

2026 年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计

2026QL-JKJCSJ2 标段

施工图设计

第一册 共一册

招商局重庆交通科研设计院有限公司

二〇二六年五月

序号	图 表 名 称	图表号	页码	备注
1	设计说明	SI-01	64	
2	桥梁监测点编号命名规则	SI-02	1	
3	设备图例	SI-03	1	
4	传感器子系统总体拓扑图	SI-04	1	
各桥传感器子系统测点布置图				
5	G36 马群互通 2 号立交桥工程量清单	SI-05-01	1	
6	G36 马群互通 2 号立交桥设备布设表	SI-05-02	1	
7	G36 马群互通 2 号立交桥传感器子系统总体布置图	SI-05-03	1	
8	G36 马群互通 2 号立交桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-05-04	2	
9	G36 马群互通 2 号立交桥数据采集站布置图	SI-05-05	1	
10	G36 马群互通 2 号立交桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-05-06	1	
11	G36 马群互通 1 号立交桥工程量清单	SI-06-01	1	
12	G36 马群互通 1 号立交桥设备布设表	SI-06-02	1	
13	G36 马群互通 1 号立交桥传感器子系统总体布置图	SI-06-03	1	
14	G36 马群互通 1 号立交桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-06-04	2	
15	G36 马群互通 1 号立交桥振动倾角监测测点布置图	SI-06-05	2	
16	G36 马群互通 1 号立交桥数据采集站布置图	SI-06-06	1	
17	G36 马群互通 1 号立交桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-06-07	1	
18	G42 马群互通 3 号立交桥工程量清单	SI-07-01	1	
19	G42 马群互通 3 号立交桥设备布设表	SI-07-02	1	
20	G42 马群互通 3 号立交桥传感器子系统总体布置图	SI-07-03	1	
21	G42 马群互通 3 号立交桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-07-04	2	
22	G42 马群互通 3 号立交桥振动倾角监测测点布置图	SI-07-05	2	
23	G42 马群互通 3 号立交桥数据采集站布置图	SI-07-06	1	
24	G42 马群互通 3 号立交桥传主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-07-07	1	
25	G42 马群互通 4 号立交桥工程量清单	SI-08-01	1	
26	G42 马群互通 4 号立交桥设备布设表	SI-08-02	1	
27	G42 马群互通 4 号立交桥传感器子系统总体布置图	SI-08-03	1	
28	G42 马群互通 4 号立交桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-08-04	2	
29	G42 马群互通 4 号立交桥数据采集站布置图	SI-08-05	1	
30	G42 马群互通 4 号立交桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-08-06	1	
31	G42 马群中桥工程量清单	SI-09-01	1	
32	G42 马群中桥设备布设表	SI-09-02	1	
33	G42 马群中桥传感器子系统总体布置图	SI-09-03	1	
34	G42 马群中桥传主梁竖向位移监测测点布置图	SI-09-04	2	
35	G42 马群中桥数据采集站布置图	SI-09-05	1	
36	G42 马群中桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-09-06	1	
37	G42 万家楼互通主线桥工程量清单	SI-10-01	1	
38	G42 万家楼互通主线桥设备布设表	SI-10-02	1	
39	G42 万家楼互通主线桥传感器子系统总体布置图	SI-10-03	1	
40	G42 万家楼互通主线桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-10-04	2	
41	G42 万家楼互通主线桥振动倾角监测测点布置图	SI-10-05	2	
42	G42 万家楼互通主线桥数据采集站布置图	SI-10-06	1	

序号	图 表 名 称	图表号	页码	备注
43	G42 万家楼互通主线桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-10-07	1	
44	G42 钟学北路桥工程量清单	SI-11-01	1	
45	G42 钟学北路桥设备布设表	SI-11-02	1	
46	G42 钟学北路桥传感器子系统总体布置图	SI-11-03	1	
47	G42 钟学北路桥振动倾角监测测点布置图	SI-11-04	2	
48	G42 柳营南路桥工程量清单	SI-12-01	1	
49	G42 柳营南路桥设备布设表	SI-12-02	1	
50	G42 柳营南路桥传感器子系统总体布置图	SI-12-03	1	
51	G42 柳营南路桥振动倾角监测测点布置图	SI-12-04	2	
52	G42 柳营南路桥梁端位移监测测点布置图	SI-12-05	1	
53	G42 柳营南路桥数据采集站布置图	SI-12-06	1	
54	G42 柳营南路桥梁端位移监测线缆布置图	SI-12-07	1	
55	G42 八机中桥工程量清单	SI-13-01	1	
56	G42 八机中桥设备布设表	SI-13-02	1	
57	G42 八机中桥传感器子系统总体布置图	SI-13-03	1	
58	G42 八机中桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-13-04	2	
59	G42 八机中桥振动倾角监测测点布置图	SI-13-05	2	
60	G42 八机中桥数据采集站布置图	SI-13-06	1	
61	G42 八机中桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-13-07	1	
62	G42 五百户互通主线立交大桥工程量清单	SI-14-01	1	
63	G42 五百户互通主线立交大桥设备布设表	SI-14-02	1	
64	G42 五百户互通主线立交大桥传感器子系统总体布置图	SI-14-03	1	
65	G42 五百户互通主线立交大桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-14-04	2	
66	G42 五百户互通主线立交大桥梁端位移监测测点布置图	SI-14-05	1	
67	G42 五百户互通主线立交大桥振动倾角监测测点布置图	SI-14-06	2	
68	G42 五百户互通主线立交大桥数据采集站布置图	SI-14-07	1	
69	G42 五百户互通主线立交大桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-14-08	1	
70	G42 五百户互通主线立交大桥梁端位移监测线缆布置图	SI-14-09	1	
71	G42 牌楼小桥工程量清单	SI-15-01	1	
72	G42 牌楼小桥设备布设表	SI-15-02	1	
73	G42 牌楼小桥传感器子系统总体布置图	SI-15-03	1	
74	G42 牌楼小桥振动倾角监测测点布置图	SI-15-04	2	
75	G42 友谊小桥工程量清单	SI-16-01	1	
76	G42 友谊小桥设备布设表	SI-16-02	1	
77	G42 友谊小桥传感器子系统总体布置图	SI-16-03	1	
78	G42 友谊小桥振动倾角监测测点布置图	SI-16-04	2	
79	G42 站东二路桥工程量清单	SI-17-01	1	
80	G42 站东二路桥设备布设表	SI-17-02	1	
81	G42 站东二路桥传感器子系统总体布置图	SI-17-03	1	
82	G42 站东二路桥振动倾角监测测点布置图	SI-17-04	2	
83	G42 站东路桥工程量清单	SI-18-01	1	
84	G42 站东路桥设备布设表	SI-18-02	1	
85	G42 站东路桥传感器子系统总体布置图	SI-18-03	1	

序号	图 表 名 称	图表号	页码	备注
86	G42 站东路桥振动倾角监测测点布置图	SI-18-04	2	
87	G42 站西路桥工程量清单	SI-19-01	1	
88	G42 站西路桥设备布设表	SI-19-02	1	
89	G42 站西路桥传感器子系统总体布置图	SI-19-03	1	
90	G42 站西路桥振动倾角监测测点布置图	SI-19-04	2	
91	G42 站西二路桥工程量清单	SI-20-01	1	
92	G42 站西二路桥设备布设表	SI-20-02	1	
93	G42 站西二路桥传感器子系统总体布置图	SI-20-03	1	
94	G42 站西二路桥振动倾角监测测点布置图	SI-20-04	2	
95	G42 铁心桥互通主线桥工程量清单	SI-21-01	1	
96	G42 铁心桥互通主线桥设备布设表	SI-21-02	1	
97	G42 铁心桥互通主线桥传感器子系统总体布置图	SI-21-03	1	
98	G42 铁心桥互通主线桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-21-04	2	
99	G42 铁心桥互通主线桥振动倾角监测测点布置图	SI-21-05	2	
100	G42 铁心桥互通主线桥数据采集站布置图	SI-21-06	1	
101	G42 铁心桥互通主线桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-21-07	1	
102	G42 经四路互通主线桥工程量清单	SI-22-01	1	
103	G42 经四路互通主线桥设备布设表	SI-22-02	1	
104	G42 经四路互通主线桥传感器子系统总体布置图	SI-22-03	1	
105	G42 经四路互通主线桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-22-04	2	
106	G42 经四路互通主线桥振动倾角监测测点布置图	SI-22-05	2	
107	G42 经四路互通主线桥数据采集站布置图	SI-22-06	1	
108	G42 经四路互通主线桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-22-07	1	
109	G42 友谊路桥工程量清单	SI-23-01	1	
110	G42 友谊路桥设备布设表	SI-23-02	1	
111	G42 友谊路桥传感器子系统总体布置图	SI-23-03	1	
112	G42 友谊路桥振动倾角监测测点布置图	SI-23-04	2	
113	G42 黄河路桥工程量清单	SI-24-01	1	
114	G42 黄河路桥设备布设表	SI-24-02	1	
115	G42 黄河路桥传感器子系统总体布置图	SI-24-03	1	
116	G42 黄河路桥主梁竖向位移监测测点布置图	SI-24-04	2	
117	G42 黄河路桥振动倾角监测测点布置图	SI-24-05	2	
118	G42 黄河路桥数据采集站布置图	SI-24-06	1	
119	G42 黄河路桥主梁竖向位移监测线缆布置图	SI-24-07	1	
传感器子系统拓扑图				
120	竖向位移监测子系统拓扑图	SI-25	1	
121	振动倾角监测子系统拓扑图	SI-26	1	
122	梁端位移监测子系统拓扑图	SI-27	1	
传感器子系统安装图				
123	图像法动位移监测仪、标靶安装大样图	SI-28	1	
124	简易感知报警装置安装大样图	SI-29	1	
125	拉绳式位移计安装大样图	SI-30	1	
126	数据采集站安装大样图	SI-31	1	

[illegible]

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

2015 年，根据交通运输部关于桥梁养护管理的相关要求，江苏省交通运输厅公路事业发展中心启动开展并完成了江苏省普通国省道重点桥梁结构安全监测相关技术研究。为全面推进江苏公路养护管理现代化，2016 年起，省公路事业发展中心决定有计划的逐步将课题研究成果推广应用于全省普通国省道重点桥梁的管养工作。

通过对监测数据的挖掘分析，综合评估桥梁结构实际工作状态和损伤情况等，及时提出针对性改造方案。全省累计采集监测数据超 100 万亿条，容量达 100TB，实现大数据积累、分析与应用，为重要公路桥梁安全、健康运行提供了监测保障。

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）。

2021 年 7 月，为指导公路长大结构健康监测系统试点建设，保障实施效果，交通运输部公路局组织编制并发布了《公路长大桥梁结构监测系统试点建设技术指南》（交公便字〔2021〕256 号）。

2022 年 1 月，为提升公路桥梁安全耐久和科学养护管理水平，指导公路桥梁结构监测系统设计、实施、验收和维护工作，交通运输部发布《公路桥梁结构监测技术规范》（JT/T1037-2022）。

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）》。

2023 年 11 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（2023~2030 年）（征求意见稿）》，要求同步开展普通国道桥梁结构监测体系全面覆盖和中小跨径桥梁轻量化监测系统试点建设工作，进一步提升公路桥梁隧道结构安全水平。

2024 年 8 月，交通运输部发布《交通运输部办公厅关于进一步加强监测预警提升公路防灾抗灾能力的通知》（交办公路函〔2024〕1538 号），要求以公路安全运行为目标，通过科技赋能方式，改善夜间行车条件，稳步提升公路监测预警能力，最大限度减少和避免群死群伤事件发生。

2024 年 10 月，为更好地指导全国公路桥梁群监测系统试点建设，鼓励各地探索形成全国可复制推广的试点成果，推动公路桥梁结构监测技术发展，提升公路桥梁安全运行和养护数字化水平，交通运输部公路局编制了《公路桥梁群监测系统试点建设技术指南》。

截止 2025 年底，江苏省普通国省道桥梁结构健康监测系统建成运营 661 座（其中南京市 58 座），居全国数量最多，在国内率先搭建了省级普通国省道桥梁监测平台，实现了跨江通道全覆盖、特殊桥型全覆盖，并积累了一定的建设和运维经验。

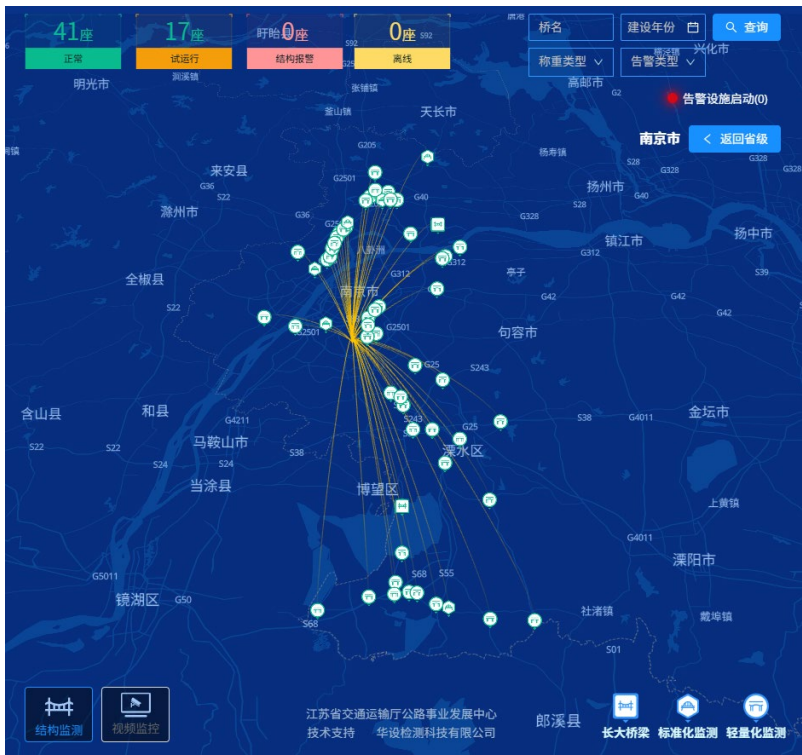
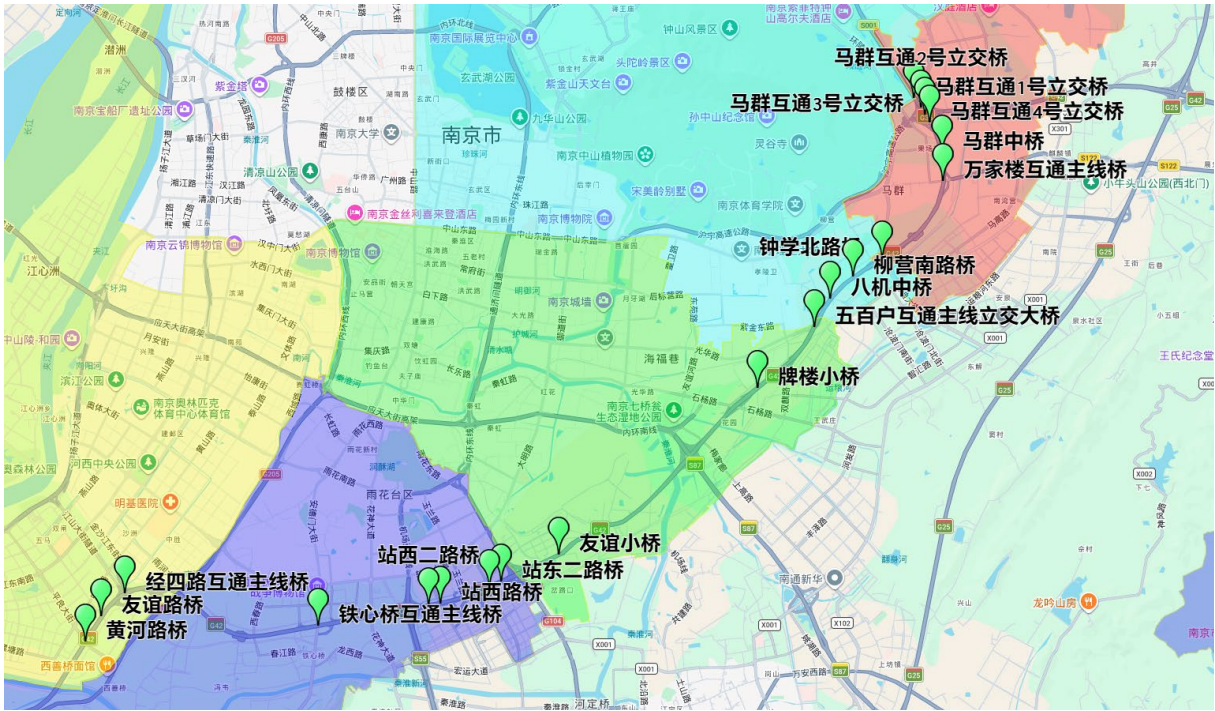


图 1.2-1 南京市普通国省道已建设 58 座桥梁结构健康监测系统地理分布

1.3 桥梁概况

本次 2026 年南京市普通国省道桥梁隧道健康监测项目设计 2026QL-JKJCSJ2 标段共包含 20 座桥梁。其中，栖霞区 6 座桥梁（G36 宁洛高速 1 座，G42 沪蓉高速 5 座）、玄武区 3 座桥梁（G36 宁洛高速 1 座，G42 沪蓉高速 2 座）、秦淮区 3 座桥梁（G42 沪蓉高速 3 座）、雨花台区 5 座桥梁（G42 沪蓉高速 5 座）、建邺区 3 座桥梁（G42 沪蓉高速 3 座）。桥梁地理位置分布如下图所示。



备注：📍轻量化监测系统建设桥梁。

图 1.3-1 桥梁地理位置分布图

1.3.1 G36 马群互通 2 号立交桥

G36 马群互通 2 号立交桥位于南京市栖霞区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 59.00m，中心桩号为 K0+156，于 1994 年建成通车，2005 年左右幅各拓宽 5.25m。

上部结构为 1*14+1*18+1*14m 预应力混凝土连续整体箱梁，桥墩类型为薄壁墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- （1）道路等级：一级公路；
- （2）设计荷载：汽车-超 20 级；
- （3）跨越地物：高速匝道。



(a) 正面照



(b) 侧面照

图 1.3-2 G36 马群互通 2 号立交桥正侧面照

1.3.2 G36 马群互通 1 号立交桥

G36 马群互通 1 号立交桥位于南京市玄武区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 87.20m，中心桩号为 K0+400，于 1994 年建成通车，桥梁于 2005 年拆除重建。

上部结构为 1*17+2*20+1*17m 预应力混凝土连续整体箱梁，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- （1）道路等级：一级公路；
- （2）设计荷载：汽车-超 20 级；
- （3）跨越地物：仙林大道。



(a) 正面照



(b) 侧面照

图 1.3-3 G36 马群互通 1 号立交桥正侧面照

1.3.3 G42 马群互通 3 号立交桥

G42 马群互通 3 号立交桥位于南京市栖霞区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 76.10m，

中心桩号为 K284+114，于 1994 年建成通车，2005 年右幅拓宽 5.25m。

上部结构为 1*15+2*20+1*15m 预应力混凝土连续预制箱梁，桥墩类型为薄壁墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

- 桥梁技术指标：
- (1) 道路等级：一级公路；
 - (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
 - (3) 跨越地物：高速公路。



图 1.3-4 G42 马群互通 3 号立交桥正侧面照

1.3.4 G42 马群互通 4 号立交桥

G42 马群互通 4 号立交桥位于南京市栖霞区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 63.20m，中心桩号为 K284+308，于 1994 年建成通车，2005 年左右幅各拓宽 5.25m。

上部结构为 1*14+1*18+1*14m 预应力混凝土连续整体箱梁，桥墩类型为薄壁墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

- 桥梁技术指标：
- (1) 道路等级：一级公路；
 - (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
 - (3) 跨越地物：高速匝道。



图 1.3-5 G42 马群互通 4 号立交桥正侧面照

1.3.5 G42 马群中桥

G42 马群中桥位于南京市栖霞区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 26.00m，中心桩号为 K284+963，于 1994 年建成通车，2005 年左右幅各拓宽 5m（实际现场拓宽 9m）。

上部结构为 1*20m 预应力混凝土简支空心板，桥面铺装类型为沥青混凝土。

- 桥梁技术指标：
- (1) 道路等级：一级公路；
 - (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
 - (3) 跨越地物：河沟。



图 1.3-6 G42 马群中桥正侧面照

1.3.6 G42 万家楼互通主线桥

G42 万家楼互通主线桥位于南京市栖霞区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 71.10m，中心桩号为 K285+545，于 2005 年建成通车。

上部结构为 1*19+1*27+1*19m 预应力混凝土连续整体箱梁，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
- (3) 跨越地物：S122 省道。



图 1.3-7 G42 万家楼互通主线桥正侧面照

1.3.7 G42 钟学北路桥

G42 钟学北路桥位于南京市栖霞区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 76.12m，中心桩号为 K287+641，于 2012 年建成通车。

上部结构为 4*17.5m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：公路 I 级；
- (3) 跨越地物：启迪大街。



图 1.3-8 G42 钟学北路桥正侧面照

1.3.8 G42 柳营南路桥

G42 柳营南路桥位于南京市玄武区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 76.12m，中心桩号为 K288+343，于 2012 年建成通车。

上部结构为 4*17.5m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：公路 I 级；
- (3) 跨越地物：河沟。



图 1.3-9 G42 柳营南路桥正侧面照

1.3.9 G42 八机中桥

G42 八机中桥位于南京市玄武区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 74.20m，中心桩号为

K289+002，于 1994 年建成通车，2005 年拆除重建。

上部结构为 1*16+2*20+1*16m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
- (3) 跨越地物：双拜岗路。



图 1.3-10 G42 八机中桥正侧面照

1.3.10 G42 五百户互通主线立交大桥

G42 五百户互通主线立交大桥位于南京市秦淮区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 132.10m，中心桩号为 K289+714，于 1994 年建成通车，2005 年左右幅各拓宽 5.25m。

上部结构为 2*25+1*30+1*20+1*25m 预应力混凝土简支 T 梁，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
- (3) 跨越地物：高速匝道。



图 1.3-11 G42 五百户互通主线立交大桥正侧面照

1.3.11 G42 牌楼小桥

G42 牌楼小桥位于南京市秦淮区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 17.20m，中心桩号为 K291+404，于 1994 年建成通车，2025 年左右幅两侧拓宽。

上部结构为 1*6m 钢筋混凝土刚构，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
- (3) 跨越地物：蒋家街路。



图 1.3-12 G42 牌楼小桥正侧面照

1.3.12 G42 友谊小桥

G42 友谊小桥位于南京市秦淮区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 15.50m，中心桩号为 K296+807，于 1994 年建成通车，2025 年左右幅两侧拓宽。

上部结构为 1*6m 钢筋混凝土刚构，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
- (3) 跨越地物：柴园北路。



图 1.3-13 G42 友谊小桥正侧面照

1.3.13 G42 站东二路桥

G42 站东二路桥位于南京市雨花台区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 53.58m，中心桩号为 K298+525，于 2011 年建成通车。

上部结构为 2*20m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：公路 I 级；
- (3) 跨越地物：河沟。



图 1.3-14 G42 站东二路桥正侧面照

1.3.14 G42 站东路桥

G42 站东路桥位于南京市雨花台区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 66.46m，中心桩号为 K298+815，于 2011 年建成通车。

上部结构为 4*14m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：公路 I 级；
- (3) 跨越地物：明城大道。



图 1.3-15 G42 站东路桥正侧面照

1.3.15 G42 站西路桥

G42 站西路桥位于南京市雨花台区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 78.68m，中心桩号

为 K299+870，于 2011 年建成通车。

上部结构为 4*16m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：公路 I 级；
- (3) 跨越地物：绿都大道。



图 1.3-16 G42 站西路桥正侧面照

1.3.16 G42 站西二路桥

G42 站西二路桥位于南京市雨花台区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 54.95m，中心桩号为 K300+115，于 2011 年建成通车。

上部结构为 4*10m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：公路 I 级；
- (3) 跨越地物：河沟。



图 1.3-17 G42 站西二路桥正侧面照

1.3.17 G42 铁心桥互通主线桥

G42 铁心桥互通主线桥位于南京市雨花台区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 77.10m，中心桩号为 K302+003，于 1994 年建成通车，2005 年桥梁拆除重建。

上部结构为 1*16+2*20+1*16m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：一级公路；
- (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
- (3) 跨越地物：铁心桥大街。



图 1.3-18 G42 铁心桥互通主线桥正侧面照

1.3.18 G42 经四路互通主线桥

G42 经四路互通主线桥位于南京市建邺区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 83.00m，中

心桩号为 K306+352，于 1994 年建成通车，2005 年桥梁拆除重建。

上部结构为 3*25m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

- 桥梁技术指标：
- (1) 道路等级：一级公路；
 - (2) 设计荷载：汽车-超 20 级；
 - (3) 跨越地物：数字大道。



图 1.3-19 G42 经四路互通主线桥正侧面照

1.3.19 G42 友谊路桥

G42 友谊路桥位于南京市建邺区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 106.12m，中心桩号为 K307+016，于 2013 年建成通车。

上部结构为 2*20.06+3*20m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

- 桥梁技术指标：
- (1) 道路等级：一级公路；
 - (2) 设计荷载：公路 I 级；
 - (3) 跨越地物：河沟、友谊街。



图 1.3-20 G42 友谊路桥正侧面照

1.3.20 G42 黄河路桥

G42 黄河路桥位于南京市建邺区，桥梁横向为双幅桥，桥梁全长 18.63m，中心桩号为 K307+637，于 2013 年建成通车。

上部结构为 2*20.06+2*20m 预应力混凝土简支空心板，桥墩类型为多柱墩，桥面铺装类型为沥青混凝土。

- 桥梁技术指标：
- (1) 道路等级：一级公路；
 - (2) 设计荷载：公路 I 级；
 - (3) 跨越地物：平良大街。



图 1.3-21 G42 黄河路桥正侧面照

2 设计参考

2.1 设计依据

（1） 《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12）

（2） 《2025 年南京市普通国省道桥梁隧道涵洞定期检查项目报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2025.12）

2.2 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） 《公路桥梁群监测系统试点建设技术指南》(交通运输部公路局，2024.10)

（4） 《公路桥梁结构监测技术规范》（JT/T 1037-2022）；

（5） 《桥梁轻量化监测系统建设规范》（DB32/T 4987-2024）

（6） 《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB 50982-2014）；

（7） 《工程测量通用规范》（GB 55018-2021）；

（8） 《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）；

（9） 《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21-2011）；

（10） 《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/TJ21-2011）；

（11） 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；

（12） 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）；

（13） 《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）；

（14） 《计算机软件可靠性和可维护性管理》（GB/T 14394-2008）；

（15） 《软件产品质量要求与评价》（GB/T 25000.62-2014）；

（16） 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB 50343-2012）；

（17） 《综合布线系统工程设计规范》（GB 50311-2016）；

（18） 《系统接地的型式及安全技术要求》（GB 14050-2008）；

（19） 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。

3 项目调研

3.1 监测桥梁调研

截至 2025 年底，G36 宁洛高速、G42 沪蓉高速已有 2 座桥梁部署有桥梁监测系统，均为结构监测桥梁（轻量化监测）。本项目涉及的 20 座桥梁中，均为新建结构健康监测系统。

3.1.1 线路调研

3.1.1.1 线路建设历程

1、初期建设（1992 年-2003 年）

开工建设：1992 年 7 月，南京绕城公路正式开工，首段东杨坊至刘村段（江南部分）启动建设，全长 31.3 公里，设计为双向四车道一级公路，时速 100 公里。

建成通车：工程征地拆迁仅用 15 天完成，创下“南京速度”，并于1994 年 9 月通车，被称为“金陵第一路”。

成型阶段：2003 年，南京八卦洲长江大桥（长江二桥）通车，使“城内成网、城外成环”格局初步形成，绕城公路开始承担跨江交通分流功能。

2、高速化改造（2000-2017 年）

进入 21 世纪后，随着沪宁、机场、宁马等高速公路相继通车，大量过境车流涌入绕城公路，部分路段日均流量突破 4.5 万辆，远超原设计承载能力。

高速化试点：2000 年，东杨坊至马群段，全长约2.21 公里。作为首次高速化试点，匹配南京八卦洲长江大桥（长江二桥）通车重要连接线。

全面扩建：南京绕城公路扩建工程（马群至刘村段，全长29.1 公里）于 2003 年开工建设，2005 年建成通车。

城市化改造：自 2013 年起，针对关键节点段落，南京绕城公路陆续开展城市化改造（主线拼宽、辅道建设等）。

3、物理闭环（2015-2020 年）

物理闭环：2015 年，江心洲长江大桥（五桥）与浦仪公路跨夹江大桥开工建设。2020 年，随着江心洲大桥、312 国道龙华至张店段、宁马高速油坊桥互通等工程同步通车，

实现江南绕城公路与江北大道“牵手”。历时近 30 年，实现南京绕城公路真正闭环。

桥梁健康监测：2023 年，南京绕城公路 G42 秦淮河大桥、运粮河大桥陆续新建桥梁结构健康监测系统，为线路桥梁运营安全提供保障，并为养护决策提供技术支持。

3.1.1.2 交通流量

南京绕城公路主要承担过境与通勤双重交通功能，是南京“内快外高”交通格局中的核心快速通道。

根据南京绕城公路马群至刘村互通段多个交调点近一年的数据统计，监测桥梁所在区段日均交通量超过 15 万辆，最高达 18 万辆，通行货车交通量超 2 万辆，最高达 23436 辆。线路交通饱和度高（交通拥挤度超过 1.0）。

表 3.1-1 南京绕城公路马群至刘村互通段交调数据汇总表表

观测站名称	中小客流量	大客车流量	小货车流量	中货车流量	大货车流量	特大货流量	集装箱流量	客车流量	货车流量	机动车流量
南京 G42 马群互通（G104 共线）	129026	1207	7920	4071	4116	4497	985	130233	21589	151822
南京 G42 石杨路（G104 共线）	149429	556	12354	2781	4120	3811	370	149984	23436	173420
南京 G42 万家楼互通（G104 共线）	159317	1117	8093	3888	3762	4738	896	160434	21377	181811
南京 G42 油坊桥	117800	666	8492	3476	1019	2032	74	118466	15093	133559

3.1.2 G36 马群互通 2 号立交桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G36 马群互通 2 号立交桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1）桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向六车道+应急车道，桥梁东侧设有辅道，辅道桥面单幅 1 车道+应急车道；
- 2）桥梁跨越高速匝道；
- 3）桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4）桥址东侧 60m 位置设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



(a) 桥面车辆通行及车道分布



(b) 桥下跨越道路情况

图 3.1-1 G36 马群互通 2 号立交桥现场调查情况



图 3.1-2 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G36 马群互通 2 号立交桥评定等级为 89.77 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-2 G36 马群互通 2 号立交桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	87.33	2 类	89.77	2 类
	下部结构	90.01	2 类		
	桥面系	94.15	2 类		

桥梁主要病害：

- (1) 上部结构：混凝土破损剥落。
- (2) 易损构件：桥台混凝土破损、胀裂露筋、钢筋锈胀，技术状况 3 类。

3.1.3 G36 马群互通 1 号立交桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G36 马群互通 1 号立交桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁为双幅分离式结构，桥面左幅四车道+应急车道，右幅四车道+导流线；
- 2) 桥梁跨越仙林大道，桥墩位于道路中央绿化带内，存在车辆撞击风险；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 右幅北侧桥头（大桩号侧桥头）100m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。

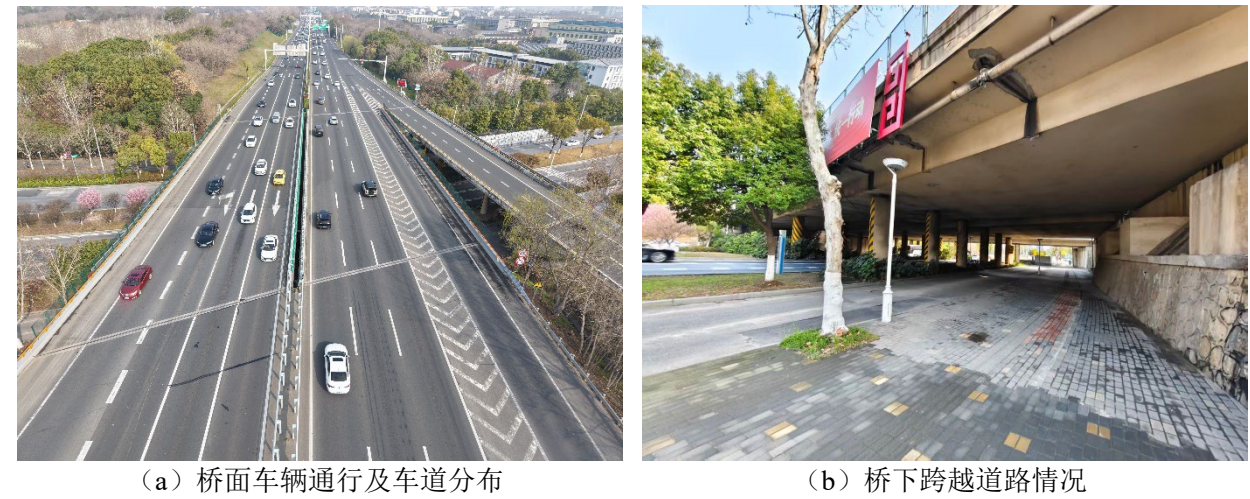


图 3.1-3 G36 马群互通 1 号立交桥现场调查情况



图 3.1-4 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G36 马群互通 1 号立交桥评定等级为 90.55 分/2 类。具体

评定结果如下表所示。

表 3.1-3 G36 马群互通 1 号立交桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	86.75	2 类	90.55	2 类
	下部结构	93.92	2 类		
	桥面系	91.41	2 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：混凝土破损剥落、露筋；部分支座脱空串动、剪切变形。
- （2）易损构件：无。

3.1.4 G42 马群互通 3 号立交桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 马群互通 3 号立交桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向六车道+应急车道，桥梁东侧设有辅道，辅道桥面单幅 2 车道+应急车道；
- 2) 桥梁跨越 G42 高速公路，桥墩位于道路中央绿化带内，存在车辆撞击风险；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 桥址北侧 100m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



图 3.1-5 G42 马群互通 3 号立交桥现场调查情况



图 3.1-6 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 马群互通 3 号立交桥评定等级为 88.71 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-4 G42 马群互通 3 号立交桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	84.67	2 类	88.71	2 类
	下部结构	90.72	2 类		
	桥面系	92.77	2 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：混凝土破损剥落、露筋。
- （2）易损构件：栏杆、护栏技术状况 3 类。

3.1.5 G42 马群互通 4 号立交桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 马群互通 4 号立交桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1）桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向六车道+应急车道，桥梁东侧设有辅道，辅道桥面单幅 1 车道+应急车道；
- 2）桥梁跨越 G42 高速匝道；
- 3）桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4）2025 年新增视频监控点位，桩号 K288+712，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



（a）桥面车辆通行及车道分布



（b）桥下跨越道路情况

图 3.1-7 G42 马群互通 4 号立交桥现场调查情况



图 3.1-8 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 马群互通 4 号立交桥评定等级为 94.54 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-5 G42 马群互通 4 号立交桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	99.42	1 类	94.54	2 类
	下部结构	86.93	2 类		
	桥面系	100.00	1 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：支座钢垫板锈蚀。
- （2）易损构件：桥台麻面、锈胀露筋，技术状况 3 类。

3.1.6 G42 马群中桥

1、服役环境调研

编制：

复核：

审核：

图表号：SI-01

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 马群中桥周边情况进行了现场踏勘。

根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁为双幅分离式结构，左幅 5 车道，右幅 4 车道；
- 2) 桥梁跨越河沟；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 左幅南侧桥头（大桩号侧桥头）位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。

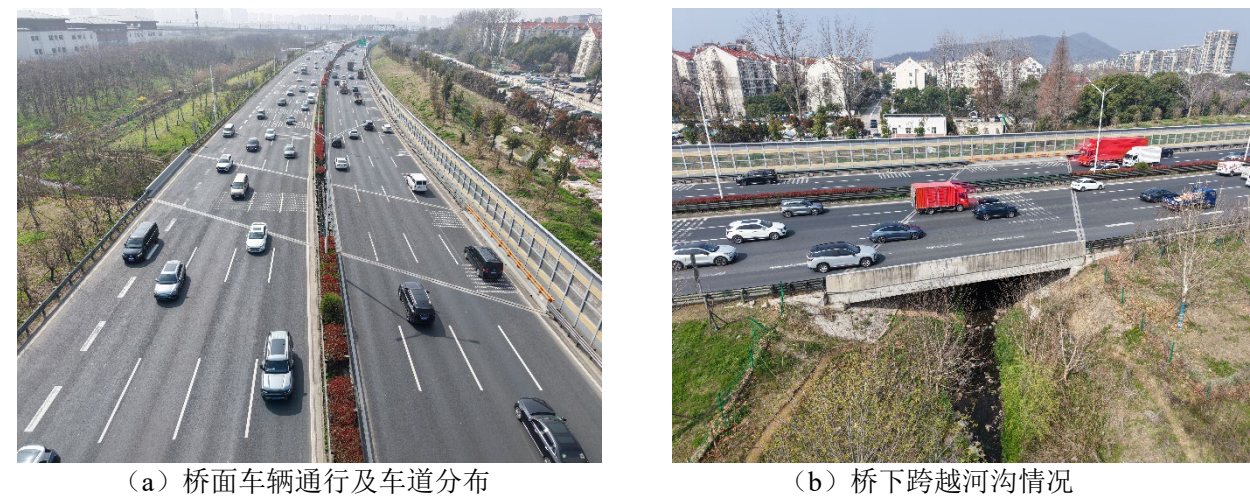


图 3.1-9 G42 马群中桥现场调查情况



图 3.1-10 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 马群中桥评定等级为 94.57 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-6 G42 马群中桥 2024 年技术状况评定结果表					
评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	97.99	1 类	94.57	2 类
	下部结构	92.28	2 类		
	桥面系	92.30	2 类		

- 桥梁主要病害：
- (1) 上部结构：支座钢垫板锈蚀。
 - (2) 易损构件：翼墙、耳墙、伸缩缝装置为 3 类。

3.1.7 G42 万家楼互通主线桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 万家楼互通主线桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁为双幅分离式结构，桥面双向八车道；
- 2) 桥梁跨越 S122 省道，桥墩有一定撞击风险；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 左幅南侧桥头（大桩号侧桥头）70m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



图 3.1-11 G42 万家楼互通主线桥现场调查情况



图 3.1-12 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 万家楼互通主线桥评定等级为 89.86 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-7 G42 万家楼互通主线桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	83.64	2 类	89.86	2 类
	下部结构	99.93	1 类		
	桥面系	82.18	2 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：混凝土露筋，蜂窝麻面。
- （2）易损构件：伸缩缝装置为 3 类。

3.1.8 G42 钟学北路桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 钟学北路桥周边情况进行了现场踏勘。

根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1）桥梁为双幅分离式结构，桥面双向八车道；
- 2）桥梁跨越启迪大街，桥墩有一定撞击风险，已设置防撞护栏；
- 3）桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4）左幅西侧桥头（大桩号侧桥头）50m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



（a）桥面车辆通行及车道分布



（b）桥下跨越道路情况

图 3.1-13 G42 钟学北路桥现场调查情况



图 3.1-14 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 钟学北路桥评定等级为 91.03 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-8 G42 钟学北路桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	90.12	2 类	91.03	2 类
	下部结构	93.25	2 类		
	桥面系	88.39	2 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：混凝土破损剥落、露筋。
- （2）易损构件：伸缩缝装置为 3 类。

3.1.9 G42 柳营南路桥

1、服役环境调研

编制：

复核：

审核：

图表号：SI-01

2026年3月，我单位安排工程技术人员对 G42 柳营南路桥周边情况进行了现场踏勘。
根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁为双幅分离式结构，桥面左幅 5 车道，右幅 5 车道+应急车道；
- 2) 桥梁跨越河沟，下方规划柳营南路；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 左幅西侧桥头（大桩号侧桥头）50m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。

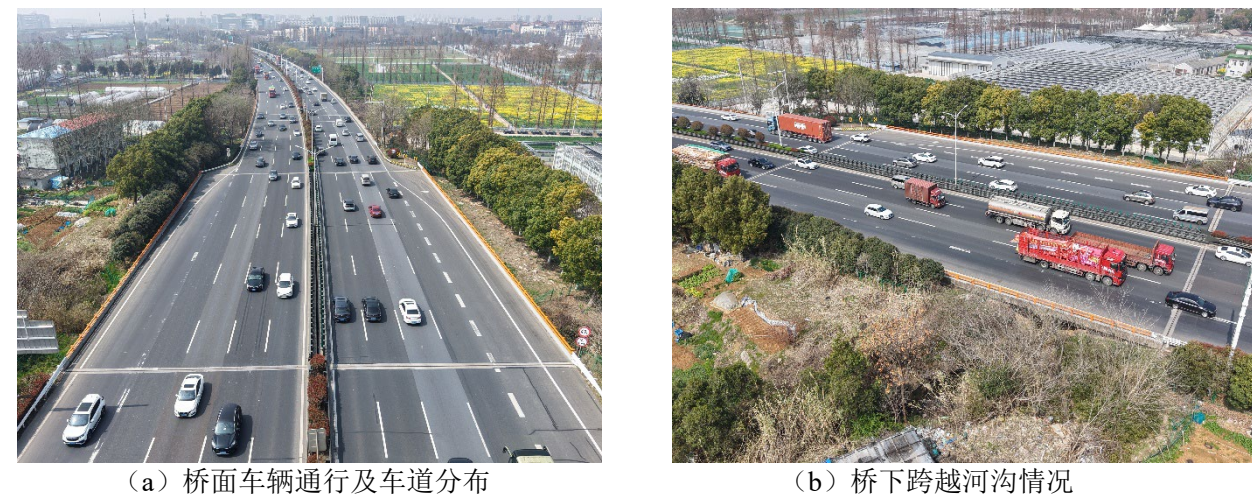


图 3.1-15 G42 柳营南路桥现场调查情况



图 3.1-16 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 柳营南路桥评定等级为 93.33 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-9 G42 柳营南路桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	90.21	2 类	93.33	2 类
	下部结构	97.80	1 类		
	桥面系	90.65	2 类		

- 桥梁主要病害：
- (1) 上部结构：混凝土破损剥落；支座钢垫板锈蚀。
 - (2) 易损构件：伸缩缝装置为 3 类。

3.1.10 G42 八机中桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 八机中桥周边情况进行了现场踏勘。
根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁为双幅分离式结构，桥面双向八车道；
- 2) 桥梁跨越双拜岗路，桥墩存在撞击风险；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 左幅南侧桥头（大桩号侧桥头）100m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



图 3.1-17 G42 八机中桥现场调查情况



图 3.1-18 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 八机中桥评定等级为 94.40 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-10 G42 八机中桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	91.49	2 类	94.40	2 类
	下部结构	94.52	2 类		
	桥面系	100.00	1 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：混凝土破损剥落，底板纵向裂缝。
- （2）易损构件：无。

3.1.11 G42 五百户互通主线立交大桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 五百户互通主线立交大桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1）桥梁为双幅分离式结构，桥面双向八车道；
- 2）桥梁跨越匝道，桥墩存在碰撞风险；
- 3）桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4）右幅南侧桥头（大桩号侧桥头）250m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



（a）桥面车辆通行及车道分布



（b）桥下跨越道路情况

图 3.1-19 G42 五百户互通主线立交大桥现场调查情况



图 3.1-20 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

（3）根据《2025 年南京市普通国省道桥梁隧道涵洞定期检查项目报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2025.12），G42 五百户互通主线立交大桥评定等级为 89.41 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-11 G42 五百户互通主线立交大桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	87.47	2 类	89.41	2 类
	下部结构	93.92	2 类		
	桥面系	84.29	2 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：混凝土破损剥落、露筋；部分支座脱空、串动、剪切变形。
- （2）易损构件：无。

3.1.12 G42 牌楼小桥

1、服役环境调研

编制：

复核：

审核：

图表号：SI-01

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 牌楼小桥周边情况进行了现场踏勘。

根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁为双幅分离式结构，桥面双向十车道+应急车道；
- 2) 桥梁跨越蒋家街路；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 右幅北侧桥头（小桩号侧桥头）200m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。

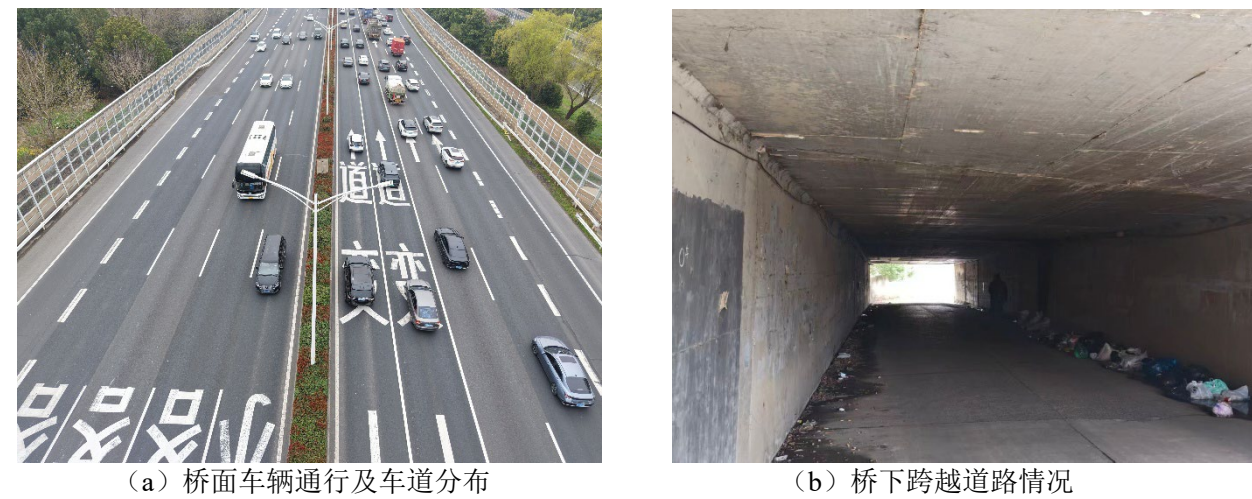


图 3.1-21 G42 牌楼小桥现场调查情况

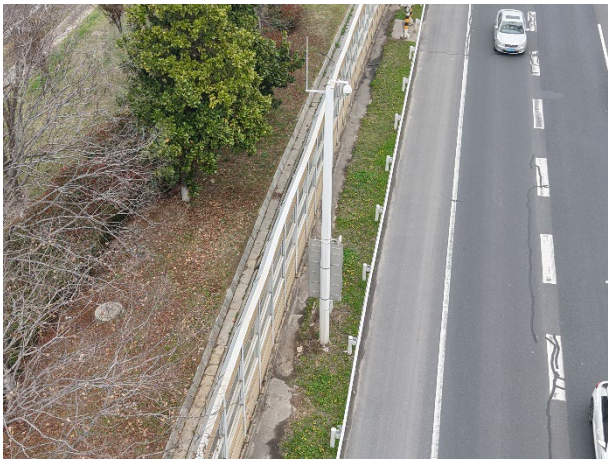


图 3.1-22 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 牌楼小桥评定等级为 89.51 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-12 G42 牌楼小桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	87.78	2 类	89.51	2 类
	下部结构	87.12	2 类		
	桥面系	97.75	1 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：底板斜向裂缝。
- （2）易损构件：桥台竖向裂缝，桥台、照明、标志为 3 类。

3.1.13 G42 友谊小桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 友谊小桥周边情况进行了现场踏勘。

根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁为双幅分离式结构，桥面双向八车道；
- 2) 桥梁跨越柴园北路；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 右幅北侧桥头（小桩号侧桥头）400m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。

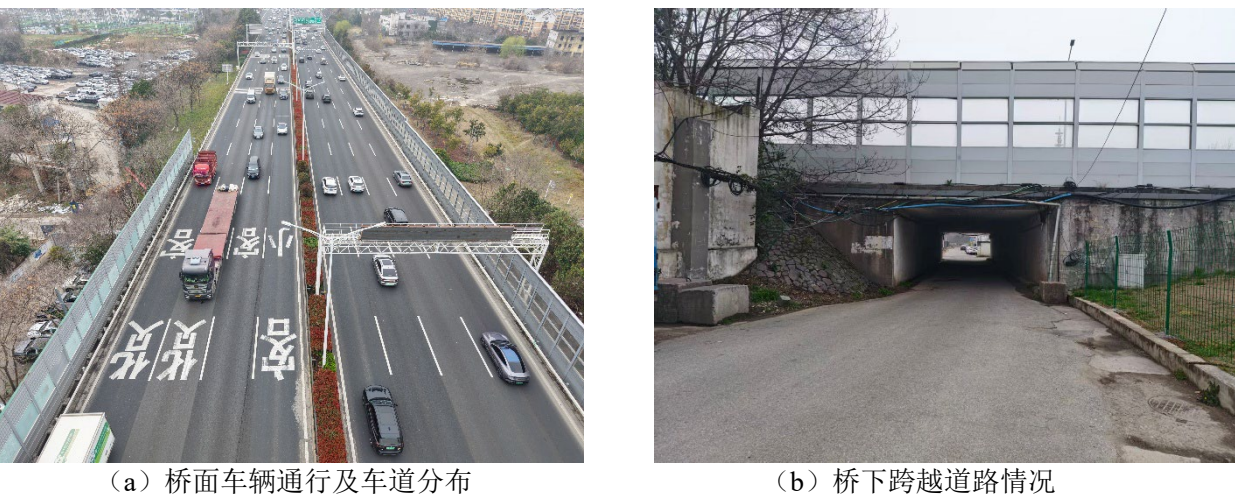


图 3.1-23 G42 友谊小桥现场调查情况



图 3.1-24 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 友谊小桥评定等级为 83.54 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-13 G42 友谊小桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	63.50	3 类	83.54	2 类
	下部结构	95.35	1 类		
	桥面系	100.00	1 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：存在刮擦，混凝土剥落、破损露筋，技术状况 3 类。
- （2）易损构件：上部承重构件 3 类。

3.1.14 G42 站东二路桥

1、服役环境调研

2026年3月，我单位安排工程技术人员对 G42 站东二路桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1）桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向六车道+应急车道，桥梁两侧设有辅道，北侧辅道桥面单幅三车道+应急车道，南侧辅道桥面单幅两车道；
- 2）桥梁跨越河沟；
- 3）桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4）左幅东侧桥头（小桩号侧桥头）50m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



（a）桥面车辆通行及车道分布



（b）桥下跨越河沟情况

图 3.1-25 G42 站东二路桥现场调查情况



图 3.1-26 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 站东二路桥评定等级为 90.54 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-14 G42 站东二路桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	85.64	2 类	90.54	2 类
	下部结构	94.32	2 类		
	桥面系	92.77	2 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：底板纵向裂缝。
- （2）易损构件：上部承重构件、栏杆、护栏为 3 类。

3.1.15 G42 站东路桥

1、服役环境调研

编制：

复核：

审核：

图表号：SI-01

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 站东路桥周边情况进行了现场踏勘。

根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向六车道+应急车道，桥梁两侧设有辅道，北侧辅道桥面单幅 3 车道+应急车道，南侧辅道桥面单幅 4 车道+应急车道；
- 2) 桥梁跨越明城大道，桥墩位于道路中央绿化带内，存在撞击风险；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 左幅东侧桥头（小桩号侧桥头）60m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



图 3.1-27 G42 站东路桥现场调查情况



图 3.1-28 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 站东路桥评定等级为 91.51 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-15 G42 站东路桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	90.63	2 类	91.51	2 类
	下部结构	88.15	2 类		
	桥面系	100.00	1 类		

桥梁主要病害：

- (1) 上部结构：混凝土破损剥落；部分支座脱空、串动。
- (2) 易损构件：桥台竖向裂缝，支座、桥台为 3 类。

3.1.16 G42 站西路桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 站西路桥周边情况进行了现场踏勘。

根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向六车道+应急车道，桥梁两侧设有辅道，北侧辅道桥面单幅 3 车道+应急车道，南侧辅道桥面单幅 4 车道；
- 2) 桥梁跨越绿都大道，桥墩位于道路中央绿化带内，存在撞击风险；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 左幅东侧桥头（小桩号侧桥头）60m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。

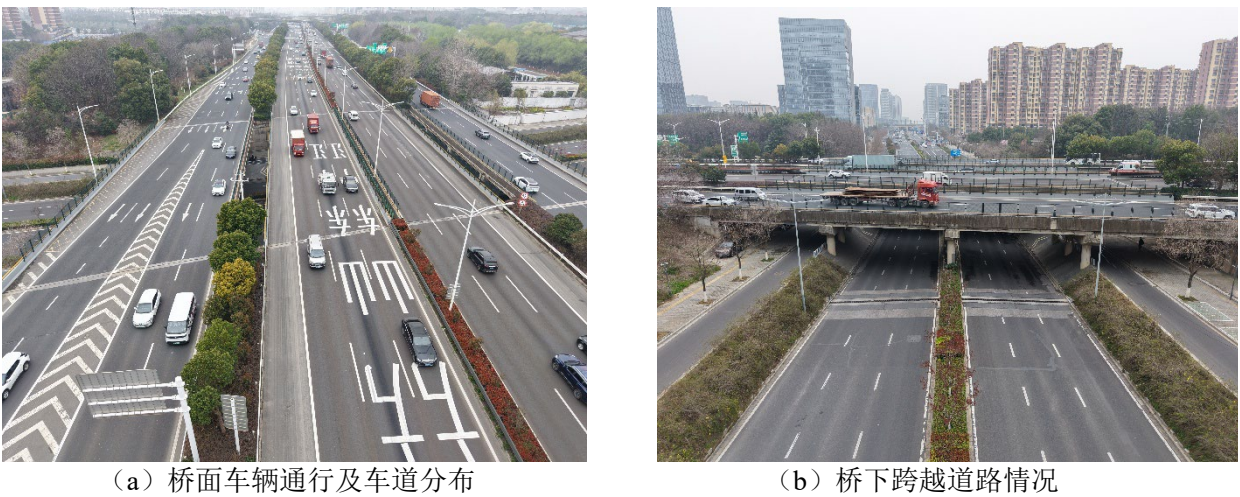


图 3.1-29 G42 站西路桥现场调查情况



图 3.1-30 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 站西路桥评定等级为 90.04 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-16 G42 站西路桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	89.02	2 类	90.04	2 类
	下部结构	86.09	2 类		
	桥面系	100.00	1 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：混凝土破损剥落；部分支座脱空、串动。
- （2）易损构件：桥台竖向裂缝，技术状况 3 类。

3.1.17 G42 站西二路桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 站西二路桥周边情况进行了现场踏勘。

根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1）桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向六车道+应急车道，桥梁两侧设有辅道，辅道桥面单幅 3 车道+应急车道；
- 2）桥梁跨越河沟；
- 3）桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4）右幅西侧桥头（大桩号侧桥头）50m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



（a）桥面车辆通行及车道分布



（b）桥下跨越河沟情况

图 3.1-31 G42 站西二路桥现场调查情况



图 3.1-32 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 站西二路桥评定等级为 90.31 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-17 G42 站西二路桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	92.03	2 类	90.31	2 类
	下部结构	88.41	2 类		
	桥面系	90.65	2 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：支座钢垫板锈蚀。
- （2）易损构件：桥台渗水，斜向开裂，桥台、伸缩缝装置为 3 类。

3.1.18 G42 铁心桥互通主线桥

1、服役环境调研

编制：

复核：

审核：

图表号：SI-01

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 铁心桥互通主线桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁为双幅分离式结构，桥面左幅 4 车道，右幅 5 车道；
- 2) 桥梁跨越铁心桥大街，桥墩位于道路中央绿化带内，存在撞击风险；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 左幅西侧桥头（大桩号侧桥头）10m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测设备稳定供电。

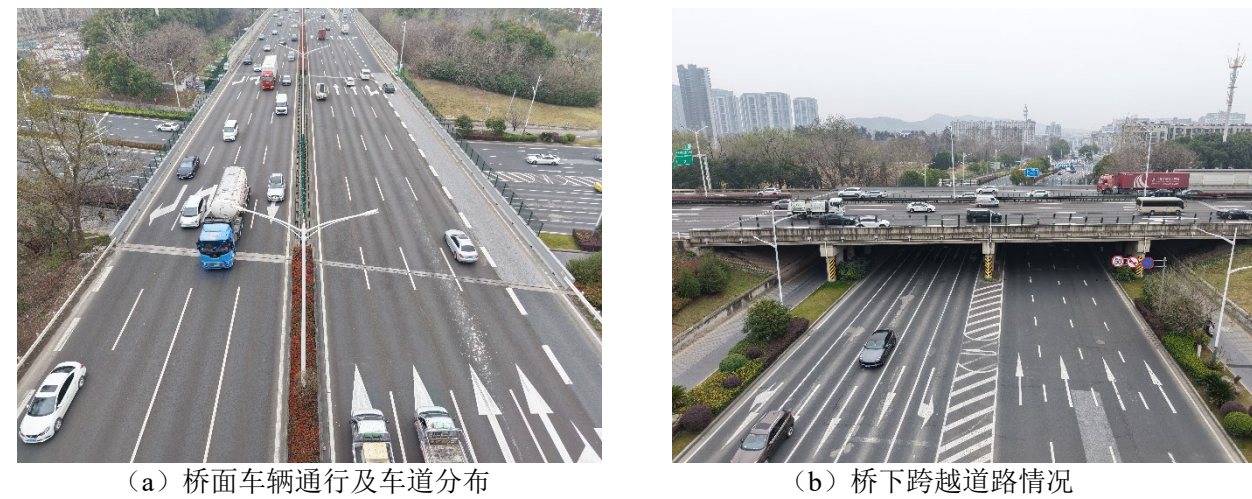


图 3.1-33 G42 铁心桥互通主线桥现场调查情况



2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 铁心桥互通主线桥评定等级为 91.85 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-18 G42 铁心桥互通主线桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	92.62	2 类	91.85	2 类
	下部结构	91.95	2 类		
	桥面系	90.10	2 类		

桥梁主要病害：

- (1) 上部结构：混凝土破损剥落、露筋。
- (2) 易损构件：伸缩缝装置为 3 类。

3.1.19 G42 经四路互通主线桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 经四路互通主线桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面左幅 3 车道+应急车道，右幅 5 车道+应急车道，桥梁两侧设有辅道，北侧辅道桥面单幅 2 车道+应急车道，南侧辅道桥面单幅两车道；
- 2) 桥梁跨越数字大道，桥墩位于道路中央绿化带内，存在撞击风险；
- 3) 桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4) 左幅西侧桥头（大桩号侧桥头）250m 位置处设有路网视频监控，其电源可提供结构监测设备稳定供电。

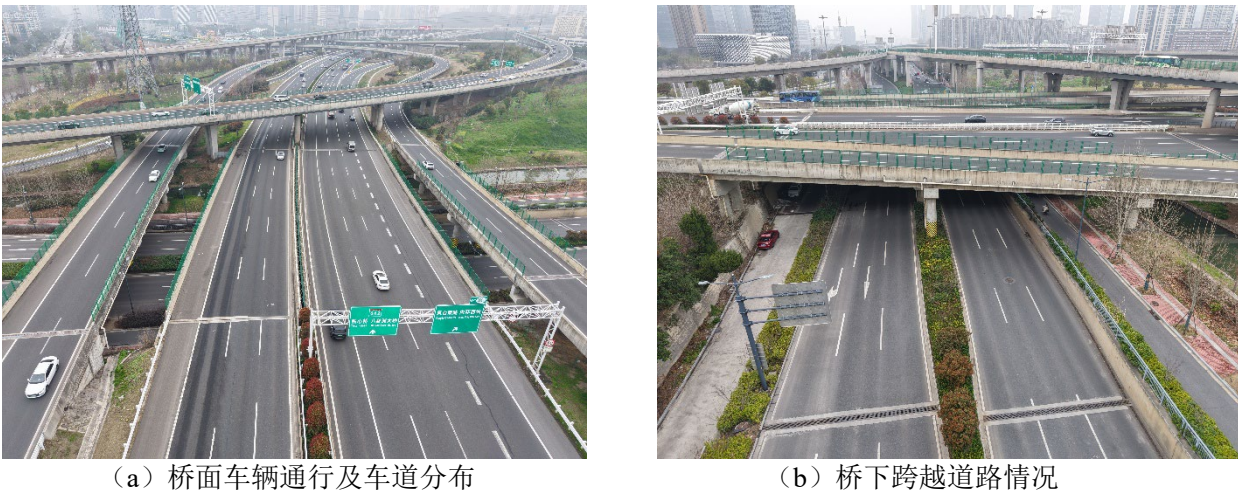


图 3.1-35 G42 经四路互通主线桥现场调查情况



图 3.1-36 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 经四路互通主线桥评定等级为 88.87 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-19 G42 经四路互通主线桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	86.31	2 类	88.87	2 类
	下部结构	85.87	2 类		
	桥面系	100.00	1 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：混凝土破损剥落、露筋，底板纵向裂缝。
- （2）易损构件：桥台钢筋锈胀，技术状况 3 类。

3.1.20 G42 友谊路桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 友谊路桥周边情况进行了现场踏勘。根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1）桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥桥面双向八车道+应急车道，桥梁两侧设有辅道，辅道桥面单幅 2 车道+应急车道；
- 2）桥梁跨越河沟、友谊街，桥墩位于道路中央绿化带内，存在撞击风险；
- 3）桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4）25 年新增路网视频监控，桩号 K307+463，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



（a）桥面车辆通行及车道分布



（b）桥下跨越地物情况

图 3.1-37 G42 友谊路桥现场调查情况



图 3.1-38 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2025 年南京市普通国省道桥梁隧道涵洞定期检查项目报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2025.12），G42 友谊路桥评定等级为 86.42 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-20 G42 友谊路桥 2024 年技术状况评定结果表

评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	85.15	2 类	86.42	2 类
	下部结构	87.94	2 类		
	桥面系	85.93	2 类		

桥梁主要病害：

- （1）上部结构：混凝土破损剥落、露筋，底板纵向裂缝；部分支座老化开裂。
- （2）易损构件：上部承重构件为 3 类，伸缩缝装置为 4 类。

3.1.21 G42 黄河路桥

1、服役环境调研

2026 年 3 月，我单位安排工程技术人员对 G42 黄河路桥周边情况进行了现场踏勘。

根据现场踏勘结果，主要环境信息有：

- 1）桥梁为双幅分离式结构，桥面双向十车道+应急车道；
- 2）桥梁跨越平良大街，桥墩位于道路中央绿化带内，存在撞击风险；
- 3）桥址所在位置无线信号较好，具备无线传输条件；
- 4）25 年新增路网视频监控，桩号 K307+463，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电。

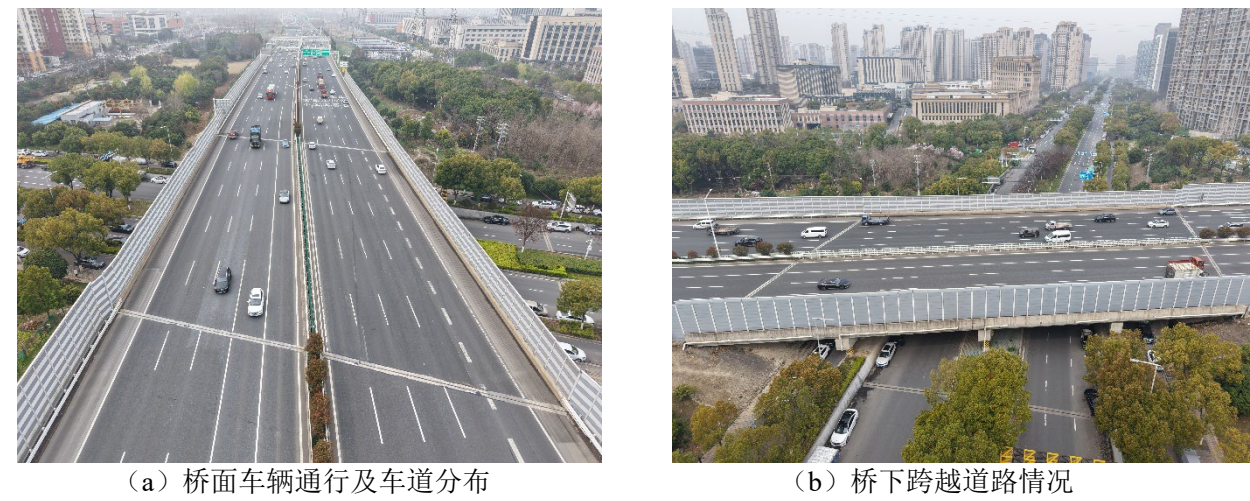


图 3.1-39 G42 黄河路桥现场调查情况



图 3.1-40 既有视频监控点位及现场照片

2、养护现状调研

根据《2024 年南京市普通国省干线公路桥梁、隧道定期检查报告》（中咨公路养护检测技术有限公司，2024.12），G42 黄河路桥评定等级为 90.94 分/2 类。具体评定结果如下表所示。

表 3.1-21 G42 黄河路桥 2024 年技术状况评定结果表					
评定单元	部位	技术状况指数	技术状况等级	全桥技术状况评分	全桥技术状况等级
全桥	上部结构	90.06	2 类	90.94	2 类
	下部结构	92.23	2 类		
	桥面系	90.10	2 类		

桥梁主要病害：

- (1) 上部结构：混凝土破损剥落、露筋；部分支座老化开裂。
- (2) 易损构件：伸缩缝装置为 3 类。

3.2 小结

表 3.2-1 桥梁相关调研结果汇总表

序号	桥梁名称	路线	建设年代	跨径组合	监测桥跨结构类型	服役环境/养护资料调研	重点关注/监测场景	供电方式
1	马群互通 2 号立交桥	G36	1994	1*14+1*18+1*14m	预应力混凝土连续整体箱梁	1) 1994 年建成通车，2005 年左右幅各拓宽 5.25m; 2) 2#孔跨越高速匝道，桥墩距离行车道较远且设置波形护栏; 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类，2#孔梁底碳纤维加固。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年	桥址东侧 60m 位置处 路网监控取电
2	马群互通 1 号立交桥	G36	1994	1*17+2*20+1*17m	预应力混凝土连续整体箱梁	1) 1994 年建成通车，桥梁于 2005 年拆除重建; 2) 2、3#孔跨越仙林大道，桥墩位于道路中分带内且无防撞护栏，存在车辆撞击风险; 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	右幅北侧桥头（大桩号侧桥头）100m 位置处 路网监控取电
3	马群互通 3 号立交桥	G42	1994	1*15+2*20+1*15m	预应力混凝土连续整体箱梁	1) 1994 年建成通车，2005 年右幅拓宽 5.25m; 2) 2、3#孔跨越高速公路，薄壁桥墩位于道路中分带内，距离行车道较近，设置有波形护栏，存在一定车辆撞击风险; 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	桥址北侧 100m 位置处 路网监控取电
4	马群互通 4 号立交桥	G42	1994	1*14+1*18+1*14m	预应力混凝土连续整体箱梁	1) 1994 年建成通车， 2005 年左右幅各拓宽 5.25m; 2) 2#孔跨越 G42 高速匝道，桥墩距离行车道较远， 且已设置波形护栏; 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类，2#孔梁底碳纤维加固。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年	2025 年新增视频监控 取电
5	马群中桥	G42	1994	1*20m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，左幅五车道，右幅四车道; 2) 1994 年建成通车，2005 年左右幅各拓宽 5m; 3) 2#孔跨越河沟; 4) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年	左幅南侧桥头（大桩号侧桥头）位置处 路网监控取电
6	万家楼互通主线桥	G42	1994	1*19+1*27+1*19m	预应力混凝土连续整体箱梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，桥面双向八车道; 2) 3#孔跨越 S122 省道，限高 4.5m，桥墩位于分隔带内，有一定车辆撞击风险; 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类，2024 年箱梁空洞维修。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	左幅南侧桥头（大桩号侧桥头）70m 位置处 路网监控取电
7	钟学北路桥	G42	2012	4*17. 5m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，桥面双向八车道; 2) 桥梁跨越启迪大街，桥下限高 4.2m，桥墩距离行车道较近，位于分隔带内，桥墩及分隔带存在车辆剐蹭痕迹，目前已设置波形护栏，有一定撞击风险; 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	独立供电
8	柳营南路桥	G42	2012	4*17. 5m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，桥面双向十车道; 2) 桥梁跨越河沟，桥下空间受限，设备安装维护条件较差; 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁	左幅西侧桥头（大桩号侧桥头）50m 路网 监控取电
9	八机中桥	G42	1994	1*16+2*20+1*16m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，桥面双向八车道; 2) 1994 年建成通车，桥梁于 2005 年拆除重建; 3) 桥梁跨越双拜岗路，桥下限高 4.0m，道路前后设置有门架，桥墩存在撞击风险; 4) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	左幅南侧桥头（大桩号侧桥头）100m 位置处 路网监控取电
10	五百户互通主线立交大桥	G42	1994	(2*25+1*30+1*20+1*25) m	T 梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，桥面双向八车道; 2) 1994 年建成通车， 2005 年左右幅各拓宽 5.25m; 3) 桥梁跨越高速匝道，桥墩存在碰撞风险; 4) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	右幅南侧桥头（大桩号侧桥头）250m 位置处 设有路网视频监控 K289+900。
11	牌楼小桥	G42	1994	1*6m	刚构	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，桥面双向十车道; 2) 1994 年建成通车，2025 年左右幅两侧拓宽 3) 桥梁跨越蒋家街路，桥下限高 2.0m，通道两侧设置有限制机动车通行的阻车桩; 4) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	独立供电

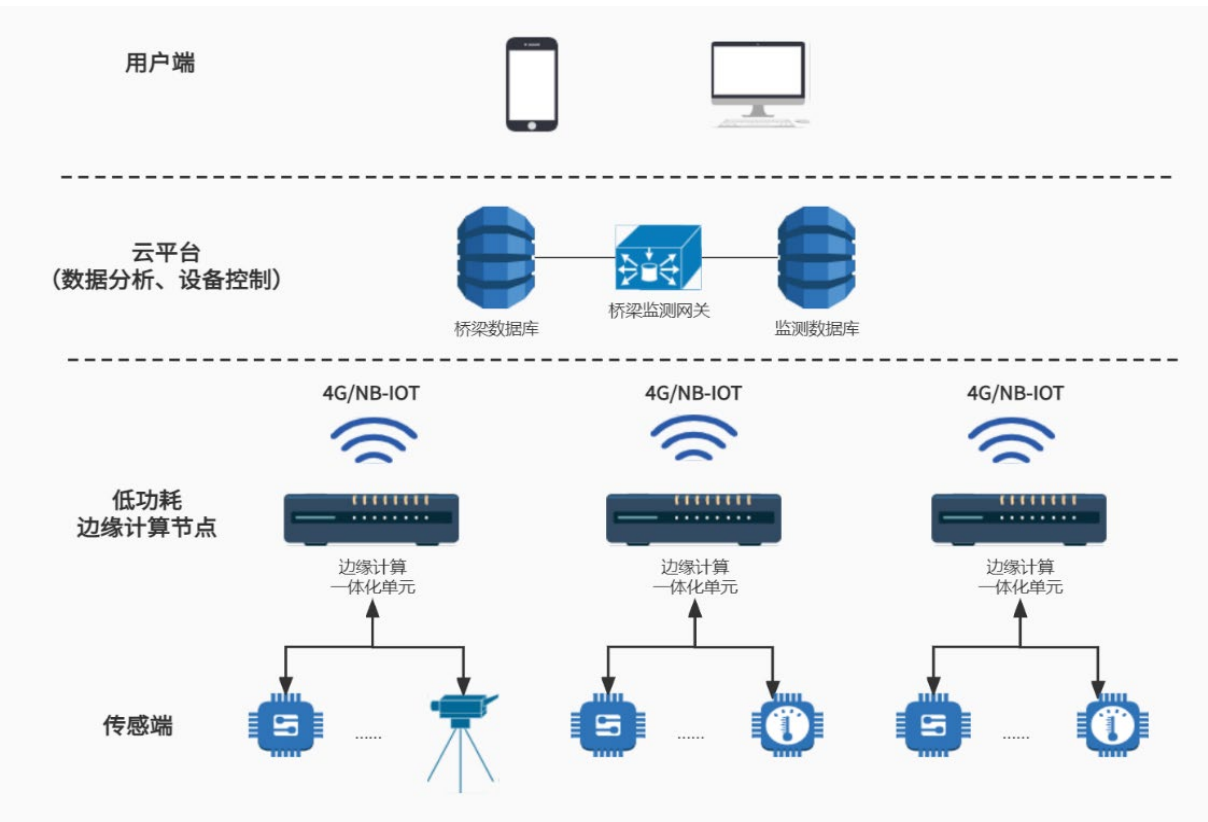
序号	桥梁名称	路线	建设年代	跨径组合	监测桥跨结构类型	服役环境/养护资料调研	重点关注/监测场景	供电方式
12	友谊小桥	G42	1994	1*6m	刚构	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，桥面双向八车道； 2) 1994 年建成通车，2025 年左右幅两侧拓宽； 3) 桥梁跨越柴园北路，梁底有车辆刮擦痕迹； 4) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	独立供电
13	站东二路桥	G42	2011	2*20m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向八车道，桥梁两侧设有辅道，北侧辅道桥面单幅三车道，南侧辅道桥面单幅两车道； 2) 桥梁跨越河沟，桥下空间受限，设备安装维护条件较差； 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁	独立供电
14	站东路桥	G42	2011	4*14m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向八车道，桥梁两侧设有辅道，北侧辅道桥面单幅四车道，南侧辅道桥面单幅五车道； 2) 桥梁跨越明城大道，桥墩位于道路中分带内，距离行车道较近，存在一定撞击风险； 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类。桥台存在竖向裂缝，技术状况 3 类。	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	独立供电
15	站西路桥	G42	2011	4*16m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向八车道，桥梁两侧设有辅道，北侧辅道桥面单幅四车道，南侧辅道桥面单幅五车道； 2) 桥梁跨越绿都大道，桥墩位于道路中分带内，距离行车道较近，存在一定撞击风险； 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类。桥台存在竖向裂缝，技术状况 3 类。	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	独立供电
16	站西二路桥	G42	2011	4*10m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥面双向八车道，桥梁两侧设有辅道，辅道桥面单幅四车道； 2) 桥梁跨越河沟，桥下空间受限，设备安装维护条件较差； 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁	独立供电
17	铁心桥互通主线桥	G42	1994	1*16+2*20+1*16m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，左幅五车道，右幅四车道； 2) 1994 年建成通车，于 2005 年桥梁拆除重建； 3) 桥梁跨越铁心桥大街，桥墩位于道路中分带内，距离行车道较近，存在车辆撞击风险； 4) 2024 年技术状况评定总体 2 类。3#孔梁底有车辆刮擦痕迹。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	左幅西侧桥头（大桩号侧桥头）10m 位置 处路网监控取电
18	经四路互通主线桥	G42	1994	3*25m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，左幅三车道，右幅五车道； 2) 1994 年建成通车，于 2005 年桥梁拆除重建； 3) 桥梁跨越数字大道，桥墩位于道路中分带内，距离行车道较近，存在撞击风险； 4) 2024 年技术状况评定总体 2 类。桥台存在竖向裂缝，3 类。	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	左幅西侧桥头（大桩号侧桥头）250m 位置 处路网监控取电
19	友谊路桥	G42	2013	2*20.06+3*20m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，主线桥桥面双向八车道，桥梁两侧设有辅道，辅道桥面单幅两车道； 2) 2、3#孔跨越河沟、友谊街，桥下设置有限高 4.2m、限高 3.0m 门架，桥墩位于道路中分带内，存在撞击风险； 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类，伸缩缝 4 类。	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	独立供电
20	黄河路桥	G42	2013	2*20.06+2*20m	空心板梁	1) 桥梁主线桥为双幅分离式结构，桥面双向十车道； 2) 桥梁跨越平良大街，桥下设置有限高门架，限高 4.8m，桥墩位于道路中分带内，存在撞击风险； 3) 2024 年技术状况评定总体 2 类。	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	2025 年新增视频监控 取电

备注：供电方式应由实施单位现场向所属供电部门复核确认

4 监测系统总体设计架构

4.1 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。



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。

4.2 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。

（20）参考《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》（交通运输部公路科学研究院，2025.01）、《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》（江苏省交通运输厅，2022.9）、《桥梁轻量化监测系统建设规范》（DB32/T 4987-2024）等相关指南，本次监测桥梁涉及的主要风险场景包括：**大交通量/重载交通桥梁、安全状况差运营风险高的桥梁（服役超过 25 年桥梁）、车辆撞击风险桥梁。**

根据资料及现场调研，本目标段监测桥梁特点如下：

（1）本次监测桥梁分布相对比较集中，位于南京绕城公路马群至刘村段，根据交调数据，沿线桥梁都属于大交通量桥梁/重载交通桥梁。

（2）根据养护资料调研，12 座桥梁服役时间较长（服役 25 年以上桥梁），但桥梁总体技术状况较好，混凝土结构性能退化风险较低。

（3）线路中存在部分单孔跨径≤14m 的桥梁（4 座），其在活载作用下的结构响应小。

（4）监测桥梁沿线路网视频分布相对密集，既有路网监控及 2025 年新增桥梁视频监控已可覆盖监测桥梁。

故本项目监测桥梁监测内容建议如下：

（1）全线属于大交通量/重载交通桥梁，综合考虑桥梁服役时间、结构特点、技术状况、实施条件，选择部分桥梁开展主梁挠度监测，同时既有路网视频及新增桥梁视频监控的能覆盖所有桥梁风险区域，不再新增视频监控：

（2）优先选择服役时间超过 25 年的桥梁、拼宽桥梁、技术状况较差桥梁、具备设备安装运维条件的桥梁；对于建设年代较新、技术状况较好、单孔跨径≤14m 的桥梁、不具备设备安装运维条件的桥梁，结合其它监测场景简化监测，开展主梁/桥墩的振动倾角监测，采用多元感知终端，对桥梁异常大变位、倾斜进行安全监测。

（2）存在车辆撞击风险的桥梁，在易受撞击、感知撞击信号位置进行振动倾角监测。

（3）对伸缩缝、支座滑移存在异常的桥梁，在桥梁梁端开展梁端纵向位移监测，对易损构件长期工作性能进行监测。

■ 主梁竖向位移

主梁挠度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。同时本项目监测桥梁均为中小跨径桥梁，大多服役时间超过 25 年且存在多座拼宽结构桥梁，结构类型有多片梁组合结构（空心板梁、T 梁），通过对相邻主梁的主梁挠度监测，分析其相邻主梁的变形协调性能，对多片梁组合结构的横向联系性能进行评估。

■ 梁端纵向位移监测

在温度作用下桥梁结构会发生纵向变形，这种纵向变形将通过伸缩缝的相对位移来反映。本项目监测桥梁服役时间较长，其易损构件（伸缩缝、支座）存在耐久性风险，伸缩缝和支座工作性能的异常将在梁端纵向位移中直接体现，通过梁端纵向位移监测可以掌握桥梁纵向变形的变化情况，判断易损构件的工作状态。

■ 振动/倾角监测

振动监测数据可以通过触发式采集判断桥梁是否发生过大的异常振动，监测桥梁在车辆荷载或者撞击作用下的响应；倾角监测数据可以及时发现由于基础沉降、地震、撞击或者超负荷使用造成结构的倾斜及变形，避免突发事件。通过对结构振动倾角进行实时监测，获取监测桥梁在长期服役过程中异常大变位或者在撞击作用下的动态响应，评估桥梁结构的完整性和安全性，判断桥梁是否出现损伤或潜在的破坏风险。

4.3 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

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”。

4.3.1 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。

4.3.2 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。

4.3.3 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。

4.3.4 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。

4.3.5 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。



江苏省普通国省道桥梁结构监测系统 2.0

驾驶舱主要有以下几个部分组成：

1、桥梁基本信息区

对江苏省普通国省道监测桥梁基本信息图形化展示（包括桥梁监测等级、监测桥梁类型、桥梁健康度统计等）。

2、GIS 信息区

通过 GIS 地图对桥梁地理位置进行展示。

3、监测信息区

对报警信息、桥梁在线情况、运维信息等进行图形化展示。



桥梁结构监测系统驾驶舱功能分布图

单桥系统主要有以下几个部分组成：

1、桥梁概况区

显示桥梁基本信息。

2、菜单区

可切换显示时程数据模块、统计数据模块、项目管理模块等。

3、测点展示区

图形化展示测点布置，同时实现与监测数据区测点显示的交互。

4、监测数据区

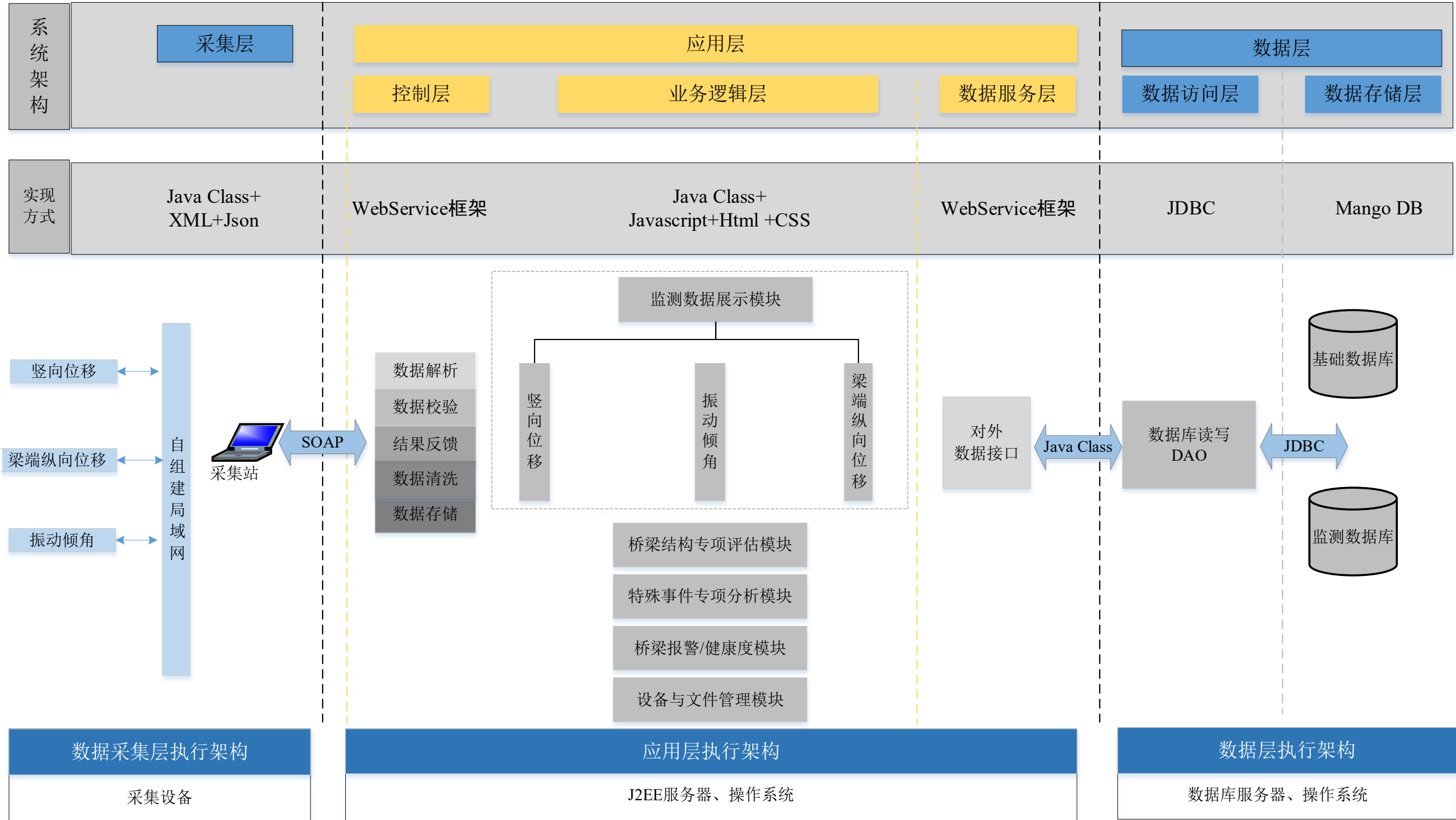
展示关键测点时程数据。

5、监测概况区

展示桥梁监测系统概况（健康度、报警信息等）。



单桥模型界面图



系统软件架构图

5 传感器子系统设计

5.1 设计原则

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。参考《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》（交通运输部公路科学研究院，2025.01）、《江苏省普通国省道桥梁轻量化监测系统建设指南》（江苏省交通运输厅，2022.9）、《桥梁轻量化监测系统建设规范》（DB32/T 4987-2024）等相关指南，本项目涉及到的轻量化监测场景有：**大交通量/重载交通桥梁、安全状况差运营风险高的桥梁（服役超过 25 年桥梁）、车辆撞击风险桥梁。**

①针对多主梁结构体系，装配式梁桥梁间连接构件性能难以直接监测，通过行车道布置动挠度监测设备获取其板梁挠度监测数据，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针对安全状况差、运营风险高的桥梁，根据养护资料调研结果选择合适孔跨进行主梁竖向位移监测（多片梁结构体系桥梁可综合考虑横向联系评估监测）和结构裂缝监测。

③针对车辆/船舶撞击高风险桥梁，根据桥址周边环境以及现场踏勘/养护资料调研，合理设置振动监测与视频抓拍监测点位。

5.2 主要监测设备

桥梁结构健康监测系统主要使用监测设备如表 5.2-1 所示。

表 5.2-1 主要监测设备表

序号	桥梁名称	路线编号	监测场景	监测项	监测设备
1	马群互通 2 号立交桥	G36	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（4）
2	马群互通 1 号立交桥	G36	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（4）
				桥墩振动倾角	多元感知终端（2）
3	马群互通 3 号立交桥	G42	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（5）
				桥墩振动倾角	多元感知终端（2）
4	马群互通 4 号立交桥	G42	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（4）
5	马群中桥	G42	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（12）

序号	桥梁名称	路线编号	监测场景	监测项	监测设备
6	万家楼互通主线桥	G42	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（4）
				桥墩振动倾角	多元感知终端（2）
7	钟学北路桥	G42	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	主梁/桥墩振动倾角	多元感知终端（4）
8	柳营南路桥	G42	大交通量桥梁	主梁振动倾角	多元感知终端（2）
				梁端位移	拉绳位移计（4）
9	八机中桥	G42	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（10）
				桥墩振动倾角	多元感知终端（2）
10	五百户互通主线立交大桥	G42	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（10）
				桥墩振动倾角	多元感知终端（1）
				梁端位移	拉绳位移计（4）
11	牌楼小桥	G42	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	主梁振动倾角	多元感知终端（2）
12	友谊小桥	G42	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	主梁振动倾角	多元感知终端（2）
13	站东二路桥	G42	大交通量桥梁	主梁振动倾角	多元感知终端（2）
14	站东路桥	G42	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	桥墩振动倾角	多元感知终端（2）
15	站西路桥	G42	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	桥墩振动倾角	多元感知终端（2）
16	站西二路桥	G42	大交通量桥梁	主梁振动倾角	多元感知终端（2）
17	铁心桥互通主线桥	G42	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（10）
				主梁/桥墩振动倾角	多元感知终端（4）
18	经四路互通主线桥	G42	大交通量桥梁 桥梁服役超 25 年 易碰撞桥梁	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（10）
				桥墩振动倾角	多元感知终端（2）
19	友谊路桥	G42	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	桥墩振动倾角	多元感知终端（2）
20	黄河路桥	G42	大交通量桥梁 易碰撞桥梁	主梁竖向位移	光电挠度仪（2）+目标靶（10）
				桥墩振动倾角	多元感知终端（2）

竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现，对应技术参数如下所示：

- (1) 精度：监测范围内优于 0.2mm；
- (2) 测量距离：1~50m；
- (3) 输出频率：10Hz；

编制：

复核：

审核：

图表号：SI-01



(1) 光电挠度仪



(2) 目标靶

图 5.2-1 光电挠度仪监测设备

振动倾角监测采用多元感知终端，其技术参数应满足以下要求。

- (1) 加速度测量技术指标：加速度测量范围： $\pm 2g$ ，最高精度 $1mg$ ；
- (2) 倾角测量技术指标：倾角测量范围： $\pm 45^\circ$ ，最高精度 $\leq 0.01^\circ$ ；
- (3) 可实现异常冲击触发采集；



(a) 多元感知终端



(b) 安装照片

图 5.2-2 多元感知终端示意图

梁端纵向位移采用拉绳式位移计，其主要技术参数为：

- (1) 量程范围：200mm；
- (2) 非线性度： $\pm 0.25\%FS$ ；
- (3) 采集频率：1/600Hz。



图 5.2-3 拉绳式位移计

5.3 G36 马群互通 2 号立交桥

5.3.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G36 马群互通 2 号立交桥监测方案如表 5.3-1 所示。

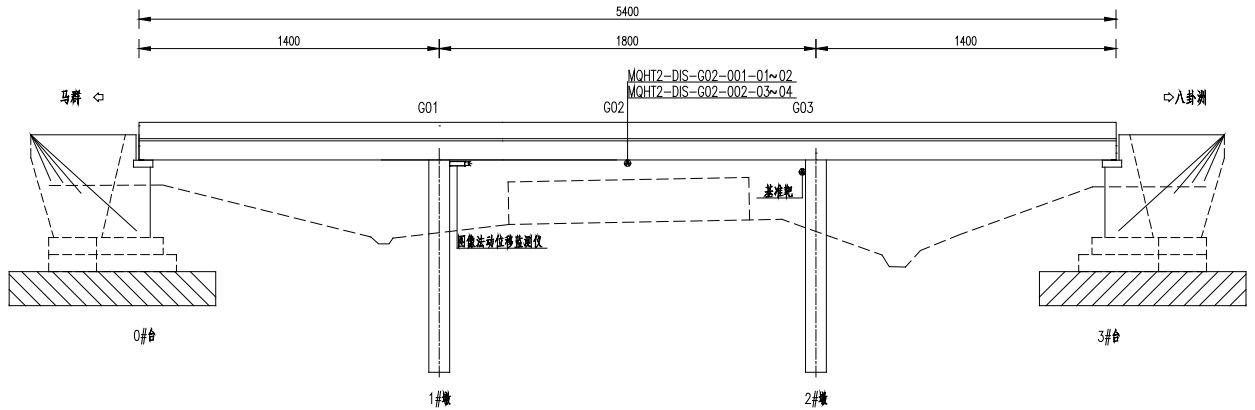
表 5.3-1 G36 马群互通 2 号立交桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	4
		基准靶	个	2
合计				8

5.3.2 测点布置

5.3.2.1 竖向位移监测

G36 马群互通 2 号立交桥左右幅各布设 1 套主梁竖向位移监测设备，包括 2 个目标靶（覆盖原有老桥及拼宽部分）、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 2#孔跨中，光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图

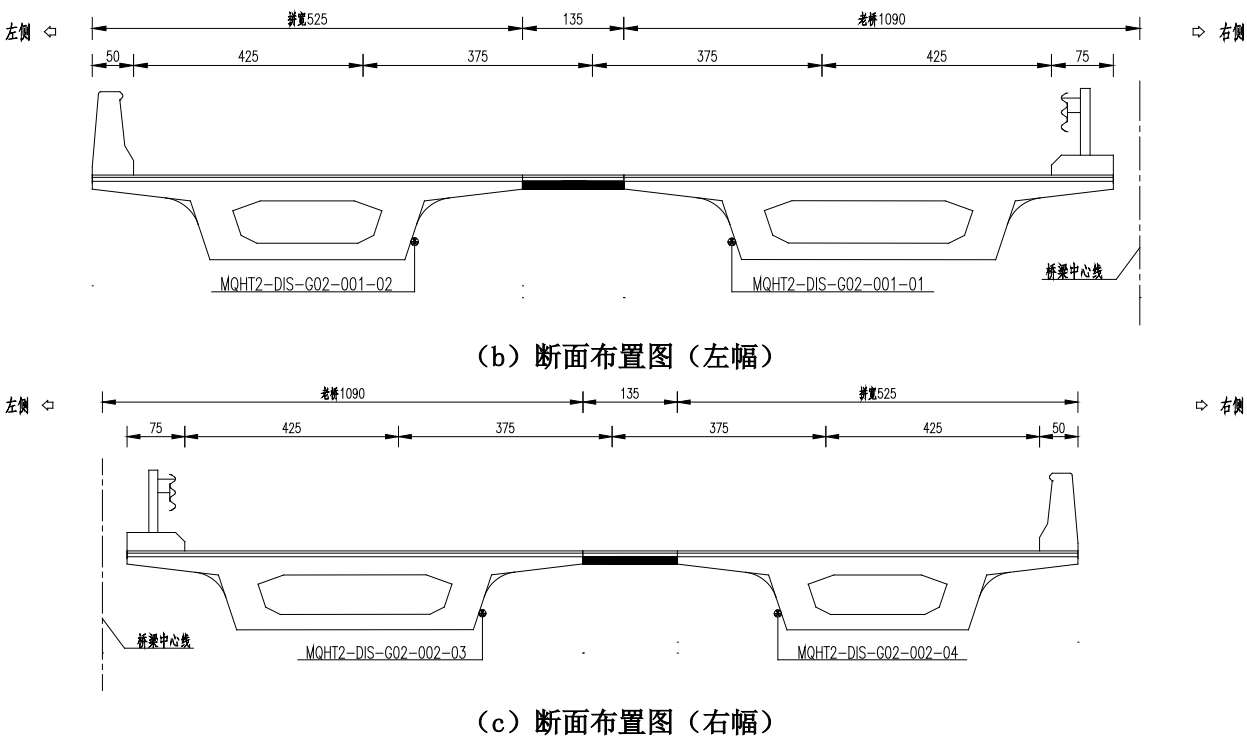


图 5.3-1 G36 马群互通 2 号立交桥竖向位移监测测点示意图 (单位: cm)

竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现, 对应技术参数参照 5.2 节。

5.4 G36 马群互通 1 号立交桥

5.4.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状, G36 马群互通 1 号立交桥监测方案如表 5.4-1 所示。

表 5.4-1 G36 马群互通 1 号立交桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	2
		基准靶	个	2
2	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				8

5.4.2 测点布置

5.4.2.1 竖向位移监测

G36 马群互通 1 号立交桥左右幅各布设 1 套主梁竖向位移监测设备, 包括 1 个目标靶、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 2#孔跨中, 光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处, 测点布置见下图所示。

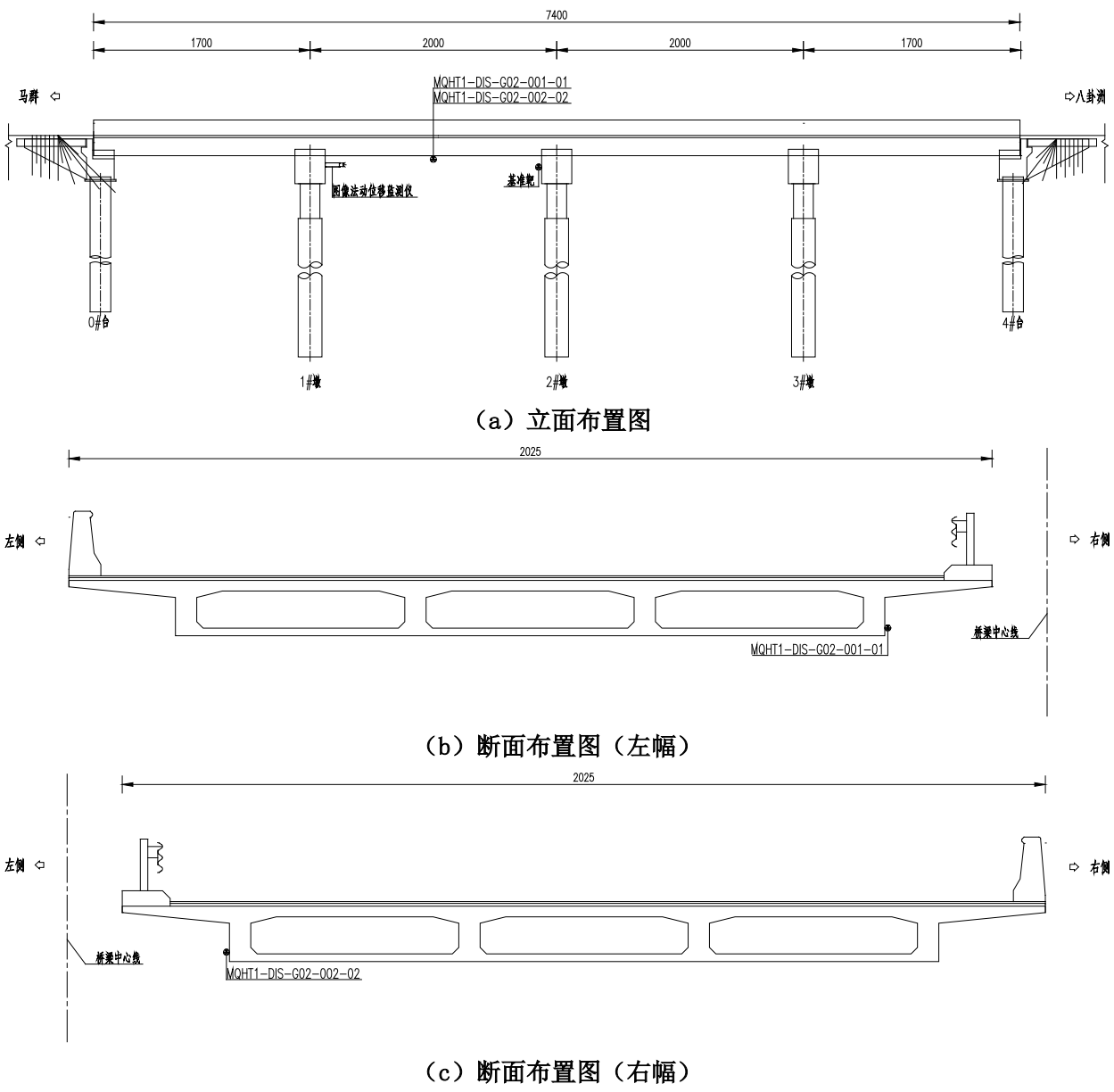
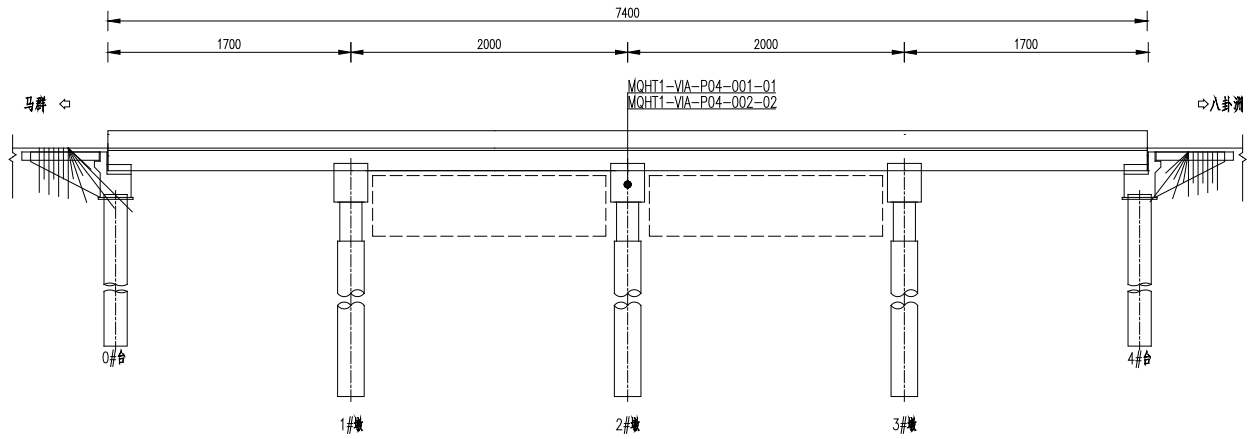


图 5.4-1 G36 马群互通 1 号立交桥竖向位移监测测点示意图 (单位: cm)

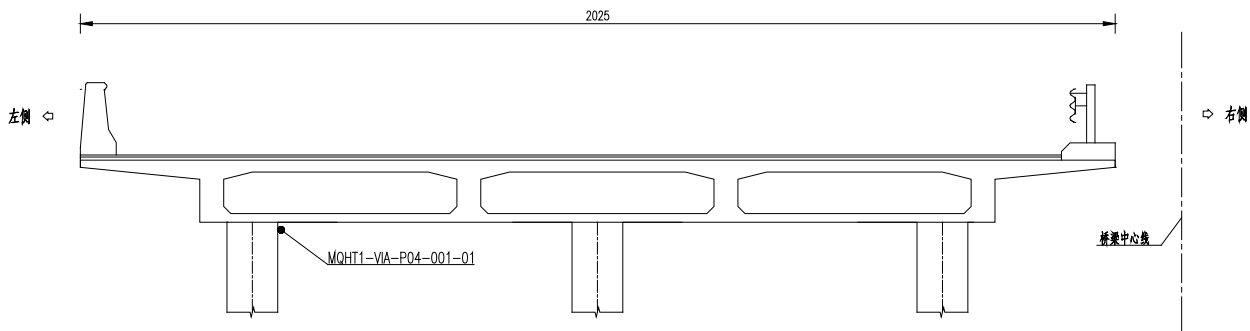
竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现, 对应技术参数参照 5.2 节。

5.4.2.2 振动倾角监测

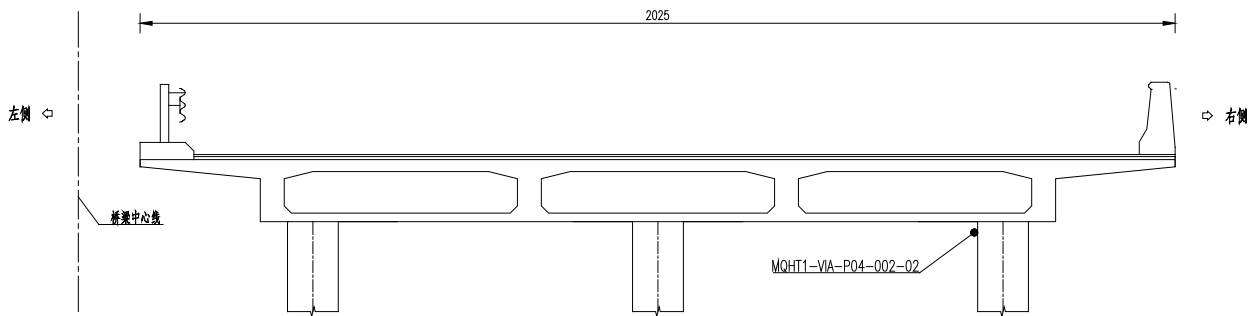
G36 马群互通 1 号立交桥在左右幅 2#墩墩顶各布置 1 个多元感知终端, 全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）



(c) 断面布置图（右幅）

图 5.4-2 G36 马群互通 1 号立交桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.5 G42 马群互通 3 号立交桥

5.5.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 马群互通 3 号立交桥监测方案如表 5.5-1 所示。

表 5.5-1 G42 马群互通 3 号立交桥轻量化监测主要监测设备表

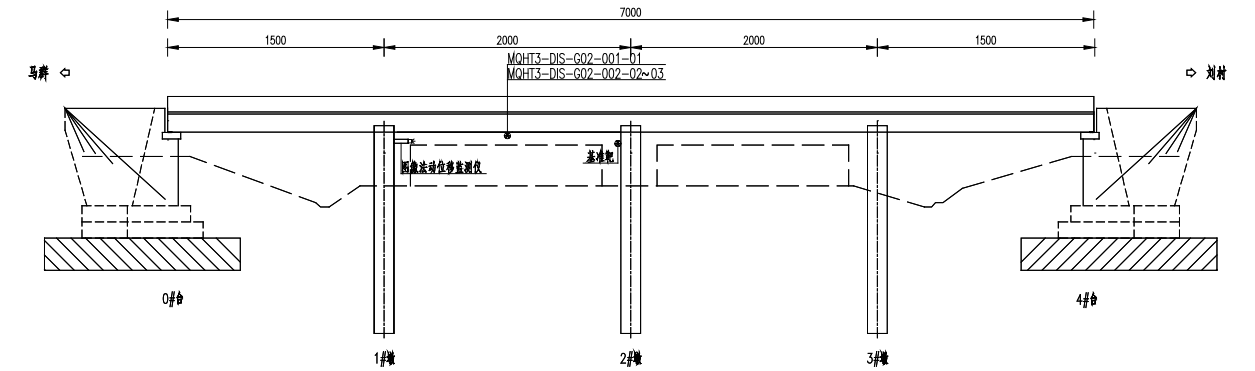
序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2

2	振动倾角监测	目标靶	个	3
		基准靶	个	2
		多元感知终端	台	2
合计				9

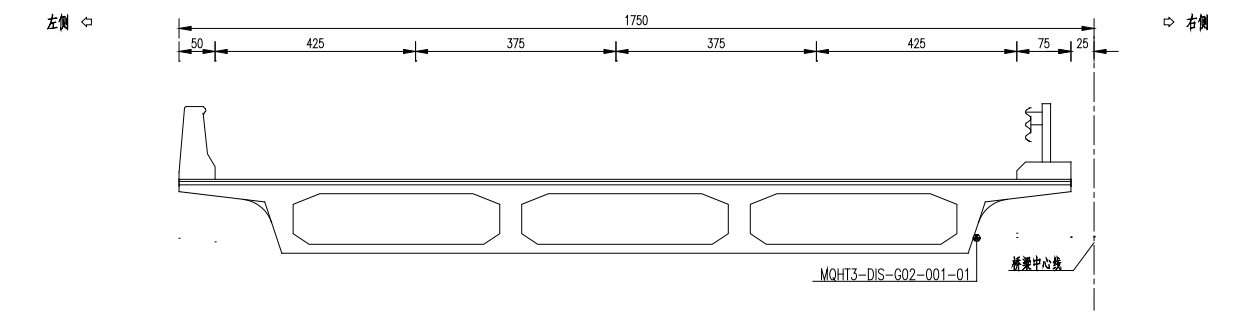
5.5.2 测点布置

5.5.2.1 竖向位移监测

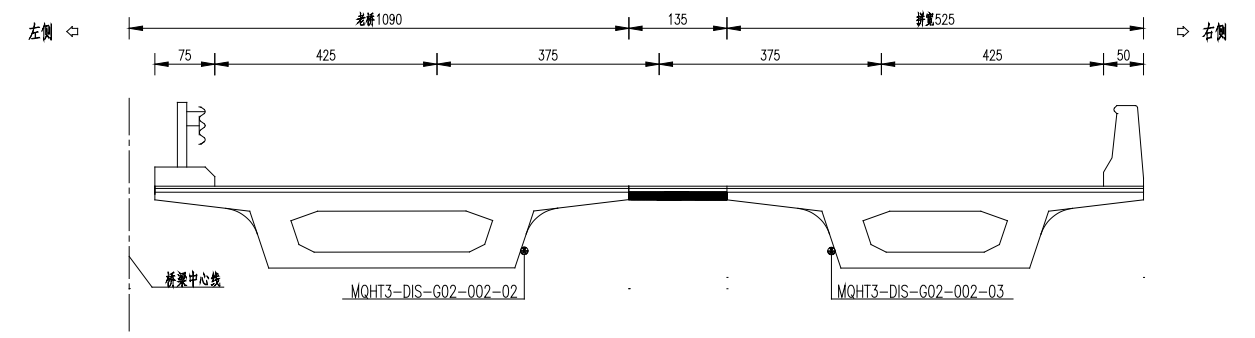
G42 马群互通 3 号立交桥左右幅各布设 1 套主梁竖向位移监测设备，左幅包括 1 个目标靶、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪，右幅包括包括 2 个目标靶、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 2#孔跨中，光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）



(c) 断面布置图（右幅）

图 5.5-1 G42 马群互通 3 号立交桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

5.5.2.2 振动倾角监测

G42 马群互通 3 号立交桥在左右幅 2#墩墩顶各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。

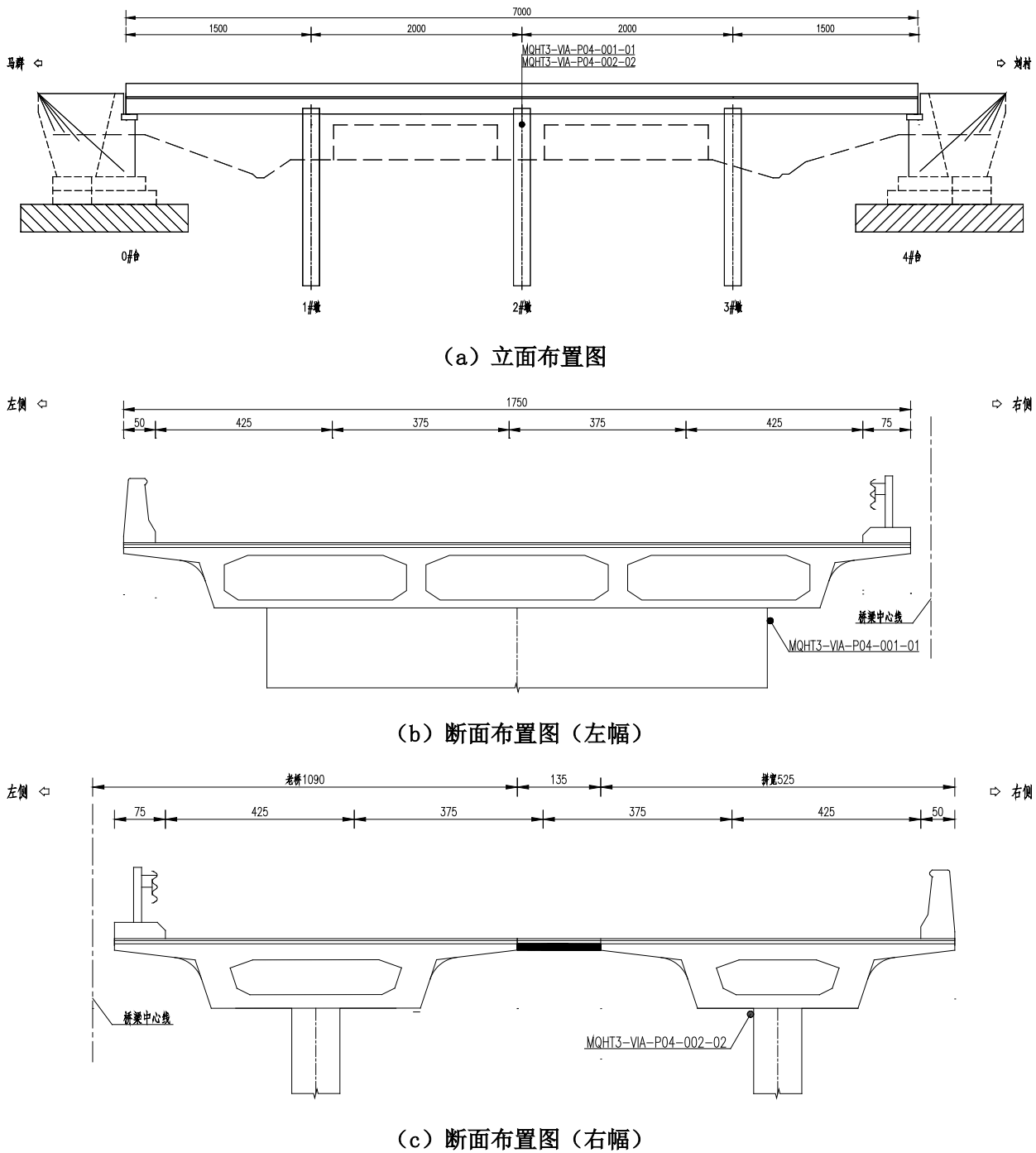


图 5.5-2 G42 马群互通 3 号立交桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.6 G42 马群互通 4 号立交桥

5.6.1 主要监测设备

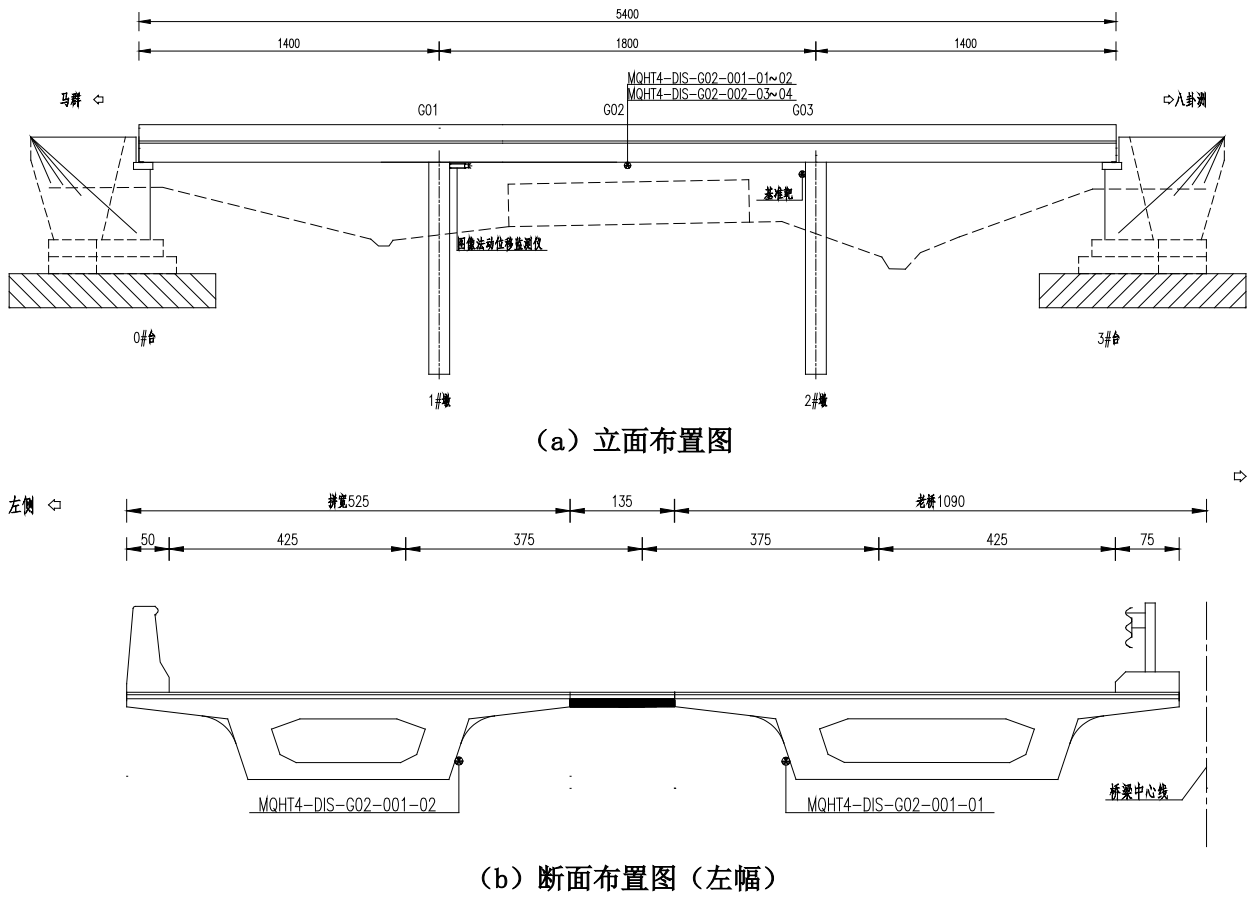
结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 马群互通 4 号立交桥监测方案如表 5.6-1 所示。

表 5.6-1 G42 马群互通 4 号立交桥轻量化监测主要监测设备表				
序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	4
		基准靶	个	2
合计				8

5.6.2 测点布置

5.6.2.1 竖向位移监测

G42 马群互通 4 号立交桥左右幅各布设 1 套主梁竖向位移监测设备，包括 2 个目标靶（覆盖原有老桥及拼宽部分）、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 1#孔跨中，光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。



编制：

复核：

审核：

图表号：SI-01

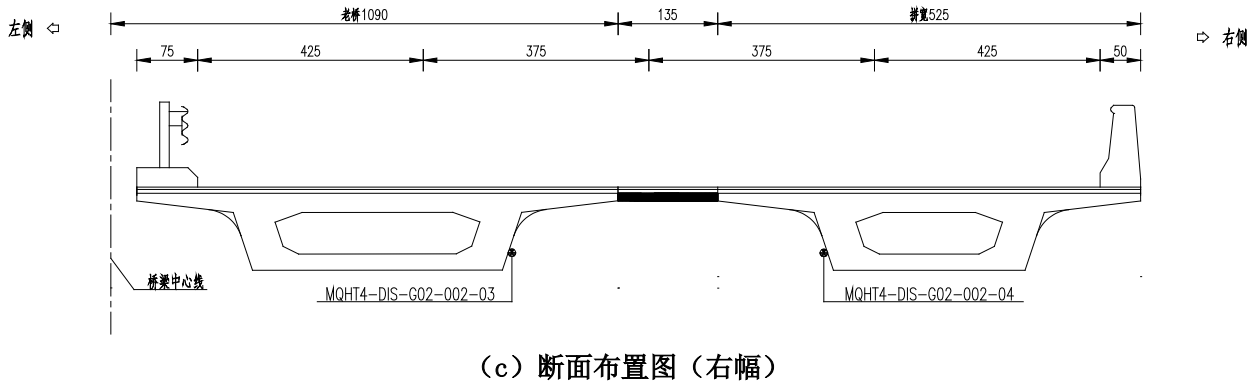


图 5.6-1 G42 马群互通 4 号立交桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

5.7 G42 马群中桥

5.7.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 马群中桥监测方案如表 5.7-1 所示。

表 5.7-1 G42 马群中桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	12
		基准靶	个	2
合计				16

5.7.2 测点布置

5.7.2.1 竖向位移监测

G42 马群中桥左右幅各布设 1 套主梁竖向位移监测设备，包括 6 个目标靶（覆盖原有老桥及拼宽部分重车道行车道下方）、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 1#孔跨中，光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。

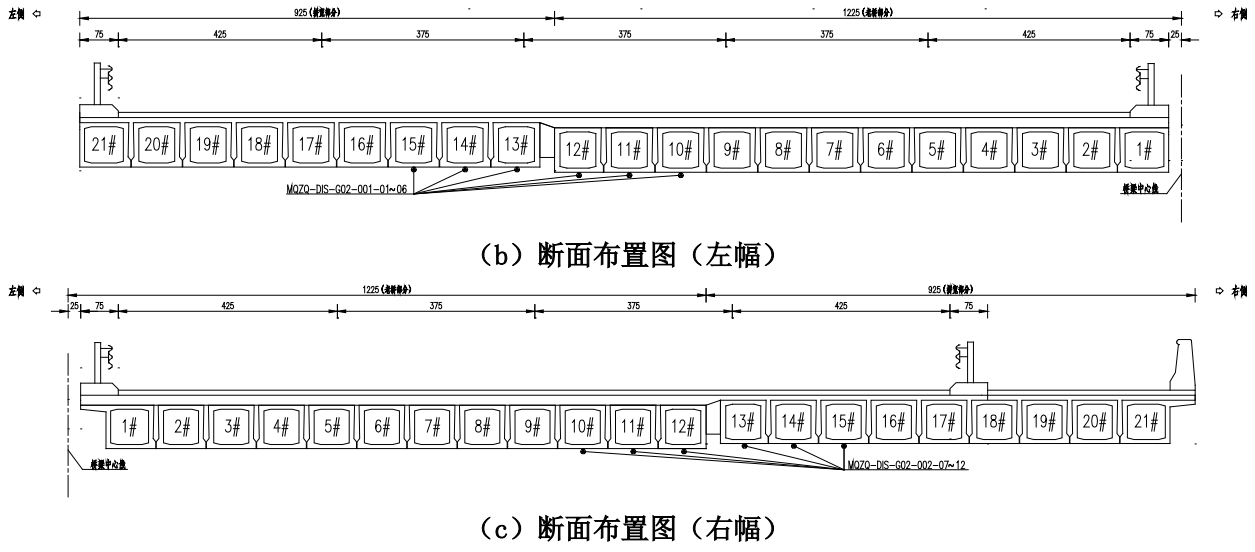
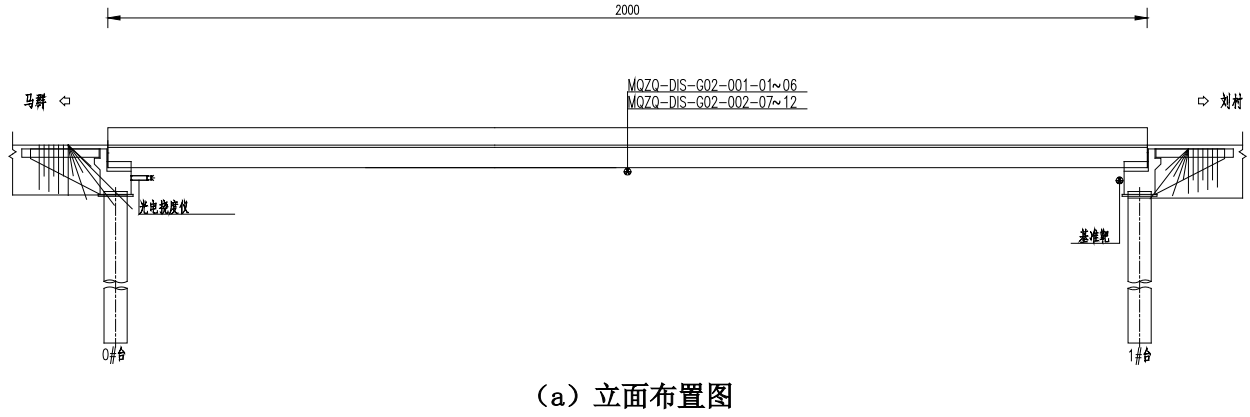


图 5.7-1 G42 马群中桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

5.8 G42 万家楼互通主线桥

5.8.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 万家楼互通主线桥监测方案如表 5.8-1 所示。

表 5.8-1 G42 万家楼互通主线桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	2
		基准靶	个	2
2	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				8

5.8.2 测点布置

5.8.2.1 竖向位移监测

G42 万家楼互通主线桥左右幅各布设 1 套主梁竖向位移监测设备，包括 1 个目标靶、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 2#孔跨中，光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。

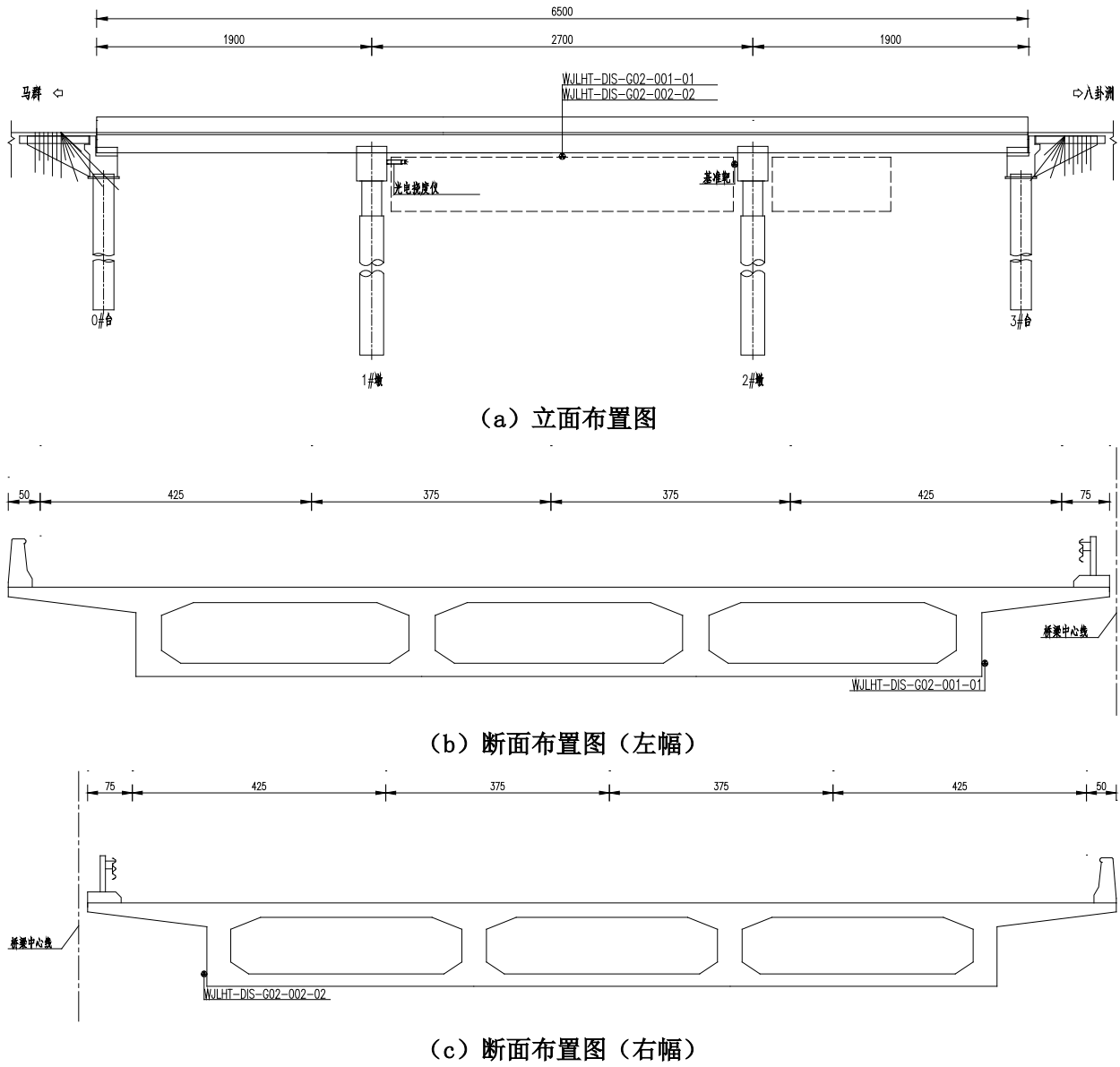


图 5.8-1 G42 万家楼互通主线桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

5.8.2.2 振动倾角监测

G42 万家楼互通主线桥在左幅 1#墩墩顶、右幅 2#墩墩顶各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。

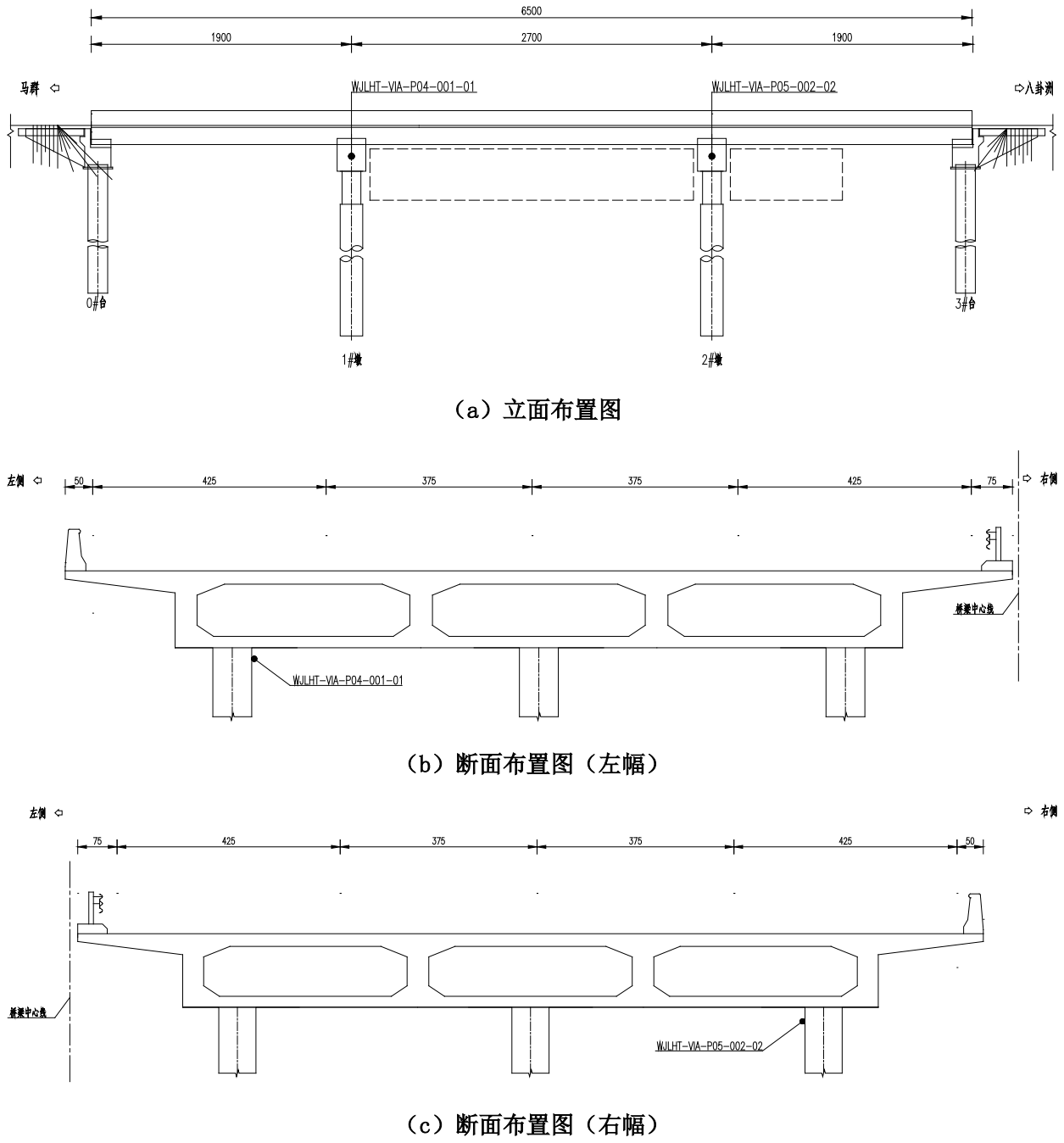


图 5.8-2 G42 万家楼互通主线桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.9 G42 钟学北路桥

5.9.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 钟学北路桥监测方案如表 5.9-1 所示。

表 5.9-1 G42 钟学北路桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	4
合计				4

5.9.2 测点布置

5.9.2.1 振动倾角监测

G42 钟学北路桥在左右幅 2#墩墩顶、左幅 2#孔跨中腹板迎车侧、右幅 3#孔跨中腹板迎车侧各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 4 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。

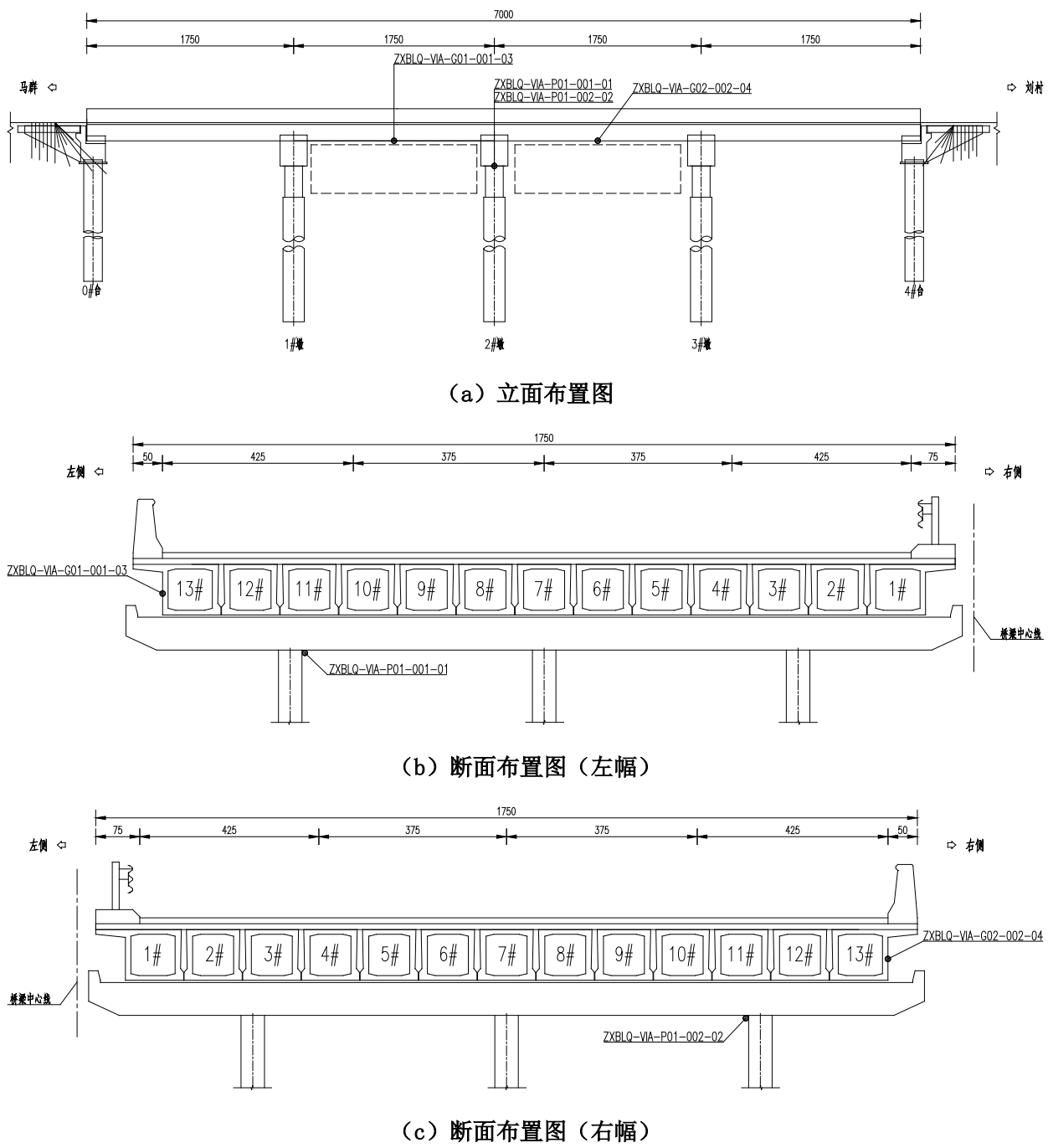


图 5.9-1 G42 钟学北路桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.10 G42 柳营南路桥

5.10.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 柳营南路桥监测方案如表 5.10-1 所示。

表 5.10-1 G42 柳营南路桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
2	梁端位移监测	拉绳式位移计	个	4
合计				6

5.10.2 测点布置

5.10.2.1 振动倾角监测

G42 柳营南路桥在左幅 2#孔，右幅 3#孔跨中空心板梁腹板位置各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。

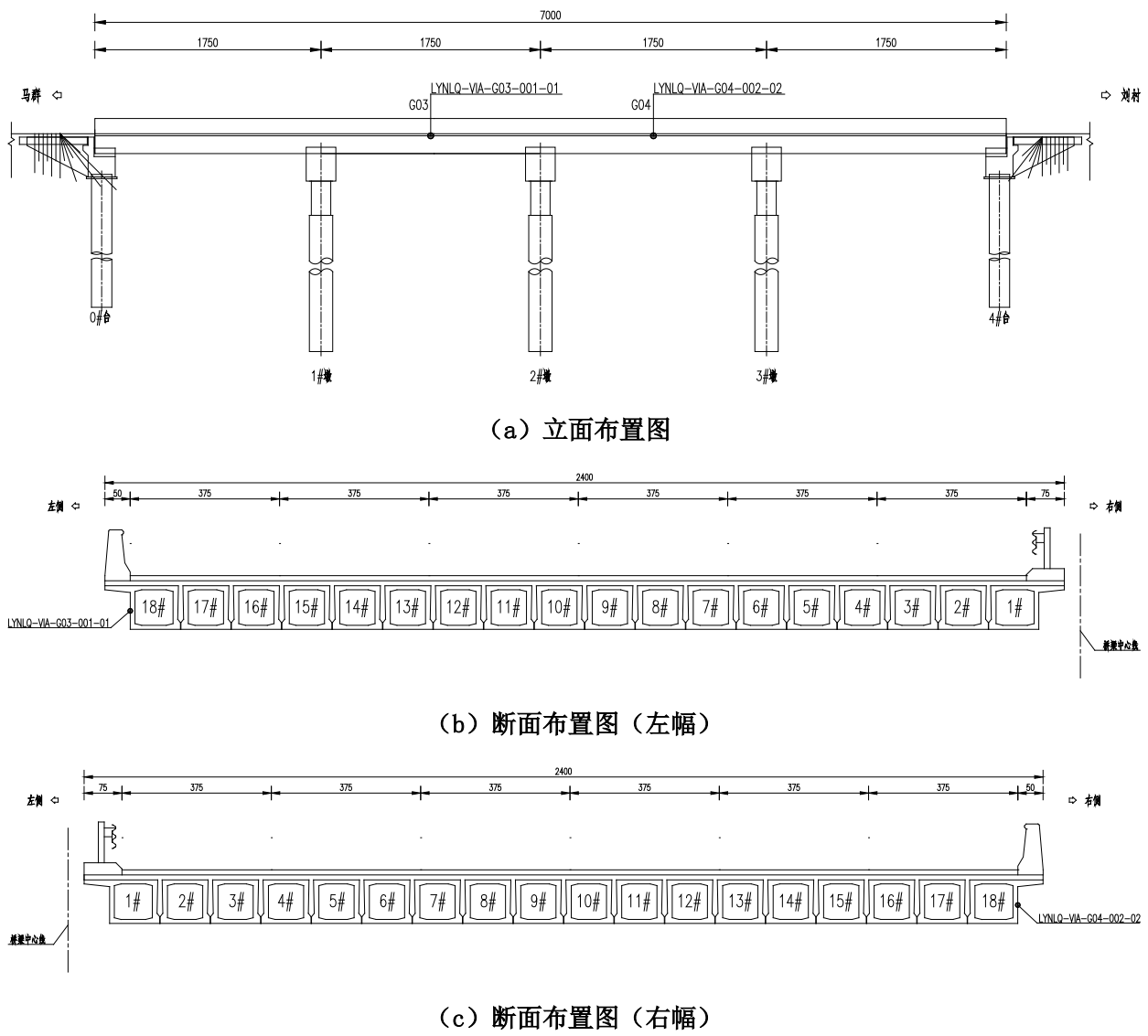


图 5.10-1 G42 柳营南路桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.10.2.2 梁端纵向位移监测

G42 柳营南路桥选择左右幅 0#台、4#台主梁位置处安装拉绳式位移计，全桥共 4 处。

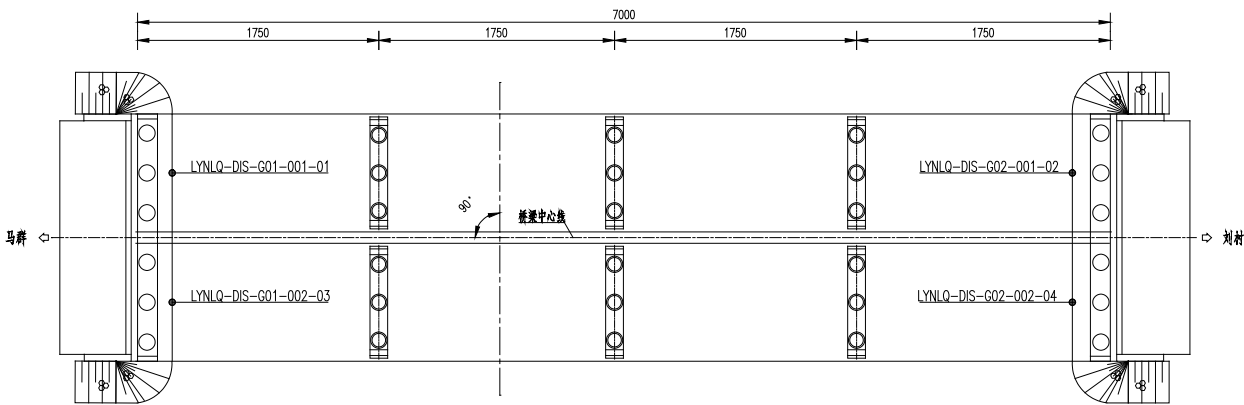


图 5.10-2 G42 柳营南路桥梁端纵向位移监测测点示意图（单位：cm）

梁端纵向位移监测选用拉绳式位移计，对应技术参数参照 5.2 节。

5.11 G42 八机中桥

5.11.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 八机中桥监测方案如表 5.11-1 所示。

表 5.11-1 G42 八机中桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	10
		基准靶	个	2
2	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				16

5.11.2 测点布置

5.11.2.1 竖向位移监测

G42 八机中桥左右幅布设 1 套主梁竖向位移监测设备，包括 5 个目标靶（横向覆盖重车行车道下方 5 片空心板梁）、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 1#孔跨中，光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。

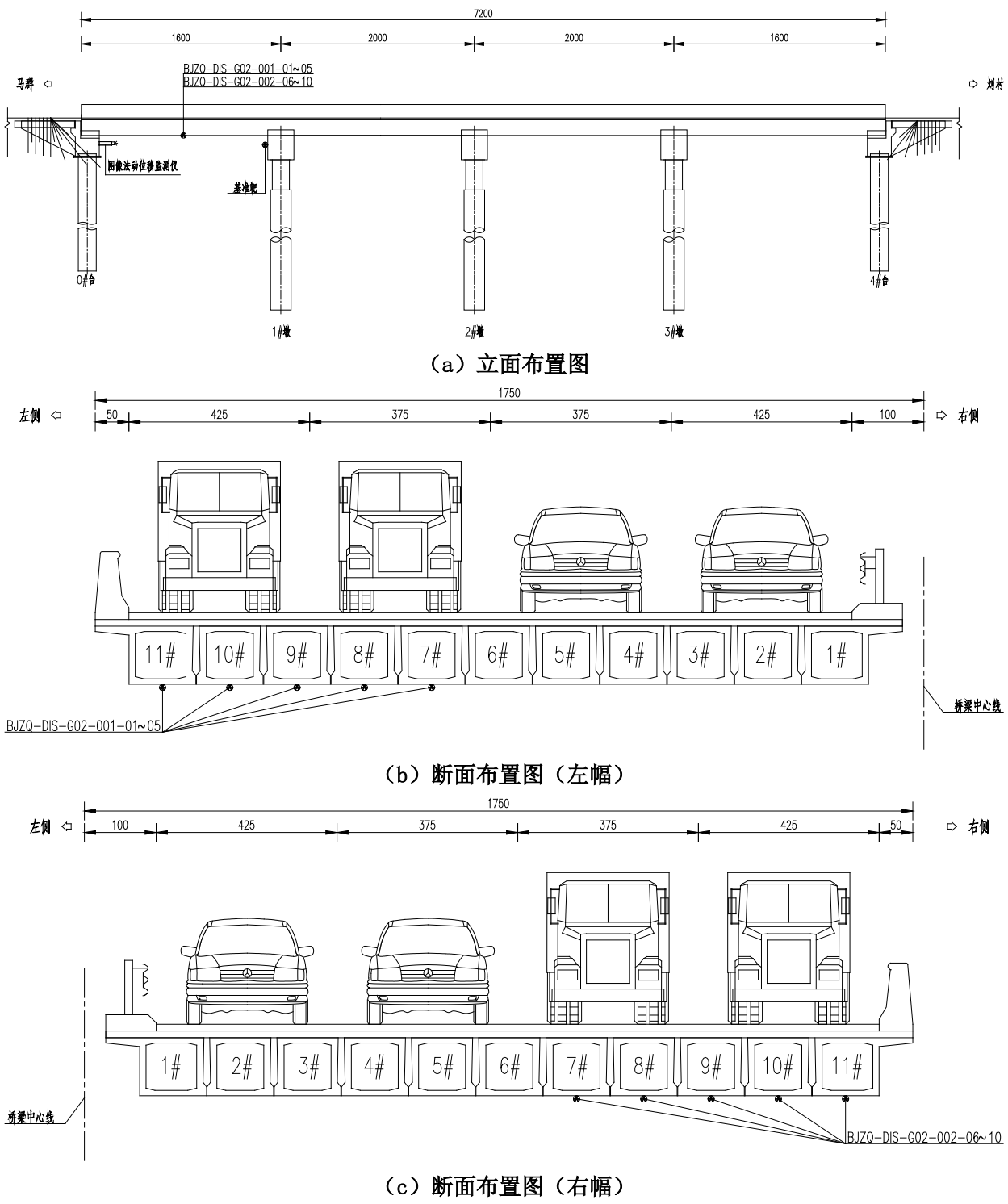
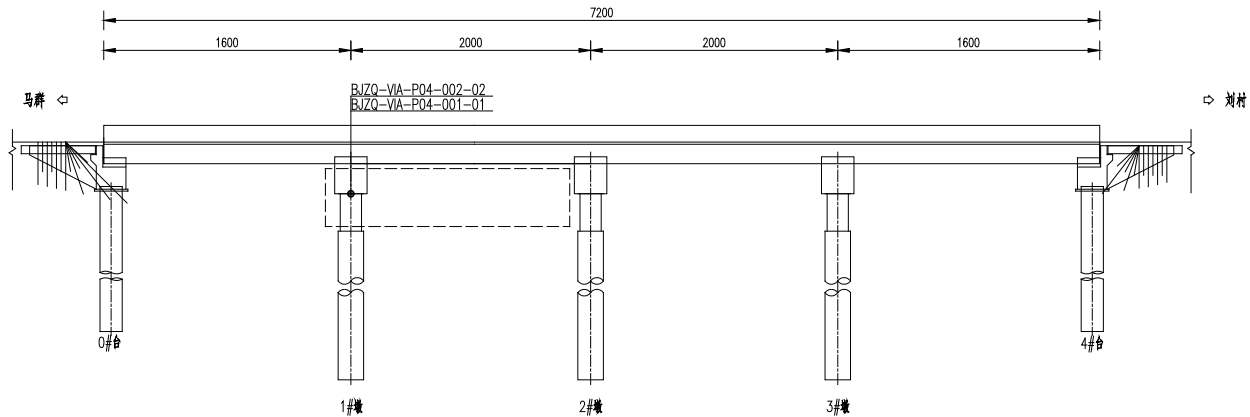


图 5.11-1 G42 八机中桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

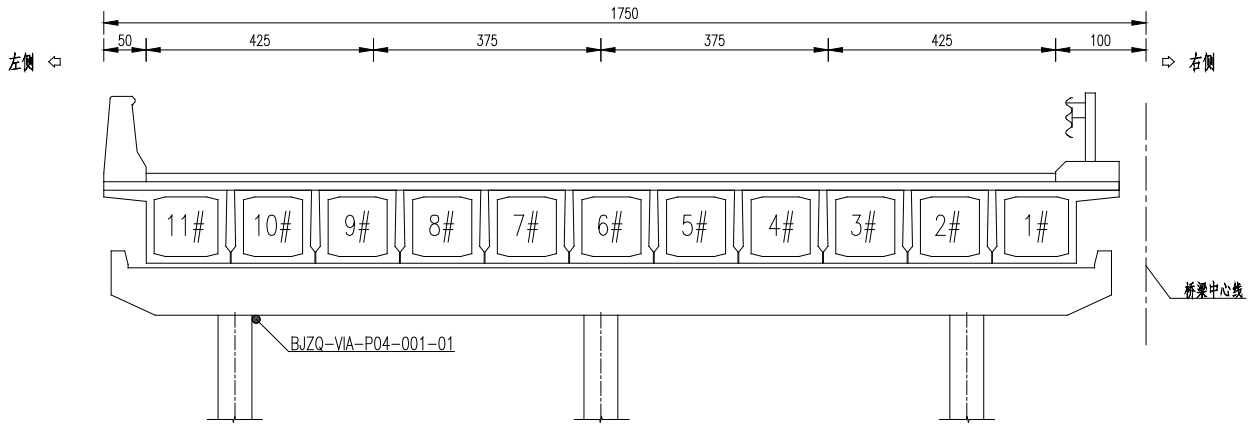
竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

5.11.2.2 振动倾角监测

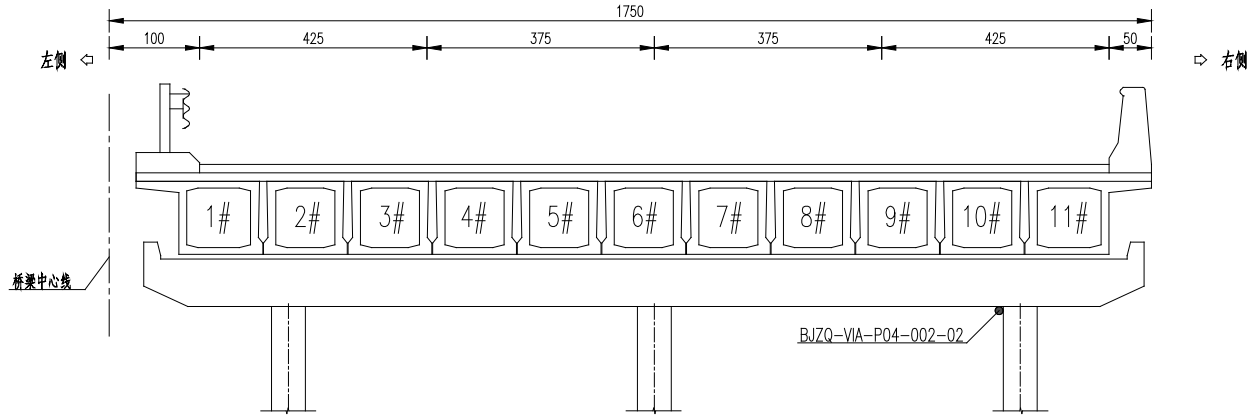
G42 八机中桥在左右幅 1#墩墩顶各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）



(c) 断面布置图（右幅）

图 5.11-2 G42 八机中桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.12 G42 五百户互通主线立交大桥

5.12.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 五百户互通主线立交大桥监测方案如表 5.12-

1 所示。

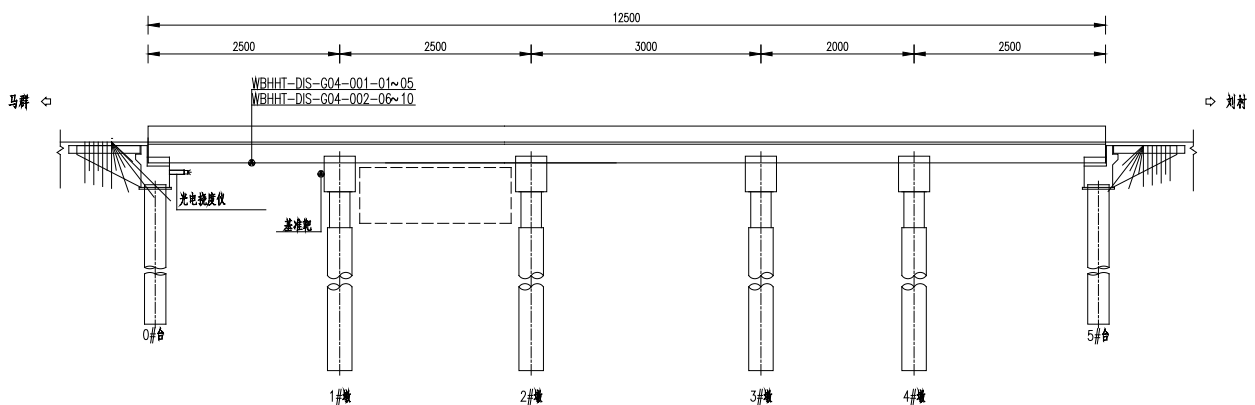
表 5.12-1 G42 五百户互通主线立交大桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	10
		基准靶	个	2
2	振动倾角监测	多元感知终端	台	1
3	梁端纵向位移监测	拉绳位移计	个	4
合计				19

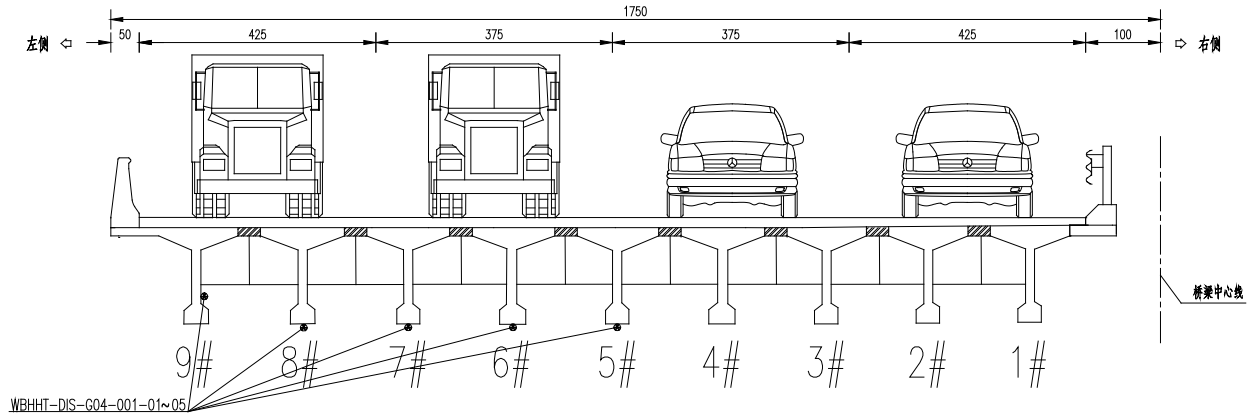
5.12.2 测点布置

5.12.2.1 竖向位移监测

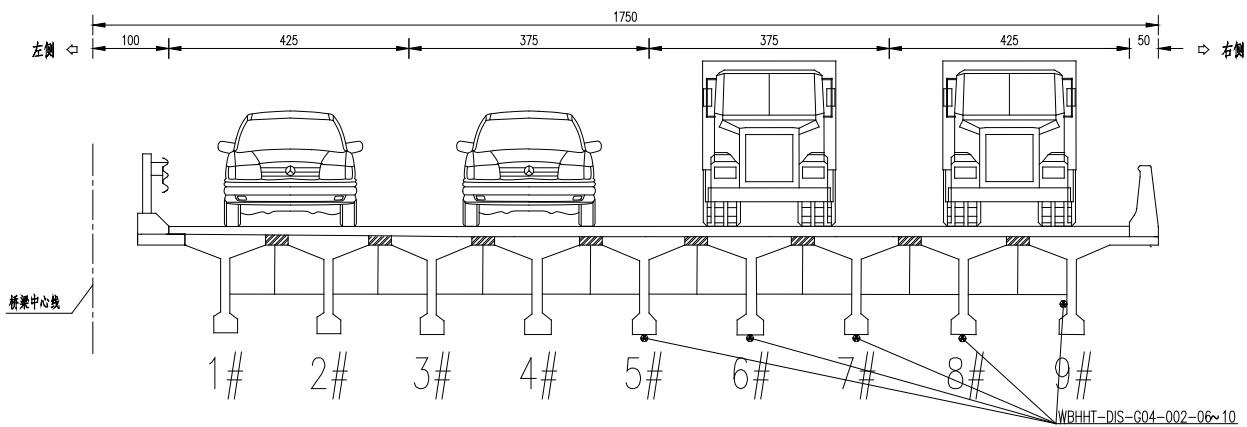
G42 五百户互通主线立交大桥左右幅布设 1 套主梁竖向位移监测设备，包括 5 个目标靶（横向覆盖重车行车道下方 5 片 T 梁）、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 1#孔跨中，光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）



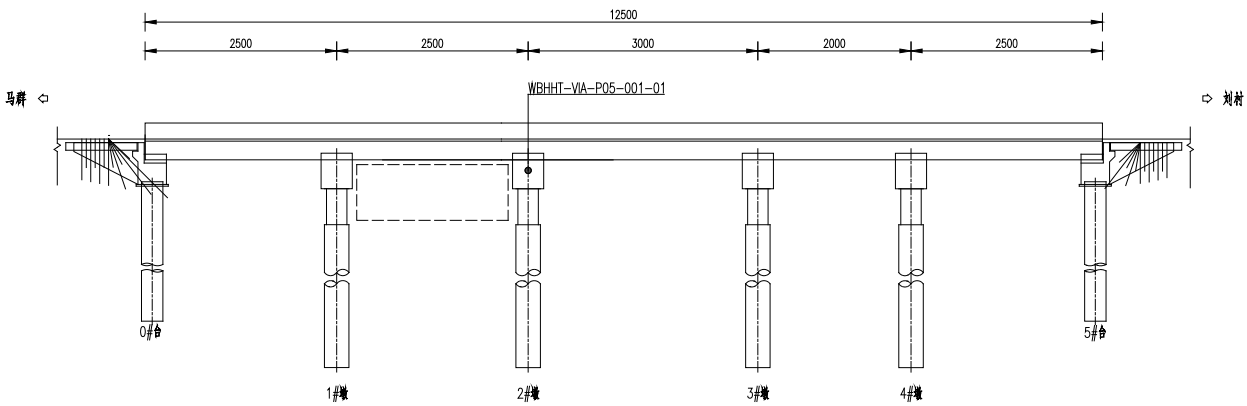
(c) 断面布置图（右幅）

图 5.12-1 G42 五百户互通主线立交大桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

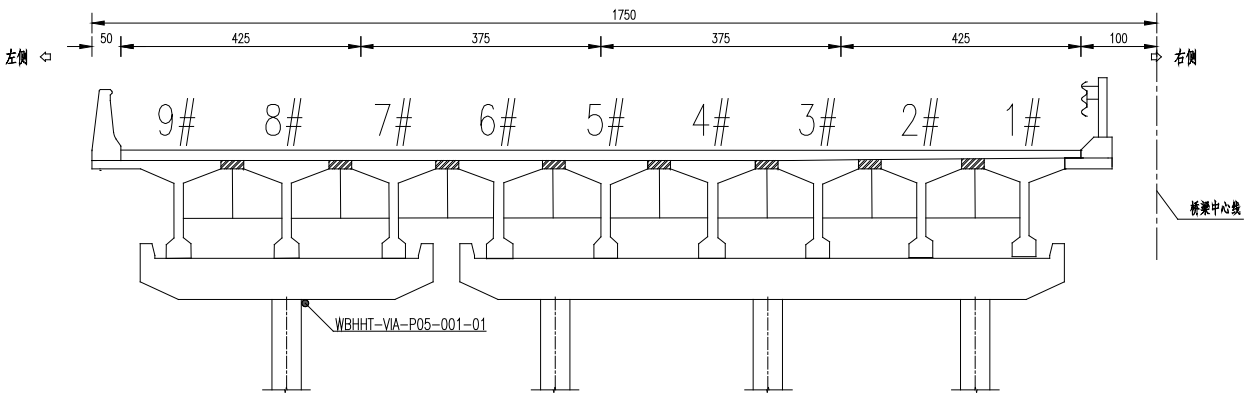
竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

5.12.2.2 振动倾角监测

G42 五百户互通主线立交大桥在左幅 2#墩墩顶布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 1 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图

图 5.12-2 G42 五百户互通主线立交大桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.12.2.3 梁端纵向位移监测

G42 五百户互通主线立交大桥选择左右幅 0#台、5#台主梁位置处安装拉绳式位移计，全桥共 4 处。

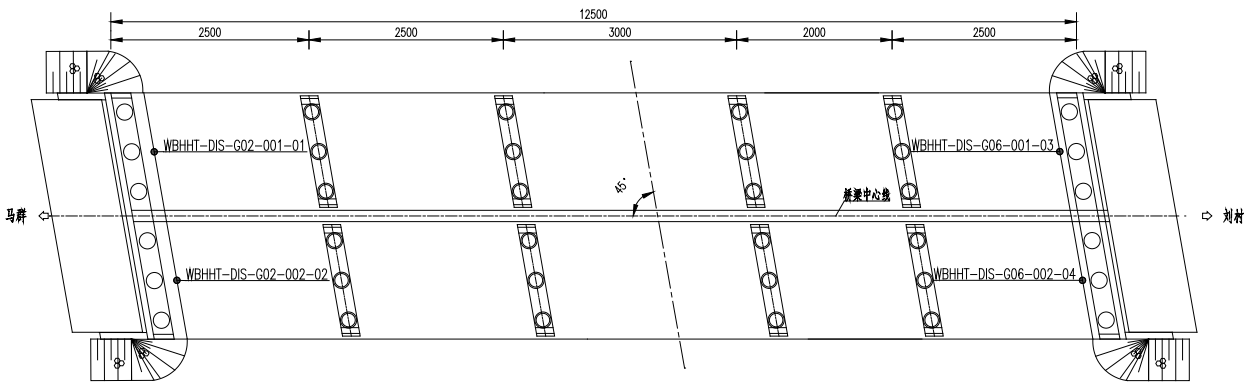


图 5.12-3 G42 五百户互通主线立交大桥梁端纵向位移监测测点示意图（单位：cm）

梁端纵向位移监测选用拉绳式位移计，对应技术参数参照 5.2 节。

5.13 G42 牌楼小桥

5.13.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 牌楼小桥监测方案如表 5.13-1 所示。

表 5.13-1 G42 牌楼小桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				2

5.13.2 测点布置

5.13.2.1 振动倾角监测

G42 牌楼小桥在左右幅 1#孔跨中腹板迎车侧各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。

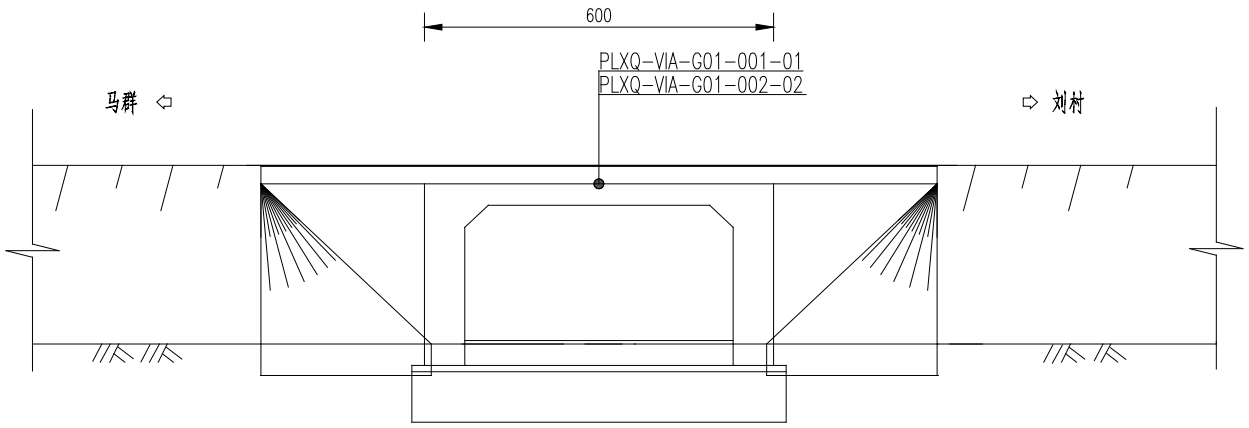


图 5.13-1 G42 牌楼小桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

编制：

复核：

审核：

图表号：SI-01

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.14 G42 友谊小桥

5.14.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 友谊小桥监测方案如表 5.14-1 所示。

表 5.14-1 G42 友谊小桥轻量化监测主要监测设备表				
序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				2

5.14.2 测点布置

5.14.2.1 振动倾角监测

G42 友谊小桥在左右幅 1#孔跨中腹板迎车侧各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。

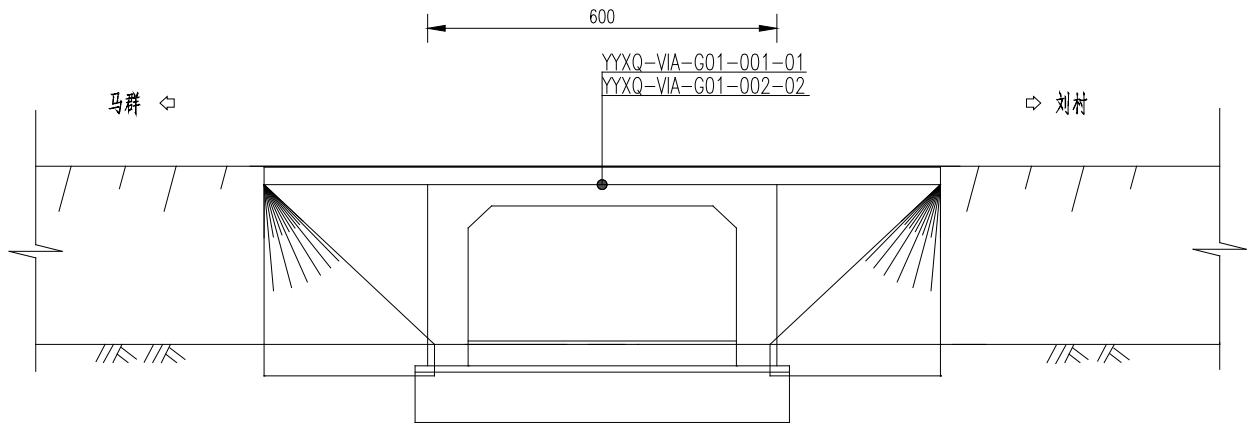


图 5.14-1 G42 友谊小桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.15 G42 站东二路桥

5.15.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 站东二路桥监测方案如表 5.15-1 所示。

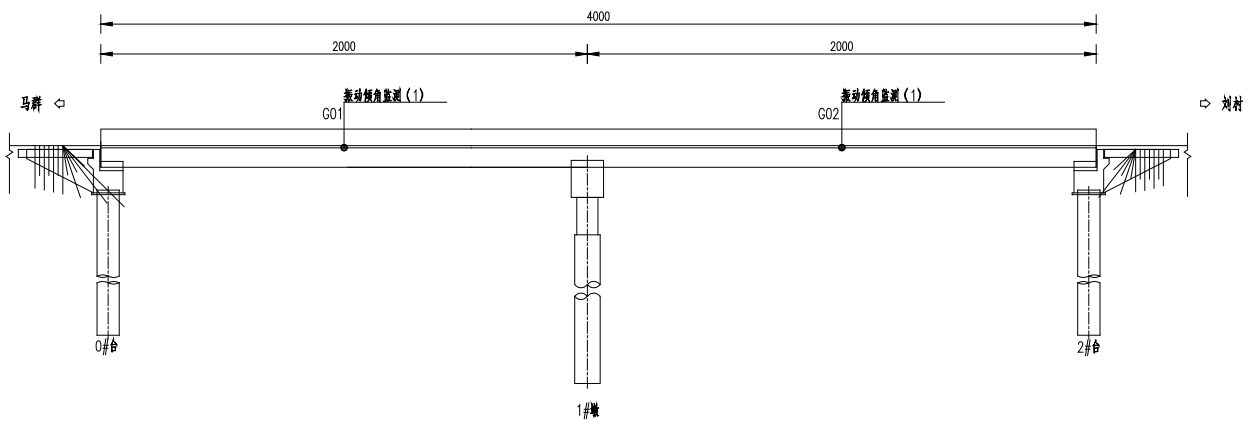
表 5.15-1 G42 站东二路桥轻量化监测主要监测设备表				
序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				2

5.15.2 测点布置

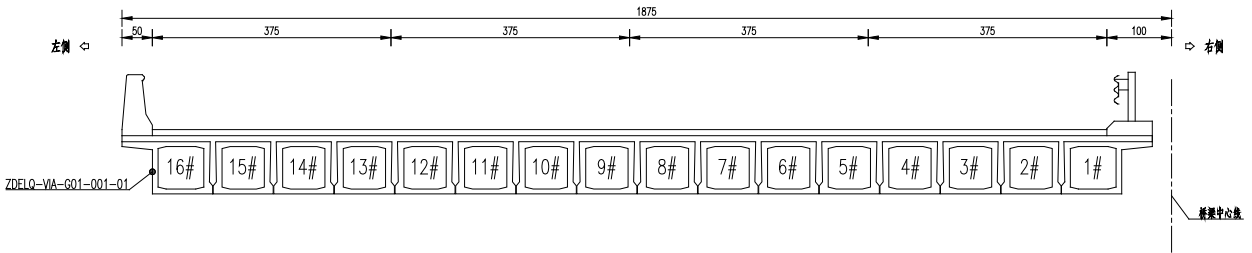
5.15.2.1 振动倾角监测

G42 站东二路桥在左幅 1#孔，右幅 2#孔跨中主梁腹板处各布置 1 个多元感知终端，

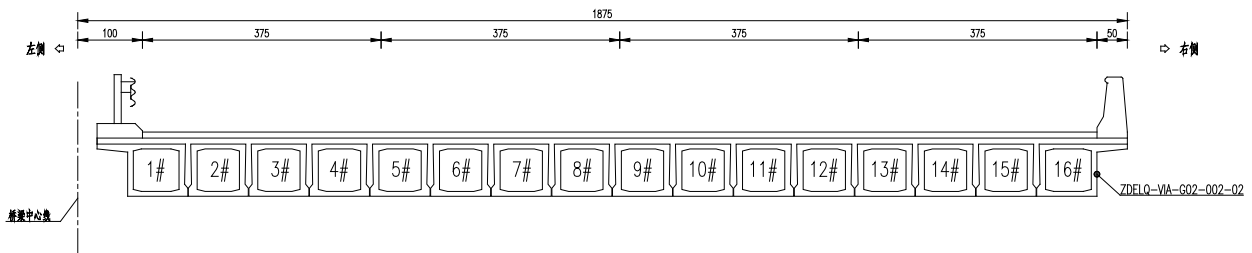
全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）



(c) 断面布置图（右幅）

图 5.15-1 G42 站东二路桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.16 G42 站东路桥

5.16.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 站东路桥监测方案如表 5.16-1 所示。

表 5.16-1 G42 站东路桥轻量化监测主要监测设备表				
序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				2

5.16.2 测点布置

5.16.2.1 振动倾角监测

G42 站东路桥在左右幅 2#墩墩顶各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。

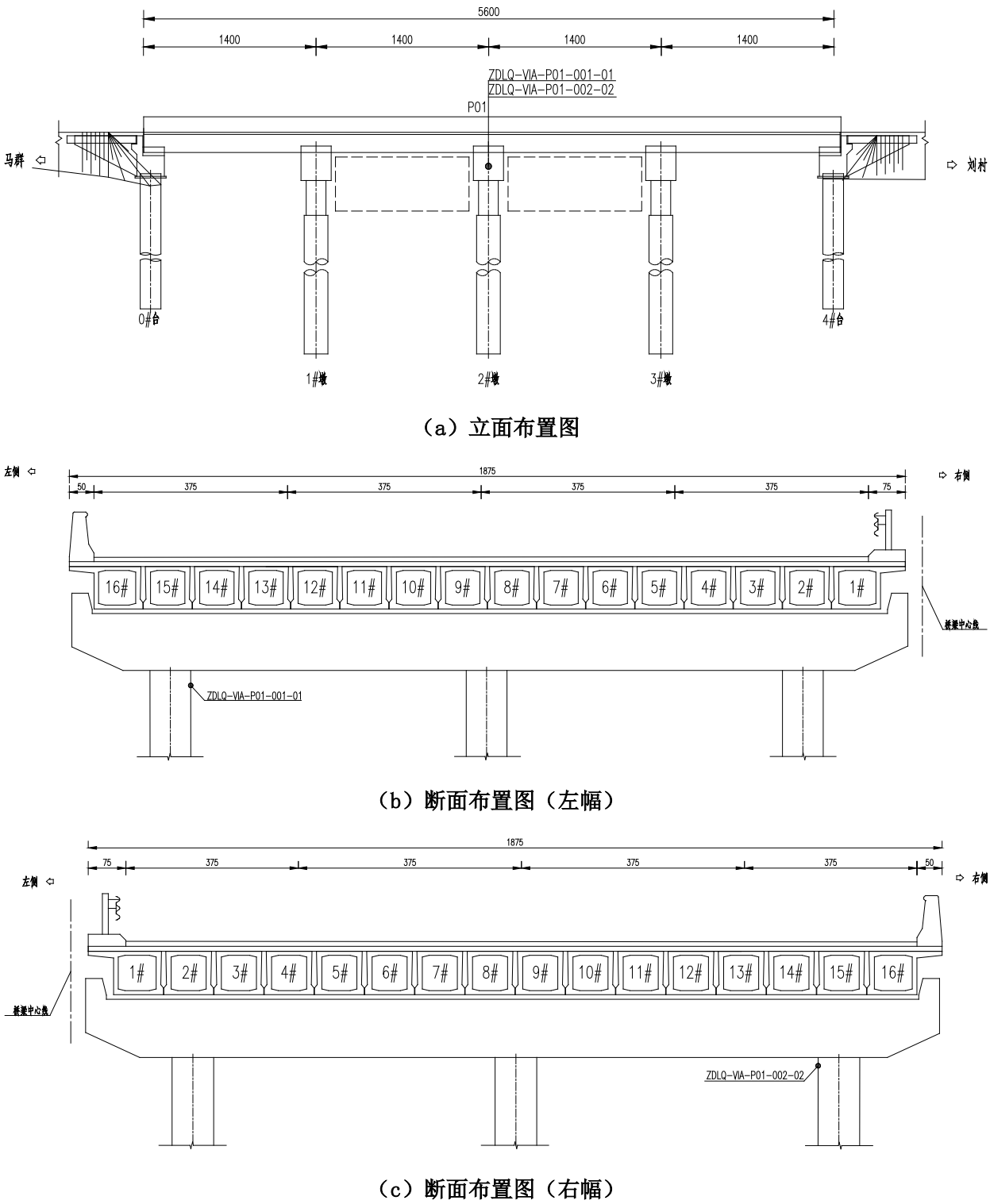


图 5.16-1 G42 站东路桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.17 G42 站西路桥

5.17.1 主要监测设备

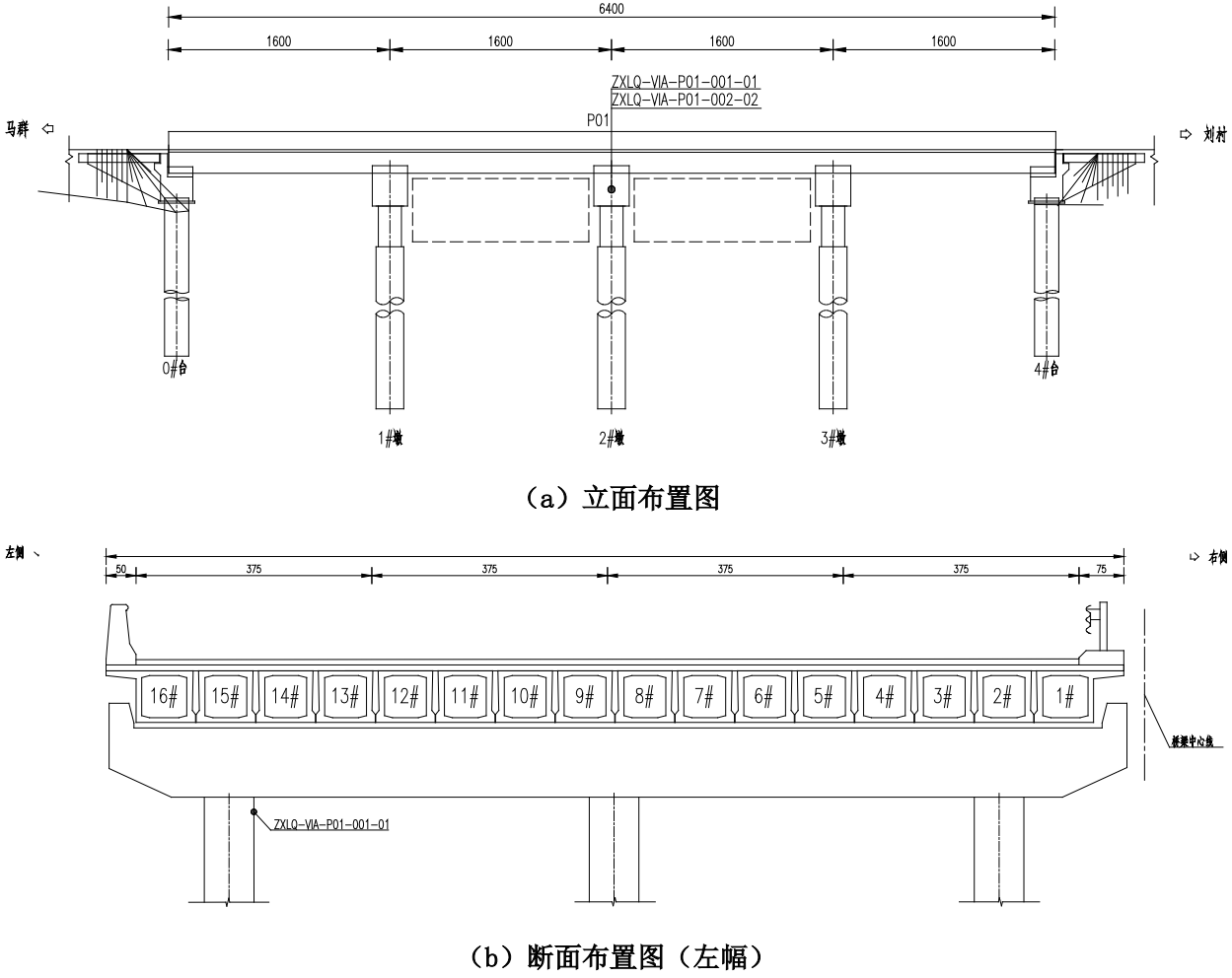
结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 站西路桥监测方案如表 5.17-1 所示。

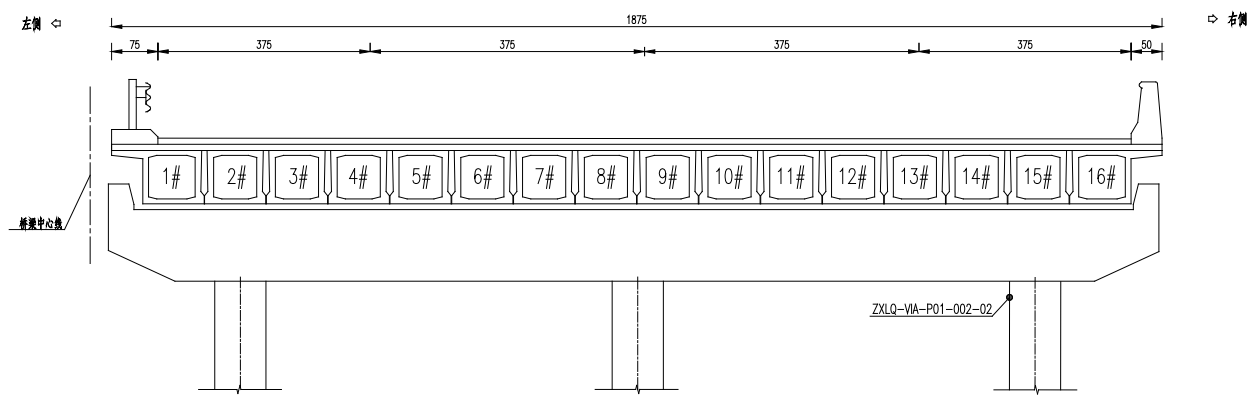
表 5.17-1 G42 站西路桥轻量化监测主要监测设备表				
序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				2

5.17.2 测点布置

5.17.2.1 振动倾角监测

G42 站西路桥在左右幅 2#墩墩顶各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。





(c) 断面布置图（右幅）

图 5.17-1 G42 站西路桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.18 G42 站西二路桥

5.18.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 站西二路桥监测方案如表 5.18-1 所示。

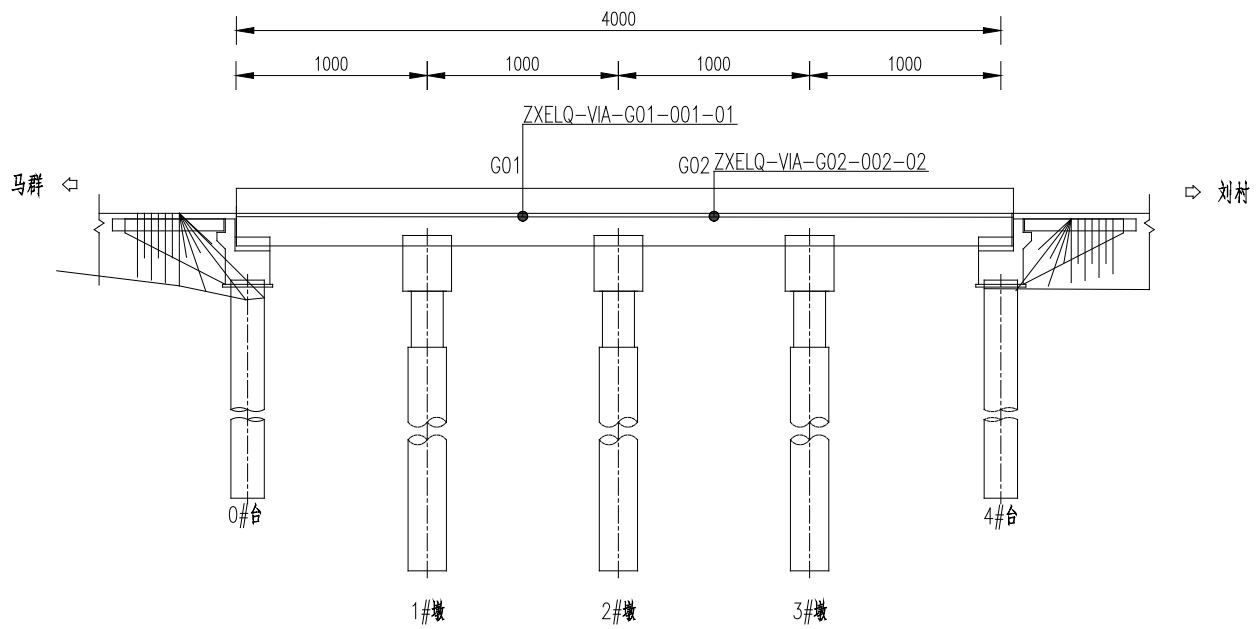
表 5.18-1 G42 站西二路桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				2

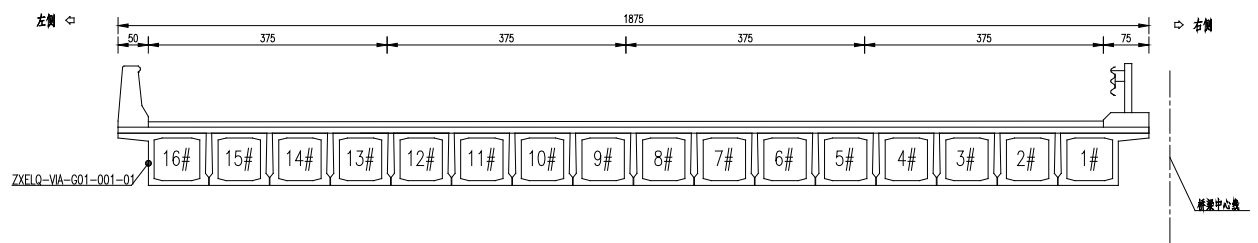
5.18.2 测点布置

5.18.2.1 振动倾角监测

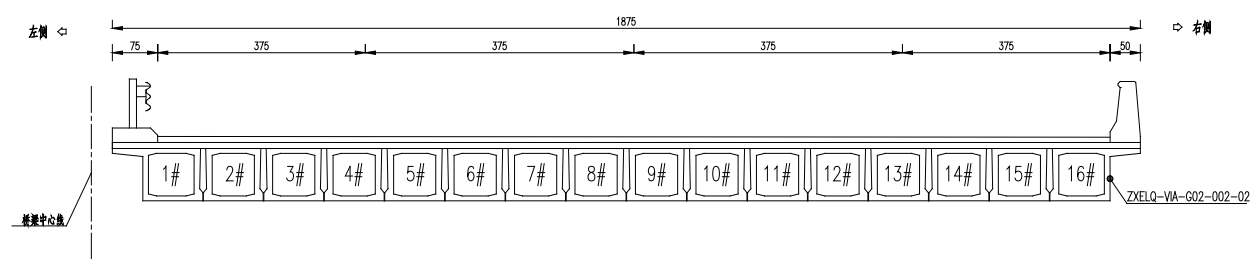
G42 站西二路桥在左幅 2#孔，右幅 3#孔跨中主梁腹板处各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）



(c) 断面布置图（右幅）

图 5.18-1 G42 站西二路桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.19 G42 铁心桥互通主线桥

5.19.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 铁心桥互通主线桥监测方案如表 5.19-1 所示。

表 5.19-1 G42 铁心桥互通主线桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	10

编制：

复核：

审核：

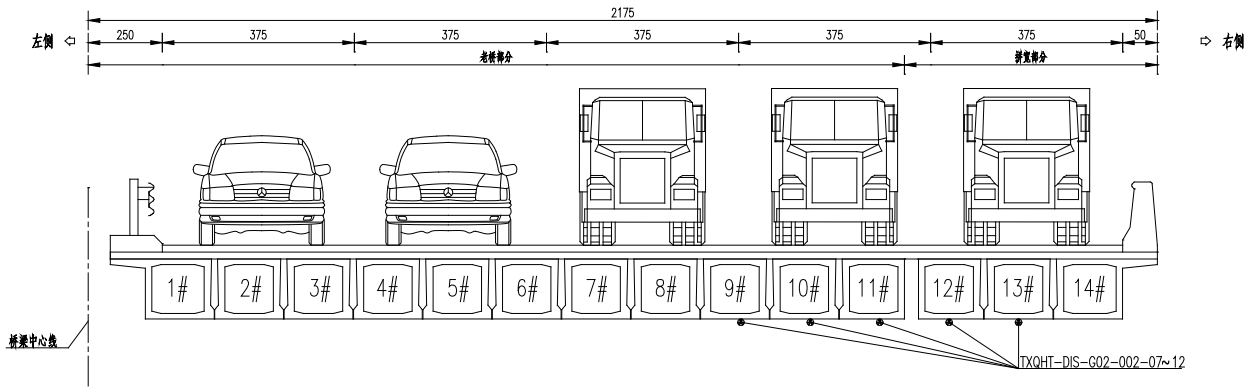
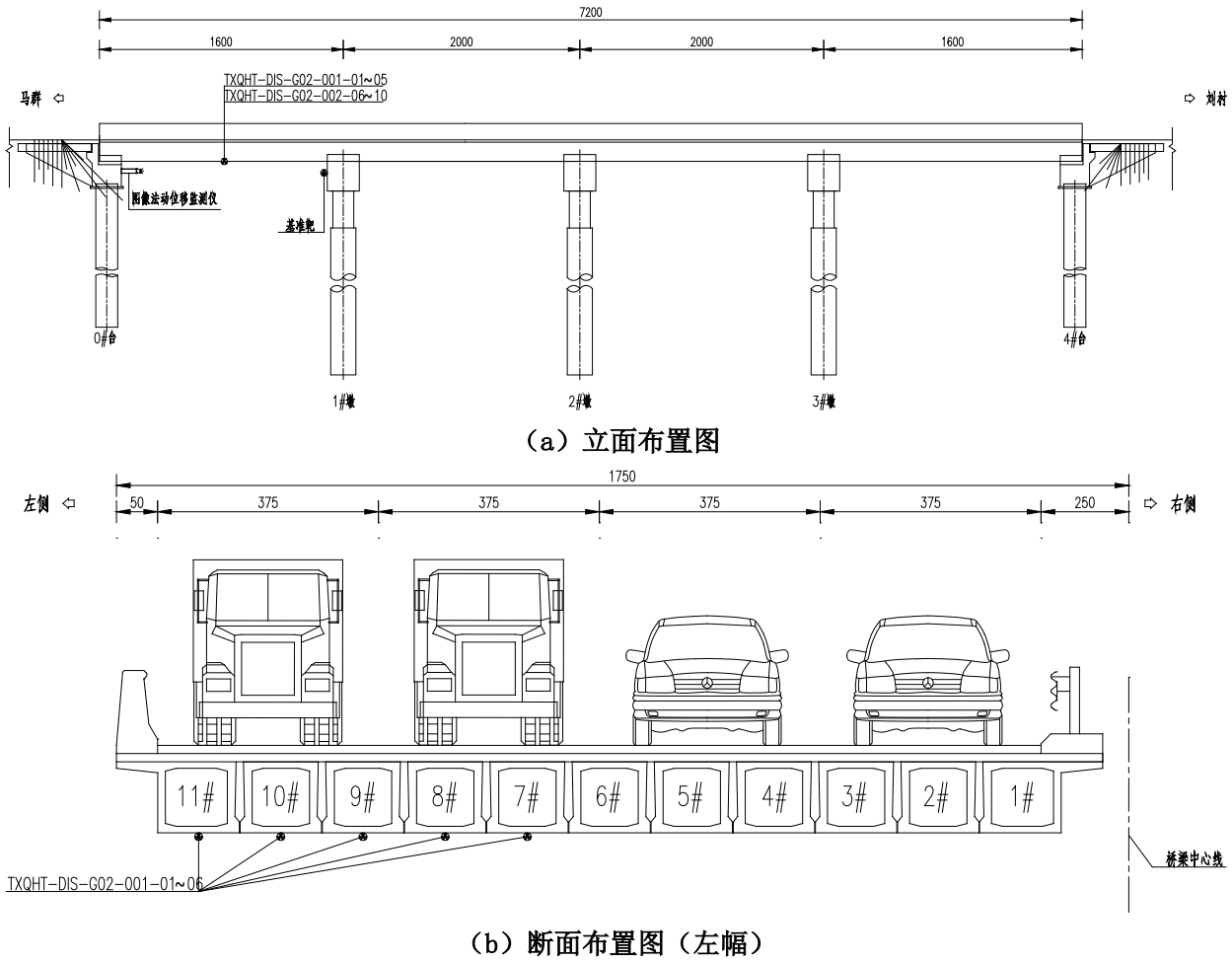
图表号：SI-01

		基准靶	个	2
2	振动倾角监测	多元感知终端	台	4
合计				18

5.19.2 测点布置

5.19.2.1 竖向位移监测

G42 铁心桥互通主线桥左右幅各布设 1 套主梁竖向位移监测设备，包括 5 个目标靶（横向覆盖重车行车道下方 5 片空心板梁）、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 1#孔跨中，光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。



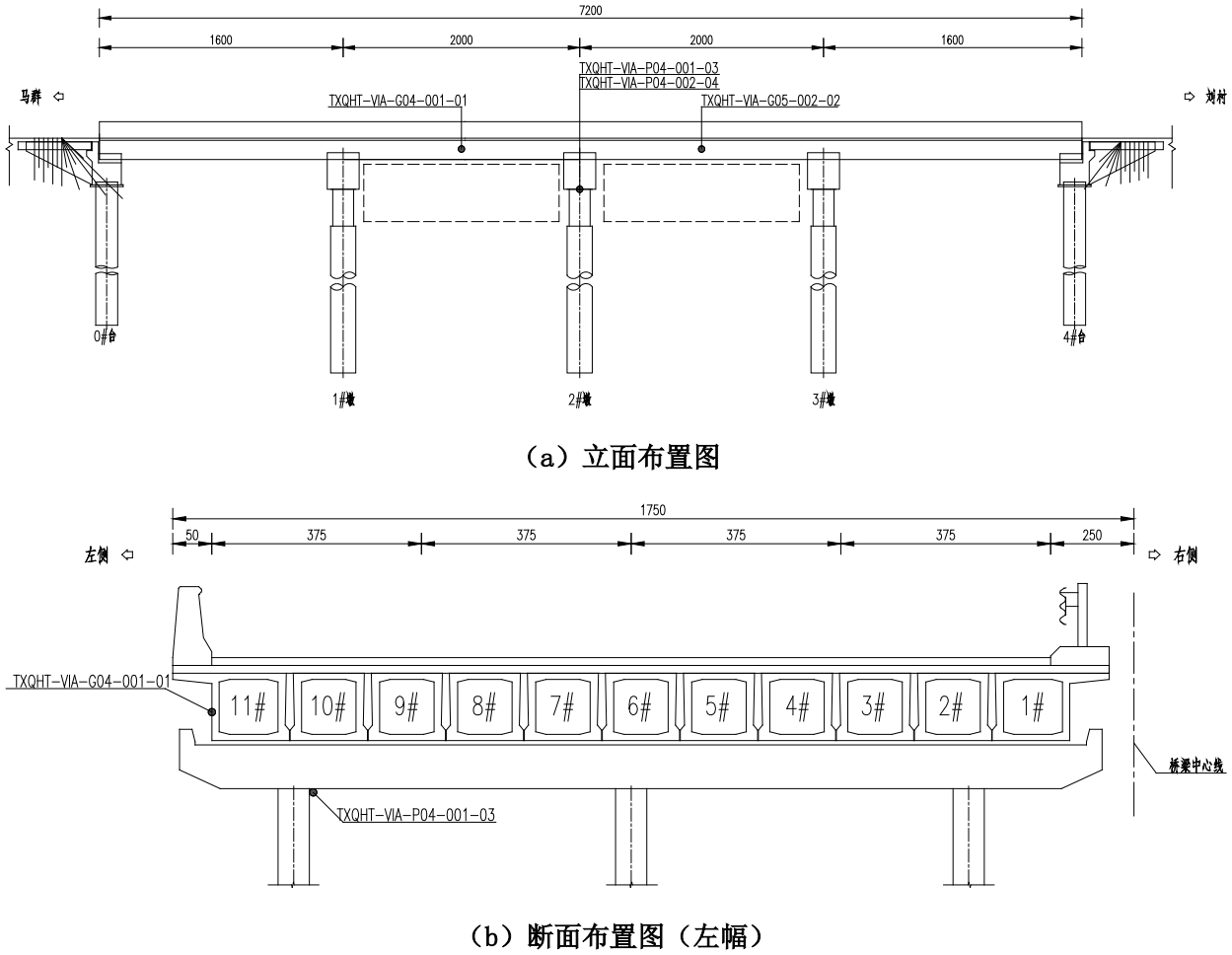
(c) 断面布置图（右幅）

图 5.19-1 G42 铁心桥互通主线桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

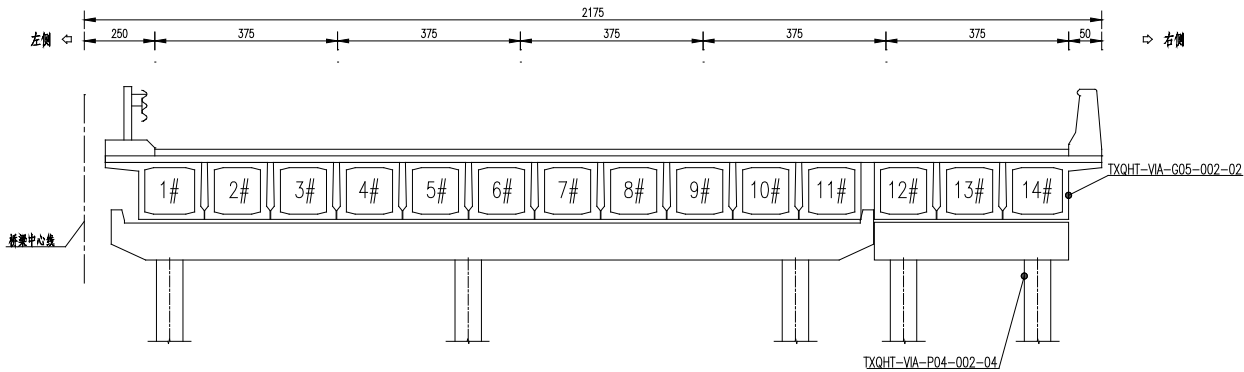
5.19.2.2 振动倾角监测

G42 铁心桥互通主线桥在左幅 2#孔、右幅 3#孔跨中腹板迎车侧、左右幅 2#墩各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 4 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图

(b) 断面布置图（左幅）



(c) 断面布置图（右幅）

图 5.19-2 G42 铁心桥互通主线桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.20 G42 经四路互通主线桥

5.20.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 经四路互通主线桥监测方案如表 5.20-1 所示。

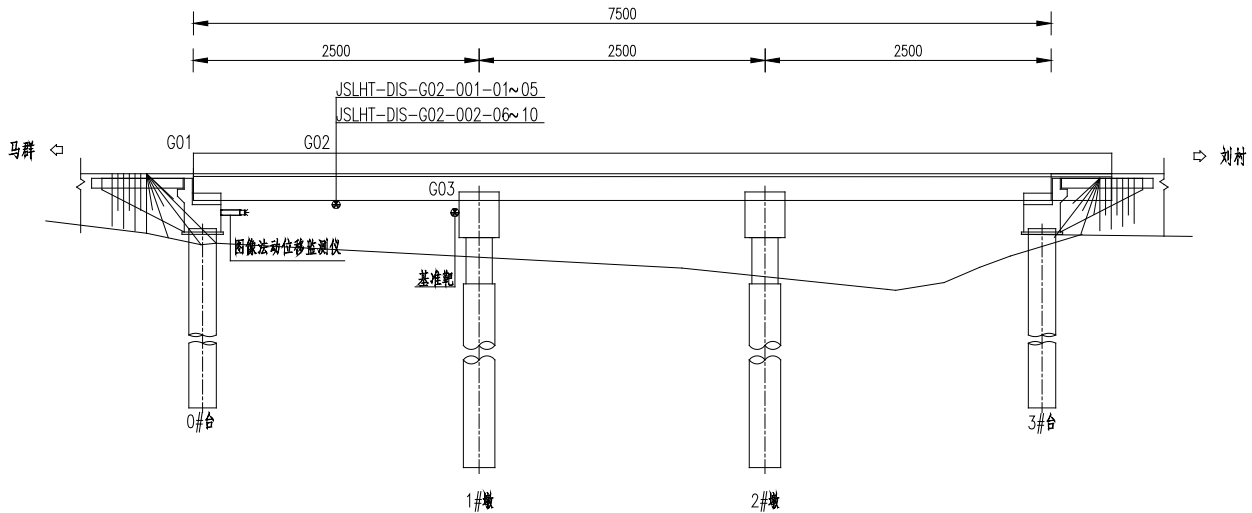
表 5.20-1 G42 经四路互通主线桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	10
		基准靶	个	2
2	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				16

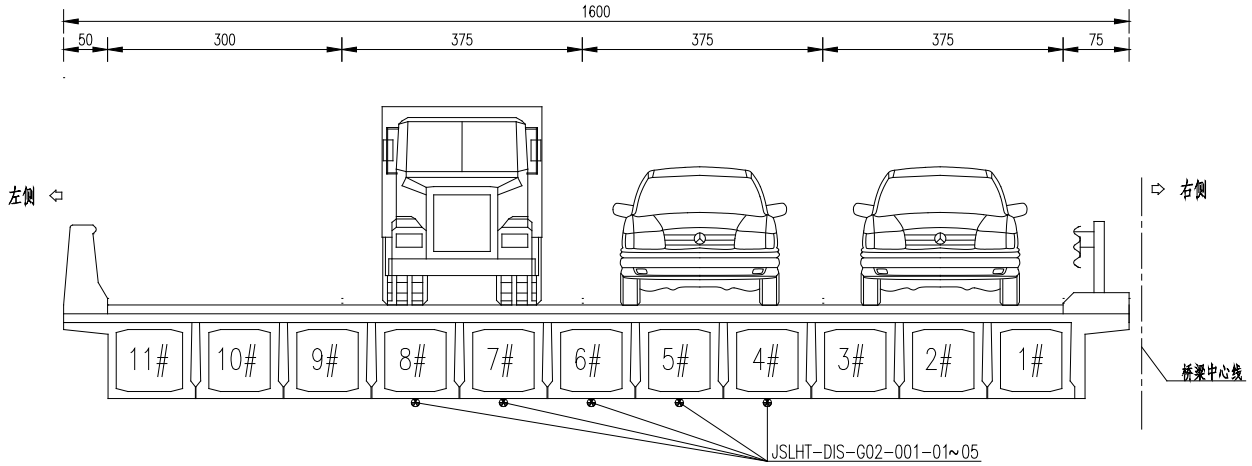
5.20.2 测点布置

5.20.2.1 竖向位移监测

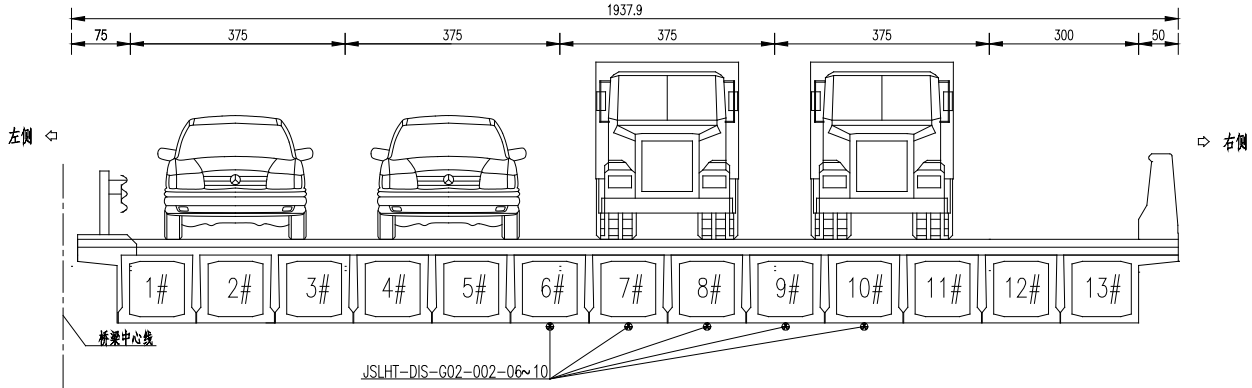
G42 经四路互通主线桥左右幅布设 1 套主梁竖向位移监测设备，包括 5 个目标靶（横向覆盖重车行车道下方 5 片空心板梁）、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 1#孔跨中，光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）



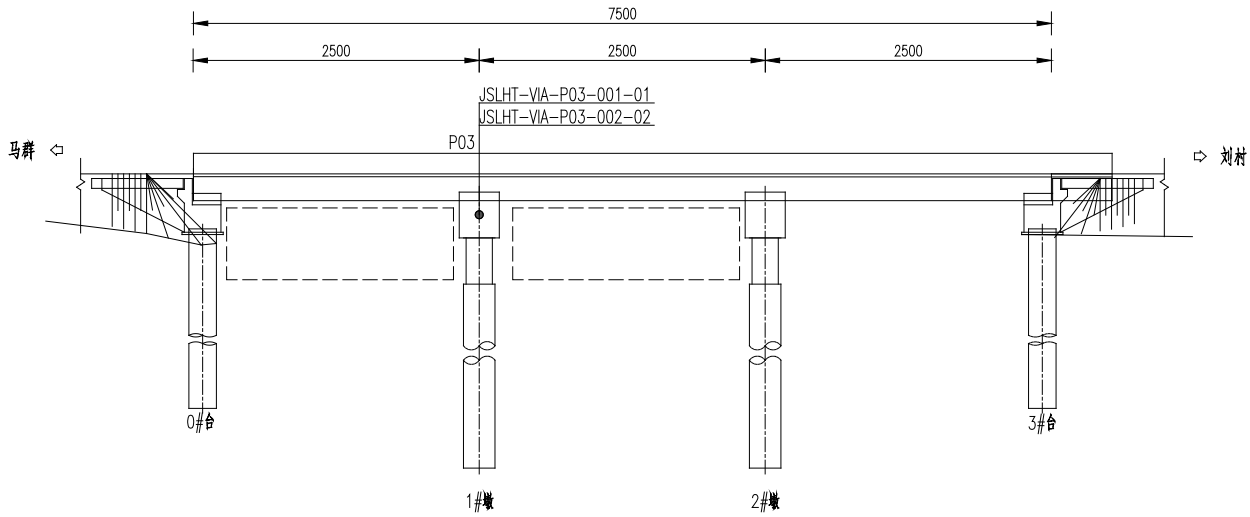
(c) 断面布置图（右幅）

图 5.20-1 G42 经四路互通主线桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

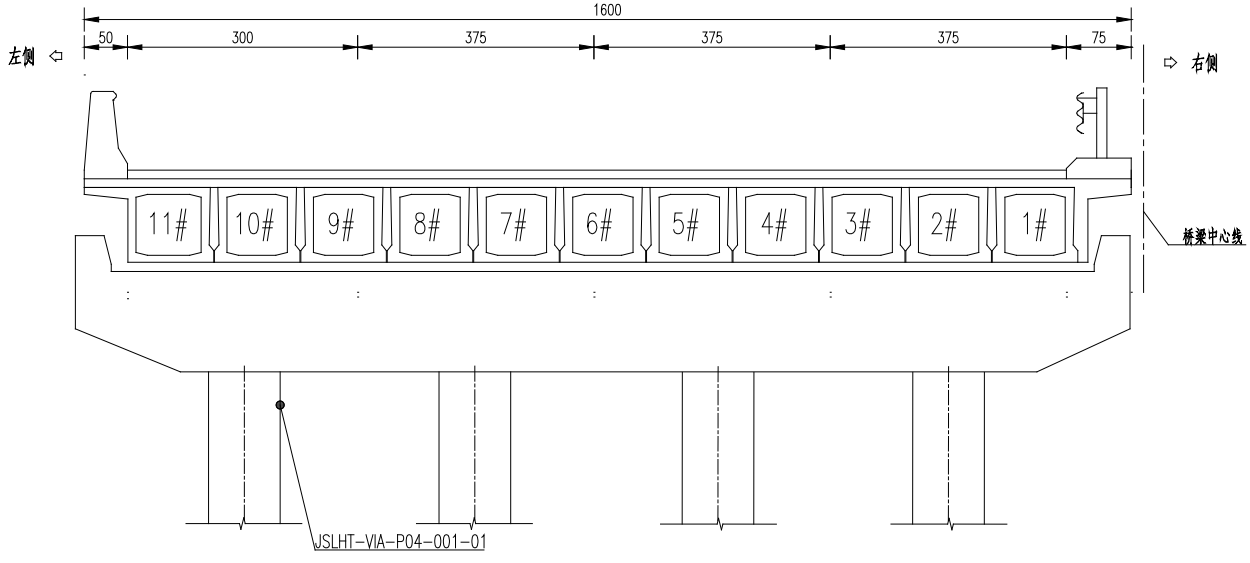
竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

5.20.2.2 振动倾角监测

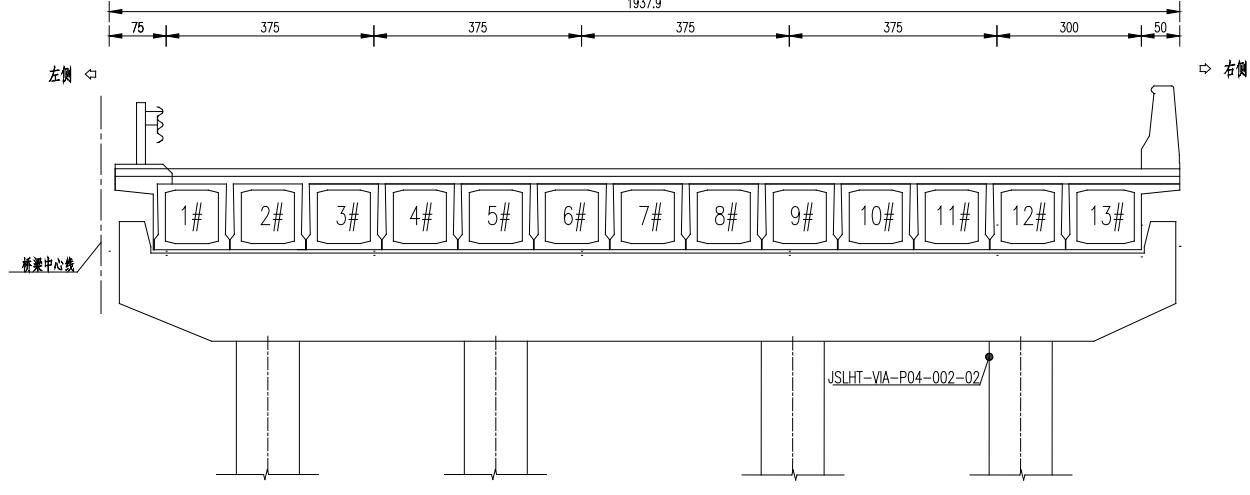
G42 经四路互通主线桥在左右幅 1#墩墩顶各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）



(c) 断面布置图（右幅）

图 5.20-2 G42 经四路互通主线桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.21 G42 友谊路桥

5.21.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 友谊路桥监测方案如表 5.21-1 所示。

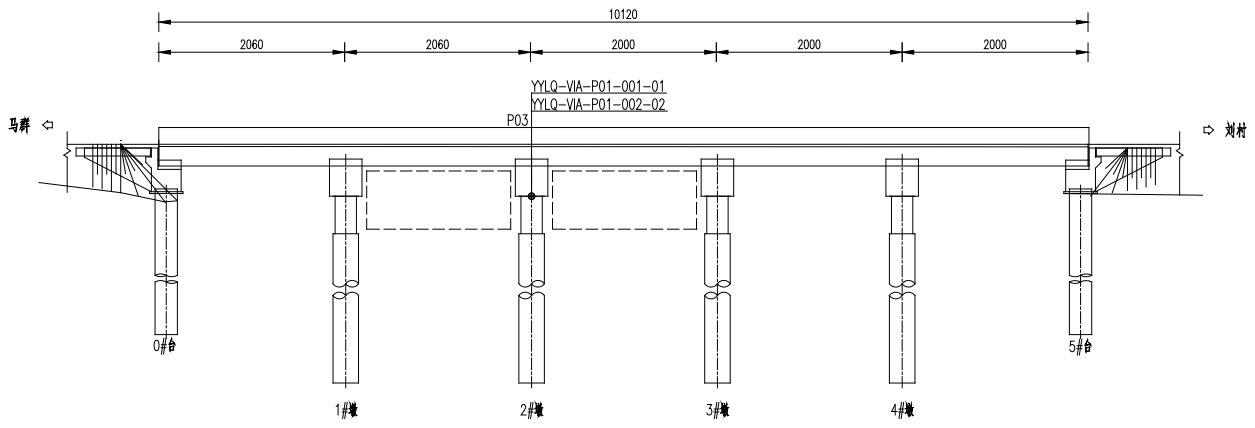
表 5.21-1 G42 友谊路桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				2

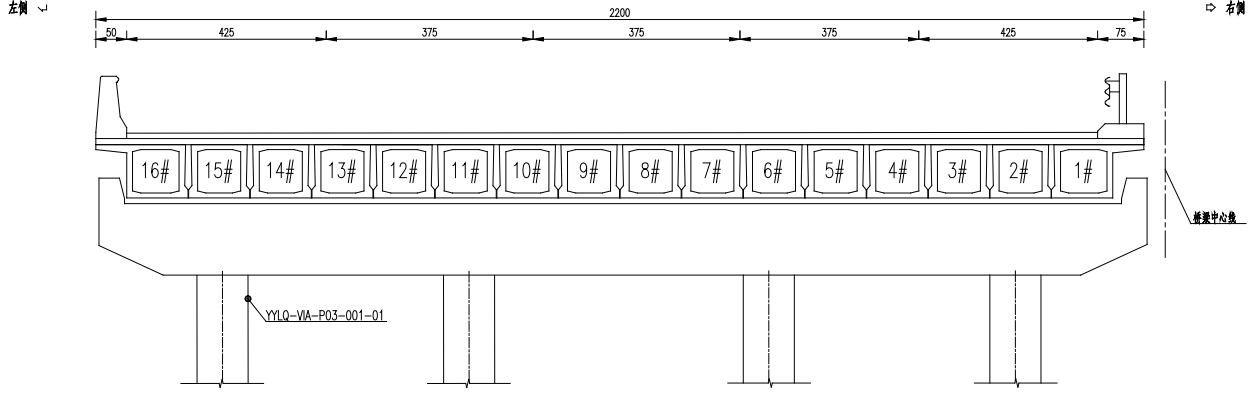
5.21.2 测点布置

5.21.2.1 振动倾角监测

G42 友谊路桥在左右幅 2#墩墩顶各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）

编制：

复核：

审核：

图表号：SI-01

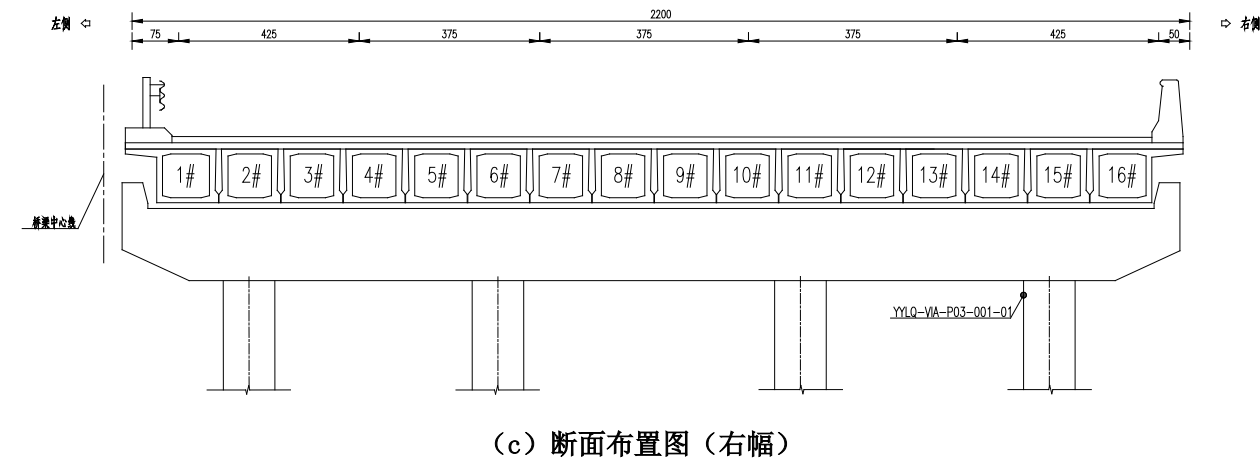


图 5.21-1 G42 友谊路桥振动倾角监测测点示意图 (单位: cm)

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.22 G42 黄河路桥

5.22.1 主要监测设备

结合桥梁结构实际特点及服役现状，G42 黄河路桥监测方案如表 5.22-1 所示。

表 5.22-1 G42 黄河路桥轻量化监测主要监测设备表

序号	监测项目	主要设备名称	单位	数量
1	竖向位移监测	光电挠度仪	台	2
		目标靶	个	10
		基准靶	个	2
1	振动倾角监测	多元感知终端	台	2
合计				16

5.22.2 测点布置

5.22.2.1 竖向位移监测

G42 黄河路桥左右幅布设 1 套主梁竖向位移监测设备, 包括 5 个目标靶 (横向覆盖重车行车道下方 5 片空心板梁)、1 个基准靶和 1 个光电挠度仪。其中目标靶布置在左右幅 1#孔跨中, 光电挠度仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处, 测点布置见下图所示。

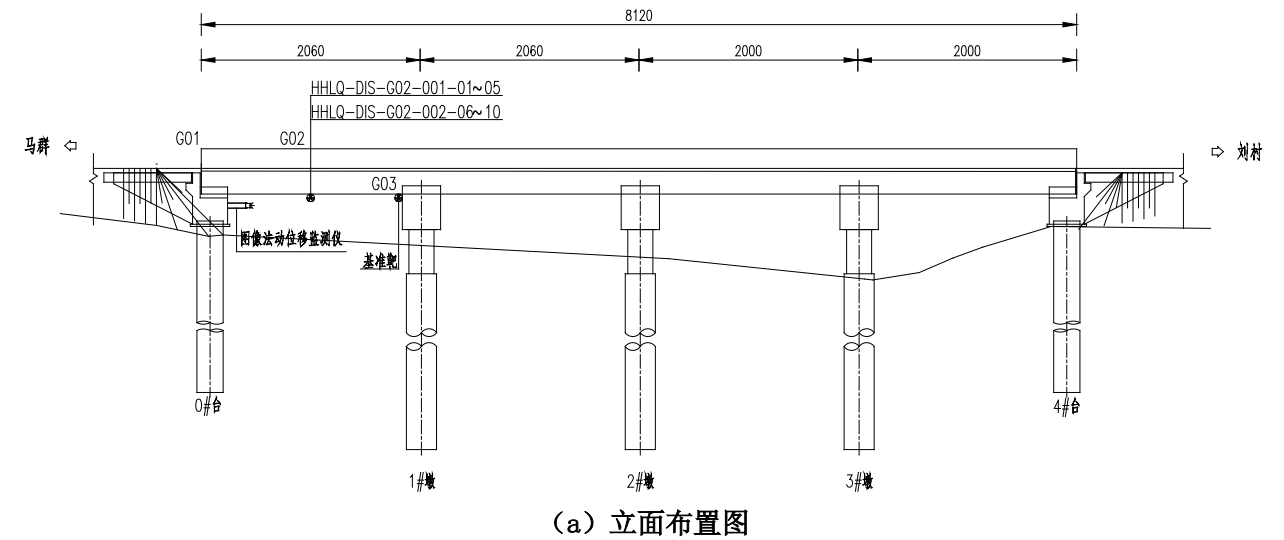


图 5.22-1 G42 黄河路桥竖向位移监测测点示意图 (单位: cm)

竖向位移监测选用光电挠度仪配合标靶实现, 对应技术参数参照 5.2 节。

5.22.2.2 振动倾角监测

G42 黄河路桥在左右幅 2#墩墩顶各布置 1 个多元感知终端，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。测点布置见下图所示。

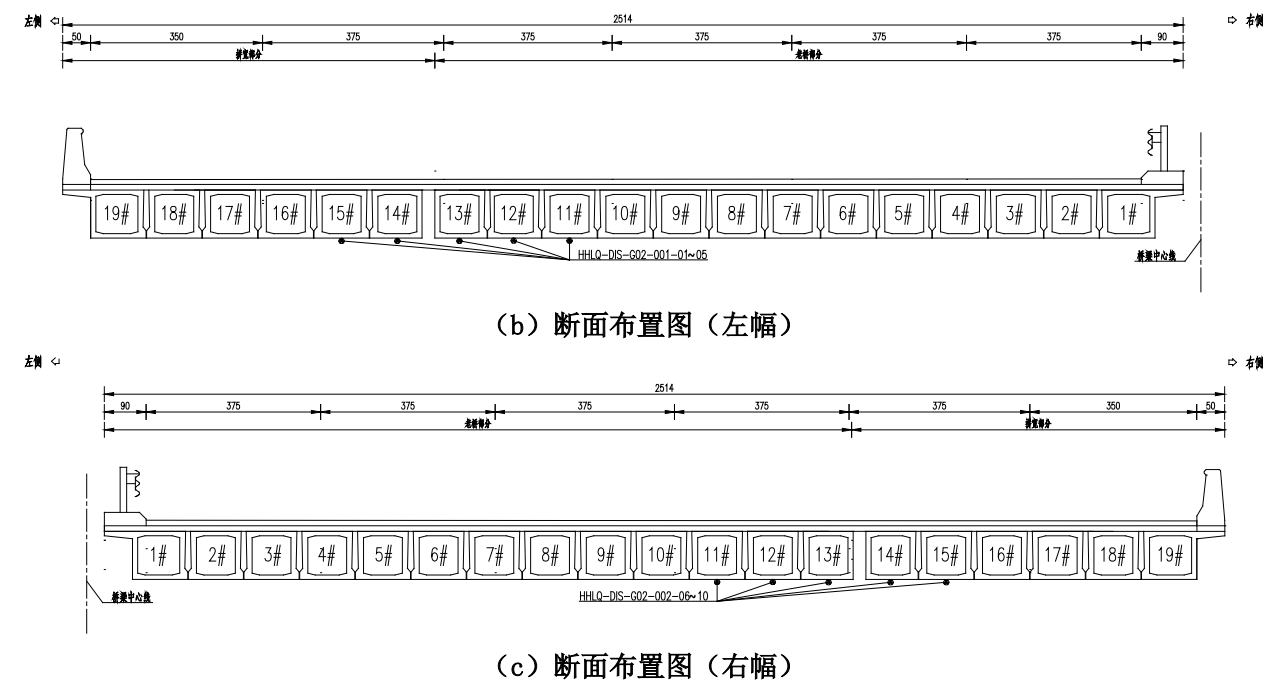
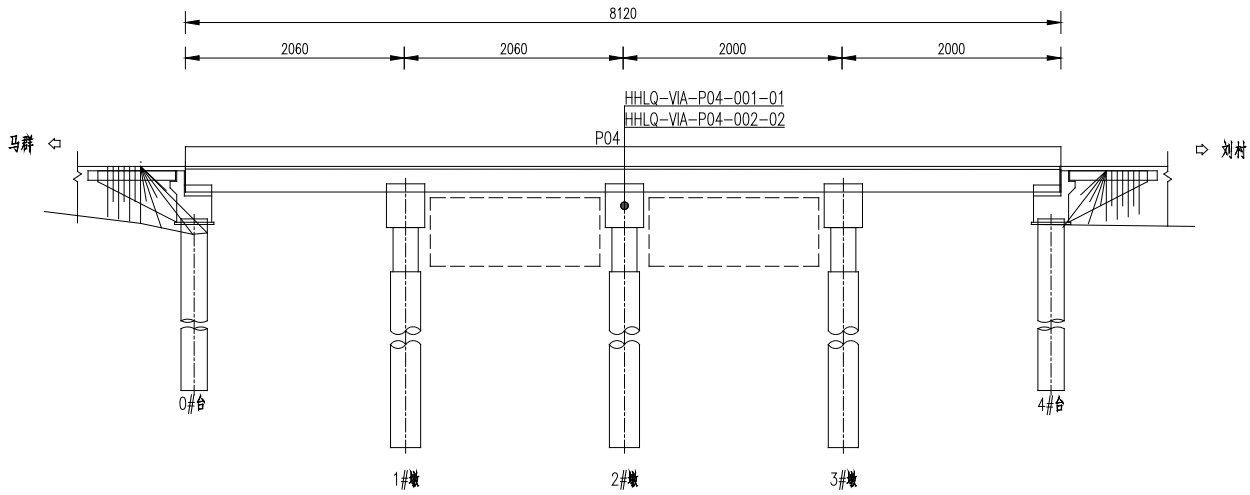
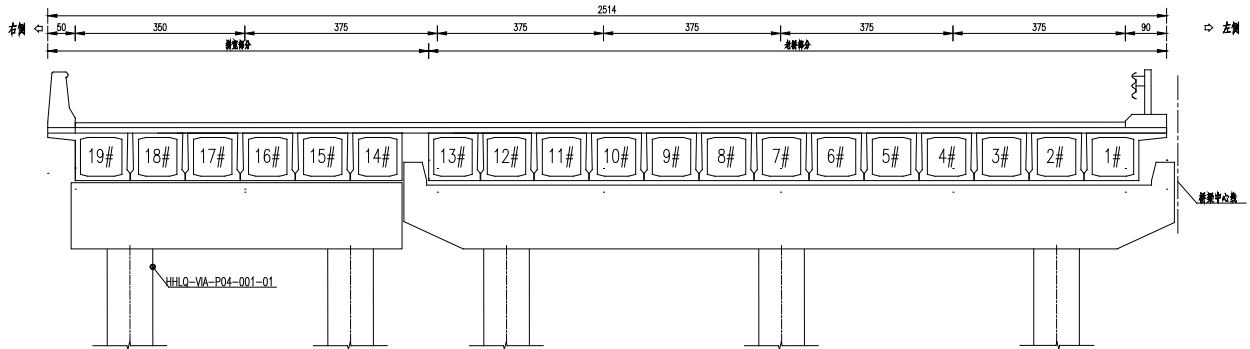


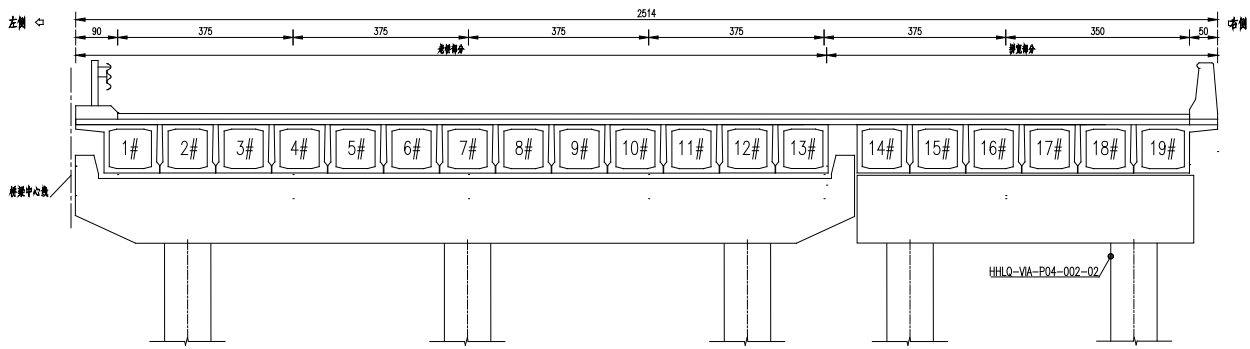
图 5.22-1 G42 黄河路桥竖向位移监测测点示意图 (单位: cm)



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图（左幅）



(c) 断面布置图（右幅）

图 5.22-2 G42 黄河路桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测选用多元感知终端，对应技术参数参照 5.2 节。

5.23 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表 5.23-1 所示。

表 5.23-1 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	竖向位移监测	光电挠度仪	50m	0.2mm	10Hz	≥5 年
2	振动倾角	多元感知终端	±2g/±45°	1mg/0.001°	/	≥5 年
3	梁端纵向位移	拉绳式位移计	量程范围：200mm；	非线性度：±0.25%FS；	1/600Hz	≥5 年

6 数据传输子系统设计

6.1 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，相应的分成两部分个部分，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。



数据采集与传输子系统架构

6.2 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。

6.3 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监控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站，可共用一台交换机、采集端等。

桥梁结构监测系统实时采集与传输的监测数据统一通过场端局域网传输至对应区域采集站，采集站工控机按数据协议解析数据并通过无线统一转发至监控中心服务器。

6.4 布线设计

本项目需要进行数据传输的监测项共包括 8 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；主梁挠度、视频抓拍、梁端纵向位移、结构振动、结构应变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，如表 6.4-1 所示。

表 6.4-1 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
主梁竖向位移	网线	4G
振动倾角	无线	4G
梁端纵向位移	网线	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

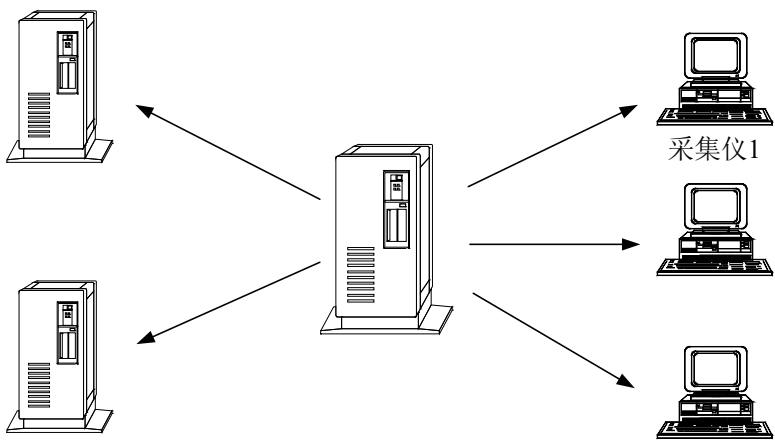
外场机柜供电由沿线监控就近接入电源，结构监测系统从此处接电。外场机柜供电系统是由系统配电箱到结构监测系统配电箱，并进入外场机柜电源设备的供电设备、供电线缆和保护管组成。

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。

6.5 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，它能够提供高于 1ms 的时间精度。



时间同步示意图

6.6 主要设备性能要求

➤ 工控机

- CPU：主频 2.0GHz 及以上；
- 内存 DDR：≥8GB；
- 双显：1 个 DVI-D 接口、1 个 VGA 接口；
- 网络接口：至少 2 路以上以太网接口，100Mbps；
- 其他接口：至少 2 个 USB2.0 接口；
- 存储：128GB 及以上。



工控机

➤ 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：至少 5 个千兆 RJ45 端口；
- 支持本地 Web 管理；
- 支持端口 VLAN；
- 工作温度：0℃~40℃；
- 工作湿度：5%~95%。



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℃~70℃；
- 工作湿度：5%~95%RH。



4G 工业路由器

7 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”。

7.1 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。

7.2 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。

7.3 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。

7.4 系统安全性

7.4.1 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，防范于未然。

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，并严格保证秘钥不会外泄，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，以便出问题时跟踪追查审计。

7.4.2 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。

7.4.3 数据安全

（1）数据安全应包念数据完整性、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：

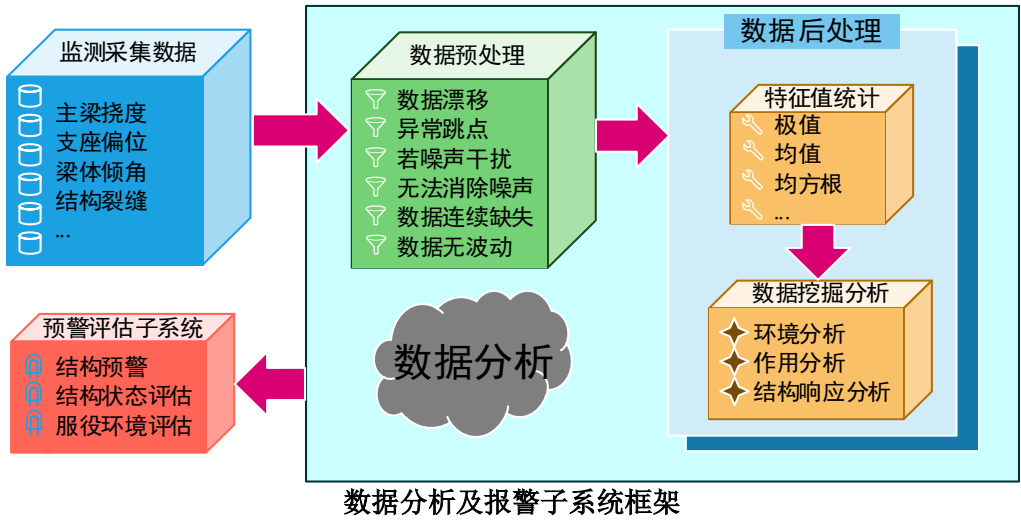
- a）数据传输完整性宜符合 GB/T37025 的相关规定；
- b）应采用封装签名、测试字验证、引用约束等方式保证数据存储完整性，并提供非完整数据的解决措施；
- （3）对监测系统敏感字段或业务数据应加密存储；
- （4）通过公网传输监测数据时，应根据管理要求进行加密传输，加密过程应使用国家密码管理部门批准使用的算法；
- （5）数据审计应具备监测记录外部用户访问监测数据行为的功能；
- （6）监测系统应具备数据访问权限控制功能，能够对用户访问权限进行分级管理。

8 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”。

8.1 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。



8.2 数据预处理

结构健康监测系统对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 8.2-1 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
	数据漂移	数据连续超限	数据平移

编制：

复核：

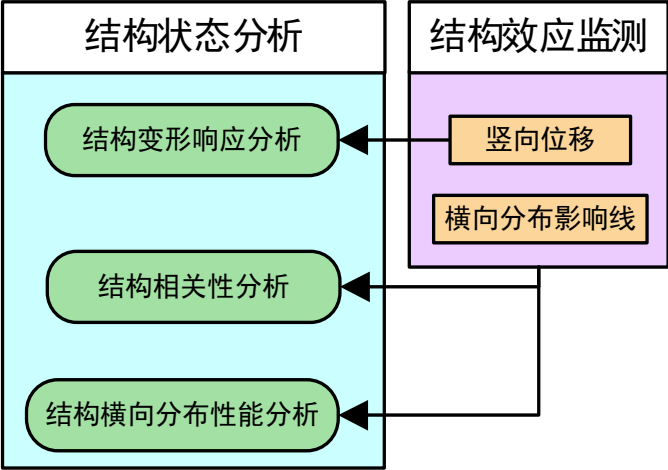
审核：

图表号：SI-01

数据类型	数据异常类型	判断方法	处理方法
振动数据	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
	数据飘移	/	去均值处理

8.3 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。



数据分析系统框架图

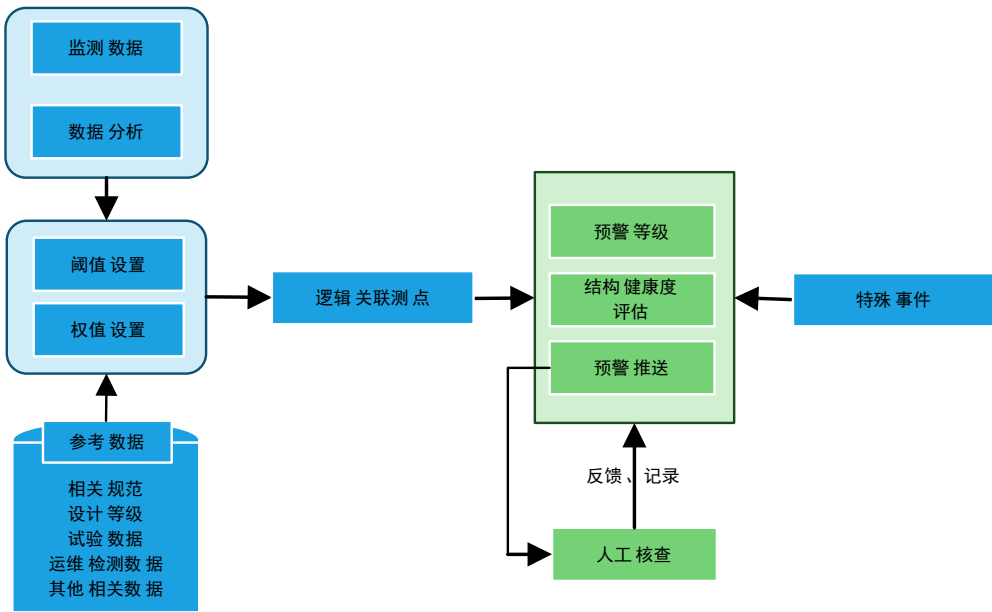
健康监测系统数据分析系统根据所涉及监测项指定，参照交通部技术规范要求，数据分析系统软件清单如表所示。

表 8.3-1 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	主梁挠度	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
	振动倾角	统计分析	振动加速度：幅值/均方根 结构倾角：最大值/最小值/平均值
结构变化	梁端纵向位移	统计分析	最大值/最小值/平均值
		累计行程分析	累积行程
综合分析	主梁挠度+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

8.4 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。



结构安全报警系统总体框架

8.4.1 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。

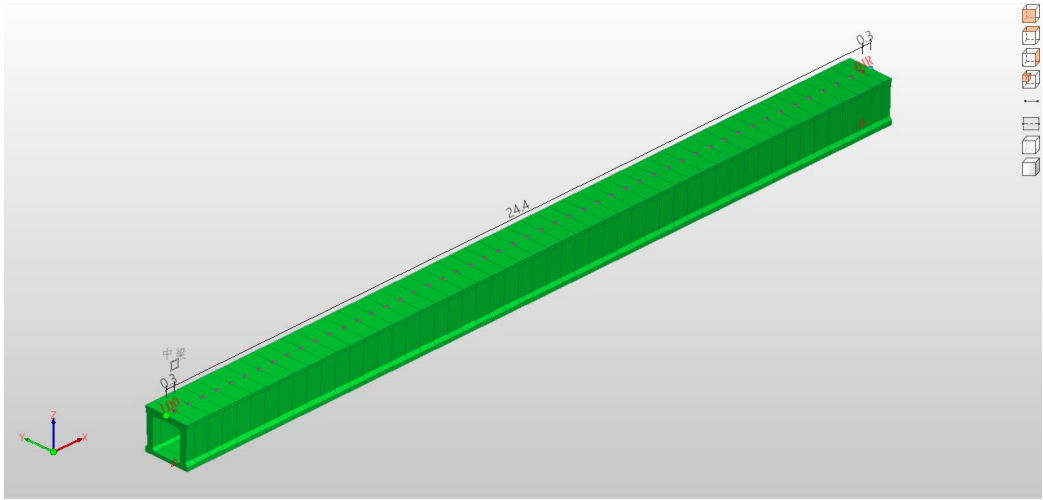
8.4.2 报警阈值

- 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 8.4-1 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，异常情况应上报至宿迁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。养护建议见表 8.4-1。

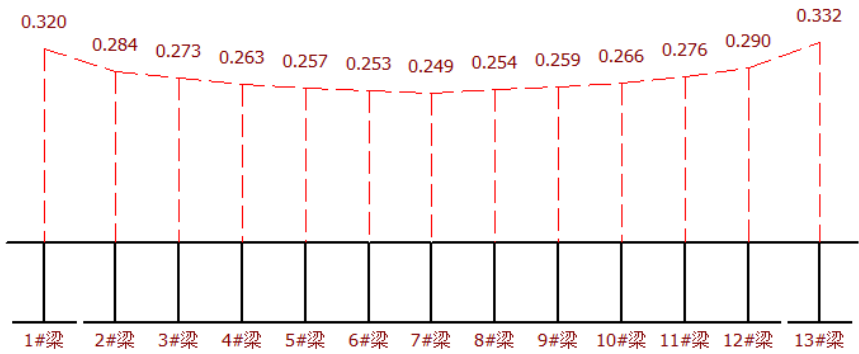
表 8.4-1 阈值设定及养护建议表

序号	监测项目	报警阈值	报警级别	养护建议
1	主梁挠度监测	1.桥上通行限载车辆时测点位置处产生的挠度变化值;	一级	提示密切关注桥面交通荷载分布和挠度变化情况
		2.相邻梁体主梁挠度变化幅值出现明显差异		
		达到 0.8 倍的设计值	二级	提示采取交通管制措施，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	振动倾角监测	结构物受到碰撞时的激励响应特征（振动加速度峰值超过 0.5m/s² 或倾角变化速率达 1°/min）	三级	结合视频监控进行分析，评估异常振动对结构的影响程度。
3	梁端纵向位移监测	绝对值达到 0.8 倍的设计值	二级	提示采取交通管制措施，开展专项检查评估
		绝对值达到设计值	三级	提示封闭交通，对桥进行全面检查和结构安全评估

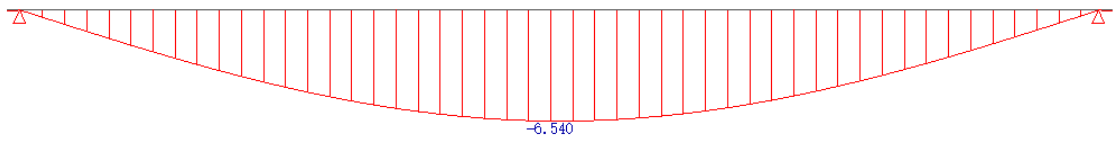
通过对监测桥梁进行有限元模型建模计算，对装配式结构桥梁进行横向分布计算，获取桥梁竖向位移设计值，可作为报警阈值设置依据来源。



(1) 空心板梁单梁模型



(2) 横向分布系数计算



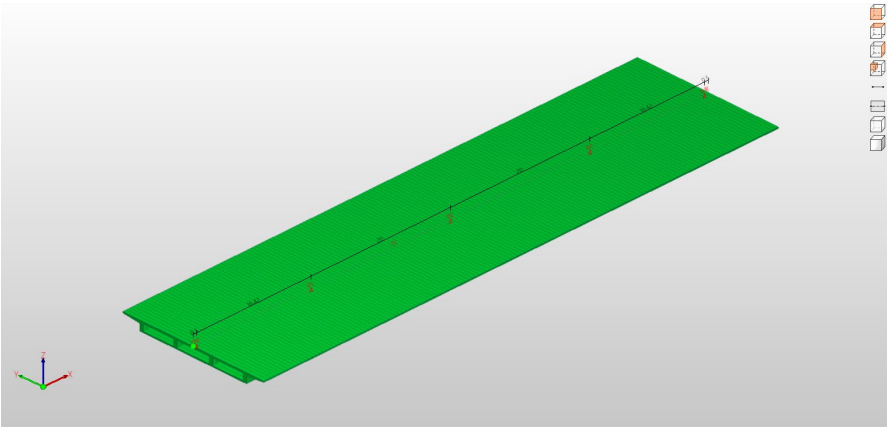
(3) 汽车荷载作用下主梁竖向位移
空心板梁有限元模型及主梁竖向位移设计值计算

装配式桥梁主梁竖向位移报警阈值设置建议值汇总如下：

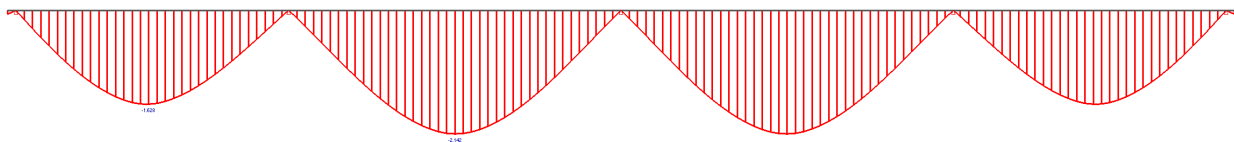
装配式桥梁主梁竖向位移报警阈值设定参考表

序号	桥梁名称	监测孔跨径(m)	车道数	二级(mm)	三级(mm)
1	马群中桥（左幅）	20	4	7.80	9.74
	马群中桥（右幅）		5	7.97	9.96
2	八机中桥	16	4	6.88	8.60
3	五百户互通主线立交大桥	25	4	10.20	12.75
4	铁心桥互通主线桥（左幅）	16	5	6.83	8.54
	铁心桥互通主线桥（右幅）		4	6.88	8.60
5	经四路互通主线桥	25	5	7.32	9.16
			3	7.94	9.93
6	黄河路桥	20	4	7.23	9.04

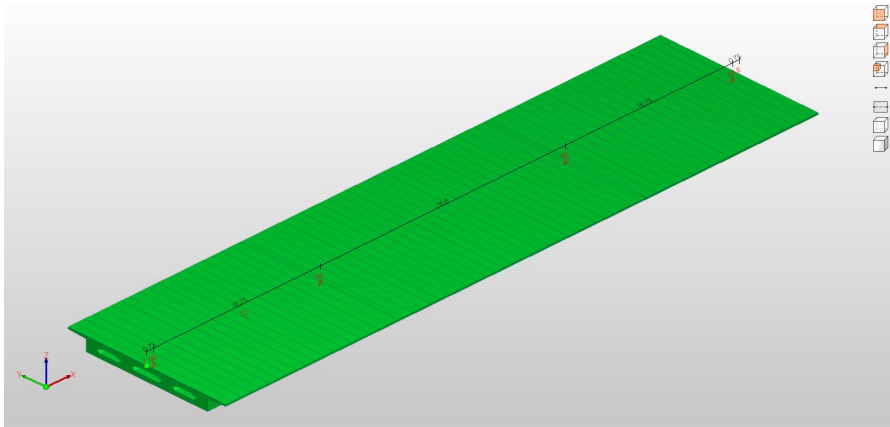
通过对监测桥梁进行有限元模型建模计算，针对现浇箱梁进行全桥等比例建模，获取桥梁竖向位移设计值，可作为报警阈值设置依据来源。



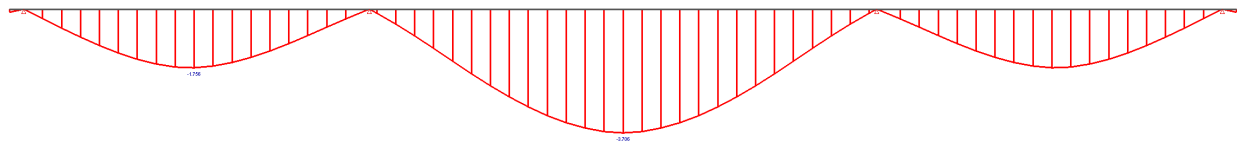
马群互通 1 号立交桥计算模型



马群互通 1 号立交桥车道荷载作用下挠度值



万家楼互通主线桥计算模型



万家楼互通主线桥车道荷载作用下挠度值

现浇箱梁桥主梁竖向位移报警阈值设置建议值汇总如下：

现浇箱梁桥主梁竖向位移报警阈值设定参考表

序号	桥梁名称	监测孔跨径(m)	车道数	二级(mm)	三级(mm)
1	G36 马群互通 1 号立交桥	17	4	2. 51	3. 14
2	G42 万家楼互通主线桥	19	4	2. 78	3. 48

9 支持保护系统

9.1 供电系统

根据现场踏勘，本项目所有桥梁场端附近设有路网视频监控，其电源也可提供结构监测系统设备稳定供电，接电前需与相关监管单位进行最终点位、监测系统负载和现场实际供电条件进行综合确认。

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）数据采集站供电系统

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系统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。

9.2 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。

9.3 配电箱

- （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。

9.4 电缆

（1）性能要求

电缆符合中华人民共和国电缆技术规范。

（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及

在设备侧端接的所有设备电缆，以满足监测系统的需要；

e）配线架和端子板上均应有明显的标志。

9.5 防雷接地系统

9.5.1 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）。

9.5.2 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外部用电设备处，安装过电压保护器。

9.5.3 设备要求

表 9.5-1 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℃，≤95%

表 9.5-2 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

性能参数	数值
最大放电电流（8/20μs）	10kA
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℃，≤95%

10 系统实施方案

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 10.1-1 场端设备安装时间安排

序号	工作名称	需用天数	时间安排											
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	120	150	180
1	传感器安装	90												
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	20												
7	系统优化调整	20												
8	资料整理	10												

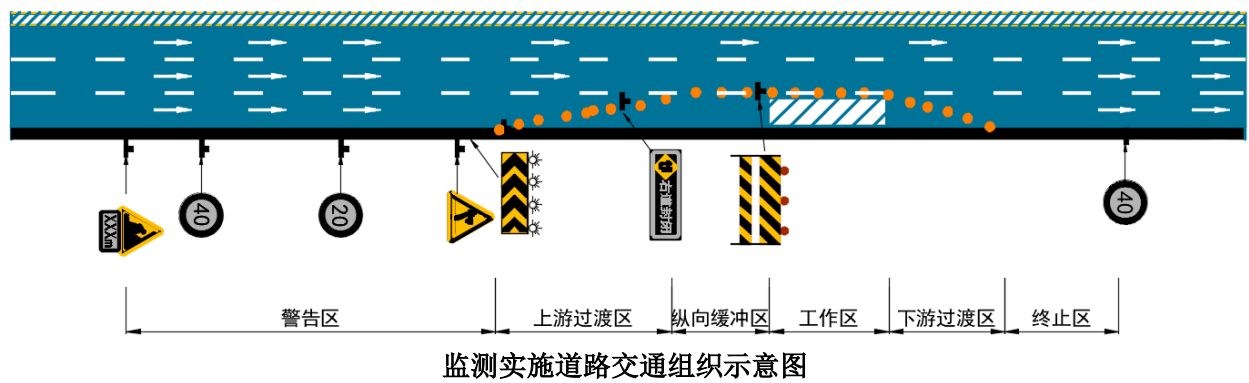
11 交通组织方案

监测系统部分监测设备安装时需要部分封闭交通，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、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，用锥筒及水马实行半封闭渠化通行。
- 2、临时占用监测桥幅对应外侧硬路肩（应急车道）：监测桥幅设备安装保护，封闭对应车道。
- 3、施工完半幅之后另外半幅参照执行。

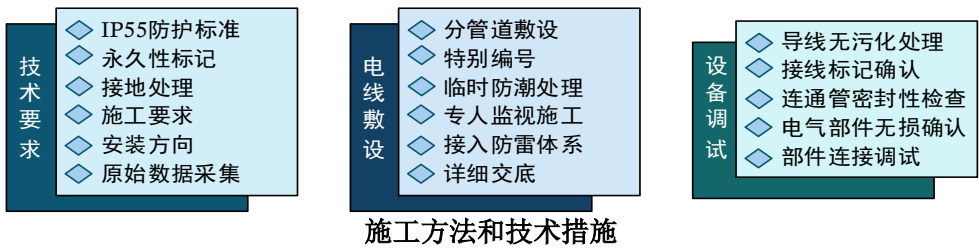
4、撤场并恢复正常通行。

对应交通组织方案如图所示，施工具体时间结合现场交通量确定，并向交警、交通运输综合执法部门报批后执行。



12 施工注意事项

12.1 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温湿度传感器等，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。直埋电缆保护管采用镀锌钢管，特殊困难线段以不锈钢软管连接；其它位置电缆保护管采用 PVC-U 电工套管，其阻燃性能应满足《建筑用硬聚氯乙烯(PVC-U)绝缘电工套管及配件》（GB/T43815—2024）要求。

(4) 所有的金属保护管均应联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。

12.2 硬件设施的安装

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。

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。

对施工过程中造成的桥梁微损区域应进行及时修复。

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。

针对已进行碳纤维加固的桥梁，在设备安装时应采用粘贴的形式进行，在保证不损伤加固层的情况下，应粘贴牢固，不易掉落。

12.3 线缆施工

电缆的弯曲半径应大于电缆直径的 15 倍。

应尽量避免电缆的接续，电缆接续时须采用专门接插件。

设备连接电缆时，宜从设备下部进线。

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。

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。

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。

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。

12.4 施工安全

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。

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。

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。

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。

现场作业结束后，应检查并消除隐患后离开现场。

12.5 主要风险及预警控制措施

施工单位应成立风险防范小组，由项目负责人任组长，组织开展对项目可能产生的风险预估活动，由项目部全体成员集思广益，对施工过程中的工程设计、设备供货、施工安装、设备调试、运行试验、周边环境对施工的干扰等方面入手，确定风险来源，进行风险识别、风险分类。

通过风险的预估，确定要防范的重点区域，组织更多的人力和精力进行管理监督，并由项目负责人亲自负责，早发现、早防范。

12.5.1 重大施工安全事故风险预测与防范措施

1) 安全危险源及后果分析

1. 监测设备安装施工：机械伤害、物体打击（包括大型模板、脚手架、支架失稳垮塌）、电气伤害、起重伤害、火灾、吊装伤害、车辆碰撞等。

2) 防范措施

a) 主要负责人、安全管理人员、特种作业人员必须持证上岗。

b) 正确穿戴劳动防护用品，配备必要的应急逃生装备、器材。

c) 现场不乱扔烟头，电焊操作符合规程，现场接电符合规程

d) 危险性较大工程施工作业编制安全专项施工方案。

e) 严格执行新入场人员安全“三级教育”和全员定期培训制度。

f) 严格执行危险性较大工程、作业许可施工前安全技术措施交底制度。

g) 作业现场危险化学品、民爆物品等安全管理到位。

h) 施工设备、设施、机械日常维护保养到位。

i) 各级安全监督检查履职到位、发现问题整改、防范到位。

j) 安全生产各项应急预案培训、演练到位。

12.5.2 食物中毒、重大疫情等突发事件的预测与防范措施

1) 安全危险源及后果分析

序号	危险源	可能导致的后果
1	食品保存不当，或餐具未消毒，细菌毒素繁殖	细菌性食物中毒
2	误食化学毒物，或食品被化学毒物污染	化学性食物中毒
3	摄入有毒成分的某些动植物	有毒动植物食物中毒
4	进食受某些真菌污染的食物所致	真菌毒素中毒
5	进食受某些传染病菌污染的食物所致	传染病，如鼠疫。

2) 防范措施

a) 主动与业主相关管理部门、当地卫生防疫部门和疾病疫情监管部门取得联系，以获得其工作指导和支持；

b) 加强个人卫生、公共卫生和环境卫生的管理力度，并纳入考核；

c) 制定切实可行的食品卫生管理制度，定期检查制度执行情况。

d) 供应商的选择应严格执行相关制度，采购的食品应有食品安全监督管理部门开具的检验合格证，禁止采购有毒或变质食品。

e) 制作过程中厨房用品需严格消毒并有序分开，食品分类存放，温度适宜，防止食品变质或污染。

- f) 非经食品安全监督管理部门批准，严禁供应生凉拌菜，防止肠道传染疾病的发生。
- g) 盛放废弃食物的桶应有盖，并及时清运。
- h) 食品的采购、加工要有计划性，防止积压变质。
- i) 食品存贮、保管严禁接触有毒物、不洁物。
- j) 保存食物样本，不食隔餐的剩饭菜。
- k) 消灭蝇、鼠、蟑螂等传染媒介，建立必要的卫生设施和食品卫生防护设备，确保饮食环境无污染。

12.5.3 中暑等突发事件的预测与防范措施

1) 安全危险源及后果分析

中暑是指由高温气象条件直接引起人员出现中暑的临床症状，并能排除普通感冒、急性胃肠炎等疾病引起的相关症状。可以分为：轻症中暑、重症中暑、热射病、热痉挛和热衰竭。

序号	危险源	可能导致的后果
1	湿度较高、连续高温	中暑
2	饮酒、睡眠不足、过度疲劳	
3	穿着紧身衣物	

2) 防范措施

- a) 暑期施工合理安排作息时间，避开炎热高温时段。
- b) 在作业场所增设遮荫设施，施工现场设休息棚、饮水点，保证茶水供应，安排人员将符合卫生标准的防暑降温饮品送到作业现场。
- c) 5-9 月份，发放防暑降温用品。
- d) 高温湿热时段，发现有身体感觉不适的作业人员，及时按防暑降温知识、急救方法治疗或送医诊治。

12.6 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。

13 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 13.1-1 验收具体内容

序号	实施阶段	验收项目	验收标准
1	硬件系统	传感器成活率	100%
2		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

13.2 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。

13.3 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 13.3-1 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%

序号	验收内容	验收方式	判断标准
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数目的 10%，单处最大面积不大于 200cm²，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。

13.4 数据传输验收

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 13.4-1 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

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。

14 系统运维方案

14.1 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。

14.2 系统运维管理

14.2.1 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、健康检测系统设备的维护；
- (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；

14.2.2 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

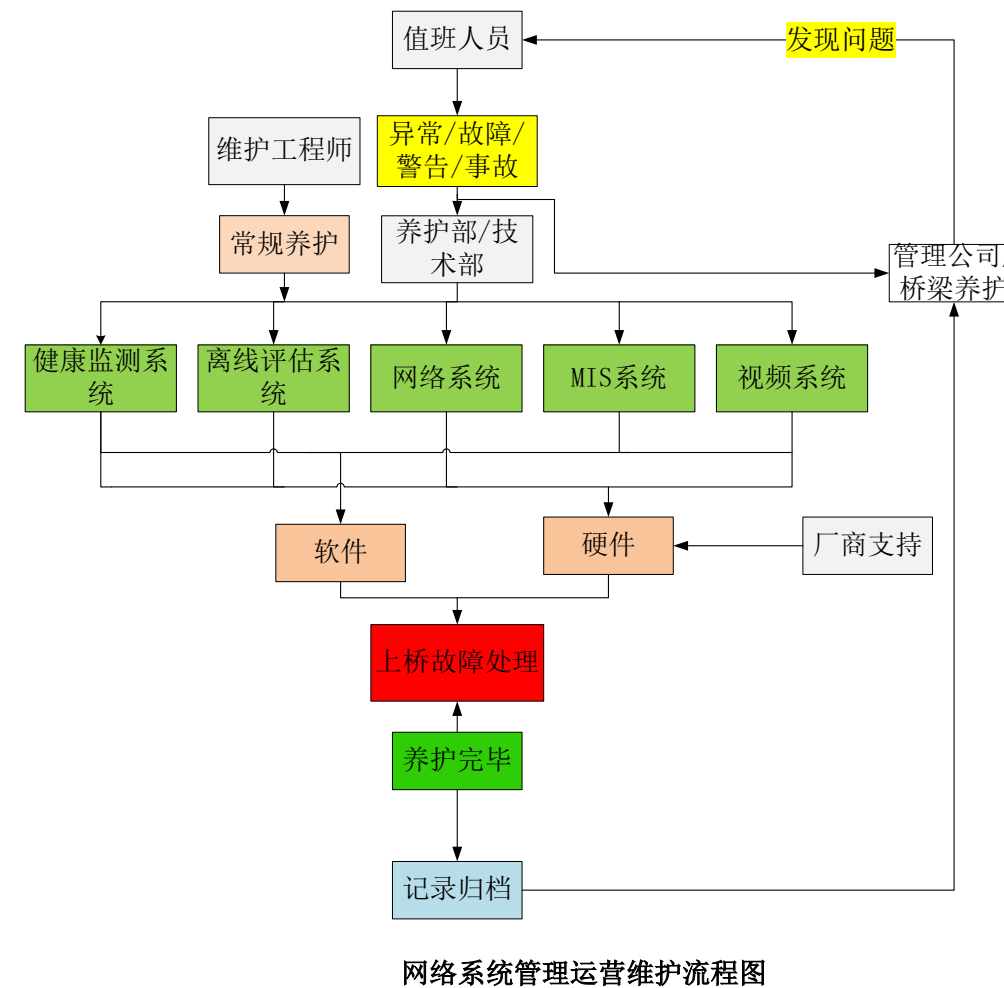
值班人员通过结构监测系统中设备工作状态页面，对传感器模块、数据采集及传输模块、数据处理及管理模块的所有硬件设备工作状态进行监视；值班人员可通过该页面直观地了解结构监测系统所有设备当前的实时工作状态及设备报警信息。如发现异常情况，及时通知维护工程师进行确认，以便采取进一步措施。做好日常记录和故障记录。

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、数据采样制度和评估体系。



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、维修个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

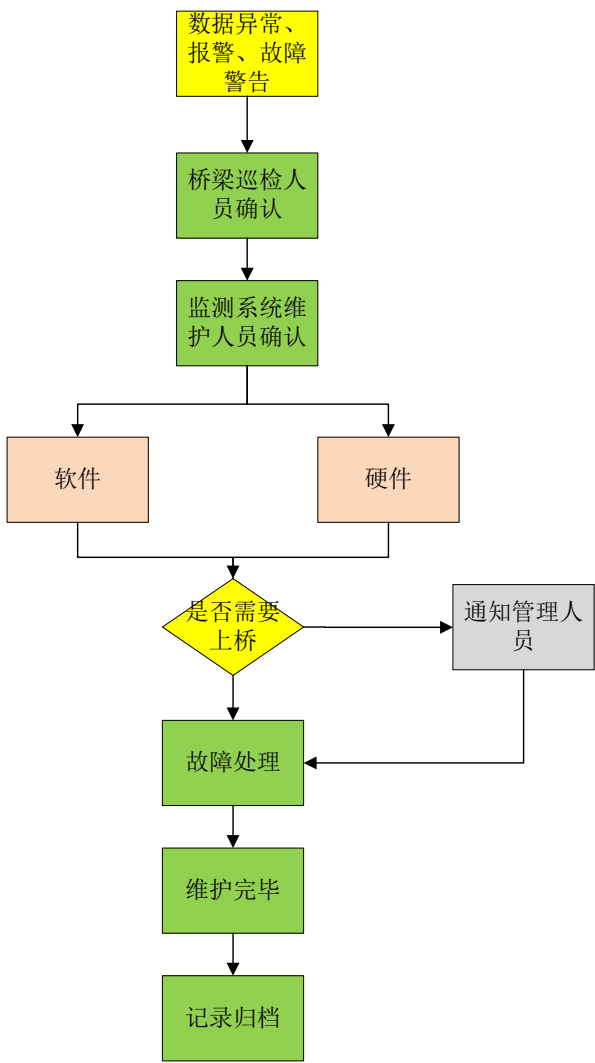
运营维护要在每次运营维护之前，对汽车、工具、设备钥匙、安全锥和荧光背心等必须认真、仔细的检查，并对使用情况做好详细记录。发现问题及时维修与更换。

(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。

14.2.3 设备故障应急处理

在应急响应方面，项目建立了快速响应机制。一旦监测系统发出预警或出现故障，运营维护团队能够迅速响应，及时到达现场进行故障排查和处理确保桥梁结构健康监测系统的稳定运行和数据的准确性。



设备故障处理流程图

15 数据对接预留方案

本项目监测内容的相关数据确保在系统中能存储并与业主单位共享监测数据。为满足与省级平台对接要求，本方案按照《技术规范》相关规定，对数据传输、数据管理标准、数据标准、数据交换传输标准进行优化设计。

本桥采用 VPDN 实现本地数据传输，汇总于省中心服务器，并使用消息认证、数字签名等技术保证数据传输的完整性、实时性、安全性和稳定性。本系统采用在线存储和离线存储相结合的方式，一方面采用 NoSQL 数据库存储，实现原始数据在专用存储网络中在线存储，另一方面通过场端布设的工控机，能够实现在网络中断情况下原始数据的本地保存。本系统相应数据类型、协议编码如表 15.1-1~表 15.1-3 所示。

表 15.1-1 监测数据字典定义

字段名称	数据类型	字段含义
ID	长整型	
传感器 ID	长整型	该条监测数据所属传感器
数据采集时间	日期时间型	
当前值	双精度浮点型	按实际精度要求保留小数点
报警状态	整型	0：正常，1：超限一级报警，2：超限二级报警，3：超限三级报警。
数据状态	整型	0：正常，1：异常
备注	字符型	

表 15.1-2 特征值统计数据字典定义

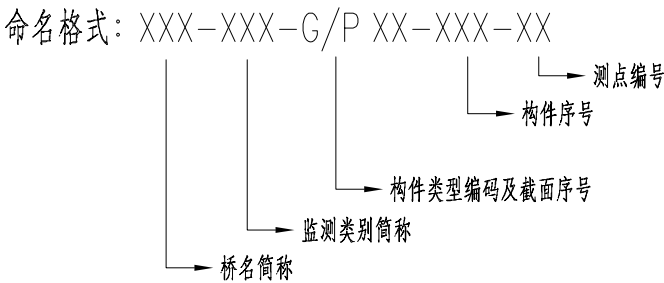
字段名称	数据类型	字段含义
ID	长整型	
传感器 ID	长整型	该条监测数据所属传感器
数据采集时间	日期时间型	
采样间隔	整型	特征值统计间隔时间，单位为（s）
最大值	双精度浮点型	统计时间范围内的最大值
最小值	双精度浮点型	统计时间范围内的最小值
平均值	双精度浮点型	统计时间范围内的平均值
RMS 均方根	双精度浮点型	统计时间范围内的均方根值
方差	双精度浮点型	统计时间范围内的方差值
数据状态	整型	0：正常，1：异常
备注	字符型	

表 15.1-3 通用报文协议编码

消息结构	字节序	字段	数据类型	内容描述	备注
报文类型	0	报文类型	BYTE	报文类型=2	02 代表通用报文

消息结构	字节序	字段	数据类型	内容描述	备注
预留位	1	预留	BYTE	预留，默认为 0	
	2	方向	BYTE	0: 下行信息，1: 上行信息	
	3	网络通讯计算机编号	BYTE	默认为 0	
	4	命令码	BYTE	命令码=1	
消息长度	5	长度低	INT	报文长度用两个字节表示，低字节在前，高字节在后	报文长度为 $N\times 4+9$ ，即 7 个时间字节和 2 个对象码字节，每个数据值占 4 个字节，一共 N 对
	6	长度高			
时间戳	7	年	BYTE	年+1900	实际的年需要加上 1900
	8	月	BYTE	月	
	9	日	BYTE	日	
	10	时	BYTE	时	
	11	分	BYTE	分	
	12	毫秒低	INT	毫秒用两个字节表示，低字节在前，高字节在后	用毫秒数除以 1000 得到的值就是秒数，余数就是毫秒数
	13	毫秒高			
传感器通道	14	对象码低	INT	对象码用两个字节表示，低字节在前，高字节在后	对象码就是数据通道编码
	15	对象码高			
传感器数据	16	数据值低	FLOAT	数据值用四个字节表示，此字节为低字节	从字节 16 开始，依次每 4 个字节表示一个数据值，一共 N 个
	17	数据值		数据值用四个字节表示，此字节为次低字节	
	18	数据值		数据值用四个字节表示，此字节为次高字节	
	19	数据值高		数据值用四个字节表示，此字节为高字节	

桥梁监测点编号命名规则



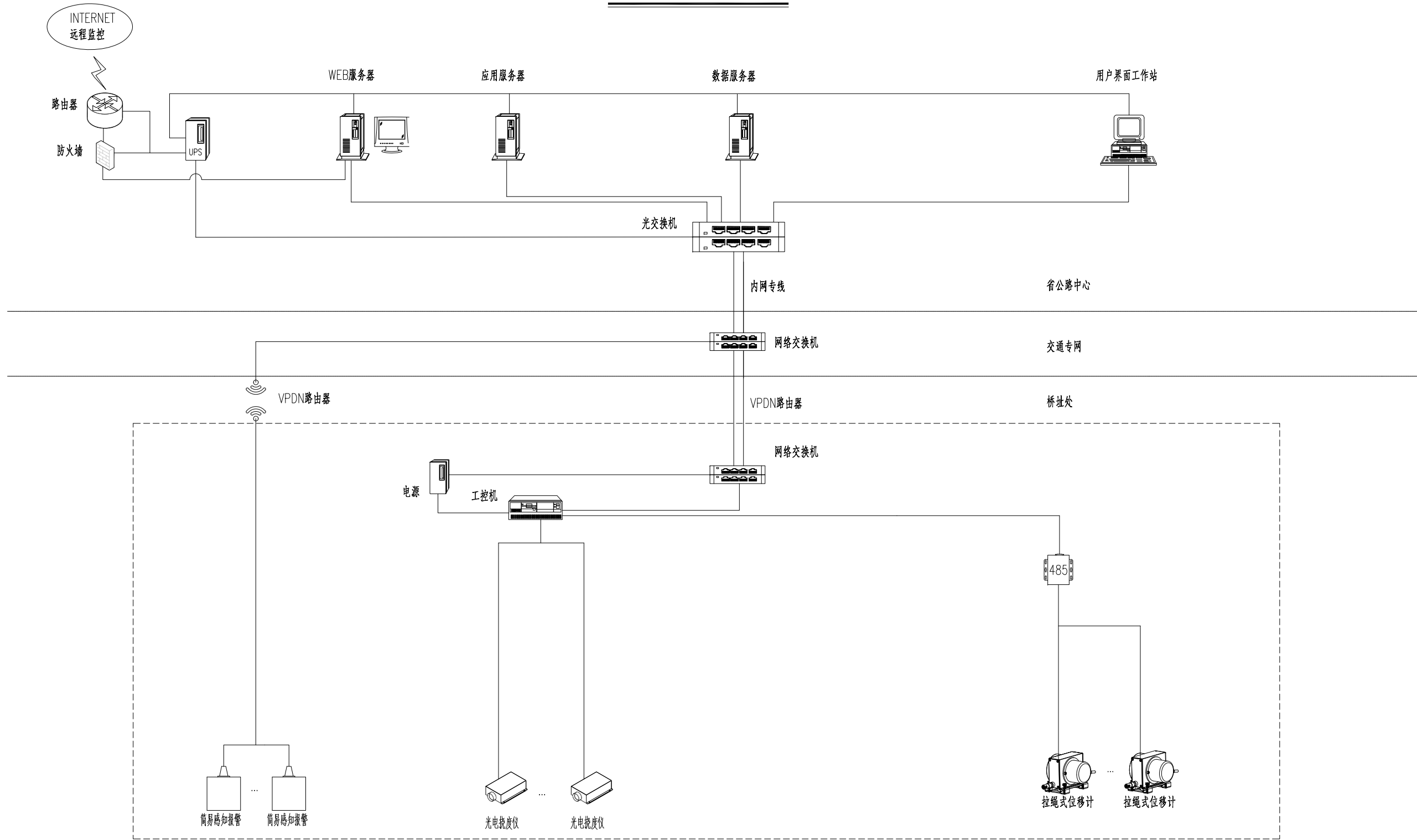
- 1、桥名简称：MQZQ表示马群中桥，LYNLQ表示柳营南路桥，ZDLQ表示站东路桥。
- 2、监测类别简称：不同监测项的英文简称，由3位大写字母组成。
- 3、构件类型编码及截面序号：表示当前传感器所在构件类型（G：主梁、P:桥墩）；截面序号由2位阿拉伯数字组成，不足两位，前序补0。
- 4、构件序号：由3位阿拉伯数字组成，不足三位，前序补0。
- 5、数字编号：由2位阿拉伯数字组成，不足两位，前序补0。
- 6、示例：MQZQ-DIS-G02-001-01，表示马群中桥竖向位移监测项G02梁段第001构件第01个监测点。

注：
1.应参照交通运输部《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		9	拉绳式位移计	
2	485模块		10	多元感知终端	
3	网络交换机		11	电流采集模块	
4	开关电源模块		12	通讯电缆	
5	UPS		13	电力电缆	
6	电源		14	网线	
7	标靶		15		
8	光电挠度仪		16		

系统拓扑图



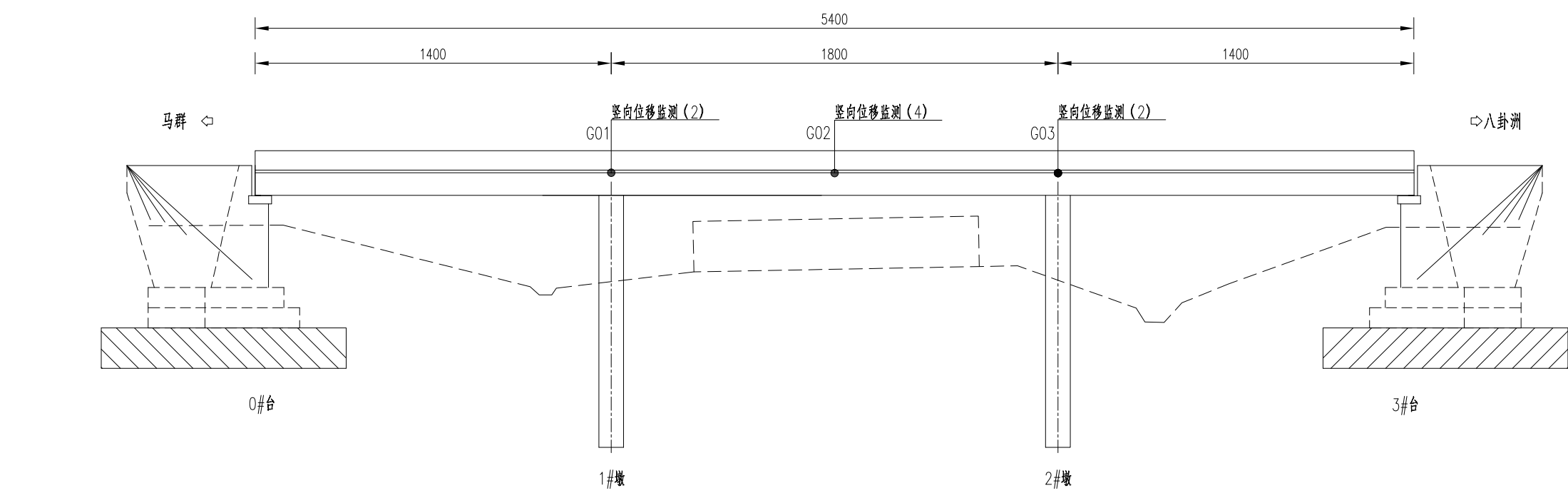
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	6
4		配套支持设备	远程开关	/	个	1
5			工业级交换机	8口	台	1
6			工业路由器	/	台	1
7			工控机	/	台	1
8			12V/24V开关电源	/	个	1
9			电源防雷	/	个	1
10			挂壁机柜	/	台	1
11	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2×4铠装，硅芯管保护	米	72
12			通信线缆-网线	超5类网线	米	78
13			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	84
14			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
15	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
16		数据传输模块开发	/	/	项	1
17		监测设备通信联调	/	/	项	1
18		监测设备防雷测试	/	/	项	1
19		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
20		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
21	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
22	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
23		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
24		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
25		连通性测试	/	/	项	1
26	临时设施	交通组织	/	/	项	1
27		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	主梁竖向位移	光电挠度仪/目标靶	1	MQHT2-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中1#箱梁腹板
				2	MQHT2-DIS-G02-001-02	左幅2#孔跨中2#箱梁腹板
				3	MQHT2-DIS-G02-002-03	右幅2#孔跨中1#箱梁腹板
				4	MQHT2-DIS-G02-002-04	右幅2#孔跨中2#箱梁腹板

监测设备总体布置图

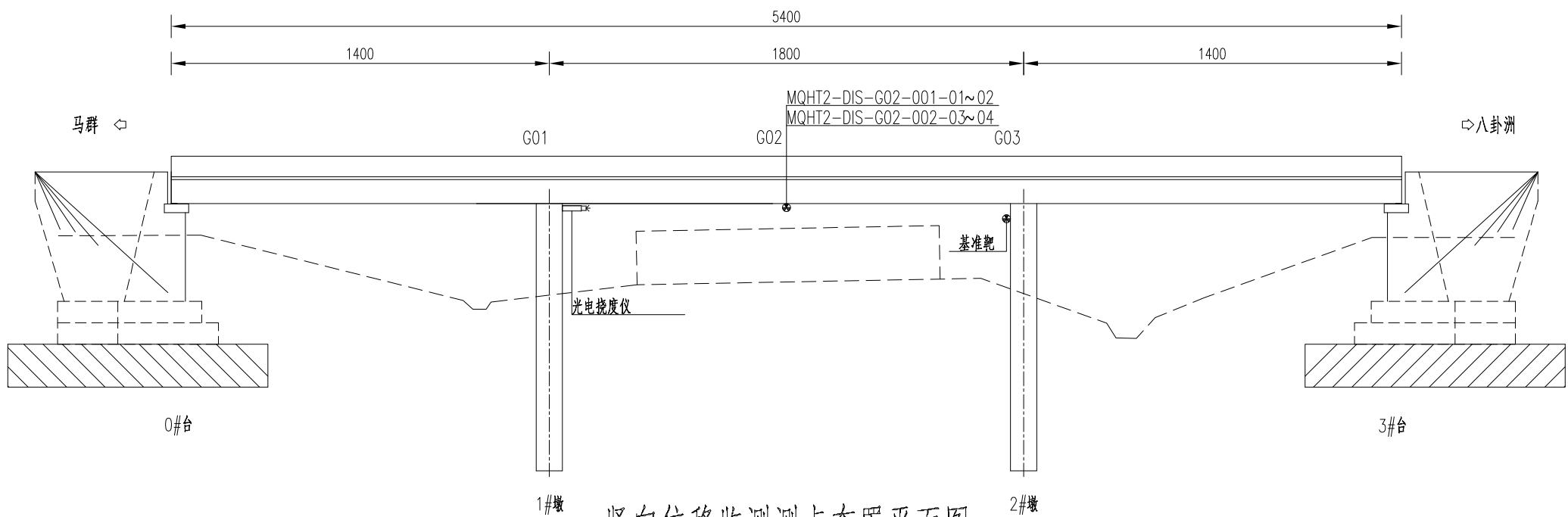


主要监测设备

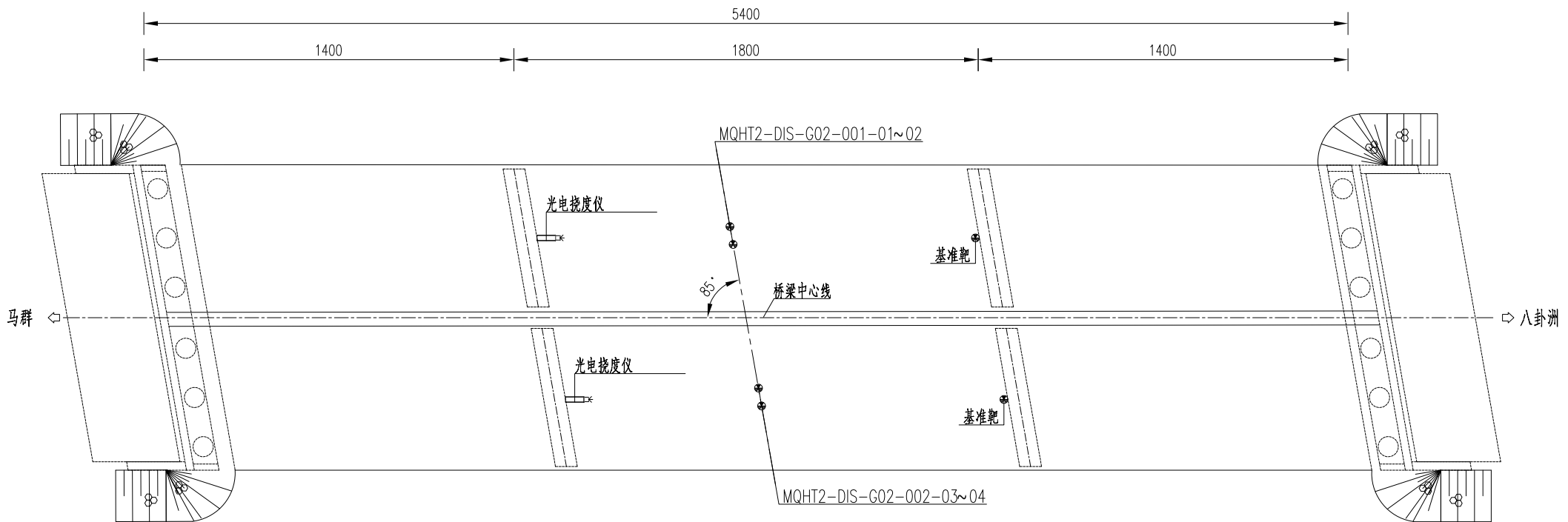
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	竖向位移	主梁竖向位移	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	4
				基准靶	个	2
合计						8

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移。

竖向位移监测测点布置立面图

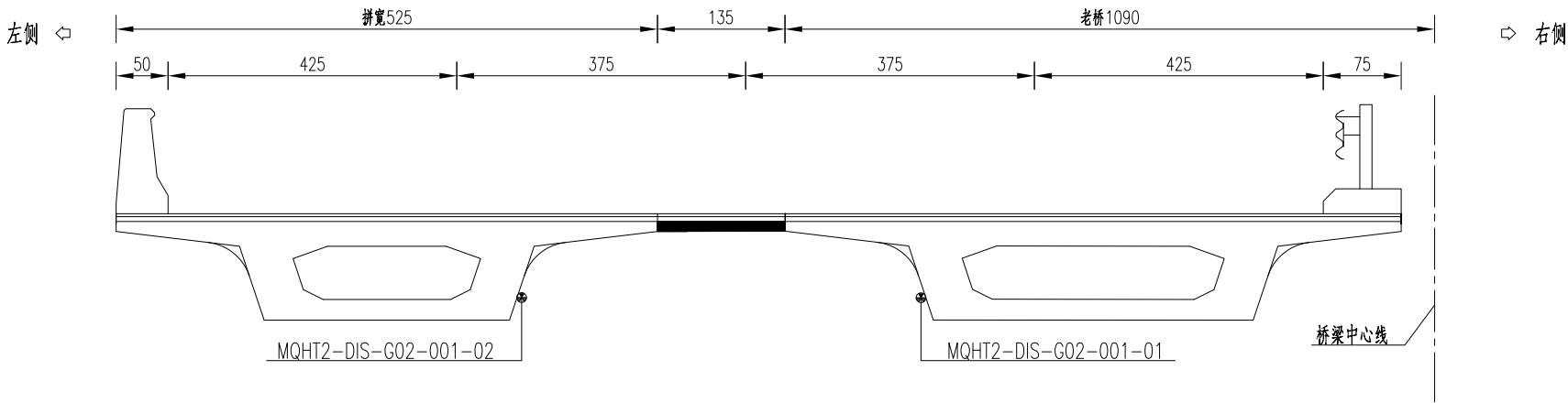


竖向位移监测测点布置平面图

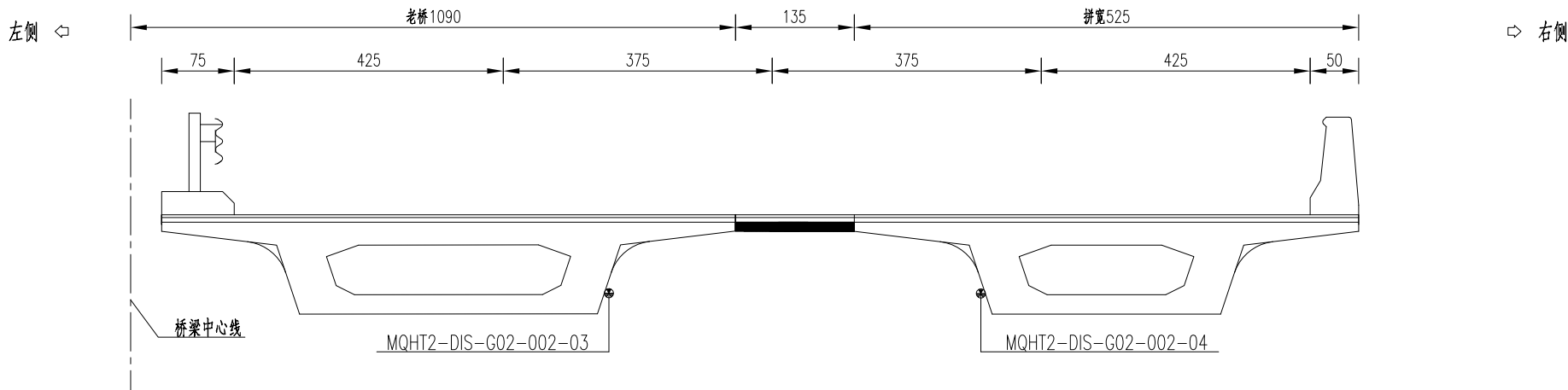


- 注：
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. ● 表示标靶，□× 表示光电挠度仪。
 - 3. 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶6个（包含基准靶2个）。
 - 4. 光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

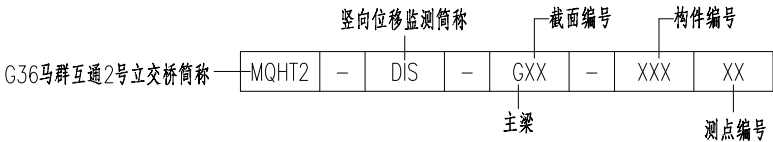


竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

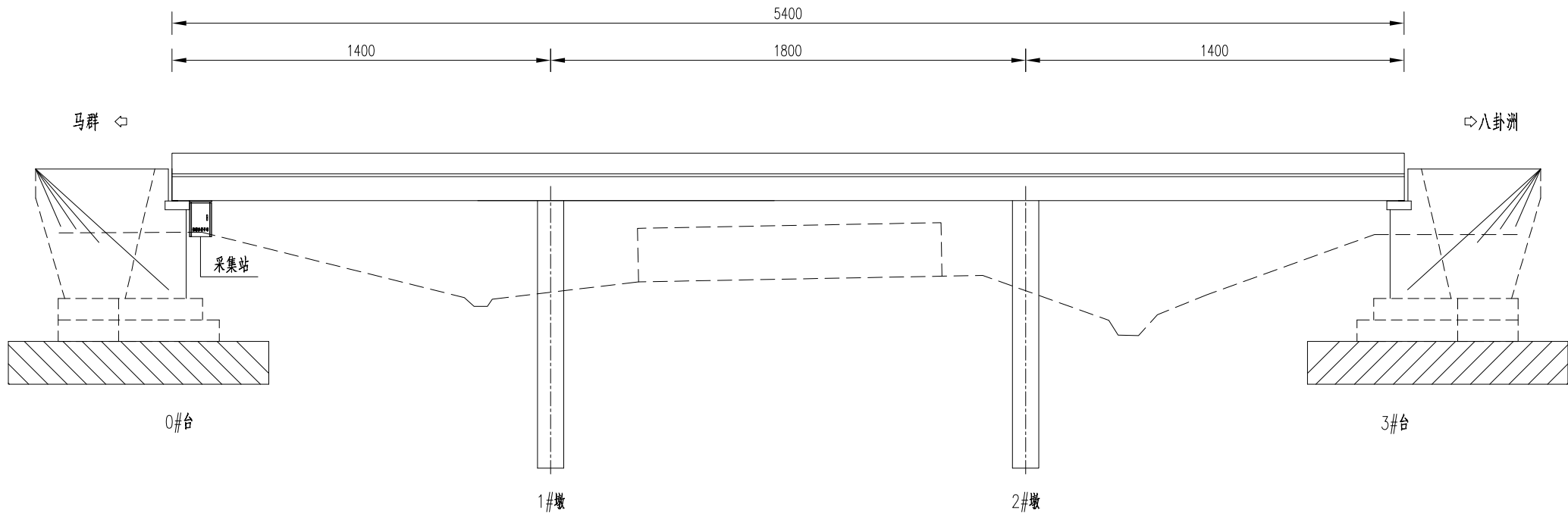
传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅1#墩墩顶
MQHT2-DIS-G02-001-01~02	目标靶	4	个	左、右幅2#孔跨中箱梁腹板
MQHT2-DIS-G02-002-03~04				
/	基准靶	2	个	左、右幅2#墩墩顶
合计		8		



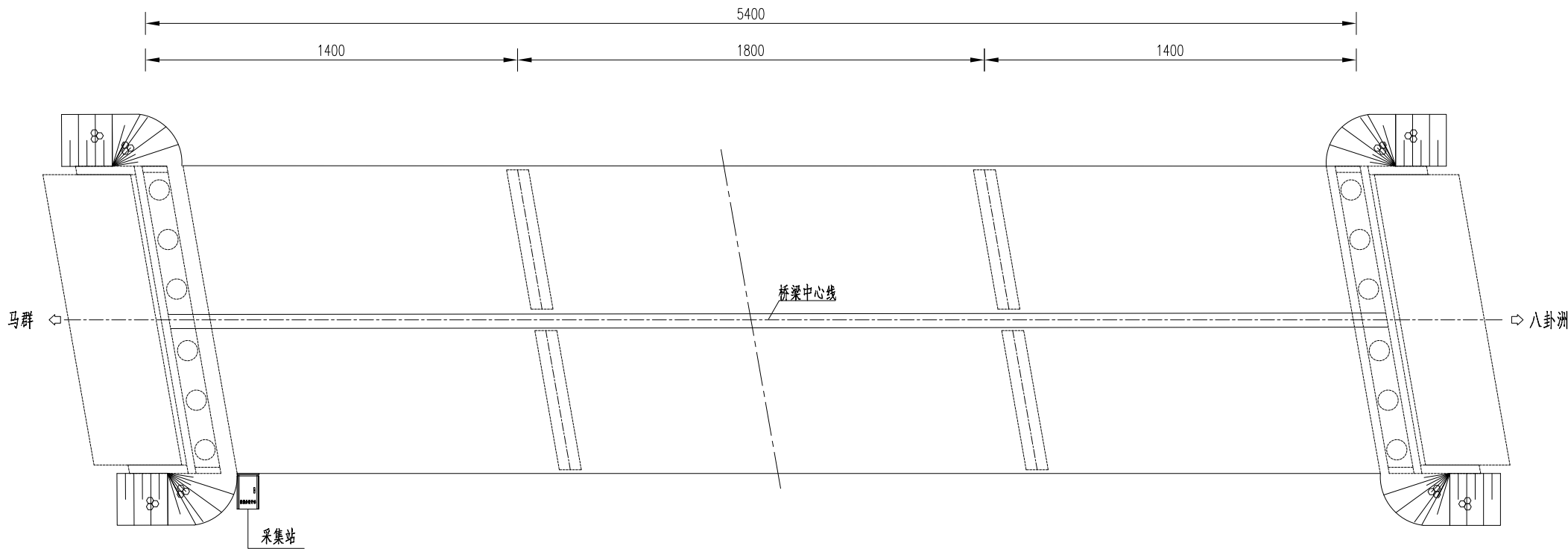
注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- ⊙ 表示标靶， 表示光电挠度仪。
- 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶6个（包含基准靶2个）。
- 光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘及腹板，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



采集站布置平面图

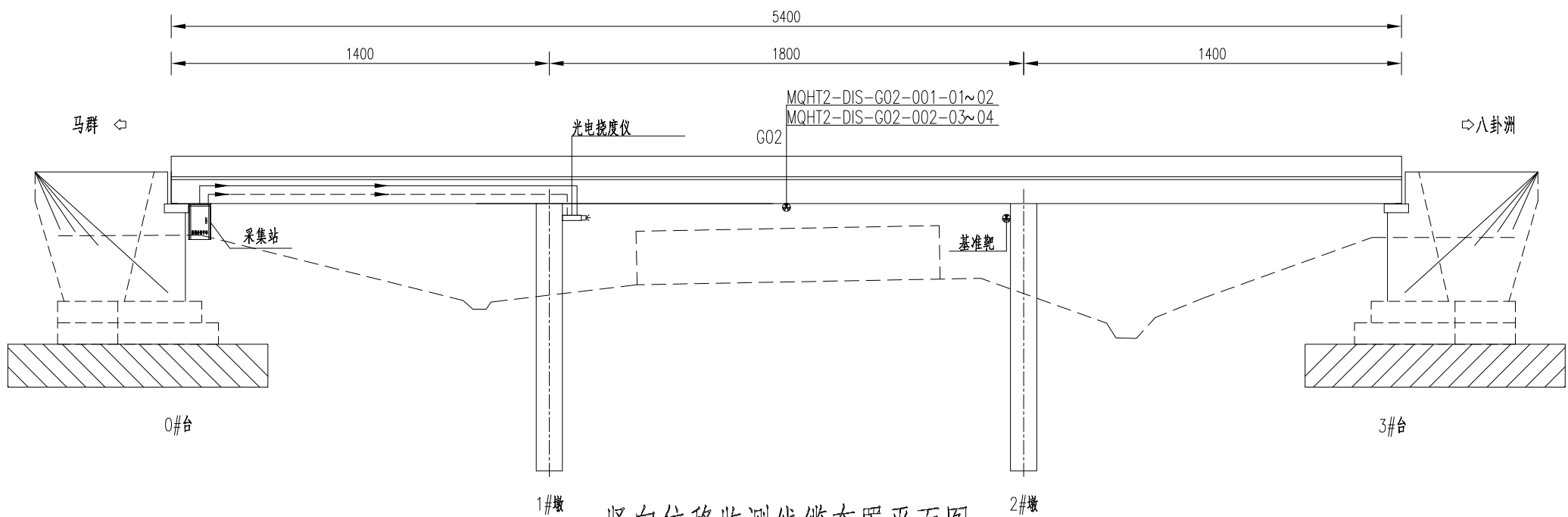


工程数量表

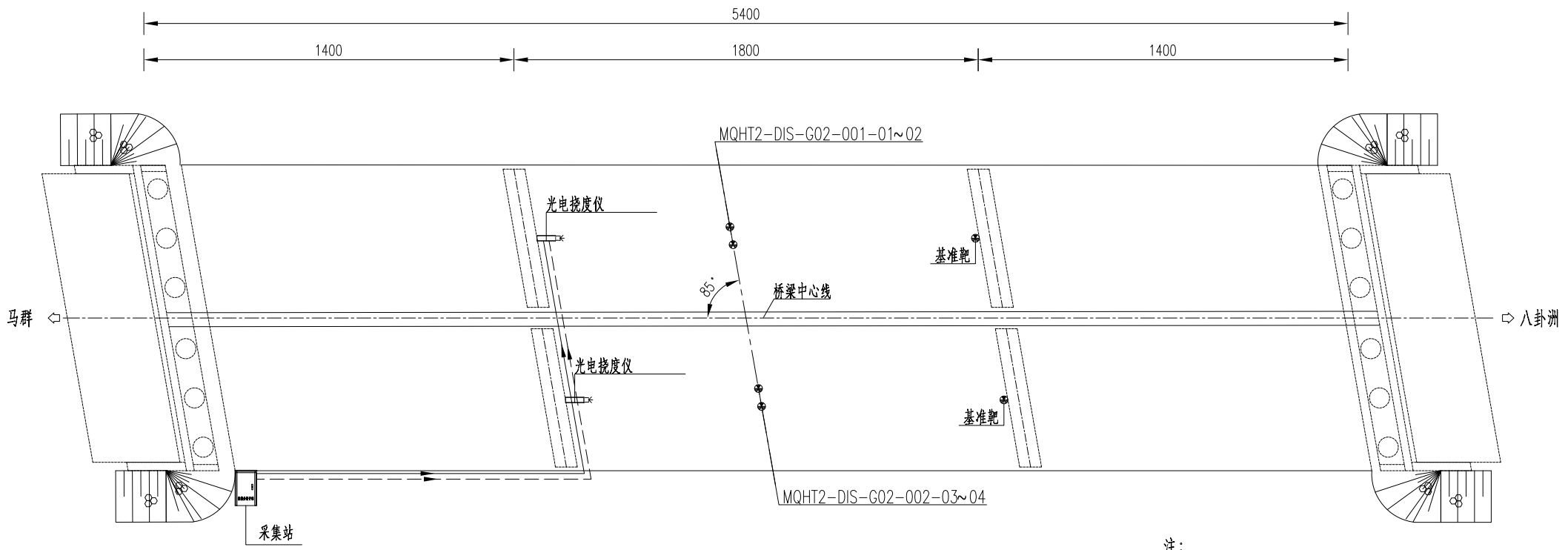
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	右幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示采集站。
 - 在右幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

竖向位移监测线缆布置立面图



竖向位移监测线缆布置平面图



- 注：
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. $\odot$ 表示标靶， $\square$ 表示光电挠度仪。
 - 3. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 - 4. $\longrightarrow$ 表示电力线缆， $\longrightarrow$ 表示网络线缆。

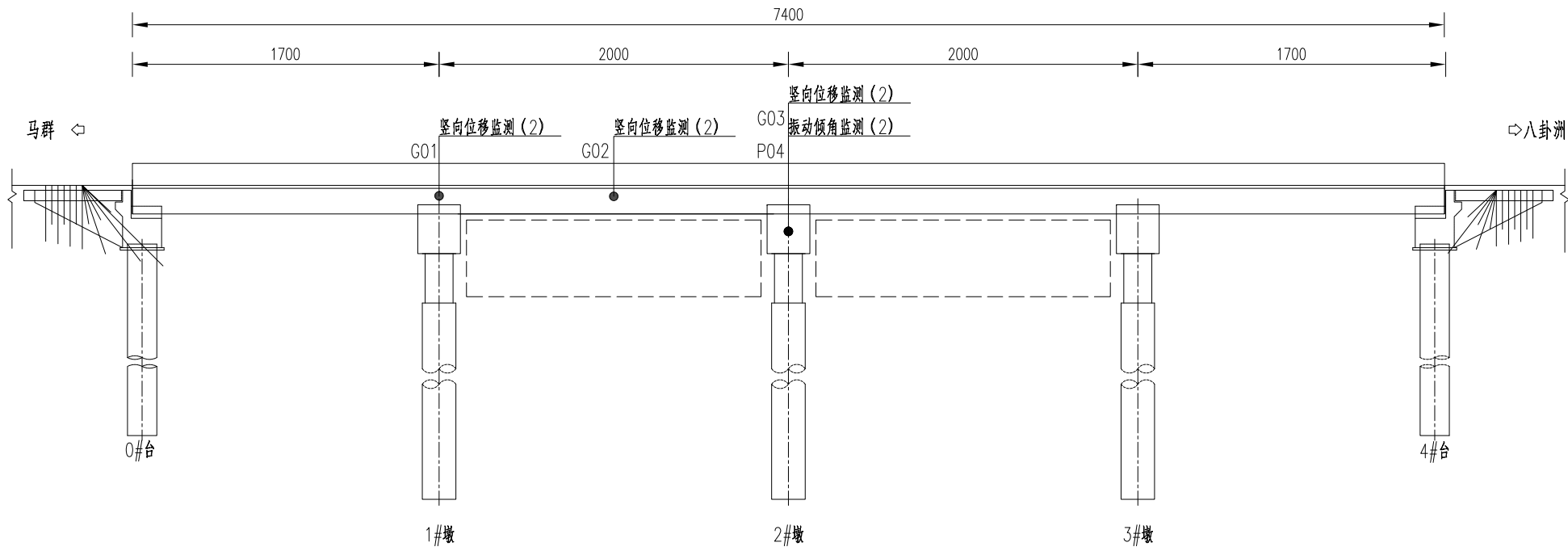
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	4
4		振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
5			安装支架	配套定制	个	2
6		配套支持设备	远程开关	/	个	1
7			工业级交换机	8口	台	1
8			工业路由器	/	台	1
9			工控机	/	台	1
10			12V/24V开关电源	/	个	1
11			电源防雷	/	个	1
12			挂壁机柜	/	台	1
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装，硅芯管保护	米	240
14			通信线缆—网线	超5类网线	米	78
15			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	84
16			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
17	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
18		数据传输模块开发	/	/	项	1
19		监测设备通信联调	/	/	项	1
20		监测设备防雷测试	/	/	项	1
21		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
22		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
23	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
24	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
25		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
26		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
27		连通性测试	/	/	项	1
28	临时设施	交通组织	/	/	项	1
29		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	MQHT1-VIA-P04-001-01	左幅2#墩墩顶
				2	MQHT1-VIA-P04-002-02	右幅2#墩墩顶
		主梁竖向位移	光电挠度仪/目标靶	1	MQHT1-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中断面
				2	MQHT1-DIS-G02-002-02	右幅2#孔跨中断面

监测设备总体布置图



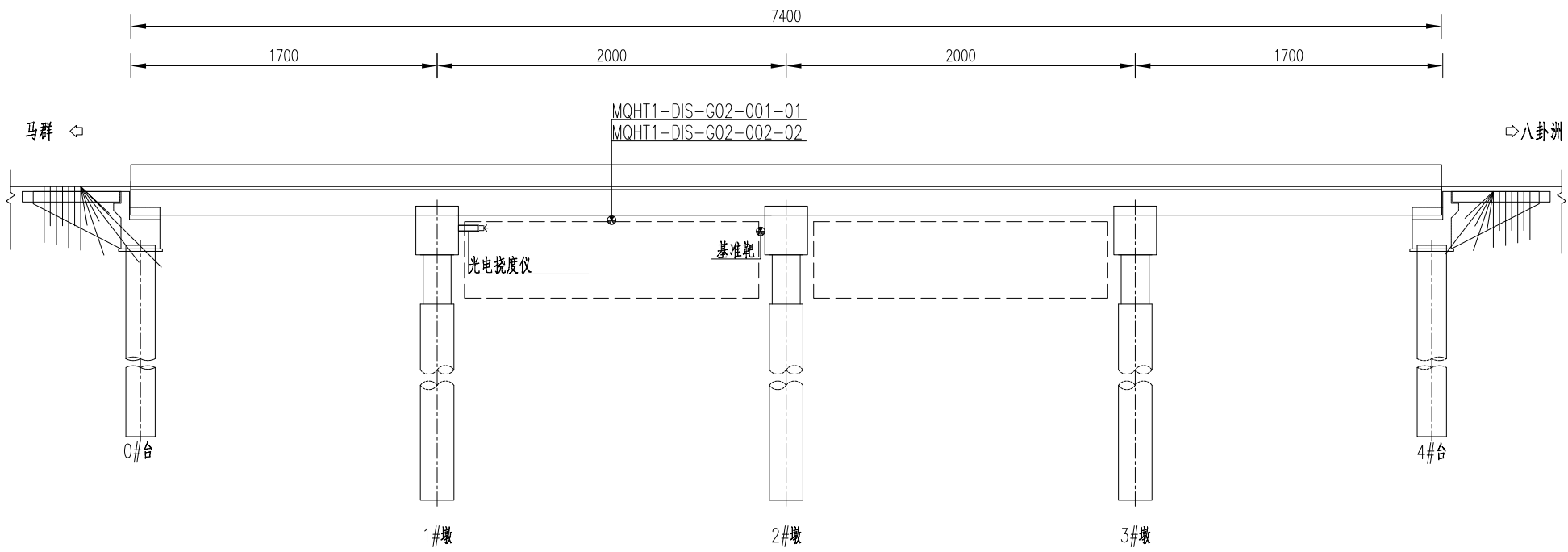
主要监测设备

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	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
		竖向位移	主梁竖向位移	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	2
				基准靶	个	2
				合计		8

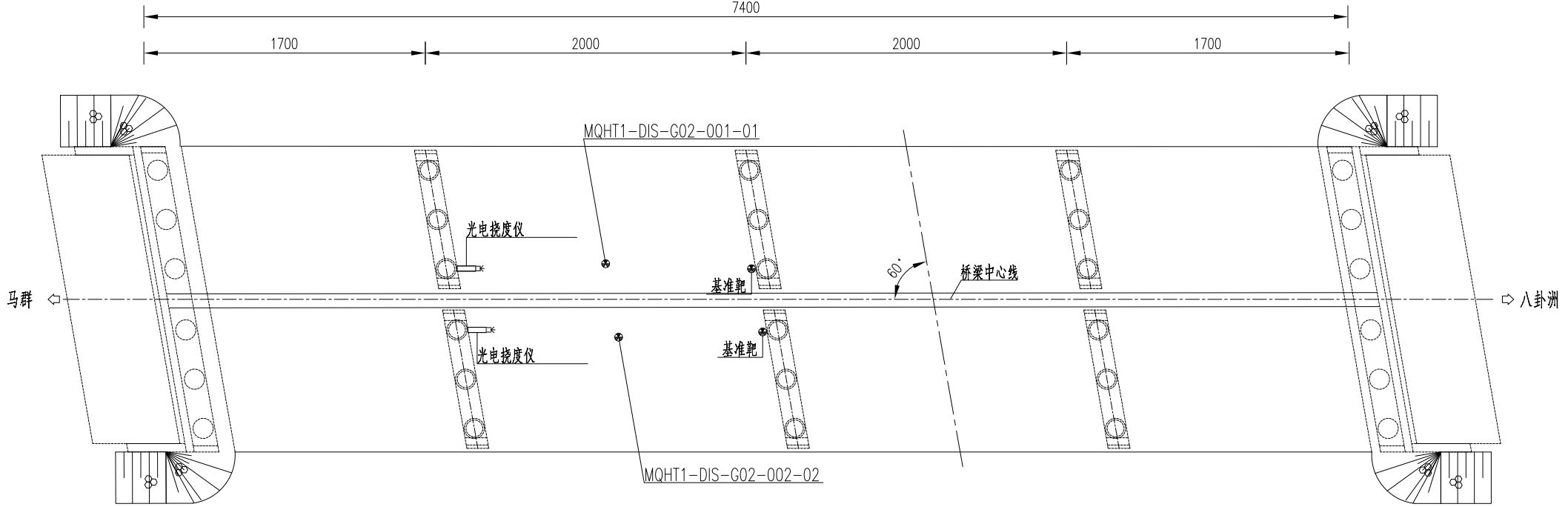
注：

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.● 表示附近区域监测测点。
- 3.总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
- 4.本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移，振动倾角。

竖向位移监测测点布置立面图

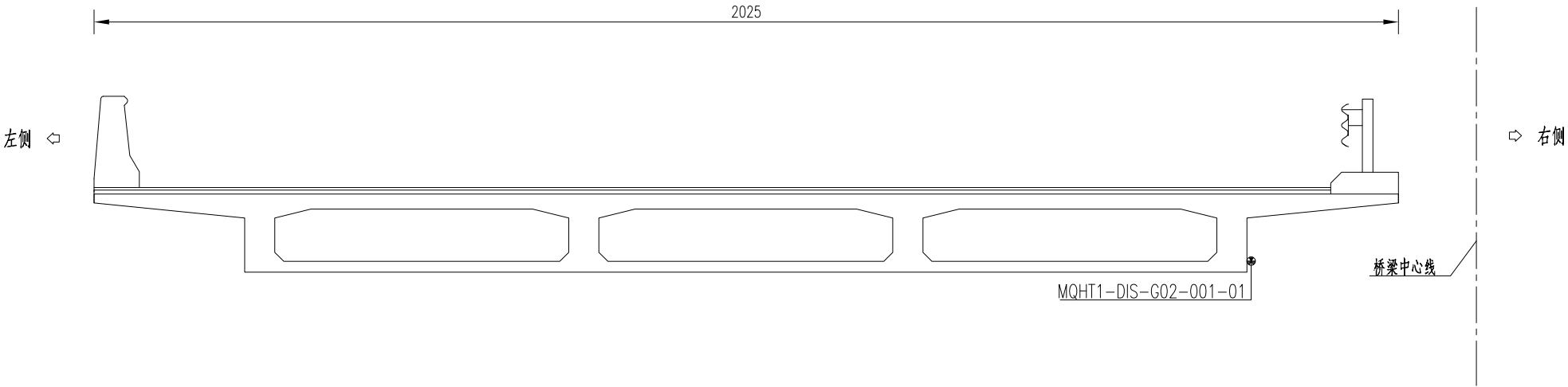


竖向位移监测测点布置平面图

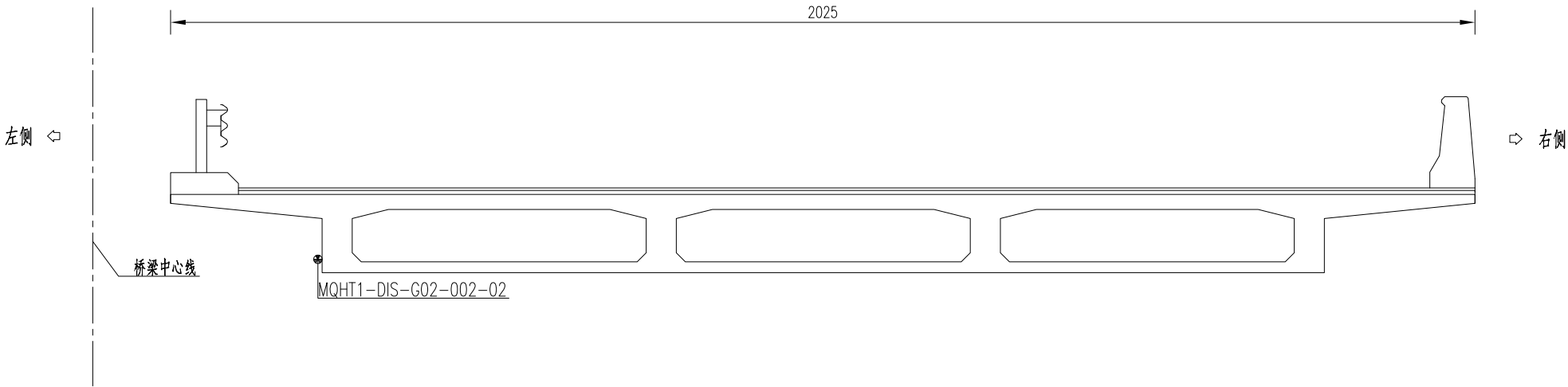


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示标靶，表示光电挠度仪。
 - 3.全桥共布置光电挠度仪2台，标靶4个（包含基准靶2个）。
 - 4.光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

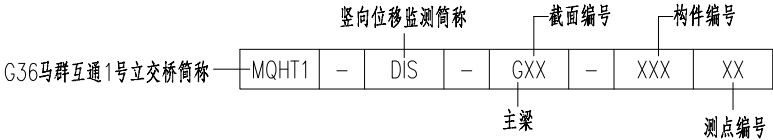


竖向位移监测测点布置断面图（左幅）



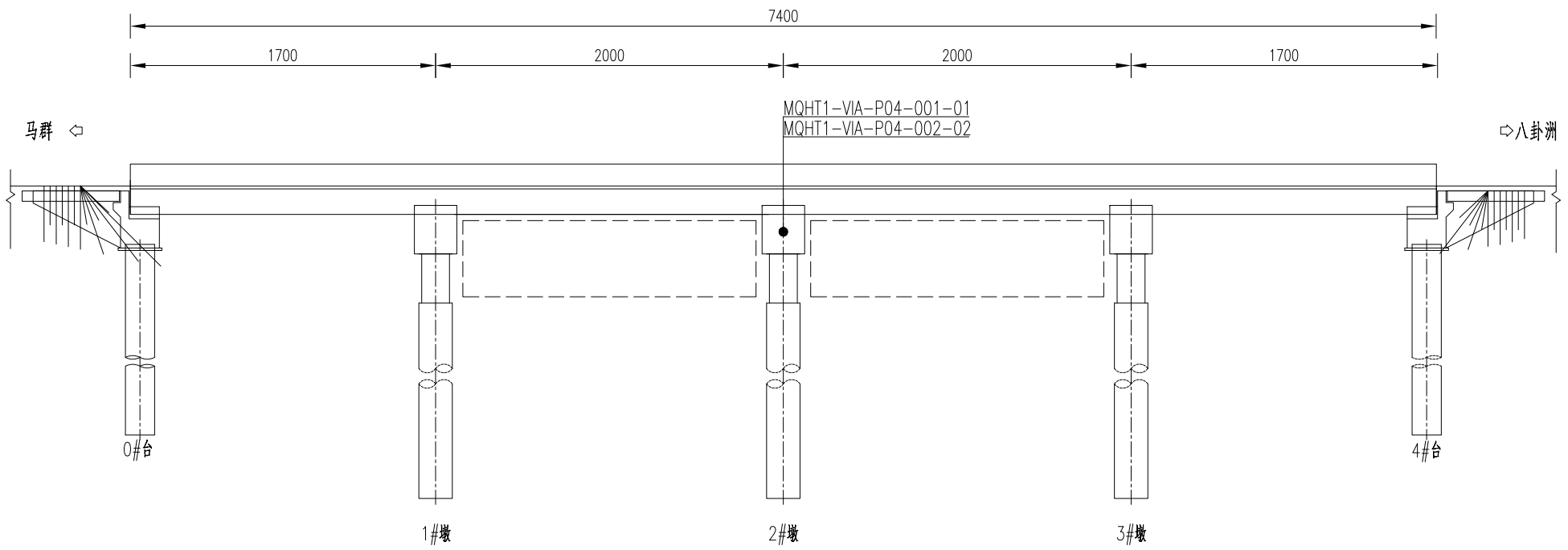
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅1#墩
MQHT1-DIS-G02-001-01	目标靶	2	个	左、右幅2#孔跨中断面
MQHT1-DIS-G02-002-02				
/	基准靶	2	个	左、右幅2#墩
合计		6		

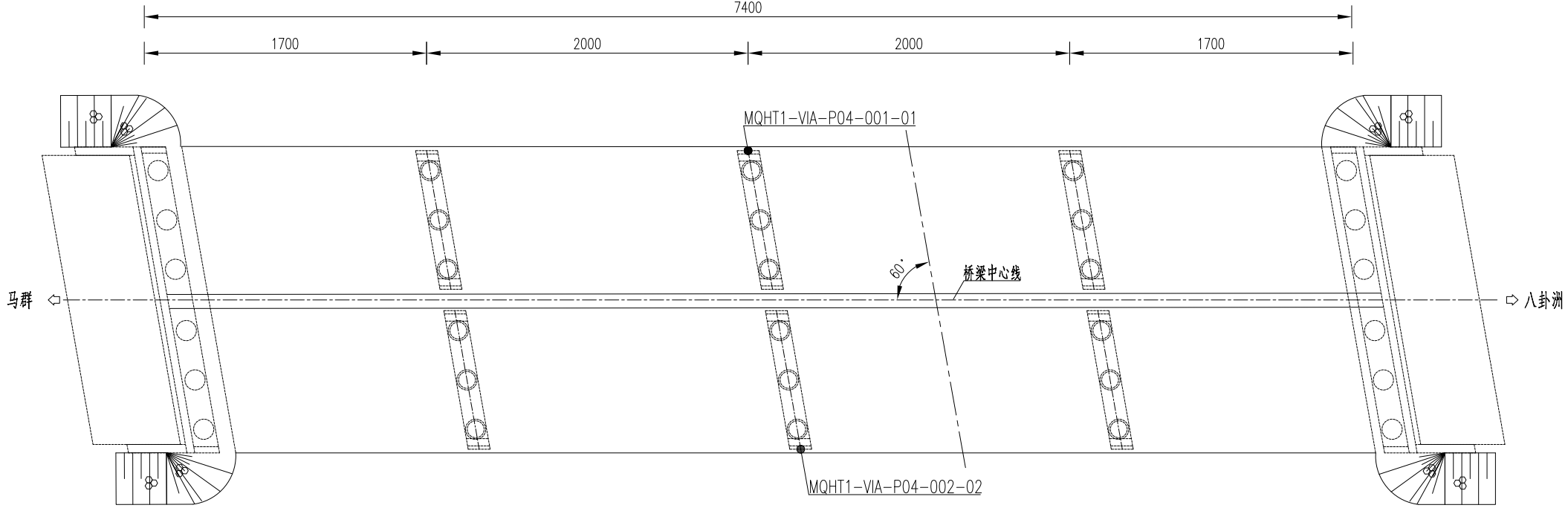


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ⊙ 表示标靶， 表示光电挠度仪。
 - 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶4个（包含基准靶2个）。
 - 光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

振动倾角监测测点布置立面图

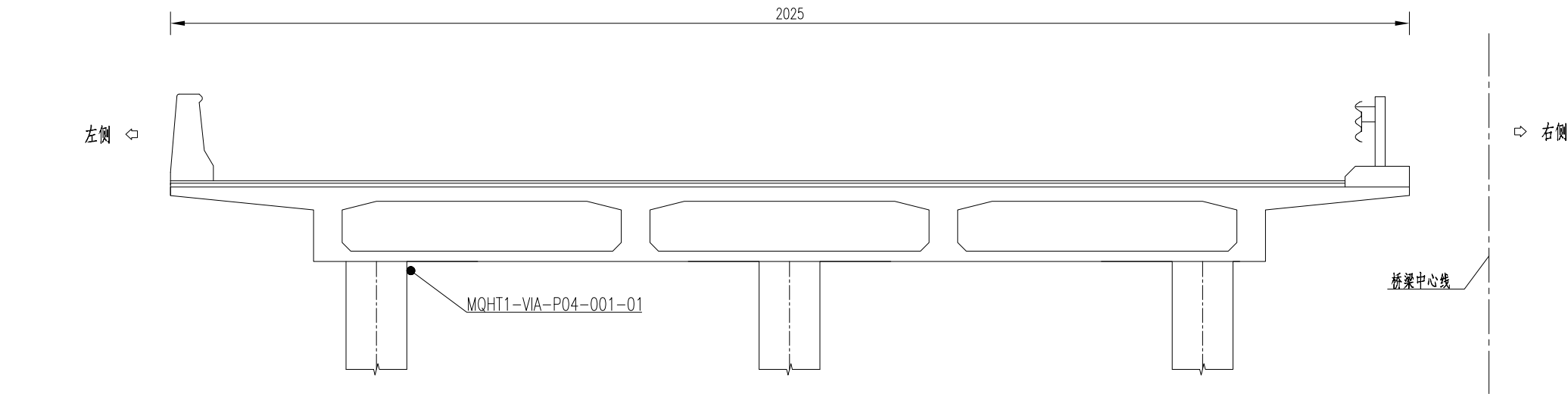


振动倾角监测测点布置平面图

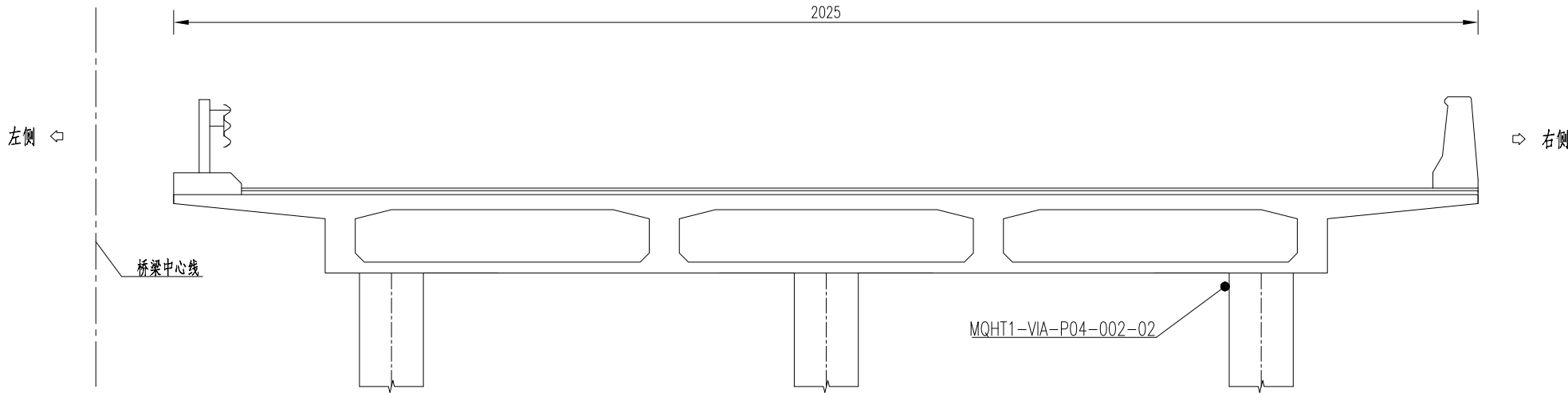


注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）

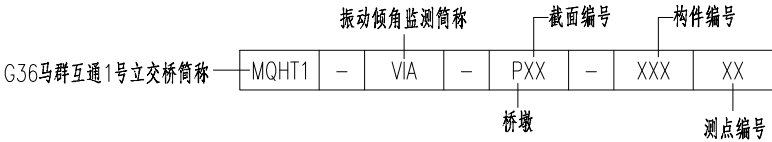


振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



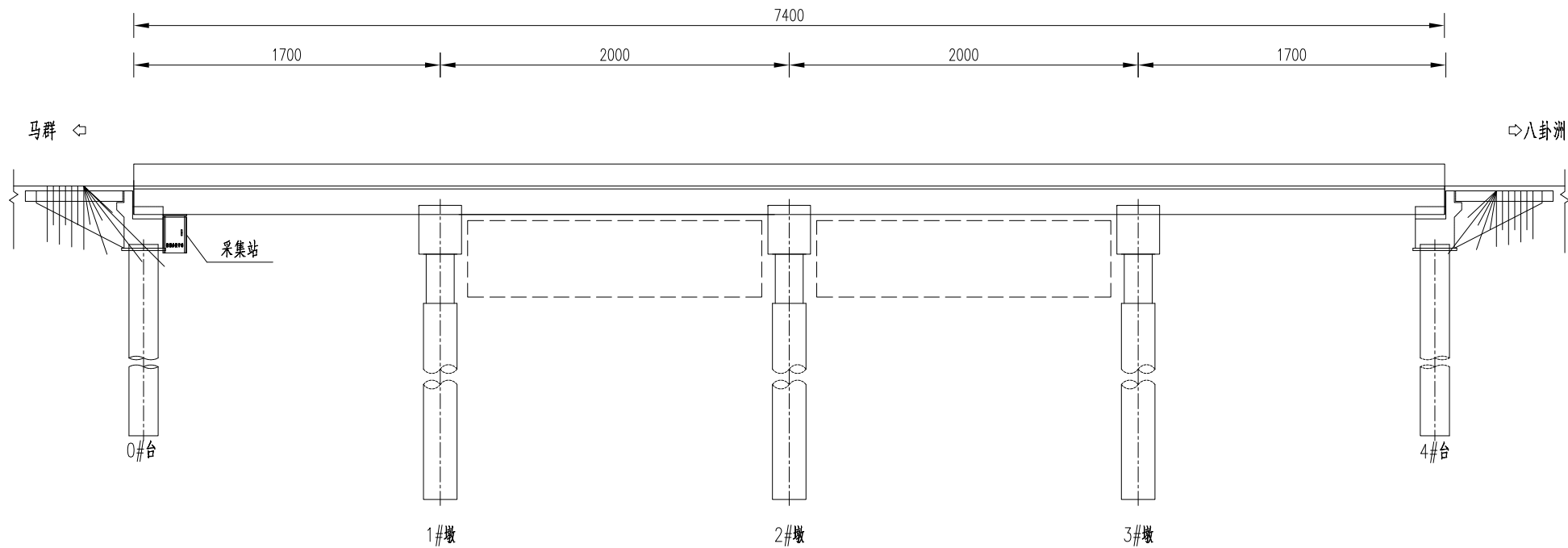
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
MQHT1-VIA-P04-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#墩墩顶
MQHT1-VIA-P04-002-02		1		右幅2#墩墩顶
合计		2		

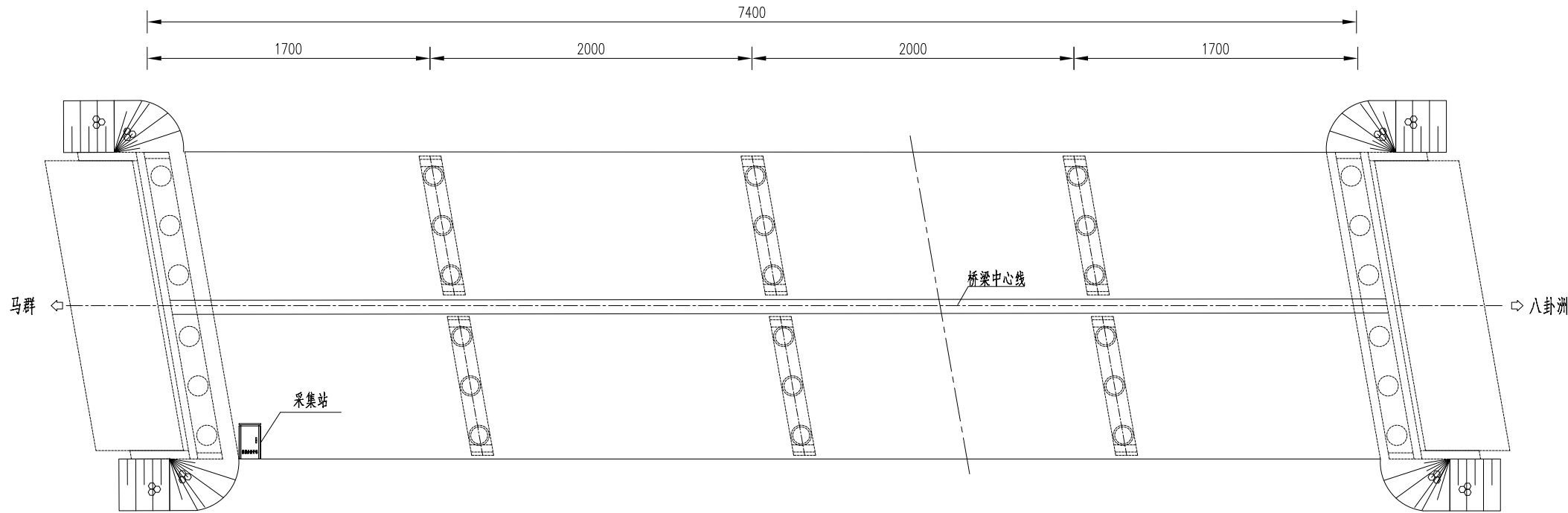


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

采集站布置立面图



采集站布置平面图

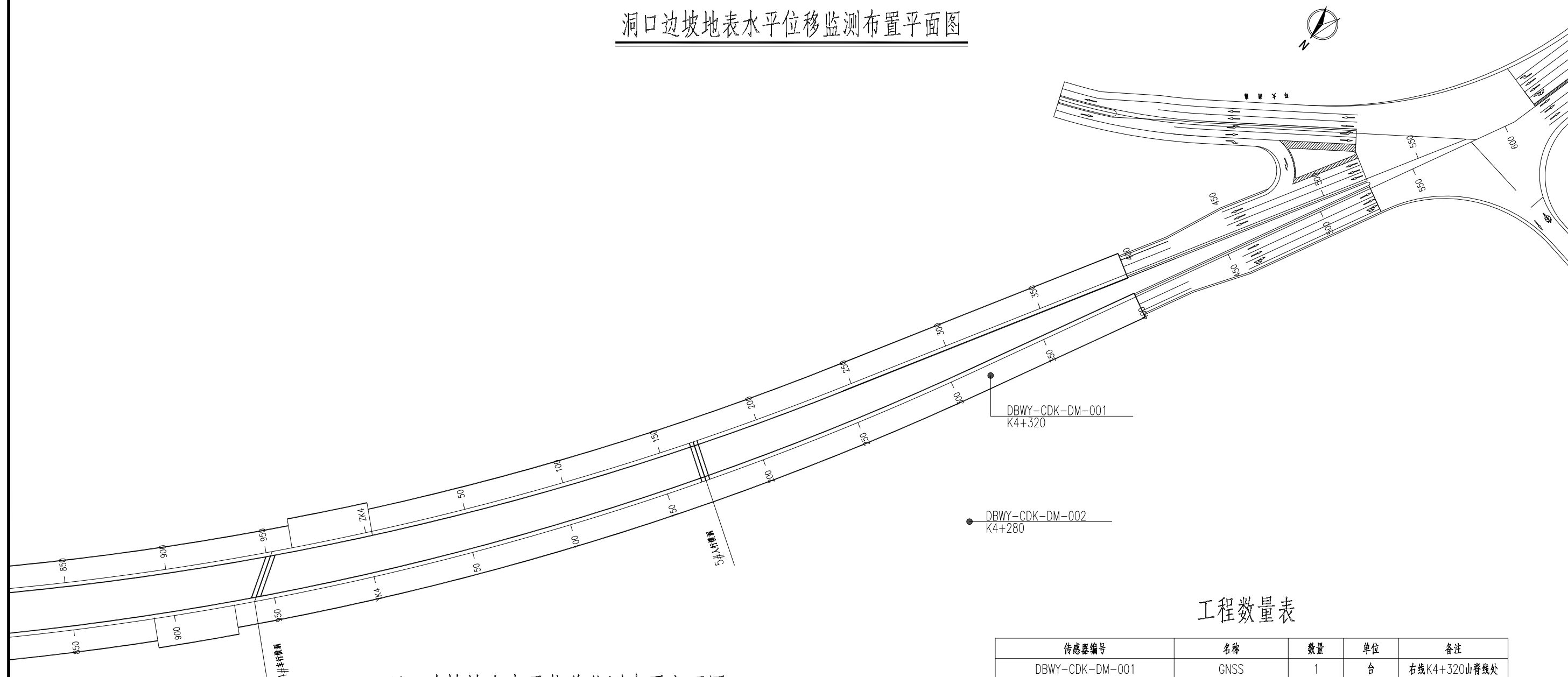


工程数量表

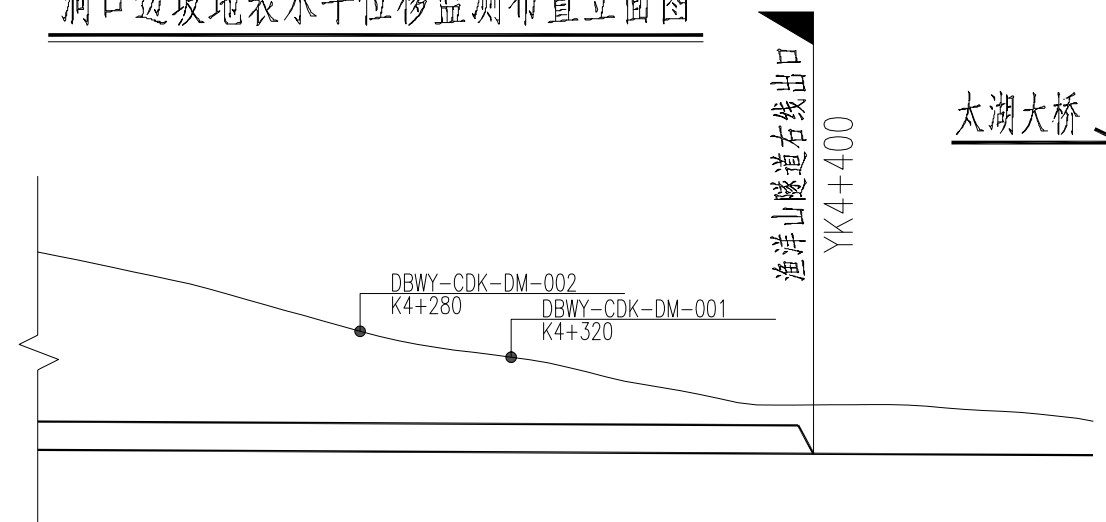
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	右幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示采集站。
 - 在右幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

洞口边坡地表水平位移监测布置平面图



洞口边坡地表水平位移监测布置立面图



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
DBWY-CDK-DM-001	GNSS	1	台	右线K4+320山脊线处
DBWY-CDK-DM-002	GNSS	1	台	右线K4+280山脊线处
基准点	GNSS	1	台	吴中区公路中心内部
合计			3	

注：

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.●表示洞口边坡地表水平位移监测测点,测点处布设GNSS,位置根据现场实际情况可适当微调。
- 3.GNSS基准点布置于吴中区公路事业发展中心内平坦且顶部无树木遮挡处,具体布设位置以实际为准。

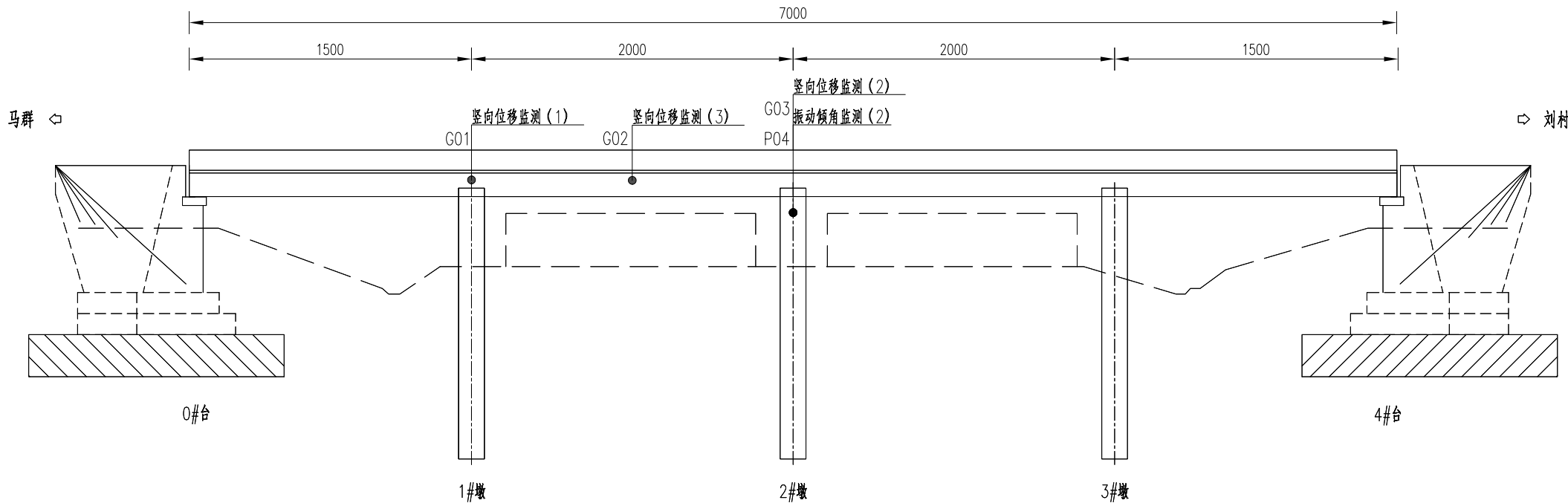
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	5
4		振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
5			安装支架	配套定制	个	2
6		配套支持设备	远程开关	/	个	1
7			工业级交换机	8口	台	1
8			工业路由器	/	台	1
9			工控机	/	台	1
10			12V/24V开关电源	/	个	1
11			电源防雷	/	个	1
12			挂壁机柜	/	台	1
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装, 硅芯管保护	米	120
14			通信线缆—网线	超5类网线	米	78
15			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	42
16			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
17	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
18		数据传输模块开发	/	/	项	1
19		监测设备通信联调	/	/	项	1
20		监测设备防雷测试	/	/	项	1
21		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
22		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
23	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
24	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
25		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
26		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
27		连通性测试	/	/	项	1
28	临时设施	交通组织	/	/	项	1
29		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	MQHT3-VIA-P04-001-01	左幅2#墩墩顶
				2	MQHT3-VIA-P04-002-02	右幅2#墩墩顶
		主梁竖向位移	光电挠度仪/目标靶	1	MQHT3-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中箱梁腹板
				2	MQHT3-DIS-G02-002-02	右幅2#孔跨中箱梁腹板
				3	MQHT3-DIS-G02-002-03	右幅2#孔跨中箱梁腹板

监测设备总体布置图



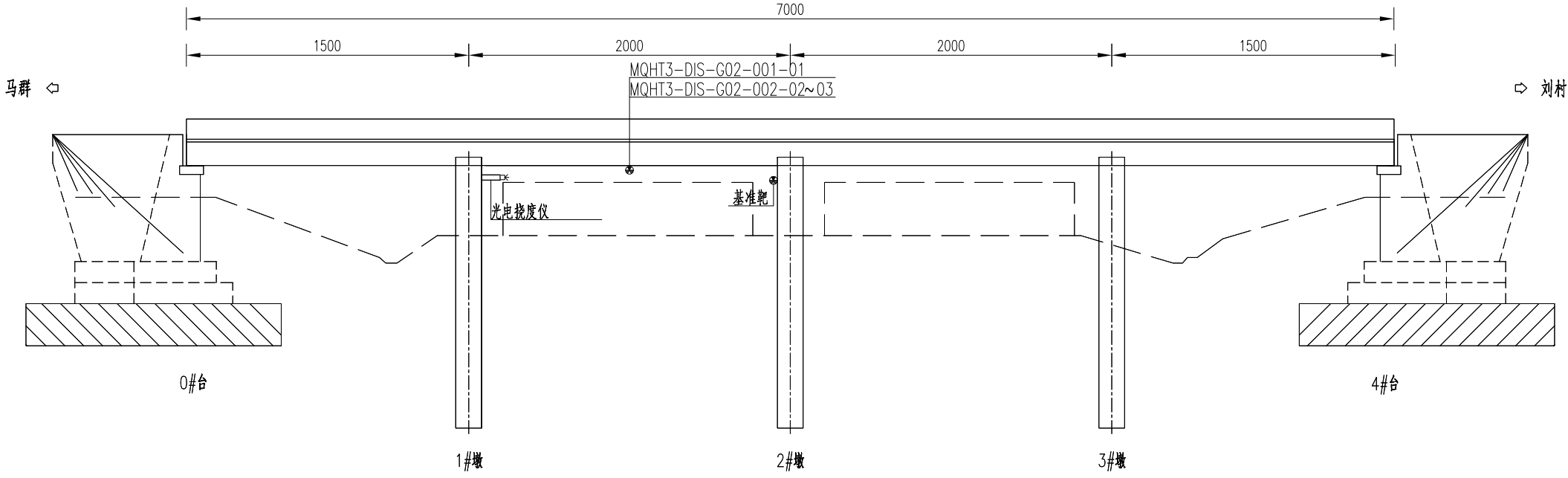
主要监测设备

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	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
		位移	主梁竖向位移	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	3
				基准靶	个	2
			合计			9

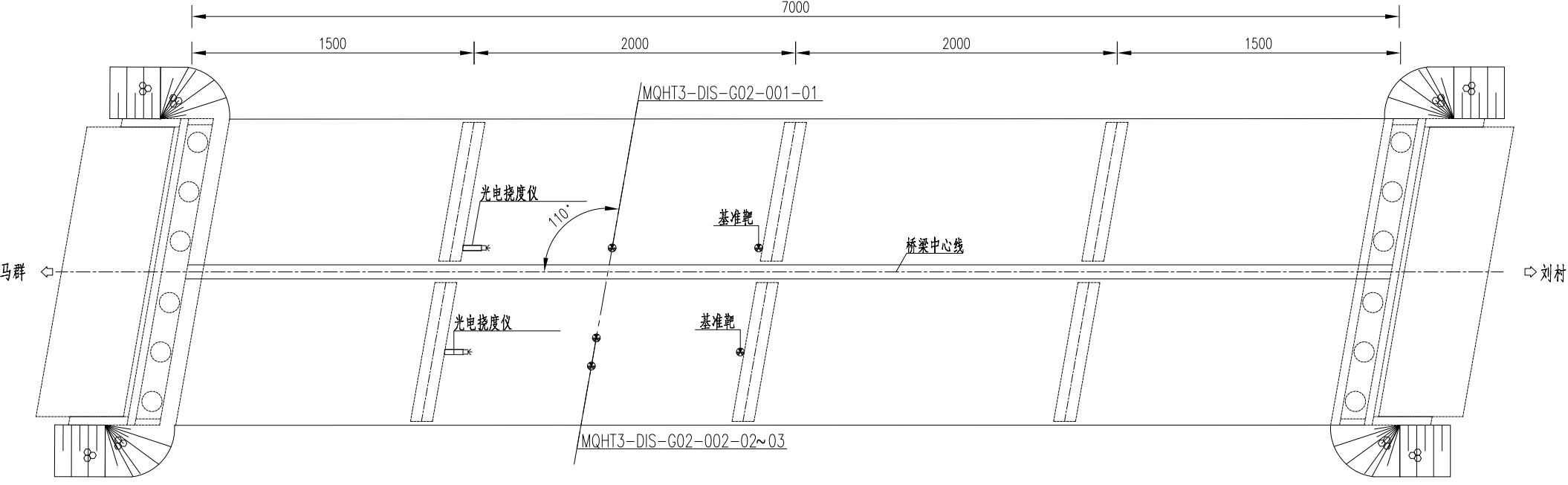
注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示附近区域监测测点。
- 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
- 本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移，振动倾角。

竖向位移监测测点布置立面图

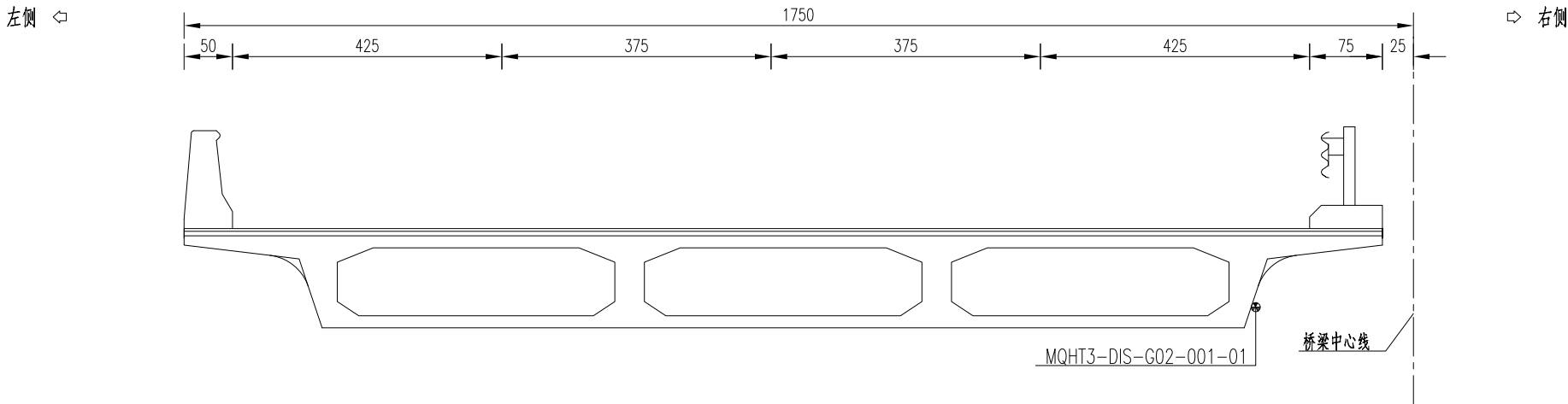


竖向位移监测测点布置平面图

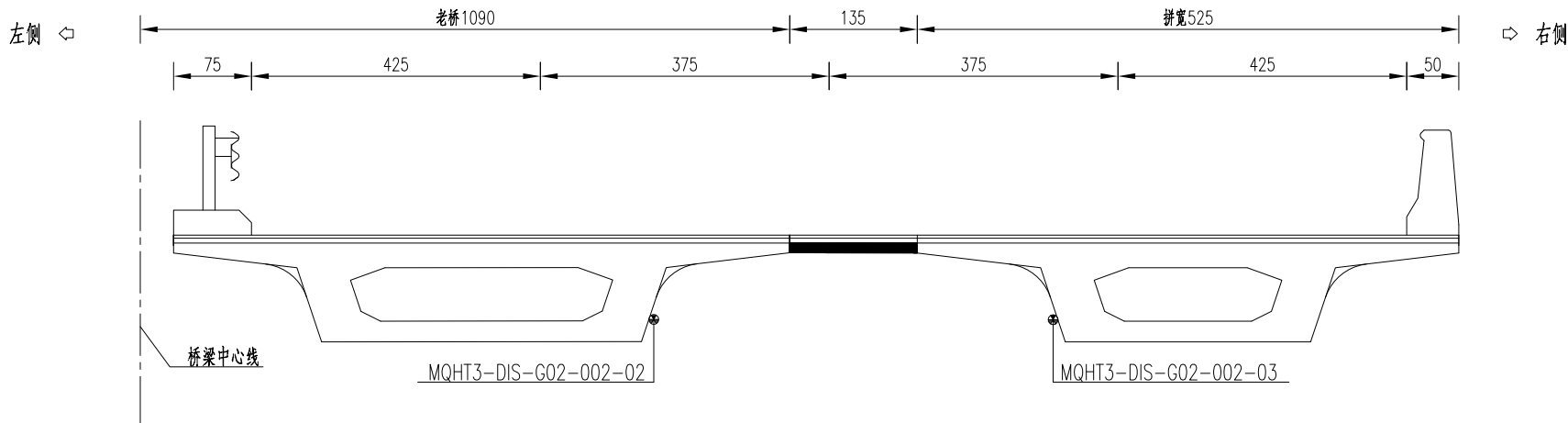


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示标靶，⊗表示光电挠度仪。
 - 3.全桥共布置光电挠度仪2台，标靶3个（包含基准靶2个）。
 - 4.光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘或腹板，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

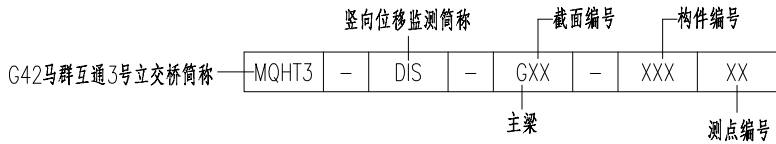


竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



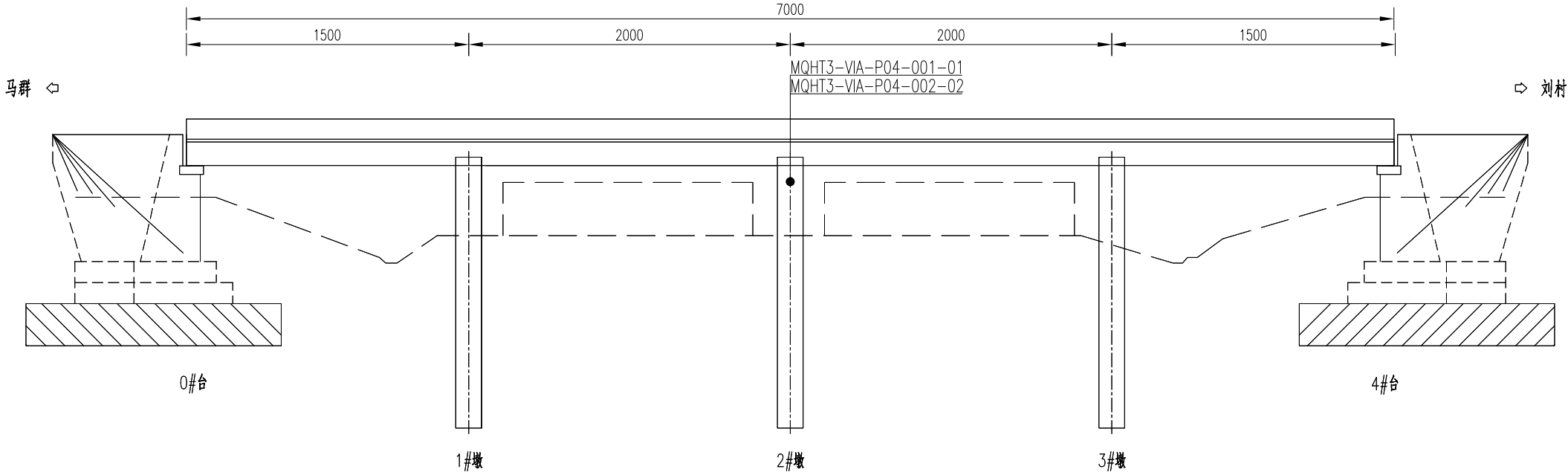
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左右幅 1#墩
MQHT3-DIS-G02-001-01	目标靶	3	个	左右幅 2#孔跨中断面
MQHT3-DIS-G02-002-02~03				
/	基准靶	2	个	左右幅 2#墩
合计		8		

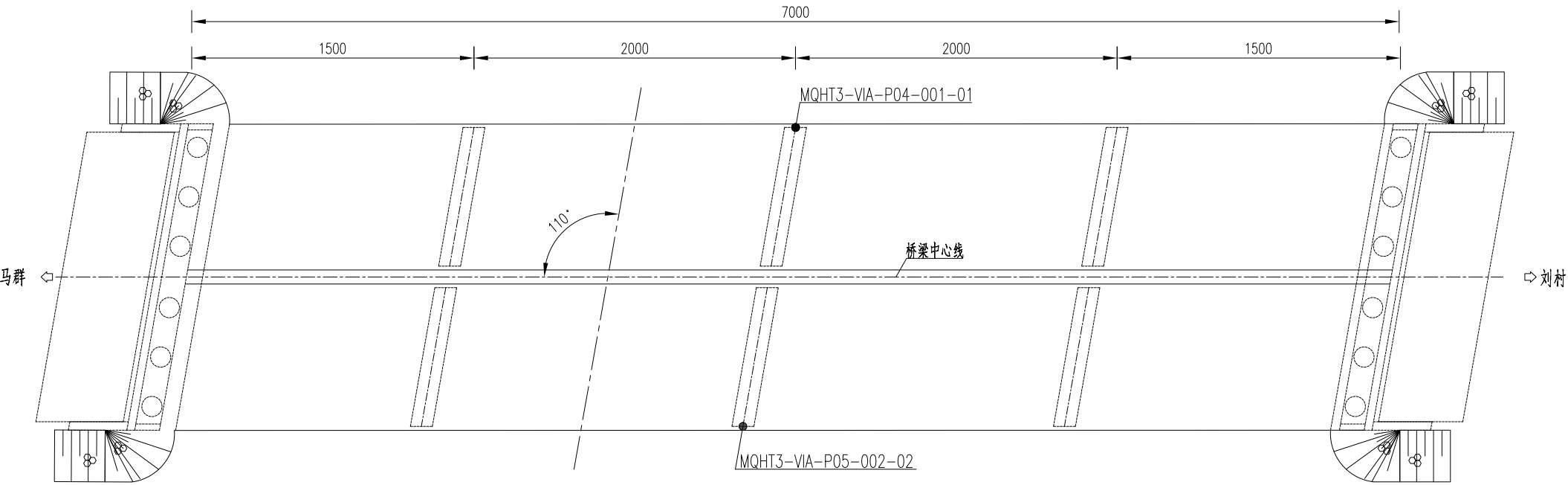


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ⊙ 表示标靶， 表示光电挠度仪。
 - 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶3个（包含基准靶2个）。
 - 光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘或腹板，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

振动倾角监测测点布置立面图

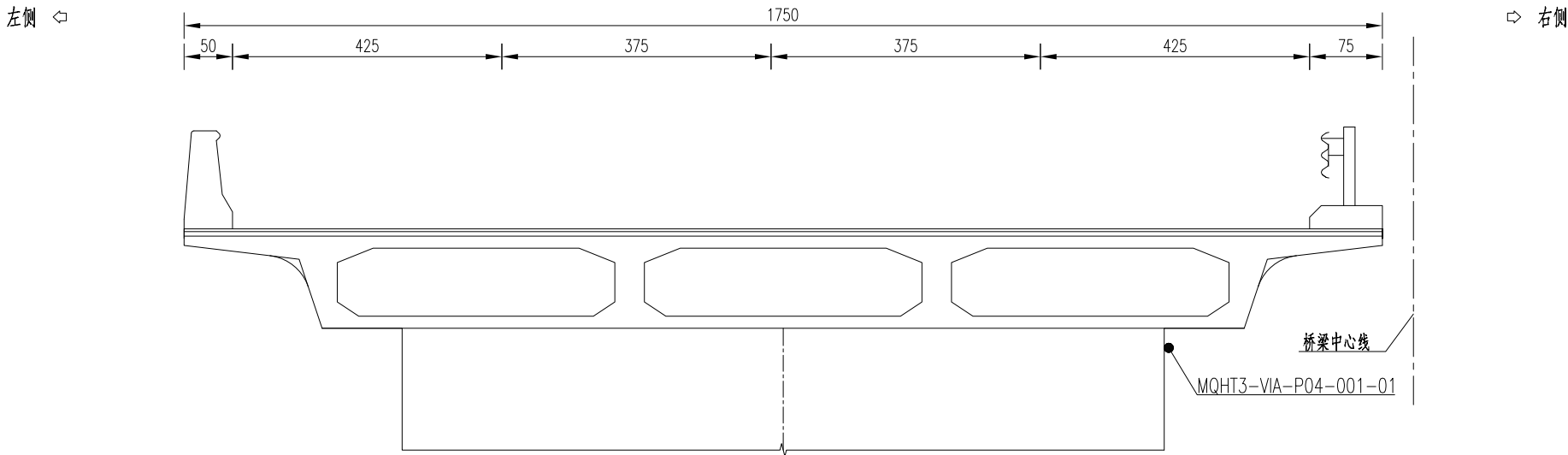


振动倾角监测测点布置平面图

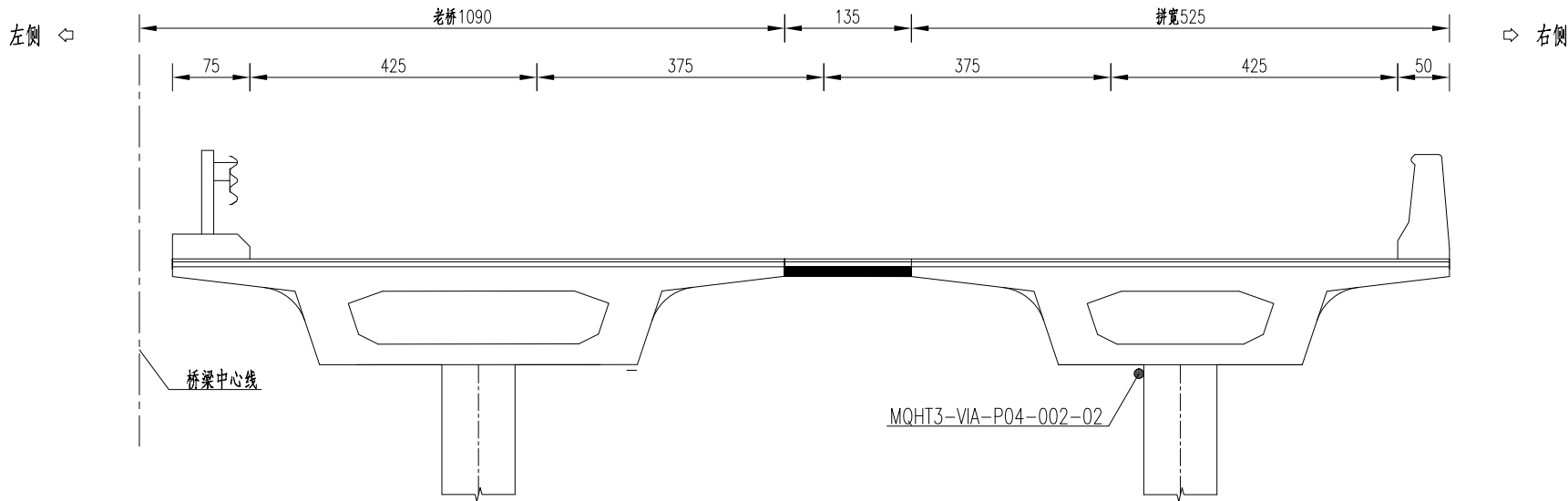


注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）



振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



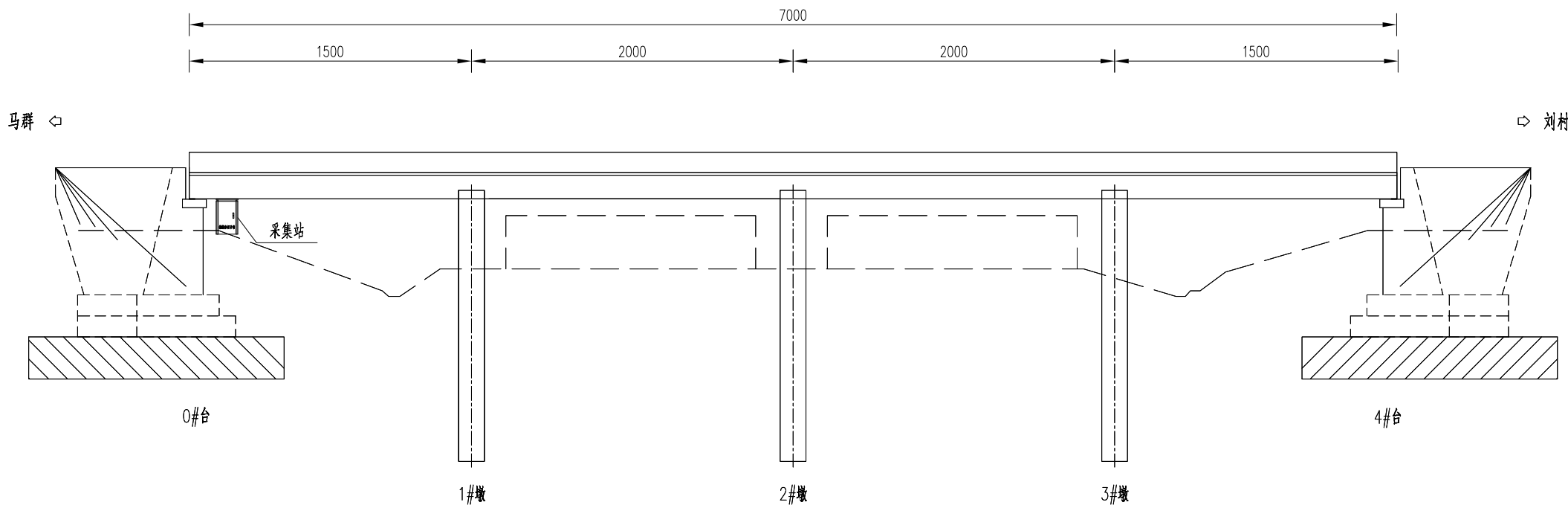
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
MQHT3-VIA-P04-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#墩墩顶
MQHT3-VIA-P04-002-02		1		右幅2#墩墩顶
合计		2		

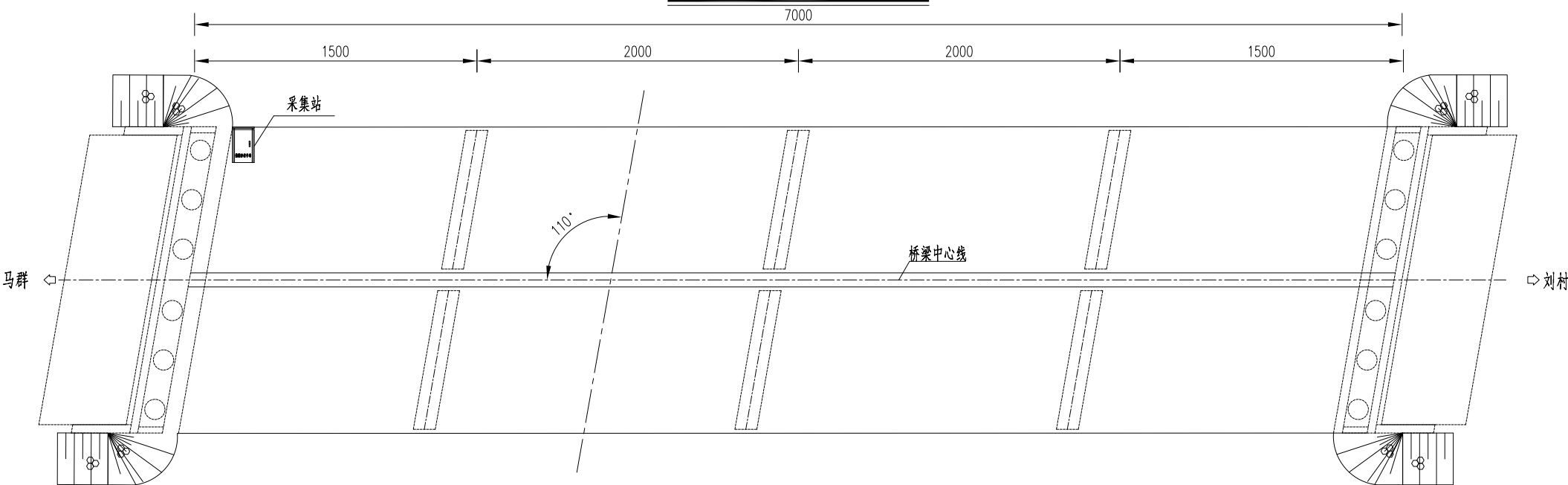
G42马群互通3号立交桥简称	振动倾角监测简称				截面编号		构件编号	
	MQHT3	-	VIA	-	PXX	-	XXX	XX
	桥墩				测点编号			

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

采集站布置立面图



采集站布置平面图

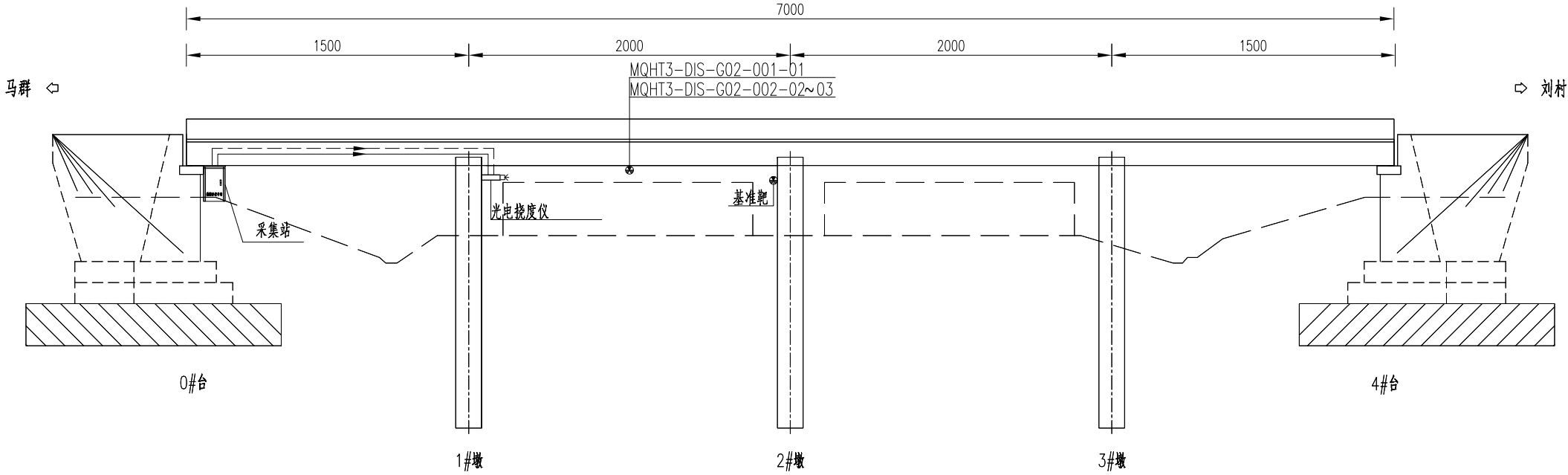


工程数量表

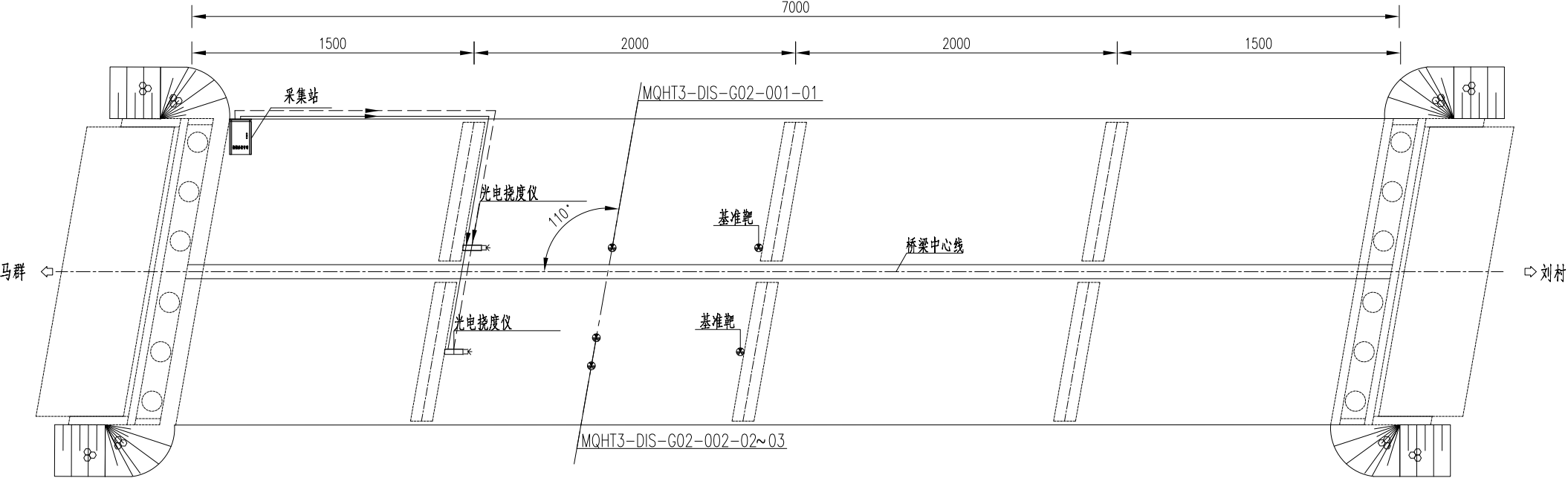
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	左幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 -  表示采集站。
 - 在左幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

竖向位移监测线缆布置立面图



竖向位移监测线缆布置平面图



- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示标靶，□表示光电挠度仪。
 - 3.线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 - 4.——表示电力线缆，——表示网络线缆。

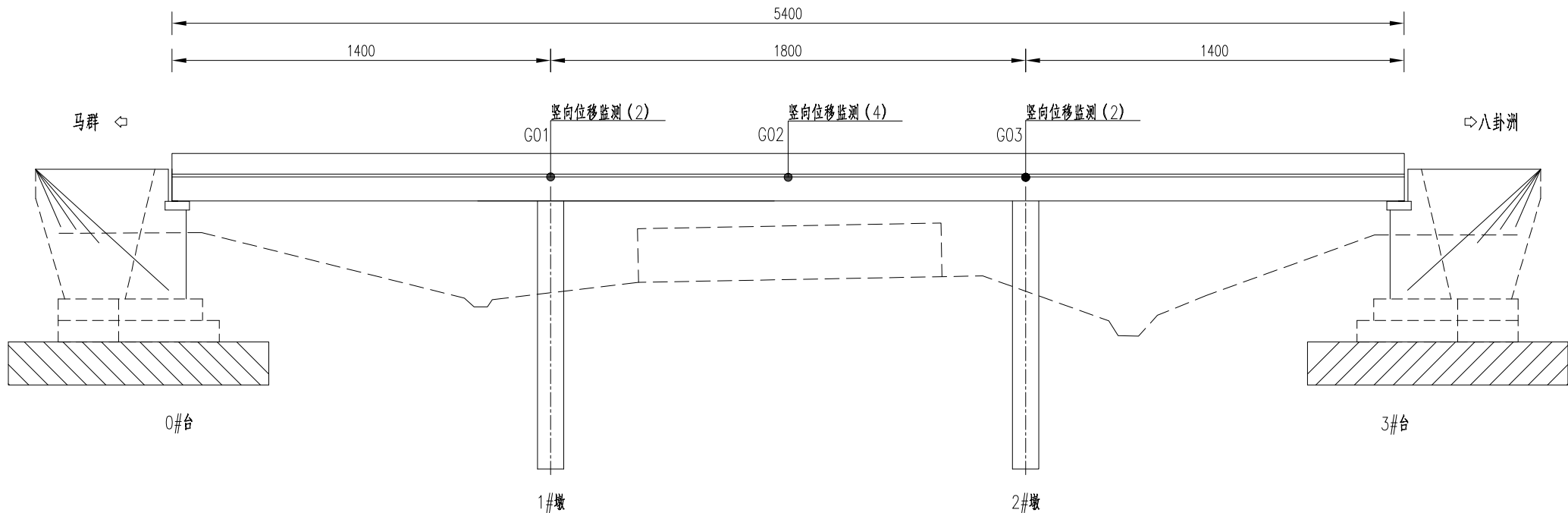
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	6
4		配套支持设备	远程开关	/	个	1
5			工业级交换机	8口	台	1
6			工业路由器	/	台	1
7			工控机	/	台	1
8			12V/24V开关电源	/	个	1
9			电源防雷	/	个	1
10			挂壁机柜	/	台	1
11	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装, 硅芯管保护	米	360
12			通信线缆-网线	超5类网线	米	78
13			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	84
14			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
15	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
16		数据传输模块开发	/	/	项	1
17		监测设备通信联调	/	/	项	1
18		监测设备防雷测试	/	/	项	1
19		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
20		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
21	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
22	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
23		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
24		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
25		连通性测试	/	/	项	1
26	临时设施	交通组织	/	/	项	1
27		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别	监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	光电挠度仪/目标靶	1	MQHT4-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中1#箱梁腹板
			2	MQHT4-DIS-G02-001-02	左幅2#孔跨中2#箱梁腹板
			3	MQHT4-DIS-G02-002-03	右幅2#孔跨中1#箱梁腹板
			4	MQHT4-DIS-G02-002-04	右幅2#孔跨中2#箱梁腹板

监测设备总体布置图



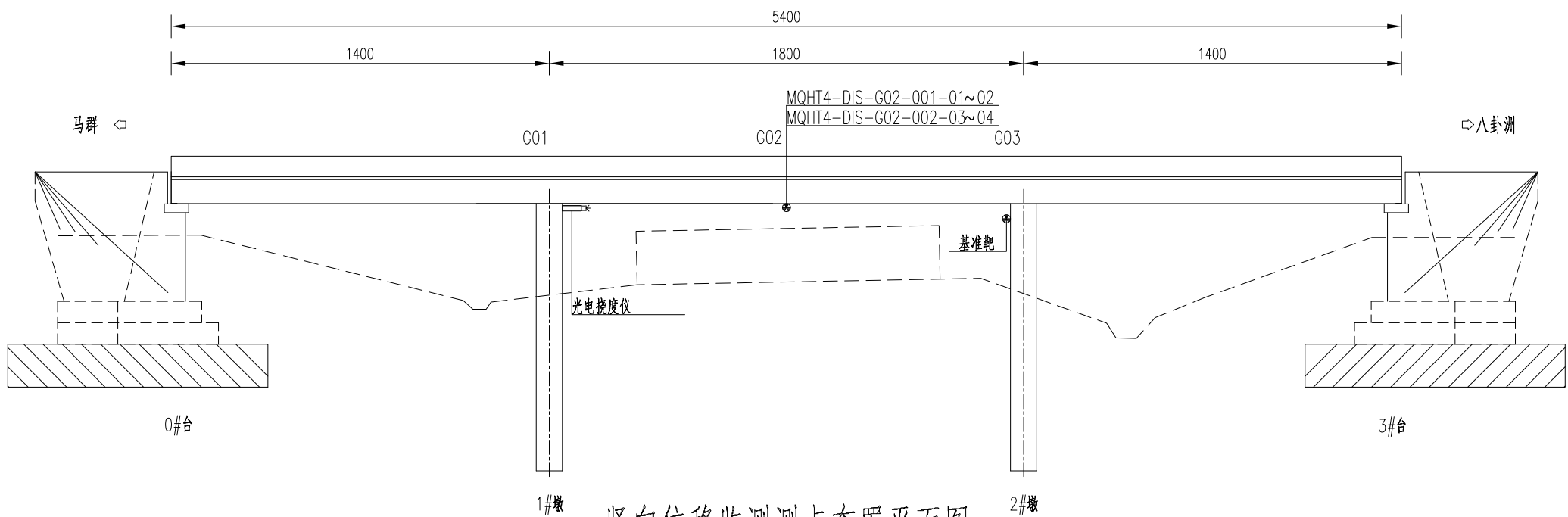
主要监测设备

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	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	4
				基准靶	个	2
合计						8

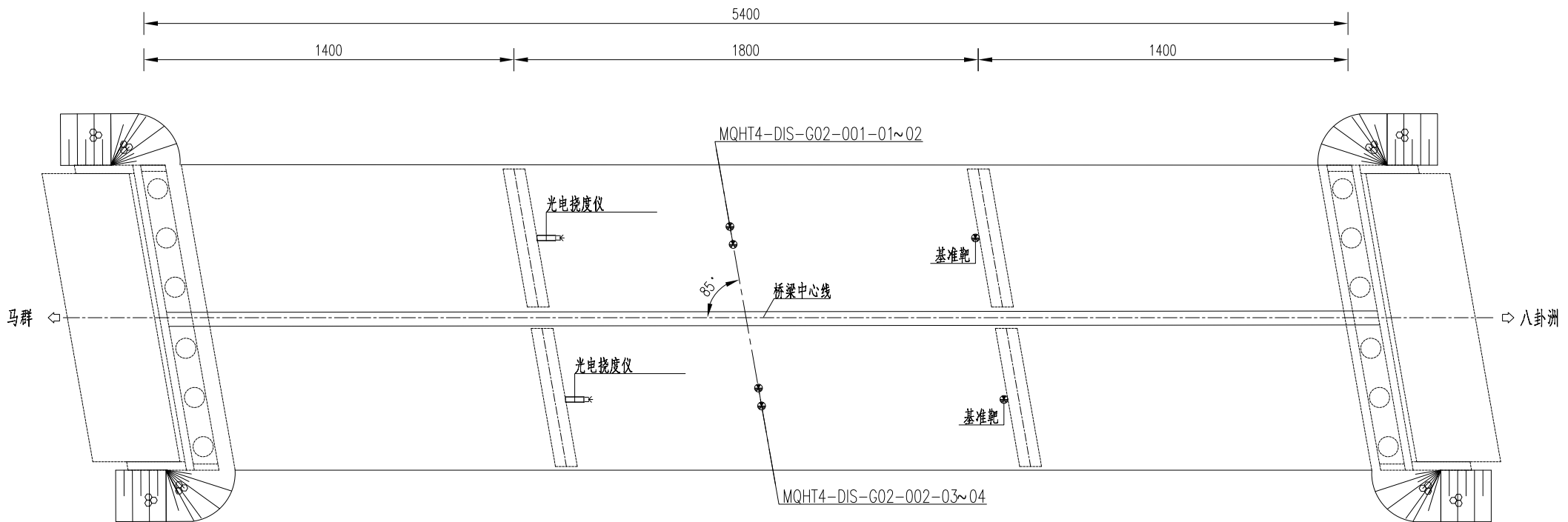
注：

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.● 表示附近区域监测测点。
- 3.总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
- 4.本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移。

竖向位移监测测点布置立面图

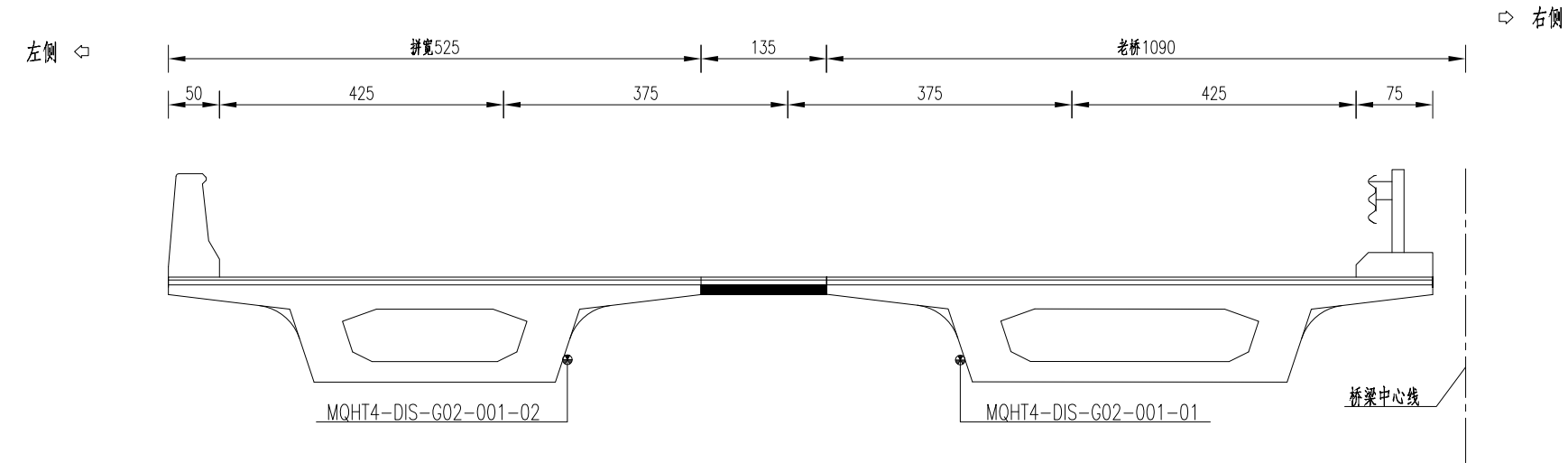


竖向位移监测测点布置平面图

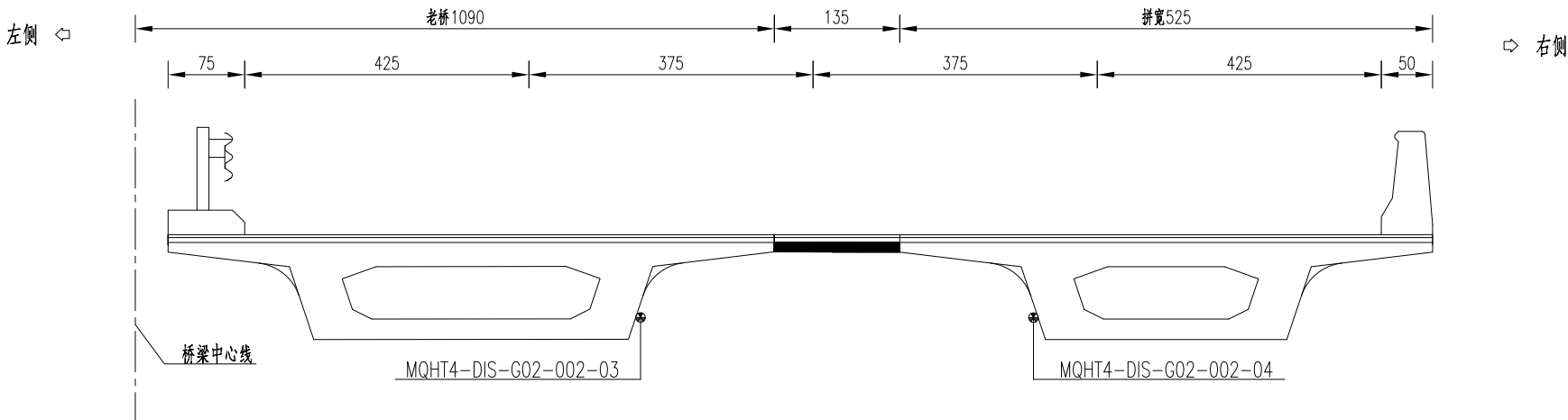


- 注:
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. $\odot$ 表示标靶, $\square \times$ 表示光电挠度仪。
 - 3. 全桥共布置光电挠度仪2台, 标靶6个 (包含基准靶2个)。
 - 4. 光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘, 挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

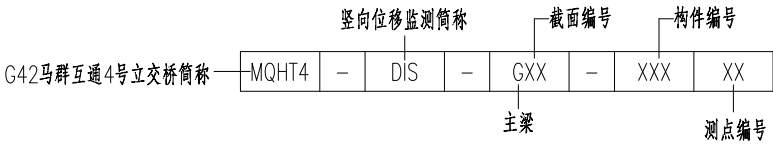


竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

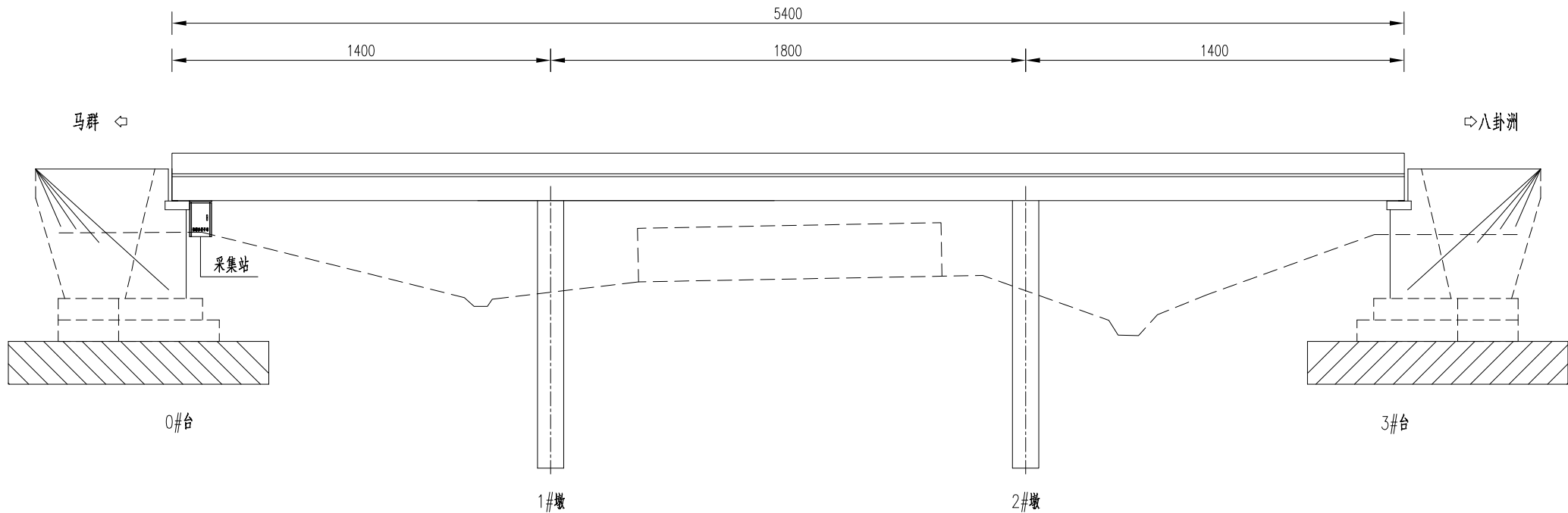
传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅1#墩墩顶
MQHT4-DIS-G02-001-01~02	目标靶	4	个	左、右幅2#孔跨中箱梁腹板
MQHT4-DIS-G02-002-03~04				
/	基准靶	2	个	左、右幅2#墩墩顶
合计		8		



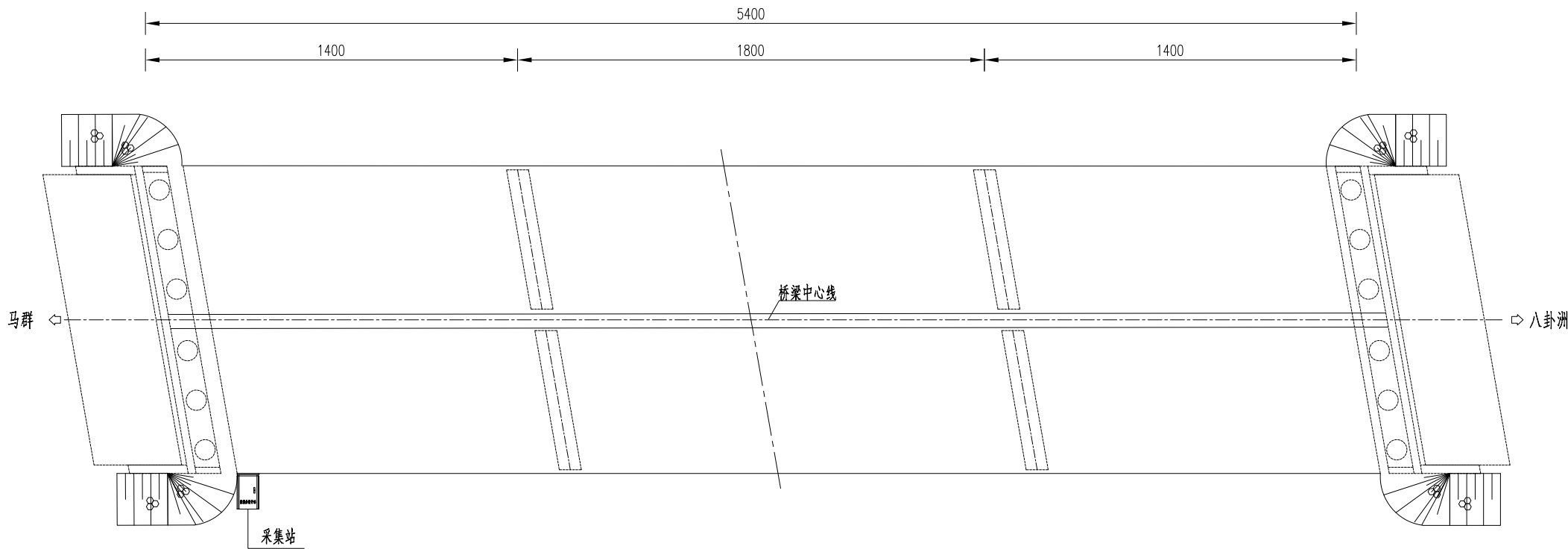
注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- ⊙ 表示标靶， 表示光电挠度仪。
- 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶6个（包含基准靶2个）。
- 光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘及腹板，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



采集站布置平面图

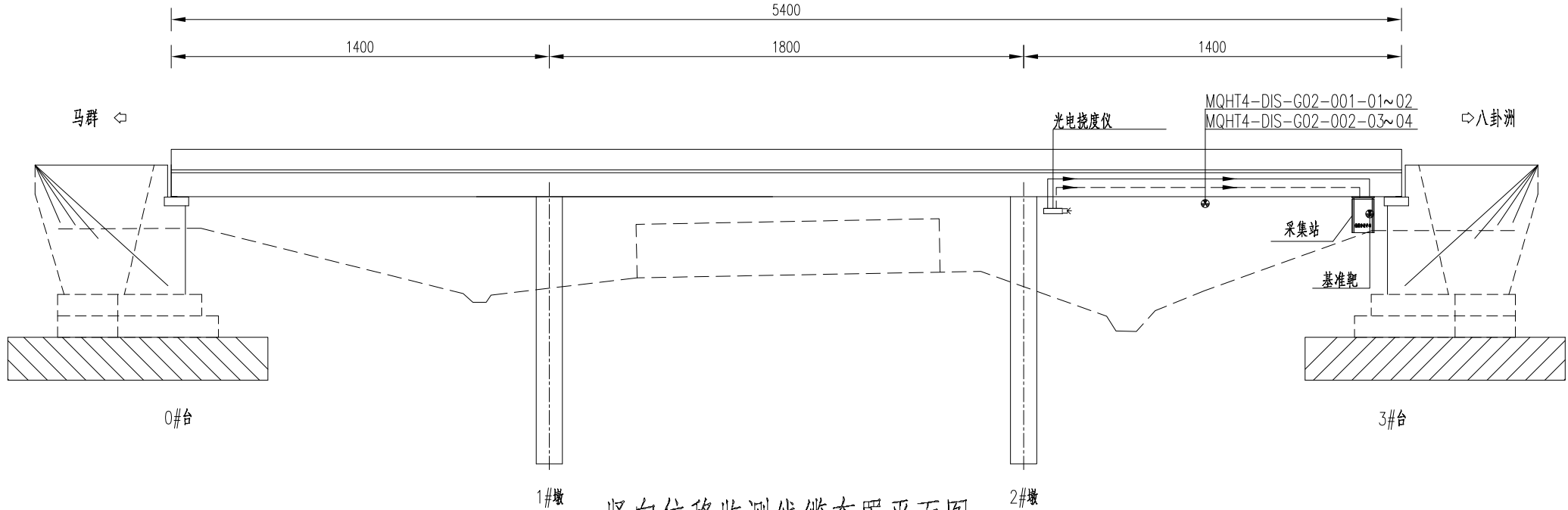


工程数量表

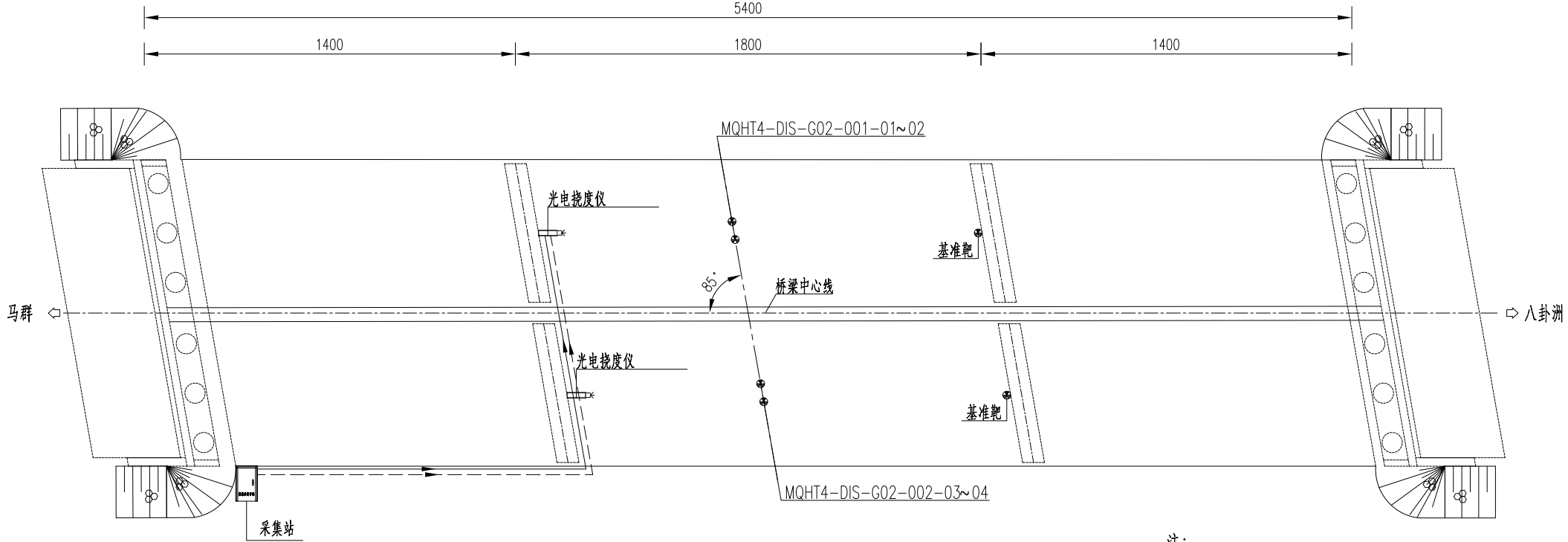
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	右幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示采集站。
 - 在右幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

竖向位移监测线缆布置立面图



竖向位移监测线缆布置平面图



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. $\odot$ 表示标靶， $\square$ 表示光电挠度仪。
 3. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 4. $\longrightarrow$ 表示电力线缆， $\longrightarrow$ 表示网络线缆。

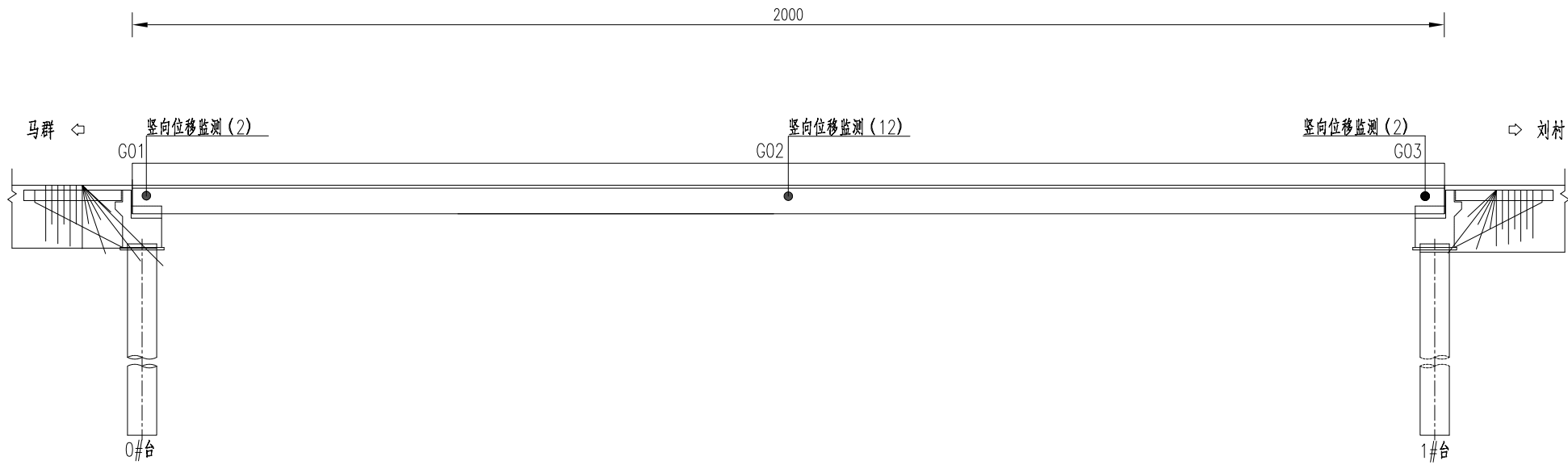
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	14
4		配套支持设备	远程开关	/	个	1
5			工业级交换机	8口	台	1
6			工业路由器	/	台	1
7			工控机	/	台	1
8			12V/24V开关电源	/	个	1
9			电源防雷	/	个	1
10			挂壁机柜	/	台	1
11	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2×4铠装, 硅芯管保护	米	360
12			通信线缆-网线	超5类网线	米	78
13			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	84
14			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
15	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
16		数据传输模块开发	/	/	项	1
17		监测设备通信联调	/	/	项	1
18		监测设备防雷测试	/	/	项	1
19		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
20		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
21	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
22	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
23		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
24		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
25		连通性测试	/	/	项	1
26	临时设施	交通组织	/	/	项	1
27		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	主梁竖向位移	光电挠度仪/目标靶	1	MQZQ-DIS-G02-001-01	左幅1#孔10#梁梁底
				2	MQZQ-DIS-G02-001-02	左幅1#孔11#梁梁底
				3	MQZQ-DIS-G02-001-03	左幅1#孔12#梁梁底
				4	MQZQ-DIS-G02-001-04	左幅1#孔13#梁梁底
				5	MQZQ-DIS-G02-001-05	左幅1#孔14#梁梁底
				6	MQZQ-DIS-G02-001-06	左幅1#孔15#梁梁底
				7	MQZQ-DIS-G02-002-07	右幅1#孔10#梁梁底
				8	MQZQ-DIS-G02-002-08	右幅1#孔11#梁梁底
				9	MQZQ-DIS-G02-002-09	右幅1#孔12#梁梁底
				10	MQZQ-DIS-G02-002-10	右幅1#孔13#梁梁底
				11	MQZQ-DIS-G02-002-11	右幅1#孔14#梁梁底
				12	MQZQ-DIS-G02-002-12	右幅1#孔15#梁梁底

监测设备总体布置图



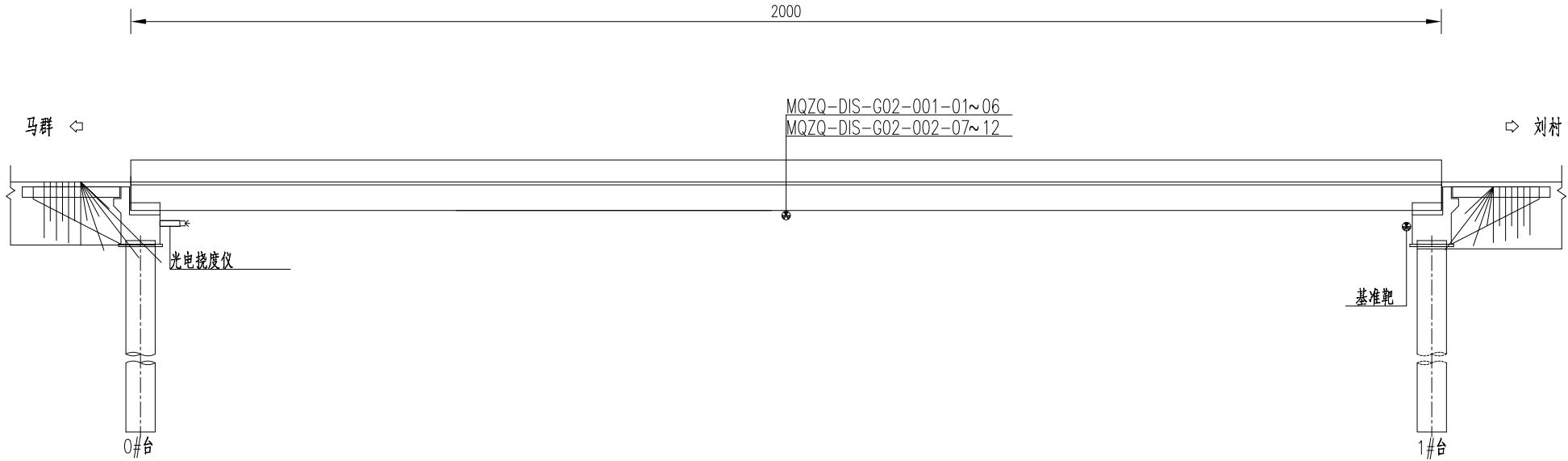
主要监测设备

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	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	12
				基准靶	个	2
合计						16

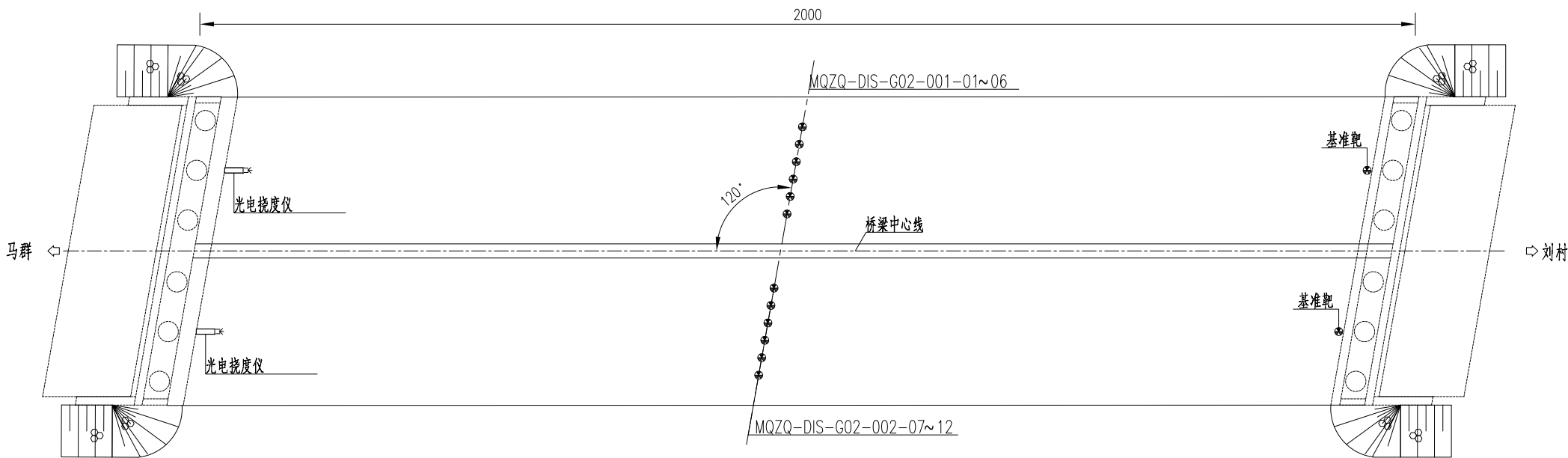
注：

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.● 表示附近区域监测测点。
- 3.总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
- 4.本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移。

竖向位移监测测点布置立面图

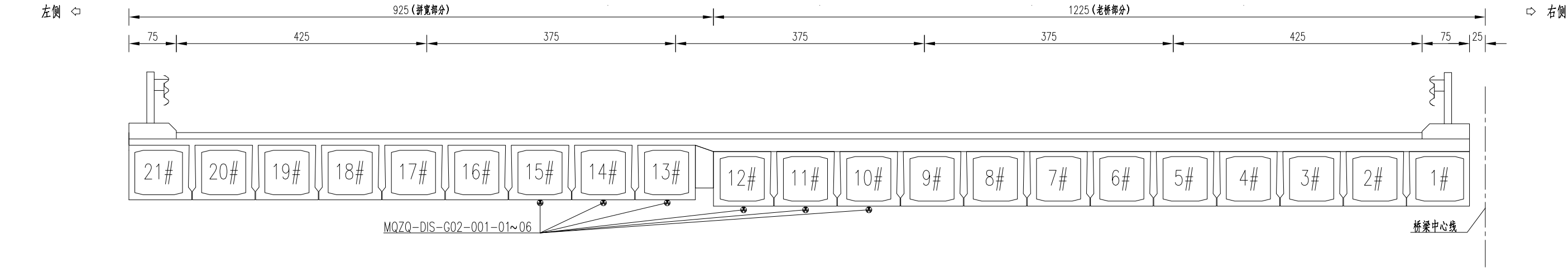


竖向位移监测测点布置平面图

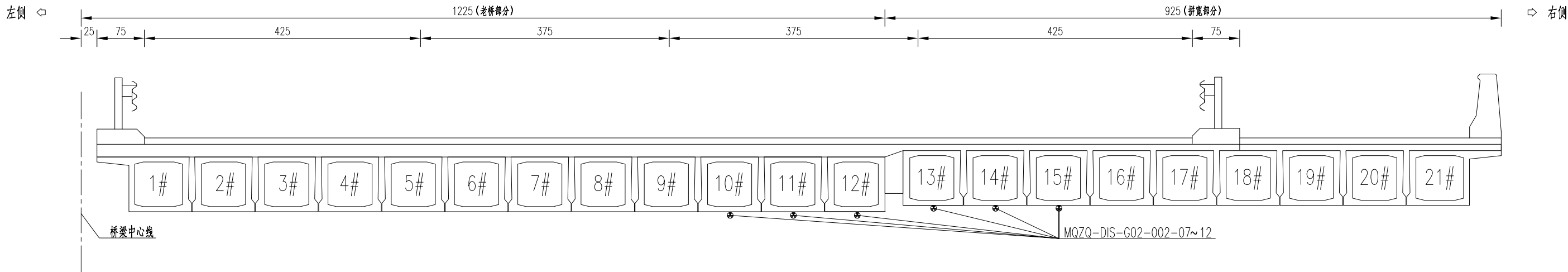


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示标靶，—×表示光电挠度仪。
 - 3.全桥共布置光电挠度仪2台，标靶6个（包含基准靶2个）。
 - 4.光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

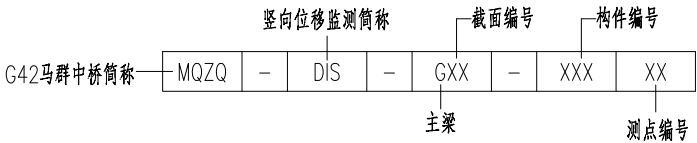


竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



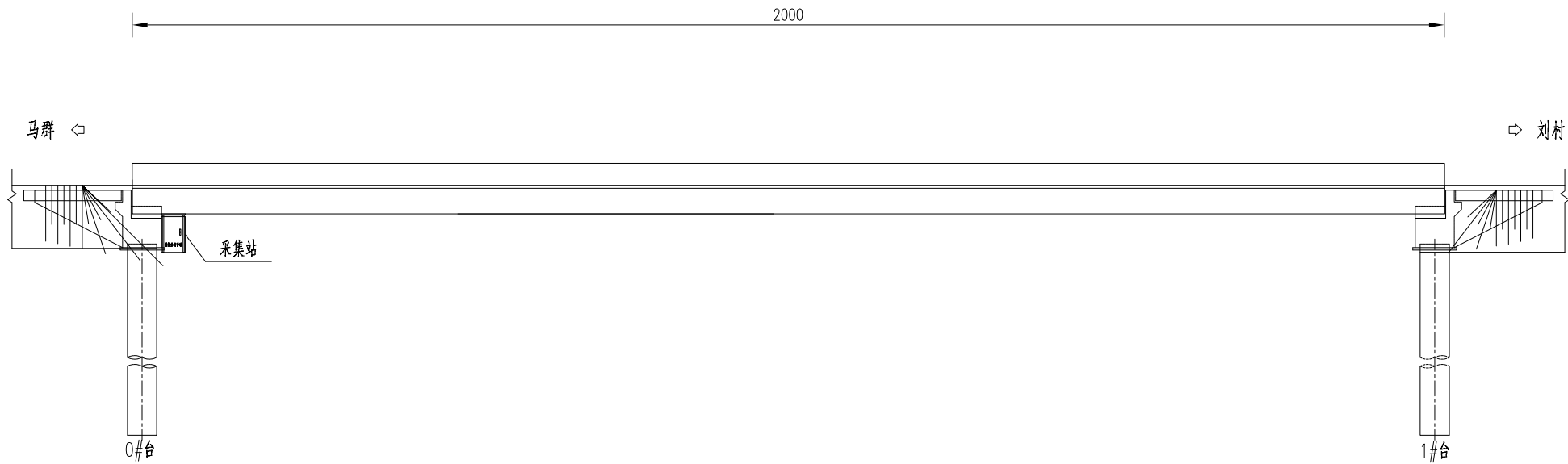
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅0#台
MQZQ-DIS-G02-001-01~06	目标靶	12	个	左、右幅1#孔跨中断面
MQZQ-DIS-G02-002-07~12				
/	基准靶	2	个	左、右幅1#墩
合计		14		

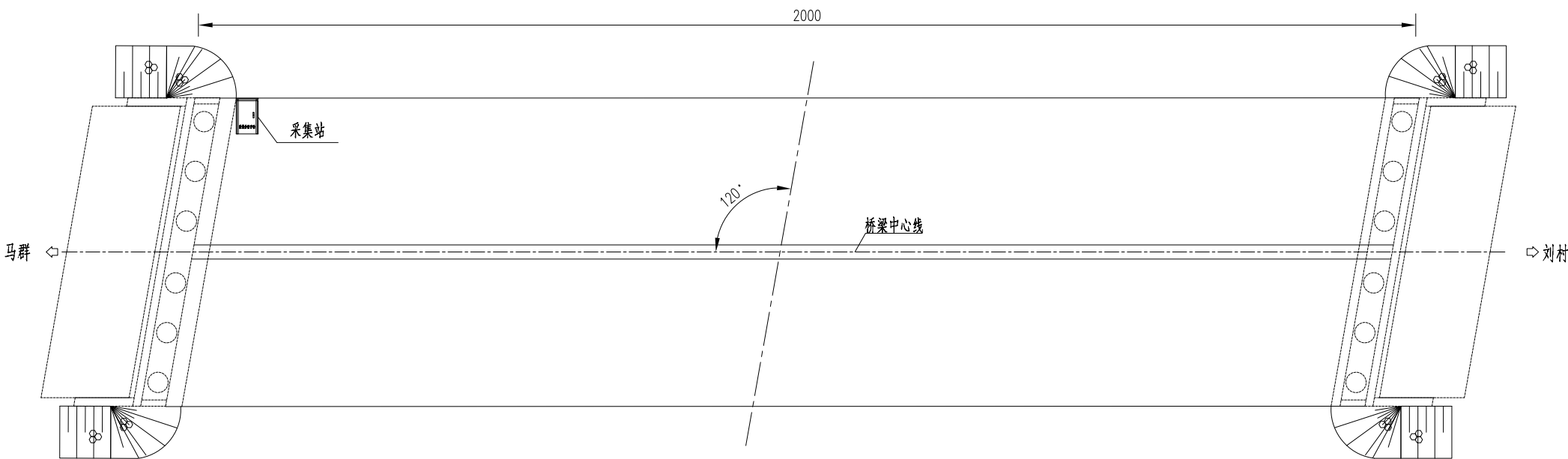


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示标靶， 表示光电挠度仪。
 - 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶6个（包含基准靶2个）。
 - 光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

采集站布置立面图



采集站布置平面图

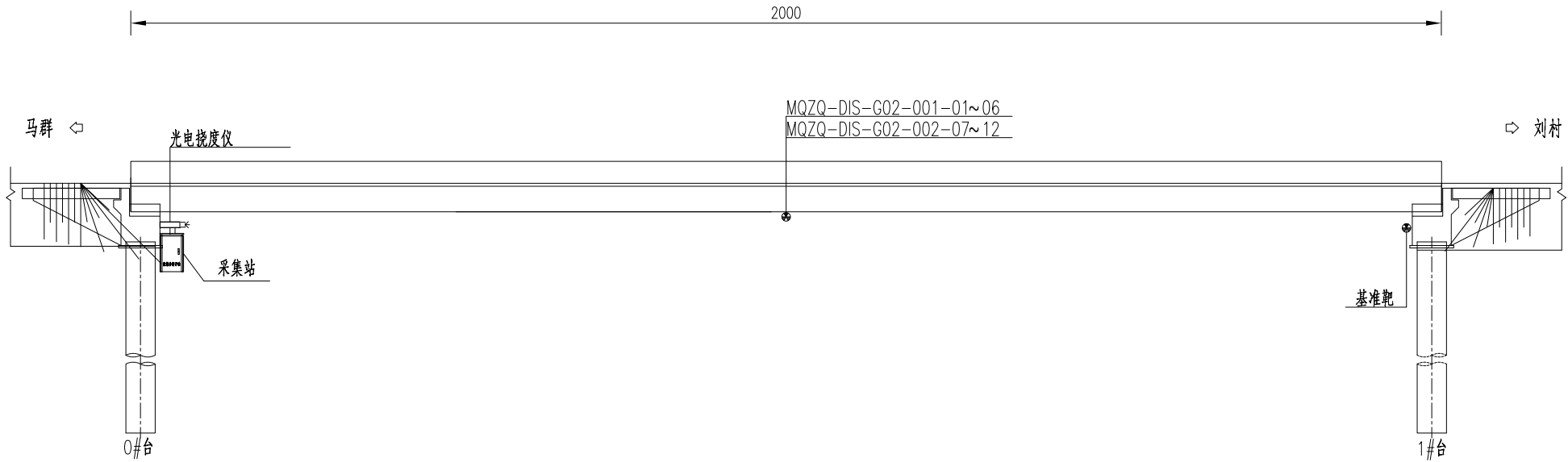


工程数量表

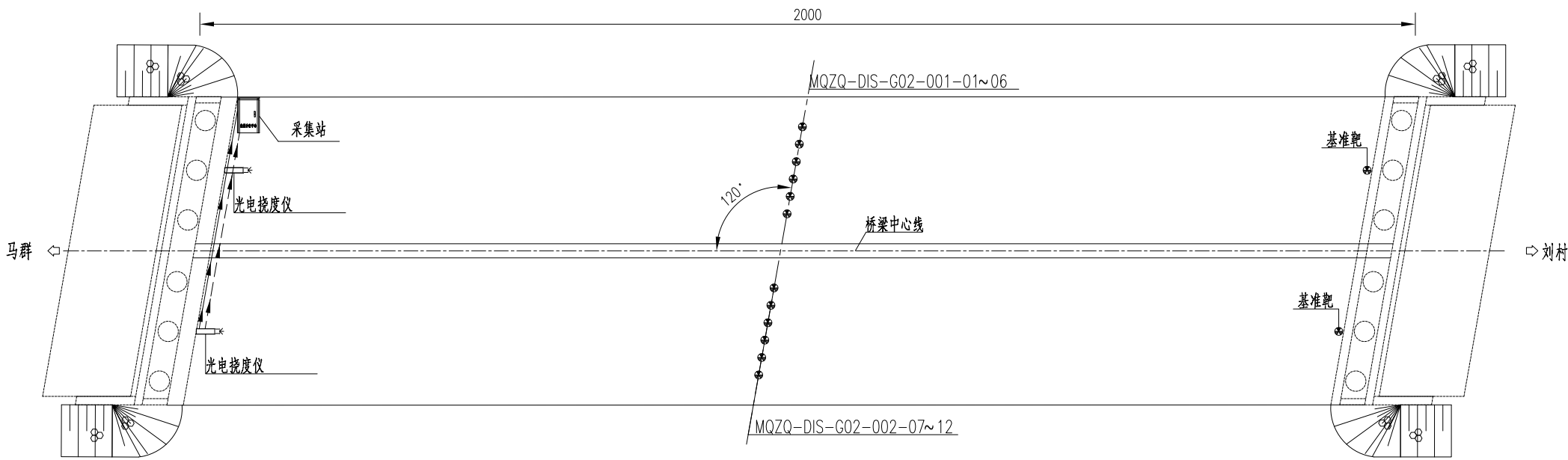
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	右幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示采集站。
 - 在左幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

竖向位移监测线缆布置立面图



竖向位移监测线缆布置平面图



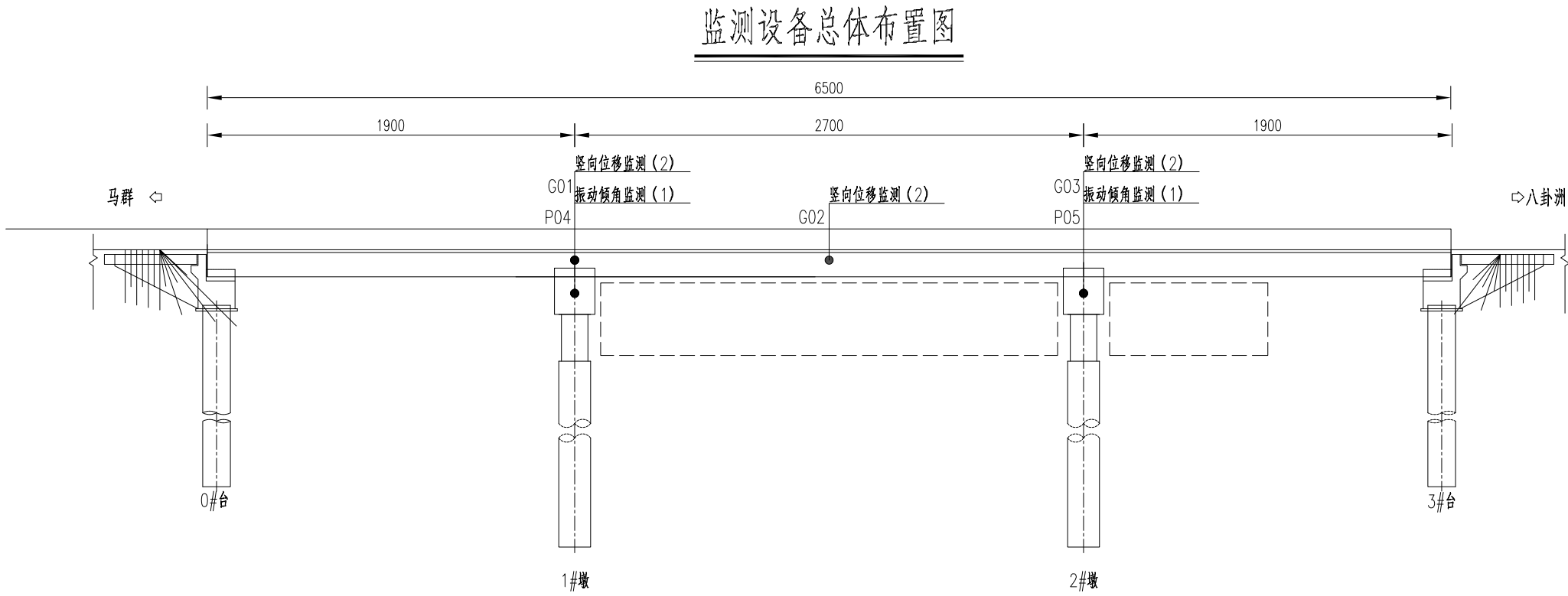
- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.⊙表示标靶，⊞表示光电挠度仪。
 - 3.线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 - 4.——表示电力线缆，——表示网络线缆。

工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	4
4		振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
5			安装支架	配套定制	个	2
6		配套支持设备	远程开关	/	个	1
7			工业级交换机	8口	台	1
8			工业路由器	/	台	1
9			工控机	/	台	1
10			12V/24V开关电源	/	个	1
11			电源防雷	/	个	1
12			挂壁机柜	/	台	1
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装，硅芯管保护	米	120
14			通信线缆—网线	超5类网线	米	78
15			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	84
16			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
17	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
18		数据传输模块开发	/	/	项	1
19		监测设备通信联调	/	/	项	1
20		监测设备防雷测试	/	/	项	1
21		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
22		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
23	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
24	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
25		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
26		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
27		连通性测试	/	/	项	1
28	临时设施	交通组织	/	/	项	1
29		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别	监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	多元感知终端	1	WJLHT-VIA-P04-001-01	左幅1#墩墩顶
			2	WJLHT-VIA-P05-002-02	右幅2#墩墩顶
		光电挠度仪/目标靶	1	WJLHT-DIS-G02-001-01	左幅2#孔跨中箱梁腹板
			2	WJLHT-DIS-G02-002-02	右幅2#孔跨中箱梁腹板



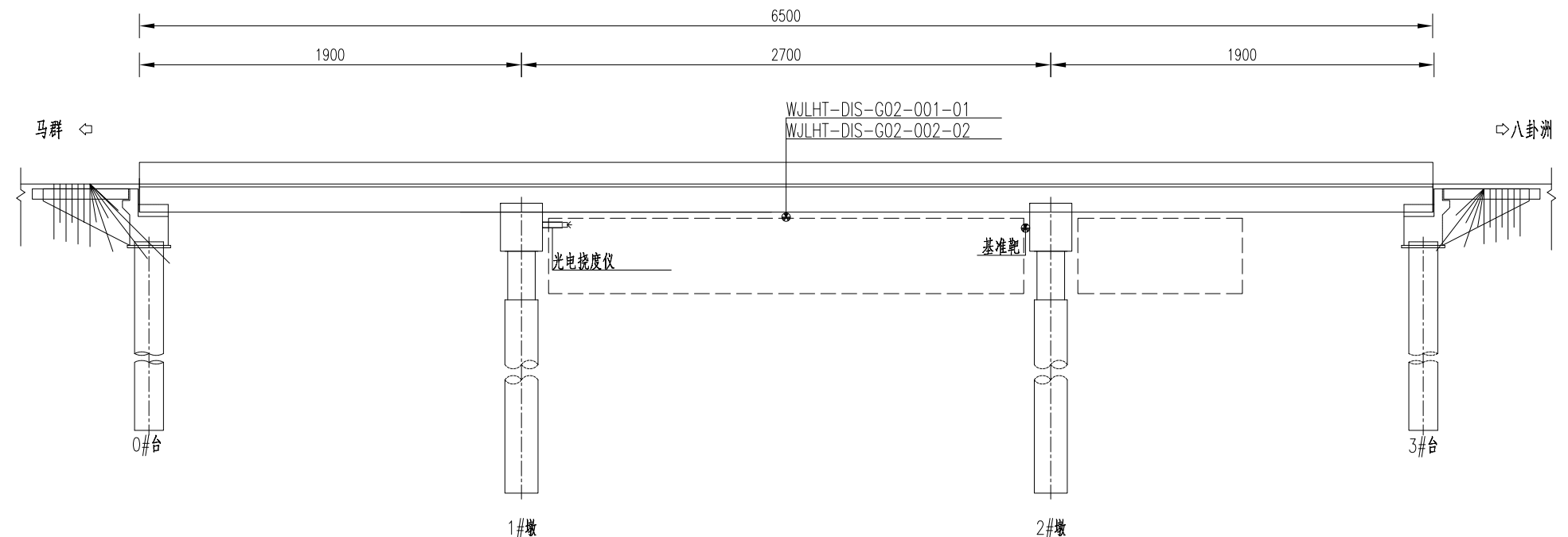
主要监测设备

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	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
		竖向位移	主梁竖向位移	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	2
				基准靶	个	2
				合计		8

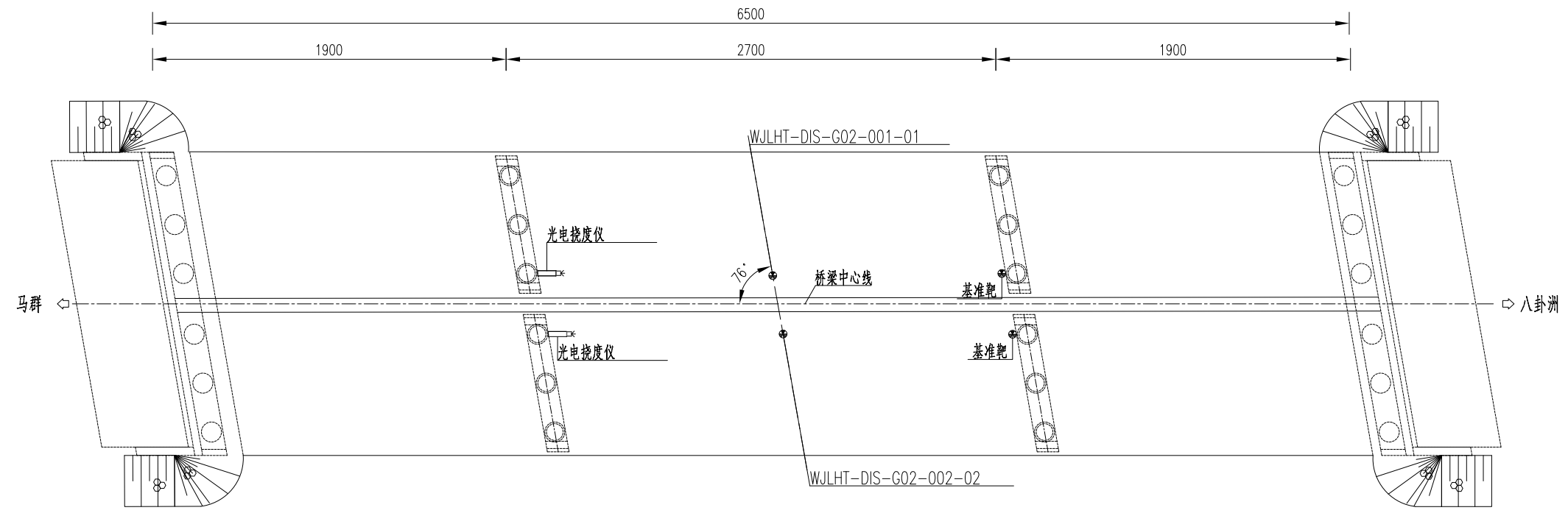
注：

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.● 表示附近区域监测测点。
- 3.总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
- 4.本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移、振动倾角。

竖向位移监测测点布置立面图



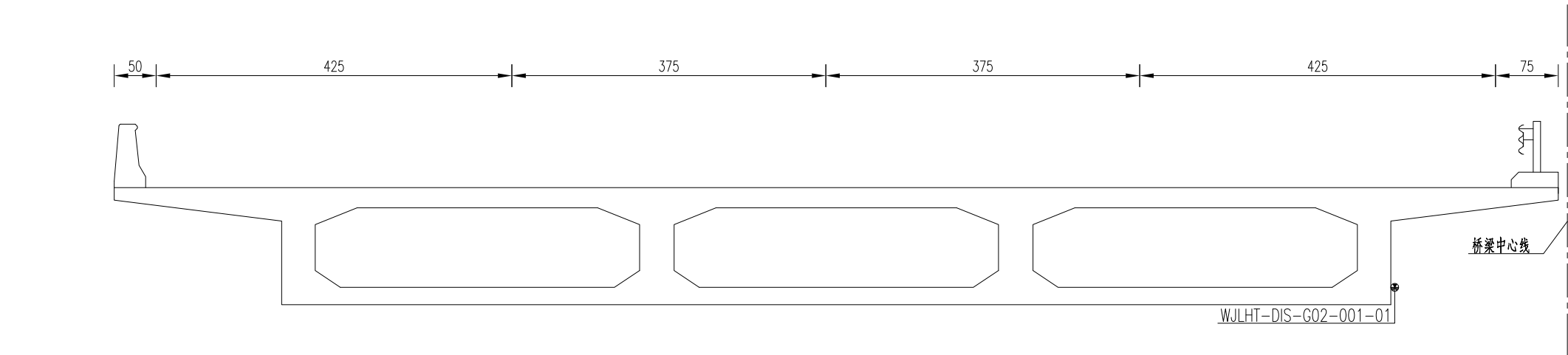
竖向位移监测测点布置平面图



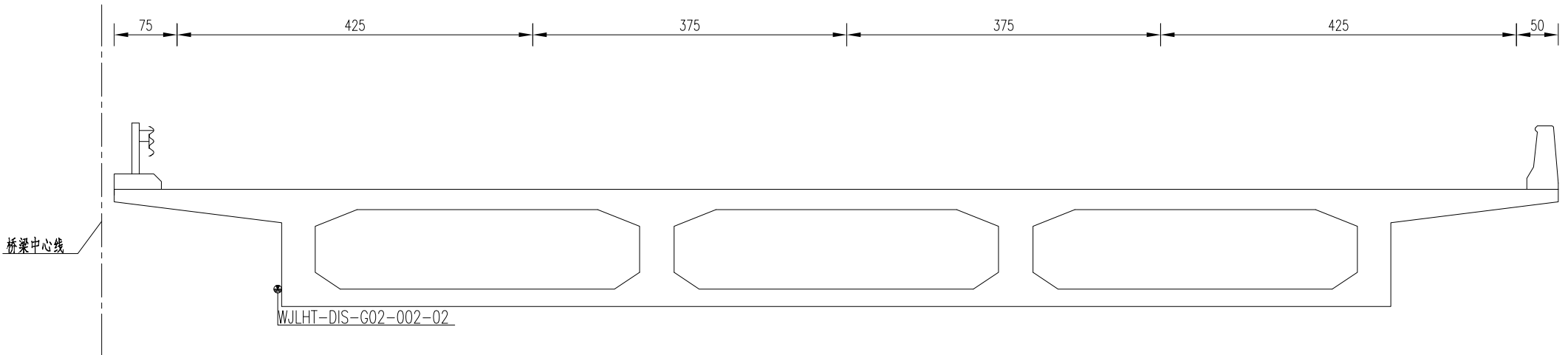
注:

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.●表示标靶，—×表示光电挠度仪。
- 3.全桥共布置光电挠度仪2台，标靶4个(包含基准靶2个)。
- 4.光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

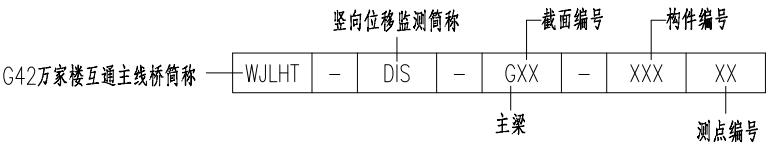


竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



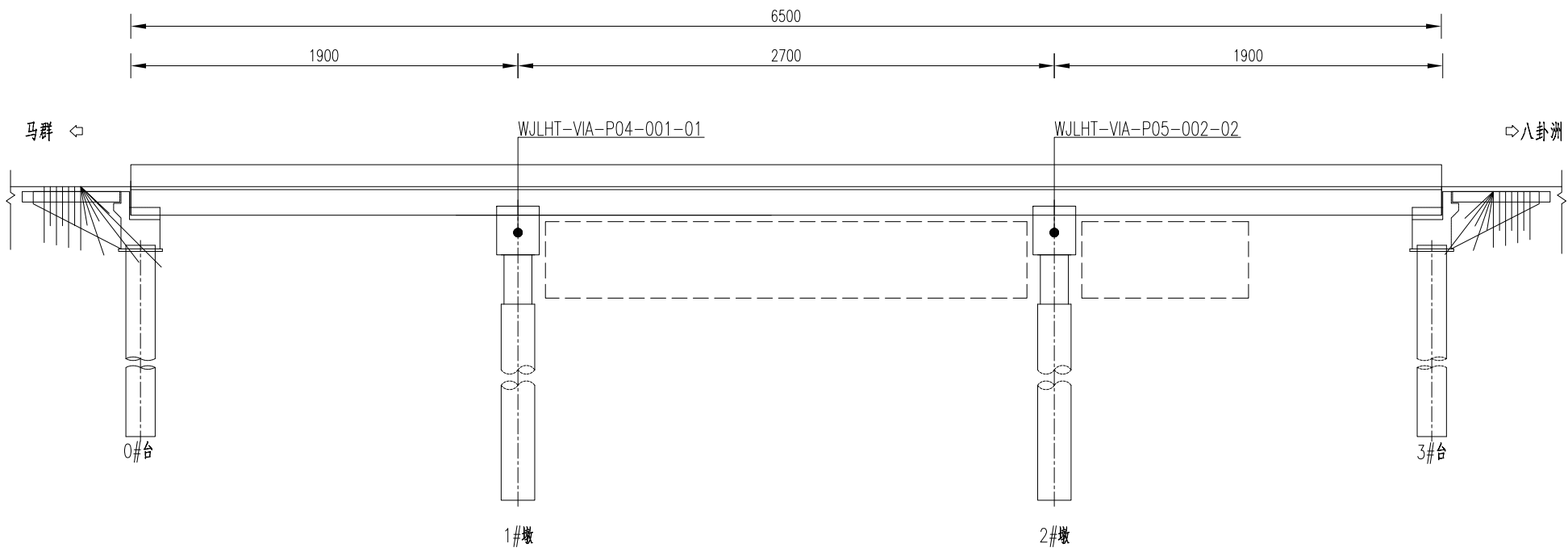
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅1#墩
WJLHT-DIS-G02-001-01	目标靶	2	个	左、右幅2#孔跨中断面
WJLHT-DIS-G02-002-02				
/	基准靶	2	个	左、右幅2#墩
合计		6		

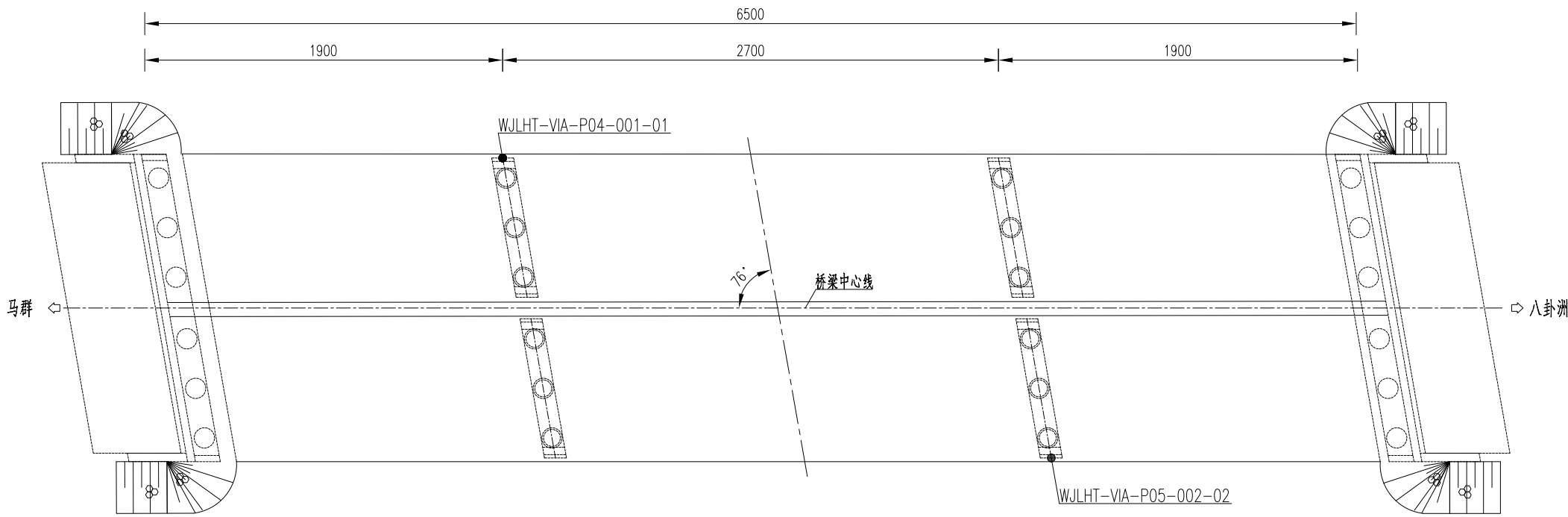


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ⊙ 表示标靶， 表示光电挠度仪。
 - 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶4个（包含基准靶2个）。
 - 光电挠度仪、标靶固定于箱梁下缘及腹板，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

振动倾角监测测点布置立面图

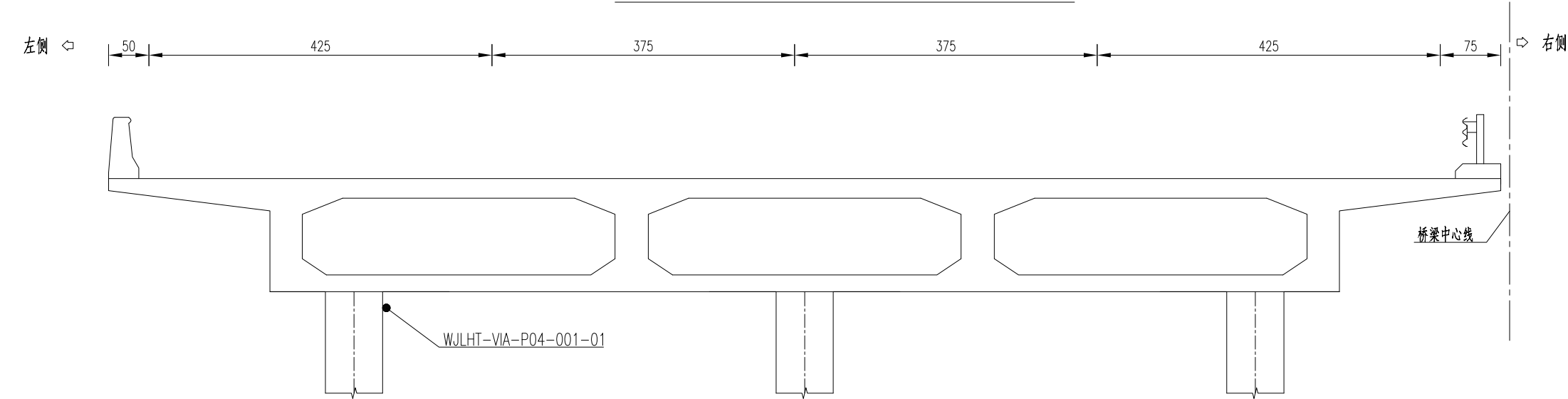


振动倾角监测测点布置平面图

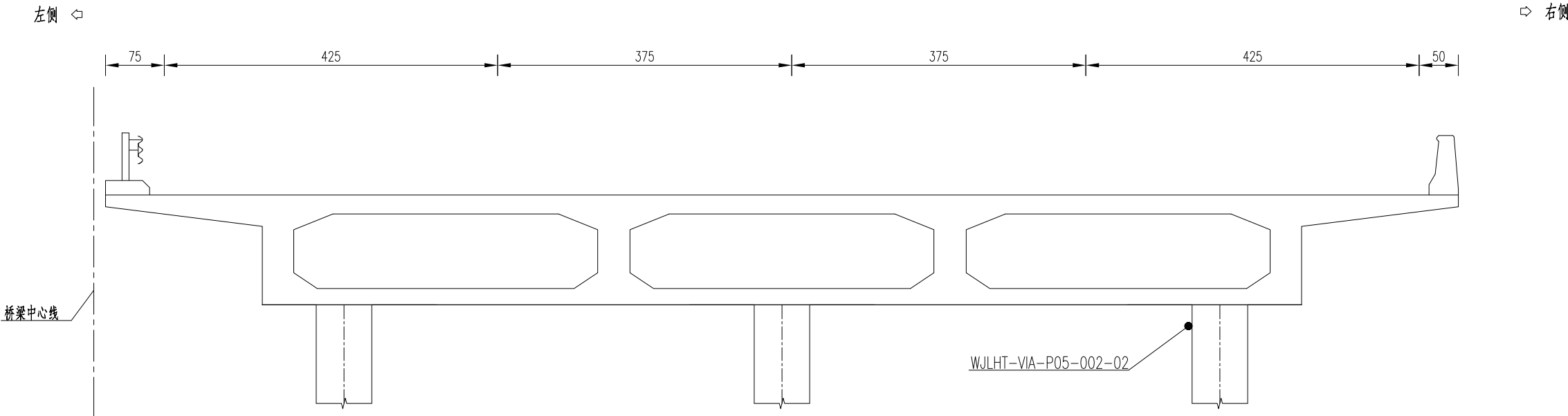


注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）

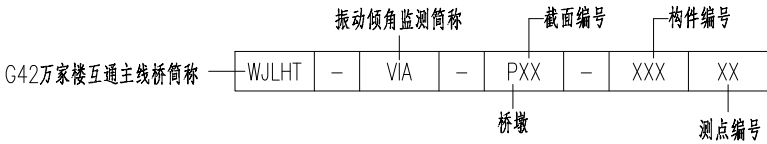


振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



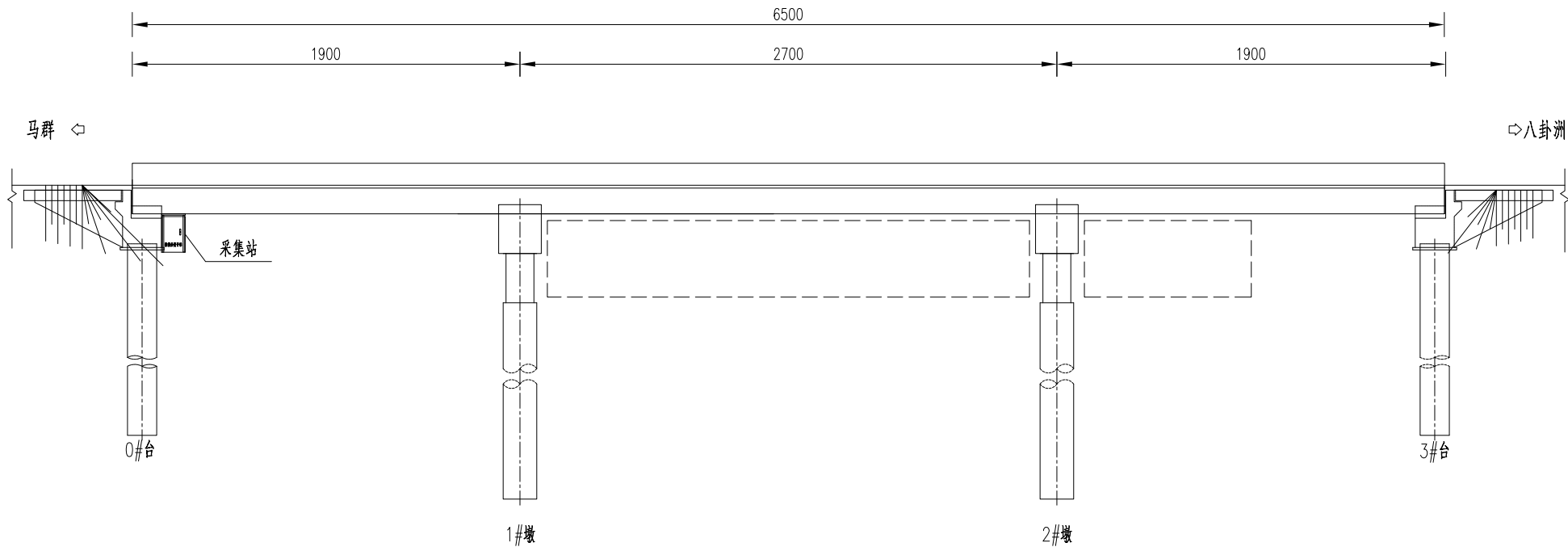
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
WJLHT-VIA-P04-001-01	多元感知终端	1	个	左幅1#墩墩顶
WJLHT-VIA-P05-002-02		1		右幅2#墩墩顶
合计		2		

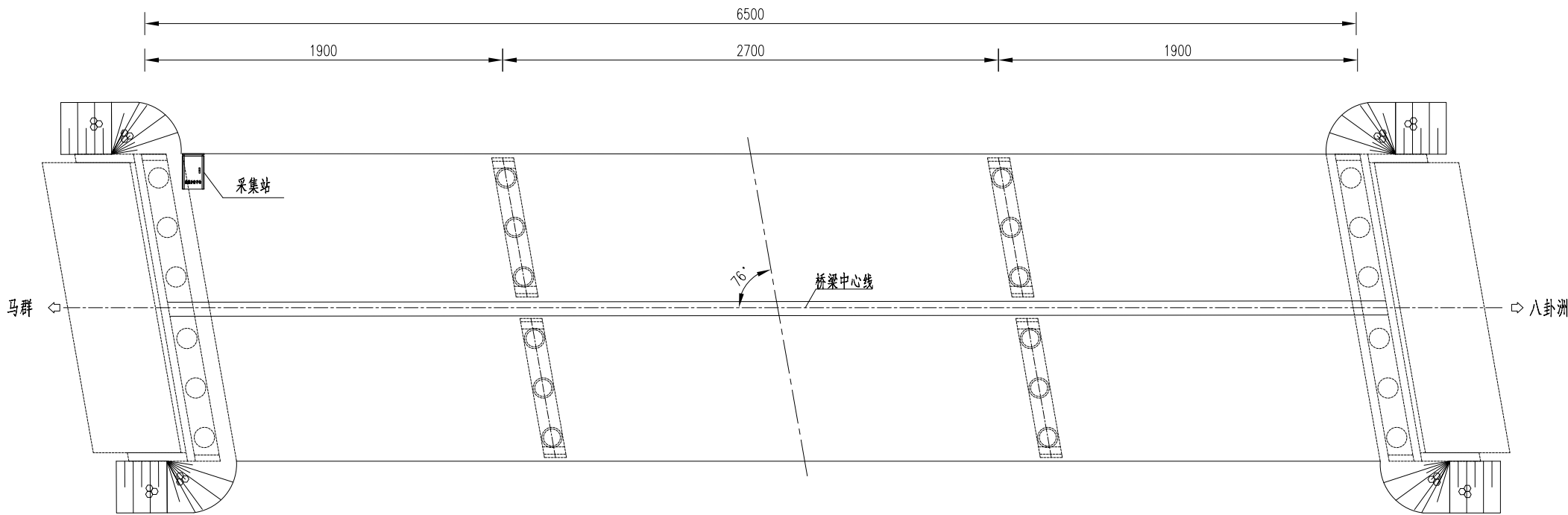


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

采集站布置立面图



采集站布置平面图

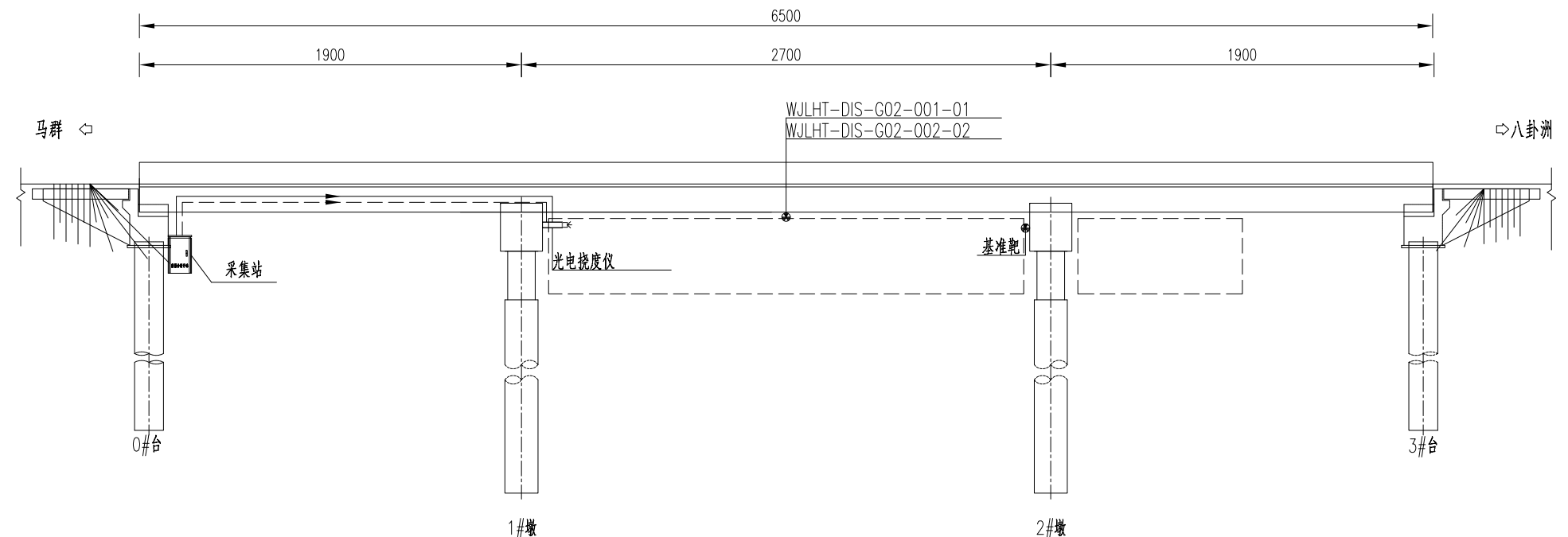


工程数量表

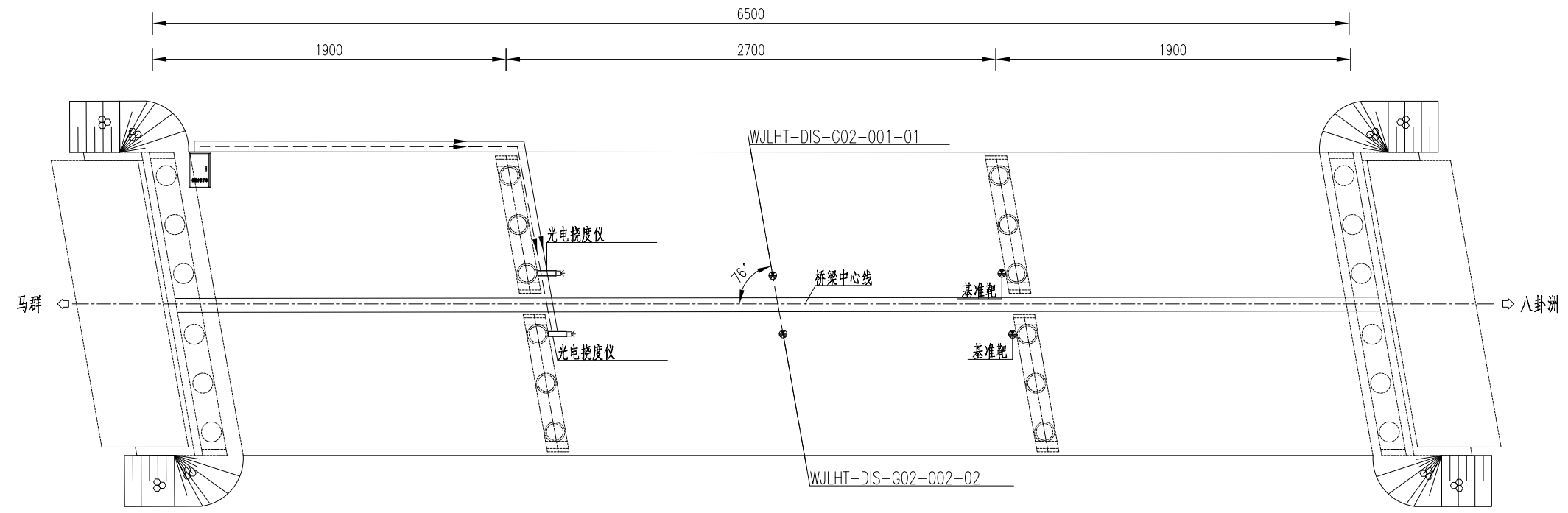
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	左幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 -  表示采集站。
 - 在左幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

竖向位移监测线缆布置立面图



竖向位移监测线缆布置平面图



- 注：
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. ● 表示标靶，⊗ 表示光电挠度仪。
 - 3. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 - 4. — 表示电力线缆，— 表示网络线缆。

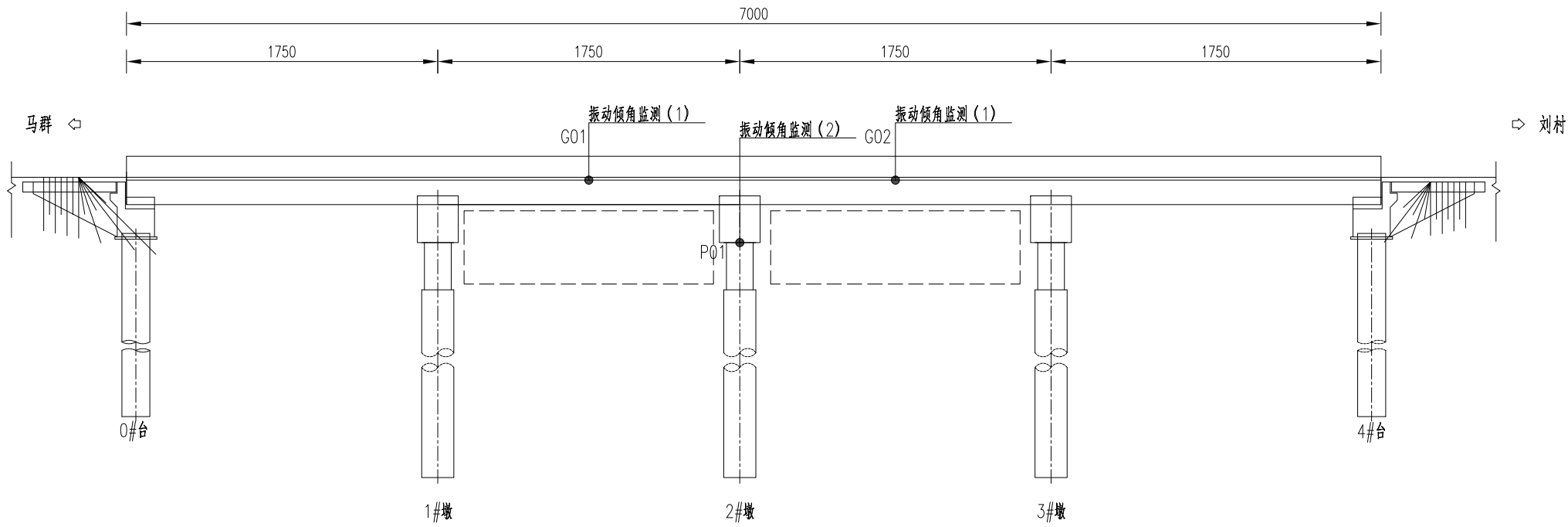
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	振动倾角监测	多元感知终端	/	台	4
2			安装支架	配套定制	个	4
3	监测管线工程	管线及保护	安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
4	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
5		监测设备通信联调	/	/	项	1
6		监测设备防雷测试	/	/	项	1
7		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
8		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
9	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
10	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
11		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
12		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
13		连通性测试	/	/	项	1
14	临时设施	交通组织	/	/	项	1
15		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	ZXBLQ-VIA-P01-001-01	左幅2#墩墩顶
				2	ZXBLQ-VIA-P01-002-02	右幅2#墩墩顶
				3	ZXBLQ-VIA-G01-001-03	左幅2#孔跨中主梁腹板迎车侧
				4	ZXBLQ-VIA-G02-002-04	右幅3#孔跨中主梁腹板迎车侧

监测设备总体布置图



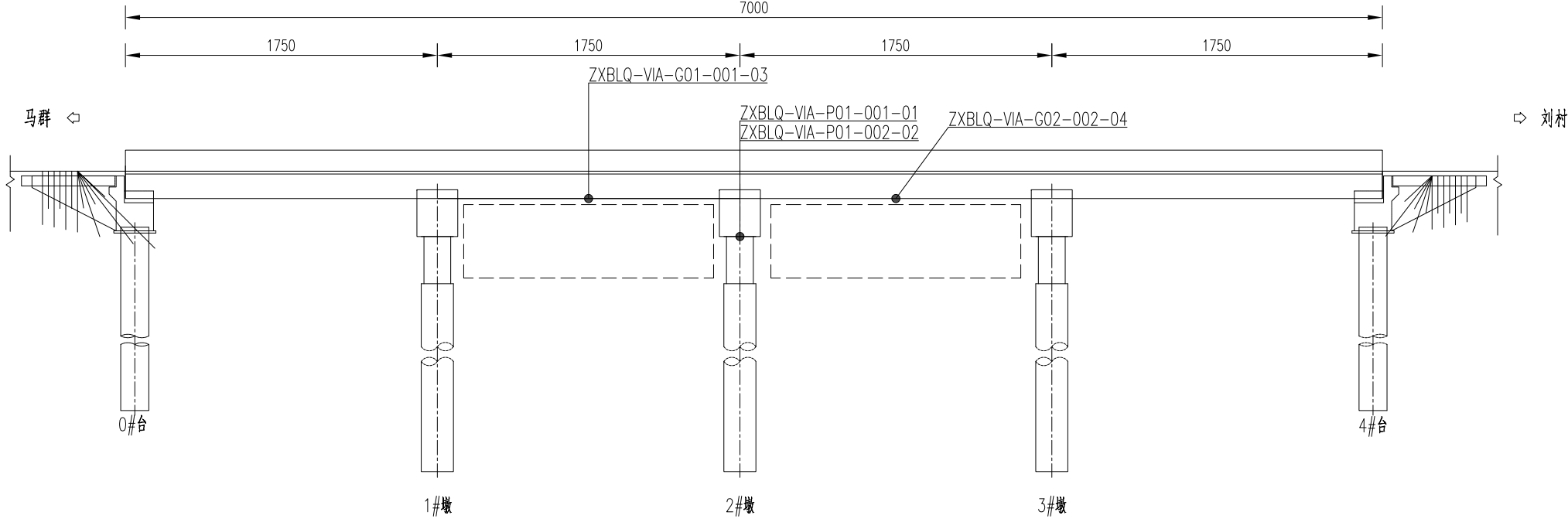
主要监测设备

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	/	振动倾角	多元感知终端	个	4
合计						4

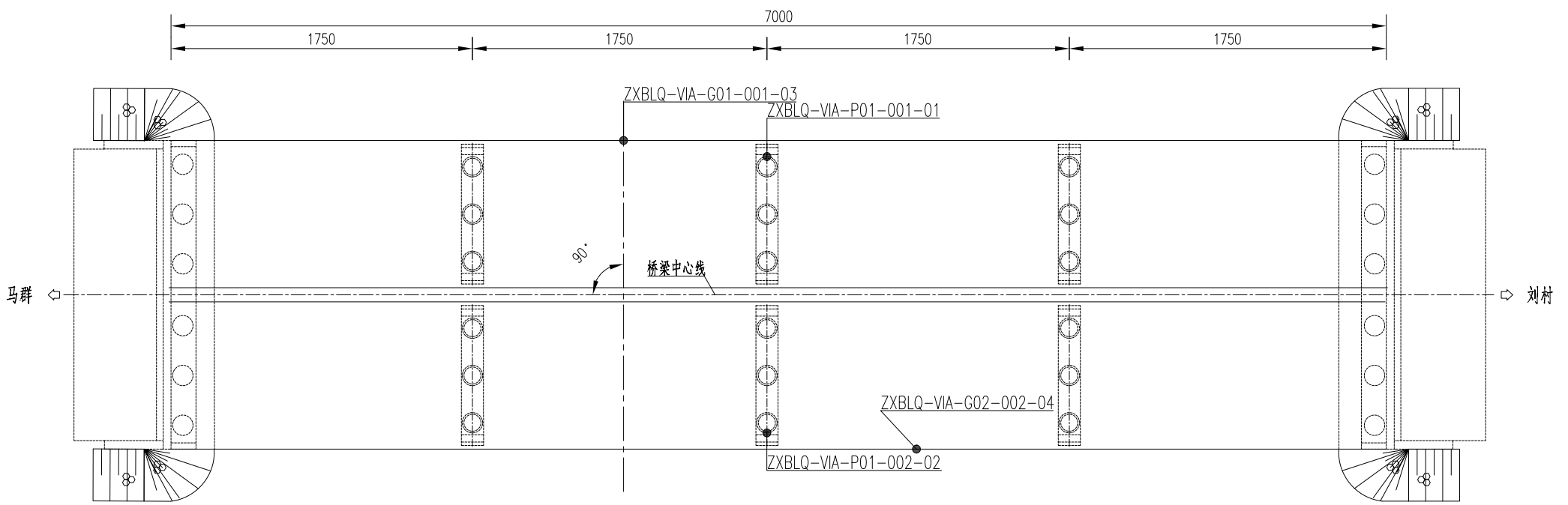
注：

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.● 表示附近区域监测测点。
- 3.总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
- 4.本次结构安全监测项目主要包括振动倾角。

振动倾角监测测点布置立面图

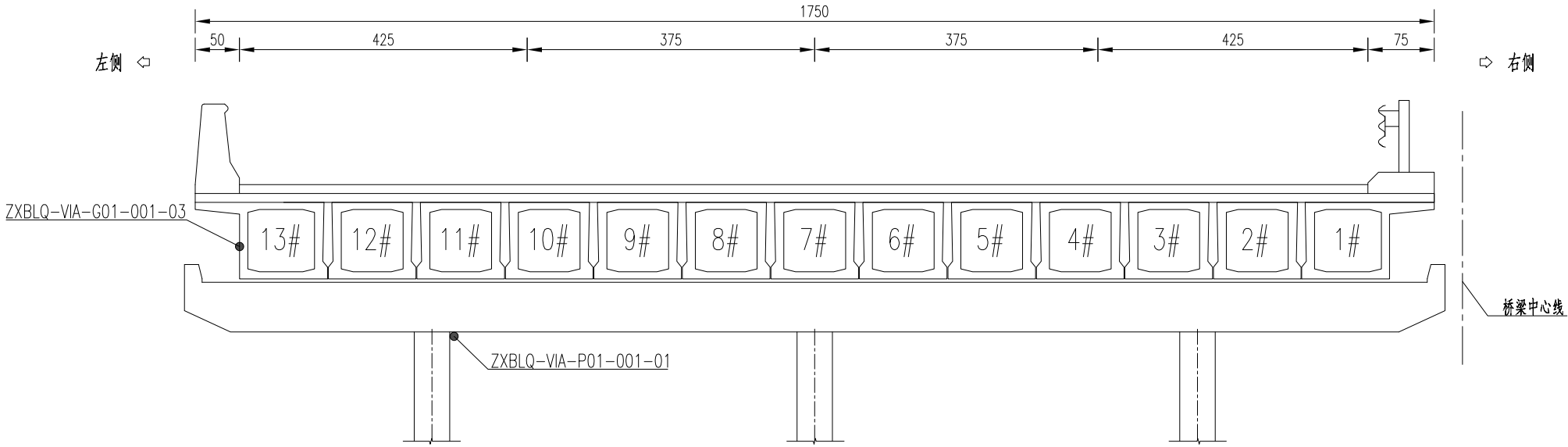


振动倾角监测测点布置平面图

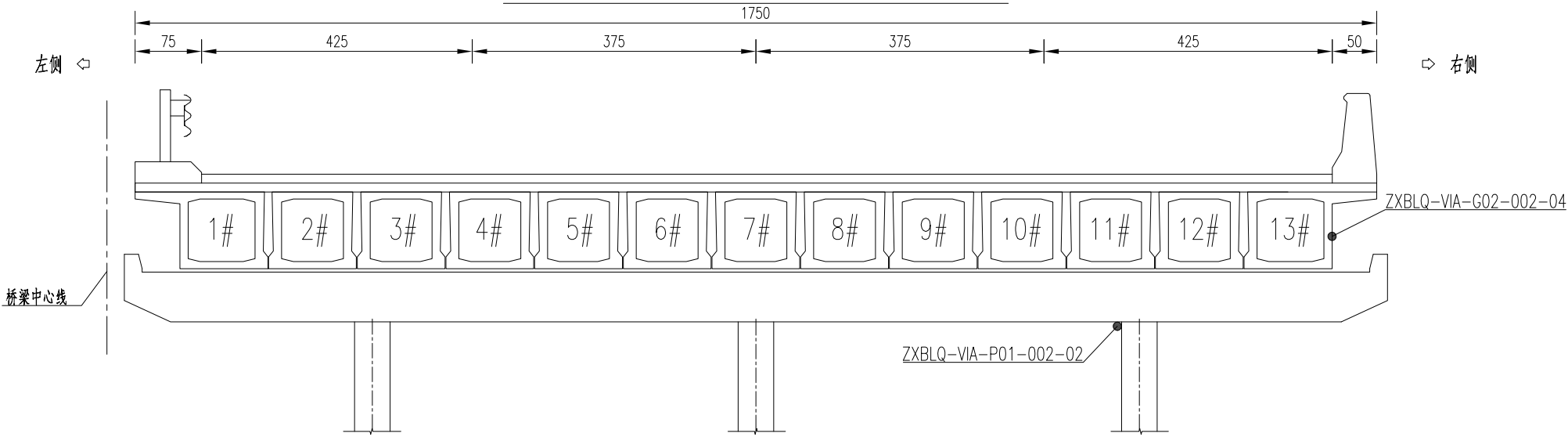


注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）

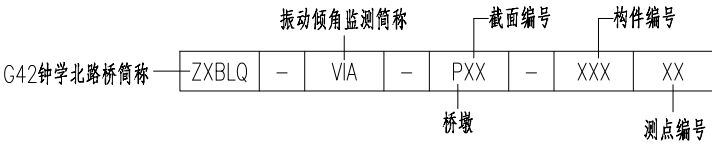


振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
ZXBLQ-VIA-P01-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#墩墩顶
ZXBLQ-VIA-P01-002-02		1		右幅2#墩墩顶
ZXBLQ-VIA-G01-001-03		1		左幅2#孔跨中腹板迎车侧
ZXBLQ-VIA-G02-002-04		1		右幅3#孔跨中腹板迎车侧
合计		4		



- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

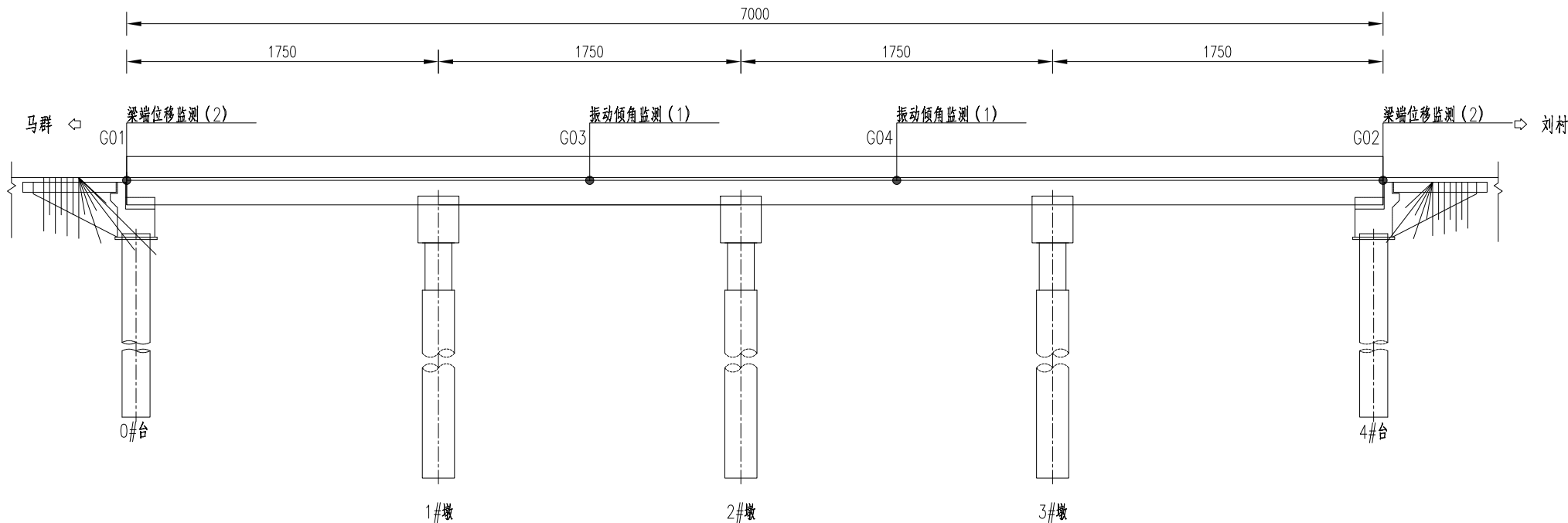
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
2			安装支架	配套定制	个	2
3		梁端纵向位移监测	拉绳式位移计	/	个	4
4			安装支架及保护罩	配套定制	个	4
5		配套支持设备	远程开关	/	个	1
6			工业级交换机	8口	台	1
7			工业路由器	/	台	1
8			通用采集模块	/	通道	4
9			工控机	/	台	1
10			12V/24V开关电源	/	个	1
11			电源防雷	/	个	1
12			挂壁机柜	/	台	1
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装, 硅芯管保护	米	60
14			通信线缆—信号线	RWVP4x0.5屏蔽线	米	372
15			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	216
16			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
17	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
18		数据传输模块开发	/	/	项	1
19		监测设备通信联调	/	/	项	1
20		监测设备防雷测试	/	/	项	1
21		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
22		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
23	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
24	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
25		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
26		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
27		连通性测试	/	/	项	1
28	临时设施	交通组织	/	/	项	1
29		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	LYNLQ-VIA-G03-001-01	左幅2#孔跨中主梁腹板
				2	LYNLQ-VIA-G04-002-02	右幅3#孔跨中主梁腹板
		梁端位移	拉绳式位移计	1	YYLQ-DIS-G01-001-01	左幅0#台
				2	YYLQ-DIS-G02-001-02	左幅4#台
				3	YYLQ-DIS-G01-002-03	右幅0#台
				4	YYLQ-DIS-G02-002-04	右幅4#台

监测设备总体布置图



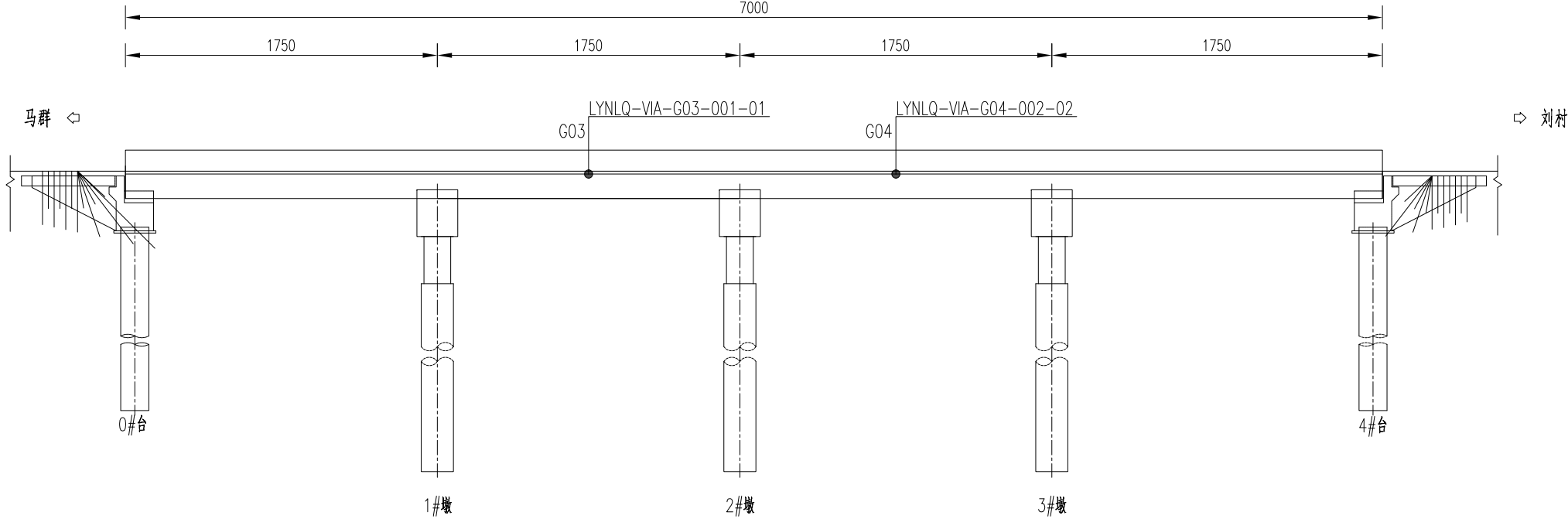
主要监测设备

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	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
		/	梁端位移	拉绳式位移计	个	4
合计						6

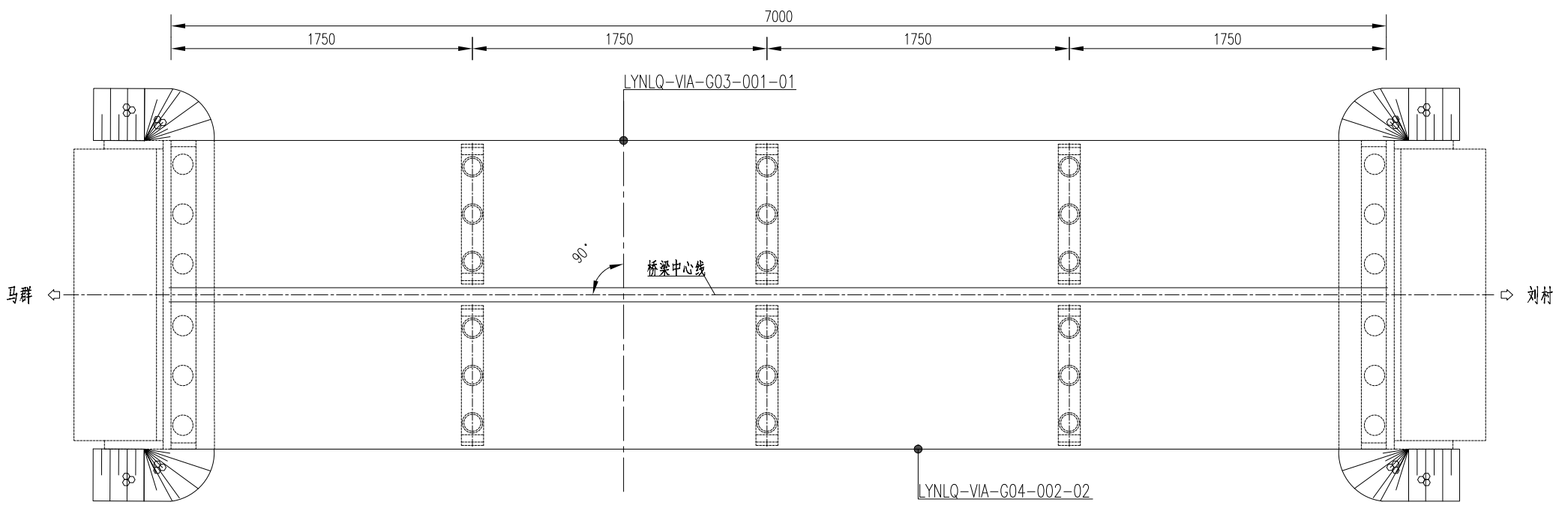
注：

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.● 表示附近区域监测测点。
- 3.总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
- 4.本次结构安全监测项目主要包括振动倾角、梁端位移。

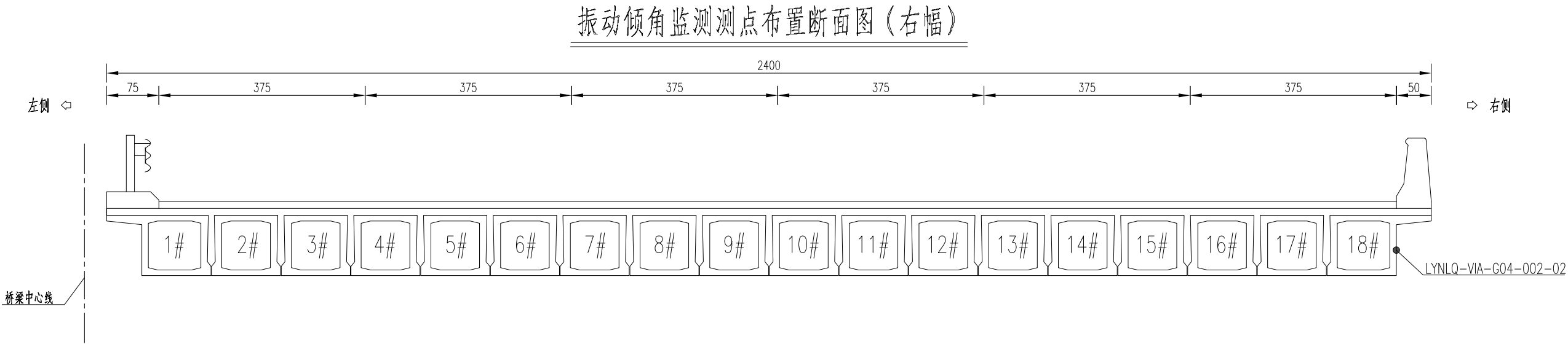
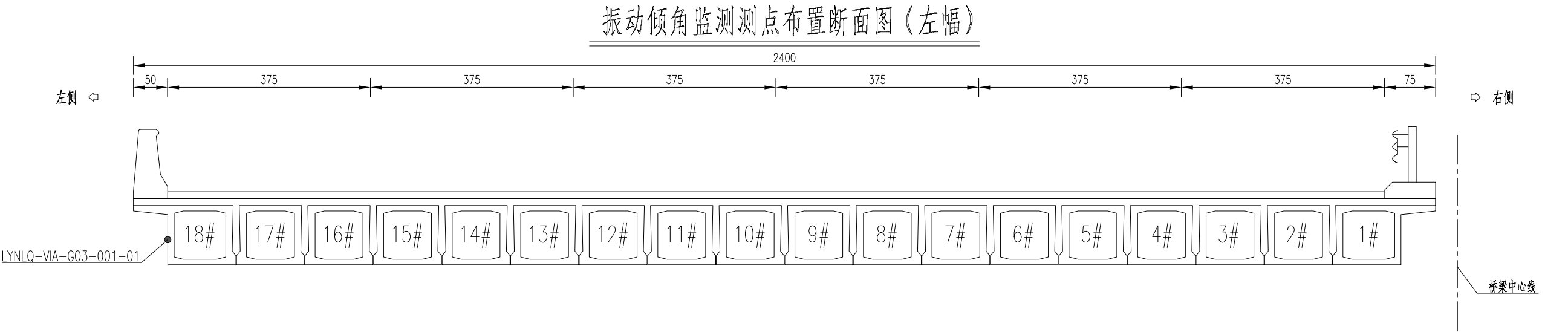
振动倾角监测测点布置立面图



振动倾角监测测点布置平面图

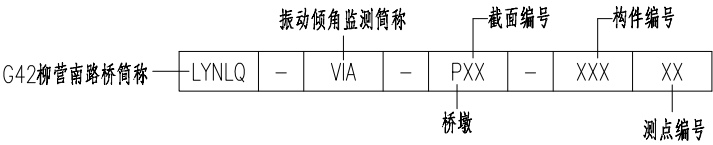


注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。



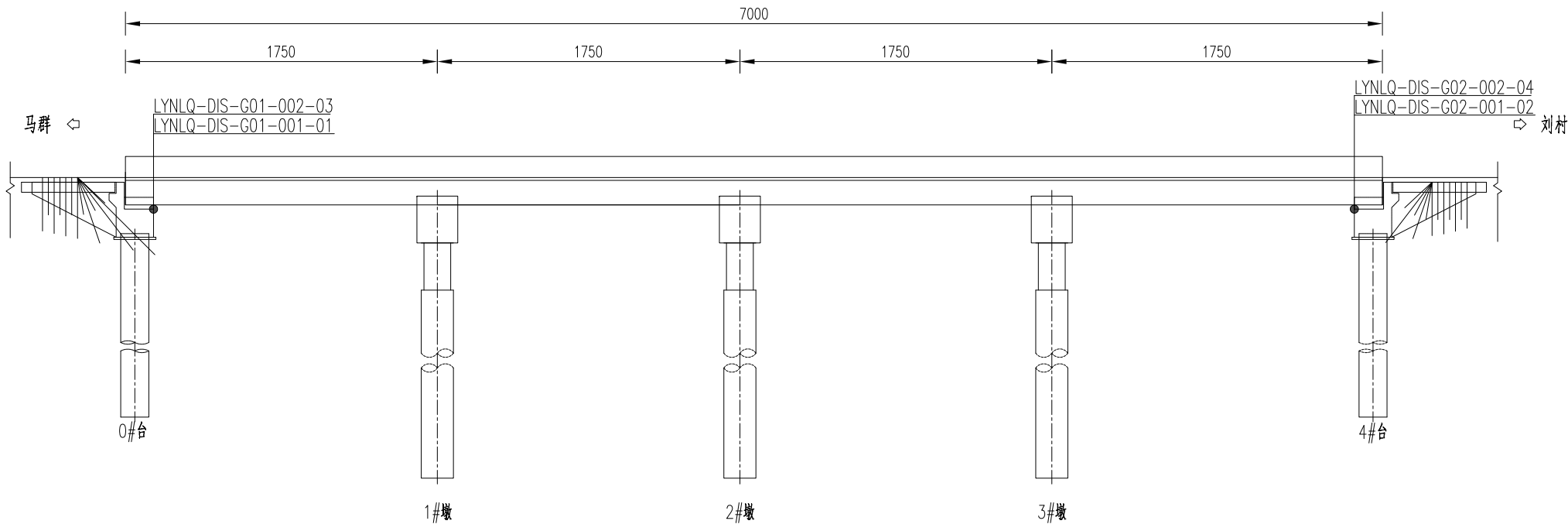
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
LYNLQ-VIA-G03-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#孔跨中主梁腹板
LYNLQ-VIA-G04-002-02		1		右幅3#孔跨中主梁腹板
合计		2		

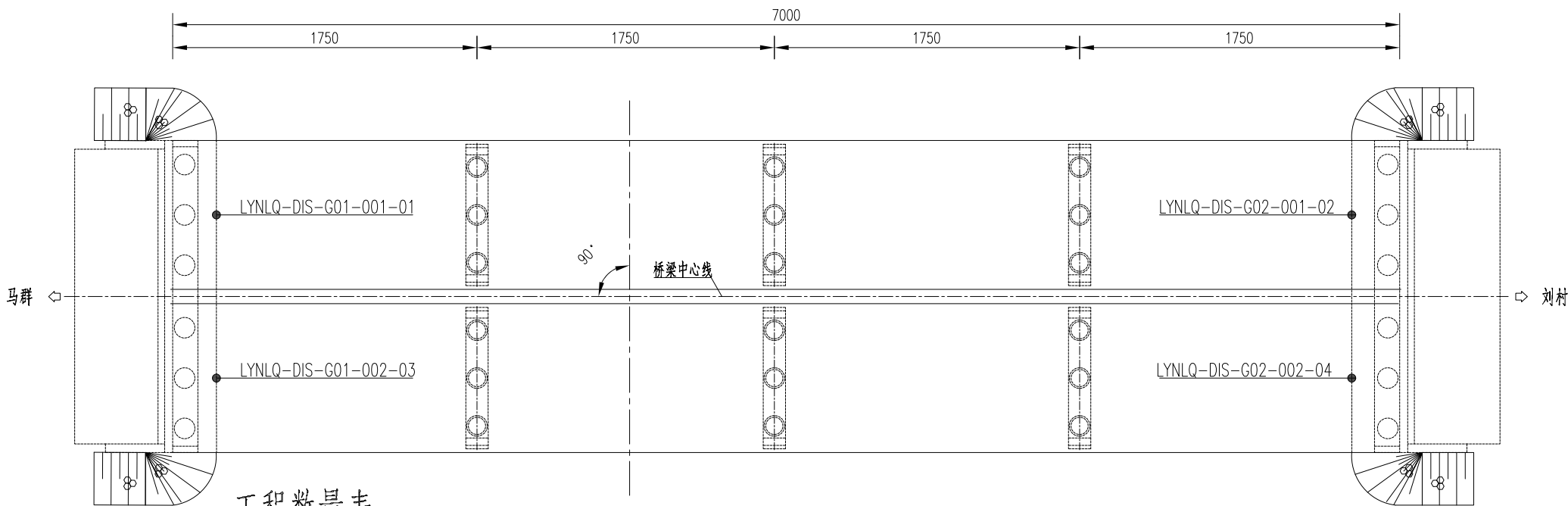


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

梁端位移监测测点布置立面图

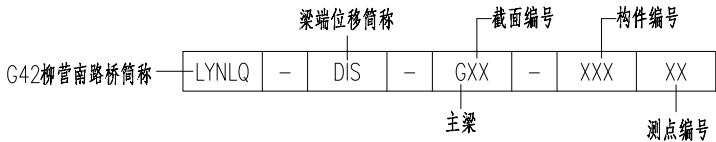


振动倾角监测测点布置平面图



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
LYNLQ-DIS-G01-001-01	拉绳式位移计	1	个	左幅0#台
LYNLQ-DIS-G02-001-02		1		左幅4#台
LYNLQ-DIS-G01-002-03		1		右幅0#台
LYNLQ-DIS-G02-002-04		1		右幅4#台
合计		4		

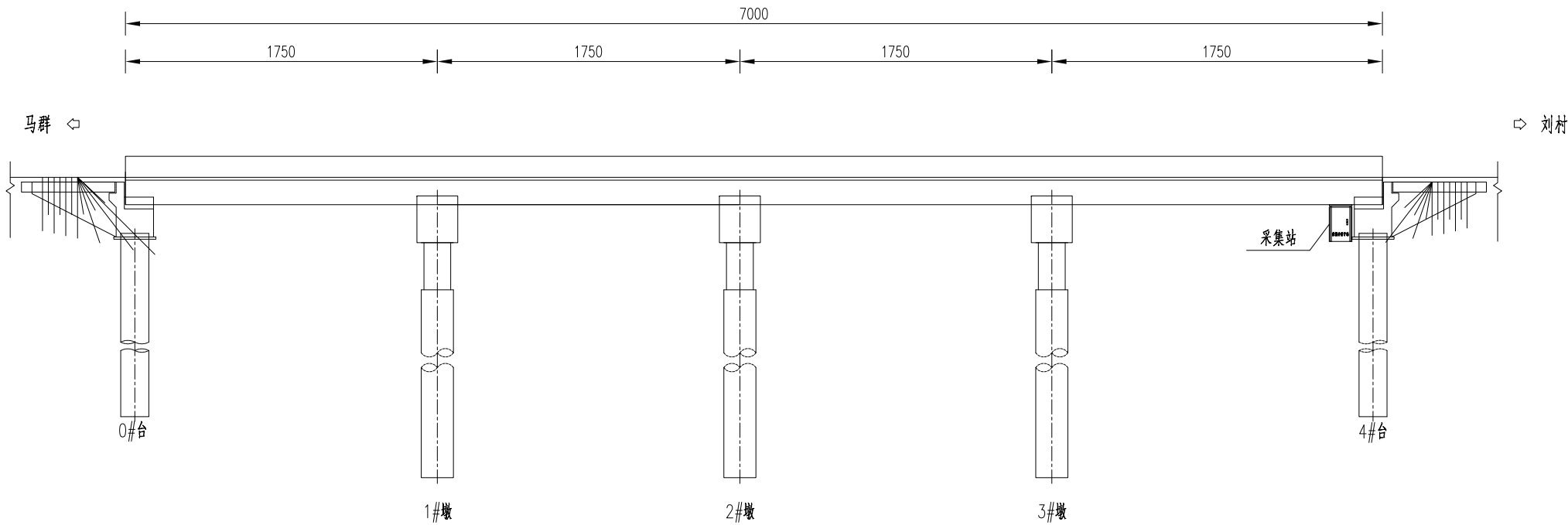


注：

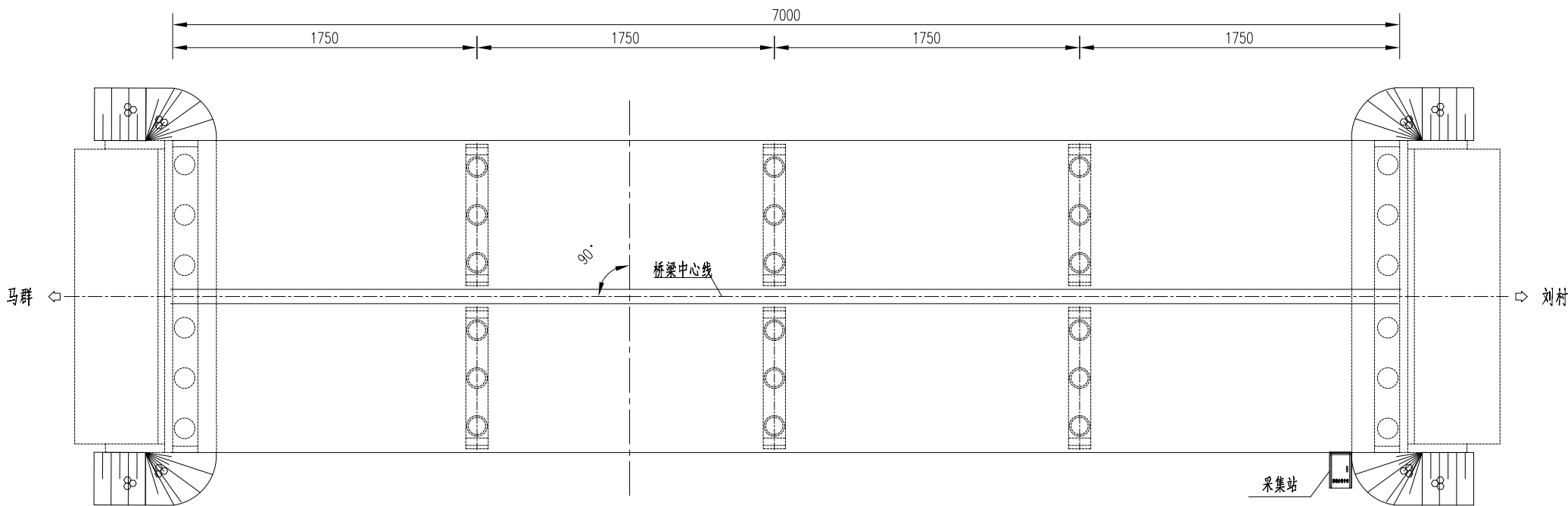
1.图中尺寸单位均以厘米计。

2.●表示梁端位移监测测点，测点处布设拉绳式位移计。

采集站布置立面图



采集站布置平面图

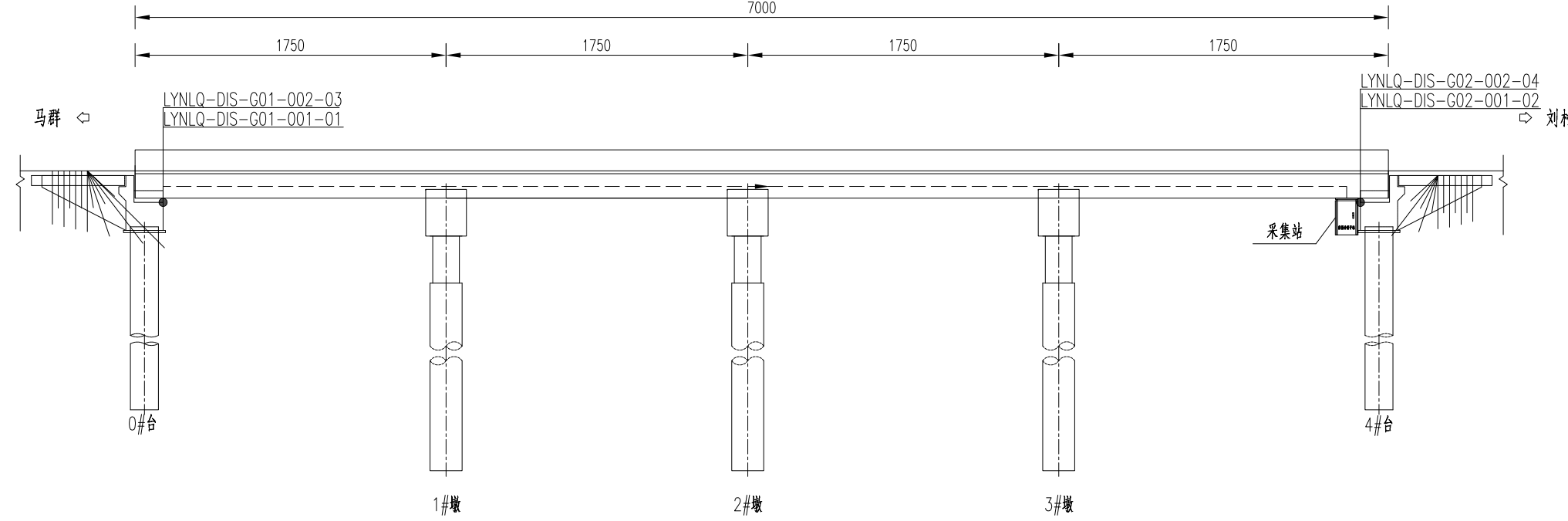


工程数量表

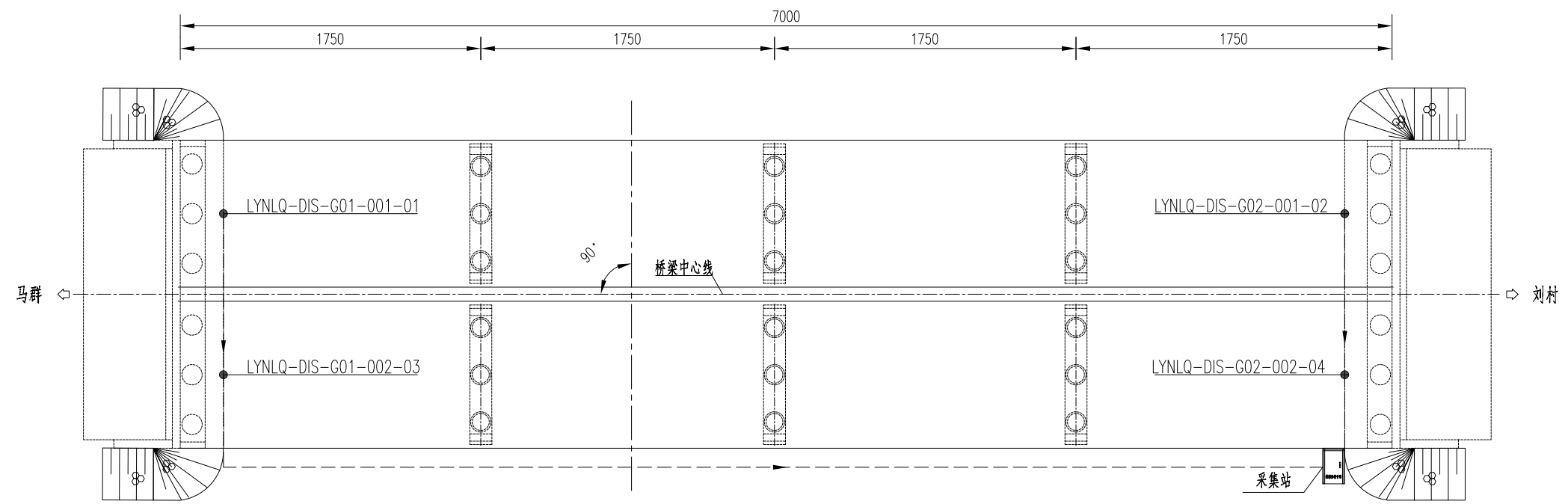
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	右幅4#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 -  表示采集站。
 - 在右幅4#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

梁端位移监测线缆布置立面图



梁端位移监测线缆布置平面图



- 注:
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. ● 表示梁端位移监测测点。
 - 3. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 - 4. — 表示信号线。

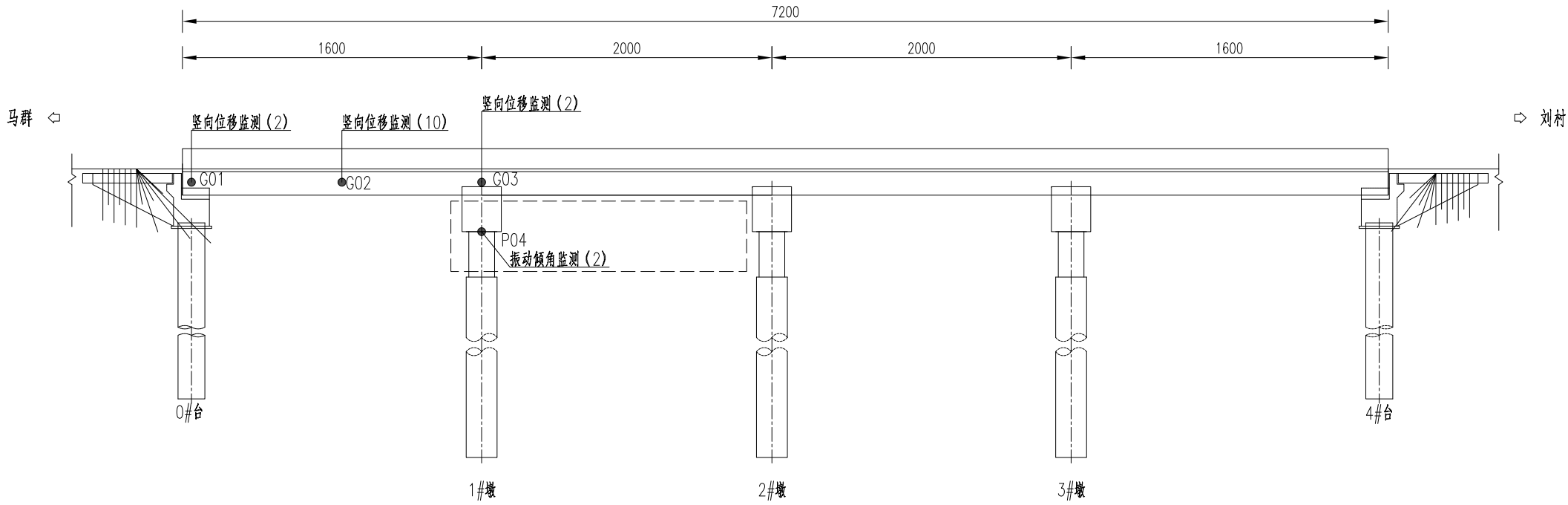
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	12
4		振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
5			安装支架	配套定制	个	2
6		配套支持设备	远程开关	/	个	1
7			工业级交换机	8口	台	1
8			工业路由器	/	台	1
9			工控机	/	台	1
10			12V/24V开关电源	/	个	1
11			电源防雷	/	个	1
12			挂壁机柜	/	台	1
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装, 硅芯管保护	米	420
14			通信线缆—网线	超5类网线	米	78
15			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	84
16			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
17	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
18		数据传输模块开发	/	/	项	1
19		监测设备通信联调	/	/	项	1
20		监测设备防雷测试	/	/	项	1
21		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
22		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
23	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
24	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
25		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
26		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
27		连通性测试	/	/	项	1
28	临时设施	交通组织	/	/	项	1
29		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	主梁竖向位移	光电挠度仪/目标靶	1	BJZQ-DIS-G02-001-01	左幅1#孔7#梁梁底
				2	BJZQ-DIS-G02-001-02	左幅1#孔8#梁梁底
				3	BJZQ-DIS-G02-001-03	左幅1#孔9#梁梁底
				4	BJZQ-DIS-G02-001-04	左幅1#孔10#梁梁底
				5	BJZQ-DIS-G02-001-05	左幅1#孔11#梁梁底
				6	BJZQ-DIS-G02-002-06	右幅1#孔7#梁梁底
				7	BJZQ-DIS-G02-002-07	右幅1#孔8#梁梁底
				8	BJZQ-DIS-G02-002-08	右幅1#孔9#梁梁底
				9	BJZQ-DIS-G02-002-09	右幅1#孔10#梁梁底
				10	BJZQ-DIS-G02-002-10	右幅1#孔11#梁梁底
	振动倾角	多元感知终端		1	BJZQ-VIA-P04-001-01	左幅1#墩墩顶
				2	BJZQ-VIA-P04-002-02	右幅1#墩墩顶

监测设备总体布置图

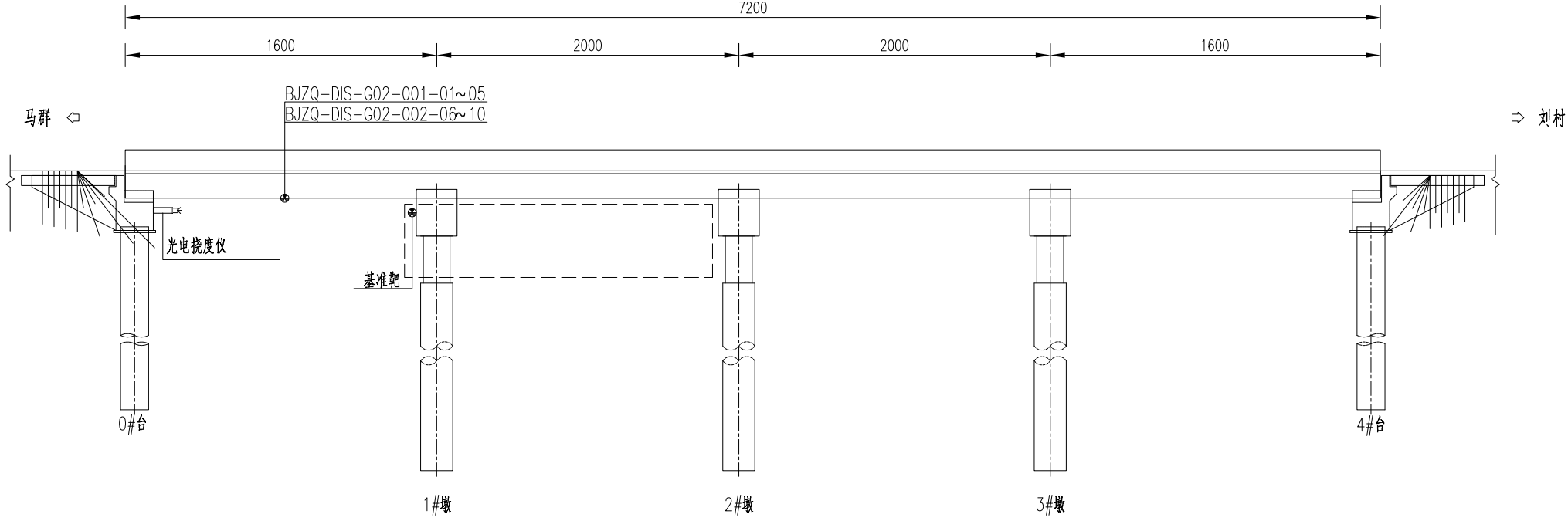


主要监测设备

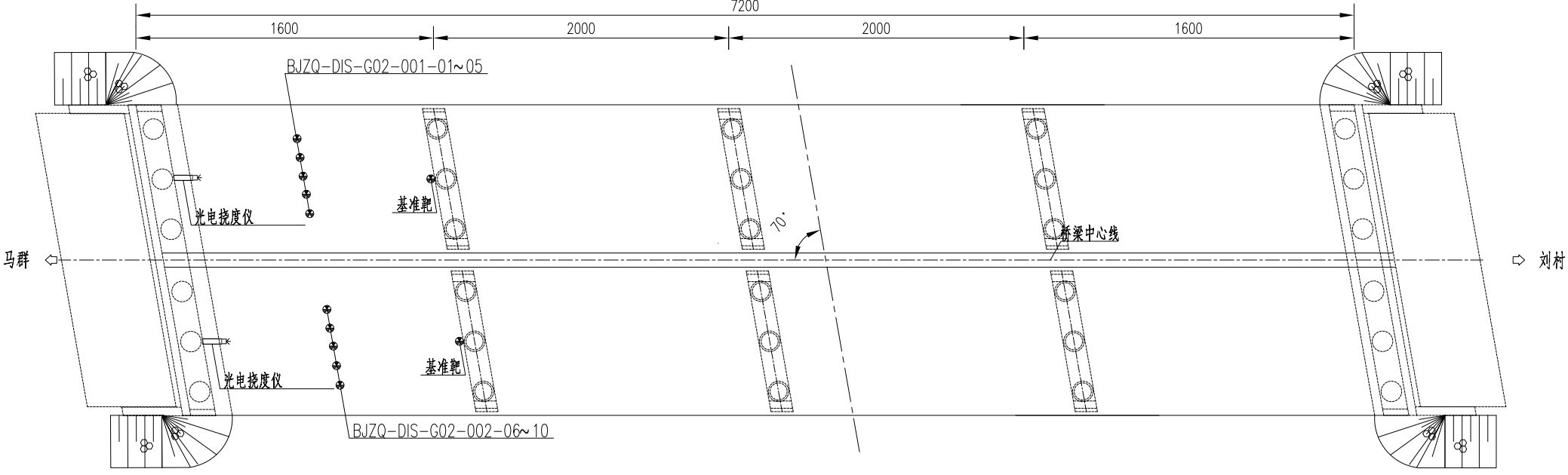
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	位移	主梁竖向位移	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	10
				基准靶	个	2
	/	振动倾角	多元感知终端	个	2	
合计						16

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移、振动倾角。

竖向位移监测测点布置立面图

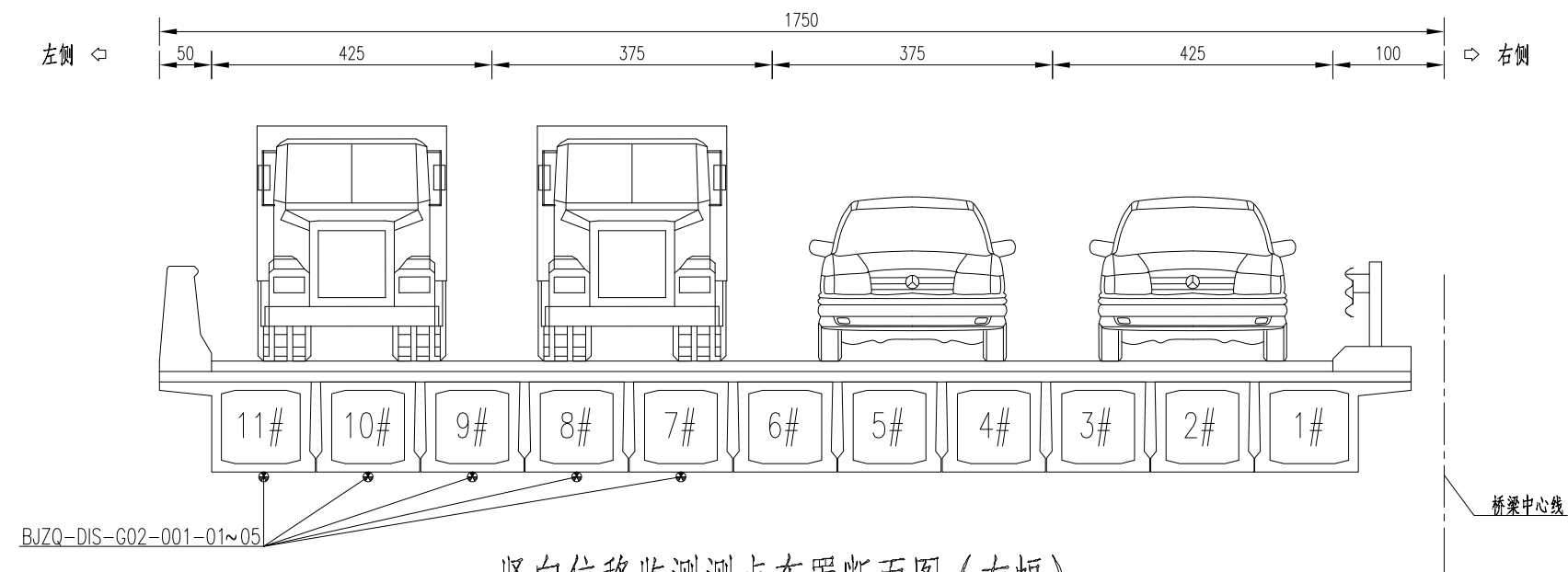


竖向位移监测测点布置平面图

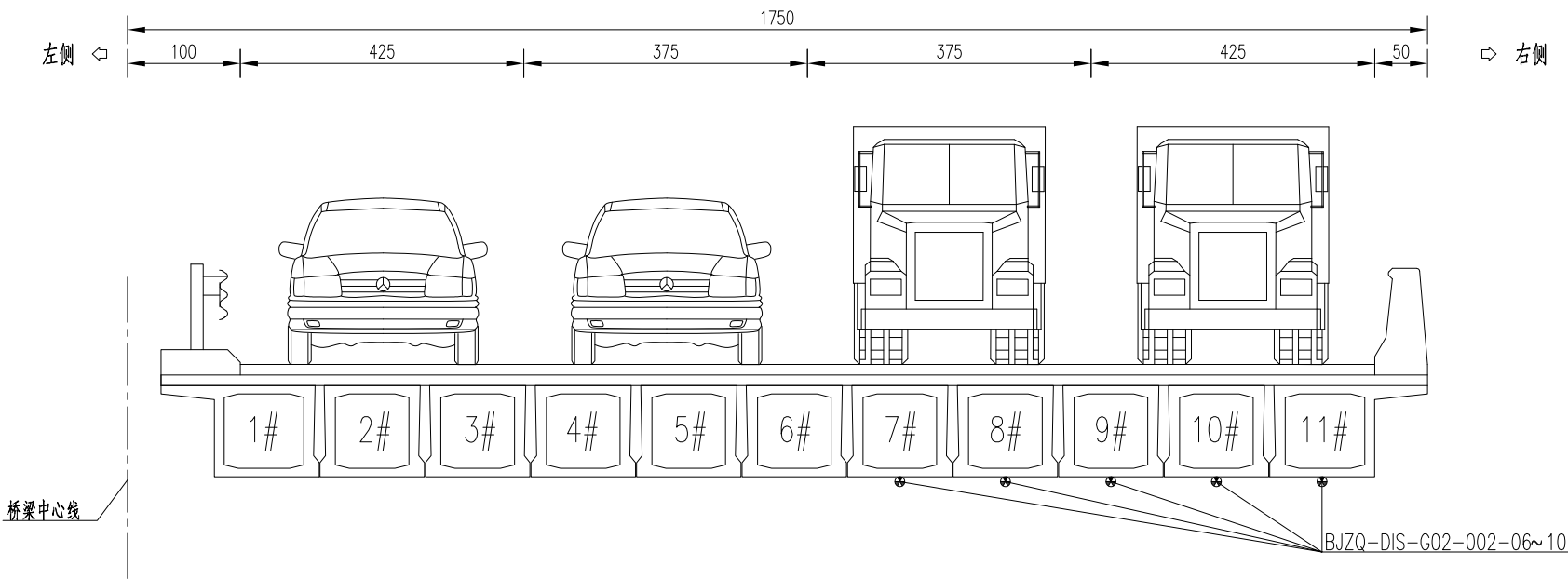


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示标靶，—×表示光电挠度仪。
 - 3.全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
 - 4.光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

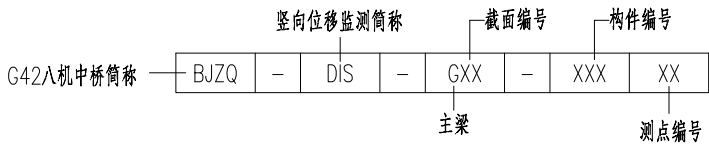


竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



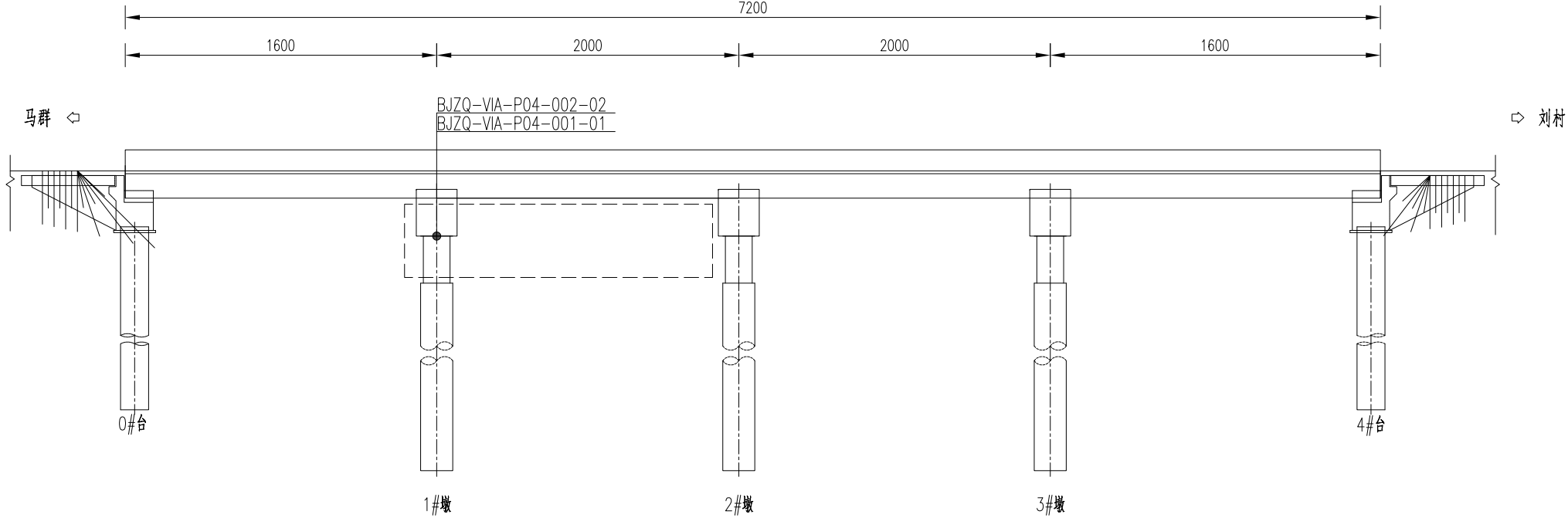
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅0#台
BJZQ-DIS-G02-001-01~05	目标靶	12	个	左、右幅1#孔跨中断面
BJZQ-DIS-G02-002-06~10				
/	基准靶	2	个	左、右幅1#墩
合计		16		

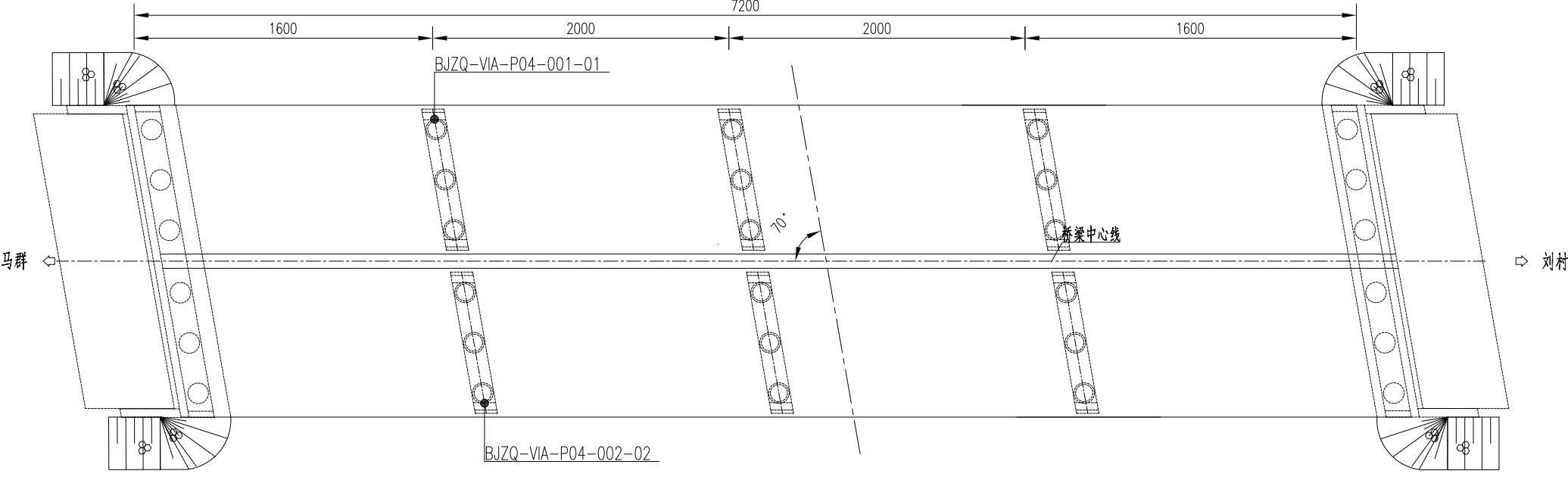


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ⊙ 表示标靶， 表示光电挠度仪。
 - 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
 - 光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

振动倾角监测测点布置立面图

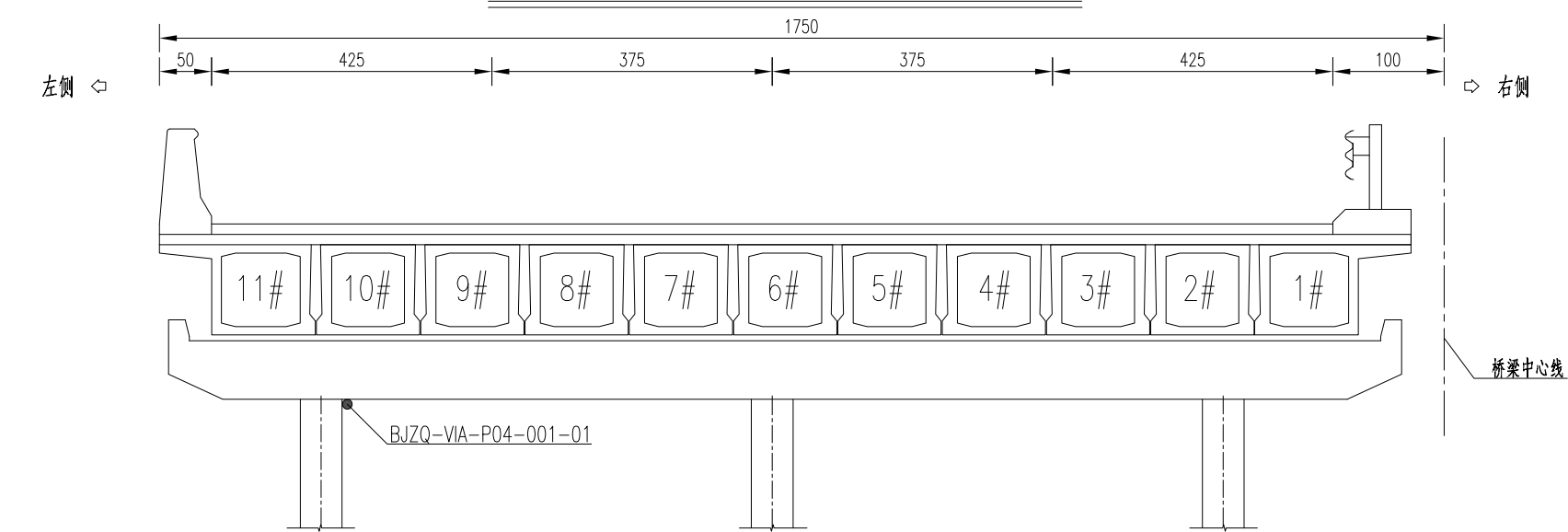


振动倾角监测测点布置平面图

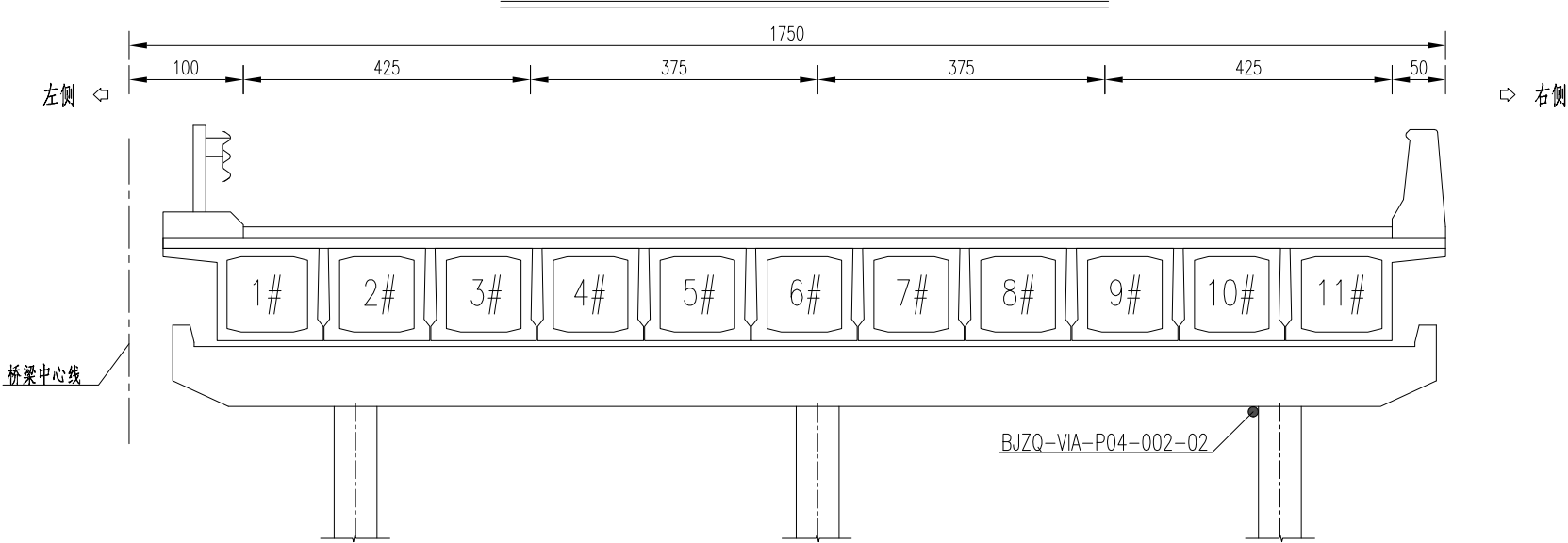


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）

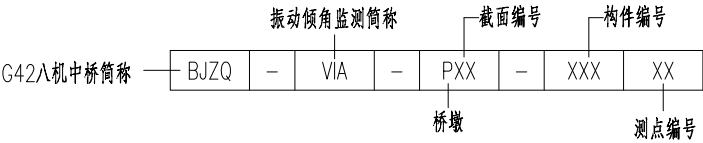


振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



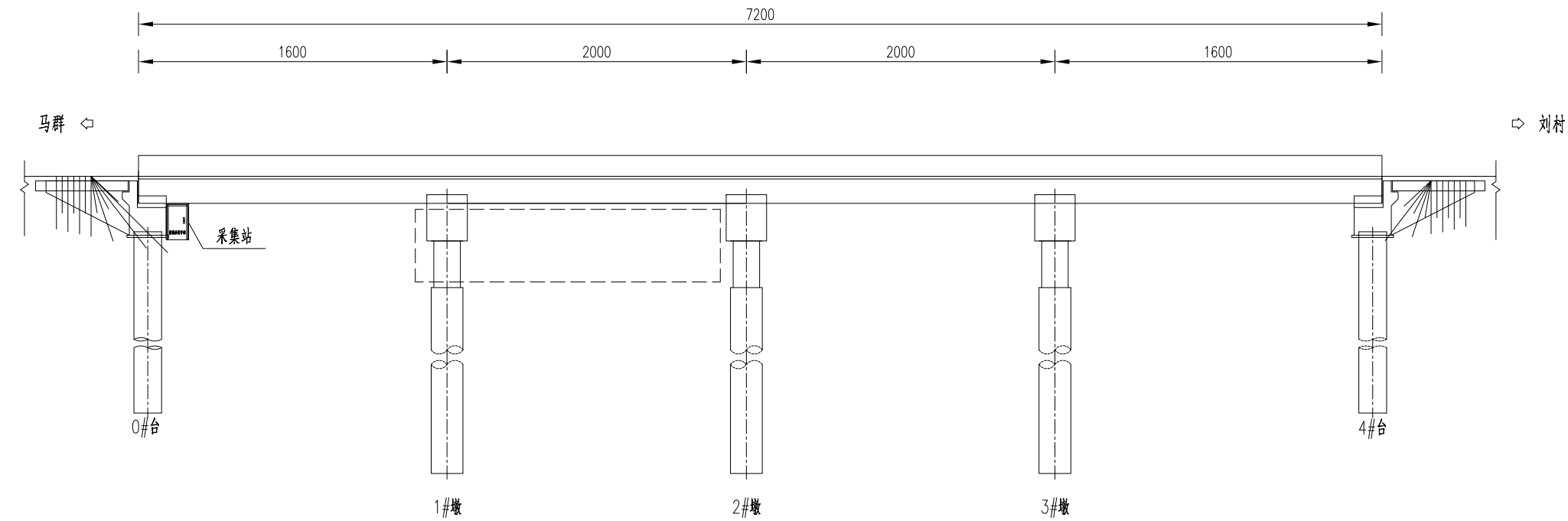
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
BJZQ-VIA-P04-001-01	多元感知终端	1	个	左幅1#墩墩顶
BJZQ-VIA-P04-002-02		1		右幅1#墩墩顶
合计		2		

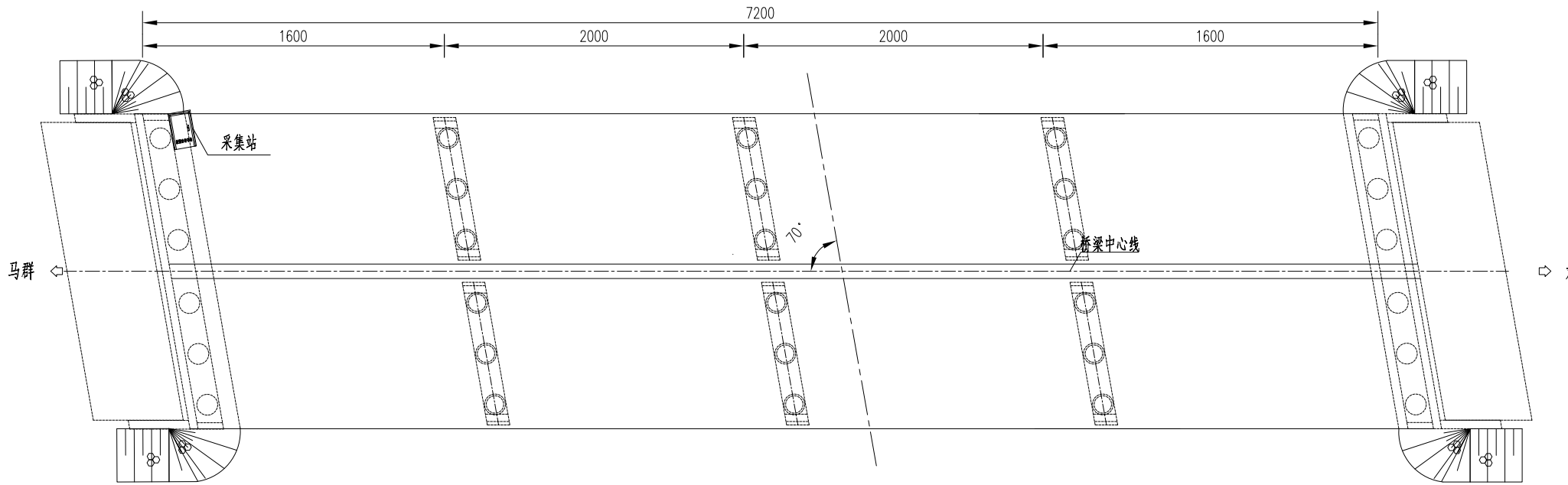


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

采集站布置立面图



采集站布置平面图

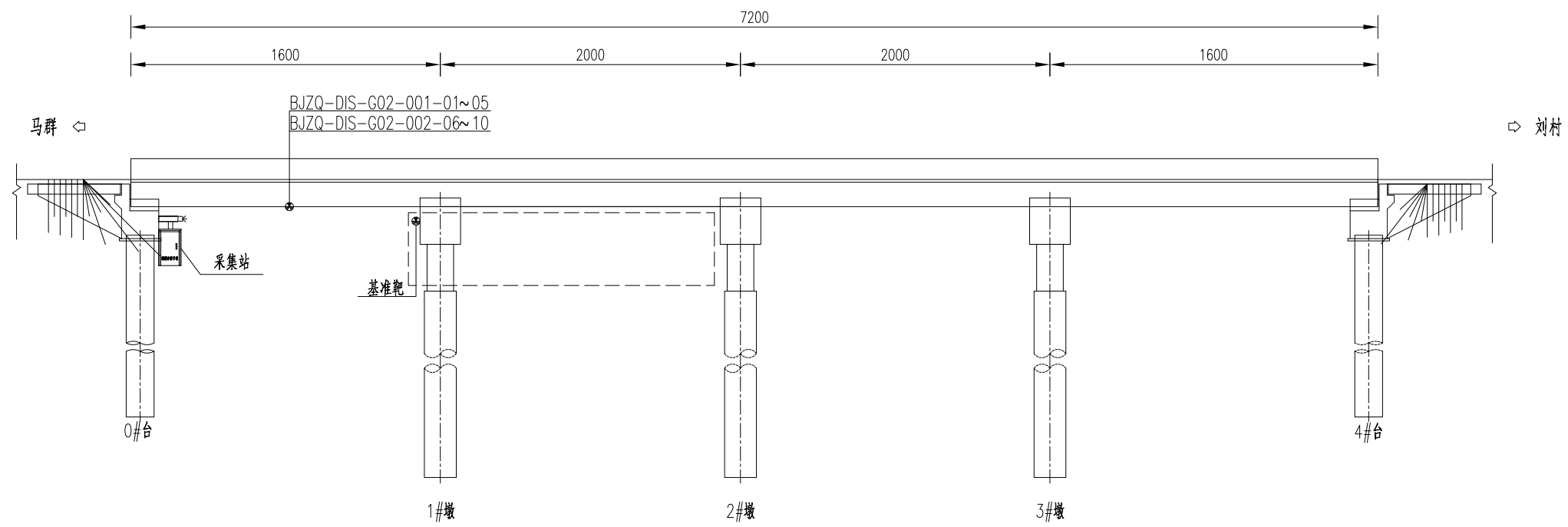


工程数量表

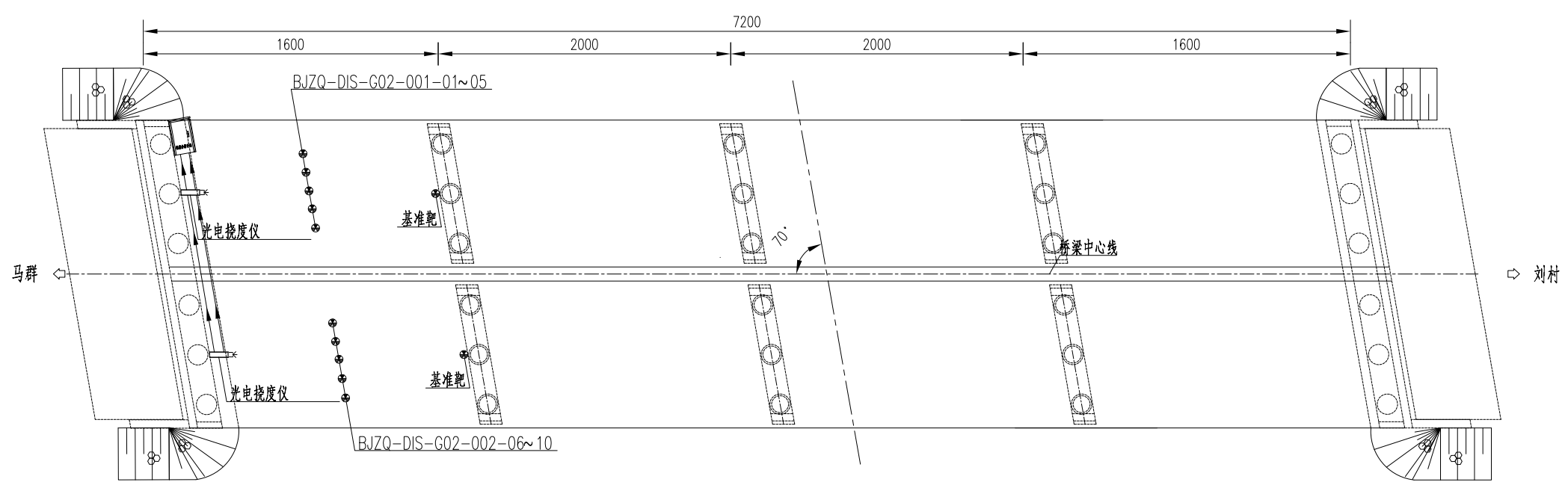
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	左幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ▣表示采集站。
 - 在左幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

竖向位移监测线缆立面布置图



竖向位移监测线缆平面布置图



- 注：
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. $\odot$ 表示标靶， $\square$ 表示光电挠度仪。
 - 3. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 - 4. $\longrightarrow$ 表示电力线缆， $\longrightarrow$ 表示网络线缆。

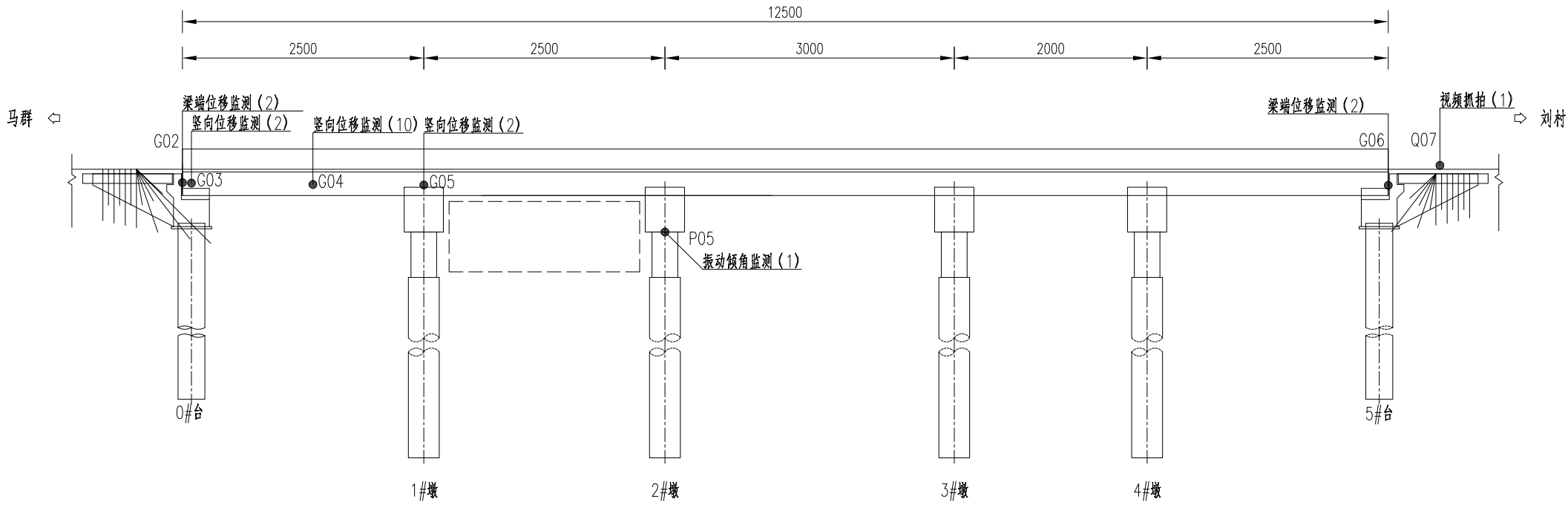
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	12
4		振动倾角监测	多元感知终端	/	台	1
5			安装支架	配套定制	个	1
6		梁端纵向位移监测	拉绳式位移计	/	个	4
7			安装支架及保护罩	配套定制	个	4
8		配套支持设备	远程开关	/	个	1
9			工业级交换机	8口	台	1
10			工业路由器	/	台	1
11			通用采集模块	/	通道	4
12			工控机	/	台	1
13			12V/24V开关电源	/	个	1
14			电源防雷	/	个	1
15			挂壁机柜	/	台	1
16	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装, 硅芯管保护	米	408
17			通信线缆—信号线	RWVP4x0.5屏蔽线	米	480
18			通信线缆—网线	超5类网线	米	138
19			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	264
20			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
21	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
22		数据传输模块开发	/	/	项	1
23		监测设备通信联调	/	/	项	1
24		监测设备防雷测试	/	/	项	1
25		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
26		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
27	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
28	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
29		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
30		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
31		连通性测试	/	/	项	1
32	临时设施	交通组织	/	/	项	1
33		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	主梁竖向位移	光电挠度仪/目标靶	1	WBHHT-DIS-G04-001-01	左幅1#孔跨中5#梁梁底
				2	WBHHT-DIS-G04-001-02	左幅1#孔跨中6#梁梁底
				3	WBHHT-DIS-G04-001-03	左幅1#孔跨中7#梁梁底
				4	WBHHT-DIS-G04-001-04	左幅1#孔跨中8#梁梁底
				5	WBHHT-DIS-G04-001-05	左幅1#孔跨中9#梁梁底
				6	WBHHT-DIS-G04-002-06	右幅1#孔跨中5#梁梁底
				7	WBHHT-DIS-G04-002-07	右幅1#孔跨中6#梁梁底
				8	WBHHT-DIS-G04-002-08	右幅1#孔跨中7#梁梁底
				9	WBHHT-DIS-G04-002-09	右幅1#孔跨中8#梁梁底
				10	WBHHT-DIS-G04-002-10	右幅1#孔跨中9#梁梁底
		梁端位移	拉绳式位移传感器	1	WBHHT-DIS-G02-001-01	左幅0#台
				2	WBHHT-DIS-G02-002-02	右幅0#台
				3	WBHHT-DIS-G06-001-03	左幅5#台
				4	WBHHT-DIS-G06-002-04	右幅5#台
		振动倾角	多元感知终端	1	WBHHT-VIA-P05-001-01	左幅2#墩墩顶

监测设备总体布置图

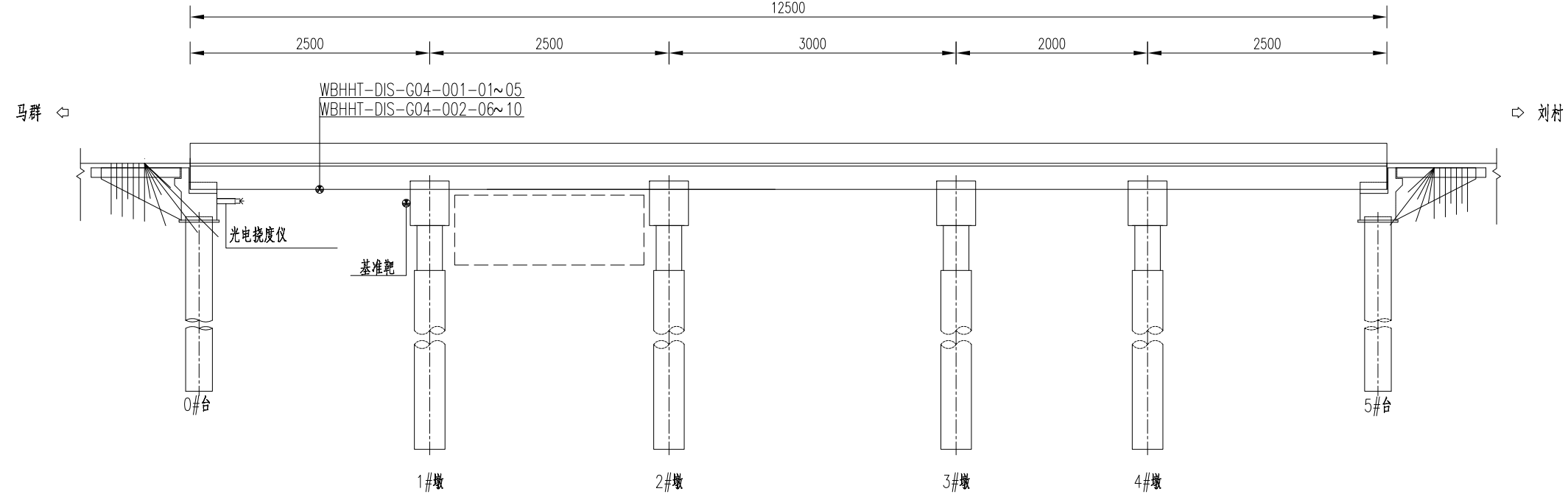


主要监测设备

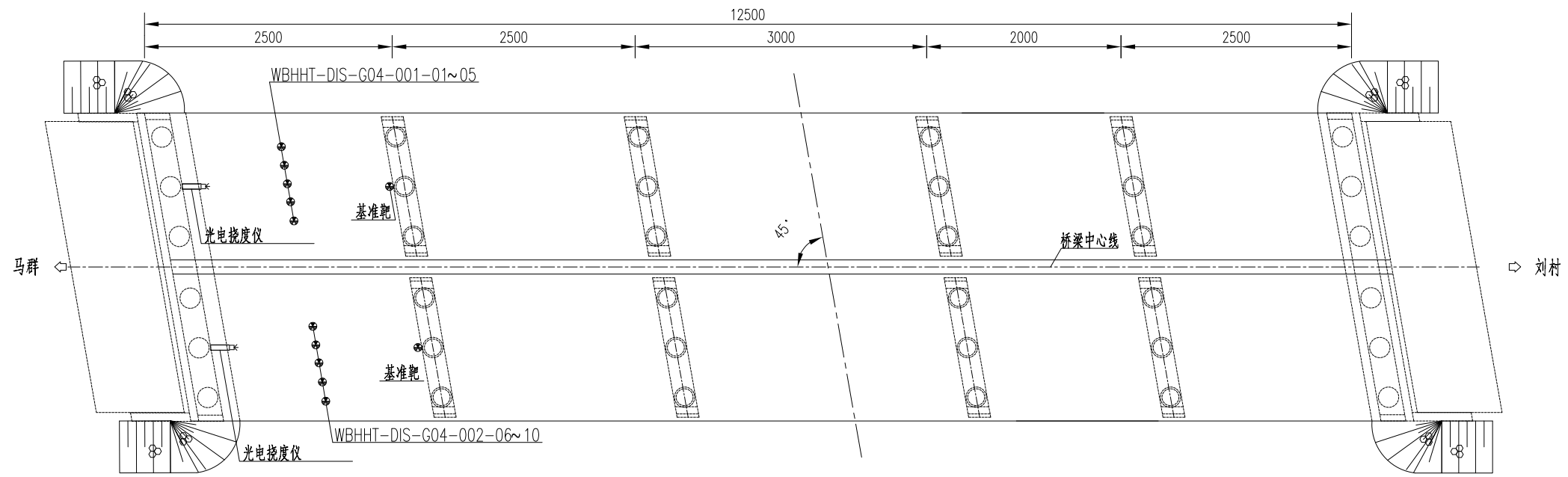
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	位移	主梁竖向位移	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	10
				基准靶	个	2
			梁端位移	拉绳式位移传感器	个	4
		/	振动倾角	多元感知终端	个	1
合计						19

- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示附近区域监测测点。
 - 3.总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 4.本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移、振动倾角、梁端位移。

竖向位移监测测点布置立面图

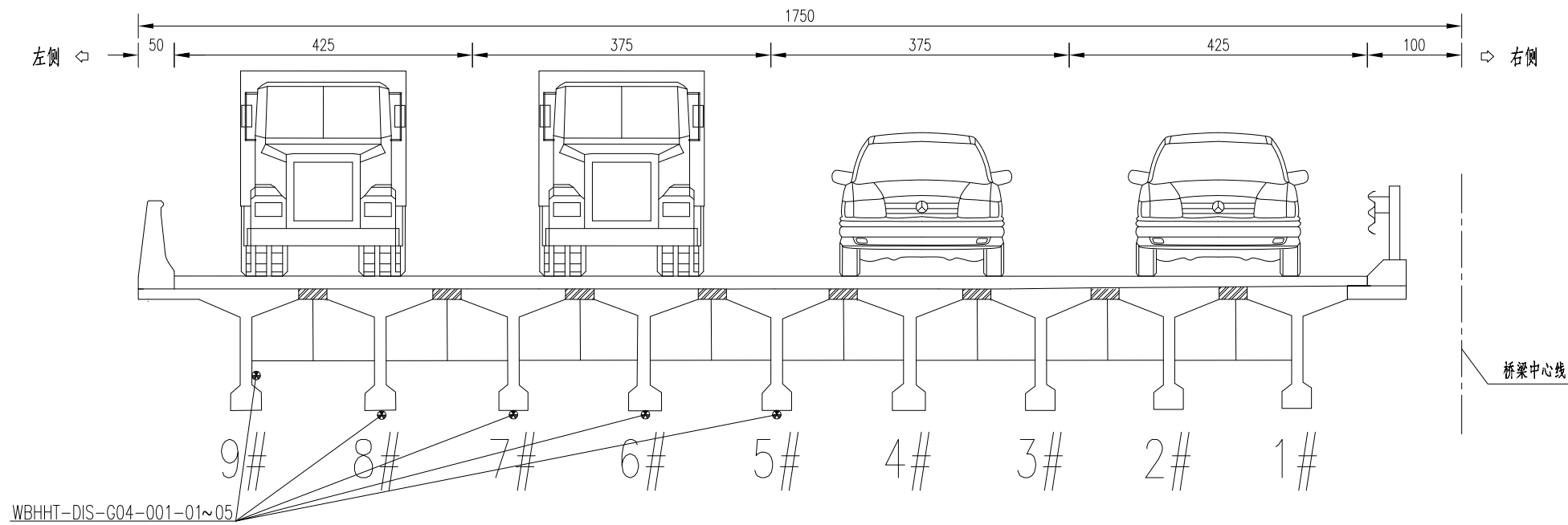


竖向位移监测测点布置平面图

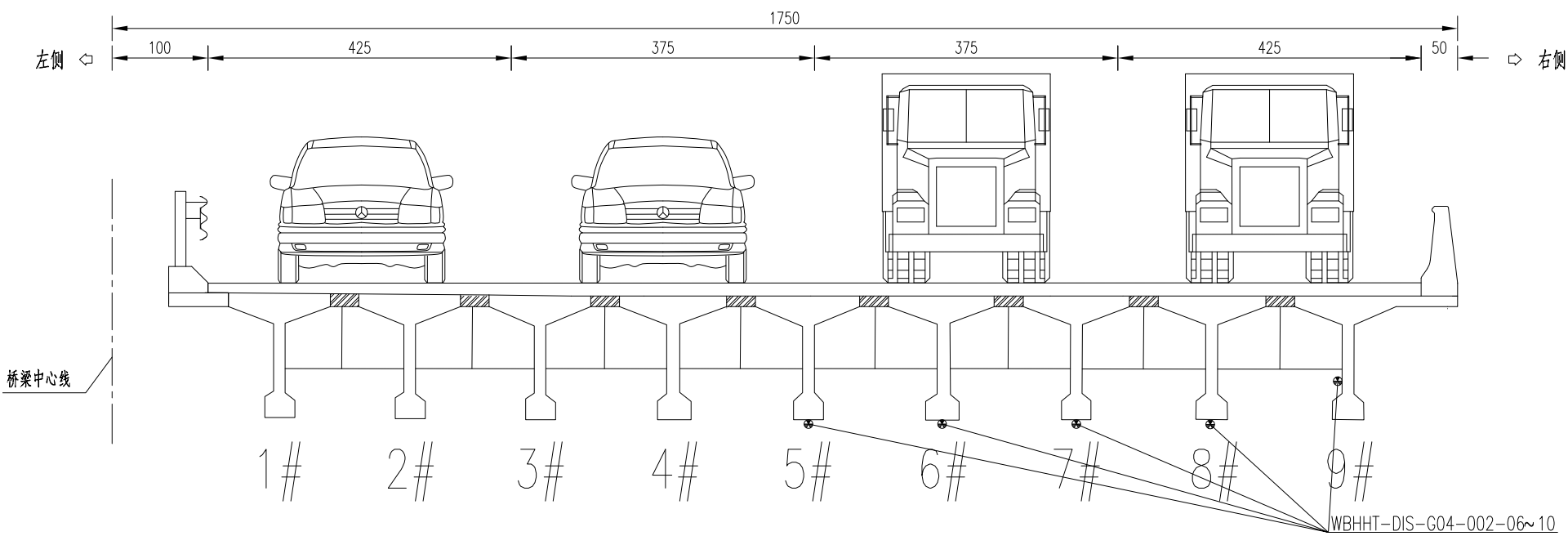


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示标靶，—×表示光电挠度仪。
 - 3.全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
 - 4.光电挠度仪、标靶固定于梁底，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）



竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅0#台
WBHHT-DIS-G04-001-01~05	目标靶	8	个	左、右幅1#孔跨中断面
WBHHT-DIS-G04-002-06~10				
/	基准靶	2	个	左、右幅1#墩
合计		12		

竖向位移监测简称

截面编号

构件编号

主梁

测点编号

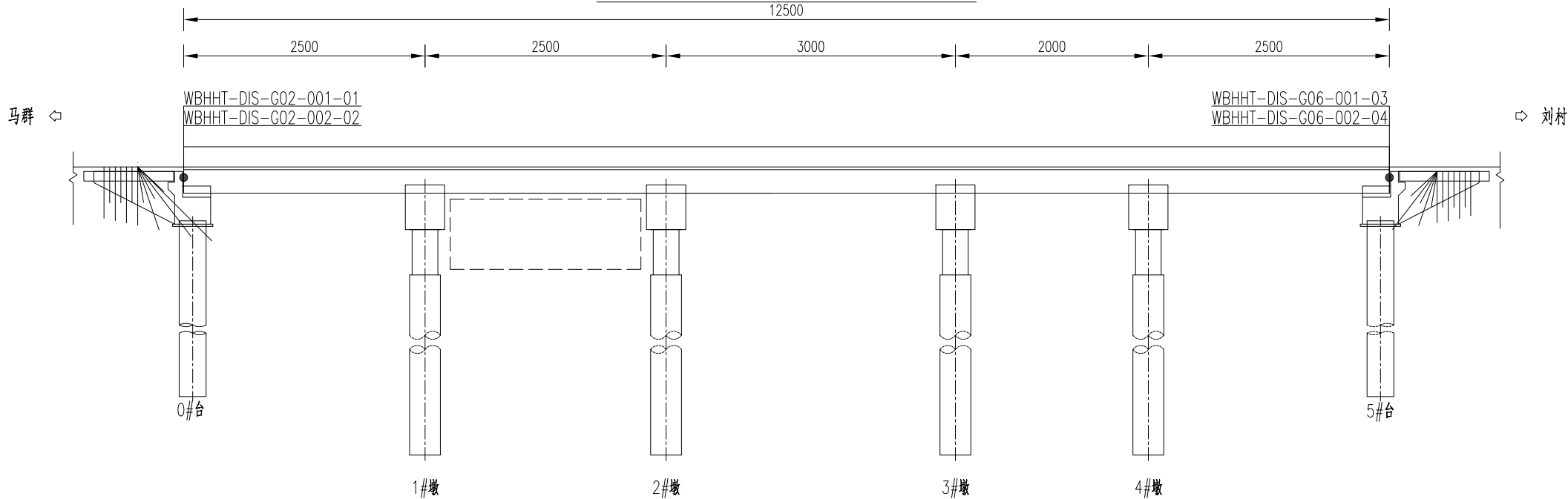
G42五百户互通主线立交大桥简称

WBHHT - DIS - GXX - XXX - XX

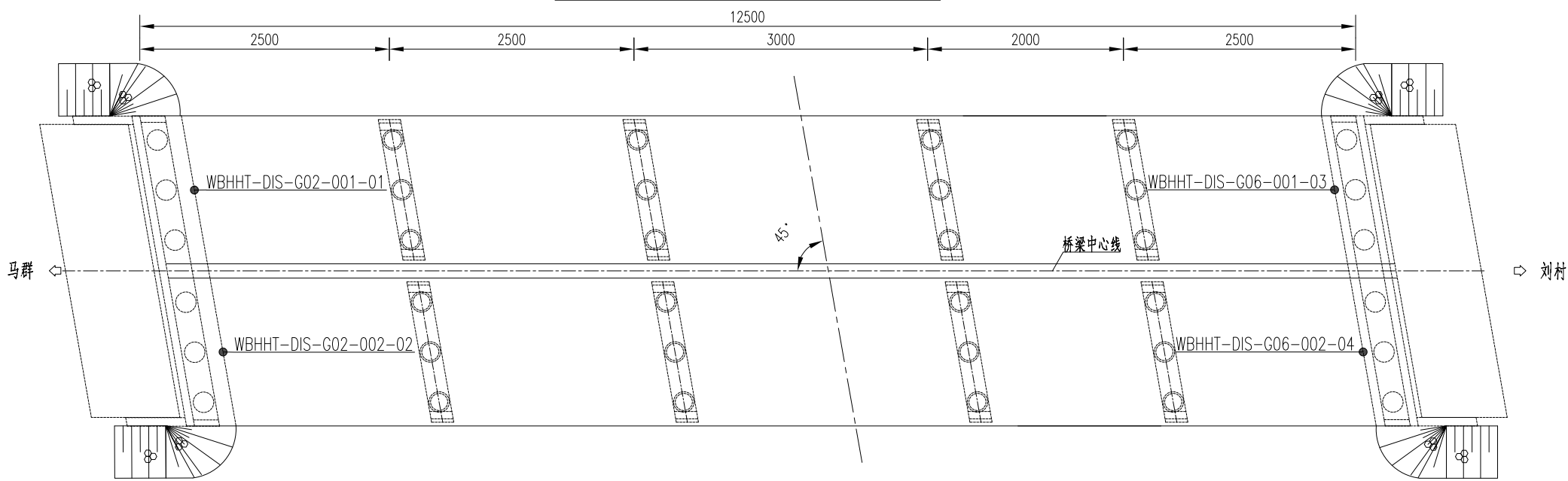
注：

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.⊙表示标靶，表示光电挠度仪。
- 3.全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
- 4.光电挠度仪、标靶固定于梁底，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

梁端位移测点立面布置图



梁端位移测点平面布置图



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
WBHHT-DIS-G02-001-01	拉绳式位移传感器	1	个	左幅0#台
WBHHT-DIS-G02-002-02		1		右幅0#台
WBHHT-DIS-G06-001-03		1		左幅5#台
WBHHT-DIS-G06-002-04		1		右幅5#台
合计		4		

梁端位移监测简称

截面编号

构件编号

G42五百户互通主线立交大桥简称

WBHHT - DIS - GXX - XXX - XX

主梁

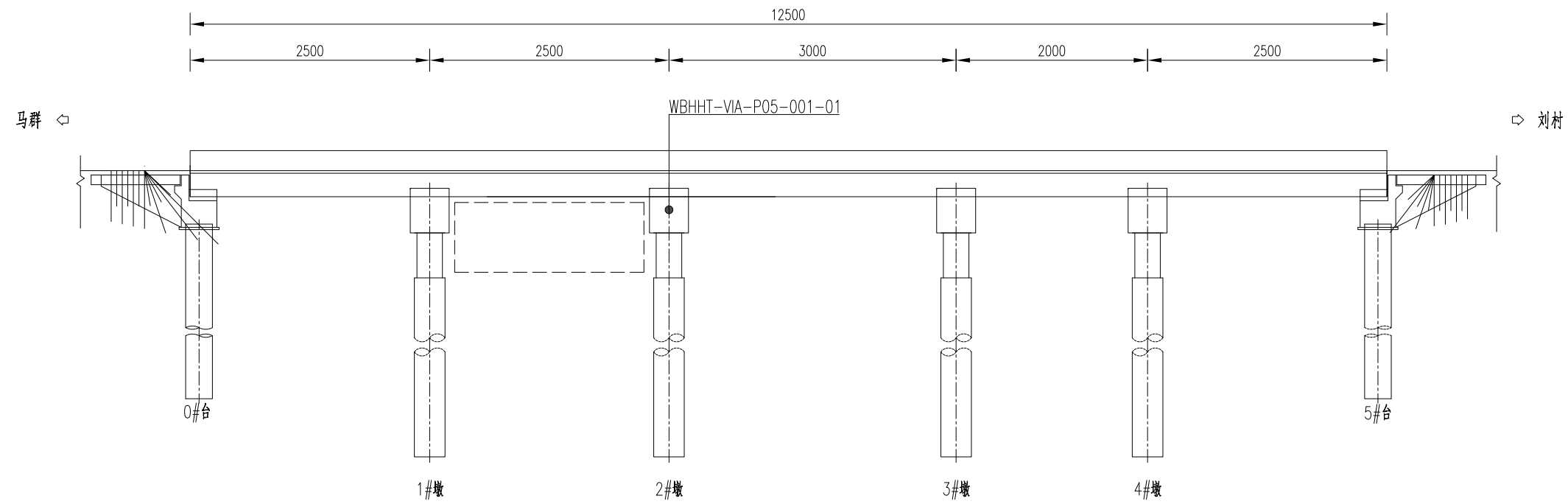
测点编号

注：

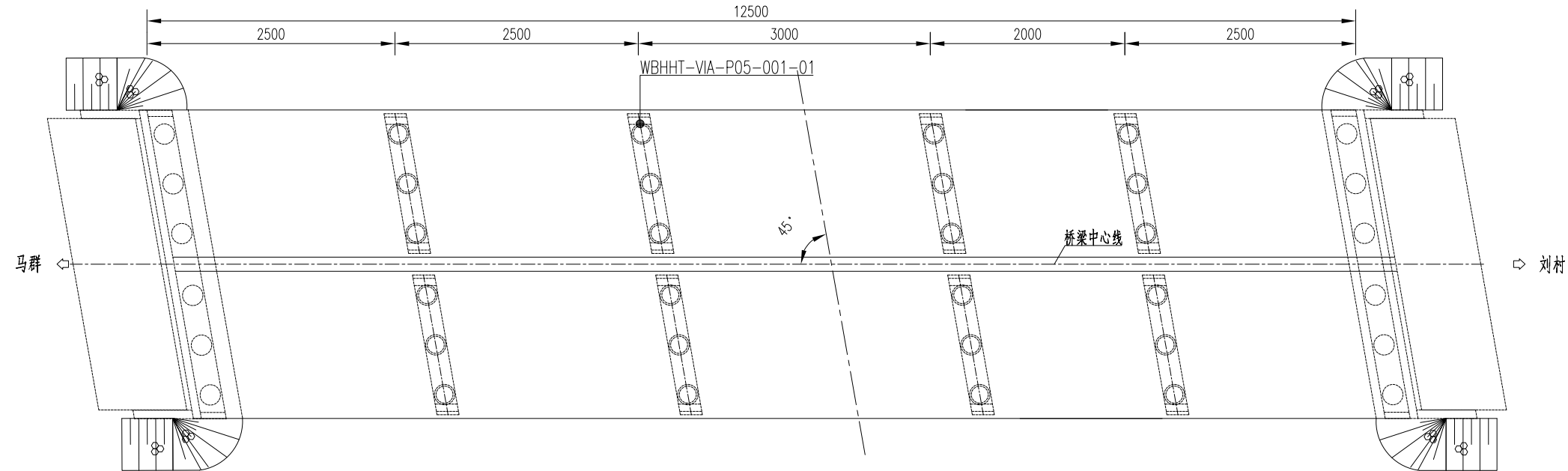
1.图中尺寸单位均以厘米计。

2.●表示梁端位移监测测点，测点处布设拉绳式位移计。

振动倾角监测测点布置立面图

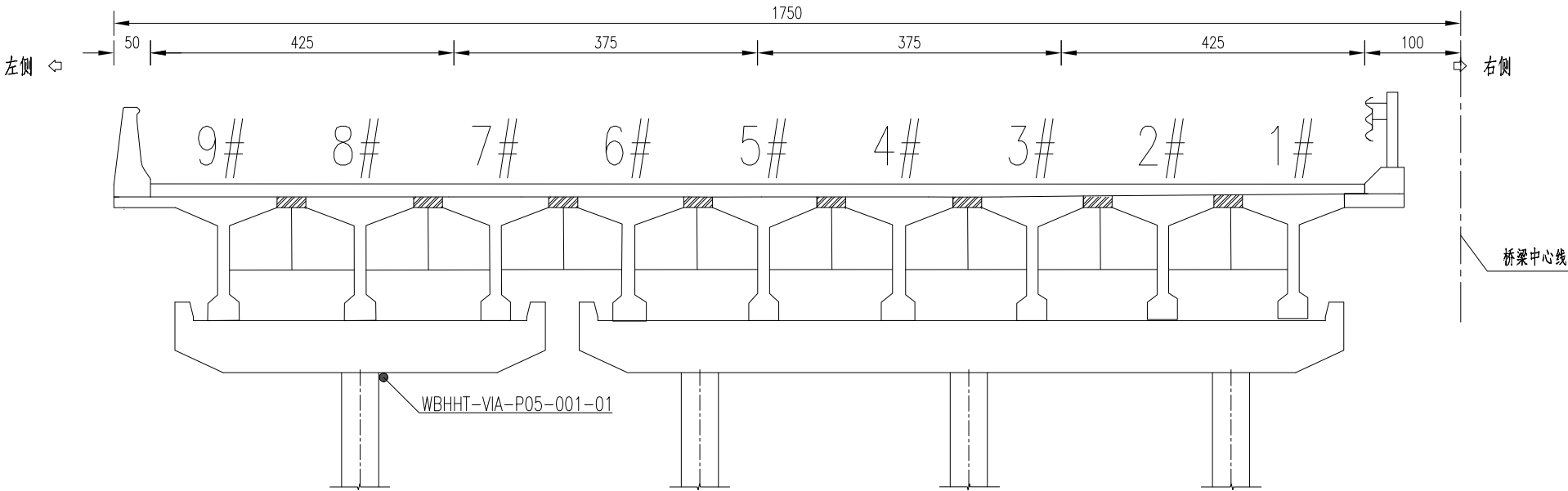


振动倾角监测测点布置平面图



- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）



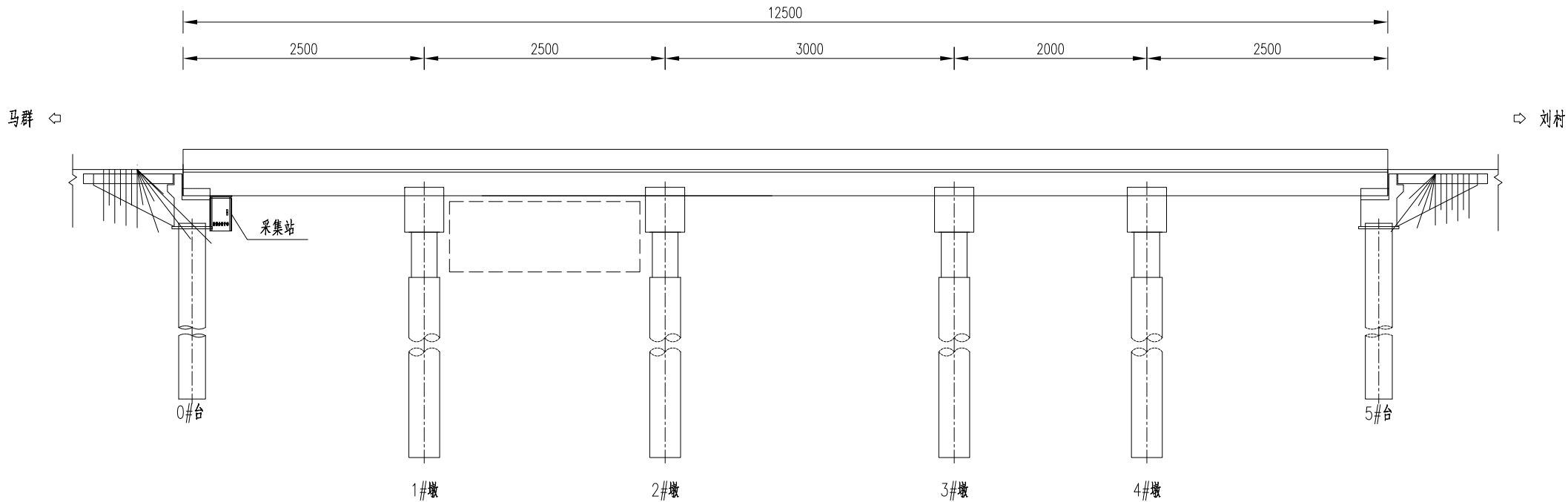
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
WBHHT-VIA-P05-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#墩墩顶
合计		1		

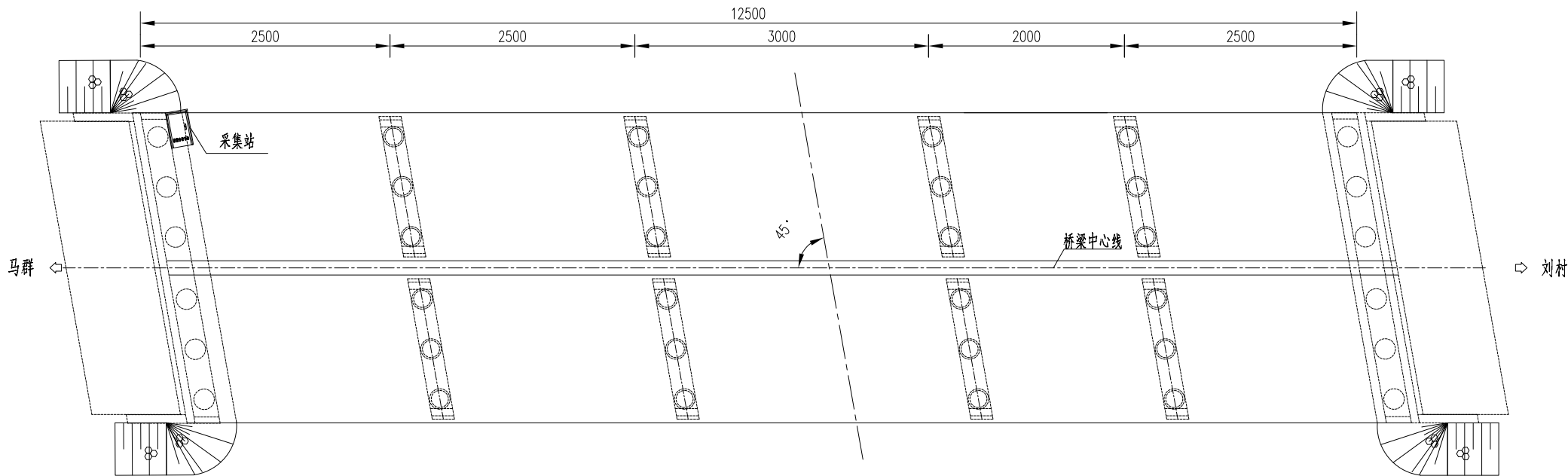
G42五百户互通主线立交大桥简称	振动倾角监测简称				截面编号		构件编号	
	WBHHT	-	VIA	-	PXX	-	XXX	XX
					桥墩			测点编号

- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

采集站布置立面图



采集站布置平面图

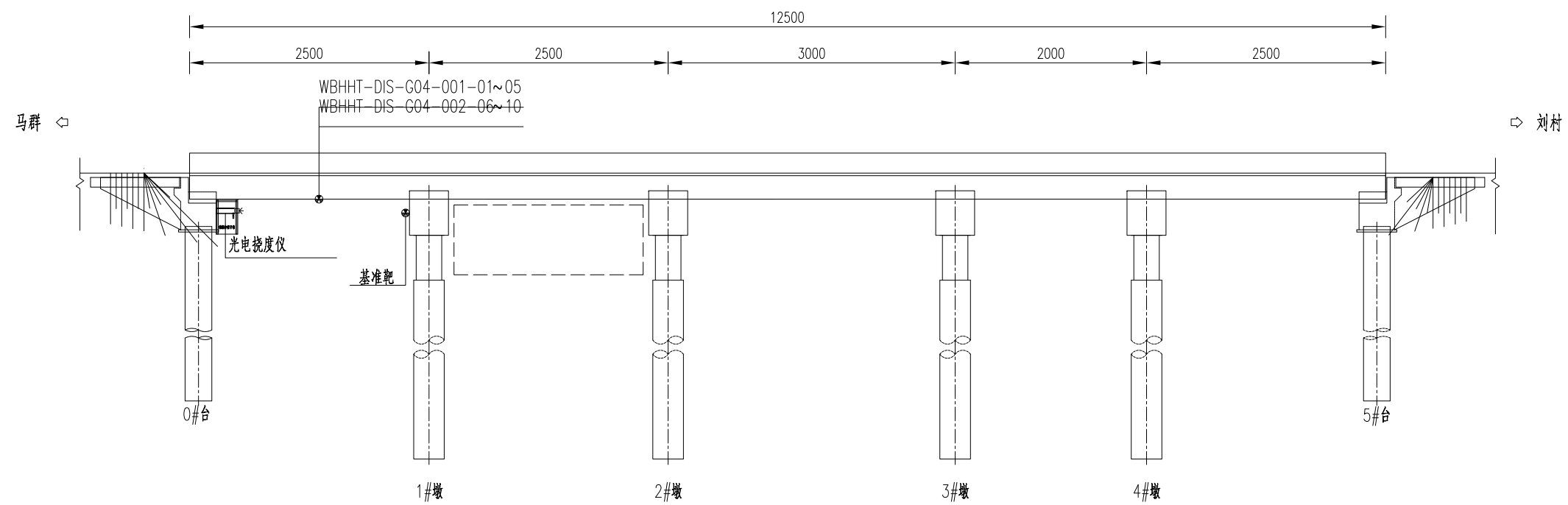


工程数量表

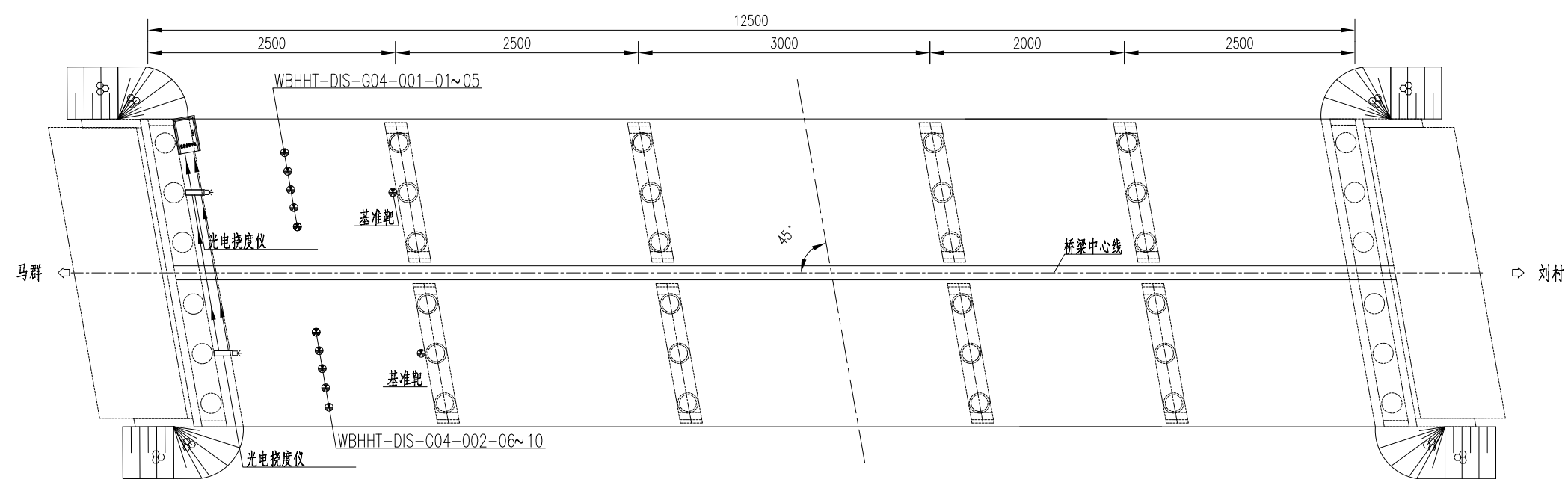
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	左幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 -  表示采集站。
 - 在左幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

竖向位移监测线缆立面布置图

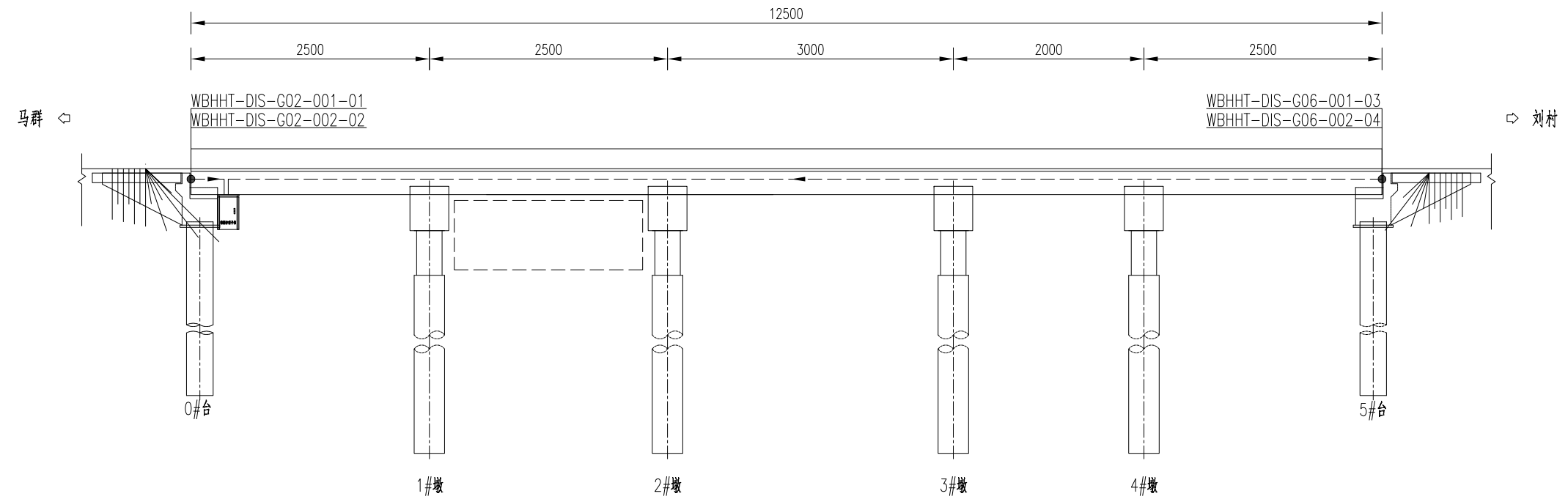


竖向位移监测线缆平面布置图

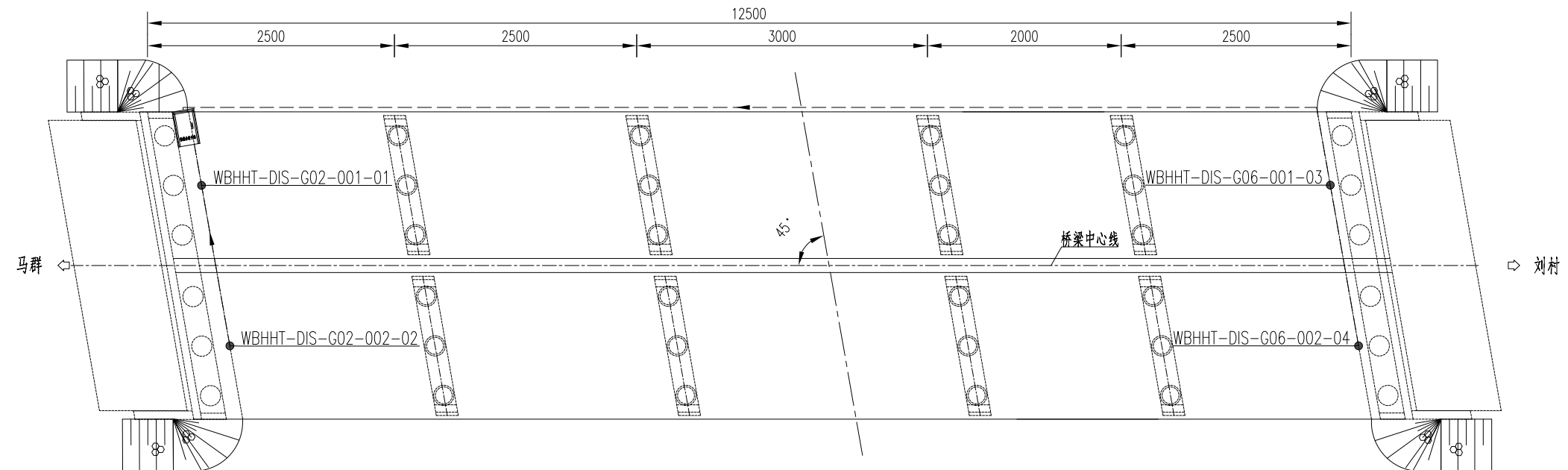


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示标靶，□表示光电挠度仪。
 - 3.线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 - 4.——表示电力线缆，——表示网络线缆。

梁端位移线缆立面布置图



梁端位移线缆平面布置图



注：

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.●表示梁端位移监测点。
- 3.线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
- 4.——表示信号线。

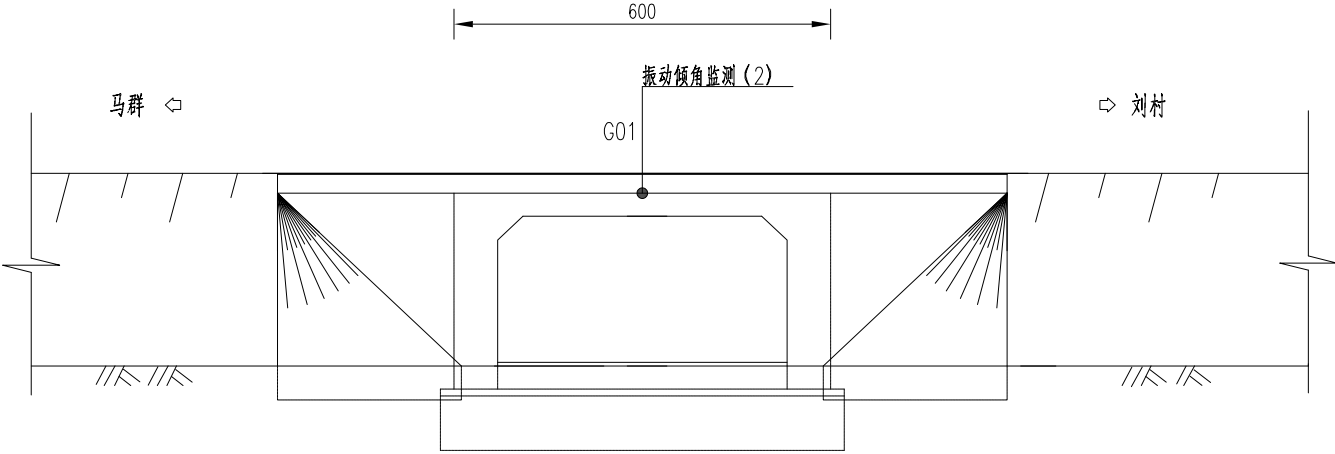
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
2			安装支架	配套定制	个	2
3	监测管线工程	管线及保护	安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
4	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
5		监测设备通信联调	/	/	项	1
6		监测设备防雷测试	/	/	项	1
7		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
8		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
9	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
10	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
11		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
12		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
13		连通性测试	/	/	项	1
14	临时设施	交通组织	/	/	项	1
15		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	PLXQ-VIA-G01-001-01	左幅1#孔跨中腹板
				2	PLXQ-VIA-G01-002-02	右幅1#孔跨中腹板

监测设备总体布置图

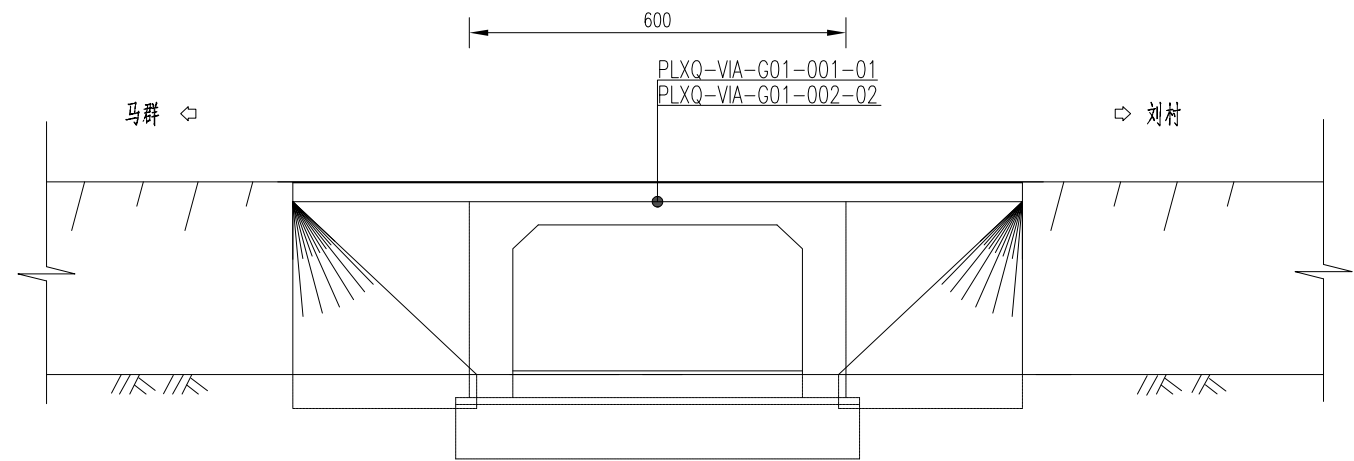


主要监测设备

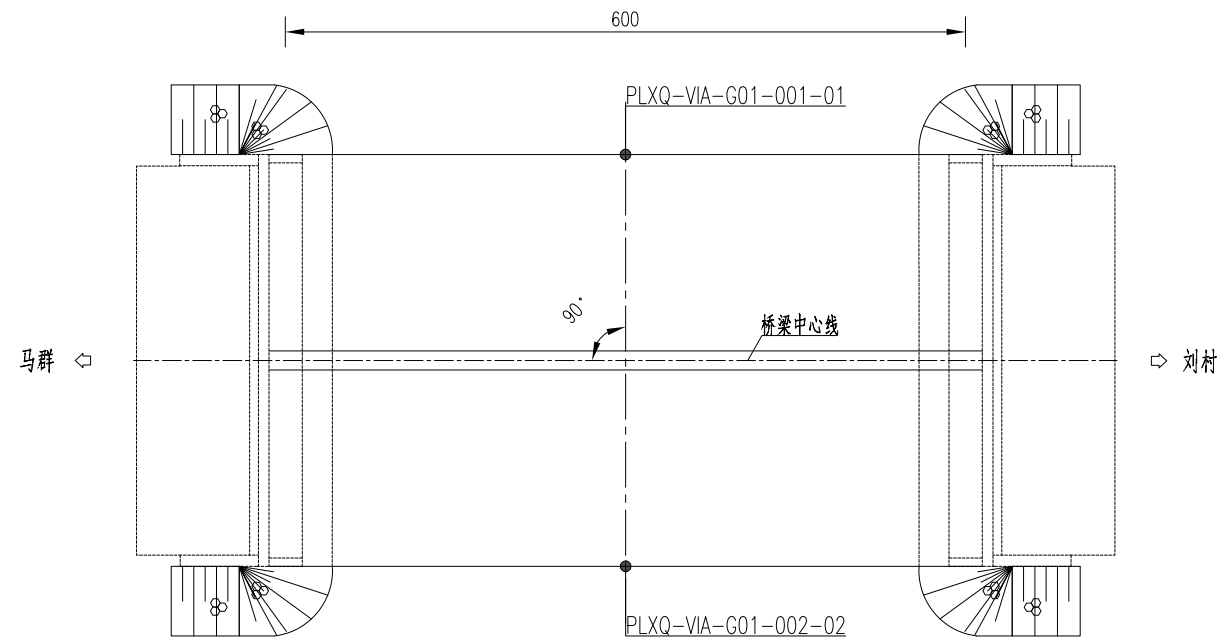
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
合计						2

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构安全监测项目主要包括振动倾角。

振动倾角监测测点布置立面图



振动倾角监测测点布置平面图



注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

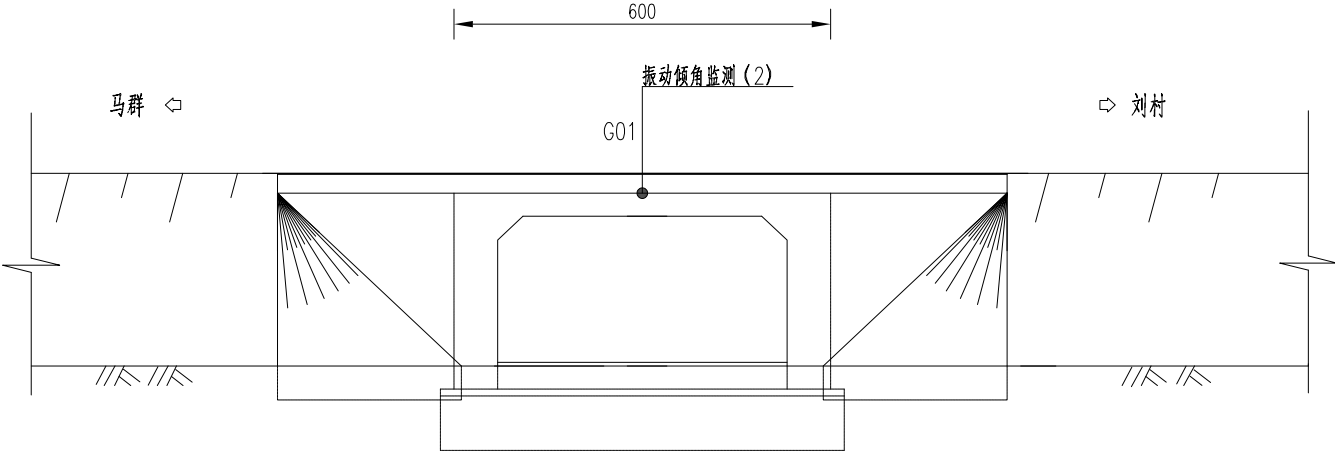
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
2			安装支架	配套定制	个	2
3	监测管线工程	管线及保护	安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
4	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
5		监测设备通信联调	/	/	项	1
6		监测设备防雷测试	/	/	项	1
7		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
8		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
9	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
10	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
11		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
12		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
13		连通性测试	/	/	项	1
14	临时设施	交通组织	/	/	项	1
15		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	YYXQ-VIA-G01-001-01	左幅1#孔跨中腹板
				2	YYXQ-VIA-G01-002-02	右幅1#孔跨中腹板

监测设备总体布置图

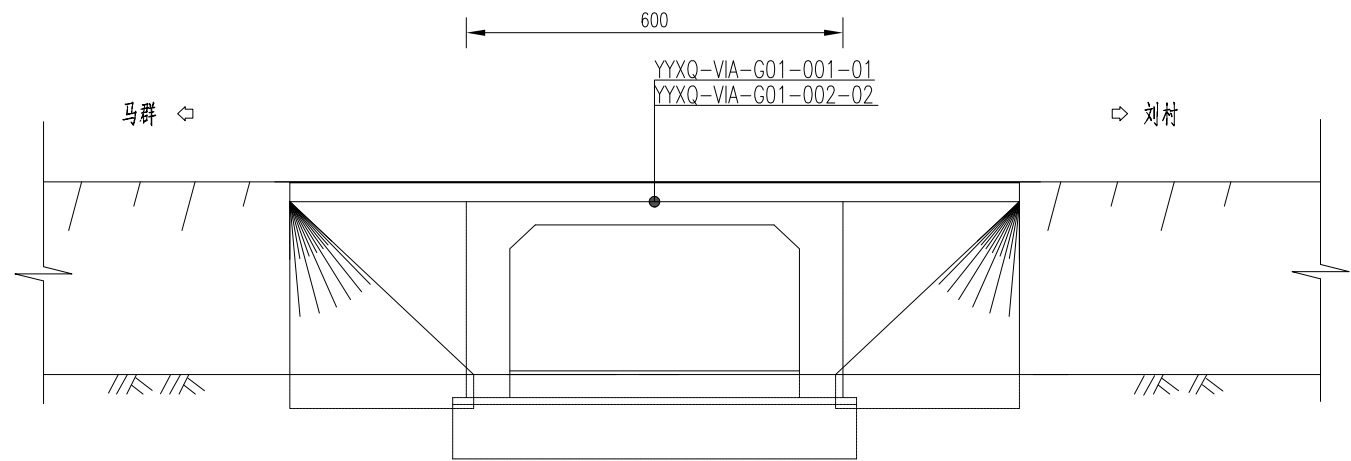


主要监测设备

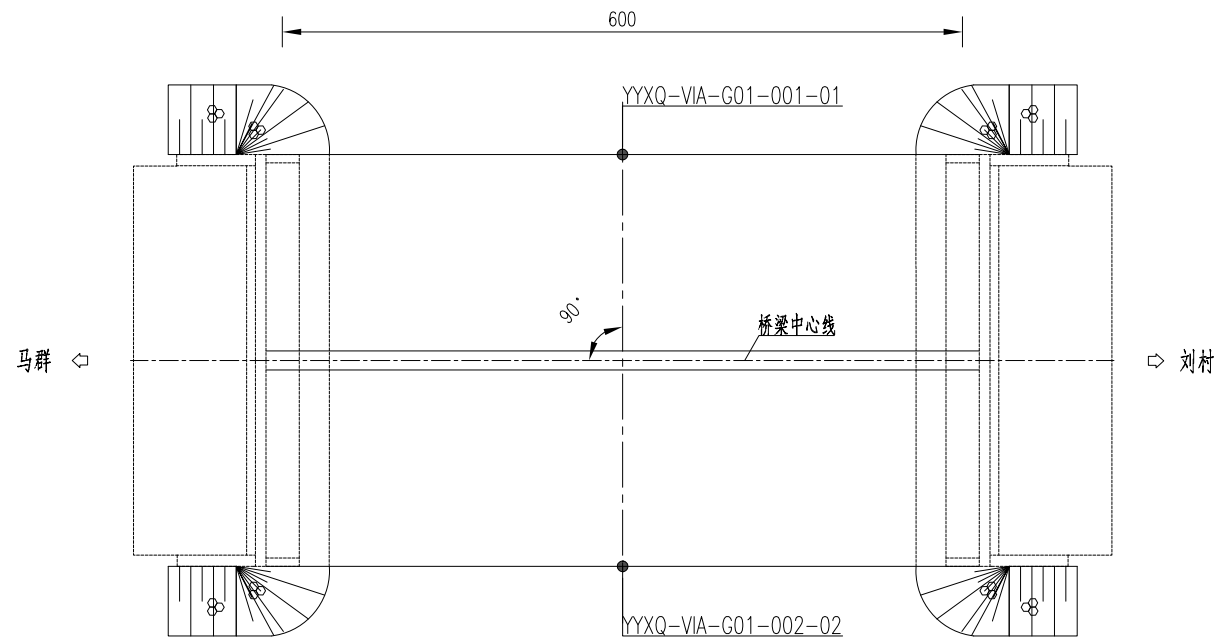
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
合计						2

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构安全监测项目主要包括振动倾角。

振动倾角监测测点布置立面图



振动倾角监测测点布置平面图



注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

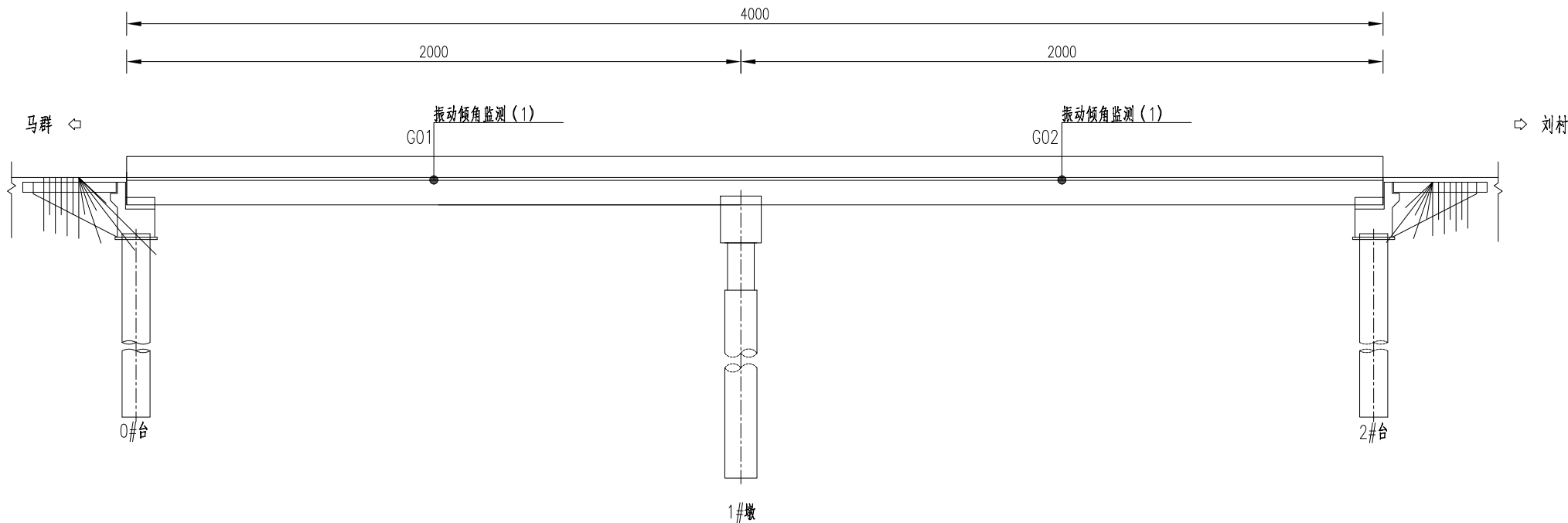
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
2			安装支架	配套定制	个	2
3	监测管线工程	管线及保护	安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
4	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
5		监测设备通信联调	/	/	项	1
6		监测设备防雷测试	/	/	项	1
7		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
8		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
9	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
10	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
11		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
12		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
13		连通性测试	/	/	项	1
14	临时设施	交通组织	/	/	项	1
15		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	ZDELQ-VIA-G01-001-01	左幅1#孔主梁腹板
				2	ZDELQ-VIA-G02-002-02	右幅2#孔主梁腹板

监测设备总体布置图

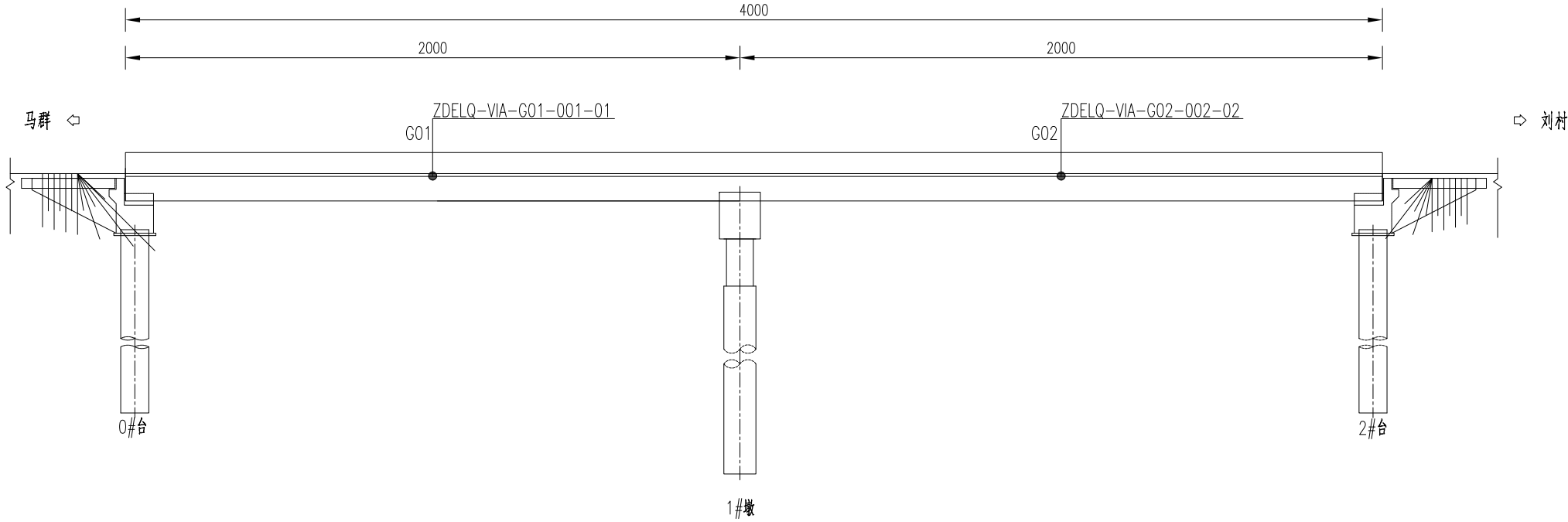


主要监测设备

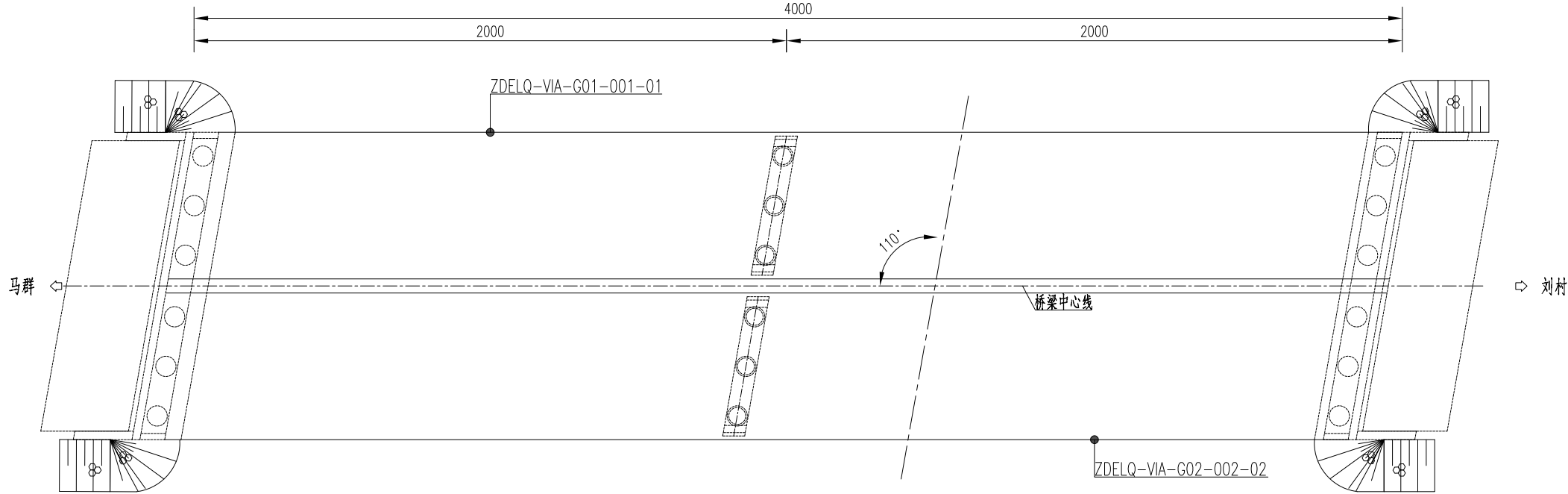
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
合计						2

- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.● 表示附近区域监测测点。
 - 3.总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 4.本次结构安全监测项目主要包括振动倾角。

振动倾角监测测点布置立面图

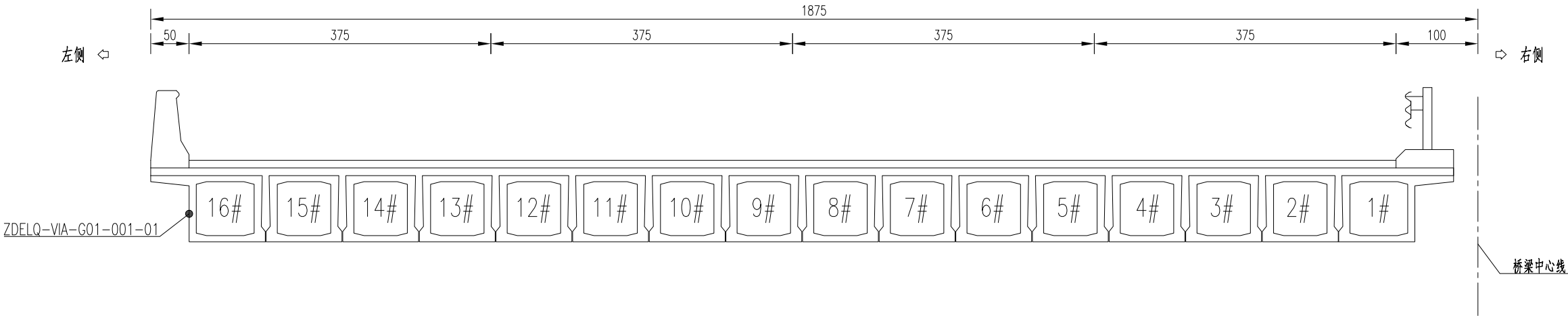


振动倾角监测测点布置平面图

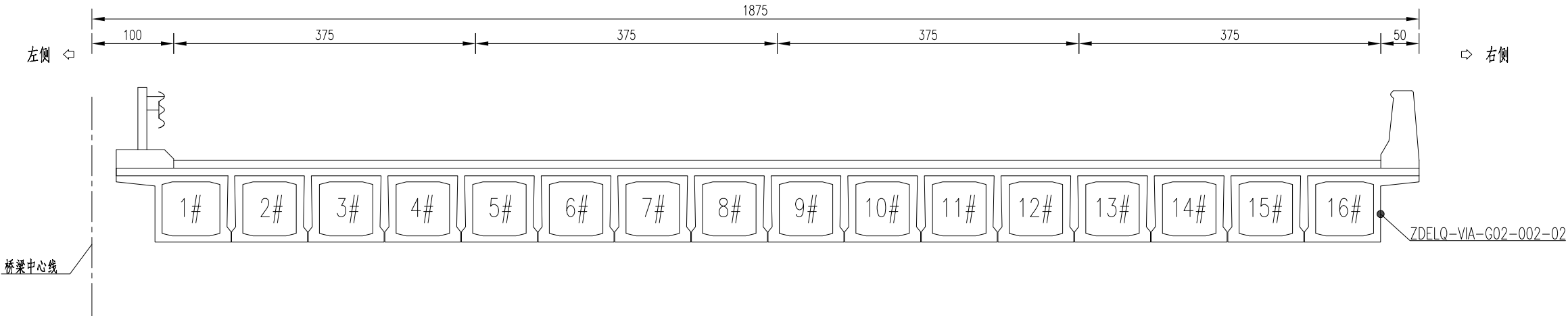


注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）

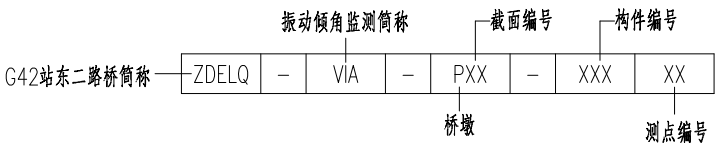


振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
ZDELQ-VIA-G01-001-01	多元感知终端	1	个	左幅1#孔主梁腹板
ZDELQ-VIA-G02-002-02		1		右幅2#孔主梁腹板
合计		2		



- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

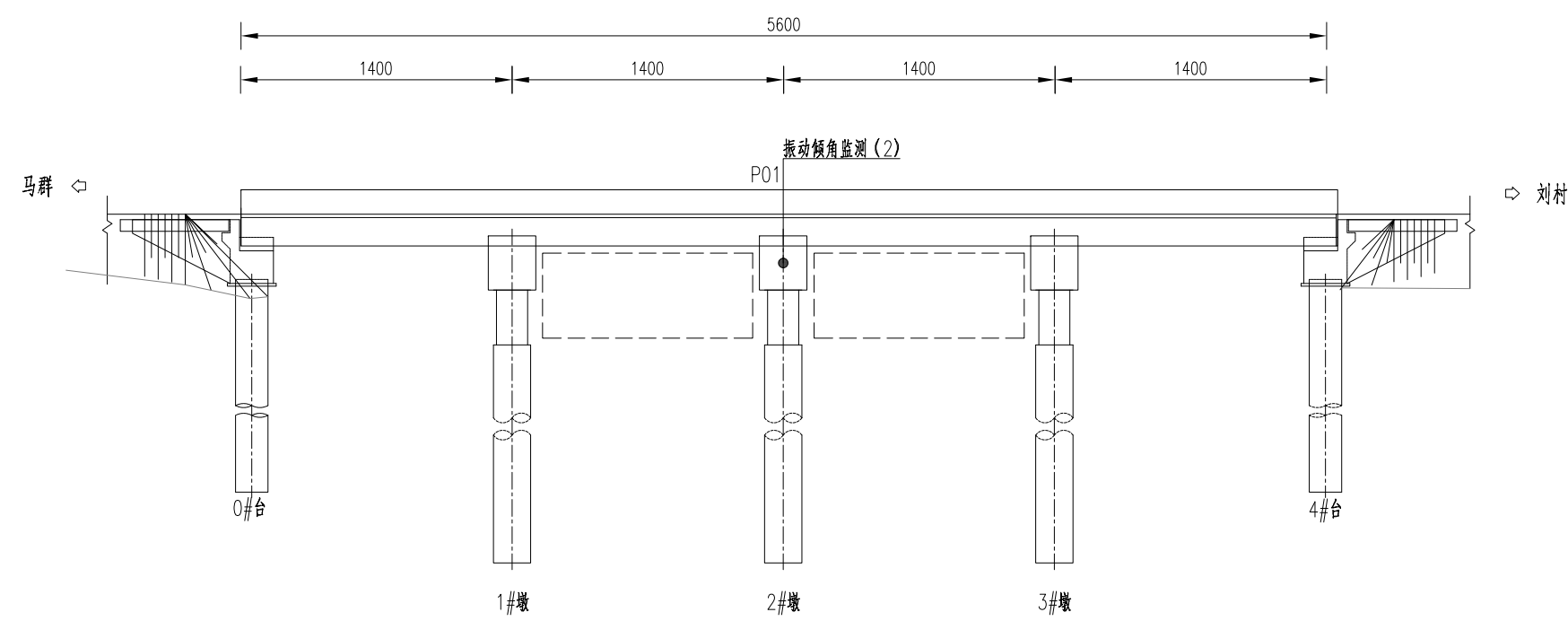
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
2			安装支架	配套定制	个	2
3	监测管线工程	管线及保护	安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
4	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
5		监测设备通信联调	/	/	项	1
6		监测设备防雷测试	/	/	项	1
7		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
8		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
9	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
10	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
11		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
12		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
13		连通性测试	/	/	项	1
14	临时设施	交通组织	/	/	项	1
15		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	ZDLQ-VIA-P01-001-01	左幅2#墩墩顶
				2	ZDLQ-VIA-P01-002-02	右幅2#墩墩顶

监测设备总体布置图

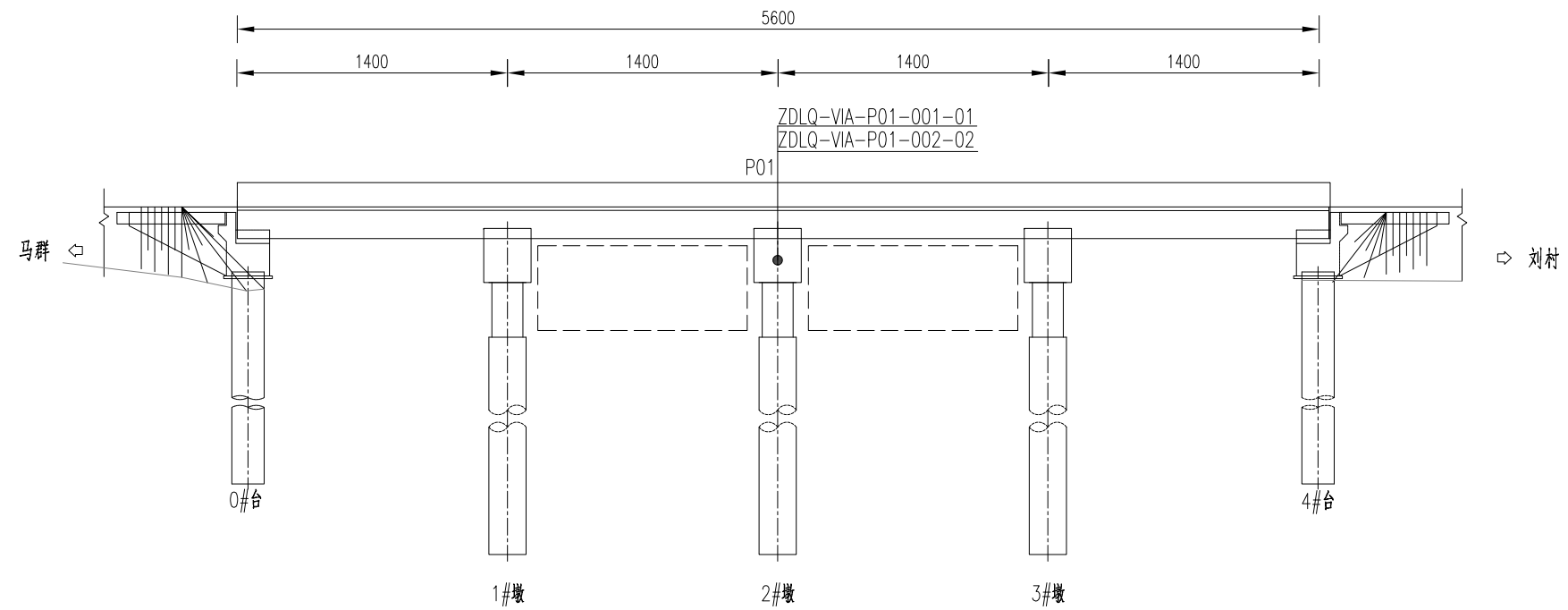


主要监测设备

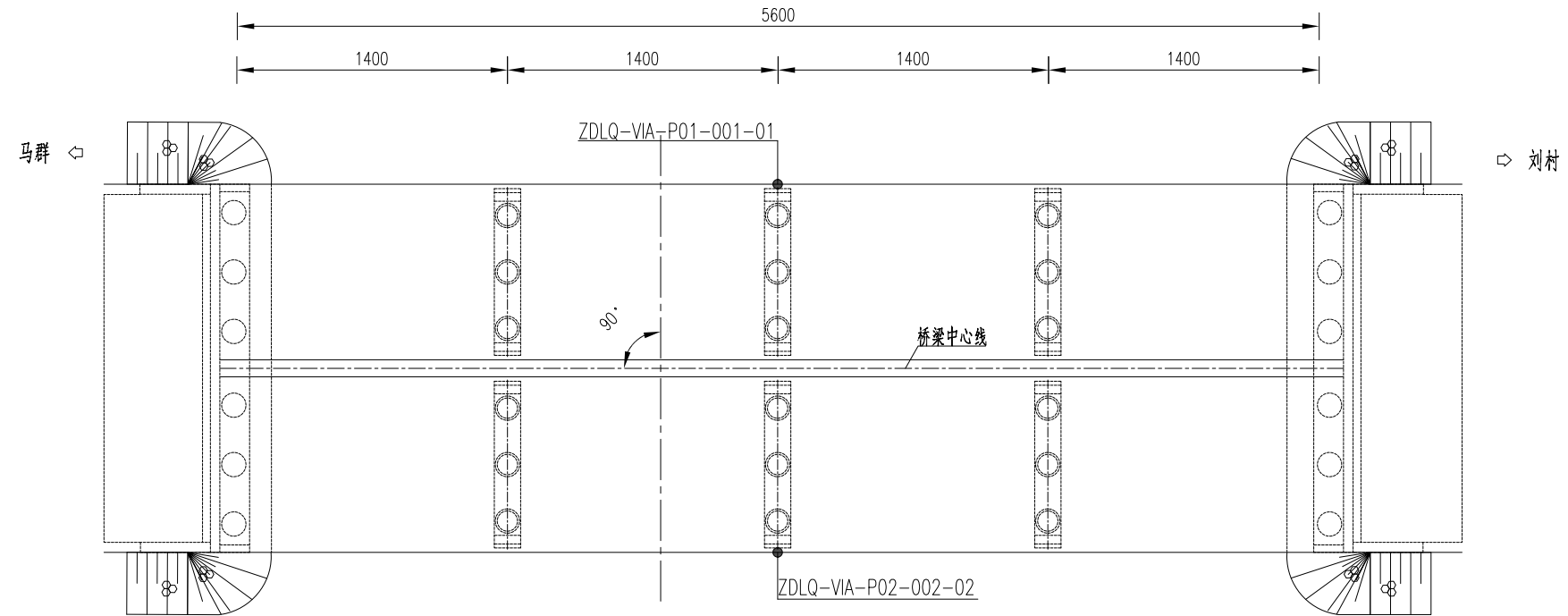
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
合计						2

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构安全监测项目主要包括振动倾角。

振动倾角监测测点布置立面图



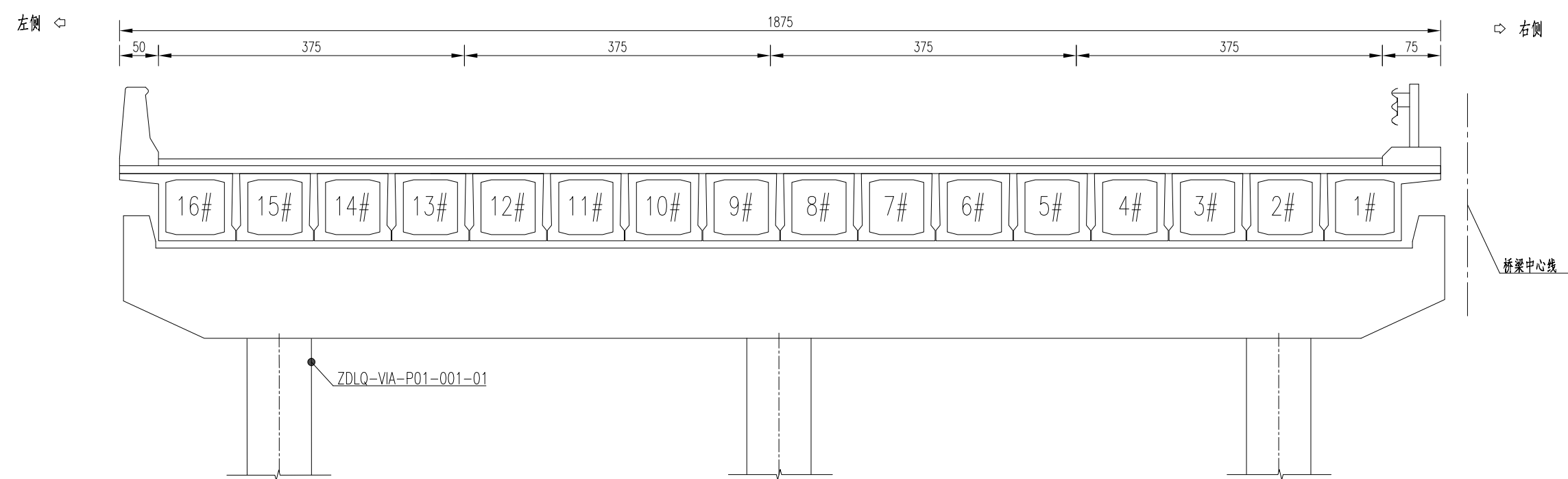
振动倾角监测测点布置平面图



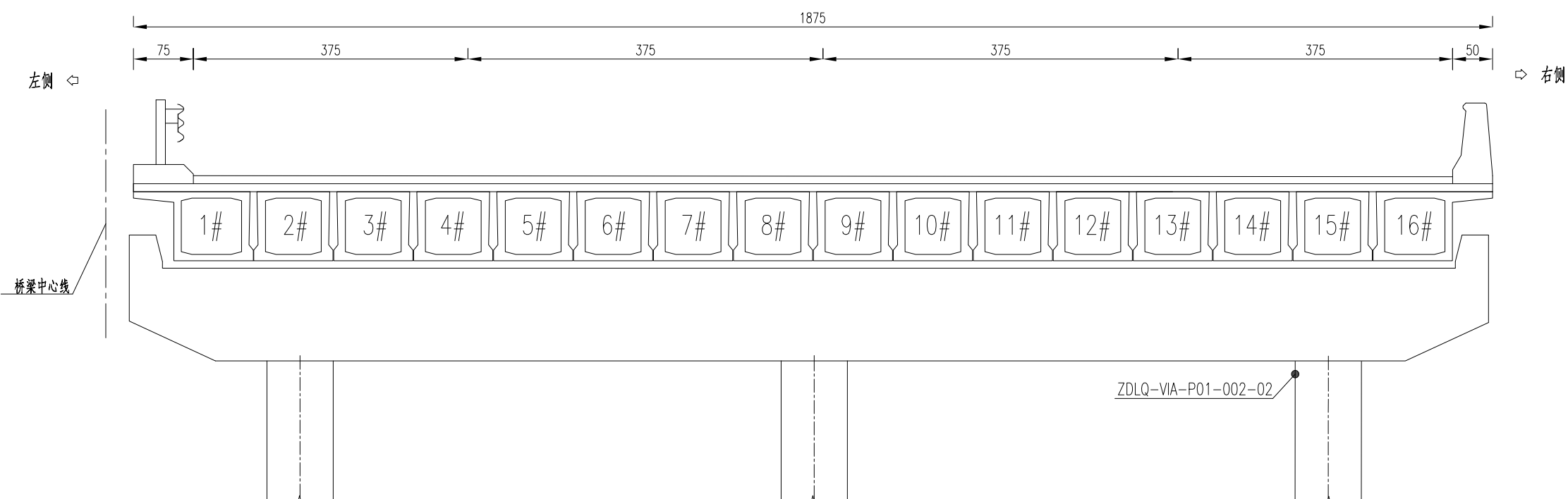
注:

- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
- 2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）



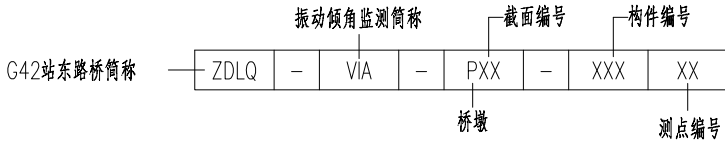
振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
ZDLQ-VIA-P01-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#墩墩顶
ZDLQ-VIA-P01-002-02		1		右幅2#墩墩顶
合计		2		

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。



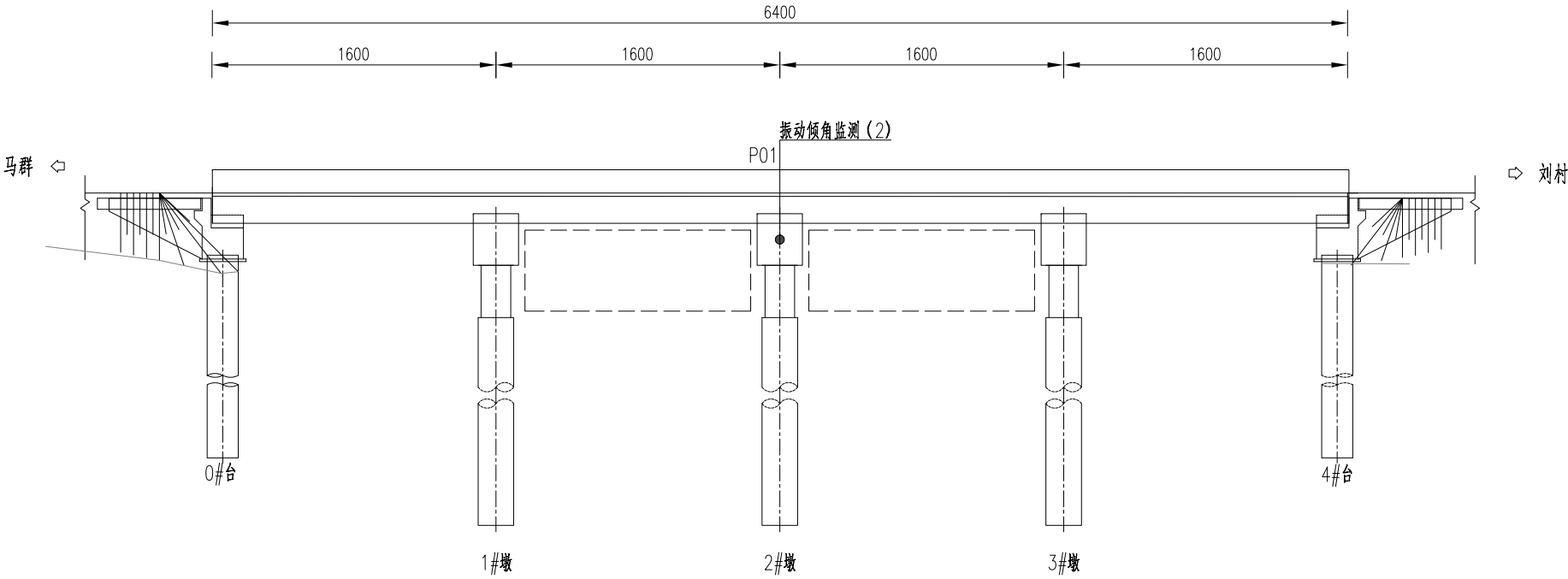
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
2			安装支架	配套定制	个	2
3	监测管线工程	管线及保护	安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
4	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
5		监测设备通信联调	/	/	项	1
6		监测设备防雷测试	/	/	项	1
7		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
8		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
9	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
10	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
11		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
12		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
13		连通性测试	/	/	项	1
14	临时设施	交通组织	/	/	项	1
15		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	ZXLQ-VIA-P02-001-01	左幅1#墩盖梁
				2	ZXLQ-VIA-P03-002-02	右幅2#墩盖梁

监测设备总体布置图

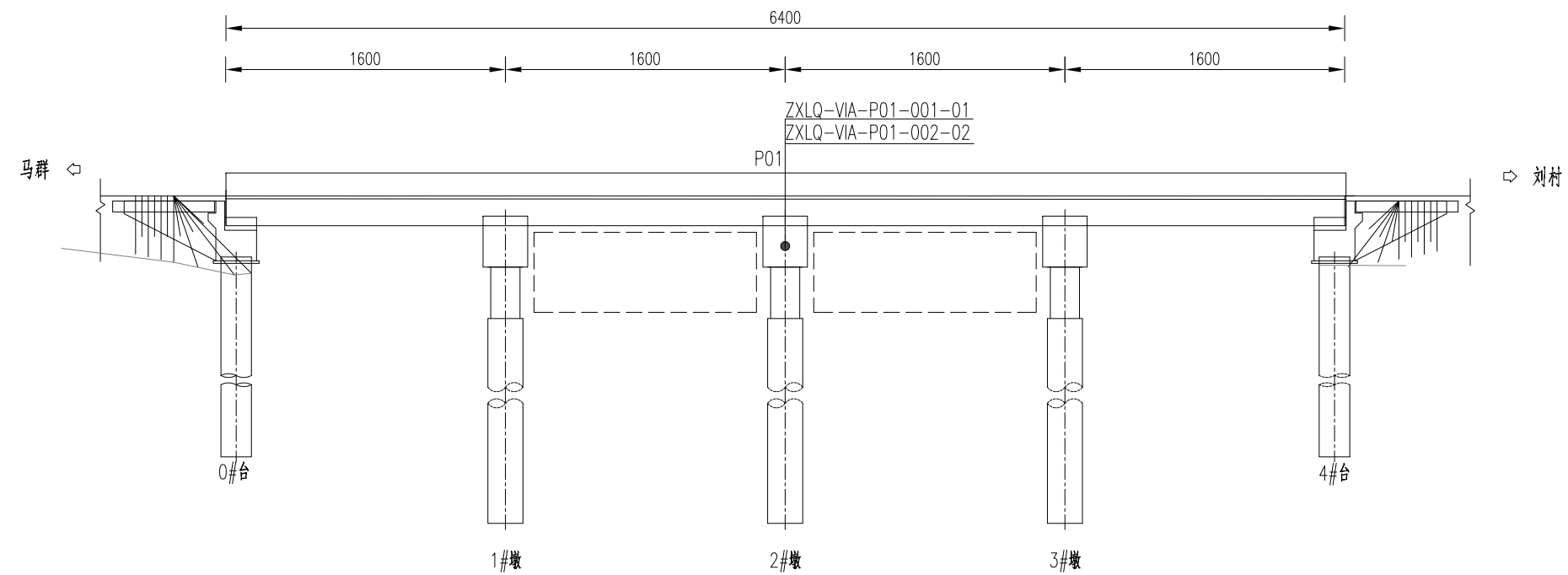


主要监测设备

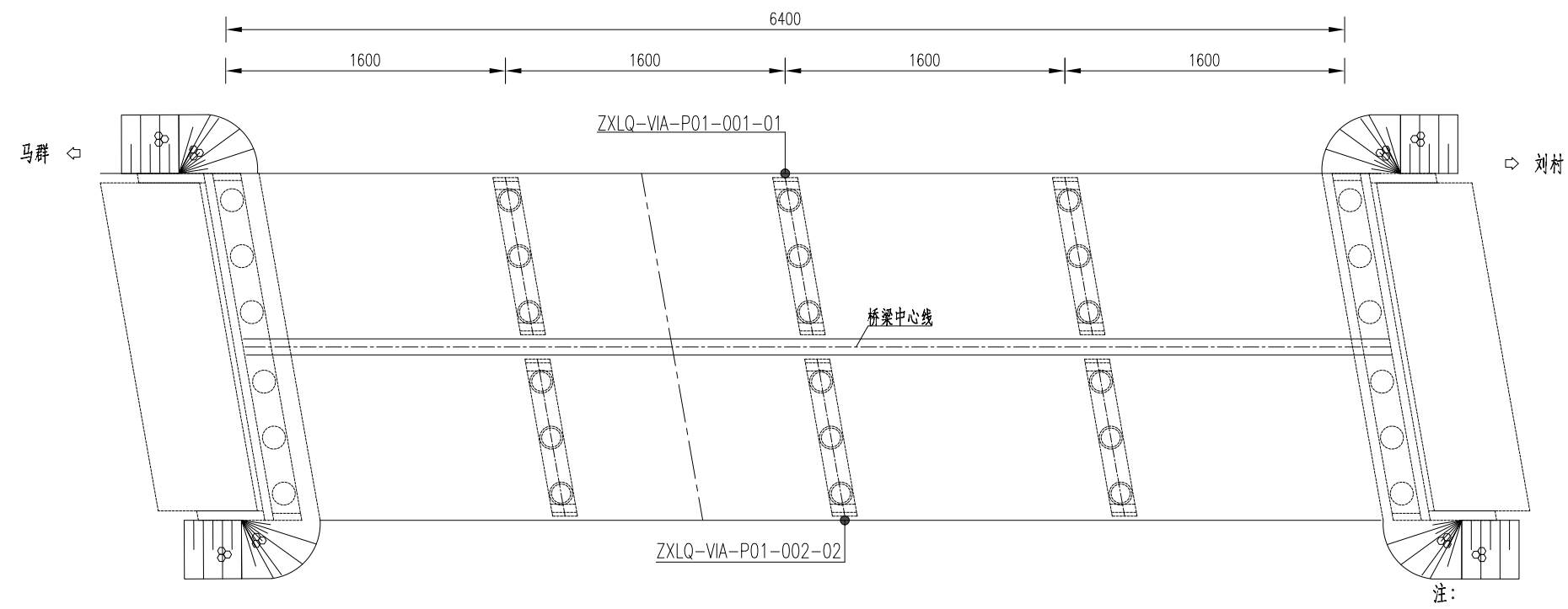
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
合计						2

- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示附近区域监测测点。
 - 3.总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 4.本次结构安全监测项目主要包括振动倾角。

振动倾角监测测点布置立面图

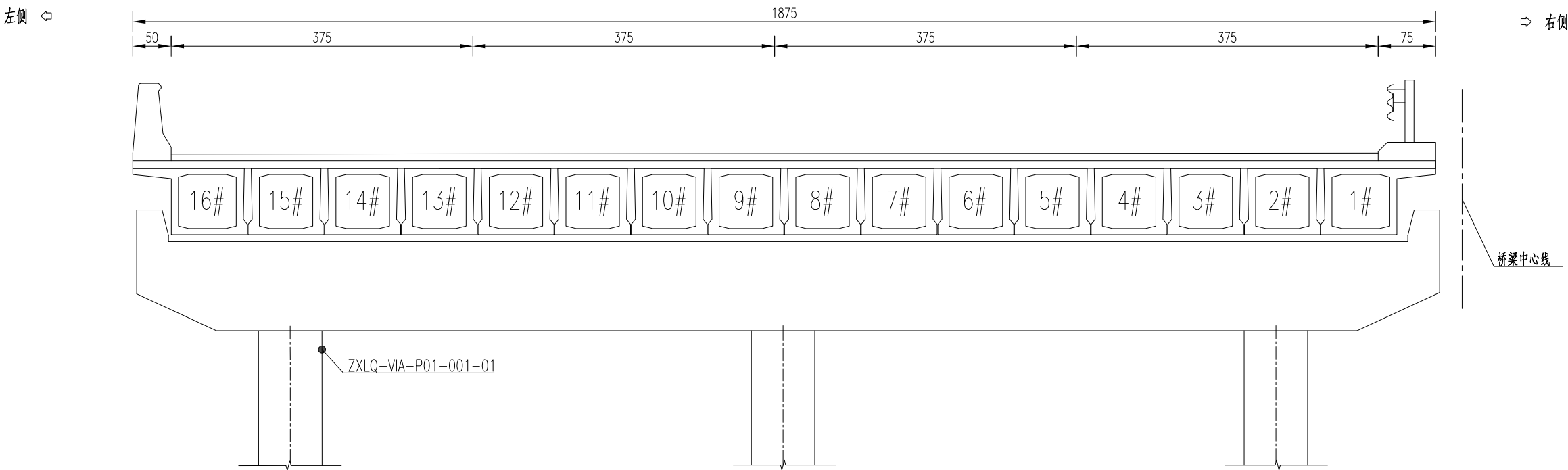


振动倾角监测测点布置平面图

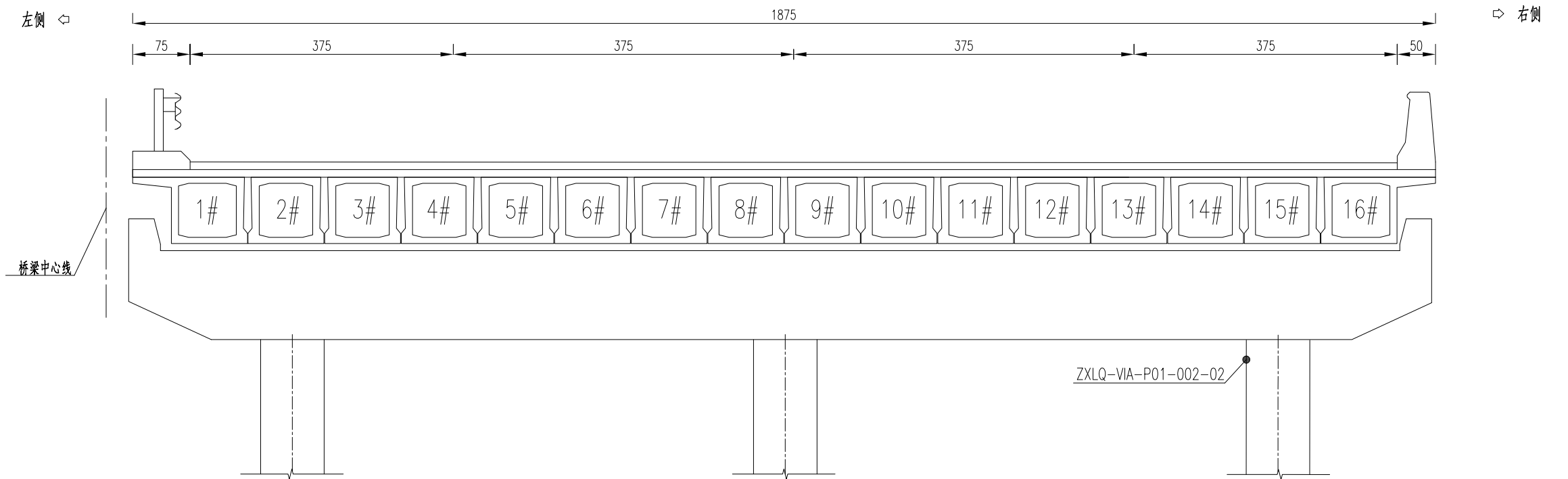


- 注:
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）



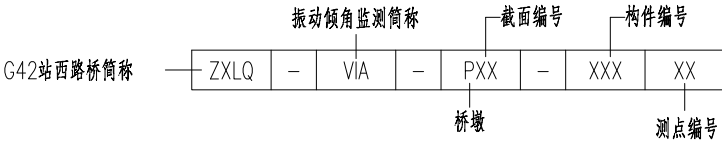
振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
ZXLQ-VIA-P01-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#墩墩顶
ZXLQ-VIA-P01-002-02		1		右幅2#墩墩顶
合计		2		

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。



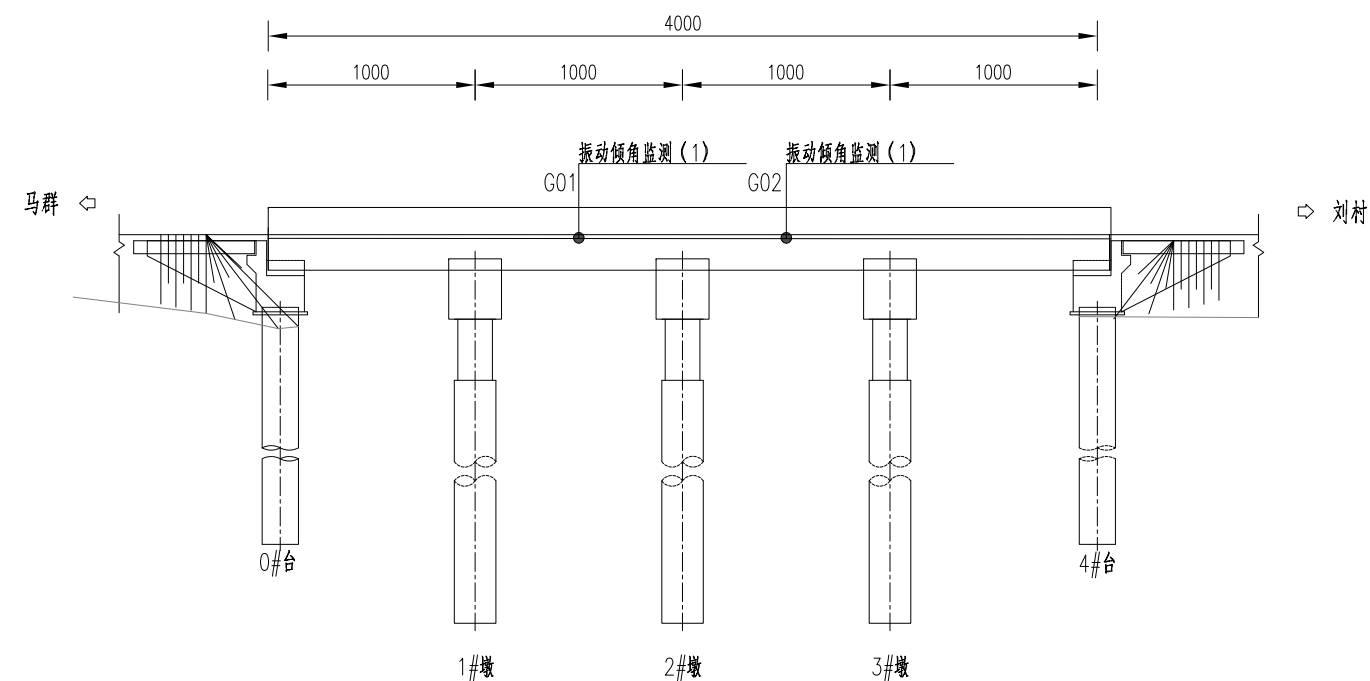
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
2			安装支架	配套定制	个	2
3	监测管线工程	管线及保护	安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
4	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
5		监测设备通信联调	/	/	项	1
6		监测设备防雷测试	/	/	项	1
7		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
8		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
9	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
10	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
11		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
12		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
13		连通性测试	/	/	项	1
14	临时设施	交通组织	/	/	项	1
15		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	ZXELQ-VIA-G01-001-01	左幅2#孔跨中主梁腹板
				2	ZXELQ-VIA-G02-002-02	右幅3#孔跨中主梁腹板

监测设备总体布置图

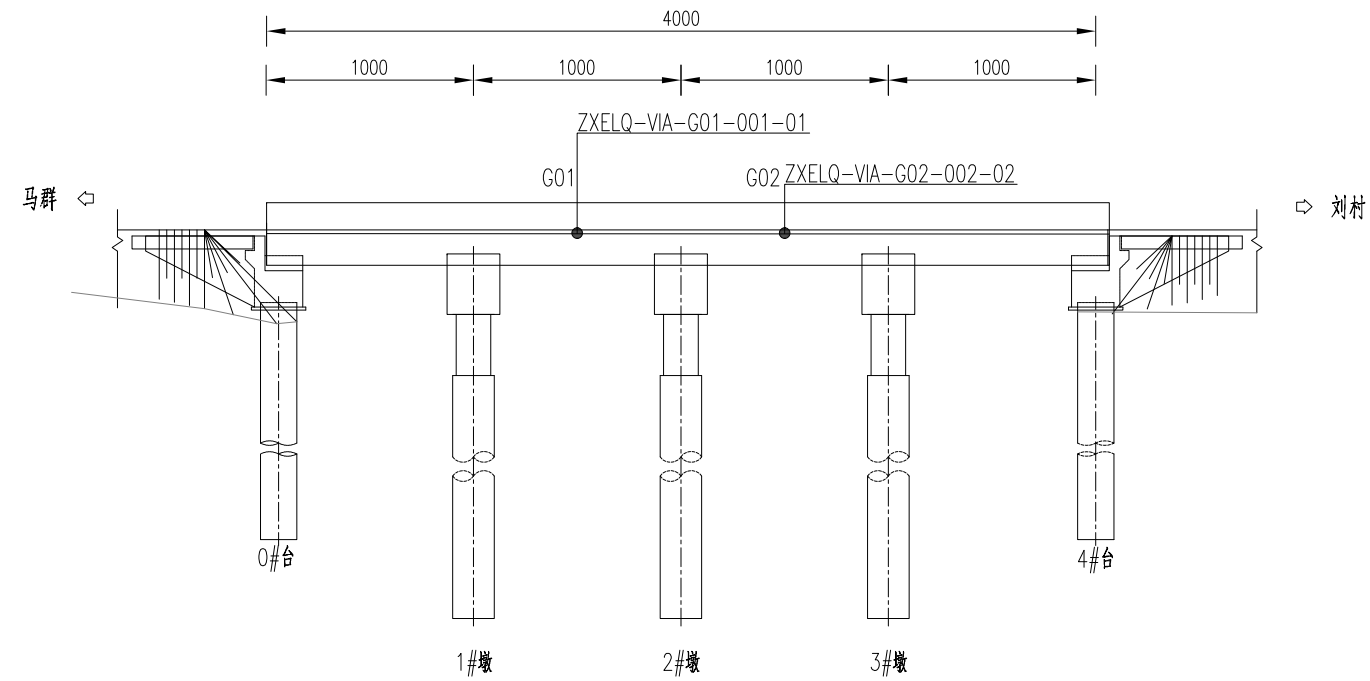


主要监测设备

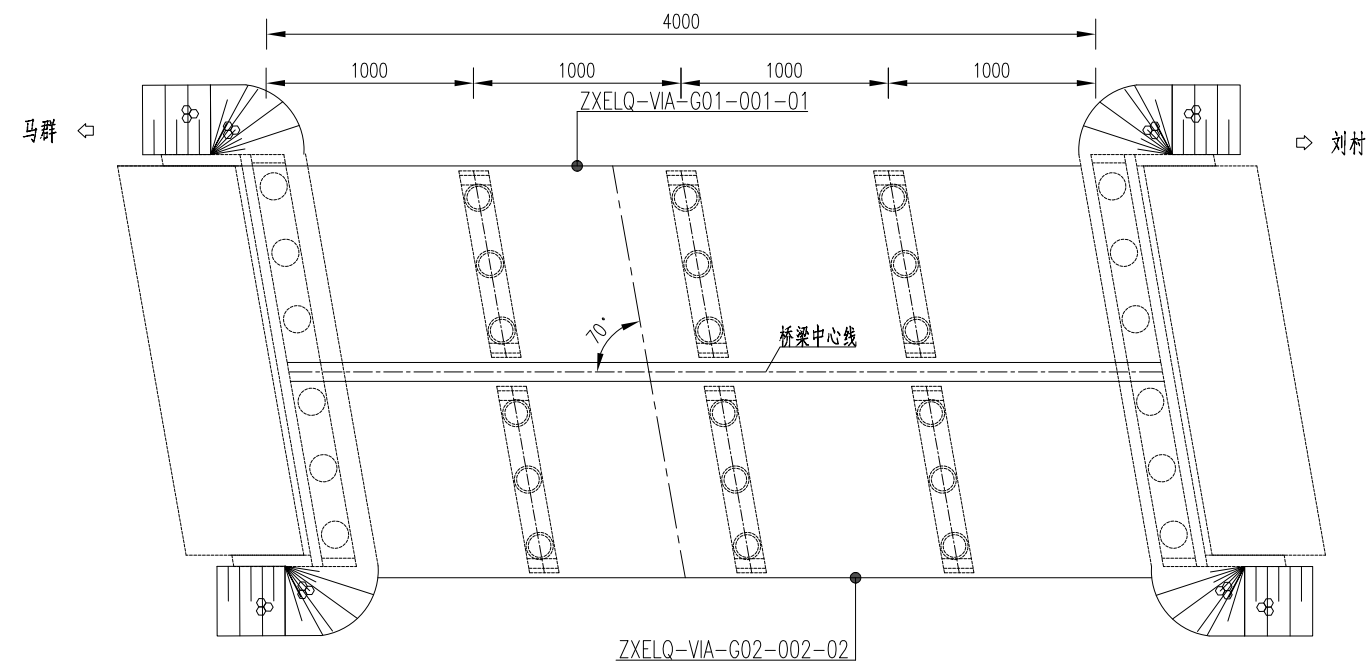
序号	监测类别	监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	/	振动倾角	多元感知终端	个
合计					2

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构安全监测项目主要包括振动倾角。

振动倾角监测测点布置立面图

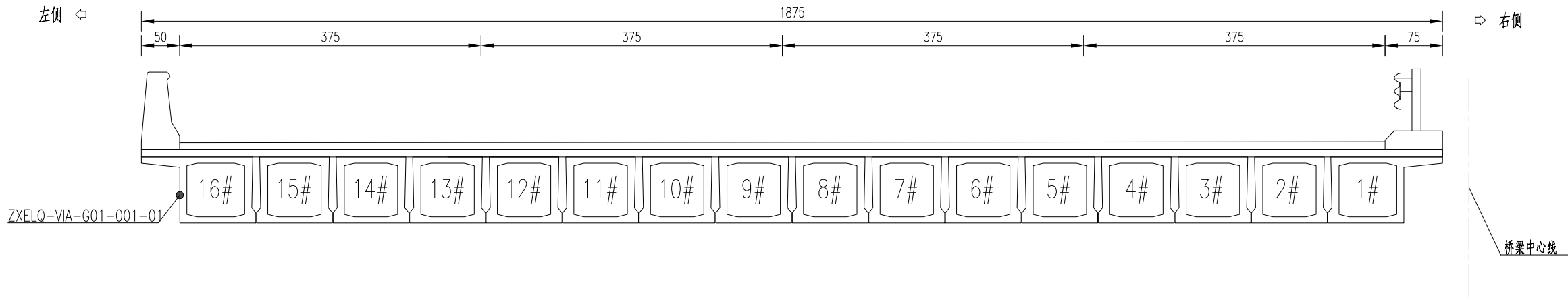


振动倾角监测测点布置平面图

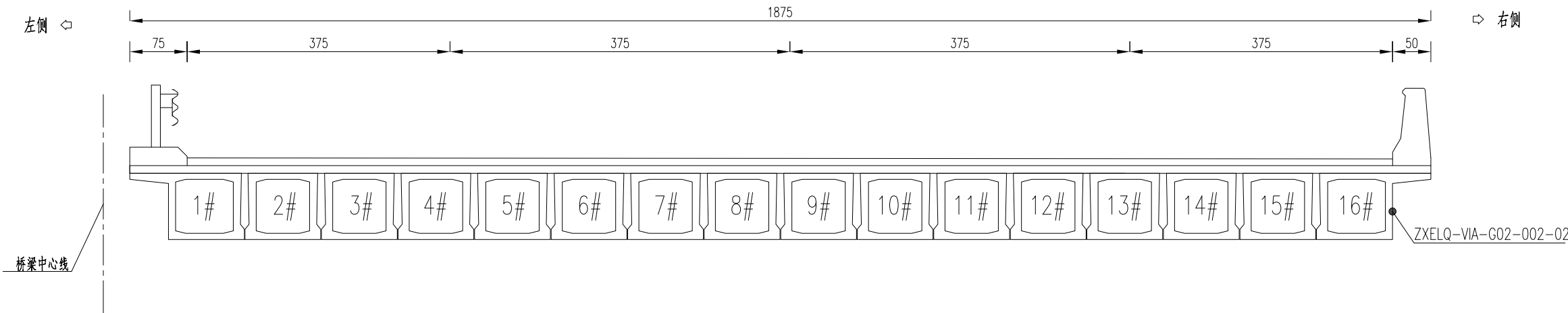


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）



振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
ZXELQ-VIA-G01-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#孔跨中主梁腹板
ZXELQ-VIA-G02-002-02		1		右幅3#孔跨中主梁腹板
合计		2		

G42站西二路桥	振动倾角监测简称				截面编号		构件编号	
	ZXELQ	-	VIA	-	PXX	-	XXX	XX
					桥墩			测点编号

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

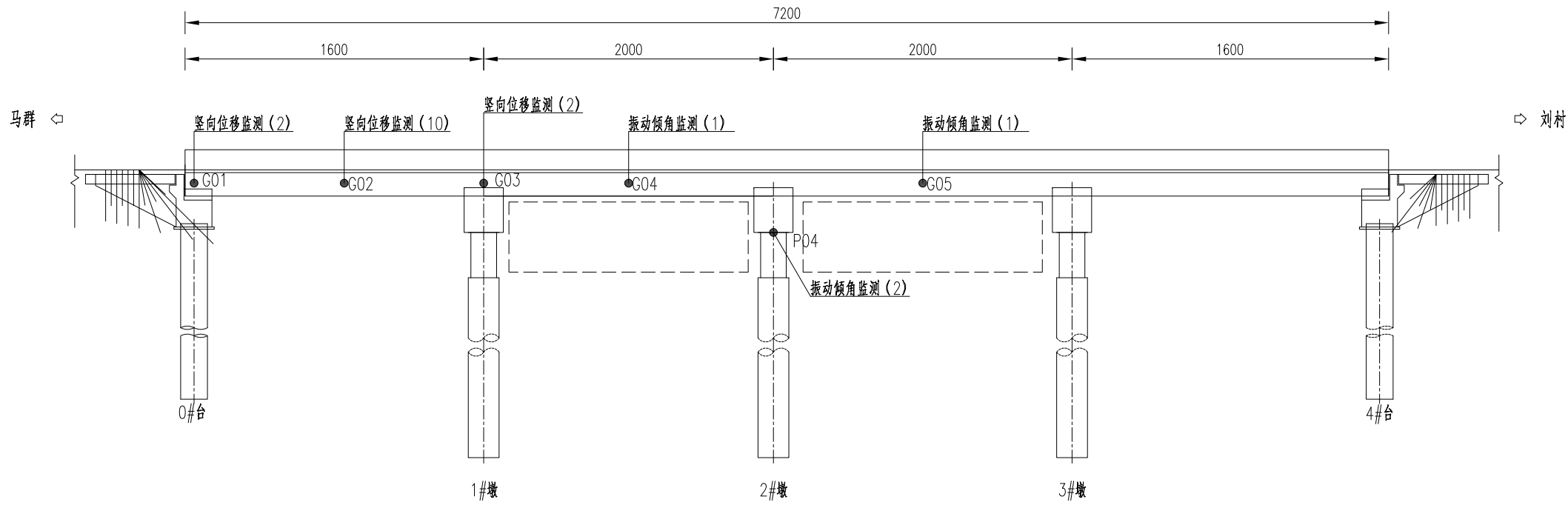
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	12
4		振动倾角监测	多元感知终端	/	台	4
5			安装支架	配套定制	个	4
6		配套支持设备	远程开关	/	个	1
7			工业级交换机	8口	台	1
8			工业路由器	/	台	1
9			工控机	/	台	1
10			12V/24V开关电源	/	个	1
11			电源防雷	/	个	1
12			挂壁机柜	/	台	1
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装，硅芯管保护	米	108
14			通信线缆—网线	超5类网线	米	60
15			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	96
16			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
17	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
18		数据传输模块开发	/	/	项	1
19		监测设备通信联调	/	/	项	1
20		监测设备防雷测试	/	/	项	1
21		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
22		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
23	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
24	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
25		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
26		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
27		连通性测试	/	/	项	1
28	临时设施	交通组织	/	/	项	1
29		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	主梁竖向位移	光电挠度仪/目标靶	1	TXQHT-DIS-G02-001-01	左幅1#孔7#梁梁底
				2	TXQHT-DIS-G02-001-02	左幅1#孔8#梁梁底
				3	TXQHT-DIS-G02-001-03	左幅1#孔9#梁梁底
				4	TXQHT-DIS-G02-001-04	左幅1#孔10#梁梁底
				5	TXQHT-DIS-G02-001-05	左幅1#孔11#梁梁底
				6	TXQHT-DIS-G02-002-06	右幅1#孔9#梁梁底
				7	TXQHT-DIS-G02-002-07	右幅1#孔10#梁梁底
				8	TXQHT-DIS-G02-002-08	右幅1#孔11#梁梁底
				9	TXQHT-DIS-G02-002-09	右幅1#孔12#梁梁底
				10	TXQHT-DIS-G02-002-10	右幅1#孔13#梁梁底
	振动倾角		多元感知终端	1	TXQHT-VIA-G04-001-01	左幅2#孔跨中腹板
				2	TXQHT-VIA-G05-002-02	右幅3#孔跨中腹板
				3	TXQHT-VIA-P04-001-03	左幅2#墩墩顶
				4	TXQHT-VIA-P04-002-04	右幅2#墩墩顶

监测设备总体布置图



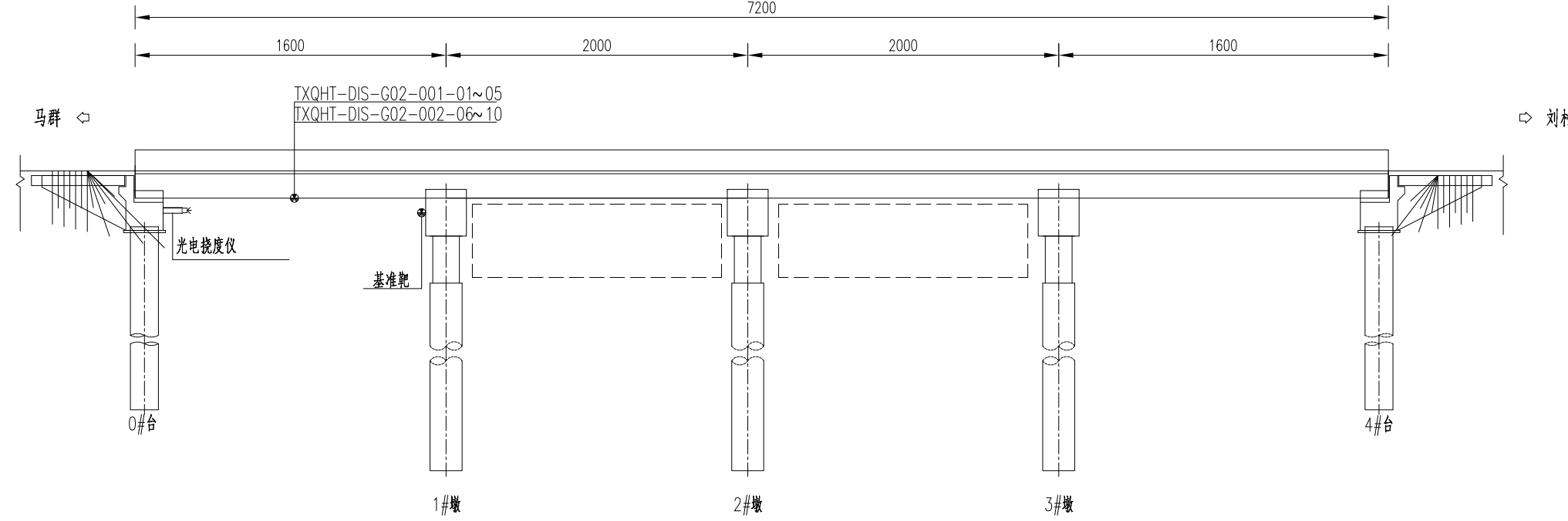
主要监测设备

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	位移	主梁竖向位移	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	10
				基准靶	个	2
	/	振动倾角	多元感知终端	个	4	
合计						18

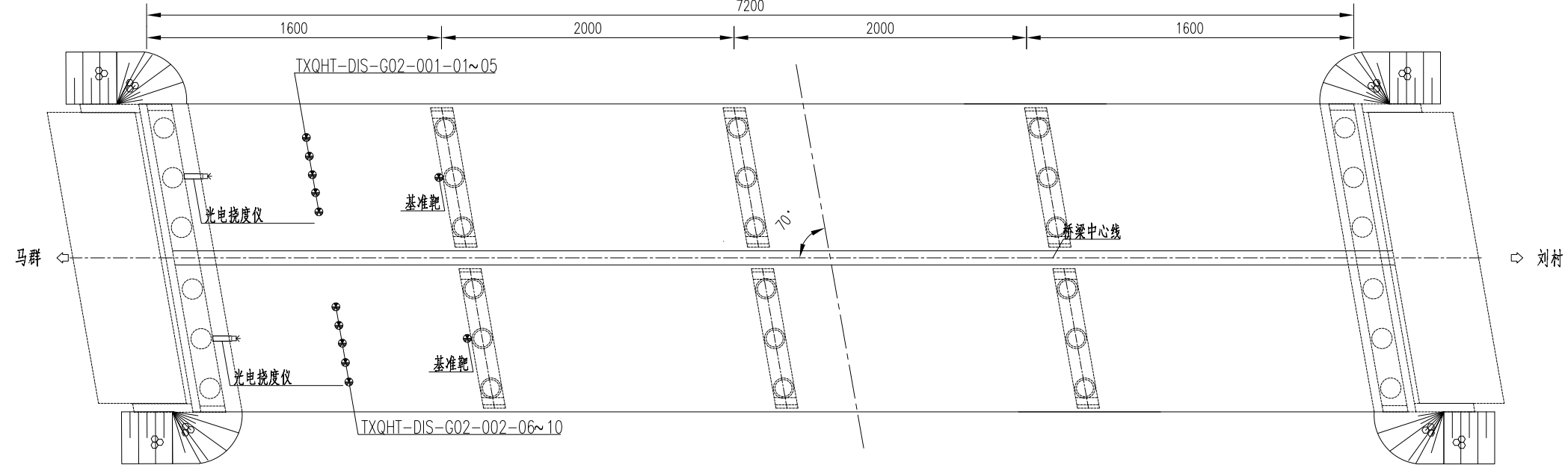
注：

- 图中尺寸单位均以厘米计。
- 表示附近区域监测测点。
- 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
- 本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移、振动倾角。

竖向位移监测测点布置立面图

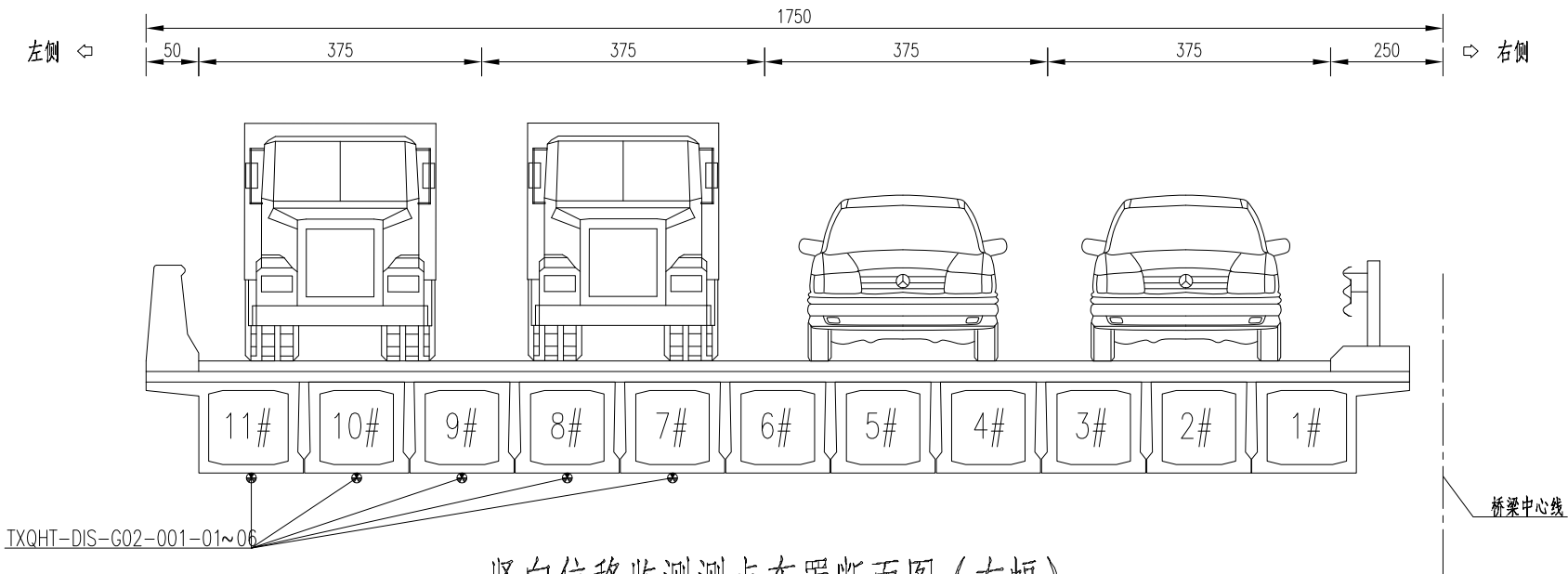


竖向位移监测测点布置平面图

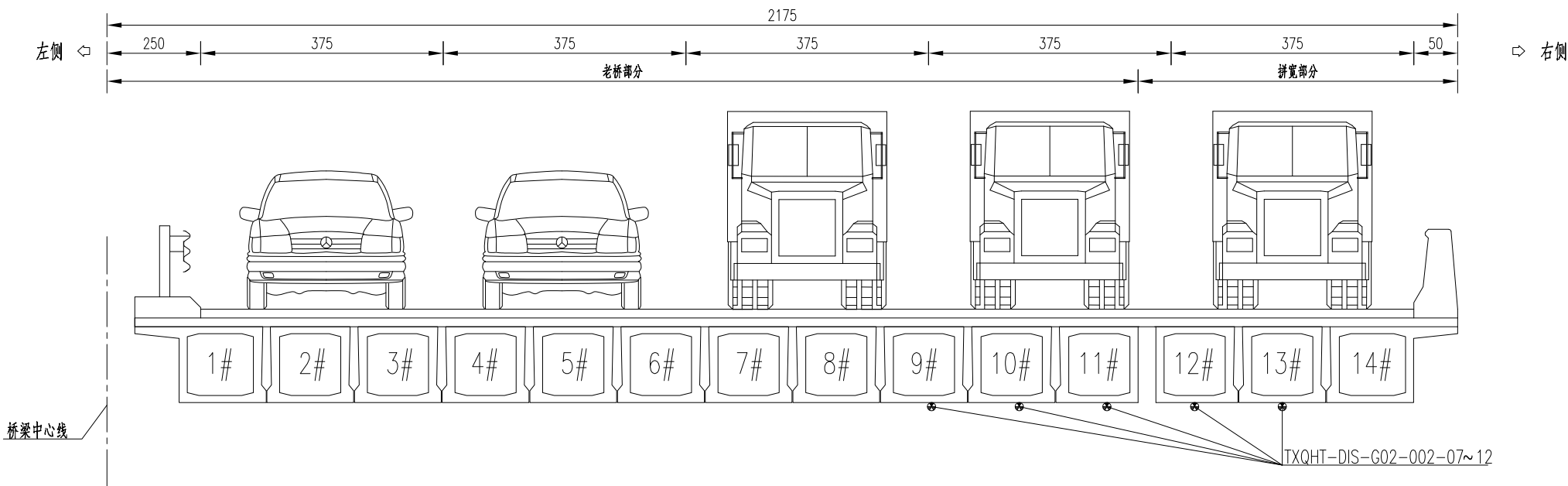


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示标靶，—×表示光电挠度仪。
 - 3.全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
 - 4.光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

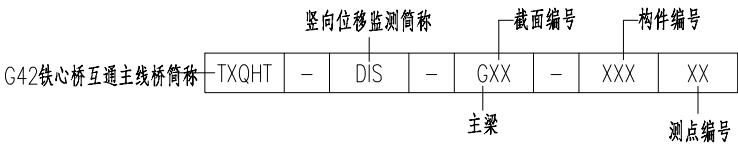


竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



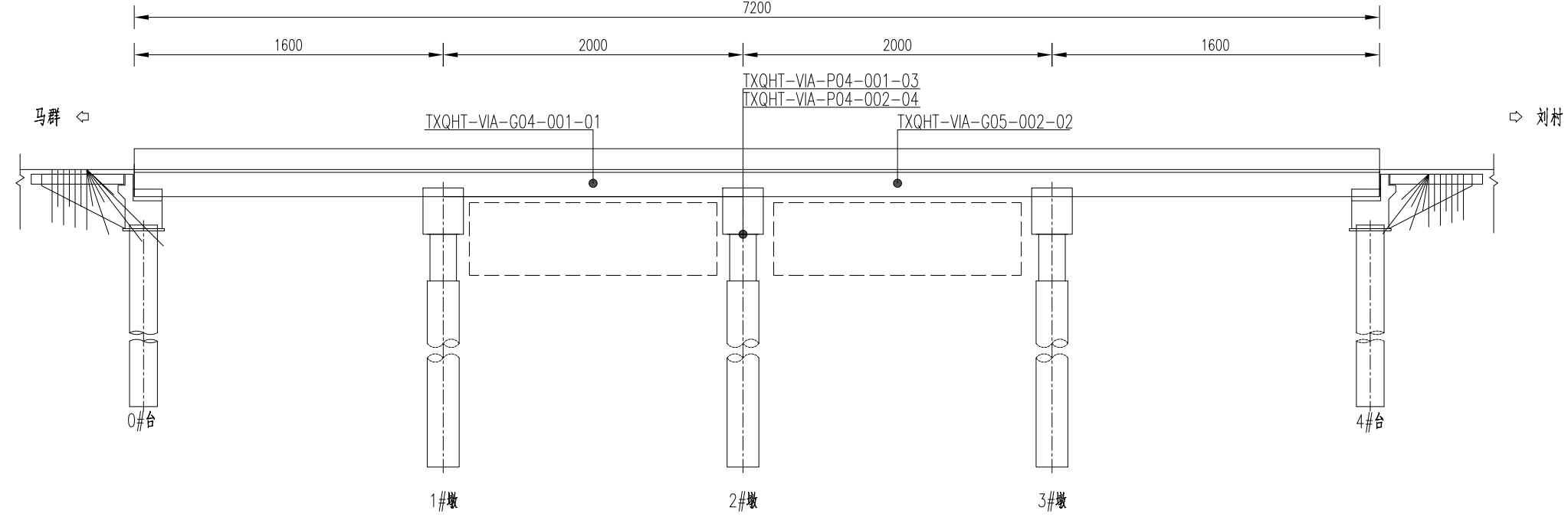
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅0#台
TXQHT-DIS-G02-001-01~05	目标靶	10	个	左、右幅1#孔跨中断面
TXQHT-DIS-G02-002-06~10				
/	基准靶	2	个	左、右幅1#墩
合计		14		

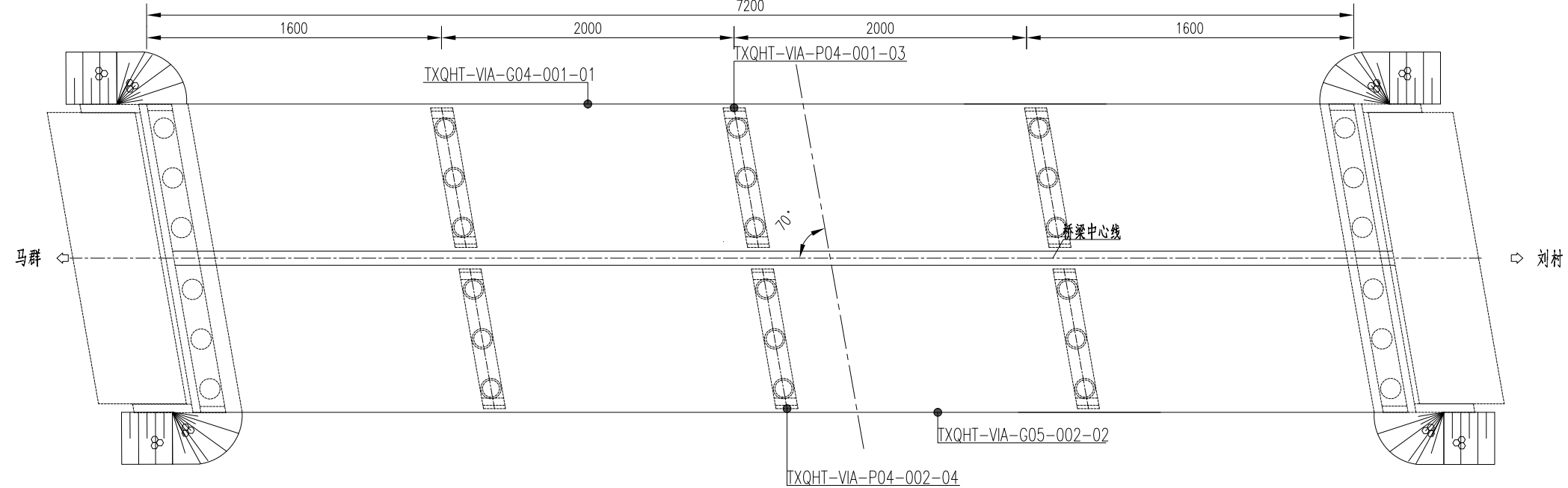


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示标靶， 表示光电挠度仪。
 - 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
 - 光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

振动倾角监测测点布置立面图

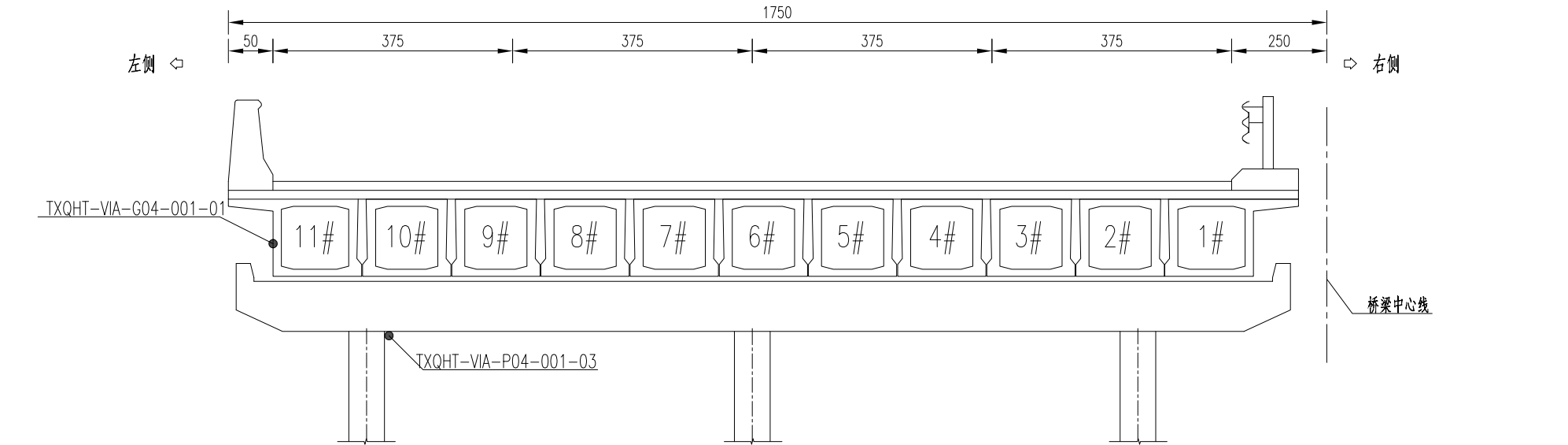


振动倾角监测测点布置平面图

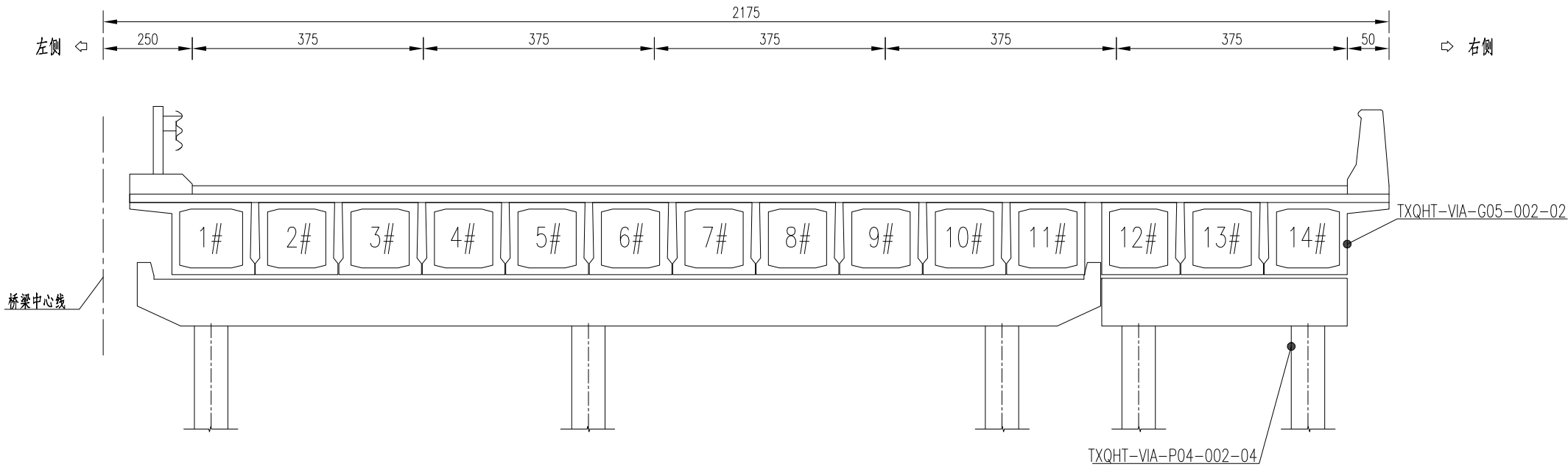


注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ● 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）



振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

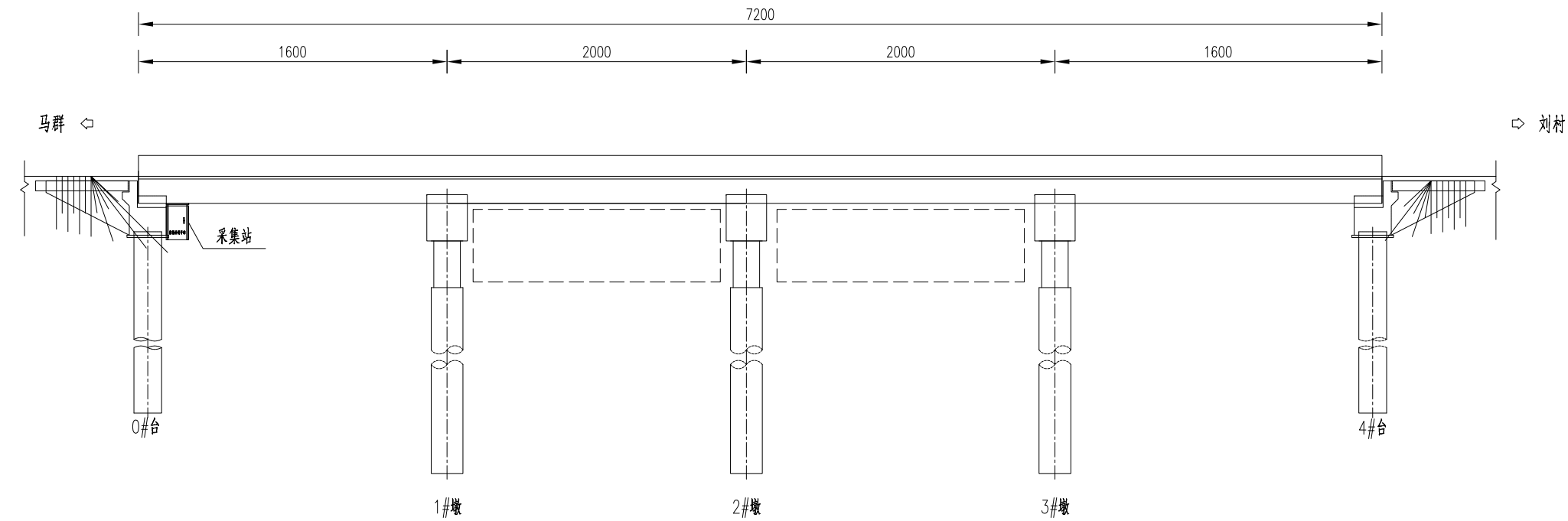
传感器编号	名称	数量	单位	备注
TXQHT-VIA-G04-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#孔跨中腹板
TXQHT-VIA-G05-002-02				右幅3#孔跨中腹板
TXQHT-VIA-P04-001-03				左幅2#墩墩顶
TXQHT-VIA-P04-002-04				右幅2#墩墩顶
合计		4		

G42铁心桥互通主线桥简称

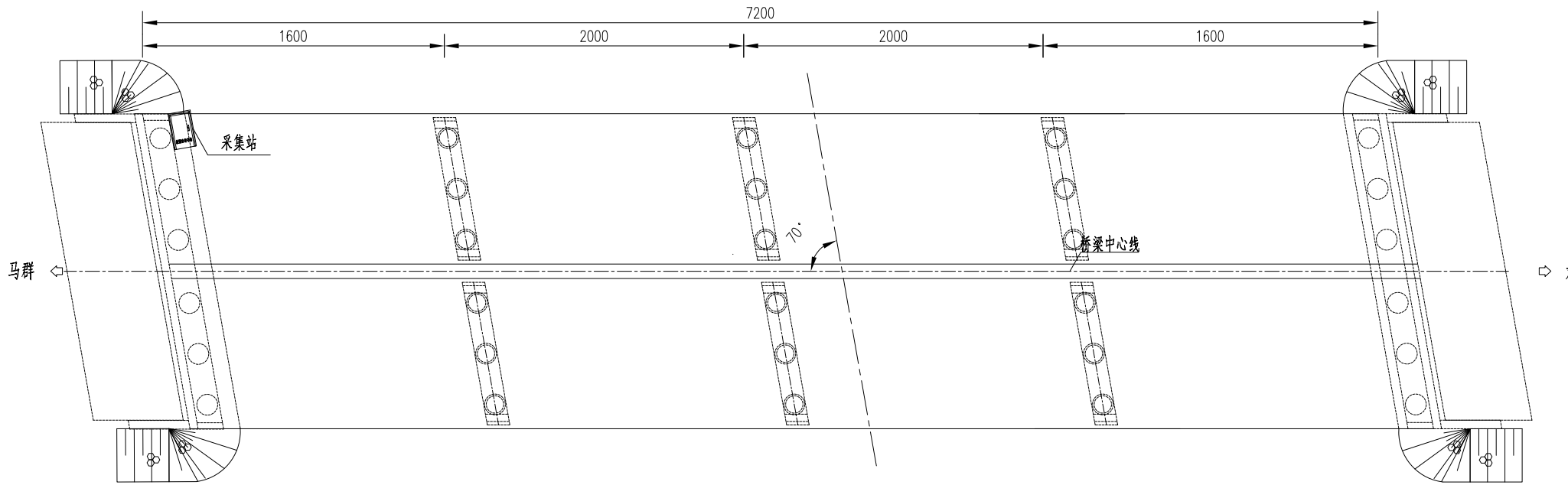
TXQHT	-	VIA	-	PXX	-	XXX	XX
				桥墩		测点编号	

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

采集站布置立面图



采集站布置平面图

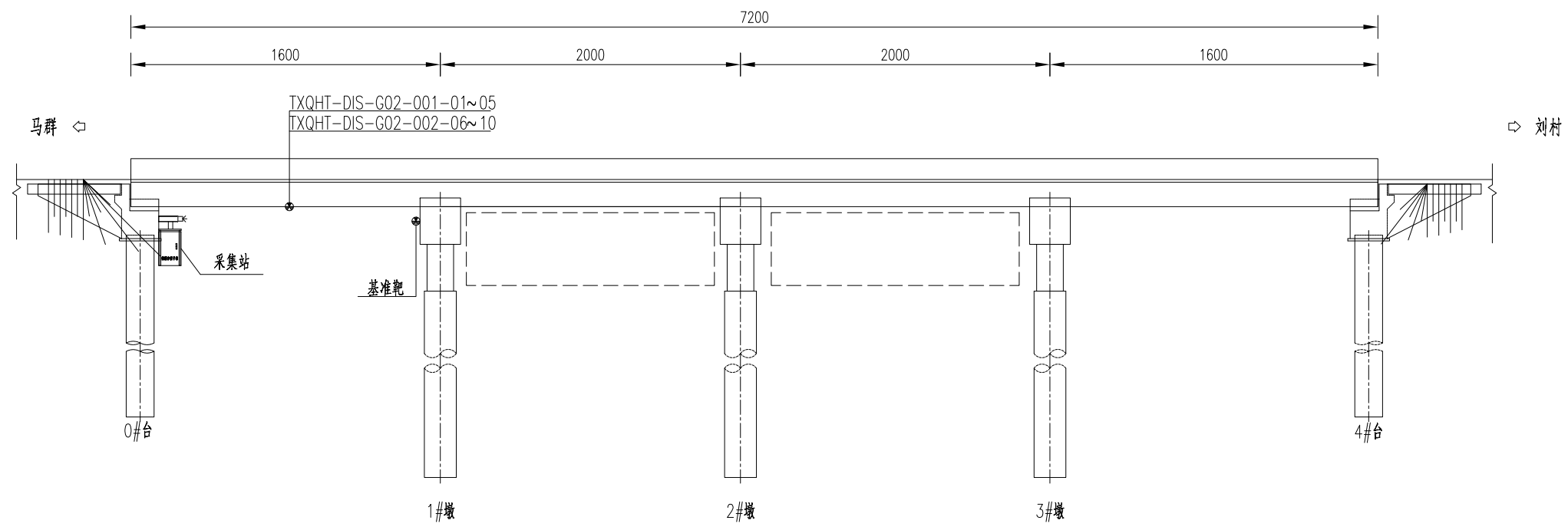


工程数量表

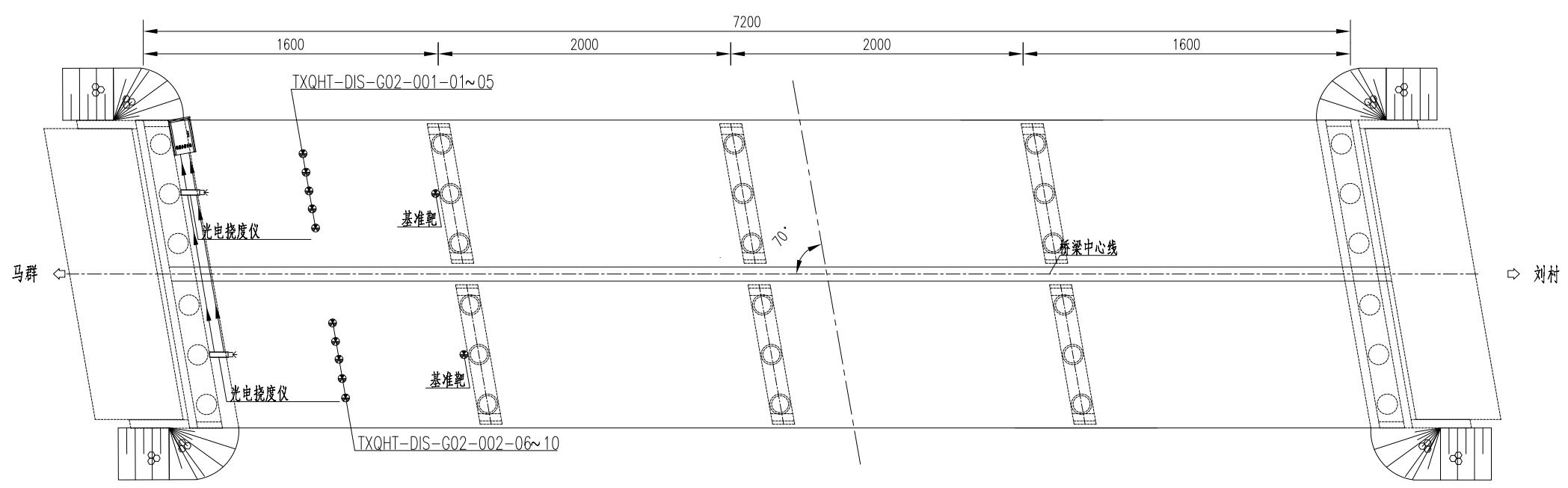
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	左幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ▣表示采集站。
 - 在左幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

竖向位移监测线缆立面布置图



竖向位移监测线缆平面布置图



- 注：
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. ● 表示标靶，◯ 表示光电挠度仪。
 - 3. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 - 4. — 表示电力线缆，— 表示网络线缆。

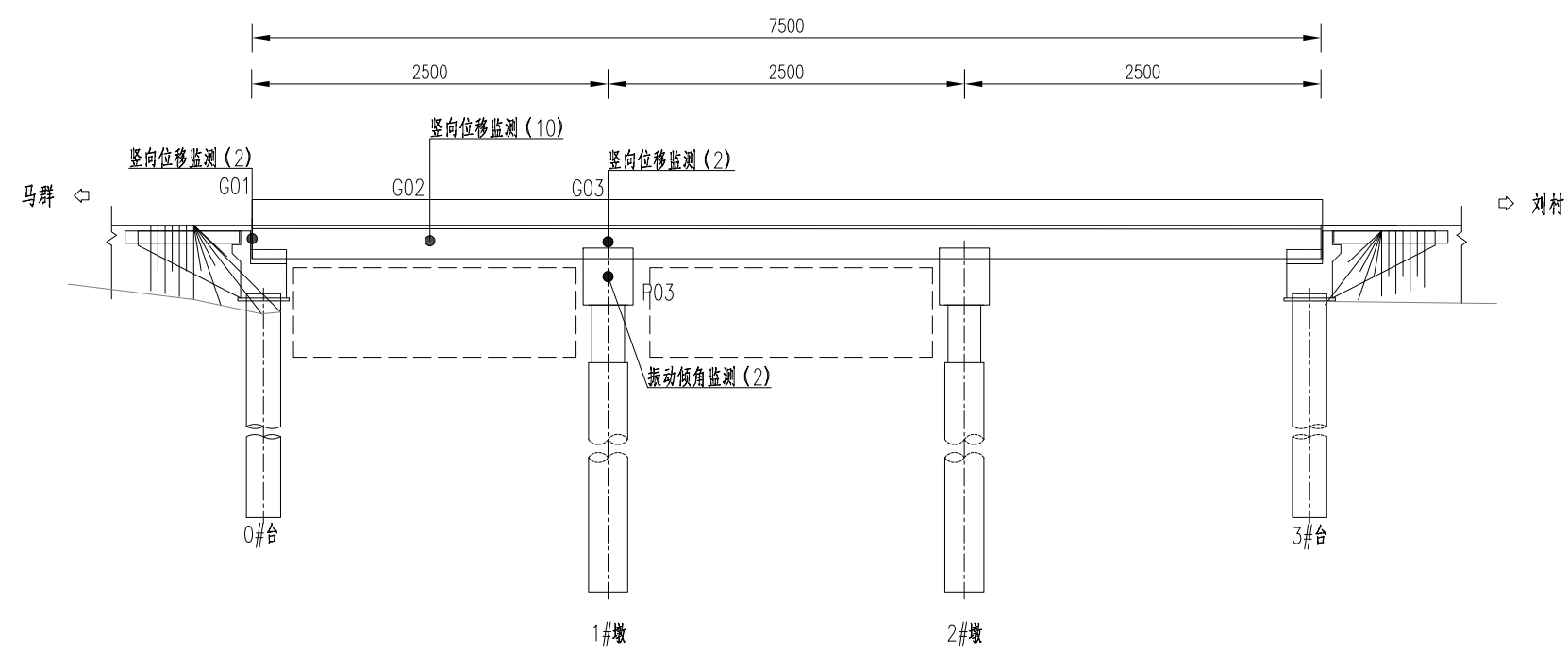
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	12
4		振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
5			安装支架	配套定制	个	2
6		配套支持设备	远程开关	/	个	1
7			工业级交换机	8口	台	1
8			工业路由器	/	台	1
9			工控机	/	台	1
10			12V/24V开关电源	/	个	1
11			电源防雷	/	个	1
12			挂壁机柜	/	台	1
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装，硅芯管保护	米	396
14			通信线缆—网线	超5类网线	米	60
15			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	144
16			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
17	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
18		数据传输模块开发	/	/	项	1
19		监测设备通信联调	/	/	项	1
20		监测设备防雷测试	/	/	项	1
21		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
22		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
23	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
24	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
25		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
26		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
27		连通性测试	/	/	项	1
28	临时设施	交通组织	/	/	项	1
29		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	主梁竖向位移	光电挠度仪/目标靶	1	JSLHT-DIS-G02-001-01	左幅1#孔跨中4#梁梁底
				2	JSLHT-DIS-G02-001-02	左幅1#孔跨中5#梁梁底
				3	JSLHT-DIS-G02-001-03	左幅1#孔跨中6#梁梁底
				4	JSLHT-DIS-G02-001-04	左幅1#孔跨中7#梁梁底
				5	JSLHT-DIS-G02-001-05	左幅1#孔跨中8#梁梁底
				6	JSLHT-DIS-G02-002-06	右幅1#孔跨中6#梁梁底
				7	JSLHT-DIS-G02-002-07	右幅1#孔跨中7#梁梁底
				8	JSLHT-DIS-G02-002-08	右幅1#孔跨中8#梁梁底
				9	JSLHT-DIS-G02-002-09	右幅1#孔跨中9#梁梁底
				10	JSLHT-DIS-G02-002-10	右幅1#孔跨中10#梁梁底
	振动倾角		多元感知终端	1	JSLHT-VIA-P03-001-01	左幅1#墩墩顶
				2	JSLHT-VIA-P03-002-02	右幅1#墩墩顶

监测设备总体布置图

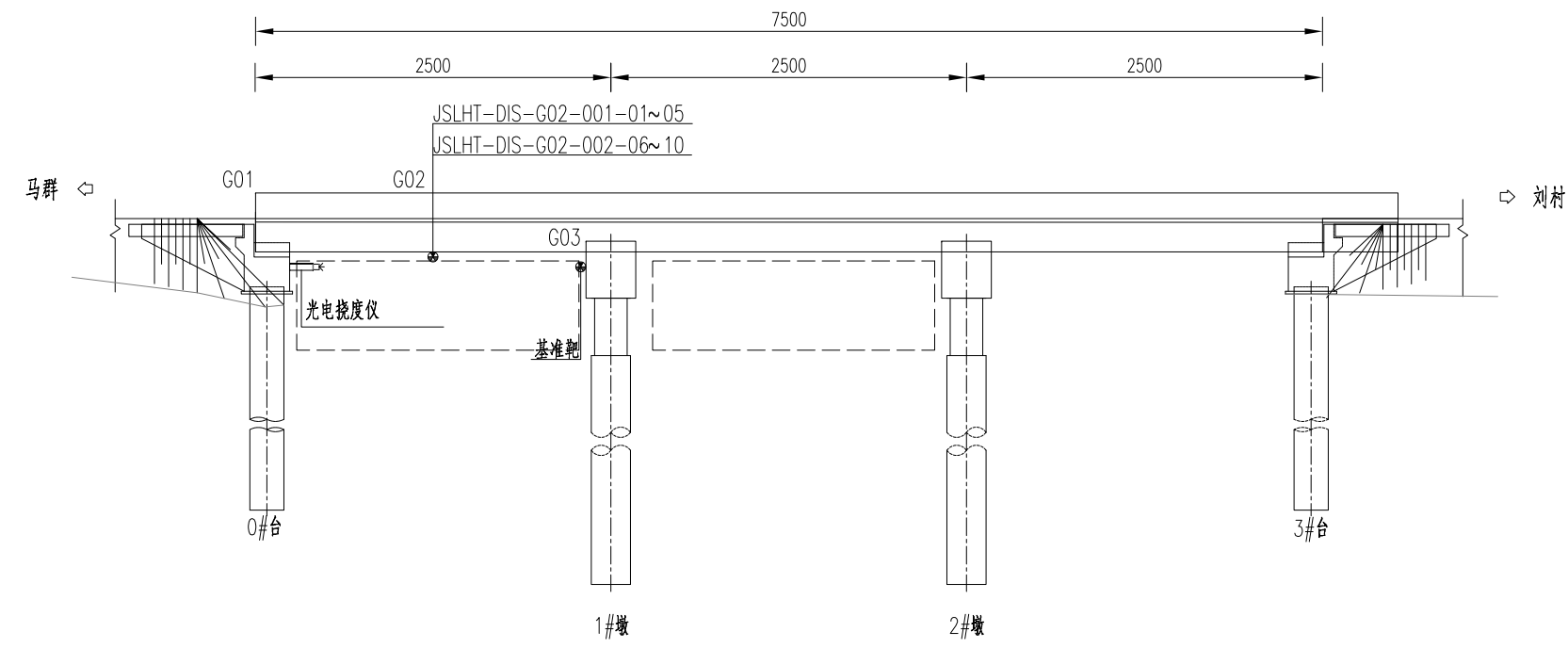


主要监测设备

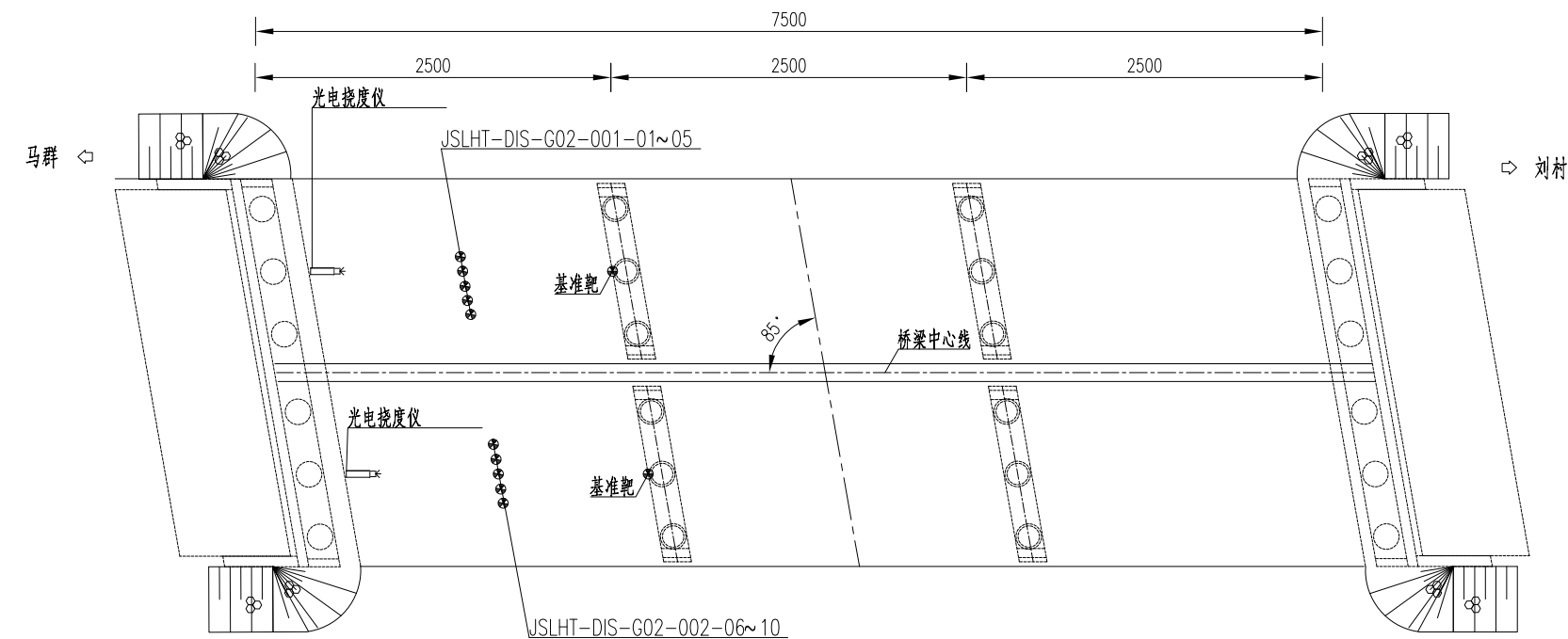
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	位移	主梁竖向位移	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	10
				基准靶	个	2
二	结构响应	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
			合计	16		

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移、振动倾角。

主梁竖向位移监测测点布置立面图

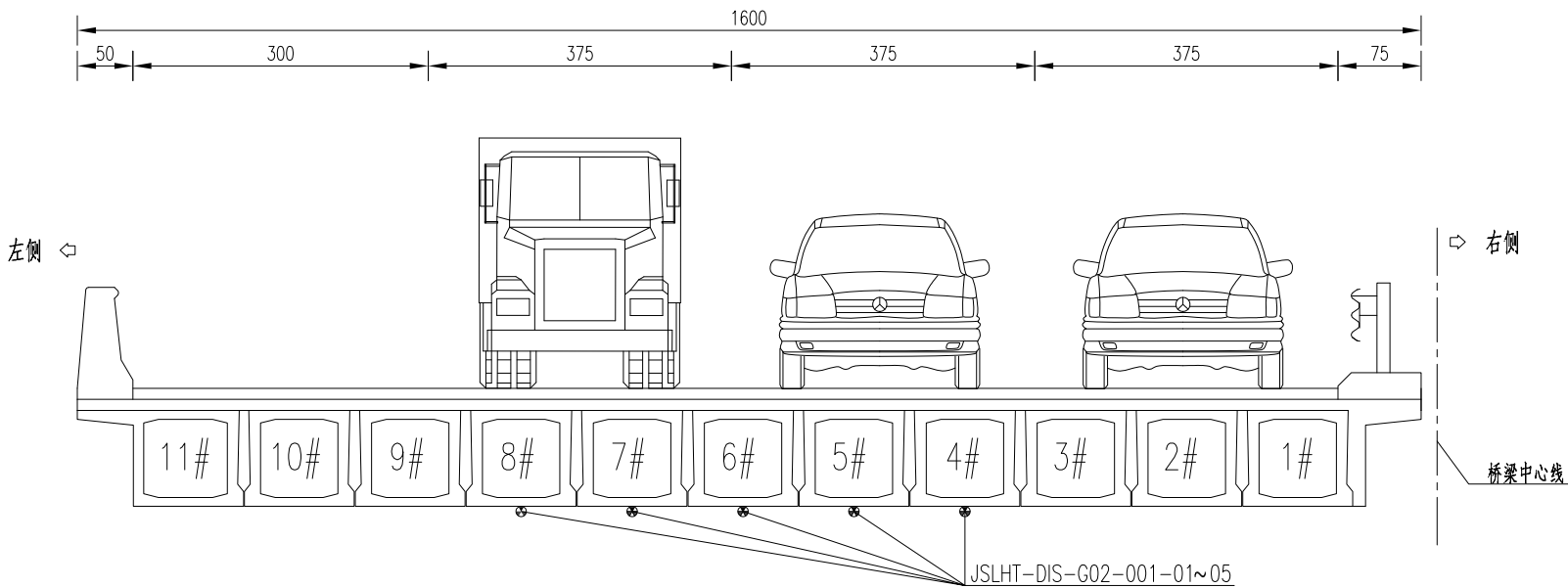


主梁竖向位移监测测点布置平面图

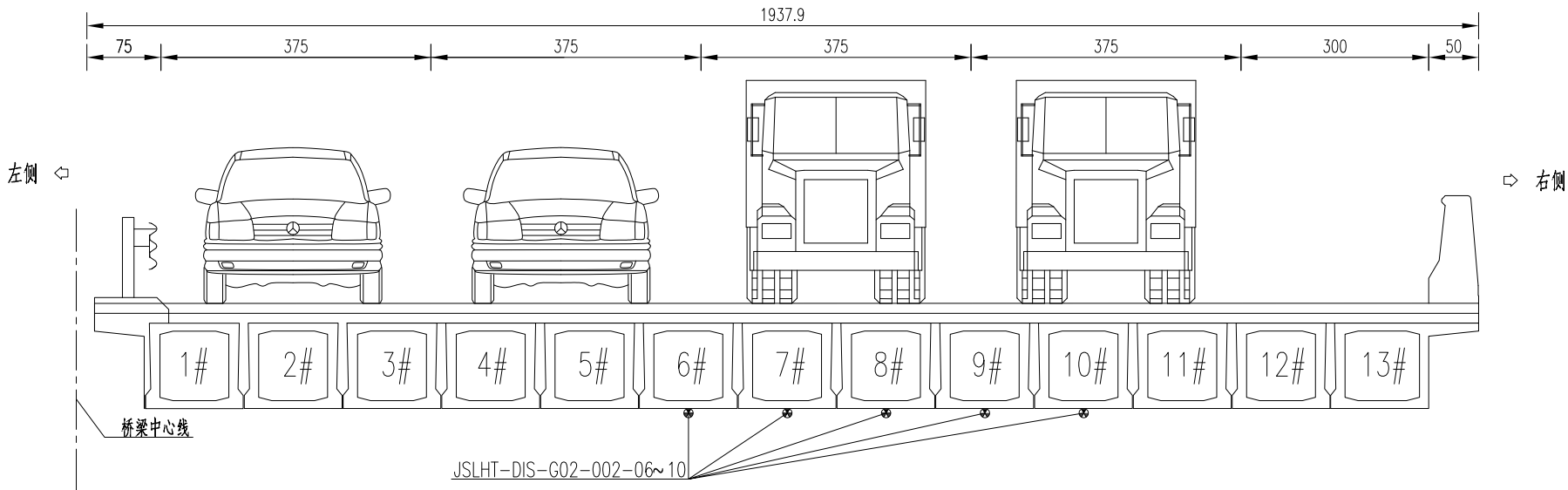


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示标靶，表示光电挠度仪。
 - 3.全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
 - 4.光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

主梁竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

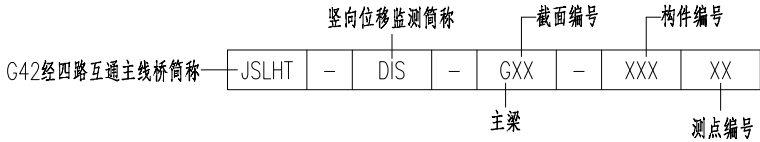


主梁竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



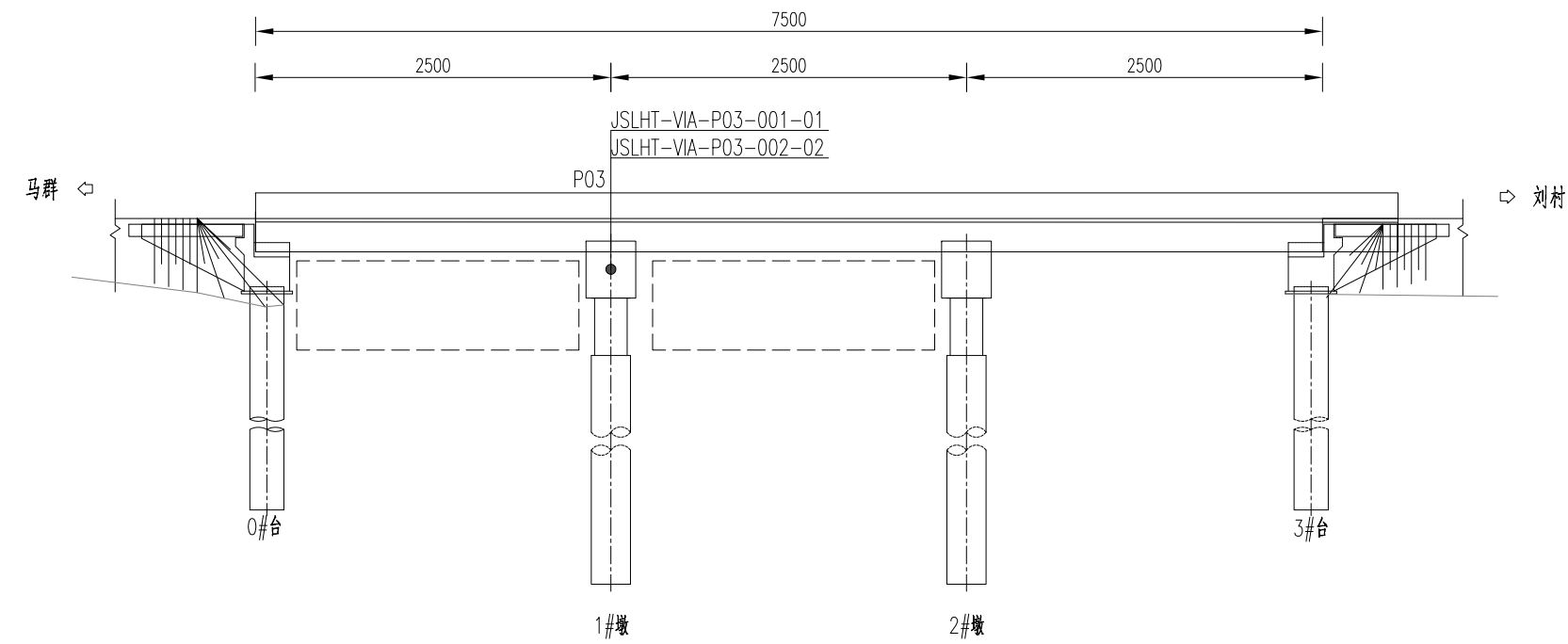
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅0#台
JSLHT-DIS-G02-001-01~05	目标靶	10	个	左、右幅1#孔跨中断面
JSLHT-DIS-G02-002-06~10				
/	基准靶	2	个	左、右幅1#墩
合计		14		

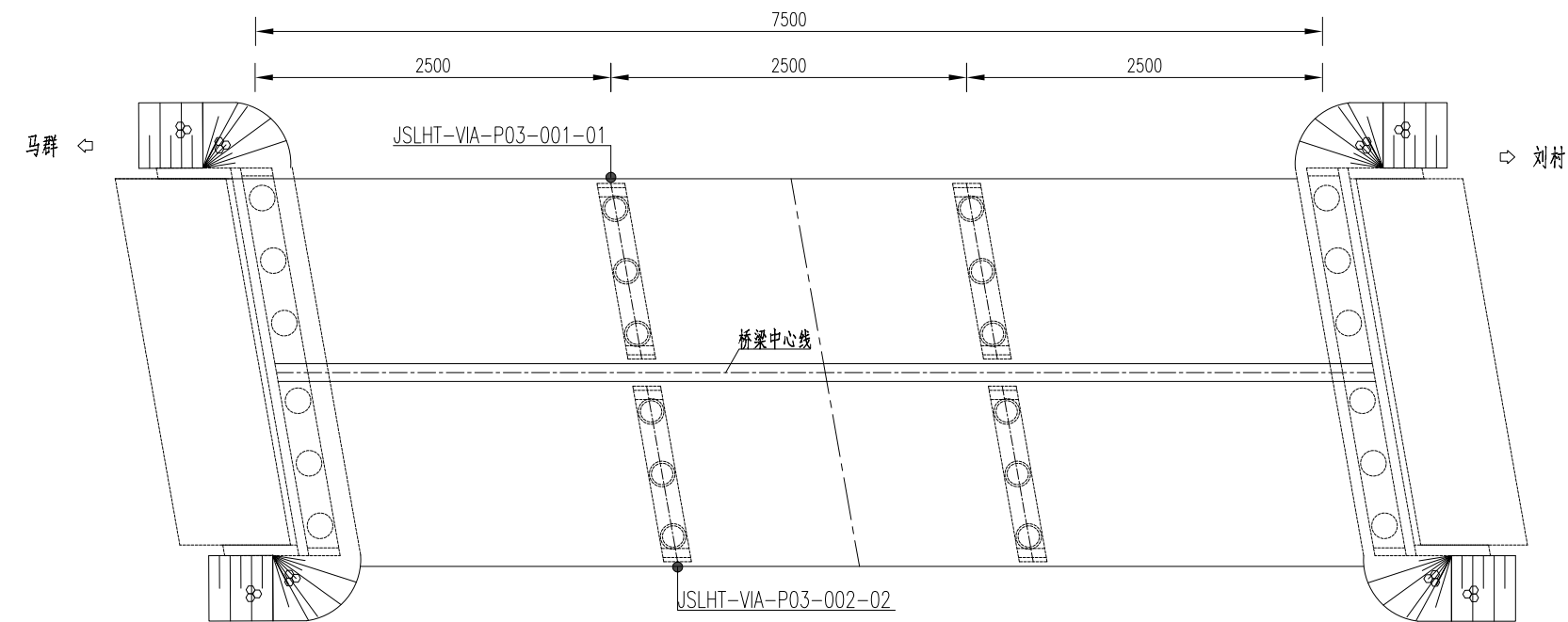


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ⊙ 表示标靶， 表示光电挠度仪。
 - 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
 - 光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

振动倾角监测测点布置立面图

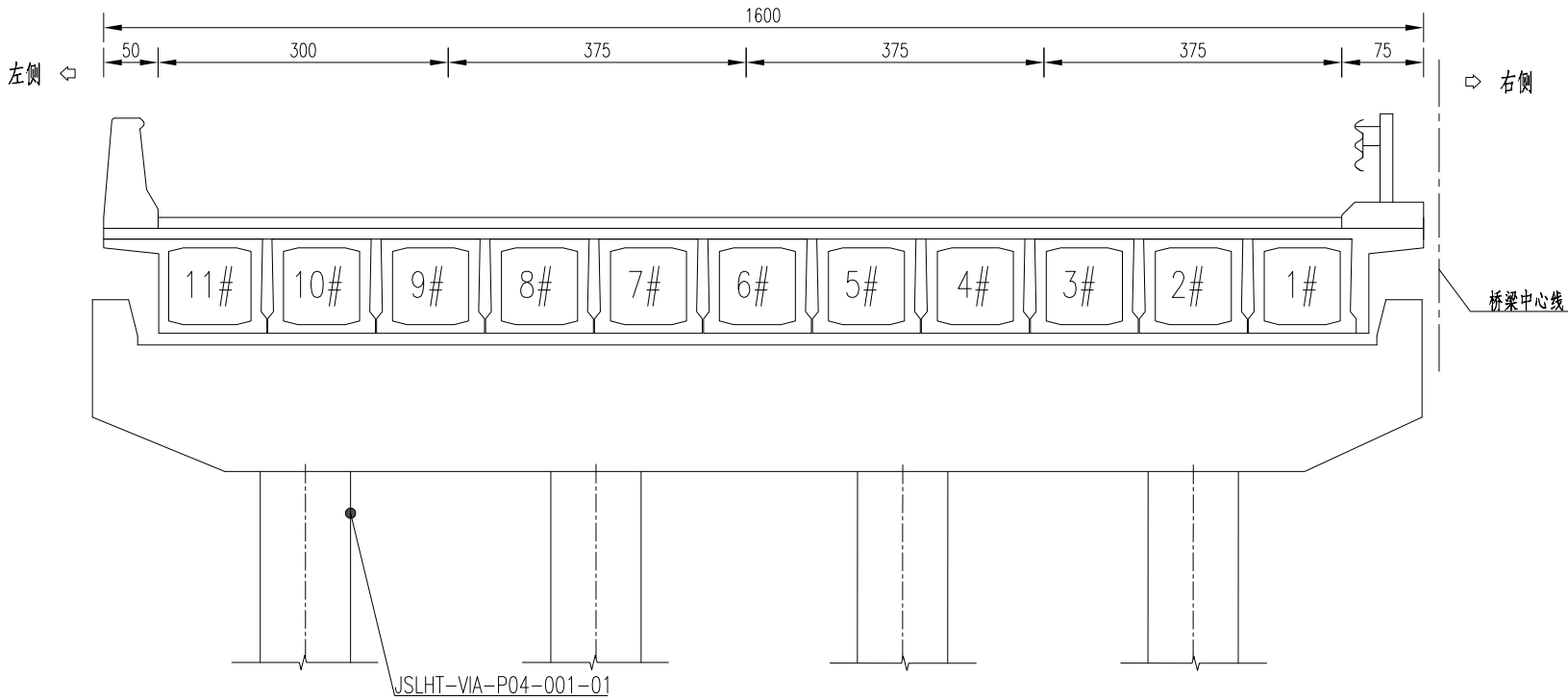


振动倾角监测测点布置平面图

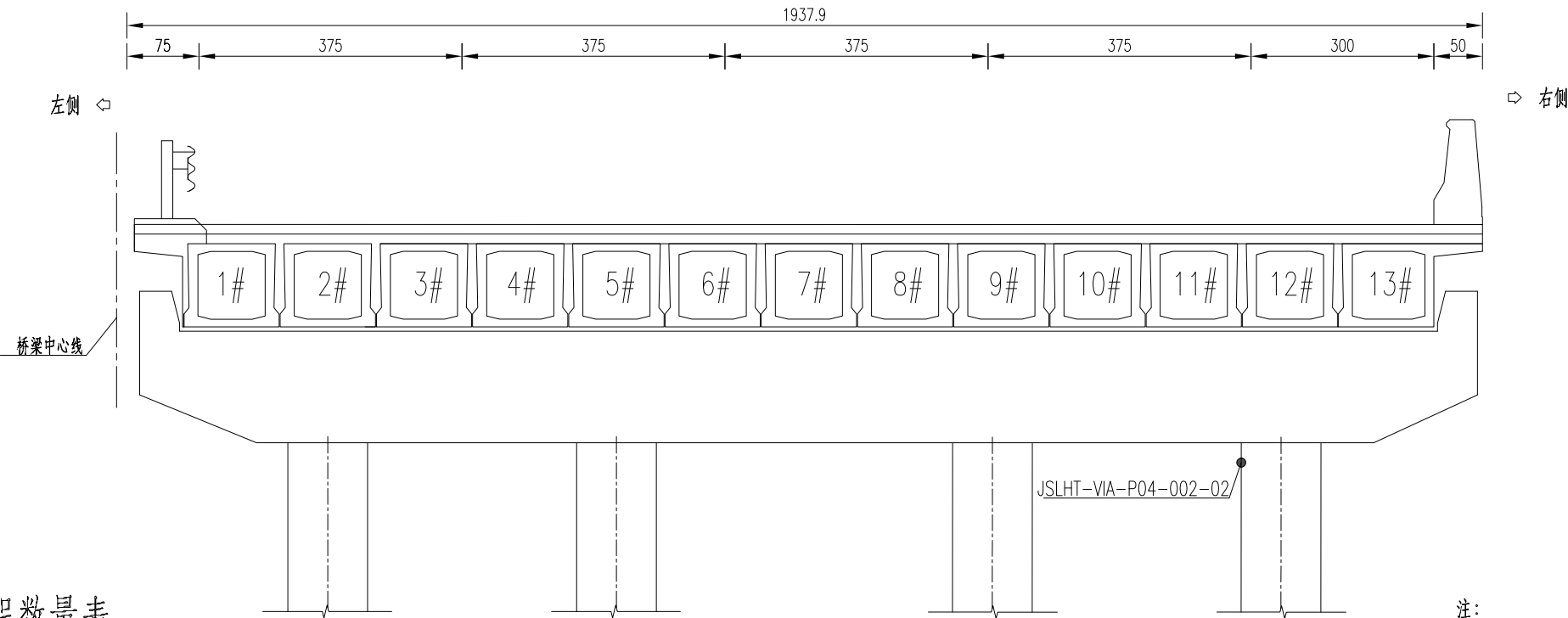


注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）

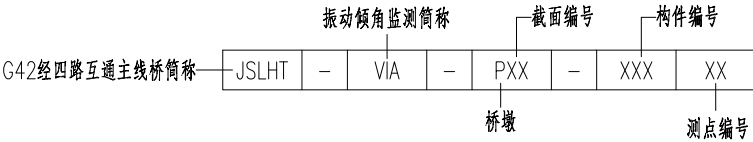


振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



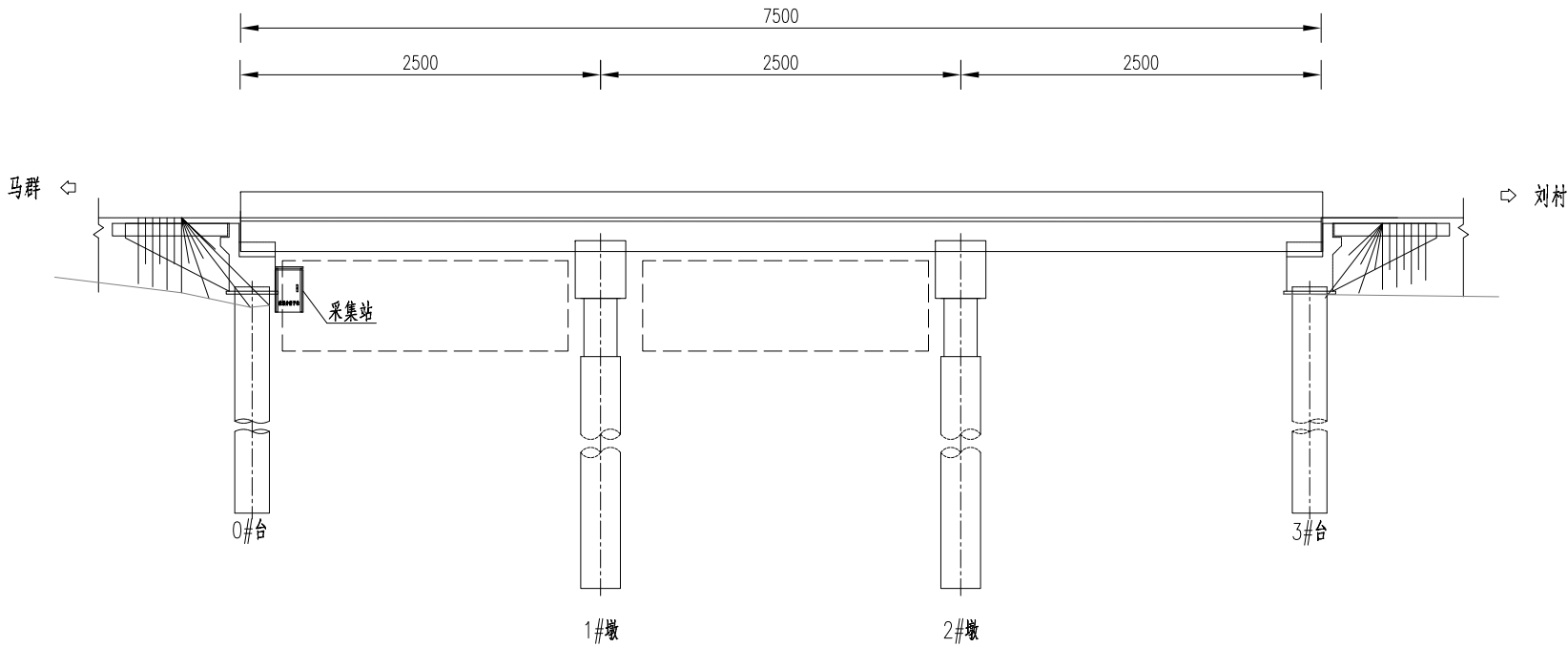
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
JSLHT-VIA-P03-001-01	多元感知终端	1	个	左幅1#墩墩顶
JSLHT-VIA-P03-002-02		1		右幅1#墩墩顶
合计		2		

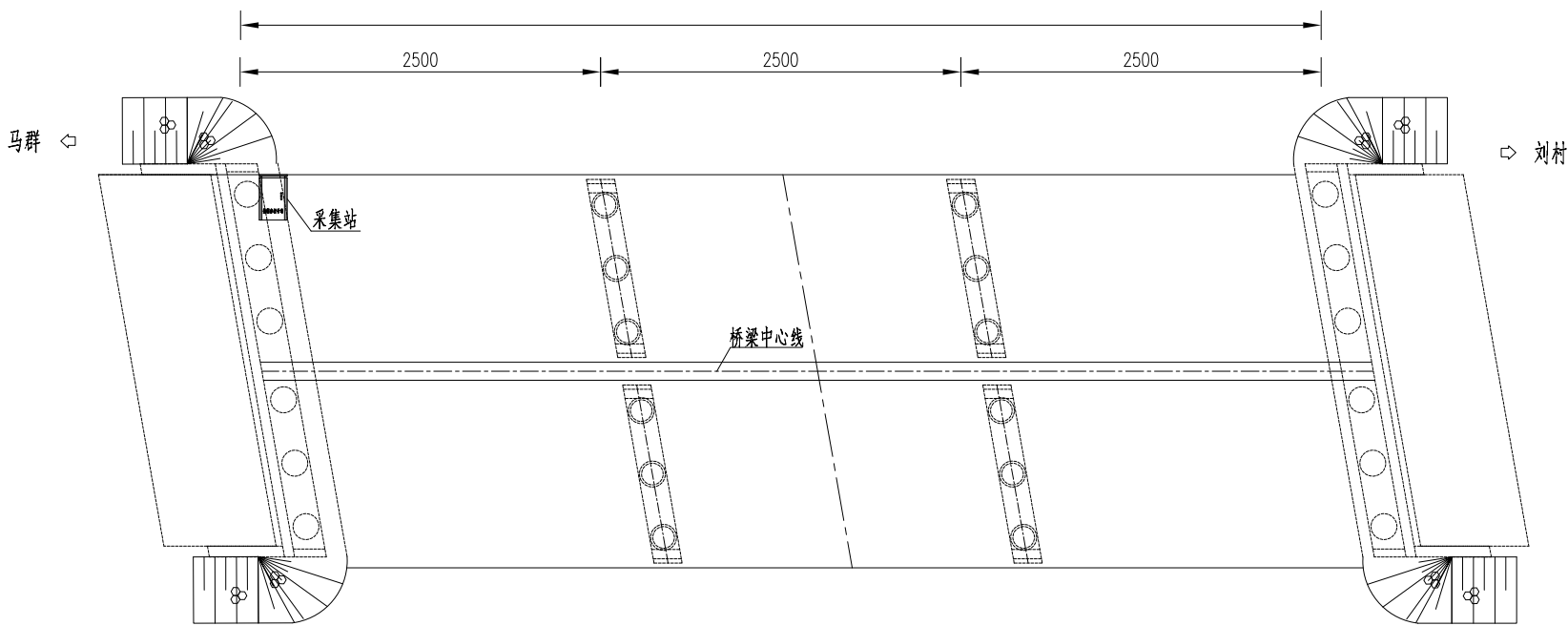


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

采集站布置立面图



采集站布置平面图

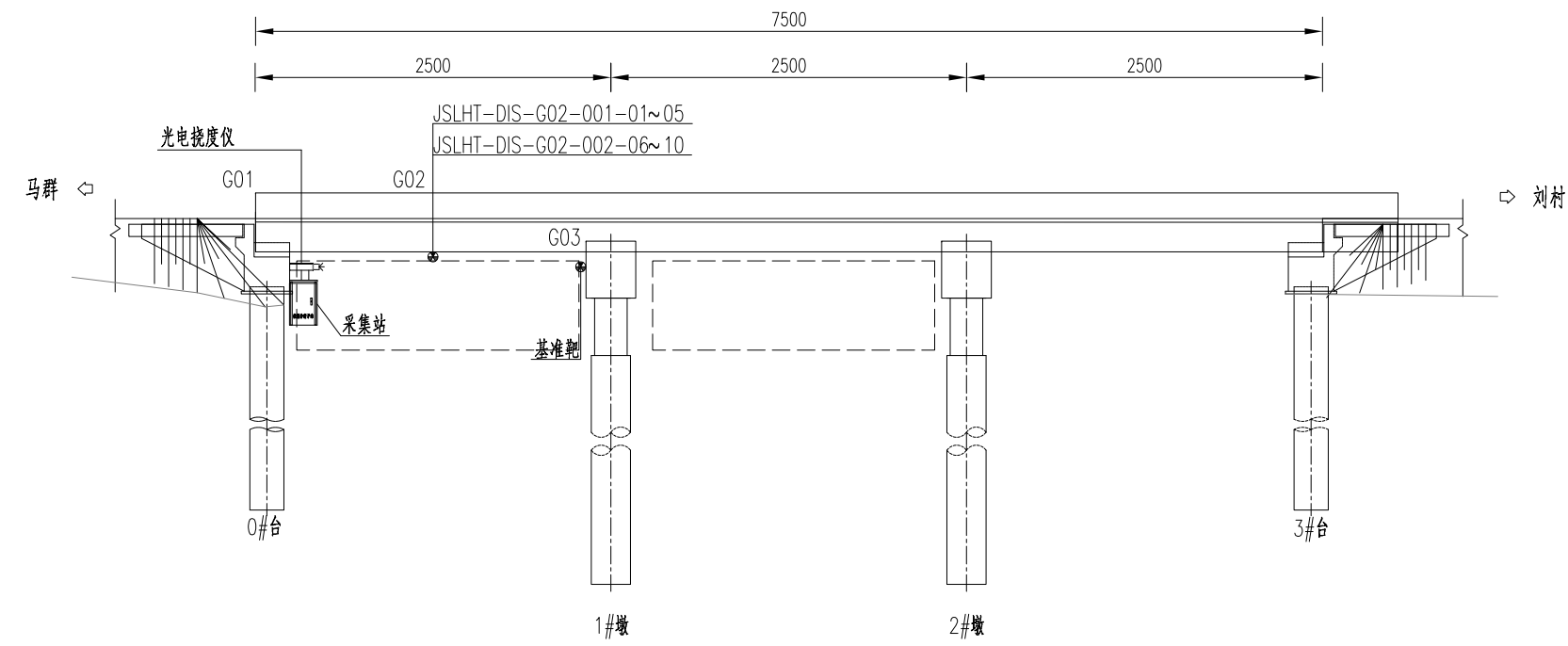


工程数量表

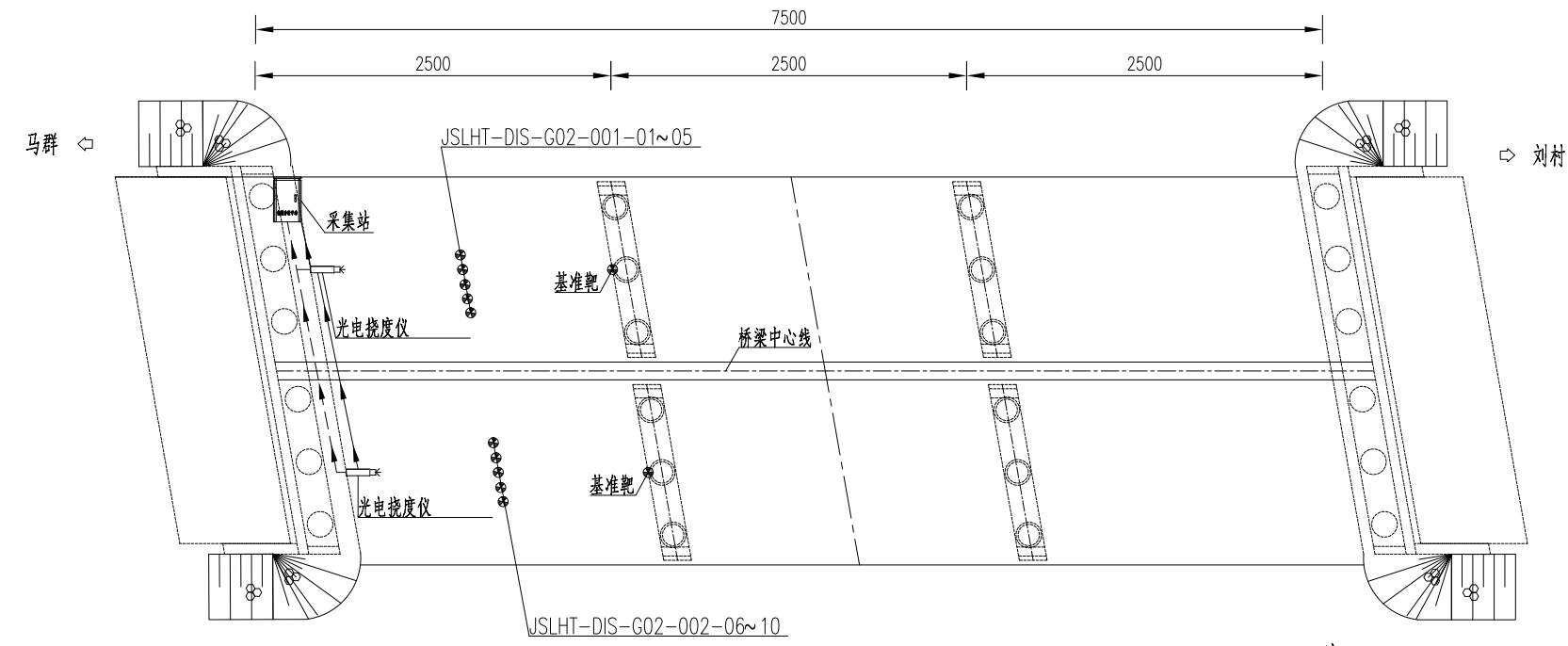
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	左幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示采集站。
 - 在左幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

主梁竖向位移监测线缆布置立面图



主梁竖向位移监测线缆布置平面图



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. $\odot$ 表示标靶， $\square$ 表示光电挠度仪。
 3. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 4. $\longrightarrow$ 表示电力线缆， $\longrightarrow$ 表示网络线缆。

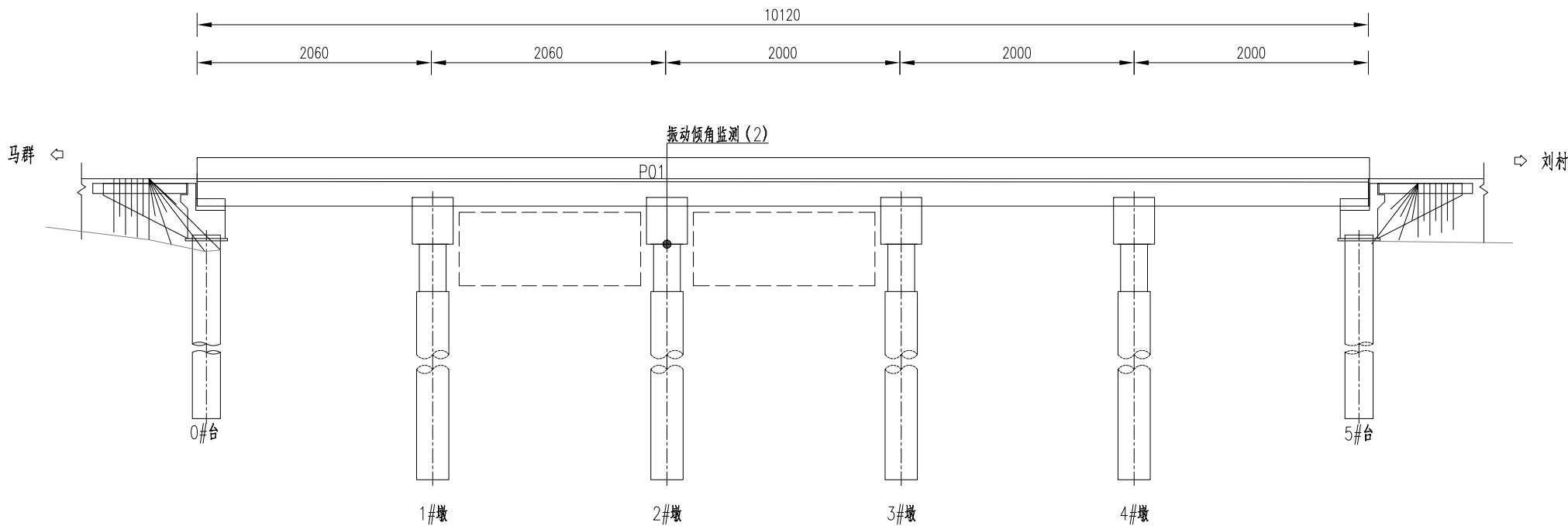
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
2			安装支架	配套定制	个	2
3	监测管线工程	管线及保护	安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
4	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
5		监测设备通信联调	/	/	项	1
6		监测设备防雷测试	/	/	项	1
7		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
8		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
9	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
10	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
11		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
12		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
13		连通性测试	/	/	项	1
14	临时设施	交通组织	/	/	项	1
15		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	YYLQ-VIA-P03-001-01	左幅2#墩盖梁
				2	YYLQ-VIA-P03-002-02	右幅2#墩盖梁

监测设备总体布置图

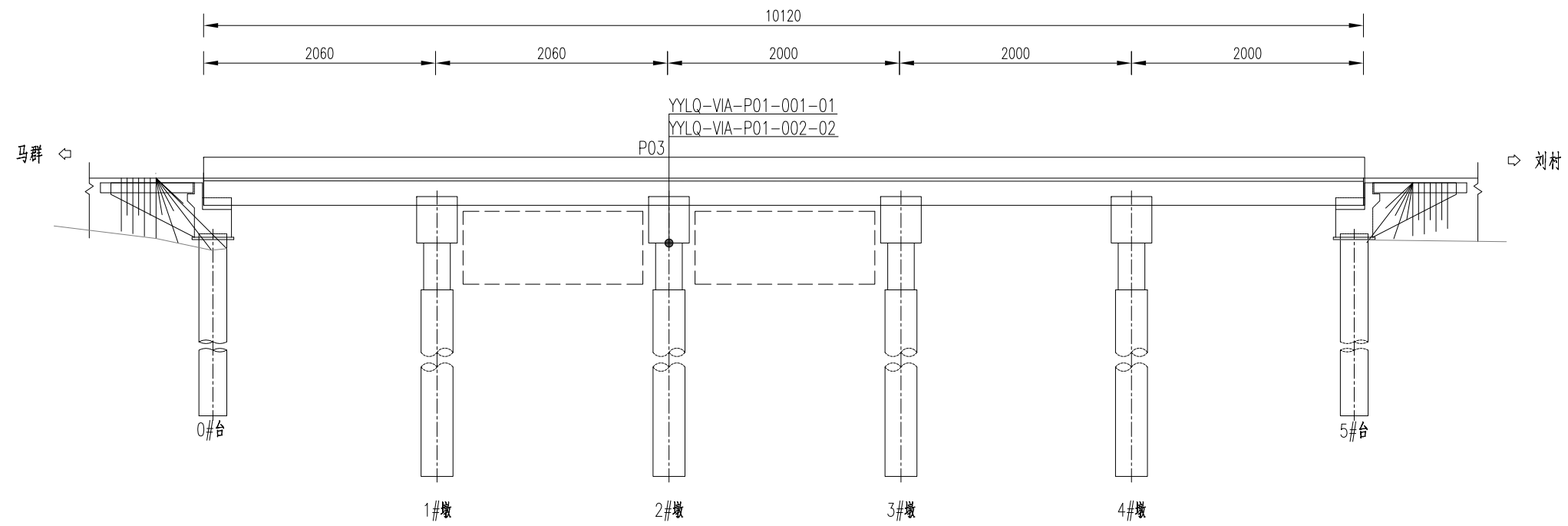


主要监测设备

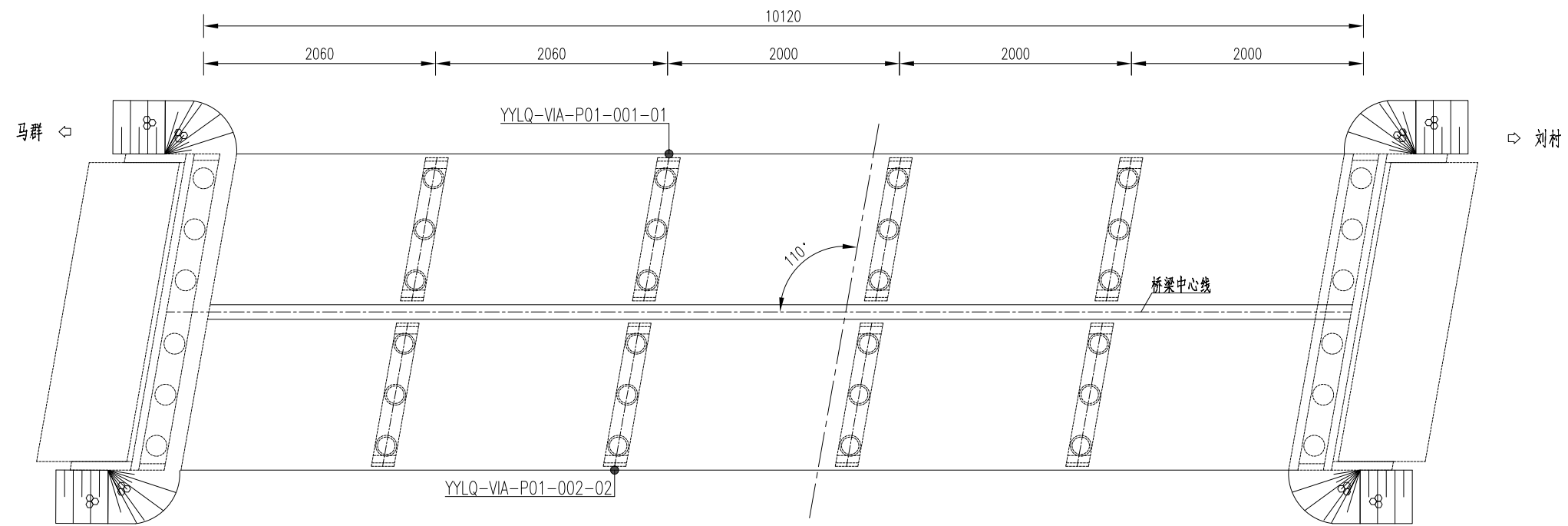
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
			合计			2

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构安全监测项目主要包括振动倾角。

振动倾角监测测点布置立面图

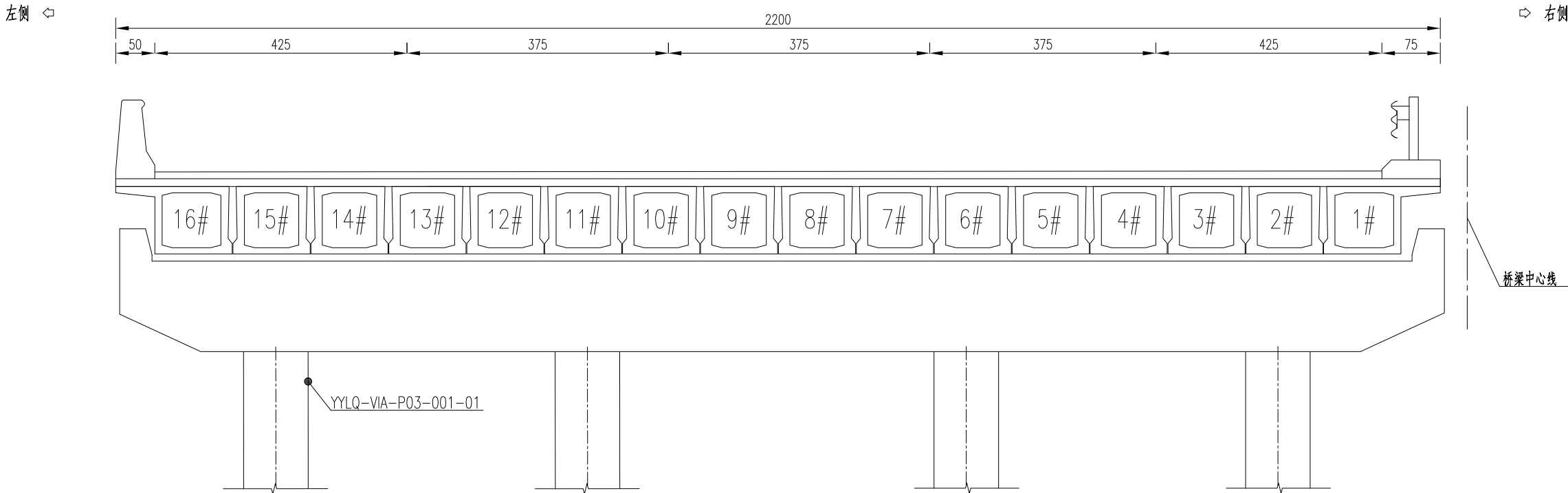


振动倾角监测测点布置平面图

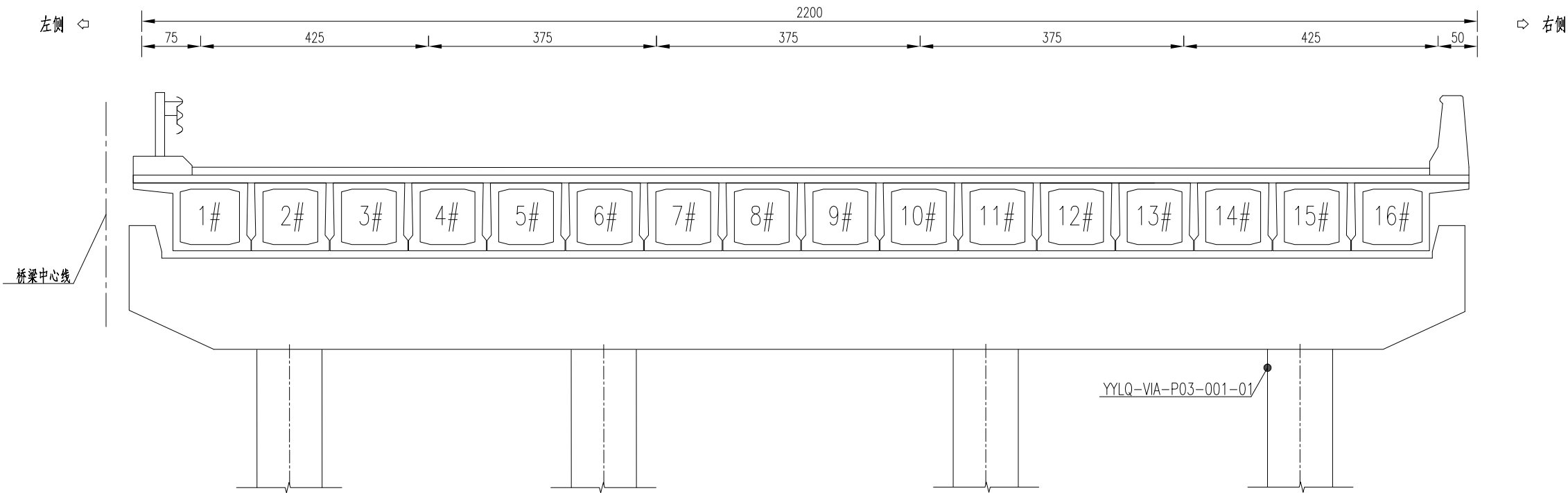


- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图（左幅）



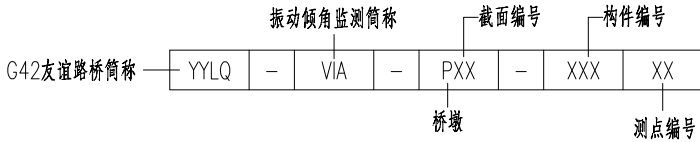
振动倾角监测测点布置断面图（右幅）



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
YYLQ-VIA-P01-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#墩墩顶
YYLQ-VIA-P01-002-02		1		右幅2#墩墩顶
合计		2		

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。



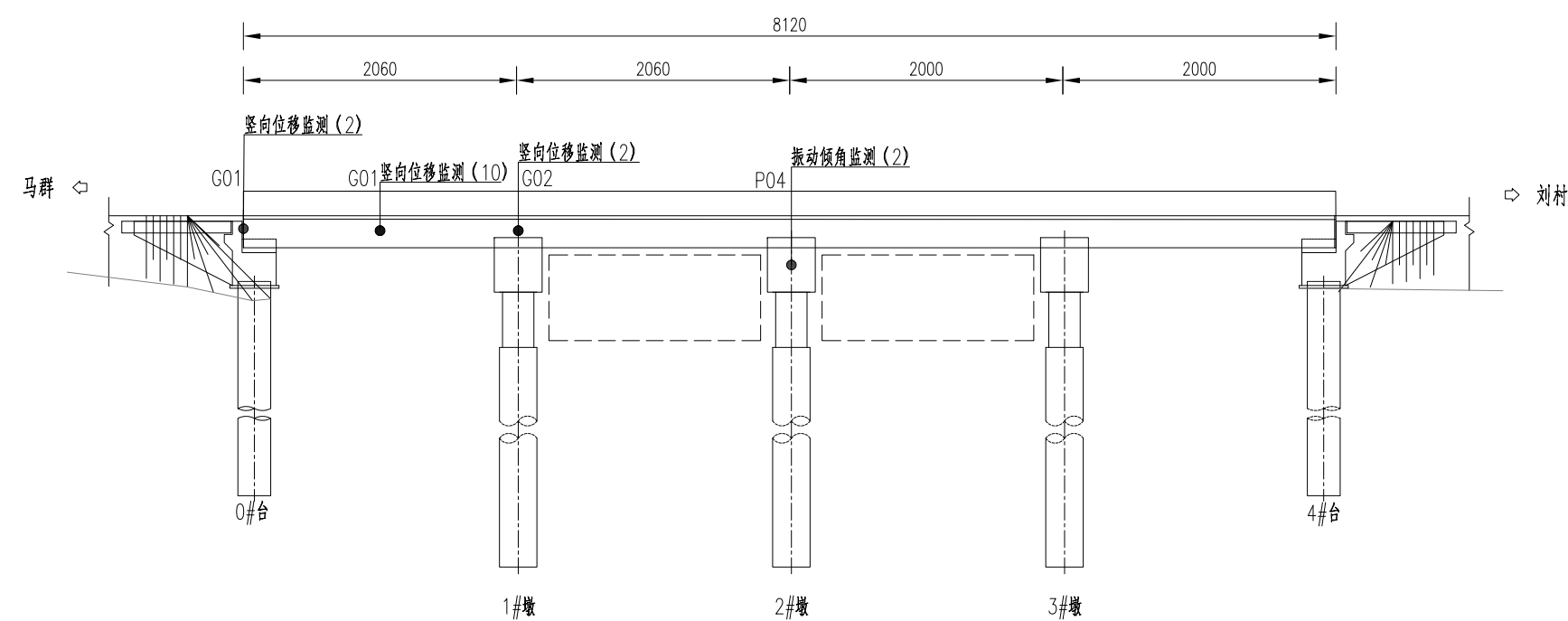
工程量清单

序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	主梁竖向位移监测	图像法动位移监测仪	/	台	2
2			监测仪安装支架	配套定制	个	2
3			标靶	/	个	12
4		振动倾角监测	多元感知终端	/	台	2
5			安装支架	配套定制	个	2
6		配套支持设备	远程开关	/	个	1
7			工业级交换机	8口	台	1
8			工业路由器	/	台	1
9			工控机	/	台	1
10			12V/24V开关电源	/	个	1
11			电源防雷	/	个	1
12			挂壁机柜	/	台	1
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆及防护	YJV22 2x4铠装，硅芯管保护	米	156
14			通信线缆—网线	超5类网线	米	60
15			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	72
16			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
17	系统集成调试	数据对接接口开发	/	/	项	1
18		数据传输模块开发	/	/	项	1
19		监测设备通信联调	/	/	项	1
20		监测设备防雷测试	/	/	项	1
21		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1
22		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1
23	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2
24	各级平台联网	结构模型计算	/	/	项	1
25		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1
26		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
27		连通性测试	/	/	项	1
28	临时设施	交通组织	/	/	项	1
29		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1

设备布设表

监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	振动倾角	多元感知终端	1	HHLQ-VIA-P03-001-01	左幅2#墩墩顶
				2	HHLQ-VIA-P03-002-02	右幅2#墩墩顶
		主梁竖向位移	光电挠度仪/目标靶	1	HHLQ-DIS-G02-001-01	左幅1#孔跨中11#梁梁底
				2	HHLQ-DIS-G02-001-02	左幅1#孔跨中12#梁梁底
				3	HHLQ-DIS-G02-001-03	左幅1#孔跨中13#梁梁底
				4	HHLQ-DIS-G02-001-04	左幅1#孔跨中14#梁梁底
				5	HHLQ-DIS-G02-001-05	左幅1#孔跨中15#梁梁底
				6	HHLQ-DIS-G02-002-06	右幅1#孔跨中11#梁梁底
				7	HHLQ-DIS-G02-002-07	右幅1#孔跨中12#梁梁底
				8	HHLQ-DIS-G02-002-08	右幅1#孔跨中13#梁梁底
				9	HHLQ-DIS-G02-002-09	右幅1#孔跨中14#梁梁底
				10	HHLQ-DIS-G02-002-10	右幅1#孔跨中15#梁梁底

监测设备总体布置图

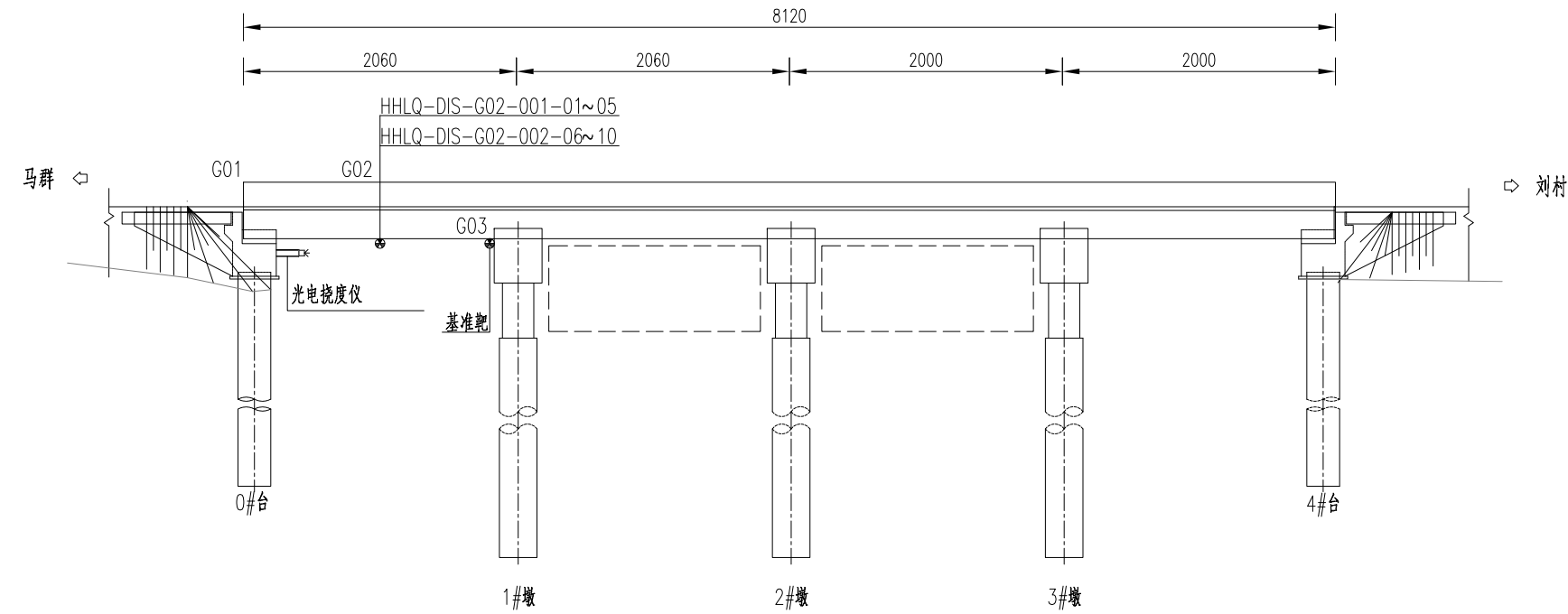


主要监测设备

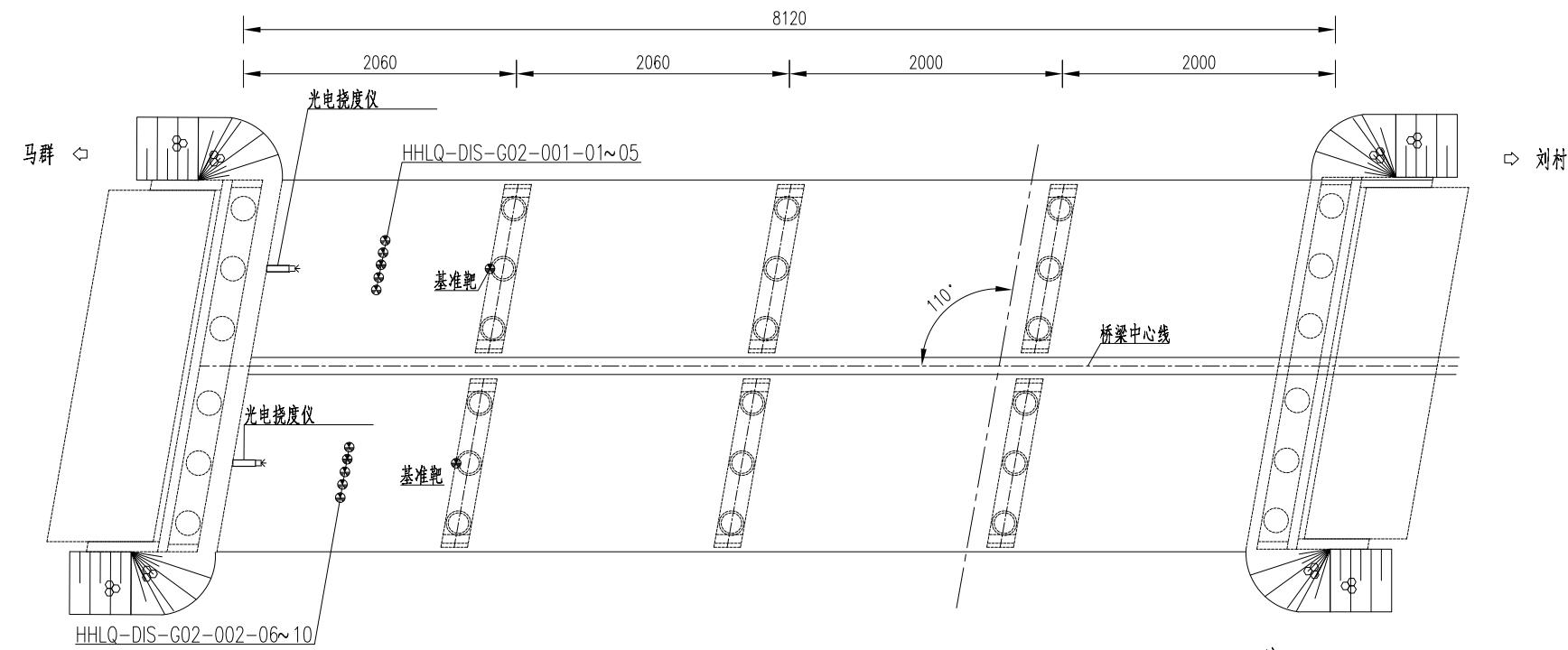
序号	监测类别		监测内容	主要设备名称	单位	数量
一	结构响应	位移	主梁竖向位移	光电挠度仪	个	2
				目标靶	个	10
				基准靶	个	2
二	结构响应	/	振动倾角	多元感知终端	个	2
			合计	16		

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构安全监测项目主要包括主梁竖向位移、振动倾角。

主梁竖向位移监测测点布置立面图

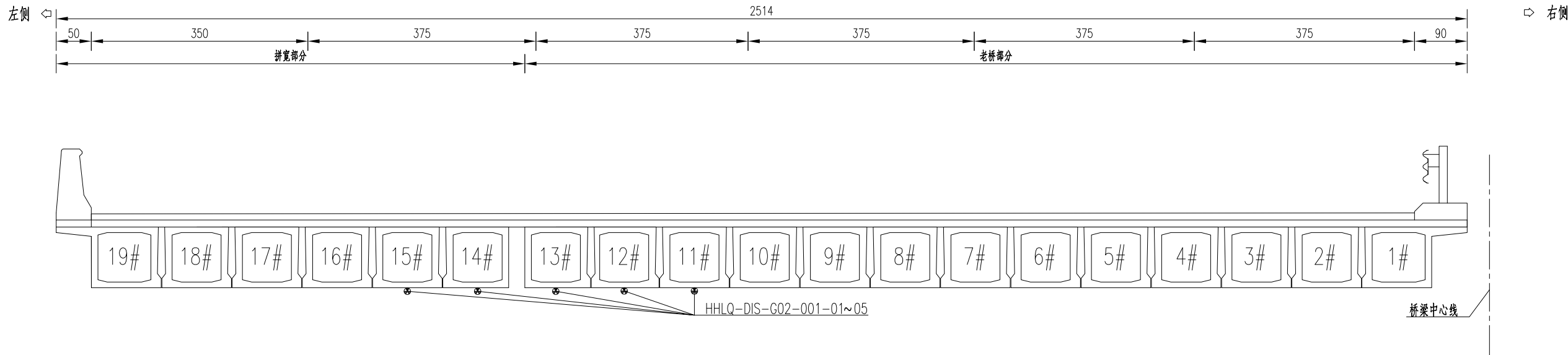


主梁竖向位移监测测点布置平面图

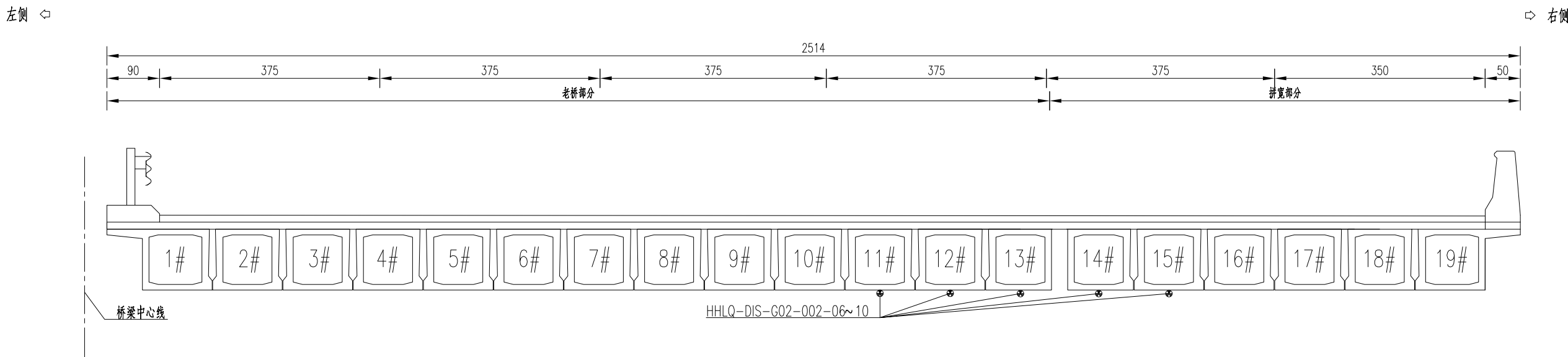


- 注：
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. ● 表示标靶，⊗ 表示光电挠度仪。
 - 3. 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
 - 4. 光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

竖向位移监测测点布置断面图（左幅）

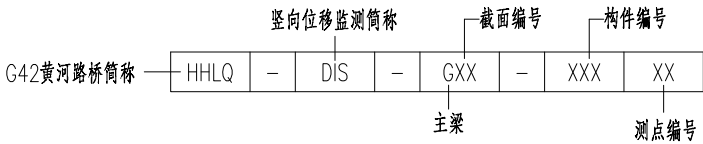


竖向位移监测测点布置断面图（右幅）



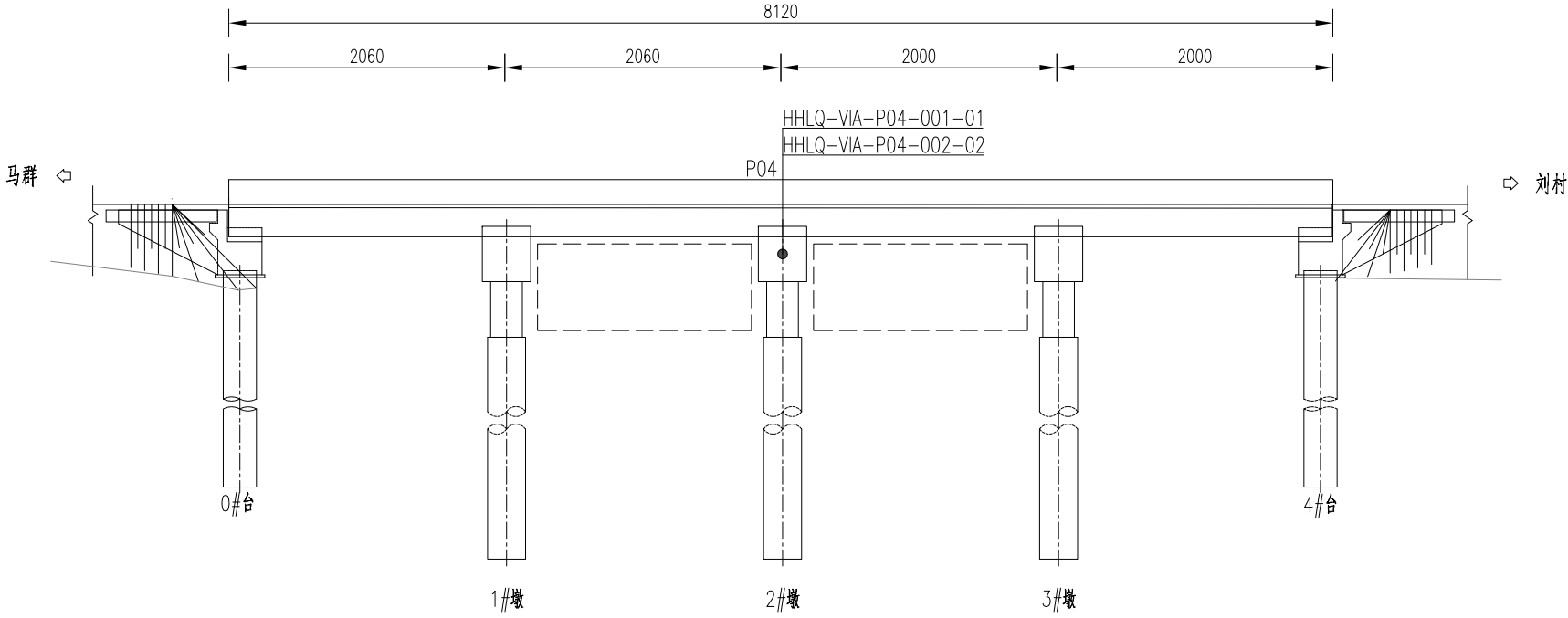
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	光电挠度仪	2	个	左、右幅0#台
HHLQ-DIS-G02-001-01~05	目标靶	10	个	左、右幅1#孔跨中断面
HHLQ-DIS-G02-002-06~10				
/	基准靶	2	个	左、右幅1#墩
合计		14		

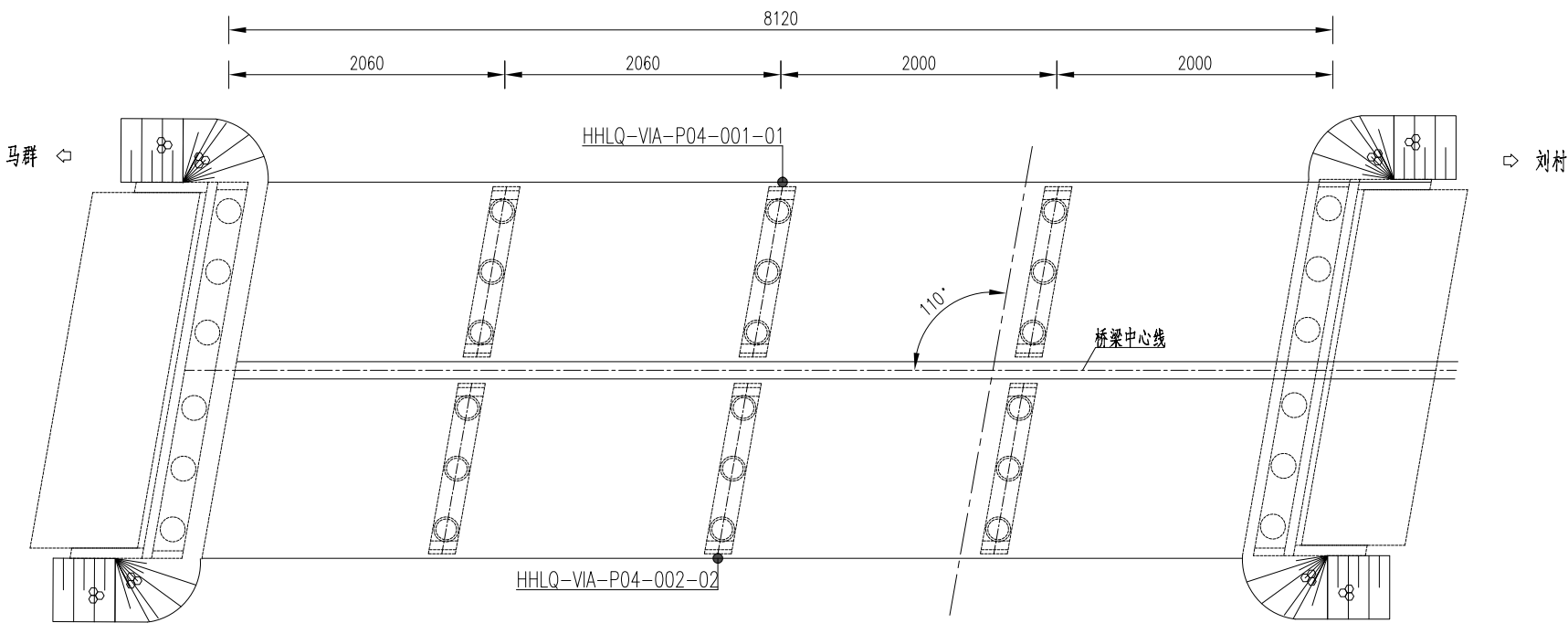


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ⊙ 表示标靶， 表示光电挠度仪。
 - 全桥共布置光电挠度仪2台，标靶12个（包含基准靶2个）。
 - 光电挠度仪、标靶固定于空心板梁下缘，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

振动倾角监测测点布置立面图

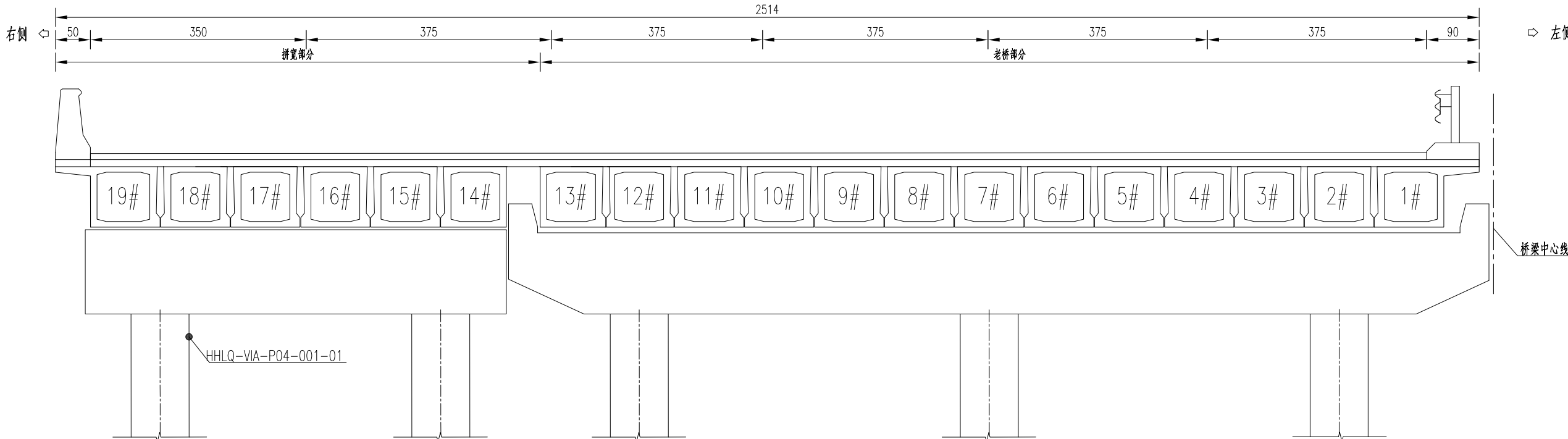


振动倾角监测测点布置平面图

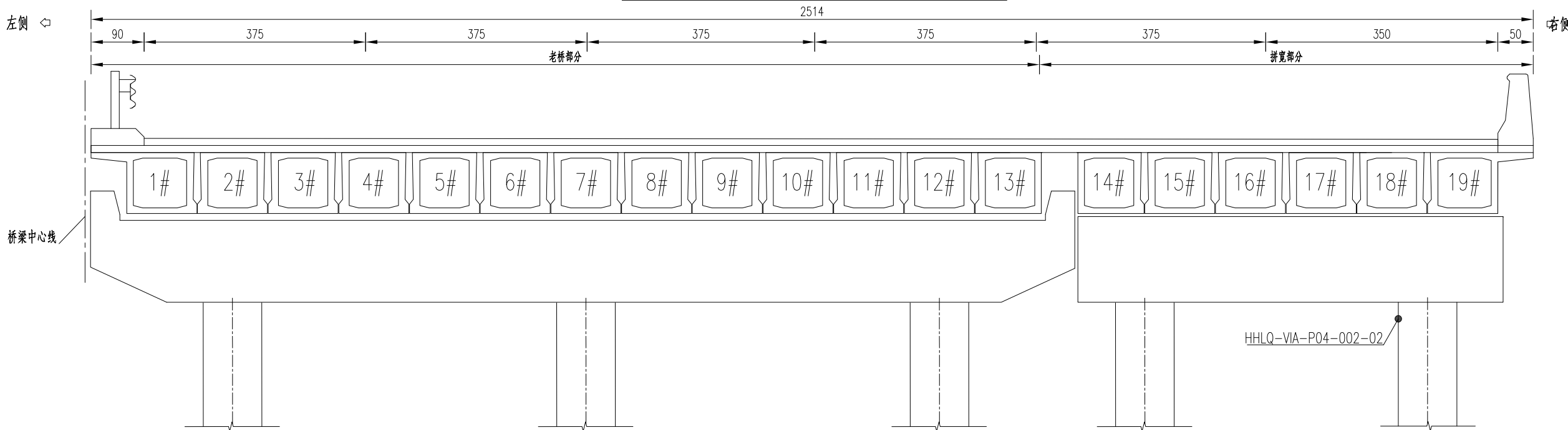


注：
1.图中尺寸单位均以厘米计。
2.●表示振动倾角监测测点，测点处布设多元感知终端。

振动倾角监测测点布置断面图 (左幅)



振动倾角监测测点布置断面图 (右幅)



工程数量表

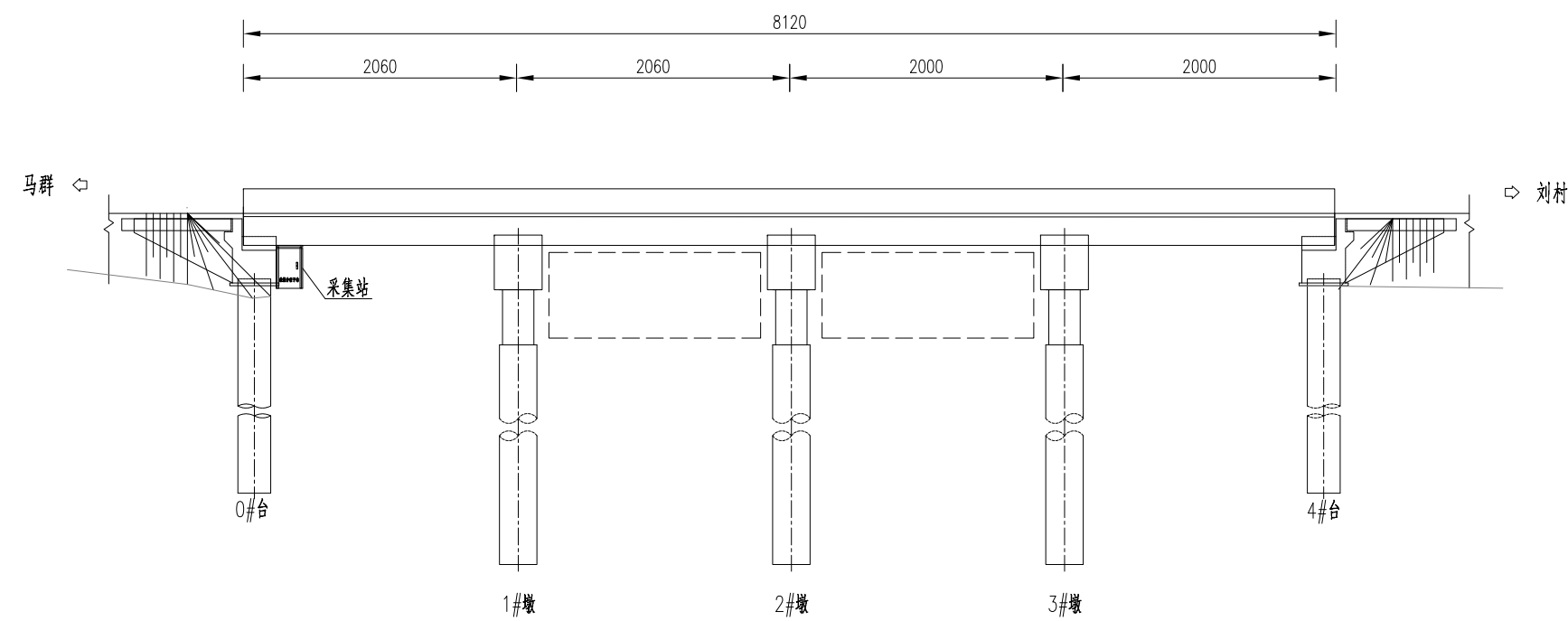
传感器编号	名称	数量	单位	备注
HHLQ-VIA-P04-001-01	多元感知终端	1	个	左幅2#墩墩顶
HHLQ-VIA-P04-002-02		1		右幅2#墩墩顶
合计		2		

振动倾角监测简称
 截面编号
 构件编号
 G42黄路桥简称 — HHLQ — VIA — PXX — XXX — XX
 桥墩
 测点编号

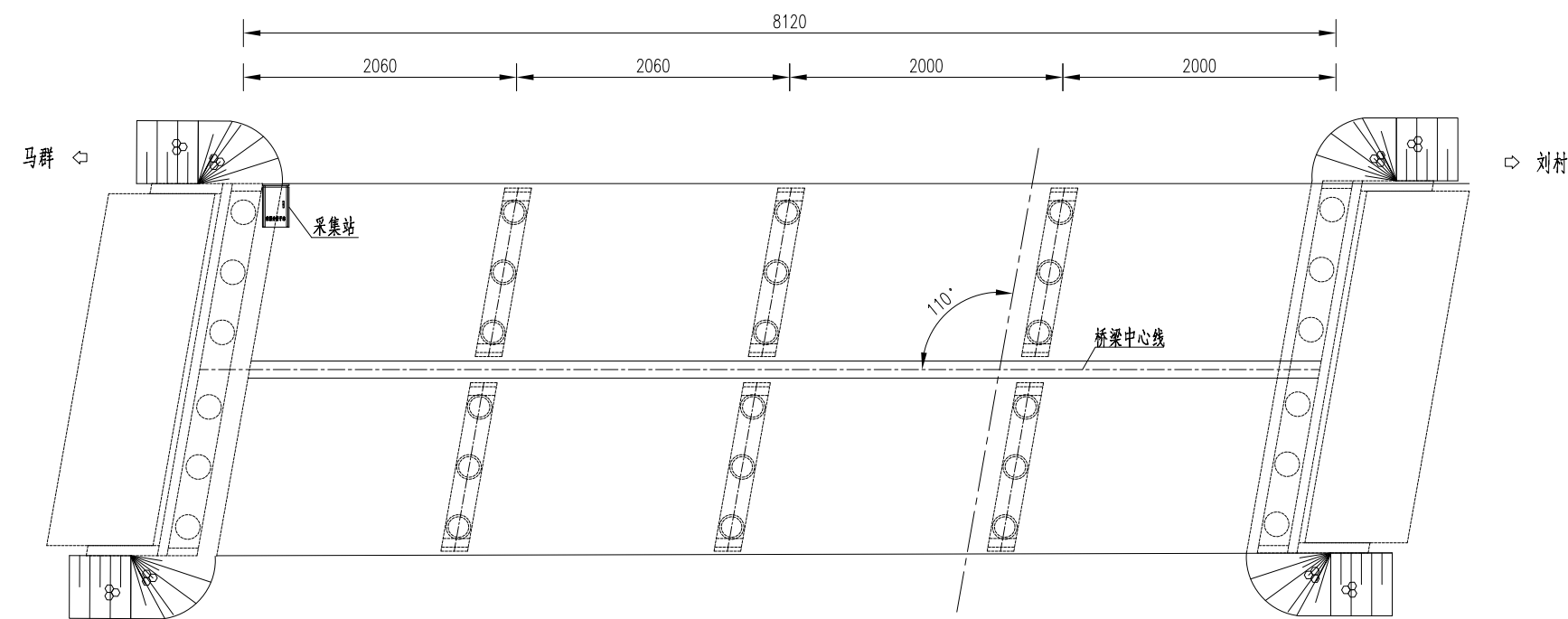
注：

2. ● 表示振动倾角监测测点,测点处布设多元感知终端

采集站布置立面图



采集站布置平面图

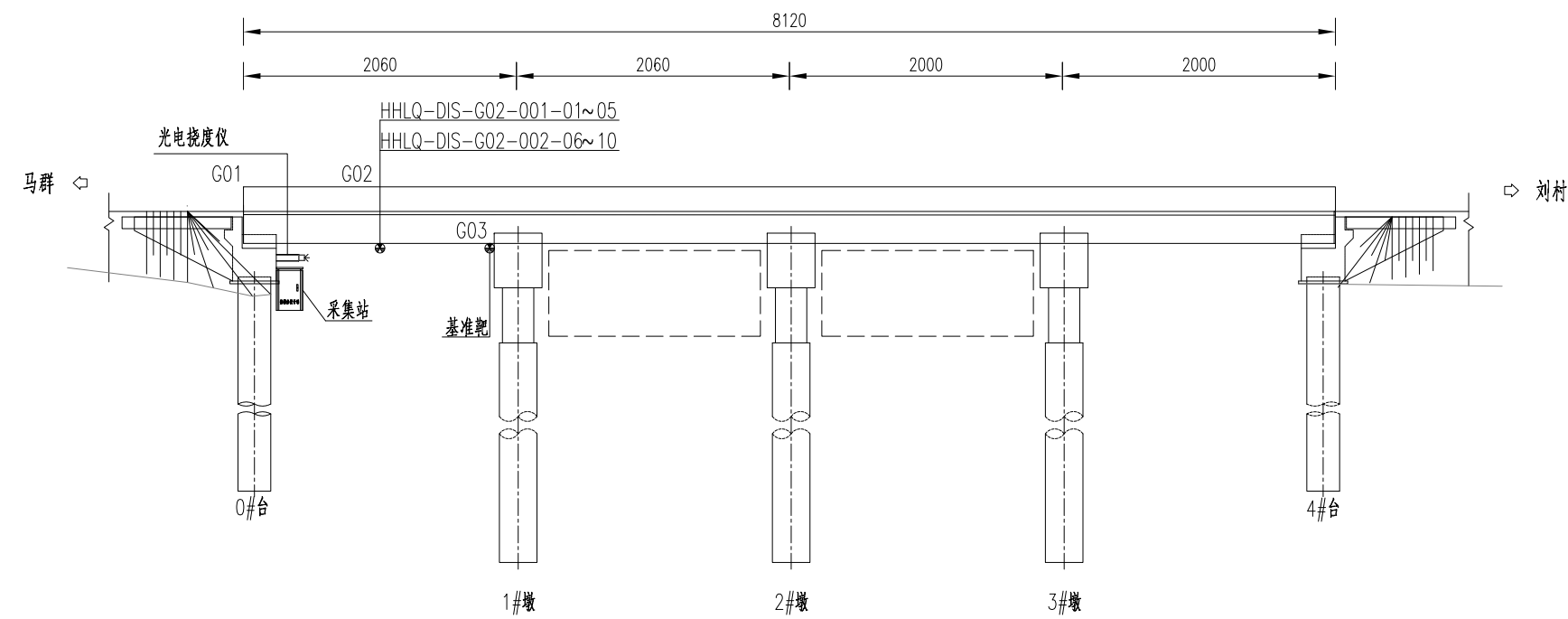


工程数量表

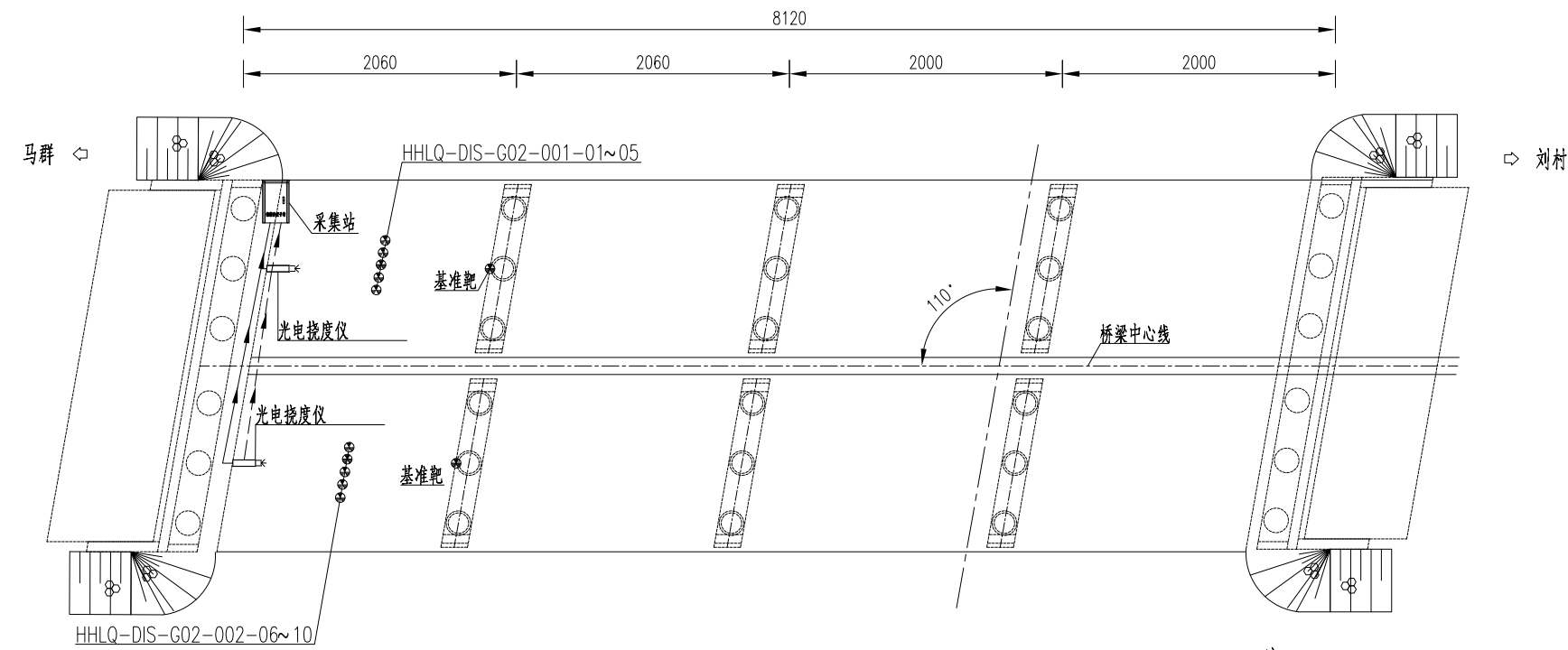
编号	名称	数量	单位	备注
1	采集站	1	个	左幅0#台处
合计		1	个	/

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示采集站。
 - 在左幅0#台处布设采集站，距地面2.5m左右，具体位置根据现场情况调整。

主梁竖向位移监测线缆布置立面图

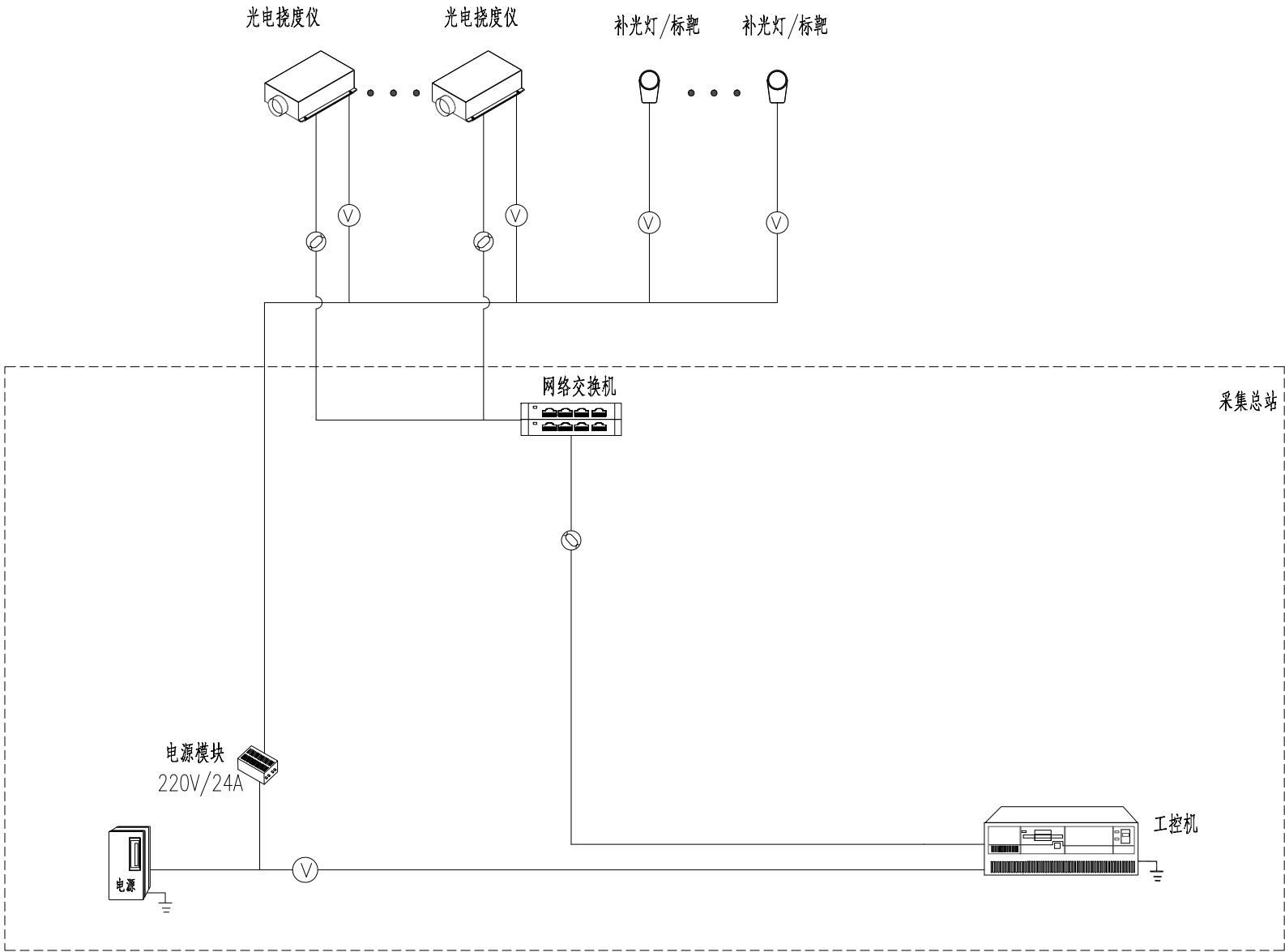


主梁竖向位移监测测点布置平面图



- 注：
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. ● 表示标靶，⊗ 表示光电挠度仪。
 - 3. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。
 - 4. — 表示电力线缆，— 表示网络线缆。

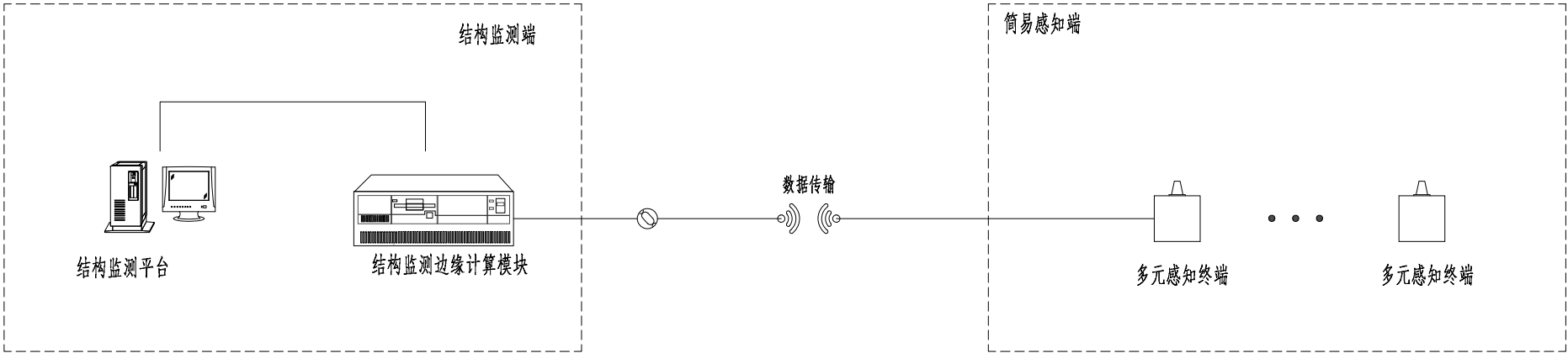
竖向位移监测子系统拓扑图



注:

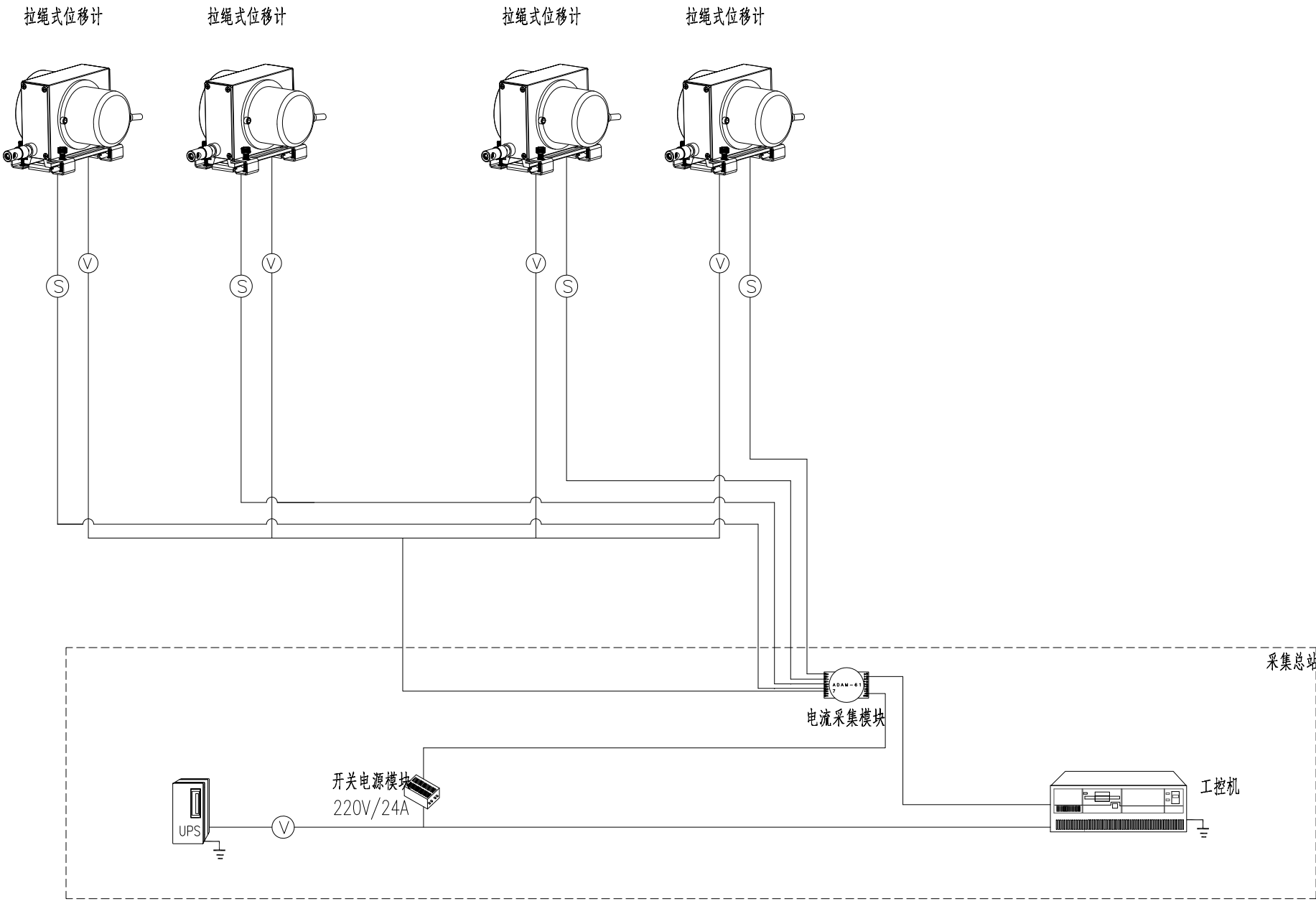
1. ①表示电力电缆。
2. ②表示网线。

振动/倾角监测子系统拓扑图



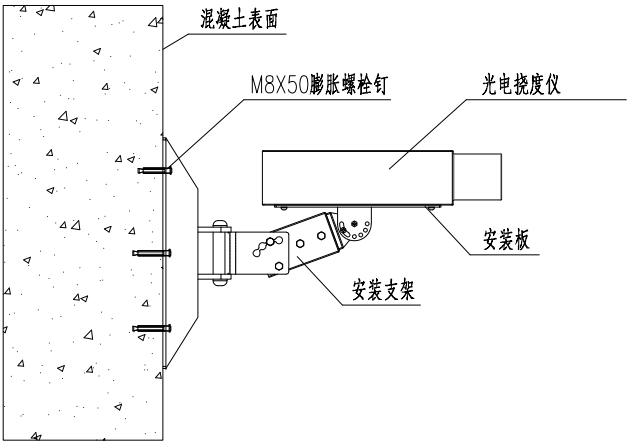
注：
1. ⑤表示通讯电缆，Ⓥ表示电力电缆；
2. ②表示网线。

梁端纵向位移监测子系统拓扑图

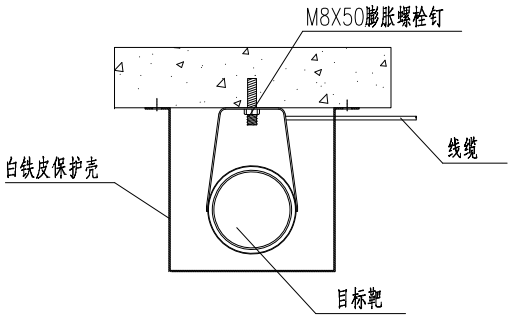


注：
1. Ⓢ表示通讯电缆，Ⓥ表示电力电缆；
2. Ⓢ表示网线。

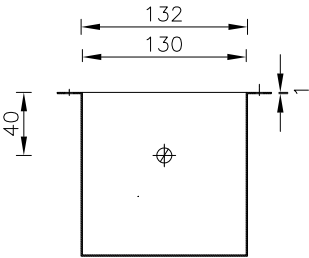
光电挠度仪安装示意图



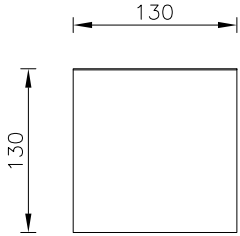
标靶安装示意图



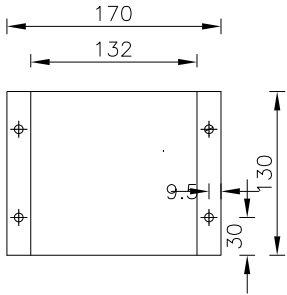
标靶保护壳正面图



标靶保护壳侧面图



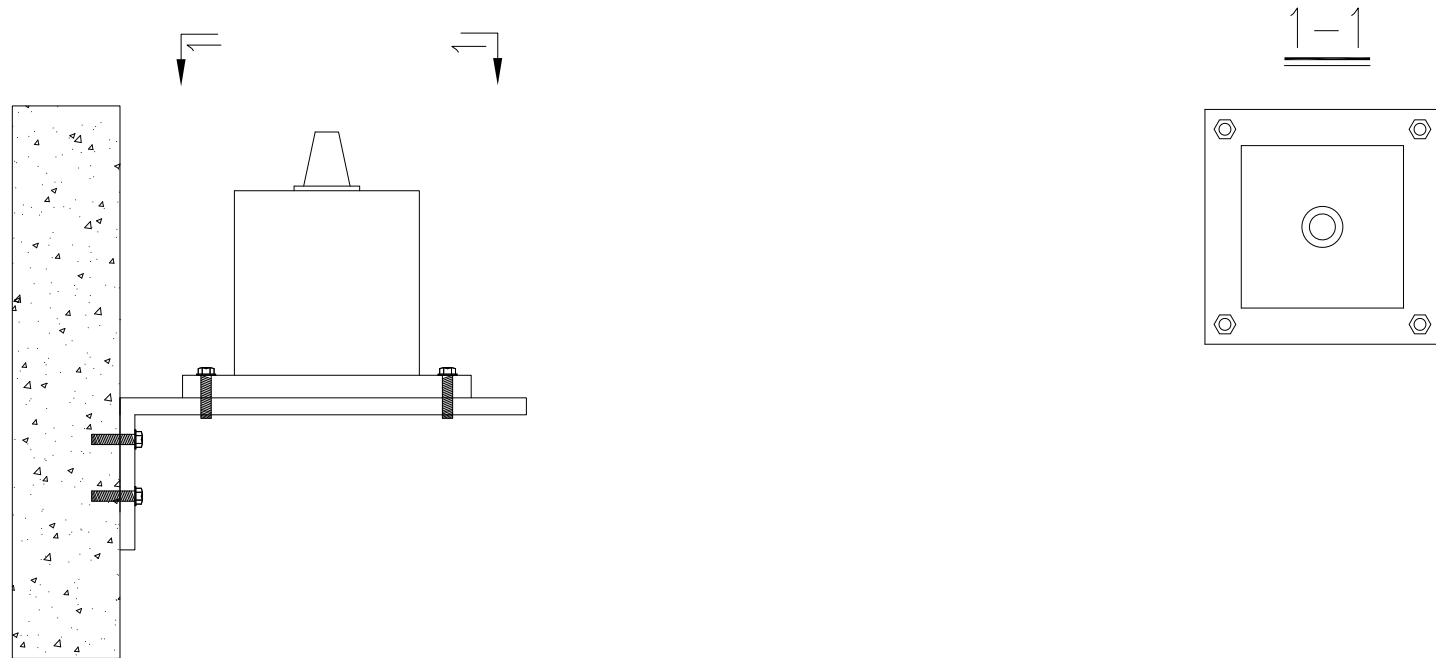
标靶保护壳平面图



注：

1. 竖向位移监测安装时目标靶靶心应对向光电挠度仪，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。

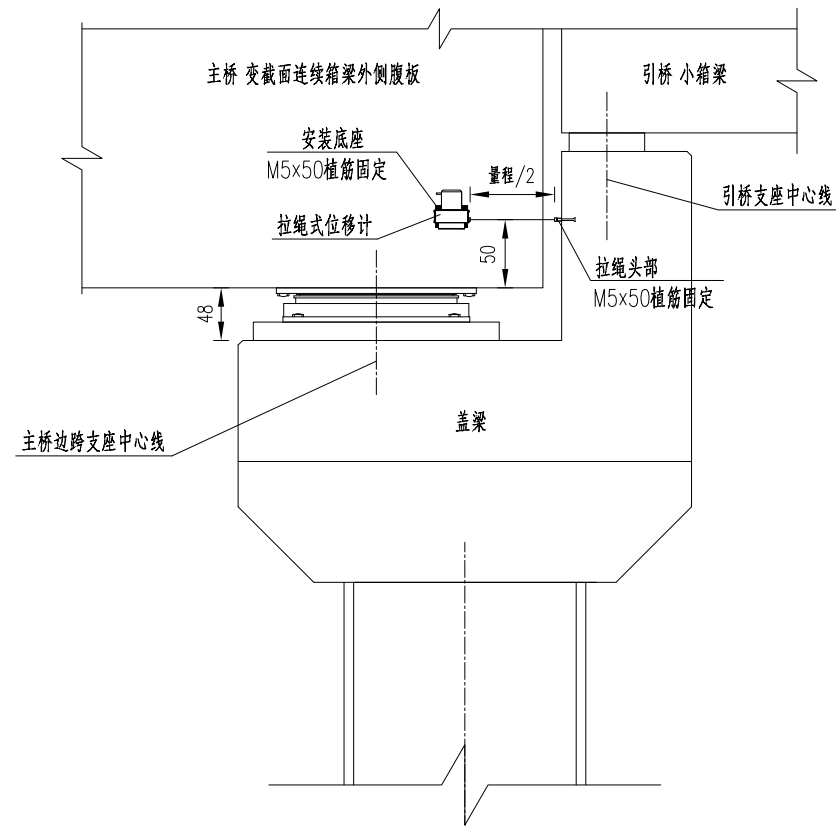
桥梁多元感知终端安装示意图



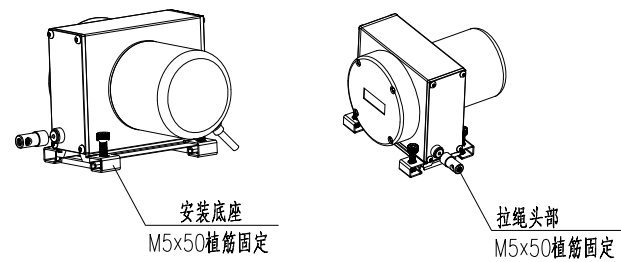
注：

1. 多元感知终端用螺栓固定在结构物上。

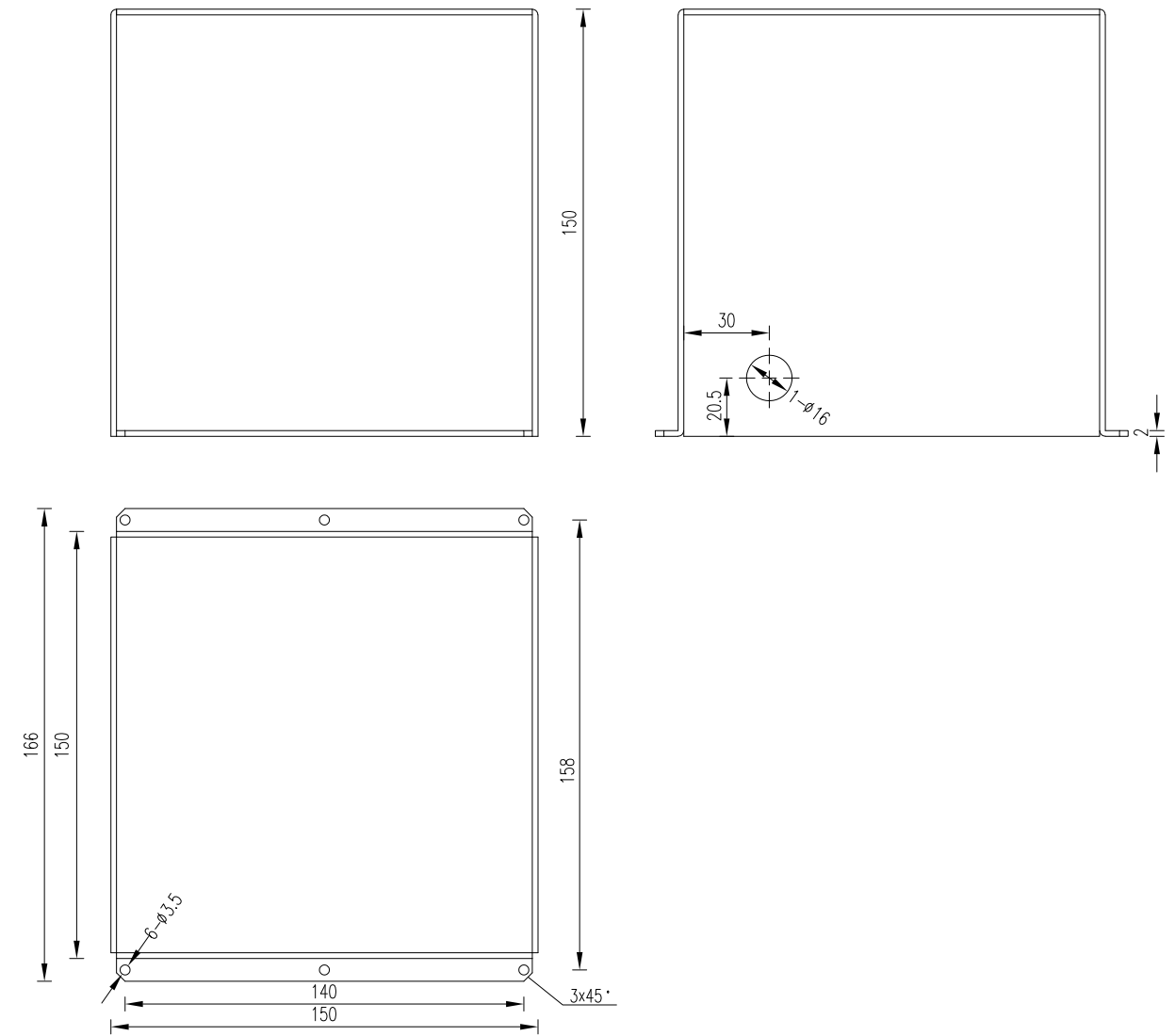
拉绳式位移计安装示意图



拉绳式位移计三维示意图



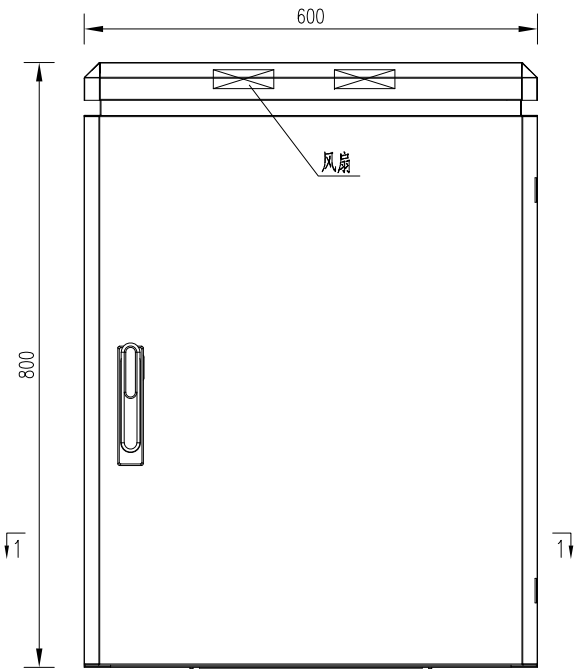
拉绳式位移计保护壳构造示意图



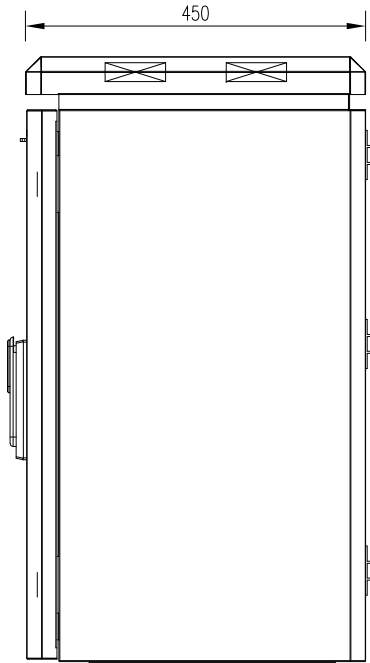
注：

- 1.图中尺寸单位均以毫米计；
- 2.伸缩缝位移监测拉绳式位移计安装时传感器应沿着顺桥方向。
- 3.保护罩采用2mm厚不锈钢板折弯制作。

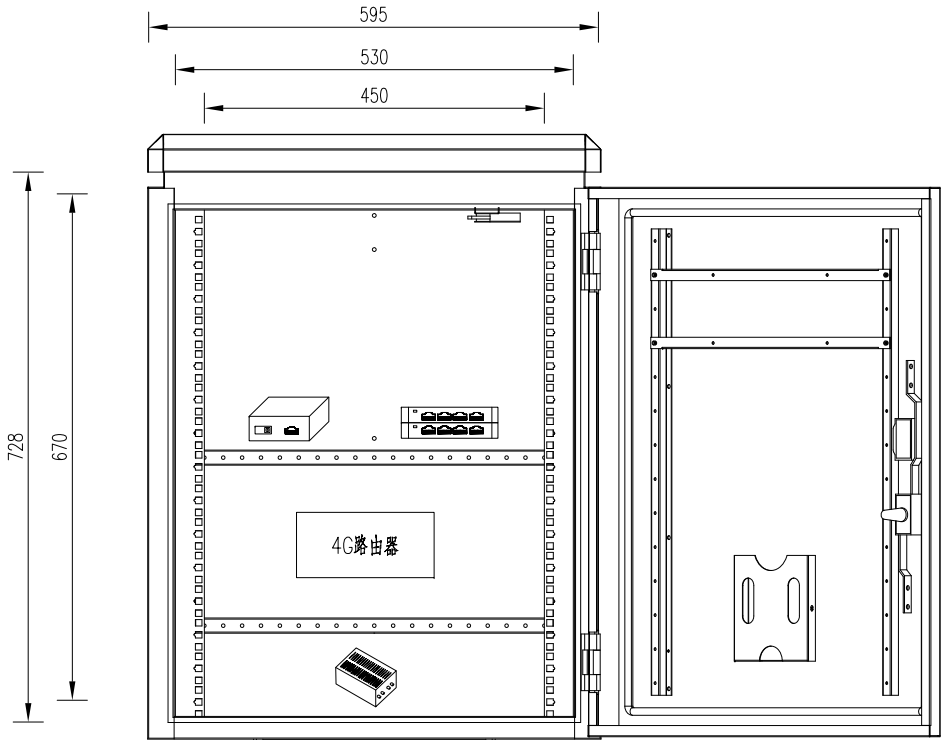
机柜正面图



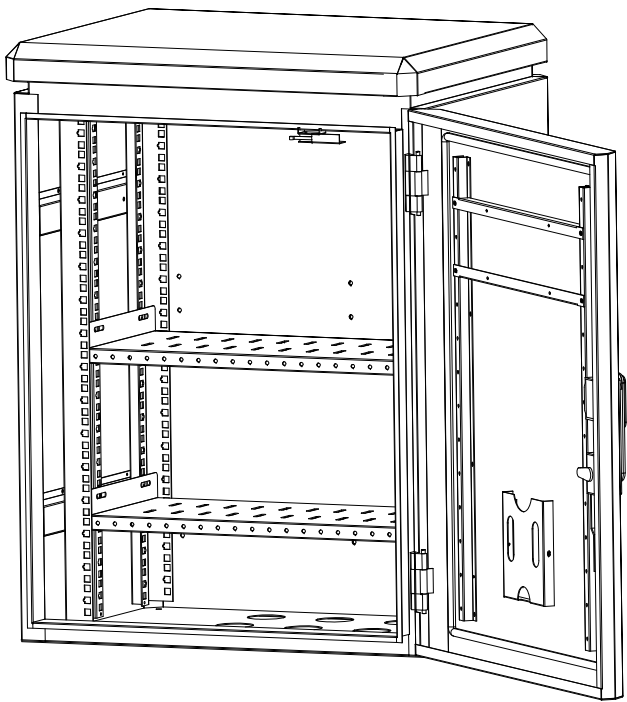
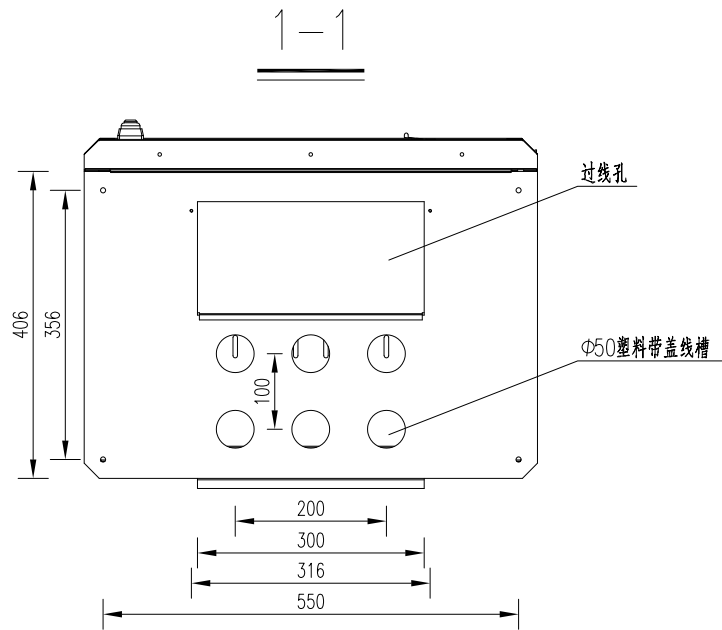
机柜侧面图



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。

**2026 年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计
2026QL-JKJCSJ2 标段**

施工图预算

招商局重庆交通科研设计院有限公司
二〇二六年五月

1 编制依据

- 1、交通部颁《公路基本建设工程概算预算编制方法》（JTG 3830-2018）（以下简称《编制办法》）；
- 2、交通部颁《公路工程预算定额》（JTG/T 3832-2018）；
- 3、交通部颁《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833-2018）；
- 4、交通部公路工程定额站公定字[1999]12 号关于转发交通部公路司《关于转发〈国家计委关于加强对基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题的通知〉》的通知；
- 5、国家计委经贸委计价格[2002]98 号关于停止收取供(配)电工程贴费有关问题的通知、苏价工[2002]98 号关于明确供(配)电工程贴费有关问题的通知；
- 6、江苏省人民政府苏政发〔2008〕78 号《省政府关于取消和停止征收部分行政事业收费和政府性基金项目的通知》；
- 7、江苏省质监站发苏交质〔2009〕21 号《关于我省取消公路工程机械台班费用定额中养路费及调整车船税的通知》；
- 8、交通运输部公告 2019 年第 26 号调整《公路工程项目投资估算编制办法》（JTG 3820-2018）和《公路工程项目概算预算编制办法》（JTG 3830-2018）中“税金”有关规定的公告。
- 9、苏交建[2019]22 号文《省交通运输厅关于执行交通运输部第 86 号公告有关补充规定的通知》。

2 人工、材料及机械台班单价

- 1、人工费
采用苏交建[2019]22 号文《省交通运输厅关于执行交通运输部第 86 号公告有关补充规定的通知》，人工（含机械工）128.17 元。
- 2、材料费：
主要材料及地方材料价格根据南京市发布的《南京工程造价管理》（2026 年 2 月）的材料价格及市场价格综合取定。

3、机械费

按交通部颁《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833-2018）和江苏省质监站发苏交质[2009]21 号《关于我省取消公路工程机械台班费用定额中养路费及调整车船税的通知》执行。

3 措施费、企业管理费及规费

- 1、冬季施工增加费按“准二区”计。
- 2、雨季施工增加费按雨量区“Ⅱ，4”计。
- 3、主副食运费补贴统一按综合里程 3km 计。
- 4、工地转移，按 50 公里计。
- 5、其余取费标准按苏交建[2019]22 号文《省交通运输厅关于执行交通运输部第 86 号公告有关补充规定的通知》取定。

4 计划利润、税金

- 1、计划利润按 7.42%计。
- 2、税金按 9%计。

5 工程建设其他费用

- 1、建设单位管理费，按部颁 2018《编制办法》计列。
- 2、建设项目信息化费，按部颁 2018《编制办法》计列。
- 3、工程监理费，按部颁 2018《编制办法》计列。
- 4、设计文件审查费，按部颁 2018《编制办法》计列。
- 5、竣（交）工验收试验检测费，按部颁 2018《编制办法》计列。
- 6、建设项目的期工作费，按部颁 2018《编制办法》计列。

6 预备费

工程造价增涨预留费不计，基本预备费不计列。

7 预算总金额

本项目建筑安装工程费为512.2654万元，预算总造价为547.1477万元。

表A.0.2-5 总预算表

建设项目名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

分项编号	工程或费用名称	单位	数量	金额（元）	技术经济指标	各项费用比例(%)	备注
1	第一部分 建筑安装工程费	公路公里	1.38	5122654.18	3712068.25	93.62	建设项目路线总长度（主线长度）
104	桥梁涵洞工程	公路公里	1.38	5023487.67	3640208.46	91.81	
10406	桥梁健康监测	公路公里	1.38	5023487.67	3640208.46	91.81	
1040601	监测管线工程	项	1	211366.62	211366.62	3.86	
104060101	电力线缆YJV22 2*4铠装	m	2820	78821.72	27.95	1.44	
104060102	电力线缆硅芯管防护	m	2820	70514.33	25.01	1.29	
104060103	RVVP4*0.5屏蔽线	m	852	20503.2	24.06	0.37	
104060104	户外超5类网线	m	864	8070.59	9.34	0.15	
104060105	通信线缆PVC电工套管防护	m	1338	33456.8	25.01	0.61	
1040602	设备购置及安装	项	1	2534687.34	2534687.34	46.33	
104060201	竖向位移监测传感设备	项	1	1491840.28	1491840.28	27.27	
10406020101	光电挠度仪	台	22	1248463.41	56748.34	22.82	
10406020102	监测仪安装支架	台	22	25840.06	1174.55	0.47	
10406020103	标靶	个	99	152135.69	1536.72	2.78	
10406020104	标靶安装支架	个	97	65401.12	674.24	1.20	
104060202	主梁/桥墩振动倾角、墩柱倾斜传感设备	项	1	339749.38	339749.38	6.21	
10406020201	多元感知终端	台	37	314802.56	8508.18	5.75	
10406020202	传感器安装支架	台	37	24946.82	674.24	0.46	
104060203	梁端位移监测传感设备	项	1	91911.08	91911.08	1.68	
10406020301	位移计	个	8	86517.18	10814.65	1.58	
10406020302	安装支架及保护罩	个	8	5393.91	674.24	0.10	
104060204	配套支持系统设备	项	1	611186.6	611186.6	11.17	
10406020401	远程开关	台	12	11908.75	992.4	0.22	
10406020402	工业级交换机（8口）	台	12	36651.83	3054.32	0.67	
10406020403	工业路由器	台	12	53324.44	4443.7	0.97	
10406020404	通用采集模块	通道	8	11477.71	1434.71	0.21	
10406020405	工控机	台	12	110553.83	9212.82	2.02	
10406020406	12V/24V开关电源	台	12	15686.3	1307.19	0.29	
10406020408	电源网络防雷	台	12	7539.14	628.26	0.14	
10406020409	挂壁机柜	台	12	44044.59	3670.38	0.80	
10406020410	自主开发(数据对接接口开发)	座	20	200000	10000	3.66	
10406020411	自主开发(数据传输模块)	座	12	120000	10000	2.19	
1040603	系统集成调试费	项	1	192777.71	192777.71	3.52	
104060301	监测设备通信联调	座	20	57709.9	2885.5	1.05	
104060302	监测设备防雷测试	座	20	15387.22	769.36	0.28	
104060303	场端系统现场功能测试	座	20	57709.9	2885.5	1.05	
104060304	监测系统试运行期间系统运维	座	20	61970.69	3098.53	1.13	
1040604	系统运维	项	1	1150000	1150000	21.02	
104060401	系统运维维护及数据分析费用(2年)	项	1	1150000	1150000	21.02	
10406040101	G36马群互通2号立交桥	座	1	60000	60000	1.10	

编制：

复核：

表A.0.2-5 总预算表

建设工程名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

分项编号	工程或费用名称	单位	数量	金额（元）	技术经济指标	各项费用比例(%)	备注
10406040102	G36马群互通1号立交桥	座	1	80000	80000	1.46	
10406040103	G42马群互通3号立交桥	座	1	80000	80000	1.46	
10406040104	G42马群互通4号立交桥	座	1	60000	60000	1.10	
10406040105	G42马群中桥	座	1	60000	60000	1.10	
10406040106	G42万家楼互通主线桥	座	1	80000	80000	1.46	
10406040107	G42钟学北路桥	座	1	30000	30000	0.55	
10406040108	G42柳营南路桥	座	1	80000	80000	1.46	
10406040109	G42八机中桥	座	1	80000	80000	1.46	
10406040110	G42五百户互通主线立交大桥	座	1	90000	90000	1.64	
10406040111	G42牌楼小桥	座	1	30000	30000	0.55	
10406040112	G42友谊小桥	座	1	30000	30000	0.55	
10406040113	G42站东二路桥	座	1	30000	30000	0.55	
10406040114	G42站东路桥	座	1	30000	30000	0.55	
10406040115	G42站西路桥	座	1	30000	30000	0.55	
10406040116	G42站西二路桥	座	1	30000	30000	0.55	
10406040117	G42铁心桥互通主线桥	座	1	80000	80000	1.46	
10406040118	G42经四路互通主线桥	座	1	80000	80000	1.46	
10406040119	G42友谊路桥	座	1	30000	30000	0.55	
10406040120	G42黄河路桥	座	1	80000	80000	1.46	
1040605	其他费用	项	1	180000	180000	3.29	
104060502	结构模型计算分析	座	20	60000	3000	1.10	
104060503	监测平台桥梁入库配置	座	20	40000	2000	0.73	
104060504	报警阈值及特征值分析配置	座	20	40000	2000	0.73	
104060505	连通性测试	座	20	40000	2000	0.73	
1040608	临时设施	项	1	754656	754656	13.79	
104060801	防撞车	台班	52	145600	2800	2.66	
104060802	警戒车	台班	52	78000	1500	1.43	
104060803	桥检车	台班	52	234000	4500	4.28	
104060804	登高车	台班	64	115200	1800	2.11	
104060805	工程车	辆·日	149	119200	800	2.18	
104060806	交通组织费	项	1	62656	62656	1.15	
10406080601	施工标志标牌、锥桶	项	1	56000	56000	1.02	
10406080602	安全员值守	人·日	52	6656	128	0.12	
110	专项费用	元		99166.51		1.81	
11001	施工场地建设费	元		23462.26		0.43	
11002	安全生产费	元		75704.25		1.38	
2	第二部分 土地使用及拆迁补偿费	公路公里	1.38				
3	第三部分 工程建设其他费	公路公里	1.38	348823.54	252770.68	6.38	
301	建设项目管理费	公路公里	1.38	94256.11	68301.53	1.72	
30101	建设单位（业主）管理费	公路公里	1.38	47522.52	34436.61	0.87	

编制：

复核：

表A.0.2-5 总预算表

建设项目名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

第 3 页共 3 页

01表

分项编号	工程或费用名称	单位	数量	金额（元）	技术经济指标	各项费用比例(%)	备注
30102	建设项目信息化费	公路公里	1.38	5869.39	4253.18	0.11	
30103	工程监理费	公路公里	1.38	29346.96	21265.92	0.54	
30104	设计文件审查费	公路公里	1.38	753.24	545.83	0.01	
30105	竣（交）工验收试验检测费	公路公里	1.38	10764	7800	0.20	
303	建设项目前期工作费	公路公里	1.38	241552.63	175038.14	4.41	
30301	工程设计费	项	1	177961.01	177961.01	3.25	
30302	招标文件及标底文件编制费等	项	1	63591.62	63591.62	1.16	
305	联合试运转费	公路公里	1.38	391.29	283.55	0.01	
308	工程保险费	公路公里	1.38	12623.51	9147.47	0.23	
4	第四部分 预备费	公路公里					
401	基本预备费	元					
402	价差预备费	元					
5	第一至四部分合计	公路公里	1.38	5471477.72	3964838.93	100.00	
7	公路基本造价	公路公里	1.38	5471477.72	3964838.93	100.00	

编制：

复核：

表A.0.2-6 人工、主要材料、施工机械台班数量汇总表

建设工程名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段
 编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

代号	规格名称	单位	单价(元)	总数量	分项统计										场外运输损耗	
					桥梁涵洞工程									辅助生产	%	数量
1001001	人工	工日	128.17	1972.12	1972.12											
1051001	机械工	工日	128.17	111.178	111.178											
2001021	8~12号铁丝（镀锌铁丝）	kg	5.55	42.017	42.017											
2003012	镀锌钢板（δ=1mm, δ=1.5mm, δ=3mm）	t	3951.27	0.06	0.06											
2009011	电焊条（结422(502、506、507)3.2/4.0/5.0）	kg	5.94	2.4	2.4											
2009013	螺栓（混合格格）	kg	6.86	87	87											
2009014	镀锌螺栓（混合格格）	kg	10.75	52.877	52.877											
2009015	膨胀螺栓（混合格格）	套	3.68	1553.724	1553.724											
3003002	汽油（92号）	kg	8.4	1217.396	1217.396											
3003003	柴油（0号，-10号，-20号）	kg	6.9	1298.387	1298.387											
3005002	电	kW·h	0.83	134.67	134.67											
5001016	PVC阻燃塑料管	m	4.85	4464.029	4464.029											
5001017	塑料软管	kg	15.5	1.8	1.8											
7801001	其他材料费	元	1	32072.341	32072.341											
7001001015	电力线缆YJV22 2*4（35mm2三芯铅芯连地）	m	10.5	2848.2	2848.2											
7001001016	RVVP4*0.5（35mm2三芯铅芯连地）	m	6.97	860.52	860.52											
7003001002	户外超5类网线	m	2.97	881.28	881.28											
8007003	装载质量4t以内载货汽车（CA10B）	台班	495.77	35.31	35.31											
8007005	装载质量6t以内载货汽车（CA141K,CA1091K）	台班	493.15	0.294	0.294											
8009025	提升质量5t以内汽车式起重机（QY5）	台班	683.84	0.257	0.257											
8009046	最大作业高度10m以内高空作业车（QYJ5040JGKZ10）	台班	547.85	11.1	11.1											
8009153	提升质量300kg以内液压升降机（提升高度9m）	台班	157.45	31.04	31.04											
8015028	容量32kV·A以内交流电弧焊机（BX1-330）	台班	204.4	1.32	1.32											
8021007	网络分析仪（10MHz~110GHz）	台班	165	24	24											
8021016	光时域反射仪（1.3~1.55μm）	台班	630.42	0.086	0.086											
8021030	直流高压发生器（ZGF-200）	台班	30.94	8	8											
8021031	轻型试验变压器（TSB）	台班	21.58	8	8											
8025004	功率90kW以内工程修理车（EQ-141）	台班	722.3	20.5	20.5											
8099001	小型机具使用费	元	1	17747.859	17747.859											

编制：
 复核：

表A.0.2-7 建筑安装工程费计算表

建设工程名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

序号	分项编号	工程名称	单位	工程量	定额直接费(元)	定额设备购置费(元)	直接费（元）				设备购置费	措施费	企业管理费	规费	利润(元)	税金(元)	金额合计（元）	
							人工费	材料费	施工机械使用费	合计					费率（%） 7.42%	税率（%） 9.0%	合计	单价
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	104	桥梁涵洞工程	公路公里	1.38	483077.29		252766.65	99639.59	66054.11	418460.34	1804383	18234.85	30225.94	91853.61	39440.12	216233.81	2618831.67	1897704.11
2	10406	桥梁健康监测	公路公里	1.38	483077.29		252766.65	99639.59	66054.11	418460.34	1804383	18234.85	30225.94	91853.61	39440.12	216233.81	2618831.67	1897704.11
3	1040601	监测管线工程	项	1	239035.86		57212.55	82342.79	751.41	140306.75		4267.57	10770.96	19716.74	18852.32	17452.29	211366.62	211366.62
4	104060101	电力线缆YJV22 2*4铠装	m	2820	123556.95		15252.74	34396.44	246.25	49895.43		1857.45	5567.48	5274.3	9718.86	6508.22	78821.72	27.95
5	104060102	电力线缆硅芯管防护	m	2820	48768.11		23529.71	25589.06	255.21	49373.98		1158.73	2197.49	8094.22	3867.63	5822.28	70514.33	25.01
6	104060103	RVVP4*0.5屏蔽线	m	852	37329.97		4608.28	7354.48	74.4	12037.15		561.19	1682.09	1593.51	2936.34	1692.93	20503.2	24.06
7	104060104	户外超5类网线	m	864	6241.92		2657.73	2861.61	54.47	5573.81		140.43	281.26	914.26	494.44	666.38	8070.59	9.34
8	104060105	通信线缆PVC电工套管防护	m	1338	23138.91		11164.09	12141.19	121.09	23426.38		549.78	1042.64	3840.45	1835.07	2762.49	33456.8	25.01
9	1040602	设备购置及安装	项	1	139362.88		101118.44	5767.8	50541.45	157427.68	1804383	8093.49	11110.01	39043.44	11765.62	182864.09	2214687.34	2214687.34
10	104060201	竖向位移监测传感设备	项	1	63706.17		48486.71	4347.21	19422.09	72256.01	1263402	3630.38	5078.66	18920.55	5373.21	123179.47	1491840.28	1491840.28
11	10406020101	光电挠度仪	台	22	33635.15		25377.66	1353.66	11531.73	38263.05	1089902	1954.42	2681.39	9738.71	2839.71	103084.14	1248463.41	56748.34
12	10406020102	监测仪安装支架	台	22	1987.87		1691.84	107.8	554.22	2353.87	20174	115.14	158.47	737.19	167.8	2133.58	25840.06	1174.55
13	10406020103	标靶	个	99	19318.46		13957.71	2410.45	4892.51	21260.68	108900	1053.14	1540.07	5194.3	1625.85	12561.66	152135.69	1536.72
14	10406020104	标靶安装支架	个	97	8764.69		7459.49	475.3	2443.62	10378.42	44426	507.68	698.72	3250.35	739.86	5400.09	65401.12	674.24
15	104060202	主梁/桥墩振动倾角、墩柱倾斜传感设备	项	1	13967.78		8536.12	351.5	7028.04	15915.66	288489	822.21	1113.51	4176.25	1180.04	28052.7	339749.38	339749.38
16	10406020201	多元感知终端	台	37	10624.55		5690.75	170.2	6095.94	11956.88	271543	628.56	846.99	2936.43	897.83	25992.87	314802.56	8508.18
17	10406020202	传感器安装支架	台	37	3343.23		2845.37	181.3	932.1	3958.78	16946	193.65	266.52	1239.82	282.21	2059.83	24946.82	674.24
18	104060203	梁端位移监测传感设备	项	1	12953.83		9843.46	531.44	4394.89	14769.79	62864	752.57	1032.68	3809.42	1093.64	7588.99	91911.08	91911.08
19	10406020301	位移计	个	8	12230.97		9228.24	492.24	4193.36	13913.84	59200	710.7	975.05	3541.35	1032.62	7143.62	86517.18	10814.65
20	10406020302	安装支架及保护罩	个	8	722.86		615.22	39.2	201.54	855.95	3664	41.87	57.63	268.07	61.02	445.37	5393.91	674.24
21	104060204	配套支持系统设备	项	1	48735.1		34252.15	537.65	19696.42	54486.22	189628	2888.32	3885.16	12137.23	4118.74	24042.93	291186.6	291186.6
22	10406020401	远程开关	台	12	1147.82		1384.24			1384.24	8808	68.5	91.51	476.18	97.04	983.29	11908.75	992.4
23	10406020402	工业级交换机（8口）	台	12	8066.45		2768.47	22.8	5728.13	8519.4	22200	480.67	643.06	1100.5	681.91	3026.3	36651.83	3054.32
24	10406020403	工业路由器	台	12	19493.09		16610.83		5719.2	22330.03	16512	1163.35	1553.99	5714.13	1648.01	4402.94	53324.44	4443.7
25	10406020404	通用采集模块	通道	8	1617.63		1845.65		87.2	1932.85	7600	96.54	128.96	634.9	136.76	947.7	11477.71	1434.71
26	10406020405	工控机	台	12	8066.45		2768.47	22.8	5728.13	8519.4	90000	480.67	643.06	1100.5	681.91	9128.3	110553.83	9212.82
27	10406020406	12V/24V开关电源	台	12	7048.7		5998.36		2074.8	8073.16	2676	420.67	561.92	2063.43	595.92	1295.2	15686.3	1307.19
28	10406020408	电源网络防雷	台	12	2146.08		1845.65	259.73	347.81	2453.19	3300	118.54	171.09	693.1	180.73	622.5	7539.14	628.26

编制：

复核：

表A.0.2-7 建筑安装工程费计算表

建设工程名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

序号	分项编号	工程名称	单位	工程量	定额直接费(元)	定额设备购置费(元)	直接费（元）				设备购置费	措施费	企业管理费	规费	利润(元)	税金(元)	金额合计（元）	
							人工费	材料费	施工机械使用费	合计					费率（%） 7.42%	税率（%） 9.0%	合计	单价
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
29	10406020409	挂壁机柜	台	12	1148.87		1030.49	232.31	11.16	1273.96	38532	59.39	91.59	354.49	96.45	3636.71	44044.59	3670.38
30	10406020410	自主开发(数据对接接口开发)	座	20						200000							200000	10000
31	10406020411	自主开发(数据传输模块)	座	12						120000							120000	10000
32	1040603	系统集成调试费	项	1	104678.54		94435.66	11529	14761.25	120725.91		5873.79	8344.97	33093.43	8822.18	15917.43	192777.71	192777.71
33	104060301	监测设备通信联调	座	20	30944.74		29632.9	5300.8	1072	36005.7		1675.09	2466.91	10193.72	2603.44	4765.04	57709.9	2885.5
34	104060302	监测设备防雷测试	座	20	8430.05		7382.59	43.2	2264.96	9690.75		501.71	672.04	2539.61	712.6	1270.5	15387.22	769.36
35	104060303	场端系统现场功能测试	座	20	30944.74		29632.9	5300.8	1072	36005.7		1675.09	2466.91	10193.72	2603.44	4765.04	57709.9	2885.5
36	104060304	监测系统试运行期间系统运维	座	20	34359.02		27787.26	884.2	10352.29	39023.75		2021.91	2739.1	10166.38	2902.71	5116.85	61970.69	3098.53
37	1040604	系统运维	项	1						1150000							1150000	1150000
38	104060401	系统运维维护及数据分析费用(2年)	项	1						1150000							1150000	1150000
39	10406040101	G36马群互通2号立交桥	座	1						60000							60000	60000
40	10406040102	G36马群互通1号立交桥	座	1						80000							80000	80000
41	10406040103	G42马群互通3号立交桥	座	1						80000							80000	80000
42	10406040104	G42马群互通4号立交桥	座	1						60000							60000	60000
43	10406040105	G42马群中桥	座	1						60000							60000	60000
44	10406040106	G42万家楼互通主线桥	座	1						80000							80000	80000
45	10406040107	G42钟学北路桥	座	1						30000							30000	30000
46	10406040108	G42柳营南路桥	座	1						80000							80000	80000
47	10406040109	G42八机中桥	座	1						80000							80000	80000
48	10406040110	G42五百户互通主线立交大桥	座	1						90000							90000	90000
49	10406040111	G42牌楼小桥	座	1						30000							30000	30000
50	10406040112	G42友谊小桥	座	1						30000							30000	30000
51	10406040113	G42站东二路桥	座	1						30000							30000	30000
52	10406040114	G42站东路桥	座	1						30000							30000	30000
53	10406040115	G42站西路桥	座	1						30000							30000	30000
54	10406040116	G42站西二路桥	座	1						30000							30000	30000
55	10406040117	G42铁心桥互通主线桥	座	1						80000							80000	80000
56	10406040118	G42经四路互通主线桥	座	1						80000							80000	80000

编制：

复核：

表A.0.2-7 建筑安装工程费计算表

建设项目名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

第 3 页共 3 页

03表

[illegible]

编制：

复核：

表A.0.2-8 综合费率计算表

建设项目名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段
 编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

序号	工程类别	措施费 (%)											企业管理费 (%)							规费 (%)					
		冬季施工增加费	雨季施工增加费	夜间施工增加费	高原地区施工增加费	风沙地区施工增加费	沿海地区施工增加费	行车干扰施工增加费	施工辅助费	工地转移费	综合费率		基本费用	主副食运费补贴	职工探亲路费	职工取暖补贴	财务费用	综合费率	养老保险费	失业保险费	医疗保险费	工伤保险费	住房公积金	综合费率	
											I	II													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
01	土方		0.7					3.194	0.521	0.224	4.118	0.521	2.747	0.122	0.192	0.06	0.271	3.392	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
02	石方		0.667					2.618	0.47	0.176	3.461	0.47	2.792	0.108	0.204	0.054	0.259	3.417	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
03	运输		0.781					3.041	0.154	0.157	3.979	0.154	1.374	0.118	0.132	0.065	0.264	1.953	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
04	路面	0.198	0.71					2.802	0.818	0.321	4.031	0.818	2.427	0.066	0.159	0.049	0.404	3.105	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
04-1	路面（隧道路面）	0.198						2.802	0.818	0.321	3.321	0.818	2.427	0.066	0.159	0.049	0.404	3.105	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
05	隧道								1.195	0.257	0.257	1.195	3.569	0.096	0.266	0.045	0.513	4.489	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
06	构造物 I	0.288	0.491					1.858	1.201	0.262	2.899	1.201	3.587	0.114	0.274	0.065	0.466	4.506	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
06-1	构造物 I (绿化)		0.491					1.858	1.201	0.262	2.611	1.201	3.587	0.114	0.274	0.065	0.466	4.506	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
07	构造物 II	0.393	0.565					2.014	1.537	0.333	3.305	1.537	4.726	0.126	0.348	0.07	0.545	5.815	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
08	构造物 III(一般)	0.721	1.164					1.896	2.729	0.622	4.403	2.729	5.976	0.225	0.551	0.126	1.094	7.972	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
08-1	构造物 III(室内)	0.721						1.896	2.729	0.622	3.239	2.729	5.976	0.225	0.551	0.126	1.094	7.972	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
08-2	构造物 III(桥梁)	0.721	1.164					1.896	2.729	0.622	4.403	2.729	5.976	0.225	0.551	0.126	1.094	7.972	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
08-3	构造物 III(设备安装)	0.721						1.896	2.729	0.622	3.239	2.729	5.976	0.225	0.551	0.126	1.094	7.972	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
09	技术复杂大桥	0.446	0.689						1.677	0.389	1.524	1.677	4.143	0.101	0.208	0.059	0.637	5.148	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
10	钢材及钢结构(一般)								0.564	0.351	0.351	0.564	2.242	0.104	0.164	0.047	0.653	3.21	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
10-1	钢材及钢结构(桥梁)								0.564	0.351	0.351	0.564	2.242	0.104	0.164	0.047	0.653	3.21	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	
10-2	钢材及钢结构(金属标志牌等)								0.564	0.351	0.351	0.564	2.242	0.104	0.164	0.047	0.653	3.21	16	0.5	6.8	1.1	10	34.4	

表A.0.2-10 设备费计算表

建设项目名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段
编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

第1页 共1页

05表

[illegible]

编制：

复核：

表A.0.2-13 工程建设其他费计算表

编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

第1页 共1页

08表

序号	费用名称及项目	说明及计算式	金额(元)	备注
3	第三部分 工程建设其他费		348823.54	
301	建设项目管理费		94256.11	
30101	建设单位（业主）管理费	{部颁2018建设单位（业主）管理费}	47522.52	0+(978232.13-0)*0.04858*1.0
30102	建设项目信息化费	{部颁2018建设项目信息化费}	5869.39	0+(978232.13-0)*0.006*1.0
30103	工程监理费	{部颁2018工程监理费}	29346.96	0+(978232.13-0)*0.03*1.0
30104	设计文件审查费	{部颁2018设计文件审查费}	753.24	0+(978232.13-0)*0.00077*1.0
30105	竣（交）工验收试验检测费	{部颁2018竣（交）工验收试验检测费}*0.15	10764	71760*0.15
303	建设项目前期工作费		241552.63	
30301	工程设计费	建安工程费*3.474%	177961.01	5122654.18*3.474%
30302	招标文件及标底文件编制费等	$((100*1\%+400*0.7\%+(\text{建安工程费}/10000-400)*0.55\%)+(500*0.38\%+(\text{建安工程费}/10000-500)*0.34\%))*10000$	63591.62	$((100*1\%+400*0.7\%+(5122654.18/10000-400)*0.55\%)+(500*0.38\%+(5122654.18/10000-500)*0.34\%))*10000$
305	联合试运转费	(定额建筑安装工程费(不含专项费用)+专项费用)*0.04%	391.29	(879065.62+99166.51)*0.04%
308	工程保险费	(建安工程费-设备费)*0.4%	12623.51	(5122654.18-1966777.47)*0.4%

编制：

复核：

表A.0.2-14 人工、材料、施工机械台班单价汇总表

建设工程名称：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段
 编制范围：2026年南京市普通国省道桥梁健康监测项目设计2026QL-JKJCSJ2标段

序号	名称	单位	代号	预算单价 (元)	备注
1	人工	工日	1001001	128.17	
2	机械工	工日	1051001	128.17	
3	8~12号铁丝镀锌铁丝	kg	2001021	5.55	
4	镀锌钢板 δ =1mm, δ =1.5mm, δ =3mm	t	2003012	3951.27	
5	电焊条结422(502、506、507)3.2/4.0/5.0	kg	2009011	5.94	
6	螺栓混合规格	kg	2009013	6.86	
7	镀锌螺栓混合规格	kg	2009014	10.75	
8	膨胀螺栓混合规格	套	2009015	3.68	
9	汽油92号	kg	3003002	8.4	
10	柴油0号,—10号,—20号	kg	3003003	6.9	
11	电	kW · h	3005002	0.83	
12	PVC阻燃塑料管	m	5001016	4.85	
13	塑料软管	kg	5001017	15.5	
14	其他材料费	元	7801001	1	
15	电力线缆YJV22 2*435mm2三芯铅芯连地	m	7001001015	10.5	
16	RVVP4*0.535mm2三芯铅芯连地	m	7001001016	6.97	
17	户外超5类网线	m	7003001002	2.97	
18	装载质量4t以内载货汽车CA10B	台班	8007003	495.77	
19	装载质量6t以内载货汽车CA141K,CA1091K	台班	8007005	493.15	
20	提升质量5t以内汽车式起重机QY5	台班	8009025	683.84	
21	最大作业高度10m以内高空作业车QYJ5040JGKZ10	台班	8009046	547.85	
22	提升质量300kg以内液压升降机提升高度9m	台班	8009153	157.45	
23	容量32kV · A以内交流电弧焊机BX1-330	台班	8015028	204.4	
24	网络分析仪10MHz~110GHz	台班	8021007	165	
25	光时域反射仪1.3~1.55 μ m	台班	8021016	630.42	
26	直流高压发生器ZGF-200	台班	8021030	30.94	
27	轻型试验变压器TSB	台班	8021031	21.58	
28	功率90kW以内工程修理车EQ-141	台班	8025004	722.3	
29	小型机具使用费	元	8099001	1	
30	定额基价	元	1999	1	

编制：
 复核：