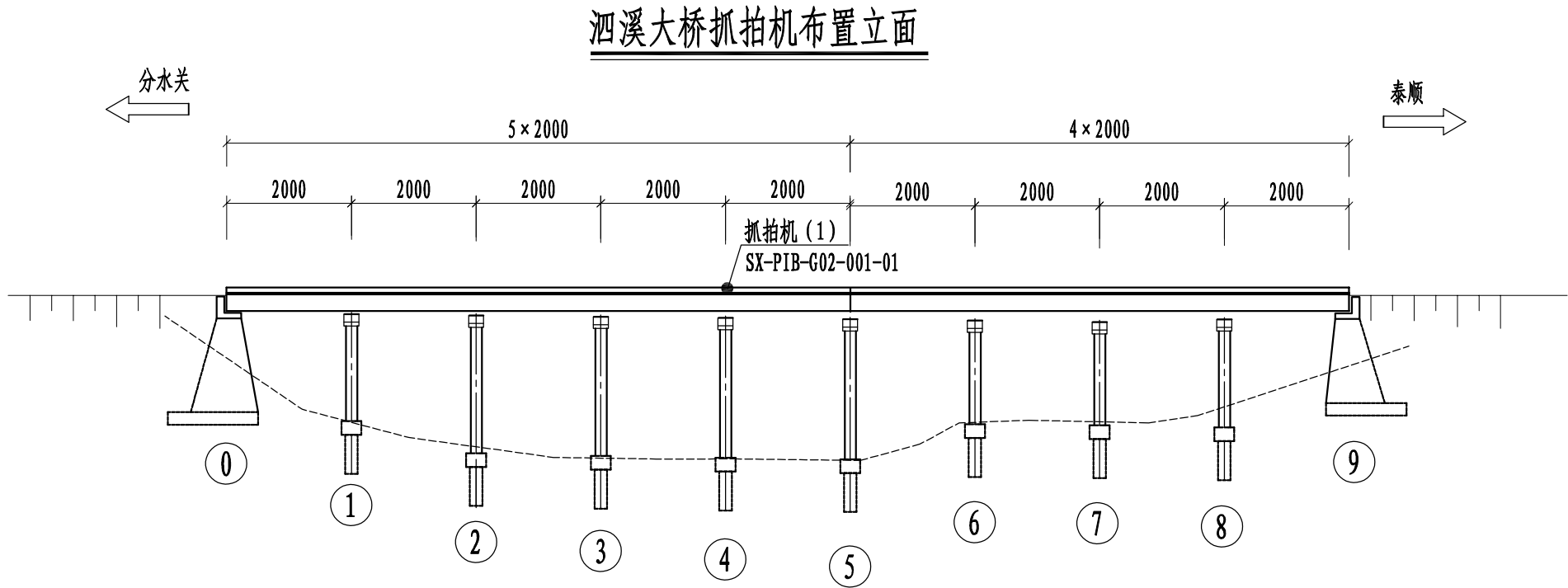
挠度基准点布置横断面



注

1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

2. 挠度靶标及机器视觉智能测量仪安装图见S1-10



抓拍机测点设备数量汇总表

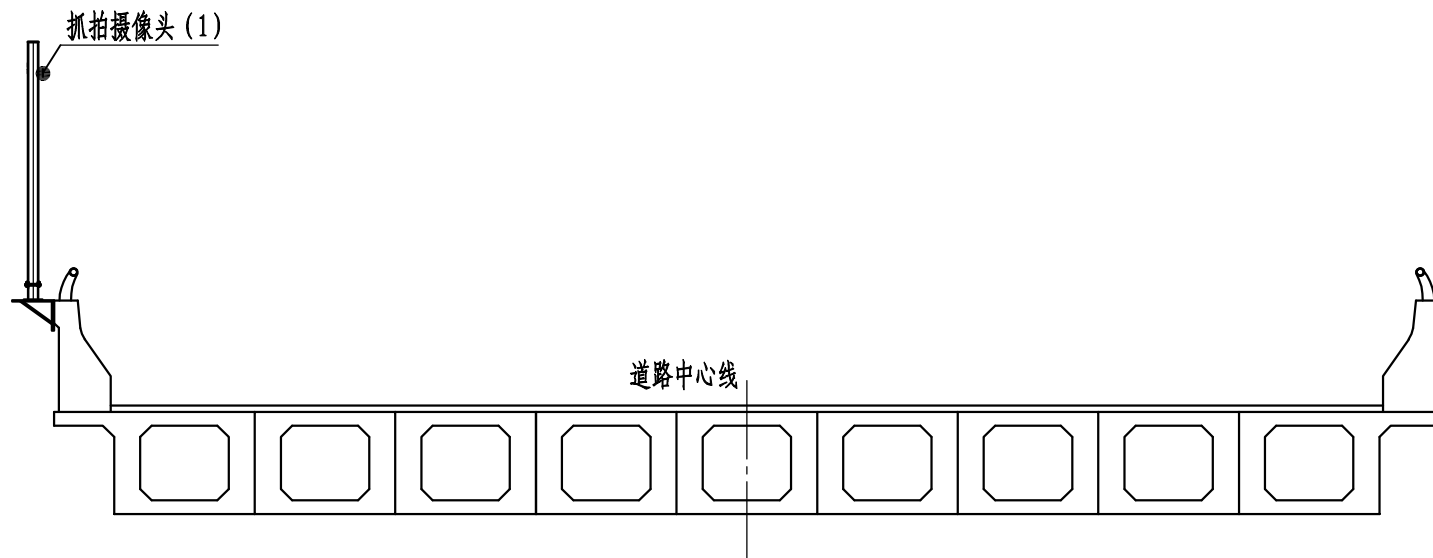
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
其他	车辆抓拍	抓拍摄像头	G02	1	SX-PIB-G02-001-01	4#墩顶桥面

注

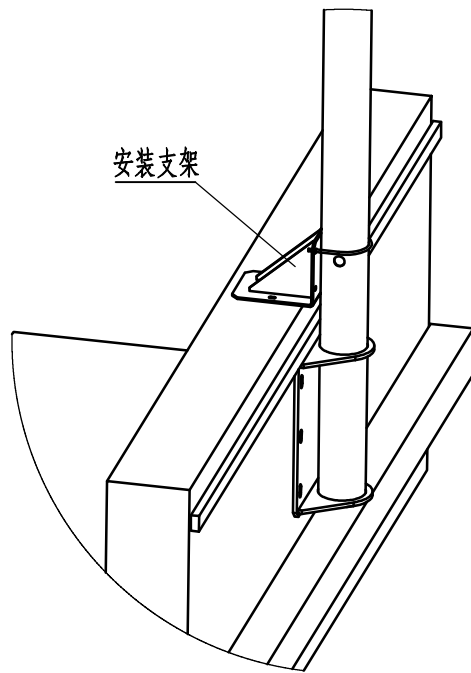
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

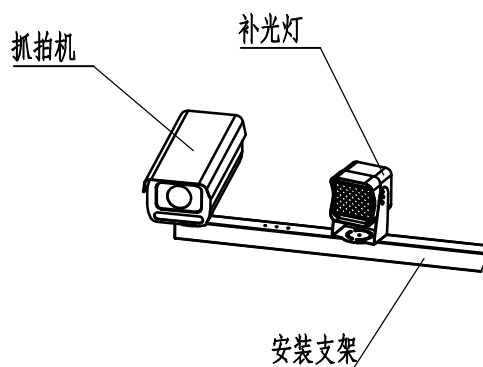
泗溪大桥抓拍机布置横断面



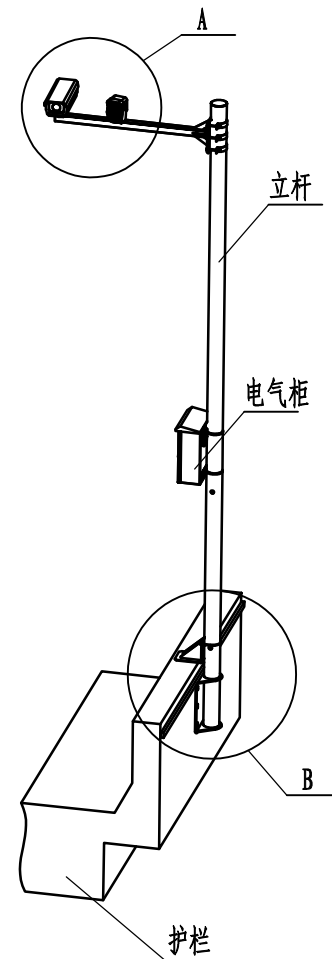
B节点大样



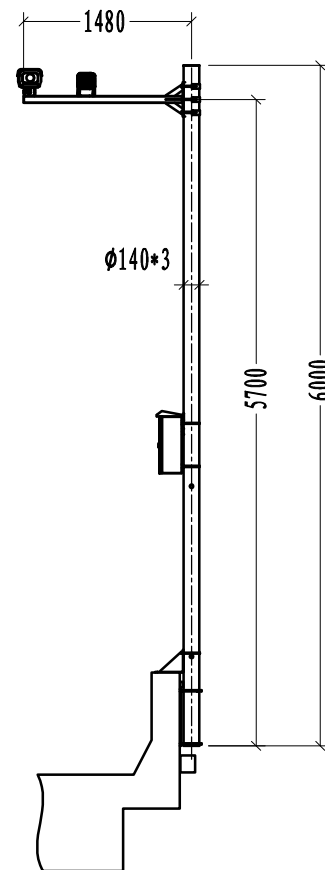
A节点大样



立杆三维图



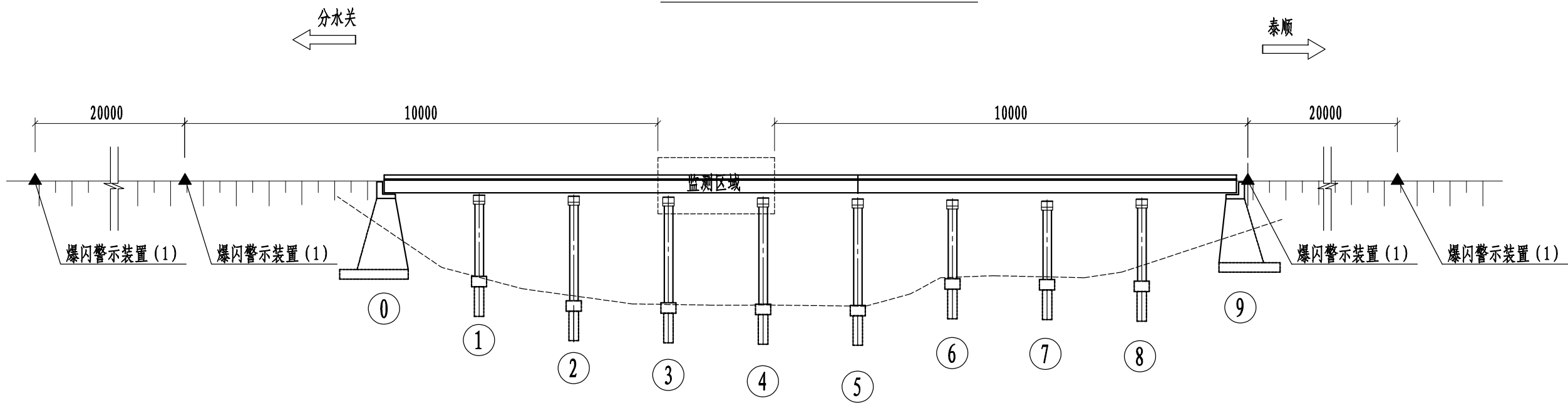
立杆立面图



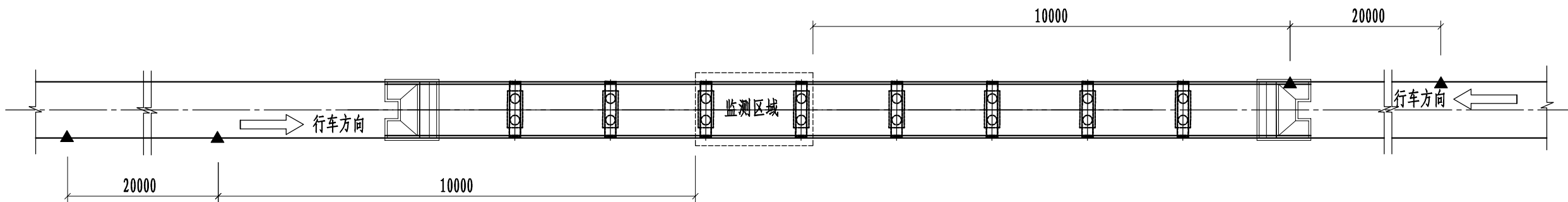
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

泗溪大桥爆闪警示装置布置立面



泗溪大桥爆闪警示装置布置平面



爆闪警示装置设备数量汇总表

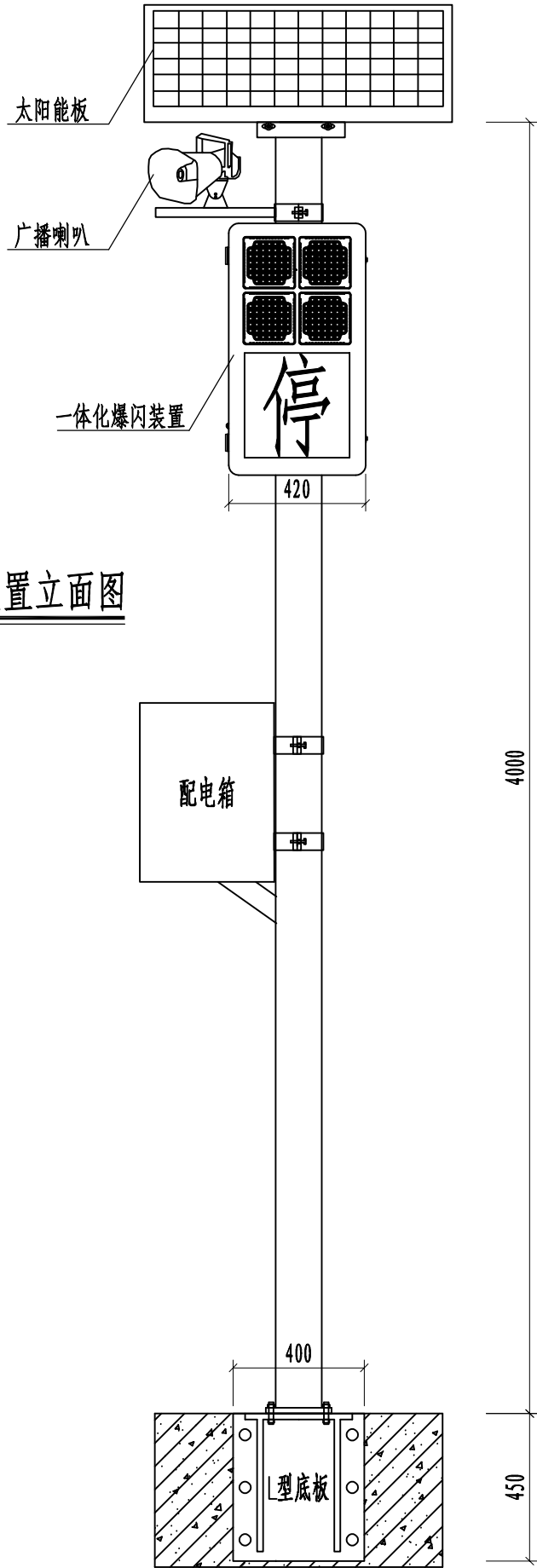
监测项目		传感器类型	数量	布设位置
其他	爆闪警示	爆闪警示装置	1	小桩号方向，距离监测区域100m处路基旁
			1	小桩号方向，距离监测区域300m处路基旁
			1	大桩号方向，距离监测区域100m处路基旁
			1	大桩号方向，距离监测区域300m处路基旁

注

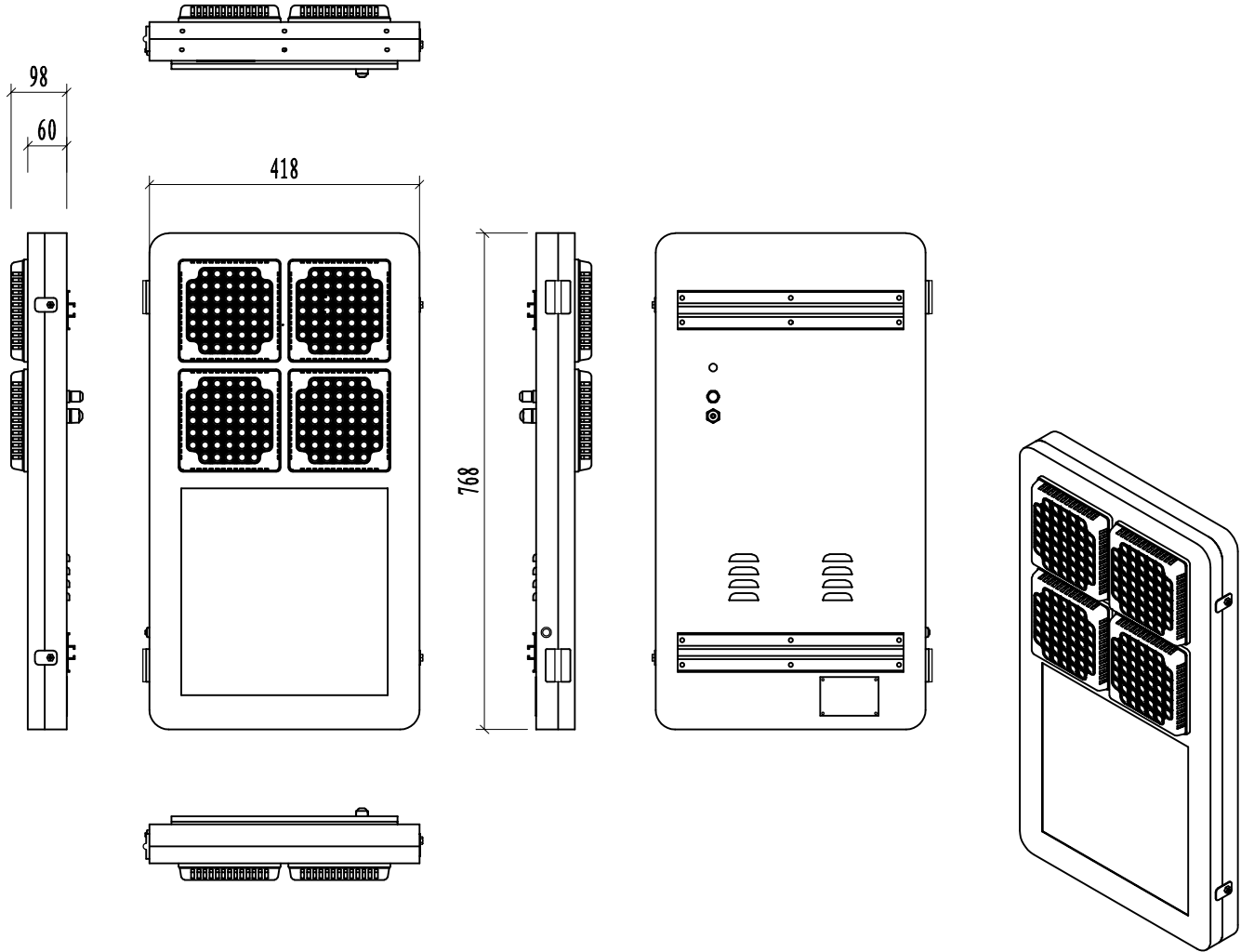
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

一体化爆闪装置立面图

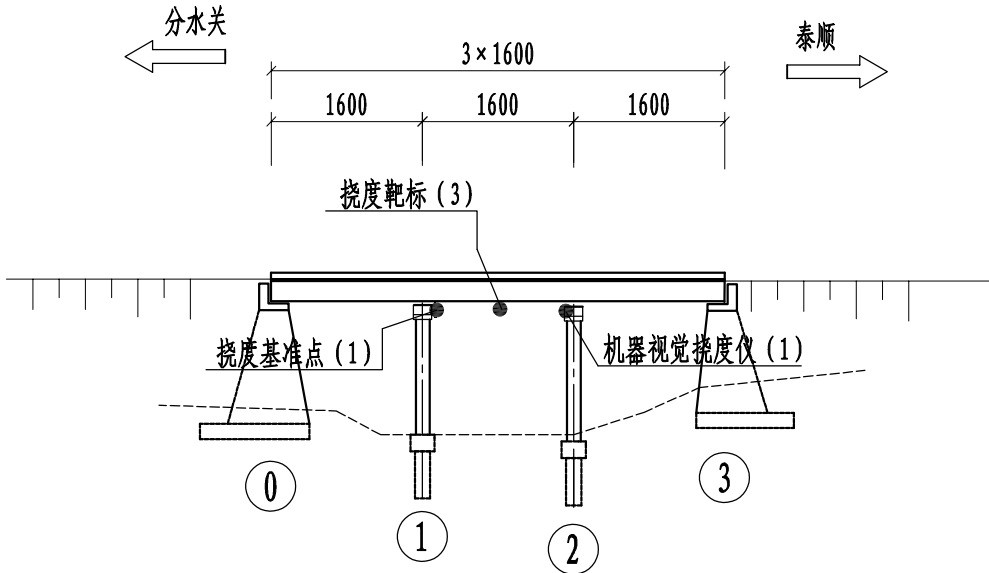


一体化爆闪灯大样

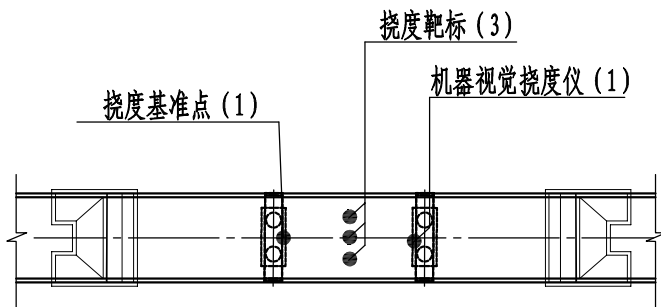


注
1. 图中尺寸均以毫米为单位。

郑州桥监测点布置立面



郑州桥监测点布置平面



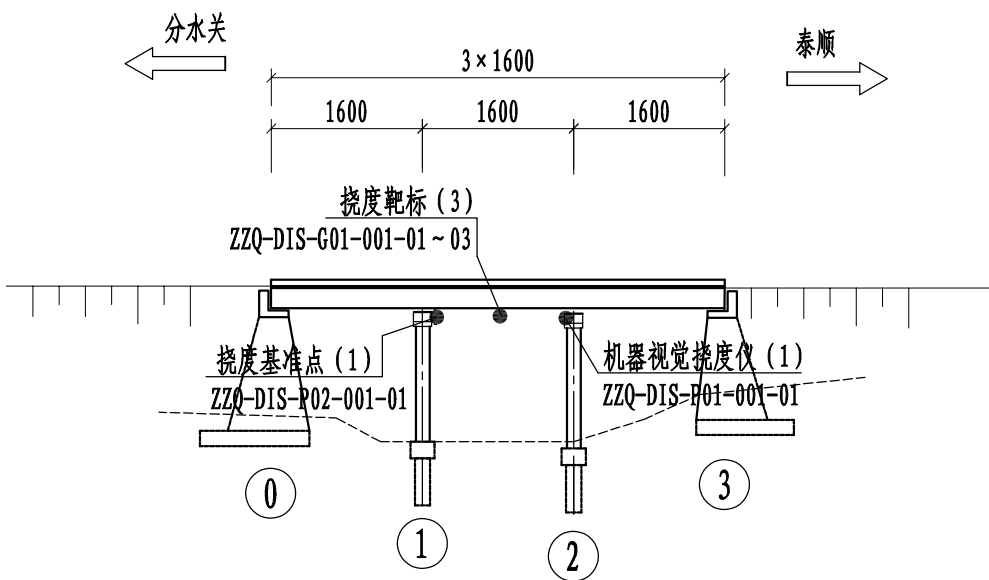
监测设备数量汇总表

序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	主梁竖向位移	第2跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	3
2			1#墩顶部	机器视觉智能测量仪基准点	个	1
3			2#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
合计						5

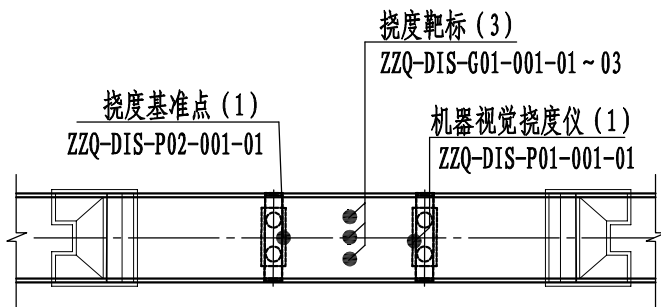
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

郑州桥机器视觉布置立面



郑州桥机器视觉布置平面



机器视觉测点设备数量汇总表

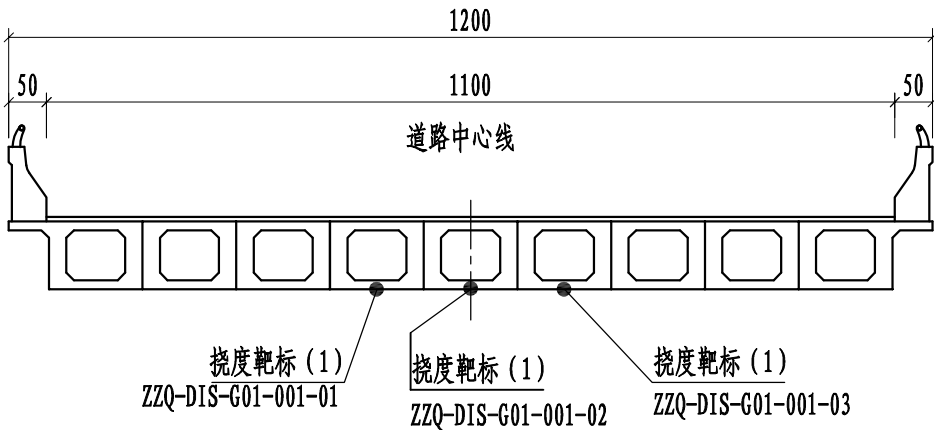
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪靶标	G01	3	ZZQ-DIS-G01-001-01 ~ 03	第2跨跨中
		机器视觉智能测量仪基准点	P02	1	ZZQ-DIS-P02-001-01	1#墩顶部
		机器视觉智能测量仪	P01	1	ZZQ-DIS-P01-001-01	2#墩顶部

注

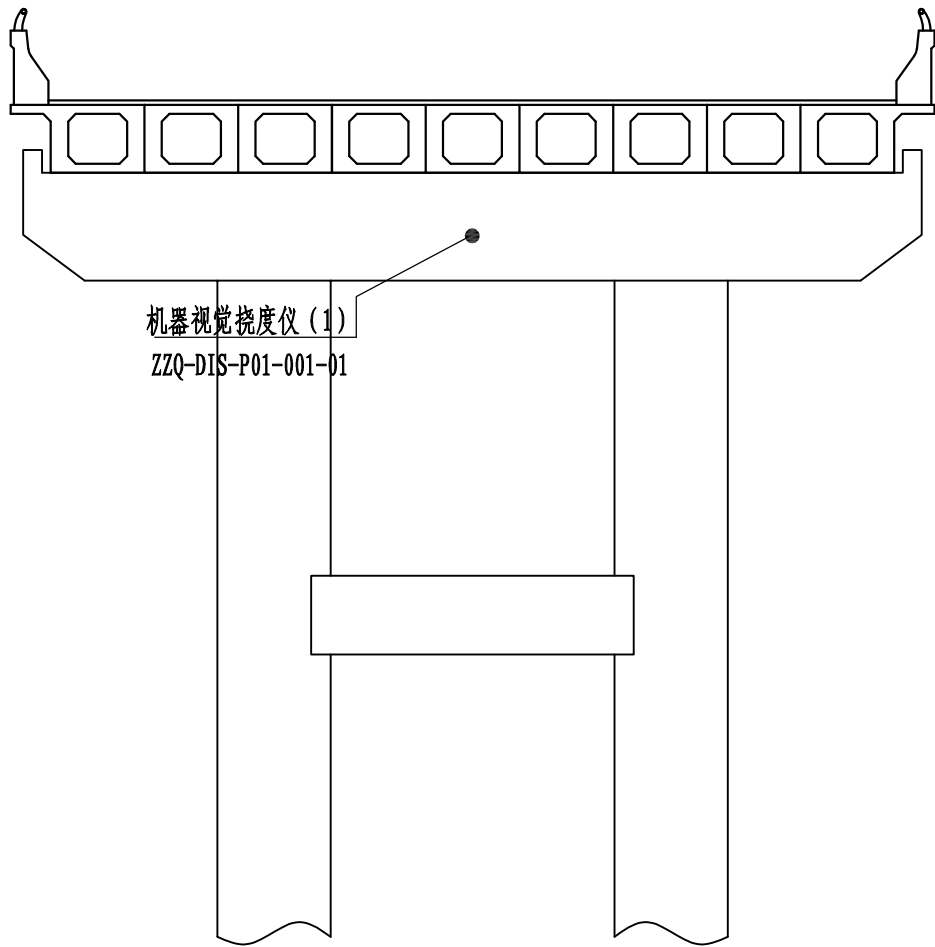
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

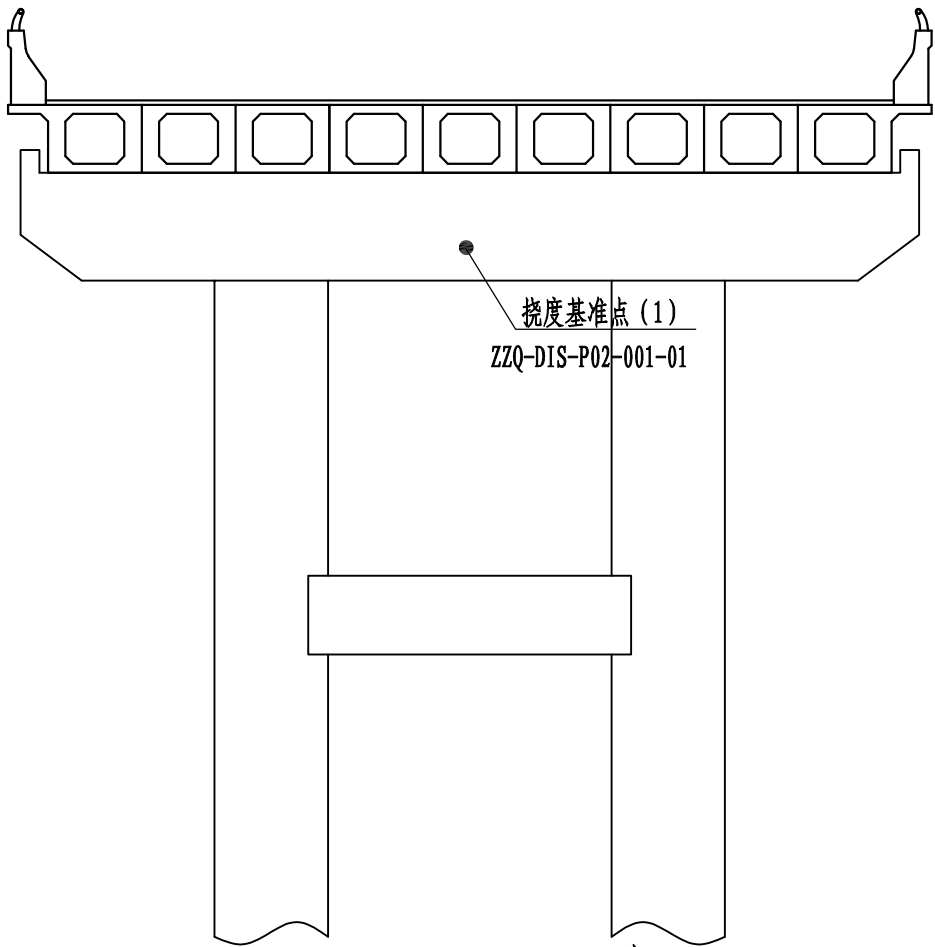
挠度靶标布置横断面



机器视觉挠度仪布置横断面



挠度基准点布置横断面

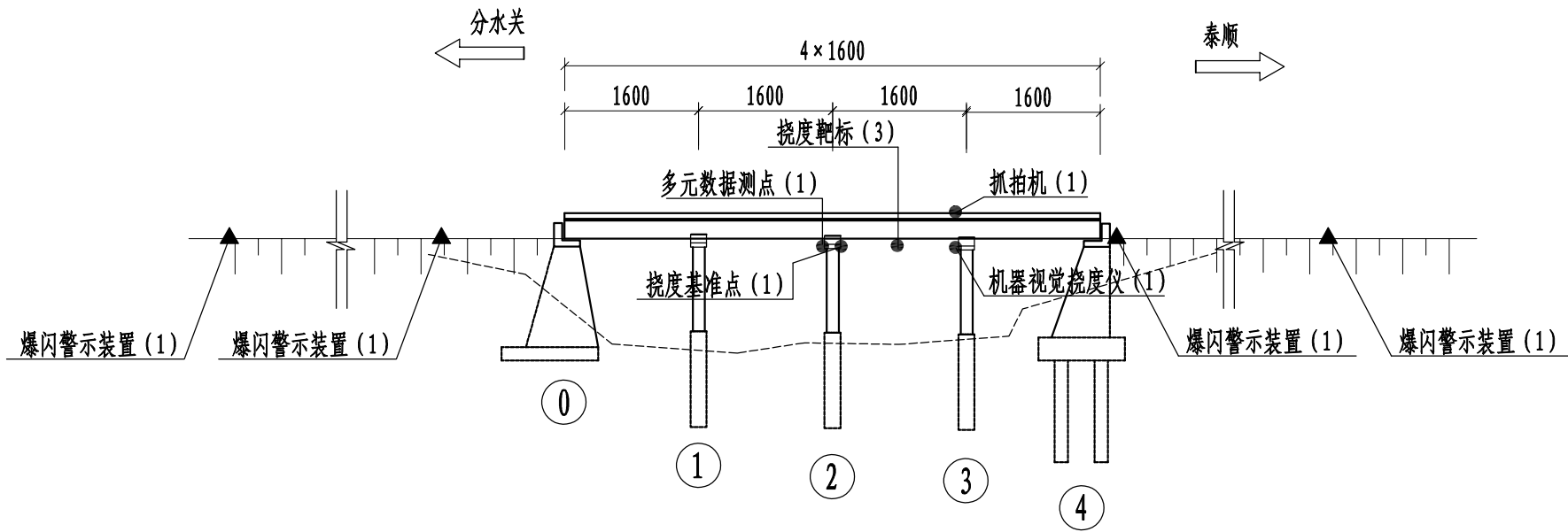


注

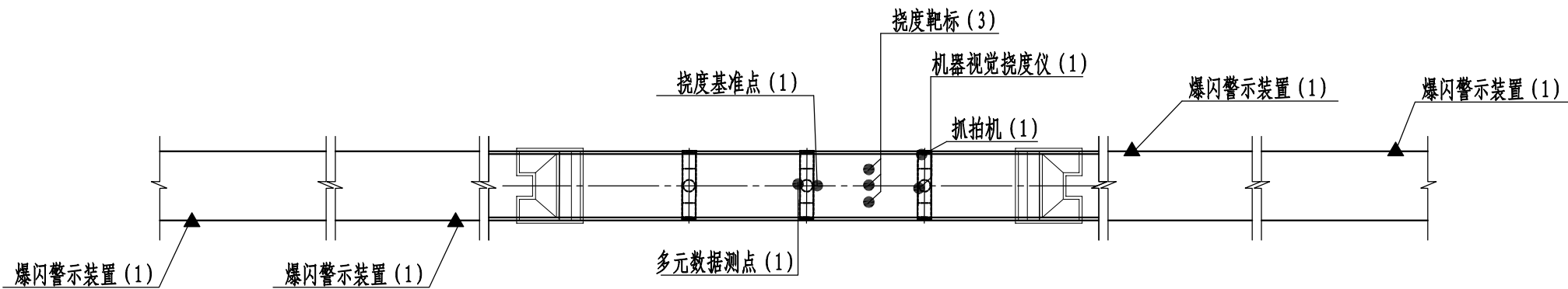
1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

2. 挠度靶标及机器视觉智能测量仪安装图见S1-10

前坪桥监测点布置立面



前坪桥监测点布置平面



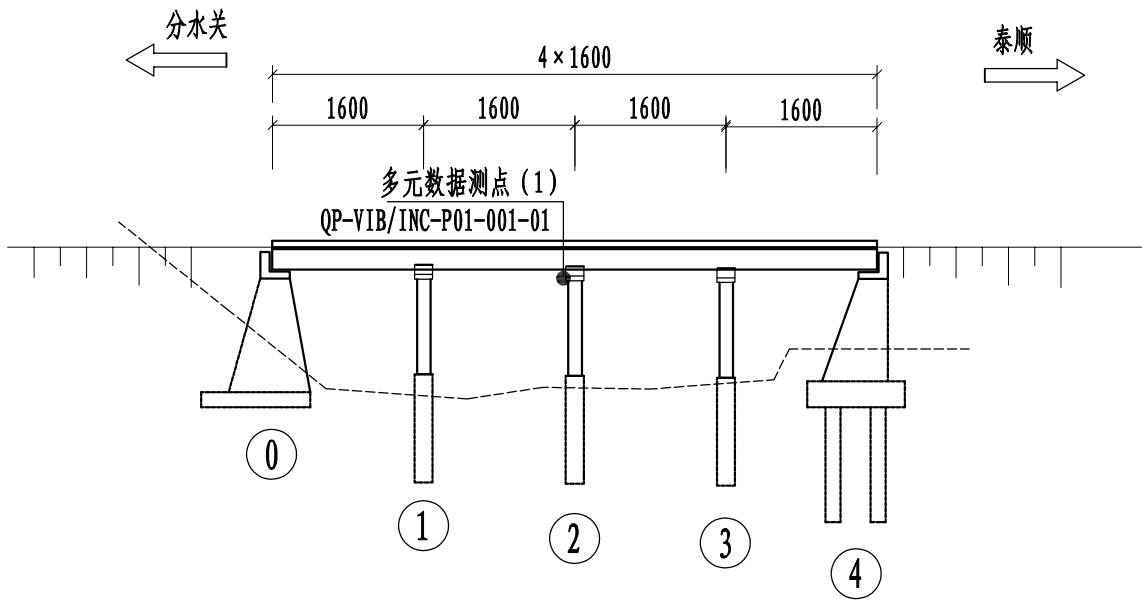
监测设备数量汇总表

序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	桥墩振动	2#墩顶部	多元感知单元	台	1
2		桥墩倾斜				
3		主梁竖向位移	第3跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	3
4			2#墩顶部	机器视觉智能测量仪基准点	个	1
5			3#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
	其他	车辆抓拍	3#墩顶部	抓拍机	台	1
		爆闪警示	两侧桥头	爆闪警示装置	台	4
合计						10

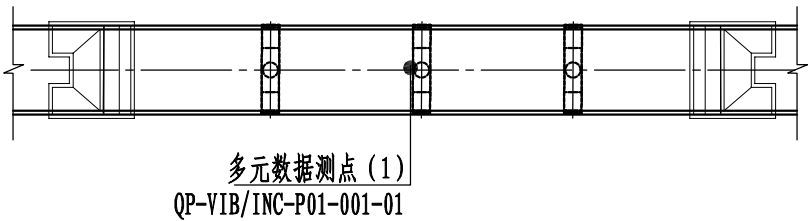
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

前坪桥多元感知单元布置立面



前坪桥多元感知单元布置平面



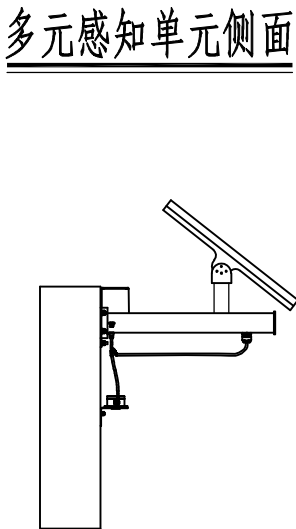
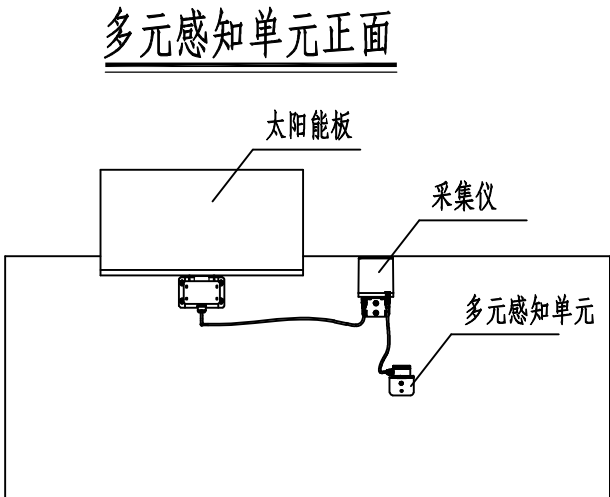
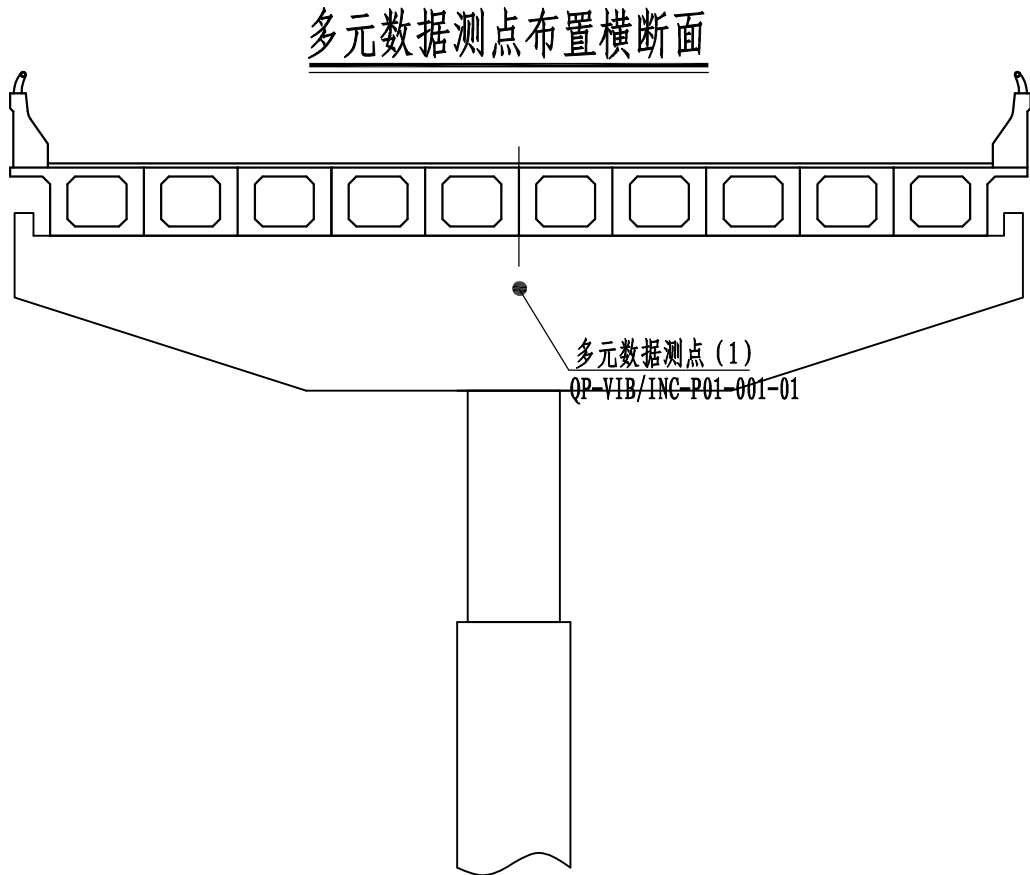
多元数据测点设备数量汇总表

监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	桥墩振动	多元感知单元	P01	1	QP-VIB/INC-P01-001-01	2#墩顶部
	桥墩倾斜					

注

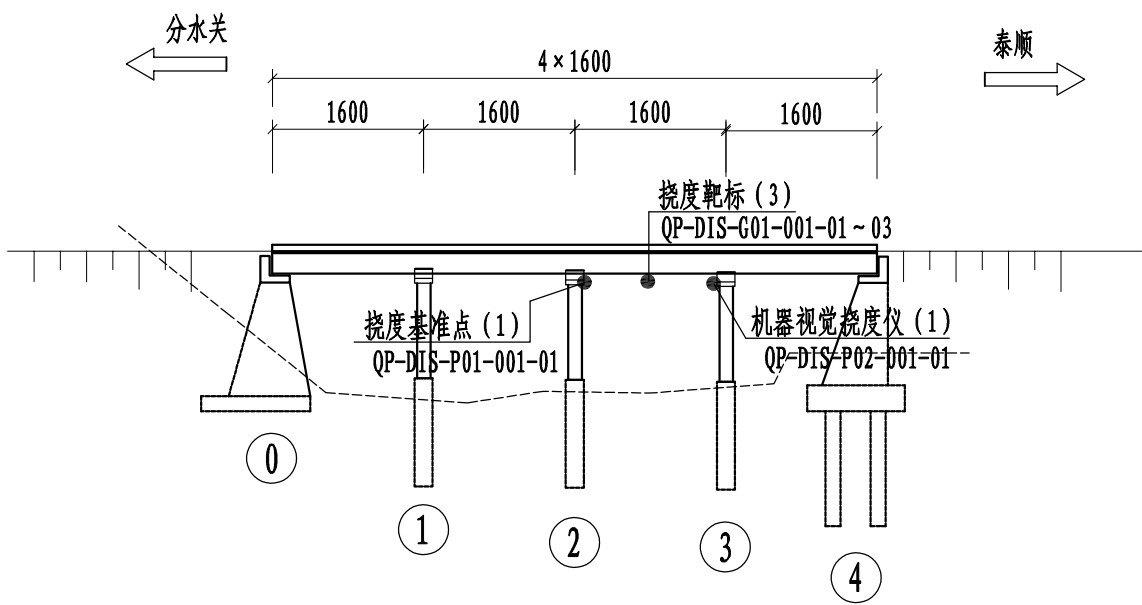
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

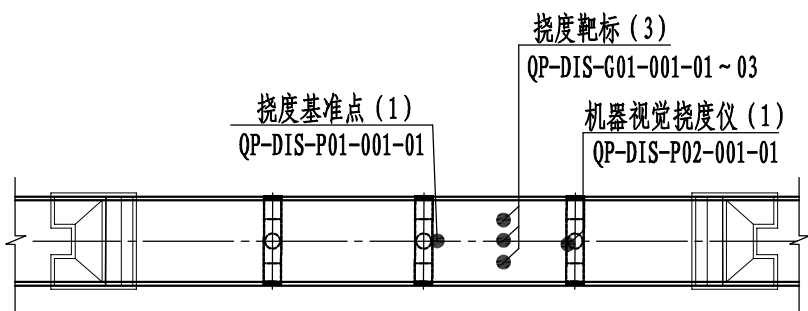


- 注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
 2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。
 3. 多元数据测点可采用太阳能供电或市电供电。

前坪桥机器视觉布置立面



前坪桥监测点布置平面

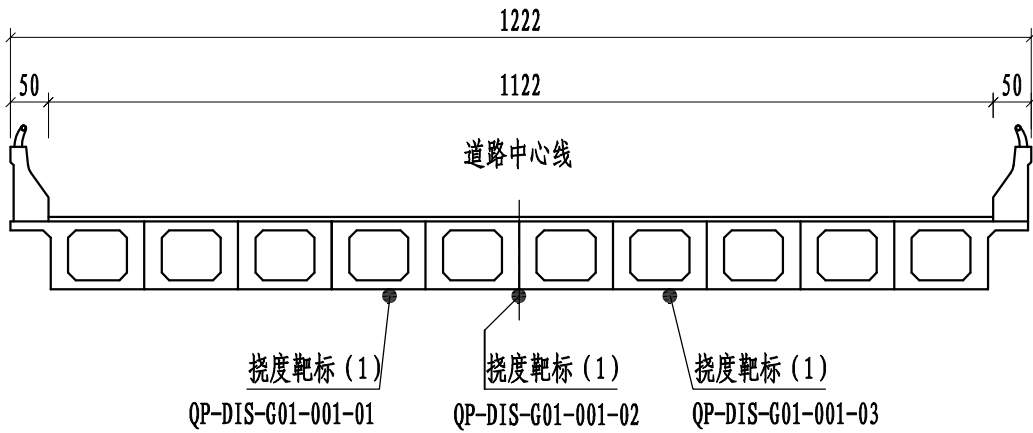


机器视觉测点设备数量汇总表

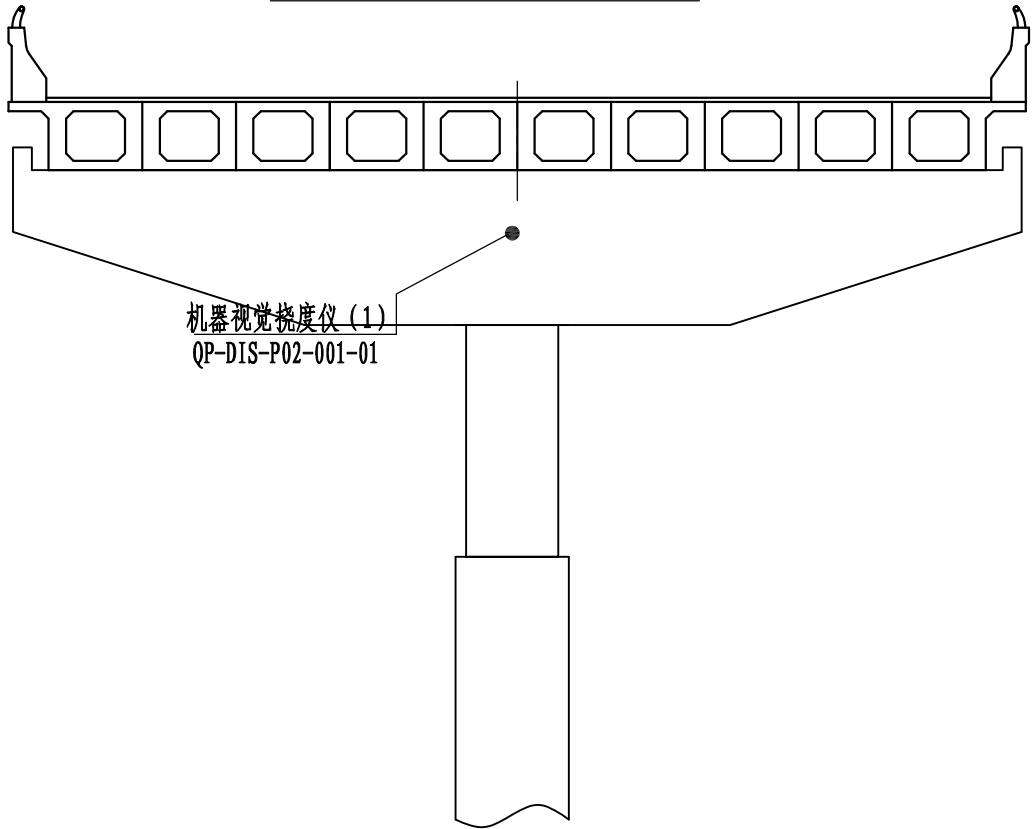
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪靶标	G01	3	QP-DIS-G01-001-01 ~ 03	第3跨跨中
		机器视觉智能测量仪基准点	P01	1	QP-DIS-P01-001-01	2#墩顶部
		机器视觉智能测量仪	P02	1	QP-DIS-P02-001-01	3#墩顶部

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

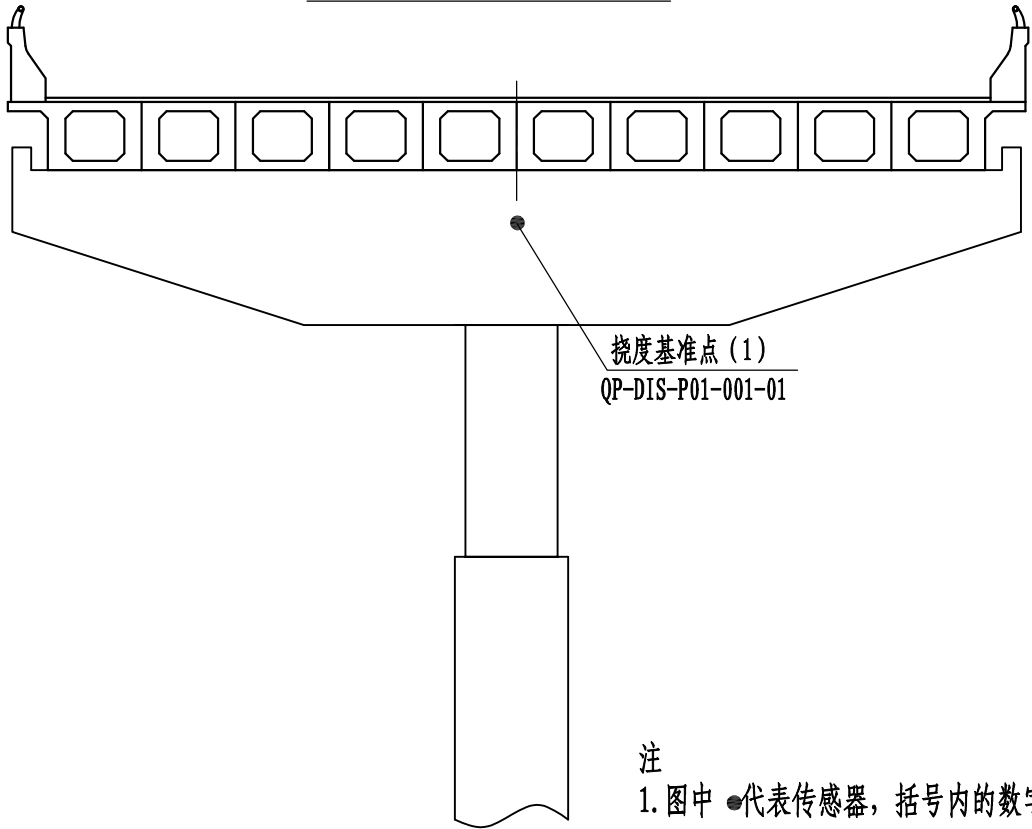
挠度靶标布置横断面



机器视觉挠度仪布置横断面

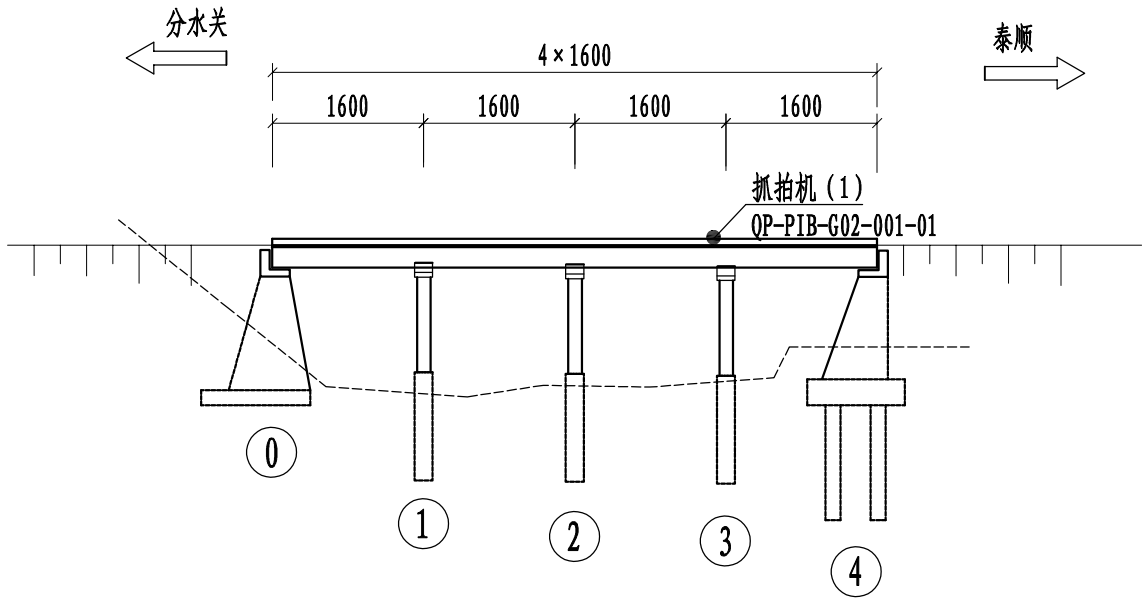


挠度基准点布置横断面

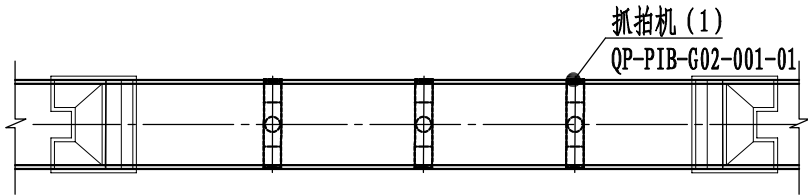


注
1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。
2. 挠度靶标及机器视觉智能测量仪安装图见S1-10

前坪桥抓拍机布置立面



前坪桥抓拍机布置平面



抓拍机测点设备数量汇总表

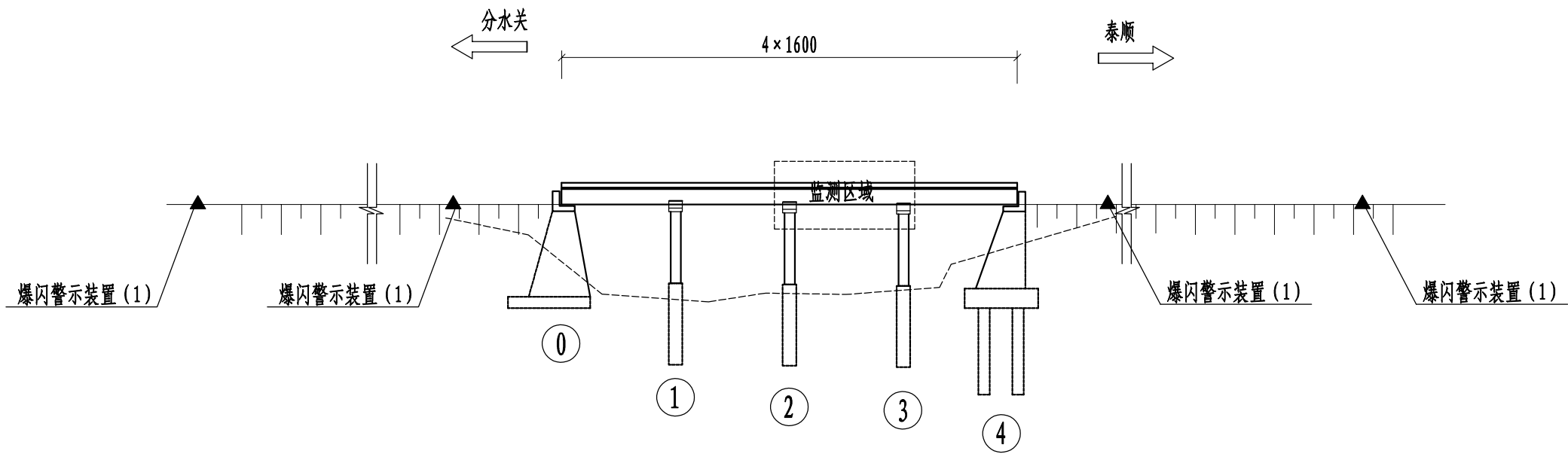
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
其他	车辆抓拍	抓拍摄像头	G02	1	QP-PIB-G02-001-01	3#墩顶桥面

注

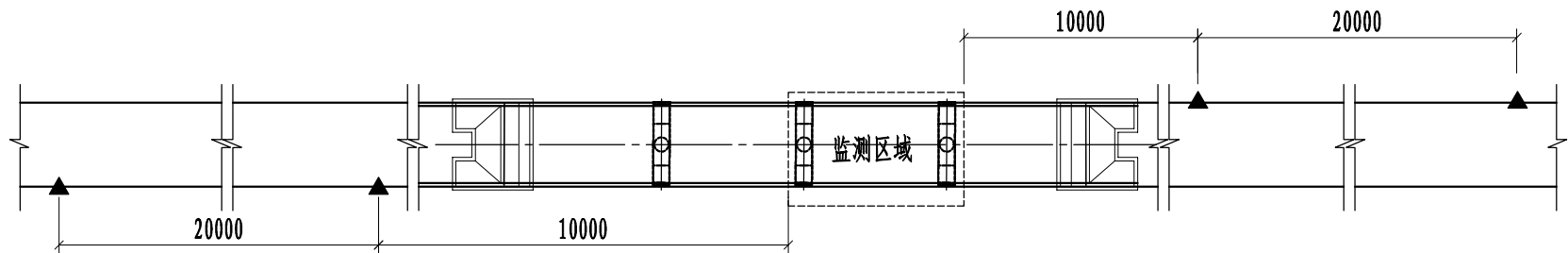
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

前坪桥爆闪警示装置布置立面



前坪桥爆闪警示装置布置平面

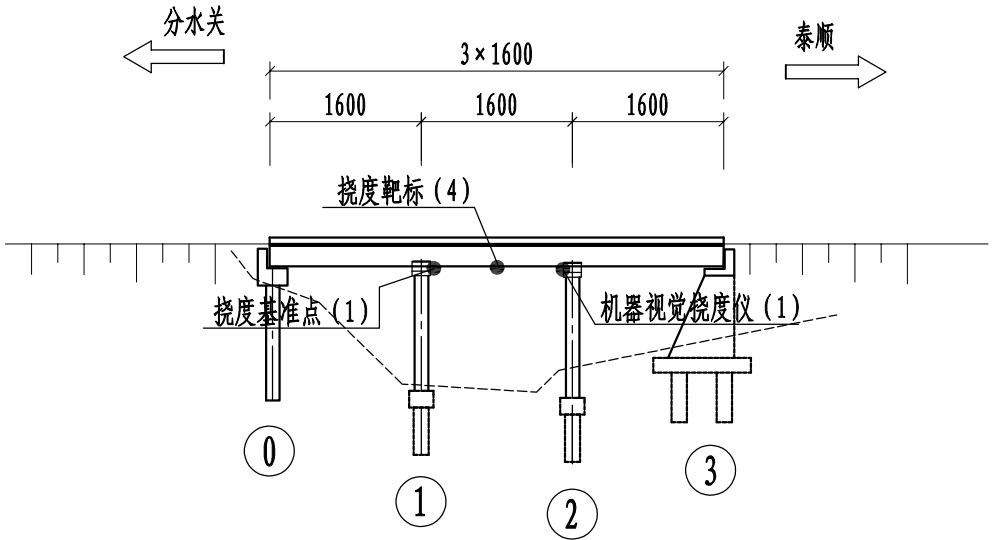


爆闪警示装置设备数量汇总表

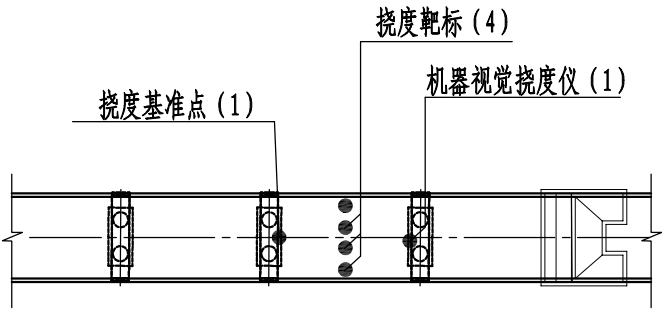
监测项目		传感器类型	数量	布设位置
其他	爆闪警示	爆闪警示装置	1	小桩号方向，距离监测区域100m处路基旁
			1	小桩号方向，距离监测区域300m处路基旁
			1	大桩号方向，距离监测区域100m处路基旁
			1	大桩号方向，距离监测区域300m处路基旁

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

秀润桥监测点布置立面



秀润桥监测点布置平面

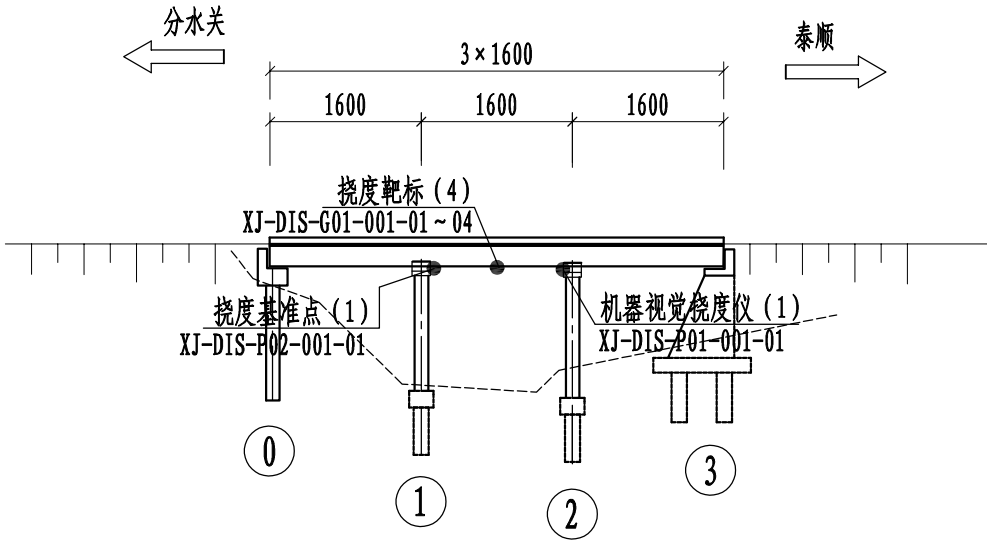


监测设备数量汇总表

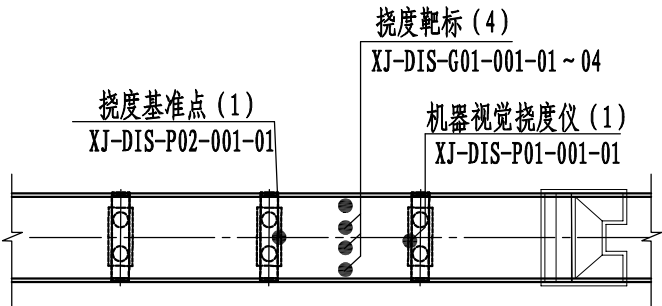
序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	主梁竖向位移	第2跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	3
2			1#墩顶部	机器视觉智能测量仪基准点	个	1
3			2#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
合计						5

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

秀润桥机器视觉布置立面



秀润桥机器视觉布置平面

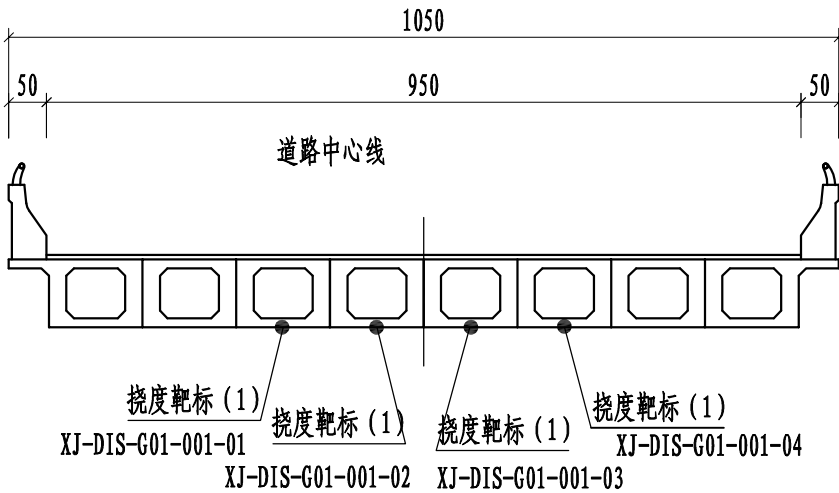


机器视觉测点设备数量汇总表

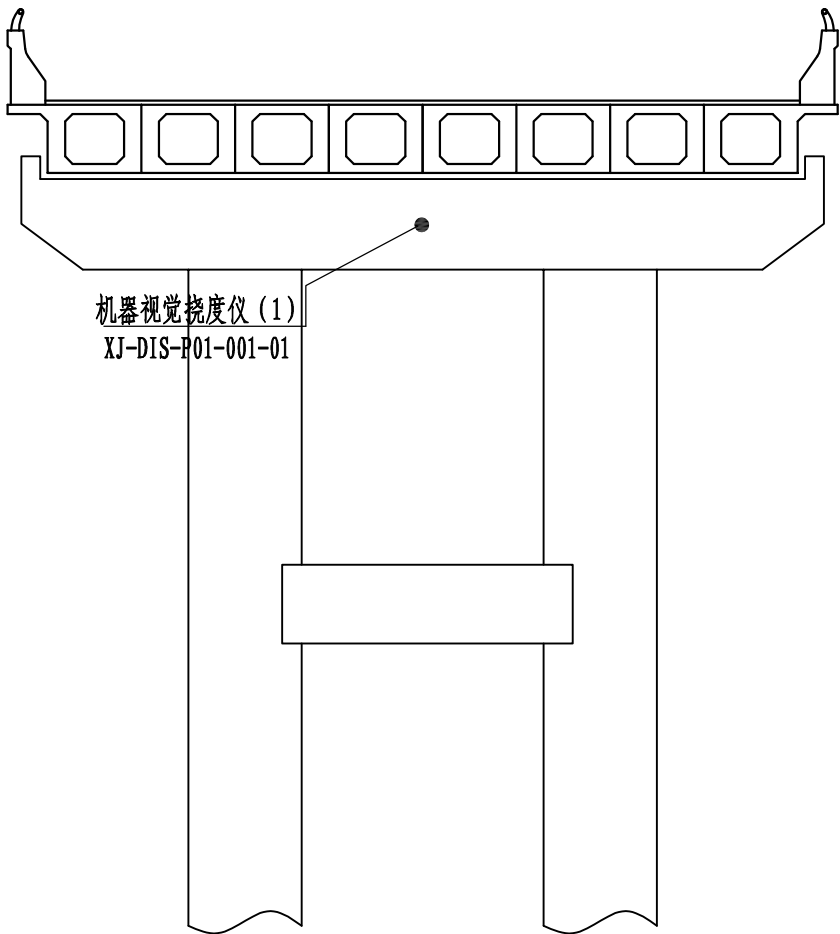
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪靶标	G01	4	XJ-DIS-G01-001-01 ~ 04	第2跨跨中
		机器视觉智能测量仪	P02	1	XJ-DIS-P02-001-01	1#墩顶部
		机器视觉智能测量仪	P01	1	XJ-DIS-P01-001-01	2#墩顶部

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

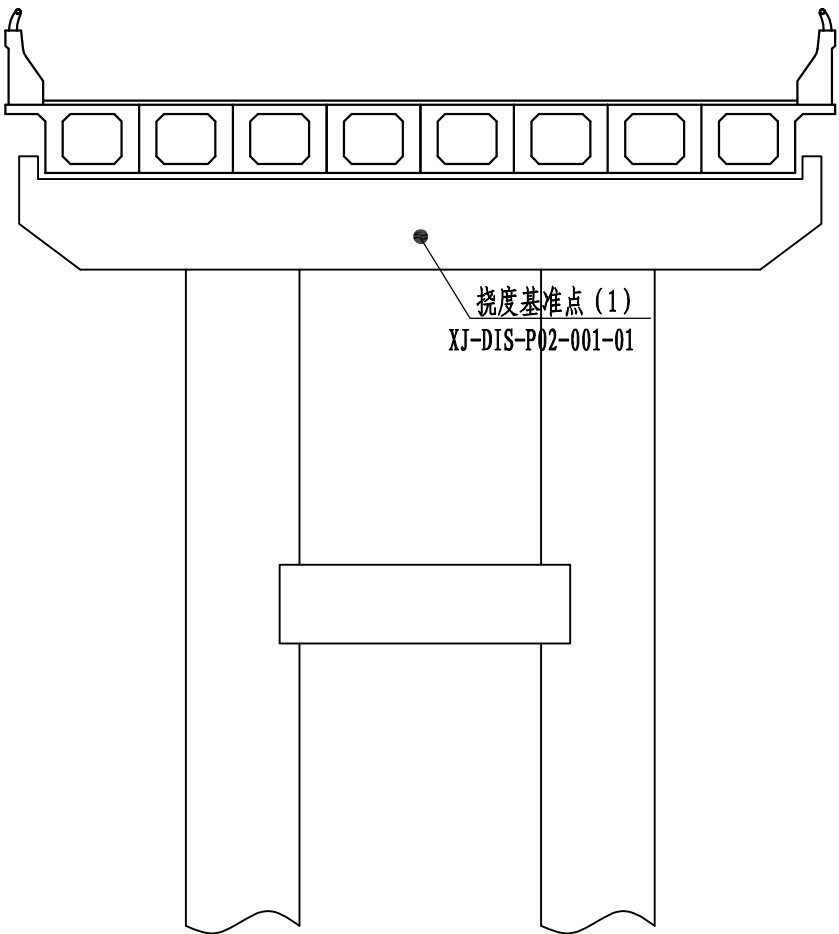
挠度靶标布置横断面



机器视觉挠度仪布置横断面

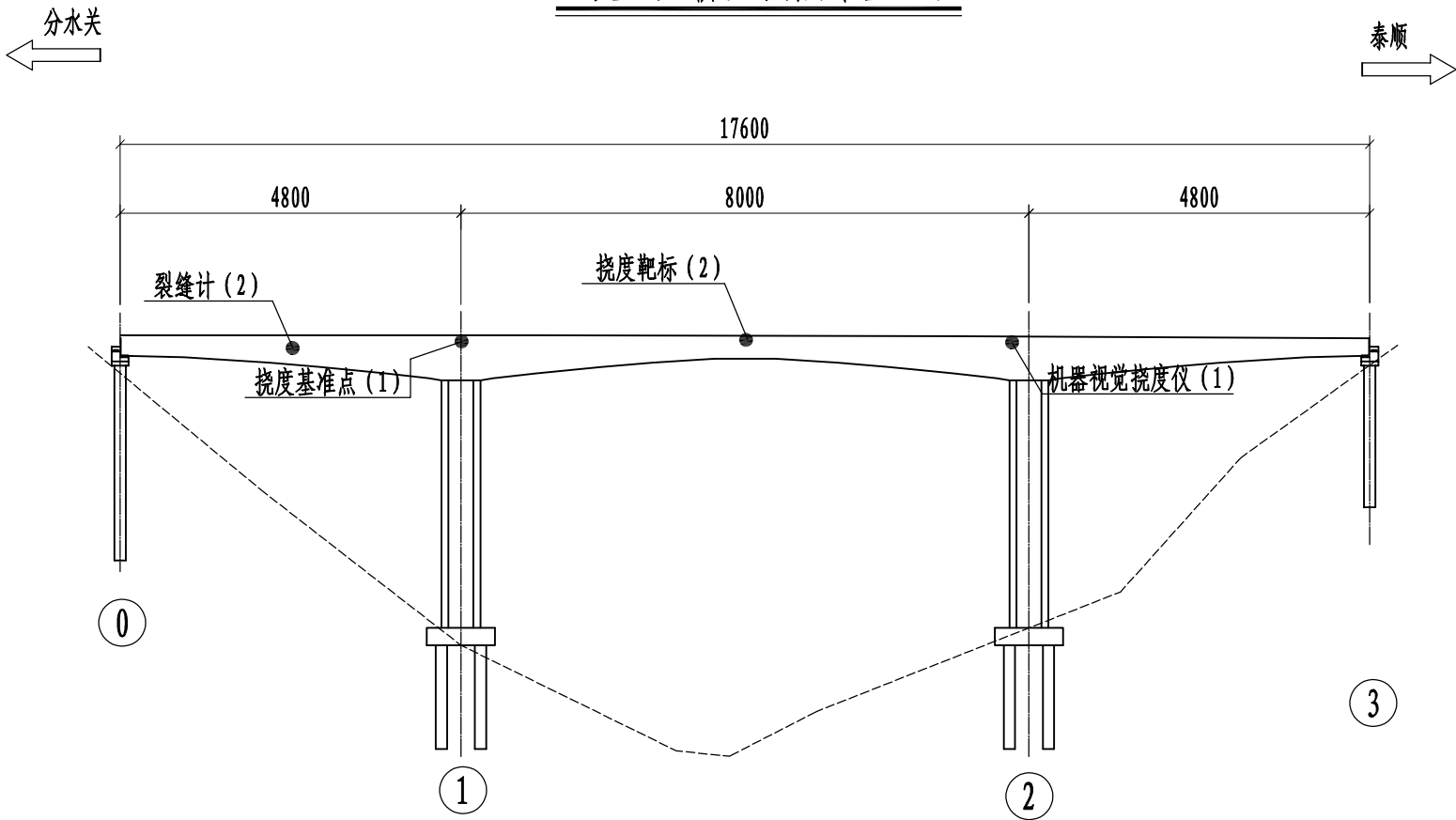


挠度基准点布置横断面

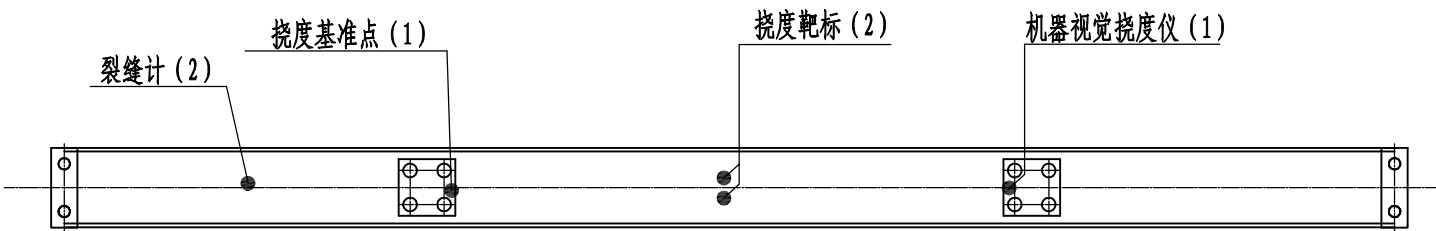


注
1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。
2. 挠度靶标及机器视觉智能测量仪安装图见S1-10

双溪口大桥监测点布置立面



双溪口大桥监测点布置平面



监测设备数量汇总表

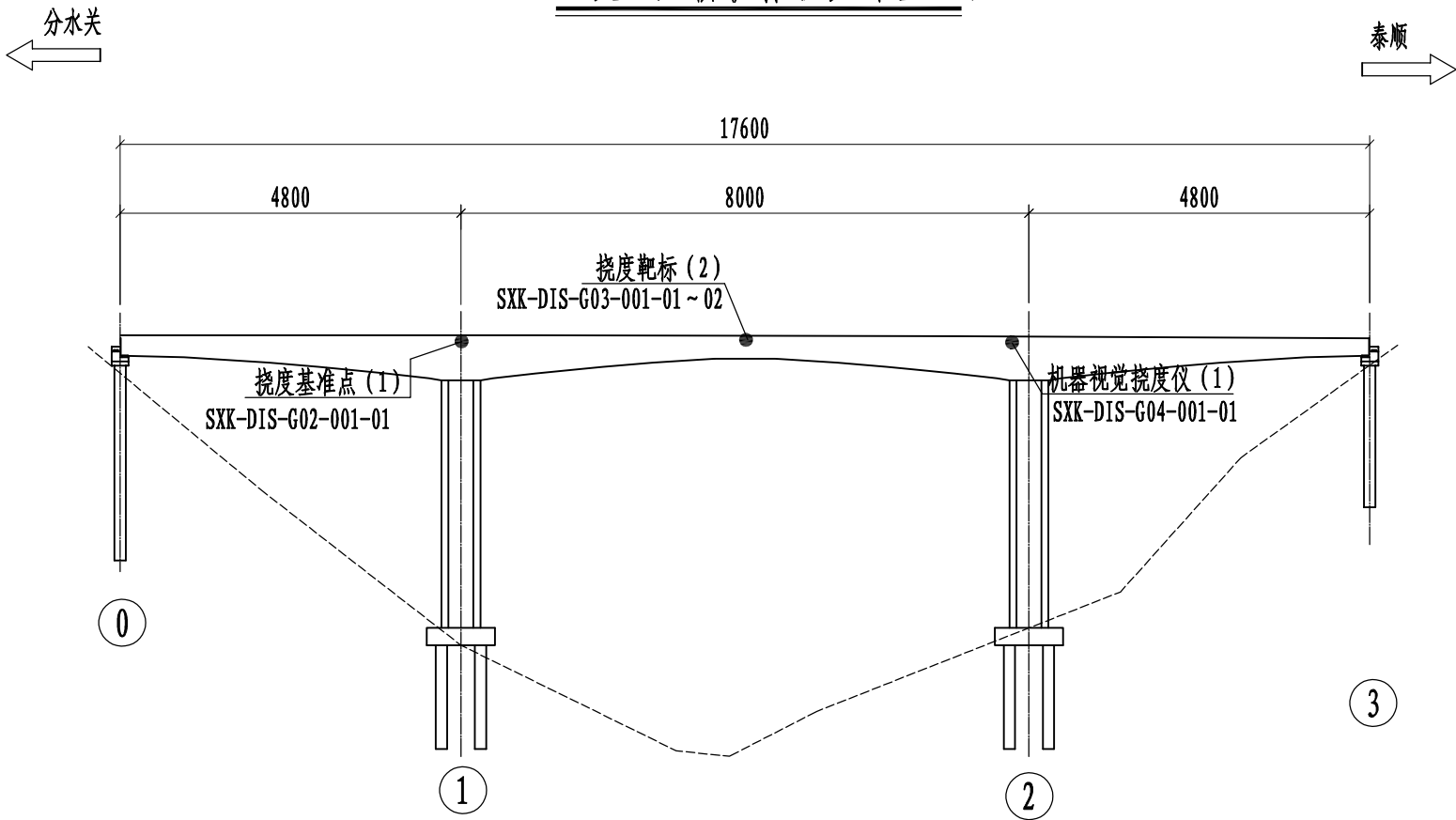
序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	主梁竖向位移	第2跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	2
2			1#墩顶箱梁内	机器视觉智能测量仪基准点	个	1
2			2#墩顶箱梁内	机器视觉智能测量仪	台	1
3	结构变化	裂缝	第1跨跨中	裂缝计	台	2
合计						6

注

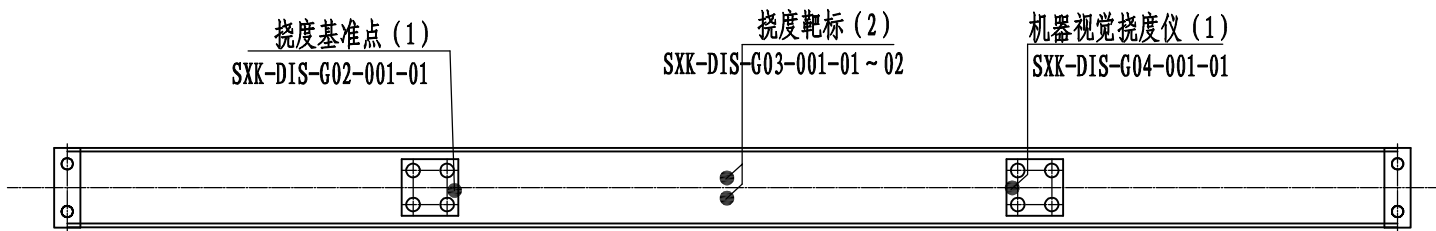
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

双溪口大桥机器视觉布置立面



双溪口大桥机器视觉布置平面



机器视觉测点设备数量汇总表

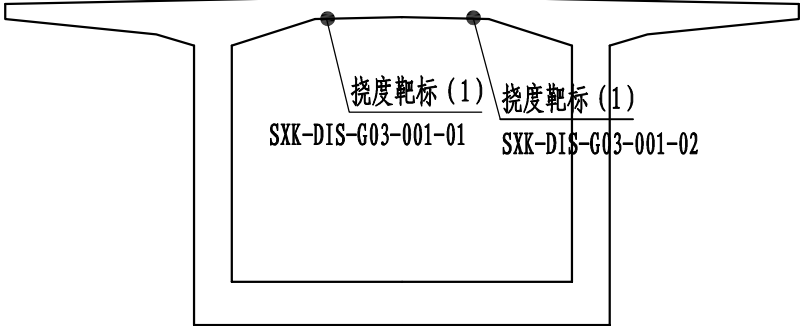
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪基准点	G02	1	SXK-DIS-G02-001-01	1#墩顶箱梁内
		机器视觉智能测量仪靶标	G03	2	SXK-DIS-G03-001-01 ~ 02	第2跨跨中
		机器视觉智能测量仪	G04	1	SXK-DIS-G04-001-01	2#墩顶箱梁内

注

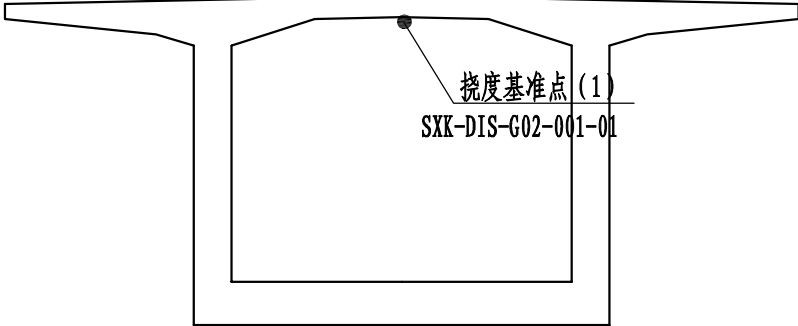
1. 图中尺寸均以厘米为单位。

2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

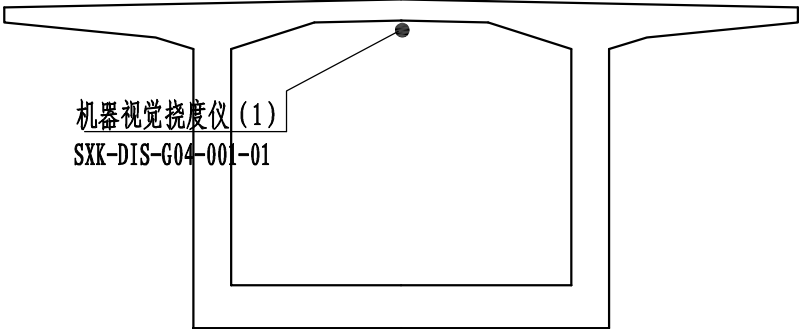
挠度靶标布置横断面



挠度基准点布置横断面

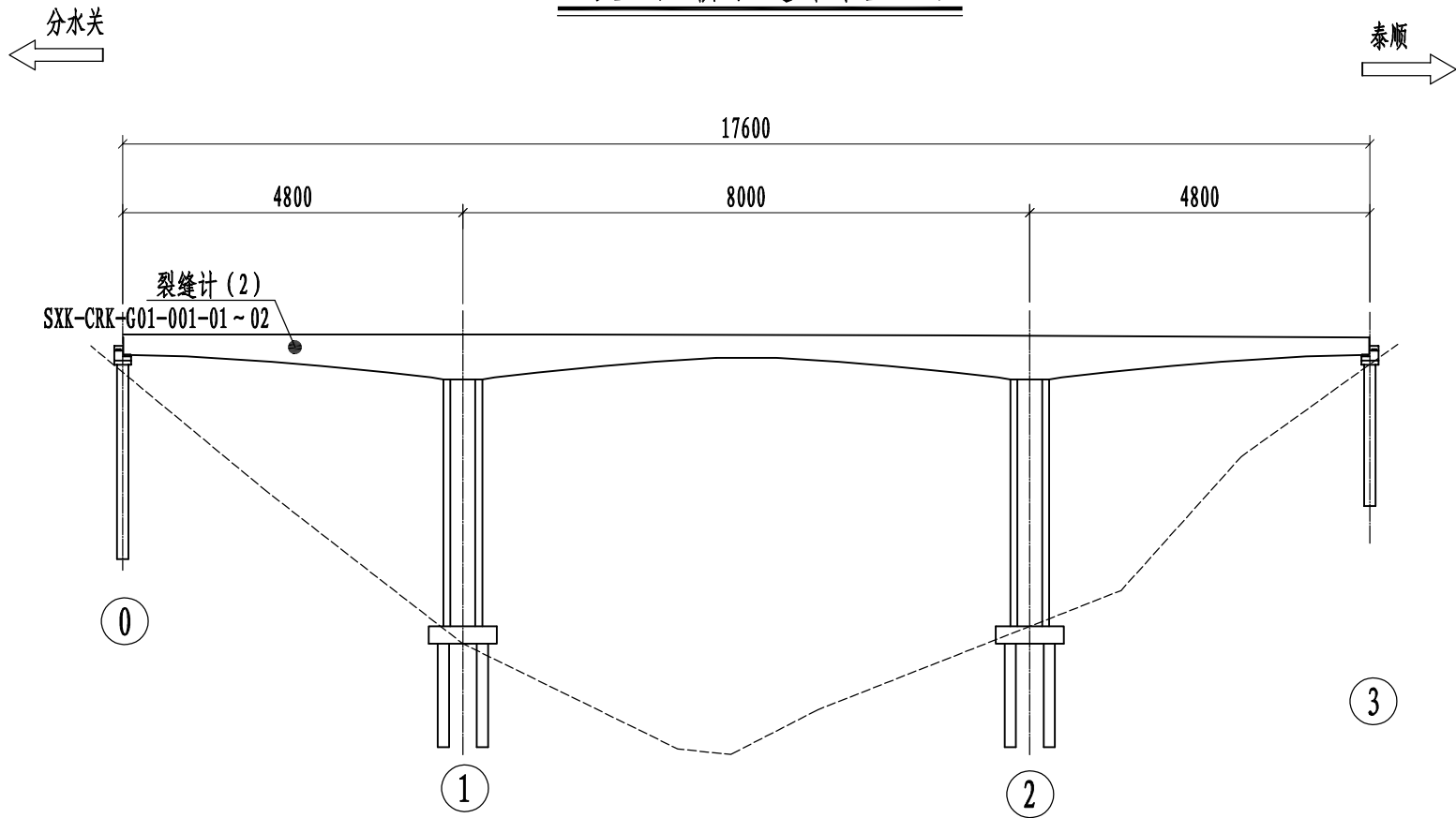


机器视觉挠度仪布置横断面

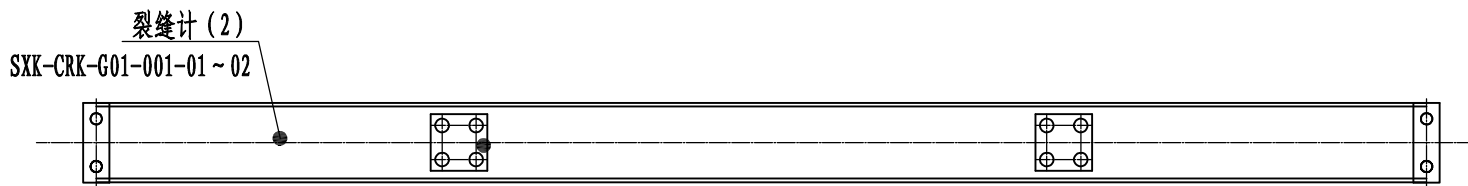


注
1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。
2. 挠度靶标及机器视觉智能测量仪安装图见S1-10

双溪口大桥裂缝计布置立面



双溪口大桥裂缝计布置平面

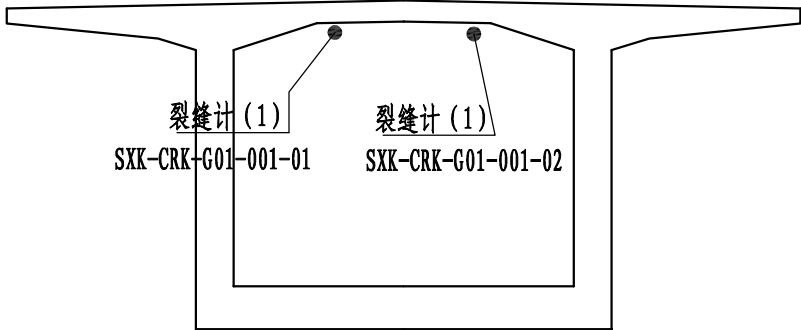


裂缝计测点设备数量汇总表

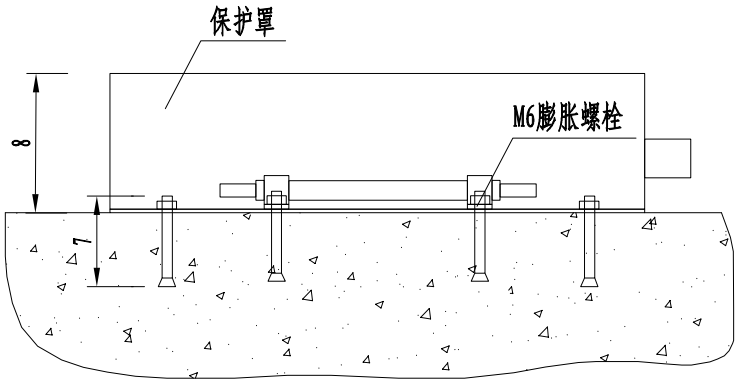
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构变化	裂缝	裂缝计	G01	2	SXX-CRK-G01-001-01 ~ 02	第1跨箱梁典型裂缝

- 注
- 图中尺寸均以厘米为单位。
 - 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。
 - 裂缝具体位置根据定检报告及现场实际情况确定。

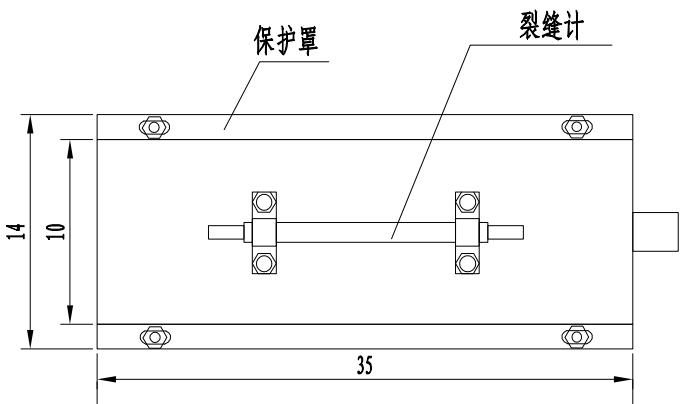
裂缝计布置横断面



裂缝计安装立面图



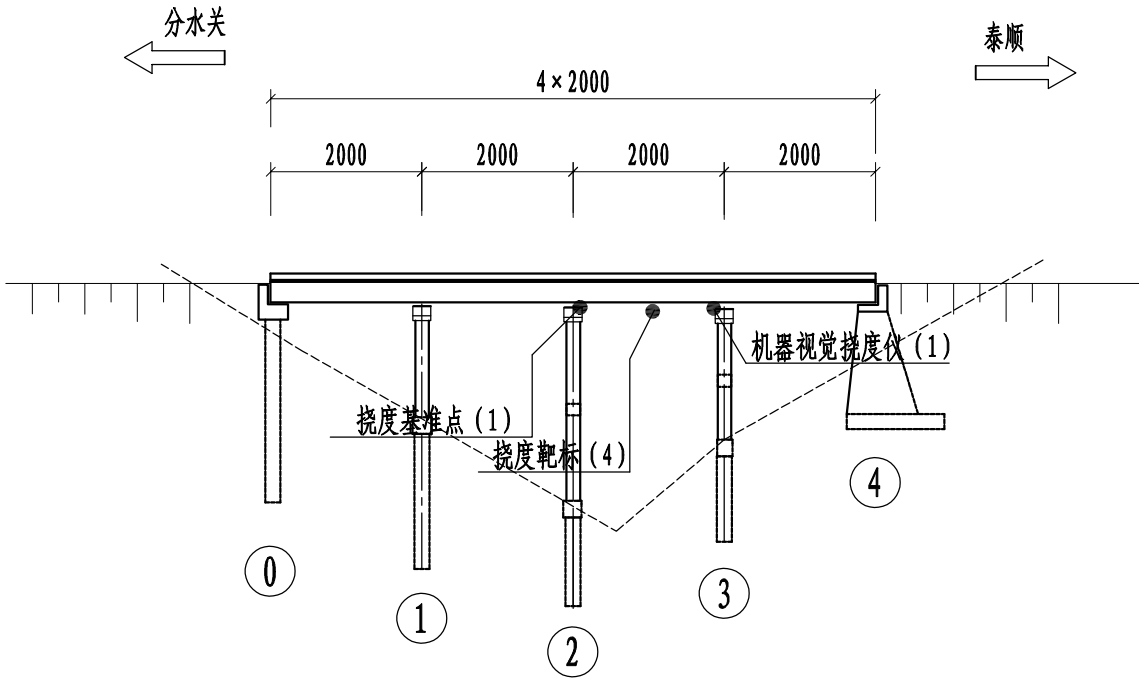
裂缝计安装平面图



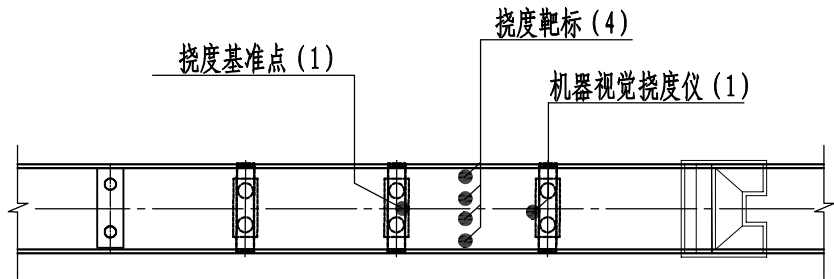
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

峰文桥监测点布置立面



峰文桥监测点布置平面

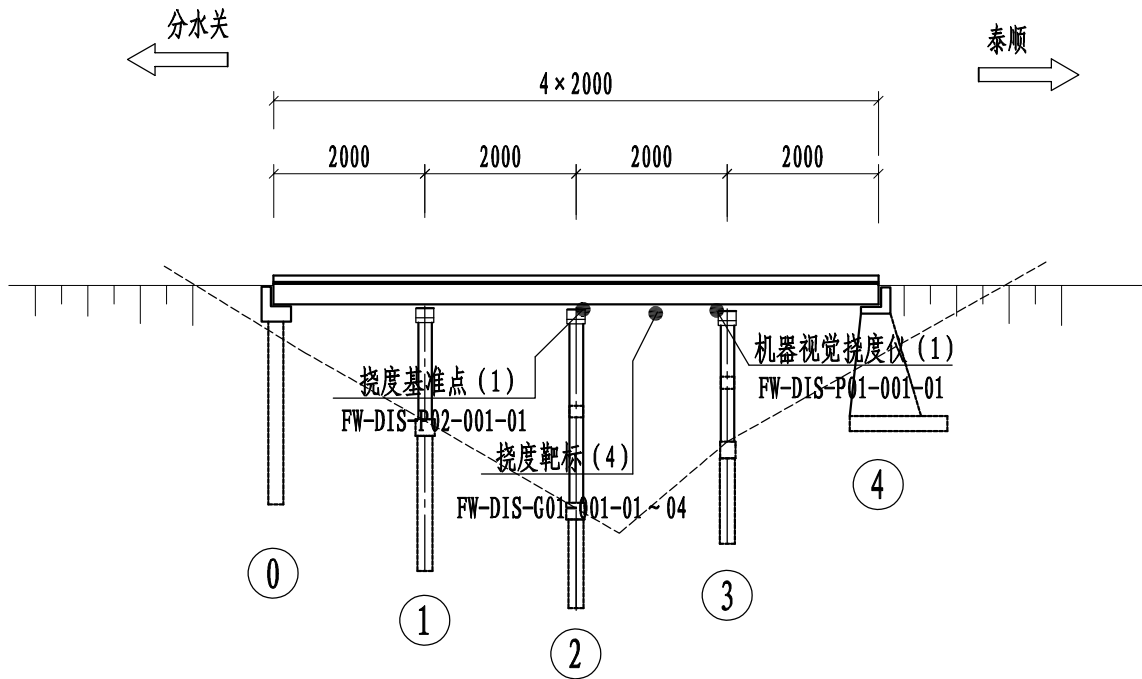


监测设备数量汇总表

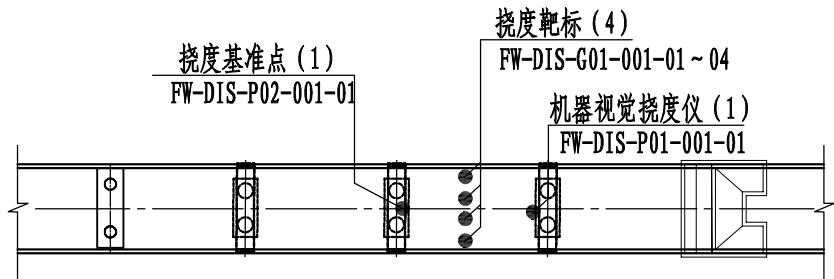
序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	主梁竖向位移	第3跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	4
2			2#墩顶部	机器视觉智能测量仪基准点	个	1
3			3#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
合计						6

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

峰文桥监测点布置立面



峰文桥监测点布置平面

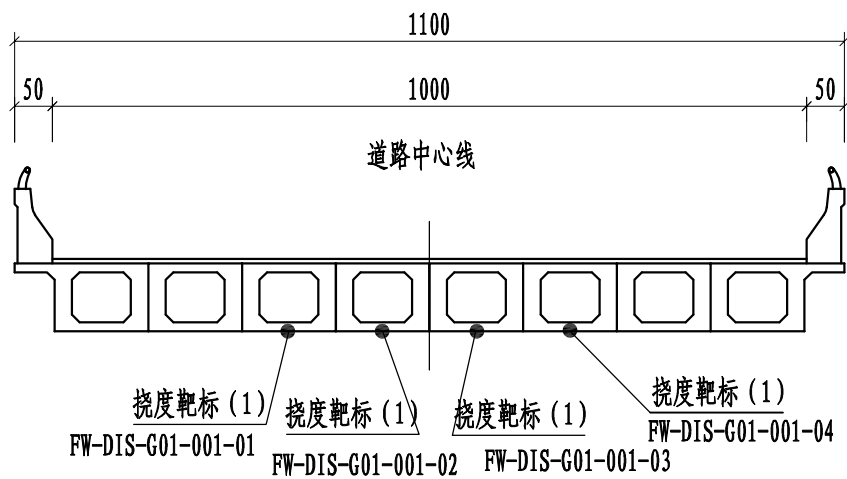


机器视觉测点设备数量汇总表

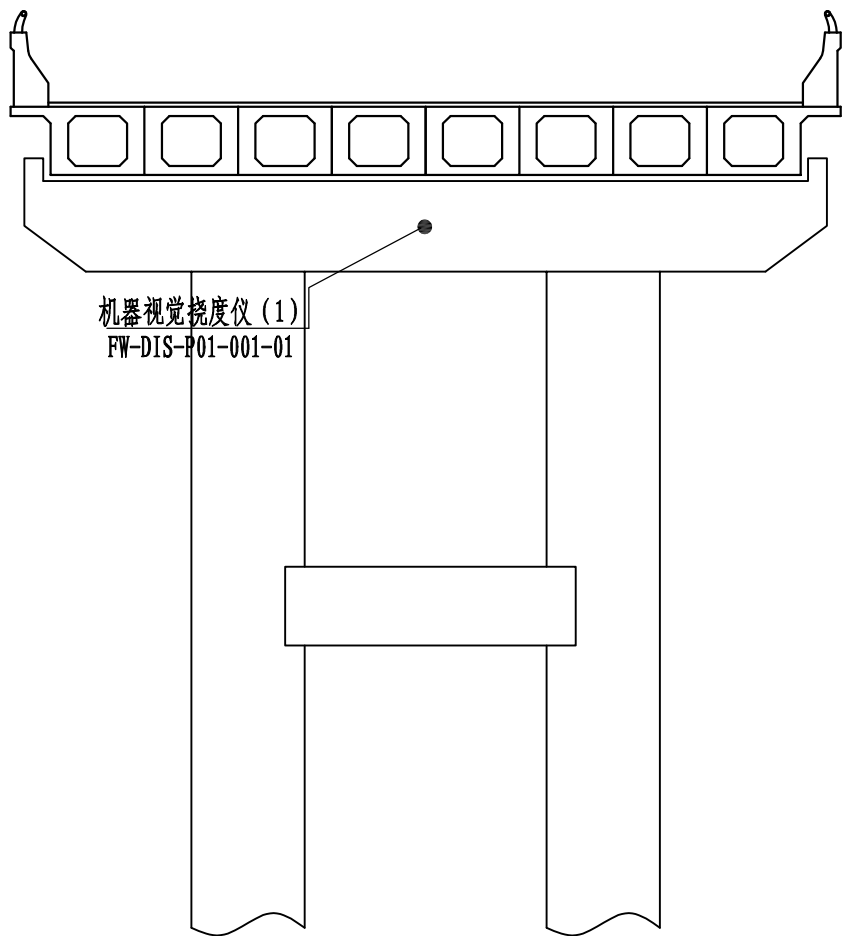
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪靶标	G01	4	FW-DIS-G01-001-01 ~ 04	第3跨跨中
		机器视觉智能测量仪基准点	P02	1	FW-DIS-P02-001-01	2#墩顶部
		机器视觉智能测量仪	P01	1	FW-DIS-P01-001-01	3#墩顶部

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

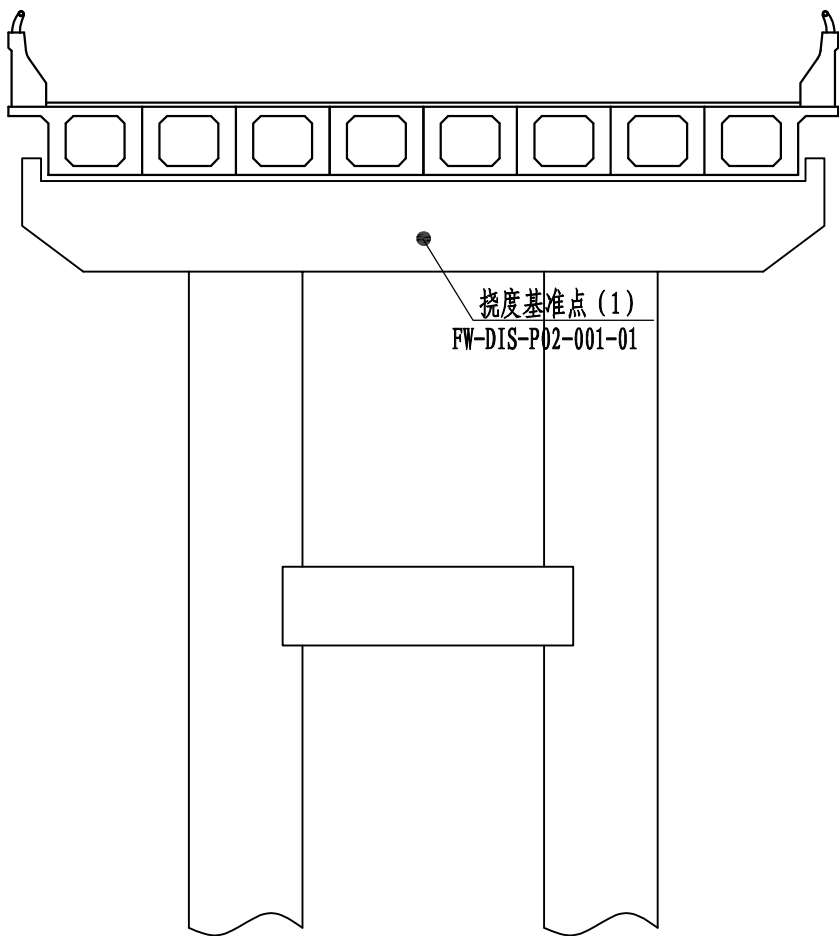
挠度靶标布置横断面



机器视觉挠度仪布置横断面

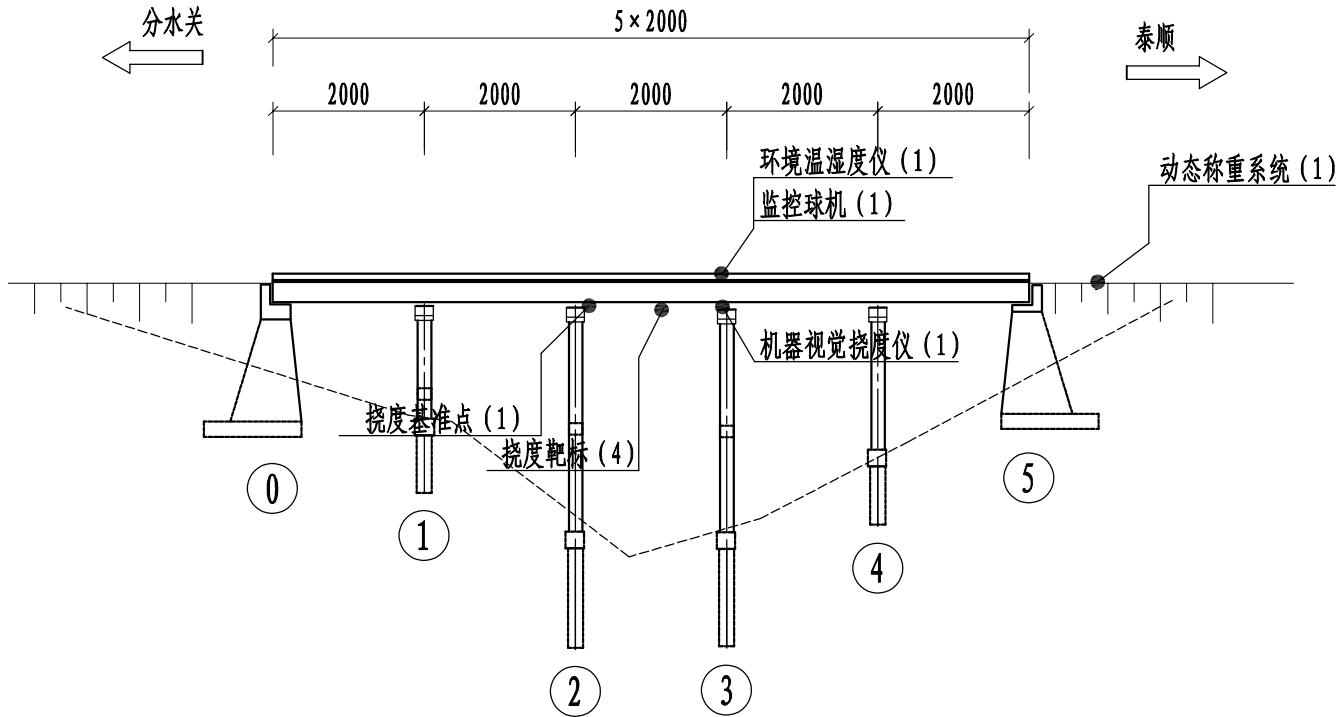


挠度基准点布置横断面

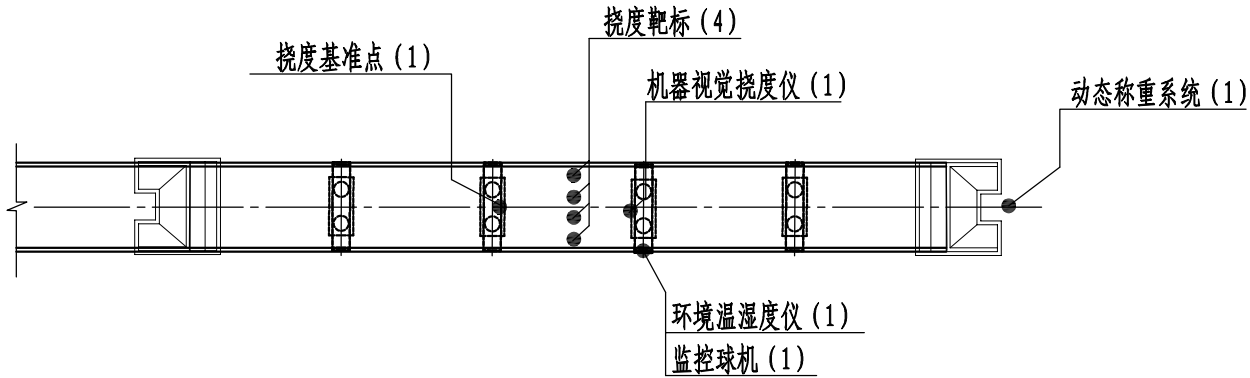


注
1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。
2. 挠度靶标及机器视觉智能测量仪安装图见S1-10

月湖一号桥监测点布置立面



月湖一号桥监测点布置平面

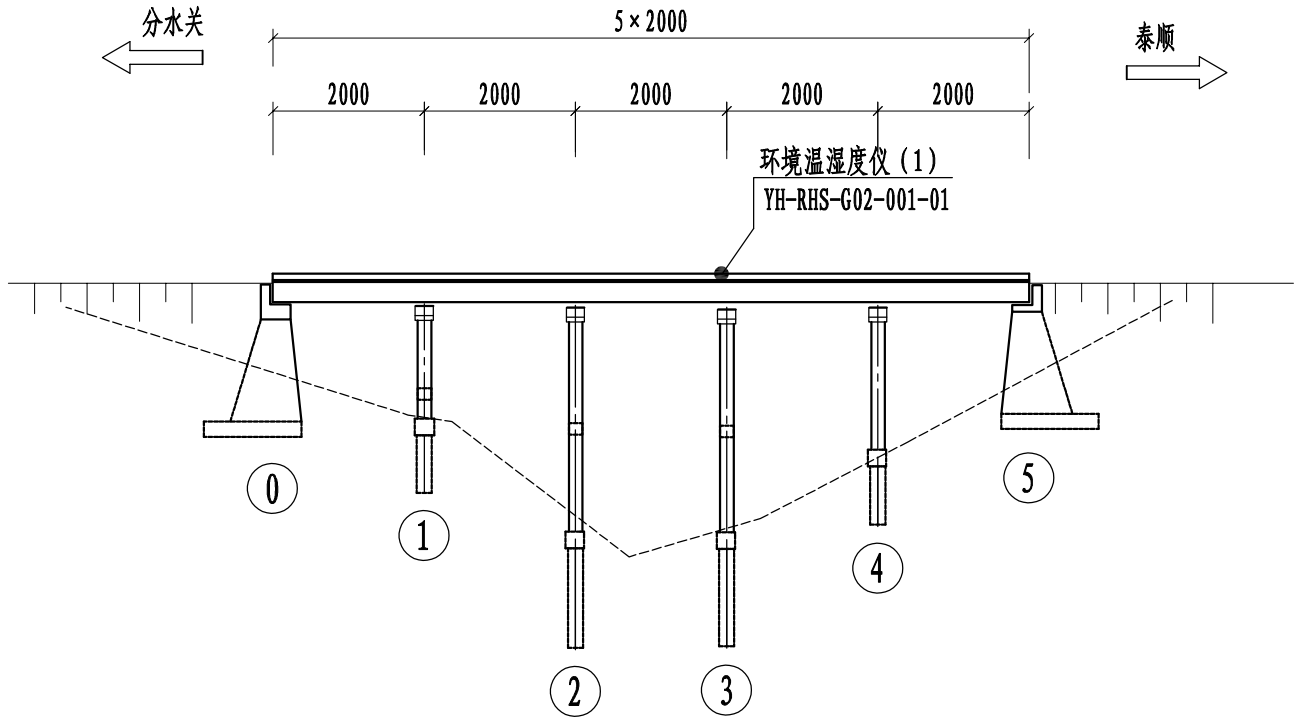


监测设备数量汇总表

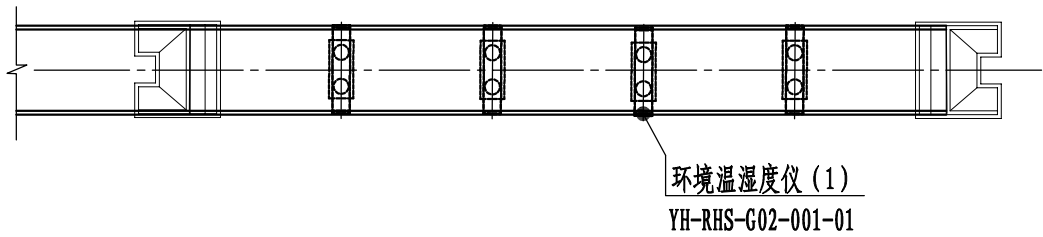
序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	环境	环境温湿度	3#墩对应桥面	环境温湿度仪	台	1
2	作用	车辆荷载	路基处	动态称重系统(含抓拍机)	套	1
3	结构响应	主梁竖向位移	第3跨跨中	机器视觉智能测量仪靶标	个	4
4			2#墩顶部	机器视觉智能测量仪基准点	个	4
5			3#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
6	其他	视频监控	3#墩对应桥面	监控球机	台	1
合计						12

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

月湖一号桥环境温湿度仪布置立面



月湖一号桥环境温湿度仪布置平面



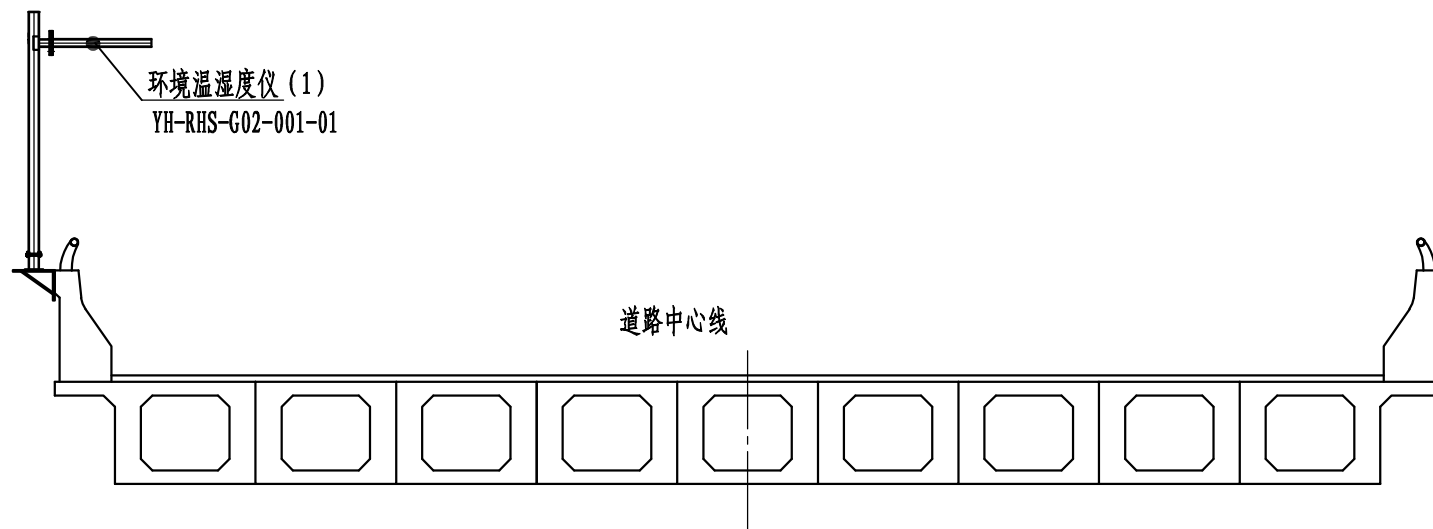
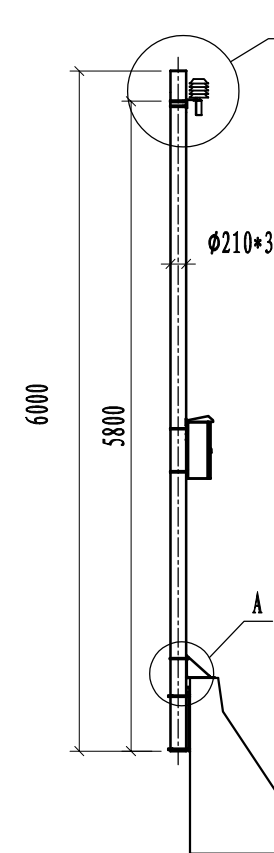
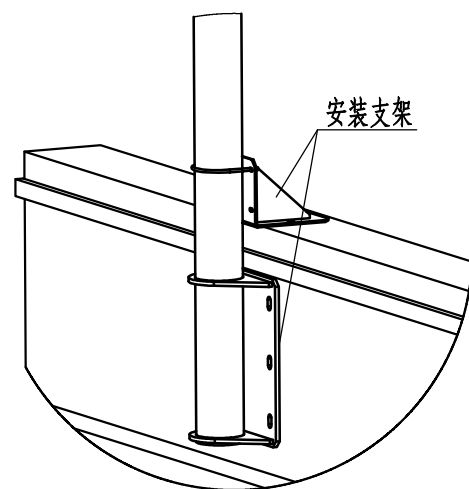
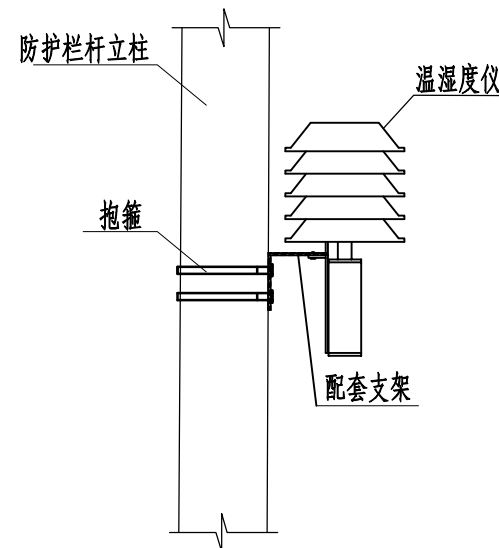
环境温湿度测点设备数量汇总表

监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
环境	环境温湿度	环境温湿度仪	G02	1	YH-RHS-G02-001-01	3#墩对应桥面

注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。

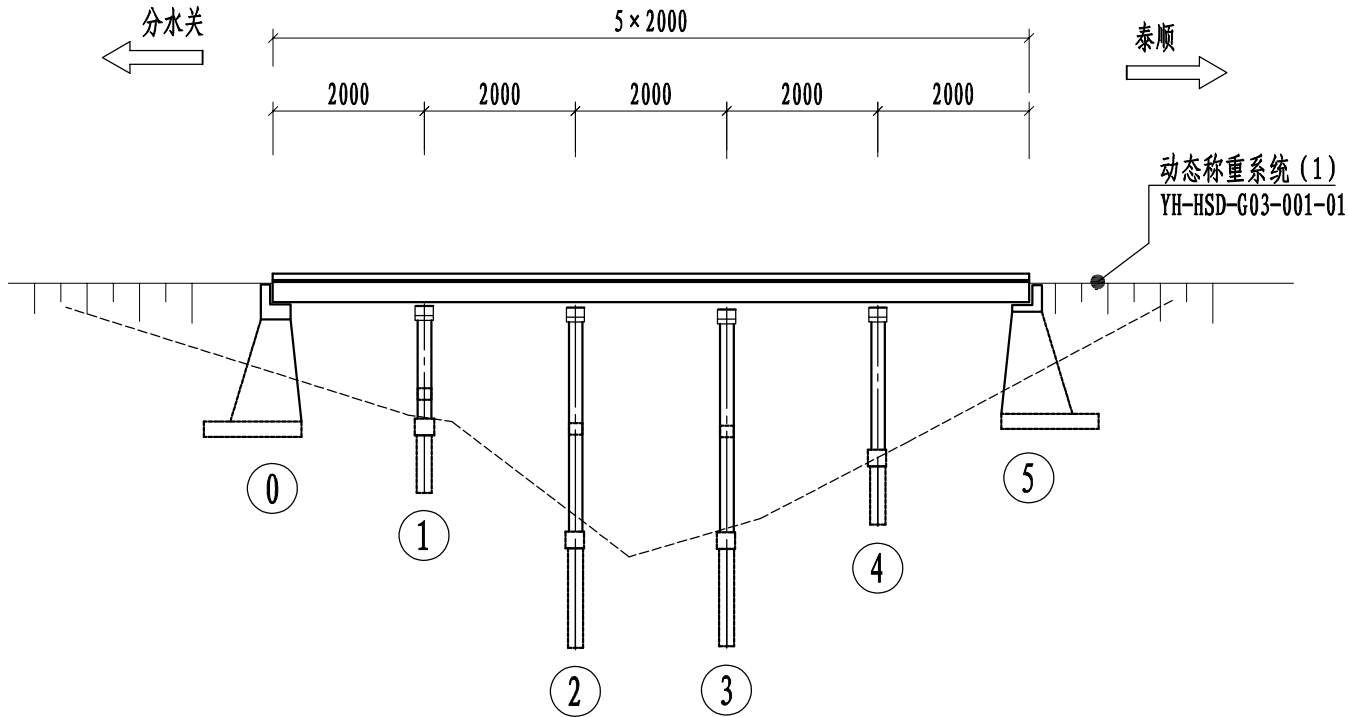
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

温湿度仪布置横断面立杆立面图A节点大样B节点大样

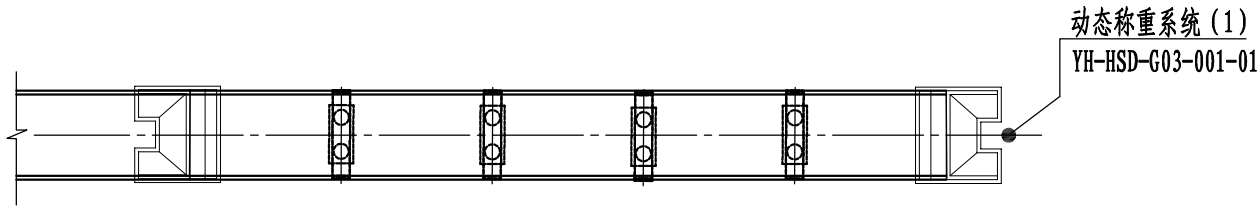
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

月湖一号桥动态称重系统布置立面



月湖一号桥动态称重系统布置平面

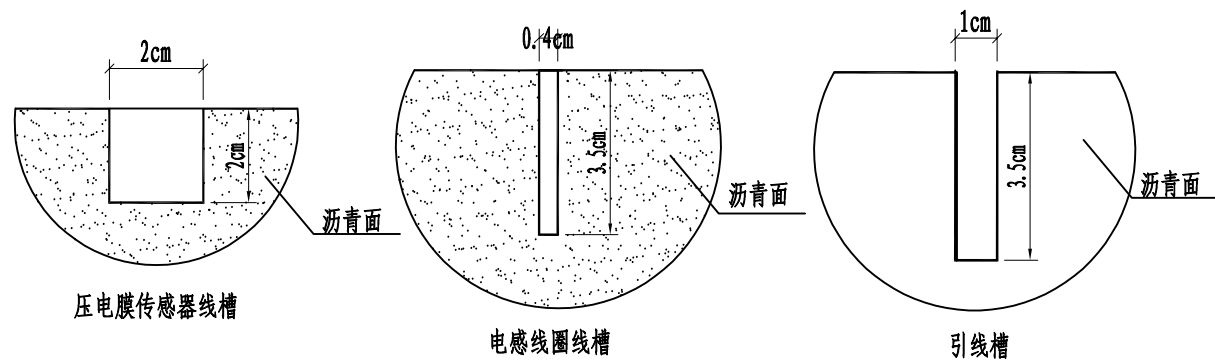
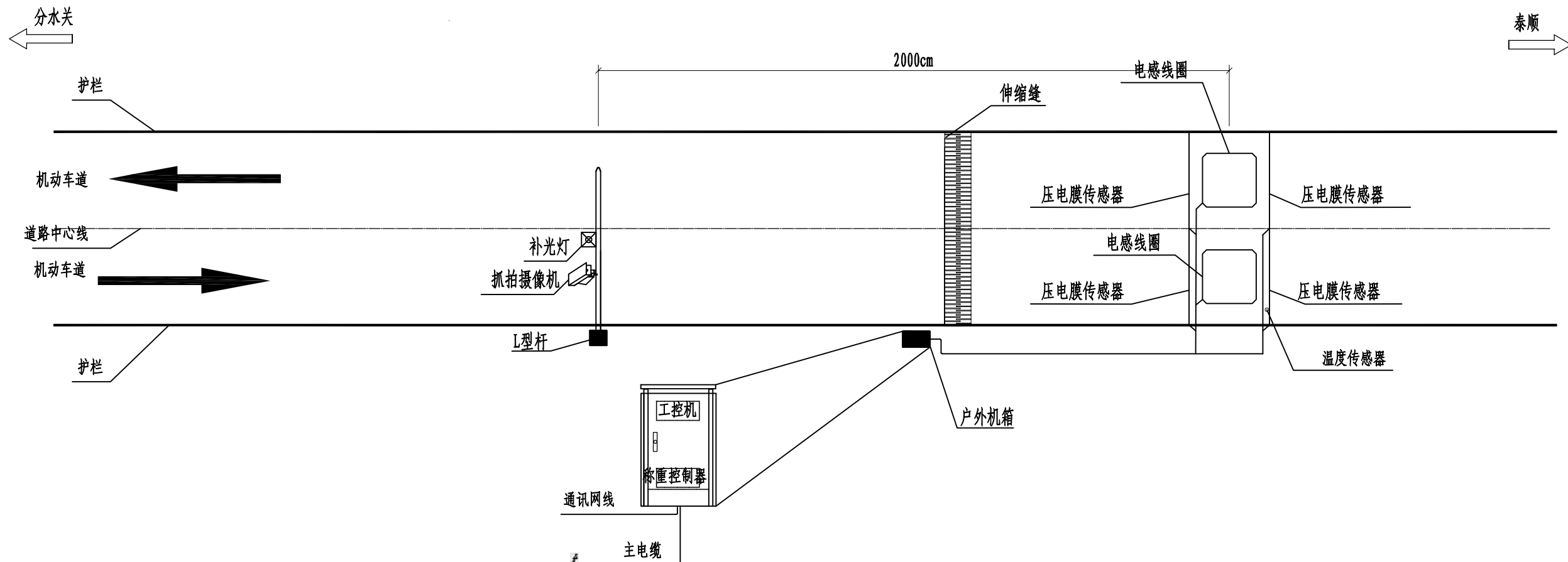


动态称重系统测点设备数量汇总表

监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
作用	车辆荷载	动态称重系统	G03	1	YH-HSD-G03-001-01	引桥处

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

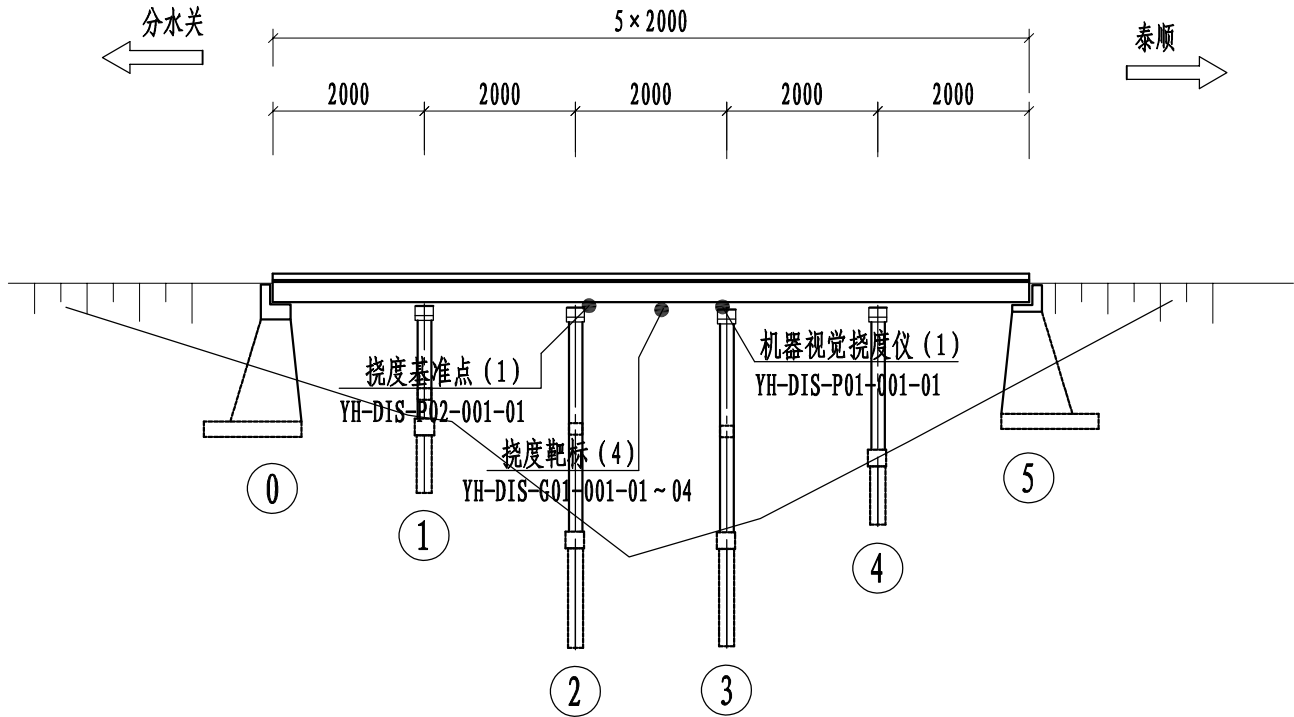
两车道动态称重系统布置图



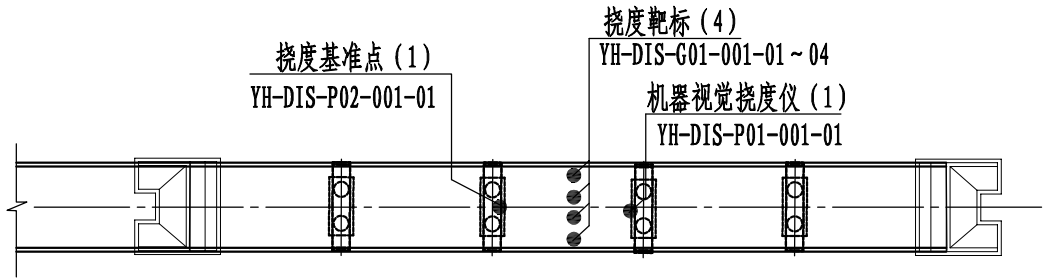
注

1. 本图尺寸均以cm为单位。
2. 动态称重系统车轴车速传感器埋设于桥面铺装层中。
3. 动态称重系统机柜布置于桥头护栏旁，具体位置由现场确认。
4. 动态称重系统包括抓拍摄像机及L型杆，L型杆需现场新安装。
5. L型杆及基础详见S1-8图纸。

月湖一号桥机器视觉布置立面



月湖一号桥机器视觉布置平面

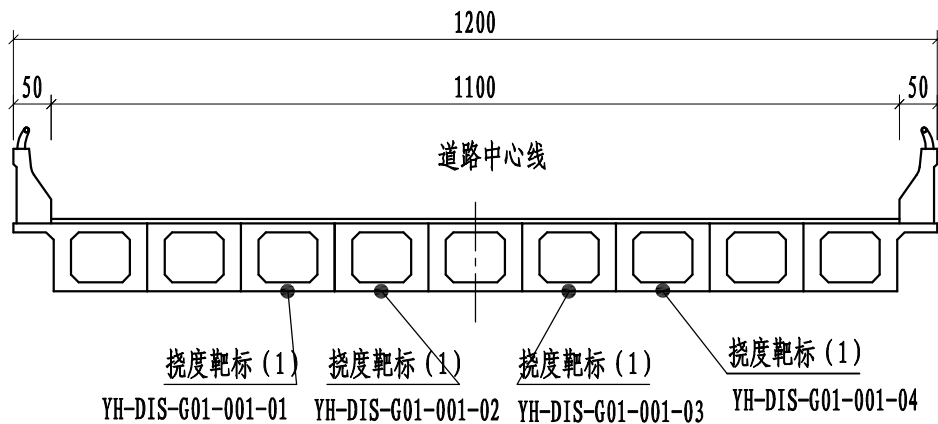


机器视觉测点设备数量汇总表

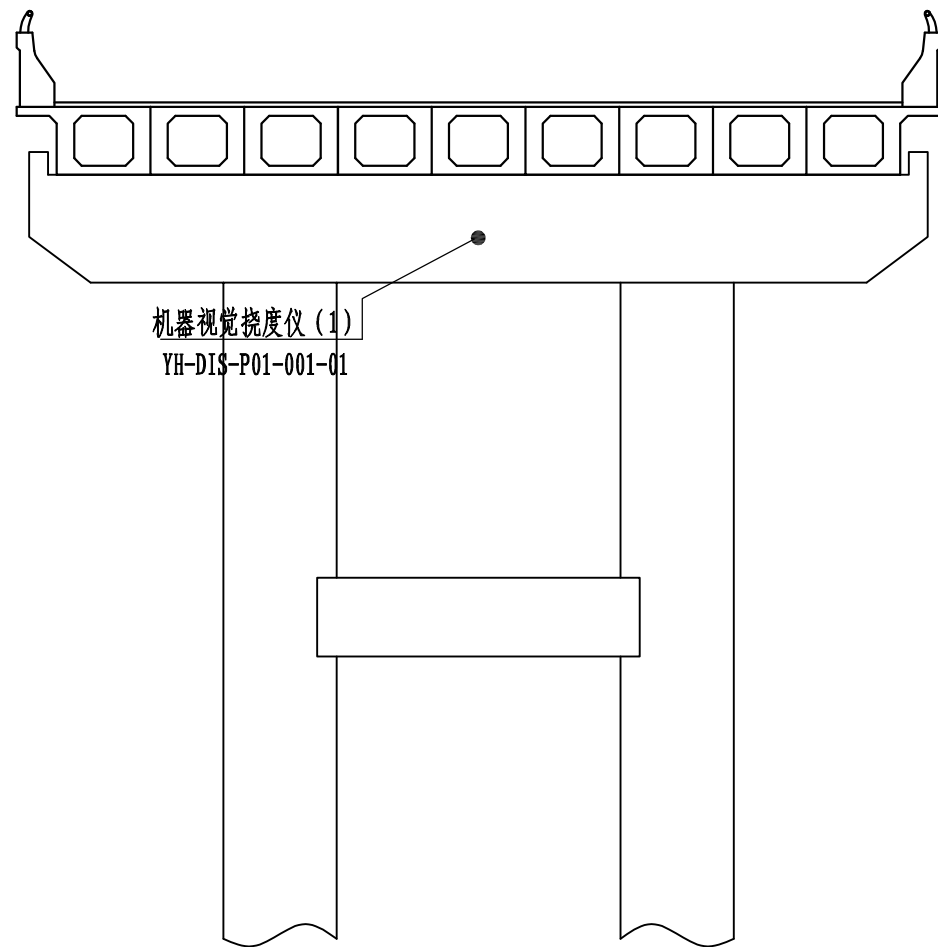
监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁竖向位移	机器视觉智能测量仪靶标	G01	4	YH-DIS-G01-001-01 ~ 04	第3跨跨中
		机器视觉智能测量仪基准点	P02	1	YH-DIS-P02-001-01	2#墩顶部
		机器视觉智能测量仪	P01	1	YH-DIS-P01-001-01	3#墩顶部

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

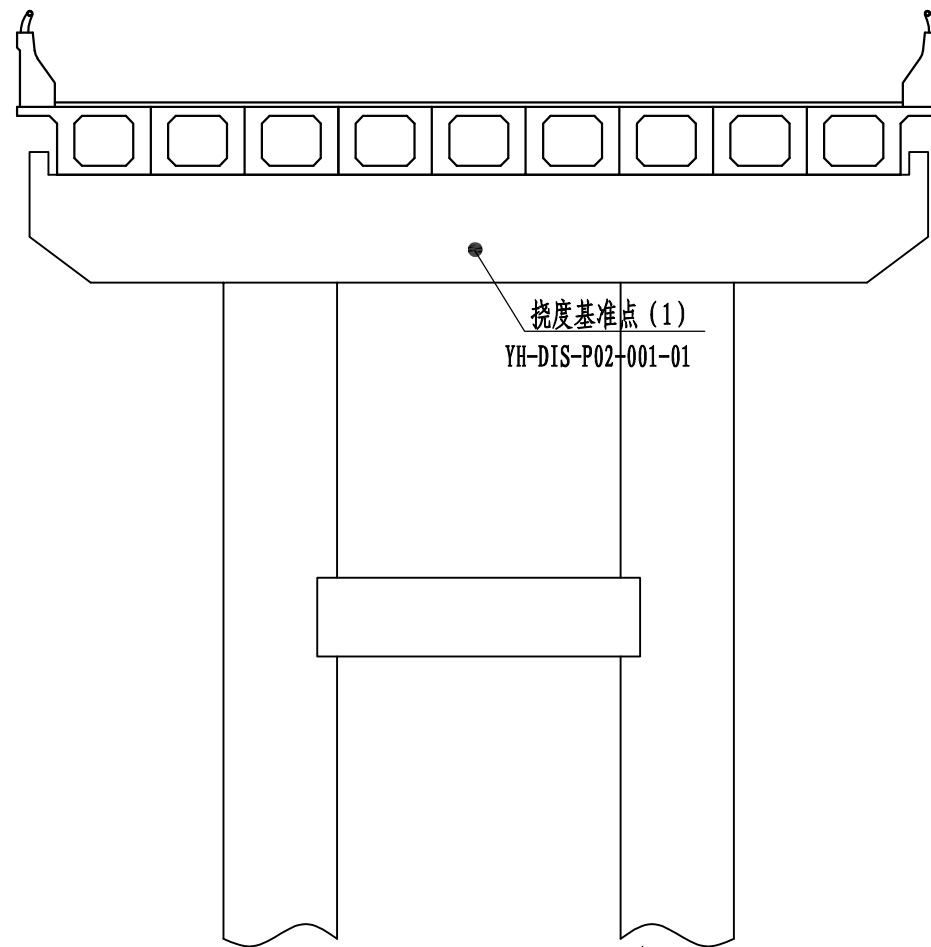
挠度靶标布置横断面



机器视觉挠度仪布置横断面



挠度基准点布置横断面

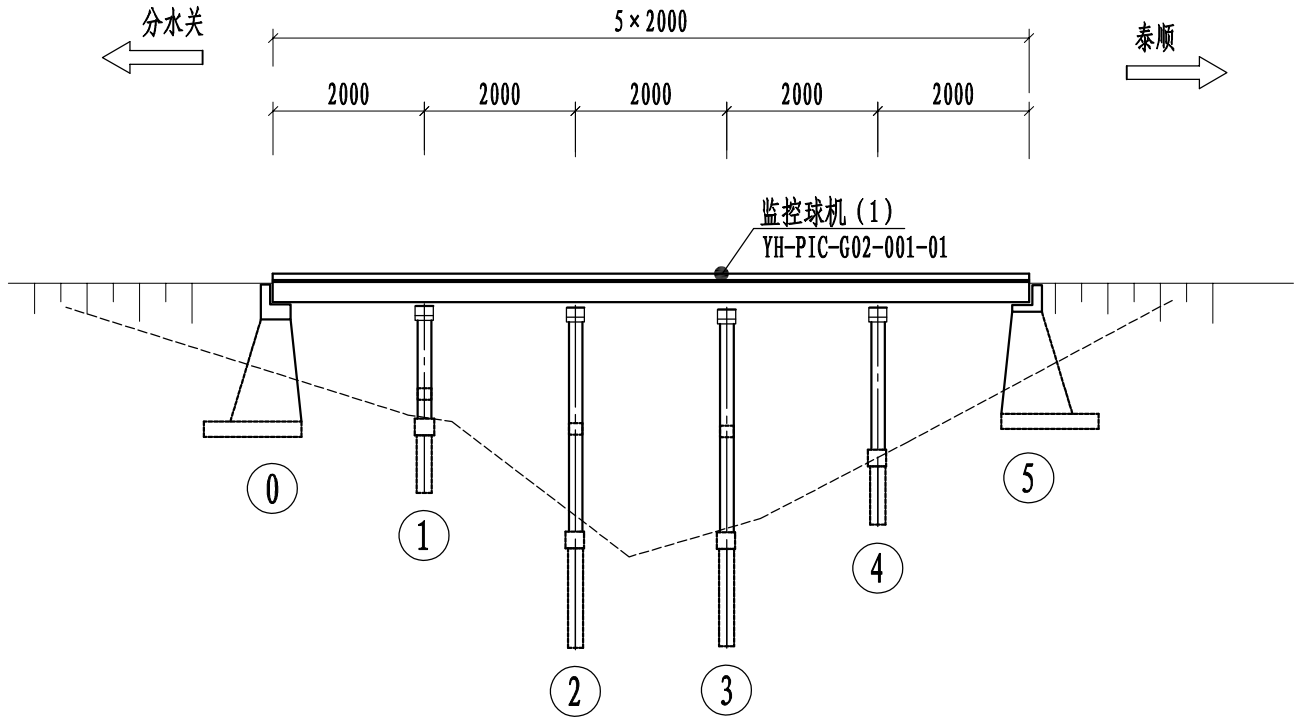


注

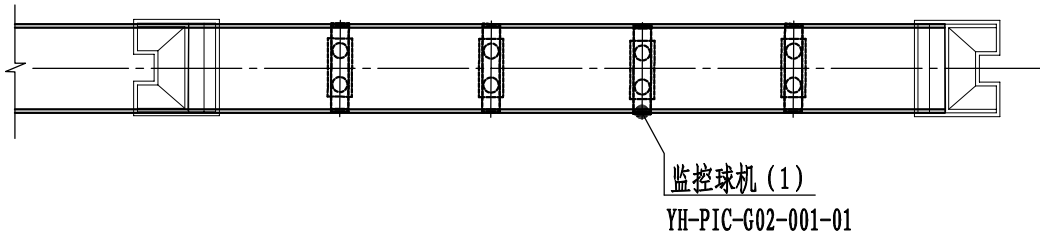
1. 图中 ●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

2. 挠度靶标及机器视觉智能测量仪安装图见S1-10

月湖一号桥监控球机布置立面



月湖一号桥监控球机布置平面



视频监控测点设备数量汇总表

监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
其他	视频监控	监控球机	G02	1	YH-PIC-G02-001-01	3#墩对应桥面

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

其他

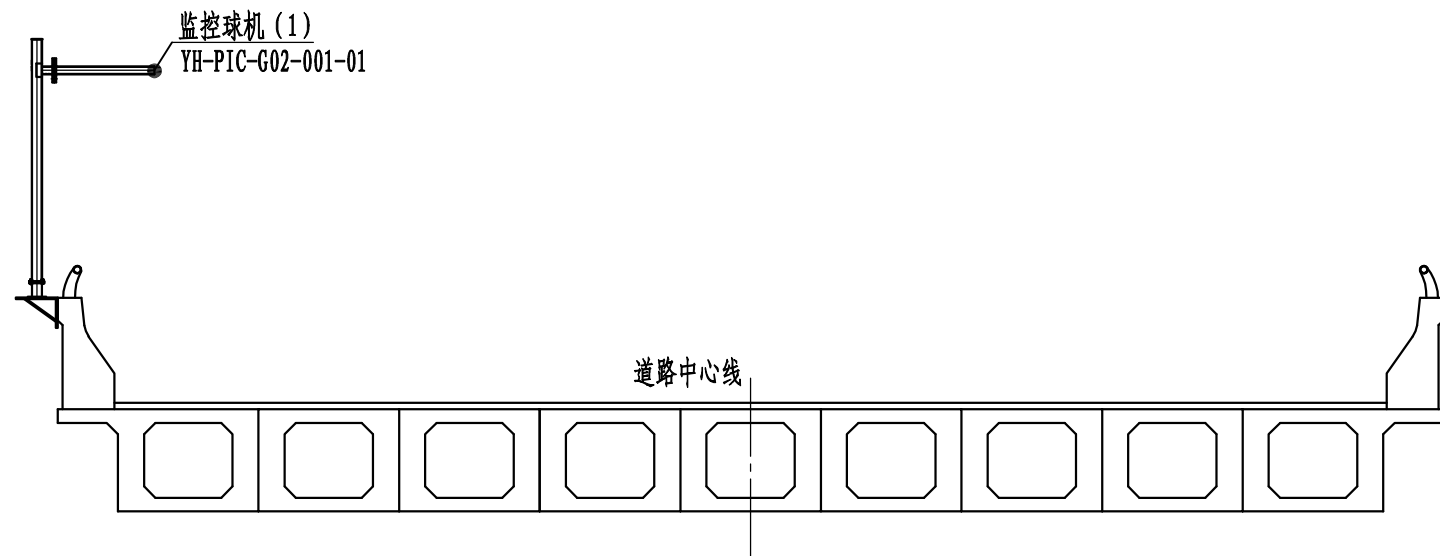
交通工程

建筑

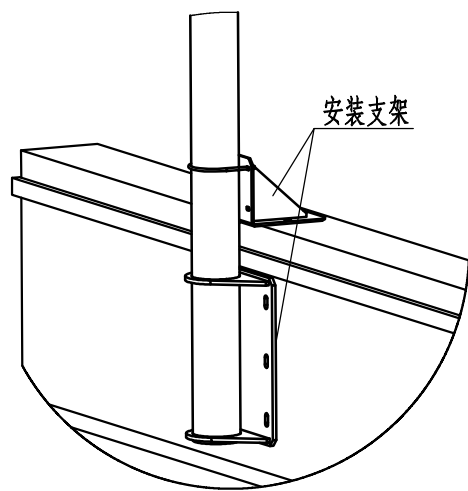
道路

专业会签

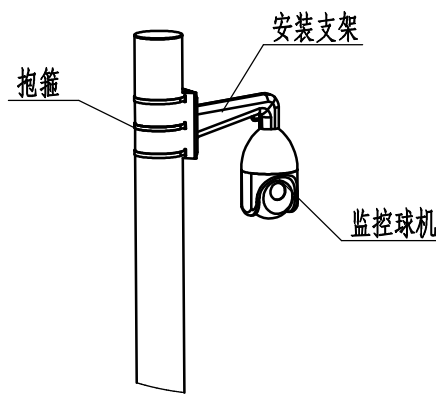
监控球机布置横断面



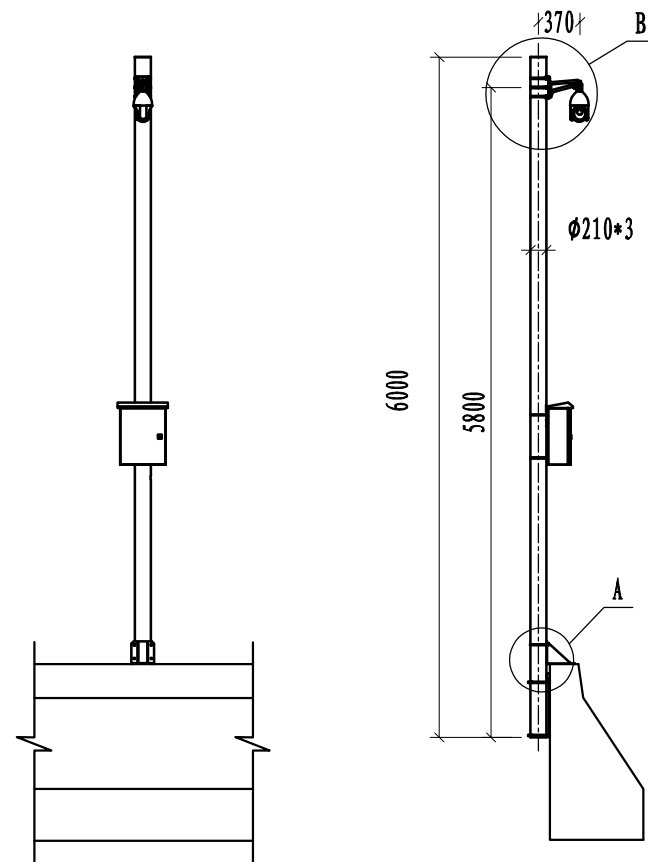
A节点大样



B节点大样



立杆立面图

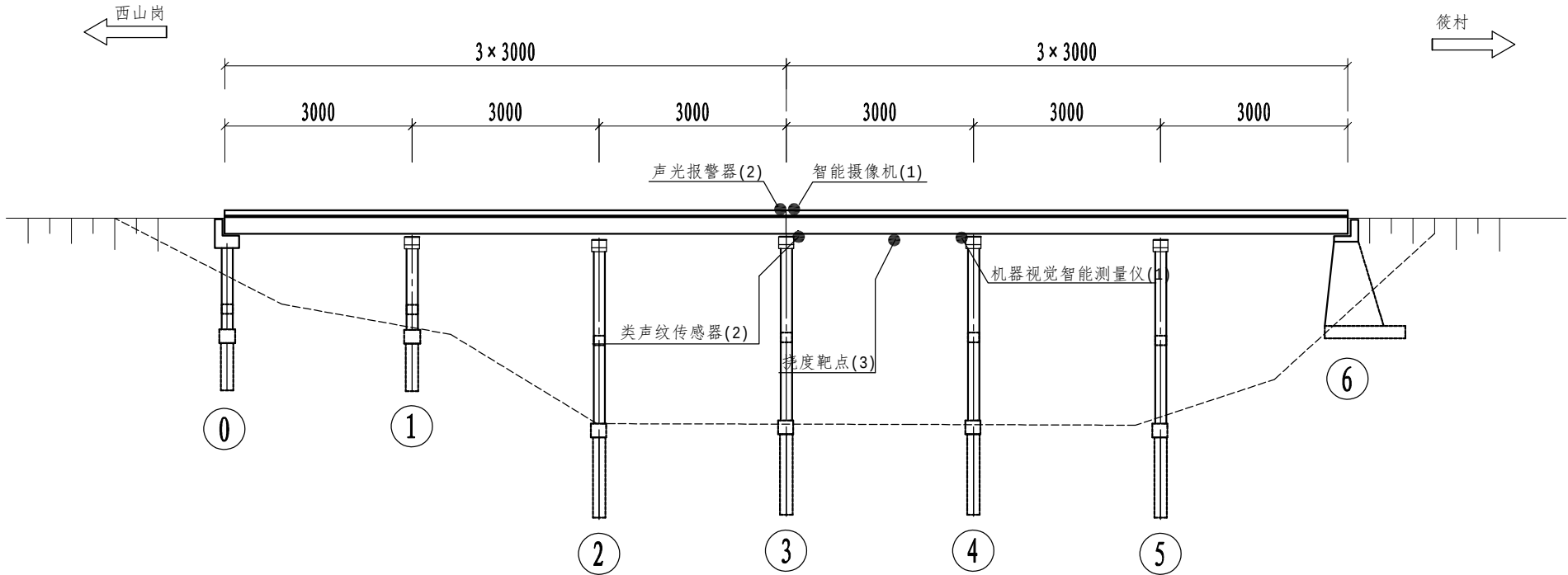


注

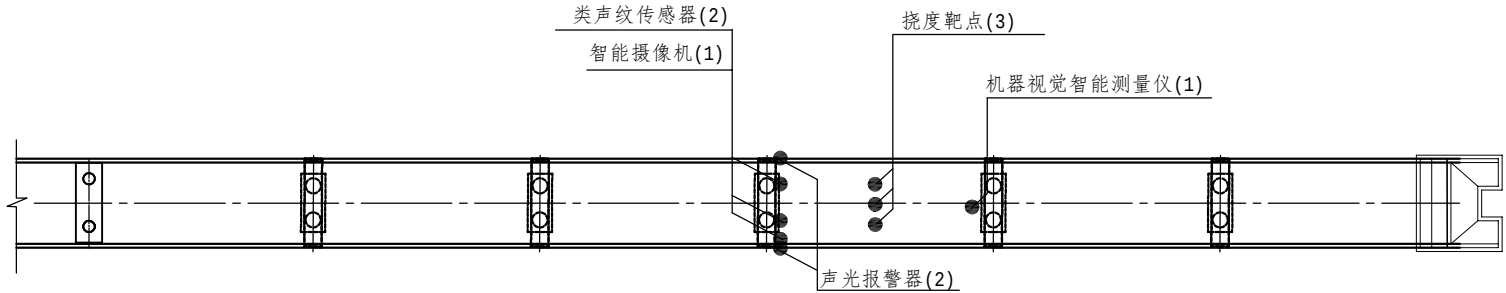
1. 图中尺寸均以厘米为单位。
2. 图中●代表传感器，括号内的数字代表传感器数量。

浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道桥梁健康监测系统及主要平交口交安设施提升建设工程	月湖一号桥视频监控安装图	设计	黄煜寰	复核	邬赛	一审	周密	二审	乔仲发	编号	2025GL020001
				黄煜寰		邬赛		周密		乔仲发	图号	S1-59

下村垵大桥监测点布置立面



下村垵大桥监测点布置平面



监测设备数量汇总表

序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	主梁挠度	第4跨跨中	挠度靶点	个	3
2			4#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
3		主梁振动	第4跨偏3#墩梁端两侧	类声纹传感器	个	2
4	桥面视频	车辆捕捉	第4跨偏3#墩桥面	智能摄像机	台	1
5	倒塌报警	桥面警示	第4跨偏3#墩桥面两侧	声光报警器	台	2
合计						9

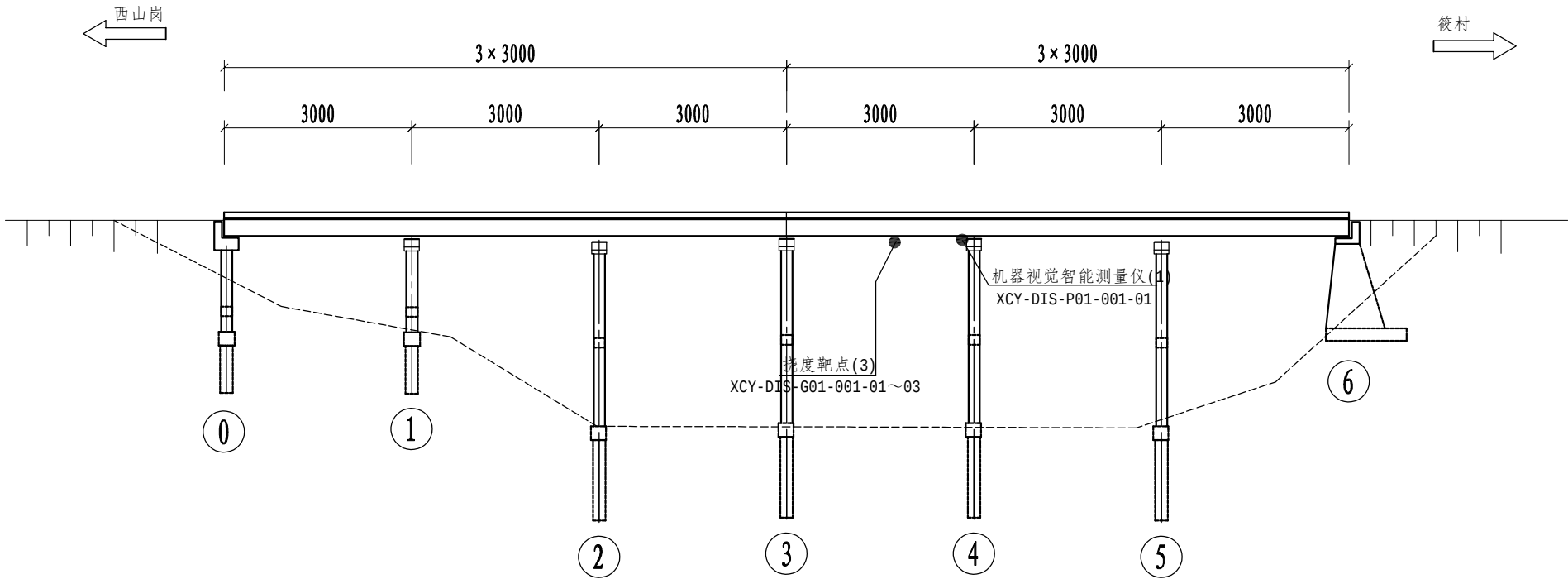
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位；

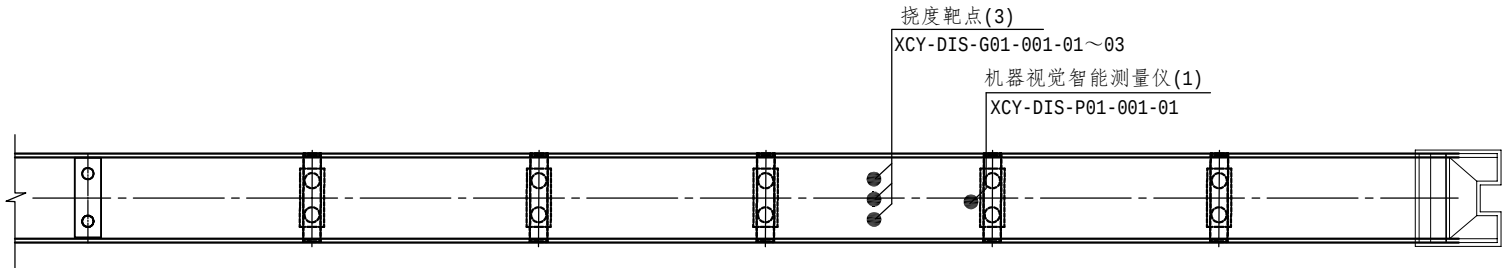
2. 图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；

3. 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

下村垵大桥主梁挠度监测布置图立面



下村垵大桥主梁挠度监测布置图平面



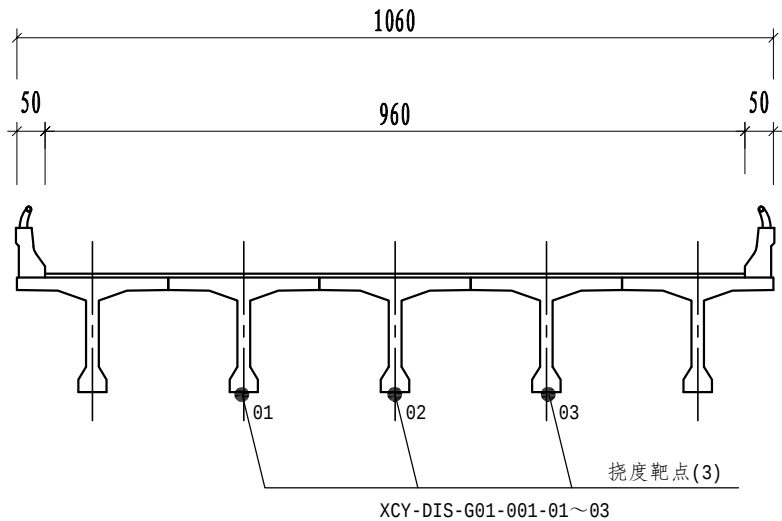
机器视觉设备数量汇总表

监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁挠度	挠度靶点	G01	3	XCY-DIS-G01-001-01~03	第4跨跨中
		机器视觉智能测量仪	P01	1	XCY-DIS-P01-001-01	4#墩顶部

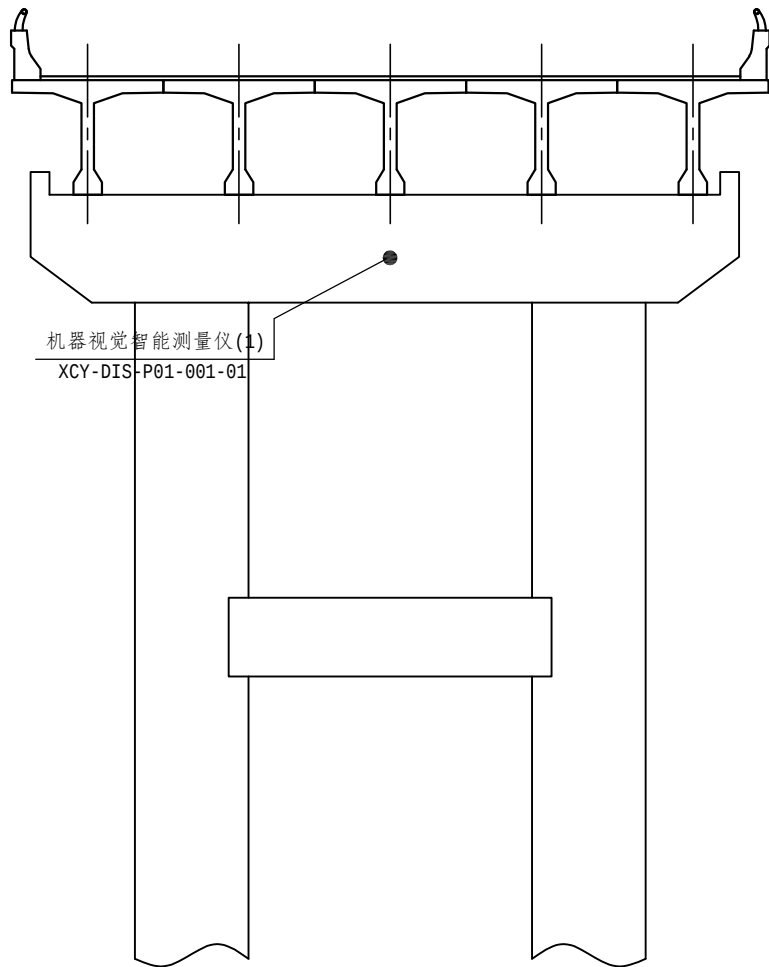
注

- 1.图中尺寸均以厘米为单位；
- 2.图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
- 3.图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

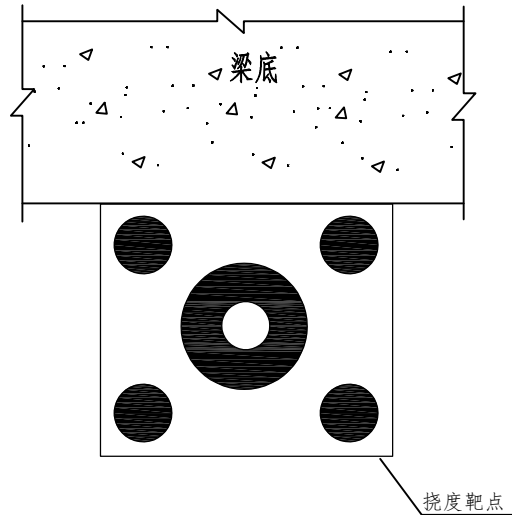
挠度靶点布置横断面



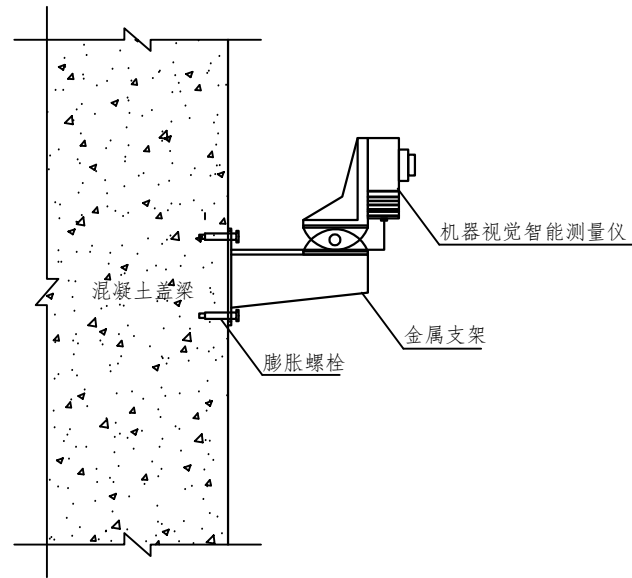
机器视觉挠度仪布置横断面



挠度靶点安装示意图



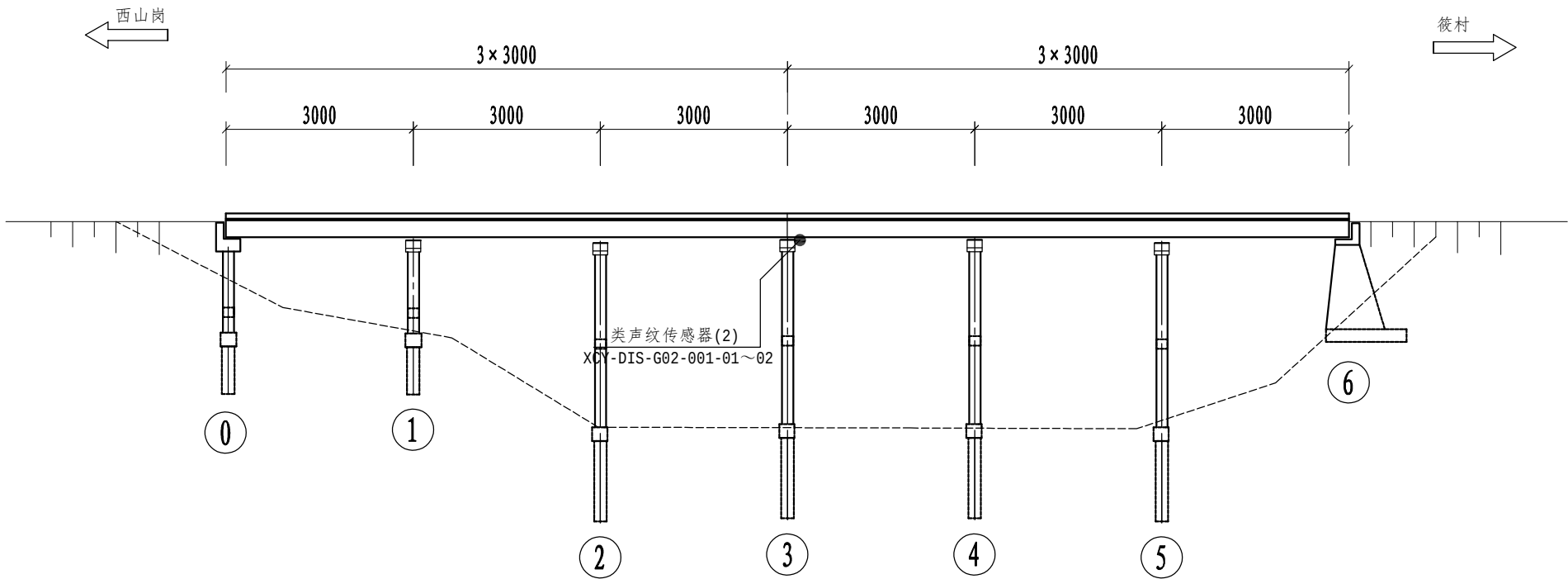
机器视觉挠度仪安装示意图



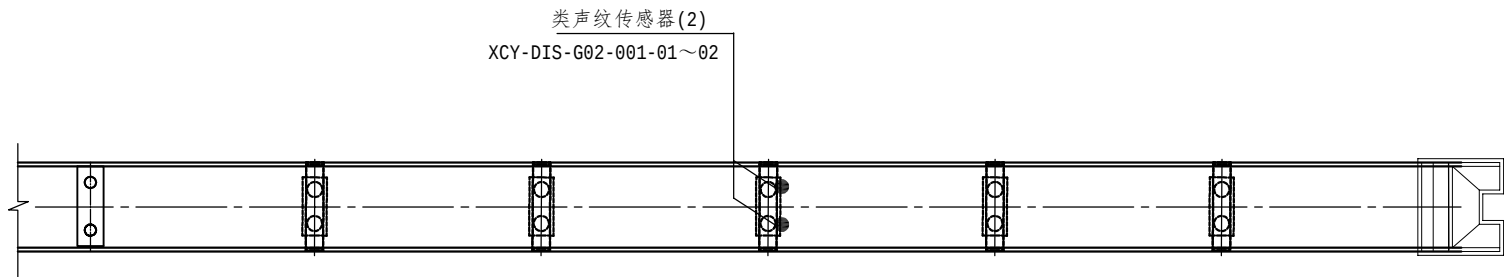
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位；
2. 图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
3. 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

下村垵大桥主梁振动监测布置图立面



下村垵大桥主梁振动监测布置图平面



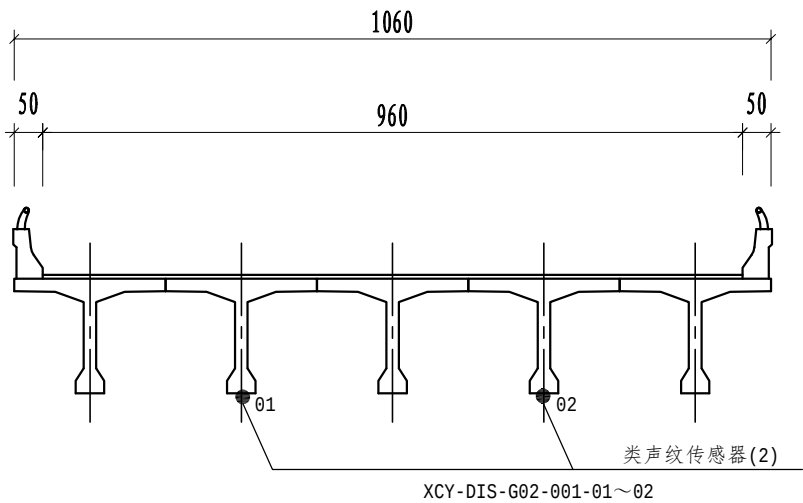
类声纹传感器数量汇总表

监测项目	传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
主梁振动	类声纹传感器	G02	2	XCY-DIS-G02-001-01~02	第4跨偏3#墩梁端两侧

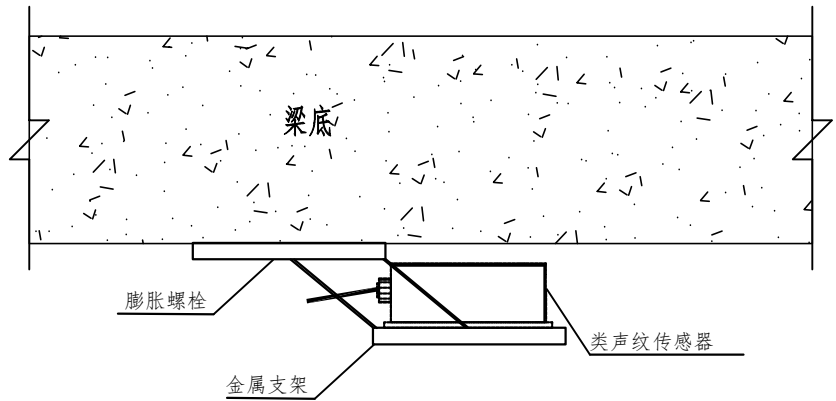
注

- 图中尺寸均以厘米为单位；
- 图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
- 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

类声纹传感器布置横断面



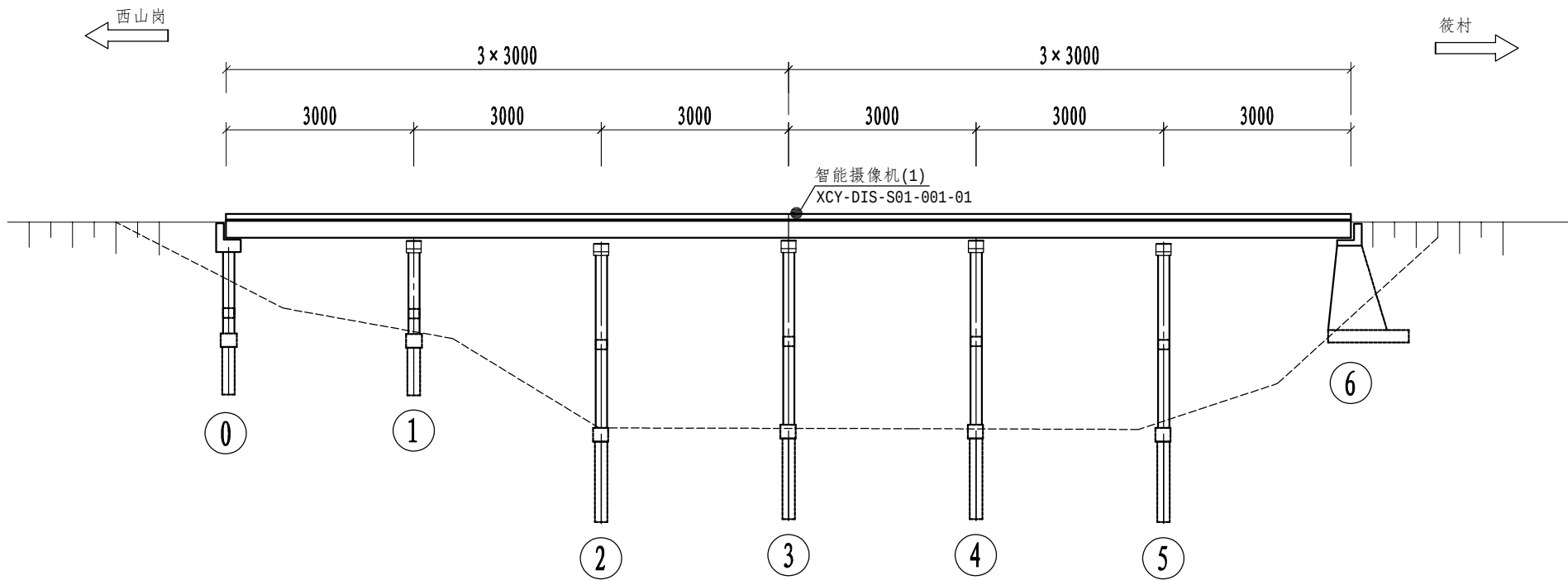
类声纹传感器安装示意图



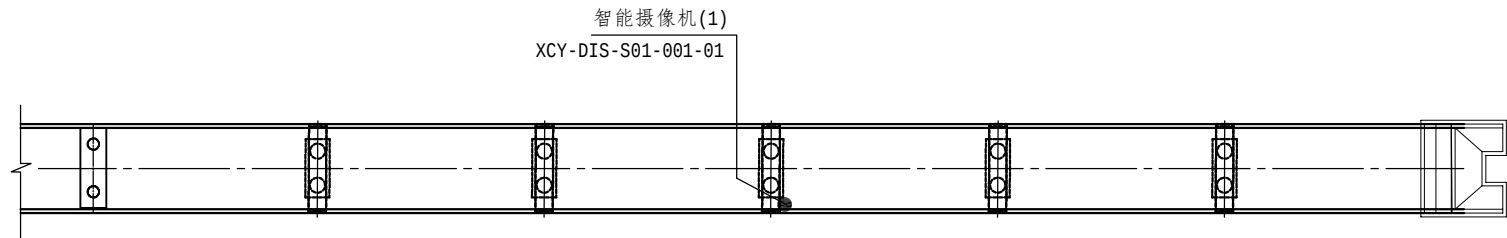
注

- 1.图中尺寸均以厘米为单位；
- 2.图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
- 3.图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

下村垵大桥车辆捕捉监测布置图立面



下村垵大桥车辆捕捉监测布置图平面



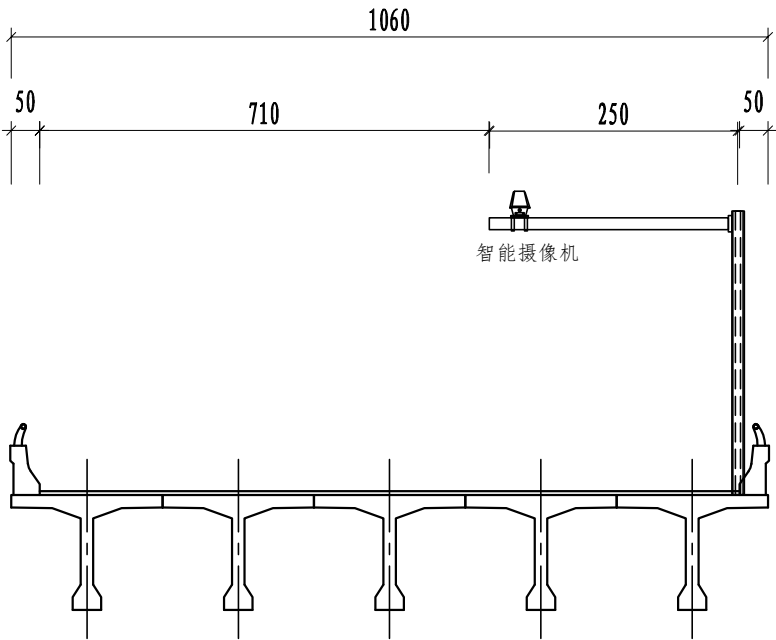
智能摄像机数量汇总表

监测项目	传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
车辆捕捉	智能摄像机	S01	1	XCY-DIS-S01-001-01	第4跨偏3#墩桥面

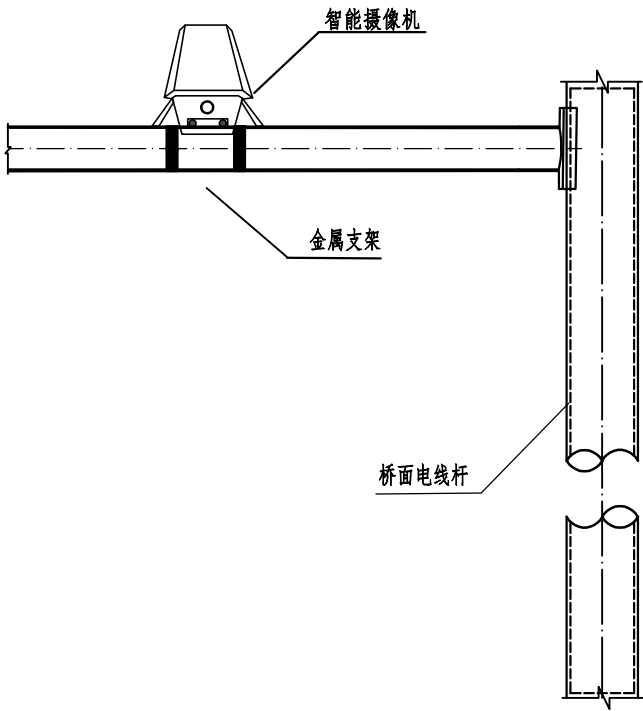
注

- 图中尺寸均以厘米为单位；
- 图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
- 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

智能摄像机布置横断面

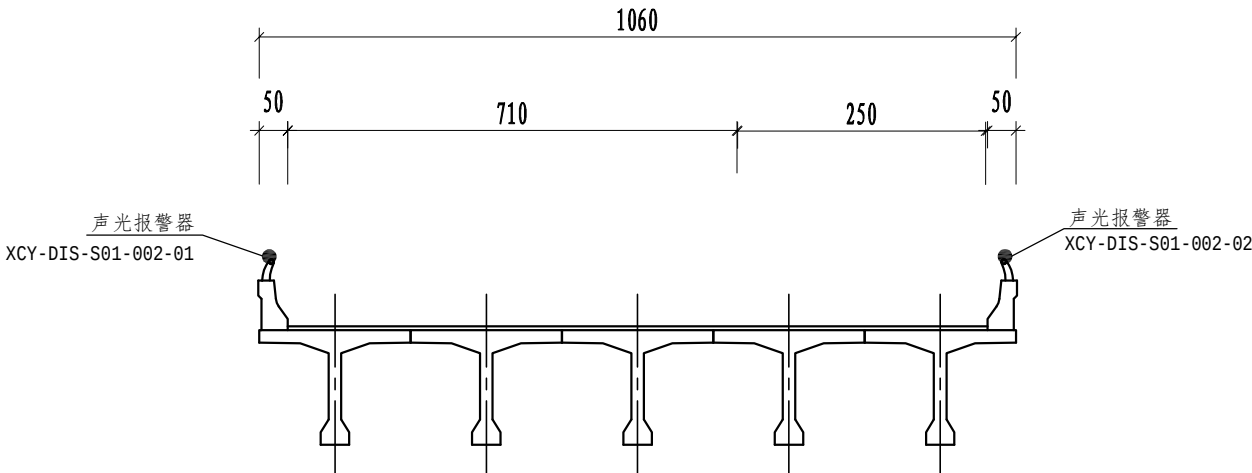


智能摄像机安装示意图

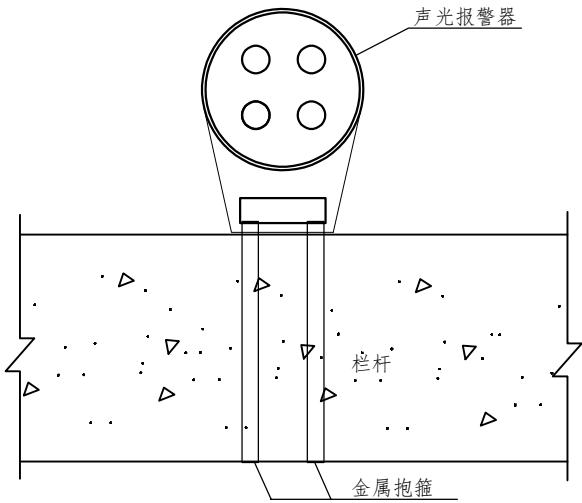


- 注
- 1.图中尺寸均以厘米为单位；
 - 2.图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
 - 3.图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

声光报警器布置横断面

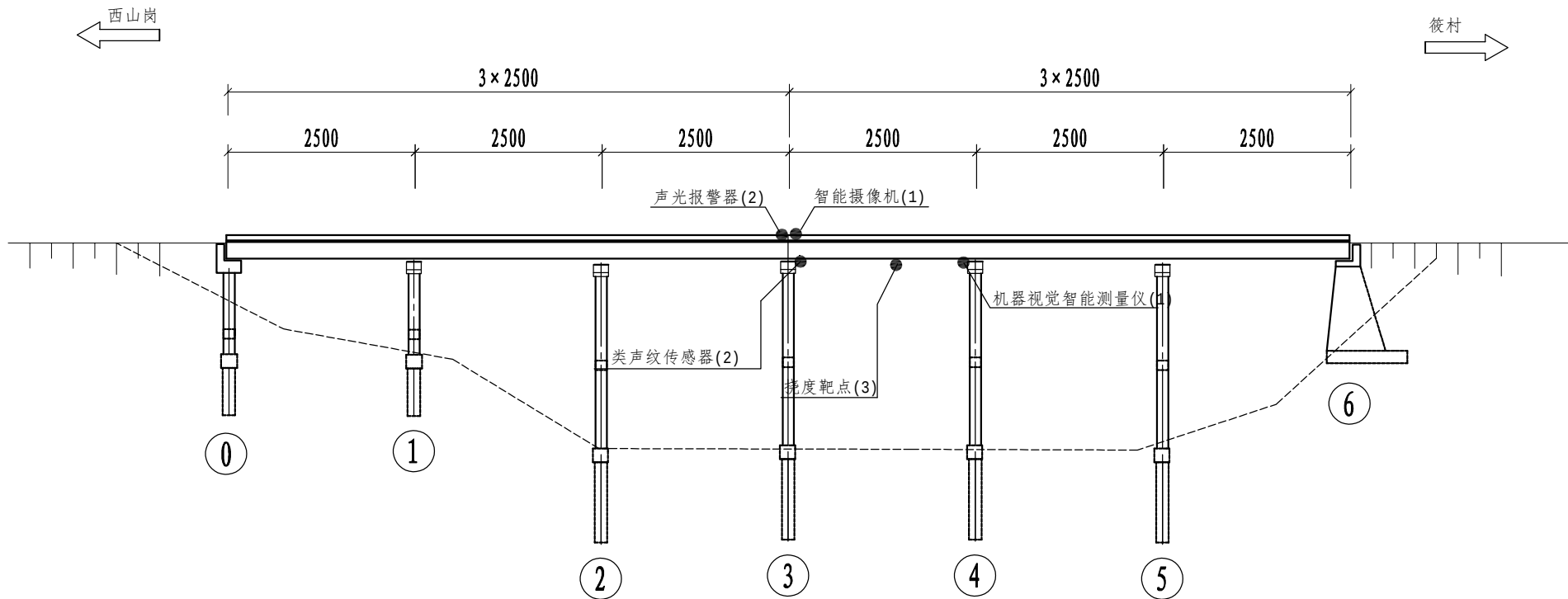


声光报警器安装示意图

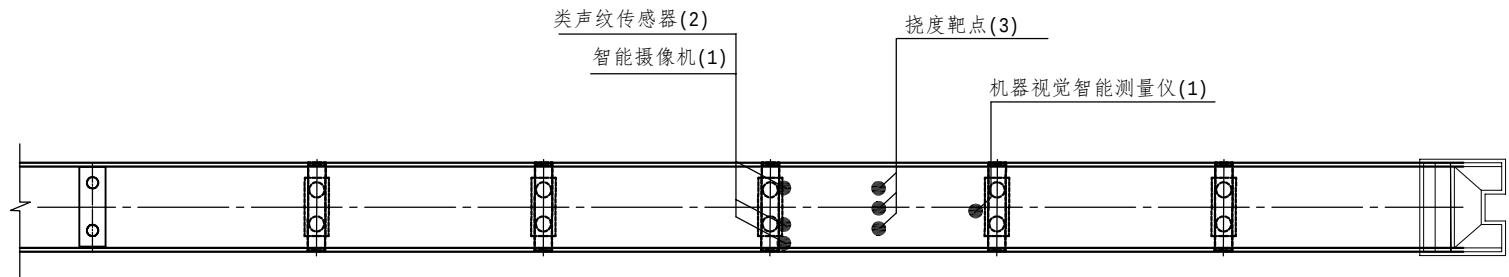


- 注
- 1.图中尺寸均以厘米为单位；
 - 2.图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
 - 3.图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

石柱源大桥监测点布置立面



石柱源大桥监测点布置平面

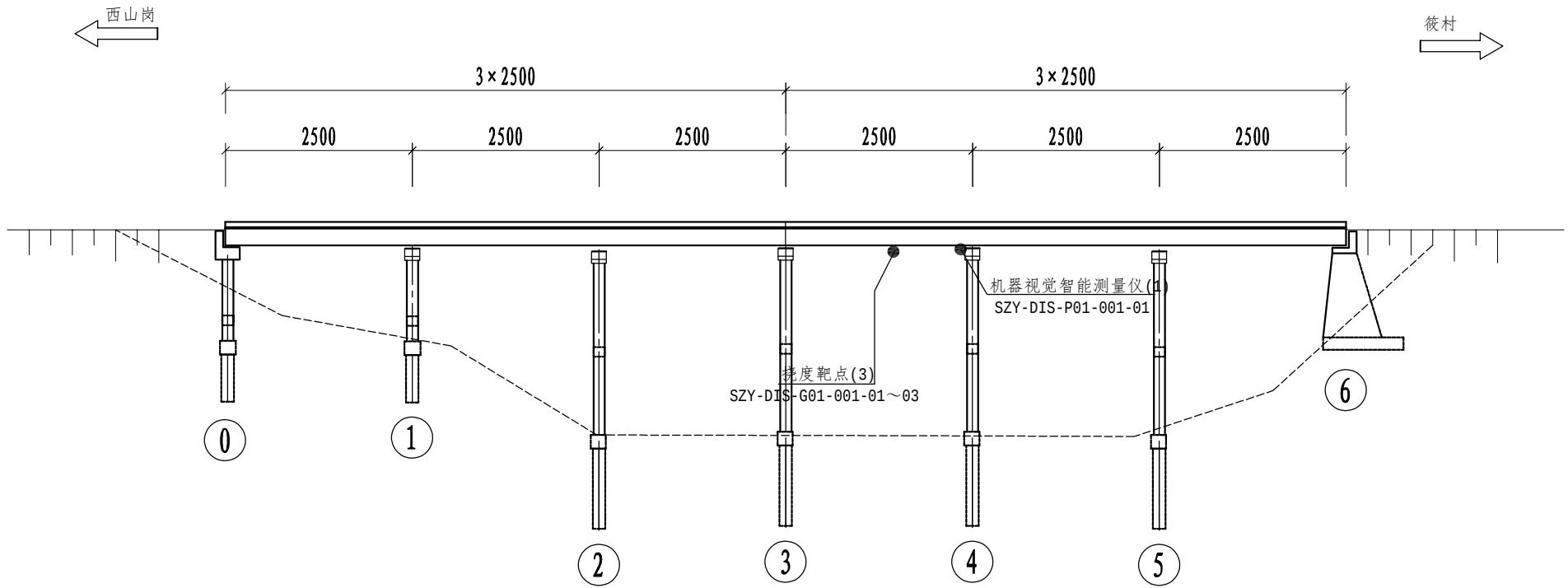


监测设备数量汇总表

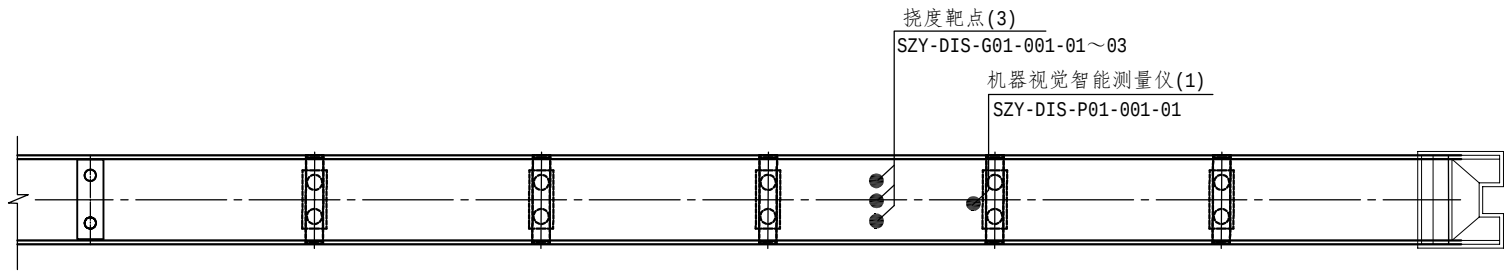
序号	监测类别	监测项目	位置	传感器类型	单位	测点数量
1	结构响应	主梁挠度	第4跨跨中	挠度靶点	个	3
2			4#墩顶部	机器视觉智能测量仪	台	1
3		主梁振动	第4跨偏3#墩梁端两侧	类声纹传感器	个	2
4	桥面视频	车辆捕捉	第4跨偏3#墩桥面	智能摄像机	台	1
5	倒塌报警	桥面警示	第4跨偏3#墩桥面两侧	声光报警器	台	2
合计						9

注
1. 图中尺寸均以厘米为单位;
2. 图中“●”代表传感器, 括号内的数字代表传感器数量;
3. 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

石柱源大桥主梁挠度监测布置图立面



石柱源大桥主梁挠度监测布置图平面



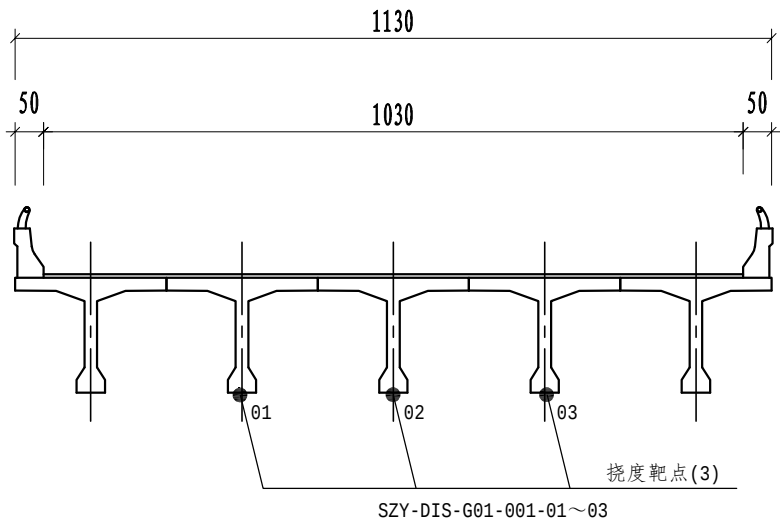
机器视觉设备数量汇总表

监测项目		传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
结构响应	主梁挠度	挠度靶点	G01	3	SZY-DIS-G01-001-01~03	第4跨跨中
		机器视觉智能测量仪	P01	1	SZY-DIS-P01-001-01	4#墩顶部

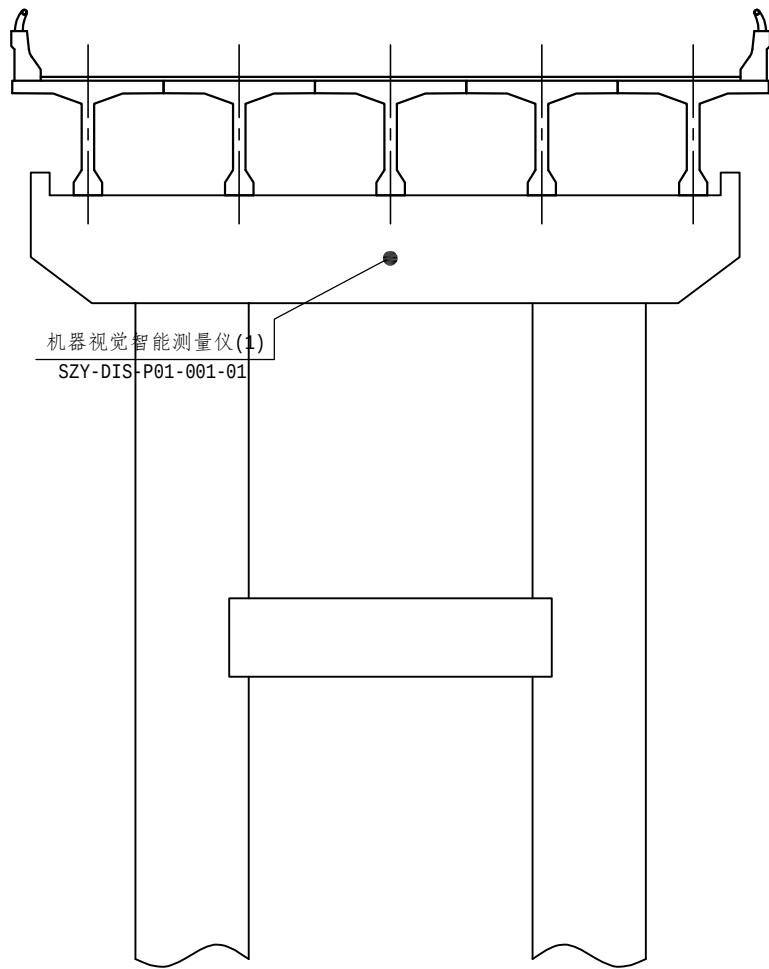
注

- 图中尺寸均以厘米为单位；
- 图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
- 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

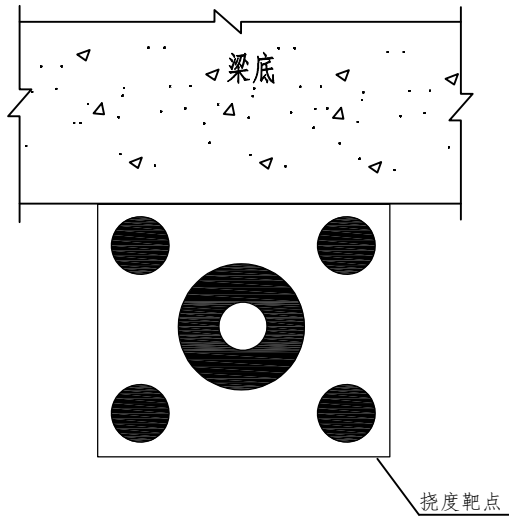
挠度靶点布置横断面



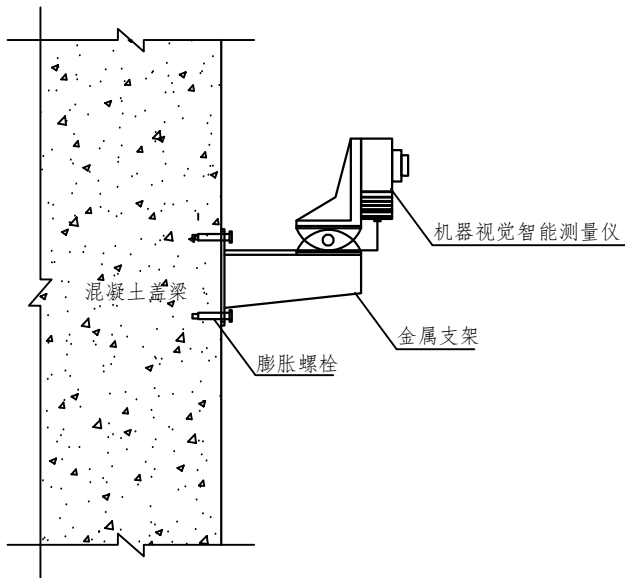
机器视觉挠度仪布置横断面



挠度靶点安装示意图



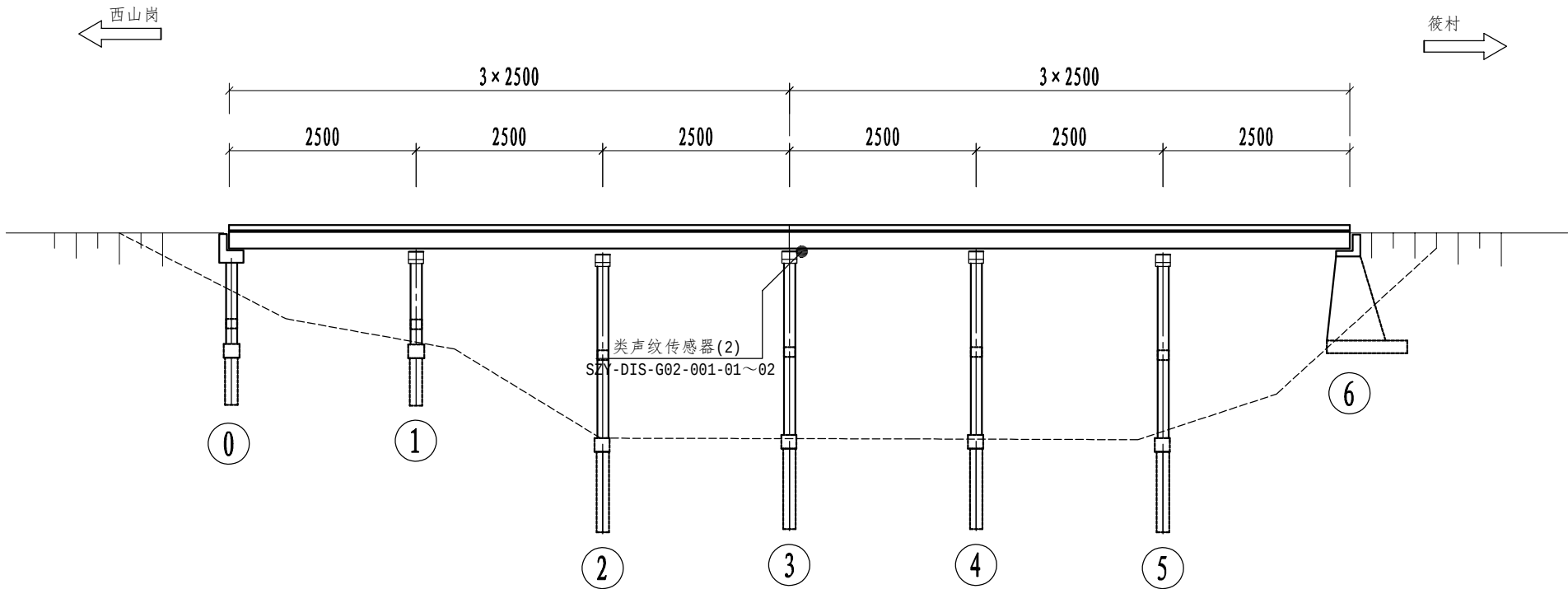
机器视觉挠度仪安装示意图



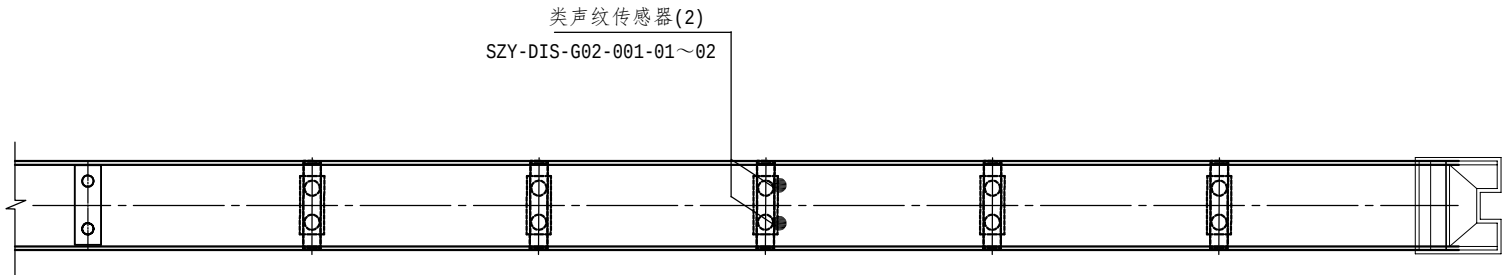
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位；
2. 图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
3. 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

石柱源大桥主梁振动监测布置图立面



石柱源大桥主梁振动监测布置图平面



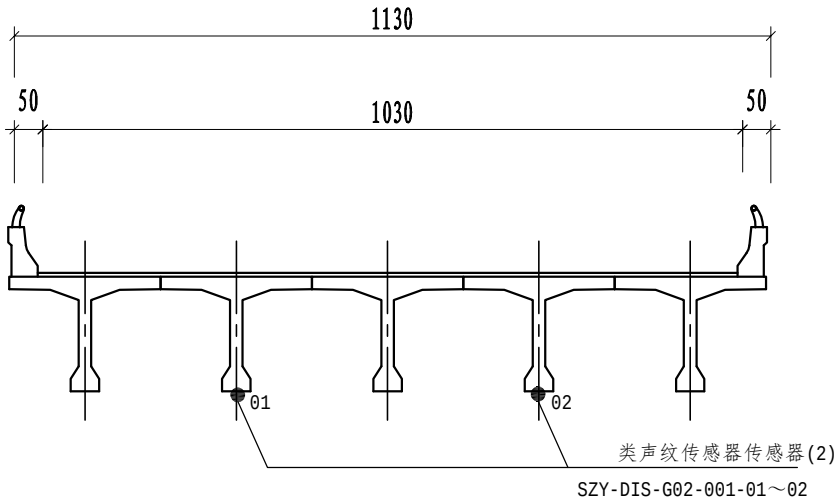
类声纹传感器数量汇总表

监测项目	传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
主梁振动	类声纹传感器	G02	2	SZY-DIS-G02-001-01~02	第4跨偏3#墩梁端两侧

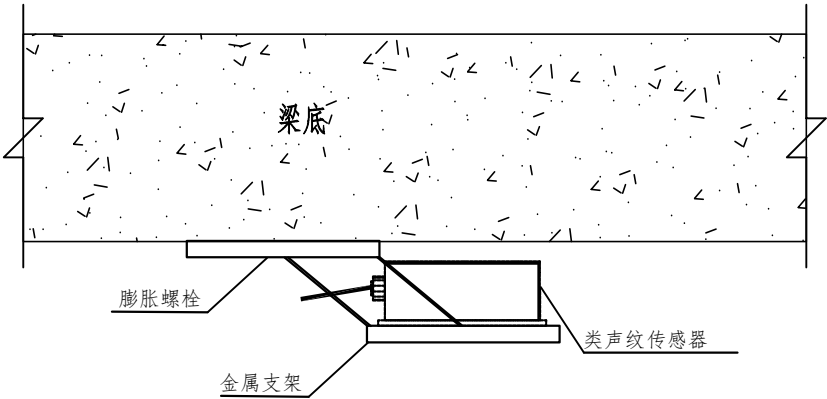
注

- 图中尺寸均以厘米为单位；
- 图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
- 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

类声纹传感器布置横断面



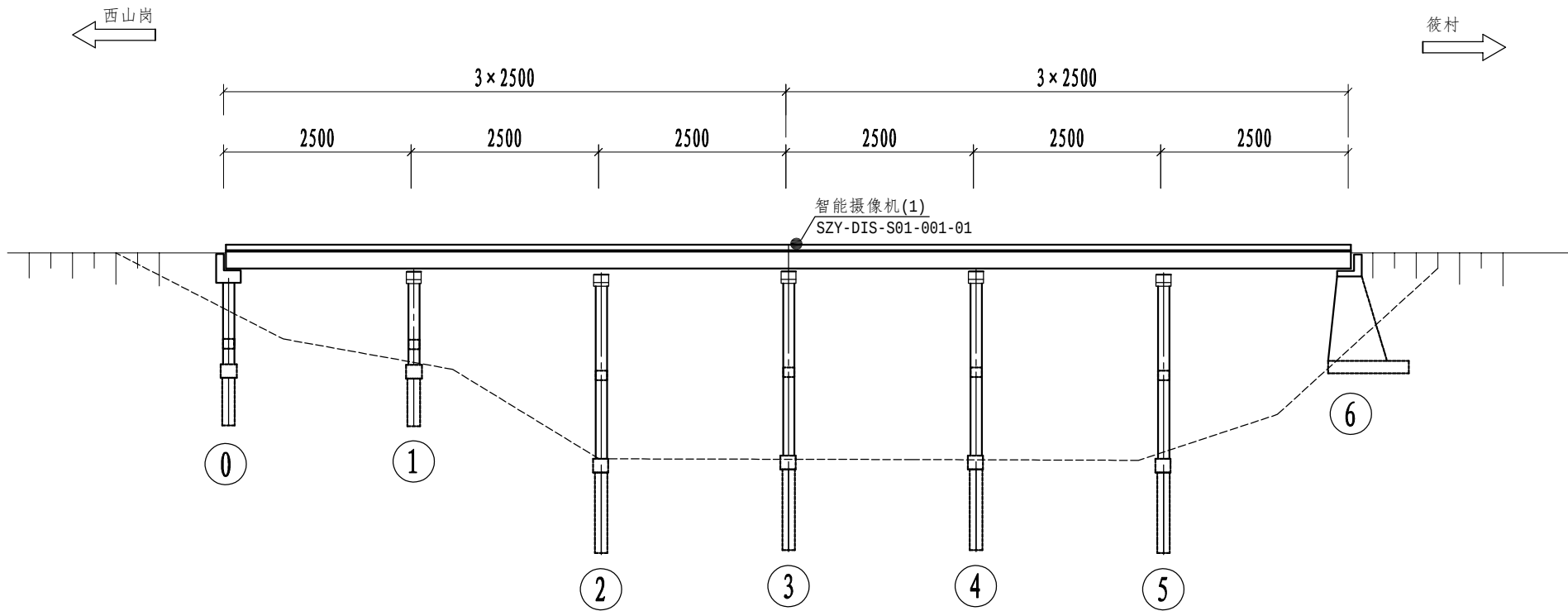
类声纹传感器安装示意图



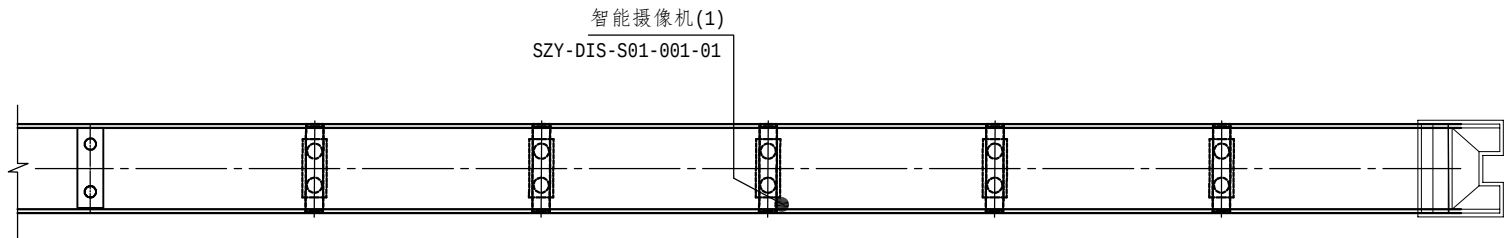
注
1.图中尺寸均以厘米为单位；
2.图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
3.图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道桥梁健康监测系统及主要平交口交安设施提升建设工程	石柱源大桥类声纹传感器安装图	设计	黄煜寰	复核	邬赛	一审	周密	二审	乔仲发	编号	2025GL020001
				黄煜寰		邬赛		周密		乔仲发	图号	S1-73

石柱源大桥车辆捕捉监测布置图立面



石柱源大桥车辆捕捉监测布置图平面



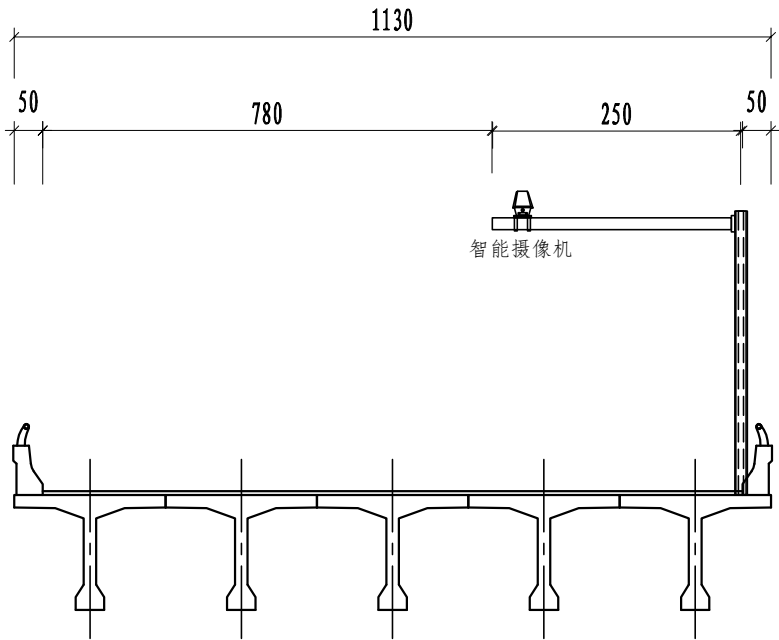
智能摄像机数量汇总表

监测项目	传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
车辆捕捉	智能摄像机	S01	1	SZY-DIS-S01-001-01	第4跨偏3#墩桥面

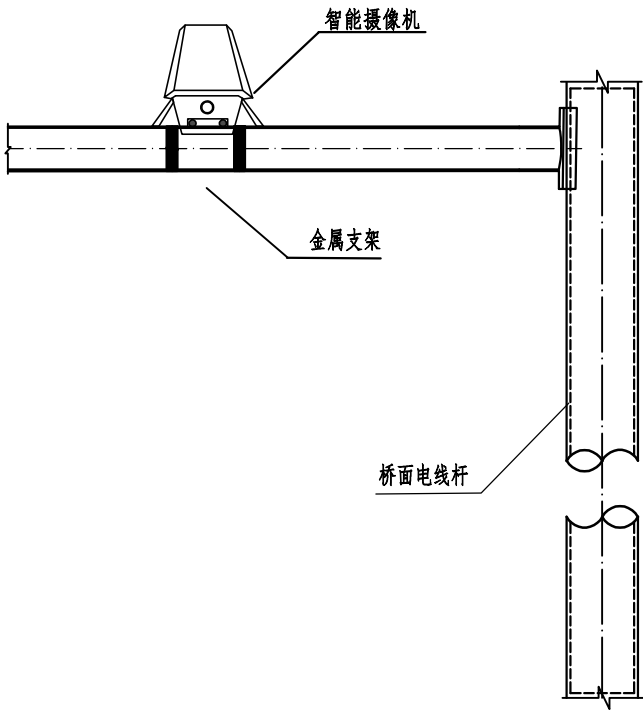
注

- 图中尺寸均以厘米为单位；
- 图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
- 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

智能摄像机布置横断面



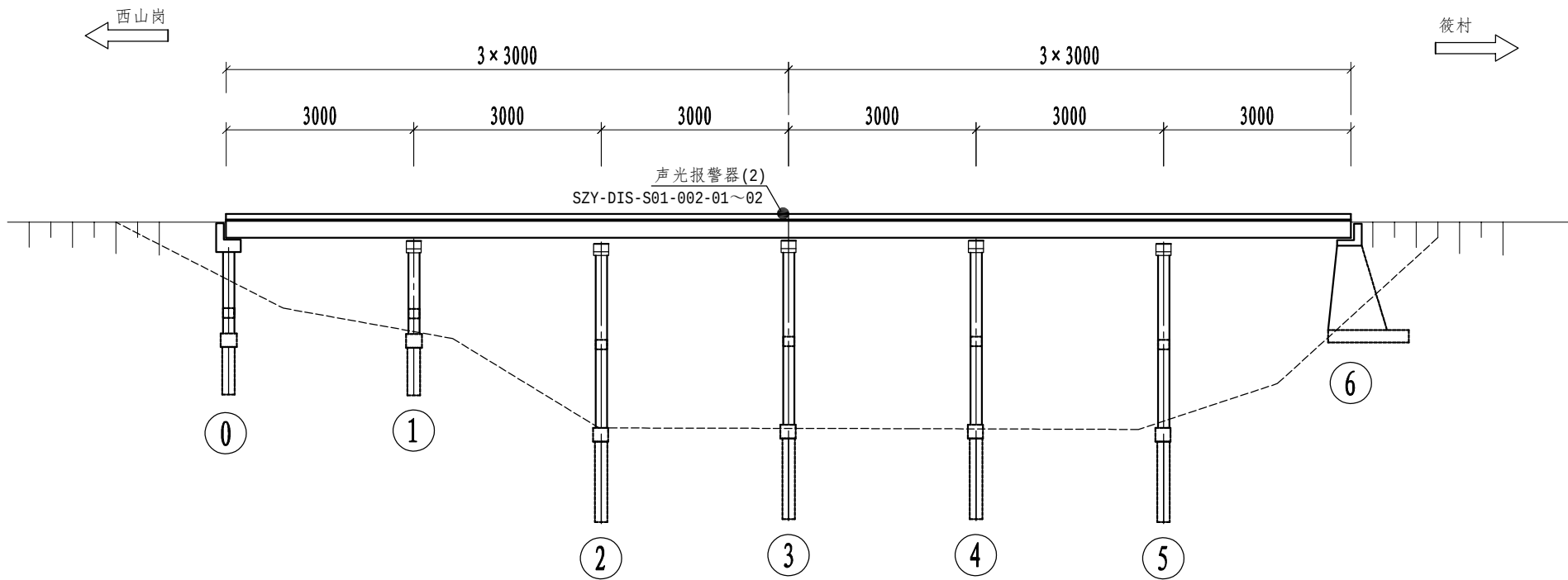
智能摄像机安装示意图



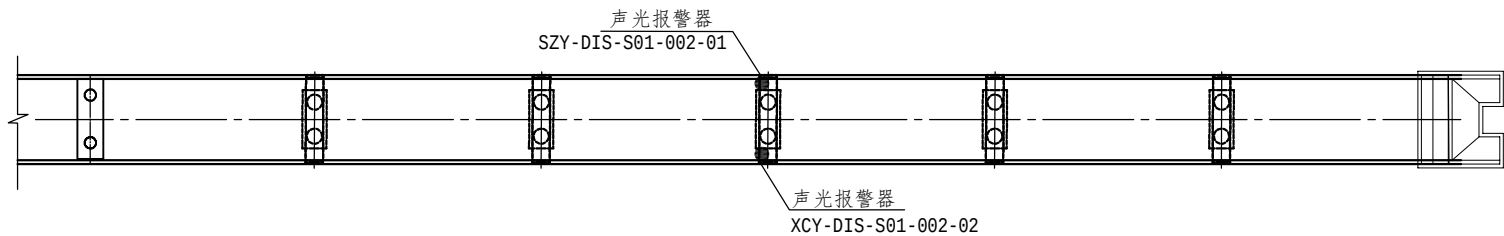
- 注
- 1.图中尺寸均以厘米为单位；
 - 2.图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
 - 3.图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道桥梁健康监测系统及主要平交口交安设施提升建设工程	石柱源大桥智能摄像机安装图	设计	黄煜寰	复核	邬赛	一审	周密	二审	乔仲发	编号	2025GL020001
				黄煜寰		邬赛		周密		乔仲发	图号	S1-75

石柱源大桥桥面警示布置图立面



石柱源大桥桥面警示布置图平面



声光报警器数量汇总表

监测项目	传感器类型	截面位置	数量	传感器编号	布设位置
桥面警示	声光报警器	S01	2	SZY-DIS-S01-002-01~02	第4跨偏3#墩桥面两侧

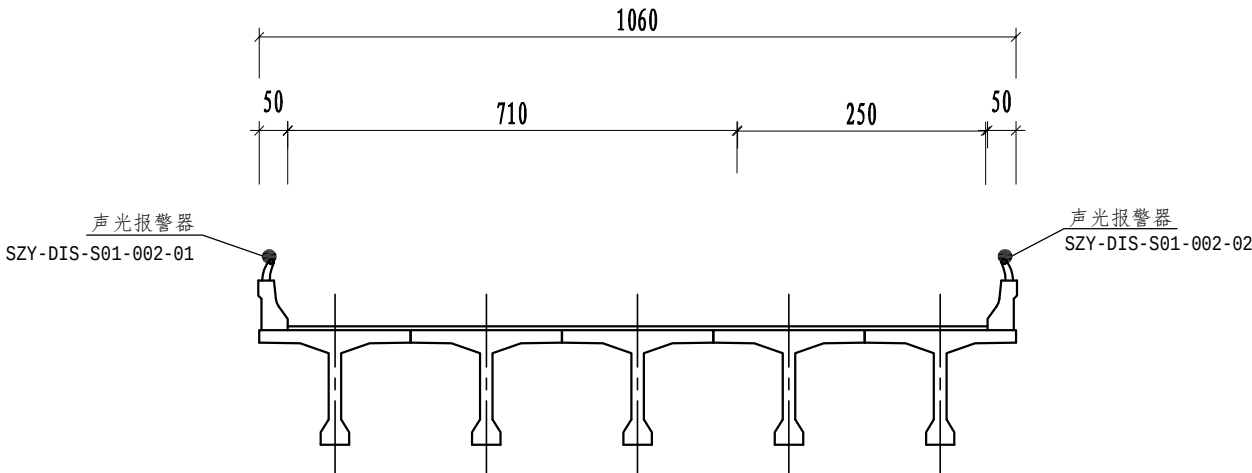
注

1. 图中尺寸均以厘米为单位；

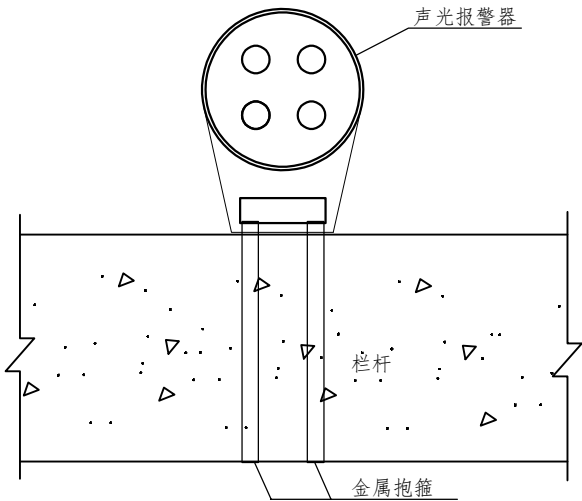
2. 图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；

3. 图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

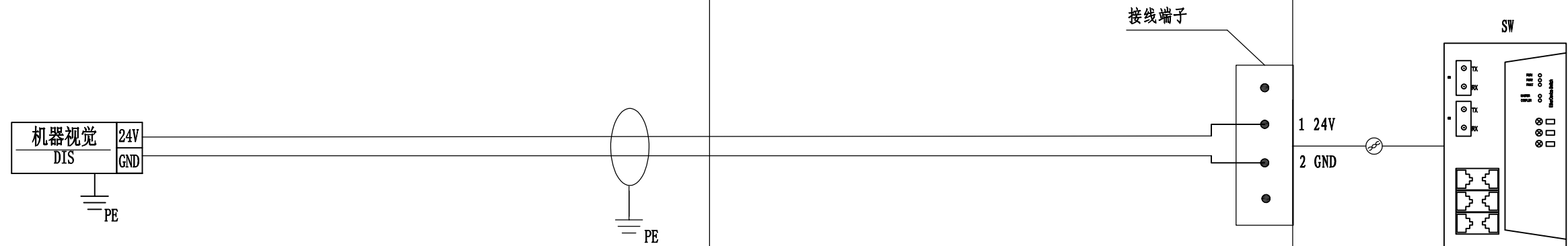
声光报警器布置横断面



声光报警器安装示意图



- 注
- 1.图中尺寸均以厘米为单位；
 - 2.图中“●”代表传感器，括号内的数字代表传感器数量；
 - 3.图中传感器安装位置可根据现场情况做出适当调整。

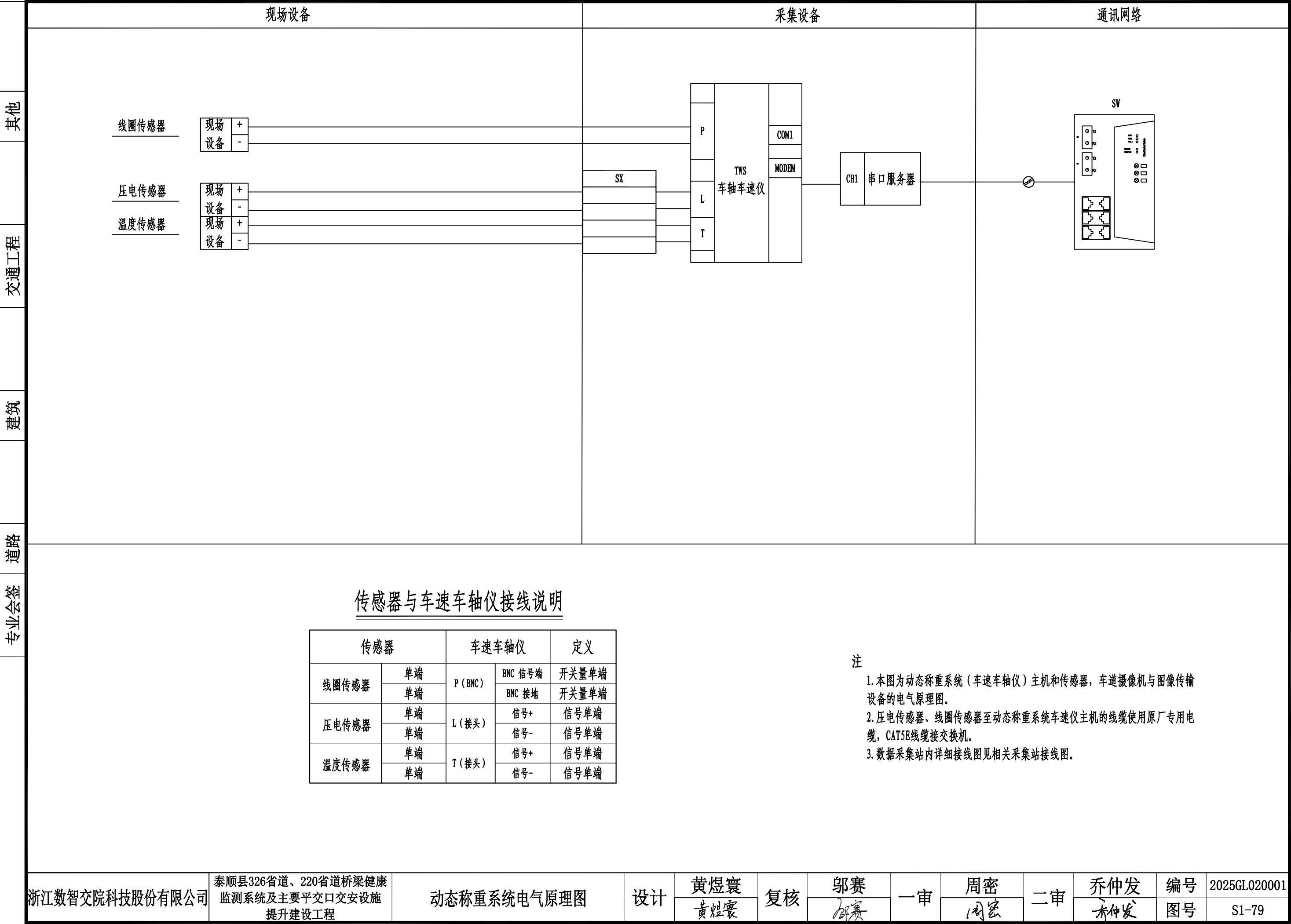


机器视觉接线端子说明

传感器	接线端子	定义
24V	24V	电源+
GND	GND	地

注

1. 本原理图适用于机器视觉。
2. 传感器机壳就近接地，线缆屏蔽层接入柜体内单端接地。



传感器与车速车轴仪接线说明

传感器		车速车轴仪		定义
线圈传感器	单端	P (BNC)	BNC 信号端	开关量单端
	单端		BNC 接地	开关量单端
压电传感器	单端	L (接头)	信号+	信号单端
	单端		信号-	信号单端
温度传感器	单端	T (接头)	信号+	信号单端
	单端		信号-	信号单端

注
1. 本图为动态称重系统（车速车轴仪）主机和传感器，车道摄像机与图像传输设备的电气原理图。
2. 压电传感器、线圈传感器至动态称重系统车速仪主机的线缆使用原厂专用电缆，CAT5E线缆接交换机。
3. 数据采集站内详细接线图见相关采集站接线图。

浙江数智交院科技股份有限公司

泰顺县326省道、220省道桥梁健康监测系统及主要平交口交安设施提升建设工程

动态称重系统电气原理图

设计

黄煜寰
黄煜寰

复核

邬赛
邬赛

一审

周密
周密

二审

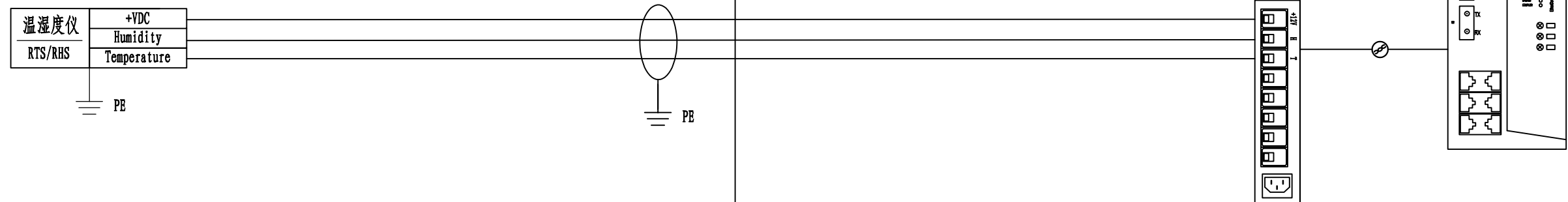
乔仲发
乔仲发

编号

2025GL020001

图号

S1-79

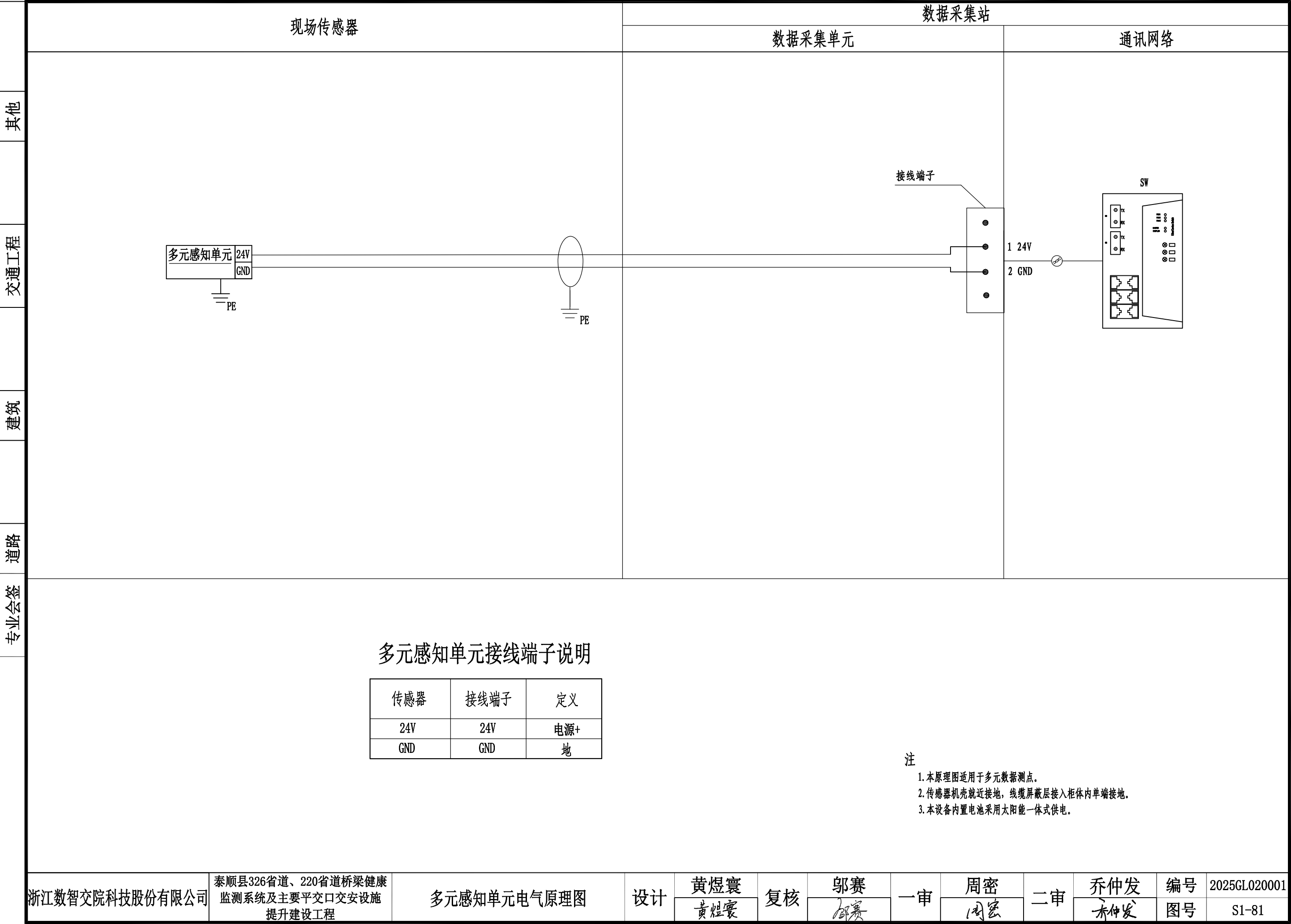


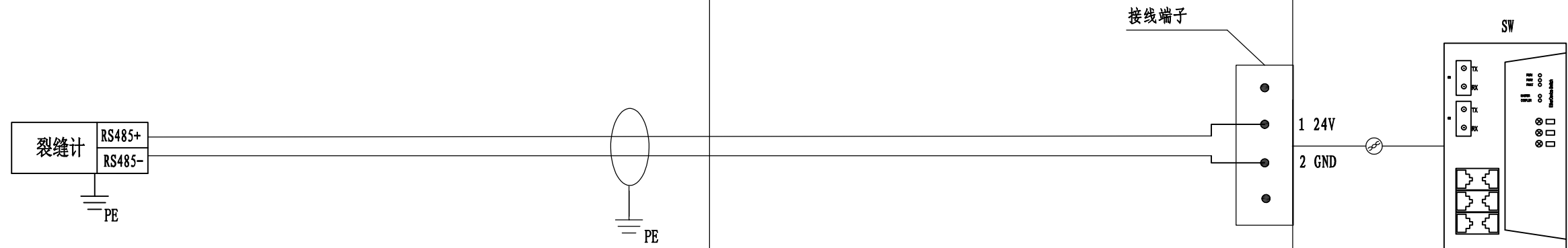
温湿度仪与采集仪接线端子说明

传感器	采集仪	定义
+VDC	+12V	+12V
Humidity	H	湿度信号
Temperature	T	温度信号

注

1. 本原理图适用于温湿度仪。
2. 传感器机壳就近接地，线缆屏蔽层接入柜体内单端接地。



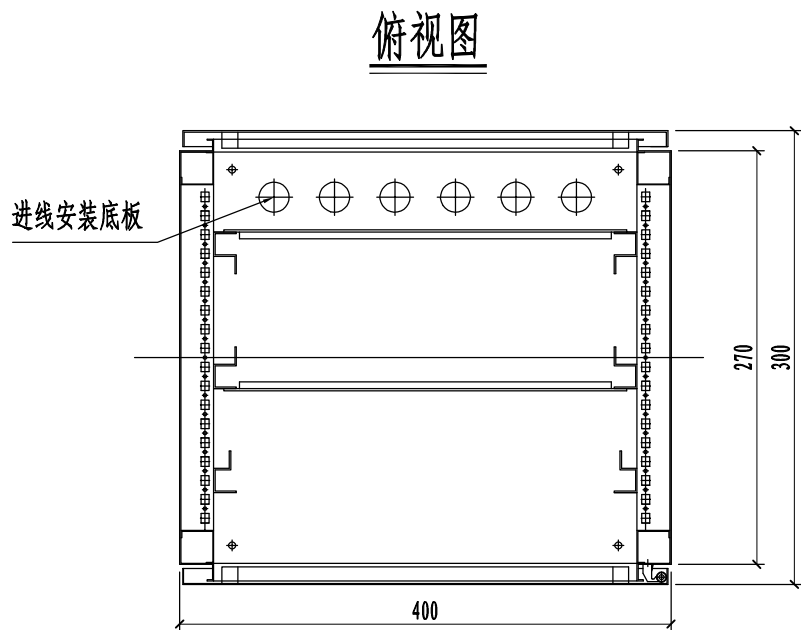
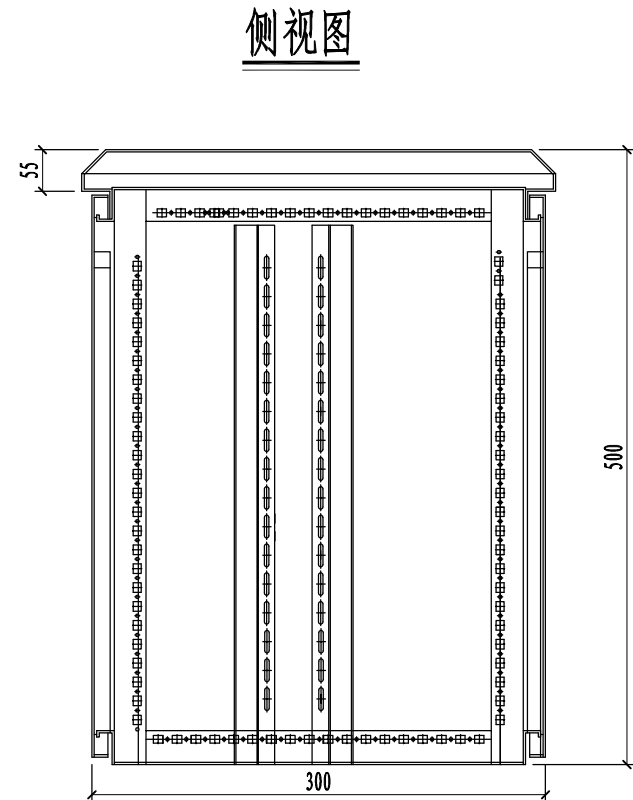
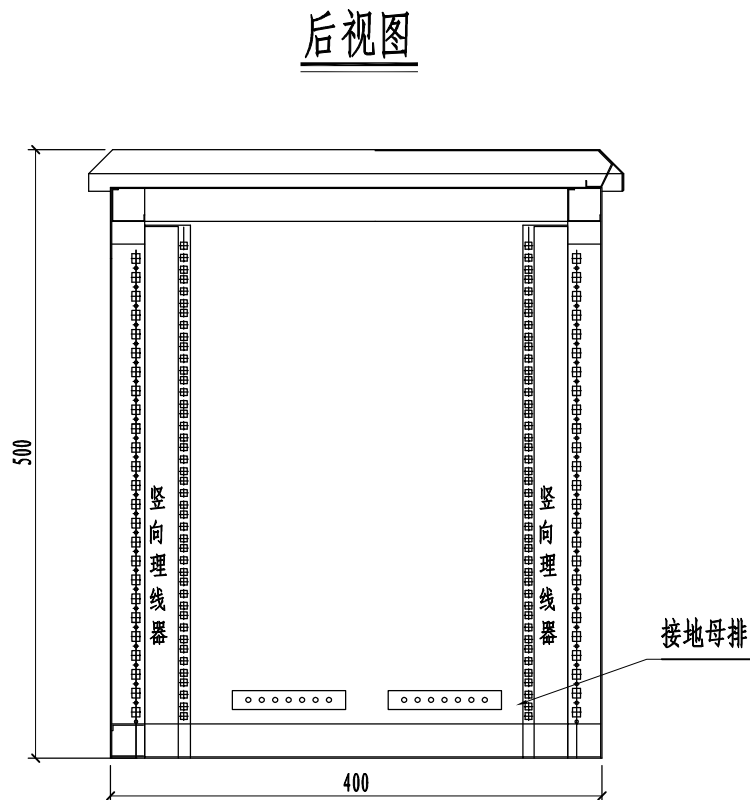
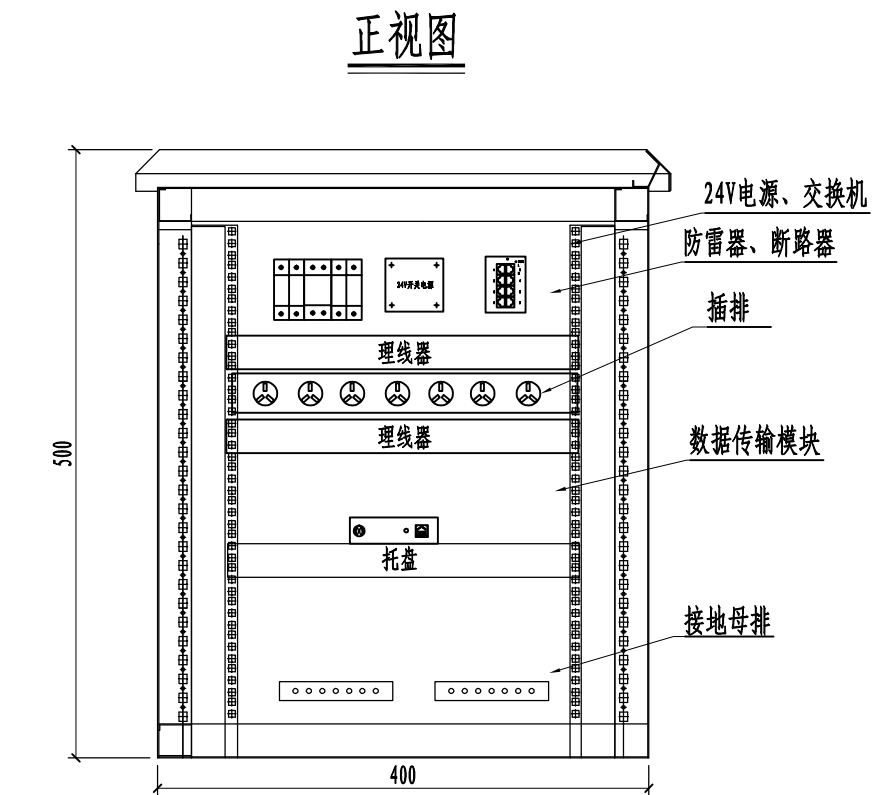


裂缝计接线端子说明

传感器	接线端子	定义
RS485+	RS485-	电源+
GND	GND	地

注

1. 本原理图适用于裂缝计。
2. 传感器机壳就近接地，线缆屏蔽层接入柜体内单端接地。

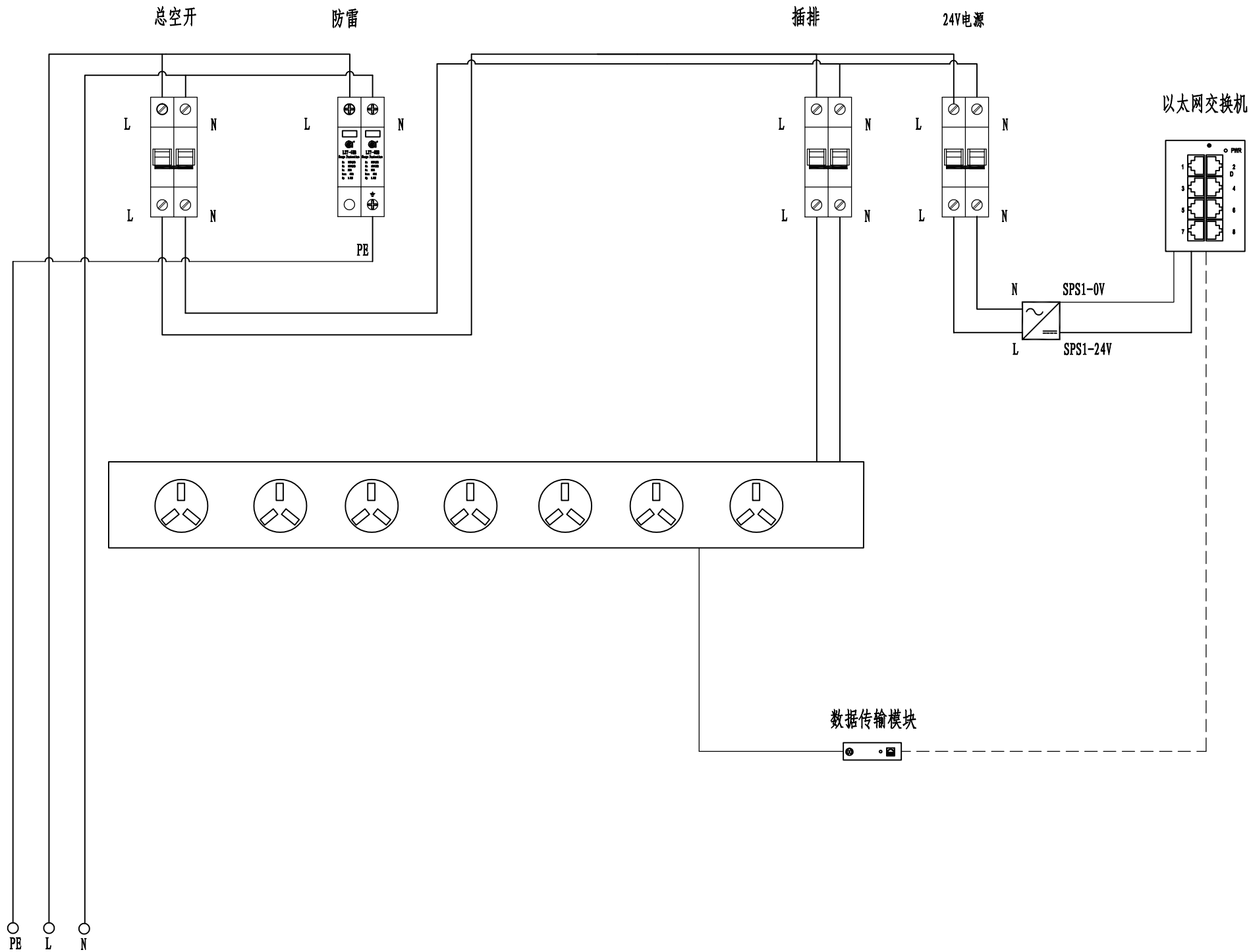


配电柜工程量清单

序号	设备名称	单位	设备数量	参数	序号	设备名称	单位	设备数量	参数
1	断路器	个	2		4	数据传输模块	台	1	
2	电源浪涌防雷器	个	1	220V AC	5	插排	个	1	
3	以太网交换机	台	1		6	24V电源	台	1	

注

1. 本图尺寸均以毫米为单位。



第二篇 交安设计



设计说明

1 项目概况

1.1 项目背景

S326 苍庆线泰顺段起点位于福建省福鼎市分水关村内，途径彭溪镇、泗溪镇、三魁镇，终点位于与 G235 国道新海线相交。原老路设计采用《公路工程技术标准》(JTGB01—2003)，双向二车道二级公路标准设计，设计速度 40km/h。

S326 苍庆线泰顺段是苍泰高速建设过程中的重要运输通道，在苍泰公路建设过程中，大量的建筑材料、施工设备等需要通过 326 省道运输，这使得 326 省道的交通流量明显增加，尤其是一些大型运输车辆的频繁通行，容易造成道路拥堵，给沿线居民和过往车辆的出行带来不便。

苍泰公路建设期间，S326 苍庆线泰顺段部分路段需要进行相应的改造，如路口的拓宽、交通标志标线的调整等，以提高道路的通行能力和安全性。

1.2 工作内容

根据泰顺县 326 省道交叉口隐患点整治工程的实施计划，本次对泰顺县 326 省道沿线的 12 个交叉口的交安设施进行提升改造。

2、规范依据

- 1、《公路工程技术标准》(JTGB01-2014)；
- 2、《公路路线设计规范》(JTGD20-2017)；
- 3、《道路交通标志和标线第 2 部分:道路交通标志》(GB5768.2-2022)；
- 4、《道路交通标志和标线第 3 部分:道路交通标线》(GB5768.3-2009)；
- 5、《公路交通标志和标线设置规范》(JTGD82-2009)；
- 6、《公路交通安全设施设计规范》(JTGD81-2017)；
- 7、《公路交通安全设施设计细则》(JTG/TD81-2017)；
- 8、《公路限速标志设计规范》(JTG/T3381-02-2020)；

3、项目现状与分析

3.1 设施现状

3.1.1 路侧环境

S326 苍庆线泰顺段道路两侧总体环境整洁，近路侧种植低矮草皮，部分路段存在搭接道口视距不足问题；有路侧停车需求，侵占了硬路肩，存在较大的安全隐患。

3.1.2 交通标志

经现场调查，S326 苍庆线泰顺段现状交通标志主要以指路、指示、禁令及警告标志为主，支撑方式主要以悬臂和柱式为主，现状标志的基础、版面均未侵入公路建筑界。部分标志标线设置不配套或标志设置不完善。

3.1.3 交通标线

根据现场调查，S326 苍庆线泰顺段现状标线采用白色可跨越同向行车道分界线、白色车道边缘线，交叉口路段设置白色导向箭头，满足相关规范要求。

根据现场调查，S326 苍庆线泰顺段现状标线采用白色可跨越同向行车道分界线为虚线，线段及间隔长分别为：600cm 和 900cm，线宽 15cm；白色车行道边缘线为实线，线宽 20cm，全线标线尺寸宽度均能满足规范要求。

根据沿线排查情况，S326 苍庆线泰顺段路段存在标线新旧混设，旧标线未清除的情况。

3.2 小结

沿线的 13 个交叉口的交安设施基本齐全，但存在（1）部分标志标线设置不匹配或标志设置不完善；（2）运营期间道路标线磨损缺失，新旧标线混设；（3）部分支路搭接道口存在安全设施设置不足、视距遮挡等问题。本次设计完善标志标线，对磨损标线进行修补重设。

4、设计方案

4.1 交叉口类别

交叉口分类方案：将平面交叉口分为信控交叉口、无信控交叉口、人非通道和路侧搭接道口四大类。

4.2 交叉口设计原则

- 1) 重点完善平面交叉路口；鼓励根据交通流量和交叉等级分类处置。
- 2) 清理通视三角区具备移除条件的障碍物，确保路口视线通透。
- 3) 明确合理分配交叉路权，完善路权设施设置。
- 4) 优化进出口交通组织，优先考虑左、右转弯专用道设置。
- 5) 优化标志、标线，规范车辆行驶轨迹，减少或分离交通冲突点，缩小冲突区域。

4.3 提升设计

(1) 问题排查与处置对策

经对 S326 苍庆线泰顺段 12 个交叉口调查统计，各交叉口具体位置、交叉形式、渠化情况及处置措施等，如下表所示：

编号	交叉口名称	信号控制	交叉形式
1	彭溪交叉口	有	十字交叉
2	峰文交叉口	无	T 形交叉
3	松垵交叉口	无	T 形交叉
4	前坪交叉口	无	T 形交叉
5	村道交叉口	无	路侧搭接道口
6	洪坑交叉口	有	十字交叉
7	泗溪交叉口	无	T 形交叉
8	筱村交叉口	有	T 形交叉
9	三魁交叉口	有	T 形交叉
10	金狮交叉口	有	十字交叉
11	村道交叉口	无	路侧搭接道口
12	上寮溪交叉口	无	十字交叉

根据对沿线交叉口现状调查摸排情况，存在的安全隐患具有一定的共性和特性，总结如下：

- 沿线交叉口标志、标线有破损、缺失的情况。
- 交叉口附近设置了较多的地点指示标志，指向小的景区或者园区加油站等，干扰交叉口标志的识认，予以删除或合并。

➢ 部分交叉口渠化存在交织点，例如松垵交叉口，大安交叉口，建议对交叉口的渠化重新组织设计。

➢ 交叉口存在省道网交叉口标志版面与原有交叉口警告标志等同时存在的问题，可删除原有的警告标志。

针对以上安全隐患问题，本次无信控交叉口提升处置对策为：

- 沿线交叉口标志、标线有破损、缺失，设置不合理的，调整并完善交安设施。
- 修剪通视三角区内绿植保证视距安全。
- 拆除部分交叉口多余标志。

(2) 详细设计方案

①彭溪交叉口

➢ 交叉口现状

此交叉口现状为信控交叉口但信号灯未投入使用，交叉形式为十字交叉，交叉口告知标志版面为 T 形交叉，调整交叉口告知标志版面跟现状相符。



图 4-1 彭溪交叉口卫星图

➢ 提升设计方案

- A. 交叉告知版面调整为十字路口，在北向进口道增加一处交叉口告知标志；
- B. 删除不符合规范的急弯警告标志；

- C. 南向进口道已有交叉口告知标志，删除重复的指路标志；
- D. 北向进口道增加线形诱导标 5 个。

②峰文交叉口

➤ 交叉口现状

此交叉口现状为无信控交叉口，交叉形式为 T 形交叉。被交路有人行过街的需求，现状被交路无人行横道线。由于被交路的交叉口告知标志靠近停止线附近，因此在交叉口停止线前 100m 处增设交叉口警告标志。



图 4-2 峰文交叉口卫星图

➤ 提升设计方案

- A. 被交路停止线前 100m 增加一个交叉口警告标志，
- B. 被交路增加人行横道线
- C. 停车让行标志识认不佳，位置调整；

③松垟交叉口

➤ 交叉口现状

此交叉口现状为无信控交叉口，交叉形式为 T 形交叉。此处被交路的左转车道和右转车道被分割岛分隔。被交路的交叉口告知标志为标准的 T 型交叉口的告知标志，修改

交叉口告知标志的杆件形状与现状相适应。在主线合流端之前设置合流警告标志，提醒主线的车辆，被交路的右转车辆将合流至主线。



图 4-3 松垟交叉口卫星图

➤ 提升设计方案

- A. 被交路交叉口告知标志版面修改。
- B. 完善交叉口范围内对向车道标线。
- C. 主线增加一个合流警告标志

④前坪交叉口

➤ 交叉口现状

此交叉口现状为无信控交叉口，交叉形式为 T 形交叉。此处被交路有两道斑马线，由两道合并为一道。停车让行标志被道路两侧的树植遮挡，将停车让行标志移位至停止线前显眼位置。此路口缺失道路编号和方向标志。



图 4-4 前坪交叉口卫星图

- 提升设计方案
 - A. 增加道路编号和方向标志牌 2 处；
 - B. 被交路人行横道线整合为一条，位置优化；
 - C. 停车让行标志识认不佳，位置调整；
 - D. 删除交叉口西向进口道路侧的单柱式交叉口警告标志。
- ⑤与无名道路 T 字交叉
 - 交叉口现状

此交叉口现状为路侧搭接道口。交叉口开口位于圆曲线上。主线现状已有交叉口警告标志。



图 4-5 与无名道路交叉卫星图

- 提升设计方案
 - A. 主线增加纵向减速标线；
 - B. 被交路增加一个悬臂式指路标志；
 - C. 主线交叉口警告标志附着村名标志。
 - D. 停车让行标志识认不佳，位置调整；
- ⑥洪坑交叉口
 - 交叉口现状

此交叉口现状为信控交叉口，交叉形式为十字交叉。现状主线的交叉口告知标志字体大小不统一，需要统一。西向进口道主线已有交叉口告知标志，在现状分道标志与停止线之间仍有交叉警告标志，人行道警告标志，村庄警告标志。被交路缺少交叉口告知标志。主线有紧急停车带标志，现状无可供车辆停留的紧急停车带。此交叉口为信控交叉口，在被交路进口道停止线附近仍有停车让行标志。



图 4-6 洪坑交叉口卫星图

➤ 提升设计方案

- A. 被交路增加交叉口告知标志 3000*1800;
- B. 增加人行横道标志单柱式 4 处;
- C. 增加道路编号和方向标志牌 2 处;
- D. 西向进口道电警杆件上附着的前方测速改为违法抓拍。
- E. 西向进口道删除多余的警告标志;
- F. 西向进口道删除紧急停车带标志;
- G. 拆除被交路多余的停车让行标志。

⑦泗溪交叉口

➤ 交叉口现状

此交叉口现状为无信控交叉口，交叉形式为 T 形交叉。西向进口道有两道人行横道线，合并成一道。路口有渠化，但没有分道标志。

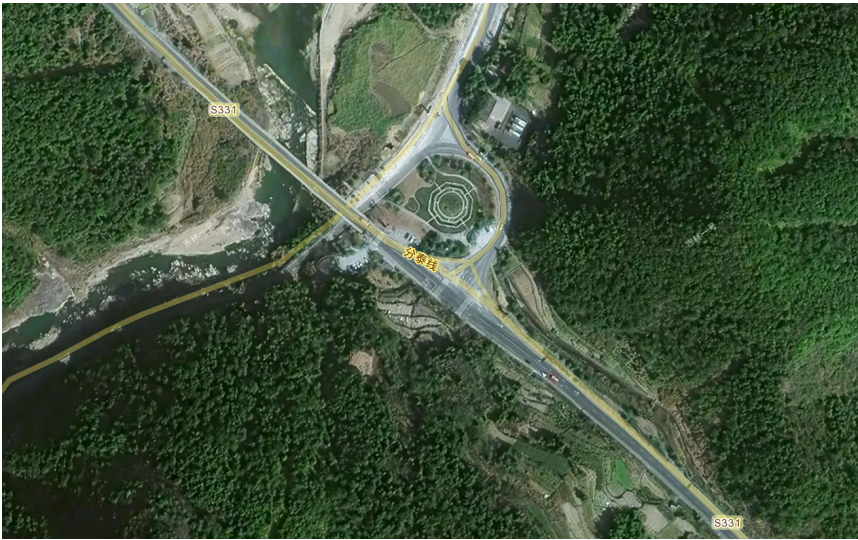


图 4-7 泗溪交叉口卫星图

➤ 提升设计方案

- A. 西向进口道斑马线整合一条，位置优化;
- B. 西向进口道增加分道标志;
- C. 停车让行标志识认不佳，角度调整;
- D. 人行横道标志识认不佳，角度调整。

⑧筱村交叉口

➤ 交叉口现状

此交叉口现状为信控交叉口但信号灯未投入使用，交叉形式为 T 形交叉。被交路仍有停车让行标志，考虑到该交叉口的信号灯未投入使用，因此停车让行标志暂不删除。主线路口有渠化，有专用左转车道，但没有分道标志。



图 4-8 筱村交叉口卫星图

➤ 提升设计方案

A. 主线西向进口道增加分道标志；

⑨三魁交叉口

➤ 交叉口现状

此交叉口现状为信控交叉口，交叉形式为 T 形交叉。此交叉口存在的问题主要是，东向进口道在交叉口之前有跟地方道路的交叉，容易造成对交叉口位置的判断错误，将东向进口道交叉口告知标志和分道标志向路口前移，避免与村道交叉口识认错误，地面对向车道线画清楚。



图 4-9 三魁交叉口卫星图

➤ 提升设计方案

A. 西向进口道交叉口视距较好，交叉口警告标志，人行道标志删除

B. 西向进口道违法抓拍标志附着在分道标志的右侧

C. 西向进口道多余杆件拆除

D. 西向进口道村庄名称指示标志拆除

E. 交叉口为信号控制，被交路停车让行标志删除

F. 建议交叉口绿化岛内植物高度降低，保证交叉口视距

G. 因被交路右转合流至主线，在主线增加合流警告标志

H. 东向进口道卢梨村标志删除、综合实践基地删除、抗日英烈园标志删除

I. 东向进口道交叉口告知标志和分道标志向路口前移，避免与村道交叉口识认错误，地面对向车道线画清楚。

⑩金狮交叉口

➤ 交叉口现状

此交叉口现状为信控交叉口，交叉形式为十字交叉。此交叉口有村道接入到北向的被交道路上，接入点位置距离交叉口太近，但是相关标志标线比较完整。



图 4-11 金狮交叉口卫星图

- 提升设计方案
- A.主线路侧的停车场指引标志附着标志删除
- ⑪与无名道路 T 字交叉
- 交叉口现状
- 此交叉口现状为路侧搭接口。现状没有交叉口警告标志。交叉口距离隧道出口较近，隧道出口的不可跨越对向车道线在交叉口之前截止。



图 4-12 与无名道路交叉卫星图

- 提升设计方案
- A. 增加交叉口警告标志 3 处；
- B. 不可跨越对向车道线从隧道出口延长至交叉口；
- C. 取消主线西向进口道交叉口前的限速标志，在禁止超车解除标志旁增加限速标志；
- D. 停车让行标志调整方向朝向被交路。

⑫上寮溪交叉口

- 交叉口现状
- 此交叉口现状为无信控交叉口，交叉形式为 T 形交叉。此交叉为错位十字交叉，更换交叉口告知标志的版面与现状相符。主线交叉口的位置位于圆曲线的末端，对于东向进口道不易观察，因此将东向进口道交叉口警告标志与交叉口告知标志调换位置。



图 4-13 上寮溪交叉口卫星图

- 提升设计方案
- A. 标志改成错位十字交叉。更换交叉口告知标志的版面与现状相符。
- B. 删除主线不符合规范的急弯警告标志
- C. 被交路标志牌破损更换
- D. 主线东向进口道单悬臂警告标志与单悬臂交叉口告知标志位置互换。

E. 主线东向进口道交叉口警告标志增加急弯警告标志。

5、安全设施设计

5.1 设计原则

坚持“以人为本、预防为主、系统设计、重点突出”的设计原则，本项目交通安全设施由交通标志、标线等组成。

5.2 交通标志

项目交通标志的选用是在充分调查研究区域内路网的基础上,对交通标志的设置统筹规划,使行车驾驶者能准确判断、安全顺畅地到达目的地。标志设置考虑因素：易读性、醒目性、公认性。

5.2.1 标志版面设计

标志根据其版面内容的不同，分为警告、禁令、指示、指路等几种。标志尺寸选用依据《道路交通标志和标线》（GB5768.2-2022）之规定设计，汉字高度按照设计速度选取，英文按照汉字高度的 1/2，阿拉伯数字与汉字字高相同。标志版面尺寸按照速度选取，标志的颜色，禁令、警告标志的颜色按照规范执行，采用V类反光膜。

标志材料与制作：版面材料根据标志的版面尺寸的大小分别采用不同的标志牌,标志牌版面<10 m²采用 3003 号铝合金板,板厚为 2mm;标志牌版面≥10 m²采用 3004 号铝合金板，板厚为 3mm，板面角应加工为圆弧状。为了增加标志板强度，标志板边缘均采用折边处理，大型标志板还应加衬铝合金角铝。铝合金板和龙骨之间采用铝合金沉头铆钉连接。铝合金龙骨和钢管之间采用方头螺栓及抱箍连接，钢管和立柱之间采用双头螺栓连接。标志板面应无裂缝、撕破或其它表面缺陷，标志板边缘应整齐、光滑，标志板的尺寸误差应小于±0.5%,平面翘曲的误差应小于±3mm/m。

立柱和横梁标志立柱、横梁均采用普通碳素结构钢，凡钢管外径在 152mm 以下（含 152mm）的立柱和横梁，采用普通碳素结构钢（Q355）焊接钢管，并应符合《碳素结构钢》（GB/T700-2006）要求；凡钢管外径在 152mm 以上的立柱和横梁均应采用普通碳素结构钢（Q355）热轧无缝钢管，并符合《结构用无缝钢管》（GB/T8162-2018）的规定，特殊规定除外。标志立柱柱帽和横梁帽采用普通碳素结构钢板，板厚一般采用 10mm。

标志制作：（1）标志底板应根据设计尺寸在工厂进行加工成型，并根据设计文件的要求进行加固、拼接、冲孔、卷边。对于铝板拼接后铆钉痕迹明显的问题，施工中应首先将钉铆处的铝板按铆钉头大小起窝，打入铆钉后，再用砂轮将铆钉头磨平，可以较好地解决铆钉痕迹明显的问题。除面积小的标志外，所有标志边部均须采用铝槽（或角钢）加固处理；（2）加工完成后，标志板应进行脱脂、清洗、干燥等工作。

制作标志版面：（1）标志面的制作应符合下列规定：a.标志反光膜应在干净、无尘土、温度不低于 18℃、相对湿度在 20%～50%的车间内进行粘贴，标志反光膜的逆反射性能应符合设计文件的要求；b.版面的形状、箭头、编号、图形、边框及所采用的汉字、阿拉伯数字、英文字母及隔音符号应严格按照设计文件及相应规范的规定执行；c.反光文字符号应采用电脑刻绘机来完成。标志底膜应在专用的真空热敏压贴机或连续电动滚压膜机上完成贴膜，文字符号一般采用转移膜法粘贴；d.反光膜应尽量减少拼接，任何字符不允许拼接，标志板的长度或宽度小于反光膜产品的最大宽度时，底膜不应有拼接缝，当不能避免接缝时，应使用反光膜；在粘贴底膜时，横向不宜有拼接，竖向拼接时上膜须压接下膜，压接宽度不应小于 5mm，当采用平接时，其间隙不应超过 1mm。距标志板边缘 50mm 之内,不得有拼接；e.对于接缝处反光膜易产生锯齿形裂缝的问题，在贴膜后，在反光膜自行裂开前先后在铝板接缝处把反光膜人为断开成一条直线，可以得到较好解决。（2）包装、贮存及运输标志面时，应符合下列规定；a.贴上反光膜的标志板应用保护纸进行分隔，并应存放在室内干燥的地方。标志可以分层贮存，但应用发泡胶把两块标志分隔。标志也可以竖立贮存以减少压力，一些小标志可以悬挂贮存；b.标志面应有软衬垫材料加以保护，以免搬运中受到刻划或其它损伤。

制作结构件及防腐处理：（1）所有钢构件的钻孔、冲孔、焊接均应按《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）和设计文件的要求在防腐处理之前完成；（2）所有标志牌构件均应作金属防腐处理，一般可采用热浸镀锌处理，其防腐层质量应符合《公路交通工程钢构件防腐技术条件》（GB/T 18226-2015），其中采用浸镀锌处理时，热浸镀锌量应满足以下规定：①标志底板、滑槽、立柱、横梁、法兰盘等大型构件，其镀锌量不低于 600g/m²；②抱箍、紧固件等小型构件，其镀锌量不低于 350g/m²。

5.2.2 标志反光膜要求

本工程全线主线警告、禁令标志采用 V 类反光膜，全线指路标志、收费站标志等采用《道路交通反光膜》（GB/T 18833-2012）中的 IV 类反光膜，高速公路指路标志反光膜颜色采用绿底白字，普通道路指路标志反光膜采用蓝底白字（除入口预告标志外），除特殊注明外标志反光膜颜色均参照 GB5768.2-2022。

反光膜必须具备良好的耐候性，必须提供符合 GB/T18833-2012《道路交通反光膜》中加速老化 1800 小时的耐候性检测报告，同时提供国内或国外实际三年户外老化的检测报告。反光膜厂家应能提供质量担保清单和电子防伪长期质量担保合同，V 类、IV 类提供不低于十年的质量担保，具体担保内容如下：在担保期内，标志牌不出现气泡、褶皱、褪色、粉色，V 类反光膜的逆反射系数保留值不低于初始值的 80%，IV 类反光膜的逆反射系数保留值不低于初始值的 70%。

标志、视线诱导标等设施所采用的反光膜在施工前应依据 GB/T18833-2012 作细致的检测和试验。

5.2.3 标志安装

标志定位与基础浇筑：（1）所有交通标志均应按设计文件的要求确定设置位置，并应与管理单位充分协调，特别应注意对中央分隔带和路侧的通信、电力管道的保护；（2）标志基础的地基承载力应满足设计文件的规定，并不得小于 150kpa。基础的施工应符合《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）的规定，浇筑混凝土时，应注意准确设置地脚螺栓和底座法兰盘；（3）水泥混凝土基础：符合现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的有关规定。

标志安装：（1）基础混凝土应一次性浇筑，并且必须保证基础法兰盘安装的水平度及垂直度，混凝土浇注完成后，法兰盘表面应擦拭干净，不得有混凝土或其它异物，基础法兰盘以上的螺栓部分涂上黄油后包扎好，防止碰坏丝扣。立柱必须在基础混凝土强度达到设计强度的 80%以上时才能安装；（2）标志板与铝合金龙骨的连接、龙骨与支架连接应牢固,铝合金板面应作折边处理。标志板安装到位后，应进行板面平整度和安装角度的调整；（3）柱式标志板内边缘距路肩边缘的距离不得小于 25cm，悬臂式、附着式标志板的下边缘与路面的垂直距离应满足净空 5.5 米高度要求；（4）粘贴反光膜时应采用车间施工的方法，必须保证标志底板洁净干燥，否则因标志板尺寸较大、反

光膜等级较高、质胶脆，很容易出现气泡，对于已形成的气泡，可分别采取抽吸烫、修补等处理措施。设计在“充分满足功能要求并适当考虑美观”的前提下，以构建“畅、安、舒、美”公路交通环境为中心，把公路安全生命防护和服务水平放在更加突出的位置，努力提高文明公路安全水平。本项目安全设施的设计方案，根据路线平纵面指标、区域路网、平面交叉口情况等综合因素，进行安全设施总体方案设计。

5.2.4 施工注意事项

（1）标志板与活动槽钢等加固件的连接，在保证强度和保持板面平整及不影响粘贴反光膜的前提下，可采用铆接或点焊方式。

（2）所有标志结构均不得侵犯公路的净空范围。埋设在路侧的标志基础，埋置时，施工后应注意与路基边缘距离的关系，基础只能在砼达到设计强度后才允许安装上部立柱和板面等结构；

（3）为减少标志板面对驾驶员产生的眩光，路侧和悬空设置的标志应按标准要求由水平轴或垂直轴方向旋转一定角度。

（4）标志板的技术要求参见规范 GB/T23827-2021。

（5）实体标记采用压敏型高强级反光膜，粘贴应保证 10 年以上不脱落。

（6）交通标志板的四个角均应按设计图纸或规范要求的尺寸倒圆角，圆角半径参照版面设计或 GB5768.2-2022。

（7）交通标志管理防伪管理标签尺寸为 10×15cm，粘贴于标志立柱上，材料为微棱镜结构柔性超强级反光膜制作，其反光性能应满足 GB/T18833-2012 中 IV 类膜的逆反射系数要求，并由原厂提供质保。

（8）立柱、横梁、版面等各构件材质和应符合道路交通标志板及支撑件（GB/T23827-2021）等相关规范、标准的要求。

（9）路侧设置的柱式标志，标志板内缘距土路肩边缘距离不应小于 25cm；悬臂式标志、门架式标志，标志板下缘距路面的净空高度不得小于 5.5m。

（10）交通标志在施工时，一般宜按设计图纸确定的位置桩号进行埋设。但可视具体情况在前后适当挪动，以错开不良埋设地点。

（11）当标志版面内容与实际情况有出入时，应根据实际情况予以调整。

5.3 标线

5.3.1 标线材料要求

热熔反光型标线：

涂料中应含 30%以上的玻璃珠，施工时涂布涂层后立即将玻璃珠撒布在其表面，密度应为 1.8~2.3g/cm³，反光型软化点为 90~125℃，突起型软化点应≥100，干燥后应无皱纹、斑点、起泡、裂纹、脱落、粘胎现象，其涂料的色品坐标和亮度因数应符合规范 JT/T280-2004 中相关的规定，逆反射亮度系数应不低于《公路工程质量检验评定标准》JTG/F80-2017 中非雨夜反光标线 III 级的要求。

5.3.2 交通标线施工要求及注意事项

- （1）铺设标线的路面表面需用高压气枪清除灰尘，碎石等，保证路面清洁干燥，无需下涂剂；
- （2）反光标线玻璃珠应撒布均匀，附着牢固，反光均匀；
- （3）标线线形应流畅，与道路线形相协调，曲线圆滑，不允许出现折线；
- （4）标线使用抗滑材料，抗滑性能不低于所在路段路面的抗滑性能；
- （5）对需重划的现状标线进行清除，采用打磨清除法，通过打磨型标线清除机，对现状标线进行清除，清除后的标线与路面齐平；
- （6）质保期：标线使用寿命不低于 3 年。

5.3.3 标线验收要求

- （1）标线设计应符合《道路交通标志和标线第三部分：道路交通标线》（GB5768.3-2009）要求；
- （2）使用的标线材料应符合《路面标线涂料》（JT/T280-2004）要求。
- （3）标线应具有良好的视认性，颜色均匀、边缘整齐、线型规则、线条流畅；
- （4）标线涂层厚度应均匀，无明显起泡、皱纹、斑点、开裂、发粘、脱落、泛花；
- （5）反光标线的面撒玻璃珠应均匀，其性能和粒径分布符合《路面标线用玻璃珠》的要求。
- （6）标线实际位置与设计位置的横向允许误差为±30mm；
- （7）标线的宽度允许误差为（0~5）mm

- （8）标线长度以及间断线纵向间距的允许误差符合规范要求；
- （9）其他标线尺寸的允许误差不超过±5%；
- （10）标线设置的角度的允许误差为±3°。
- （11）标线的颜色在规定的使用期限内，不应出现明显的变色。

5.4 视线诱导设施

5.4.1 轮廓标

- （1）轮廓标设置时应依据道路线形布设在行车道两侧作对称排列，采用的反光片均要求采用 V 类。
- （2）附着于各类构造物上的轮廓标的安装, 根据构造物的不同, 正确选择支架和连接件, 按照放样确定的位置进行安装, 安装后, 反射器应尽可能与驾驶员视线垂直，安装高度宜尽量统一。
- （3）交叉口前后150m范围内，轮廓标设置间距加密至8m。

	交叉口工程数量汇总表				
改造方式	规格		数量	单位	备注
新增标志	单柱式(mm)	1000*1000	4	个	
		400*600	5	个	
		△1100	3	个	
	单悬臂(mm)	3000*1800	3	个	
		2(1000*1200)	2	个	
		△1100	3	个	
	附着式(mm)	△1100	1	个	
		R-1000	1	个	
		600*1200	10	个	
		600*800	1	个	
更换版面	3000*1800(mm)		9	个	
迁移标志	单悬臂		4	个	
	单柱式		3	个	
拆除标志	附着式		2	个	
	单柱式		9	个	
	单悬臂		7	个	
标线	热熔标线		650	平米	
视线诱导设施	白色双面反光轮廓标		1040	个	

标线处置一览表			
编号	交叉口名称	信号控制	新增标线
1	彭溪交叉口	有	100
2	峰文交叉口	无	50
3	松垟交叉口	无	50
4	前坪交叉口	无	100
5	村道交叉口	无	100
6	洪坑交叉口	有	
7	泗溪交叉口	无	
8	筱村交叉口	有	
9	三魁交叉口	有	50
10	金狮交叉口	有	
11	村道交叉口	无	100
12	上寮溪交叉口	无	100
合计			650

其他

交通工程

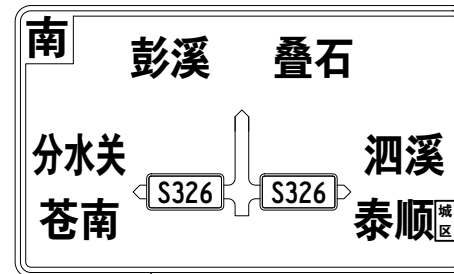
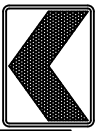
建筑

道路

专业会签

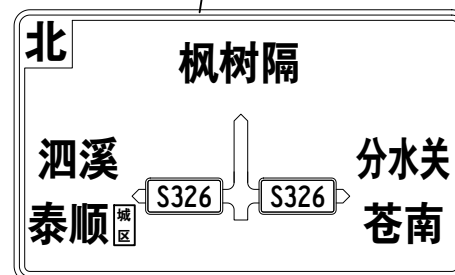


更换版面, 尺寸3000*1800

新设单悬臂, 尺寸3000*1800
位置: 停止线前30m增设线形诱导标400*600, 数量5
位置: 停止线前8m设置, 间距8m。

更换版面, 尺寸3000*1800

拆除不符合规范的急弯警告标志



更换版面, 尺寸3000*1800

拆除重复的附着式指路标志

标线: 修改地面箭头标线
北向被交路增加人行横道线

其他

交通工程

建筑

道路

专业会签



增设交叉口警告标志

位置：停止线前30m



标线：被交路在停止线之前1m增加人行横道线

浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道 桥梁健康监测系统及主要平交口 交安设施提升建设工程	交叉口平面布设图	设计	翟永超	复核	张科	一审	鲍新卫	二审		编号	
				翟永超		张科		鲍新卫			图号	

其他

交通工程

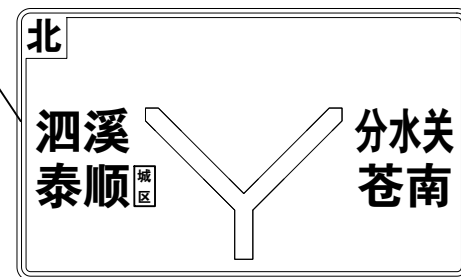
建筑

道路

专业会签

增加合流警告标志

位置：安全岛鼻端前30m



更换版面, 尺寸3000*1800

标线：完善交叉口范围内对向车道线

浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道 桥梁健康监测系统及主要平交口 交安设施提升建设工程	交叉口平面布设图	设计	翟永超	复核	张科	一审	鲍新卫	二审		编号	
				翟永超		张科		鲍新卫			图号	

S2-6

浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道 桥梁健康监测系统及主要平交口 交安设施提升建设工程	交叉口平面布置图	设计	翟永超	复核	张科	一审	鲍新卫	二审		编号	
				翟永超				张科			鲍新卫	



竹下底
→

附着式, 尺寸1000*1400

竹下底
←

附着式, 尺寸1000*1400

标线：完善交叉口进口道70m范围内的纵向减速标线

北

泗溪
泰顺

城区

S326

S326

分水关
苍南

新设单悬臂, 尺寸3000*1800
位置: 停止线前30m

新设单悬臂, 尺寸3000*1800
位置: 停止线前30m

S2-6

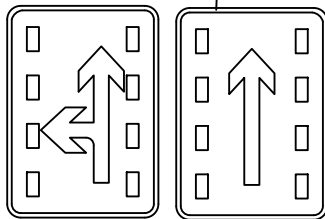
其他

交通工程

建筑

道路

专业会签



新设单悬臂, 尺寸2(1000*1200)
位置: 停止线前30m

浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道 桥梁健康监测系统及主要平交口 交安设施提升建设工程	交叉口平面布置图	设计	翟永超	复核	张科	一审	鲍新卫	二审		编号	
				翟永超		张科		鲍新卫			图号	

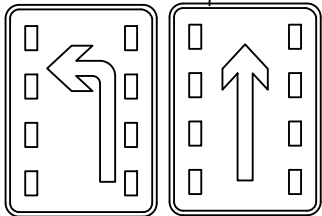
其他

交通工程

建筑

道路

专业会签



新设单悬臂, 尺寸2(1000*1200)
位置: 停止线前30m

浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道 桥梁健康监测系统及主要平交口 交安设施提升建设工程	交叉口平面布设图	设计	翟永超	复核	张科	一审	鲍新卫	二审		编号	
				翟永超		张科		鲍新卫			图号	

其他

交通工程

建筑

道路

专业会签



增加合流警告标志
位置：安全岛鼻端前30m

交叉口告知标志迁移至距停止线60m
分道标志迁移至距停止线30m

综合实践基地删除、
抗日英烈园标志删除



地面对向车道线重画

交叉口警告标志，人行道标志删除

违法抓拍标志附着在分道标志的右侧

多余杆件拆除

村庄名称指示标志拆除

绿化岛内植物高度降低，保证交叉口视距

停车让行标志删除

浙江数智交院科技股份有限公司
泰顺县326省道、220省道
桥梁健康监测系统及主要平交口
交安设施提升建设工程

交叉口平面布设图

设计

翟永超
翟永超

复核

张科
张科

一审

鲍新卫
鲍新卫

二审

编号
图号

S2-6

其他

交通工程

建筑

道路

专业会签



浙江数智交院科技股份有限公司	泰顺县326省道、220省道 桥梁健康监测系统及主要平交口 交安设施提升建设工程	交叉口平面布设图	设计	翟永超	复核	张科	一审	鲍新卫	二审		编号	
				翟永超		张科		鲍新卫			图号	

标线：不可跨越对向车道线从隧道出口延长至被交路交叉口平铺转角位置



交叉口停止线前50m
增加交叉口警告标志



交叉口停止线前50m
增加交叉口警告标志

拆除此处限速标志

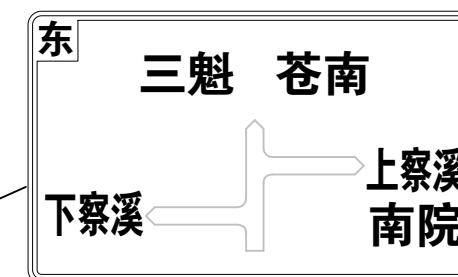


交叉口停止线前30m
增加交叉口警告标志

禁止超车解除标志旁
附着限速标志

标线：不可跨越对向车道线从隧道出口延长至交叉口
完善交叉口进口道70m范围内的纵向减速标线

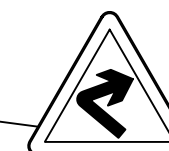
拆除不符合规范的急弯警告标志



更换版面,尺寸3000*1800



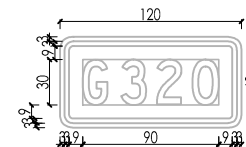
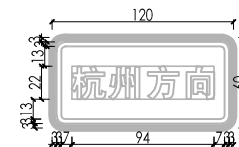
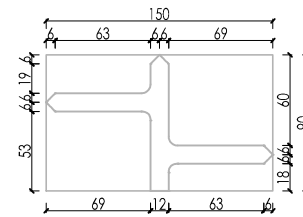
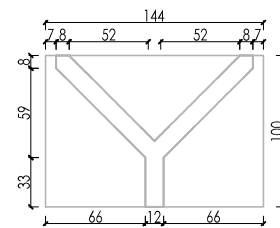
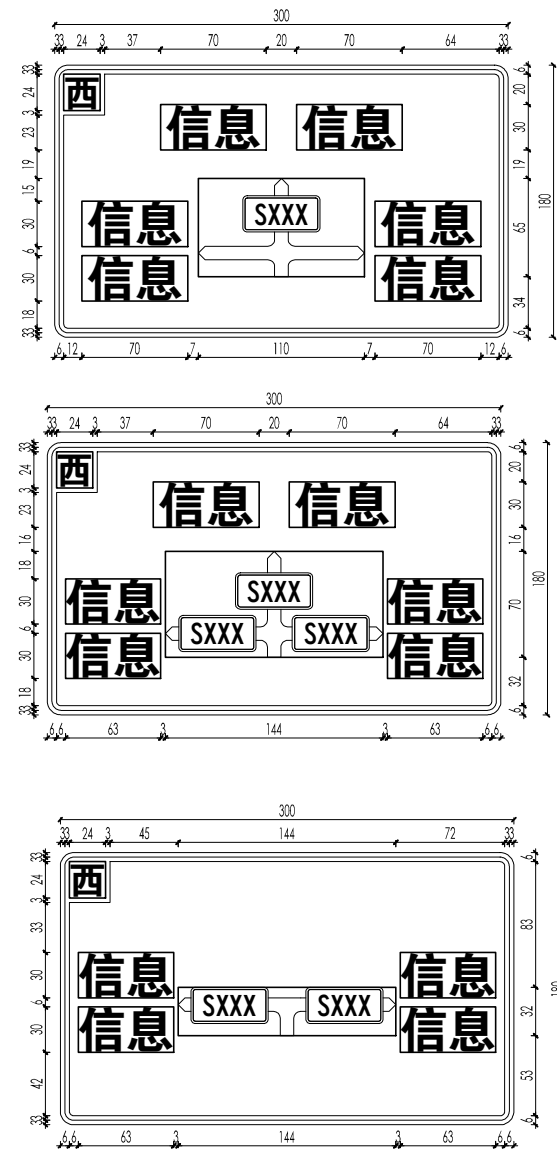
交叉口告知更换版面, 尺寸3000*1800
单悬臂警告标志与单悬臂交叉口
告知标志位置互换

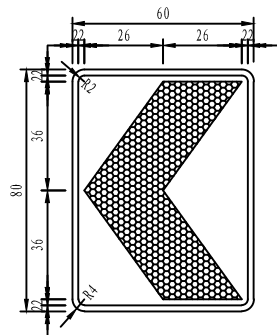


单悬臂警告标志增加附着急弯警告标志

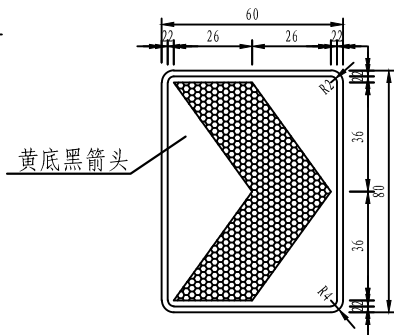
交叉口告知标志版面破损,
更换版面, 尺寸3000*1800

标线：完善交叉口进口道70m范围内的纵向减速标线

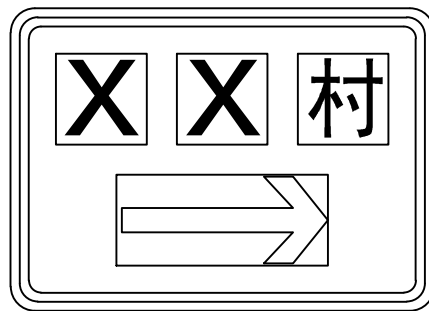




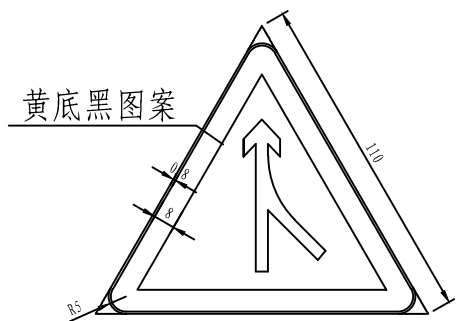
比例 1:20



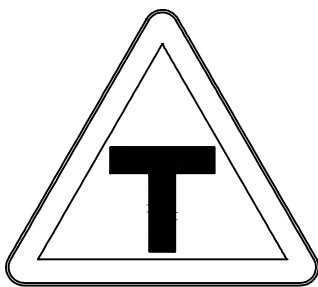
比例 1:20



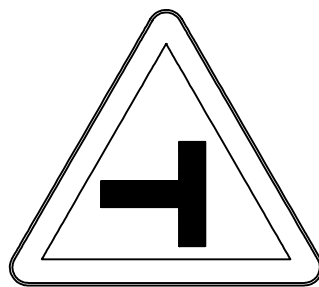
人行横道



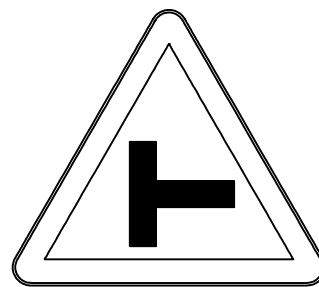
比例 1:20



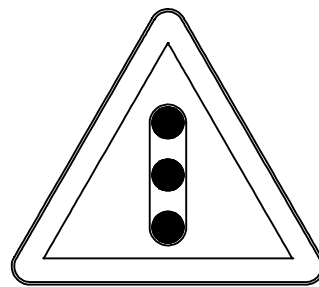
警1-g 交叉路口



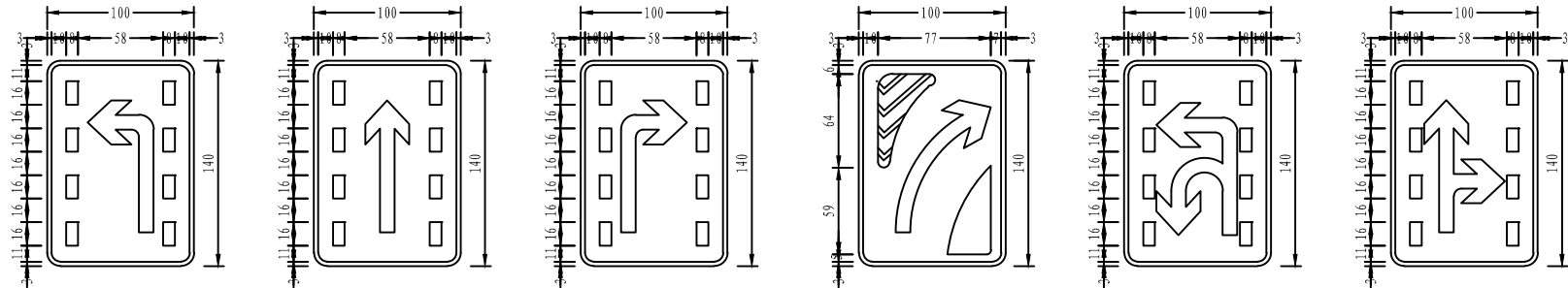
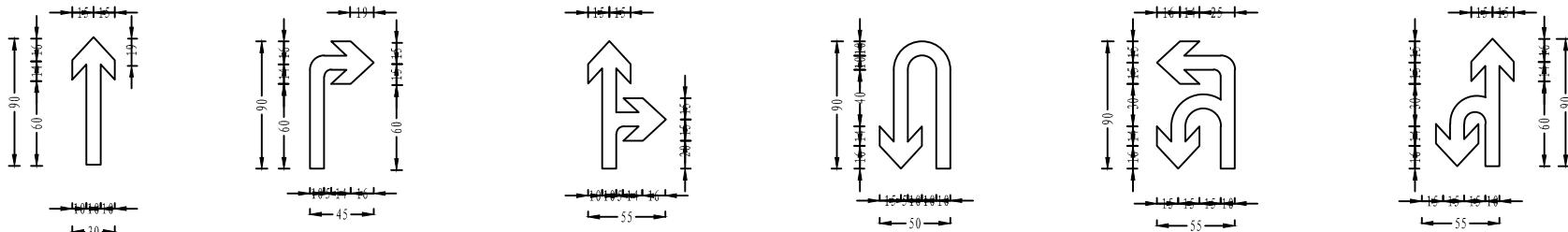
警1-h 交叉路口

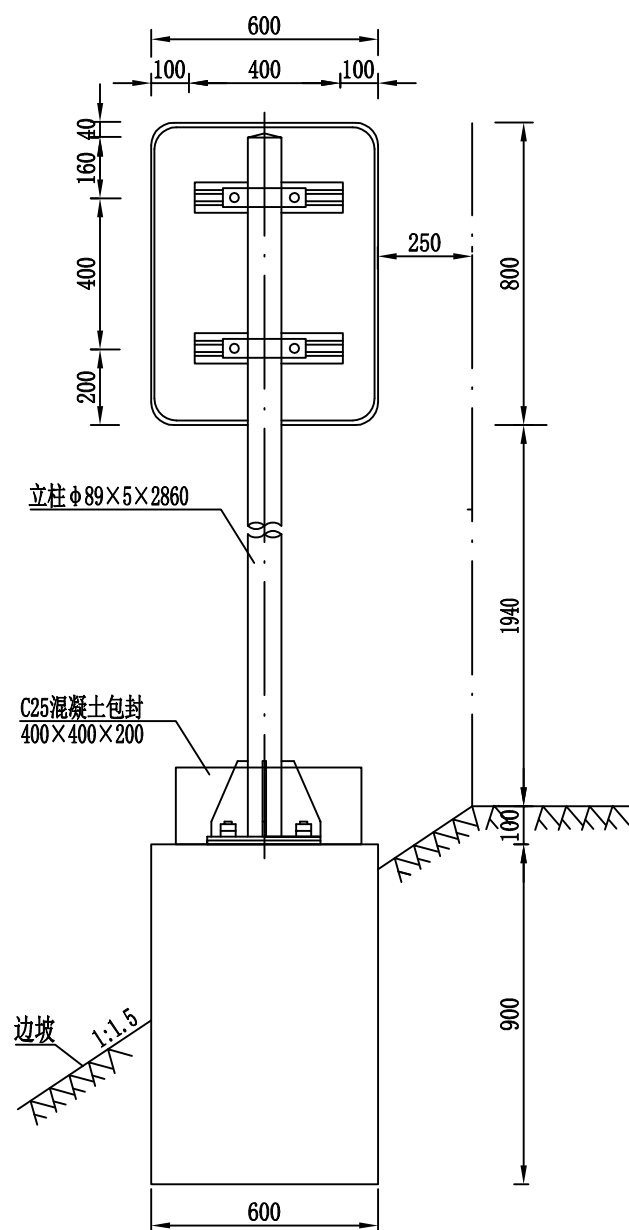


警1-i 交叉路口



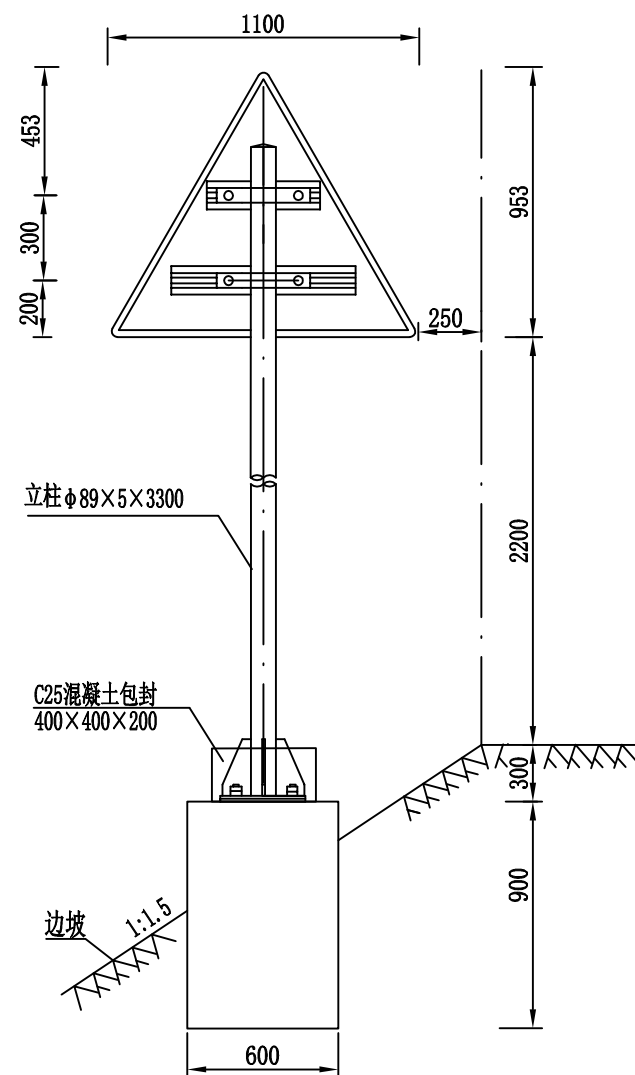
警14 注意信号灯

其他												
交通工程	 车道指示牌大样图  箭头大样图 注： 1. 本图尺寸单位以cm计； 2. 比例为1:40。 3. 除特别注明外，标志版面颜色、字体、图案执行GB5768相关规定。											
建筑												
道路												
专业会签												
浙江数智交院科技股份有限公司 泰顺县326省道、220省道 桥梁健康监测系统及主要平交口 交安设施提升建设工程 标志版面设计图 设计 翟永超 翟永超 复核 张科 张科 一审 鲍新卫 鲍新卫 二审 编号 图号 S2-7												



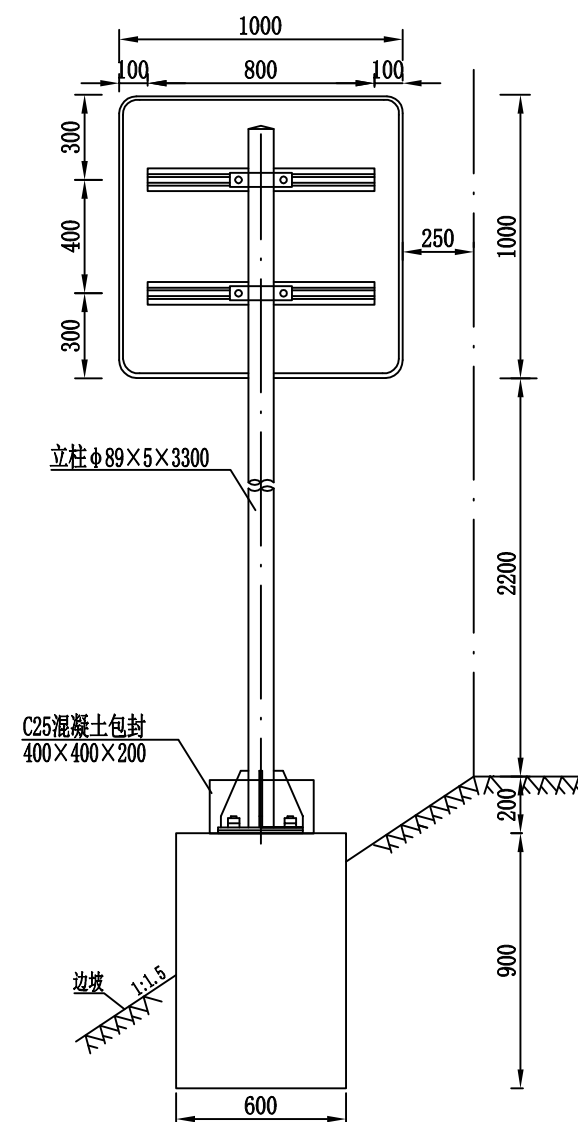
标志结构立面图 (1:20)

600×800mm



标志结构立面图(1:30)

$\triangle 1100\text{mm}$



标志结构立面图(1:30)

$\phi 1000$

说明:

- (1) 本适用于路基段标志设置, 尺寸单位以mm计。
- (2) 标志板与滑动槽铝采用铝合金铆钉连接, 板面上的铆钉应打磨平滑;
- (3) 标志板边缘应作角铝加固处理;
- (4) 所有钢构件除特殊说明外均采有Q235钢制作, 立柱顶部加柱帽;
- (5) 标志与立柱采用铝槽连接;
- (6) 标志处理挖方路段时, 应设在边沟外侧, 立柱长度可相应调整。

单柱式标志材料数量表 600×800mm

材料名称	规格(mm)	单件重(kg)	件数(件)	重量(kg)	备注
标志板	600×800×2	2.585	1	2.585	*
钢管立柱	φ89×5×2860	29.63	1	29.63	
	φ114×4.5×1600	19.44	1	19.44	桥梁段
角铝	25×20×3×2700			1.04	*
滑动槽铝	70×18×4×400	0.52	2	1.04	*
抱箍	360×50×5	0.714	2	1.429	*
抱箍衬底	220×50×5	0.437	2	0.874	*
滑动螺栓	M12.0×45	0.076	4	0.304	*
螺母	M12.0	0.036	4	0.143	*
垫圈	M12.0×2	0.003	4	0.011	*
底座加劲肋	100×200×10	1.138	4	4.55	
加劲法兰盘	300×300×10	7.065	1	7.065	
立柱帽	φ97×3×50	0.58	1	0.58	*
反光膜	V类		0.768m ²		*

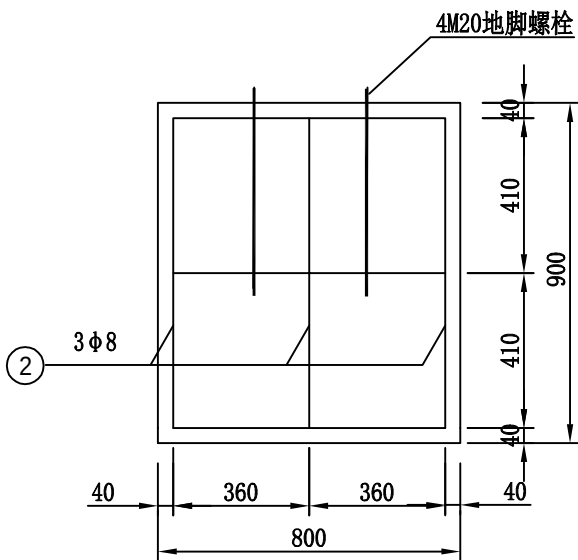
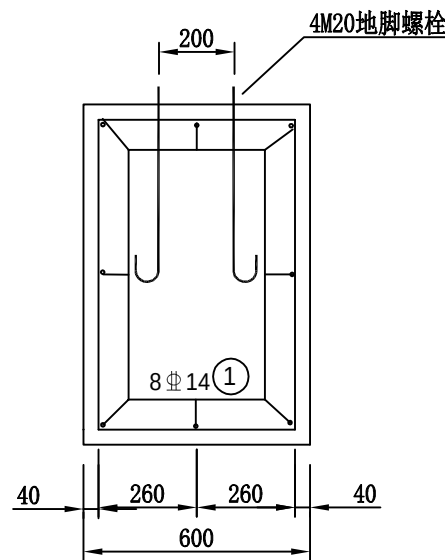
单柱式标志材料数量表 $\Delta 1100\text{mm}$

材料名称	规格(mm)	单件重(kg)	件数(件)	重量(kg)	备注
标志板	△1100×2	3.08	1	3.08	*
钢管立柱	Φ89×5×3300	34.188	1	34.188	
	Φ114×4.5×1600	19.44	1	19.44	桥梁段
角铝	25×20×3×3300			1.27	*
滑动槽铝	70×18×4×550	0.715	1	0.715	*
	70×18×4×800	1.04	1	1.04	*
抱箍	492.8×50×5	0.973	2	1.946	*
抱箍衬底	276.4×50×5	0.546	2	1.092	*
滑动螺栓	M12.0×45	0.076	4	0.304	*
螺母	M12.0	0.036	4	0.143	*
垫圈	M12.0×2	0.003	4	0.011	*
底座加劲肋	100×200×10	1.138	4	4.55	
加劲法兰盘	300×300×10	7.065	1	7.065	
立柱帽	Φ97×3×50	0.58	1	0.58	*
反光膜	V类		0.838m ²		*

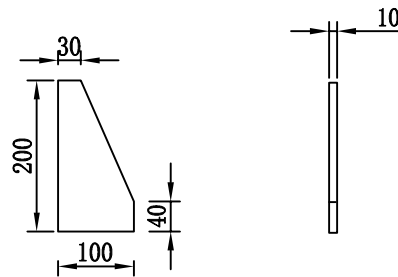
单柱式标志材料数量表 1000×1000mm

材料名称	规格(mm)	单件重(kg)	件数(件)	重量(kg)	备注
标志板	1000×1000×2	5.43	1	5.43	*
钢管立柱	φ89×5×3300	34.188	1	34.188	
	φ114×4.5×2000	24.3	1	24.3	桥梁段
角铝	25×20×3×3140			1.2	*
滑动槽铝	70×18×4×800	1.04	2	2.08	*
抱箍	360×50×5	0.714	2	1.429	*
抱箍衬底	220×50×5	0.437	2	0.874	*
滑动螺栓	M12.0×45	0.076	4	0.304	*
螺母	M12.0	0.036	4	0.143	*
垫圈	M12.0×2	0.003	4	0.011	*
底座加劲肋	100×200×10	1.138	4	4.55	
加劲法兰盘	300×300×10	7.065	1	7.065	
立柱帽	φ97×3×50	0.58	1	0.58	*
反光膜	V类		1.256m ²		*

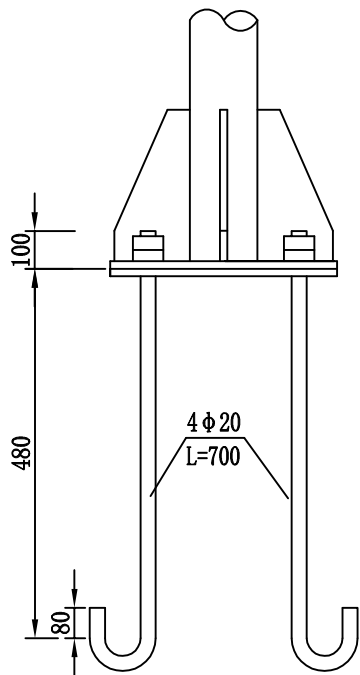
说明：
表中打*的为悬挂式标志材料数量表



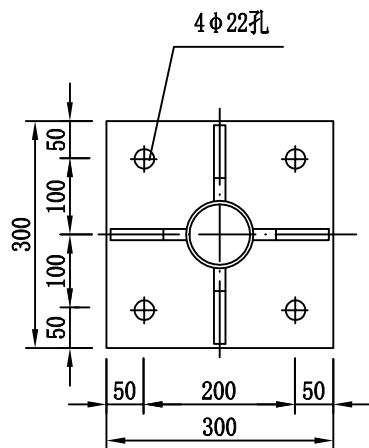
基础配筋图 1:20



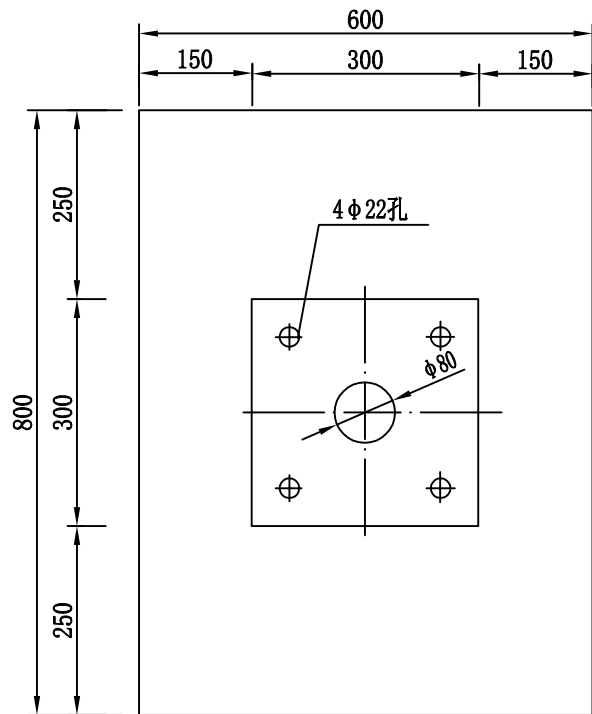
底座加劲肋 1:10



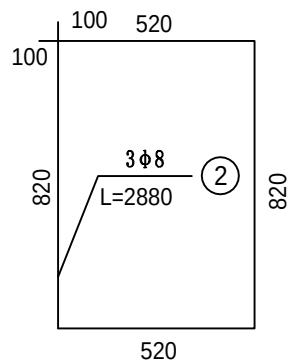
底座连接大样图 1:20



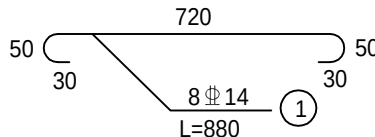
加劲法兰盘 1:10



底座法兰盘 1:10



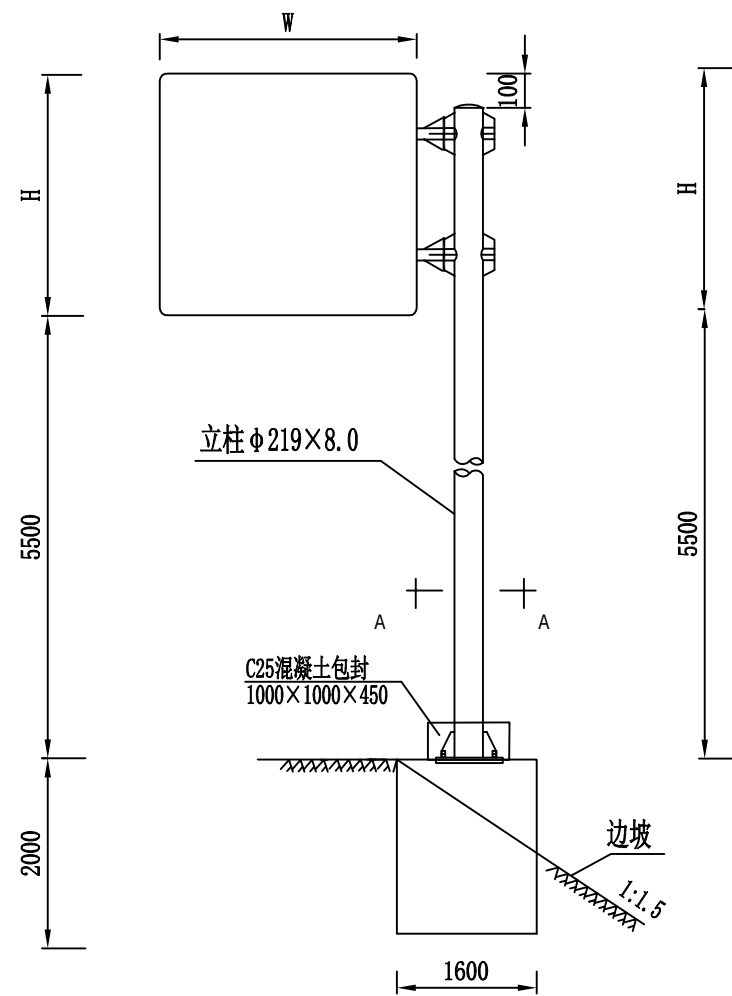
基础箍筋大样图 1:20



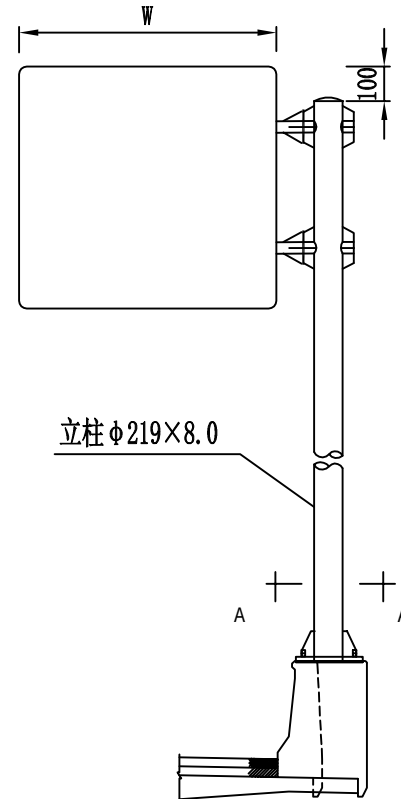
基础主筋大样图 1:20

单柱式标志基础材料数量表

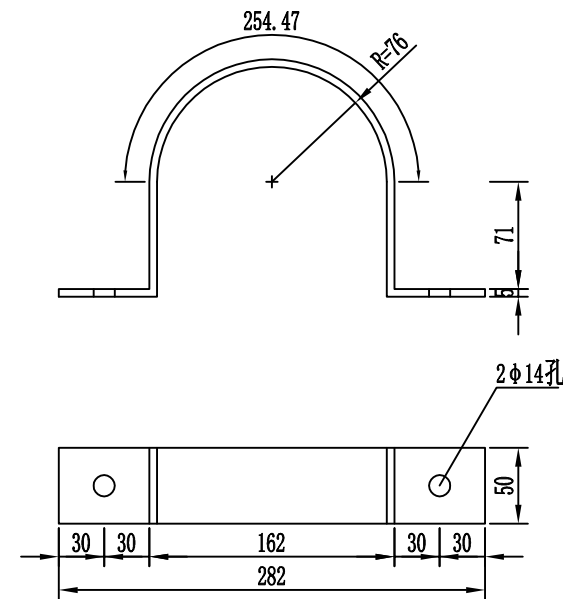
材料名称	规格(mm)	单件重(kg)	件数(件)	重量(kg)	备注
底座法兰盘	300×300×10	7.065	1	7.065	Q235
地脚螺栓	M20×700	1.73	4	6.92	45号钢
螺母	M20	0.09	8	0.72	45号钢
垫圈	M20×4	0.03	4	0.12	Q235
主筋 #14	L=880	1.065	8	8.518	HRB400
箍筋 #8	L=2880	1.14	3	3.42	HPB300
混凝土(m³)	600×800×900	0.432	1	0.432	C25
混凝土包封(m³)	400×400×200	0.032	1	0.032	C25
碎石垫层(m³)	1000×1200×200	0.24	1	0.24	



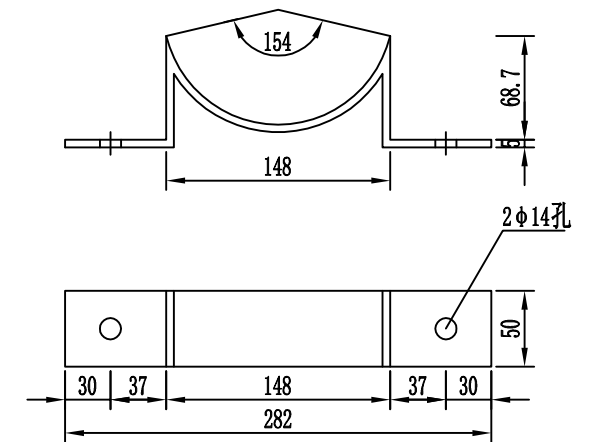
标志立面(路基段) 1:100



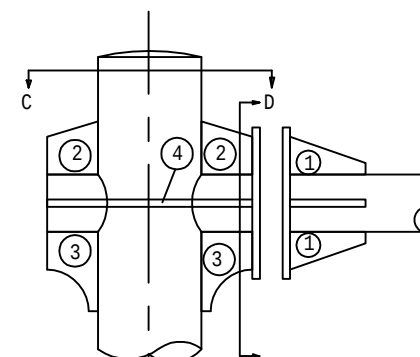
标志立面(桥梁段) 1:100



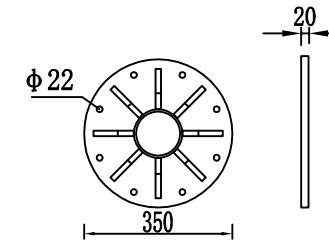
抱箍大样 1:5



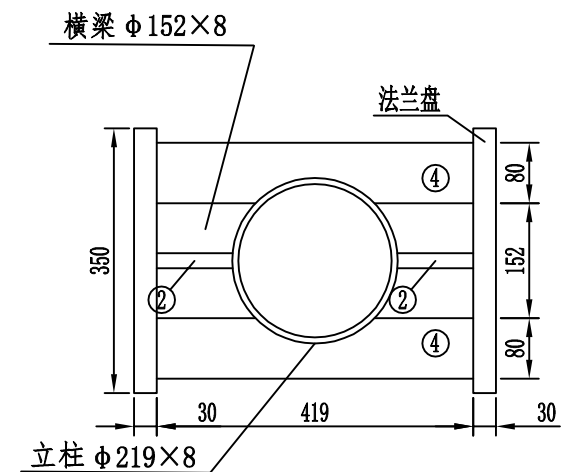
抱箍底衬大样 1:5



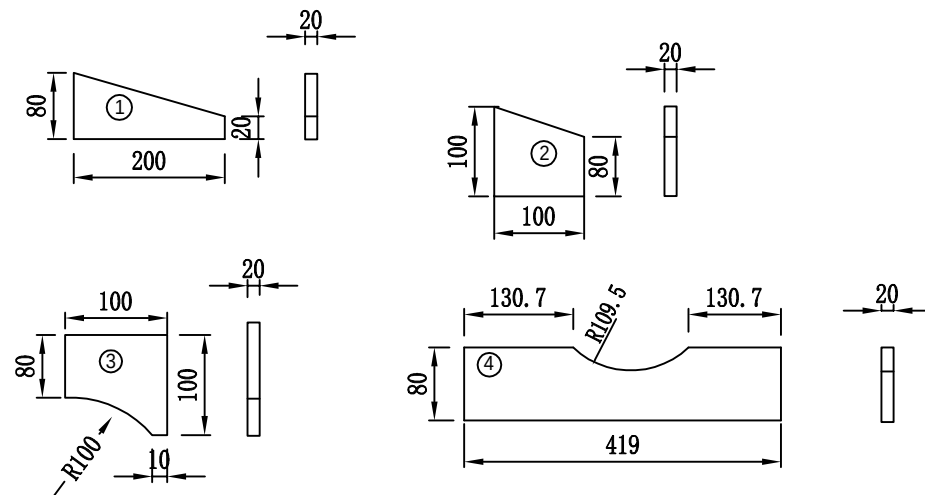
立柱与横梁连接部大样图
1:20



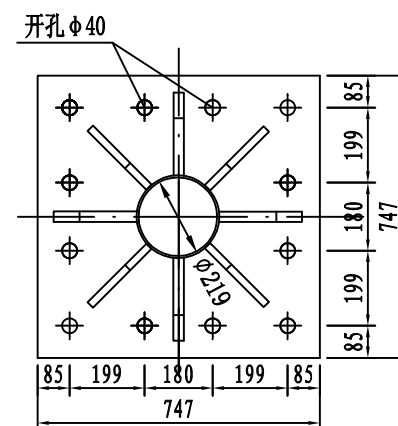
D-D剖面图



C-C剖面 1:10



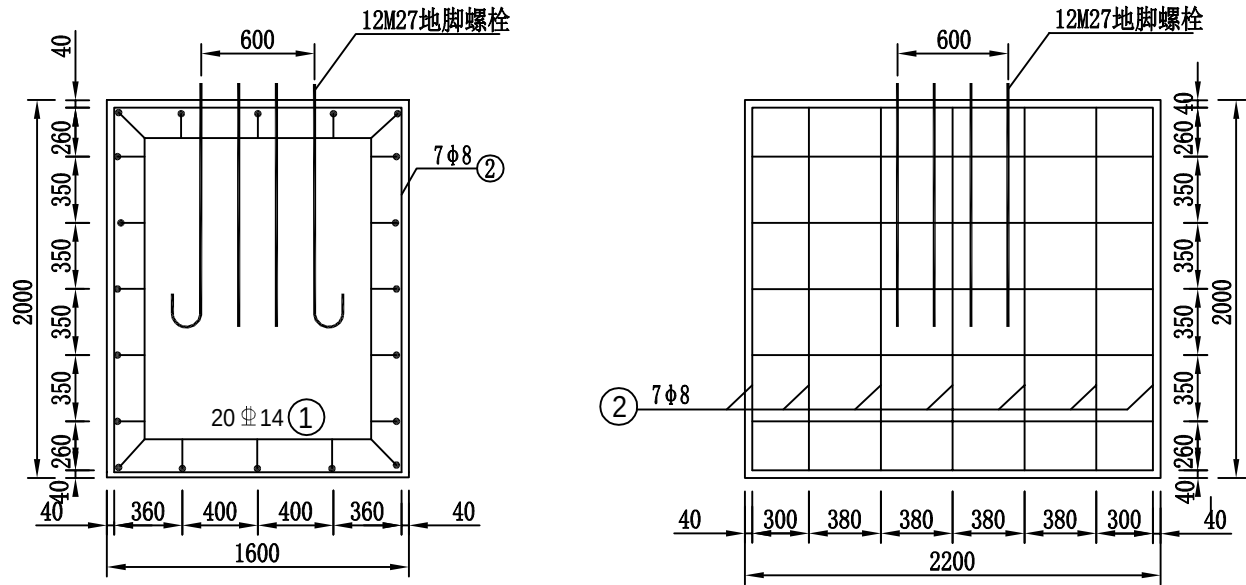
横梁加劲肋大样图1:10



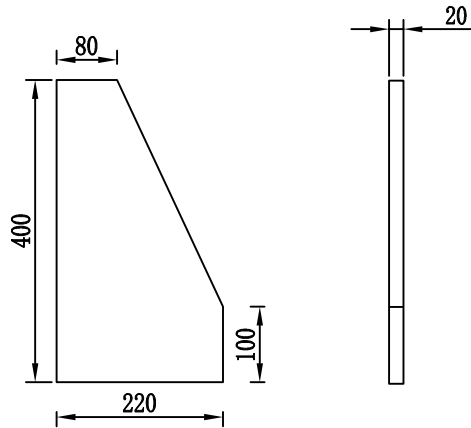
加劲法兰盘(桥梁段)

说明:

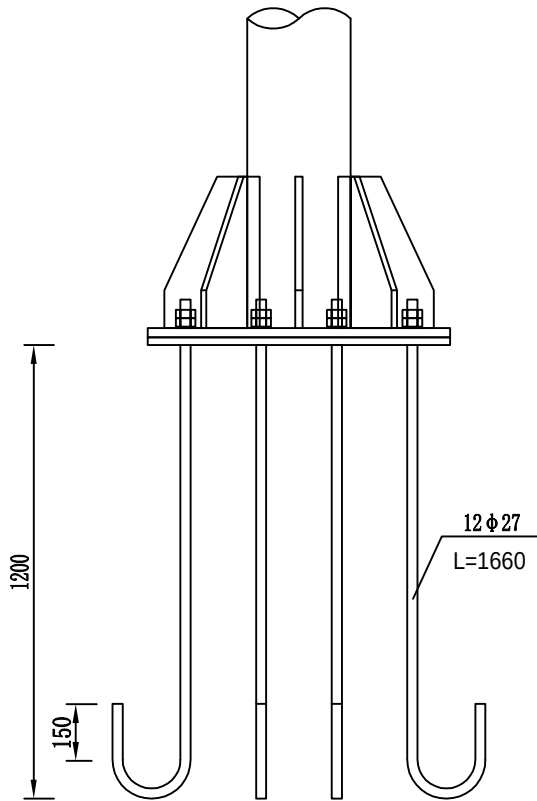
- (1) 本适用于路基段标志设置, 尺寸单位以mm计。
- (2) 标志板与滑动槽铝采用铝合金铆钉连接, 板面上的铆钉应打磨平滑;
- (3) 标志板边缘应作角铝加固处理;
- (4) 所有钢构件除特殊说明外均采用Q235钢制作, 立柱、横梁顶部加柱帽;
- (5) 标志与立柱采用铝槽连接, 立柱与横梁连接时, 先在立柱的相应位置开孔, 将短横梁从孔中穿过后, 焊接横梁法兰盘、横梁加筋肋及孔的边缘, 使短横梁与立柱连为一体。长横梁与短横梁的连接采用螺栓在施工安装, 应采取措施使其保持5cm的向上预拱度;
- (6) 标志处于挖方路段时, 应设在边沟外侧, 对施工过程中破坏的挖方边坡, 应予以修复。
- (7) 标志处于桥梁路段时, 安装前应根据预埋件位置放样杆件立柱高度, 再定制杆件。



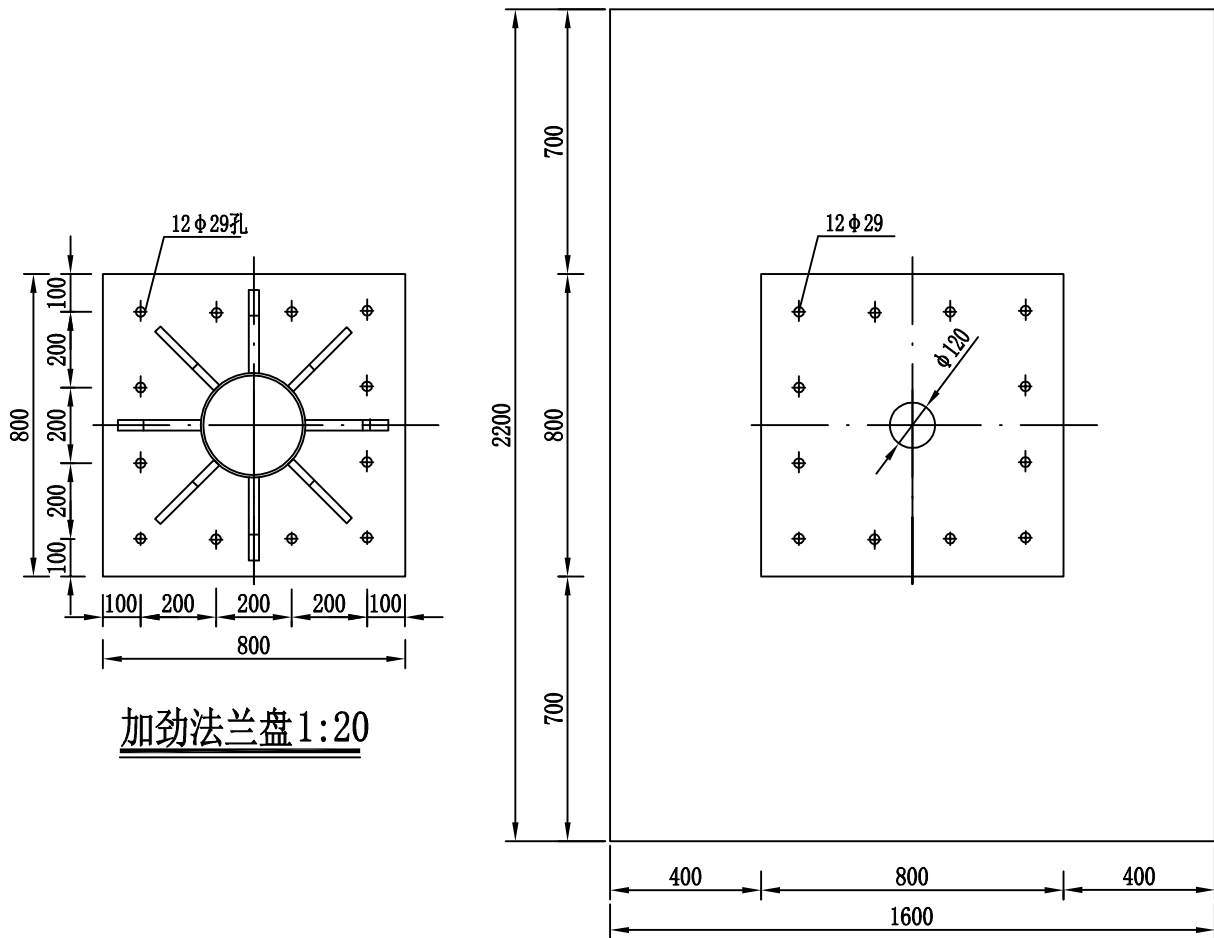
基础配筋图1:40



底座加劲肋1:10

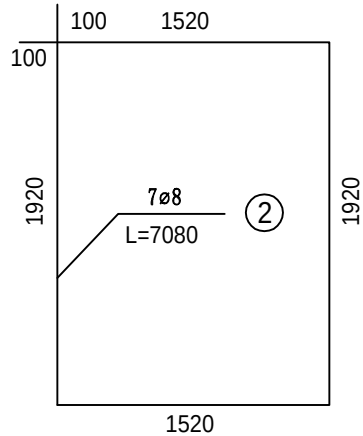


底座连接大样图1:20

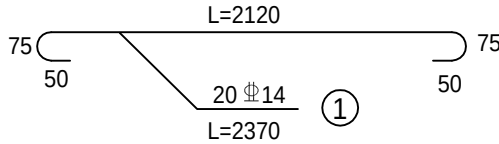


加劲法兰盘 1:20

底座法兰盘 1:20



基础箍筋大样图 1:40

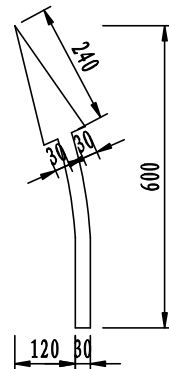
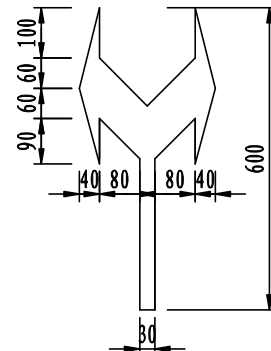
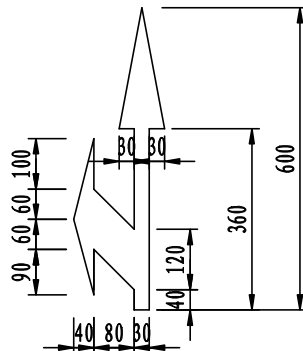
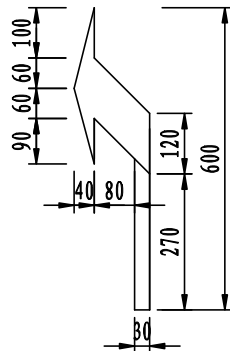
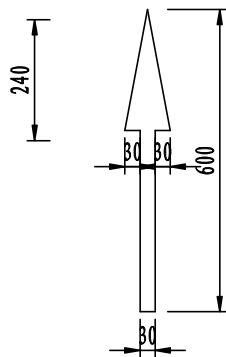


基础主筋大样图 1:40

单悬臂式标志基础材料数量表

材料名称	规格(mm)	单件重(kg)	件数(件)	重量(kg)	备注
底座法兰盘	800×800×20	101.2	1	101.2	Q235
地脚螺栓	M27×1660	7.507	12	90.084	45号钢
螺母	M27	0.314	24	7.548	45号钢
垫圈	M27×3	0.03	24	0.715	Q235
主筋 Φ14	L=2370	2.86	20	57.2	HRB400
箍筋 Φ8	L=7080	2.802	7	19.6	HPB300
混凝土(m³)	1600×2200×2000	7.04	1	7.04	C25
混凝土包封(m³)	1000×1000×450	0.45	1	0.45	C25
碎石垫层(m³)	2000×2600×200	1.04	1	1.04	





导向箭头尺寸图 1:150

- 注：
- 1. 本图尺寸单位以cm计。
 - 2. 导向箭头用白色热熔反光涂料制作。
 - 3. 设计速度大于40km/h，小于100km/h，导向箭头选用6m。

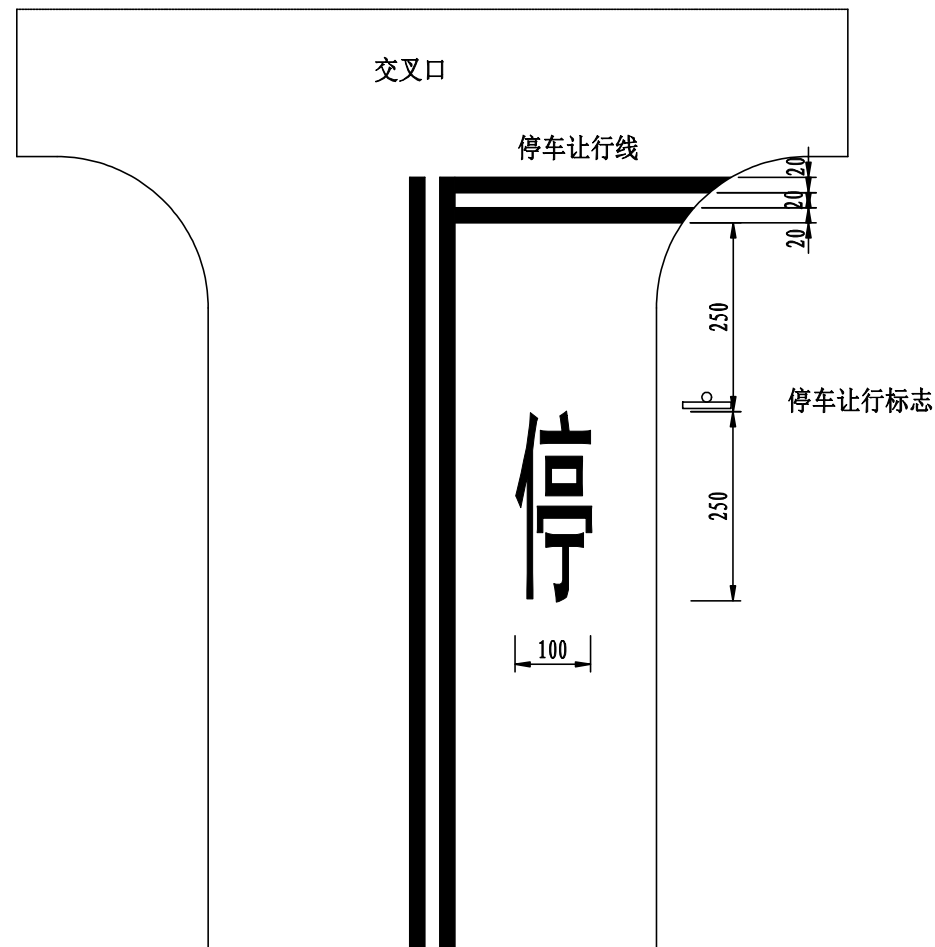
其他

交通工程

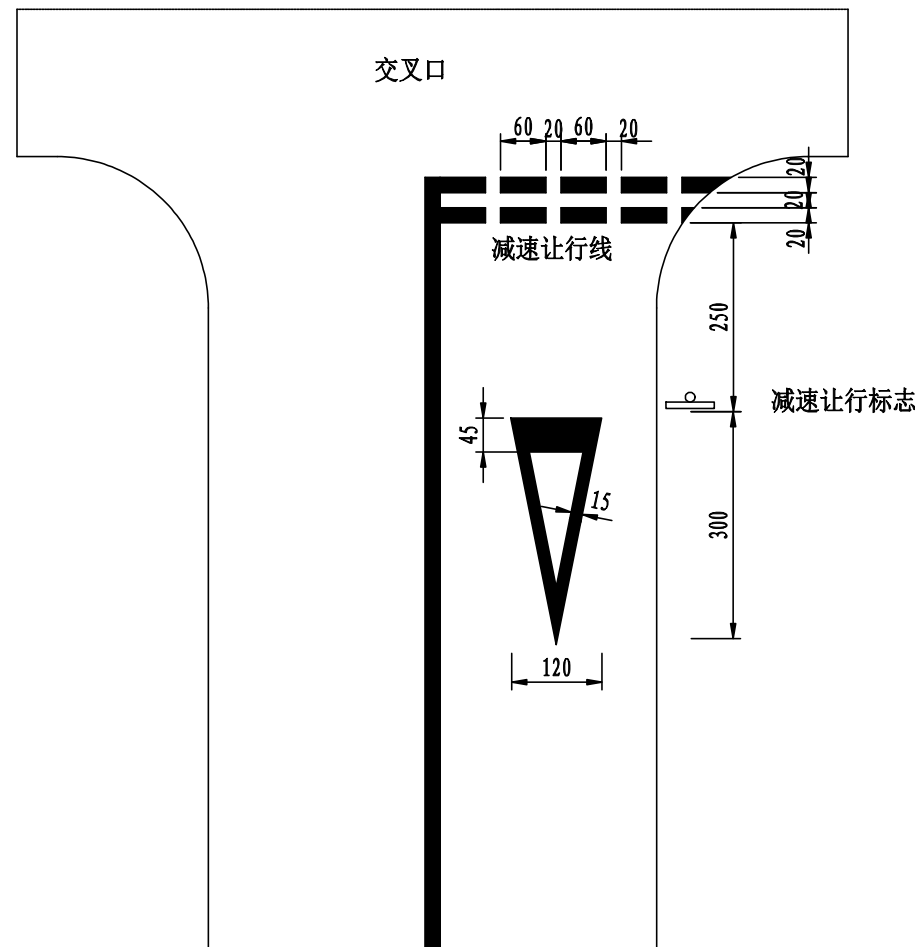
建筑

道路

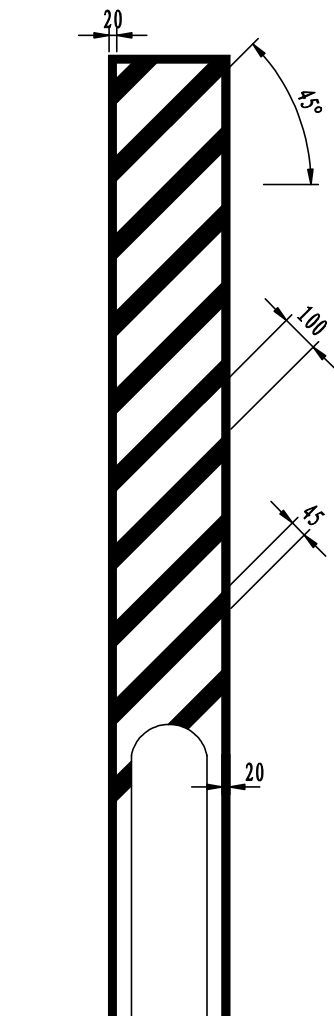
专业会签



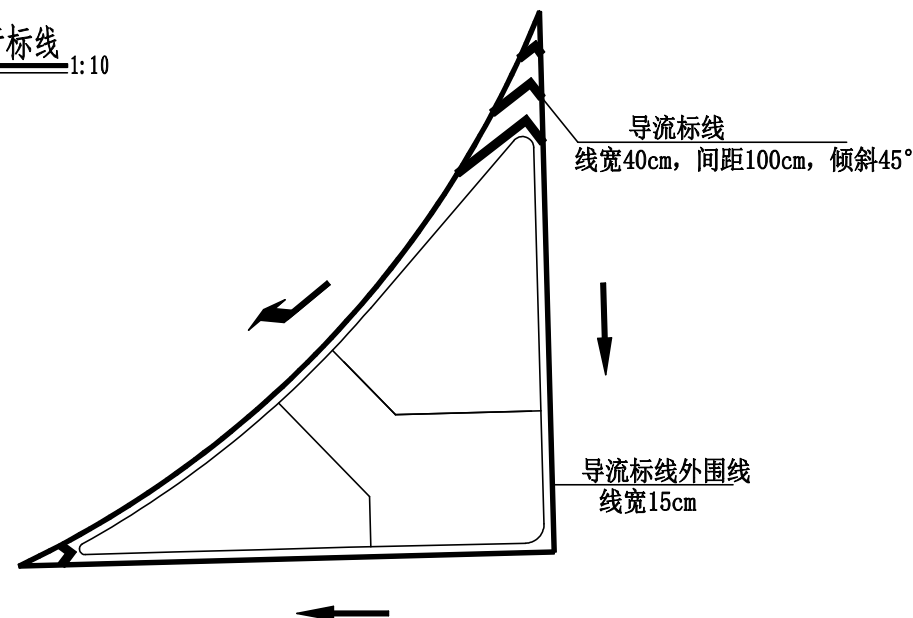
停车让行标线 1:10



减速让行标线 1:10



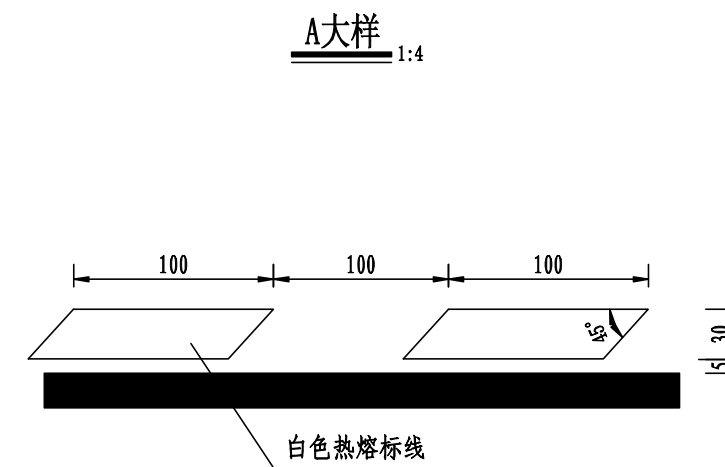
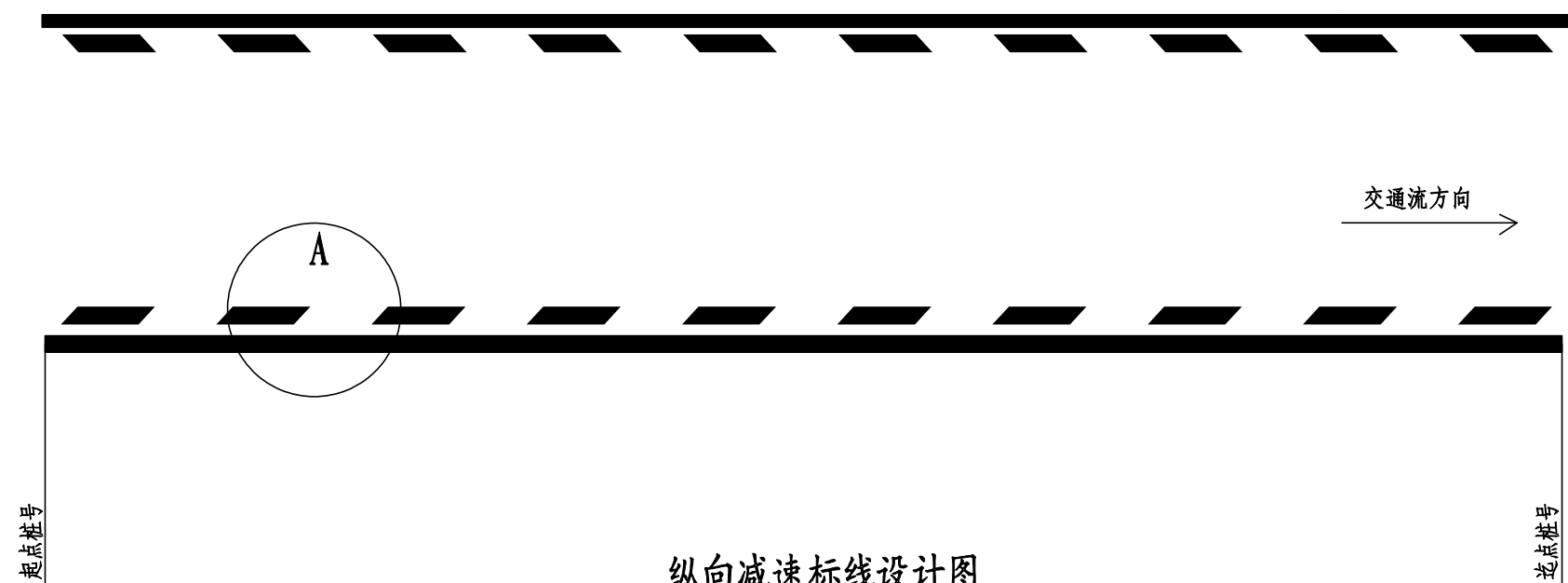
导流标线设计图(一) 1:200



导流标线设计图(二) 1:400

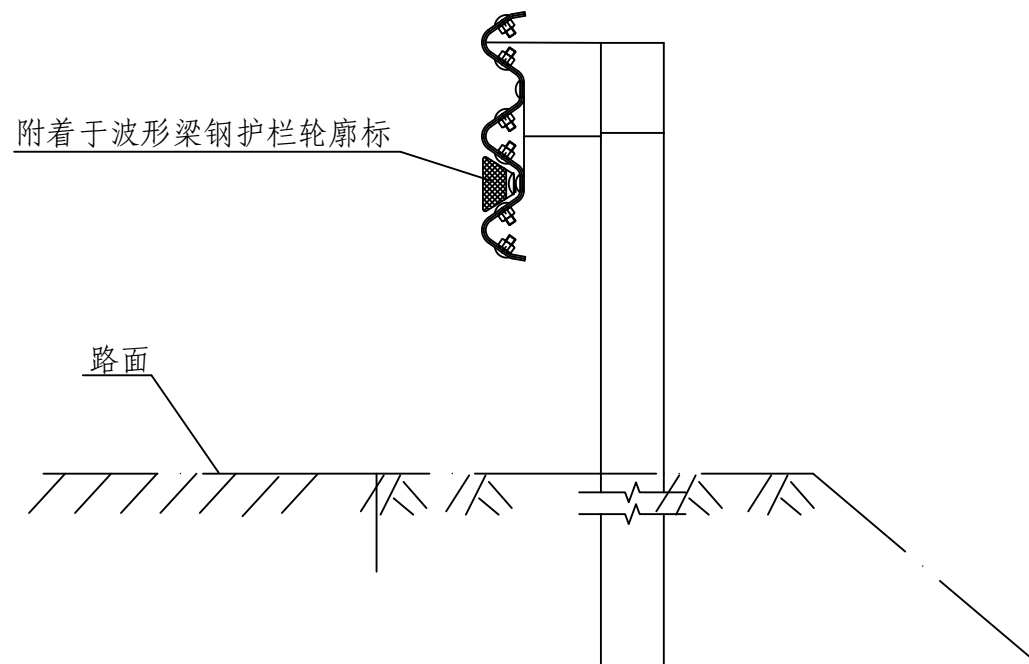
注:

1. 本图尺寸均以厘米计, 比例为1:10;
2. 图中的纵向车道分界线为示意, 减速让行线和停车线的位置应根据实际情况确定, 一般可设在主干道路缘石的延长线位置;
3. 标志设置位置如图所示, 具体位置可根据实际情况或相应的设计图纸确定。

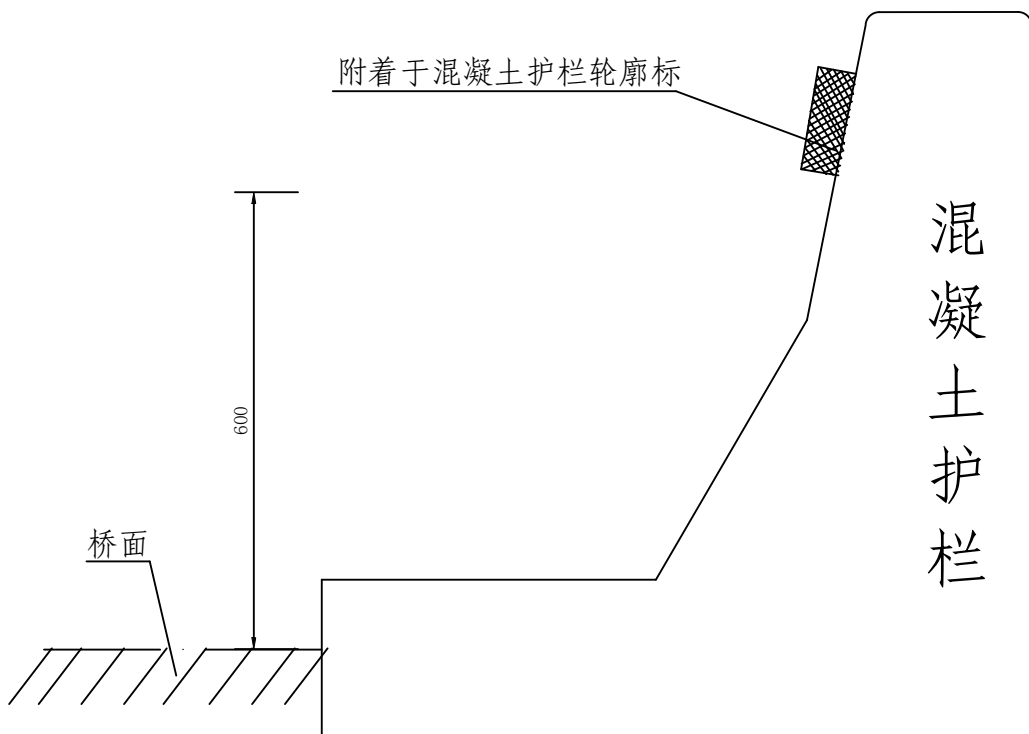


注：
 本图尺寸单位以cm计。
 纵向减速标线设置于：
 1. 交叉口范围内的小半径圆曲线段落；

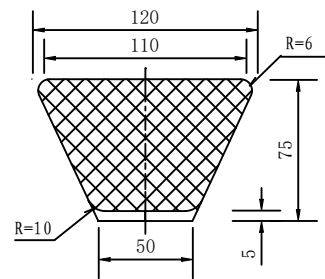
波形梁钢护栏轮廓标布设示意图



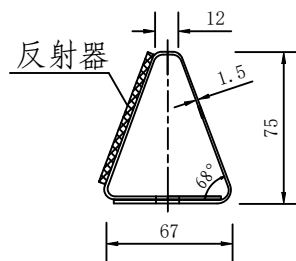
混凝土护栏轮廓标布设示意图



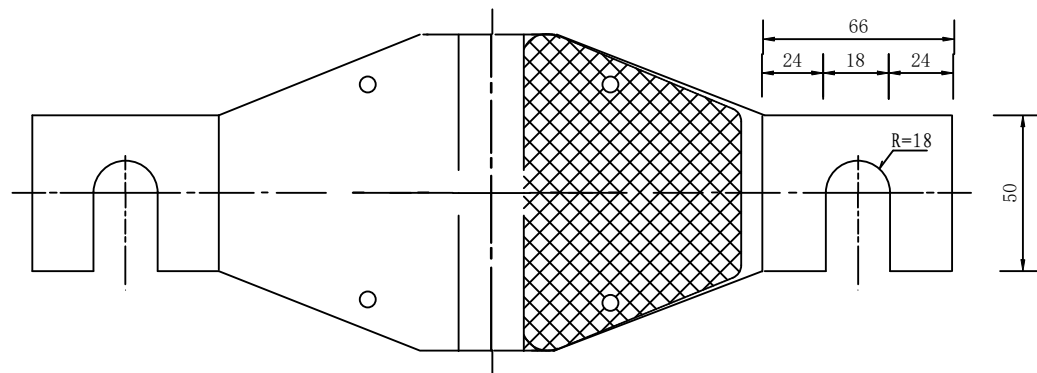
轮廓标正面图 (1: 4)



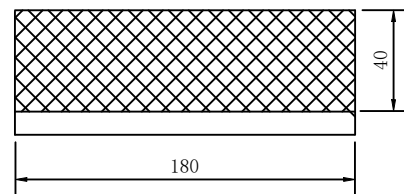
轮廓标侧面图 (1: 4)



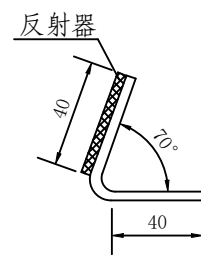
钢护栏式轮廓标展开图



轮廓标正面图 (1: 4)



轮廓标侧面图 (1: 4)



注:

- 1、本图尺寸均以毫米计。
- 2、波形梁钢护栏式轮廓标安装于波形梁护栏中间的槽内，后底板固定在钢护栏的连接螺栓上。
- 3、混凝土护栏轮廓标安装于混凝土护栏侧壁，后底板用锚固螺栓固定。
- 4、轮廓标应连续对称布设，反射器颜色为白色，双面反光。
- 5、轮廓标布设间距由路线曲线半径决定。
- 6、背板表面采用防腐处理。
- 7、本图所示轮廓标为参考使用，可选取其它符合GB5768-2009标准的轮廓标。