

2024年泰州市普通国省道桥梁健康监测系统设计项目

# 施工图设计

第二册 共二册



中交公路规划设计院有限公司  
二零二四年七月 北京

## 2024年泰州市普通国省道桥梁健康监测系统设计项目

# 施工图设计

设计单位：中交公路规划设计院有限公司

工程设计资质证书：综合甲级，A111008611

公路水运工程试验检测机构等级证书：

公路工程桥梁隧道工程专项，交 GJC 桥 039

检验检测机构资质认定证书：CMA，160001073146

项目主管总经理：郭柳

项目负责人：叶志伟 姜世乾

项目主管总工程师：孙志远

项目二审：孙志远 崔莹莹

分项负责人：

徐文城（机电） 崔莹莹（软件） 赵凯（结构）

韩飞杨（数据分析）

参加人员：

王淼（机电） 刘洋（软件） 李小龙（结构）

何秋雨（数据分析）

# 目 录

序号	图 表 名 称	图表号	页数	备注
1	设计说明	SII-01	76	
2	桥梁监测点编号命名规则	SII-02	1	
3	施工图例	SII-03	1	
4	传感器子系统总体拓扑图	SII-04	1	
G328 老通扬运河东大桥				
5	设备布设表	SII-05-01	1	
6	传感器子系统总体布置图	SII-05-02	1	
7	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-05-03	1	
8	竖向位移监测测点布置图	SII-05-04	1	
9	数据采集站布置图	SII-05-05	1	
S334 姜十线航道大桥				
10	设备布设表	SII-06-01	1	
11	传感器子系统总体布置图	SII-06-02	1	
12	竖向位移监测测点布置图	SII-06-03	1	
13	主梁振动监测测点布置图	SII-06-04	1	
14	数据采集站布置图	SII-06-05	1	
S355 姜十线大桥				
15	设备布设表	SII-07-01	1	
16	传感器子系统总体布置图	SII-07-02	1	
17	竖向位移监测测点布置图	SII-07-03	1	
18	主梁振动监测测点布置图	SII-07-04	1	
19	数据采集站布置图	SII-07-05	1	
G344 中庄河大桥				
20	设备布设表	SII-08-01	1	
21	传感器子系统总体布置图	SII-08-02	1	
22	竖向位移监测测点布置图	SII-08-03	1	
23	数据采集站布置图	SII-08-04	1	
G345 马甸大桥				
24	设备布设表	SII-09-01	1	

序号	图 表 名 称	图表号	页数	备注
25	传感器子系统总体布置图	SII-09-02	1	
26	竖向位移监测测点布置图	SII-09-03	1	
27	船舶撞击监测测点布置图	SII-09-04	1	
28	航道监控监测测点布置图	SII-09-05	1	
29	数据采集站布置图	SII-09-06	1	
S229 史堡桥				
30	设备布设表	SII-10-01	1	
31	传感器子系统总体布置图	SII-10-02	1	
32	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-10-03	1	
33	竖向位移监测测点布置图	SII-10-04	1	
34	数据采集站布置图	SII-10-05	1	
S229 茅山河桥				
35	设备布设表	SII-11-01	1	
36	传感器子系统总体布置图	SII-11-02	1	
37	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-11-03	1	
38	竖向位移监测测点布置图	SII-11-04	1	
39	数据采集站布置图	SII-11-05	1	
S231 蚌蜒河大桥				
40	设备布设表	SII-12-01	1	
41	传感器子系统总体布置图	SII-12-02	1	
42	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-12-03	1	
43	竖向位移监测测点布置图	SII-12-04	1	
44	数据采集站布置图	SII-12-05	1	
S231 陈北大桥				
45	设备布设表	SII-13-01	1	
46	传感器子系统总体布置图	SII-13-02	1	
47	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-13-03	1	
48	竖向位移监测测点布置图	SII-13-04	1	
49	数据采集站布置图	SII-13-05	1	

# 目 录

序号	图 表 名 称	图表号	页数	备注
S231 老通扬河大桥				
50	设备布设表	SII-14-01	1	
51	传感器子系统总体布置图	SII-14-02	1	
52	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-14-03	1	
53	竖向位移监测测点布置图	SII-14-04	1	
54	数据采集站布置图	SII-14-05	1	
S232 海河大桥				
55	设备布设表	SII-15-01	1	
56	传感器子系统总体布置图	SII-15-02	1	
57	竖向位移监测测点布置图	SII-15-03	1	
58	船舶撞击监测测点布置图	SII-15-04	1	
59	航道监控监测测点布置图	SII-15-05	1	
60	数据采集站布置图	SII-15-06	1	
G328 老通扬运河西大桥				
61	设备布设表	SII-16-01	1	
62	传感器子系统总体布置图	SII-16-02	1	
63	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-16-03	1	
64	竖向位移监测测点布置图	SII-16-04	1	
65	数据采集站布置图	SII-16-05	1	
S229 唐家庄立交桥				
66	设备布设表	SII-17-01	1	
67	传感器子系统总体布置图	SII-17-02	1	
68	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-17-03	1	
69	竖向位移监测测点布置图	SII-17-04	1	
70	数据采集站布置图	SII-17-05	1	
S506 送水河大桥				
71	设备布设表	SII-18-01	1	
72	传感器子系统总体布置图	SII-18-02	1	
73	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-18-03	1	

序号	图 表 名 称	图表号	页数	备注
74	竖向位移监测测点布置图	SII-18-04	1	
75	数据采集站布置图	SII-18-05	1	
G344 肖家舍大桥				
76	设备布设表	SII-19-01	1	
77	传感器子系统总体布置图	SII-19-02	1	
78	竖向位移监测测点布置图	SII-19-03	1	
79	数据采集站布置图	SII-19-04	1	
G344 海沟河大桥				
80	设备布设表	SII-20-01	1	
81	传感器子系统总体布置图	SII-20-02	1	
82	竖向位移监测测点布置图	SII-20-03	1	
83	船舶撞击监测测点布置图	SII-20-04	1	
84	航道监控监测测点布置图	SII-20-05	1	
85	数据采集站布置图	SII-20-06	1	
G344 洋汉河大桥				
86	设备布设表	SII-21-01	1	
87	传感器子系统总体布置图	SII-21-02	1	
88	竖向位移监测测点布置图	SII-21-03	1	
89	数据采集站布置图	SII-21-04	1	
G523 送水河大桥				
90	设备布设表	SII-22-01	1	
91	传感器子系统总体布置图	SII-22-02	1	
92	竖向位移监测测点布置图	SII-22-03	1	
93	船舶撞击监测测点布置图	SII-22-04	1	
94	航道监控监测测点布置图	SII-22-05	1	
95	数据采集站布置图	SII-22-06	1	
S231 大溪河大桥				
96	设备布设表	SII-23-01	1	
97	传感器子系统总体布置图	SII-23-02	1	



## 目 录

序号	图 表 名 称	图表号	页数	备注
98	竖向位移监测测点布置图	SII-23-03	1	
99	数据采集站布置图	SII-23-04	1	
S231 中长安大桥				
100	设备布设表	SII-24-01	1	
101	传感器子系统总体布置图	SII-24-02	1	
102	竖向位移监测测点布置图	SII-24-03	1	
103	数据采集站布置图	SII-24-04	1	
S506 老通扬运河桥				
104	设备布设表	SII-25-01	1	
105	传感器子系统总体布置图	SII-25-02	1	
106	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-25-03	1	
107	竖向位移监测测点布置图	SII-25-04	1	
108	数据采集站布置图	SII-25-05	1	
S232 竹泓东大桥				
109	设备布设表	SII-26-01	1	
110	传感器子系统总体布置图	SII-26-02	1	
111	竖向位移监测测点布置图	SII-26-03	1	
112	数据采集站布置图	SII-26-04	1	
S232 樊荣大桥				
113	设备布设表	SII-27-01	1	
114	传感器子系统总体布置图	SII-27-02	1	
115	竖向位移监测测点布置图	SII-27-03	1	
116	数据采集站布置图	SII-27-04	1	
S231 卖水河桥				
117	设备布设表	SII-28-01	1	
118	传感器子系统总体布置图	SII-28-02	1	
119	特殊事件抓拍监测测点布置图	SII-28-03	1	
120	竖向位移监测测点布置图	SII-28-04	1	
121	数据采集站布置图	SII-28-05	1	

序号	图 表 名 称	图表号	页数	备注
122	竖向位移监测子系统拓扑图	SII-29	1	
123	结构裂缝监测子系统拓扑图	SII-30	1	
124	特殊事件抓拍、航道监控子系统拓扑图	SII-31	1	
125	主梁振动、船舶撞击监测子系统拓扑图	SII-32	1	
126	图像法动位移监测仪、标靶安装大样图	SII-33	1	
127	LVDT 裂缝计安装大样图	SII-34	1	
128	低频加速度传感器安装大样图	SII-35	1	
129	数据采集站安装大样图	SII-36	1	
130	LVDT 裂缝计接线示意图	SII-37	1	
131	低频加速度传感器接线示意图	SII-38	1	

## 1 项目概述

### 1.1 项目实施的意义

服役桥梁在长期气候环境等因素影响下结构材料性能会逐步退化。与此同时，桥梁关键构件及构造工作性能也会在长期的静动力荷载作用下逐渐劣化，从而使得桥梁结构强度和刚度随着时间的增加而不断衰减。在结构性能劣化趋势更为严峻之前，进行适当的外在干预，可以有效降低桥梁服役状态的持续恶化，避免重大的经济损失，同时可以保障人民群众出行安全并有效减少恶性事件发生的概率，满足通行需求。对桥梁结构运行状态进行健康监测，并参照相关监测报警结果进行桥梁现场检查复核，在此基础上对结构安全性能进行评估日益成为桥梁运营日常管理的重要内容。

### 1.2 项目背景

2021年3月，根据《交通运输部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），部决定在“十四五”期间组织开展跨江跨海跨峡谷等长大桥梁结构健康监测系统建设，并印发《公路长大桥梁结构监测系统建设实施方案》的通知（交办公路〔2021〕21号）。

2023年2月，为进一步推进普通国省道桥梁结构监测系统建设和运维，规范桥梁结构监测类项目管理，推动桥梁管养高质量发展，省厅组织编写了《江苏省普通国省道桥梁结构监测系统建设和运维管理办法（试行）》。

2024年4月，交通运输部发布《进一步推进公路桥梁隧道结构监测工作实施方案（2024—2030年）》（交办公路〔2024〕26号），要求到2025年底，完成大跨高墩、缆索承重等长大桥梁结构监测系统建设，同步开展桥梁群轻量化结构监测系统试点建设和长大隧道结构监测系统试点建设；2030年完成高速公路、普通国道桥梁结构监测系统全覆盖，指导地方加快普通省道重要桥梁结构监测系统建设。

目前，泰州市已建设普通国省道桥梁健康监测系统共计48座，其中海陵区标准化监测系统5座；高港区标准化监测系统1座，轻量化监测系统8座；兴化市标准化监测系统6座，轻量化监测系统6座；姜堰区标准化监测系统2座，轻量化监测系统8座；靖江市轻量化监测系统6座；泰兴市轻量化监测系统6座。

表 1.2-1 泰州市已建成桥梁健康监测系统

序号	桥名	行政区域	路线编号	结构类型	系统类型
1	新通扬运河特大桥	海陵区	S506	斜拉桥	标准化
2	海陵大桥	海陵区	G328	系杆拱	标准化
3	泰东河大桥（新桥）	海陵区	S231	变截面连续箱梁	标准化
4	泰东河大桥（老桥）	海陵区	S231	系杆拱	标准化
5	新通扬运河桥	海陵区	S231	钢桁架	标准化
6	高港大桥	高港区	G345	系杆拱	标准化
7	车路河特大桥	兴化市	G344	变截面连续箱梁	标准化
8	朱沥沟大桥	兴化市	G344	钢桁架	标准化
9	兴缸大桥	兴化市	G344	系杆拱	标准化
10	昌荣桥	兴化市	S229	钢桁架	标准化
11	猪腊沟大桥	兴化市	S231	系杆拱	标准化
12	串场河大桥	兴化市	S465	系杆拱	标准化
13	快速路特大桥	姜堰区	G328	整体现浇箱梁、组合箱梁	标准化
14	新通扬河大桥	姜堰区	S610	系杆拱	标准化
15	328国道东环互通主线高架桥	高港区	G328	变截面连续箱梁	轻量化
16	328国道春兰路高架桥	高港区	G328	变截面连续箱梁	轻量化
17	宣堡港中桥	高港区	G345	组合箱梁	轻量化
18	南官河大桥	高港区	G345	T梁	轻量化
19	刁铺立交桥	高港区	G523	空心板梁	轻量化
20	周山河桥	高港区	S506	变截面连续箱梁	轻量化
21	南官河桥	高港区	S506	变截面连续箱梁	轻量化
22	南官河大桥	高港区	S355	变截面连续箱梁	轻量化
23	梓辛河大桥	兴化市	G344	组合箱梁、空心板梁	轻量化
24	杨家荡大桥	兴化市	S231	组合箱梁	轻量化
25	南官河大桥	兴化市	S333	变截面连续箱梁	轻量化
26	卤汀河大桥	兴化市	S352	变截面连续箱梁	轻量化
27	幸福河大桥	兴化市	S352	等截面连续箱梁	轻量化
28	雌港大桥	兴化市	S465	空心板梁	轻量化
29	兴泰桥	姜堰区	S229	组合箱梁	轻量化
30	姜溱河大桥	姜堰区	S229	组合箱梁	轻量化
31	新通扬河大桥	姜堰区	S229	变截面连续箱梁	轻量化
32	薛庄桥	姜堰区	S231	空心板梁	轻量化

编制：

复核：

审核：

图表号：SII-01

序号	桥名	行政区域	路线编号	结构类型	系统类型
33	苍南大桥	姜堰区	S231	空心板梁	轻量化
34	茅山河大桥	姜堰区	S231	空心板梁、T梁	轻量化
35	马庄河桥	姜堰区	S231	空心板梁	轻量化
36	龙溪港大桥	姜堰区	S231	空心板梁	轻量化
37	大靖港桥	靖江市	G345	空心板梁	轻量化
38	季市大桥	靖江市	S229	空心板梁	轻量化
39	新三元桥	靖江市	S229	空心板梁、工型梁	轻量化
40	夏仕港大桥	靖江市	S356	变截面连续箱梁	轻量化
41	老十圩港大桥	靖江市	S356	空心板梁	轻量化
42	新十圩港大桥	靖江市	S356	T梁	轻量化
43	泰兴立交桥	泰兴市	G345	空心板梁	轻量化
44	城北桥	泰兴市	G345	空心板梁	轻量化
45	焦土港桥	泰兴市	S229	空心板梁	轻量化
46	新长铁路大桥	泰兴市	S334	组合箱梁	轻量化
47	跨盐靖高速大桥	泰兴市	S355	组合箱梁	轻量化
48	如泰运河桥	泰兴市	S356	空心板梁、T梁	轻量化

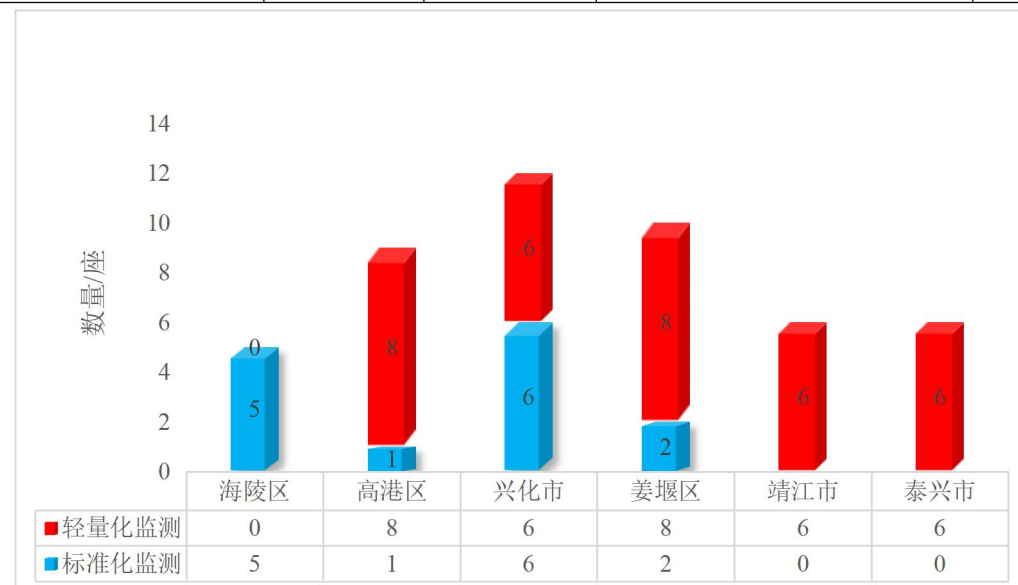


图 1.2-1 泰州市已建桥梁健康监测分布图

### 1.3 工程概况

#### 1.3.1 总体概况

依据 2024 年泰州市普通国省道桥梁健康监测系统设计项目工作内容，对兴化市、泰兴市以及市区范围内共 27 座普通国省道桥梁进行健康监测系统设计，其中既有结构监测

系统升级 3 座、新建轻量化监测系统 24 座。

本次施工图设计共分为 2 册，本册图纸针对 24 座桥梁轻量化健康监测系统进行设计（分册 2）。

轻量化监测桥梁的选择是依据桥梁管养过程中的实际要求，并结合已建成健康监测系统分布情况。各监测项选择是依据桥梁受力特点、历年病害、交通环境、养护需求等，并参考《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》（试行）、《公路桥梁结构监测技术规范（JT/T 1037-2022）》相关条文中对监测内容、监测指标及监测方法的最新规定。

表 1.3-1 轻量化监测桥梁基本信息表

序号	桥梁名称	行政区域	中心桩号	跨径 (m)	桥幅数量	上部结构类型	监测场景
1	S506 老通扬运河桥	海陵	K11+649	(2×25+1×30+2×25)	双幅	组合箱梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁
2	G328 老通扬运河东大桥	高港	K252+923	(5×20)	双幅	空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁
3	S231 老通扬河大桥	高港	K146+898	(3×20) + (1×30) + (3×20)	单幅	T梁、空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁
4	G328 老通扬运河西大桥	高港	K256+862	(5×20)	双幅	空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁
5	S506 送水河大桥	高港	K28+590	(5×20)	双幅	空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁
6	G523 送水河大桥	高港	K15+773	(2×20) + (3×30) + (3×20)	双幅	空心板梁、组合箱梁	船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁
7	G344 中庄河大桥	兴化	K120+833	(5×20)	单幅	空心板梁	多片梁结构体系桥梁
8	S229 史堡桥	兴化	K67+776	(2×20) + (1×30) + (2×20)	双幅	组合箱梁、空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁
9	G344 肖家舍大桥	兴化	K107+130	(4×20) + (4×20) + (4×20)	双幅	空心板梁	多片梁结构体系桥梁
10	S229 茅山河桥	兴化	K70+841	左幅 (5×20)、右幅 (5×20) + (3×20)	双幅	空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁
11	G344 洋山河大桥	兴化	K115+924	(4×20) + (4×20) + (1×20+3×16+1×20) + (4×20) + (4×20) + (4×20)	双幅	空心板梁	多片梁结构体系桥梁
12	S231 蚌蜒河大桥	兴化	K106+782	左幅 (3×20) + (1×30+2×20) + (3×20)、右幅 (3×20) +	双幅	空心板梁、T梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁

编制：

复核：

审核：

图表号：SII-01



序号	桥梁名称	行政区域	中心桩号	跨径 (m)	桥幅数量	上部结构类型	监测场景
				(1×30) + (5×20)			
13	S231 大溪河大桥	兴化	K70+411	(5×20)	双幅	空心板梁	多片梁结构体系桥梁
14	S229 唐家庄立交桥	兴化	K27+567	左幅 (1×16+14×20+1×16)、右幅 (4×30) + (4×30) + (4×30)	双幅	等截面连续箱梁、组合箱梁	安全状况差、运营风险高的桥梁/重载交通桥梁
15	S231 中长安大桥	兴化	K71+374	(5×20)	双幅	空心板梁	多片梁结构体系桥梁
16	G344 海沟河大桥	兴化	K107+792	(3×20) + (3×20)	双幅	空心板梁	船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁
17	S231 陈北大桥	兴化	K110+607	(5×20)	双幅	空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁
18	S232 竹泓东大桥	兴化	K111+661	(4×20) + (4×20)	单幅	空心板梁	多片梁结构体系桥梁
19	S232 海河大桥	兴化	K88+966	(5×20)	单幅	空心板梁	船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁
20	S232 樊荣大桥	兴化	K117+694	(5×20)	单幅	空心板梁	多片梁结构体系桥梁
21	S231 卖水河桥	兴化	K118+048	(2×16+1×20+2×16)	双幅	空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁
22	S334 姜十线航道大桥	泰兴	K117+618	(2×30) + (1×37+1×60+1×37) + (2×30)	双幅	变截面连续箱梁	单孔跨径 60 米以上的桥梁
23	S355 姜十线大桥	泰兴	K139+727	(5×30) + (1×42+1×70+1×42) + (5×30)	双幅	变截面连续箱梁	单孔跨径 60 米以上的桥梁
24	G345 马甸大桥	泰兴	K253+527	(5×20)	单幅	T 梁	安全状况差、运营风险高的桥梁/船舶撞击高风险桥梁

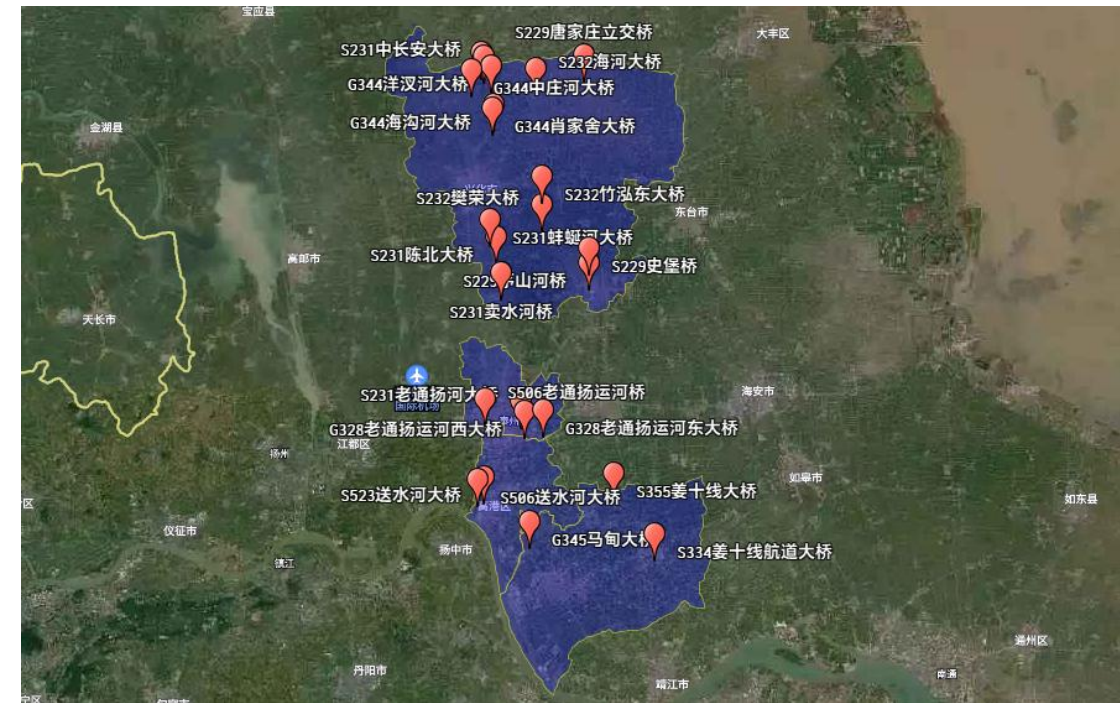


图 1.3-1 本项目桥梁地理位置图

根据《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》(试行),本次监测桥梁轻量化监测场景分为单孔跨径 60 米以上的桥梁、安全状况差、运营风险高的桥梁、船舶撞击高风险桥梁、重载交通桥梁及多片梁结构体系桥梁。其中单孔跨径 60 米以上的桥梁 2 座;安全状况差、运营风险高的桥梁/船舶撞击高风险桥梁 1 座;安全状况差、运营风险高的桥梁/重载交通桥梁 1 座;船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁 3 座;重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁 10 座;多片梁结构体系桥梁 7 座。

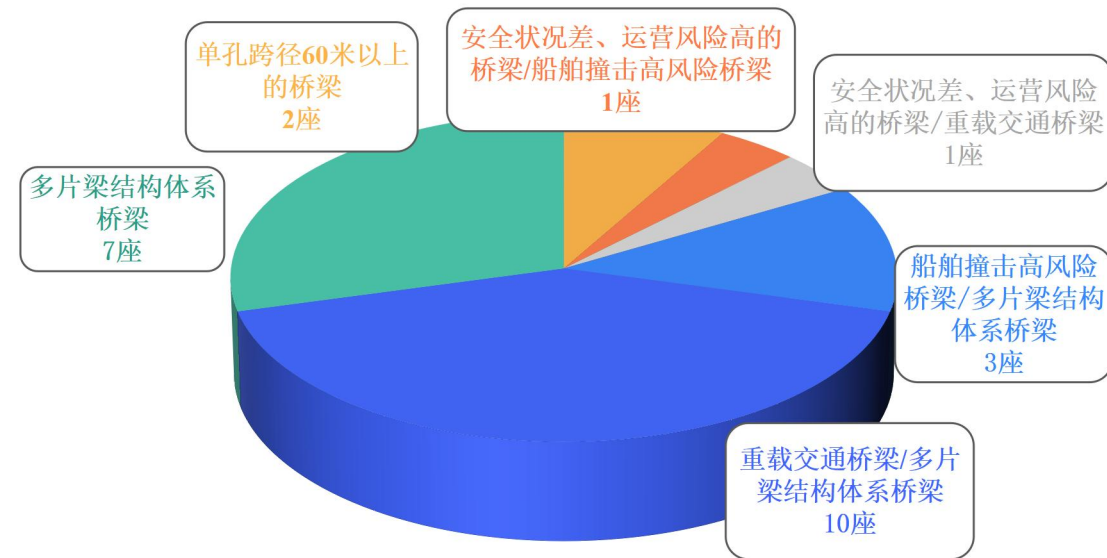


图 1.3-2 轻量化监测场景划分



1.3.2 G328 老通扬运河东大桥

G328 老通扬运河东大桥位于高港区，桥梁建成于 2010 年，中心桩号为 K252+923，设计荷载为公路-I级，为双幅桥，桥跨组成为 (5×20) m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-3 桥梁正侧面照

1.3.3 S334 姜十线航道大桥

S334 姜十线航道大桥位于泰兴市，桥梁建成于 2016 年，中心桩号为 K117+618，设计荷载为公路-I级，上跨六级航道，为双幅桥，桥跨组成为 (2×30) + (1×37+1×60+1×37) + (2×30) m。主桥上部结构类型为变截面连续箱梁，下部结构为多柱墩，U 形桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-4 桥梁正侧面照

1.3.4 S355 姜十线大桥

S355 姜十线大桥位于泰兴市，桥梁建成于 2018 年，中心桩号为 K139+727，设计荷载为公路-I级，上跨六级航道，为双幅桥，桥跨组成为 (5×30) + (1×42+1×70+1×42) +

(5×30) m。主桥上部结构类型为变截面连续箱梁，下部结构为多柱墩，U 形桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-5 桥梁正侧面照

1.3.5 G344 中庄河大桥

G344 中庄河大桥位于兴化市，桥梁建成于 2001 年，中心桩号为 K120+833，设计荷载为汽车-20 级，为单幅桥，桥跨组成为 (5×20) m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-6 桥梁正侧面照

1.3.6 G345 马甸大桥

G345 马甸大桥位于泰兴市，桥梁建成于 2001 年，中心桩号为 K253+527，设计荷载为汽车-20 级，上跨七级航道，为单幅桥，桥跨组成为 (5×20) m。桥梁上部结构类型为 T 梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。





(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-7 桥梁正侧面照

1.3.7 S229 史堡桥

S229 史堡桥位于兴化市，桥梁建成于 2001 年，中心桩号为 K67+776，为双幅桥，桥跨组成为  $(2 \times 20) + (1 \times 30) + (2 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为组合箱梁、空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-8 桥梁正侧面照

1.3.8 S229 茅山河桥

S229 茅山河桥位于兴化市，桥梁建成于 2001 年，中心桩号为 K70+841，为双幅桥，桥跨组成为左幅  $(5 \times 20)$  m、右幅  $(5 \times 20) + (3 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-9 桥梁正侧面照

1.3.9 S231 蜻蜓河大桥

S231 蜻蜓河大桥位于兴化市，桥梁建成于 2000 年，中心桩号为 K106+782，设计荷载为汽车-20 级，为双幅桥，桥跨组成为左幅  $(3 \times 20) + (1 \times 30 + 2 \times 20) + (3 \times 20)$  m、右幅  $(3 \times 20) + (1 \times 30) + (5 \times 20)$  m。桥梁左幅上部结构类型为空心板梁、右幅上部结构类型为 T 梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-10 桥梁正侧面照

1.3.10 S231 陈北大桥

S231 陈北大桥位于兴化市，桥梁建成于 2000 年，中心桩号为 K110+607，设计荷载为汽车-20 级，为双幅桥，桥跨组成为  $(5 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。





(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-11 桥梁正侧面照

### 1.3.11 S231 老通扬河大桥

S231 老通扬河大桥位于高港区，桥梁建成于 2000 年，中心桩号为 K146+898，设计荷载为汽车-20 级，为单幅桥，桥跨组成为  $(3 \times 20) + (1 \times 30) + (3 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁、T 梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-12 桥梁正侧面照

### 1.3.12 S232 海河大桥

S232 海河大桥位于兴化市，桥梁建成于 2001 年，中心桩号为 K88+966，为单幅桥，桥跨组成为  $(5 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-13 桥梁正侧面照

### 1.3.13 G328 老通扬运河西大桥

G328 老通扬运河西大桥位于高港区，桥梁建成于 2010 年，中心桩号为 K256+862，设计荷载为公路-I 级，为双幅桥，桥跨组成为  $(5 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-14 桥梁正侧面照

### 1.3.14 S229 唐家庄立交桥

S229 唐家庄立交桥位于兴化市，桥梁建成于 2000 年，中心桩号为 K27+567，设计荷载为汽车-20 级，为双幅桥，桥跨组成为左幅  $(1 \times 16 + 14 \times 20 + 1 \times 16)$  m、右幅  $(4 \times 30) + (4 \times 30) + (4 \times 30)$  m。桥梁左幅上部结构形式为等截面连续箱梁，右幅上部结构形式为组合箱梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。





(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-15 桥梁正侧面照

### 1.3.15 S506 送水河大桥

S506 送水河大桥位于高港区，桥梁建成于 2011 年，中心桩号为 K28+590，设计荷载为公路-I级，为双幅桥，桥跨组成为  $(5 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-16 桥梁正侧面照

### 1.3.16 G344 肖家舍大桥

G344 肖家舍大桥位于兴化市，桥梁建成于 2006 年，中心桩号为 K107+130，为双幅桥，桥跨组成为  $(4 \times 20) + (4 \times 20) + (4 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-17 桥梁正侧面照

### 1.3.17 G344 海沟河大桥

G344 海沟河大桥位于兴化市，桥梁建成于 2006 年，中心桩号为 K107+792，上跨七级航道，为双幅桥，桥跨组成为  $(3 \times 20) + (3 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-18 桥梁正侧面照

### 1.3.18 G344 洋汉河大桥

G344 洋汉河大桥位于兴化市，桥梁建成于 2006 年，中心桩号为 K115+924，为双幅桥，桥跨组成为  $(4 \times 20) + (4 \times 20) + (1 \times 20 + 3 \times 16 + 1 \times 20) + (4 \times 20) + (4 \times 20) + (4 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。





(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-19 桥梁正侧面照

1.3.19 G523 送水河大桥

G523 送水河大桥位于高港区，桥梁建成于 2008 年，中心桩号为 K15+773，设计荷载为公路-I级，为双幅桥，桥跨组成为  $(2 \times 20) + (3 \times 30) + (3 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁、组合箱梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-21 桥梁正侧面照

1.3.21 S231 中长安大桥

S231 中长安大桥位于兴化市，桥梁建成于 2008 年，中心桩号为 K71+374，设计荷载为公路-I级，为双幅桥，桥跨组成为  $(5 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-20 桥梁正侧面照

1.3.20 S231 大溪河大桥

S231 大溪河大桥位于兴化市，桥梁建成于 2008 年，中心桩号为 K70+411，设计荷载为公路-I级，为双幅桥，桥跨组成为  $(5 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，U型桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-22 桥梁正侧面照

1.3.22 S506 老通扬运河桥

S506 老通扬运河桥位于海陵区，桥梁建成于 2011 年，中心桩号为 K11+649，设计荷载为公路-I级，上跨六级航道，为双幅桥，桥跨组成为  $(2 \times 25 + 1 \times 30 + 2 \times 25)$  m。桥梁上部结构类型为组合箱梁，下部结构为多柱墩，重力式桥台。





(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-23 桥梁正侧面照

### 1.3.23 S232 竹泓东大桥

S232 竹泓东大桥位于兴化市，桥梁建成于 2010 年，中心桩号为 K111+661，设计荷载为公路-II级，为单幅桥，桥跨组成为  $(4 \times 20) + (4 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-24 桥梁正侧面照

### 1.3.24 S232 樊荣大桥

S232 樊荣大桥位于兴化市，桥梁建成于 2010 年，中心桩号为 K117+694，设计荷载为公路-II级，为单幅桥，桥跨组成为  $(5 \times 20)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-25 桥梁正侧面照

### 1.3.25 S231 卖水河桥

S231 卖水河桥位于兴化市，桥梁建成于 2000 年，中心桩号为 K118+048，设计荷载为汽车-20级，为双幅桥，桥跨组成为  $(2 \times 16 + 1 \times 20 + 2 \times 16)$  m。桥梁上部结构类型为空心板梁，下部结构为多柱墩，桩柱式桥台。



(a) 正面照

(b) 侧面照

图 1.3-26 桥梁正侧面照

## 1.4 测设经过

1) 2023 年 6 月，我单位中标 2023-2025 年泰州市普通国省道桥梁健康监测系统设计项目 JKJC-SJ 标。

2) 2023 年 12 月，我单位安排工程技术人员对标段内桥梁进行了现场踏勘、交通量数据梳理等工作，同步开展 2024 年泰州市普通国省道桥梁健康监测系统设计项目施工图设计。

3) 2024 年 3 月，我单位完成了初步监测方案并向泰州市公路事业发展中心进行了汇报。

4) 2024年5月,我单位根据泰州市公路事业发展中心意见,进行了施工图设计修改并再次进行汇报沟通。

5) 2024年6月,我单位完成了2024年泰州市普通国省道桥梁健康监测系统设计项目施工图设计。

6) 2024年7月,省交通运输厅公路事业发展中心组织召开了施工图设计审查会,我单位根据评审意见完成了施工图修改工作。

## 2 施工图设计审查意见和执行情况

2024年7月24日,省交通运输厅公路事业发展中心在南京组织召开了泰州市2024年普通国省道桥梁健康监测系统设计审查会,评审意见执行情况如下:

1、补充完善桥梁基础信息及设计依据。

执行情况:已完善既有系统运行情况及设计依据。

2、结合桥梁结构特点,进一步优化测点布置。

执行情况:已优化测点布置,突出数据的延续性及共享共用,详见7.2节。

## 3 设计原则及思路

1) 结构监测是个长时间、连续的观测活动,布置的所有监测测点传感器要精确、寿命长、耐高温性好,测点保护要可靠,采集线路要规整并有可靠保护,不易损坏。在传感器和测试设备选型上,需要满足如下原则:先进性、可靠性、耐久性、可更换性等。

2) 根据《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》(试行)定义的各项轻量化监测场景,选择相应的监测内容:

(1) 针对多片梁结构体系桥梁,在主梁跨中位置的多片相邻梁体布设布动挠度监测设备获取各梁竖向位移监测数据,同步计算梁间协同变形情况,评估装配式梁桥横向连接构件的性能。

(2) 针对重载交通桥梁,布设动挠度监测设备的同时安装高清摄像机,当结构竖向位移超过报警阈值时,同时触发抓拍报警机制,供管养部门及时查看与决策。

(3) 针对安全状况差、运营风险高的桥梁,布设动挠度监测设备进行竖向位移监测,同时结合近几年定期检查结果,针对结构典型受力位置裂缝进行裂缝监测。

(4) 针对船舶撞击高风险桥梁,进行船舶撞击、航道监控监测从而获取桥址区突发事件发生前后桥梁实际状况。

(5) 针对单孔跨径60米以上的桥梁,布设动挠度监测设备进行竖向位移监测,同时进行主梁振动监测识别桥梁结构动力特性,评估桥梁是否发生过大振动、刚度是否满足要求。

## 4 设计参考

### 4.1 设计依据

(1) 《2023年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》(苏交科集团检测认证有限公司,2023.12);

(2) 《2023年泰州市普通国省道特殊结构桥梁定期检查项目》(苏交科集团检测认证有限公司,2023.12);

(3) 《2022年国省道桥梁技术状况评定检测报告》(江苏辉通检测有限公司,2023.03);

(4) 《2022年泰州市普通国省道特殊结构桥梁定期检查项目》(苏交科集团检测认证有限公司,2022.11);

(5) 《泰州市马甸大桥抢修工程施工图设计》(江苏中设集团股份有限公司,2022.03);

(6) 其他相关文件:项目合同文件、桥梁施工图设计、竣工图等。

### 4.2 设计规范

(1) 《江苏省普通国省道桥梁结构监测系统建设和运维管理办法(试行)》(江苏省交通运输厅,2023.2);

(2) 《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》(试行)(江苏省交通运输厅,2022.8);

(3) 《公路桥梁结构监测技术规范》(JT/T 1037-2022);

(4) 《进一步推进公路桥梁隧道结构监测工作实施方案(2024—2030年)》(交办公路〔2024〕26号);

(5) 《建筑与桥梁结构监测技术规范》(GB 50982-2014);



- (6) 《工程测量通用规范》(GB 55018-2021)；
- (7) 《公路桥涵养护规范》(JTG 5120-2021)；
- (8) 《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21-2011)；
- (9) 《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/TJ21-2011)；
- (10) 《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)；
- (11) 《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2015)；
- (12) 《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)；
- (13) 《计算机软件可靠性和可维护性管理》(GB/T 14394-2008)；
- (14) 《软件产品质量要求与评价》(GB/T 25000.62-2014)；
- (15) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB 50343-2012)；
- (16) 《综合布线系统工程设计规范》(GB 50311-2016)；
- (17) 《系统接地的型式及安全技术要求》(GB 14050-2008)；
- (18) 其它适用的规范、规程、技术文件。

注：当上述标准、规范有不一致之处，按照标准和要求高者执行。

## 5 桥梁现状调研分析

### 5.1 G328 老通扬运河东大桥

#### 1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，左右幅横向各 19 片梁。

#### 2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》(苏交科集团检测认证有限公司, 2023.12)，G328 老通扬运河东大桥左幅评定等级为 92.09/2 类，右幅评定等级为 93.86/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.1-1 G328 老通扬运河东大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~5	上部结构	90.28	2 类	92.09	2 类
		下部结构	95.09	1 类		
		桥面系	89.72	2 类		

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
右幅	1~5	上部结构	90.45	2 类	93.86	2 类
		下部结构	95.09	1 类		
		桥面系	98.20	1 类		

G328 老通扬运河东大桥主要病害包括破损等外观缺陷。

#### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 G328 老通扬运河东大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，G328 老通扬运河东大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 G328 塘湾交调点数据，日均通行量 55627 辆，其中货车 14226 辆，货车占比 25.57%，为重载交通桥梁，进行竖向位移、特殊事件抓拍监测。



(a) 通行情况



(b) 现场接电



(c) 桥下环境



(d) 周边环境

图 5.1-1 G328 老通扬运河东大桥现场调查情况

4) 根据桥梁现状调研分析，本桥为重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁，拟开展竖向



位移、特殊事件抓拍监测。

### 5.2 S334 姜十线航道大桥

#### 1) 结构体系

双幅桥，主桥上部结构类型为变截面连续箱梁，主桥主跨跨径 60m，为单孔跨径 60 米以上的桥梁，进行竖向位移、主梁振动监测。

#### 2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S334 姜十线航道大桥左幅变截面连续箱梁评定等级为 94.80/2 类，右幅变截面连续箱梁评定等级为 94.27/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.2-1 S334 姜十线航道大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	2~5	上部结构	90.55	2 类	94.80	2 类
		下部结构	96.45	1 类		
		桥面系	100.00	1 类		
右幅	2~5	上部结构	92.73	2 类	94.27	2 类
		下部结构	96.45	1 类		
		桥面系	93.00	2 类		

S334 姜十线航道大桥主桥主要病害包括：

#### (1) 左幅

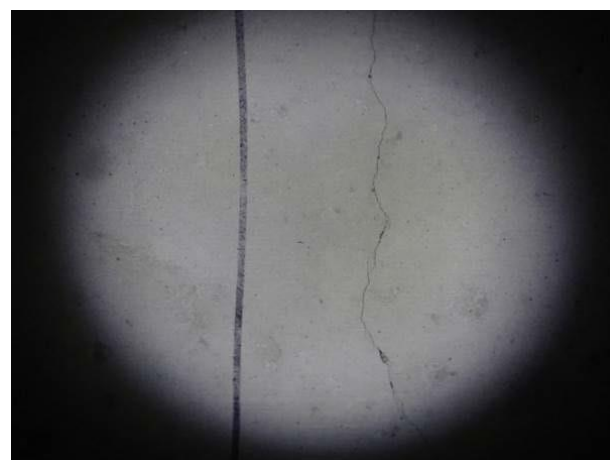
133 条纵向裂缝， $L_{max}=4.00m$ ， $W_{max}=0.12mm$ 。

#### (2) 右幅

134 条纵向裂缝， $L_{max}=4.00m$ ， $W_{max}=0.14mm$ 。



(a) 左幅箱内顶板纵向裂缝



(b) 右幅箱内顶板纵向裂缝

图 5.2-1 S334 姜十线航道大桥 2023 年定期检查病害

#### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S334 姜十线航道大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S334 姜十线航道大桥主要环境信息有：

(1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；

(2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；

(3) 根据泰州 S334 分界交调点数据，日均通行量 6236 辆，其中货车 2277 辆，货车占比 36.51%；

(4) 本桥上跨六级航道，桥墩存在防撞设施。



(a) 通行情况



(b) 现场接电



(c) 桥下环境



(d) 周边环境

图 5.2-2 S334 姜十线航道大桥现场调查情况

#### 4) 病害原因分析

本桥主要病害为箱梁顶板纵向裂缝，该类裂缝可能是混凝土温度收缩产生，为非结构性裂缝，目前缝宽未超限。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为单孔跨径 60 米以上的桥梁，拟开展竖向位移、主梁振动监测。

编制：

复核：

审核：

图表号：SII-01

### 5.3 S355 姜十线大桥

#### 1) 结构体系

双幅桥，主桥上部结构类型为变截面连续箱梁，主桥主跨跨径 70m，为单孔跨径 60 米以上的桥梁，进行竖向位移、主梁振动监测。

#### 2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S355 姜十线大桥左幅评定等级为 92.27/2 类，右幅评定等级为 92.29/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.3-1 S355 姜十线大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~13	上部结构	83.60	2 类	92.27	2 类
		下部结构	100.00	1 类		
		桥面系	94.15	2 类		
右幅	1~13	上部结构	83.66	2 类	92.29	2 类
		下部结构	100.00	1 类		
		桥面系	94.15	2 类		

S355 姜十线大桥主桥主要病害包括：

#### (1) 左幅

箱外泛白吸附，10 条纵向裂缝， $L_{max}=2.00m$ ， $W_{max}=0.12mm$ ；箱内 74 条纵向裂缝， $L_{max}=3.00m$ ， $W_{max}=0.12mm$ 。

#### (2) 右幅

箱外泛白吸附，1 条腹板竖向裂缝， $L_{max}=1.80m$ ， $W_{max}=0.10mm$ ；箱内 55 条纵向裂缝， $L_{max}=3.00m$ ， $W_{max}=0.14mm$ 。



(a) 左幅箱内顶板纵向裂缝



(b) 右幅箱外腹板竖向裂缝

图 5.3-1 S355 姜十线大桥 2023 年定期检查病害

#### 3) 服役环境调研

本单位安排工程技术人员对 S355 姜十线大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S355 姜十线大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S355 元竹交调点数据，日均通行量 7062 辆，其中货车 2765 辆，货车占比 39.15%；
- (4) 本桥上跨六级航道，无水中墩。



(a) 通行车辆



(b) 现场接电





(c) 桥下环境

(d) 周边环境

图 5.3-2 S355 姜十线大桥现场调查情况

4) 本桥主要病害为：(1) **箱梁顶板纵向裂缝**：该类裂缝可能是混凝土温度收缩产生，为非结构性裂缝，目前缝宽未超限。

(2) **箱梁腹板竖向裂缝**：该类裂缝产生的主要原因是箱梁施工中由于措施不当引起的混凝土收缩裂缝，为非结构性裂缝，因此无需进行监测。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为单孔跨径 60 米以上的桥梁，拟开展竖向位移、主梁振动监测。

#### 5.4 G344 中庄河大桥

##### 1) 结构体系

单幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，横向共 9 片梁。

##### 2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），G344 中庄河大桥评定等级为 94.42/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.4-1 G344 中庄河大桥 2023 年技术状况评定结果表

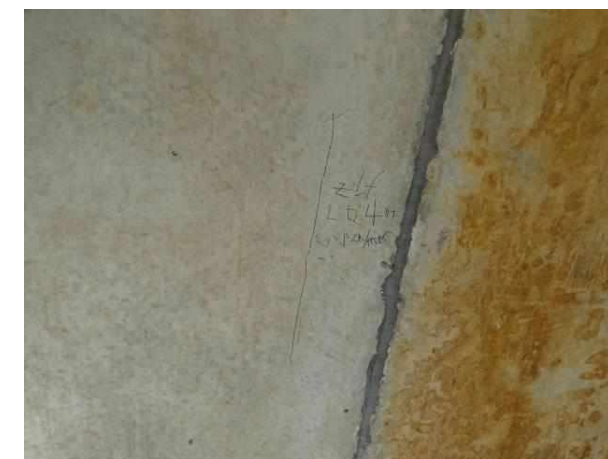
评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
单幅	1~5	上部结构	94.81	2 类	94.42	2 类
		下部结构	95.35	1 类		
		桥面系	91.79	2 类		

G344 中庄河大桥主要病害包括：

1 条底板纵向裂缝，L=0.70m；2 条右腹板纵向裂缝，L=20m；2 处铰缝渗水结晶、11 处渗水痕迹。



(a) 4-9#空心板右腹板纵向裂缝



(b) 1-4#空心板底板纵向裂缝

图 5.4-1 G344 中庄河大桥 2023 年定期检查病害

##### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 G344 中庄河大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，G344 中庄河大桥主要环境信息有：

(1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；

(2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；

(3) 根据泰州 G344 中堡交调点数据，日均通行量 3273 辆，其中货车 1401 辆，货车占比 42.77%。



(a) 通行情况



(b) 现场接电





(c) 桥下环境

(d) 周边环境

图 5.4-2 G344 中庄河大桥现场调查情况

4) 病害原因分析

本桥主要病害为：(1) **腹板纵向裂缝**：本桥裂缝位于腹板构造筋位置，可能为锈胀裂缝。

(2) **铰缝渗水**：此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移监测**，评估横向连接构件性能。

5.5 G345 马甸大桥

1) 结构体系

单幅桥，桥梁上部结构类型为 T 梁，横向共 13 片梁。

2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），G345 马甸大桥评定等级为 86.26/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.5-1 G345 马甸大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
单幅	1~5	上部结构	79.08	3 类	86.26	2 类
		下部结构	91.21	2 类		
		桥面系	90.74	2 类		

G345 马甸大桥上部结构 3 类，为安全状况差、运营风险高的桥梁，拟开展**竖向位移、**

**结构裂缝监测**。主要病害包括：

钢筋混凝土 T 梁 161 条 U 形裂缝， $L_{总}=262.3m$ ， $W_{max}=0.22mm$ ；铰缝 11 处渗水析白；T 梁破损。



(a) T 梁 U 形裂缝

(b) 铰缝渗水结晶

图 5.5-1 G345 马甸大桥 2023 年定期检查病害

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 G345 马甸大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，G345 马甸大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 G345 泰兴交调点数据，日均通行量 17649 辆，其中货车 3135 辆，货车占比 17.76%；

(4) 本桥存在桥墩防撞设施及助航设施，该桥于 2020 年发现立柱受船只碰撞开裂，2023 年定检报告显示 T 梁存在受船只撞击破损情况，主梁存在**超高船撞击风险**，因此为**船舶撞击高风险桥梁**，进行**船舶撞击、航道监控监测**。





图 5.5-2 G345 马甸大桥现场调查情况

4) 病害原因分析

本桥主要病害为：**(1) 钢筋混凝土 T 梁 U 形裂缝**：该类裂缝可能是在恒载及车辆荷载等作用下产生的弯曲裂缝，为结构性裂缝，因此本次针对该类裂缝进行**结构裂缝监测**。

**(2) 铰缝渗水**：此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为安全状况差、运营风险高的桥梁/船舶撞击高风险桥梁，拟开展**竖向位移、结构裂缝、船舶撞击、航道监控监测**。

5.6 S229 史堡桥

1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为组合箱梁、空心板梁，左右幅组合箱梁横向各 4 片梁。

2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S229 史堡桥左幅空心板梁评定等级为 95.76/1 类，组合箱梁评定等级为 96.67/1 类，右幅空心板梁评定等级为 96.49/1 类，组合箱梁评定等级为 94.79/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.6-1 S229 史堡桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅(空心板梁)	1~2、4~5	上部结构	94.06	2 类	95.76	1 类
		下部结构	95.35	1 类		
		桥面系	100.00	1 类		
左幅(组合箱梁)	3	上部结构	93.78	2 类	96.67	1 类
		下部结构	100.00	1 类		
		桥面系	95.80	1 类		
右幅(空心板梁)	1~2、4~5	上部结构	95.88	1 类	96.49	1 类
		下部结构	95.35	1 类		
		桥面系	100.00	1 类		
右幅(组合箱梁)	3	上部结构	93.78	2 类	94.79	2 类
		下部结构	95.38	1 类		
		桥面系	95.65	1 类		

S229 史堡桥主要病害包括破损等外观缺陷。

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S229 史堡桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S229 史堡桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S229 戴南交调点数据，日均通行量 18204 辆，其中**货车 7050 辆**，货车占比 38.73%，为**重载交通桥梁**，进行**竖向位移、特殊事件抓拍监测**。





图 5.6-1 S229 史堡桥现场调查情况

4) 根据桥梁现状调研分析, 本桥为重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁, 拟开展竖向位移、特殊事件抓拍监测。

### 5.7 S229 茅山河桥

#### 1) 结构体系

双幅桥, 桥梁上部结构类型为空心板梁, 左右幅组横向各 11 片梁。

#### 2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》(苏交科集团检测认证有限公司, 2023.12), S229 茅山河桥左幅评定等级为 97.37/1 类, 右幅评定等级为 93.65/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.7-1 S229 茅山河桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~5	上部结构	95.52	1 类	97.37	1 类
		下部结构	100.00	1 类		

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
右幅	1~8	桥面系	95.80	1 类	93.65	2 类
		上部结构	91.89	2 类		
		下部结构	93.75	2 类		
		桥面系	96.95	1 类		

S229 茅山河桥主要病害包括破损等外观缺陷。

#### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S229 茅山河桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果, S229 茅山河桥主要环境信息有:

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好, 具备无线传输条件;
- (2) 现场电力供应条件较好, 具备接电开户条件;
- (3) 根据泰州 S229 戴南交调点数据, 日均通行量 18204 辆, 其中货车 7050 辆, 货车占比 38.73%, 为重载交通桥梁, 进行竖向位移、特殊事件抓拍监测。



图 5.7-1 S229 茅山河桥现场调查情况

编制:

复核:

审核:

图表号: SII-01



4) 根据桥梁现状调研分析, 本桥为**重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁**, 拟开展**竖向位移、特殊事件抓拍**。

### 5.8 S231 蚌蜒河大桥

#### 1) 结构体系

双幅桥, 左幅上部结构类型为空心板梁, 横向 12 片梁; 右幅上部结构类型为 T 梁, 横向 6 片梁。

#### 2) 养护现状调研

根据《2023年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》(苏交科集团检测认证有限公司, 2023.12), S231 蚌蜒河大桥左幅评定等级为 93.16/2 类, 右幅评定等级为 91.73/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.8-1 S231 蚌蜒河大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~9	上部结构	92.64	2 类	93.16	2 类
		下部结构	93.37	2 类		
		桥面系	93.76	2 类		
右幅	1~9	上部结构	88.69	2 类	91.73	2 类
		下部结构	93.14	2 类		
		桥面系	94.97	2 类		

S231 蚌蜒河大桥主要病害包括:

左幅 4-12#空心板底板 2 处渗水结晶。



(a) 左幅 4-12#空心板底部渗水结晶



(b) 左幅空心板底板锈胀露筋

图 5.8-1 S231 蚌蜒河大桥 2023 年定期检查病害

#### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S231 蚌蜒河大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏

勘结果, S231 蚌蜒河大桥主要环境信息有:

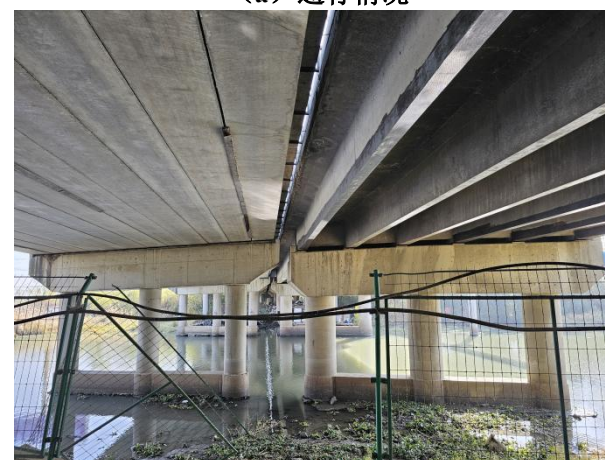
- (1) 桥梁所在位置无线信号较好, 具备无线传输条件;
- (2) 现场电力供应条件较好, 具备接电开户条件;
- (3) 根据泰州 S231 陈堡交调点数据, 日均通行量 18486 辆, 其中**货车 6761 辆**, 货车占比 36.57%, 为**重载交通桥梁**, 进行**竖向位移、特殊事件抓拍监测**。



(a) 通行情况



(b) 现场接电



(c) 桥下环境



(d) 周边环境

图 5.8-2 S231 蚌蜒河大桥现场调查情况

4) 根据桥梁现状调研分析, 本桥为**重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁**, 拟开展**竖向位移、特殊事件抓拍监测**。

### 5.9 S231 陈北大桥

#### 1) 结构体系

双幅桥, 桥梁上部结构类型为空心板梁, 左右幅组横向各 12 片梁。

#### 2) 养护现状调研

根据《2023年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》(苏交科集团检测认



证有限公司，2023.12），S231 陈北大桥左幅评定等级为 94.06/2 类，右幅评定等级为 94.1

7/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.9-1 S231 陈北大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~5	上部结构	93.43	2 类	94.06	2 类
		下部结构	93.81	2 类		
		桥面系	95.80	1 类		
右幅	1~5	上部结构	91.37	2 类	94.17	2 类
		下部结构	98.15	1 类		
		桥面系	91.79	2 类		

S231 陈北大桥主要病害包括：

右幅底板 9 条纵向裂缝， $L_{max}=15.00m$ ， $W_{max}=0.12mm$ ；铰缝 4 处渗水结晶、4 处渗水。



(a) 底板纵向裂缝

(b) 铰缝渗水结晶

图 5.9-1 S231 陈北大桥 2023 年定期检查病害

### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S231 陈北大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S231 陈北大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S231 陈堡交调点数据，日均通行量 18486 辆，其中货车 6761 辆，货车占比 36.57%，为重载交通桥梁，进行竖向位移、特殊事件抓拍监测。



(a) 通行情况



(b) 现场接电



(c) 桥下环境



(d) 周边环境

图 5.9-2 S231 陈北大桥现场调查情况

### 4) 病害原因分析

本桥主要病害为：(1) **空心板梁底板纵向裂缝**：该类裂缝产生的主要原因是空心板底板混凝土施工厚度不足，以及底板混凝土浇筑时振捣密实不足所致，通车后在车辆荷载作用下，底板混凝土横向受拉导致开裂，为非结构性裂缝，因此无需进行监测。

(2) **铰缝渗水**：此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移、特殊事件抓拍监测**。

### 5.10 S231 老通扬河大桥

#### 1) 结构体系

单幅桥，桥梁上部结构类型为 T 梁、空心板梁，T 梁横向共 7 片梁、空心板梁横向共 26 片梁。



2) 养护现状调研

根据《2023年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S231老通扬河大桥空心板梁评定等级为94.91/2类，T梁评定等级为100.00/1类。具体评定结果如下表所示。

表 5.10-1 S231 老通扬河大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
空心板梁	1~3、5~7	上部结构	89.42	2类	94.91	2类
		下部结构	97.86	1类		
		桥面系	100.00	1类		
T梁	4	上部结构	100.00	1类	100.00	1类
		下部结构	100.00	1类		
		桥面系	100.00	1类		

S231老通扬河大桥主要病害包括：

空心板梁8条底板纵向裂缝， $L_{max}=14.20m$ ， $W_{max}=0.16mm$ ；铰缝5处渗水结晶。



(a) 底板纵向裂缝



(b) 铰缝渗水结晶

图 5.10-1 S231 老通扬河大桥 2023 年定期检查病害

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S231 老通扬河大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S231 老通扬河大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S231 碧桂园交调点数据，日均通行量 30101 辆，其中货车 3821 辆，货车占比 12.69%，为重载交通桥梁，进行竖向位移、特殊事件抓拍监测。



(a) 通行情况



(b) 现场接电



(c) 桥下环境



(d) 周边环境

图 5.10-2 S231 老通扬河大桥现场调查情况

4) 病害原因分析

本桥主要病害为：(1) **空心板梁底板纵向裂缝**：该类裂缝产生的主要原因是空心板底板混凝土施工厚度不足，以及底板混凝土浇筑时振捣密实不足所致，通车后在车辆荷载作用下，底板混凝土横向受拉导致开裂，为非结构性裂缝，因此无需进行监测。

(2) **铰缝渗水**：此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移、特殊事件抓拍监测**。

5.11 S232 海河大桥

1) 结构体系

单幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，横向共 12 片梁。

2) 养护现状调研



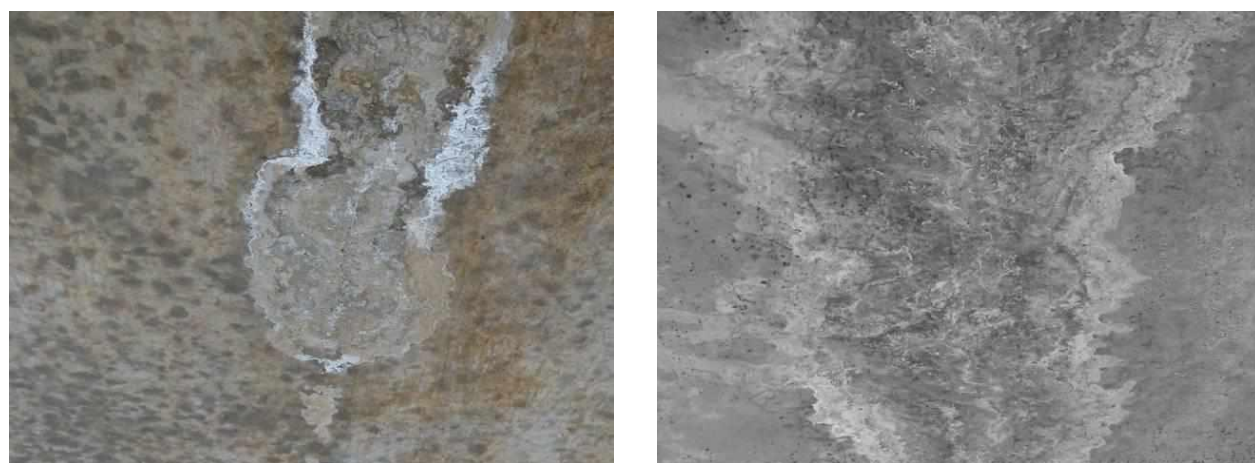
《2023年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S232海河大桥评定等级为92.79/2类。具体评定结果如下表所示。

表 5.11-1 S232 海河大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
单幅	1~5	上部结构	92.33	2类	92.79	2类
		下部结构	93.75	2类		
		桥面系	91.79	2类		

S232海河大桥主要病害包括：

2条底板纵向裂缝，泛白吸附， $L_{max}=6m$ ， $W_{max}=0.1mm$ ；铰缝4处渗水。



(a) 5-6#空心板底板纵向裂缝，泛白吸附 (b) 5-9#空心板底板纵向裂缝，泛白吸附

图 5.11-1 S232 海河大桥 2023 年定期检查病害

### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S232 海河大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S232 海河大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S232 钓鱼交调点数据，日均通行量 7145 辆，其中货车 2240 辆，货车占比 31.35%；
- (4) 桥墩存在明显船舶刮擦痕迹，因此为船舶撞击高风险桥梁，进行船舶撞击、航道监控监测。



(a) 通行情况 (b) 现场接电  
(c) 桥墩刮擦 (d) 周边环境

图 5.11-2 S232 海河大桥现场调查情况

### 4) 病害原因分析

本桥主要病害为：(1) **空心板梁底板纵向裂缝**：该类裂缝产生的主要原因是空心板底板混凝土施工厚度不足，以及底板混凝土浇筑时振捣密实不足所致，通车后在车辆荷载作用下，底板混凝土横向受拉导致开裂，为非结构性裂缝，因此无需进行监测。

(2) **铰缝渗水**：此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移、船舶撞击、航道监控监测**。

## 5.12 G328 老通扬运河西大桥

### 1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，左右幅横向各 31 片梁。



2) 养护现状调研

根据《2023年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），G328老通扬运河西大桥左幅评定等级为92.71/2类，右幅评定等级为93.97/2类。具体评定结果如下表所示。

表 5.12-1 G328 老通扬运河西大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~5	上部结构	92.00	2类	92.71	2类
		下部结构	94.78	2类		
		桥面系	90.00	2类		
右幅	1~5	上部结构	89.40	2类	93.97	2类
		下部结构	95.53	1类		
		桥面系	100.00	1类		

G328老通扬运河西大桥主要病害包括破损等外观缺陷。

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对G328老通扬运河西大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，G328老通扬运河西大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州G328塘湾交调点数据，日均通行量55627辆，其中货车14226辆，货车占比25.57%，为重载交通桥梁，进行竖向位移、特殊事件抓拍监测。



(a) 通行情况



(b) 现场接电



(c) 桥下环境



(d) 周边环境

图 5.12-1 G328 老通扬运河西大桥现场调查情况

4) 根据桥梁现状调研分析，本桥为重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁，拟开展竖向位移、特殊事件抓拍监测。

5.13 S229 唐家庄立交桥

1) 结构体系

双幅桥，左幅上部结构类型为等截面连续箱梁；右幅上部结构类型为组合箱梁，横向共4片梁。

2) 养护现状调研

根据《2023年泰州市普通国省道特殊结构桥梁定期检查项目》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S229唐家庄立交桥左幅评定等级为81.21/2类，右幅评定等级为90.45/2类。具体评定结果如下表所示。

表 5.13-1 S229 唐家庄立交桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~16	上部结构	71.00	3类	81.21	2类
		下部结构	88.95	2类		
		桥面系	86.11	2类		
右幅	1~12	上部结构	83.45	2类	90.45	2类
		下部结构	95.96	1类		
		桥面系	93.42	2类		

S229唐家庄立交桥左幅上部结构3类，为安全状况差、运营风险高的桥梁，拟开展竖向位移、结构裂缝监测。主要病害包括：

左幅123条腹板竖向裂缝，301条底板横向裂缝，13条底板斜向裂缝。





(a) 底板横向裂缝 (b) 腹板竖向裂缝

图 5.13-1 S229 唐家庄立交桥 2023 年定期检查病害

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S229 唐家庄立交桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S229 唐家庄立交桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S229 老圩交调点数据，日均通行量 8899 辆，其中货车 4499 辆，货车占比 50.56%，为重载交通桥梁，进行竖向位移、特殊事件抓拍监测。



(a) 通行情况 (b) 现场接电



(c) 桥下环境 (d) 周边环境

图 5.13-2 S229 唐家庄立交桥现场调查情况

4) 病害原因分析

本桥主要病害为箱梁腹板竖向裂缝、底板横向、斜向裂缝，与对比近几年定检报告，本桥裂缝存在一定发展，因此本次针对该类裂缝进行结构裂缝监测。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为安全状况差、运营风险高的桥梁/重载交通桥梁，拟开展竖向位移、特殊事件抓拍、结构裂缝监测。

5.14 S506 送水河大桥

1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，左右幅组横向各 20 片梁。

2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S506 送水河大桥左幅评定等级为 93.26/2 类，右幅评定等级为 94.15/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.14-1 S506 送水河大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~5	上部结构	91.25	2 类	93.26	2 类
		下部结构	94.83	2 类		
		桥面系	94.15	2 类		
右幅	1~5	上部结构	92.65	2 类	94.15	2 类
		下部结构	94.83	2 类		
		桥面系	95.80	1 类		

S506 送水河大桥主要病害包括破损等外观缺陷。



3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S506 送水河大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S506 送水河大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S506 高港交调点数据，日均通行量 9077 辆，其中货车 3750 辆，货车占比 41.31%，为重载交通桥梁，进行竖向位移、特殊事件抓拍监测。



图 5.14-1 S506 送水河大桥现场调查情况

4) 根据桥梁现状调研分析，本桥为重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁，拟开展竖向位移、特殊事件抓拍监测。

5.15 G344 肖家舍大桥

1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，左右幅组横向各 12 片梁。

2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），G344 肖家舍大桥左幅评定等级为 92.59/2 类，右幅评定等级为 93.09/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.15-1 G344 肖家舍大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~12	上部结构	90.75	2 类	92.59	2 类
		下部结构	93.41	2 类		
		桥面系	94.61	2 类		
右幅	1~12	上部结构	90.75	2 类	93.09	2 类
		下部结构	93.49	2 类		
		桥面系	96.95	1 类		

G344 肖家舍大桥主要病害包括：

左幅 10-11# 铰缝渗水结晶；右幅铰缝 8 处渗水结晶。



(a) 右幅 8-3# 铰缝渗水结晶 (b) 右幅 3-6# 铰缝渗水结晶

图 5.15-1 G344 肖家舍大桥 2023 年定期检查病害

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 G344 肖家舍大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，G344 肖家舍大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 G344 垛田交调点数据，日均通行量 10128 辆，其中货车 2211 辆。





图 5.15-2 G344 肖家舍大桥现场调查情况

4) 病害原因分析

本桥主要病害为**铰缝渗水**，此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移监测**，评估横向连接构件性能。

5.16 G344 海沟河大桥

1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，左右幅组横向各 12 片梁。

2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），G344 海沟河大桥左幅评定等级为 94.18/2 类，右幅评定等级为 94.69/2 类。

4.69/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.16-1 G344 海沟河大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~6	上部结构	93.52	2 类	94.18	2 类
		下部结构	93.46	2 类		
		桥面系	96.95	1 类		
右幅	1~6	上部结构	94.78	2 类	94.69	2 类
		下部结构	93.46	2 类		
		桥面系	96.95	1 类		

G344 海沟河大桥主要病害包括：

左幅 2-3#铰缝渗水结晶；桥墩多处刮擦痕迹。



图 5.16-1 G344 海沟河大桥 2023 年定期检查病害

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 G344 海沟河大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，G344 海沟河大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 G344 垛田交调点数据，日均通行量 10128 辆，其中货车 2211 辆；
- (4) 上跨七级航道，桥墩存在刮擦痕迹，为**船舶撞击高风险桥梁**，进行**船舶撞击、航道监控监测**。



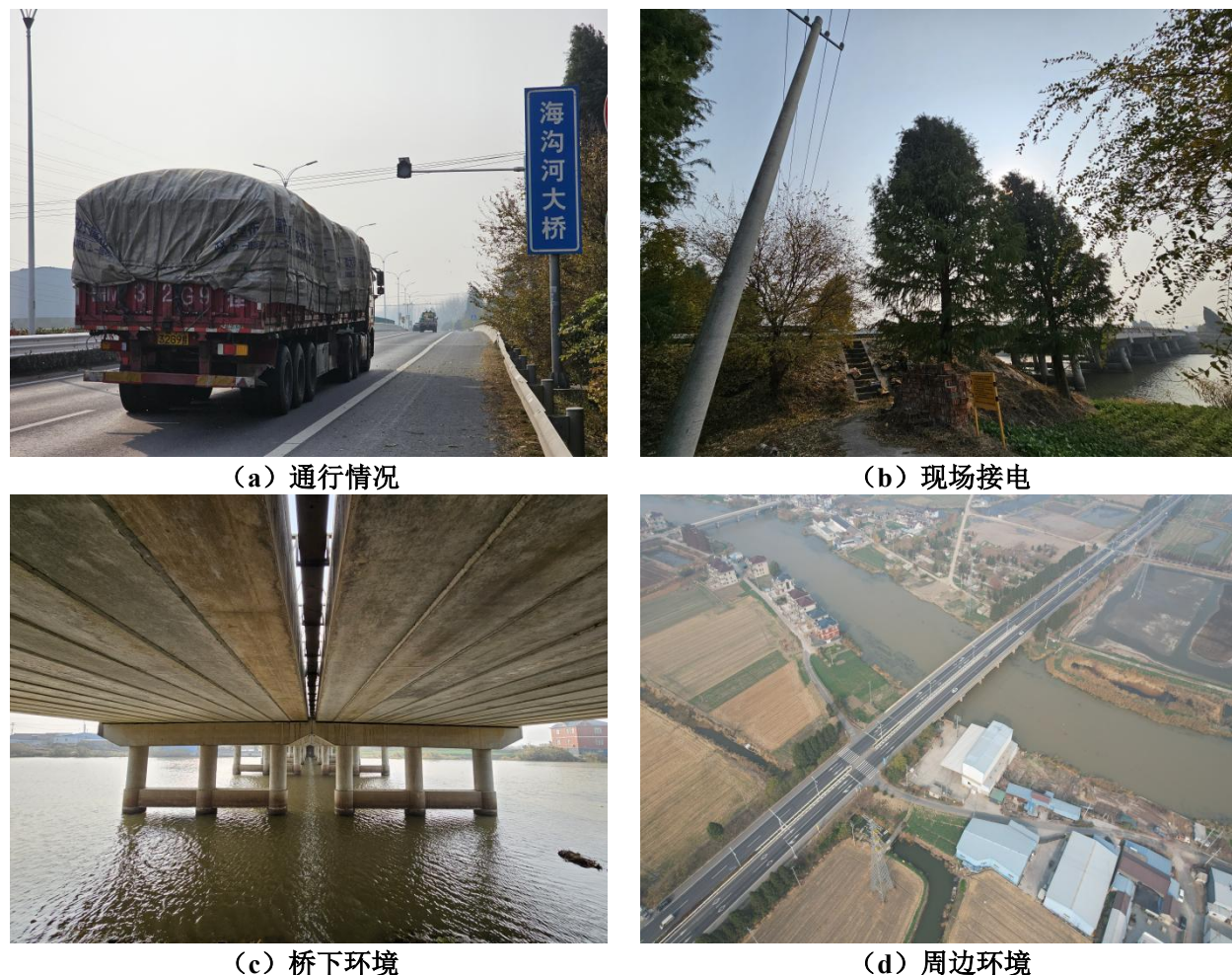


图 5.16-2 G344 海沟河大桥现场调查情况

4) 病害原因分析

本桥主要病害为**铰缝渗水**，此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移、船舶撞击、航道监控监测**。

5.17 G344 洋汉河大桥

1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，左右幅组横向各 12 片梁。

2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），G344 洋汉河大桥左幅评定等级为 90.98/2 类，右幅评定等级为 9

1.53/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.17-1 G344 洋汉河大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~25	上部结构	88.14	2 类	90.98	2 类
		下部结构	92.04	2 类		
		桥面系	94.54	2 类		
右幅	1~25	上部结构	87.89	2 类	91.53	2 类
		下部结构	92.14	2 类		
		桥面系	97.61	1 类		

G344 洋汉河大桥主要病害包括：

(1) 左幅：

55 条底板纵向裂缝， $L_{max}=20m$ ， $W_{max}=0.2mm$ ；7 条腹板纵向裂缝， $L_{max}=20m$ ， $W_{max}=0.18mm$ ；铰缝 8 处渗水结晶。

(2) 右幅：

58 条底板纵向裂缝， $L_{max}=20m$ ， $W_{max}=0.24mm$ ；6 条腹板纵向裂缝， $L_{max}=15m$ ， $W_{max}=0.20mm$ ；铰缝 4 处渗水结晶。



图 5.17-1 G344 洋汉河大桥 2023 年定期检查病害

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 G344 洋汉河大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，G344 洋汉河大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 G344 中堡交调点数据，日均通行量 3276 辆，其中货车 1404 辆，货



车占比 42.77%。



图 5.17-2 G344 洋汉河大桥现场调查情况

4) 病害原因分析

本桥主要病害为：**(1) 空心板梁底板纵向裂缝**：该类裂缝产生的主要原因是空心板底板混凝土施工厚度不足，以及底板混凝土浇筑时振捣密实不足所致，通车后在车辆荷载作用下，底板混凝土横向受拉导致开裂。本桥部分裂缝已**超限**，因此进行**结构裂缝监测**。

**(2) 腹板纵向裂缝**：本桥裂缝位于腹板构造筋位置，可能为锈胀裂缝。

**(3) 铰缝渗水**：此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移、结构裂缝监测**。

5.18 G523 送水河大桥

1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为组合箱梁、空心板梁，左右幅组合箱梁横向各 4 片梁。

2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），G523 送水河大桥左幅空心板梁评定等级为 94.36/2 类，组合箱梁评定等级为 94.48/2 类，右幅空心板梁评定等级为 93.96/2 类，组合箱梁评定等级为 97.03/1 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.18-1 G523 送水河大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅(空心板梁)	1~2、6~8	上部结构	92.65	2 类	94.36	2 类
		下部结构	95.35	1 类		
		桥面系	95.80	1 类		
左幅(组合箱梁)	3~5	上部结构	90.07	2 类	94.48	2 类
		下部结构	96.14	1 类		
		桥面系	100.00	1 类		
右幅(空心板梁)	1~2、6~8	上部结构	92.97	2 类	93.96	2 类
		下部结构	97.82	1 类		
		桥面系	88.22	2 类		
右幅(组合箱梁)	3~5	上部结构	97.83	1 类	97.03	1 类
		下部结构	97.23	1 类		
		桥面系	95.05	1 类		

G523 送水河大桥主要病害包括破损等外观缺陷。

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 G523 送水河大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，G523 送水河大桥主要环境信息有：

(1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；

(2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；

(3) 根据泰州 G523 沿江数据，日均通行量 4537 辆，其中货车 1221 辆，货车占比 26.91%。

(4) 桥梁附近存在环保热电厂，运输船数量较多，桥墩存在明显船舶刮擦痕迹，因此为**船舶撞击高风险桥梁**，进行**船舶撞击、航道监控监测**。





图 5.18-1 G523 送水河大桥现场调查情况

4) 根据桥梁现状调研分析, 本桥为船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁, 拟开展竖向位移、船舶撞击、航道监控监测。

### 5.19 S231 大溪河大桥

#### 1) 结构体系

双幅桥, 桥梁上部结构类型为空心板梁, 左右幅组横向各 12 片梁。

#### 2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》(苏交科集团检测认证有限公司, 2023.12), S231 大溪河大桥左幅评定等级为 94.58/2 类, 右幅评定等级为 94.82/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.19-1 S231 大溪河大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~5	上部结构	95.33	1 类	94.58	2 类
		下部结构	93.82	2 类		

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
右幅	1~5	桥面系	94.60	2 类	94.82	2 类
		上部结构	95.33	1 类		
		下部结构	93.82	2 类		
		桥面系	95.80	1 类		

S231 大溪河大桥主要病害包括:

左幅腹板 1 条泛白吸附纵向裂缝, L=8m, W=0.10mm。



图 5.19-1 S231 大溪河大桥 2023 年定期检查病害

#### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S231 大溪河大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果, S231 大溪河大桥主要环境信息有:

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好, 具备无线传输条件;
- (2) 现场电力供应条件较好, 具备接电开户条件;
- (3) 根据泰州 S231 中堡交调点数据, 日均通行量 4672 辆, 其中货车 2949 辆, 货车占比 63.12%。





图 5.19-2 S231 大溪河大桥现场调查情况

- 4) 本桥主要病害为**腹板纵向裂缝**，位于腹板构造筋位置，可能为锈胀裂缝。
- 5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移监测**，评估横向连接构件性能。

### 5.20 S231 中长安大桥

#### 1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，左右幅组横向各 12 片梁。

#### 2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S231 中长安大桥左幅评定等级为 94.85/2 类，右幅评定等级为 94.70/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.20-1 S231 中长安大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~5	上部结构	94.17	2 类	94.85	2 类
		下部结构	95.35	1 类		
		桥面系	95.19	1 类		
右幅	1~5	上部结构	95.33	1 类	94.70	2 类
		下部结构	93.82	2 类		
		桥面系	95.19	1 类		

S231 中长安大桥主要病害包括破损等外观缺陷。

#### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S231 中长安大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S231 中长安大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S231 中堡交调点数据，日均通行量 4672 辆，其中货车 2949 辆，货车占比 63.12%。







(c) 桥下环境

(d) 周边环境

图 5.20-1 S231 中长安大桥现场调查情况

4) 根据桥梁现状调研分析, 本桥为多片梁结构体系桥梁, 拟开展竖向位移监测, 评估横向连接构件性能。

### 5.21 S506 老通扬运河桥

#### 1) 结构体系

双幅桥, 桥梁上部结构类型为组合箱梁, 左右幅组横向各 7 片梁。

#### 2) 养护现状调研

根据《2023年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》(苏交科集团检测认证有限公司, 2023.12), S506老通扬运河桥左幅评定等级为 94.76/2类, 右幅评定等级为 93.73/2类。具体评定结果如下表所示。

表 5.21-1 S506 老通扬运河桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~5	上部结构	92.84	2类	94.76	2类
		下部结构	96.15	1类		
		桥面系	95.80	1类		
右幅	1~5	上部结构	91.11	2类	93.73	2类
		下部结构	96.15	1类		
		桥面系	94.15	2类		

S506老通扬运河桥主要病害包括破损等外观缺陷。

#### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S506老通扬运河桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果, S506老通扬运河桥主要环境信息有:

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好, 具备无线传输条件;
- (2) 现场电力供应条件较好, 具备接电开户条件;
- (3) 根据泰州 S506 罡杨交调点数据, 日均通行量 14364 辆, 其中货车 4850 辆, 货车占比 33.76%, 为重载交通桥梁, 进行竖向位移、特殊事件抓拍监测;
- (4) 本桥上跨六级航道, 存在防撞设施、助航设施, 未发现船舶刮擦痕迹。



(a) 通行情况



(b) 现场接电



(c) 桥下环境



(d) 周边环境

图 5.21-1 S506 老通扬运河桥现场调查情况

4) 根据桥梁现状调研分析, 本桥为重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁, 拟开展竖向位移、特殊事件抓拍监测。

### 5.22 S232 竹泓东大桥

#### 1) 结构体系

单幅桥, 桥梁上部结构类型为空心板梁, 横向共 11 片梁。

#### 2) 养护现状调研

《2023年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》(苏交科集团检测认证有



限公司，2023.12），S232 竹泓东大桥评定等级为 92.01/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.22-1 S232 竹泓东大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
单幅	1~8	上部结构	91.49	2 类	92.01	2 类
		下部结构	93.84	2 类		
		桥面系	89.37	2 类		

S232 竹泓东大桥主要病害包括破损等外观缺陷。

### 3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S232 竹泓东大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S232 竹泓东大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S232 钓鱼交调点数据，日均通行量 7145 辆，其中货车 2240 辆，货车占比 31.35%。



(a) 通行情况



(b) 现场接电



(c) 桥下环境



(d) 周边环境

图 5.22-1 S232 竹泓东大桥现场调查情况

4) 根据桥梁现状调研分析，本桥为多片梁结构体系桥梁，拟开展竖向位移监测，评估横向连接构件性能。

### 5.23 S232 樊荣大桥

#### 1) 结构体系

单幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，横向共 11 片梁。

#### 2) 养护现状调研

《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S232 樊荣大桥评定等级为 93.33/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.23-1 S232 樊荣大桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
单幅	1~5	上部结构	91.97	2 类	93.33	2 类
		下部结构	93.75	2 类		
		桥面系	95.19	1 类		

S232 樊荣大桥主要病害包括：

底板 5 条纵向裂缝， $L_{max}=12m$ ， $W_{max}=0.12mm$ ；铰缝 3 处渗水。





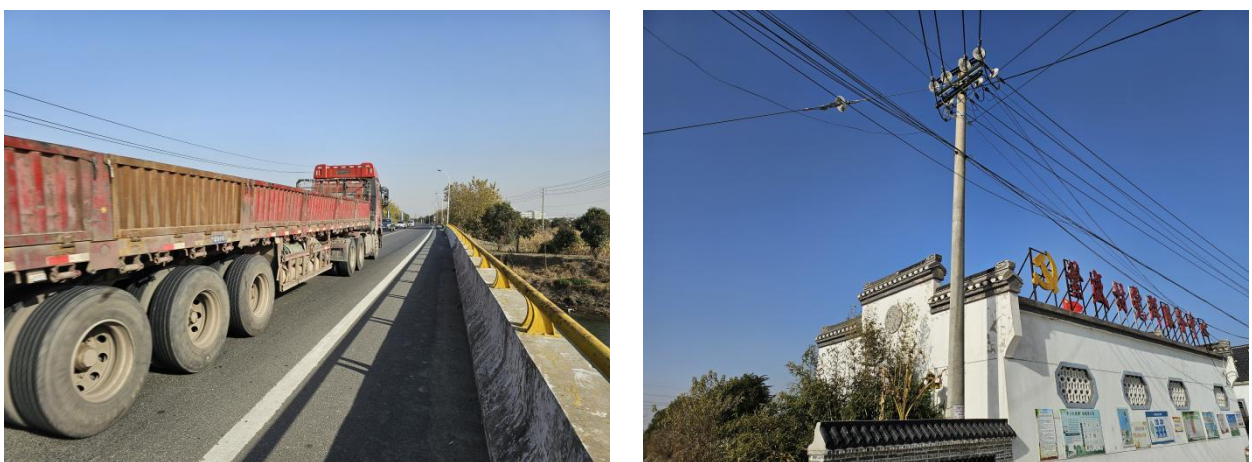
(a) 底板纵向裂缝、泛白吸附 (b) 铰缝渗水结晶

图 5.23-1 S232 樊荣大桥 2023 年定期检查病害

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S232 樊荣大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S232 樊荣大桥主要环境信息有：

- (1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- (2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；
- (3) 根据泰州 S232 钓鱼交调点数据，日均通行量 7145 辆，其中货车 2240 辆，货车占比 31.35%。



(a) 通行情况 (b) 现场接电



(c) 桥下环境 (d) 周边环境

图 5.23-2 S232 樊荣大桥现场调查情况

4) 本桥主要病害为：(1) **空心板梁底板纵向裂缝**：该类裂缝产生的主要原因是空心板底板混凝土施工厚度不足，以及底板混凝土浇筑时振捣密实不足所致，通车后在车辆荷载作用下，底板混凝土横向受拉导致开裂，为非结构性裂缝，因此无需进行监测。

(2) **铰缝渗水**：此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移监测**，评估横向连接构件性能。

5.24 S231 卖水河桥

1) 结构体系

双幅桥，桥梁上部结构类型为空心板梁，左右幅组横向各 12 片梁。

2) 养护现状调研

根据《2023 年泰州市普通国省道桥梁定期检查项目检测报告》（苏交科集团检测认证有限公司，2023.12），S231 卖水河桥左幅评定等级为 92.99/2 类，右幅评定等级为 92.50/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 5.24-1 S231 卖水河桥 2023 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
左幅	1~5	上部结构	91.08	2 类	92.99	2 类
		下部结构	93.81	2 类		
		桥面系	95.19	1 类		
右幅	1~5	上部结构	92.35	2 类	92.50	2 类



评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	单元技术状况等级
		下部结构	93.00	2类		
		桥面系	91.79	2类		

S231 卖水河桥主要病害包括：

(1) 左幅：

铰缝 3 处渗水。

(2) 右幅：

腹板 1 条纵向裂缝，L=16m，W=0.12mm；铰缝 2 处渗水。



(a) 腹板纵向裂缝

(b) 铰缝渗水结晶

图 5.24-1 S231 卖水河桥 2023 年定期检查病害

3) 服役环境调研

我单位安排工程技术人员对 S231 卖水河桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，S231 卖水河桥主要环境信息有：

(1) 桥梁所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；

(2) 现场电力供应条件较好，具备接电开户条件；

(3) 根据泰州 S231 陈堡交调点数据，日均通行量 18486 辆，其中货车 6761 辆，货车占比 36.57%，为重载交通桥梁，进行竖向位移、特殊事件抓拍监测。



(a) 通行情况

(b) 现场接电

(c) 桥下环境

(d) 周边环境

图 5.24-2 S231 卖水河桥现场调查情况

4) 病害原因分析

本桥主要病害为：(1) **腹板纵向裂缝**：该类裂缝可能由于混凝土温度收缩产生。

(2) **铰缝渗水**：此类病害由于铰缝结构相对薄弱，在车辆荷载作用下铰缝开裂，并进一步引发桥面纵向裂缝，严重可能出现单梁受力情况，桥梁整体刚度降低，因此本次布设**竖向位移监测**内容进行实时监测，重点覆盖铰缝薄弱位置。

5) 根据桥梁现状调研分析，本桥为**重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁**，拟开展**竖向位移、特殊事件抓拍监测**。



## 5.25 小结

表 5.25-1 桥梁轻量化监测方案汇总表

序号	桥梁名称	路线	监测孔跨	监测孔跨结构类型	监测场景	轻量化监测方案
1	老通扬运河桥	S506	2#	25m 组合箱梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
2	老通扬运河东大桥	G328	4#	20m 空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
3	老通扬河大桥	S231	3#	20m 空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
4	老通扬运河西大桥	G328	2#	20m 空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
5	送水河大桥	S506	2#	20m 空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
6	送水河大桥	G523	3#、4#	30m 组合箱梁	船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、船舶撞击、航道监控
7	中庄河大桥	G344	2#	20m 空心板梁	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
8	史堡桥	S229	3#	30m 组合箱梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
9	肖家舍大桥	G344	10#	20m 空心板梁	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
10	茅山河桥	S229	4#	20m 空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
11	洋汊河大桥	G344	21#、22#	20m 空心板梁	多片梁结构体系桥梁	竖向位移、结构裂缝
12	蚌蜒河大桥	S231	4#	30m 空心板梁、T 梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
13	大溪河大桥	S231	4#	20m 空心板梁	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
14	唐家庄立交桥	S229	4#	20m 等截面连续箱梁、 30m 组合箱梁	安全状况差、运营风险高的桥梁/重载交通桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍、结构裂缝

编制：

复核：

审核：

图表号：SII-01

序号	桥梁名称	路线	监测孔跨	监测孔跨结构类型	监测场景	轻量化监测方案
15	中长安大桥	S231	4#	20m 空心板梁	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
16	海沟河大桥	G344	2#、4#	20m 空心板梁	船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、船舶撞击、航道监控
17	陈北大桥	S231	1#	20m 空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
18	竹泓东大桥	S232	4#	20m 空心板梁	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
19	海河大桥	S232	3#、5#	20m 空心板梁	船舶撞击高风险桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、船舶撞击、航道监控
20	樊荣大桥	S232	5#	20m 空心板梁	多片梁结构体系桥梁	竖向位移
21	卖水河桥	S231	2#	16m 空心板梁	重载交通桥梁/多片梁结构体系桥梁	竖向位移、特殊事件抓拍
22	姜十线航道大桥	S334	3#~5#	37+60+37 变截面连续梁	单孔跨径 60 米以上的桥梁	竖向位移、主梁振动
23	姜十线大桥	S355	6#~8#	42+70+42 变截面连续梁	单孔跨径 60 米以上的桥梁	竖向位移、主梁振动
24	马甸大桥	G345	2#、3#	20mT 梁	安全状况差、运营风险高的桥梁/船舶撞击高风险桥梁	竖向位移、结构裂缝、船舶撞击、航道监控

编制：

复核：

审核：

图表号：SII-01



## 6 监测系统总体设计架构

### 6.1 总体架构

轻量化结构监测系统采用基于云边端架构的轻量化监测系统架构。云边端架构分为云、边、端三部分，云即为传统云计算的中心节点，是边缘计算的管控端，边为云计算的边缘侧，分为基础设施边缘和设备边缘；端为终端设备，如各类传感器、摄像头等。

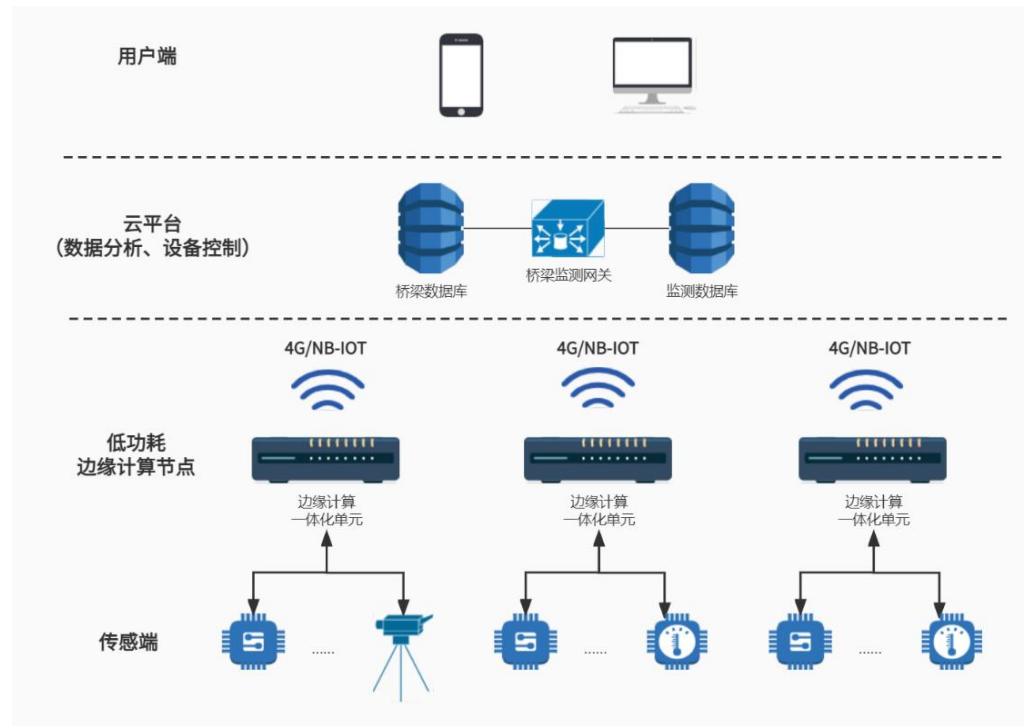


图 6.1-1 轻量化桥梁结构监测云边端架构图

云计算和边缘计算各有优势，云计算可以将大型的计算任务放到云端去进行运算，但是对于需要低延迟的应用来说，则会遇到网络带宽瓶颈等问题，边缘计算是一种分布式运算的架构，不同于云计算，它将之前由中心服务器负责的任务加以分解，并且将这些分解之后的任务片段分发至网络的边缘端，由边缘端去负责运算，大大降低了相关信息的传输时间，减小了延迟。

因此，基于轻量化桥梁结构监测几个应用需求，特别在野外中小跨桥梁应用环境下，供电、网络、场端采集传输设备部署代价高，冗余度高，因此采用云服务方式，减少公共设备投入，同时为保障场端设备的快速响应，利用云边协同、边端协同实现具体的应用功能。

### 6.2 监测项目选择

轻量化监测系统主要针对存在一定运营风险的常规桥梁，根据实际情况，按需求选择部分具有针对性的监测指标实施，通过长期监测对运营期出现的异常状况及时作出诊断，当桥梁处于接近危险状态及时报警，最终确保桥梁的安全运营。

根据《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》（试行），本次监测桥梁存在单孔跨径 60 米以上的桥梁、多片梁结构体系桥梁、重载交通桥梁、安全状况差、运营风险高的桥梁、船舶撞击高风险桥梁。

表 6.2-1 桥梁轻量化监测内容

轻量化监测场景	监测项目	测点布设	技术要求
重点关注结构体系桥梁	单孔跨径 60 米以上的桥梁	竖向位移监测*	宜布置在跨中位置，或根据主梁在交通荷载作用下的主梁挠度情况，选择主梁挠度最大的截面位置布设测点 宜采用非接触式挠度测量技术
		裂缝监测	应根据检查（测）、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置 传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍，测量最大允许误差不大于 0.02mm
		索力监测	根据索构件的布置形式、规格、型号、长短、索力和应力确定 索力监测宜采用间接测力或直接测力法
		振动监测	宜选择跨中、1/4 跨、3/4 跨 宜采用加速度监测方法
		应变监测	宜选择受力较大关键截面、部位 静应变监测可采用振弦式应变传感器，动应变监测可采用电阻应变传感器
		拱脚位移监测	宜布设于拱脚承台处 宜设置桥梁永久观测点定期观测
多片梁结构体系桥梁	多片梁结构体系桥梁	竖向位移监测*	布置在主梁跨中位置的多片相邻梁体 宜采用非接触式挠度测量技术
		裂缝监测*	应根据检查（测）、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置 传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍，测量最大允许误差不大于 0.02mm
重载交通桥梁	大件运输通道、重载交通通行量大	竖向位移监测*	宜布置在跨中位置，或根据主梁在交通荷载作用下的主梁挠度情况，选择主梁挠度最大的截面位置布设测点 宜采用非接触式挠度测量技术
		特殊事件抓拍监测*	宜布置在主梁挠度监测测点附近，能够清晰拍摄到桥面交通通行状况的位置 宜采用 IP 网络摄像机，像素应大于等于 200 万
		车辆荷载监测	宜选择在路基或有稳定墩柱支撑的混凝土结构铺装层内 宜采用动态称重方法，单轴监测量程不宜小于限载车辆轴重的 200%



轻量化监测场景	监测项目	测点布设	技术要求
	裂缝监测	应根据检查（测）、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍，测量最大允许误差不大于 0.02mm
	应变监测	宜选择受力较大关键截面、部位	静应变监测可采用振弦式应变传感器，动应变监测可采用电阻应变传感器
	振动监测	宜选择跨中、1/4 跨、3/4 跨	宜采用加速度监测方法
安全状况差、运营风险高的桥梁	竖向位移监测*	宜布置在跨中位置，或根据主梁在交通荷载作用下的主梁挠度情况，选择主梁挠度最大的截面位置布设测点	宜采用非接触式挠度测量技术
	裂缝监测*	根据检查（测）、技术状况评定、养护维修结果确定测点位置	传感器量程应大于裂缝宽度的 5 倍，测量最大允许误差不大于 0.02mm
	应变监测	宜选择受力较大关键截面、部位	静应变监测可采用振弦式应变传感器，动应变监测可采用电阻应变传感器
船舶撞击高风险桥梁	振动监测*	宜布置在车道/航道附近易于感知撞击信号位置处	宜采用加速度监测方法
	视频抓拍监测*	宜布置在振动监测测点附近，能够清晰拍摄到车辆/船舶撞击的位置	宜采用 IP 网络摄像机，像素应大于等于 200 万
	净空监测	宜布置在通航净空上方梁底的高程最低位置处	宜采用超声波水位传感器

注：\*为应测项，其余监测项目为宜测项

#### （1）竖向位移监测

竖向位移作为结构形态变化的特征参数，是结构服役状态的最直观外化指标。当结构发生明显异常的变形时，结构实际受力状态或者承受外界作用的边界条件将会发生重大变化，因而结构本身服役状态已经与结构受力设计状态之间存在偏离，结构安全已经不能得到有效保证。因此有必要对结构变形指标进行监测、累计数据并分析结构当前状态是否异常。

#### （2）特殊事件抓拍监测

近年来公路交通车辆超限超载现象十分严重，长期超载运输会使桥梁运营期技术状况等级急剧恶化、大大缩短桥梁的使用寿命。当结构变形超过报警阈值时，同时触发抓拍报警机制，抓拍结果将同步传输到省公路发展中心，供管养部门及时查看与决策，可让管养部门更好的了解报警桥面的实时交通情况。

#### （3）结构裂缝监测

结构受力裂缝是桥梁服役过程中需要重点关注的关键病害。选择典型部位结构受力裂缝进行实时跟踪，通过监测数据分析既有裂缝形态变化及发展趋势，是判别桥梁服役性能的重要指标。

#### （4）主梁振动

主梁振动是外荷载突发激励下结构效应的实时反馈，通过对桥梁振动加速度的监测，可以判断桥梁是否发生过大振动，也是桥梁结构动力特征参数跟踪分析对比及评估的必要手段。

#### （5）船舶撞击、航道监控

可加强对桥梁服役期间通行船舶管控，获取桥址区突发事件发生前后桥梁实际状况。

### 6.3 监测系统架构组成

轻量化结构监测系统采用基于云边端架构的轻量化监测系统架构。按功能角色来看，边缘计算主要分为“云、边、端”三个部分：“云”是传统云计算的中心节点，是边缘计算的管控端；“边”是云计算的边缘侧，综合采集设备边缘(Device Edge)；“端”是终端设备，如各类传感器、摄像头等。

边缘计算是云计算的延伸，两者各有其特点：云计算能够把握全局，处理大量数据并进行深入分析，在养护决策等非实时数据处理场景发挥着重要作用；边缘计算侧重于局部，能够更好地在小规模、实时的智能分析中发挥作用，如满足少量监测项目的实时需求。因此，在智能应用中，云计算更适合大规模数据的集中处理，而边缘计算可以用于小规模智能分析和本地服务。边缘计算与云计算相辅相成、协调发展，这将在更大程度上助力交通行业的数字化转型。

边缘计算的优势及相应的应用场景主要有以下几点：

#### 1) 数据处理与分析的快速、实时性

边缘计算距离数据源更近，数据存储和计算任务可以在边缘计算节点上进行，更加贴近桥梁结构，减少了中间数据传输的过程，从而提高数据传输性能，保证实时处理，减少延迟时间，可以为用户提供实时性更高的服务。边缘计算的实时性优势对于“预测性维护”也有重要价值，有助于通过分析设备实时监测数据，预测设备可能出现的故障，提出故障原因和解决方案，使维护更加智能化。

#### 2) 安全性

编制：

复核：

审核：

图表号：SII-01



由于边缘计算只负责自己范围内的任务，数据的处理基于本地，不需要上传到云端，避免了网络传输过程带来的风险，因此数据的安全可以得到保证。一旦数据受到攻击，只会影响本地数据，而不是所有数据。

3) 低成本、低能耗、低带宽成本

由于数据处理不需要上传到云计算中心，边缘计算不需要使用太多的网络带宽，随着网络带宽的负荷降低，智能设备的能源消耗在网络的边缘将大大减少。因此，边缘计算可以降低本地设备处理数据的成本与能耗，同时提高计算效率。

为继续执行“一省一平台”的管理规定，数据传输子系统、数据存储与管理子系统、数据分析与报警子系统、用户界面子系统等与数据协议、通信、管理、分析、展示等相关的子系统工作仍旧统一采用江苏省交通运输厅公路事业发展中心开发的“江苏省普通国省道桥梁结构监测系统 2.0”。

6.3.1 传感器子系统（“端”）

该子系统主要为监测元器件及其附属及保护设施，属于整个监测系统的最底层的一个子系统。主要功能是：在桥梁代表性的、控制性、关键截面和部位上安装各种类型少而精、适宜的传感器测试设备。

6.3.2 数据传输子系统（“边”）

数据传输子系统统一数据接口及网关，实现桥梁结构监测项目的接入和数据接收。

数据传输系统共分为监测数据通信服务和监测数据通信测试服务两个子模块。

数据通信服务子模块：接收现场客户端上传的实时监测及设备状态数据，对接收到的数据进行有效性判断，并返回数据上传的结果。

数据通信测试服务子模块：为客户端开发人员提供测试平台。

6.3.3 数据存储与管理子系统（“云”）

结构监测系统中存在各个子系统、子模块的配置信息、桥梁结构数字化信息以及采集处理的数据，大桥全寿命期内数据量、图形量庞大，信息的种类繁多，有多个子系统共享并互相调用数据信息，同时要支持分布式的处理与访问，也要支持多并发用户的操作，因此数据的安全性极为重要。通过建立系统的数据存储与管理子系统，统一管理组织数据信息，给系统的维护与管理提供便利，也为各应用子系统提供可靠的分布式数据交换与存储平台，方便开发与使用。

6.3.4 数据分析与报警子系统（“云”）

桥梁监测分析与报警子系统实现监测数据的展示、分析及报警，为桥梁养护管理提供决策依据和指导。

6.3.5 用户界面子系统

本项目用户界面子系统采用江苏省交通运输厅公路事业发展中心开发的“江苏省普通国省道桥梁结构监测系统 2.0”，进行数据的统一管理及分析。

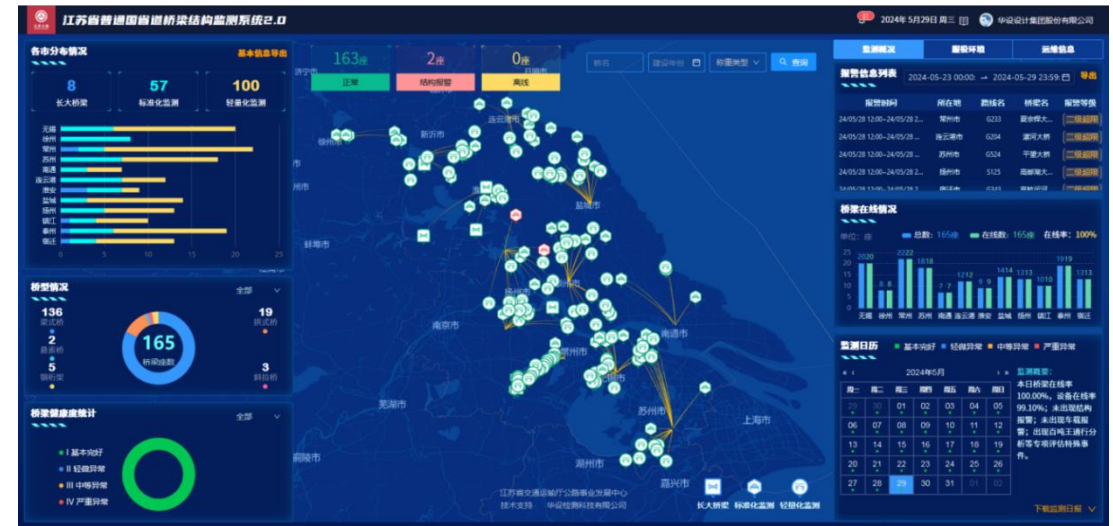


图 6.3-1 江苏省普通国省道桥梁结构监测系统 2.0



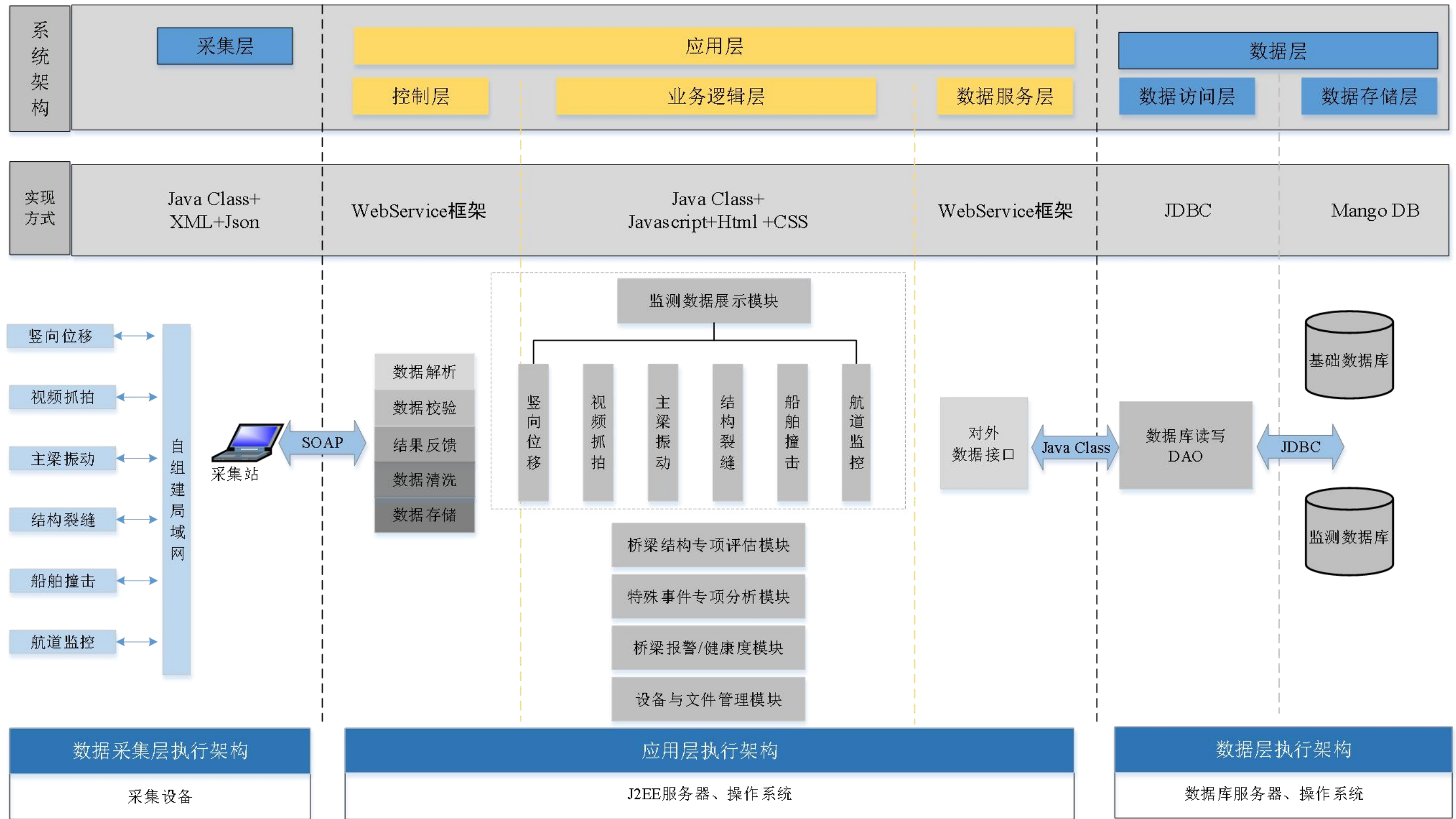


图 6.3-2 系统软件架构图



## 7 传感器子系统设计

### 7.1 主要监测设备

桥梁结构健康监测主要使用监测设备如下表所示。

表 7.1-1 主要监测设备表

序号	桥梁名称	路线编号	监测项	监测设备
1	老通扬运河东大桥	G328	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（20）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
2	姜十线航道大桥	S334	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（8）
			主梁振动	低频加速度传感器（2）
3	姜十线大桥	S355	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（8）
			主梁振动	低频加速度传感器（2）
4	中庄河大桥	G344	竖向位移	图像法动位移监测仪（1）、目标靶（8）
5	马甸大桥	G345	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（12）
			船舶撞击	低频加速度传感器（2）
			航道监控	高清摄像机（2）
			结构裂缝	LVDT 裂缝计（2）
6	史堡桥	S229	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（8）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
7	茅山河桥	S229	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（18）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
8	蚌蜒河大桥	S231	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（14）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
9	陈北大桥	S231	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（18）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
10	老通扬河大桥	S231	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（18）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
11	海河大桥	S232	竖向位移	图像法动位移监测仪（1）、目标靶（9）
			船舶撞击	低频加速度传感器（2）

编制：

复核：

审核：

图表号：SII-01

序号	桥梁名称	路线编号	监测项	监测设备
			航道监控	高清摄像机（2）
12	老通扬运河西大桥	G328	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（20）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
13	唐家庄立交桥	S229	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（7）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
			结构裂缝	LVDT 裂缝计（2）
14	送水河大桥	S506	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（20）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
15	肖家舍大桥	G344	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（18）
16	海沟河大桥	G344	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（18）
			船舶撞击	低频加速度传感器（2）
			航道监控	高清摄像机（2）
17	洋汊河大桥	G344	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（18）
			结构裂缝	LVDT 裂缝计（2）
18	送水河大桥	G523	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（8）
			船舶撞击	低频加速度传感器（2）
			航道监控	高清摄像机（2）
19	大溪河大桥	S231	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（18）
20	中长安大桥	S231	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（18）
21	老通扬运河桥	S506	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（10）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）
22	竹泓东大桥	S232	竖向位移	图像法动位移监测仪（1）、目标靶（8）
23	樊荣大桥	S232	竖向位移	图像法动位移监测仪（1）、目标靶（8）
24	卖水河桥	S231	竖向位移	图像法动位移监测仪（2）、目标靶（18）
			特殊事件抓拍	高清摄像机（2）

### 7.2 测点布置

#### 7.2.1 竖向位移监测

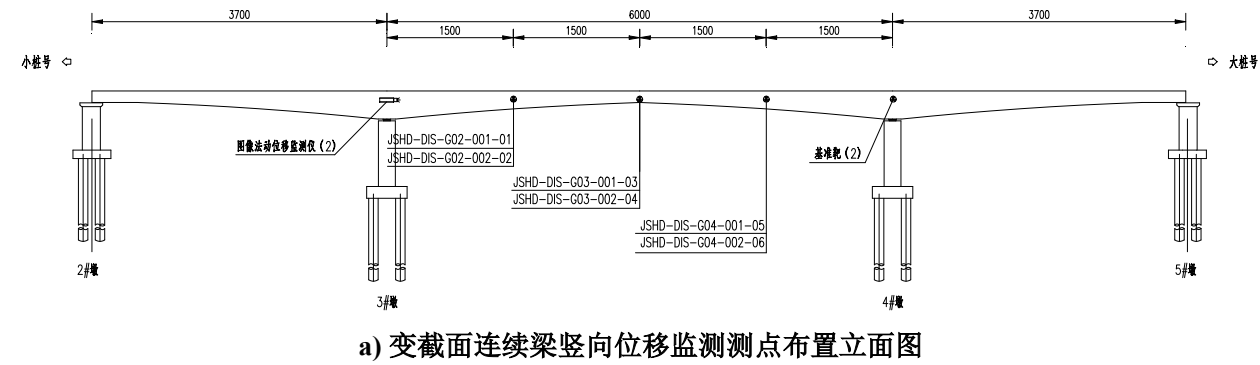
本标段桥梁上部结构分为变截面连续箱梁、等截面连续箱梁、组合箱梁、空心板梁和



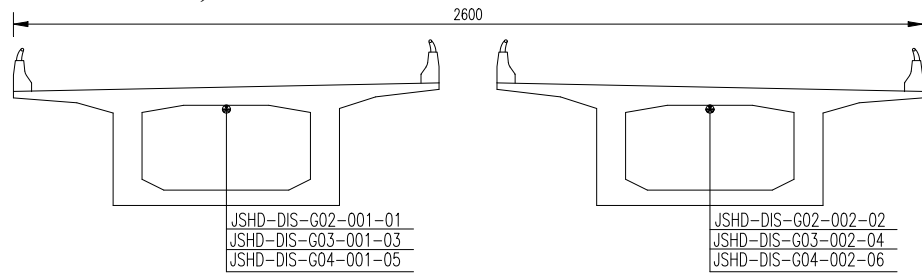
T 梁，根据结构响应特征分析与桥梁状况调研结果，结构实时变形监测选取桥梁病害较多的桥跨作为代表跨进行布设：

(1) 变截面连续箱梁桥选取各幅主跨四分点布设目标靶，并在桥墩处布设 1 个图像法动位移监测仪和 1 个基准靶。

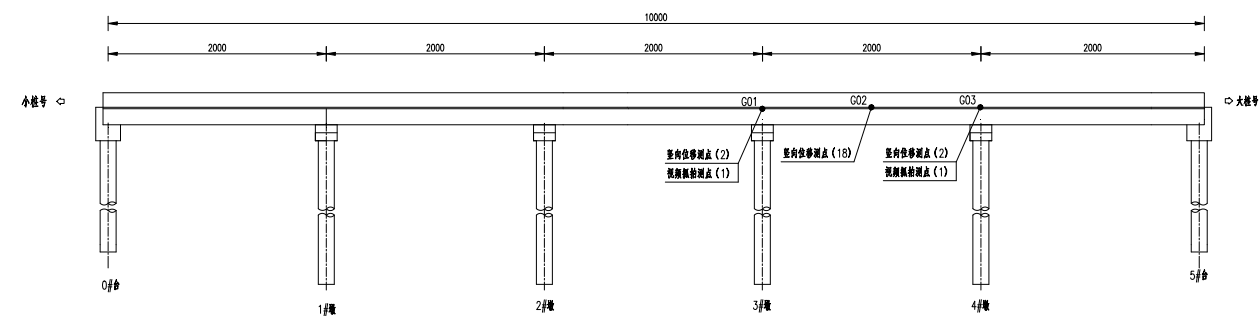
(2) 等截面连续箱梁、组合箱梁、空心板梁、T 梁桥选取各幅相应监测孔跨中梁底布设目标靶，并在桥墩处布设图像法动位移监测仪和基准靶。



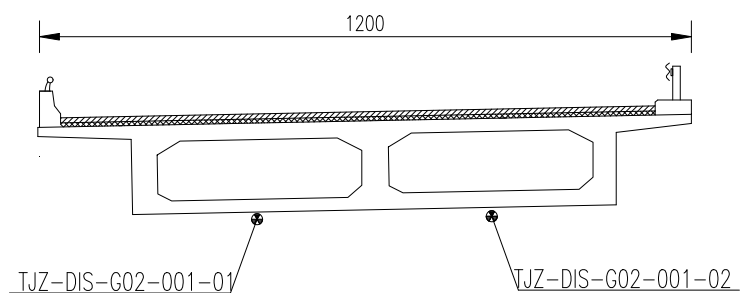
a) 变截面连续梁竖向位移监测测点布置立面图



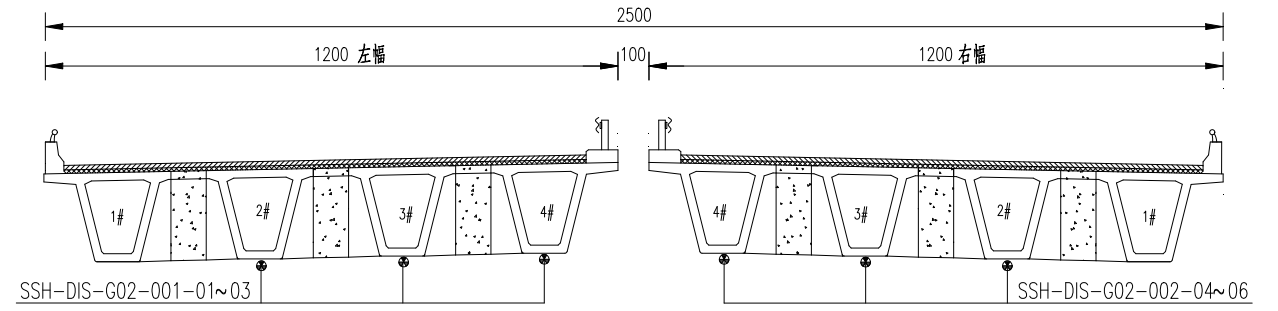
b) 变截面连续梁竖向位移监测测点布置断面图



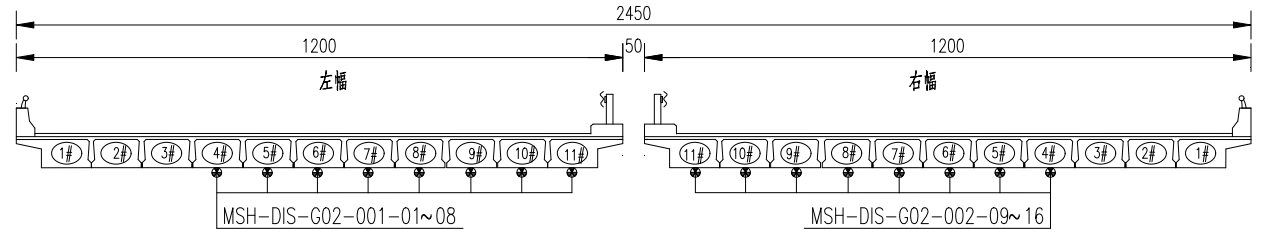
c) 等截面连续箱梁、组合箱梁、空心板梁、T 梁桥竖向位移监测测点布置立面图



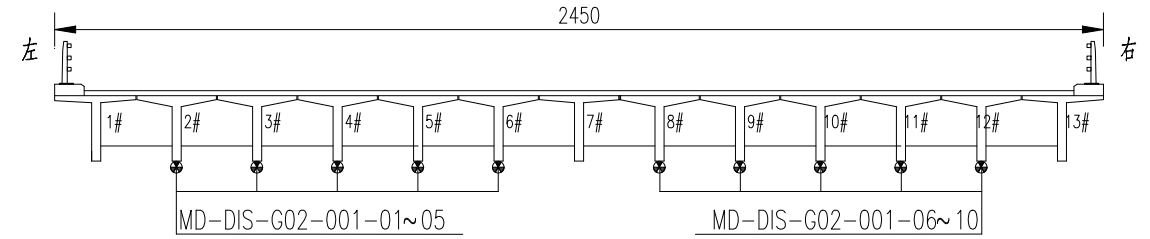
d) 等截面连续箱梁竖向位移监测测点布置断面图



e) 组合箱梁竖向位移监测测点布置断面图



f) 空心板梁竖向位移监测测点布置断面图



g) T 梁竖向位移监测测点布置断面图

图 7.2-1 竖向位移监测测点示意图 (单位: cm)



(a) 图像法动位移监测仪

(b) 目标靶

图 7.2-2 动挠度测试系统

竖向位移监测选用图像法动位移监测仪配合标靶实现，对应技术参数如下所示：

- (1) 精度： $\leq 0.2\text{mm}$ ；
- (2) 测量距离：120m；
- (3) 输出频率：10Hz；
- (4) 工作温度： $-30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。



7.2.2 特殊事件抓拍监测

为加强对桥梁服役期间通行车辆管控，更好地了解结构变形与桥面交通情况的相关性，获取桥址区突发事件发生前后实际状况，及时了解桥梁运营期间车辆通行情况。

选取 G328 老通扬运河东大桥、S229 史堡桥、S229 茅山河桥、S231 蚌蜒河大桥、S231 陈北大桥、G328 老通扬运河西大桥、S229 唐家庄立交桥、S506 老通扬运河桥、S231 卖水河桥、S231 老通扬河大桥、S506 送水河大桥监测孔各布设 2 套高清摄像机用于特殊事件抓拍。

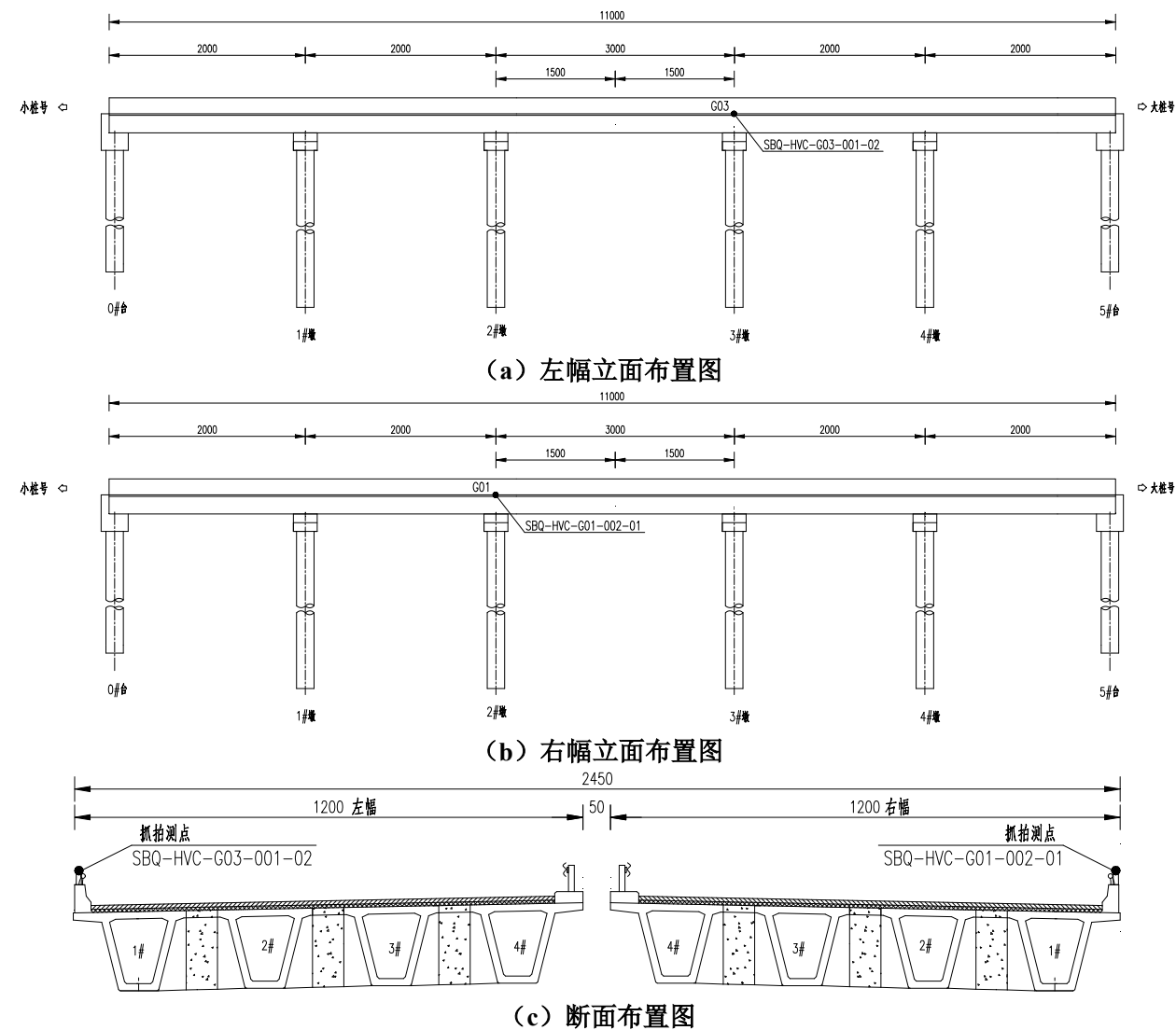


图 7.2-3 特殊事件抓拍测点示意图 (单位: cm)

特殊事件抓拍拟采用高清摄像机，其主要技术参数为：

- (1) 视频输出：800 万像素；
- (2) 键控速度：0.1°-80°/s；
- (3) 水平旋转范围：360°；

- (4) 垂直旋转范围：-15°~90°；
- (5) 防护性能：IP 66；
- (6) 工作温度和湿度：-30℃-65℃；湿度小于 90%；
- (7) 具有夜视功能。



图 7.2-4 高清智能球机示意图

7.2.3 主梁振动监测

通过主梁振动监测数据可以判断桥梁是否发生过大振动，识别桥梁结构动力特性。于 S334 姜十线航道大桥、S355 姜十线大桥各幅主跨跨中箱内布置 1 个主梁振动监测测点，各桥布置 2 个主梁振动监测测点。

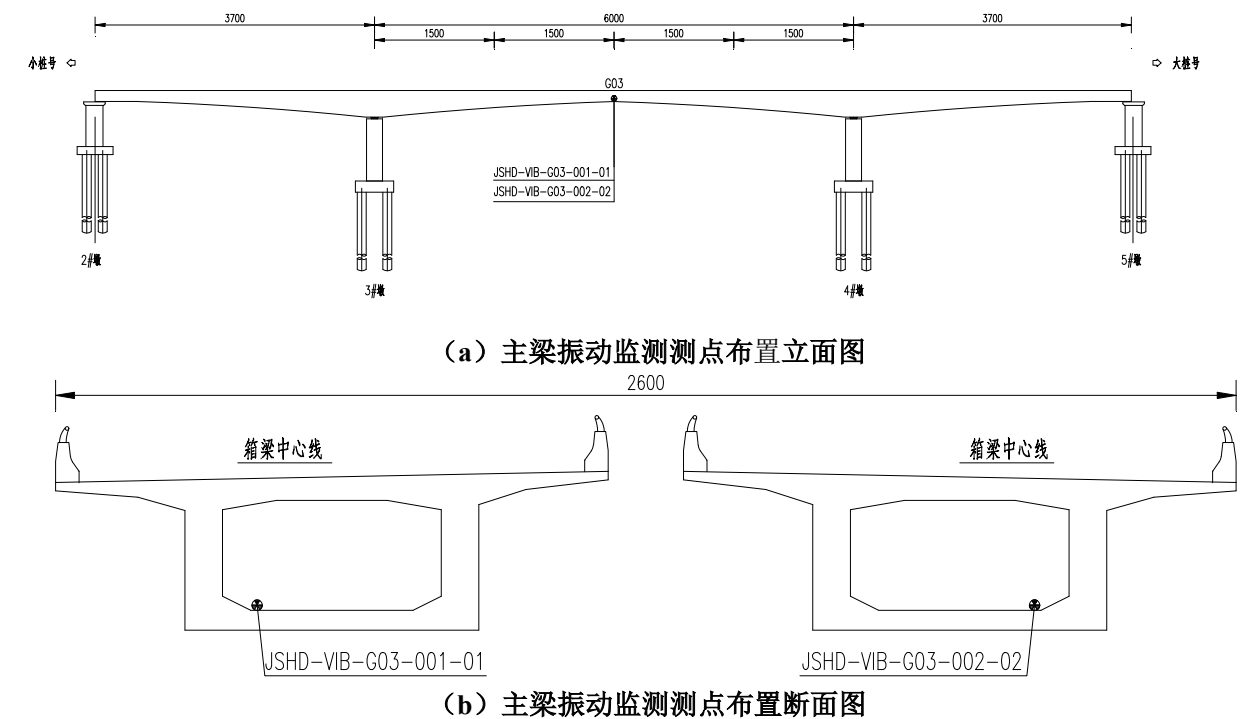


图 7.2-5 主梁振动测点布置示意图 (单位: cm)

主梁振动监测采用低频加速度传感器，传感器技术参数如下：



表 7.2-1 低频加速度传感器技术参数

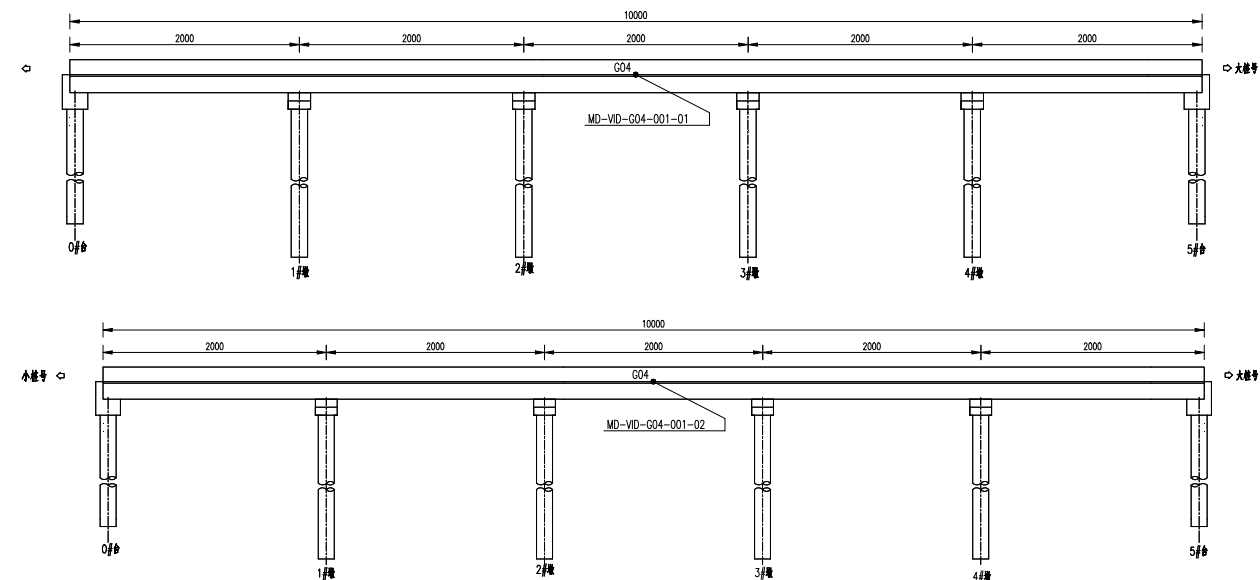
技术指标	档位	0	1	2	3
	参数	加速度	小速度	中速度	大速度
灵敏度 (V·s <sup>2</sup> /m 或 V·s/m)		0.3	20	5	0.3
最大量程	加速度(m/s <sup>2</sup> , 0-p)	20	/	/	/
	速度(m/s, 0-p)	/	0.125	0.3	0.6
频响范围		0.25~100	1~100	0.5~100	0.17~80
工作温度		-10~50℃	-10~50℃	-10~50℃	-10~50℃
输出阻抗 (Ω)		50k	50k	50k	50k
尺寸, 重量		63×63×63mm, 0.8kg			



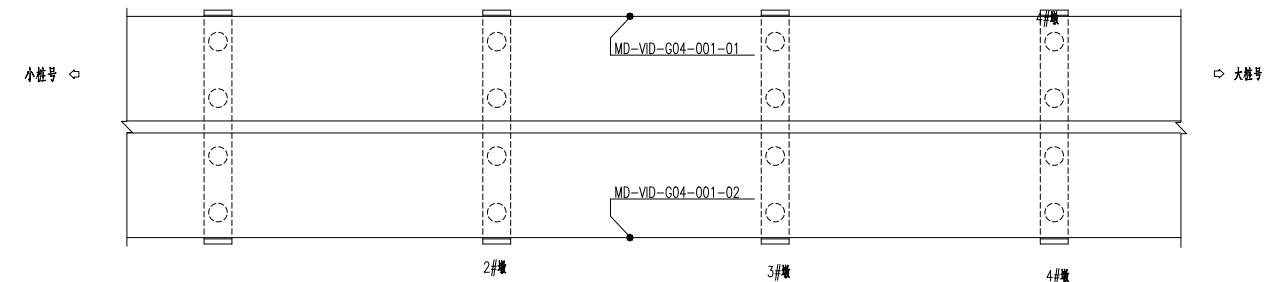
图 7.2-6 低频加速度传感器示意图

7.2.4 船舶撞击监测

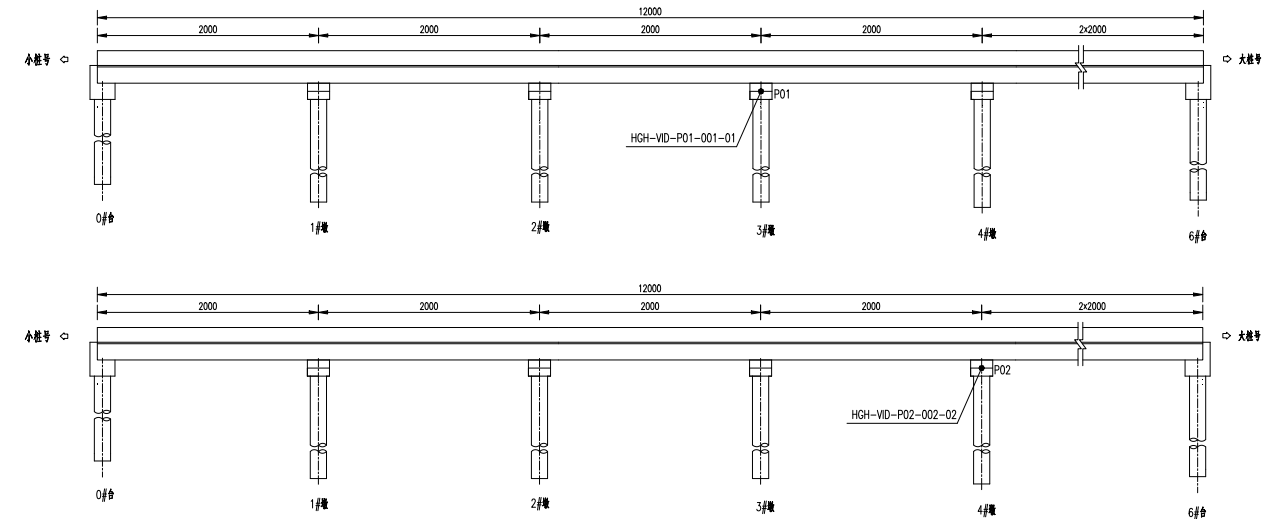
为获取突发事件发生前后桥梁的实际状况, 于 G345 马甸大桥左右幅主梁外侧面、G344 海沟河大桥、S232 海河大桥、G523 送水河大桥左右幅桥墩顶盖梁外侧面各布置 1 个船舶撞击监测测点, 各桥布置 2 个船舶撞击监测测点。



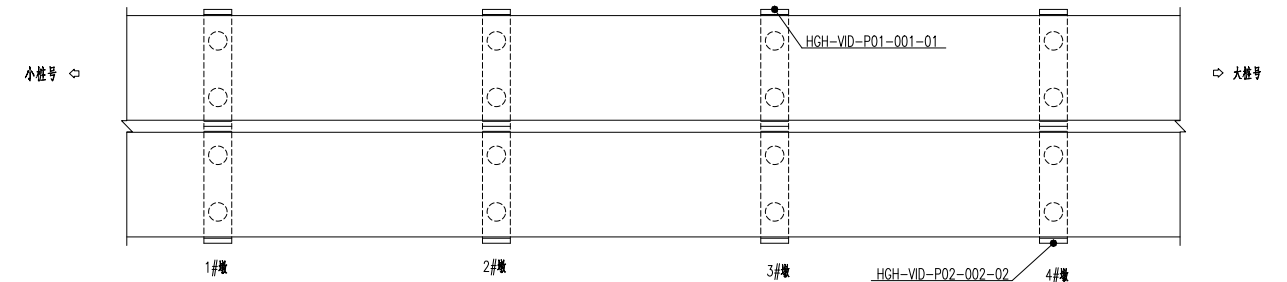
(a) G345 马甸大桥船舶撞击监测测点布置立面图



(b) G345 马甸大桥船舶撞击监测测点布置平面图



(c) G344 海沟河大桥船舶撞击监测测点布置立面图



(d) G344 海沟河大桥船舶撞击监测测点布置平面图

图 7.2-7 船舶撞击测点布置示意图 (单位: cm)

船舶撞击监测采用低频加速度传感器, 传感器技术参数如下:

表 7.2-2 低频加速度传感器技术参数

技术指标	档位	0	1	2	3
	参数	加速度	小速度	中速度	大速度
灵敏度 (V·s <sup>2</sup> /m 或 V·s/m)		0.3	20	5	0.3
最大量程	加速度(m/s <sup>2</sup> , 0-p)	20	/	/	/
	速度(m/s, 0-p)	/	0.125	0.3	0.6
频响范围		0.25~100	1~100	0.5~100	0.17~80
工作温度		-10~50℃	-10~50℃	-10~50℃	-10~50℃
输出阻抗 (Ω)		50k	50k	50k	50k
尺寸, 重量		63×63×63mm, 0.8kg			

编制:

复核:

审核:

图表号: SII-01



图 7.2-8 低频加速度传感器示意图

7.2.5 航道监控监测

为加强对桥梁服役期间通行船舶管控，获取桥址区突发事件发生前后实际状况。选取 G345 马甸大桥、G344 海沟河大桥、S232 海河大桥、G523 送水河大桥监测孔各布置 2 个航道监控监测测点。

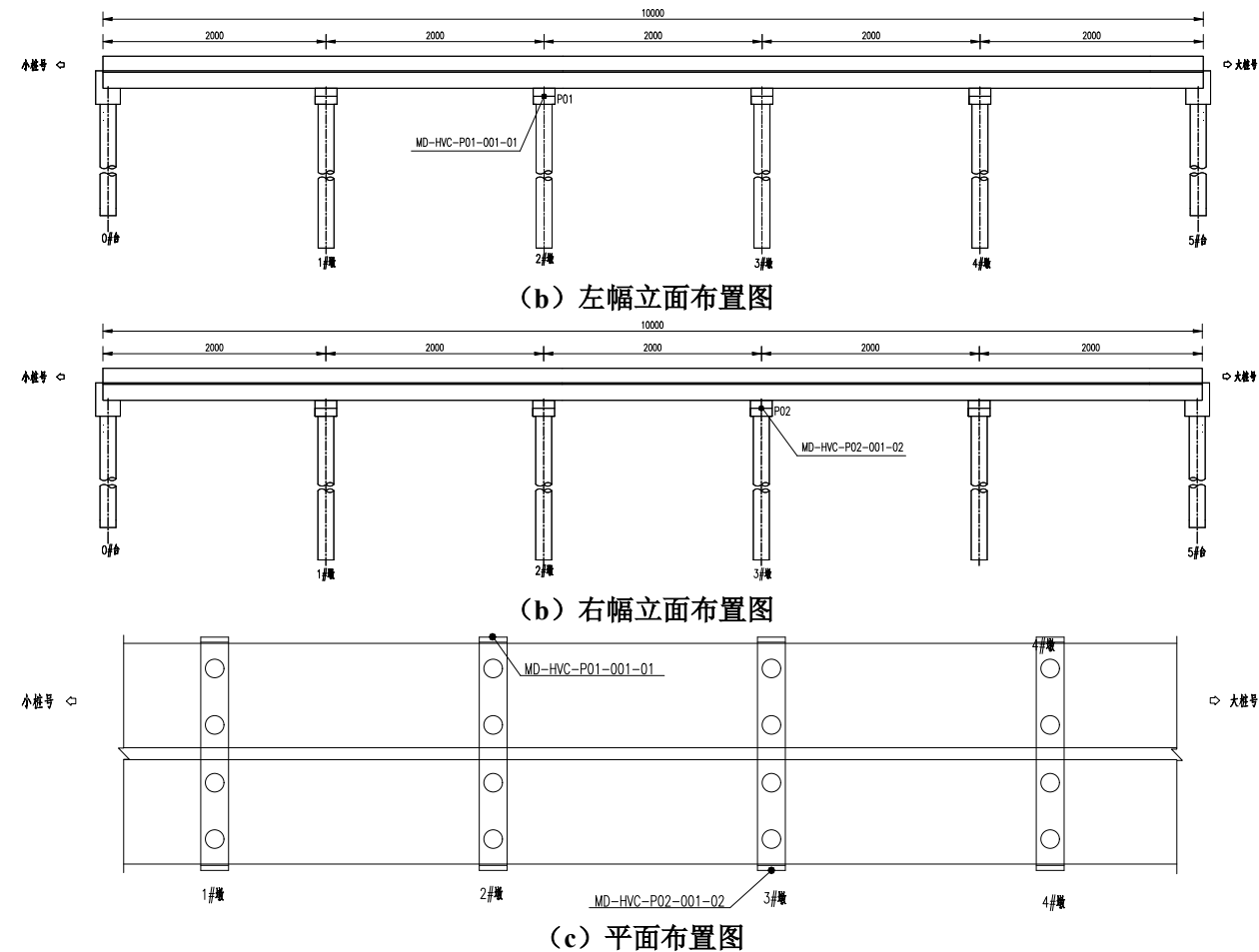


图 7.2-9 航道监控测点示意图 (单位: cm)

航道监控监测拟采用高清摄像机，其主要技术参数为：

- (1) 视频输出：800 万像素；
- (2) 键控速度：0.1°-80°/s；

- (3) 水平旋转范围：360°；
- (4) 垂直旋转范围：-15°~90°；
- (5) 防护性能：IP 66；
- (6) 工作温度和湿度：-30°C-65°C；湿度小于 90%；
- (7) 具有夜视功能。



图 7.2-10 高清智能球机示意图

7.2.6 结构裂缝监测

选取 G345 马甸大桥、S229 唐家庄立交桥、G344 洋汉河大桥各布置结构裂缝监测测点 2 个。测点按照最新定期检查报告裂缝记录初定，选取典型受力位置裂缝进行布设，用于评估裂缝的缝宽特性及发展情况，及时评估桥梁技术状况，各桥梁裂缝位置初定如下表所示。由于桥梁结构病害是动态发展的，现场实际部署施工期间应对桥梁结构病害进行复查，并重新选取表现相对严重的典型裂缝布置跨缝传感监测设备。

表 7.2-3 拟布设裂缝监测设备位置表

序号	桥梁名称	裂缝位置	裂缝形态	裂缝长度(m)	裂缝宽度(mm)
1	G345 马甸大桥	2-11#T 梁	U 形裂缝	2	0.20
2		2-13#T 梁	U 形裂缝	2	0.22
3	S229 唐家庄立交桥	左幅 4#跨箱梁底板距 3#墩 2.4-6.0m, 距右边缘 0.5m 处	斜向裂缝	0.8~1.2	0.08~0.12
4		左幅 4#孔箱梁底板距 3#墩 4.0-17.0m 处	横向裂缝	0.8~2.2	0.08~0.12
5	G344 洋汉河大桥	右幅 22-12#空心板距 21#墩 0m 处	纵向裂缝	20	0.24
6		右幅 22-12#空心板距 21#墩 0m 处	纵向裂缝	20	0.18

本项目拟采用 LVDT 裂缝传感器进行监测，传感器跨既有裂缝布置。其技术参数为：

- (1) 量程：5mm；



- (2) 线性误差：模拟输出±0.25%；
- (3) 工作温度：-25°C~+85°C。

### 7.3 传感器子系统性能指标

所有传感器均具有自动连续采集的功能，监测桥梁各监测项主要设备性能如下表所示。

表 7.3-1 主要监测设备性能一览表

序号	监测项目	传感器类型	量程	精度	采集频率	使用寿命
1	特殊事件抓拍、航道监控	高清摄像机	/	/	实时	≥5年
2	竖向位移	图像法动位移监测仪	120m	≤0.2mm	10Hz	≥5年
3	主梁振动、船舶撞击	低频加速度传感器	20m/s <sup>2</sup>	/	50Hz	≥5年
4	结构裂缝	LVDT 裂缝传感器	5mm	±0.25%	1/600Hz	≥5年

## 8 数据传输子系统设计

### 8.1 子系统架构

数据采集与传输子系统包括数据采集与数据传输两大模块，由分布在桥梁现场的数据基站、数据采集子站和传输网络构成。

根据结构监测系统的数据采集与传输信号的不同，相应的分成两个部分，即模拟信号传感器的数据采集与传输和数字信号传感器的数据采集与传输。系统组成框图如下图所示。

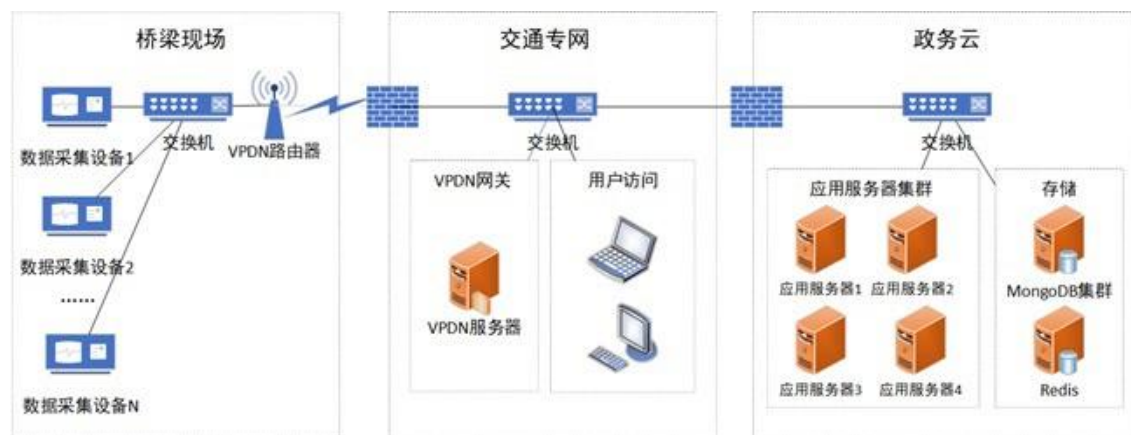


图 8.1-1 数据采集与传输子系统架构

### 8.2 设计要求

桥梁结构监测系统能否对桥梁结构的安全状态和服役寿命做出准确客观的评估，取决于数据采集系统能否及时准确地采集到如实反映结构状态的特征信息。

桥梁数据采集与传输子系统应满足以下设计要求：

- 1) 数据采集和传输设备能满足自动、实时数据采集与传输要求；
- 2) 数据采集、传输设备与传感器系统精度相匹配，满足测量精度要求；
- 3) 数据采集设备集成化程度高，便于统一管理控制；
- 4) 数据采集设备具有对信号进行放大、过滤、去噪和隔离等处理；
- 5) 数据采集与传输设备耐久性好、性能稳定、抗干扰性强以及电力供应稳定可靠；
- 6) 数据采集与传输设备的保护应具备完整方案和相关应急预案；
- 7) 保护数据采集与传输设备不受温湿度、雷击及干扰源（电源、电磁）等环境因素的影响及防止损坏；
- 8) 应满足其他技术要求，如：同步采样（对多路信号进行同时采样的功能），模拟输出（输出模拟信号的能力），数字 I/O（直接输出数字或准数字的能力），触发（数据采集设备启动方式）等。

### 8.3 数据采集与传输方案

数据采集与传输是指对安装在大桥上的各种类型的传感器的信号完成必要的预调理后按一定的采样频率进行模数转换（A/D），最后在数据采集站计算机上保存并进行远程传输。各种类型的传感器的模拟或数字信号经预处理、采集后从外场的数据采集站通过无线传送至位于省公路中心的数据处理与控制计算机上。

桥梁结构监测系统所有设备均采用标准以太网协议通过光缆传输数据。基站设有通讯网口，基站利用通讯网口和机电工程提供的通信主干光缆，连接到交换机。在外场相对较近的设备附近设置数据采集子站，可共用一台交换机、采集端等。

### 8.4 布线设计

本项目需要进行数据传输的监测项共包括 6 项内容。结构变形与人工检查同步进行，在桥梁现场检查完毕后将检查数据上传至省平台；竖向位移、特殊事件抓拍、主梁振动、结构裂缝、船舶撞击、航道监控等监测项布置在桥梁结构上，通过无线方式（4G）发送

至省平台，如下表所示。

表 8.4-1 数据传输方式

监测项目	数据传输方式	
	传感器至采集箱	采集箱至省平台
特殊事件抓拍、航道监控	网线	4G
竖向位移	网线	4G
主梁振动、船舶撞击	四芯线	4G
结构裂缝	两芯线	4G
外观检测	现场人工采集并直接上传至省平台	

桥梁结构监测系统的布线包括以下 3 方面内容。

1) 传感器线缆网络

传感器线缆网络是由外场工作站引出至各采集设备的线缆和线缆保护线槽及钢管组成，线缆的两端分别连接各种传感器及采集仪器。模拟信号输出传感器需采用屏蔽信号电缆进行信号传输。

2) 外场机柜供电系统

外场机柜供电由就近接入电源，结构监测系统从此处接电。外场机柜供电系统是由系统配电箱到结构监测系统配电箱，并进入外场机柜电源设备的供电设备、供电线缆和保护管组成。

3) 传感器采集器供电传输网络

传感器采集器供电传输系统是由外场采集站 PDU 向机柜外传感器采集设备供电的线缆和保护管组成。

8.5 时间同步采集设计

对结构的健康状况的分析需基于同一时刻或同一个时间段，要求各种仪器在同一时刻开始采集，保证分析数据的同步。本系统中时间同步功能的实现是由应用服务器作为时间服务器，通过校准服务器的时间，再通过监测网络时间协议（NTP）为其它嵌入式采集设备提供时间同步服务，它能够提供更高于 1ms 的时间精度。

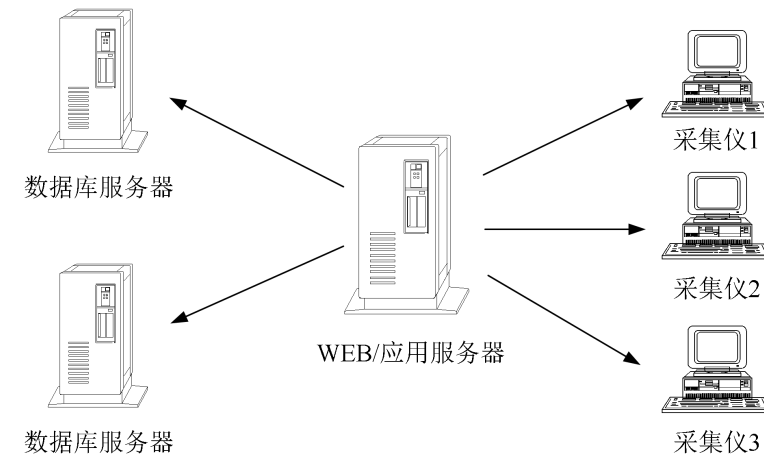


图 8.5-1 时间同步示意图

8.6 主要设备性能要求

➢ 工业级交换机

主要用于传感器与工控机的数据交换，技术指标如下：

- 端口：5 个千兆 RJ45 端口，4 个 PoE 端口；
- 支持本地 Web 管理；
- 支持端口 VLAN；
- 工作温度：0°C~40°C；
- 工作湿度：5%~95%。



图 8.6-1 交换机

➢ 4G 工业路由器

- 有线 LAN 口：1 个 10/100MbpsT(X)以太网口；
- SIM/USIM 卡：标准 6 针抽屉式卡接口，支持 3V/1.8V SIM 卡；
- 无线标准：支持 802.11b/g/n, 2.4GHz；
- 安全加密：支持 WPA-PSK、WPA2-PSK 加密方式；
- 工作温度：-20°C~70°C；
- 工作湿度：5%~95%RH。





图 8.6-2 4G 工业路由器

## 9 数据存储与管理子系统设计

统一采用江苏省交通运输厅公路事业发展中心开发的“江苏省普通国省道桥梁结构监测系统 2.0”。

### 9.1 主要功能

数据存储与管理子系统是桥梁结构监测各子系统数据的支撑系统，其功能应该包含监测设备管理、监测信息管理、结构模型信息管理、评估分析信息管理、数据转储管理、用户管理、安全管理以及报警信息管理等。该子系统的主要功能：

- (1) 为各类数据提供存储的工具与场所，实现对大量、多种类数据的管理，为多个子系统提供共享数据信息，同时要支持分布式的处理与访问；
- (2) 支持多并发用户的操作；
- (3) 为各应用子系统提供可靠的分布式数据交换与存储平台，方便开发与使用；
- (4) 提供数据安全性及用户管理的工作；
- (5) 提供数据分布式快速查询的工具；
- (6) 提供保障数据一致性与同步性的工具。

### 9.2 设计原则

- (1) 应遵循数据库系统的可靠性、先进性、开放性、可拓展性、标准和经济性的基本原则；
- (2) 应保证数据的共享性、数据结构的整体性、数据库系统与应用系统的统一性；
- (3) 应建立在清晰、简明、标准化的数据元上，保障用户方便、快速、准确的检索所需信息；

- (4) 数据库系统在使用时应支持在线实时数据处理分析；
- (5) 具备对海量数据的有效筛选、归档以及相应的元数据管理；
- (6) 具有数据维护功能，可对数据库中已有的数据进行增加、删除、修改等操作；
- (7) 具有报警系统，当数据达到规定的数据量极限时，能进行相应删除、导出等操作。

### 9.3 数据存储需求分析

#### (1) 结构综合信息

包括自动化采集设备信息、大桥结构参数，系统维护参数、系统报警参数、日志记录等，这些数据构成大桥基本信息库。通过结构综合信息，用户可以了解桥梁的基础数据、监测测点布置情况、报警设置等信息。

#### (2) 自动化监测数据

这类数据分为原始数据、实时数据、分析数据、历史存档数据等，数据通过预处理后，通过分析可以得到有关结构特性以及荷载响应特性等结果，在此基础上可建立起结构报警参数数据库（设计值和报警值）。随着结构年龄增加，其限值标准需作调整更新。根据不同阶段的状态值，可以了解结构运行的情况。

#### (3) 报表数据

包含系统分析报告以及报警分析报告，均以文件的形式存储在系统中。

系统数据具有数据量庞大、类型多且杂、实时响应要求高等特点。根据系统对海量数据以及不同形式数据的存储与管理需求，应该针对不同类型的数据，选择合适的数据库管理系统，实现对大桥几何数据、监测时间序列数据、图像监测信息和文件信息的统一存储。

### 9.4 系统安全性

#### 9.4.1 网络信息安全方案

##### 1) 防火墙实施方案

IPC 采用 GlassWire ( Version3.3.495)主机防火墙，隔离现场局域网与专网，防火墙的设置原则如下：

- (1) 建立合理有效的安全过滤原则对网络数据包的协议、端口、源/目的地址、流向进行审核，严格控制外部非法访问。
- (2) 只打开必须的 TCP/UDP 数据传输端口，防范恶意攻击。

(3) 定期查看防火墙访问日志，对防火墙的管理员权限严格控制。

#### 2) 漏洞修复方案

定期使用 OpenVAS 等漏洞扫描工具定期扫描系统内存在的安全漏洞，及时下载安装系统漏洞补丁。

#### 3) 防病毒方案

采用 Microsoft Windows Defender 网络防病毒软件，建立 PC 整体防病毒体系，对 IPC 采取全面病毒防护。同时，根据官方网站公布的流行性或重大恶性病毒及时下载系统补丁和杀毒工具，采取相关措施，防患于未然。

#### 4) 数据安全方案

IPC 磁盘采用 RAID 阵列提高数据的可靠性，同时定期对 PC 中重要的数据进行备份，防止因为各种软硬件故障、病毒、黑客的破坏等原因导致的数据丢失。同时，对系统中的敏感数据使用 SHA-256 形成信息摘要，防止数据被篡改，同时使用 AES 对称加密技术进行加密，并严格保证密钥不会外泄，确保数据的安全性、完整性和机密性。

#### 5) 访问控制管理

实施有效的用户口令和访问控制，在内网中系统管理员必须管理好所有的设备口令，在不同系统上使用不同的口令，同时口令采用大小写字母、字符、数字等组合的强密码，并定期更换。

#### 6) 安全审计

开启日志系统，对用户登录信息、系统异常、电源异常、服务异常等情况等自动记录日志，以便出现问题时跟踪追查审计。

### 9.4.2 数据交互与共享

(1) 监测系统宜具备与外部系统进行数据交互与共享功能；

(2) 监测系统与外部系统数据交互方式可采用数据交换接口、中间存储介质或数据库同步等方式；

(3) 数据交互应采取权限验证和安全管理措施，数据通过互联网传输时应进行传输加密和身份认证；

(4) 监测系统与省、部级桥梁监测平台数据交互与共享时，应满足省、部级平台统一的链路、传输、安全技术要求。

### 9.4.3 数据安全

(1) 数据安全应包含数据完整性、数据加密、数据访问权限控制和数据可审计性；

(2) 数据完整性应包含数据传输完整性和数据存储完整性，并符合下列规定：

a) 数据传输完整性宜符合 GB/T37025 的相关规定；

b) 应采用封装签名、测试字验证、引用约束等方式保证数据存储完整性，并提供非完整数据的解决措施；

(3) 对监测系统敏感字段或业务数据应加密存储；

(4) 通过公网传输监测数据时，应根据管理要求进行加密传输，加密过程应使用国家密码管理部门批准使用的算法；

(5) 数据审计应具备监测记录外部用户访问监测数据行为的功能；

(6) 监测系统应具备数据访问权限控制功能，能够对用户访问权限进行分级管理。

## 10 数据分析及报警子系统设计

统一采用江苏省交通运输厅公路事业发展中心开发的“江苏省普通国省道桥梁结构监测系统 2.0”。

### 10.1 子系统架构

数据分析与报警子系统由数据分析系统和报警子系统两部分组成，数据分析又分为数据预处理和数据后处理。数据分析与报警子系统框架如图所示。

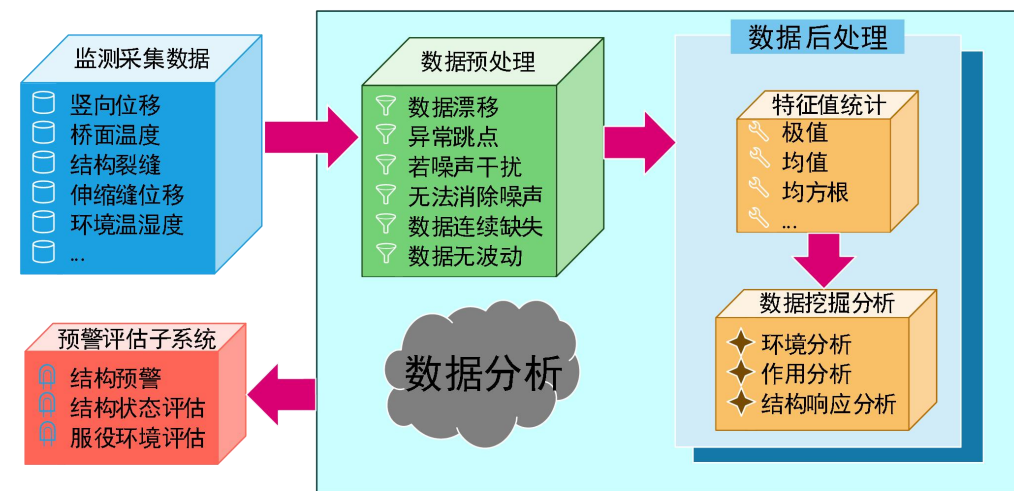


图 10.1-1 数据分析及报警子系统框架



### 10.2 数据预处理

结构健康监测系统工程结构对象所得到的分析评估结果，其准确性和精度与传感器类型和数量、数据采集模块、数据传输模块等硬件设备的性能息息相关，但是信号进行采集的过程中，由于存在着各种各样的环境干扰（如电磁场等），或者传感器固有属性，或者传输电路干扰，硬件设备老化等其他原因，使得进入到测站的数字信号包含干扰信号（即噪声），或者数据存在丢失，不完整，不一致，造成了采集获取的监测信号不能够反映实际工程结构对象的真实信息。因此，针对自动化数据采集系统获取的信号，必须进行前处理，尽可能的获取反映结构对象真实状态的信号。同时为数据的后处理提供有效的数据支持。

数据预处理旨在对采集的原始数据按照一定的判别准则，判断数据质量好坏，针对数据存在的“病症”，结合不同类型传感器、采集设备的特征，做出各种仪器设备自身是否处于正常工作状态，以及故障可能原因的诊断以及维修建议，通知现场相关人员对仪器设备进行故障排查检修工作。同时，对针对异常数据的不同表现形式，采取纠正不一致数据，消除异常数据，修补遗漏数据，平滑噪声数据等相应的措施，为后续的分析处理准备干净整齐的数据。监测数据可分为静态类和动态类，针对不同数据类型，数据异常判断及相应预处理方法如下表所示，本项目仅涉及静态类数据。

表 10.2-1 静态类数据异常判断及预处理方法

数据类型	数据异常类型	判断方法	处理方法
静态数据	异常跳点	差值 n 倍标准差	剔除
	数据缺失	长时间无数据采集	报警
	弱噪声干扰	弱环境激励明显测点	平滑滤波
	时变数据的趋势项干扰	温度影响明显监测项	去趋势项
	数据连续无波动	相邻差值连续为零	剔除
振动数据	数据漂移	数据连续超限	数据平移
	数据缺失	长时间无数据采集	报警
	无法消除强噪声	PSD 分段峭度	剔除
	弱噪声干扰	弱环境激励明显测点	平滑滤波
	数据连续无波动	相邻差值连续为零	剔除
	数据漂移	/	去均值处理

### 10.3 数据后处理

为进一步获取结构的实际受力状态，评估结构的服役水平，对预处理后的监测数据进行后处理分析。后处理分析包括监测数据的极值、均值等特征值统计和数据挖掘分析，数据挖掘分析框架如图所示。

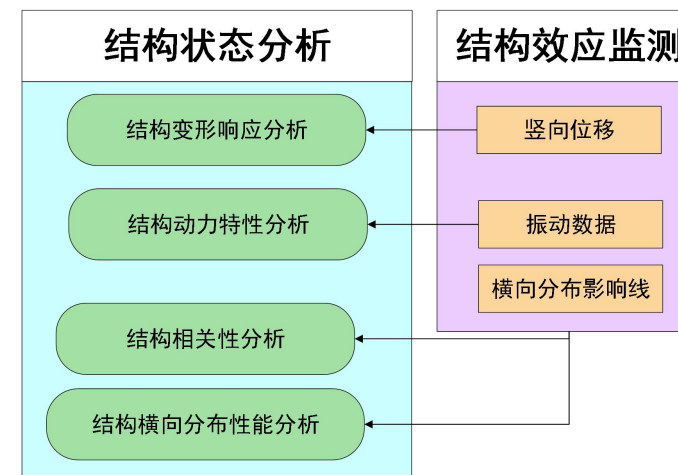


图 10.3-1 数据分析系统框架图

健康监测系统数据分析系统根据所涉及监测项指定，参照交通部技术规范要求，数据分析系统软件清单如表所示。

表 10.3-1 数据分析软件清单

分析类别	监测项目	分析项	分析指标
结构响应	竖向位移	统计分析	最大值/最小值/平均值
		主梁线形变化	主梁相对变形图
	振动	统计分析	幅值/均方根
		模态分析	模态频率/模态振型
		频谱分析	频谱图
结构变化	结构裂缝	统计分析	最大值/最小值/平均值/均方根值
综合分析	竖向位移+横向分布影响线	横向分布性能分析	动挠度设计阈值与动挠度权重极值
	各监测项	相关性分析	相关性时程 相关性散点图

### 10.4 结构安全报警机制

结构健康监测系统结构安全报警总体框架如图所示。

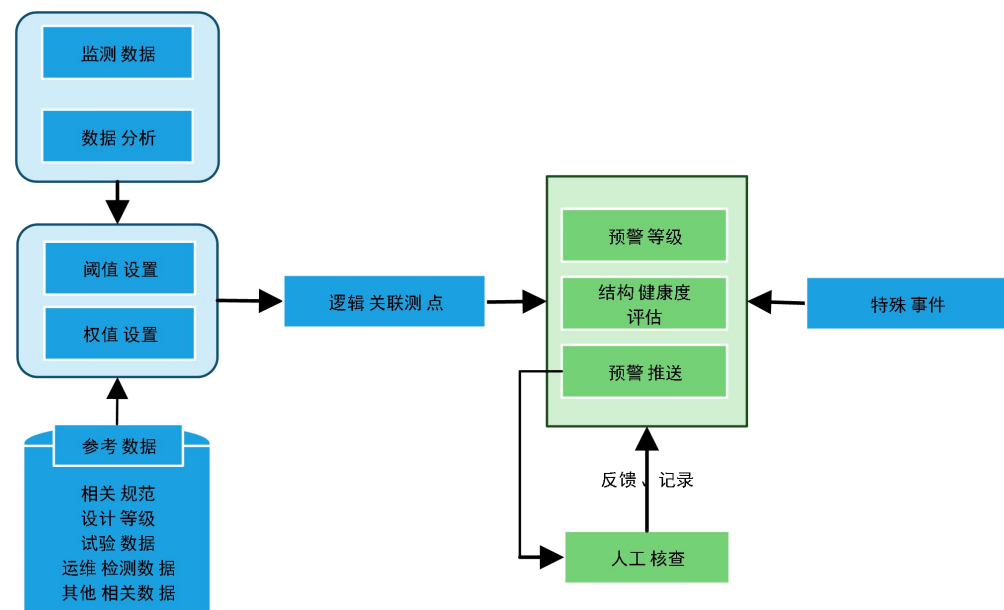


图 10.4-1 结构安全报警系统总体框架

10.4.1 一般规定

- 1) 系统应用应包括异常报警、数据分析报告、数据交互与共享。
- 2) 监测系统应实现异常报警的自动化，报警阈值的设定应满足桥梁日常管养的控制要求。
- 3) 系统数据分析应定期形成数据分析报告，展现形式应包括日报、季报和年报。
- 4) 监测系统应满足数据交互与共享的要求，并可按需提供给相关部门进行联动。

10.4.2 报警阈值

- 1) 异常报警设定三级报警阈值，当监测数据达到或超过报警阈值时，宜同步报警。当监测数据提示异常报警时，应深入分析监测数据，关注异常状态的影响程度和发展趋势。
- 2) 报警阈值具体数值宜基于监测内容历史统计值、设计值和规范容许值确定，并宜考虑桥梁管养需求、车辆通行管控建议等监测应用需求。
- 3) 报警阈值由系统设计单位结合轻量化监测场景和桥梁管养需求提出，可参考表 9.4-1 进行设置。
- 4) 监测数据触发异常报警时，宜基于桥梁特点、报警频次、异常极值等采取养护措施。报警级别达到二级时，异常情况应上报至各设区市公路事业发展中心；报警级别达到三级时，异常情况应上报至厅公路事业发展中心。养护建议见下表。

表 10.4-1 阈值设定及养护建议表

序号	监测项目	报警阈值	报警级别	养护建议
1	竖向位移监测	1.桥上通行限载车辆时测点位置处产生的挠度变化值； 2.相邻梁体竖向位移变化幅值出现明显差异	一级	提示密切关注桥面交通荷载分布和挠度变化情况
		达到 0.8 倍的设计值	二级	提示采取交通管控措施，开展专项检查评估
		达到设计值或一天内出现 10 次以上二级报警	三级	提示封闭交通，对桥进行全面检查和结构安全评估
2	结构裂缝监测	裂缝宽度超过规范限值或发展加速	二级	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。
3	振动监测	结构物受到碰撞时的激励响应特征	一级	结合视频抓拍监测进行分析，评估异常振动对结构的影响程度
		10min 加速度均方根达到 $31.5 \text{ cm/s}^2$ 且持续时间超过 30min	二级	提示对连接构件进行检查
		10min 加速度均方根达到 $50 \text{ cm/s}^2$	三级	提示封闭交通，对桥进行全面检查和结构安全评估
4	船舶撞击监测	发生撞击事件	二级	提示管理部门注意是否发生船舶撞击等突发事件，分析过程中及前后桥梁参数变化

11 支持保护系统

11.1 供电系统

结构轻量化监测系统中场端设备均使用 220V/50Hz 交流电。监测系统外场设备的供电系统包括数据采集站（子站）供电和传感器供电系统。

监测系统外场设备的供电系统包括数据采集站（子站）供电和传感器供电系统。

1) 外场机柜供电系统

数据采集站需 220V 交流供电。电源箱需配备一个隔离变压器，以避免雷击。

电缆、电线应满足以下要求：

- a) 电缆、电线要作清晰的编号标记，用于接序和回路检查，每根电缆在端头处要装有标签，电缆标号系统的细节要提交监理工程师批准；
- b) 电缆应按实际长度铺设，铺设时不应超过电缆厂家规定的牵引和弯曲半径的要求。在敷设时要避免电缆护套的应力损伤。可以使用牵引润滑油；
- c) 当电缆通过电缆孔洞、电缆管道和类似的地方时要密封，防止害虫和水进入；数据采集站配电箱电源引入后，分别供给空调、工作站设备及辅助设备使用。

2) 传感器供电系统



结构健康监测系统中的传感器子系统的电源由结构健康监测现场采集站电源提供。通过电源模块进行交-直流电压转换后，使用屏蔽电缆向各传感器设备供电。

## 11.2 网络条件

经调研，监测桥梁附近 4G 网络信号好，测试数据传输网速流畅。桥梁场端监测数据向监测服务器发送拟通过 4G 网络进行通信传输。

## 11.3 配电箱

共设置 1 个配电箱，内置变压设备，配电箱额定电压为交流 220V，额定电流满足设计要求。

(1) 所有箱体外壳采用 1~2mm 厚的不锈钢板制造，构造坚固，并配以活盖板，全防水防尘结构；

(2) 外壳应适合表面固定，便于安装和维修。底部、顶部及两个侧面，应具备有适当的冲压孔，以便端接电缆或电线管，其孔洞应能密封。每根电缆与外壳的连接处，应有防水电缆密封装置；

(3) 桥梁配电箱采用专业配电箱，所有材料及制造工艺，均应符合有关的国家标准的规定；

(4) 所有箱体应设接地螺栓，以便与接零干线或接地干线可靠连接。

## 11.4 电缆

(1) 性能要求

电缆采用 YJV2×2.5。

(2) 安装要求

a) 端接点之间不允许有电缆接头；

b) 任何的无保护电缆的结构连接有足够保护措施。

(3) 端接

a) 全部电缆端接在相应的终端盒和终端设备；

b) 终端接头进行标记和识别，电缆、电线的记号用来帮助正常接续；

c) 室内应配置先进的配线架。配线架的机械结构和工艺要求应符合国家规范要求；

d) 每个配线架的容量应足以在它的线路侧端接全部室外和室内电缆包括备用线对在设备侧端接的所有设备电缆，以满足监测系统的需要；

e) 配线架和端子上均应有明显的标志。

## 11.5 防雷接地系统

### 11.5.1 防雷原则

根据健康监测系统的需求，按照以下原则进行防雷方案设计：

(1) 将绝大部分雷电流直接引入地下泄散；

(2) 阻塞沿电源线或数据、信号线引入的过电压波危害设备（内部保护及过电压保护）；

(3) 限制被保护设备上浪涌过电压幅值（过电压保护）。

### 11.5.2 防雷方案

由于大桥结构设计中已考虑主体结构防雷（直击雷保护），在此基础上，健康监测系统防雷方案如下：

(1) 在所有动力配电箱内输出至电源前安装过电压保护器；每个数据采集站配电箱均安装一个。

(2) 在所有机柜内电源输出至桥面用电设备处，安装过电压保护器。

### 11.5.3 设备要求

表 11.5-1 电源防雷器性能参数

性能参数	数值
工作电压	220V AC
工作频率	47~63Hz
最大持续运行电压	385V
动作电压	620V
反应时间	<25 ns
标称放电电流 (8/20μs)	20kA
最大放电电流 (8/20μs)	50kA
残压	≤1800V
限制电压 (8/20μs)	1300V
工作环境	-40 到 85°C, ≤95%

表 11.5-2 信号防雷器性能参数

性能参数	数值
额定电压	5V、12V、24V
额定负载电流	500MA
最大持续运行电压	8V、15V、30V
标称放电电流 (8/20μs)	5kA
最大放电电流 (8/20μs)	10kA

性能参数	数值
限制电压	15V、30V、42V
最大传输速率	2Mbps
插入损耗	<0.1dB
失效机制	通讯线路对地短路或断开
工作环境	-40 到 85°C, ≤95%

### 12 施工组织方案

项目实施过程中，为保证工作效率，保证施工界面允许的情况下多个项目同步施行。结构监测项目在布设相关测点及布置线缆时尽量同时使用桥检车提供的作业到达条件。

现场硬件设备部署施工组织具体时间安排如下表所示。

表 12.1-1 设备安装时间安排

序号	工作名称	需用天数	时间安排				
			100	120	130	150	160
1	传感器安装	120					
2	传感器保护	20					
3	系统现场调试	10					
4	监测通信调试	10					
5	实施阶段总结	10					
6	系统试运行	30					
7	系统优化调整	10					
8	资料整理	10					

### 13 交通组织方案

按照本项目监测子项安装需要部分封闭交通，并相应制定桥梁封闭期间的交通实施方案（具体参数按照《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）、《道路交通标志和标线第 4 部分：作业区》（GB5768-2017）选取），主要措施如下：

- 1、每次交通管制和撤离前，均提前向交警、交通执法部门汇报，同意后方可实施；
- 2、在施工区域来车方向设置施工标志、导向箭头标志等交通引导标志，用锥筒实行作业区封闭；
- 3、检测期间所有人员全部穿好反光防护安全服；在封道区域两侧来车方向均设置 1 名交通疏导员，配备小红旗、警示灯等工具，专人维护交通，引导过往车辆通行；
- 4、撤场并恢复正常通行。

施工具体时间结合现场交通量确定，并向交警、综合交通执法部门报批后执行。

竖向位移、船舶撞击、主梁振动等监测项目传感器安装时需要临时封闭外侧两车道施工。



图 13-1 监测实施道路交通组织示意图

### 14 施工注意事项

#### 14.1 施工方法和技术措施

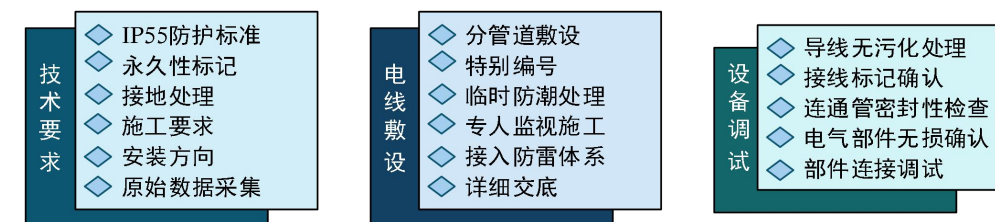


图 14.1-1 施工方法和技术措施

#### 1) 技术要求

- (1) 对于需要一般防护的传感器保护标准应满足 IP55 要求，直接裸露于外的传感器如风速风向仪等，按照其相应保护要求办理。
- (2) 所有传感器的定位应有明显的永久性标记，以便后期更换时可找到以前的位置。
- (3) 无论是能够直接暴露于空气中，还是不允许暴露于空气中的设备，对电子部分均采取保护措施。
- (4) 传感器设备需采取可靠接地，泄放可能产生的感应电压。
- (5) 传感器为精密测量设备，安装时必须轻拿轻放，严禁敲打击拍。
- (6) 部分监测传感器具有监测方向性，安装前须参阅传感器设备说明及其安装方法，如振动传感器、压力变送器等。
- (7) 用于监测桥梁结构响应的传感器，安装完成时，必需采集原始读数并记录保存。



## 2) 电线敷设

(1) 为避免电源感应对仪器测量、系统通讯带来影响，本系统所用的电源电缆不能同传感器电缆、通讯电缆敷设在同一保护管内。

(2) 敷设时绝对防止火花溅落在电缆上，因此要沿敷设线有专人监视。电缆敷设前要核对长度和清单，防止电缆长度不足。电缆盘要编号，顺次写下所敷电线号。敷设前要做电缆绝缘记录，敷设好一根就要整理一根。敷设后电线头要临时用塑料薄膜封头以防湿气浸入。

(3) 电缆应穿管保护，保护管规格为镀锌钢管，特殊困难线段以不锈钢软管连接。顺桥向部分沿线缆槽道路由敷设。

(4) 所有的保护管均应连入主桥的防雷接地体系。

(5) 对施工工人要作一次详细交底，分清负责范围。

## 3) 设备调试

(1) 设备电源线和配线的导线要求清洁、无脏化、软化及绝缘破裂等现象。

(2) 接线处要求牢固，各处标记需醒目正确、不易褪色并与设计图一致。

(3) 连通管及镀锌钢管要完善无损，测试连通管的密实度，不能漏水。

(4) 各电气部件要完好无损，内外清洁无灰尘、无腐蚀。

(5) 各部件连接调试应正常。

## 14.2 硬件设施的安装

(1) 场端各个监测项目传感器的安装位置偏差应满足设计文件要求，如现场实际条件异常导致安装位置必须更改的，现场安装人员应遵循设计单位的书面同意。

(2) 应采用合适的施工方法保证传感器及其附属产品的安装对监测桥梁原有构件的正常工作无影响：禁止对监测桥梁原有构件进行损伤、拆除重建等严重影响结构安全的行为；禁止在施工过程中采用可能引起混凝土崩裂的施工方式。

(3) 对施工过程中造成的桥梁微损区域应进行及时修复。

(4) 为保证传感器使用的耐久性要求，现场传感器安装应满足设计图纸和生产厂家提出的技术要求。

## 14.3 线缆施工

(1) 电缆的弯曲半径应大于电缆直径的 15 倍。

(2) 应尽量避免电缆的接续，电缆接续时须采用专门接插件。

(3) 设备连接电缆时，宜从设备下部进线。

(4) 电缆应进行套管防护，套管内径不宜小于电缆外径的 1.5 倍。

(5) 直埋电缆在直线段应每隔 50~100m、电缆接头及转弯处、进入不同环境处时应设置明显的方位标志，在易于接触区域警示防护标志应加密设置。

(6) 沿室外墙面敷设电缆宜采用吊挂方式，沿室内墙面敷设电缆宜采用卡子方式。

(7) 用于数据采集传输的现场设备连接线缆应及时进行归纳防护处理，以保证结构耐久性要求。

## 14.4 施工安全

(1) 施工用电安全应符合国家标准《用电安全导则》（GB/T 13869）、《国家电气设备安全技术规范》（GB 19517）和《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46）有关规定。

(2) 高处作业应满足现行《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ 80）有关规定。

(3) 现场地面施工作业区域应设置安全围挡和安全标志，并应设专人监护、监控，需要办理作业批准手续的应积极办理。

(4) 现场施工人员配备的劳动保护用品应符合现行国家标准《个体防护装备选用规范》（GB/T 11651）的有关规定。

(5) 现场作业结束后，应检查并消除隐患后离开现场。

## 14.5 其他

现场施工前应认真核对设计图和实桥对应情况，如发现实际构造与设计图纸有出入及有新的结构安全相关病害产生时，应及时通知设计人员。其它未尽事宜应满足按照现行规范相关规定要求。

## 15 验收说明

系统验收宜采用交（竣）工一次验收方式，由建设单位组织。系统交（竣）工验收标准应包括但不限于下表所列内容。

表 15.1-1 验收具体内容

序号	实施阶段	验收项目	验收标准
1		传感器成活率	100%

编制：

复核：

审核：

图表号：SII-01

序号	实施阶段	验收项目	验收标准
2	硬件系统	传感器安装质量	安装准确，牢固
3		传感器保护情况	防水、防雷、防尘
4		采集传输设备的设计参数	是否达到设计参数
5		采购、安装及调试过程记录	相关记录、报告及照片
6	软件系统	系统功能是否正常	设计方案
7		性能参数	满足设计要求

### 15.1 资料验收

施工单位具备以下完整资料文件后可向建设单位提出验收申请：

- （1）监测系统施工图。
- （2）监测系统竣工图。
- （3）施工期间设计变更过程传递文件（如有）。
- （4）监测系统试运行成果报告。
- （5）硬件产品出厂合格证明。
- （6）监测类产品标定报告。
- （7）其他资料。

### 15.2 现场验收

结构监测硬件设备现场验收内容、验收方式及评判标准如下表所示。

表 15.2-1 结构监测硬件设备现场验收依据

序号	验收内容	验收方式	判断标准
1	设备类别	现场核对	厂、证、物三者一一对应
2	设备数量	现场核对	数量不小于设计文件要求
3	测点位置	量距	小于设计文件给出的误差值
4	测点存活率	数据读取	100%
5	施工造成的桥梁构件损伤	目测	1) 混凝土破损数量不大于测点总数的 10%，单处最大面积不大于 200cm <sup>2</sup> ，不得破坏原有钢筋。 2) 不得出现板材切割及板材钻孔等。 3) 板材不得出现未涂装的裸露区域。
6	施工现场安全风险	目测	1) 现场设施附着可靠，无坠落风险。 2) 现场设施未侵入交通通行区域。 3) 设备连接线缆应进行防护。 4) 现场施工电缆采取了空气开关等主动防护措施。 5) 现场施工电缆等间距布设警示标志。

### 15.3 数据传输验收

（1）通信系统现场验收内容、验收方式及评判标准如下表所示。

表 15.3-1 通信系统现场验收依据

序号	验收内容	验收方式	判断标准
1	数据丢失率	数据对比	误差≤1%
2	信息缓存	数据容量估算	数据缓存时间不小于 3 个月
3	传输延时	数据对比	≤60 秒
4	断点续传	传输中断模拟测试	传输中断后系统重启自动续传
5	自动重启	异常模拟测试	系统因异常原因停止工作，在恢复工作条件后系统自动重启

（2）监测项目应在场端系统完成 AD 转换，传输至监测中心数据库的监测数据应具有明确物理含义，直接可读、可用。

监测系统施工单位对传输数据质量应负完全责任，负责数据解读至监测物理量，如裂缝监测应由监测系统施工单位提供监测到的裂缝量值。

## 16 系统运维方案

### 16.1 结构监测系统运行一般特点

根据以往项目经验，总结结构监测系统、监测设备和工作人员素质呈现如下特点：

- 1) 网络系统故障较少；
- 2) 监测设备一般运行良好，故障较少；外场传感器故障较多发；
- 3) 运营养护团队员工素质和技术专业水平在近年逐步提高；
- 4) 进口的监测设备产品，存在维修周期较长等问题；
- 5) 投入运营后，由于监测数据量大增，易存在服务器超负荷运转状况；
- 6) 受自然环境的侵蚀，特别是桥面设备、光纤线路易损、易老化。

### 16.2 系统运维管理

#### 16.2.1 管理模式

专设一个运营维护团队，分为监测系统运营维护组和监测数据评估组。

#### 1) 一般运营维护方式

- （1）每年一次维护。工程师对网络设备、健康监测系统设备的维护；
- （2）发现异常及时分析与判断，快速做出响应并按单位相关流程程序执行；



- (3) 当出现故障时，工程师第一时间赶赴现场，迅速按单位故障流程和应急处理流程执行；
- (4) 网络设备工程师、软件工程师、数据分析工程师各自按自己的职责，每天对网络系统各个部分实时检测；
- (5) 网络设备工程师、软件工程师、数据分析工程师和维护工程师每年对结构监测系统设备和数据进行汇总分析，判断系统运行的状况；
- (6) 每次上桥维护与维修作业，与桥梁养护管理单位等进行沟通，确保各项作业工作顺利进行和工作人员、车辆的安全；
- (7) 每年向业主递交一份设备运营维护、维修报告；
- (8) 特殊情况或重大设备故障，及时向管理部门汇报，并详细说明相关处理方案。

## 2) 特定情况运营维护方式

重要领导来访、节假日前对系统各个设备进行安全维护巡查；

在台风、暴雨、冰冻、大雪等自然灾害来临的前后，对系统各个设备进行安全维护巡查。

## 16.2.2 系统运维管理内容

结构监测系统为专业服务系统，运营过程中需要桥梁结构工程师、软件工程师、维护工程师和值班人员共同完成。

### 1) 日常系统管理

#### (1) 结构健康状态页面的日常监控

值班人员通过结构监测系统中结构健康状态页面，按各监测内容及不同的实时监测区段，及时掌握各实时监测内容当前的实测数据和报警情况。如值班人员发现异常情况，及时通知维护工程师确认异常现象，以便采取进一步措施。做好日常记录和故障记录。

#### (2) 设备工作状态页面的日常监控

值班人员通过结构监测系统中设备工作状态页面，对传感器模块、数据采集及传输模块、数据处理及管理模块的所有硬件设备工作状态进行监视；值班人员可通过该页面直观地了解结构监测系统所有设备当前的实时工作状态及设备报警信息。如发现异常情况，及时通知维护工程师进行确认，以便采取进一步措施。做好日常记录和故障记录。

### 2) 数据维护管理

数据维护工程师主要负责结构监测系统采集数据的收集、分析工作，同时负责结构监测系统基础数据的收集、整理、预处理和录入维护工作。

基础数据包括型号信息、设备信息、位置信息、通道信息、监测项目、布置图和预设显示方案。

数据维护工程师需按照桥梁结构工程师确认的基础数据进行日常维护，包括基础数据的添加、修改、删除等操作。数据维护工程师可进行维护的基础数据包括型号信息、设备信息、位置信息、通道信息、监测项目、数据采集制度和评估体系。

### 3) 运营养护管理

#### (1) 设备的日常定期维护

系统维护人员根据预定的系统养护计划，定期对全桥所有监测设备进行专业维护，以保证设备始终处于高效的运转状态。初步拟定，当前对主要的外场设备每个半年均进行一次定期维护工作。

#### (2) 故障设备的检修维护

维护工程师每日对设备运行情况进行初检、分析和记录归档，严格按维护流程规定执行维护计划，对要维护、维修和更换的设备记录详尽，有据可查。对各个设备运行的性能要具有可预测性和判断准确性，及时向管理所提出详尽的运营维护建议、措施和方案。

#### (3) 运营维护工具管理

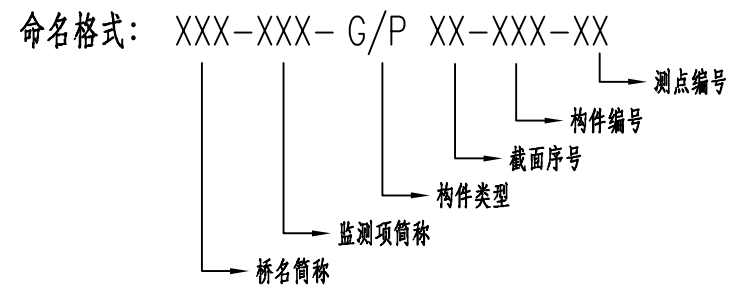
运营维护要在每次运营维护之前，对汽车、工具、设备钥匙、安全锥和荧光背心等必须认真、仔细的检查，并对使用情况做好详细记录。发现问题及时维修与更换。

#### (4) 运营维护制度与安全管理

定期对员工进行运营维护 and 安全性教育，做到所有人员仪表端庄，态度认真，遵章守纪。运营人员不擅自离岗和脱岗，维护人员时刻牢记安全作业的思想，做好各项安全防范工作。

## 17 施工图预算

### 桥梁监测点编号命名规则

















- 1、XXX: 桥名简称;
- 2、XXX: 监测项简称, 为不同监测项的英文简称;
- 3、G/P: 构件类型, 表示当前传感器所在构件类型 (G: 梁结构、P: 墩结构);
- 4、XX: 截面序号, 表示监测结构的监测截面序号;
- 5、XX: 测点编号;
- 6、示例: XXX-DIS-G01-001-01, 表示监测桥梁竖向位移监测项主梁01截面001构件第01个监测点。

注:

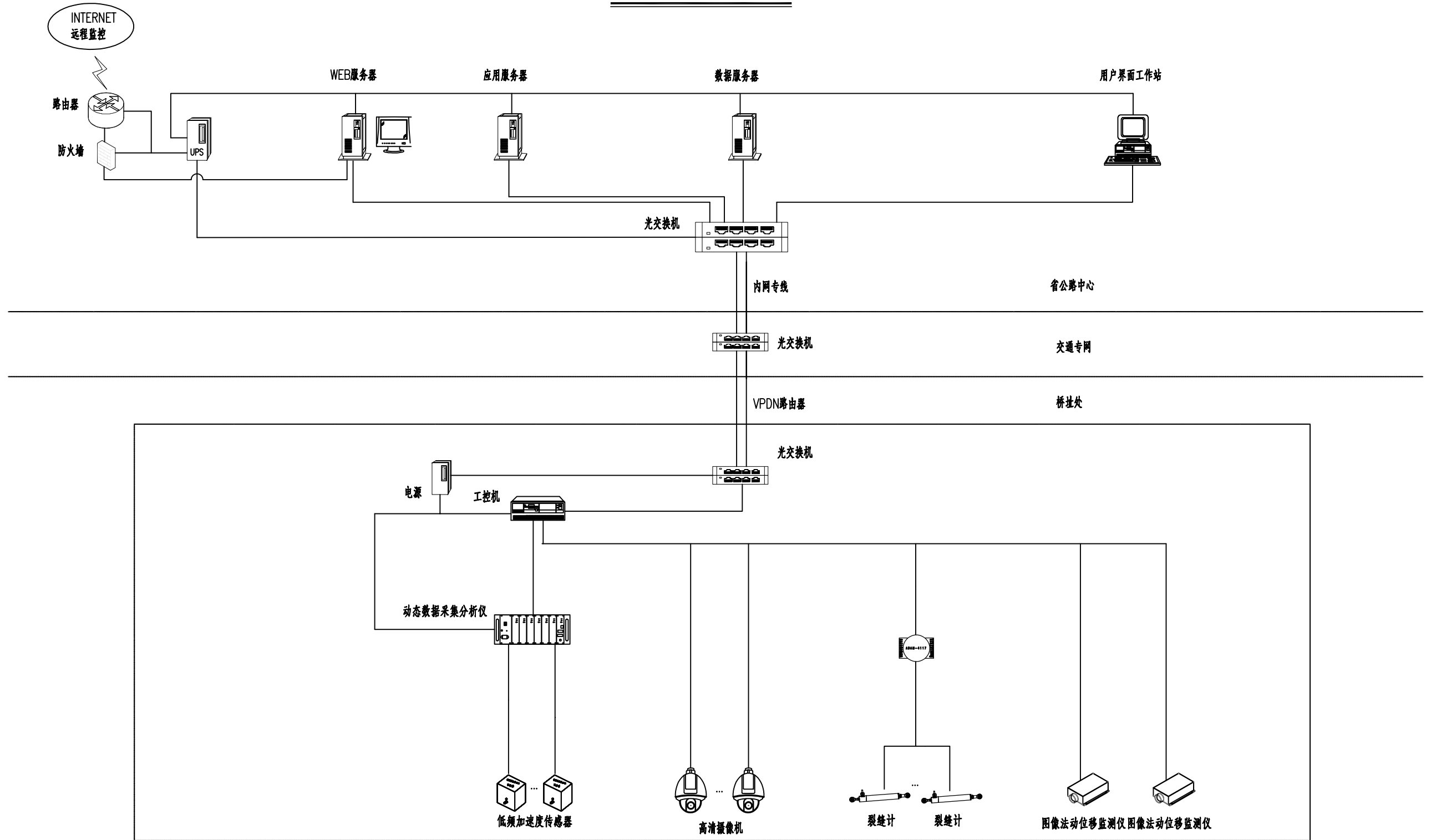
1.参照交通运输部《公路桥梁结构监测技术规范》(JT/T 1037-2022) 要求编写。



## 施工图例

序号	名称	图例	序号	名称	图例
1	工控机		8	图像法动位移监测仪	
2	动态数据采集分析仪		9	低频加速度传感器	
3	电流信号采集模块		10	LVDT裂缝计	
4	网络交换机		11	高清摄像机	
5	光纤收发器		12	通讯电缆	
6	开关电源模块		13	电力电缆	
7	串口服务器		14	网线	

# 系统拓扑图





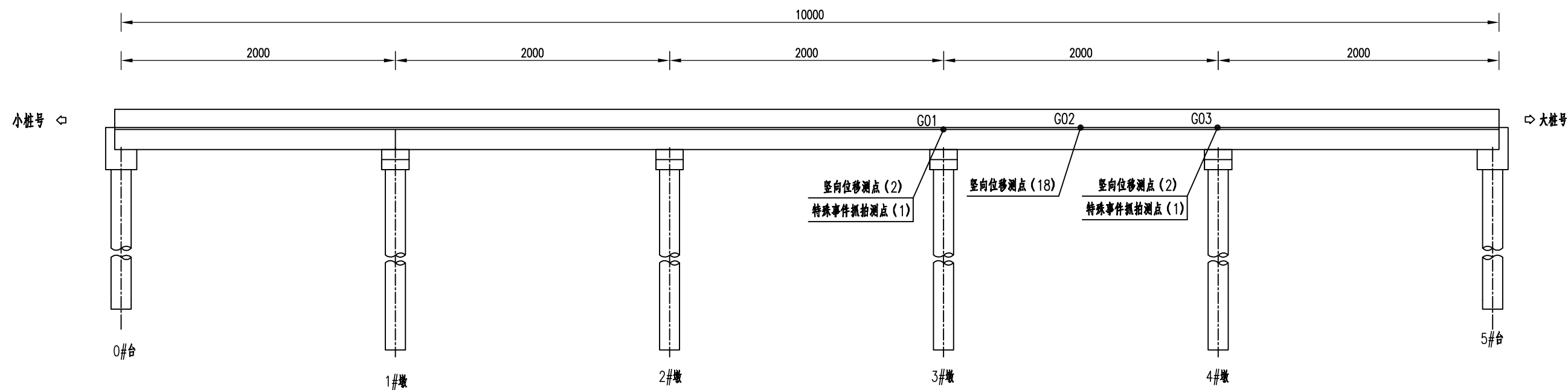
G328老通扬运河东大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置		
一	作用	抓拍		高清摄像机	1	LTYD-HVC-G01-002-01	右幅3#墩桥面右侧护栏外侧
					2	LTYD-HVC-G03-001-02	左幅4#墩桥面左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移		图像法动位移监测仪/目标靶	1	LTYD-DIS-G02-001-01	左幅4#孔跨中5#板底面
					2	LTYD-DIS-G02-001-02	左幅4#孔跨中6#板底面
					3	LTYD-DIS-G02-001-03	左幅4#孔跨中7#板底面
					4	LTYD-DIS-G02-001-04	左幅4#孔跨中8#板底面
					5	LTYD-DIS-G02-001-05	左幅4#孔跨中9#板底面
					6	LTYD-DIS-G02-001-06	左幅4#孔跨中10#板底面
					7	LTYD-DIS-G02-001-07	左幅4#孔跨中11#板底面
					8	LTYD-DIS-G02-001-08	左幅4#孔跨中12#板底面
					9	LTYD-DIS-G02-001-09	左幅4#孔跨中13#板底面
					10	LTYD-DIS-G02-002-10	右幅4#孔跨中5#板底面
					11	LTYD-DIS-G02-002-11	右幅4#孔跨中6#板底面
					12	LTYD-DIS-G02-002-12	右幅4#孔跨中7#板底面
					13	LTYD-DIS-G02-002-13	右幅4#孔跨中8#板底面
					14	LTYD-DIS-G02-002-14	右幅4#孔跨中9#板底面
					15	LTYD-DIS-G02-002-15	右幅4#孔跨中10#板底面
					16	LTYD-DIS-G02-002-16	右幅4#孔跨中11#板底面
17	LTYD-DIS-G02-002-17	右幅4#孔跨中12#板底面					
18	LTYD-DIS-G02-002-18	右幅4#孔跨中13#板底面					



### 监测测点总体布置图



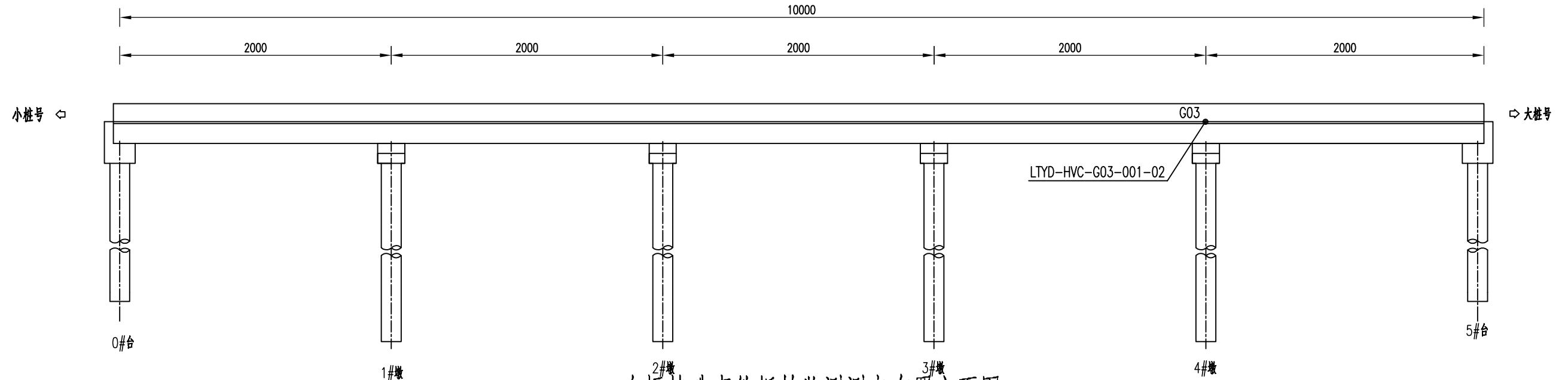
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	18
				基准靶	个	2
合计						24

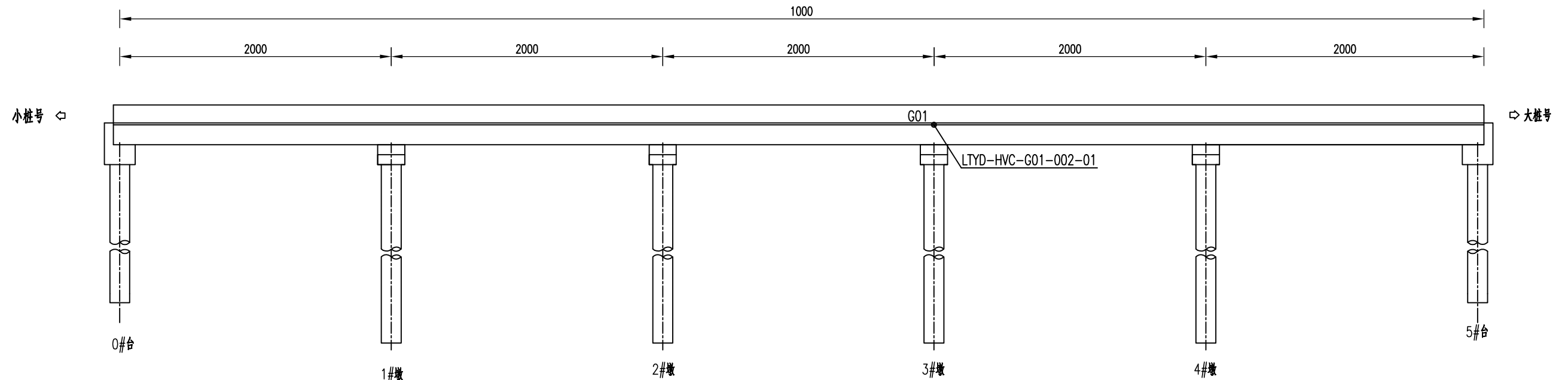
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

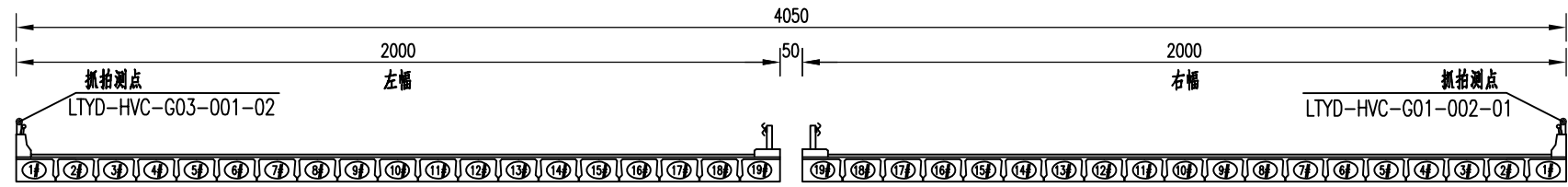
### 左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



### 右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

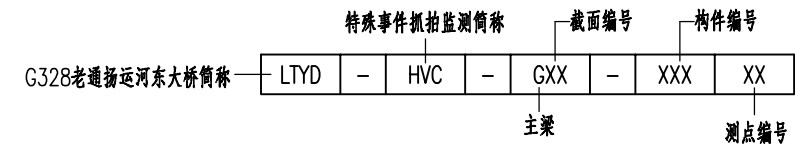


### 特殊事件抓拍监测测点布置断面图



### 工程数量表

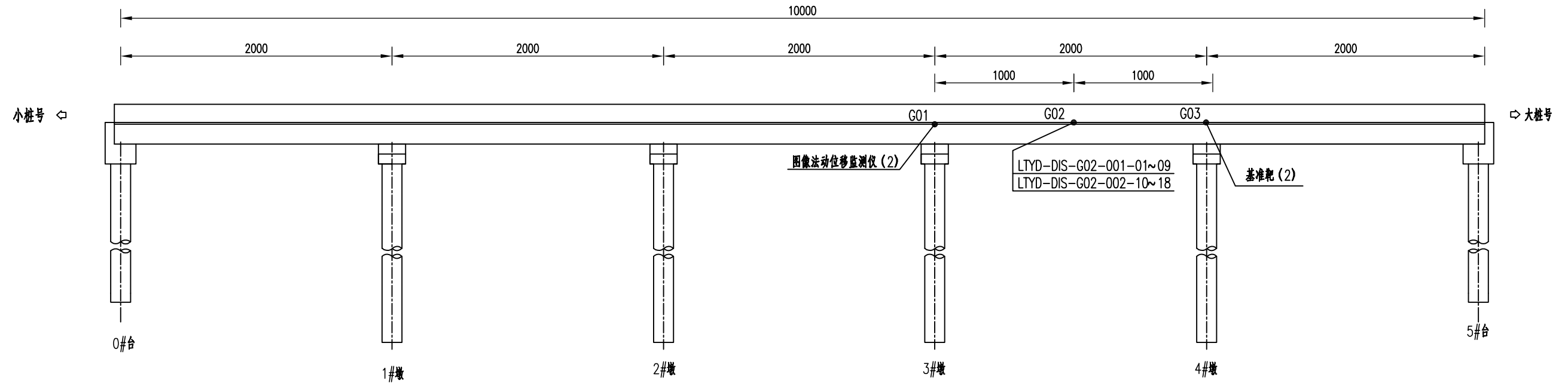
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	LTYD-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅3#墩桥面右侧护栏外侧
2	LTYD-HVC-G03-001-02		1	个	左幅4#墩桥面左侧护栏外侧
合计			2		



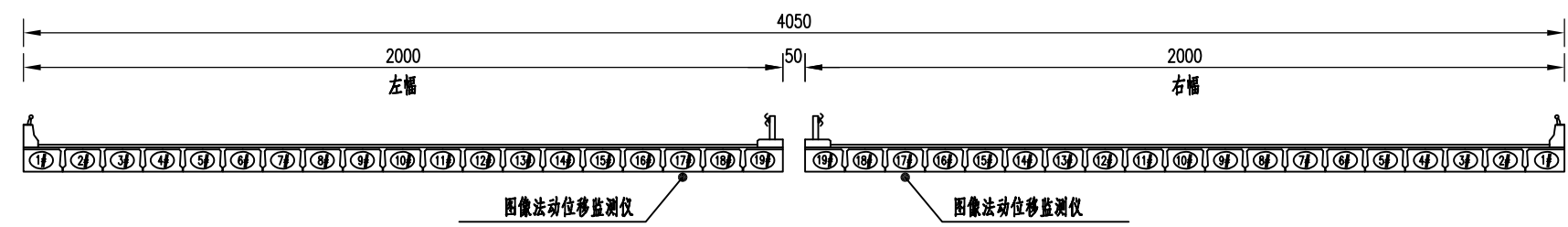
- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. ●表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
  3. 高清摄像机拟布置于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
  4. 高清摄像机用于拍摄车尾照片，可根据实际情况调整布设位置。



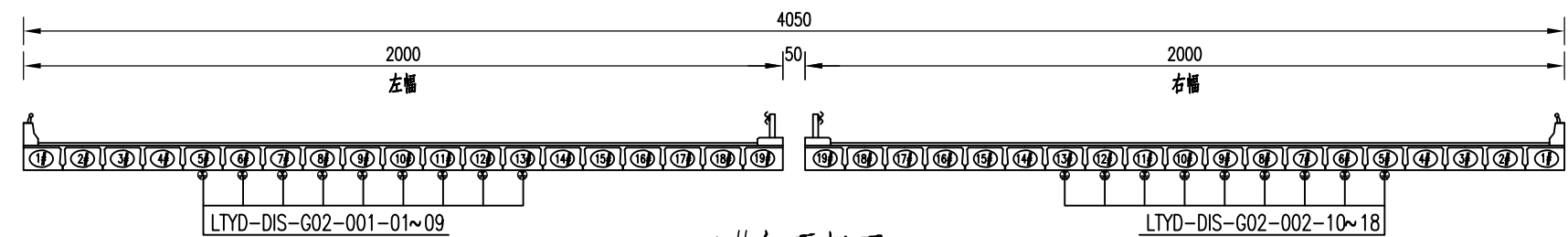
### 竖向位移监测测点布置立面图



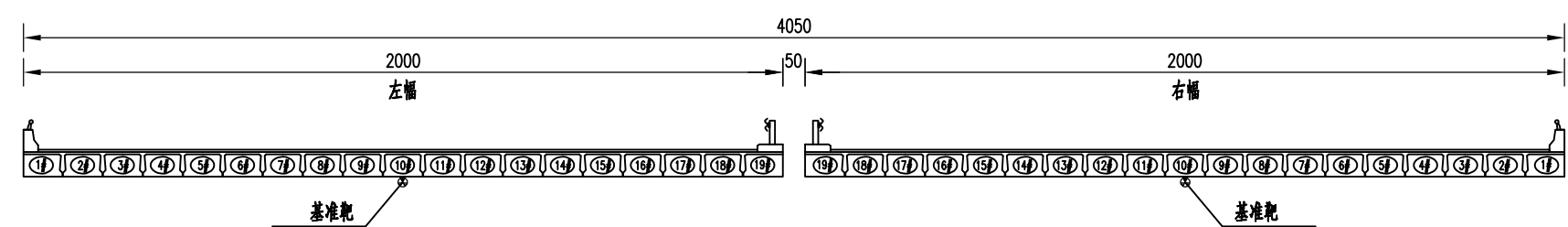
#### 3#墩顶断面



#### 4#孔跨中断面

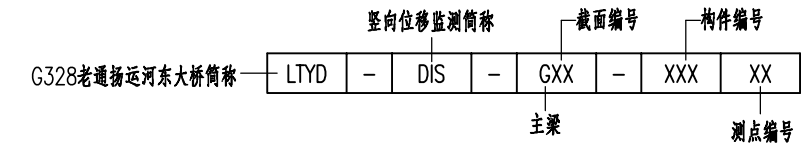


#### 4#台顶断面



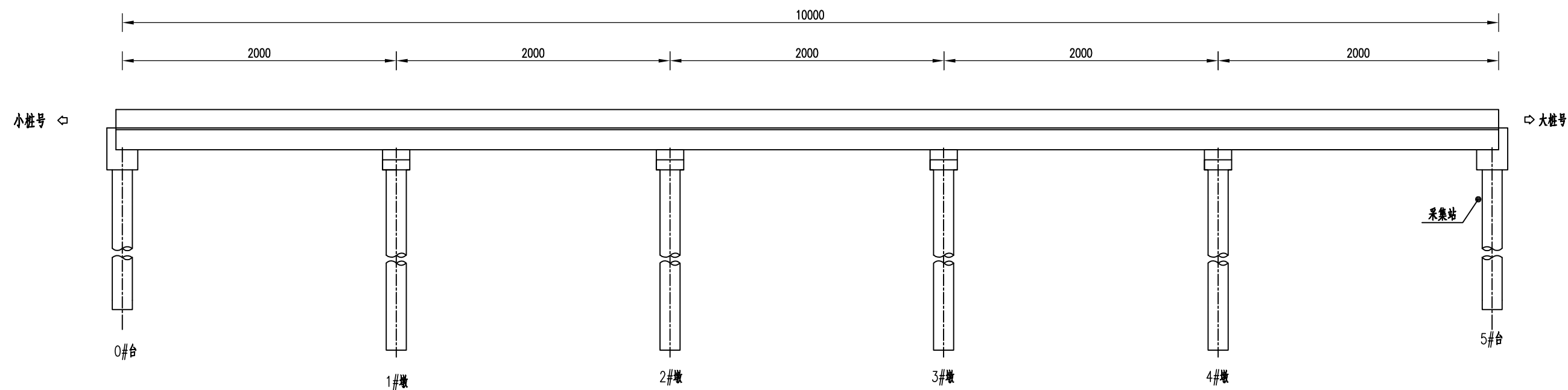
#### 工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅3#墩盖梁
2	LTYD-DIS-G02-001-01~09	目标靶	9	个	左幅4#孔跨中断面
3	LTYD-DIS-G02-002-10~18		9	个	右幅4#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅4#墩盖梁
合计			22		



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. ● 表示标靶，● 表示图像法动位移监测仪。
  3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台，标靶20个（包含基准靶2个）。
  4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

## 采集站布置立面图



## 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅5#台处
合计		1	个	/

注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示采集站。
- 在左幅5#台处布设采集总站,安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。



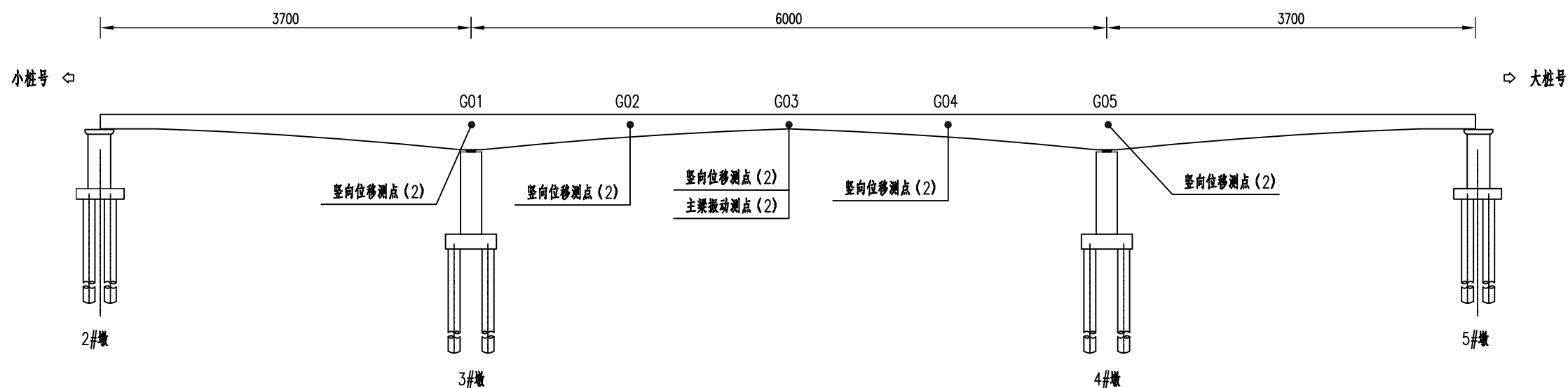
S334姜十线航道大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
二	结构响应	图像法动位移监测仪/目标靶	1	JSHD-DIS-G02-001-01	左幅4#跨L/4断面
			2	JSHD-DIS-G02-002-02	右幅4#跨L/4断面
			3	JSHD-DIS-G03-001-03	左幅4#跨L/2断面
			4	JSHD-DIS-G03-002-04	右幅4#跨L/2断面
			5	JSHD-DIS-G04-001-05	左幅4#跨3L/4断面
			6	JSHD-DIS-G04-002-06	右幅4#跨3L/4断面
	主梁振动	低频加速度传感器	1	JSHD-VIB-G03-001-01	左幅4#跨L/2断面
			2	JSHD-VIB-G03-002-02	右幅4#跨L/2断面



### 监测测点总体布置图



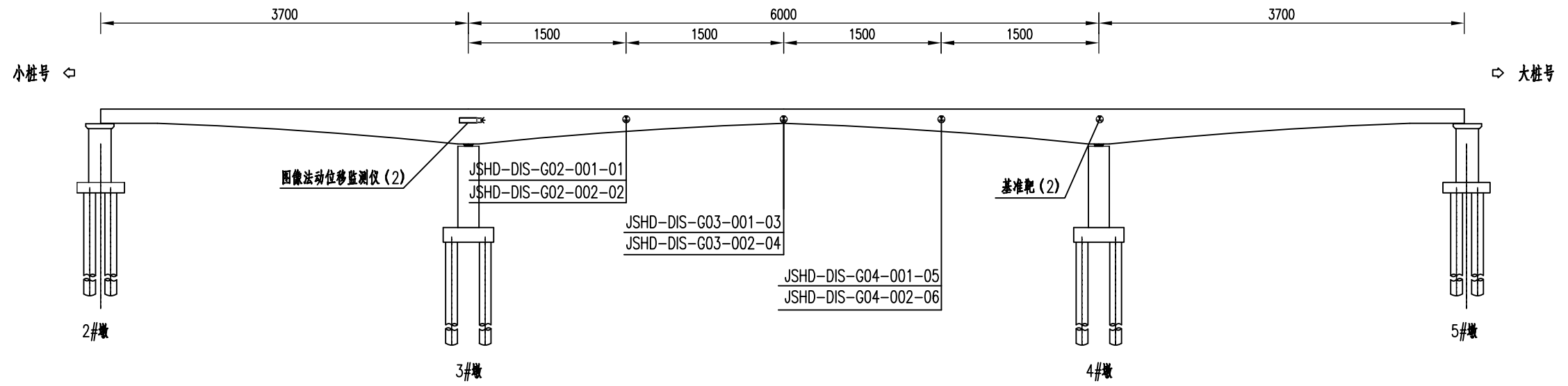
### 主要监测设备

序号	监测类别	监测内容	主要设备名称	单位	数量	
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法位移监测仪	个	2
				目标靶	个	6
	振动	振动加速度	基准靶	个	2	
			低频加速度传感器	个	2	
合计					12	

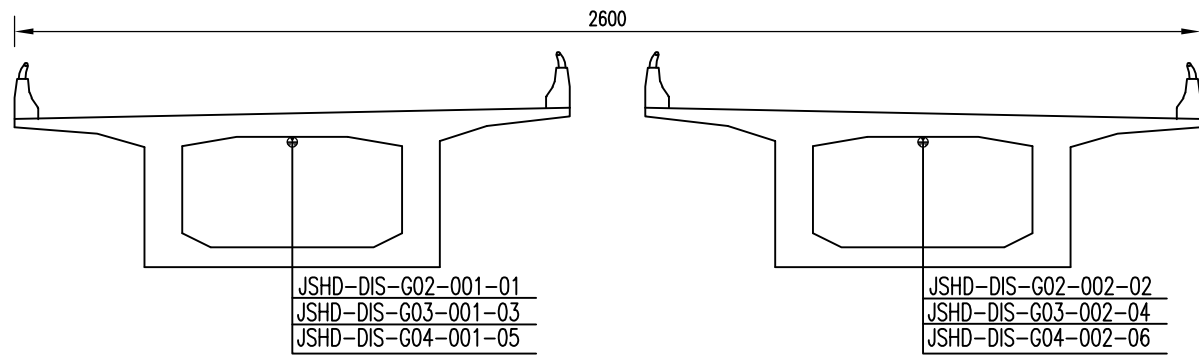
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、主梁振动等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

### 竖向位移监测测点布置立面图

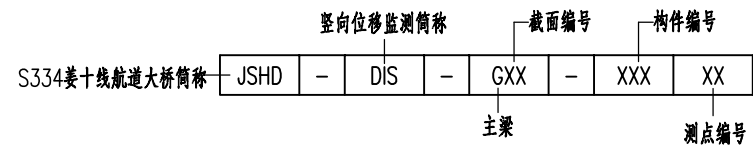


### 连续箱梁测点布置断面图



### 工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅3#墩断面
2	/	目标靶	3	个	左幅4#孔四分点断面
3	/		3	个	右幅4#孔四分点断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅4#墩断面
合计			10		

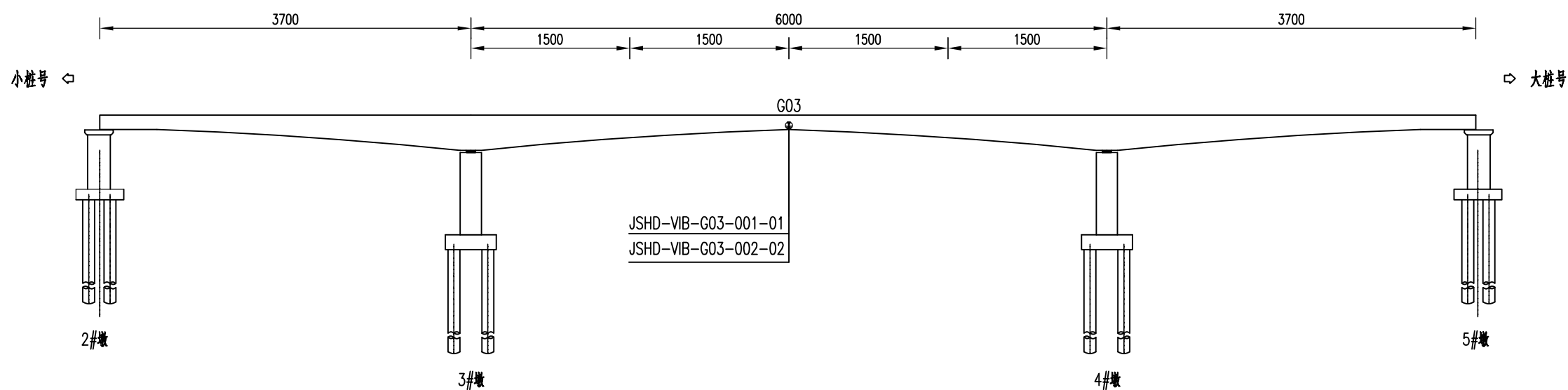


注：

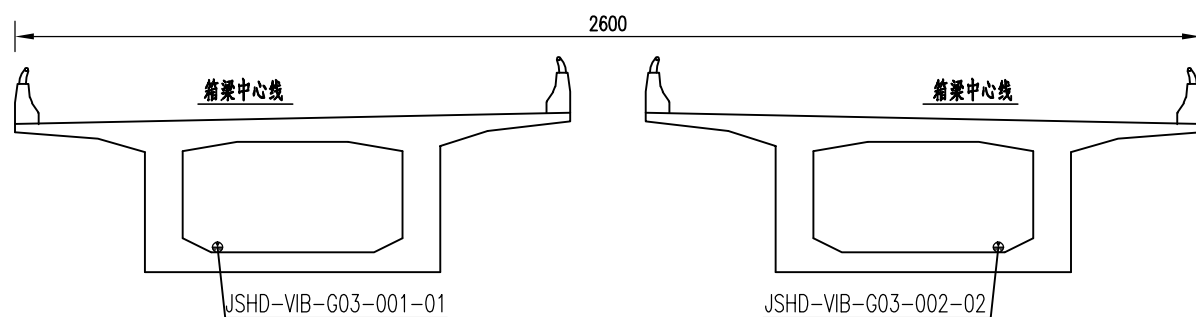
- 图中尺寸单位均以厘米计。
- ⊙表示标靶，●表示图像法动位移监测仪。
- 全桥共布置图像法动位移监测仪2台，标靶8个（包含基准靶2个）。
- 图像法动位移监测仪、标靶固定于箱梁内。



主梁振动监测测点布置立面图

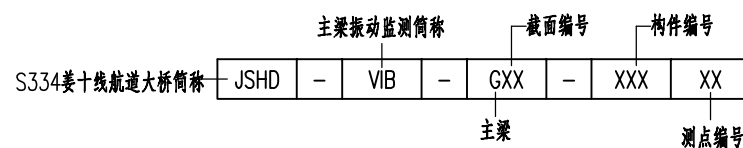


连续箱梁测点布置断面图



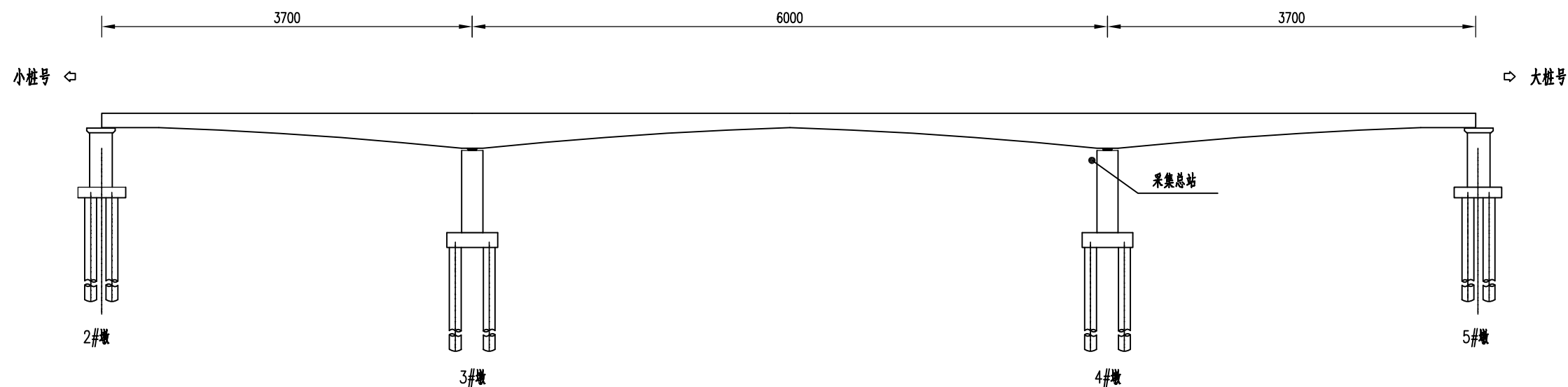
工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	JSJD-VIB-G03-001-01	低频加速度传感器	1	个	左幅4#跨L/2断面
2	JSJD-VIB-G03-002-02		1	个	右幅4#跨L/2断面
合计			2		



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. 表示主梁振动监测测点，测点位置布设低频加速度传感器，监测竖向振动。
  3. 在主跨跨中箱内各布置1个测点，全桥共布设2个测点。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅4#墩处
2	采集子站	1	个	右幅4#墩处
合计		2	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在左幅4#墩处布设采集总站，右幅4#墩处布设采集子站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。



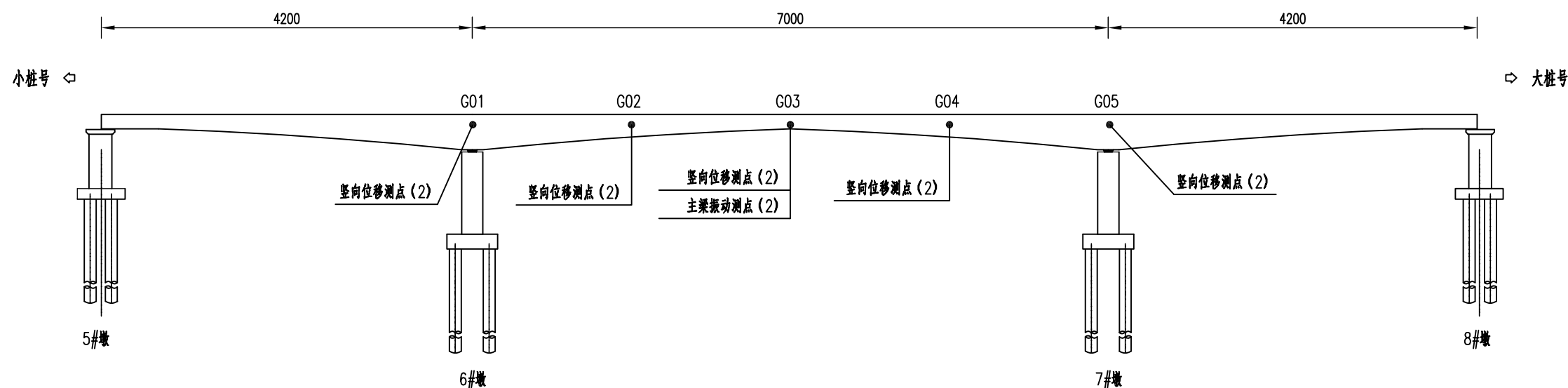
S355姜十线大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
二	结构响应	图像法动位移监测仪/目标靶	1	JSX-DIS-G02-001-01	左幅7#跨L/4断面
			2	JSX-DIS-G02-002-02	右幅7#跨L/4断面
			3	JSX-DIS-G03-001-03	左幅7#跨L/2断面
			4	JSX-DIS-G03-002-04	右幅7#跨L/2断面
			5	JSX-DIS-G04-001-05	左幅7#跨3L/4断面
			6	JSX-DIS-G04-002-06	右幅7#跨3L/4断面
	主梁振动	低频加速度传感器	1	JSX-VIB-G03-001-01	左幅7#跨L/2断面
			2	JSX-VIB-G03-002-02	右幅7#跨L/2断面



### 监测测点总体布置图



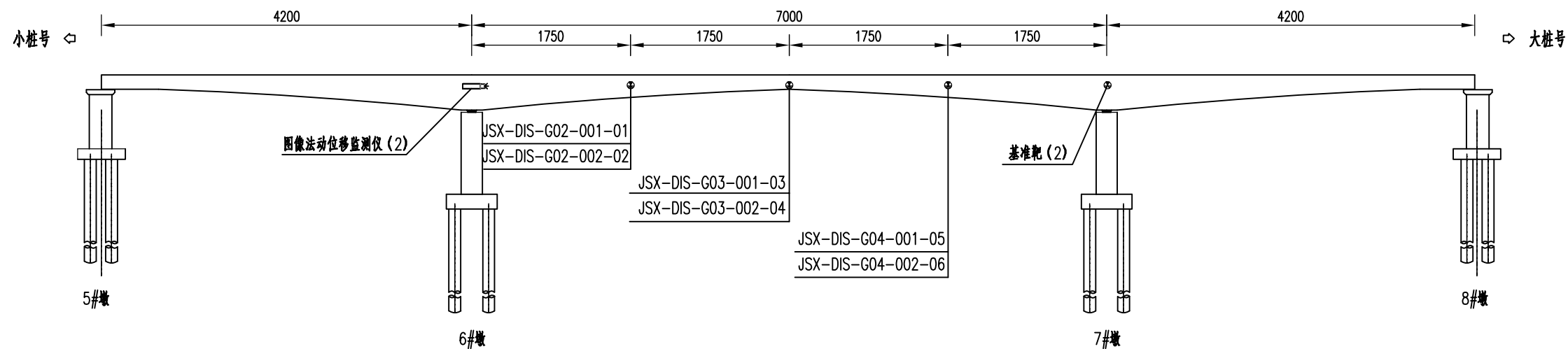
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	6
				基准靶	个	2
		振动	振动加速度	低频加速度传感器	个	2
合计						12

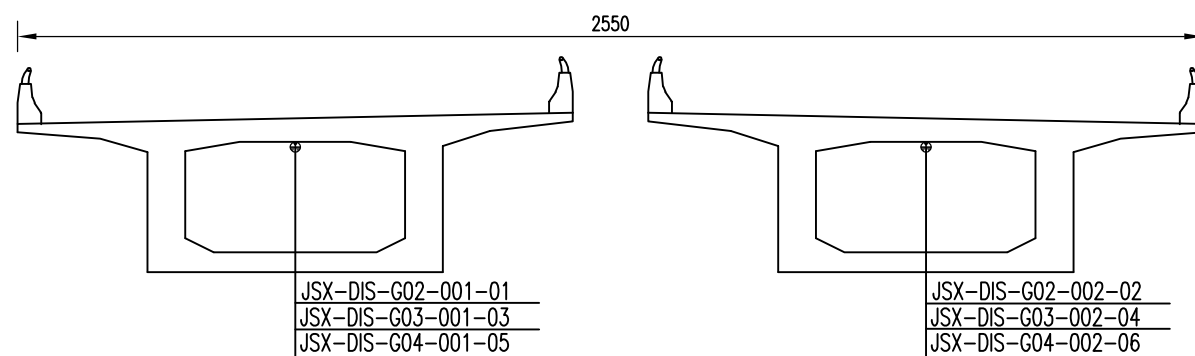
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、主梁振动等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

### 竖向位移监测测点布置立面图

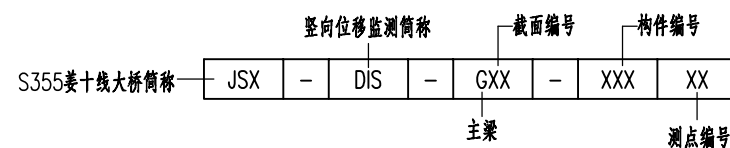


### 连续箱梁测点布置断面图



### 工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅6#墩断面
2	/	目标靶	3	个	左幅7#孔四分点断面
3	/		3	个	右幅7#孔四分点断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅7#墩断面
合计			10		

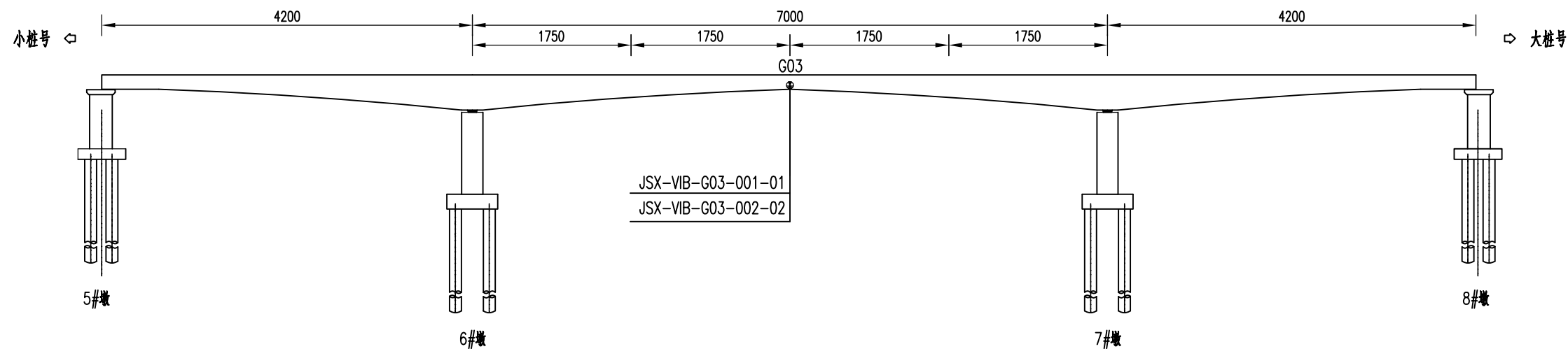


注:

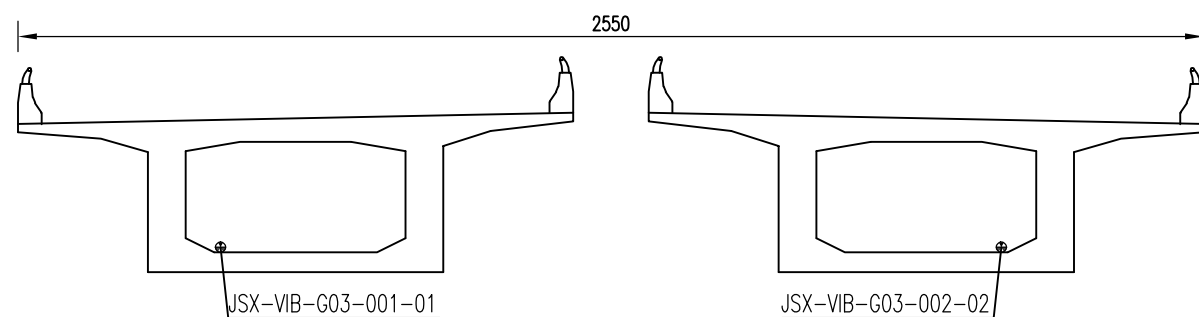
- 图中尺寸单位均以厘米计。
- ⊙表示标靶, ⊙表示图像法动位移监测仪。
- 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶8个(包含基准靶2个)。
- 图像法动位移监测仪、标靶固定于箱梁内。



### 主梁振动监测测点布置立面图

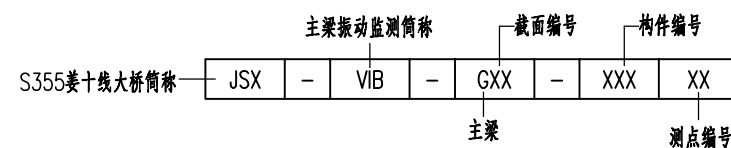


### 连续箱梁测点布置断面图



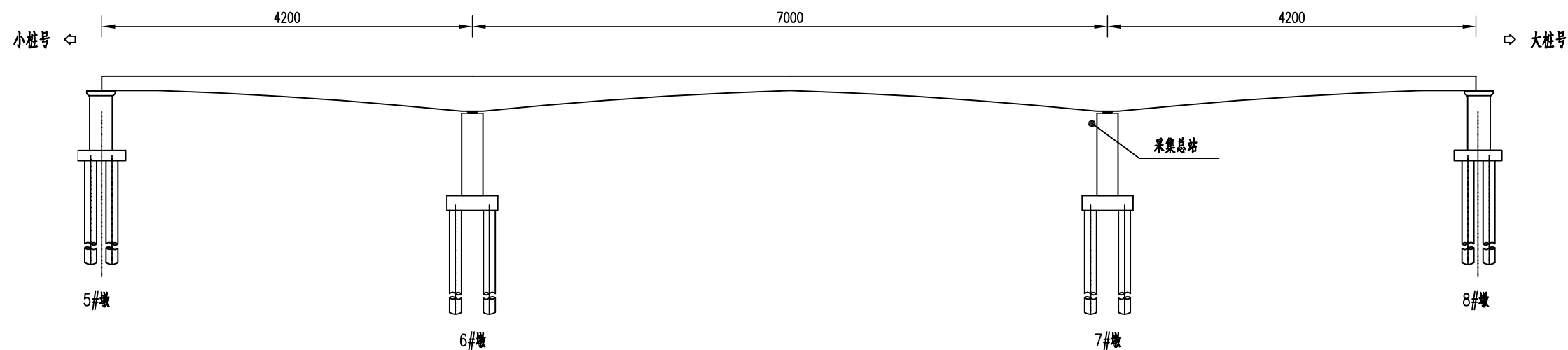
### 工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	JSX-VIB-G03-001-01	低频加速度传感器	1	个	左幅7#跨L/2断面
2	JSX-VIB-G03-002-02		1	个	右幅7#跨L/2断面
合计			2		



- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
  - ⊗表示主梁振动监测测点，测点位置布设低频加速度传感器，监测竖向振动。
  - 在主跨跨中箱内各布置1个测点，全桥共布设2个测点。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅7#墩处
2	采集子站	1	个	右幅7#墩处
合计		2	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在左幅7#墩处布设采集总站，右幅7#墩处布设采集子站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。



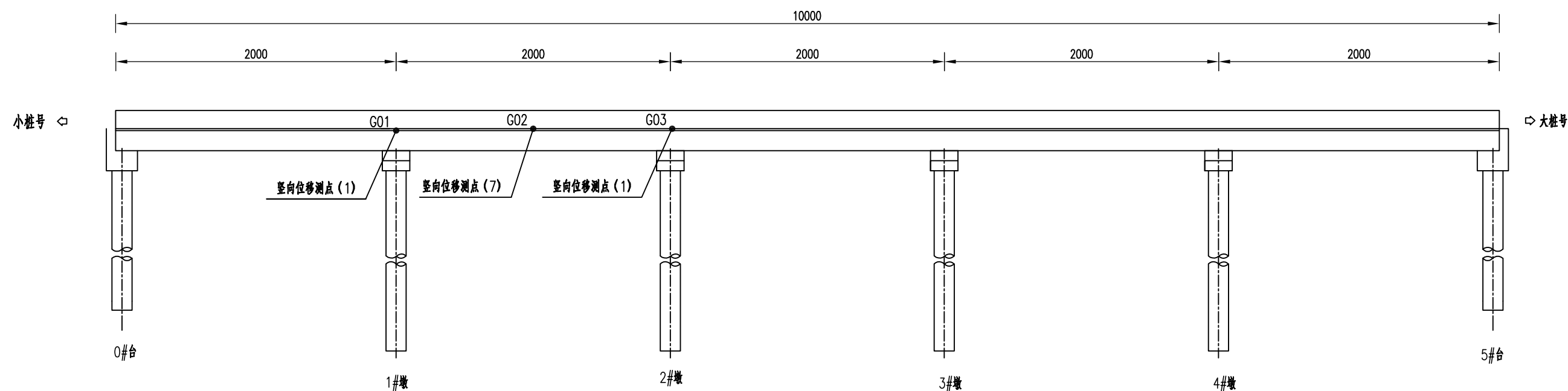
# G344中庄河大桥

## 设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
—	结构响应	图像法动位移监测仪/目标靶	1	ZZH-DIS-G02-001-01	2#孔跨中2#板底面
			2	ZZH-DIS-G02-001-02	2#孔跨中3#板底面
			3	ZZH-DIS-G02-001-03	2#孔跨中4#板底面
			4	ZZH-DIS-G02-001-04	2#孔跨中5#板底面
			5	ZZH-DIS-G02-001-05	2#孔跨中6#板底面
			6	ZZH-DIS-G02-001-06	2#孔跨中7#板底面
			7	ZZH-DIS-G02-001-07	2#孔跨中8#板底面



### 监测测点总体布置图



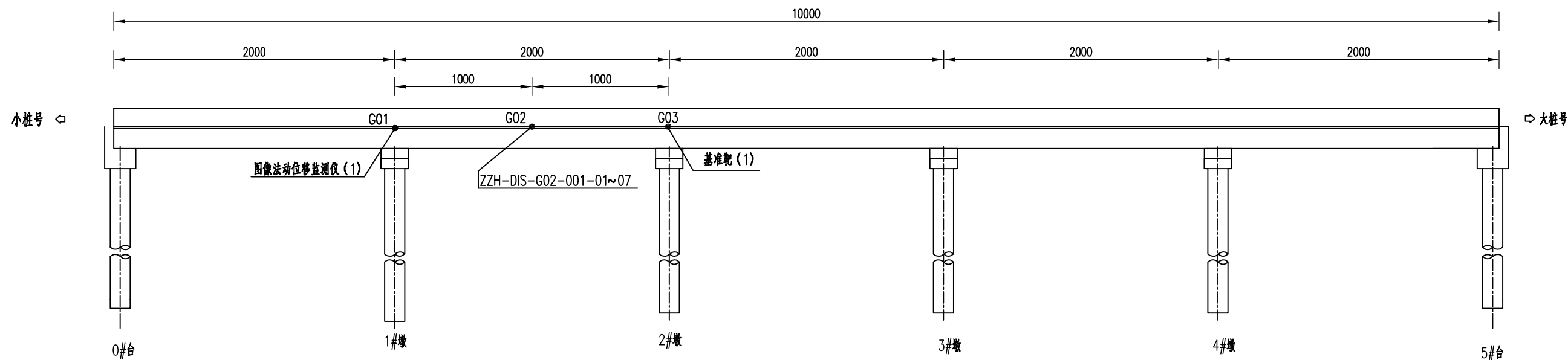
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	1
				目标靶	个	7
				基准靶	个	1
合计						9

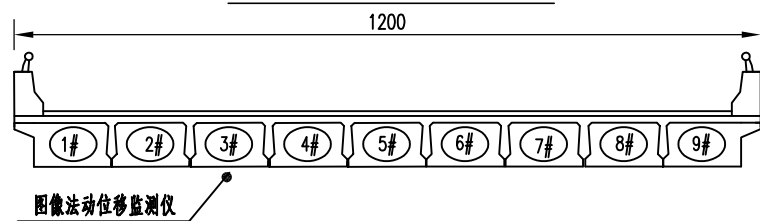
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

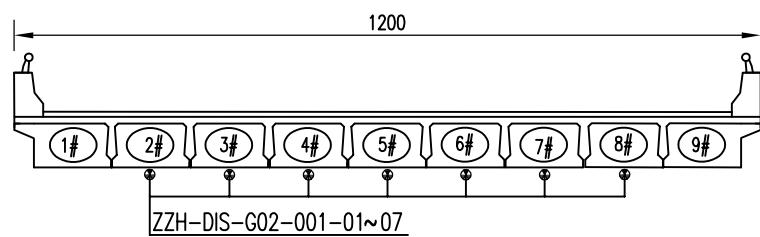
### 竖向位移监测测点布置立面图



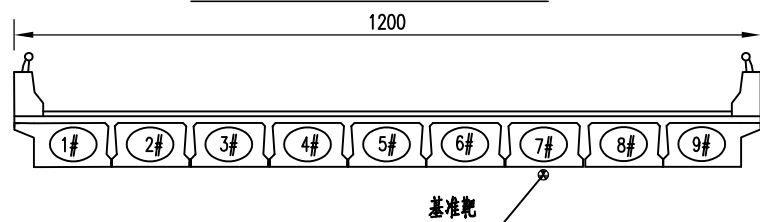
1#墩顶断面



2#孔跨中断面

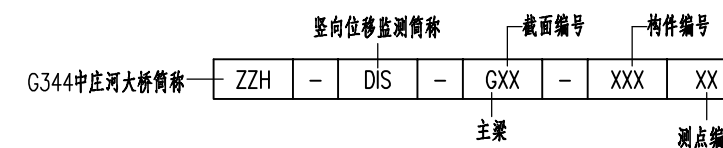


2#墩顶断面



工程数量表

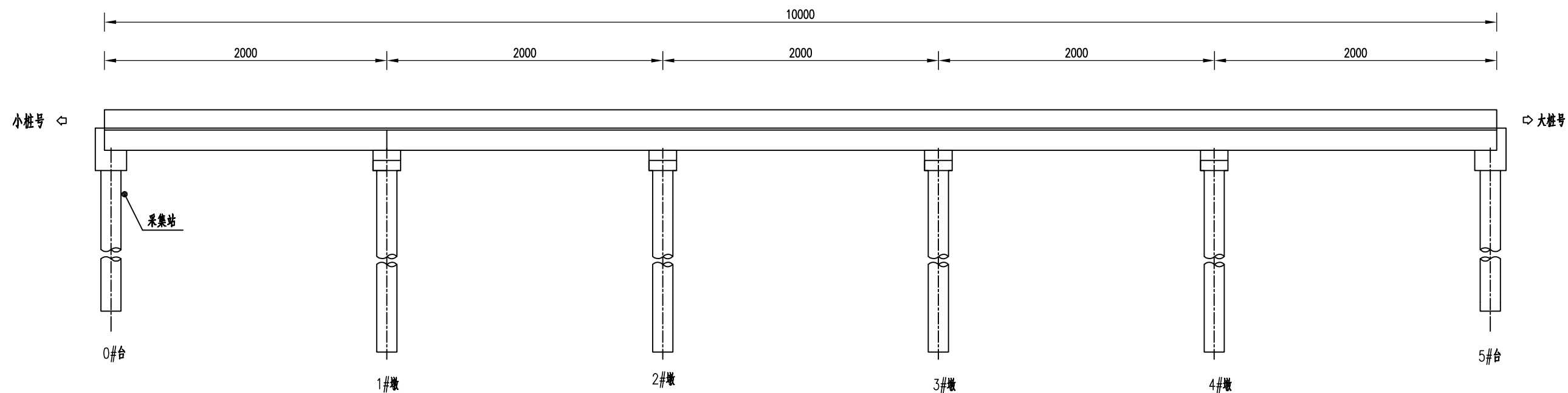
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	1	个	1#墩盖梁
2	ZZH-DIS-G02-001-01~07	目标靶	7	个	2#孔跨中断面
3	/	基准靶	1	个	2#墩盖梁
合计			9		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ⊙表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪1台, 标靶8个(包含基准靶1个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	0#台处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在0#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

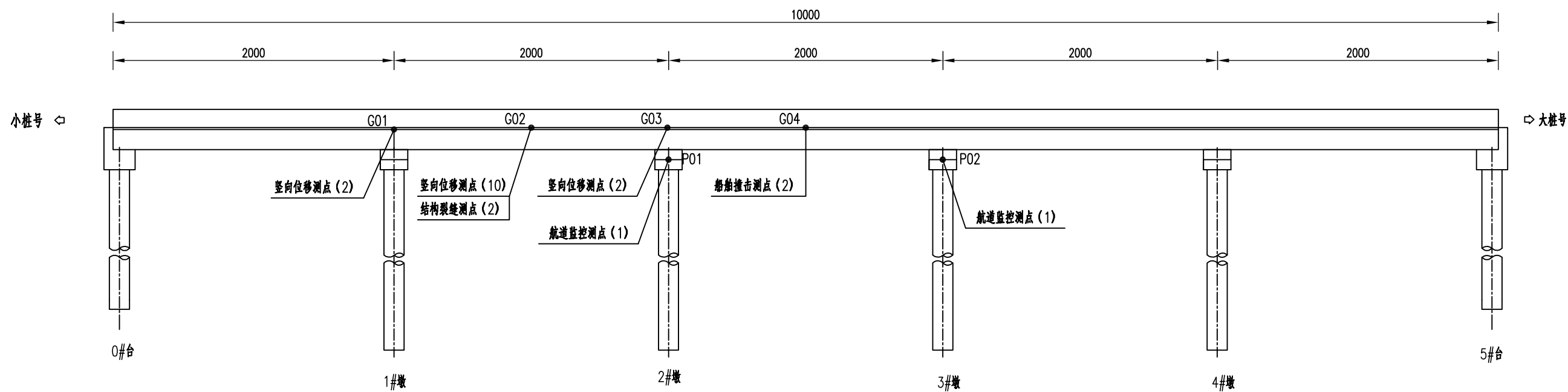


G345马甸大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置	
一	作用	船舶碰撞	低频加速度传感器(横向)	1	MD-VID-G04-001-01	3#孔左侧跨中断面
				2	MD-VID-G04-001-02	3#孔右侧跨中断面
	航道监控	高清摄像机	1	MD-HVC-P01-001-01	2#墩盖梁外侧	
			2	MD-HVC-P02-001-02	3#墩盖梁外侧	
二	结构响应	竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	MD-DIS-G02-001-01	2#孔跨中2#梁底面
				2	MD-DIS-G02-001-02	2#孔跨中3#梁底面
				3	MD-DIS-G02-001-03	2#孔跨中4#梁底面
				4	MD-DIS-G02-001-04	2#孔跨中5#梁底面
				5	MD-DIS-G02-001-05	2#孔跨中6#梁底面
				6	MD-DIS-G02-001-06	2#孔跨中8#梁底面
				7	MD-DIS-G02-001-07	2#孔跨中9#梁底面
				8	MD-DIS-G02-001-08	2#孔跨中10#梁底面
				9	MD-DIS-G02-001-09	2#孔跨中11#梁底面
				10	MD-DIS-G02-001-10	2#孔跨中12#梁底面
三	结构变化	裂缝	LVDT裂缝计	1	MD-CRK-G02-001-01	2-11#T梁U形裂缝
				2	MD-CRK-G02-001-02	2-13#T梁U形裂缝

### 监测测点总体布置图



### 主要监测设备

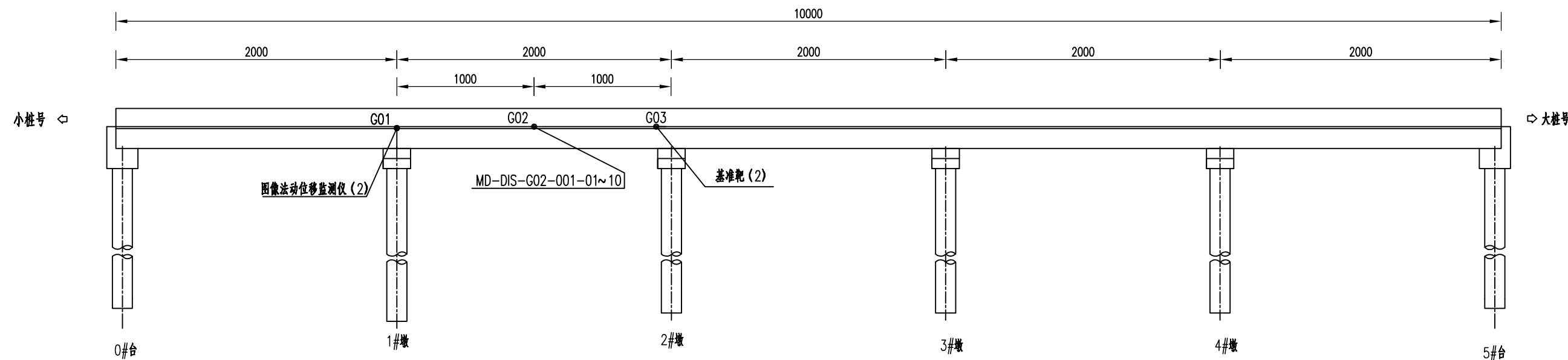
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	船舶撞击	航道监控	高清摄像机	个	2
			船舶撞击	低频加速度传感器(横向)	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	10
				基准靶	个	2
三	结构变化	裂缝	结构裂缝	LVDT裂缝计	个	2
合计						20

注:

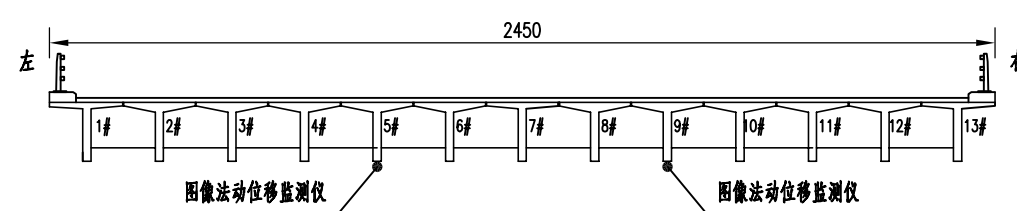
- 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、航道监控、船舶撞击、结构裂缝等。
- 表示附件区域监测测点。
- 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。



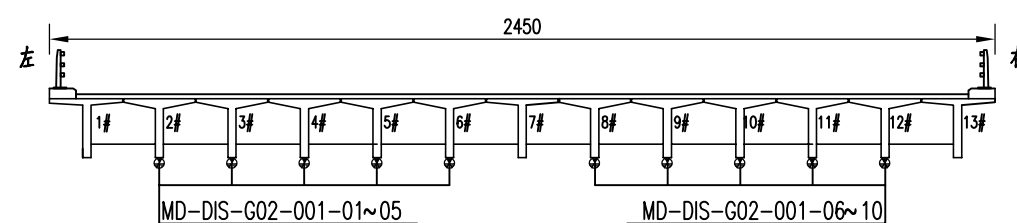
### 竖向位移监测测点布置立面图



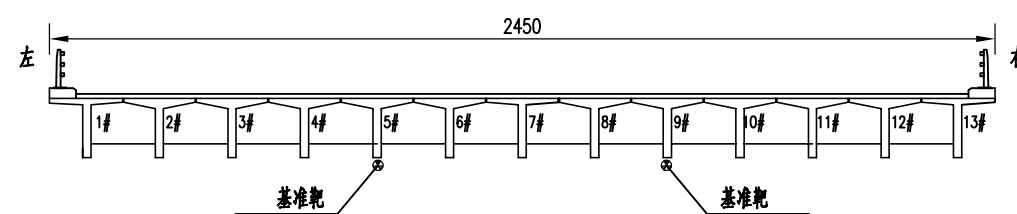
1#墩顶断面



2#孔跨中断面

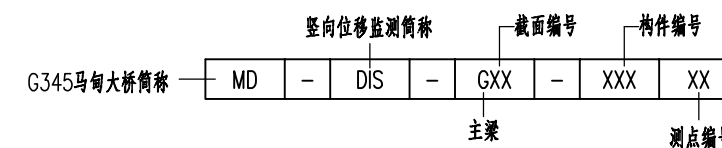


2#墩顶断面



工程数量表

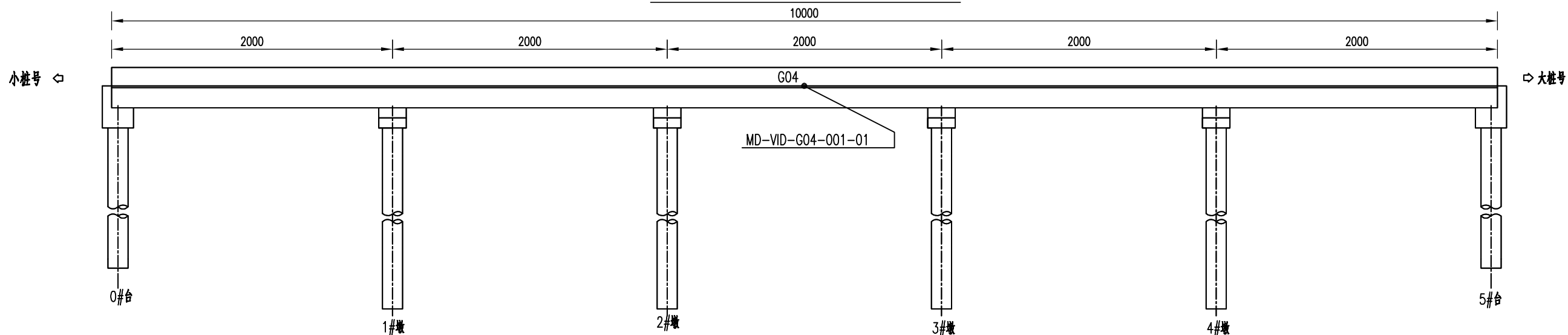
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	1#墩盖梁
2	MD-DIS-G02-001-01~05	目标靶	5	个	2#孔跨中断面
3	MD-DIS-G02-001-06~10		5	个	2#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	2#墩盖梁
合计			14		



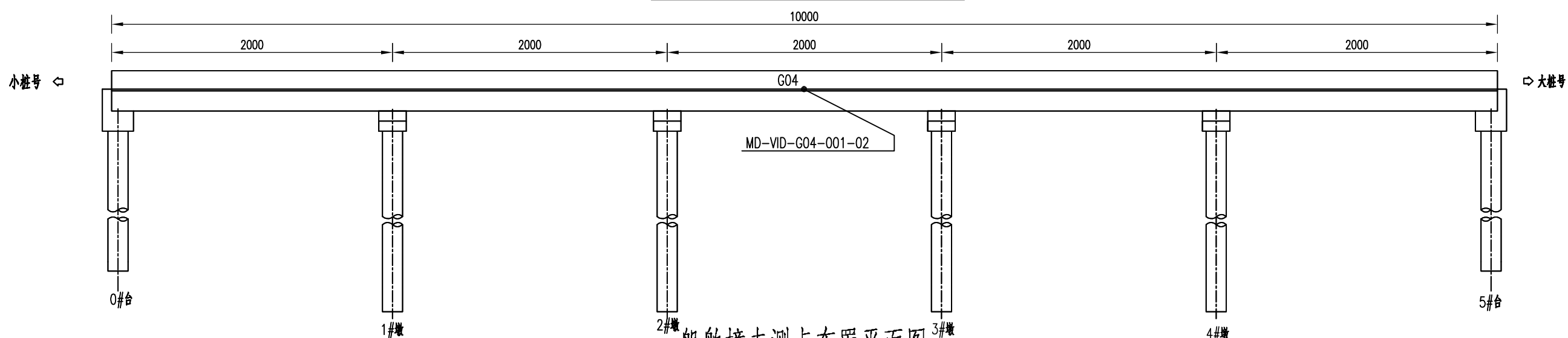
注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ⊙表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶12个(包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于T梁腹板下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

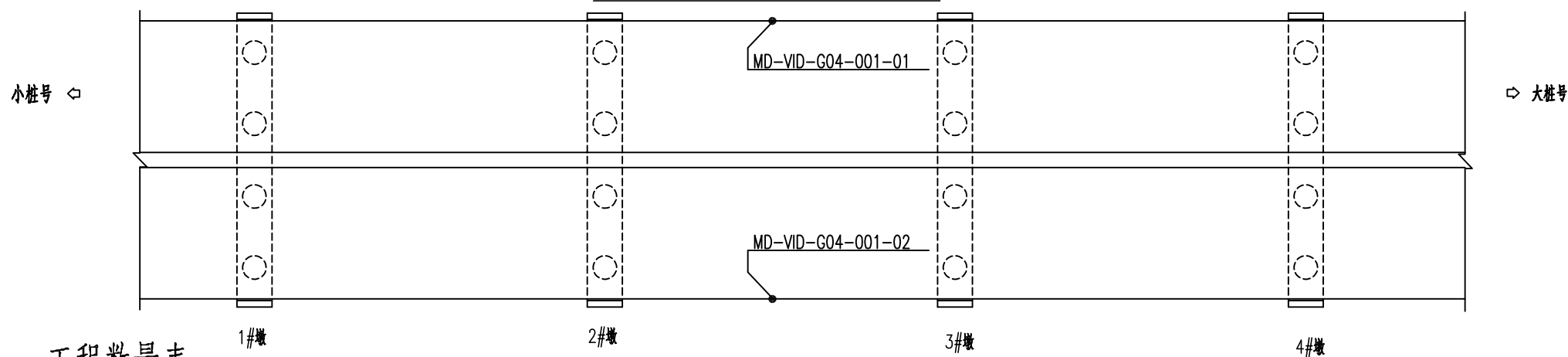
左侧船舶撞击测点布置立面图



右侧船舶撞击测点布置立面图

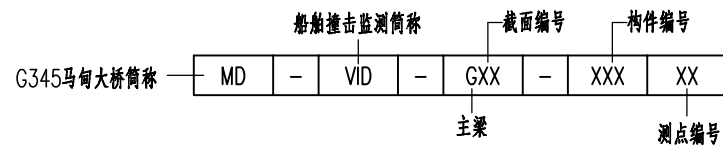


船舶撞击测点布置平面图



工程数量表

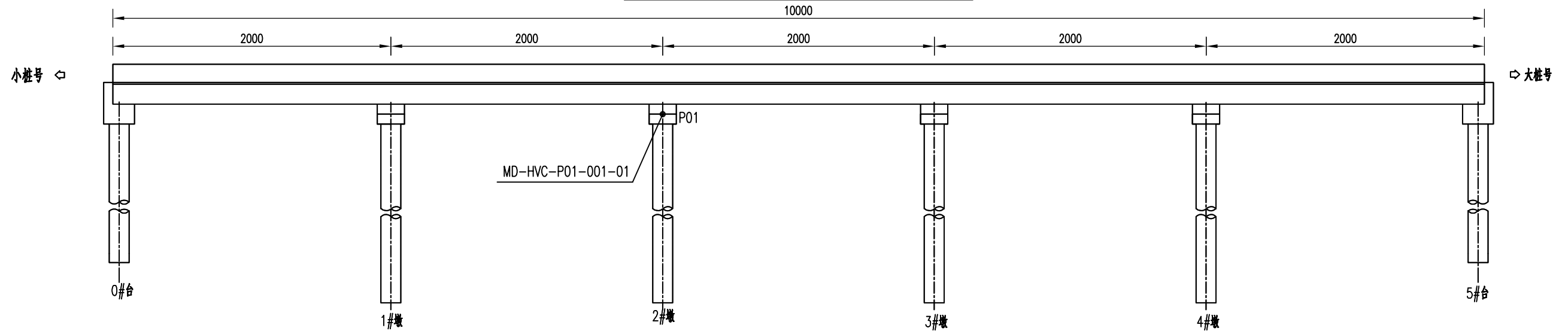
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	MD-VID-G04-001-01	低频加速度传感器(横向)	1	个	3#孔左侧跨中断面
2	MD-VID-G04-001-02		1	个	3#孔右侧跨中断面
合计			2		



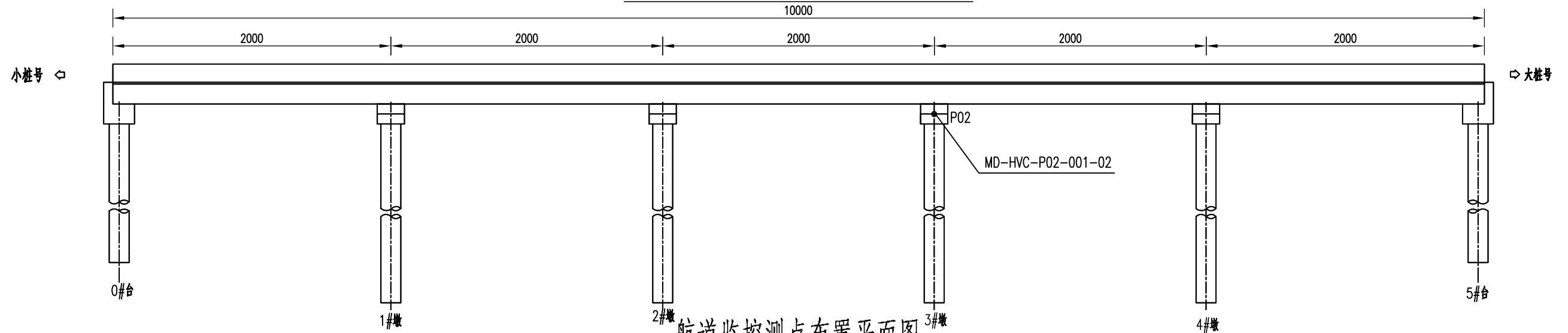
注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示船舶撞击监测测点, 测点处布设低频加速度传感器(横向)。
3. 低频加速度传感器(横向)拟布置于3#孔跨中断面。

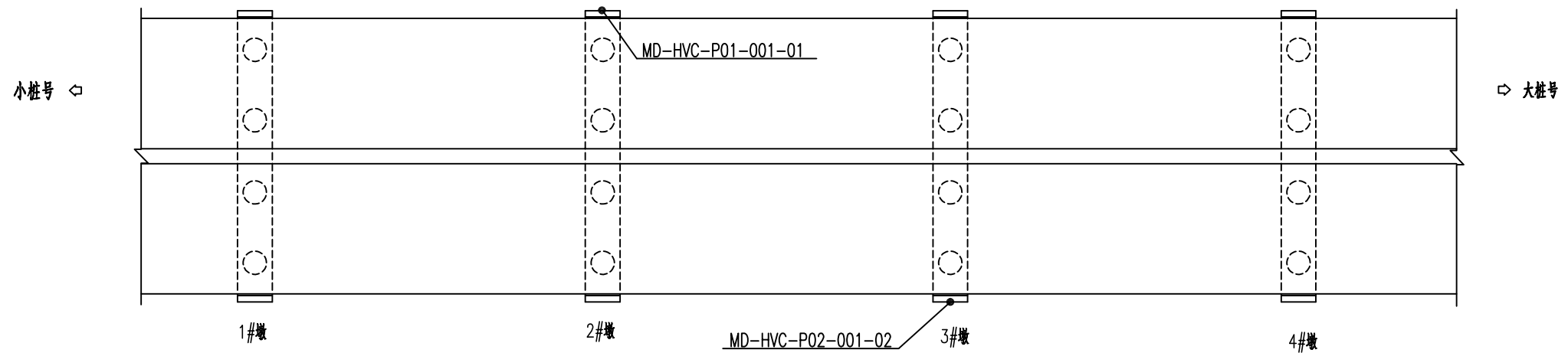
左侧航道监控监测测点布置立面图



右侧航道监控监测测点布置立面图

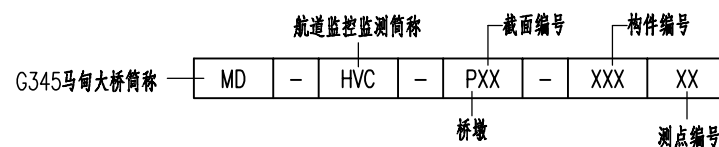


航道监控测点布置平面图



工程数量表

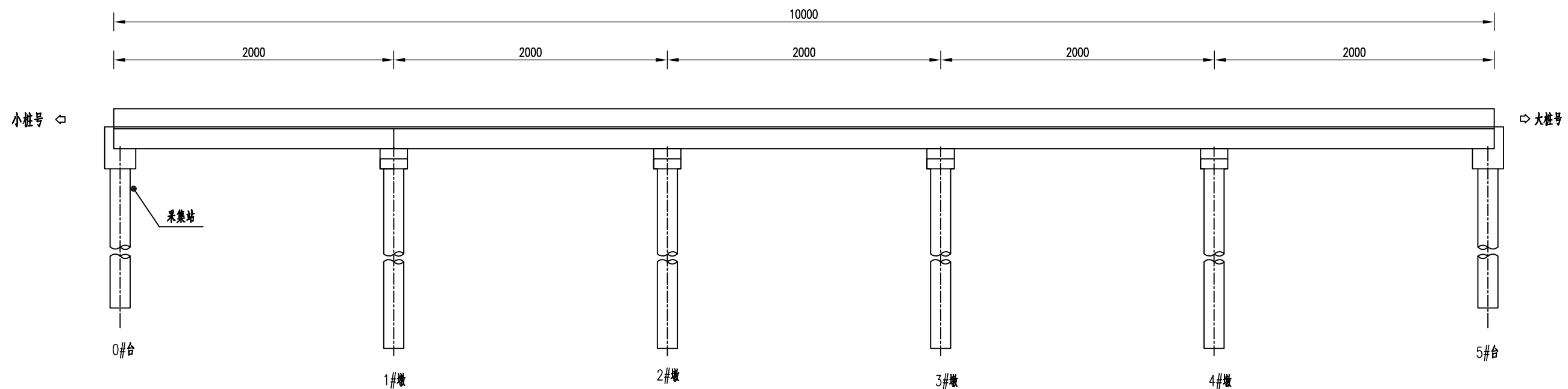
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	MD-HVC-P01-001-01	高清摄像机	1	个	2#墩盖梁外侧面
2	MD-HVC-P02-001-02		1	个	3#墩盖梁外侧面
合计			2		



- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
  - 表示航道监控监测测点，测点处布设高清摄像机。
  - 高清摄像机拟布置于桥墩盖梁外侧面。



### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	0#台处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在0#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

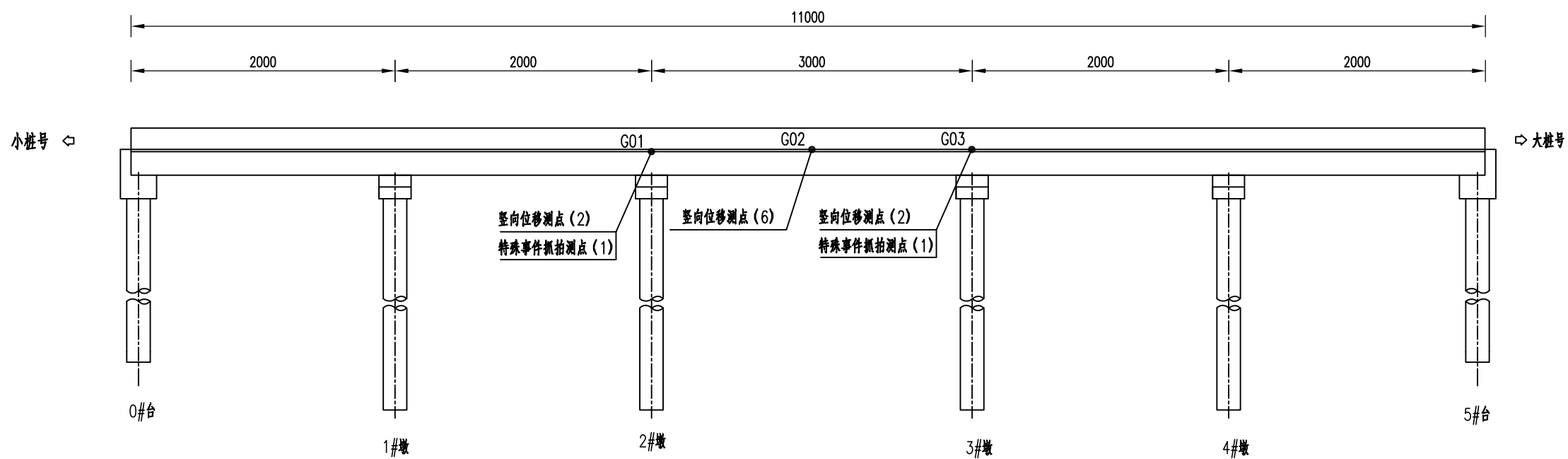
S229 史堡桥

设备布设表

监测类别		监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	作用	抓拍	高清摄像机	1	SBQ-HVC-G01-002-01	右幅桥面2#墩右侧护栏外侧
				2	SBQ-HVC-G03-001-02	左幅桥面3#墩左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	SBQ-DIS-G02-001-01	左幅3#孔跨中2#箱梁底面
				2	SBQ-DIS-G02-001-02	左幅3#孔跨中3#箱梁底面
				3	SBQ-DIS-G02-001-03	左幅3#孔跨中4#箱梁底面
				4	SBQ-DIS-G02-002-04	右幅3#孔跨中2#箱梁底面
				5	SBQ-DIS-G02-002-05	右幅3#孔跨中3#箱梁底面
				6	SBQ-DIS-G02-002-06	右幅3#孔跨中4#箱梁底面



### 监测测点总体布置图



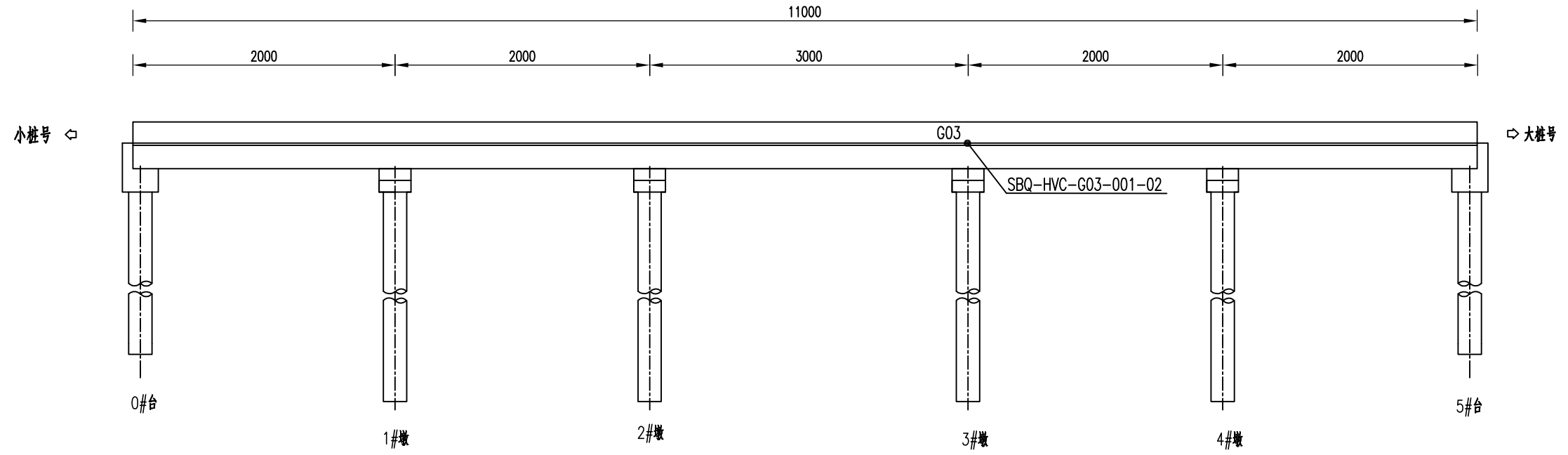
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	6
				基准靶	个	2
合计						12

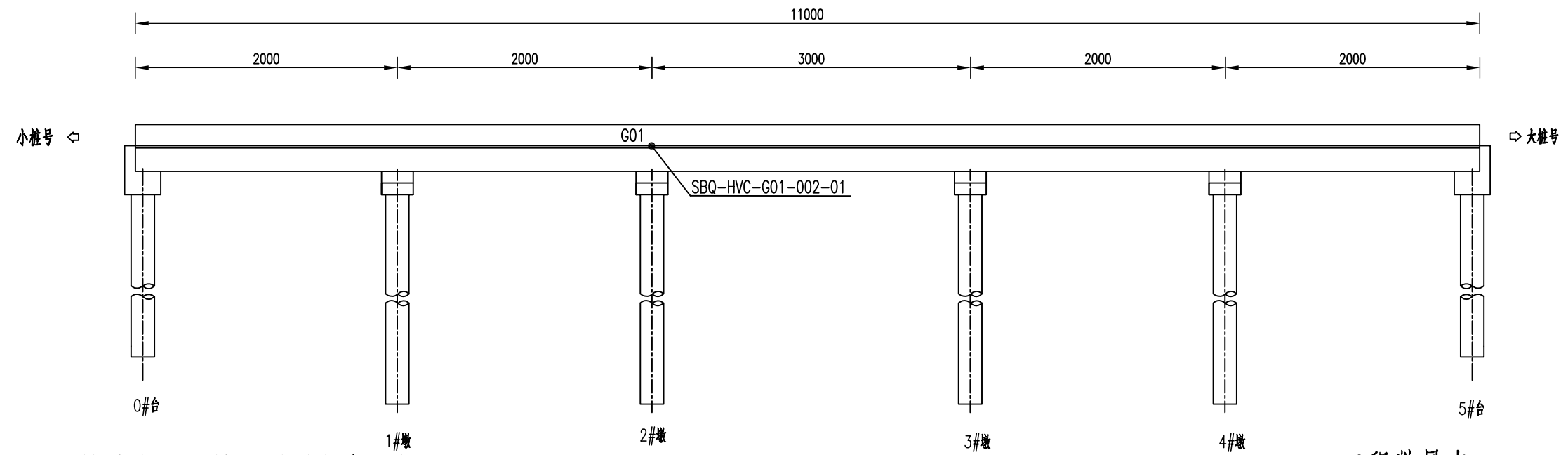
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

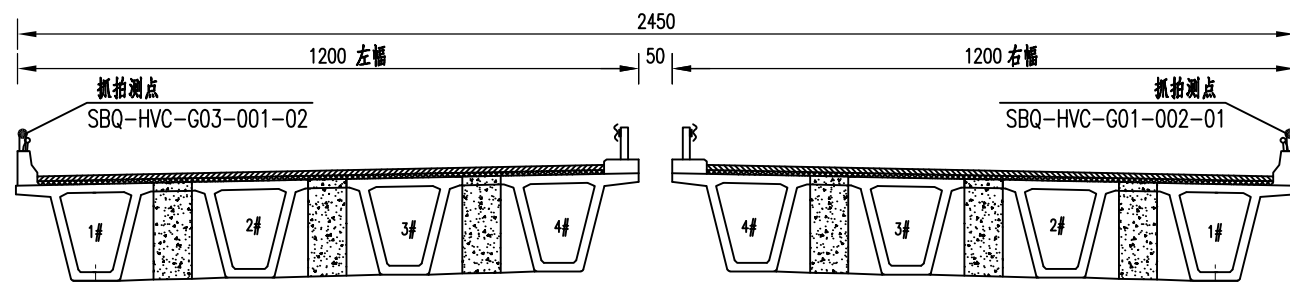
左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

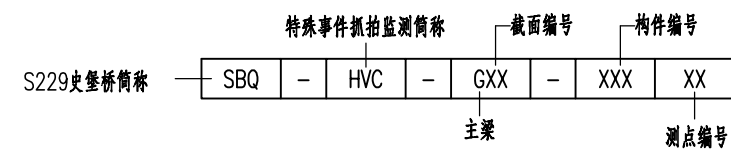


特殊事件抓拍监测测点布置断面图



工程数量表

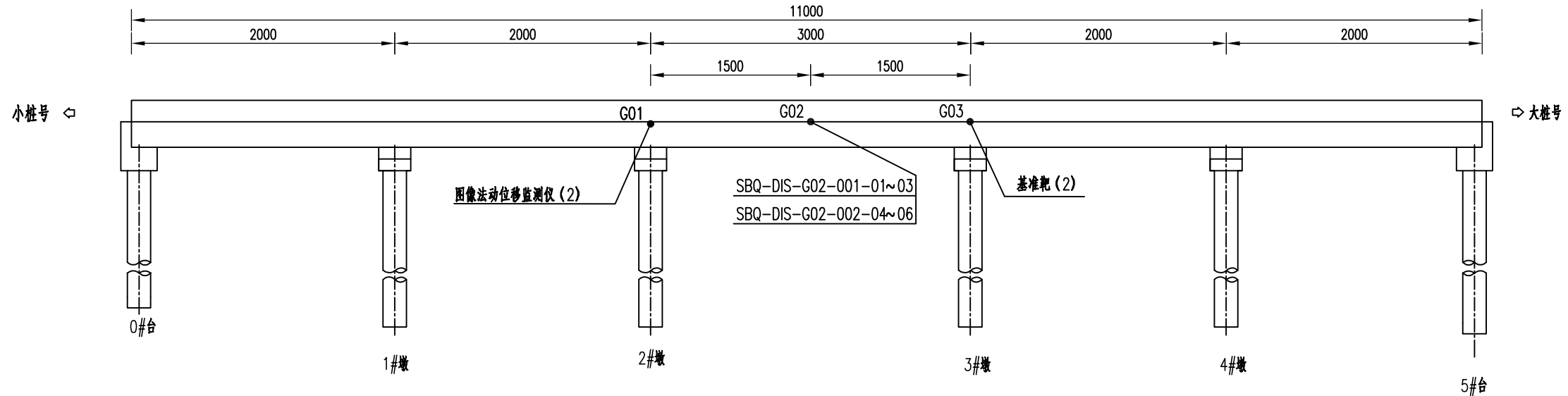
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	SBQ-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅2#墩桥面右侧护栏外侧
2	SBQ-HVC-G03-001-02	高清摄像机	1	个	左幅3#墩桥面左侧护栏外侧
合计			2		



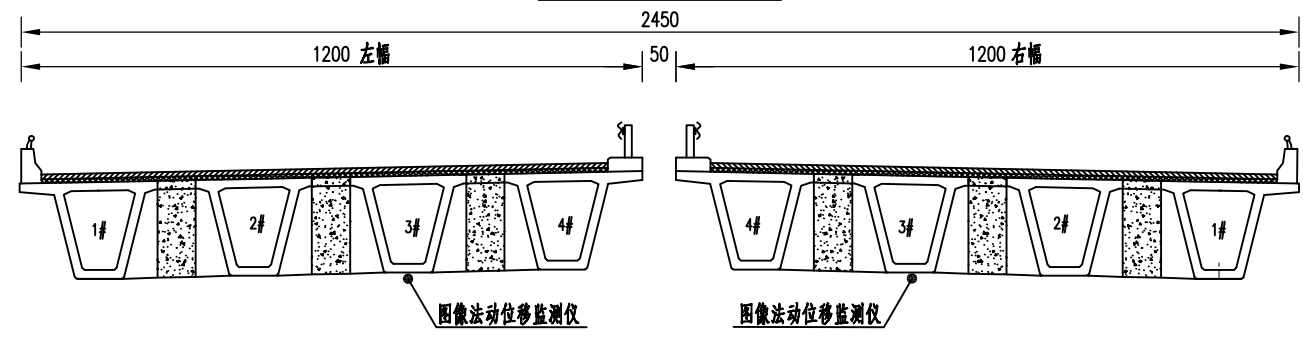
注:

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
- 高清摄像机拟布置于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
- 高清摄像机用于拍摄车尾照片，可根据实际情况调整布设位置。

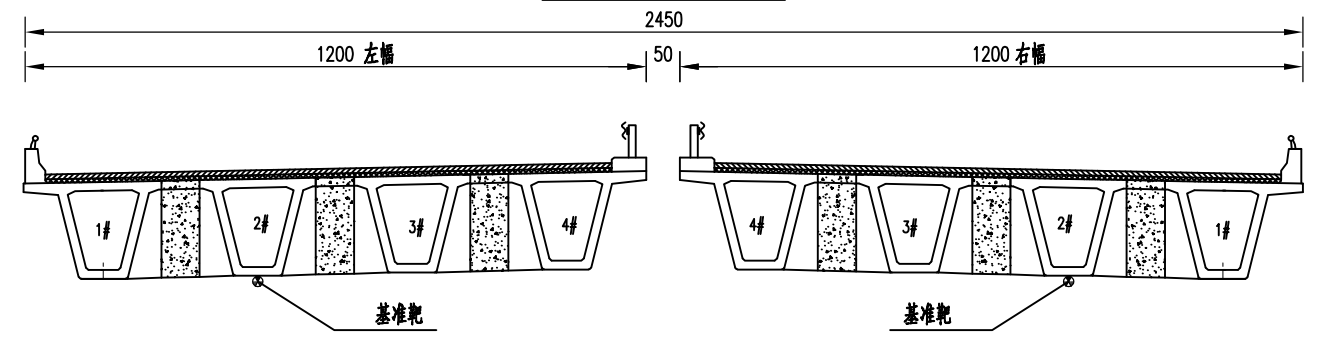
### 竖向位移监测测点布置立面图



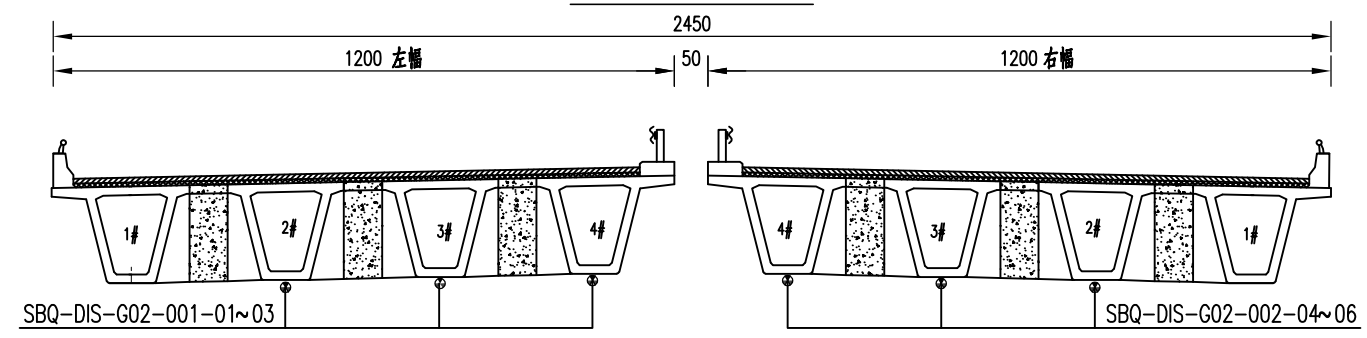
2#墩顶断面



3#墩顶断面



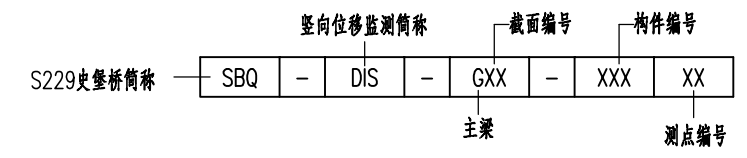
3#孔跨中断面



工程数量表

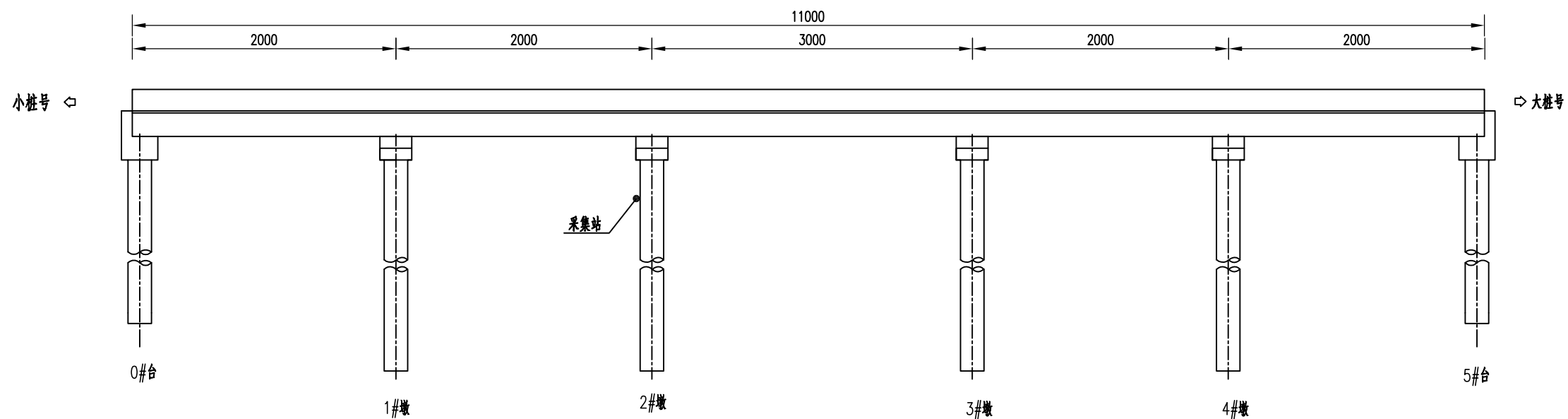
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅2#墩盖梁
2	SBQ-DIS-G02-001-01~03	目标靶	3	个	左幅3#孔跨中断面
3	SBQ-DIS-G02-002-04~06		3	个	右幅3#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅3#墩盖梁
合计			10		

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
  - ⊙表示标靶，●表示图像法动位移监测仪。
  - 全桥共布置图像法动位移监测仪2台，标靶8个（包含基准靶2个）。
  - 图像法动位移监测仪、标靶固定于小箱梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。





### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅2#墩处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在左幅2#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

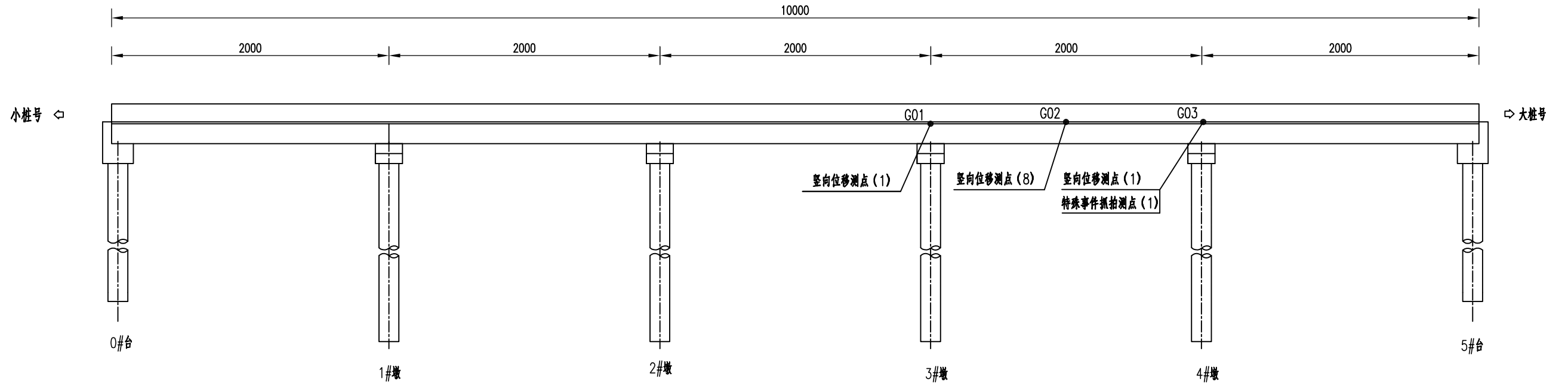
S229茅山河桥

设备布设表

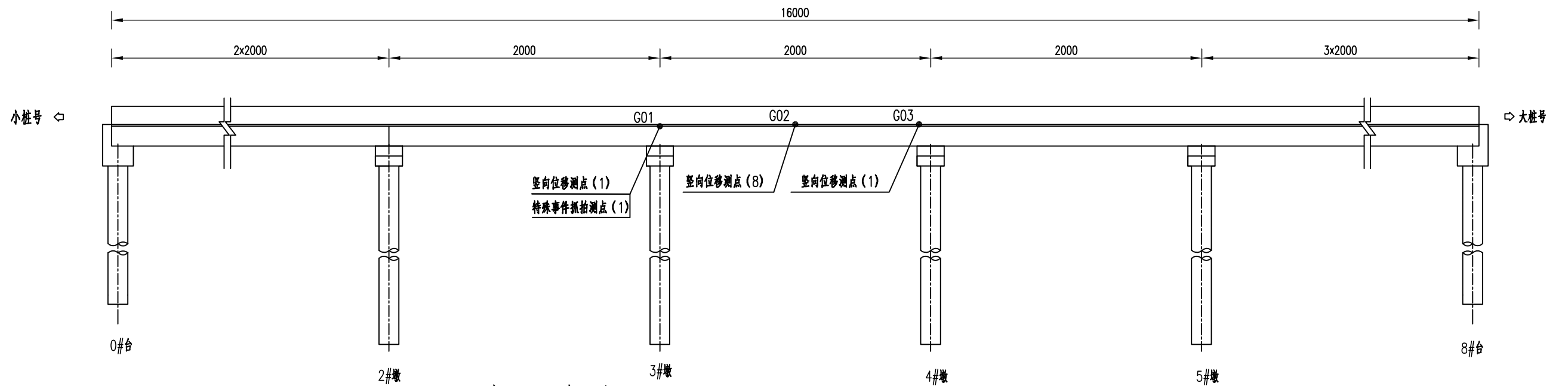
监测类别		监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	作用	抓拍	高清摄像机	1	MSH-HVC-G01-002-01	右幅3#墩桥面右侧护栏外侧
				2	MSH-HVC-G03-001-02	左幅4#墩桥面左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	MSH-DIS-G02-001-01	左幅4#孔跨中4#板底面
				2	MSH-DIS-G02-001-02	左幅4#孔跨中5#板底面
				3	MSH-DIS-G02-001-03	左幅4#孔跨中6#板底面
				4	MSH-DIS-G02-001-04	左幅4#孔跨中7#板底面
				5	MSH-DIS-G02-001-05	左幅4#孔跨中8#板底面
				6	MSH-DIS-G02-001-06	左幅4#孔跨中9#板底面
				7	MSH-DIS-G02-001-07	左幅4#孔跨中10#板底面
				8	MSH-DIS-G02-001-08	左幅4#孔跨中11#板底面
				9	MSH-DIS-G02-002-09	右幅4#孔跨中4#板底面
				10	MSH-DIS-G02-002-10	右幅4#孔跨中5#板底面
				11	MSH-DIS-G02-002-11	右幅4#孔跨中6#板底面
				12	MSH-DIS-G02-002-12	右幅4#孔跨中7#板底面
				13	MSH-DIS-G02-002-13	右幅4#孔跨中8#板底面
				14	MSH-DIS-G02-002-14	右幅4#孔跨中9#板底面
15	MSH-DIS-G02-002-15	右幅4#孔跨中10#板底面				
16	MSH-DIS-G02-002-16	右幅4#孔跨中11#板底面				



### 左幅监测测点总体布置图



### 右幅监测测点总体布置图

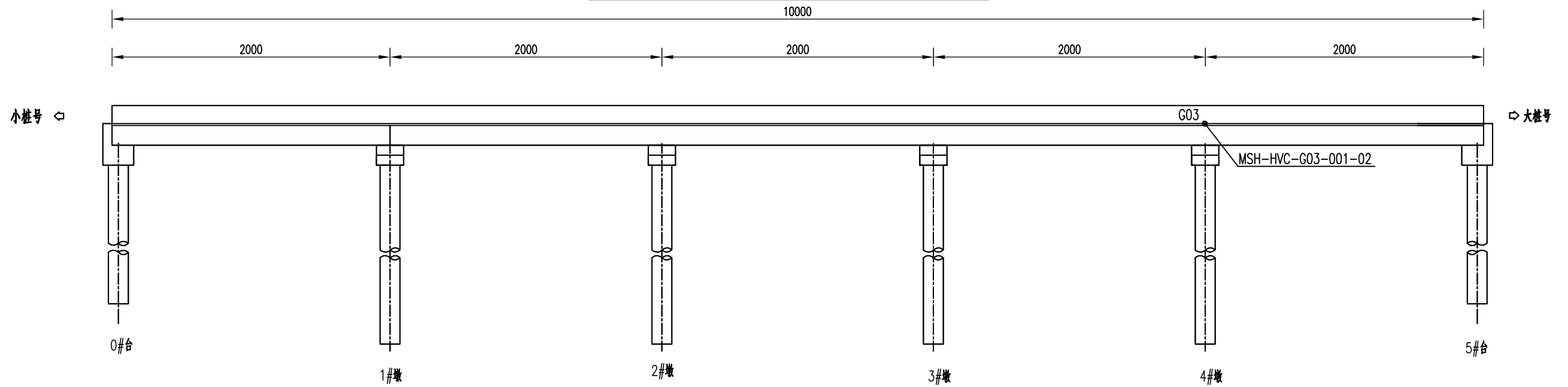


### 主要监测设备

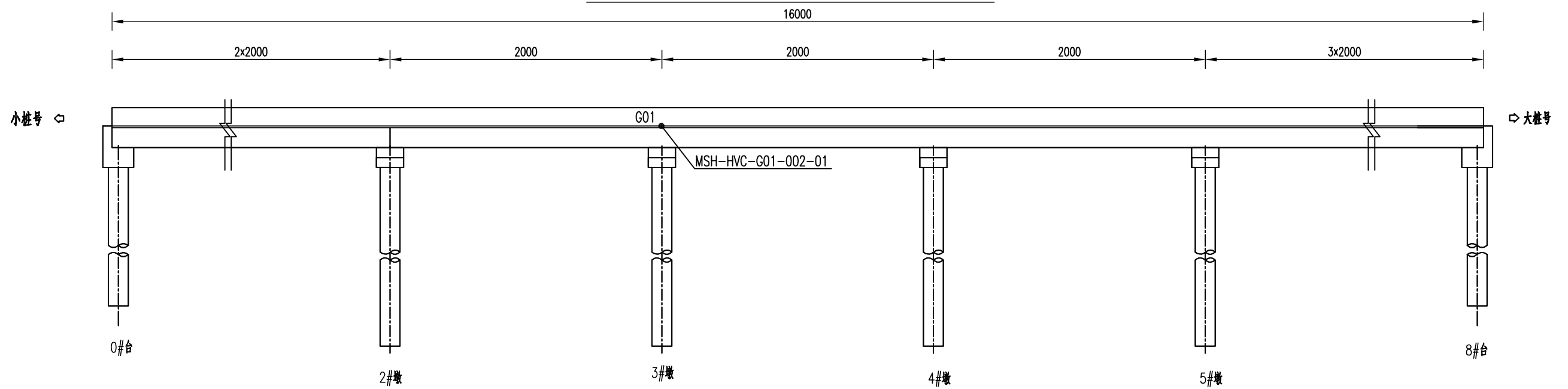
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	16
				基准靶	个	2
合计						22

注：

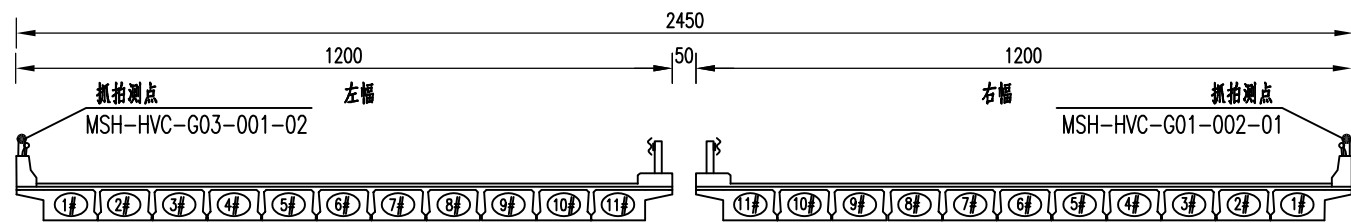
- 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
- 表示附件区域监测测点。
- 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。



右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

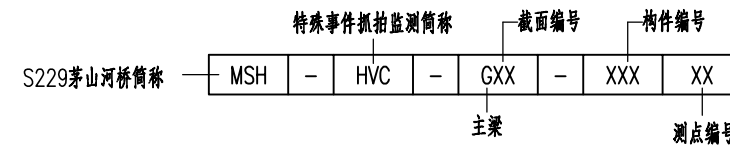


特殊事件抓拍监测测点布置断面图



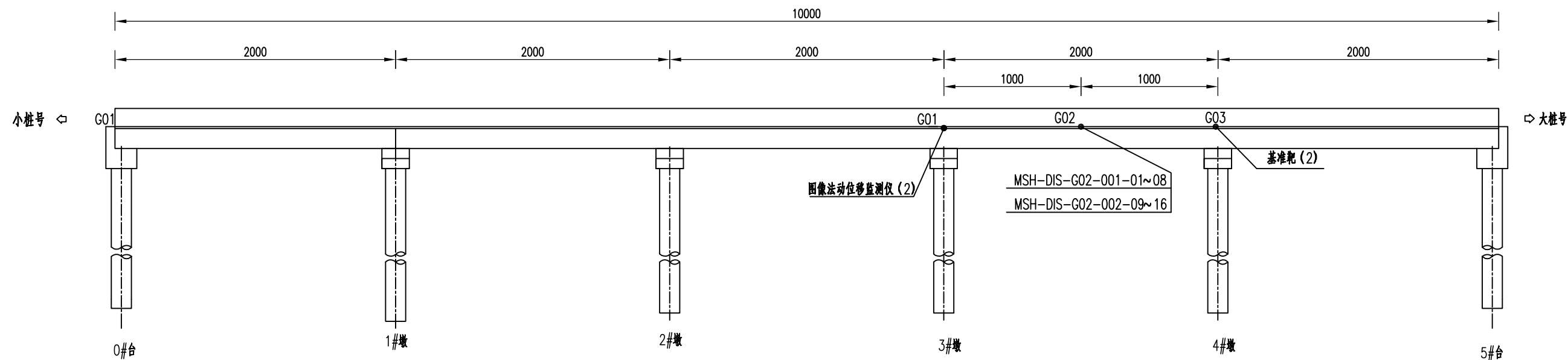
工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	MSH-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅3#墩桥面右侧护栏外侧
2	MSH-HVC-G03-001-02	高清摄像机	1	个	左幅4#墩桥面左侧护栏外侧
合计			2		

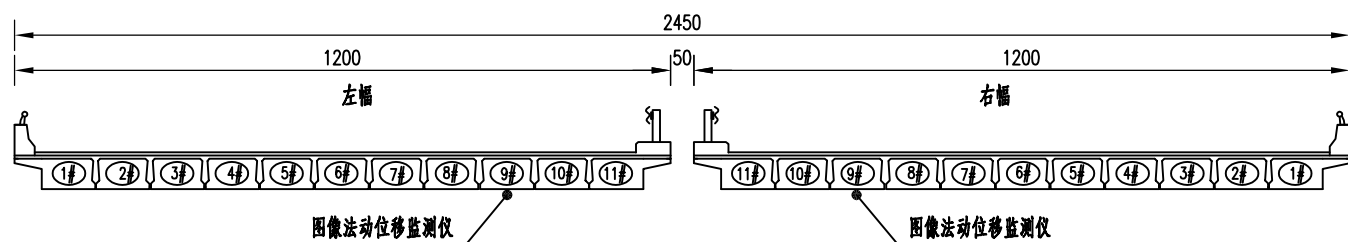


- 注:
- 图中尺寸单位均以厘米计。
  - 表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
  - 高清摄像机拟布置于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
  - 高清摄像机用于拍摄车尾照片，可根据实际情况调整布设位置。

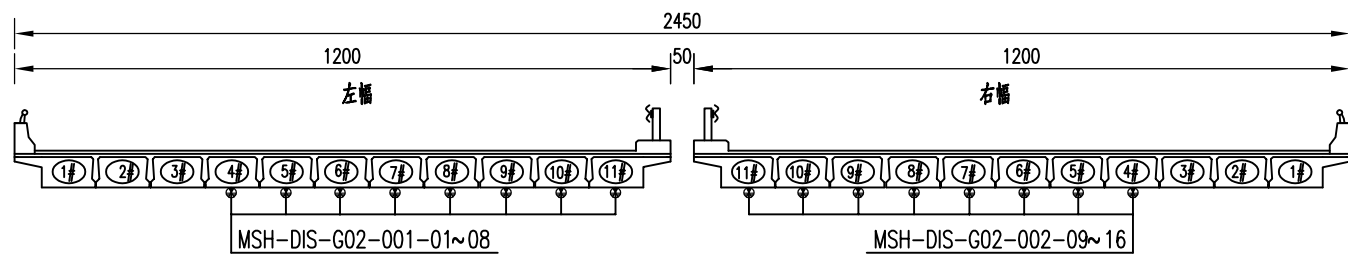
### 竖向位移监测测点布置立面图



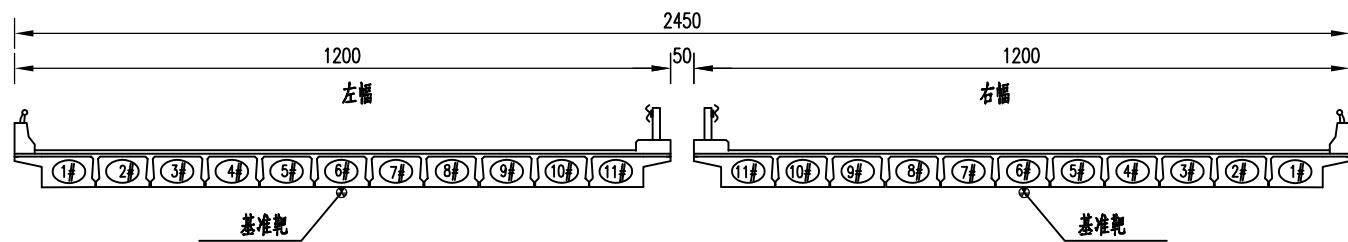
3#墩顶断面



4#孔跨中断面

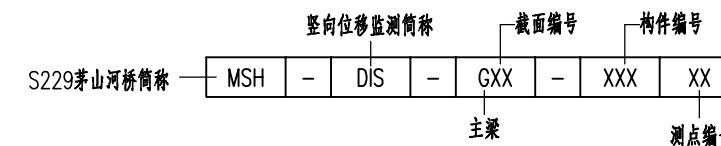


4#墩顶断面



工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅3#墩盖梁
2	MSH-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	左幅4#孔跨中断面
3	MSH-DIS-G02-002-09~16		8	个	右幅4#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅4#墩盖梁
合计			20		

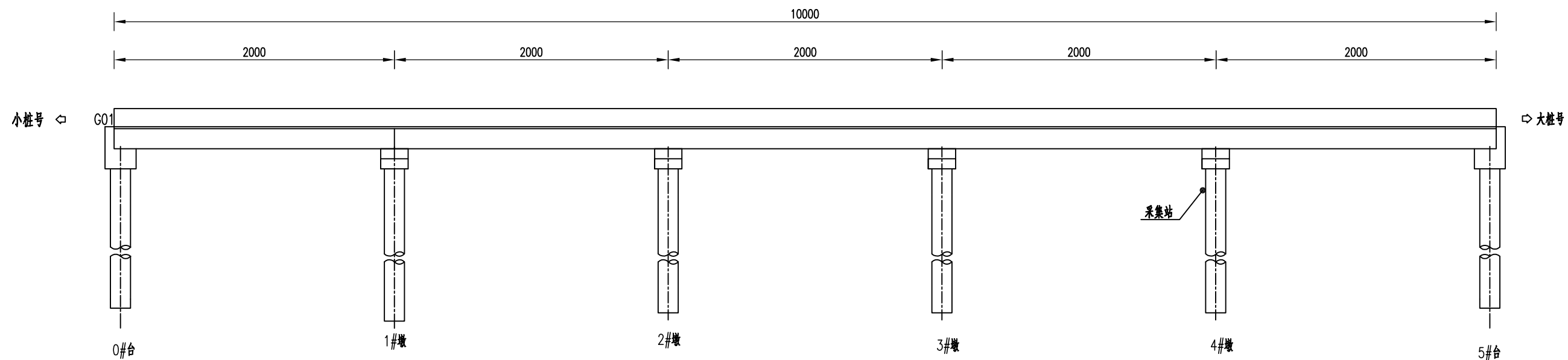


注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶18个(包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。



### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅 4#墩处
合计		1	个	/

注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示采集站。
- 在左幅 4#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

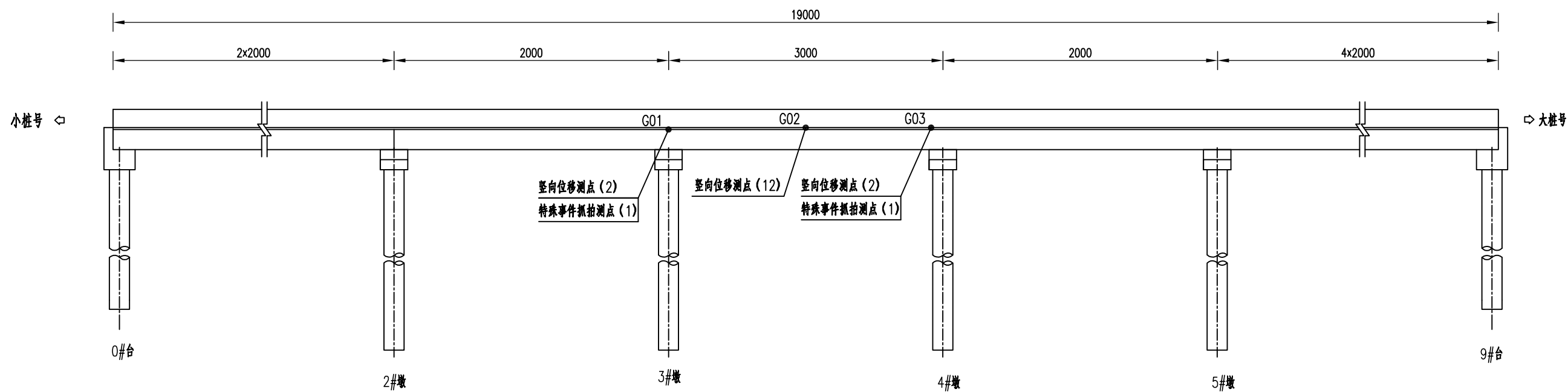
S231蚌蜒河大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置		
一	作用	抓拍		高清摄像机	1	BYH-HVC-G01-002-01	右幅3#墩桥面右侧护栏外侧
					2	BYH-HVC-G03-001-02	左幅4#墩桥面左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移		图像法动位移监测仪/目标靶	1	BYH-DIS-G02-001-01	左幅4#孔跨中4#板底面
					2	BYH-DIS-G02-001-02	左幅4#孔跨中5#板底面
					3	BYH-DIS-G02-001-03	左幅4#孔跨中6#板底面
					4	BYH-DIS-G02-001-04	左幅4#孔跨中7#板底面
					5	BYH-DIS-G02-001-05	左幅4#孔跨中8#板底面
					6	BYH-DIS-G02-001-06	左幅4#孔跨中9#板底面
					7	BYH-DIS-G02-001-07	左幅4#孔跨中10#板底面
					8	BYH-DIS-G02-001-08	左幅4#孔跨中11#板底面
					9	BYH-DIS-G02-002-09	右幅4#孔跨中3#梁底面
					10	BYH-DIS-G02-002-10	右幅4#孔跨中4#梁底面
					11	BYH-DIS-G02-002-11	右幅4#孔跨中5#梁底面
					12	BYH-DIS-G02-002-12	右幅4#孔跨中6#梁底面



### 监测测点总体布置图



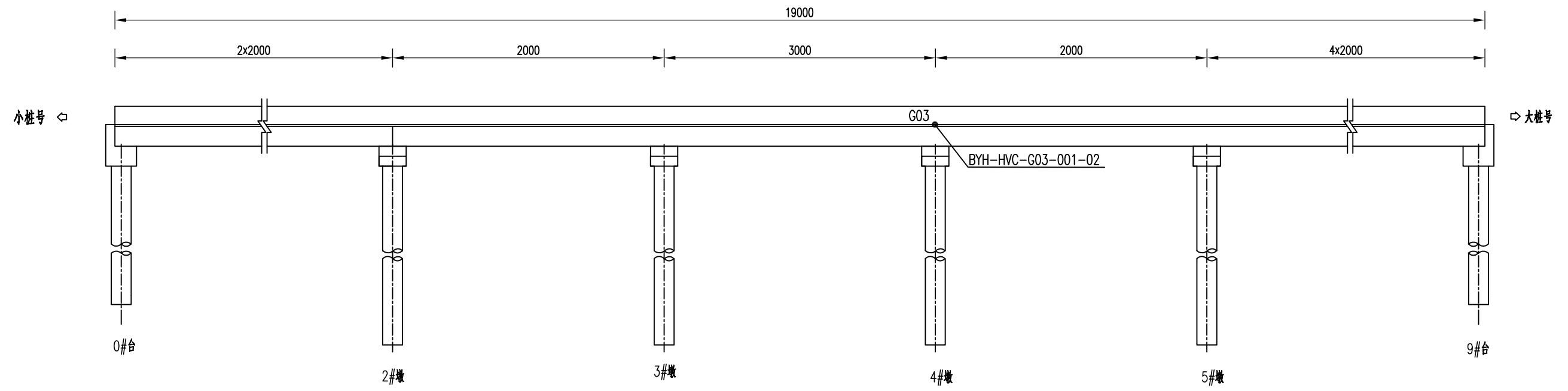
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	12
				基准靶	个	2
合计						18

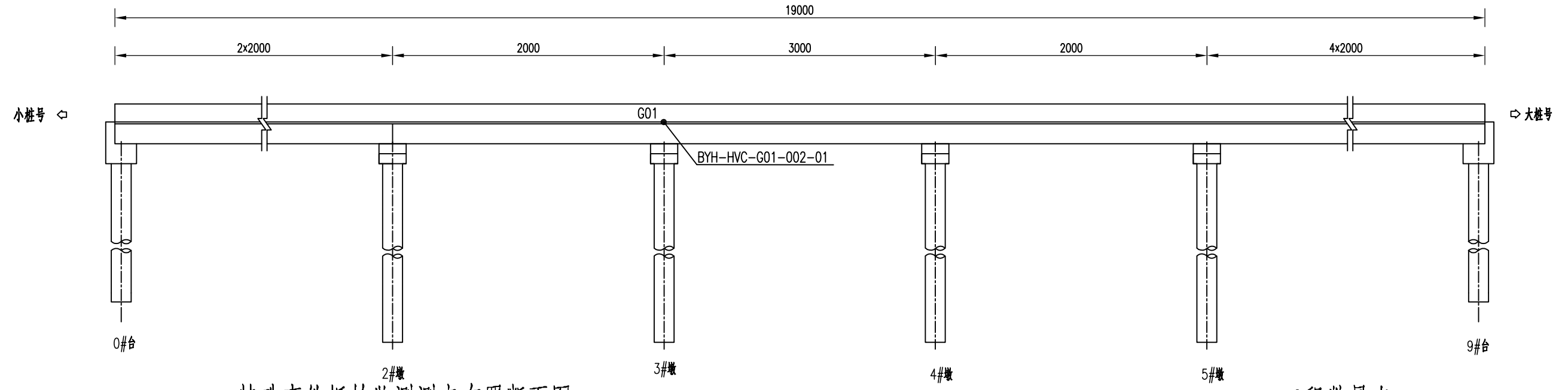
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

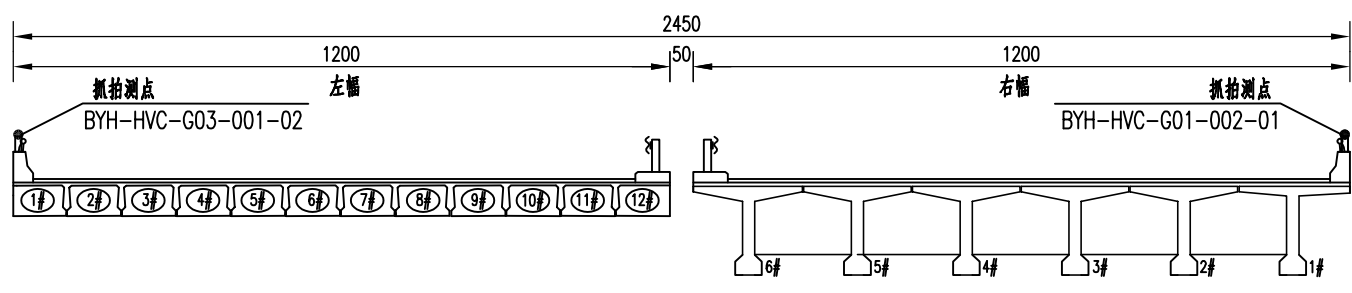
左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

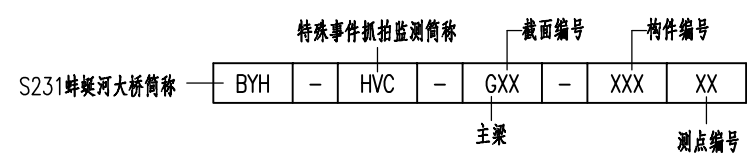


特殊事件抓拍监测测点布置断面图



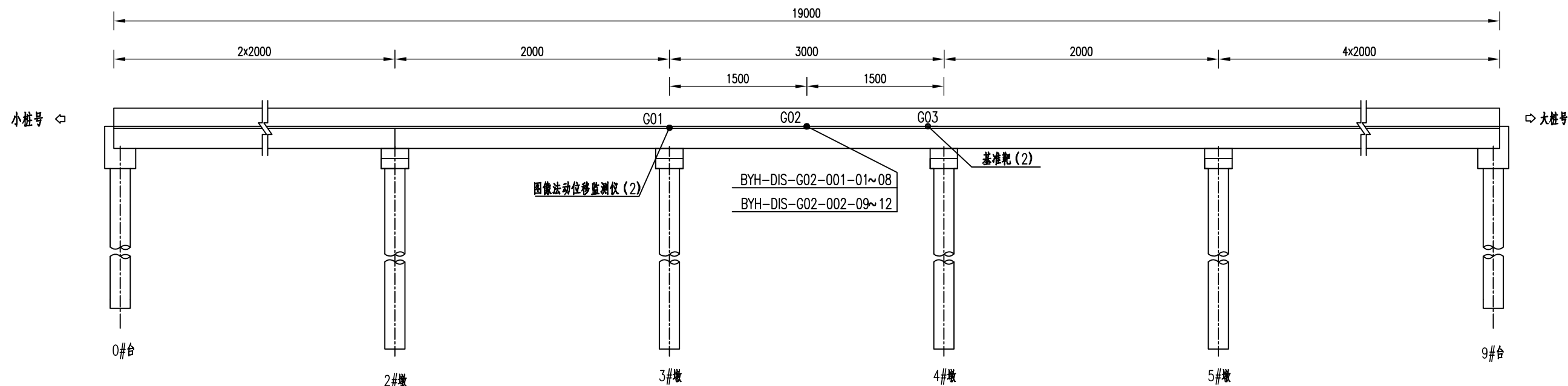
工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	BYH-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅3#墩桥面右侧护栏外侧
2	BYH-HVC-G03-001-02	高清摄像机	1	个	左幅4#墩桥面左侧护栏外侧
合计			2		

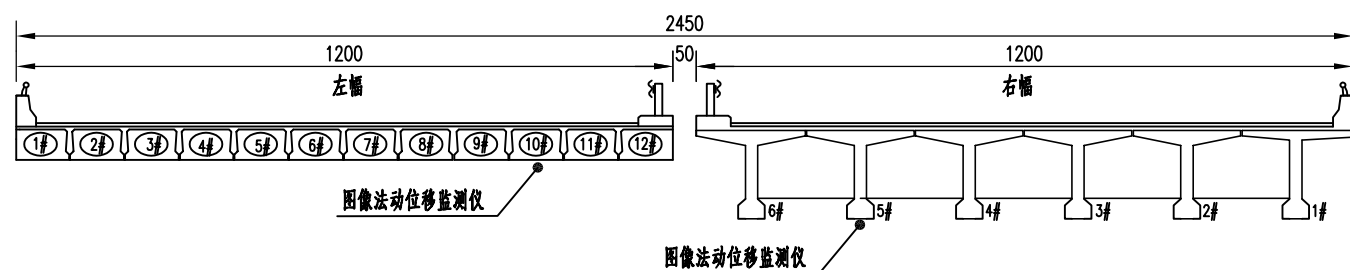


- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. ●表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
  3. 桥面抓拍高清摄像机拟布于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
  4. 高清摄像机用于拍摄车牌照，可根据实际情况调整布设位置。

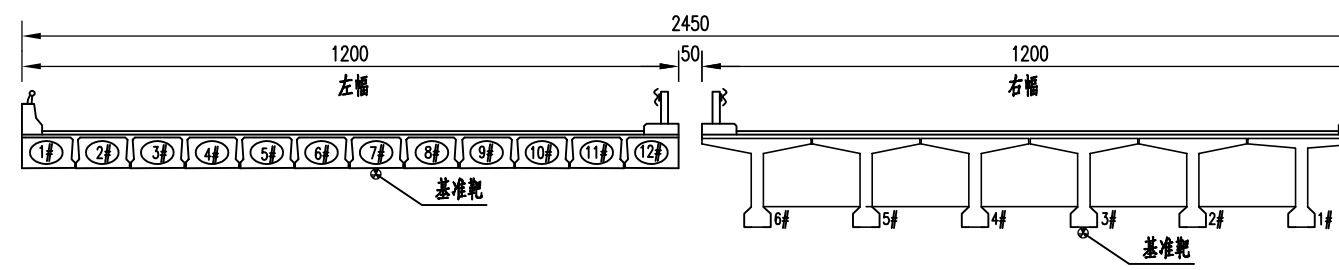
### 竖向位移监测测点布置立面图



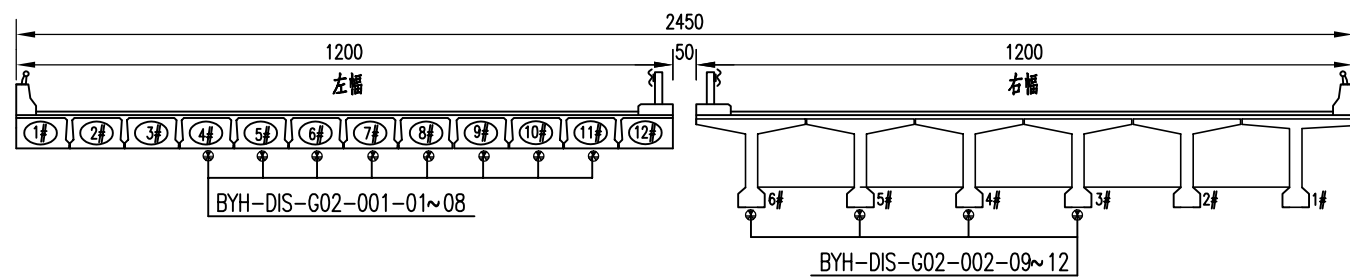
3#墩顶断面



4#墩顶断面



3#孔跨中断面

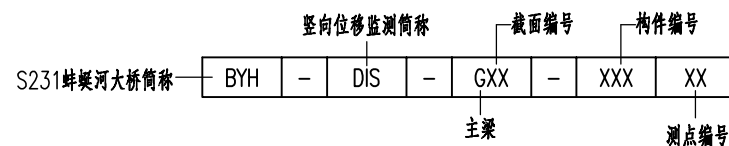


工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅3#墩盖梁
2	BYH-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	左幅4#孔跨中断面
3	BYH-DIS-G02-002-09~12		4	个	右幅4#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅4#墩盖梁
合计			16		

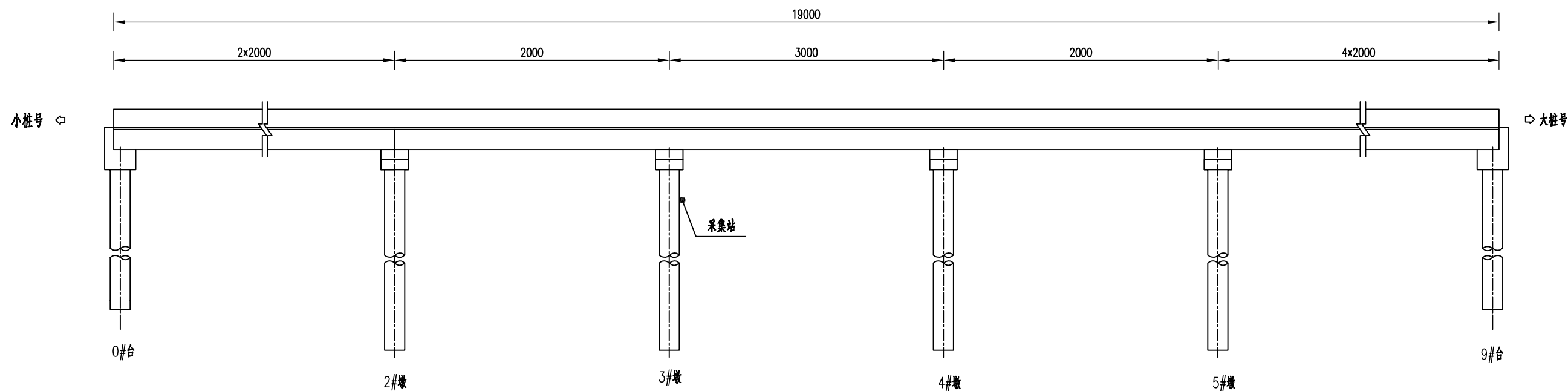
注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶14个(包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁、T梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。





### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅3#墩处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在左幅3#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

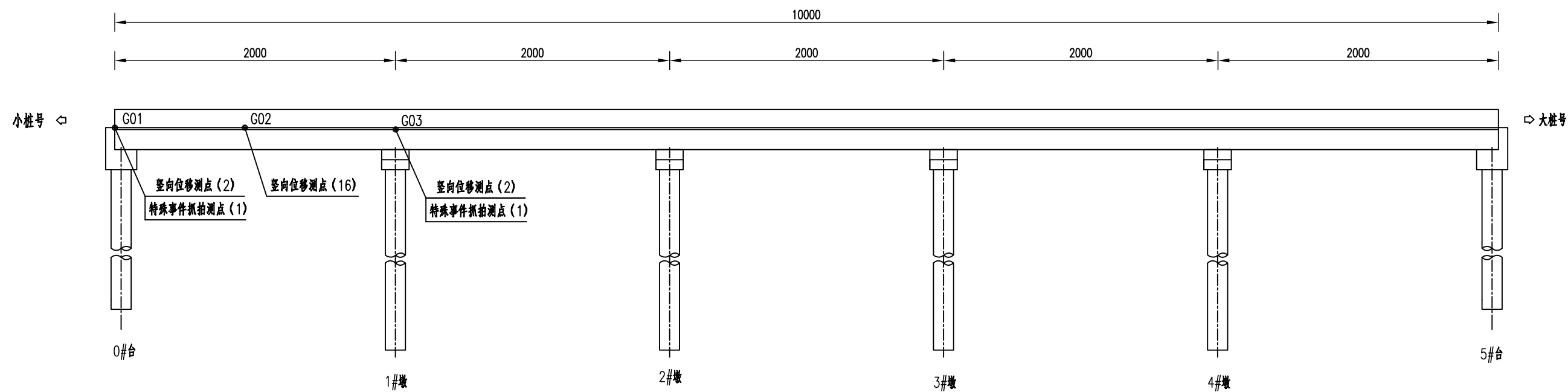
S231陈北大桥

设备布设表

监测类别		监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	作用	抓拍	高清摄像机	1	CB-HVC-G01-002-01	右幅0#台桥面右侧护栏外侧
				2	CB-HVC-G03-001-02	左幅1#墩桥面左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	CB-DIS-G02-001-01	左幅1#孔跨中4#板底面
				2	CB-DIS-G02-001-02	左幅1#孔跨中5#板底面
				3	CB-DIS-G02-001-03	左幅1#孔跨中6#板底面
				4	CB-DIS-G02-001-04	左幅1#孔跨中7#板底面
				5	CB-DIS-G02-001-05	左幅1#孔跨中8#板底面
				6	CB-DIS-G02-001-06	左幅1#孔跨中9#板底面
				7	CB-DIS-G02-001-07	左幅1#孔跨中10#板底面
				8	CB-DIS-G02-001-08	左幅1#孔跨中11#板底面
				9	CB-DIS-G02-002-09	右幅1#孔跨中4#板底面
				10	CB-DIS-G02-002-10	右幅1#孔跨中5#板底面
				11	CB-DIS-G02-002-11	右幅1#孔跨中6#板底面
				12	CB-DIS-G02-002-12	右幅1#孔跨中7#板底面
				13	CB-DIS-G02-002-13	右幅1#孔跨中8#板底面
				14	CB-DIS-G02-002-14	右幅1#孔跨中9#板底面
15	CB-DIS-G02-002-15	右幅1#孔跨中10#板底面				
16	CB-DIS-G02-002-16	右幅1#孔跨中11#板底面				



### 监测测点总体布置图



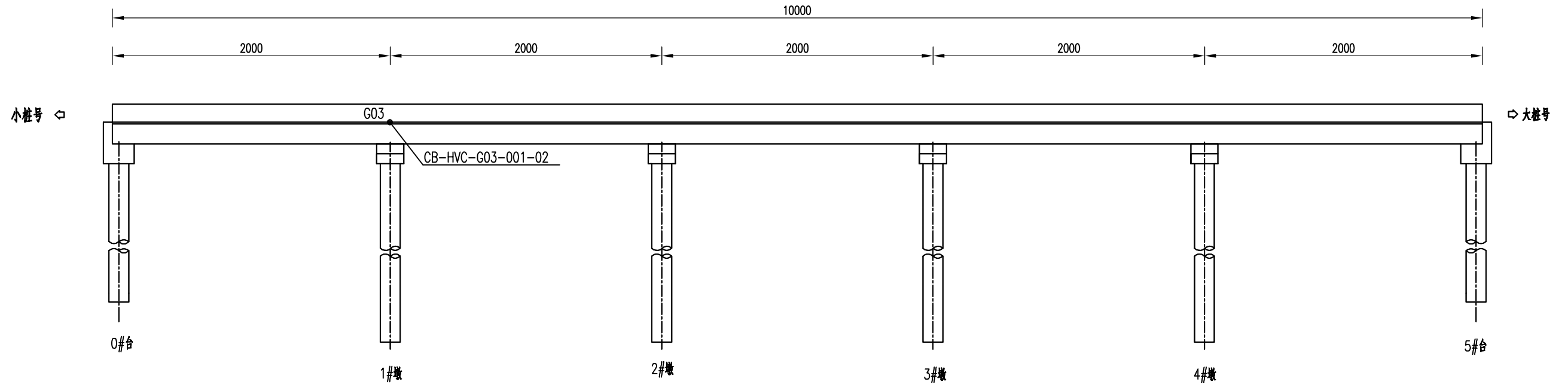
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	16
				基准靶	个	2
合计						22

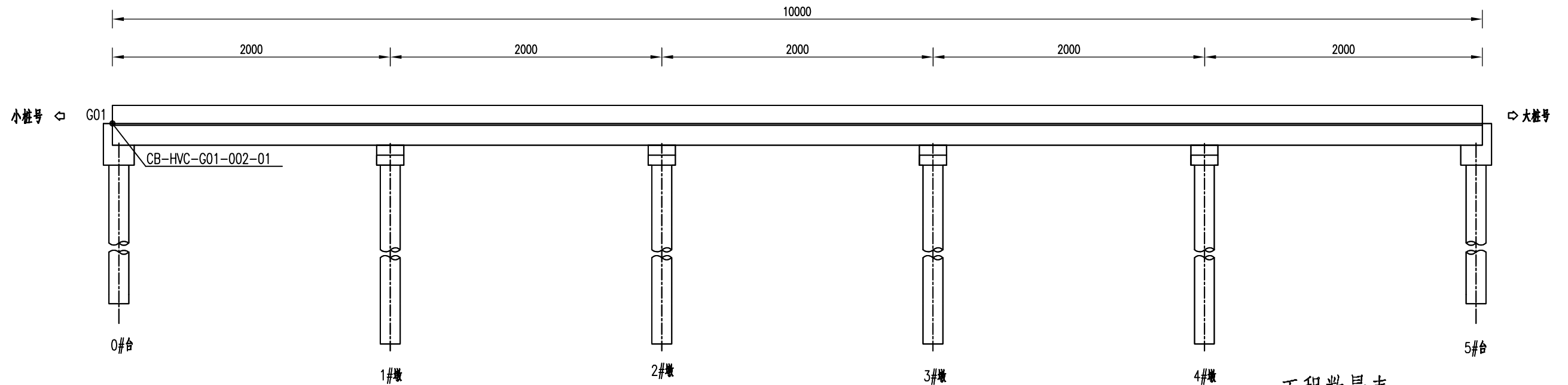
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
2. ●表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

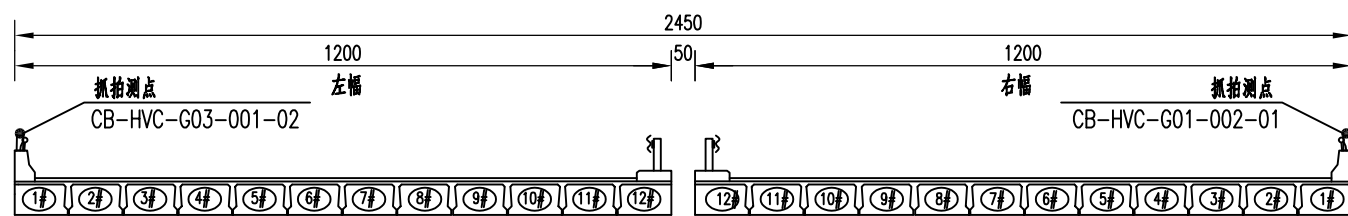
### 左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



### 右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

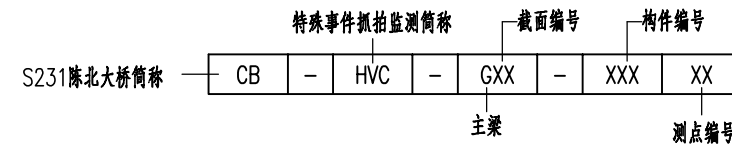


### 特殊事件抓拍监测测点布置断面图



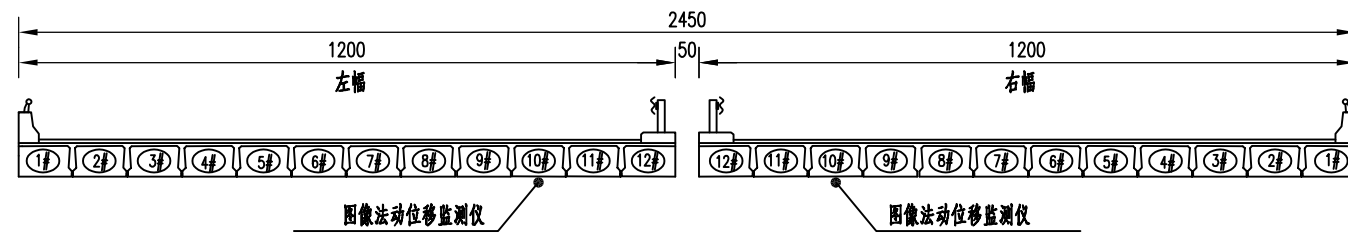
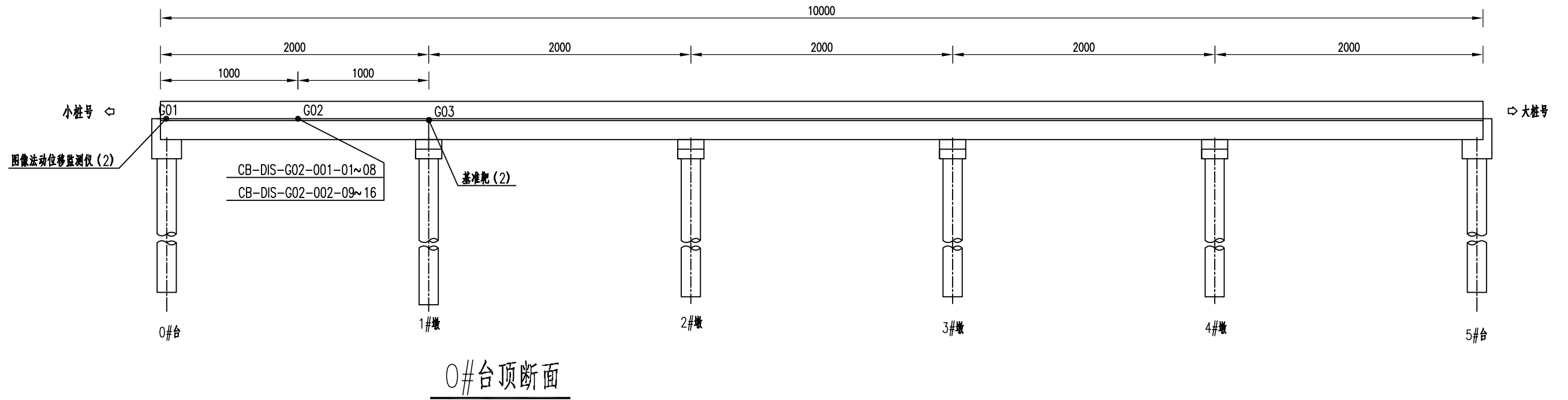
### 工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	CB-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅0#台桥面右侧护栏外侧
2	CB-HVC-G03-001-02	高清摄像机	1	个	左幅1#墩桥面左侧护栏外侧
合计					2

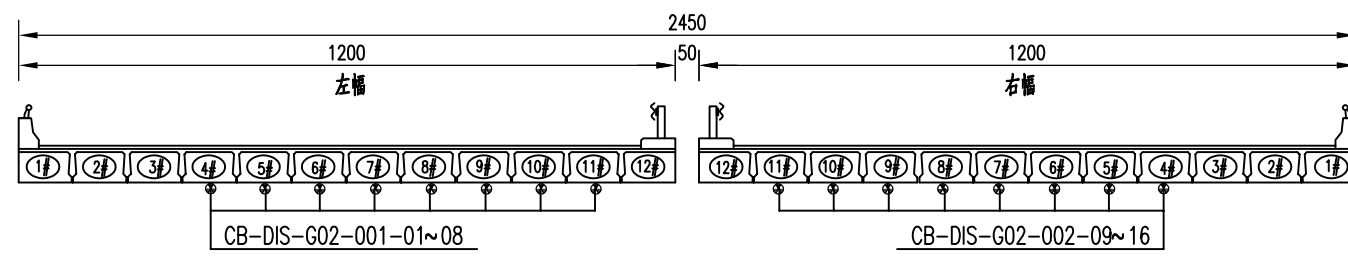


- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. ● 表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
  3. 桥面抓拍高清摄像机拟布置于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
  4. 高清摄像机用于拍摄车后照片，可根据实际情况调整布设位置。

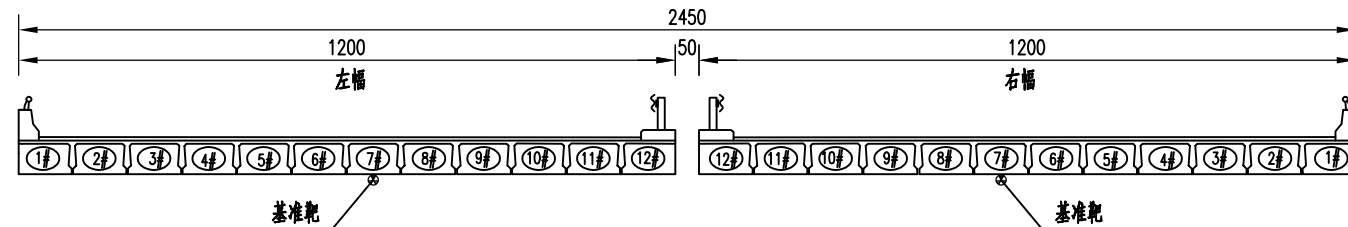
### 竖向位移监测测点布置立面图



0#台顶断面

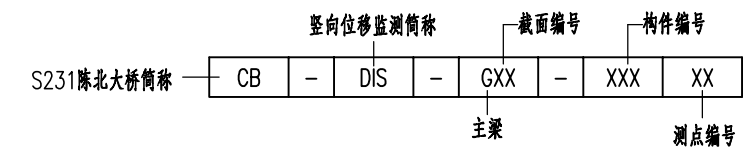


1#墩顶断面



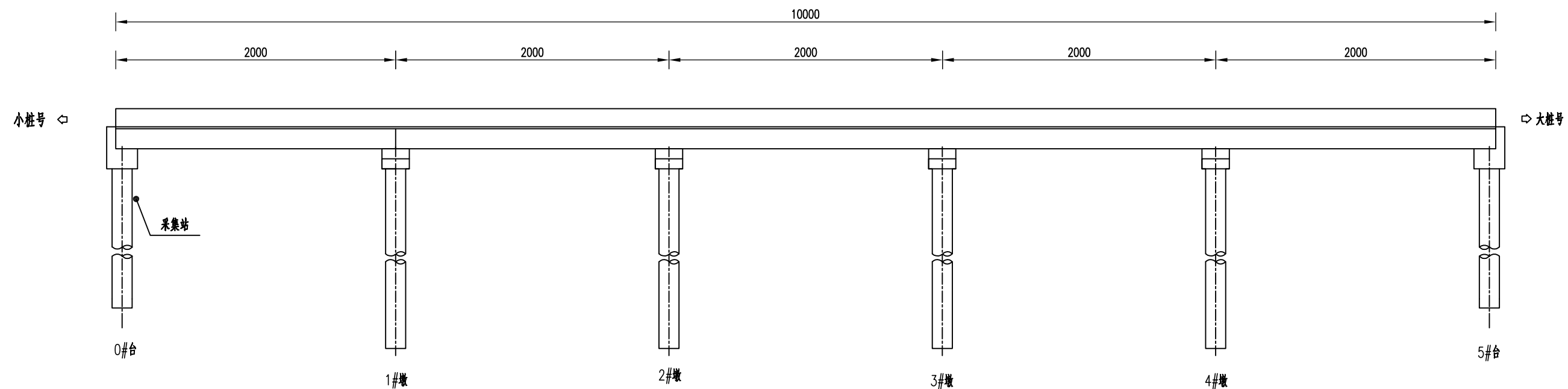
工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅0#台
2	CB-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	左幅1#孔跨中断面
3	CB-DIS-G02-002-09~16		8	个	右幅1#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅1#墩盖梁
合计			20		



- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
  - ⊙表示标靶，●表示图像法动位移监测仪。
  - 全桥共布置图像法动位移监测仪2台，标靶18个（包含基准靶2个）。
  - 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅0#台处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在左幅0#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

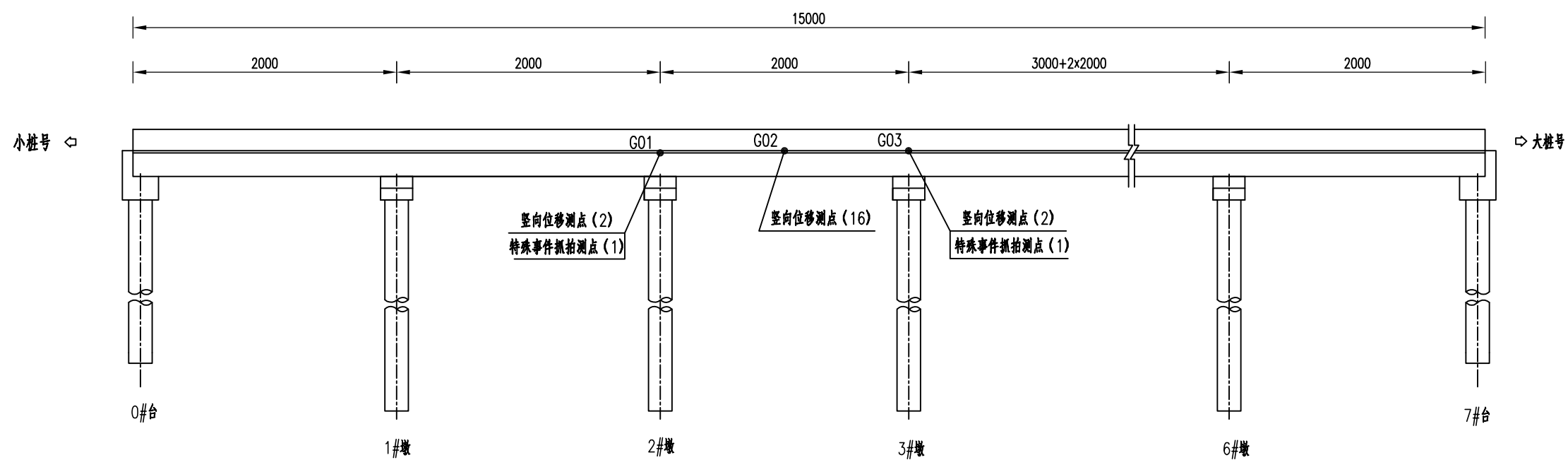


S231老通扬河大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置		
—	作用	抓拍		高清摄像机	1	LTYH-HVC-G01-002-01	右幅2#墩桥面右侧护栏外侧
					2	LTYH-HVC-G03-001-02	左幅3#墩桥面左侧护栏外侧
—	结构响应	竖向位移		图像法动位移监测仪/目标靶	1	LTYH-DIS-G02-001-01	3#孔跨中6#梁底面
					2	LTYH-DIS-G02-001-02	3#孔跨中7#梁底面
					3	LTYH-DIS-G02-001-03	3#孔跨中8#梁底面
					4	LTYH-DIS-G02-001-04	3#孔跨中9#梁底面
					5	LTYH-DIS-G02-001-05	3#孔跨中10#梁底面
					6	LTYH-DIS-G02-001-06	3#孔跨中11#梁底面
					7	LTYH-DIS-G02-001-07	3#孔跨中12#梁底面
					8	LTYH-DIS-G02-001-08	3#孔跨中13#梁底面
					9	LTYH-DIS-G02-001-09	3#孔跨中14#梁底面
					10	LTYH-DIS-G02-001-10	3#孔跨中15#梁底面
					11	LTYH-DIS-G02-001-11	3#孔跨中16#梁底面
					12	LTYH-DIS-G02-001-12	3#孔跨中17#梁底面
					13	LTYH-DIS-G02-001-13	3#孔跨中18#梁底面
					14	LTYH-DIS-G02-001-14	3#孔跨中19#梁底面
					15	LTYH-DIS-G02-001-15	3#孔跨中20#梁底面
					16	LTYH-DIS-G02-001-16	3#孔跨中21#梁底面

### 监测测点总体布置图



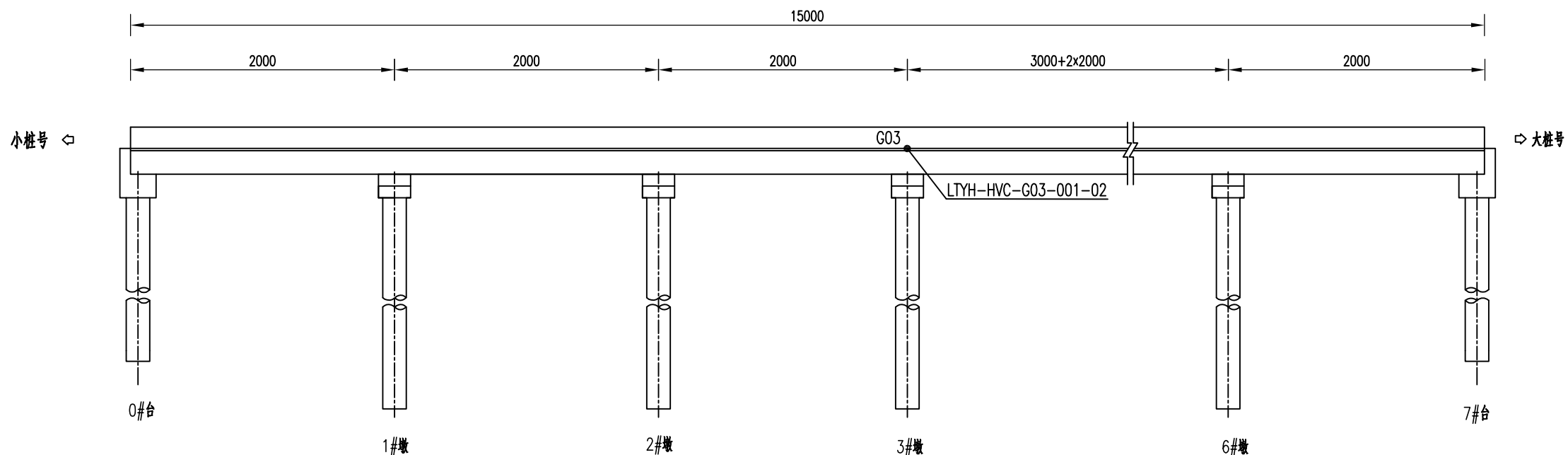
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法位移监测仪	个	2
				目标靶	个	16
				基准靶	个	2
合计						22

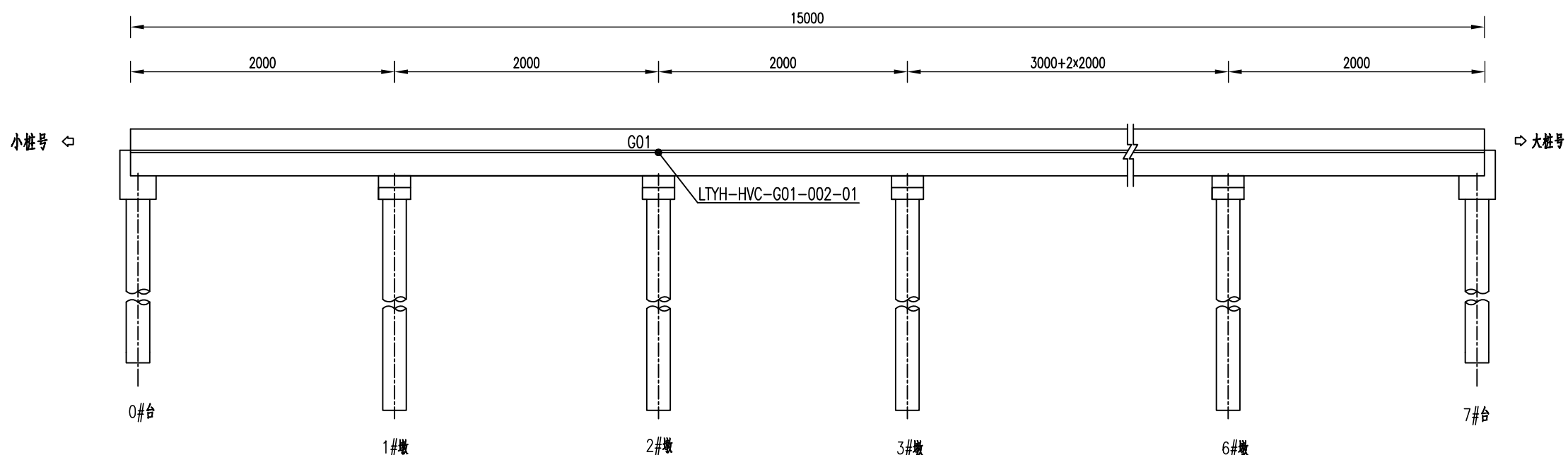
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

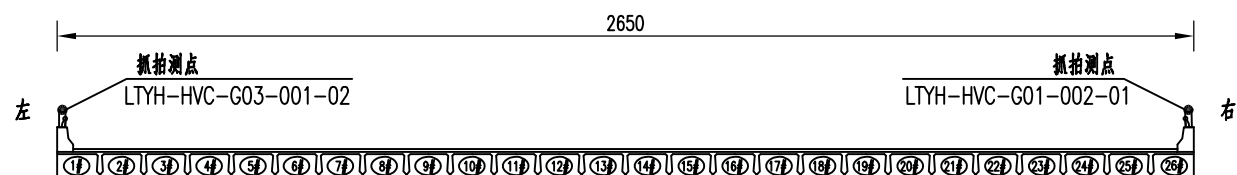
### 左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



### 右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

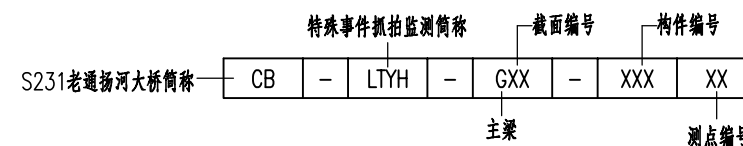


### 特殊事件抓拍监测测点布置断面图



### 工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	LTYH-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅2#墩桥面右侧护栏外侧
2	LTYH-HVC-G03-001-02	高清摄像机	1	个	左幅3#墩桥面左侧护栏外侧
合计			2		

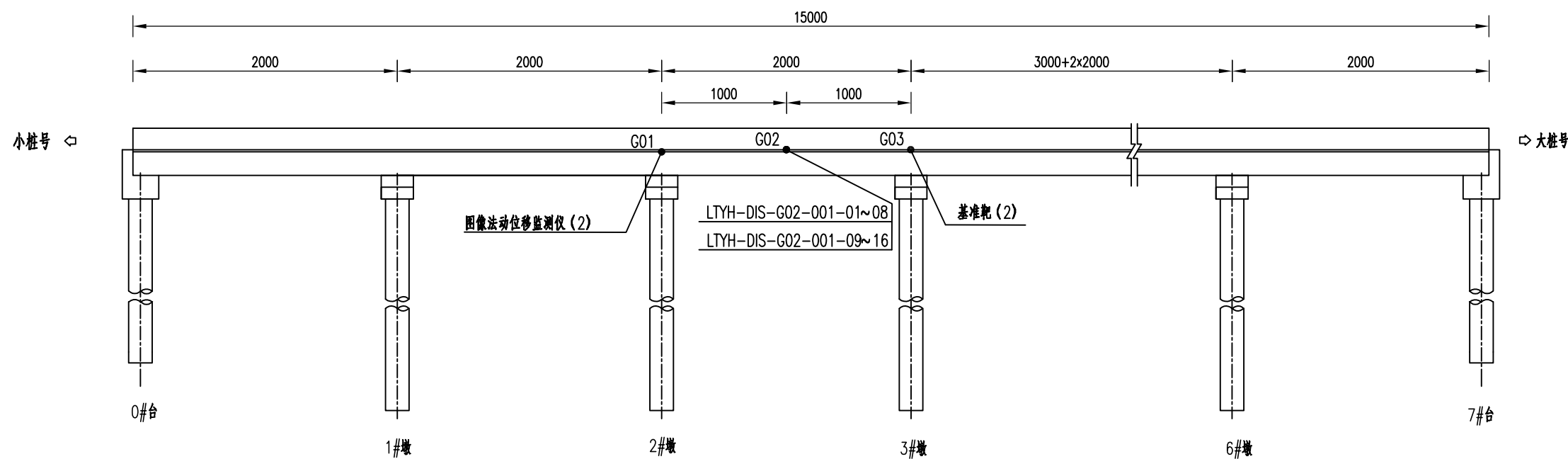


注:

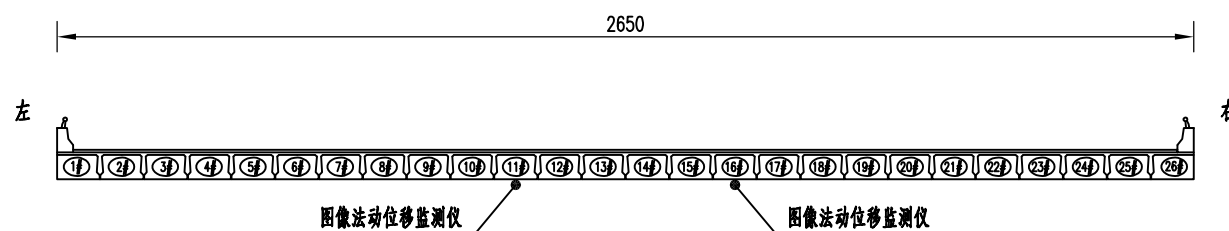
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
3. 桥面抓拍高清摄像机拟布于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
4. 高清摄像机用于拍摄车尾照片，可根据实际情况调整布设位置。



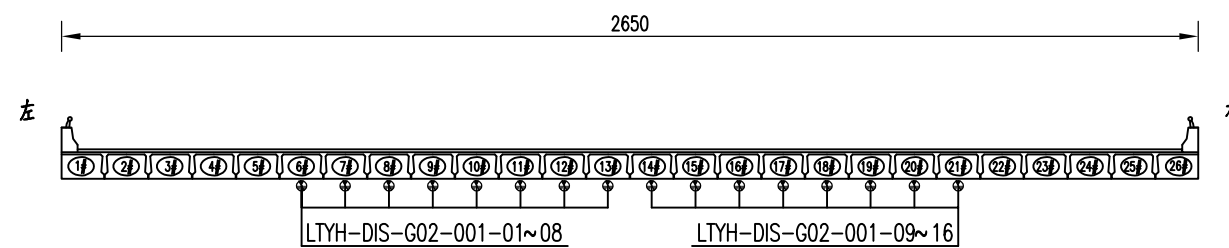
### 竖向位移监测测点布置立面图



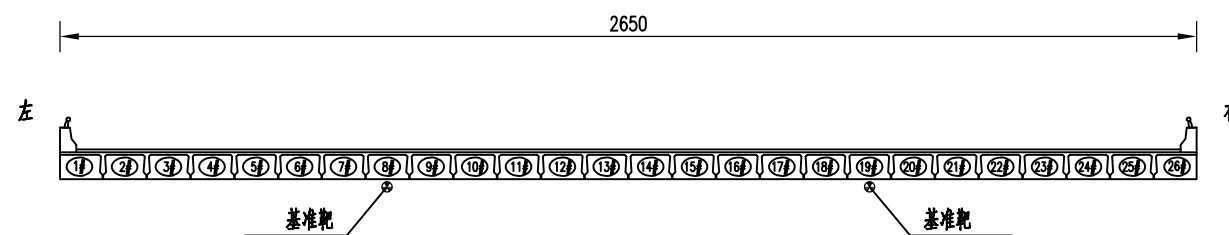
2#墩顶断面



3#孔跨中断面

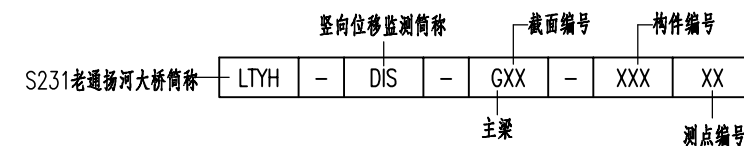


3#墩顶断面



工程数量表

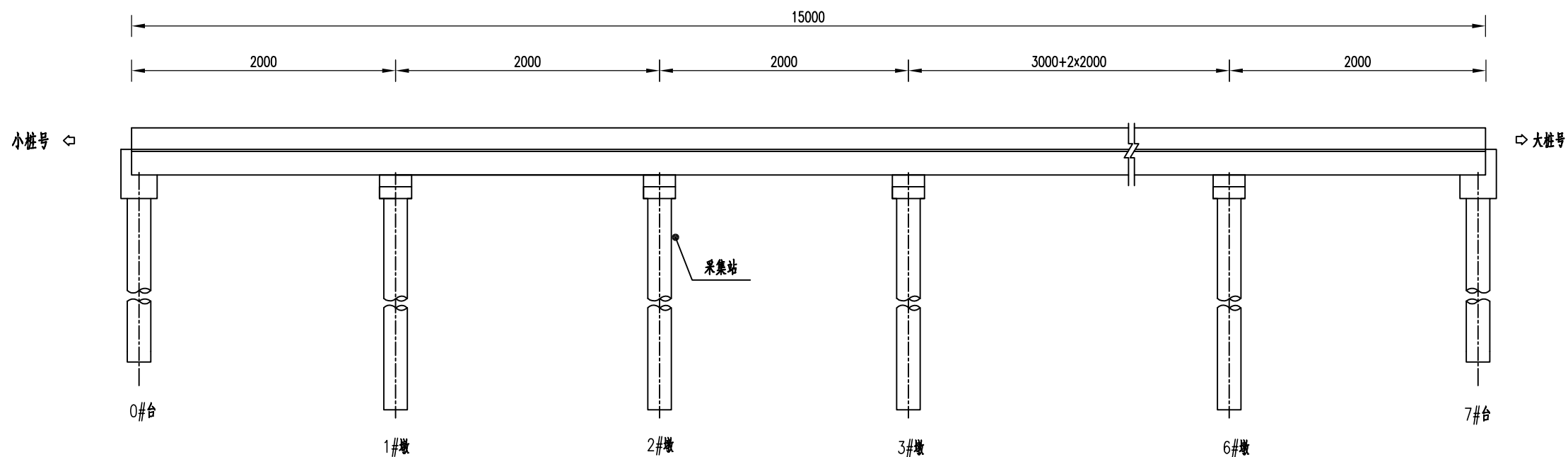
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	2#墩盖梁
2	LTYH-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	3#孔跨中断面
3	LTYH-DIS-G02-001-09~16		8	个	3#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	3#墩盖梁
合计			20		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ●表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶18个(包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	2#墩处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在2#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际情况适当调整位置。

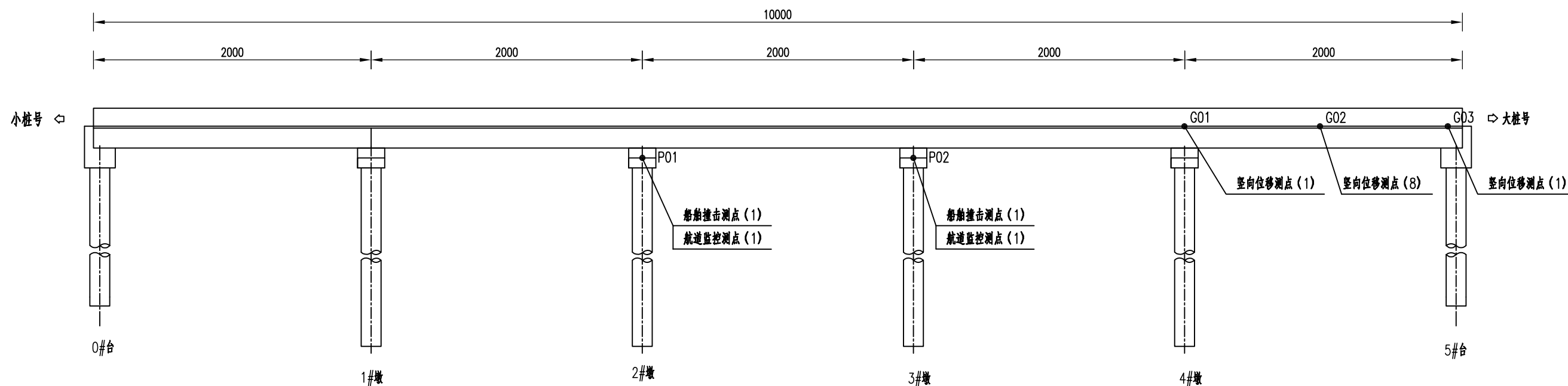
S232海河大桥

设备布设表

监测类别		监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	作用	船舶碰撞	低频加速度传感器(横向)	1	HH-VID-P01-001-01	左幅2#墩盖梁外侧
				2	HH-VID-P02-002-02	右幅3#墩盖梁外侧
		航道监控	高清摄像机	1	HH-HVC-P01-001-01	左幅2#墩盖梁外侧
				2	HH-HVC-P02-002-02	右幅3#墩盖梁外侧
二	结构响应	竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	HH-DIS-G02-001-01	5#孔跨中3#板底面
				2	HH-DIS-G02-001-02	5#孔跨中4#板底面
				3	HH-DIS-G02-001-03	5#孔跨中5#板底面
				4	HH-DIS-G02-001-04	5#孔跨中6#板底面
				5	HH-DIS-G02-001-05	5#孔跨中7#板底面
				6	HH-DIS-G02-001-06	5#孔跨中8#板底面
				7	HH-DIS-G02-001-07	5#孔跨中9#板底面
				8	HH-DIS-G02-001-08	5#孔跨中10#板底面



### 监测测点总体布置图



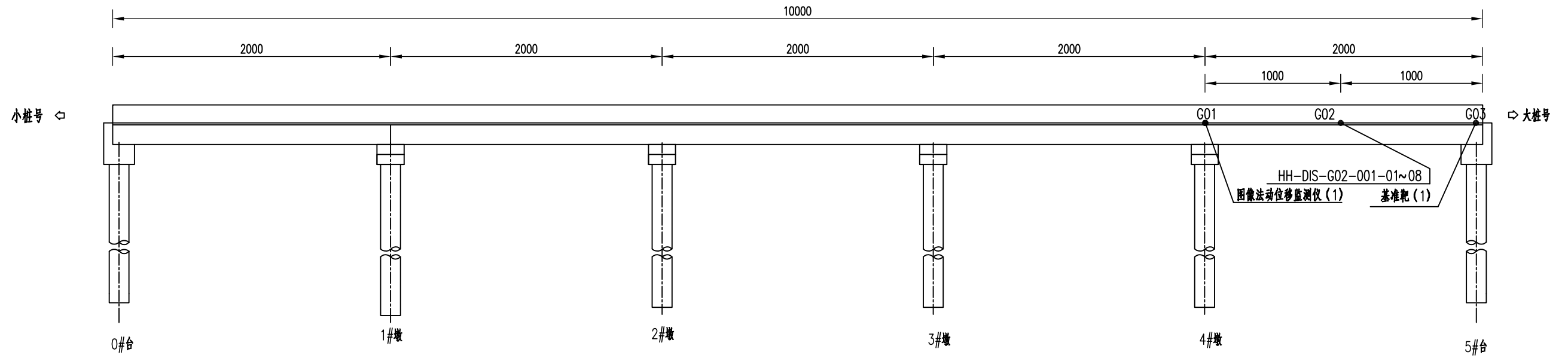
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	船舶撞击	航道监控	高清摄像机	个	2
			船舶撞击	低频加速度传感器(横向)	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	1
				目标靶	个	8
				基准靶	个	1
合计						14

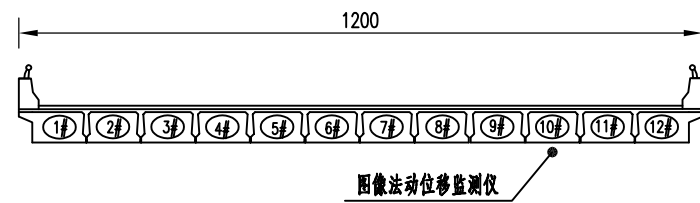
注:

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、船舶撞击、航道监控等。
2. ●表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

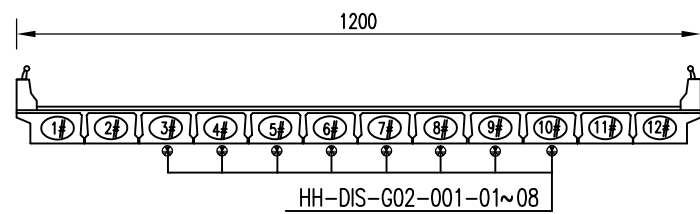
### 竖向位移监测测点布置立面图



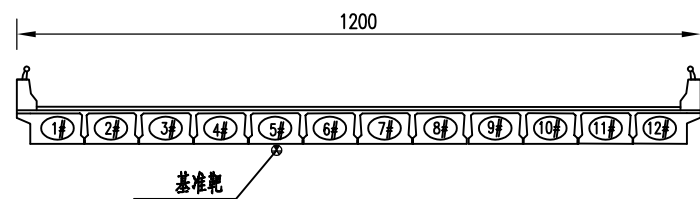
4#墩顶断面



5#孔跨中断面

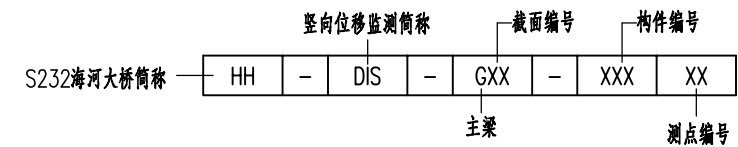


5#台顶断面



工程数量表

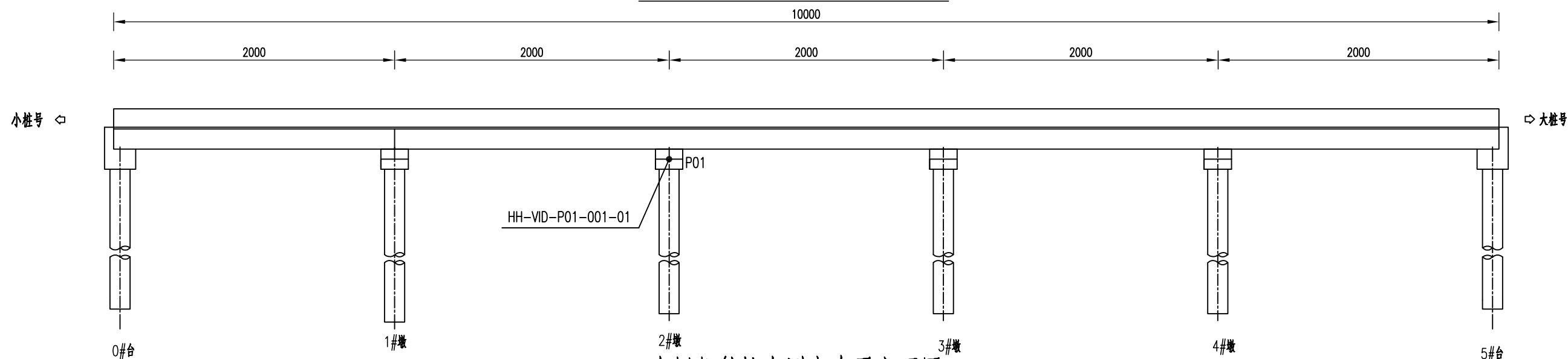
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	1	个	4#墩盖梁
2	HH-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	5#孔跨中断面
3	/	基准靶	1	个	5#台台顶
合计			10		



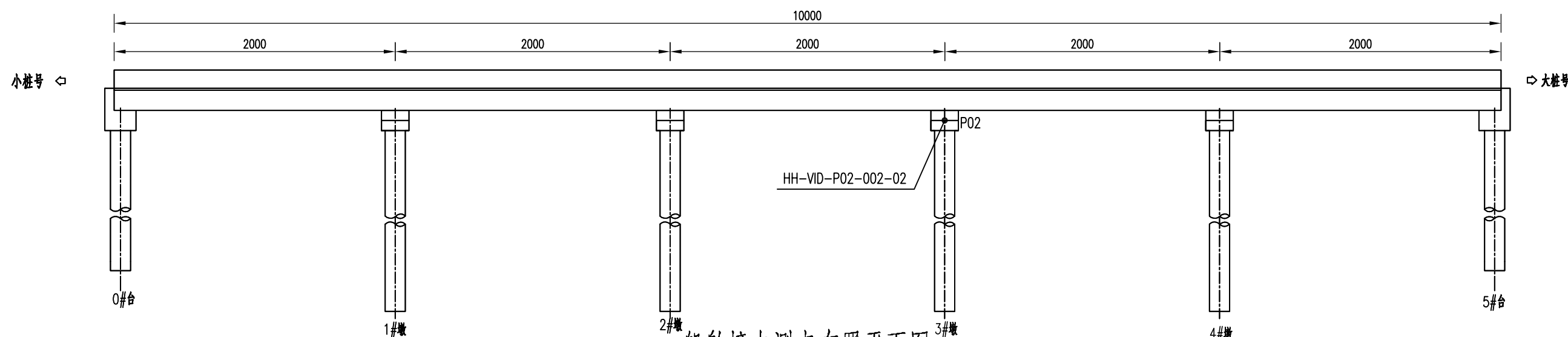
注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪1台, 标靶9个(包含基准靶1个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

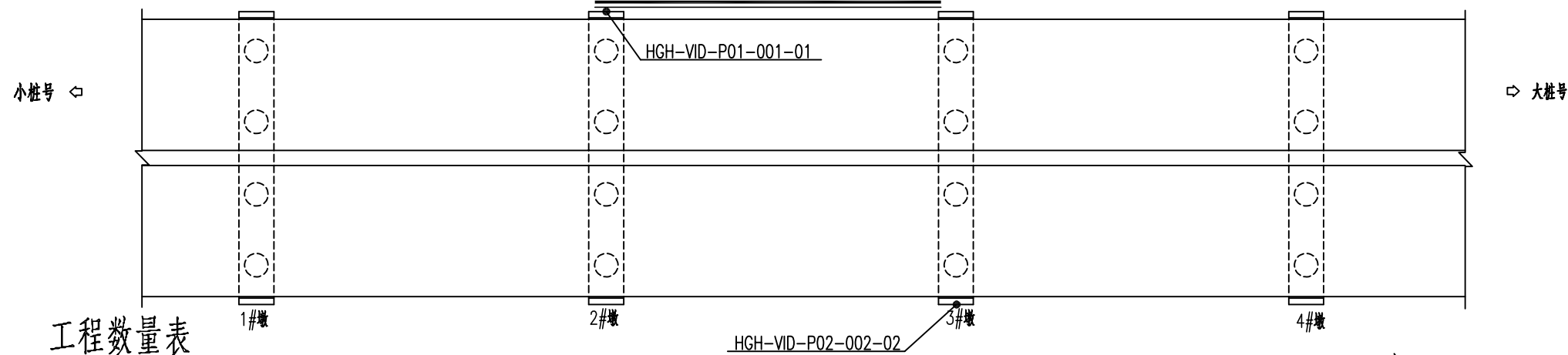
左侧船舶撞击测点布置立面图



右侧船舶撞击测点布置立面图

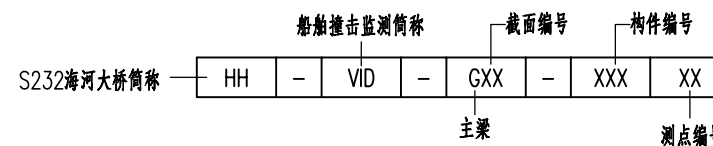


船舶撞击测点布置平面图



工程数量表

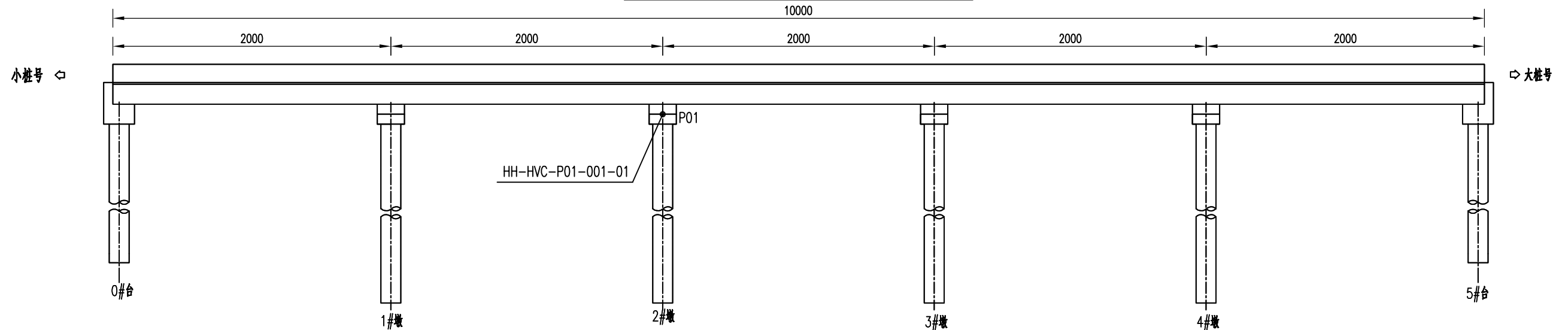
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	HH-VID-P01-001-01	低频加速度传感器(横向)	1	个	左幅2#墩盖梁外侧面
2	HH-VID-P02-002-02		1	个	右幅3#墩盖梁外侧面
合计			2		



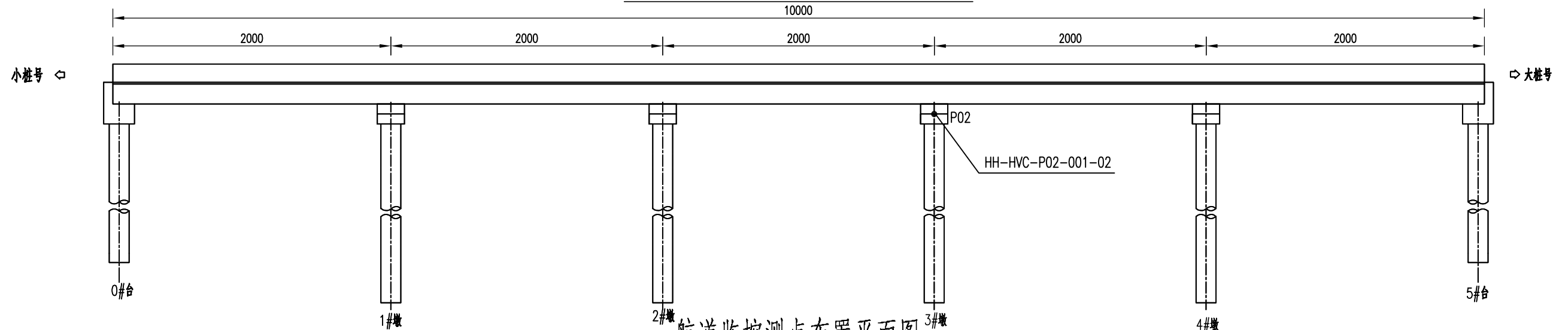
注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示船舶撞击监测测点, 测点处布设低频加速度传感器(横向)。
3. 低频加速度传感器(横向)拟布置于桥墩盖梁外侧面。

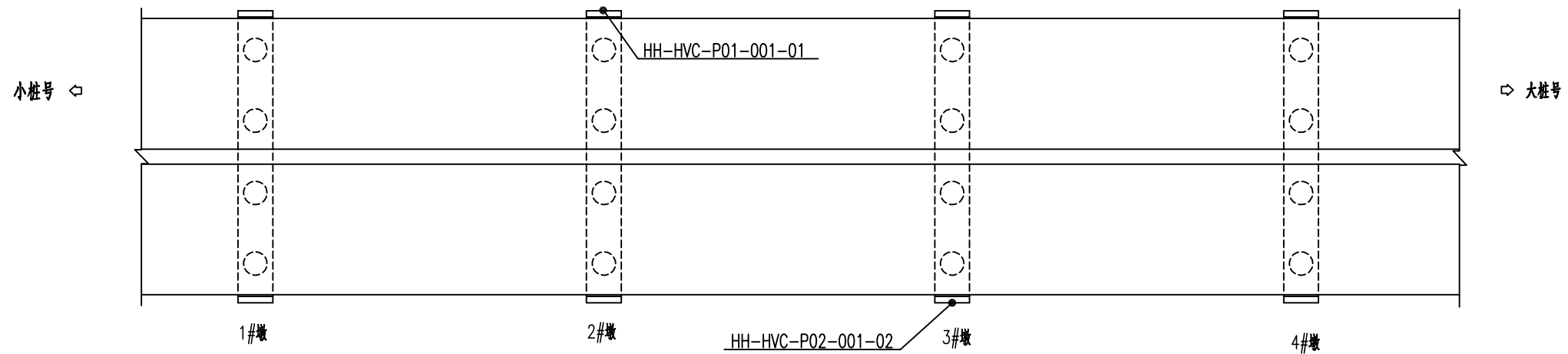
左侧航道监控监测测点布置立面图



右侧航道监控监测测点布置立面图

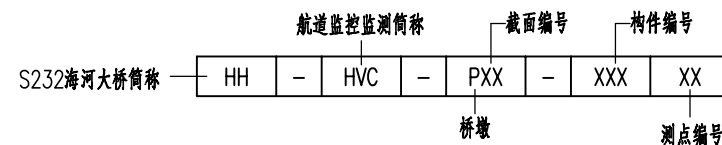


航道监控测点布置平面图



工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	HH-HVC-P01-001-01	高清摄像机	1	个	2#墩盖梁外侧面
2	HH-HVC-P02-001-02		1	个	3#墩盖梁外侧面
合计			2		

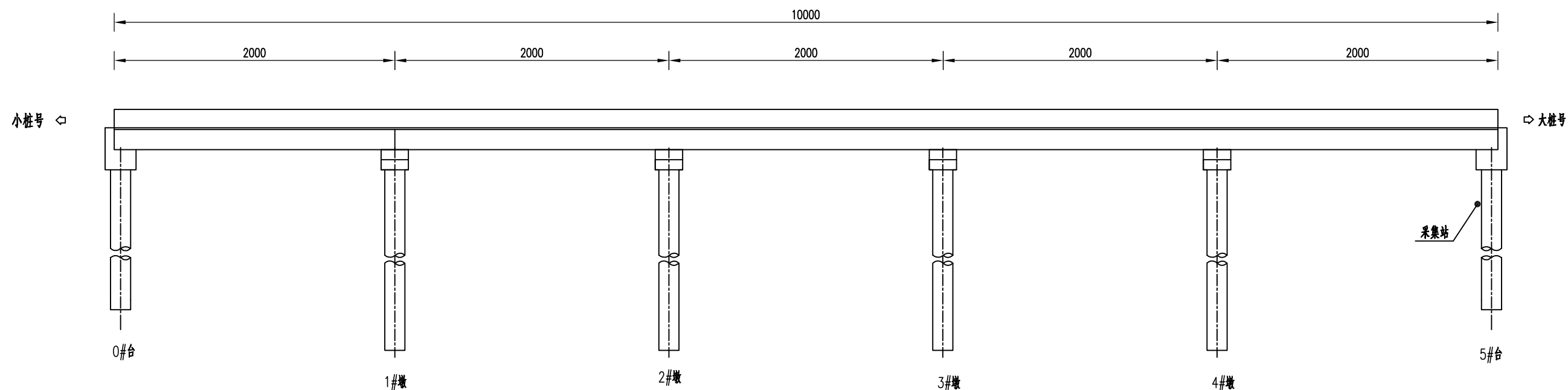


注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示航道监控监测测点, 测点处布设高清摄像机。
3. 高清摄像机拟布置于桥墩盖梁外侧面。



### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	5#台处
合计		1	个	/

注：

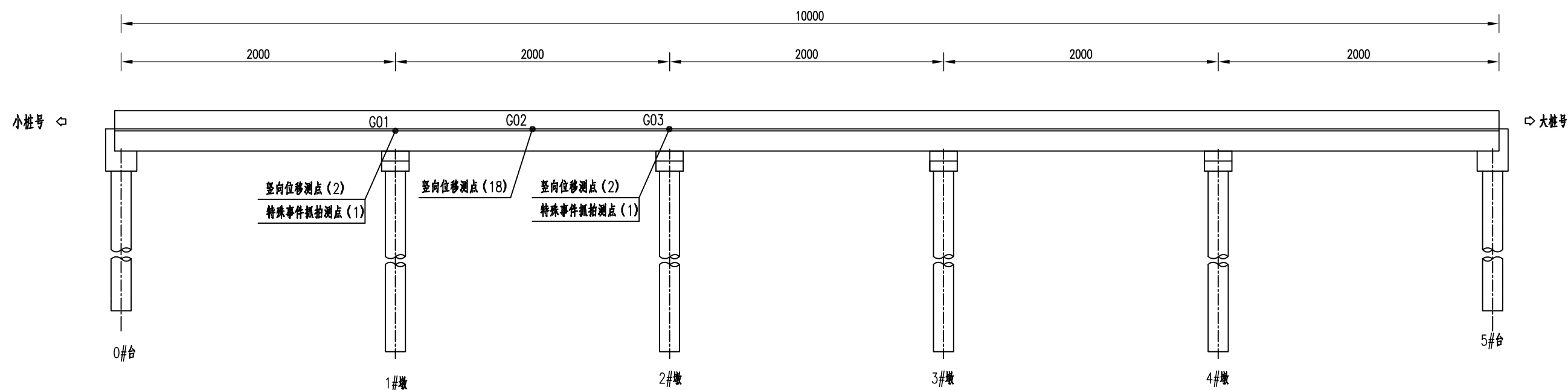
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在5#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

G328老通扬运河西大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置		
一	作用	抓拍		高清摄像机	1	LTYX-HVC-G01-002-01	右幅1#墩桥面右侧护栏外侧
					2	LTYX-HVC-G03-001-02	左幅2#墩桥面左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移		图像法动位移监测仪/目标靶	1	LTYX-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中19#板底面
					2	LTYX-DIS-G02-001-02	左幅2#孔跨中20#板底面
					3	LTYX-DIS-G02-001-03	左幅2#孔跨中21#板底面
					4	LTYX-DIS-G02-001-04	左幅2#孔跨中22#板底面
					5	LTYX-DIS-G02-001-05	左幅2#孔跨中23#板底面
					6	LTYX-DIS-G02-001-06	左幅2#孔跨中24#板底面
					7	LTYX-DIS-G02-001-07	左幅2#孔跨中25#板底面
					8	LTYX-DIS-G02-001-08	左幅2#孔跨中26#板底面
					9	LTYX-DIS-G02-001-09	左幅2#孔跨中27#板底面
					10	LTYX-DIS-G02-002-10	右幅2#孔跨中19#板底面
					11	LTYX-DIS-G02-002-11	右幅2#孔跨中20#板底面
					12	LTYX-DIS-G02-002-12	右幅2#孔跨中21#板底面
					13	LTYX-DIS-G02-002-13	右幅2#孔跨中22#板底面
					14	LTYX-DIS-G02-002-14	右幅2#孔跨中23#板底面
					15	LTYX-DIS-G02-002-15	右幅2#孔跨中24#板底面
					16	LTYX-DIS-G02-002-16	右幅2#孔跨中25#板底面
					17	LTYX-DIS-G02-002-17	右幅2#孔跨中26#板底面
					18	LTYX-DIS-G02-002-18	右幅2#孔跨中27#板底面

### 监测测点总体布置图



### 主要监测设备

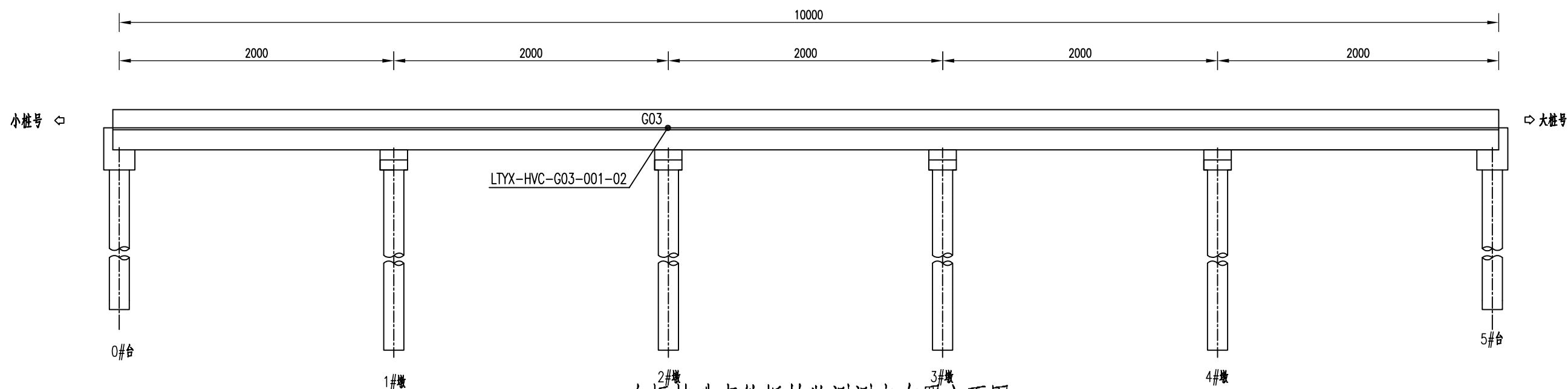
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	18
				基准靶	个	2
合计						24

注：

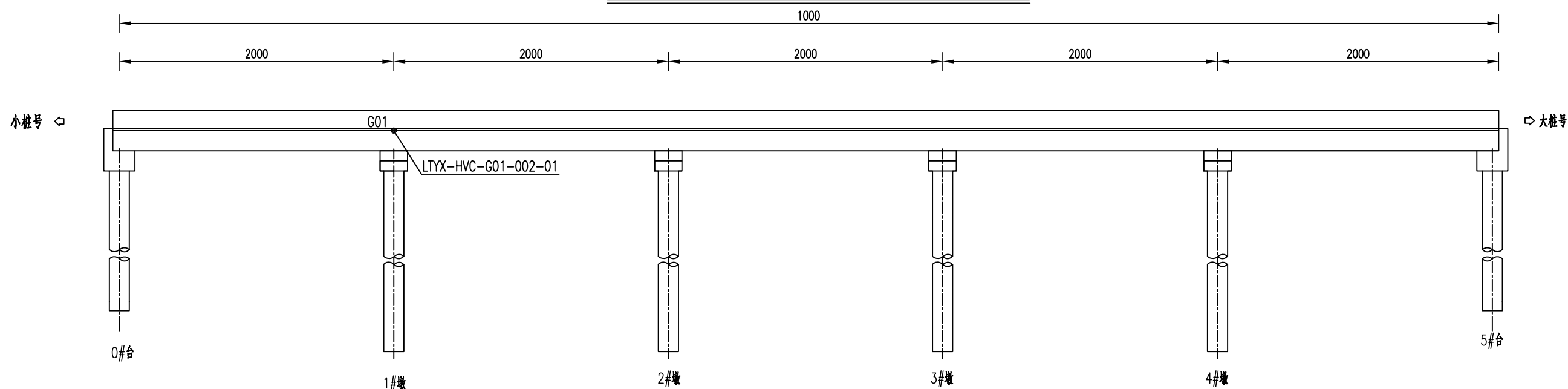
1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。



### 左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

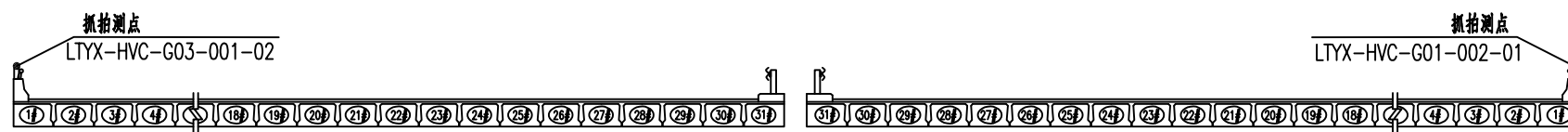


### 右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

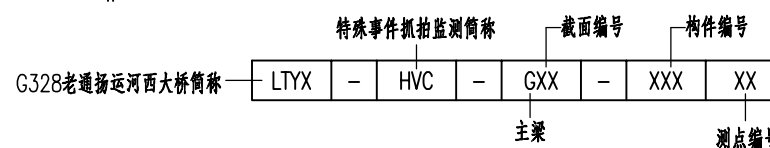


### 特殊事件抓拍监测测点布置断面图

### 工程数量表

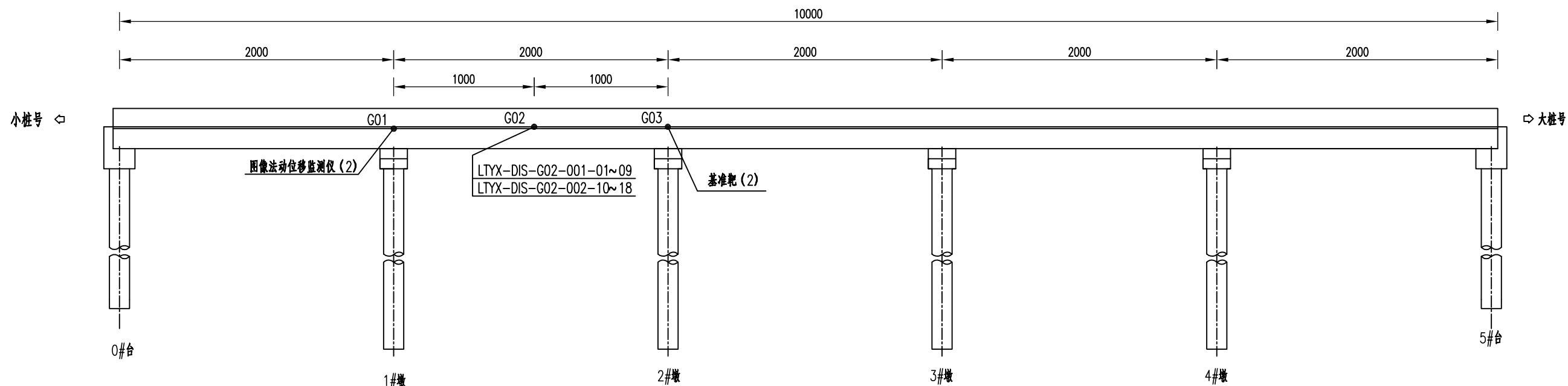


序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	LTYX-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅1#墩桥面右侧护栏外侧
2	LTYX-HVC-G03-001-02		1	个	左幅2#墩桥面左侧护栏外侧
合计			2		

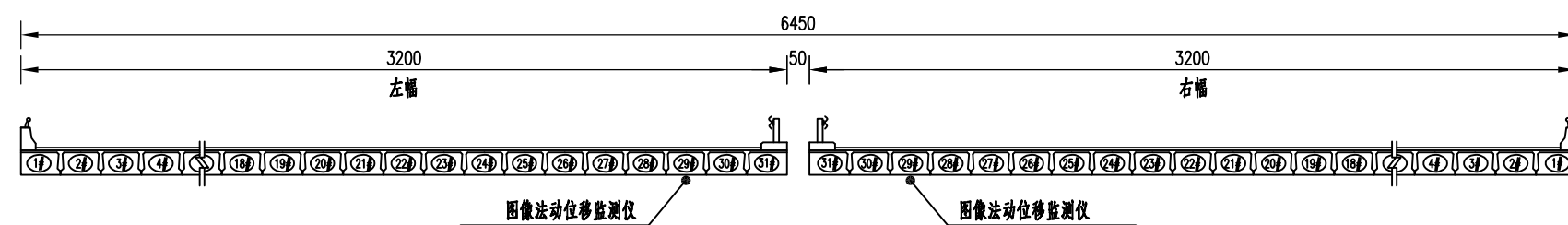


- 注:
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. ●表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
  3. 高清摄像机拟布置于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
  4. 高清摄像机用于拍摄车尾照片，可根据实际情况调整布设位置。

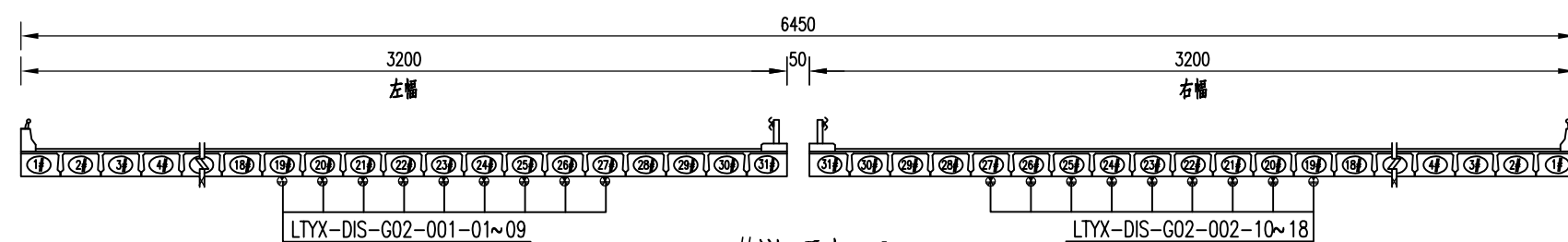
### 竖向位移监测测点布置立面图



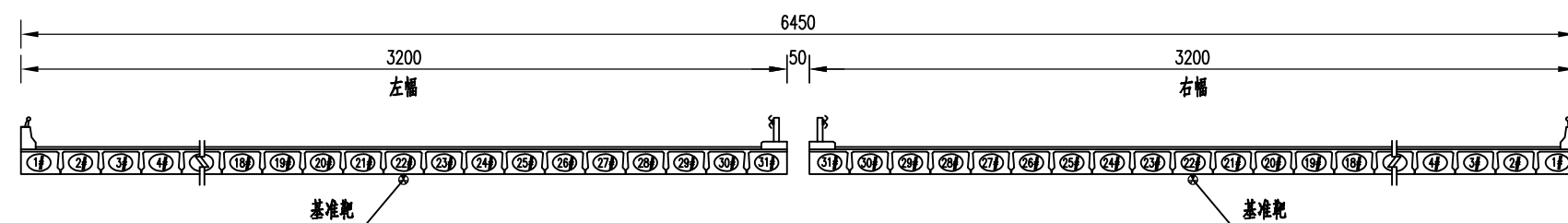
1#墩顶断面



2#孔跨中断面

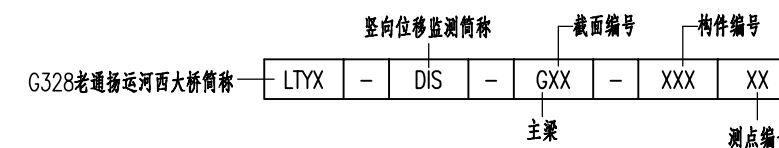


2#墩顶断面



工程数量表

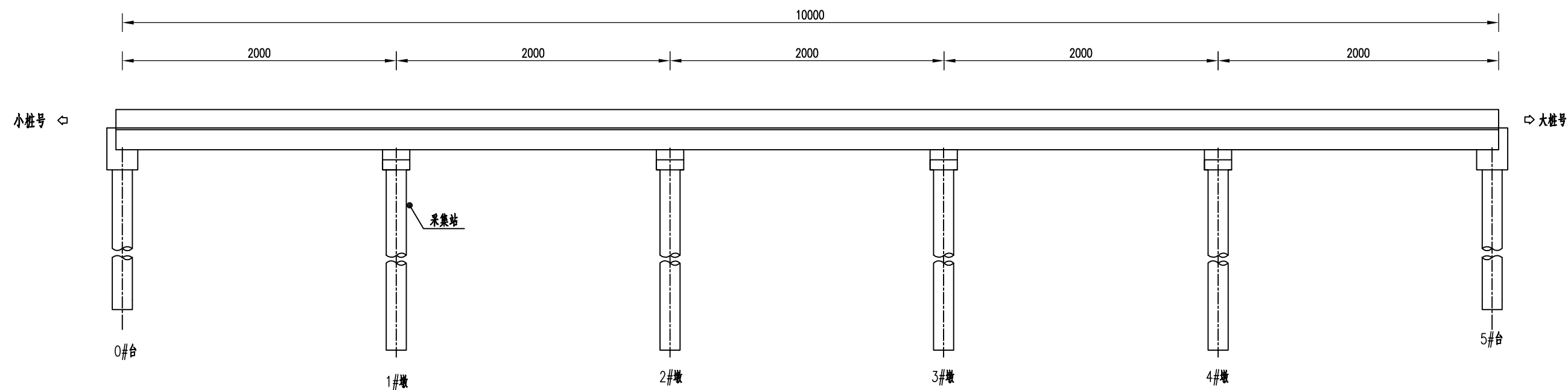
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅1#墩盖梁
2	LTYX-DIS-G02-001-01~09	目标靶	9	个	左幅2#孔跨中断面
3	LTYX-DIS-G02-002-10~18		9	个	右幅2#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅2#墩盖梁
合计			22		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示标靶, ○ 表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶20个 (包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

## 采集站布置立面图



## 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	1#墩处
合计		1	个	/

注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示采集站。
- 在左幅 1#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

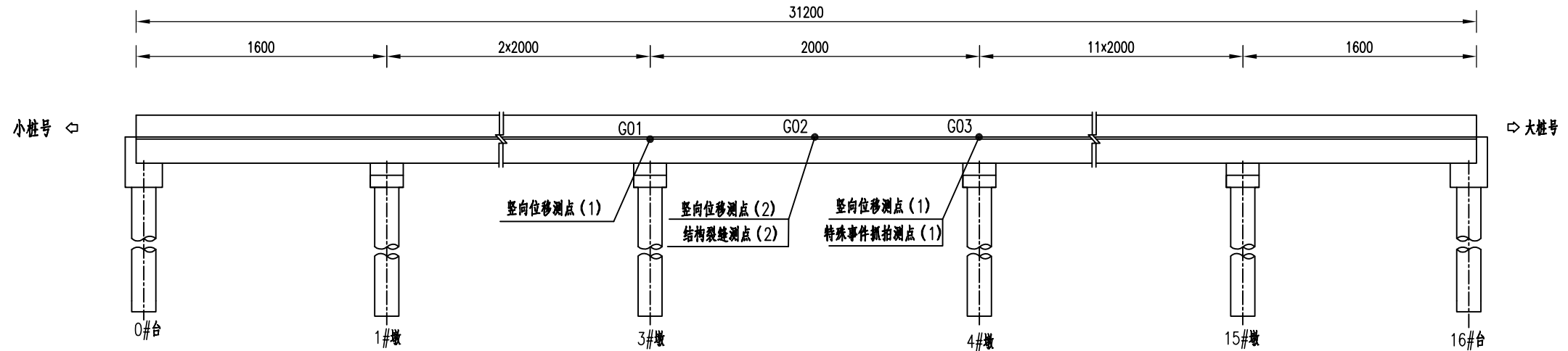
S229唐家庄立交桥



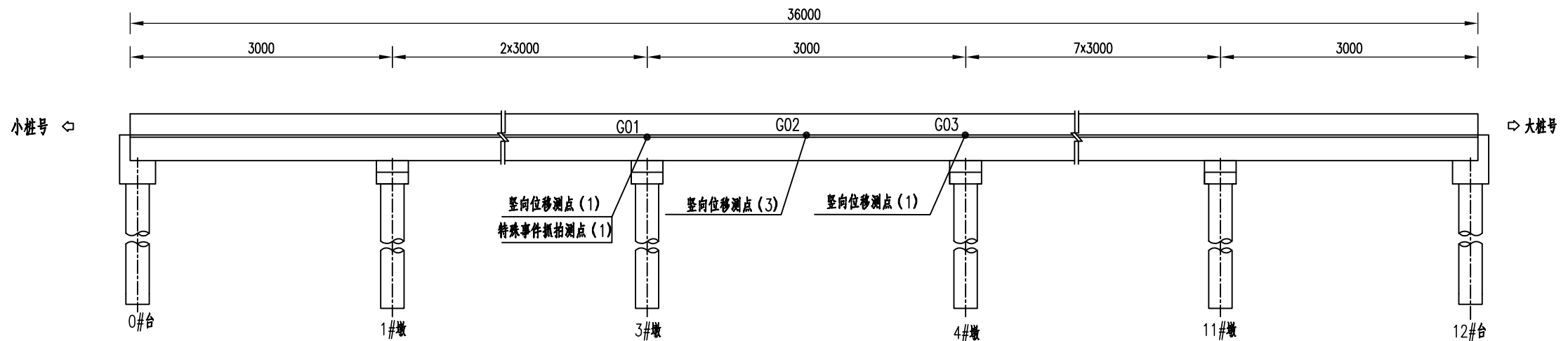
设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置	
一	作用	抓拍	高清摄像机	1	TJZ-HVC-G01-002-01	右幅3#墩桥面右侧护栏外侧
				2	TJZ-HVC-G03-001-02	左幅4#墩桥面左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	TJZ-DIS-G02-001-01	左幅4#孔跨中箱梁底面左侧
				2	TJZ-DIS-G02-001-02	左幅4#孔跨中箱梁底面右侧
				3	TJZ-DIS-G02-002-03	右幅4#孔跨中2#箱梁底面
				4	TJZ-DIS-G02-002-04	右幅4#孔跨中3#箱梁底面
				5	TJZ-DIS-G02-002-05	右幅4#孔跨中4#箱梁底面
三	结构变化	裂缝	LVDT裂缝计	1	TJZ-CRK-G02-001-01	左幅4#跨箱梁底板距3#墩2.4-6.0m,距右边缘0.5m处斜向裂缝
				2	TJZ-CRK-G02-001-02	左幅4#孔箱梁底板距3#墩4.0-17.0m处纵向裂缝

### 左幅监测测点总体布置图



### 右幅监测测点总体布置图



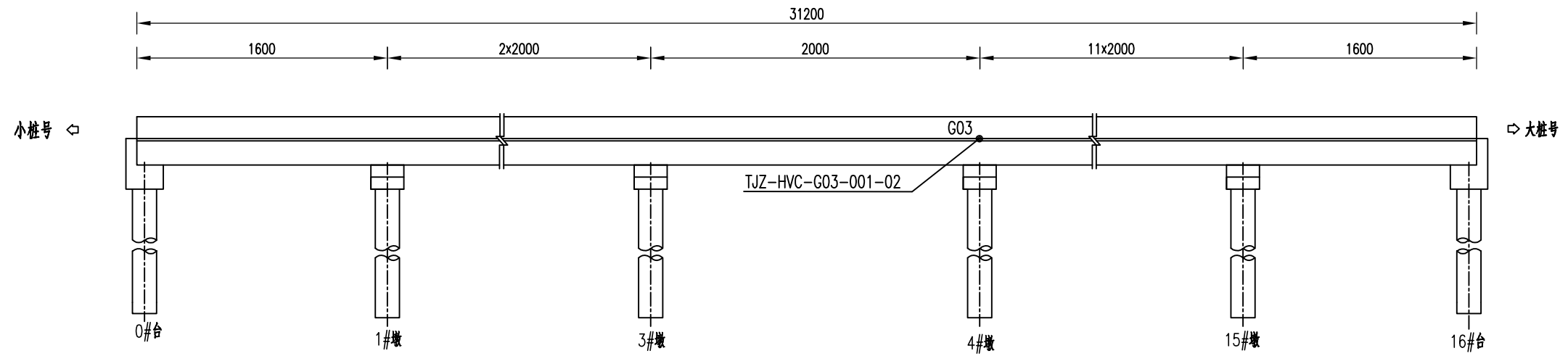
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	5
				基准靶	个	2
三	结构变化	裂缝	结构裂缝	LVDT裂缝计	个	2
合计						13

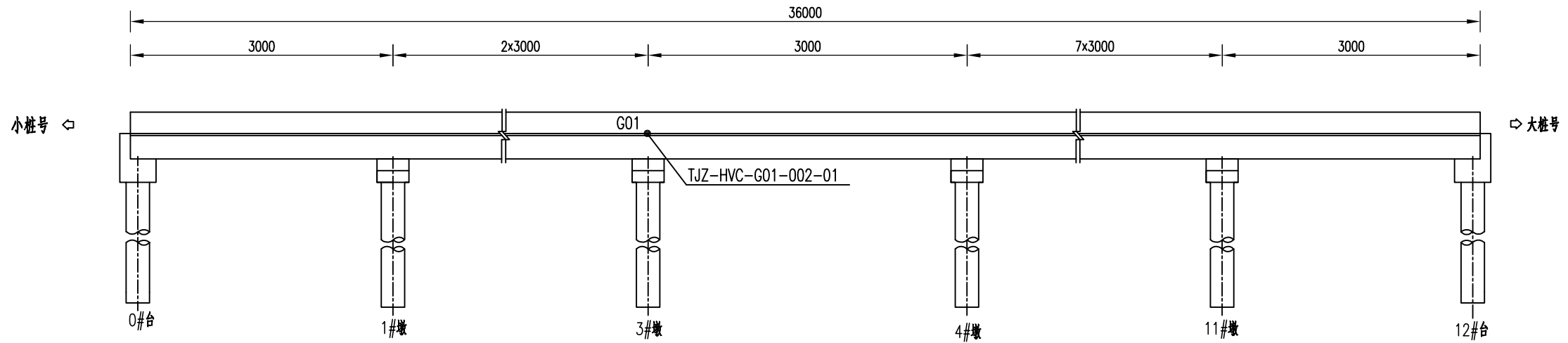
注:

- 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、结构裂缝、特殊事件抓拍等。
- 表示附件区域监测测点。
- 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

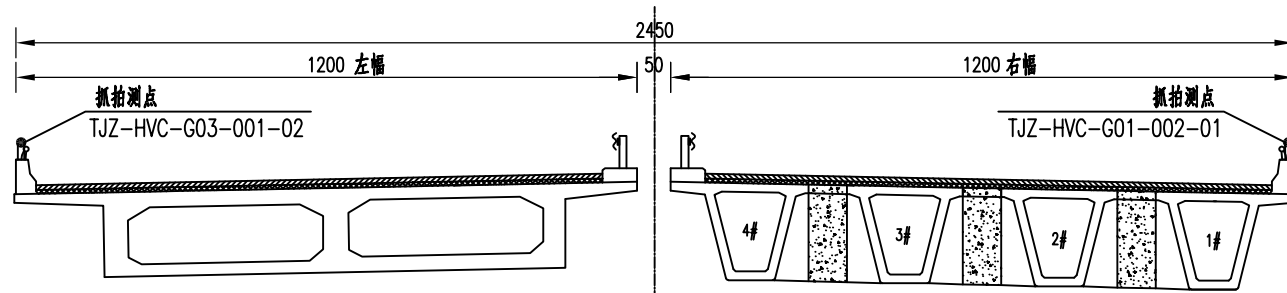
左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



特殊事件抓拍监测测点布置断面图

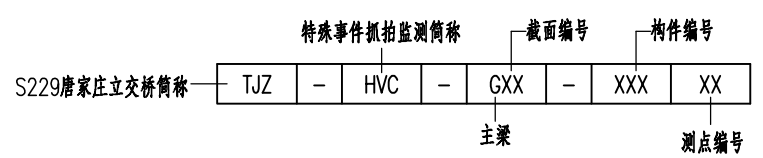


工程数量表

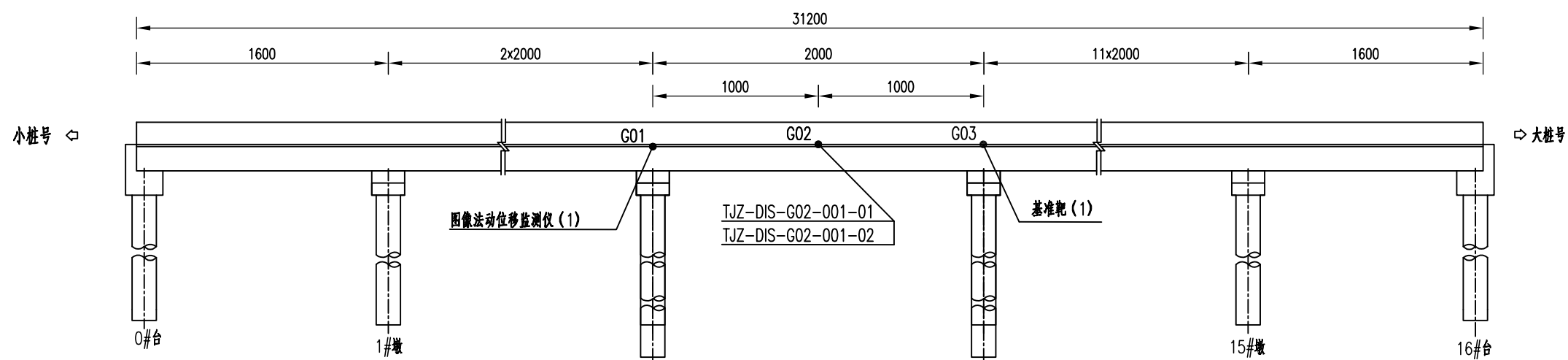
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	TJZ-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅3#墩桥面右侧护栏外侧
2	TJZ-HVC-G03-001-02	高清摄像机	1	个	左幅4#墩桥面左侧护栏外侧
合计					2

注：

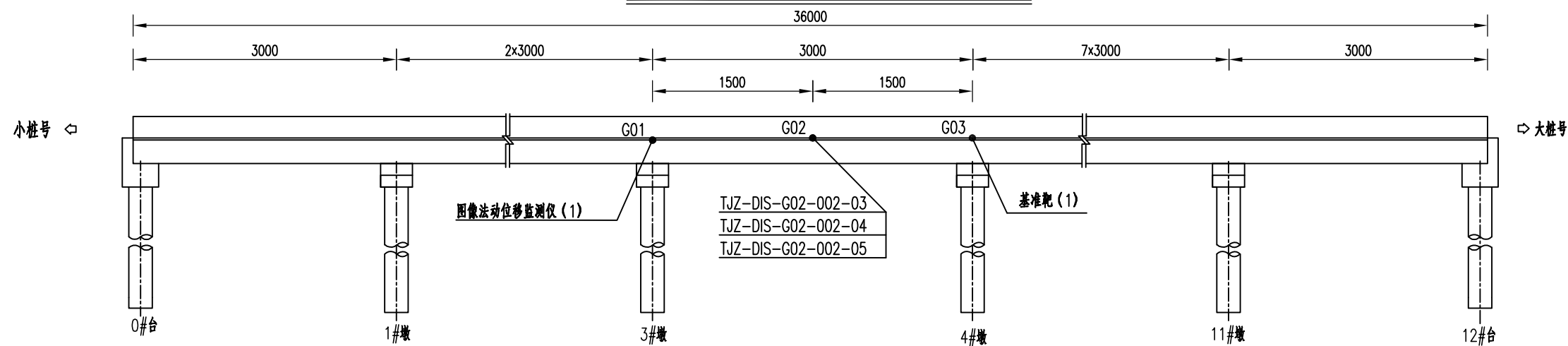
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ●表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
3. 高清摄像机拟布置于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
4. 高清摄像机用于拍摄车尾照片，可根据实际情况调整布设位置。



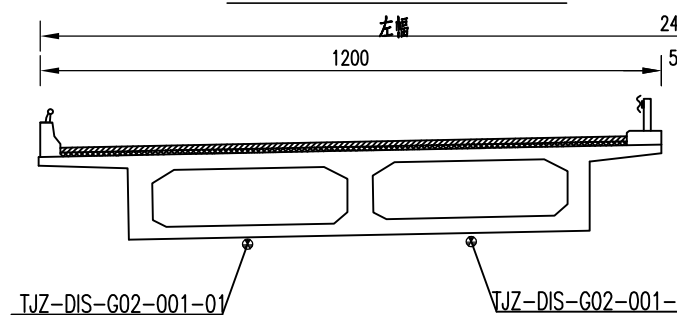
左幅竖向位移监测测点布置立面图



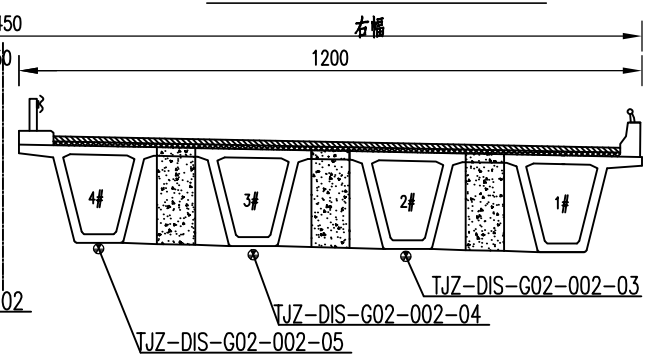
右幅竖向位移监测测点布置立面图



左幅4#孔跨中断面



右幅4#孔跨中断面

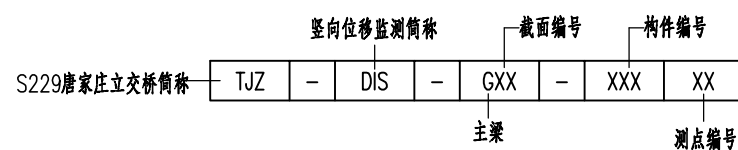


工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅3#墩盖梁
2	TJZ-DIS-G02-001-01~02	目标靶	2	个	左幅4#孔跨中断面
3	TJZ-DIS-G02-002-03~05		3	个	右幅4#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅4#墩盖梁
合计					9

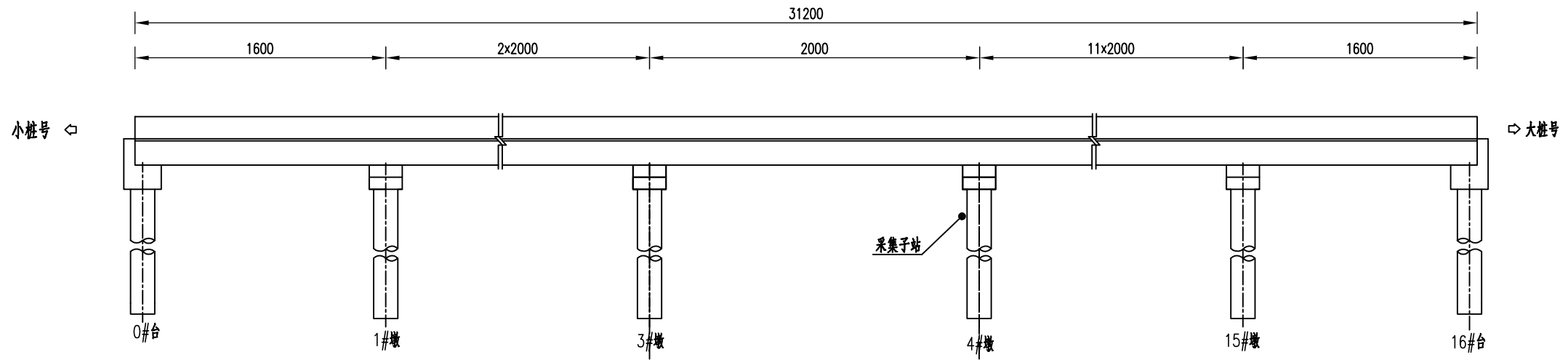
注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶7个(包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于组合箱梁、等截面连续梁下缘处。

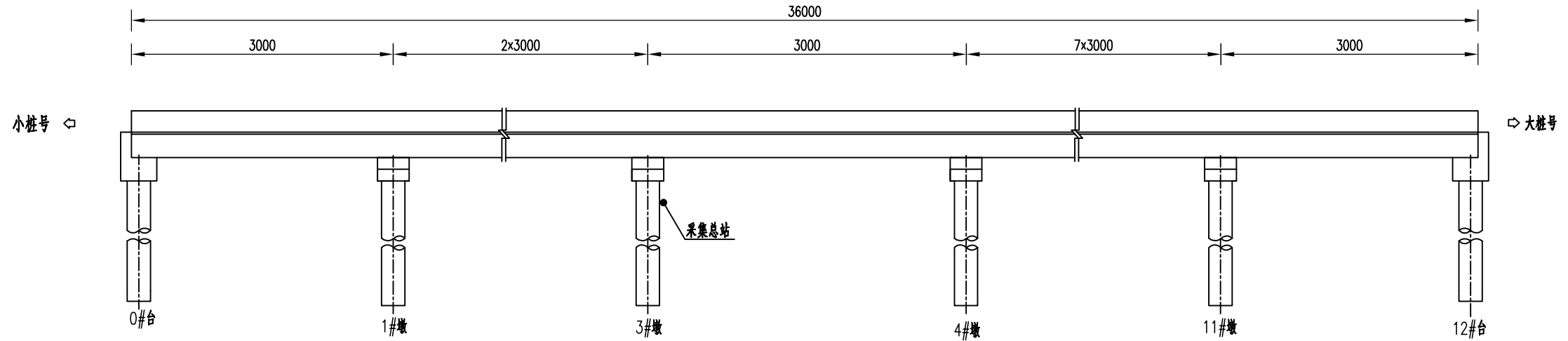




左幅采集站布置立面图



右幅采集站布置立面图



工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	右幅3#墩处
2	采集子站	1	个	左幅4#墩处
合计		2	个	/

注:

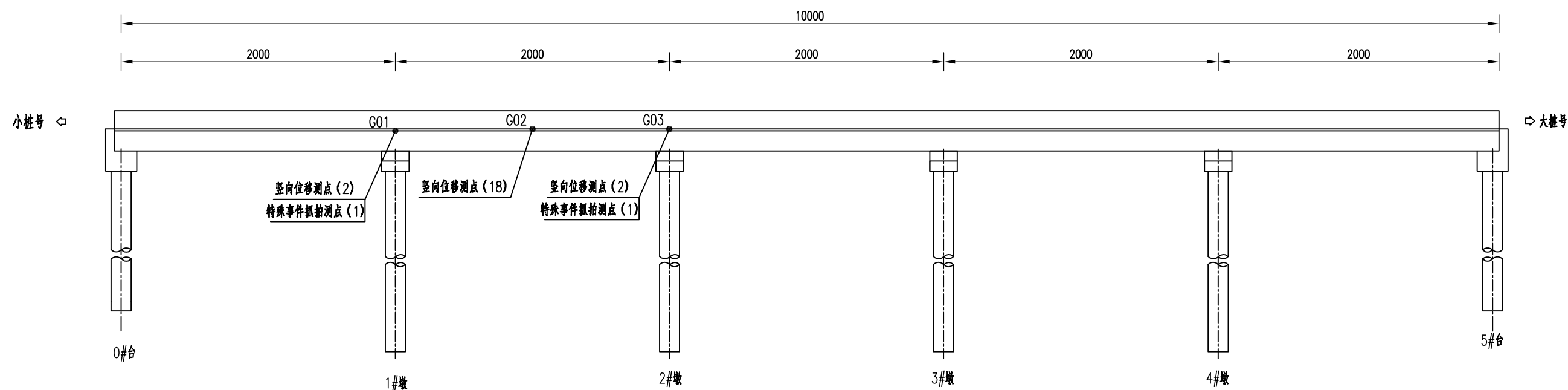
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在右幅3#墩处布设采集总站，在左幅4#墩处布设采集子站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

S506送水河大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置		
一	作用	抓拍		高清摄像机	1	SSHQ-HVC-G01-002-01	右幅1#墩桥面右侧护栏外侧
					2	SSHQ-HVC-G03-001-02	左幅2#墩桥面左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移		图像法动位移监测仪/目标靶	1	SSHQ-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中9#板底面
					2	SSHQ-DIS-G02-001-02	左幅2#孔跨中10#板底面
					3	SSHQ-DIS-G02-001-03	左幅2#孔跨中11#板底面
					4	SSHQ-DIS-G02-001-04	左幅2#孔跨中12#板底面
					5	SSHQ-DIS-G02-001-05	左幅2#孔跨中13#板底面
					6	SSHQ-DIS-G02-001-06	左幅2#孔跨中14#板底面
					7	SSHQ-DIS-G02-001-07	左幅2#孔跨中15#板底面
					8	SSHQ-DIS-G02-001-08	左幅2#孔跨中16#板底面
					9	SSHQ-DIS-G02-001-09	左幅2#孔跨中17#板底面
					10	SSHQ-DIS-G02-002-10	右幅2#孔跨中9#板底面
					11	SSHQ-DIS-G02-002-11	右幅2#孔跨中10#板底面
					12	SSHQ-DIS-G02-002-12	右幅2#孔跨中11#板底面
					13	SSHQ-DIS-G02-002-13	右幅2#孔跨中12#板底面
					14	SSHQ-DIS-G02-002-14	右幅2#孔跨中13#板底面
					15	SSHQ-DIS-G02-002-15	右幅2#孔跨中14#板底面
					16	SSHQ-DIS-G02-002-16	右幅2#孔跨中15#板底面
					17	SSHQ-DIS-G02-002-17	右幅2#孔跨中16#板底面
					18	SSHQ-DIS-G02-002-18	右幅2#孔跨中17#板底面

### 监测测点总体布置图



### 主要监测设备

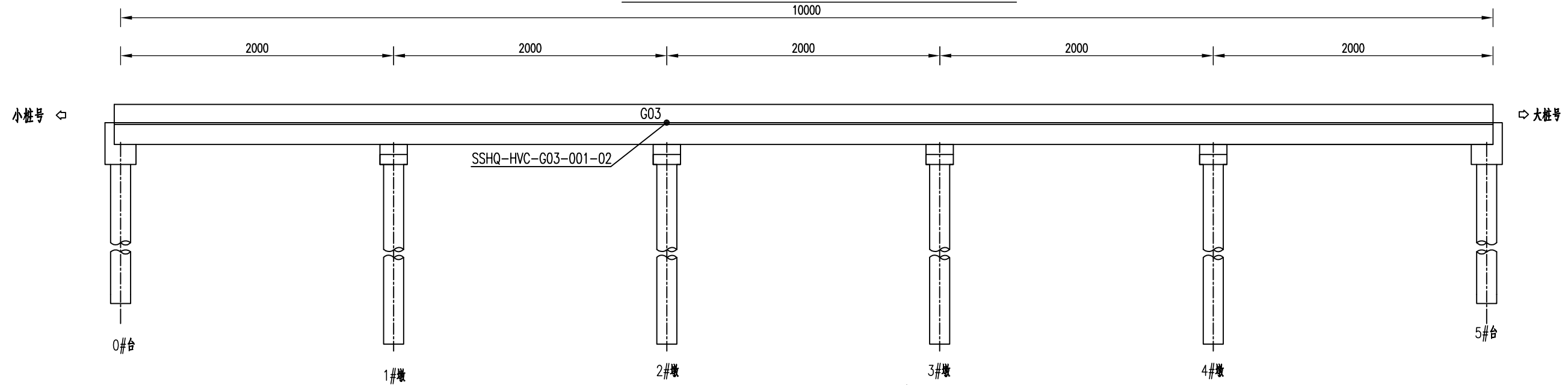
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	18
				基准靶	个	2
合计						24

注：

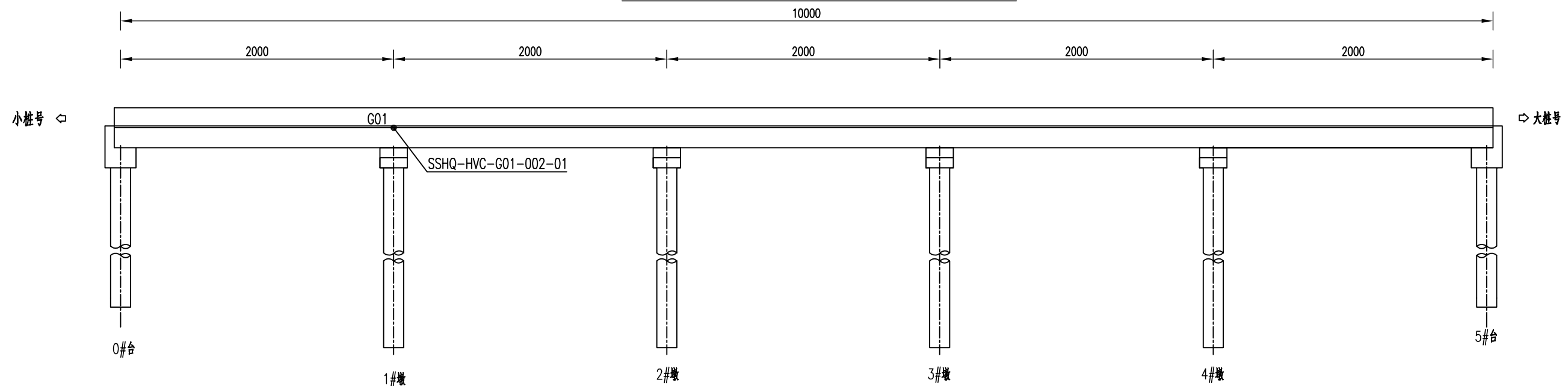
- 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
- 表示附件区域监测测点。
- 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。



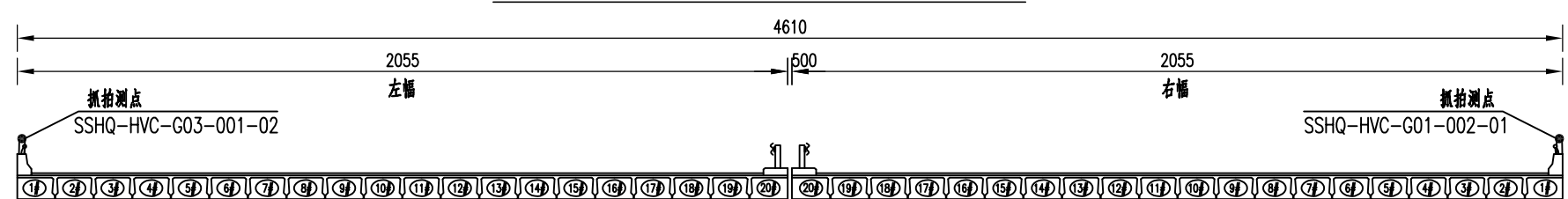
# 左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



# 右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



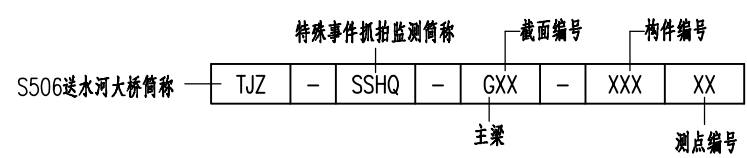
# 特殊事件抓拍监测测点布置断面图



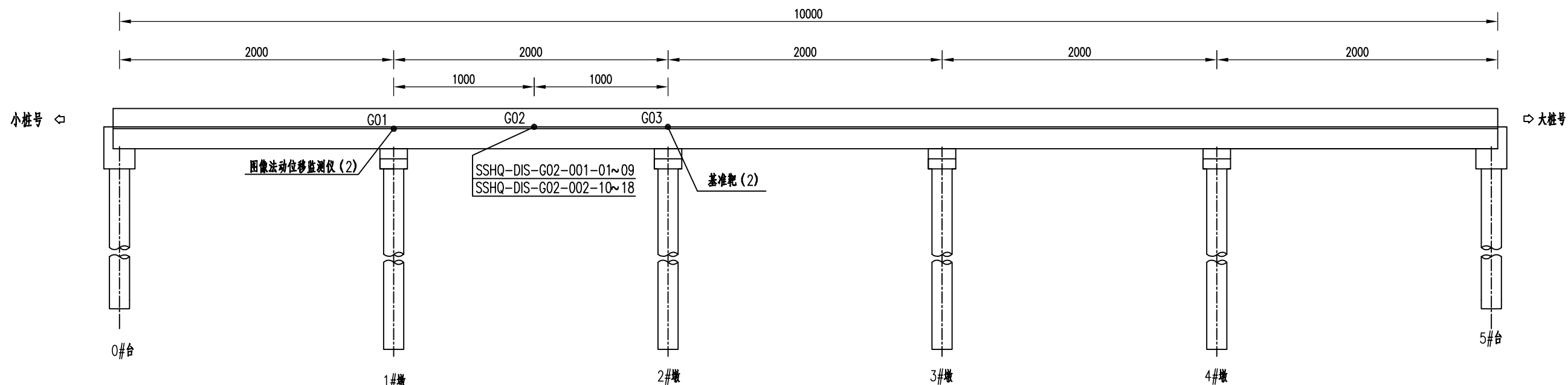
# 工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	SSHQ-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅1#墩桥面右侧护栏外侧
2	SSHQ-HVC-G03-001-02	高清摄像机	1	个	左幅2#墩桥面左侧护栏外侧
合计			2		

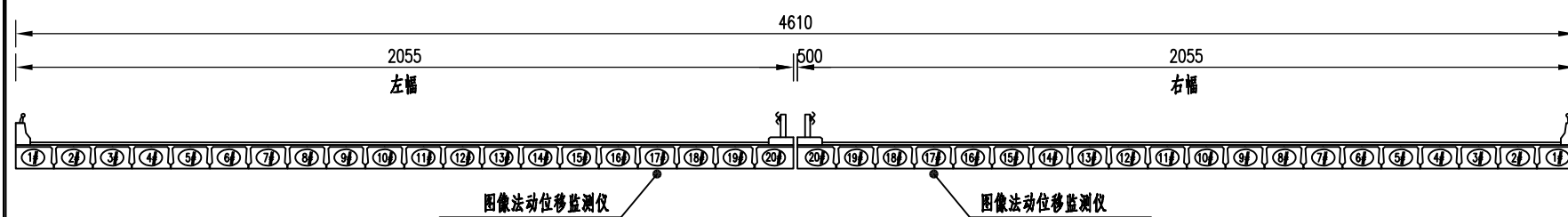
- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
  - 表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
  - 高清摄像机拟布置于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
  - 高清摄像机用于拍摄车牌照，可根据实际情况调整布设位置。



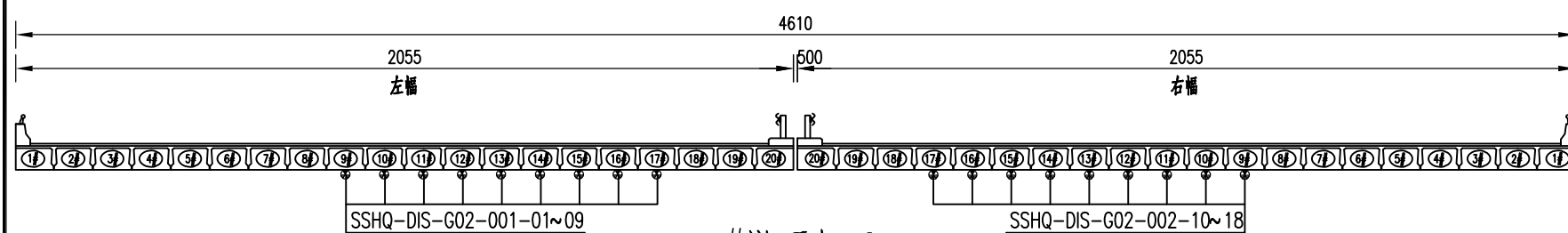
### 竖向位移监测测点布置立面图



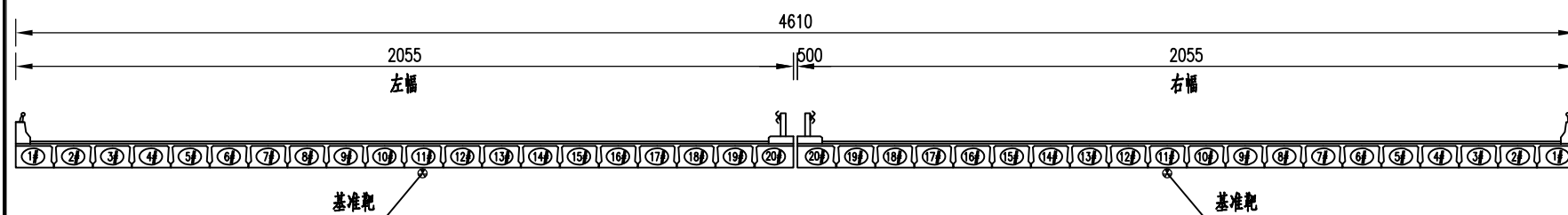
1#墩顶断面



2#孔跨中断面

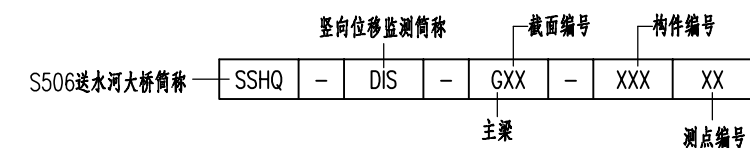


2#墩顶断面



工程数量表

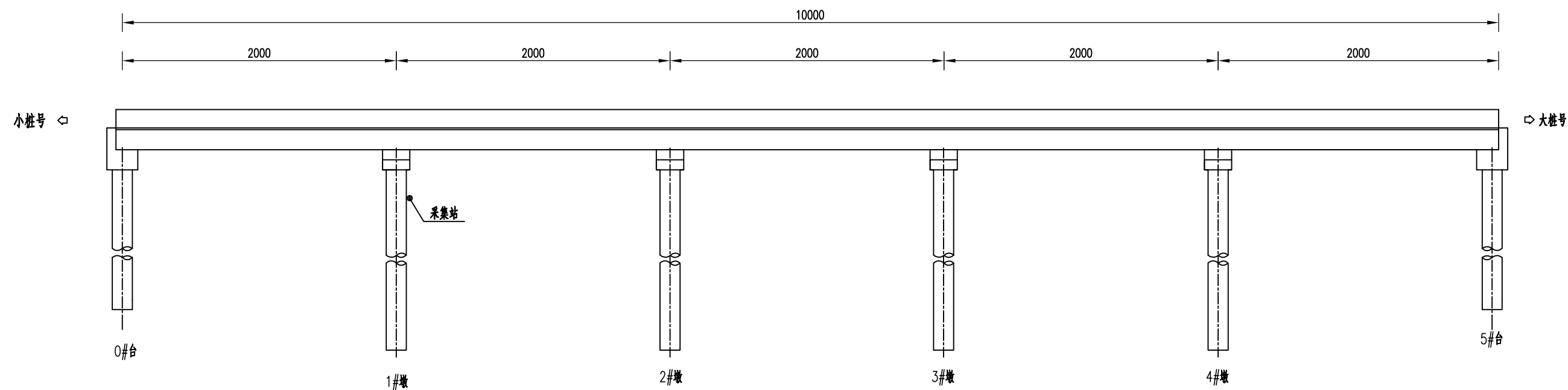
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅1#墩盖梁
2	SSHQ-DIS-G02-001-01~09	目标靶	9	个	左幅2#孔跨中断面
3	SSHQ-DIS-G02-002-10~18		9	个	右幅2#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅2#墩盖梁
合计			22		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示标靶, ○ 表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶20个 (包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

## 采集站布置立面图



## 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	1#墩处
合计		1	个	/

注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示采集站。
- 在左幅1#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

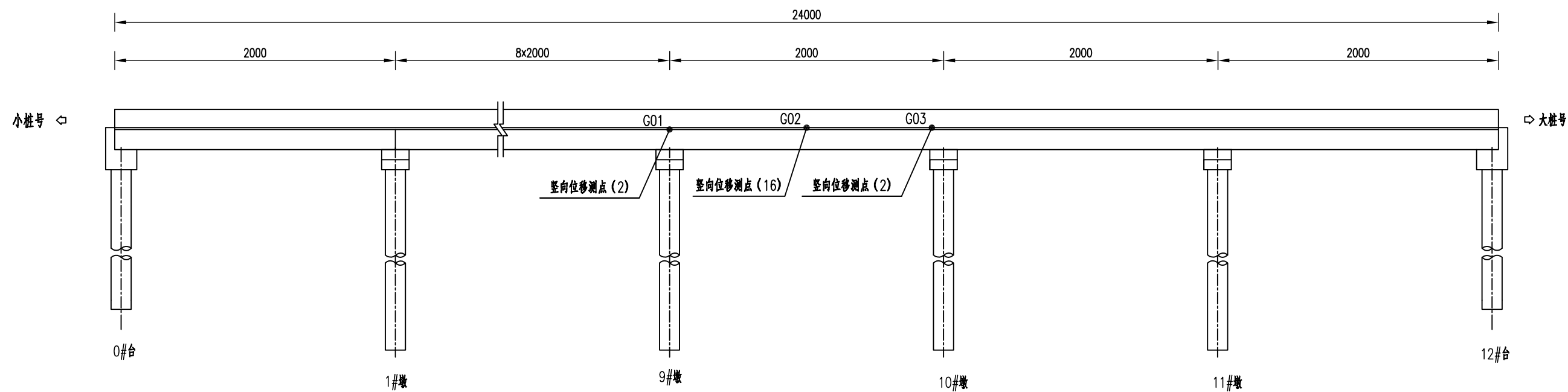
G344肖家舍大桥



## 设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
—	结构响应	图像法动位移监测仪/目标靶	1	XJS-DIS-G02-001-01	左幅10#孔跨中4#板底面
			2	XJS-DIS-G02-001-02	左幅10#孔跨中5#板底面
			3	XJS-DIS-G02-001-03	左幅10#孔跨中6#板底面
			4	XJS-DIS-G02-001-04	左幅10#孔跨中7#板底面
			5	XJS-DIS-G02-001-05	左幅10#孔跨中8#板底面
			6	XJS-DIS-G02-001-06	左幅10#孔跨中9#板底面
			7	XJS-DIS-G02-001-07	左幅10#孔跨中10#板底面
			8	XJS-DIS-G02-001-08	左幅10#孔跨中11#板底面
			9	XJS-DIS-G02-002-09	右幅10#孔跨中4#板底面
			10	XJS-DIS-G02-002-10	右幅10#孔跨中5#板底面
			11	XJS-DIS-G02-002-11	右幅10#孔跨中6#板底面
			12	XJS-DIS-G02-002-12	右幅10#孔跨中7#板底面
			13	XJS-DIS-G02-002-13	右幅10#孔跨中8#板底面
			14	XJS-DIS-G02-002-14	右幅10#孔跨中9#板底面
			15	XJS-DIS-G02-002-15	右幅10#孔跨中10#板底面
			16	XJS-DIS-G02-002-16	右幅10#孔跨中11#板底面

### 监测测点总体布置图



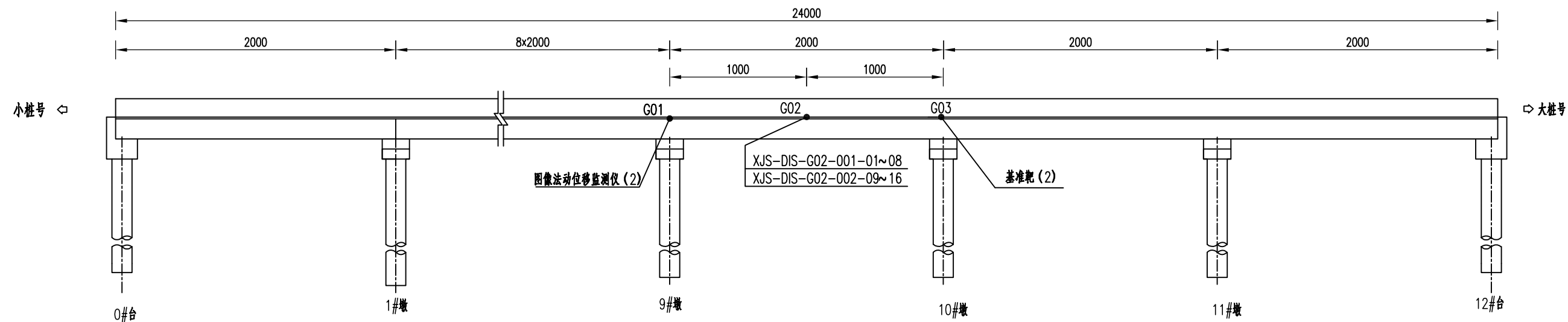
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	16
				基准靶	个	2
合计						20

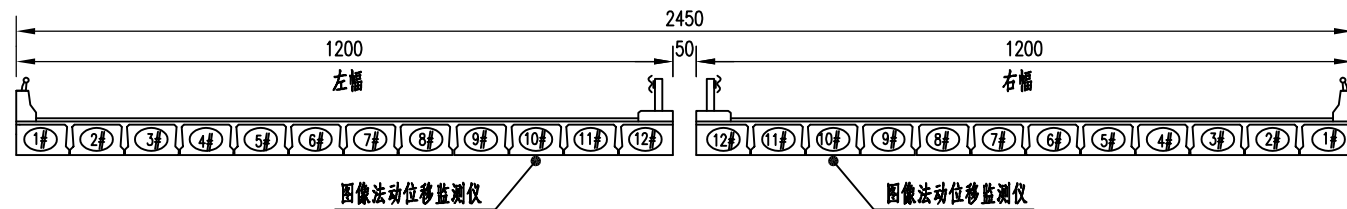
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移等。
2. ●表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

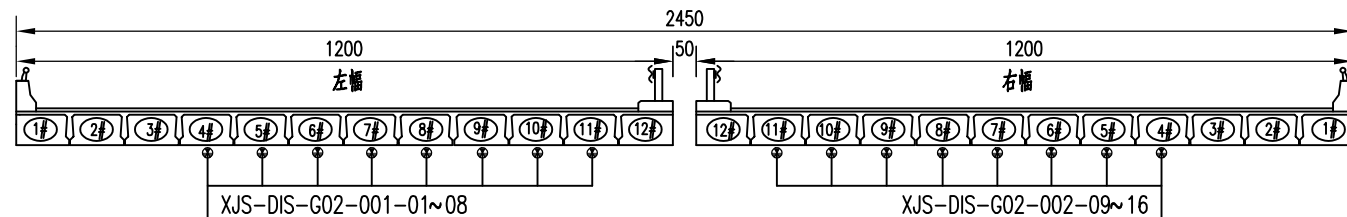
### 竖向位移监测测点布置立面图



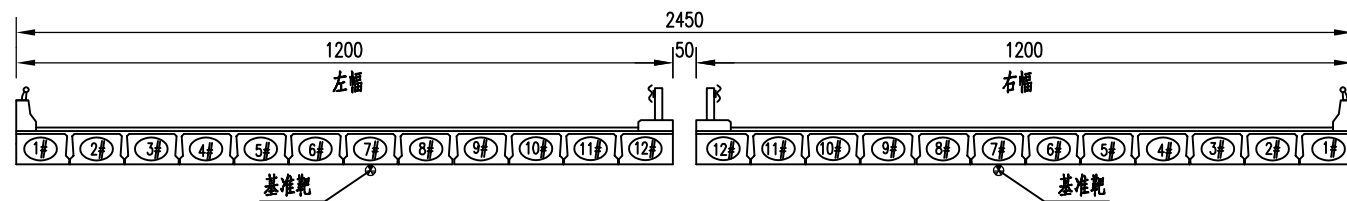
9#墩顶断面



10#孔跨中断面

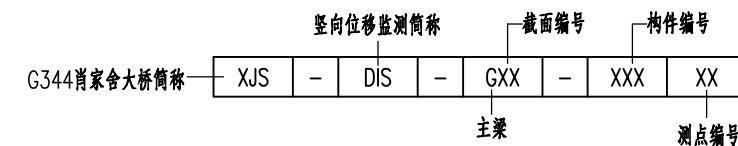


10#墩顶断面



工程数量表

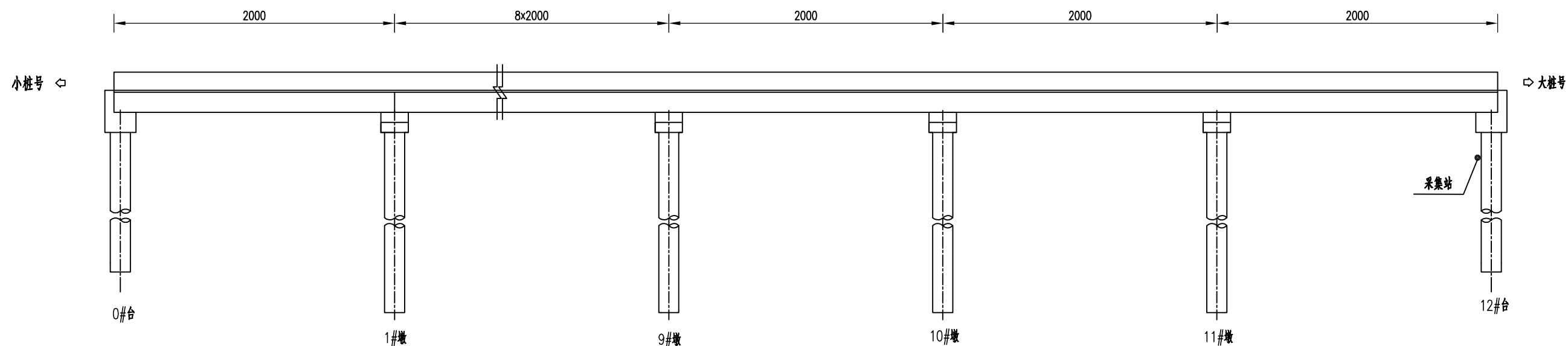
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅9#墩盖梁
2	XJS-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	左幅10#孔跨中断面
3	XJS-DIS-G02-002-09~16		8	个	右幅10#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅10#墩盖梁
合计			20		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶18个(包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅 12#台处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在左幅 12#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际情况适当调整位置。

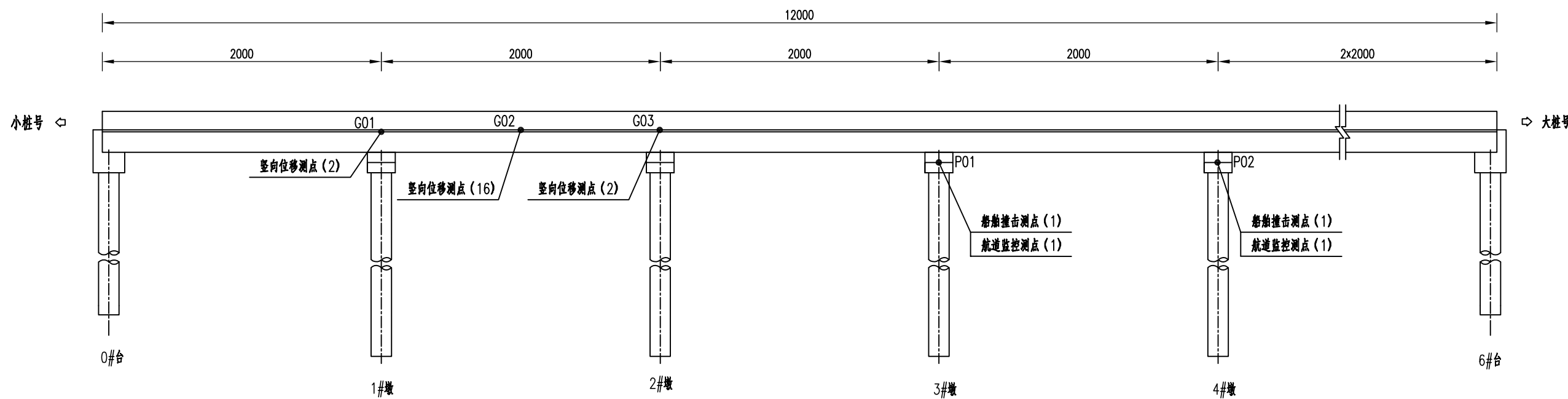
# G344海沟河大桥



设备布设表

监测类别		监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	作用	船舶碰撞	低频加速度传感器(横向)	1	HGH-VID-P01-001-01	左幅3#墩盖梁外侧面
				2	HGH-VID-P02-002-02	右幅4#墩盖梁外侧面
		航道监控	高清摄像头	1	HGH-HVC-P01-001-01	左幅3#墩盖梁外侧面
				2	HGH-HVC-P02-002-02	右幅4#墩盖梁外侧面
二	结构响应	竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	HGH-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中4#板底面
				2	HGH-DIS-G02-001-02	左幅2#孔跨中5#板底面
				3	HGH-DIS-G02-001-03	左幅2#孔跨中6#板底面
				4	HGH-DIS-G02-001-04	左幅2#孔跨中7#板底面
				5	HGH-DIS-G02-001-05	左幅2#孔跨中8#板底面
				6	HGH-DIS-G02-001-06	左幅2#孔跨中9#板底面
				7	HGH-DIS-G02-001-07	左幅2#孔跨中10#板底面
				8	HGH-DIS-G02-001-08	左幅2#孔跨中11#板底面
				9	HGH-DIS-G02-002-09	右幅2#孔跨中4#板底面
				10	HGH-DIS-G02-002-10	右幅2#孔跨中5#板底面
				11	HGH-DIS-G02-002-11	右幅2#孔跨中6#板底面
				12	HGH-DIS-G02-002-12	右幅2#孔跨中7#板底面
				13	HGH-DIS-G02-002-13	右幅2#孔跨中8#板底面
				14	HGH-DIS-G02-002-14	右幅2#孔跨中9#板底面
				15	HGH-DIS-G02-002-15	右幅2#孔跨中10#板底面
				16	HGH-DIS-G02-002-16	右幅2#孔跨中11#板底面

### 监测测点总体布置图



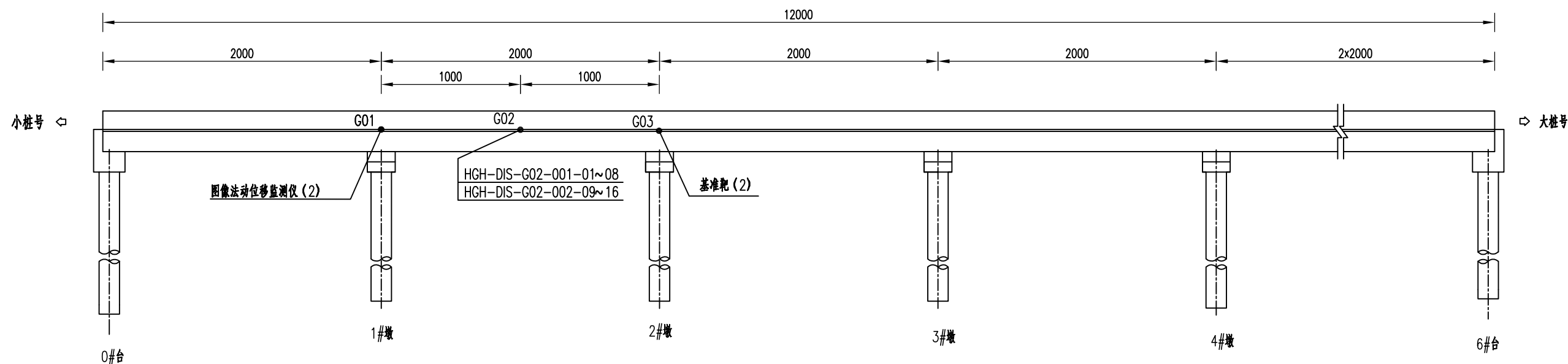
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	船舶撞击	航道监控	高清摄像机	个	2
			船舶撞击	低频加速度传感器 (横向)	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	16
				基准靶	个	2
合计						24

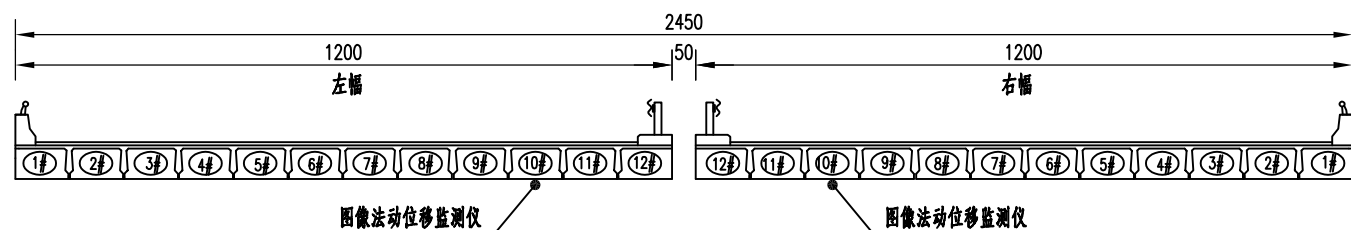
注:

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、船舶撞击、航道监控等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

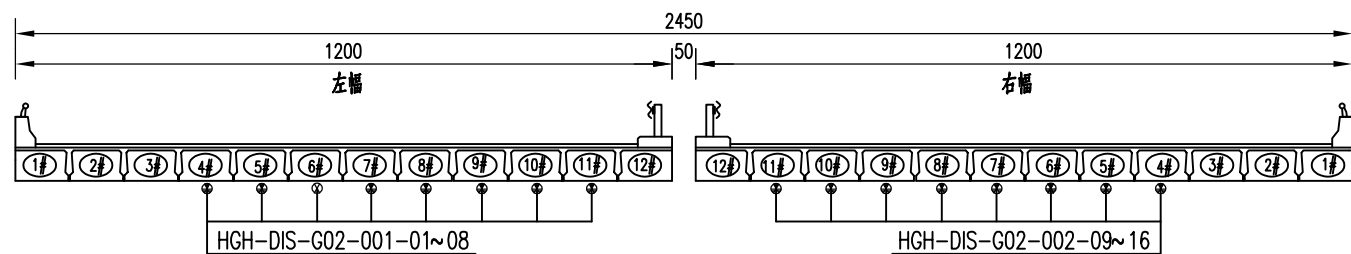
### 竖向位移监测测点布置立面图



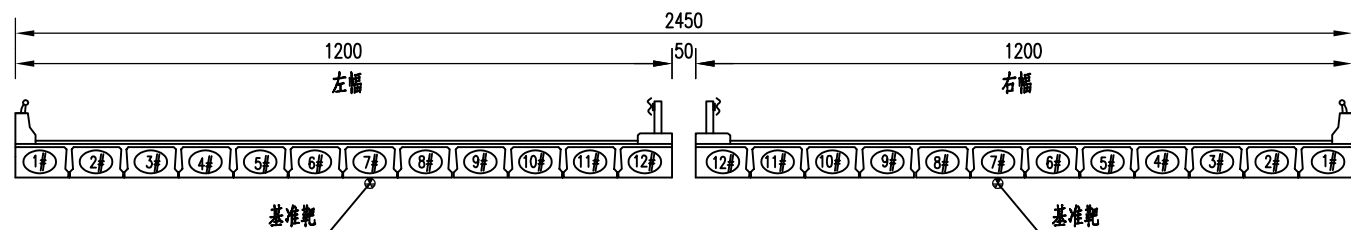
#### 1#墩顶断面



#### 2#孔跨中断面

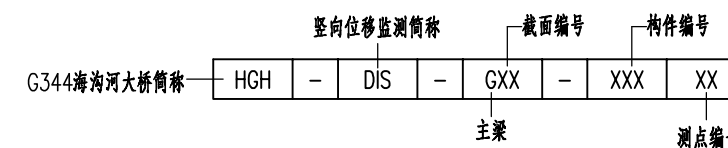


#### 2#墩顶断面



#### 工程数量表

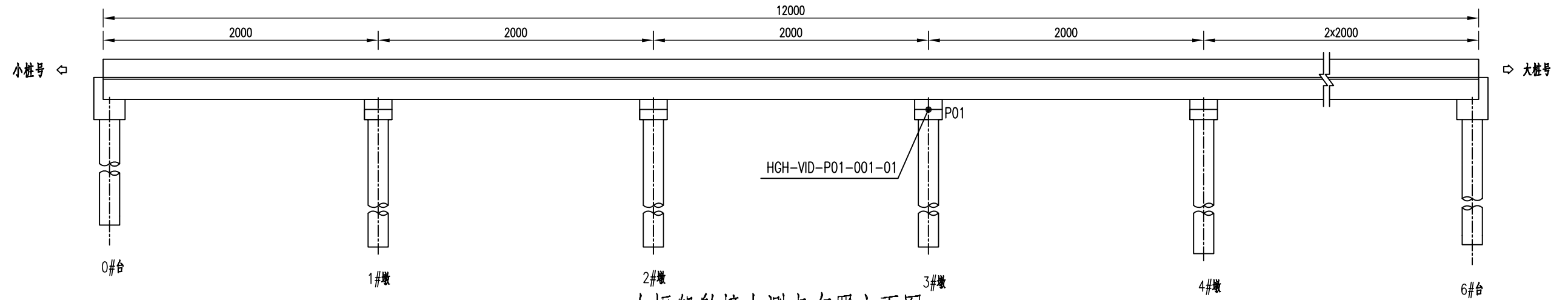
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅1#墩盖梁
2	HGH-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	左幅2#孔跨中断面
3	HGH-DIS-G02-002-09~16		8	个	右幅2#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅2#墩盖梁
合计			20		



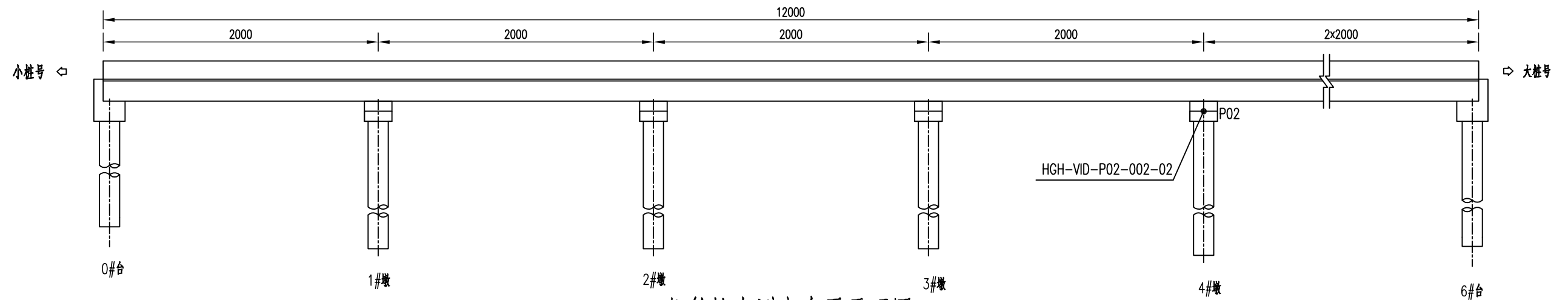
注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶18个(包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

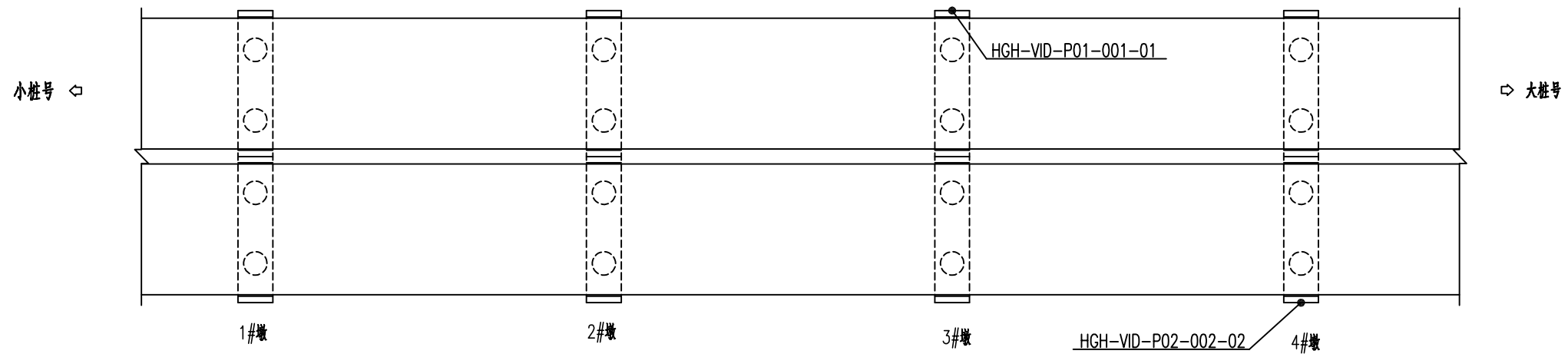
### 左幅船舶撞击测点布置立面图



### 右幅船舶撞击测点布置立面图

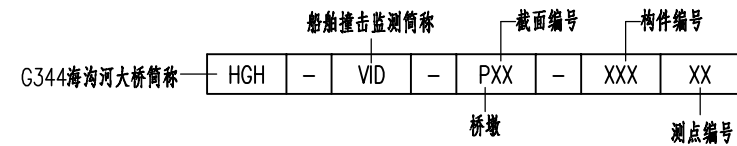


### 船舶撞击测点布置平面图



### 工程数量表

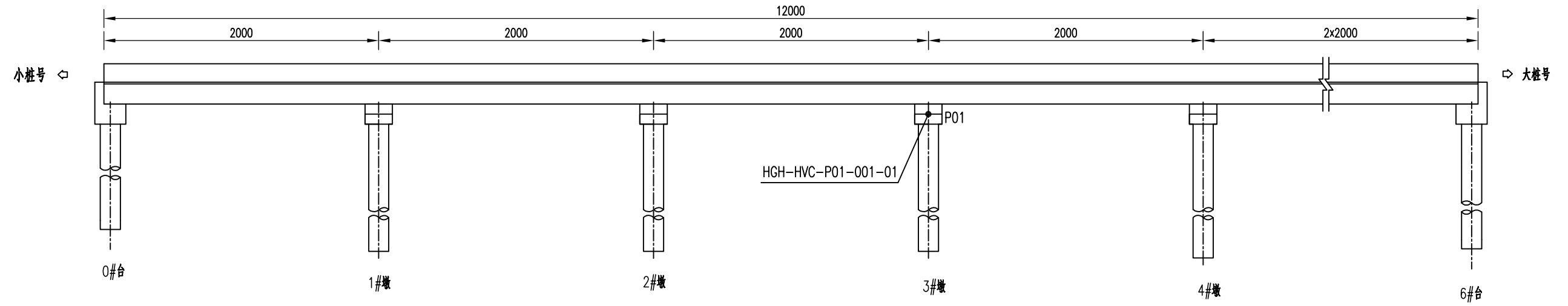
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	HGH-VID-P01-001-01	低频加速度传感器(横向)	1	个	左幅3#墩盖梁外侧面
2	HGH-VID-P02-002-02		1	个	右幅4#墩盖梁外侧面
合计			2		



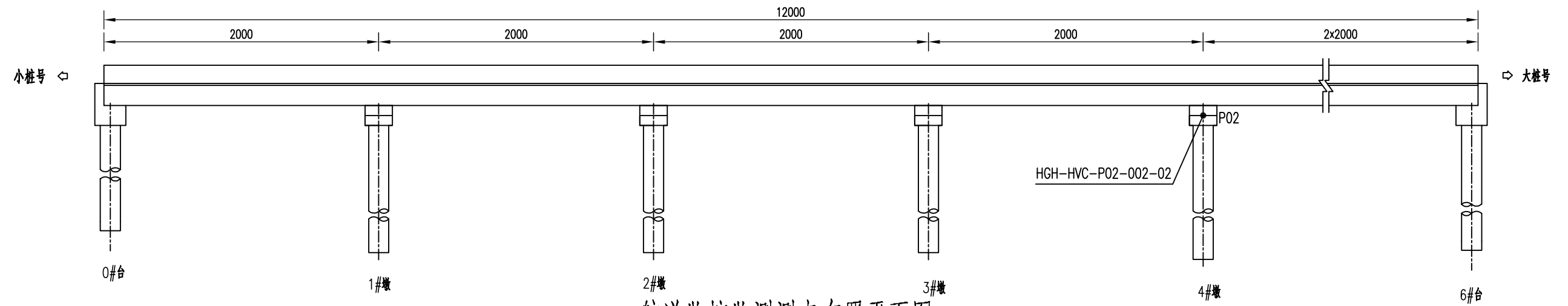
注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示船舶撞击监测测点, 测点处布设低频加速度传感器(横向)。
3. 低频加速度传感器(横向)拟布置于桥墩盖梁外侧面。

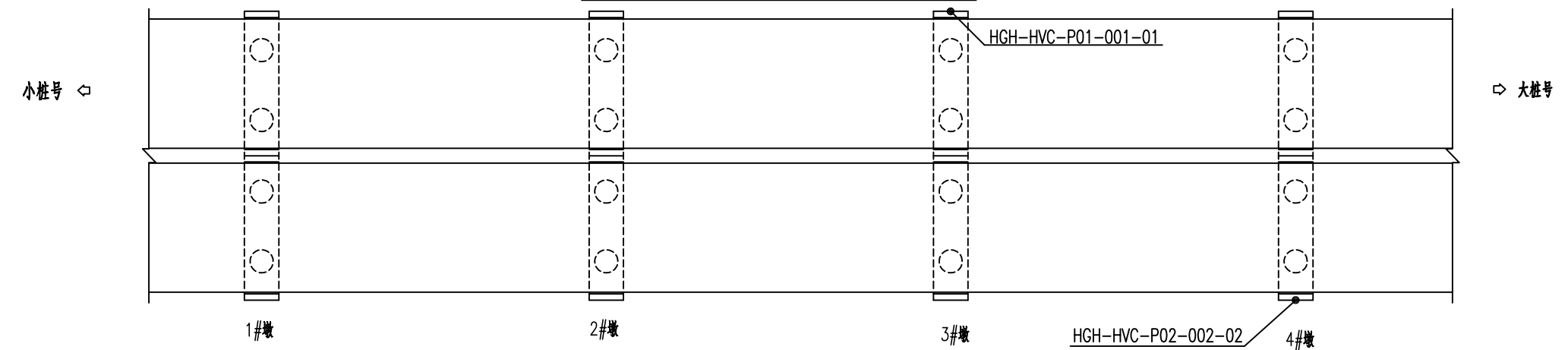
### 左幅航道监控监测测点布置立面图



### 右幅航道监控监测测点布置立面图

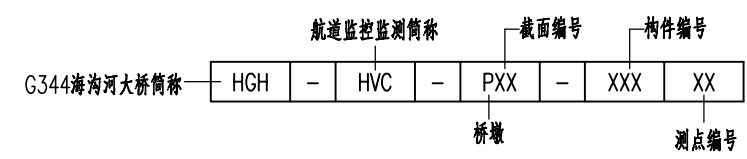


### 航道监控监测测点布置平面图



工程数量表

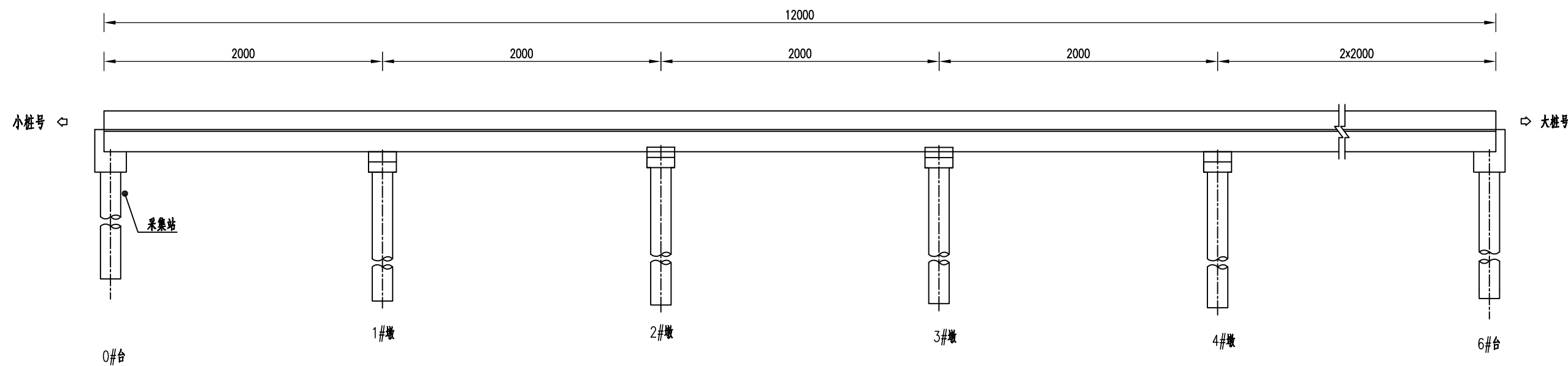
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	HGH-HVC-P01-001-01	高清摄像机	1	个	左幅3#墩盖梁外侧面
2	HGH-HVC-P02-002-02		1	个	右幅4#墩盖梁外侧面
合计			2		



- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
  - 表示航道监控监测测点，测点处布设高清摄像机。
  - 高清摄像机拟布置于桥墩盖梁外侧面。



### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅0#台处
合计		1	个	/

注：

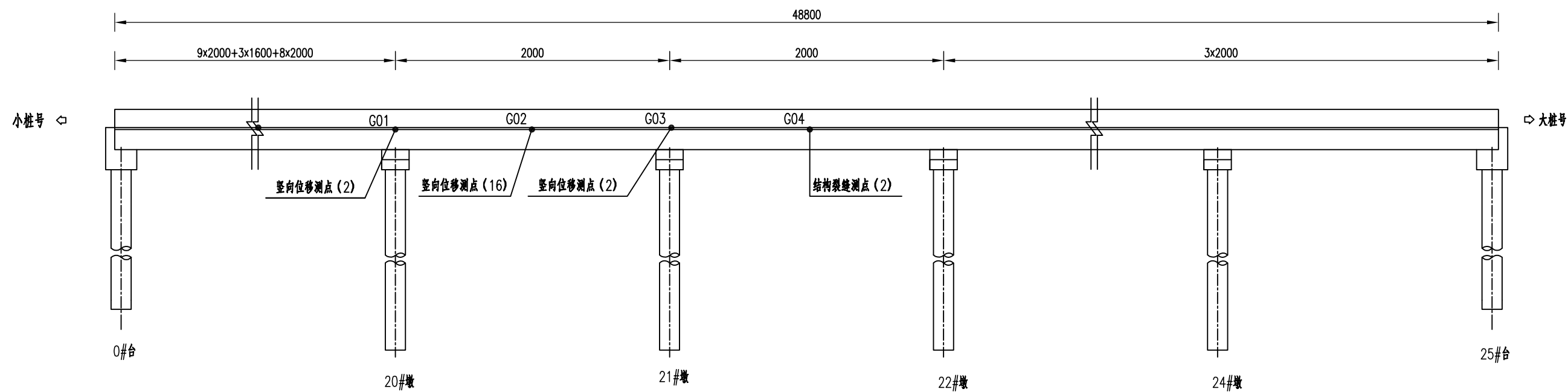
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在左幅0#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

G344洋汊河大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	图像法动位移监测仪/目标靶	1	YCH-DIS-G02-001-01	左幅21#孔跨中4#板底面
			2	YCH-DIS-G02-001-02	左幅21#孔跨中5#板底面
			3	YCH-DIS-G02-001-03	左幅21#孔跨中6#板底面
			4	YCH-DIS-G02-001-04	左幅21#孔跨中7#板底面
			5	YCH-DIS-G02-001-05	左幅21#孔跨中8#板底面
			6	YCH-DIS-G02-001-06	左幅21#孔跨中9#板底面
			7	YCH-DIS-G02-001-07	左幅21#孔跨中10#板底面
			8	YCH-DIS-G02-001-08	左幅21#孔跨中11#板底面
			9	YCH-DIS-G02-002-09	右幅21#孔跨中4#板底面
			10	YCH-DIS-G02-002-10	右幅21#孔跨中5#板底面
			11	YCH-DIS-G02-002-11	右幅21#孔跨中6#板底面
			12	YCH-DIS-G02-002-12	右幅21#孔跨中7#板底面
			13	YCH-DIS-G02-002-13	右幅21#孔跨中8#板底面
			14	YCH-DIS-G02-002-14	右幅21#孔跨中9#板底面
			15	YCH-DIS-G02-002-15	右幅21#孔跨中5#板底面
			16	YCH-DIS-G02-002-16	右幅21#孔跨中11#板底面
二	结构变化	LVDT裂缝计	1	YCH-CRK-G04-001-01	右幅22-12#空心板距21#墩0m处纵向裂缝
			2	YCH-CRK-G04-001-02	右幅22-12#空心板距21#墩0m处纵向裂缝

### 监测测点总体布置图



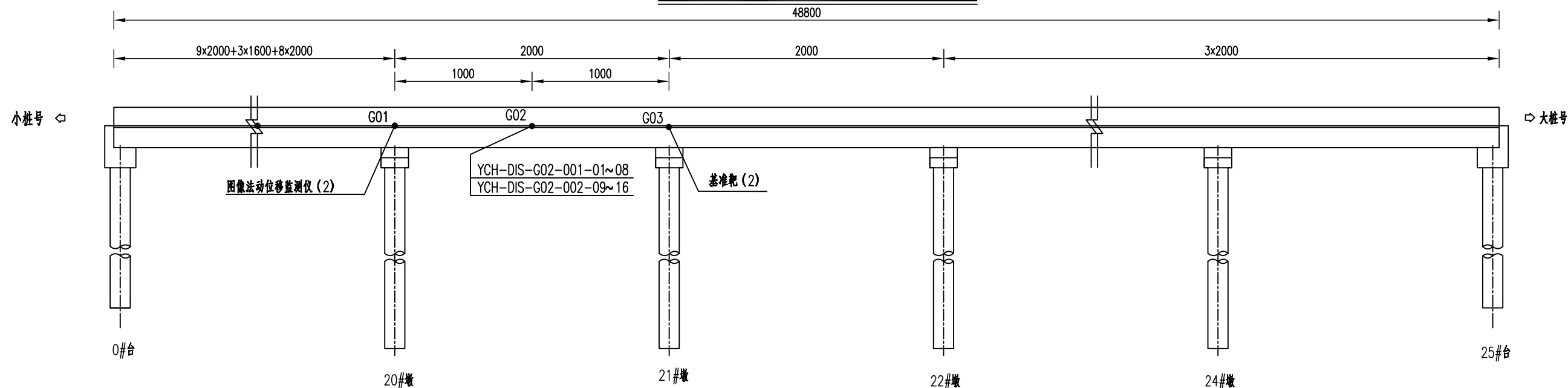
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	16
				基准靶	个	2
二	结构变化	裂缝	结构裂缝	LVDT裂缝计	个	2
合计						22

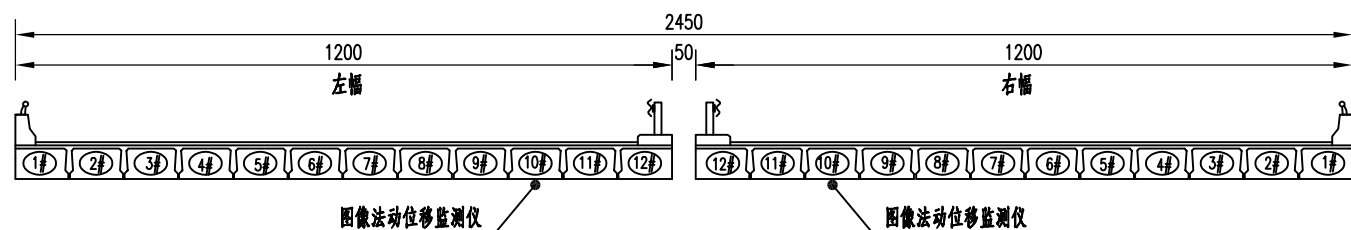
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、结构裂缝等。
2. ●表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

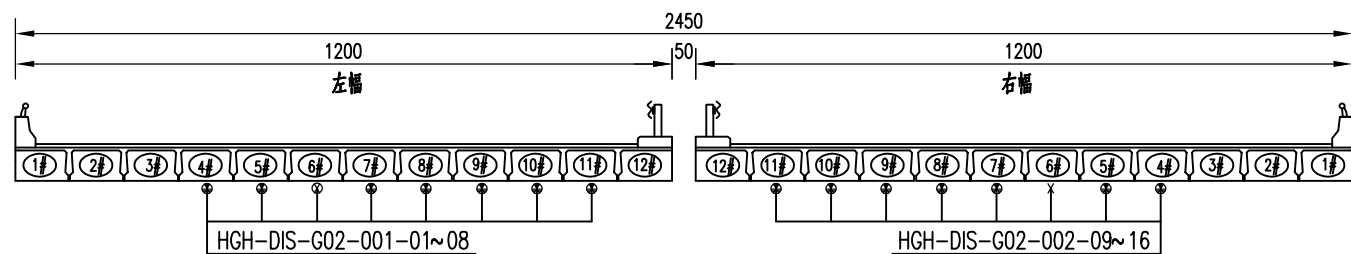
### 竖向位移监测测点布置立面图



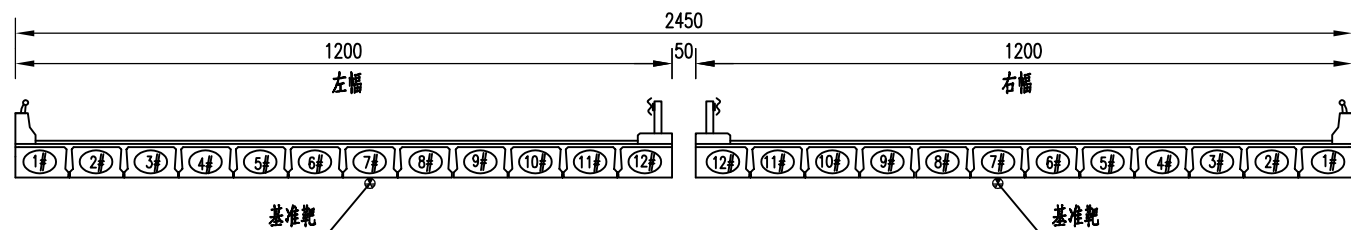
20#墩顶断面



21#孔跨中断面

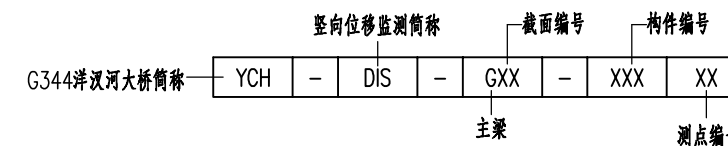


21#墩顶断面



工程数量表

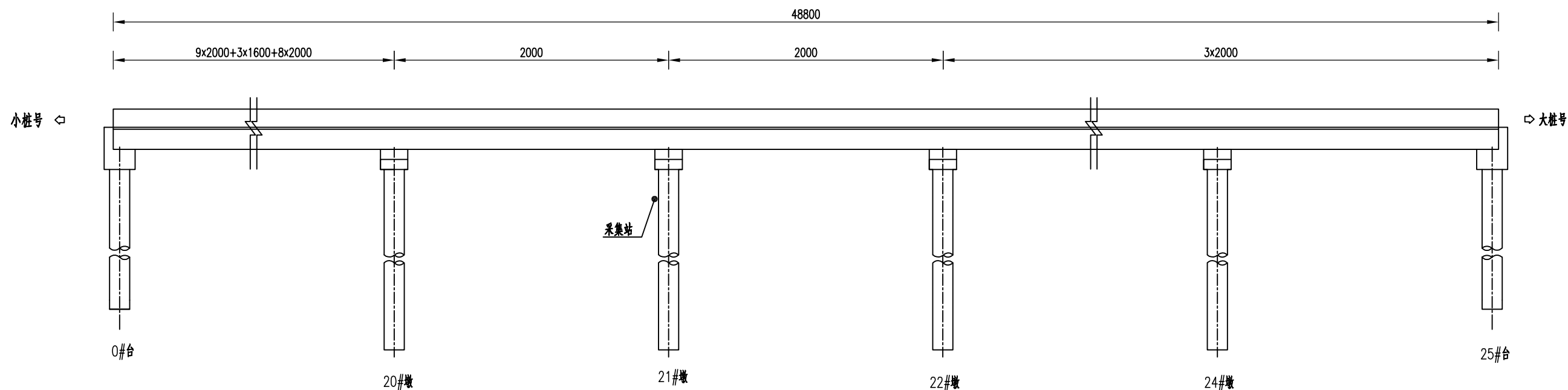
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅20#墩盖梁
2	YCH-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	左幅21#孔跨中断面
3	YCH-DIS-G02-002-09~16		8	个	右幅21#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅21#墩盖梁
合计			20		



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. ⊙表示标靶，●表示图像法动位移监测仪。
  3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台，标靶18个（包含基准靶2个）。
  4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。



### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	右幅21#墩处
合计		1	个	/

注：

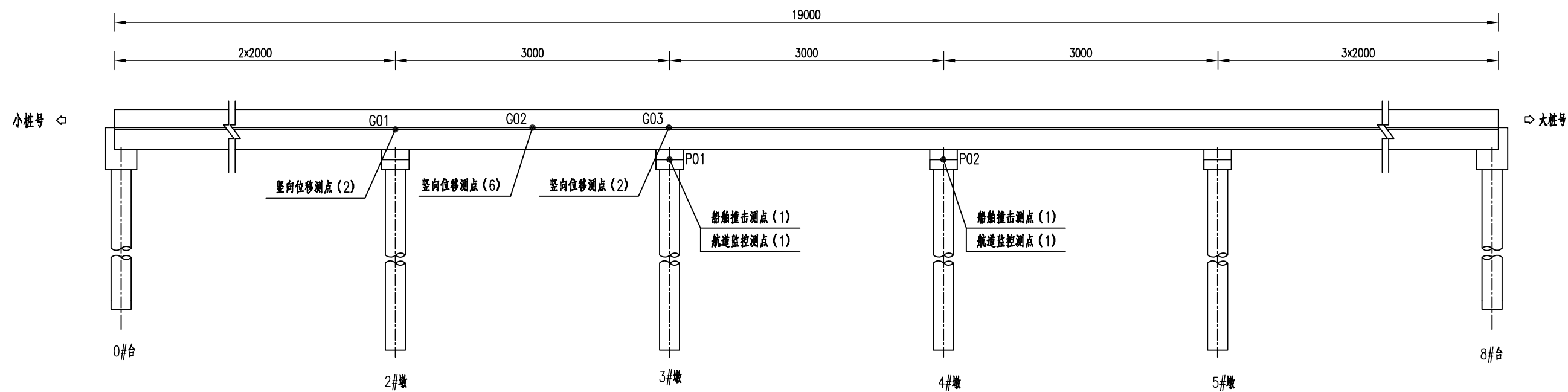
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在右幅21#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

G523送水河大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	作用	船舶碰撞	1	SSH-VID-P01-001-01	左幅3#墩盖梁外侧面
			2	SSH-VID-P02-002-02	右幅4#墩盖梁外侧面
		航道监控	1	SSH-HVC-P01-001-01	左幅3#墩盖梁外侧面
			2	SSH-HVC-P02-002-02	右幅4#墩盖梁外侧面
二	结构响应	竖向位移	1	SSH-DIS-G02-001-01	左幅3#孔跨中2#箱梁底面
			2	SSH-DIS-G02-001-02	左幅3#孔跨中3#箱梁底面
			3	SSH-DIS-G02-001-03	左幅3#孔跨中4#箱梁底面
			4	SSH-DIS-G02-002-04	右幅3#孔跨中2#箱梁底面
			5	SSH-DIS-G02-002-05	右幅3#孔跨中3#箱梁底面
			6	SSH-DIS-G02-002-06	右幅3#孔跨中4#箱梁底面

### 监测测点总体布置图



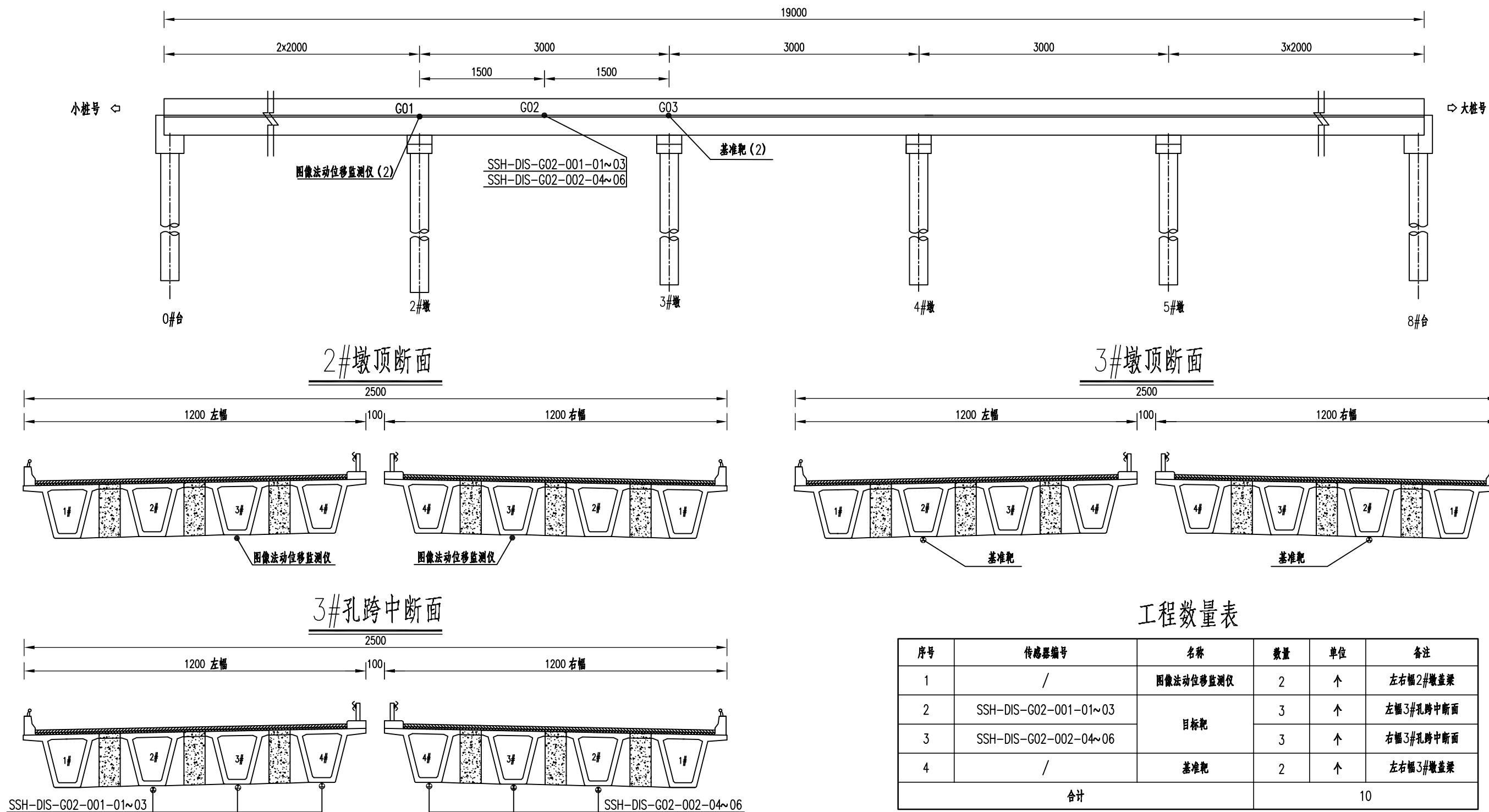
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	船舶撞击	航道监控	高清摄像机	个	2
			船舶撞击	低频加速度传感器(横向)	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	6
				基准靶	个	2
合计						24

注:

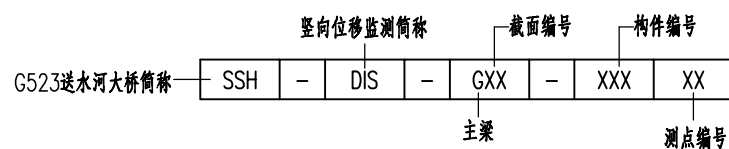
1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、船舶撞击、航道监控等。
2. ●表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

### 竖向位移监测测点布置立面图

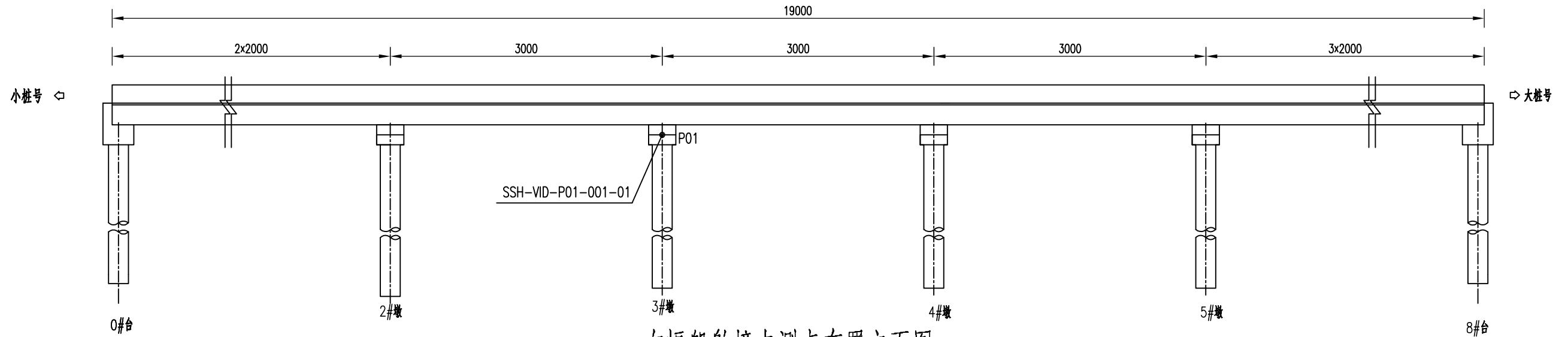


注：

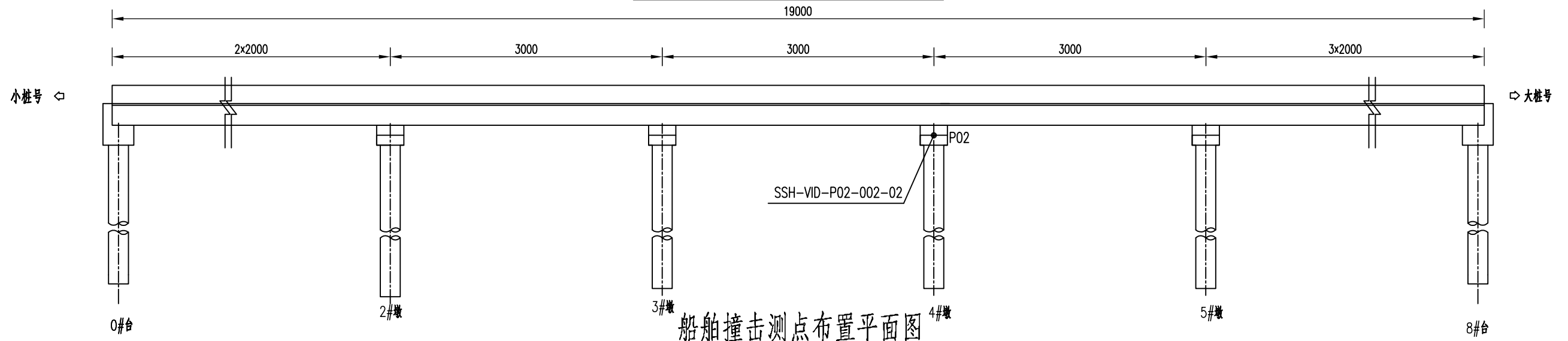
- 图中尺寸单位均以厘米计。
- ⊙表示标靶，●表示图像法动位移监测仪。
- 全桥共布置图像法动位移监测仪2台，标靶8个（包含基准靶2个）。
- 图像法动位移监测仪、标靶固定于小箱梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。



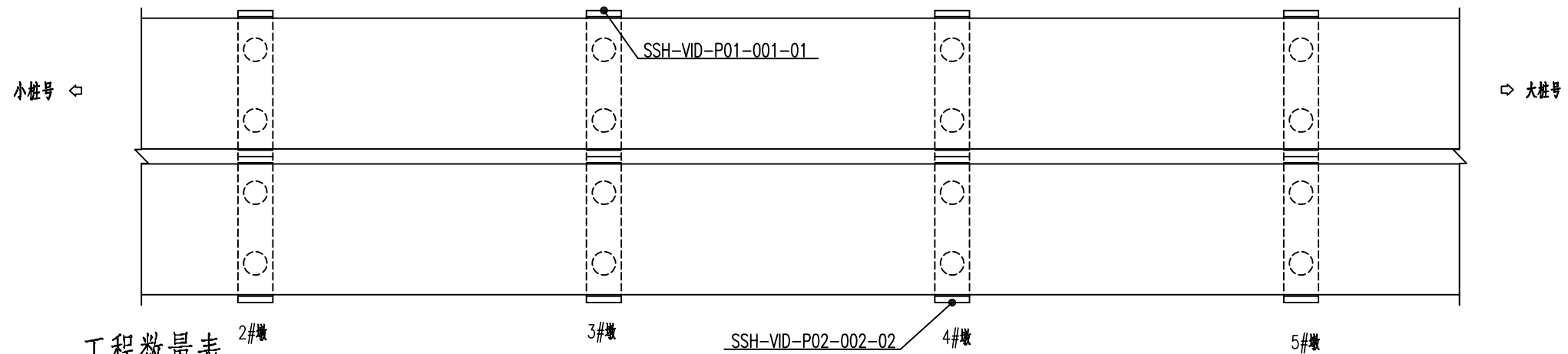




右幅船舶撞击测点布置立面图

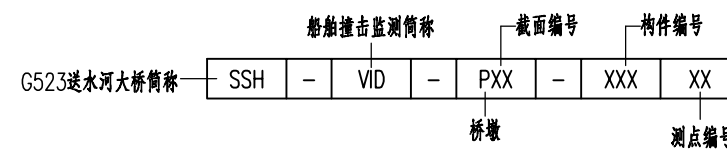


船舶撞击测点布置平面图



工程数量表

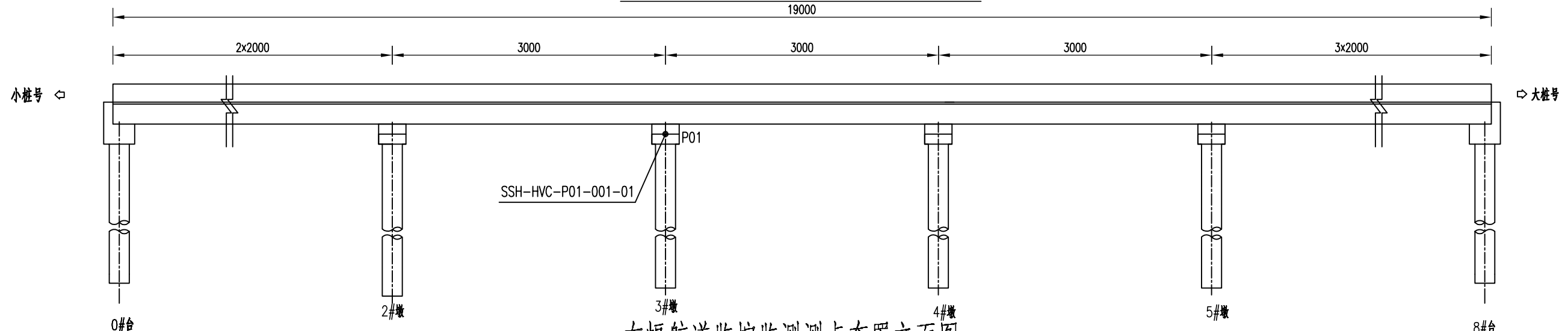
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	SSH-VID-P01-001-01	低频加速度传感器(横向)	1	个	左幅3#墩盖梁外侧面
2	SSH-VID-P02-002-02		1	个	右幅4#墩盖梁外侧面
合计			2		



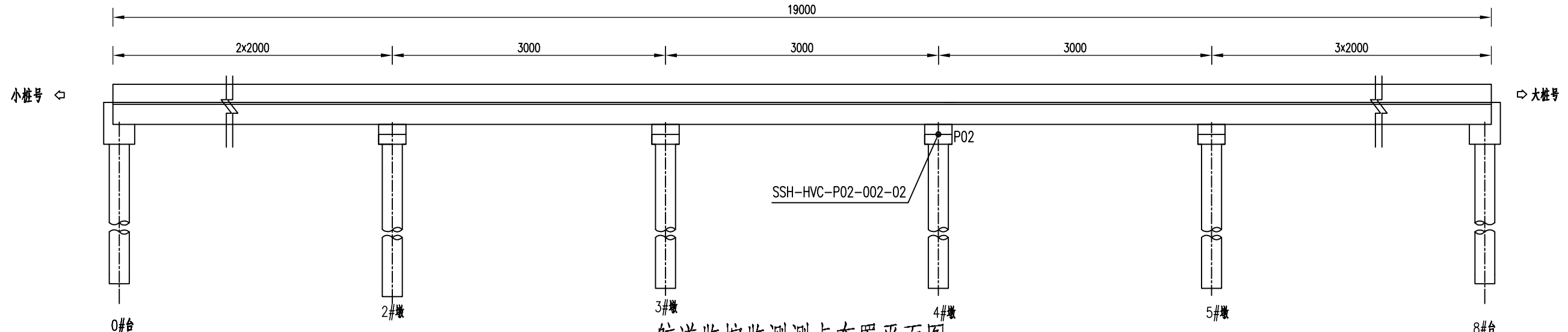
注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示船舶撞击监测测点, 测点处布设低频加速度传感器(横向)。
3. 低频加速度传感器(横向)拟布置于桥墩盖梁外侧面。

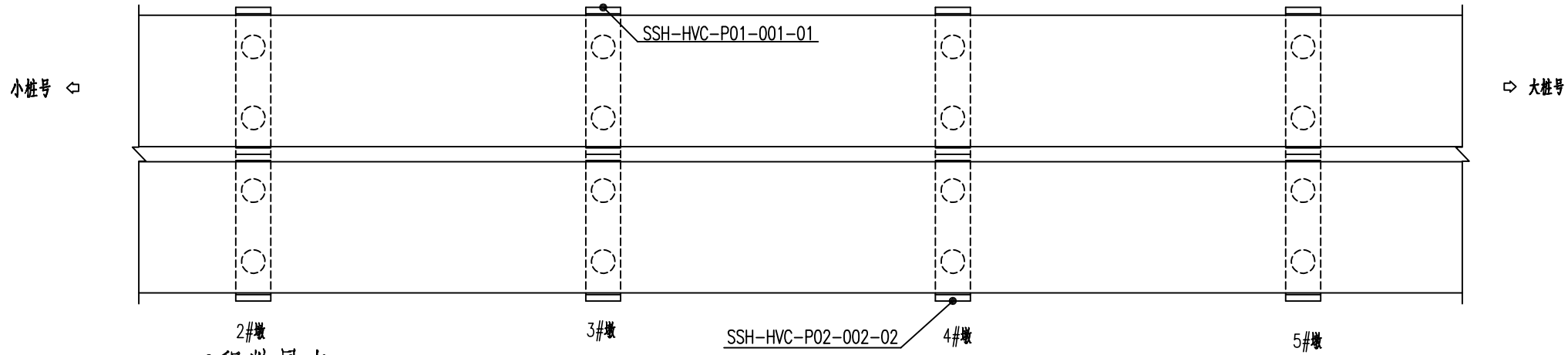
# 左幅航道监控监测测点布置立面图



# 右幅航道监控监测测点布置立面图

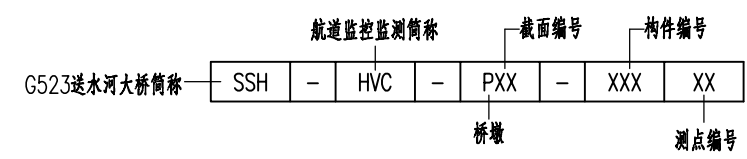


# 航道监控监测测点布置平面图



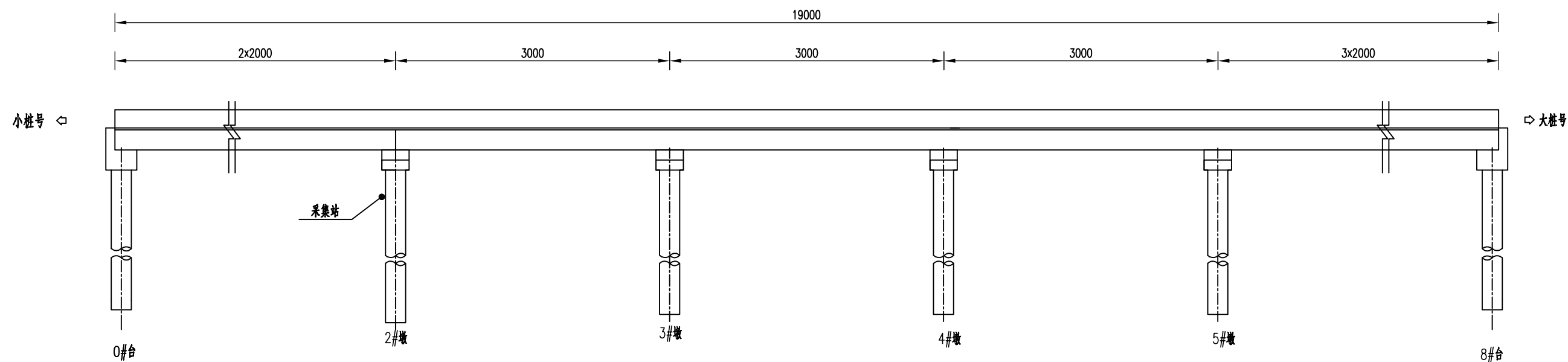
工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	SSH-HVC-P01-001-01	高清摄像机	1	个	左幅3#墩盖梁外侧面
2	SSH-HVC-P02-002-02		1	个	右幅4#墩盖梁外侧面
合计			2		



- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
  - 表示航道监控监测测点，测点处布设高清摄像机。
  - 高清摄像机拟布置于桥墩盖梁外侧面。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅2#墩处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在左幅2#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

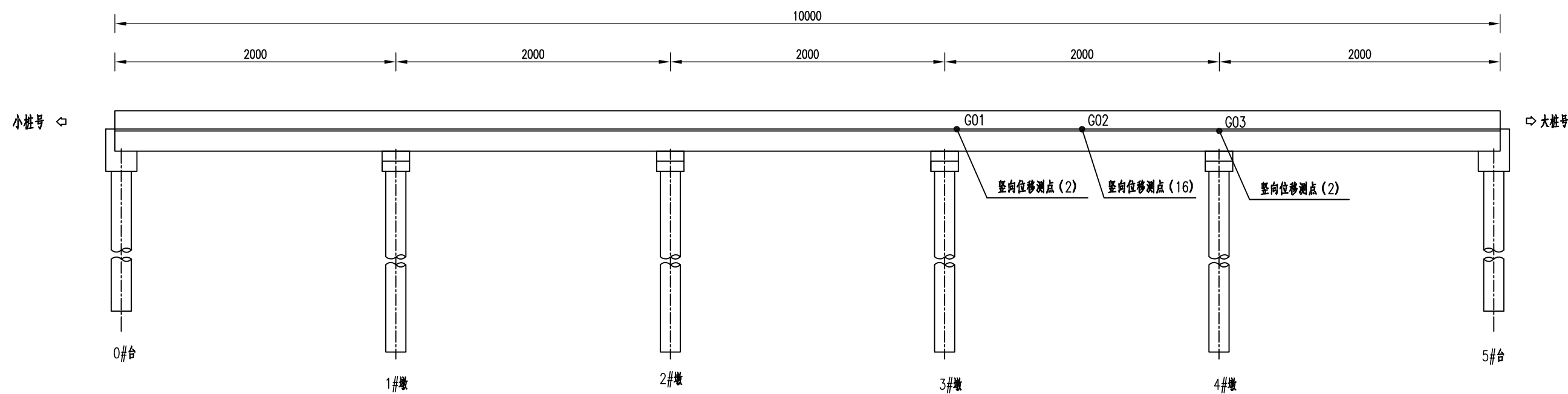
S231大溪河大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
—	结构响应	图像法动位移监测仪/目标靶	1	DXH-DIS-G02-001-01	左幅4#孔跨中4#板底面
			2	DXH-DIS-G02-001-02	左幅4#孔跨中5#板底面
			3	DXH-DIS-G02-001-03	左幅4#孔跨中6#板底面
			4	DXH-DIS-G02-001-04	左幅4#孔跨中7#板底面
			5	DXH-DIS-G02-001-05	左幅4#孔跨中8#板底面
			6	DXH-DIS-G02-001-06	左幅4#孔跨中9#板底面
			7	DXH-DIS-G02-001-07	左幅4#孔跨中10#板底面
			8	DXH-DIS-G02-001-08	左幅4#孔跨中11#板底面
			9	DXH-DIS-G02-002-09	右幅4#孔跨中4#板底面
			10	DXH-DIS-G02-002-10	右幅4#孔跨中5#板底面
			11	DXH-DIS-G02-002-11	右幅4#孔跨中6#板底面
			12	DXH-DIS-G02-002-12	右幅4#孔跨中7#板底面
			13	DXH-DIS-G02-002-13	右幅4#孔跨中8#板底面
			14	DXH-DIS-G02-002-14	右幅4#孔跨中9#板底面
			15	DXH-DIS-G02-002-15	右幅4#孔跨中10#板底面
			16	DXH-DIS-G02-002-16	右幅4#孔跨中11#板底面



### 监测测点总体布置图



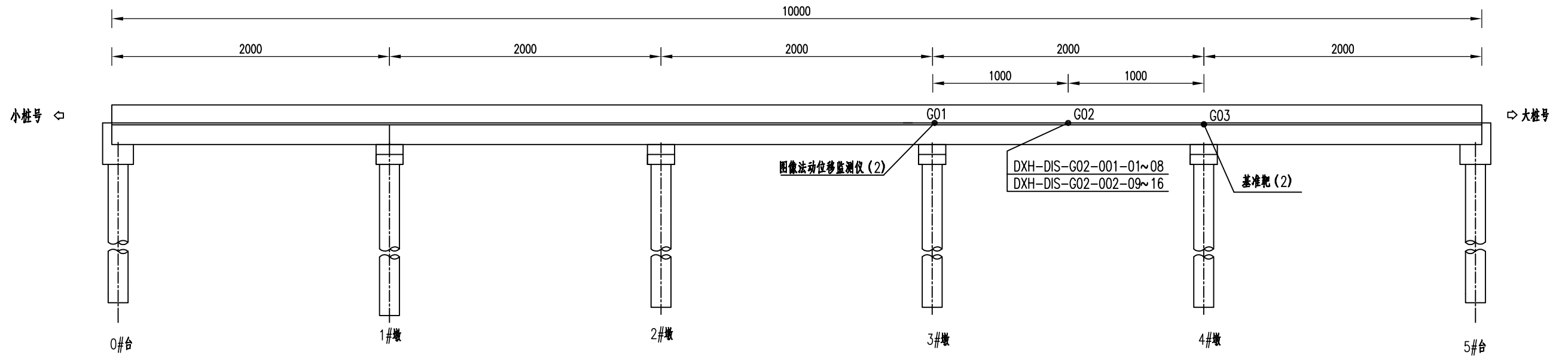
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	16
				基准靶	个	2
合计						20

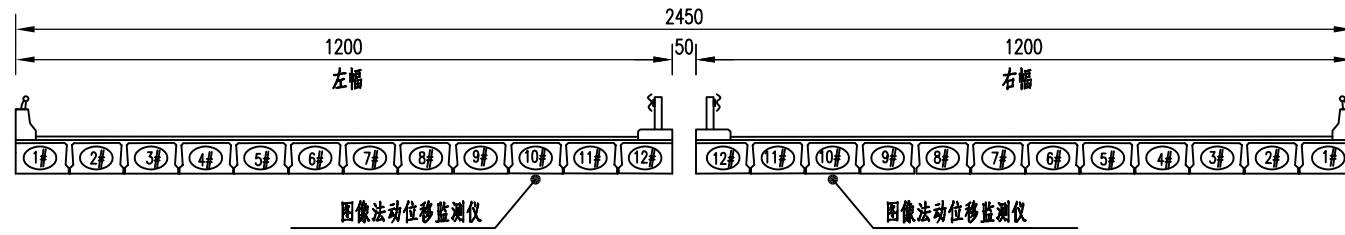
注：

- 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移。
- 表示附件区域监测测点。
- 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

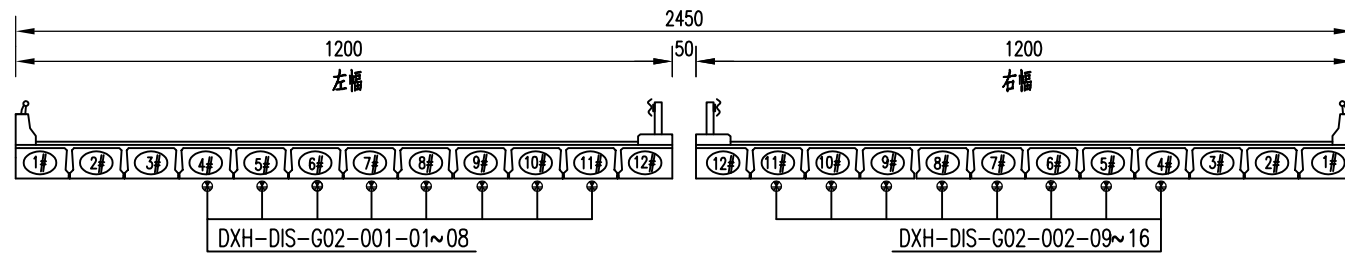
### 竖向位移监测测点布置立面图



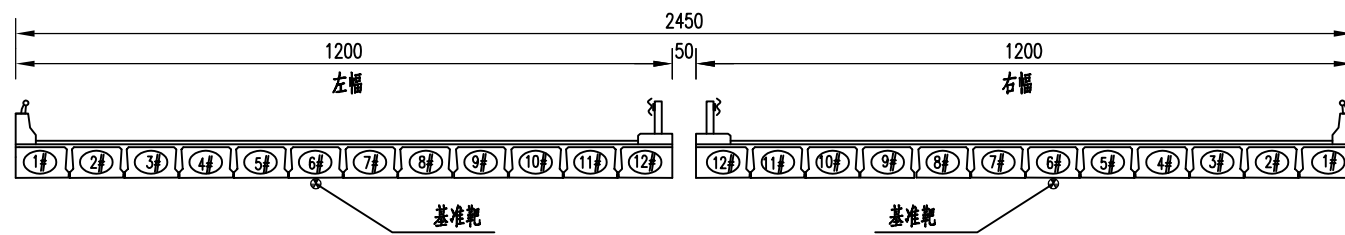
#### 3#墩顶断面



#### 4#孔跨中断面

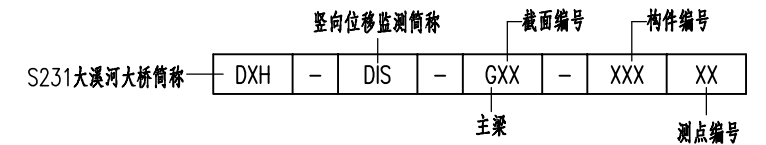


#### 4#孔跨中断面



#### 工程数量表

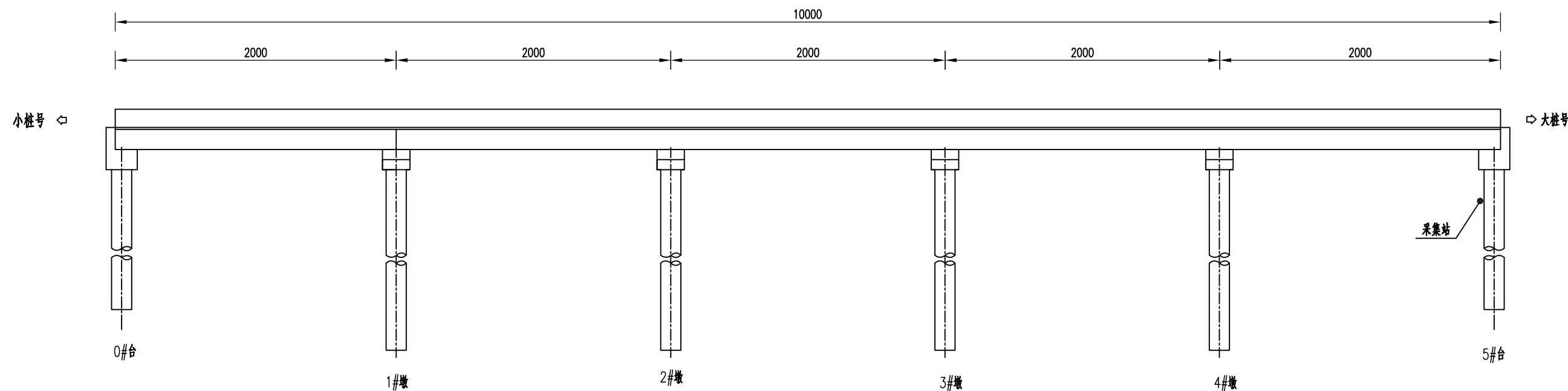
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅3#墩盖梁
2	DXH-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	左幅4#孔跨中断面
3	DXH-DIS-G02-002-09~16		8	个	右幅4#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅4#墩盖梁
合计			20		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶18个(包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

## 采集站布置立面图



## 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅5#台处
合计		1	个	/

注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示采集站。
- 在左幅5#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际情况适当调整位置。

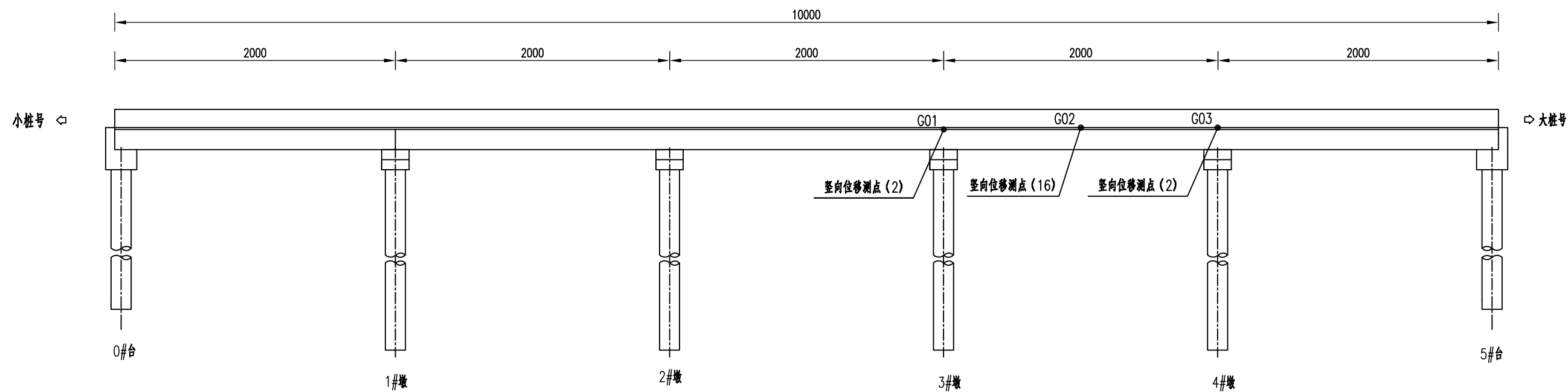
S231 中长安大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
—	结构响应	图像法动位移监测仪/目标靶	1	ZCA-DIS-G02-001-01	左幅4#孔跨中4#板底面
			2	ZCA-DIS-G02-001-02	左幅4#孔跨中5#板底面
			3	ZCA-DIS-G02-001-03	左幅4#孔跨中6#板底面
			4	ZCA-DIS-G02-001-04	左幅4#孔跨中7#板底面
			5	ZCA-DIS-G02-001-05	左幅4#孔跨中8#板底面
			6	ZCA-DIS-G02-001-06	左幅4#孔跨中9#板底面
			7	ZCA-DIS-G02-001-07	左幅4#孔跨中10#板底面
			8	ZCA-DIS-G02-001-08	左幅4#孔跨中11#板底面
			9	ZCA-DIS-G02-002-09	右幅4#孔跨中4#板底面
			10	ZCA-DIS-G02-002-10	右幅4#孔跨中5#板底面
			11	ZCA-DIS-G02-002-11	右幅4#孔跨中6#板底面
			12	ZCA-DIS-G02-002-12	右幅4#孔跨中7#板底面
			13	ZCA-DIS-G02-002-13	右幅4#孔跨中8#板底面
			14	ZCA-DIS-G02-002-14	右幅4#孔跨中9#板底面
			15	ZCA-DIS-G02-002-15	右幅4#孔跨中10#板底面
			16	ZCA-DIS-G02-002-16	右幅4#孔跨中11#板底面



### 监测测点总体布置图



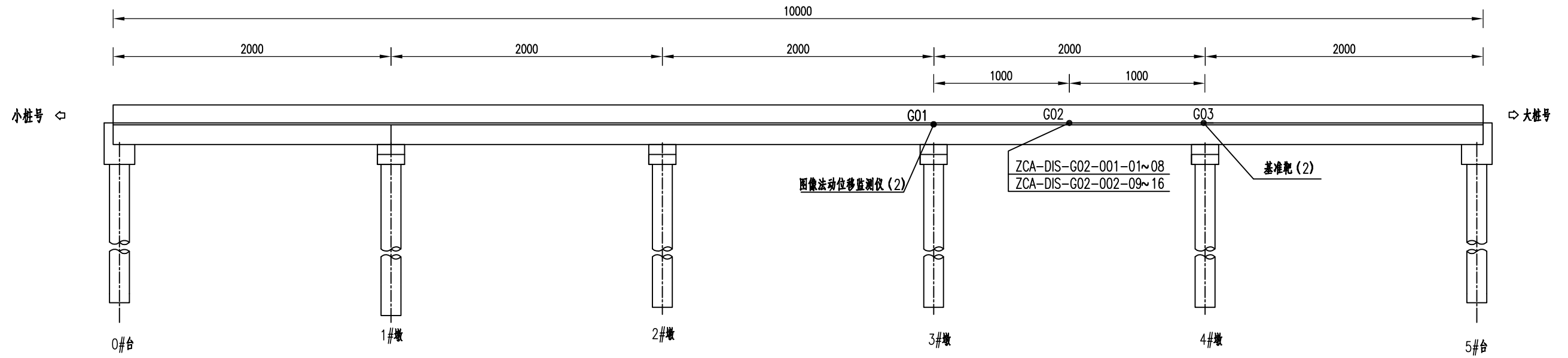
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	16
				基准靶	个	2
合计						20

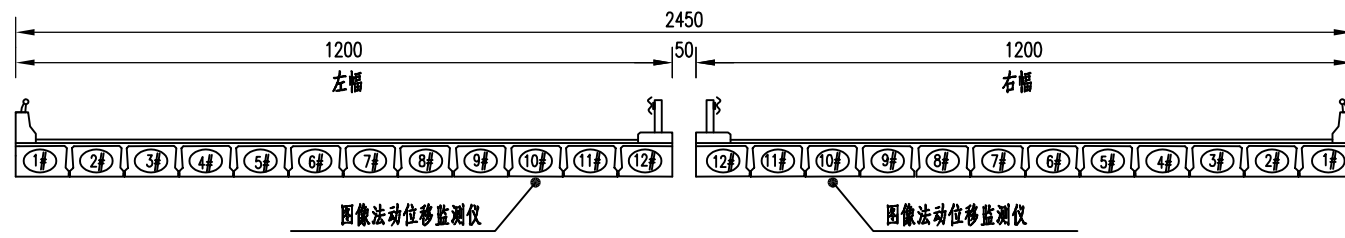
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移。
2. ●表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

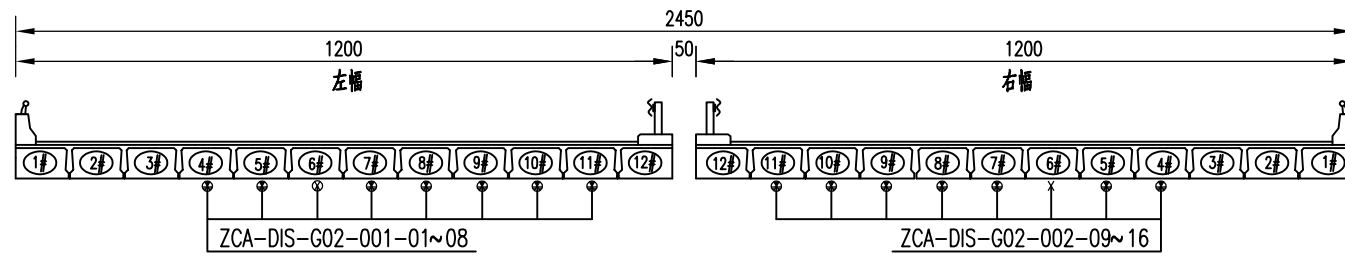
### 竖向位移监测测点布置立面图



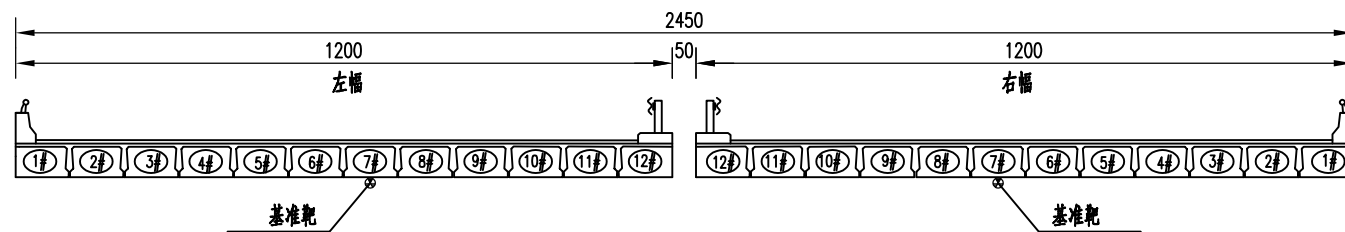
#### 3#墩顶断面



#### 4#孔跨中断面

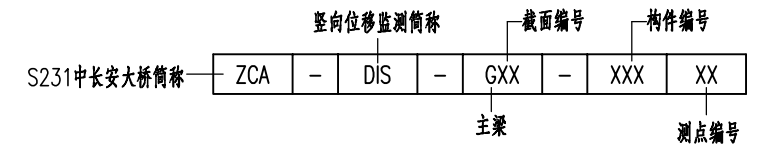


#### 4#墩顶断面



#### 工程数量表

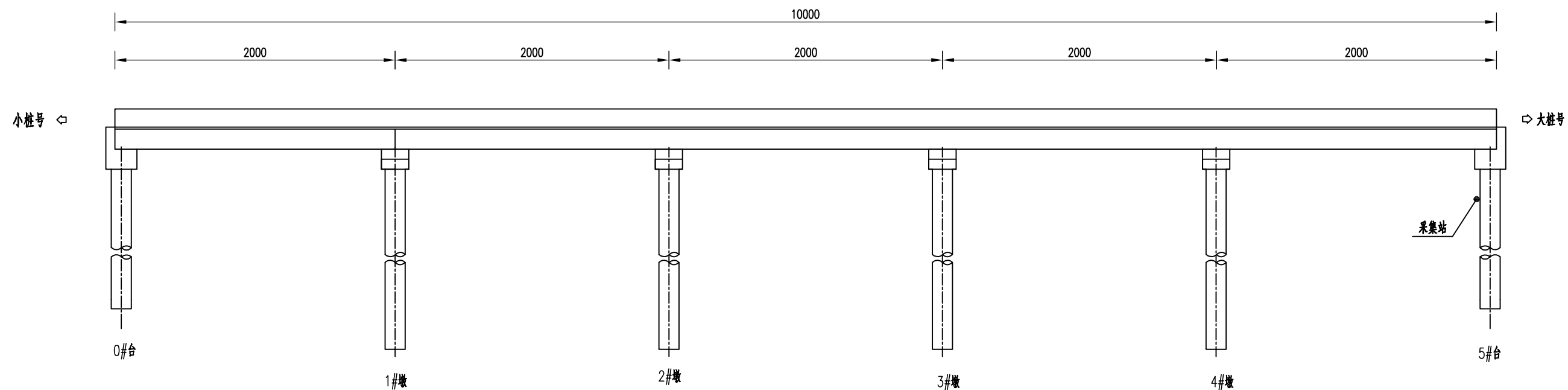
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅3#墩盖梁
2	ZCA-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	左幅4#孔跨中断面
3	ZCA-DIS-G02-002-09~16		8	个	右幅4#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅4#墩盖梁
合计			20		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶18个(包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

## 采集站布置立面图



## 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅5#台处
合计		1	个	/

注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示采集站。
- 在左幅5#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

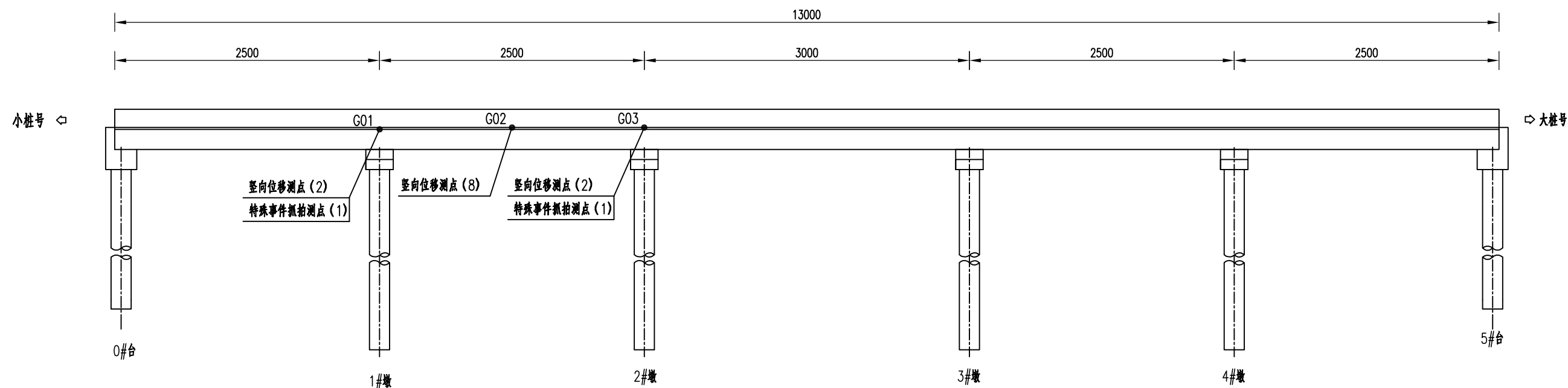
S506老通扬运河桥

## 设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置	
一	作用	抓拍	高清摄像机	1	LTY-HVC-G01-002-01	右幅1#墩桥面右侧护栏外侧
				2	LTY-HVC-G03-001-02	左幅2#墩桥面左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	LTY-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中4#箱梁底面
				2	LTY-DIS-G02-001-02	左幅2#孔跨中5#箱梁底面
				3	LTY-DIS-G02-001-03	左幅2#孔跨中6#箱梁底面
				4	LTY-DIS-G02-001-04	左幅2#孔跨中7#箱梁底面
				5	LTY-DIS-G02-002-05	右幅2#孔跨中4#箱梁底面
				6	LTY-DIS-G02-002-06	右幅2#孔跨中5#箱梁底面
				7	LTY-DIS-G02-002-07	右幅2#孔跨中6#箱梁底面
				8	LTY-DIS-G02-002-08	右幅2#孔跨中7#箱梁底面



### 监测测点总体布置图



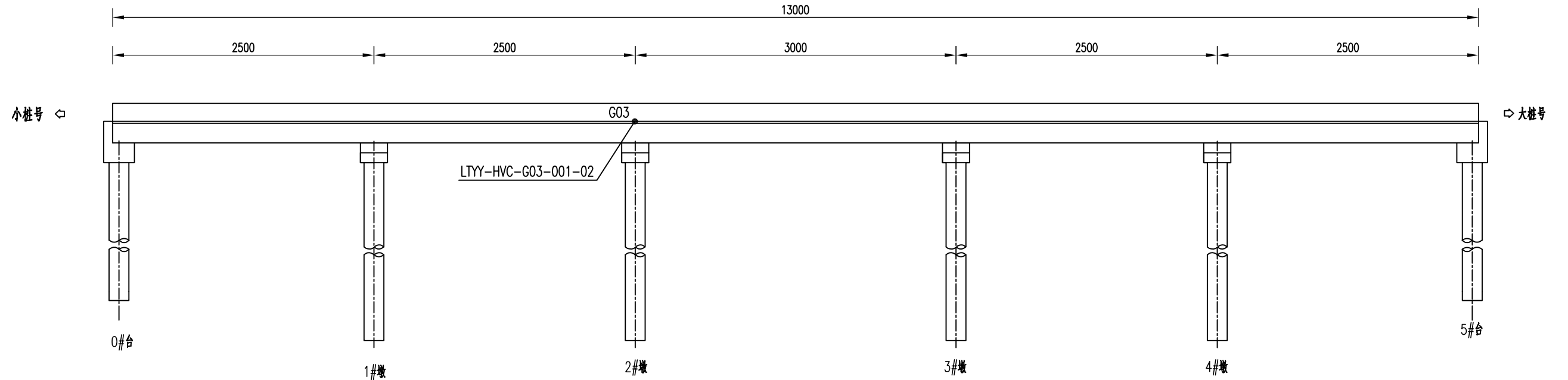
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	8
				基准靶	个	2
合计						14

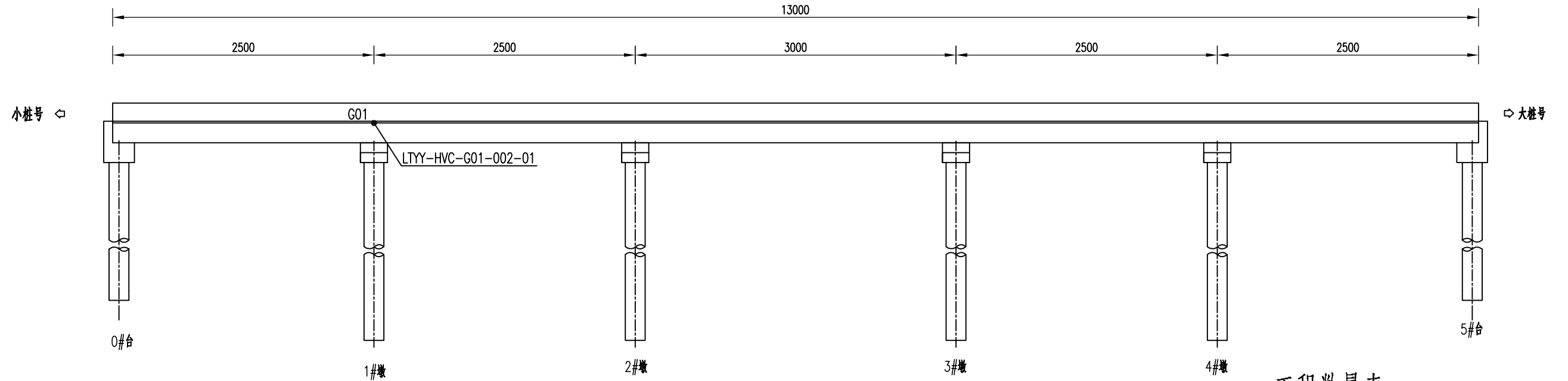
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

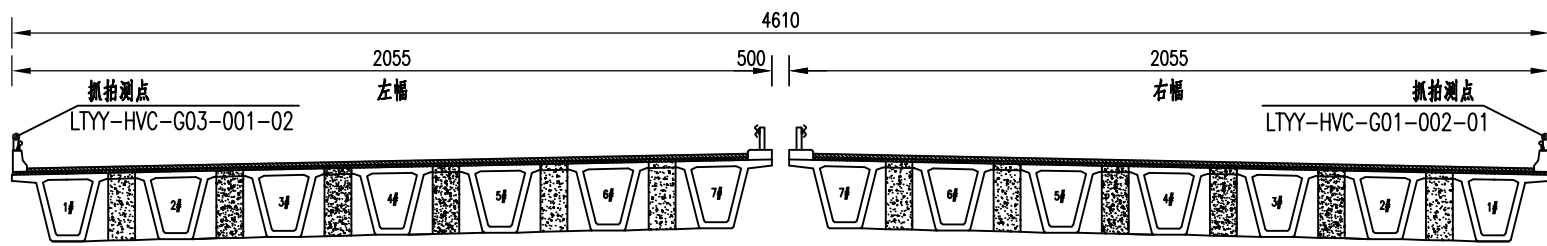
左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

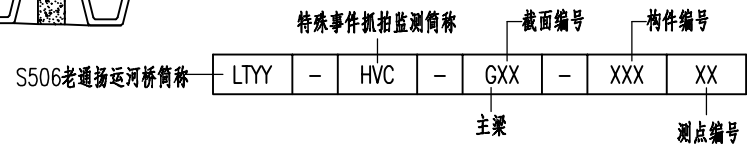


特殊事件抓拍监测测点布置断面图



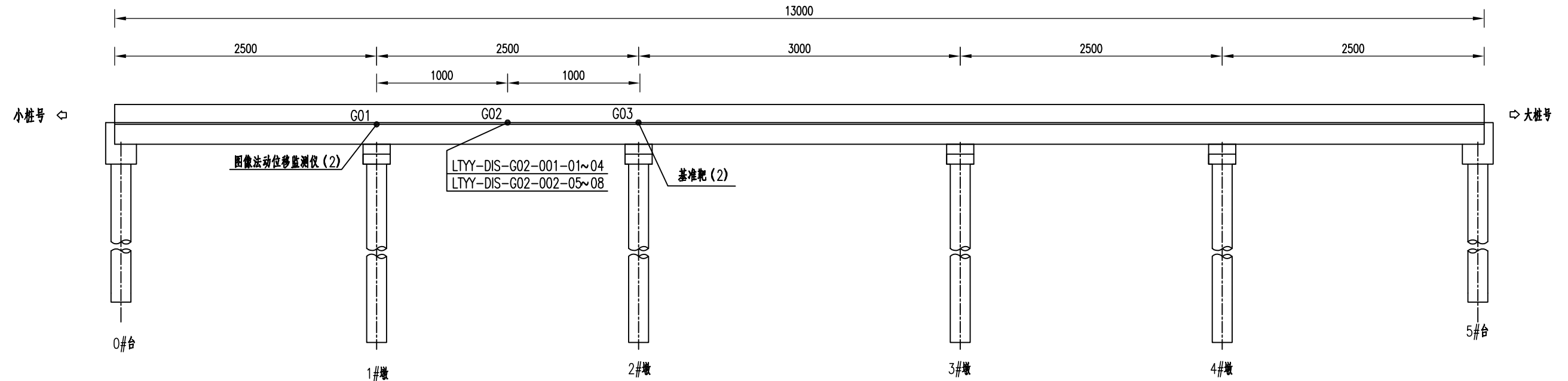
工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	LTYT-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅1#墩桥面右侧护栏外侧
2	LTYT-HVC-G03-001-02		1	个	左幅2#墩桥面左侧护栏外侧
合计			2		

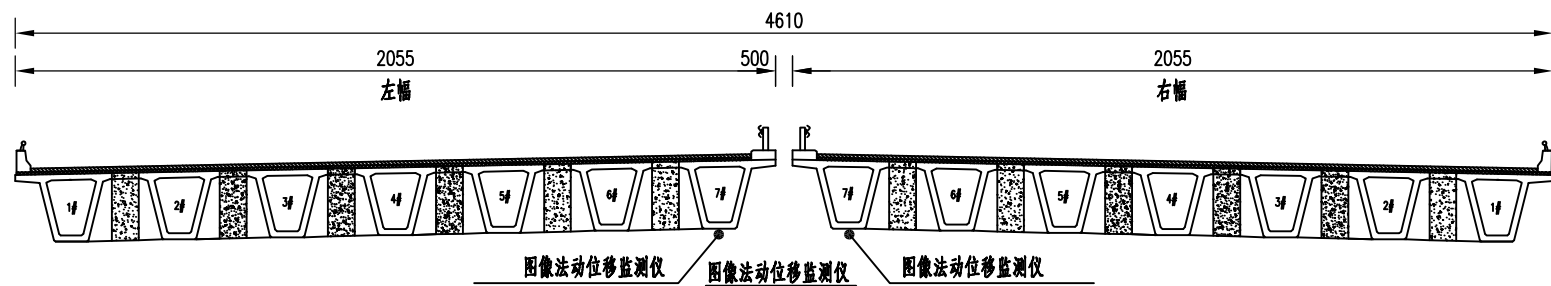


- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. ●表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
  3. 高清摄像机拟布置于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
  4. 高清摄像机用于拍摄车尾照片，可根据实际情况调整布设位置。

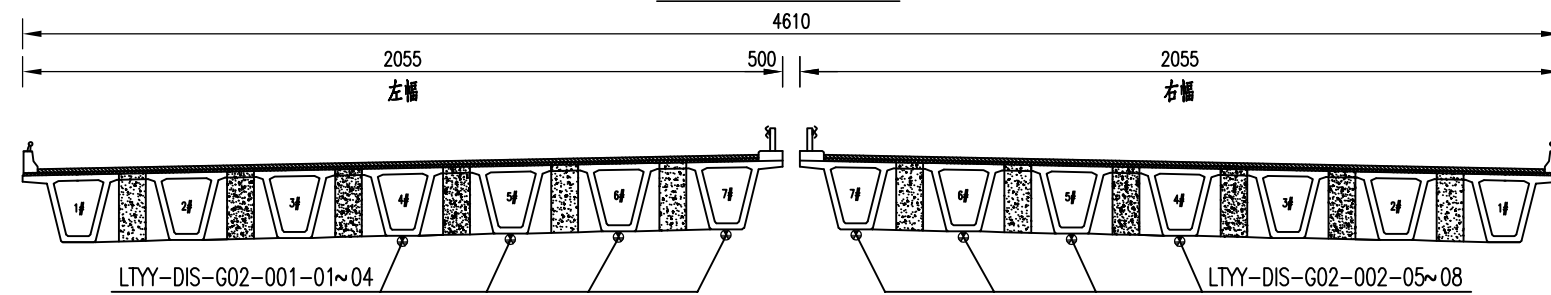
### 竖向位移监测测点布置立面图



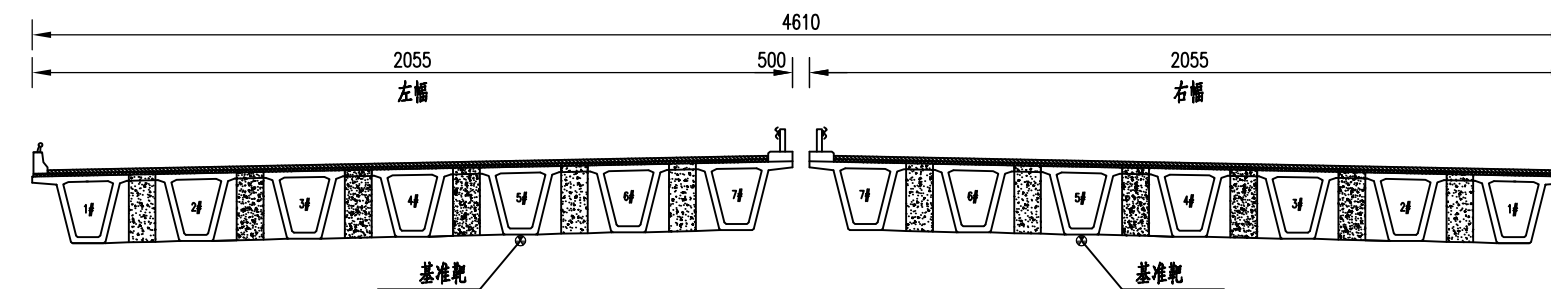
#### 1#墩顶断面



#### 2#孔跨中断面

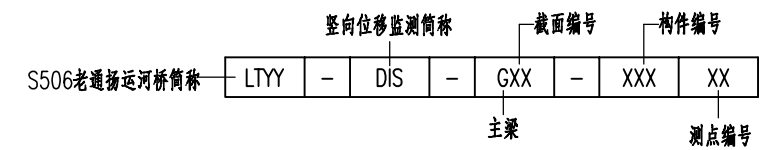


#### 2#墩顶断面



#### 工程数量表

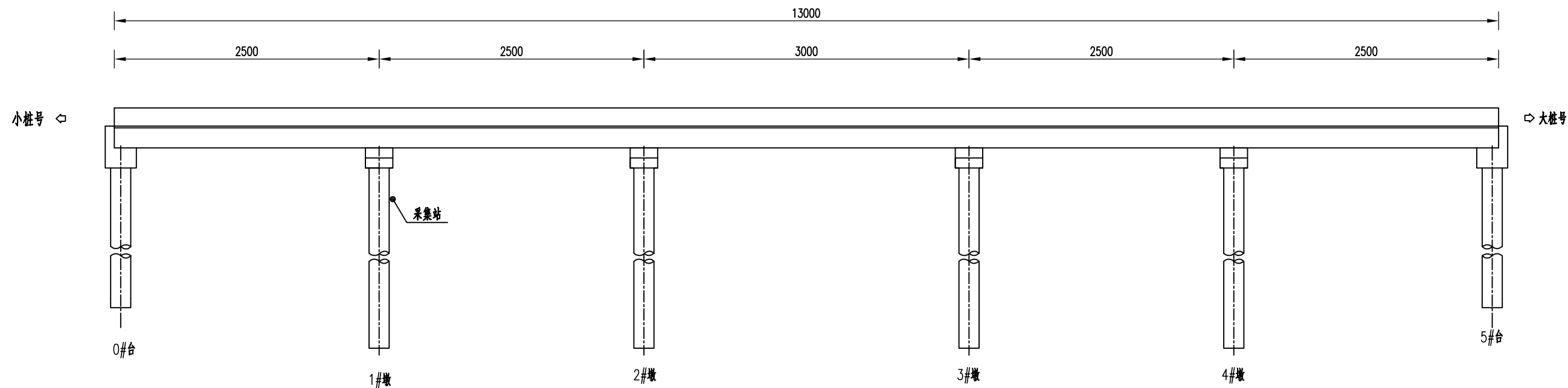
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅1#墩盖梁
2	LTTY-DIS-G02-001-01~04	目标靶	4	个	左幅2#孔跨中断面
3	LTTY-DIS-G02-002-05~08		4	个	右幅2#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅2#墩盖梁
合计			12		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示标靶, ○ 表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台, 标靶10个 (包含基准靶2个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于组合箱梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	1#墩处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在左幅1#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

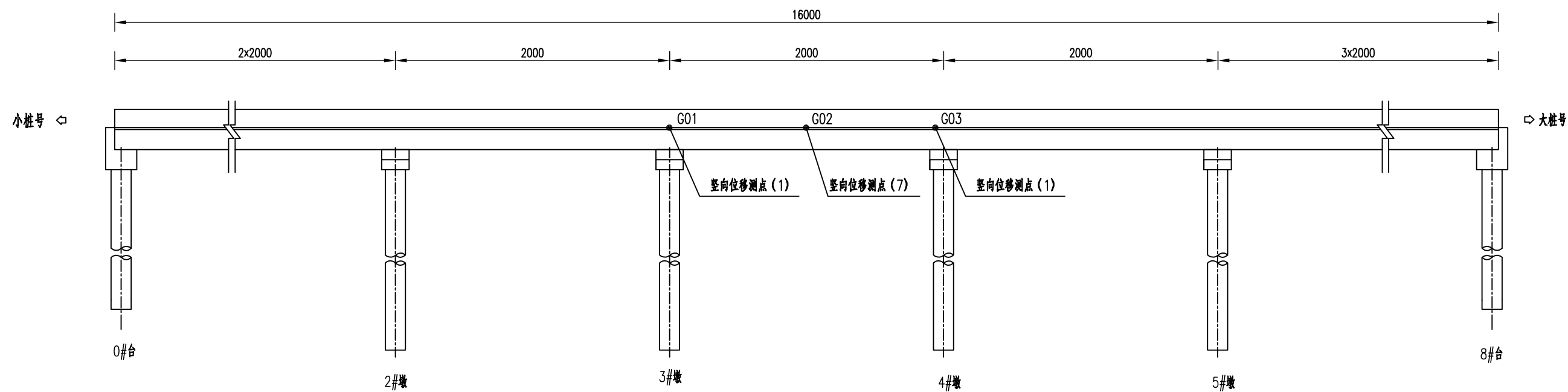
S232竹泓东大桥



## 设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	图像法动位移监测仪/目标靶	1	ZHD-DIS-G02-001-01	4#孔跨中3#板底面
			2	ZHD-DIS-G02-001-02	4#孔跨中4#板底面
			3	ZHD-DIS-G02-001-03	4#孔跨中5#板底面
			4	ZHD-DIS-G02-001-04	4#孔跨中6#板底面
			5	ZHD-DIS-G02-001-05	4#孔跨中7#板底面
			6	ZHD-DIS-G02-001-06	4#孔跨中8#板底面
			7	ZHD-DIS-G02-001-07	4#孔跨中9#板底面

### 监测测点总体布置图



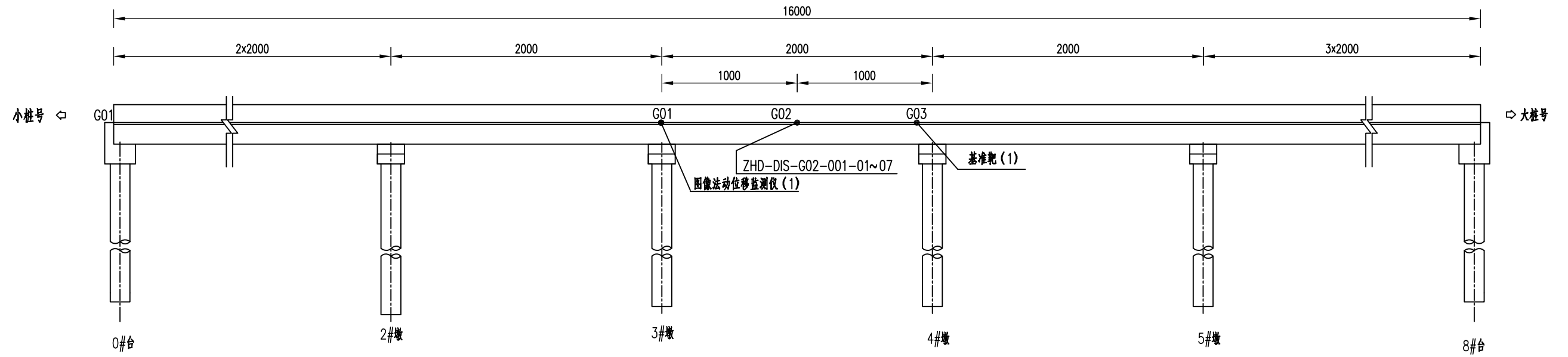
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	1
				目标靶	个	7
				基准靶	个	1
合计						9

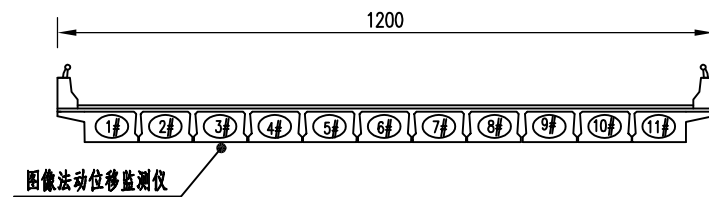
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

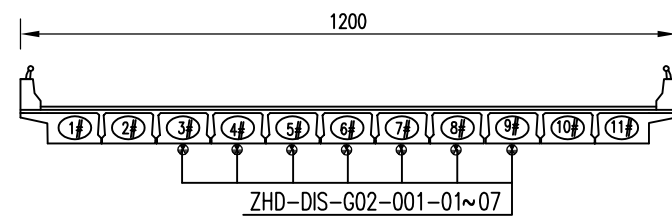
### 竖向位移监测测点布置立面图



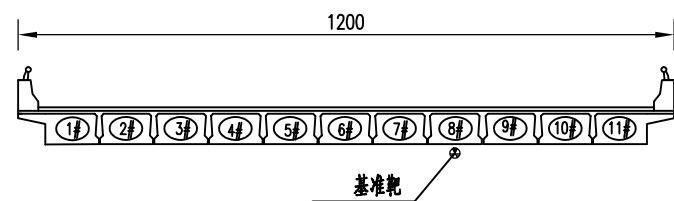
3#墩顶断面



4#孔跨中断面

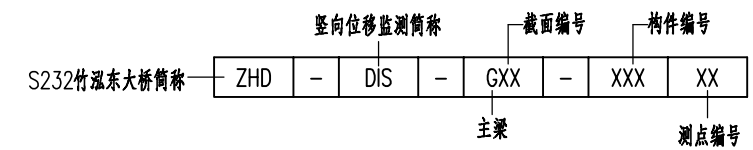


4#墩顶断面



工程数量表

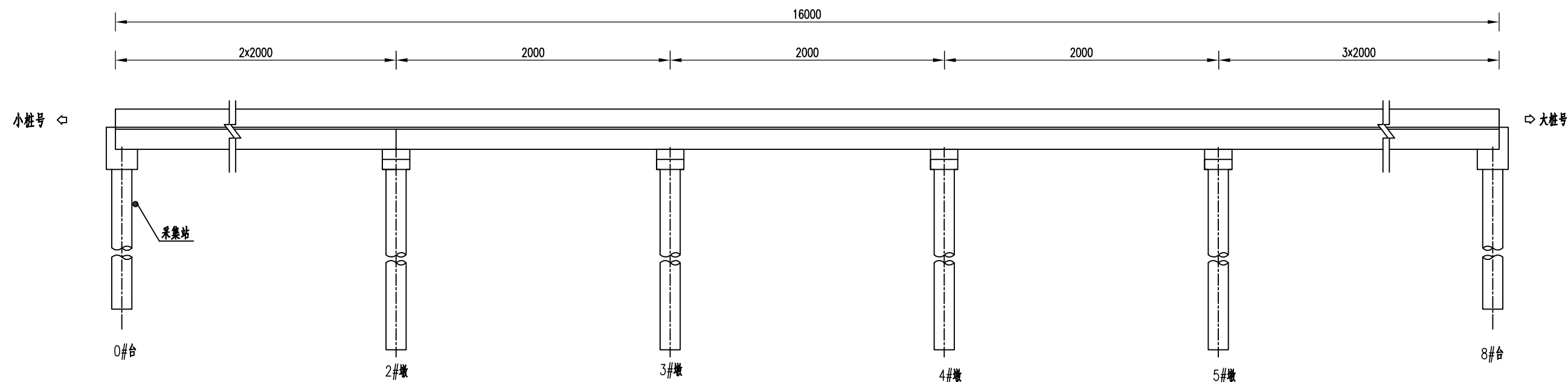
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	1	个	3#墩盖梁
2	ZHD-DIS-G02-001-01~07	目标靶	7	个	4#孔跨中断面
3	/	基准靶	1	个	4#墩盖梁
合计			9		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪1台, 标靶8个(包含基准靶1个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	0#台处
合计		1	个	/

注：

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在 0#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

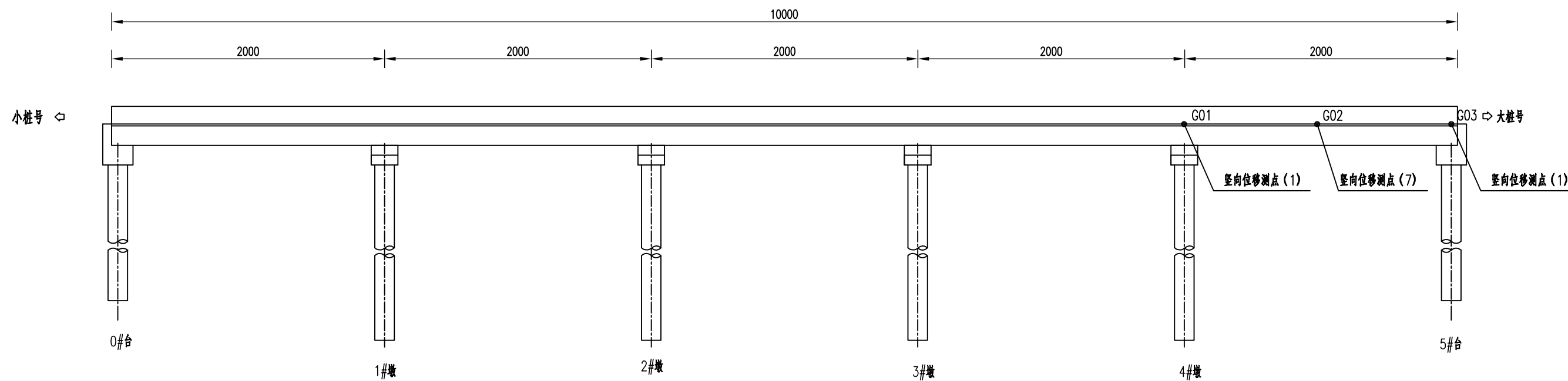
S232樊荣大桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	图像法动位移监测仪/目标靶	1	FR-DIS-G02-001-01	5#孔跨中3#板底面
			2	FR-DIS-G02-001-02	5#孔跨中4#板底面
			3	FR-DIS-G02-001-03	5#孔跨中5#板底面
			4	FR-DIS-G02-001-04	5#孔跨中6#板底面
			5	FR-DIS-G02-001-05	5#孔跨中7#板底面
			6	FR-DIS-G02-001-06	5#孔跨中8#板底面
			7	FR-DIS-G02-001-07	5#孔跨中9#板底面



### 监测测点总体布置图



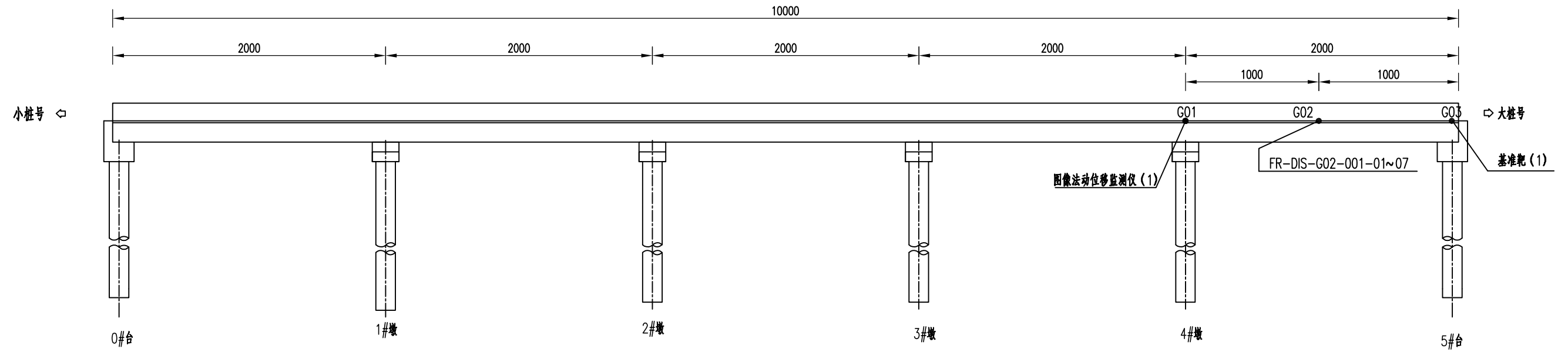
### 主要监测设备

序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	1
				目标靶	个	7
				基准靶	个	1
合计						9

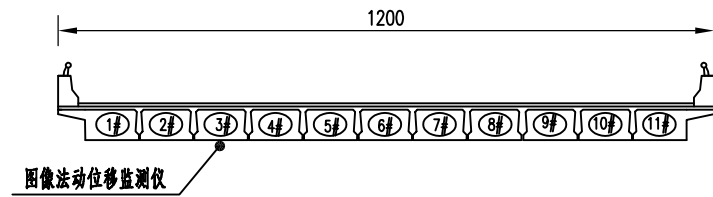
注：

1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移。
2. ●表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。

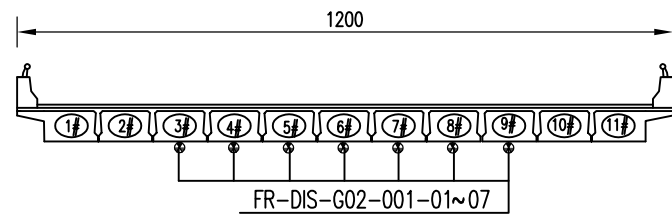
### 竖向位移监测测点布置立面图



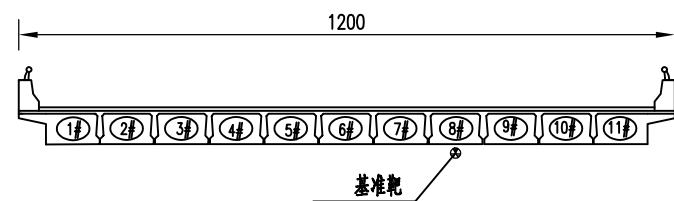
4#墩顶断面



5#孔跨中断面

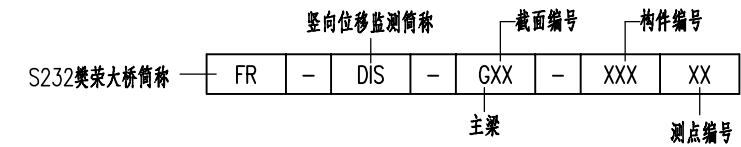


5#台顶断面



工程数量表

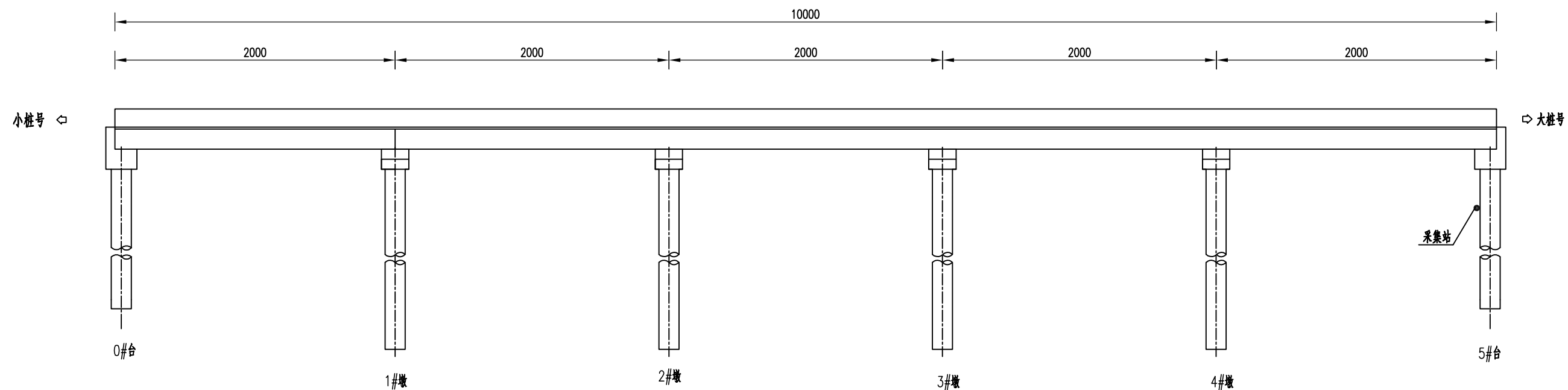
序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	1	个	4#墩盖梁
2	FR-DIS-G02-001-01~07	目标靶	7	个	5#孔跨中断面
3	/	基准靶	1	个	#台台顶
合计			9		



注:

1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ⊙表示标靶, ●表示图像法动位移监测仪。
3. 全桥共布置图像法动位移监测仪1台, 标靶8个(包含基准靶1个)。
4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

### 采集站布置立面图



### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	5#台处
合计		1	个	/

注：

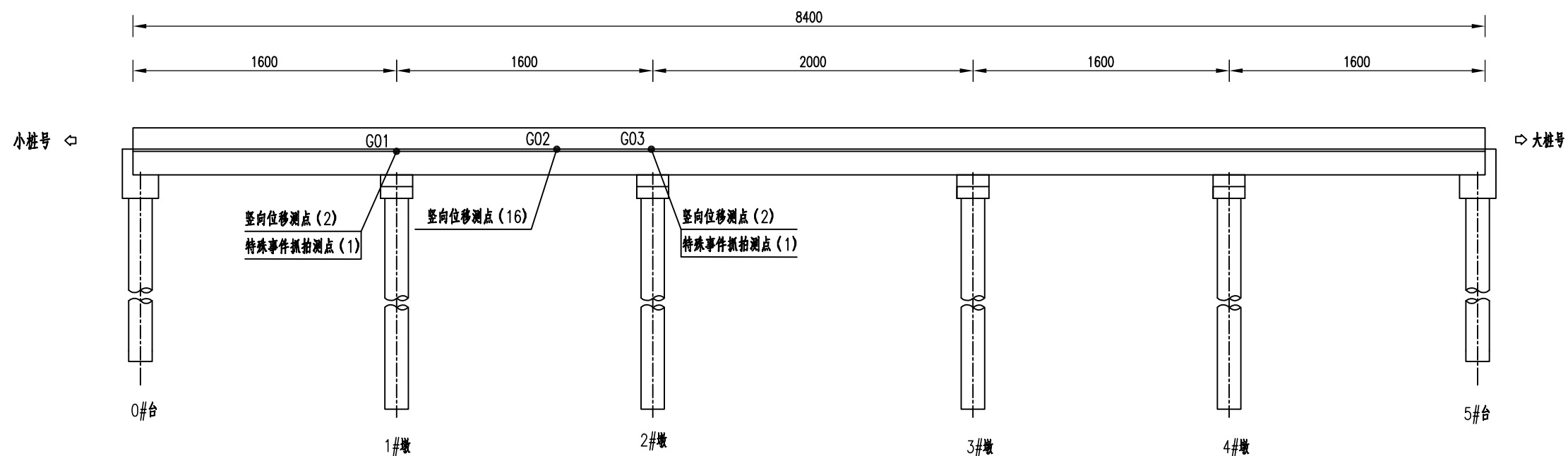
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示采集站。
3. 在5#台处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

S231 卖水河桥

设备布设表

监测类别	监测项目	主要仪器设备	序号	测点编号	位置		
一	作用	抓拍		高清摄像机	1	MSH-HVC-G01-002-01	右幅1#墩桥面右侧护栏外侧
					2	MSH-HVC-G03-001-02	左幅2#墩桥面左侧护栏外侧
二	结构响应	竖向位移		图像法动位移监测仪/目标靶	1	MSH-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中4#板底面
					2	MSH-DIS-G02-001-02	左幅2#孔跨中5#板底面
					3	MSH-DIS-G02-001-03	左幅2#孔跨中6#板底面
					4	MSH-DIS-G02-001-04	左幅2#孔跨中7#板底面
					5	MSH-DIS-G02-001-05	左幅2#孔跨中8#板底面
					6	MSH-DIS-G02-001-06	左幅2#孔跨中9#板底面
					7	MSH-DIS-G02-001-07	左幅2#孔跨中10#板底面
					8	MSH-DIS-G02-001-08	左幅2#孔跨中11#板底面
					9	MSH-DIS-G02-002-09	右幅2#孔跨中4#板底面
					10	MSH-DIS-G02-002-10	右幅2#孔跨中5#板底面
					11	MSH-DIS-G02-002-11	右幅2#孔跨中6#板底面
					12	MSH-DIS-G02-002-12	右幅2#孔跨中7#板底面
					13	MSH-DIS-G02-002-13	右幅2#孔跨中8#板底面
					14	MSH-DIS-G02-002-14	右幅2#孔跨中9#板底面
					15	MSH-DIS-G02-002-15	右幅2#孔跨中10#板底面
					16	MSH-DIS-G02-002-16	右幅2#孔跨中11#板底面

### 监测测点总体布置图



### 主要监测设备

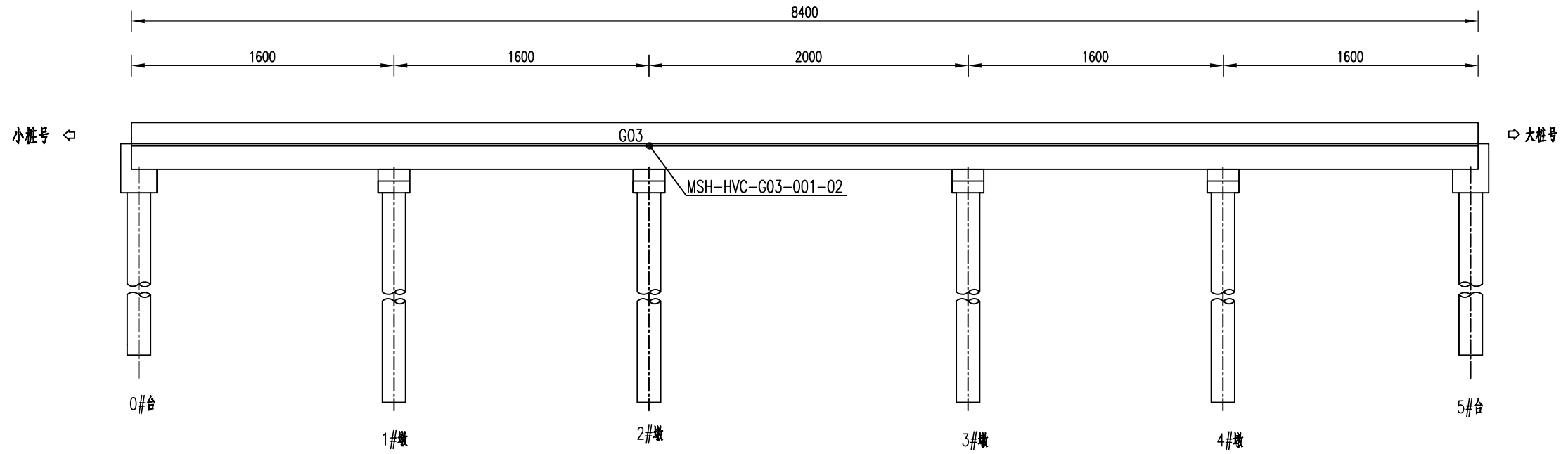
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	作用	抓拍	特殊事件抓拍	高清摄像机	个	2
二	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪	个	2
				目标靶	个	16
				基准靶	个	2
合计						22

注：

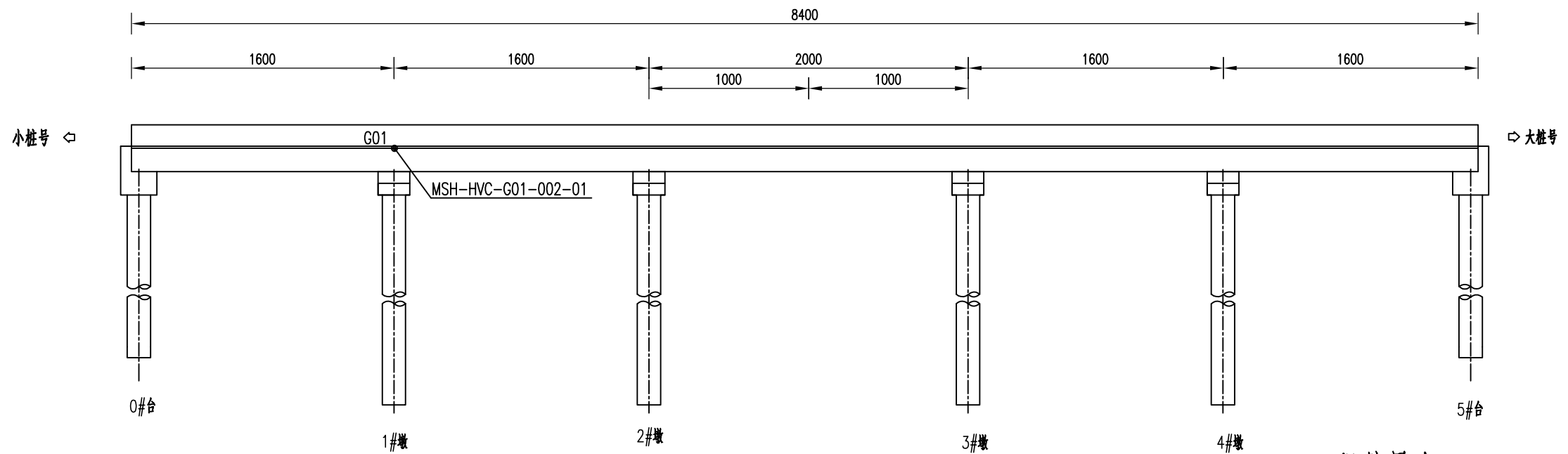
1. 本次结构安全监测项目主要包括竖向位移、特殊事件抓拍等。
2. ● 表示附件区域监测测点。
3. 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。



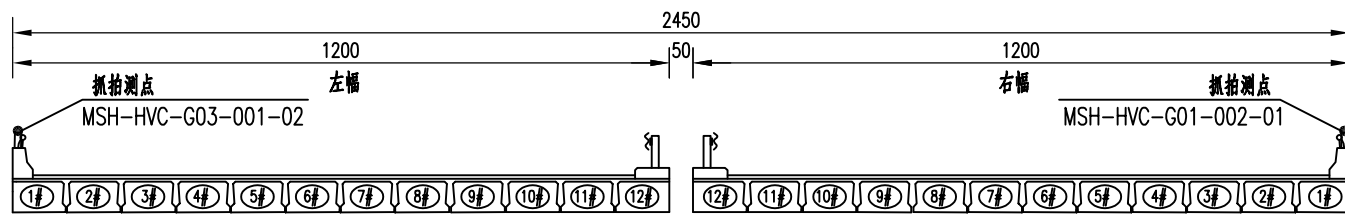
左幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图



右幅特殊事件抓拍监测测点布置立面图

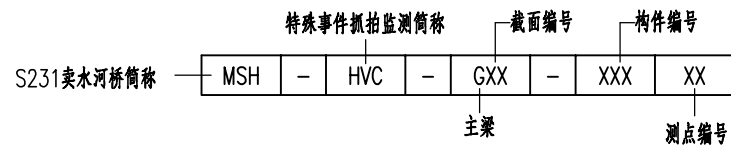


特殊事件抓拍监测测点布置断面图



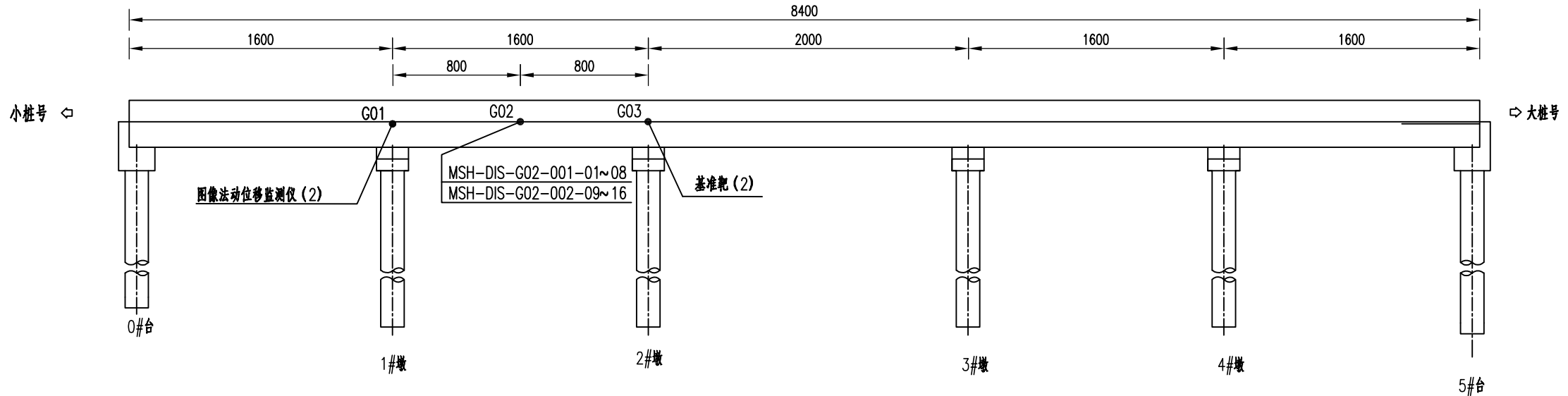
工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	MSH-HVC-G01-002-01	高清摄像机	1	个	右幅1#墩桥面右侧护栏外侧
2	MSH-HVC-G03-001-02		1	个	左幅2#墩桥面左侧护栏外侧
合计			2		

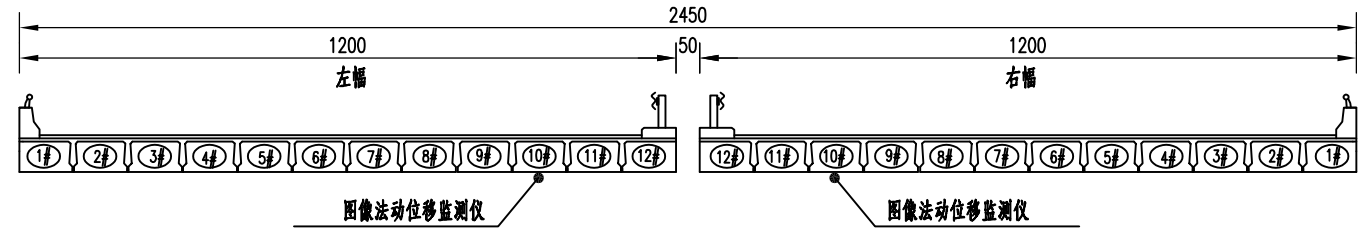


- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. ●表示特殊事件抓拍监测测点，测点处布设高清摄像机。
  3. 高清摄像机拟布置于桥面处，立杆距桥面约3.5米位置。
  4. 高清摄像机用于拍摄车尾照片，可根据实际情况调整布设位置。

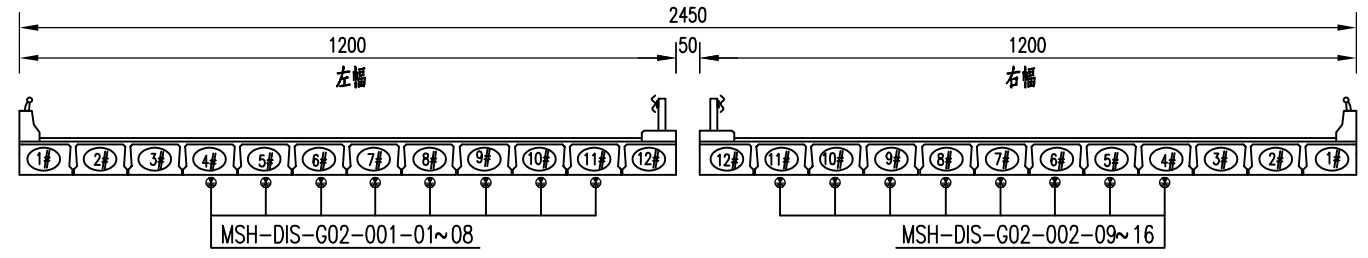
### 竖向位移监测测点布置立面图



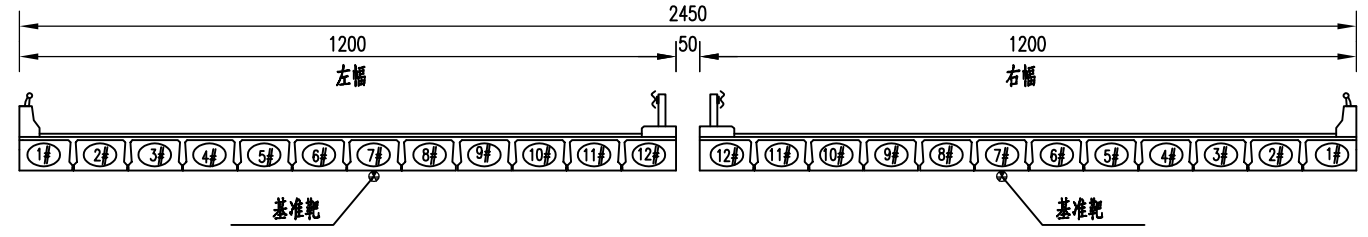
#### 1#墩顶断面



#### 2#孔跨中断面

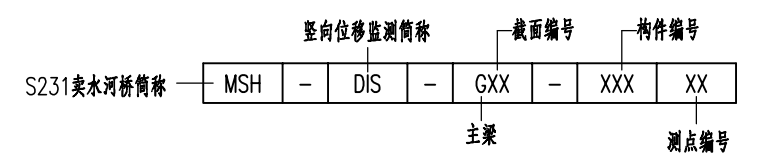


#### 2#墩顶断面



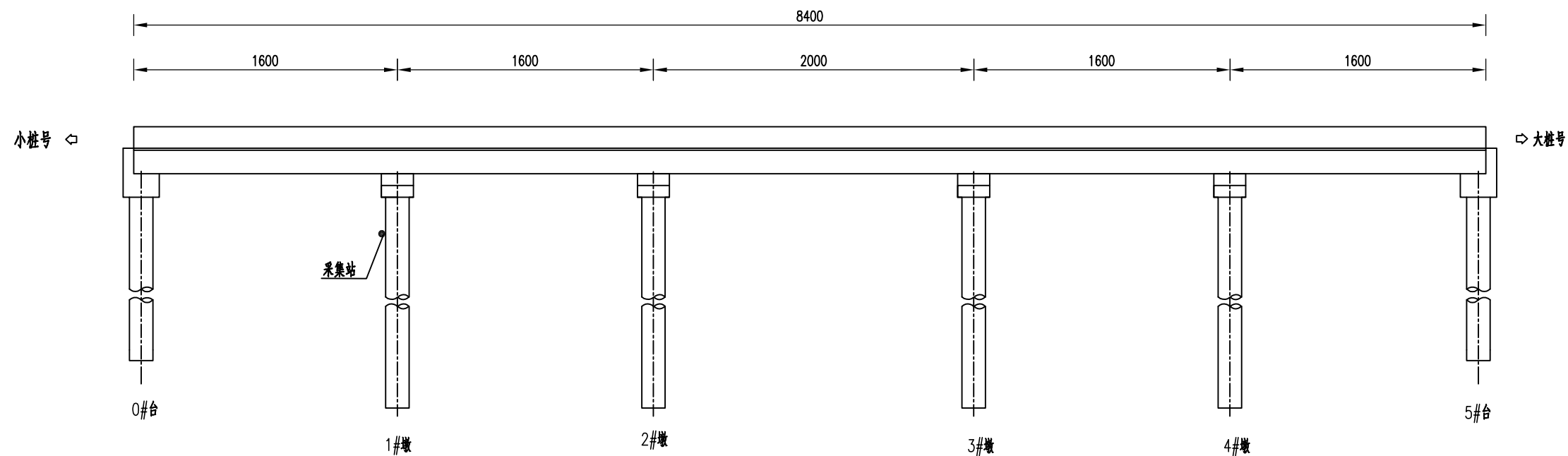
#### 工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	/	图像法动位移监测仪	2	个	左右幅1#墩盖梁
2	MSH-DIS-G02-001-01~08	目标靶	8	个	左幅2#孔跨中断面
3	MSH-DIS-G02-002-09~16		8	个	右幅2#孔跨中断面
4	/	基准靶	2	个	左右幅2#墩盖梁
合计			20		



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
  2. ⊙表示标靶，●表示图像法动位移监测仪。
  3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台，标靶18个（包含基准靶2个）。
  4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢固固定。

### 采集站布置立面图



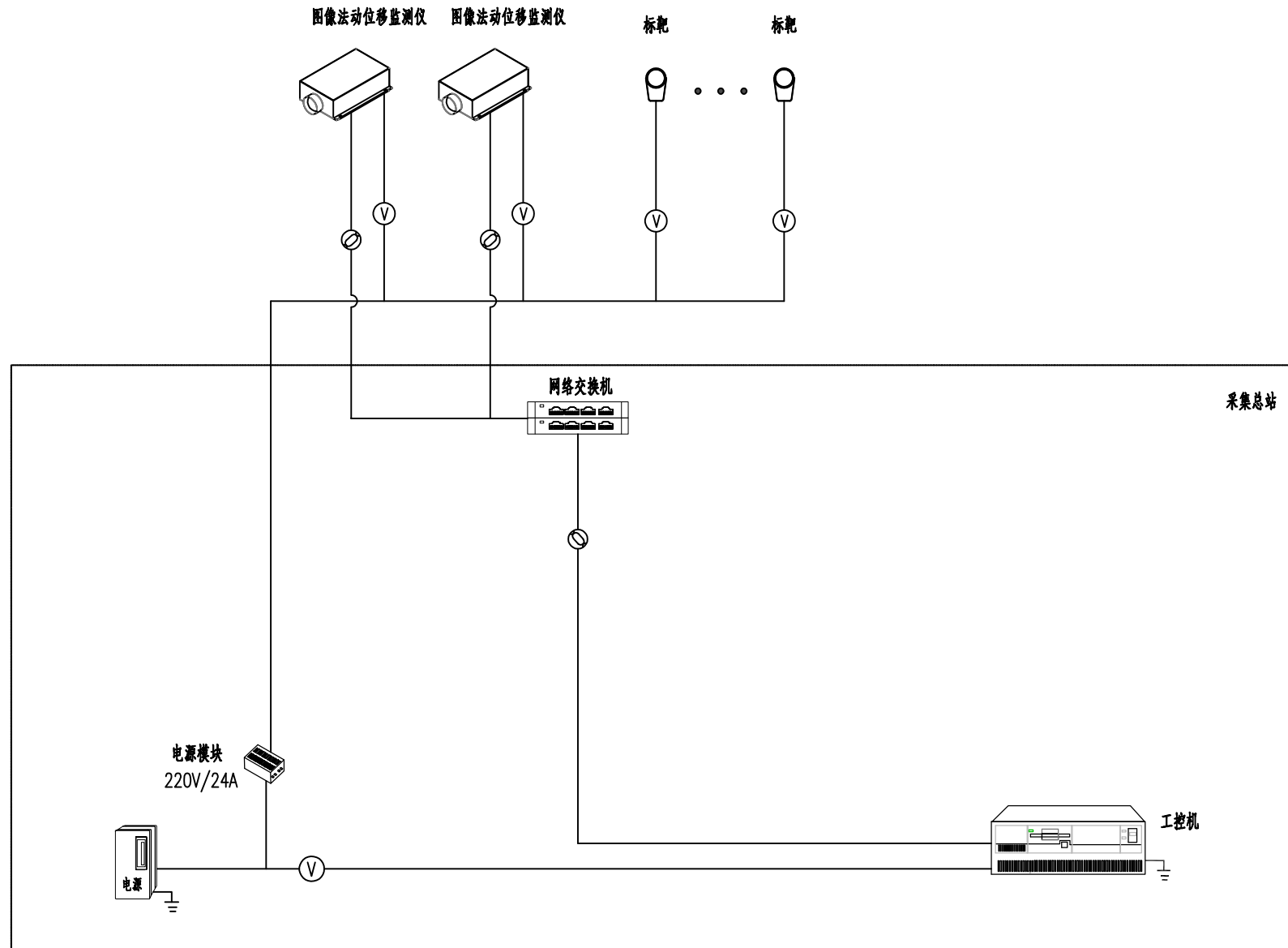
### 工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	左幅1#墩处
合计		1	个	/

注：

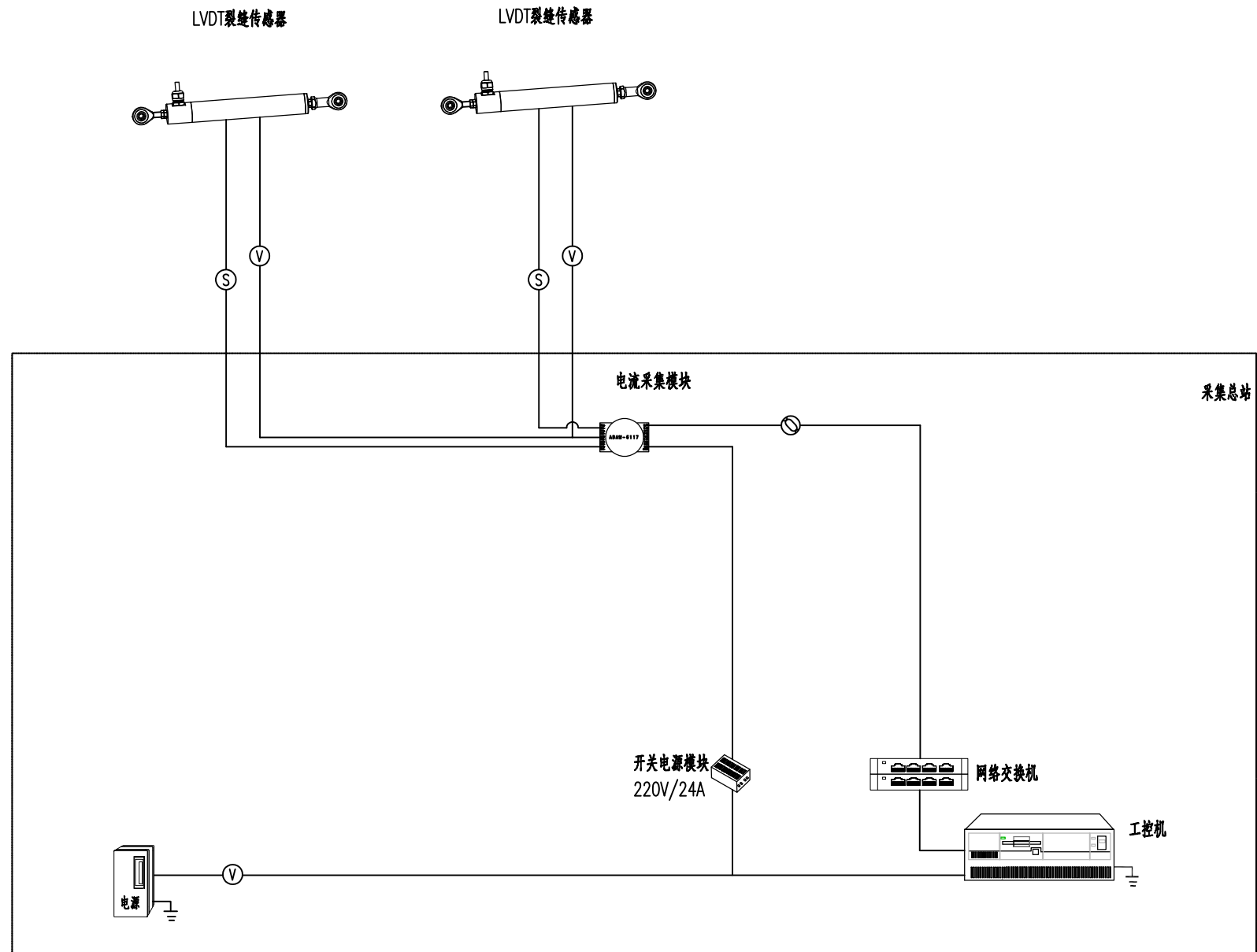
- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示采集站。
- 在左幅1#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

### 竖向位移监测子系统拓扑图



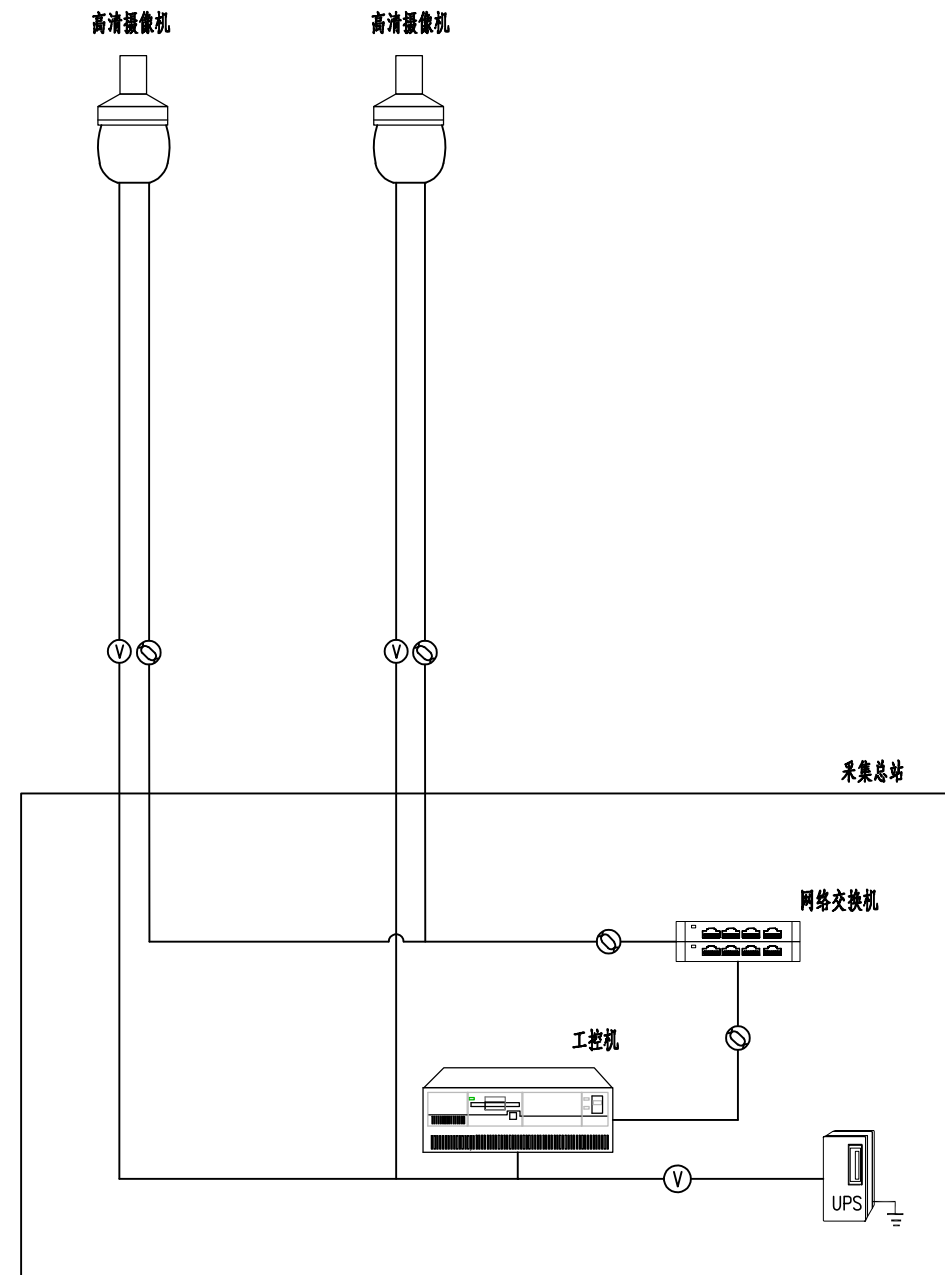
注：  
1. ①表示电力电缆。  
2. ②表示网线。

### 结构裂缝监测子系统拓扑图



注：  
 1. ⊙表示通讯电缆，⓪表示电力电缆。  
 2. ⊙表示网线，⊙表示光缆。

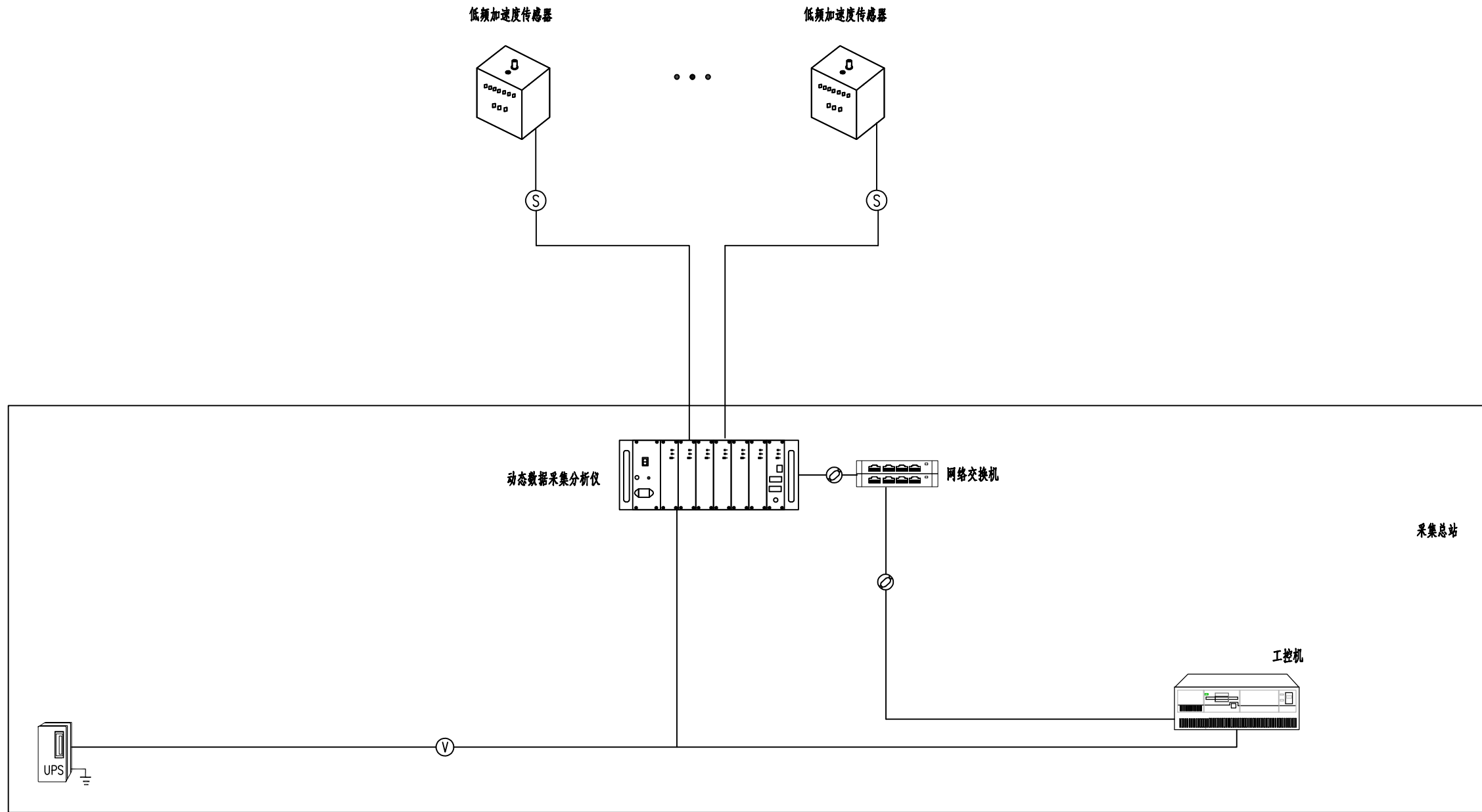
### 特殊事件抓拍、航道监控子系统拓扑图



注：  
1. ⊙ 表示通讯电缆，Ⓜ 表示电力电缆；  
2. ⊘ 表示网线。



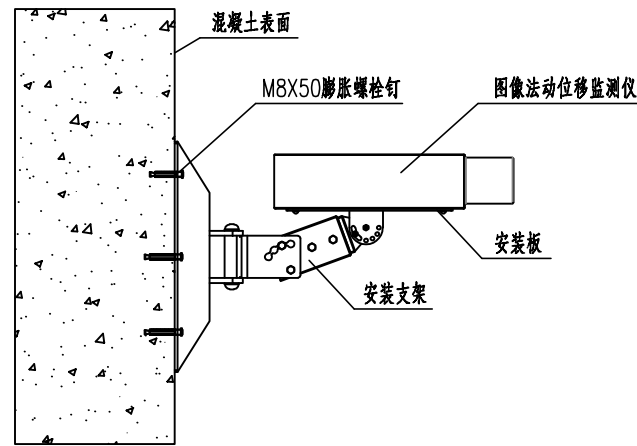
### 主梁振动、船舶撞击监测子系统拓扑图



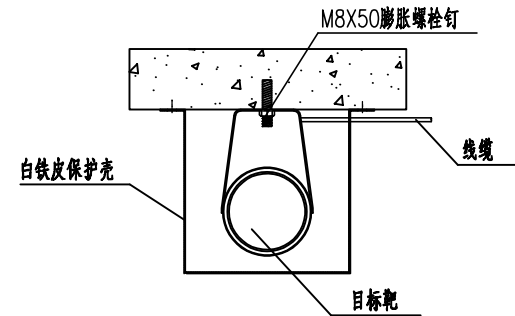
注:

1. S 表示通讯电缆, V 表示电力电缆;
2. O 表示网线, ⊙ 表示光缆。

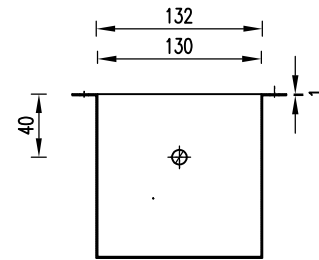
图像法动位移监测仪安装示意图



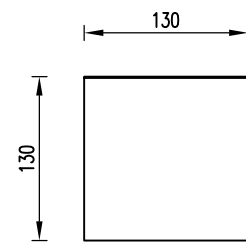
标靶安装示意图



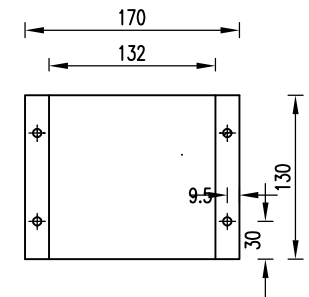
标靶保护壳正面图



标靶保护壳侧面图



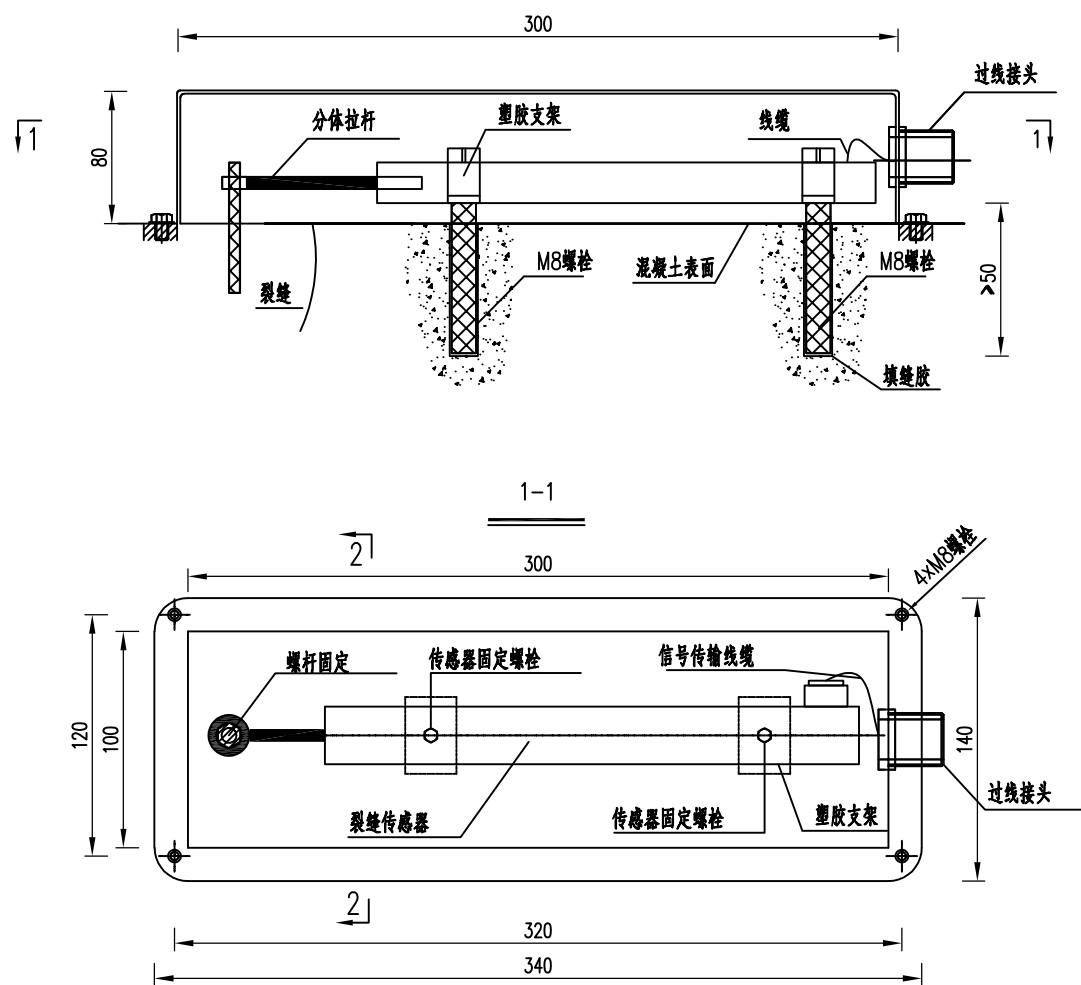
标靶保护壳平面图



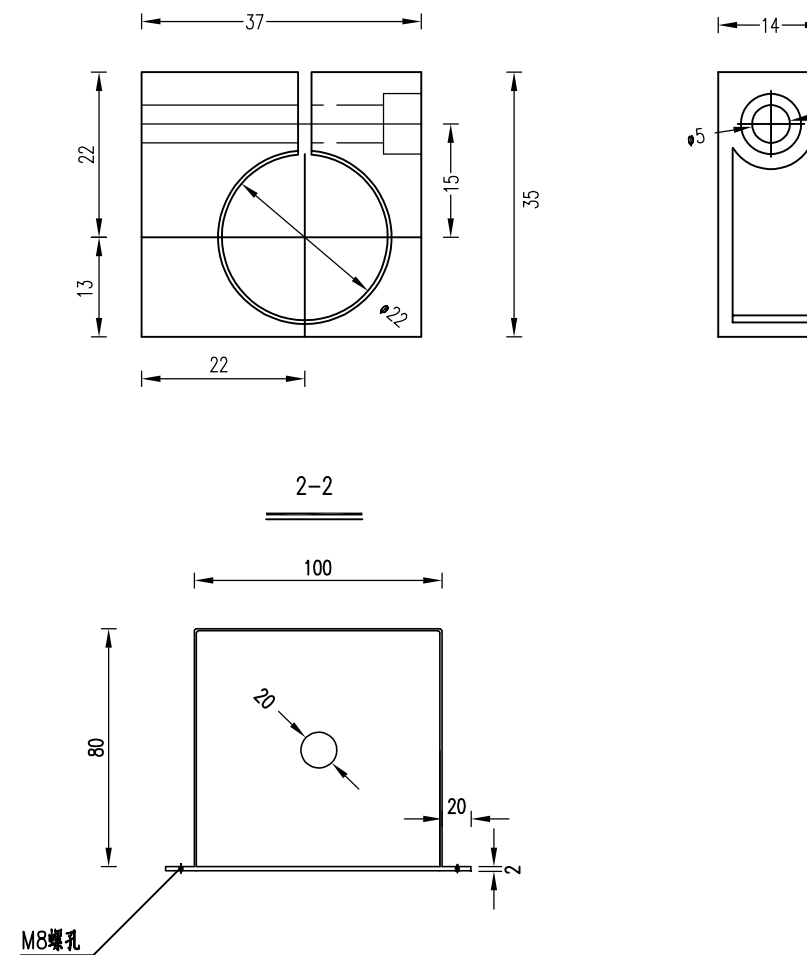
注：

1. 竖向位移监测安装时目标靶靶心应对向图像法动位移监测仪，并确保测试数据有效；
2. 动挠度传感器观测范围可通过专用支架上万向节调整方向，确定观测范围后紧固；
3. 各加工件加工完成后需磨光处理。
4. 保护罩采用1mm厚不锈钢板折弯制作。

LVDT裂缝计安装图示



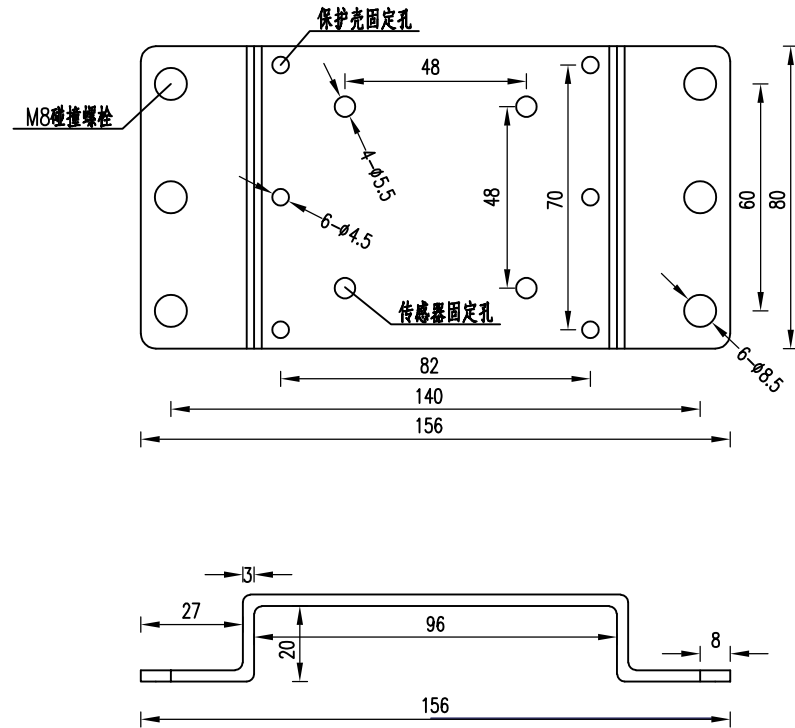
塑料支架图示



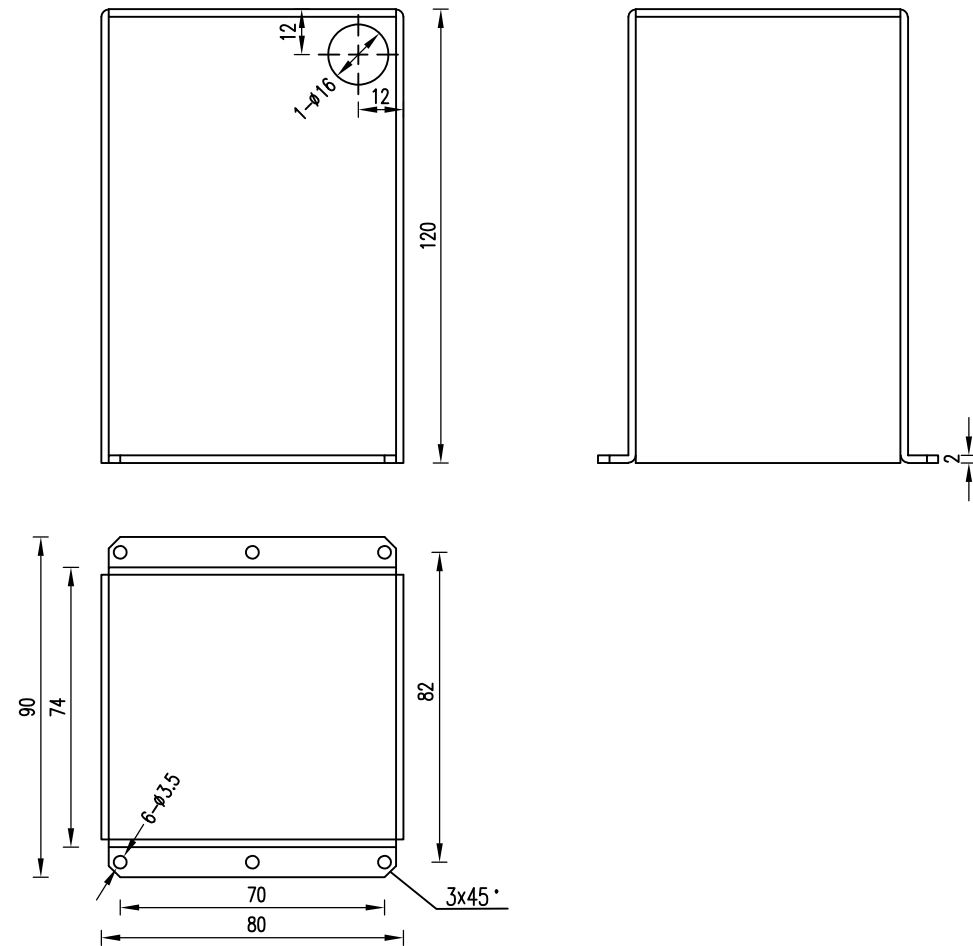
注:

1. 图中尺寸均以mm计。
2. 塑料支架应采用植筋的方式固定于混凝土表面。
3. 保护罩采用2mm厚不锈钢板折弯制作。

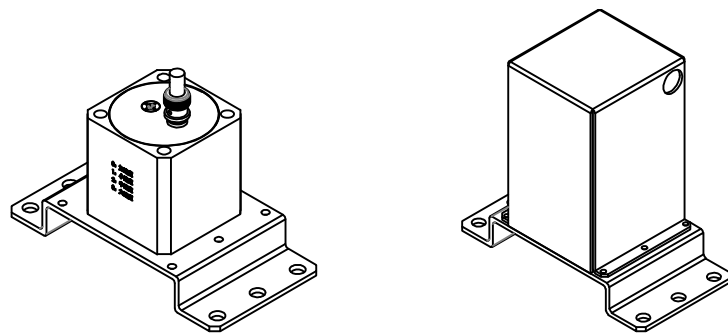
振动监测支座构造示意图



振动监测保护壳构造示意图



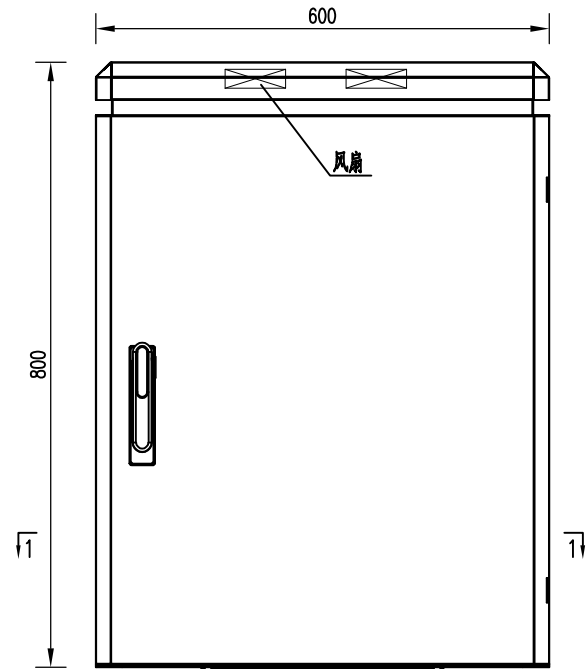
振动传感器安装三维示意图



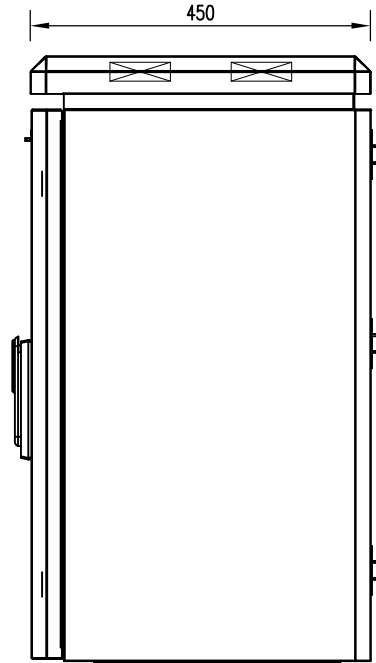
注:

1. 本图尺寸均以mm计。
2. 保护罩采用2mm厚不锈钢板折弯制作。

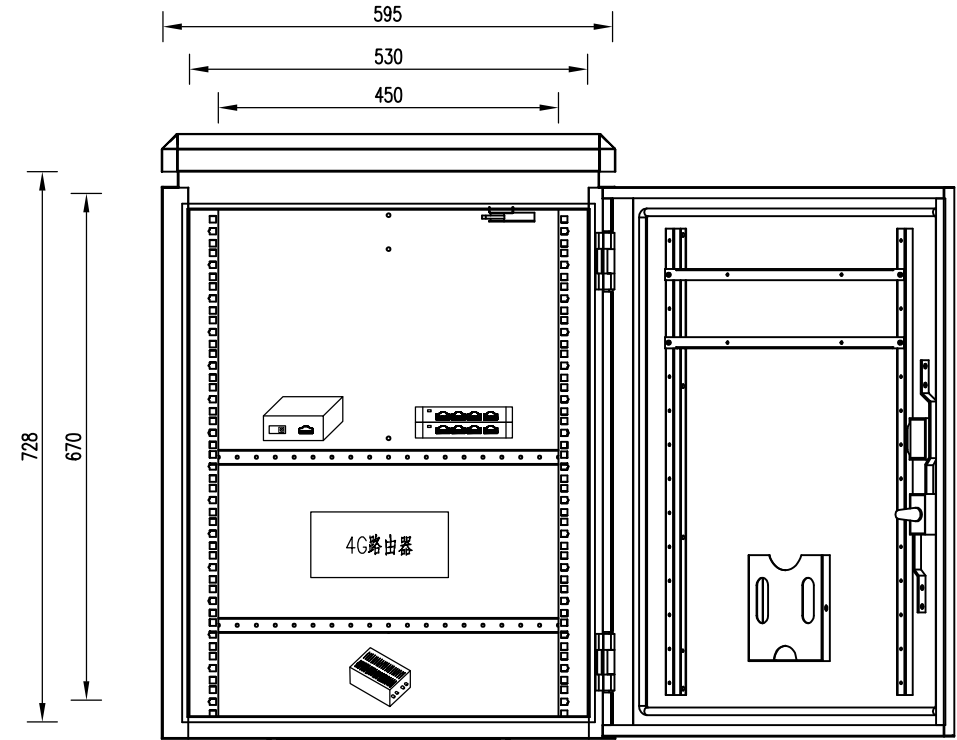
机柜正面图



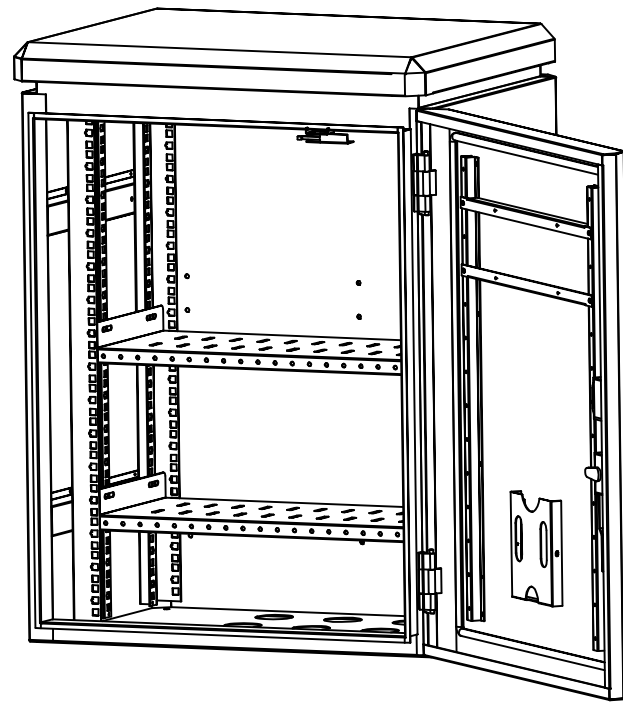
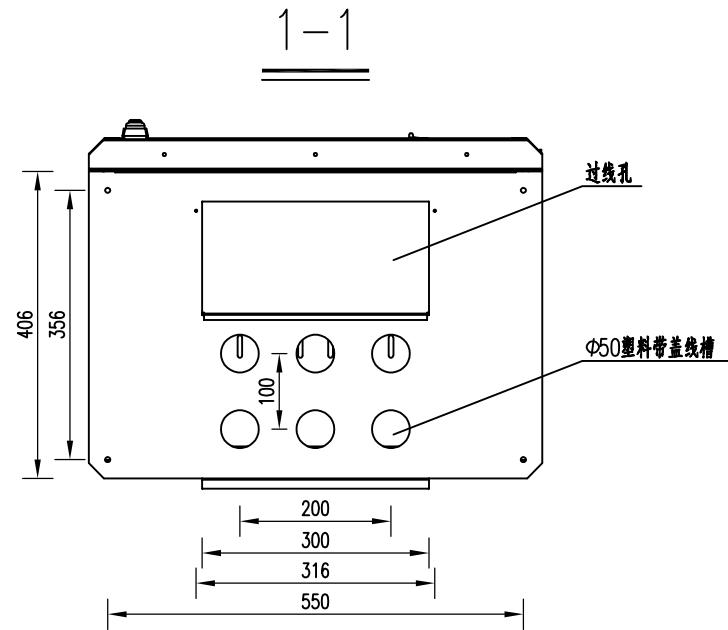
机柜侧面图



内部构造图

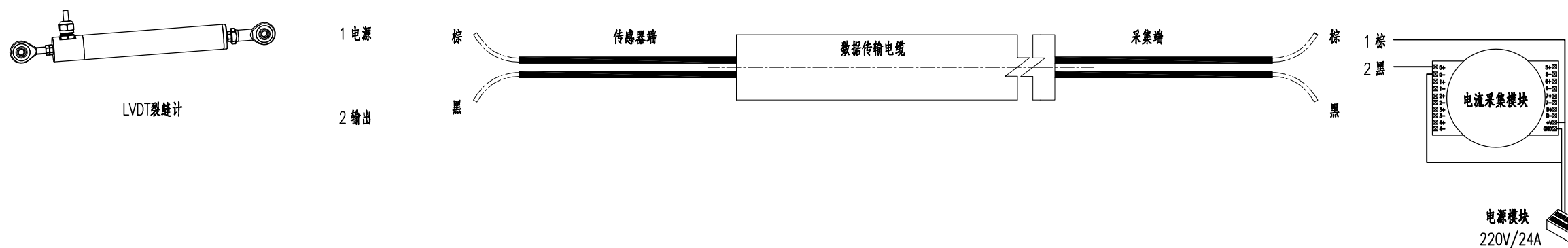


机柜三视图



- 注：
1. 图中尺寸均以毫米计。
  2. 图示配备2块层板，可根据现场需求增设层板数量。

### 裂缝计接线示意图



### 接线关系对应表

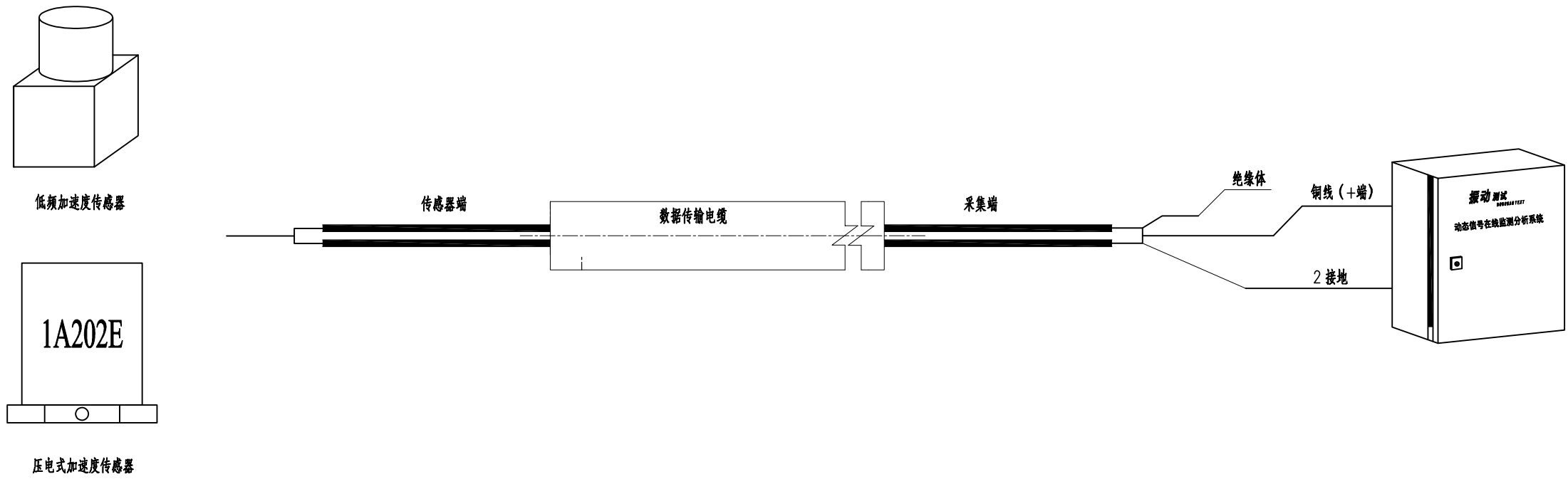
序号	接线排	用途	接线颜色	传输线缆	描述
1	1#	电源+	棕	芯1	接24V+
2	2#	输出	黑	芯2	输出信号

注：

- 1.本图为接线示意图，可根据供电、数据传输电缆实际配色调整；
- 2.供电、数据传输电缆优先选用机电设备原装线缆。



### 低频加速度传感器接线示意图



### 接线关系对应表

序号	接线排	用途	接线位置	传输线缆	描述
1	1#	加速度	铜线	芯1	接采集仪
2	2#	地	屏蔽线	芯2	接地

注:

- 1.本图为接线示意图;
- 2.主光缆应布置有备用芯。

通信地址：北京市西城区德胜门外大街 85 号  
A 座 732 安全质量环保监督部  
邮 编：100088

质量监督电话：010-82017638  
传 真：010-82017638  
电子邮箱：[QHSE@hpdi.com.cn](mailto:QHSE@hpdi.com.cn)  
网 址：<http://www.hpdi.com.cn/>