

2026 年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目

施 工 图 设 计

第一册 共一册



中交远洲交通科技集团有限公司
CHINARoads COMMUNICATION SCIENCE & TECHNOLOGY GROUP CO.,LTD

二〇二六年七月

2026 年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目

施 工 图 设 计

第一册 共一册

项 目 负 责 人：

技 术 负 责 人：

单 位 负 责 人：

编 制 单 位：中交远洲交通科技集团有限公司

证 书 等 级：工程行业甲级

证 书 号：A113A00229

设计说明

序号	图 表 名 称	图表号	页码	备注
1	设计说明	SI-01	62	
2	桥梁监测点编号命名规则	SI-02	1	
3	设备图例	SI-03	1	
4	总体系统拓扑图	SI-04	1	
各桥传感器子系统测点布置图				
5	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥工程量清单	SI-05-01	1	
6	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥设备布设表	SI-05-02	1	
7	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥监测系统拓扑图	SI-05-03	1	
8	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥监测设备总体布置图	SI-05-04	1	
9	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥竖向位移监测测点布置图	SI-05-05	1	
10	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥桥面温度监测测点布置图	SI-05-06	1	
11	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥视频监控测点布置图	SI-05-07	2	
12	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥数据采集站布置图	SI-05-08	1	
13	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥竖向位移监测线缆布置图	SI-05-09	1	
14	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥桥面温度监测线缆布置图	SI-05-10	1	
15	西善桥互通 B 匝道上跨宁马主线桥视频监控线缆布置图	SI-05-11	2	
16	西善桥互通 L 分离式主线桥工程量清单	SI-06-01	1	
17	西善桥互通 L 分离式主线桥设备布设表	SI-06-02	1	
18	西善桥互通 L 分离式主线桥监测系统拓扑图	SI-06-03	1	
19	西善桥互通 L 分离式主线桥监测设备总体布置图	SI-06-04	1	
20	西善桥互通 L 分离式主线桥竖向位移监测测点布置图	SI-06-05	1	
21	西善桥互通 L 分离式主线桥振动倾角监测测点布置图	SI-06-06	1	
22	西善桥互通 L 分离式主线桥视频监控测点布置图	SI-06-07	4	
23	西善桥互通 L 分离式主线桥数据采集站布置图	SI-06-08	2	
24	西善桥互通 L 分离式主线桥竖向位移监测线缆布置图	SI-06-09	1	
25	西善桥互通 L 分离式主线桥振动倾角监测线缆布置图	SI-06-10	1	
26	西善桥互通 L 分离式主线桥视频监控线缆布置图	SI-06-11	4	
27	跨径 13 米小桥工程量清单	SI-07-01	1	
28	跨径 13 米小桥设备布设表	SI-07-02	1	
29	跨径 13 米小桥监测系统拓扑图	SI-07-03	1	
30	跨径 13 米小桥监测设备总体布置图	SI-07-04	1	
31	跨径 13 米小桥应变监测测点布置图	SI-07-05	2	
32	跨径 13 米小桥振动倾角监测测点布置图	SI-07-06	2	
33	跨径 13 米小桥超高车预警系统布置图	SI-07-07	2	
34	跨径 13 米小桥视频监控测点布置图	SI-07-08	1	
35	跨径 13 米小桥数据采集站布置图	SI-07-09	1	
36	跨径 13 米小桥应变监测线缆布置图	SI-07-10	1	
37	跨径 13 米小桥振动倾角监测线缆布置图	SI-07-11	1	

序号	图 表 名 称	图表号	页码	备注
38	跨径 13 米小桥超高车预警系统线缆布置图	SI-07-12	1	
39	跨径 13 米小桥视频监控线缆布置图	SI-07-13	2	
40	铜井互通主线桥工程量清单	SI-08-01	1	
41	铜井互通主线桥设备布设表	SI-08-02	1	
42	铜井互通主线桥监测系统拓扑图	SI-08-03	1	
43	铜井互通主线桥监测设备总体布置图	SI-08-04	1	
44	铜井互通主线桥竖向位移监测测点布置图	SI-08-05	2	
45	铜井互通主线桥视频监控测点布置图	SI-08-06	2	
46	铜井互通主线桥数据采集站布置图	SI-08-07	1	
47	铜井互通主线桥竖向位移监测线缆布置图	SI-08-08	1	
48	铜井互通主线桥视频监控线缆布置图	SI-08-09	2	
49	荆刘村大通道工程量清单	SI-09-01	1	
50	荆刘村大通道设备布设表	SI-09-02	1	
51	荆刘村大通道监测系统拓扑图	SI-09-03	1	
52	荆刘村大通道视频监控测点布置图	SI-09-04	1	
53	荆刘村大通道数据采集站布置图	SI-09-05	1	
54	荆刘村大通道视频监控线缆布置图	SI-09-06	2	
55	跨径 6 米箱形通道工程量清单	SI-10-01	1	
56	跨径 6 米箱形通道设备布设表	SI-10-02	1	
57	跨径 6 米箱形通道监测系统拓扑图	SI-10-03	1	
58	跨径 6 米箱形通道视频监控测点布置图	SI-10-04	1	
59	跨径 6 米箱形通道数据采集站布置图	SI-10-05	1	
60	跨径 6 米箱形通道视频监控线缆布置图	SI-10-06	2	
61	韩村通道工程量清单	SI-11-01	1	
62	韩村通道设备布设表	SI-11-02	1	
63	韩村通道监测系统拓扑图	SI-11-03	1	
64	韩村通道视频监控测点布置图	SI-11-04	1	
65	韩村通道数据采集站布置图	SI-11-05	1	
66	韩村通道视频监控线缆布置图	SI-11-06	2	
67	八府通道工程量清单	SI-12-01	1	
68	八府通道设备布设表	SI-12-02	1	
69	八府通道监测系统拓扑图	SI-12-03	1	
70	八府通道视频监控测点布置图	SI-12-04	1	
71	八府通道数据采集站布置图	SI-12-05	1	
72	八府通道视频监控线缆布置图	SI-12-06	2	
传感器子系统安装图				
73	图像法动位移监测仪、标靶安装大样图	SI-13	1	
74	道路立柱式监控杆件结构安装图	SI-14	1	

1 项目概述

1.1 项目实施的意义

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

1.2 项目背景

2021 年 3 月，根据《交通运输部关于进一步提升公路桥梁安全耐久水平的意见》（交公路发〔2020〕127 号），部决定在“十四五”期间组织开展跨江跨海跨峡谷等长大桥梁结构健康监测系统建设，并印发《公路长大桥梁结构监测系统建设实施方案》的通知（交办公路〔2021〕21 号）。

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/T 1037-2022）。

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

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 12 月，为深入贯彻落实“交通强国”，响应江苏省“轻量化”的重要决策及安排，江苏省市场监督管理局发布了《桥梁轻量化监测系统建设规范》（DB32/T 4987-2024），用于公路与城市桥梁轻量化监测系统建设。

2025 年 1 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《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》（交办公路〔2025〕1 号）。

2025 年 4 月，根据“江苏省交通运输厅印发《江苏省高速公路桥梁隧道监测系统建设方案及年度实施计划》的通知”，明确了江苏省高速公路各管养单位监测系统建设任务。

宁马高速公路 9 座桥梁健康监测系统设计即为南京市公路事业发展中心 2026 年建设任务。

1.3 桥梁概况

依据 2026 年宁马高速公路桥梁健康监测设计项目招标要求，结合桥梁结构实际工程特征及结构运行服役现状，根据相关资料及桥梁现场踏勘结果，拟定本年度对宁马高速刘村互通至铜井镇（苏皖界）段 9 座桥梁新建轻量化监测系统，其中包括 4 座结构监测桥梁以及 5 座视频监控桥梁，对应桥址分布情况如下图所示。



备注：📍 结构监测桥梁；📍 视频监控桥梁

图 1.3-1 监测桥梁地理位置分布图

1.3.1 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥

西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥于 2022 年建成通车，该桥位于宁马高速雨花台区段（G4211），中心桩为 K2+320。跨径组合为 30+35+33.5+27.12+31+35+30+2*30，全桥为单

幅桥,桥面总宽度为 10.5m。该桥上部结构主桥采用了等截面箱梁,下部结构采用重力式墩,桥台采用桩柱式桥台。

桥梁技术指标:

- (1) 道路等级：高速公路；
- (2) 设计荷载：公路-I 级；
- (3) 跨越地物名称：Z 分离主线、G4211 宁马高速、Y 分离主线、E 匝道。



桥梁正面照



桥梁侧面照

图 1.3-2 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥正侧面照片

1.3.2 西善桥互通 L 分离式主线桥

西善桥互通 L 分离式主线桥于 2022 年建成通车,该桥位于宁马高速雨花台区段(G4211),中心桩为 K2+857。跨径组合为 3*30+3*30+26.04+3*30+3*35+2*20.9+4*35+4*35+4*30,全桥为单幅桥,桥面总宽度为 14.39m。该桥上部结构主桥采用了组合箱梁,下部结构采用双柱式墩,桥台采用桩柱式桥台。

桥梁技术指标:

- (1) 道路等级：高速公路；
- (2) 设计荷载：公路-I 级；
- (3) 跨越地物名称：陆庄大道、新湖大道、共建路。



桥梁正面照



桥梁侧面照

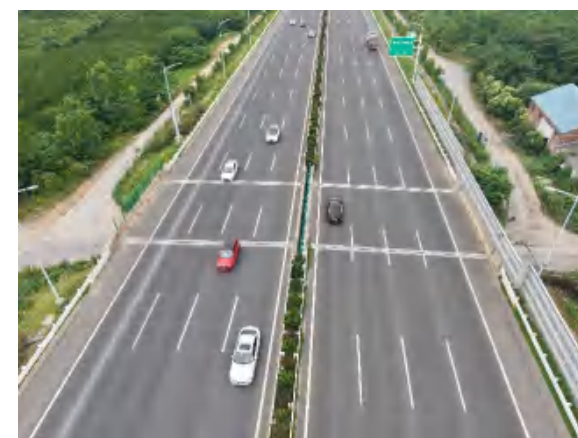
图 1.3-3 西善桥互通 L 分离式主线桥正侧面照片

1.3.3 跨径 13 米小桥

跨径 13 米小桥于 1998 年建成通车，2022 年改扩建拼宽，该桥位于宁马高速雨花台区段（G4211），中心桩为 K7+815。跨径组合为 1*13，全桥为双幅桥，桥面总宽度为 41m。该桥上部结构主桥采用了预制空心板，桥台采用重力式桥台。

桥梁技术指标:

- (1) 道路等级: 高速公路;
- (2) 设计荷载: 公路-I 级;
- (3) 跨越地物名称: 张容路。



桥梁正面照



桥梁侧面照

图 1.3-4 跨径 13 米小桥正侧面照片

1.3.4 铜井互通主线桥

铜井互通主线桥于 2022 年建成通车，该桥位于宁马高速江宁区段（G4211），中心桩为 K21+692。跨径组合为 $2 \times 30 + 29.64 + 30.36 + 30$ ，全桥为双幅桥，桥面总宽度为 41m。该桥上部结构主桥采用了组合箱梁，下部结构采用多柱墩，桥台采用桩柱式桥台。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：高速公路；
- (2) 设计荷载：公路- I 级；
- (3) 跨越地物名称：S002 省道、高速匝道。



桥梁正面照



桥梁侧面照

图 1.3-5 铜井互通主线桥正侧面照片

1.3.5 荆刘村大通道

荆刘村大通道于 2022 年建成通车，该桥位于宁马高速雨花台区段（G4211），中心桩为 K3+059。跨径组合为 1*6，全桥为双幅桥，桥面总宽度为 33.5m。该桥上部结构主桥采用了现浇实心板，桥台采用重力式桥台。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：高速公路；
- (2) 设计荷载：公路- I 级；
- (3) 跨越地物名称：荆雄路。



桥梁正面照



桥梁侧面照

图 1.3-6 荆刘村大通道正侧面照片

1.3.6 跨径 6 米箱型通道

跨径 6 米箱形通道于 1998 年建成通车，2022 年改扩建拼宽，该桥位于宁马高速雨花台区段（G4211），中心桩为 K8+045。跨径组合为 1*6，全桥为双幅桥，桥面总宽度为 12m。该桥上部结构主桥采用了现浇实心板，桥台采用重力式桥台。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：高速公路；
- (2) 设计荷载：公路- I 级；
- (3) 跨越地物名称：大柏树路。



桥梁正面照



桥梁侧面照

图 1.3-7 跨径 6 米箱型通道正侧面照片

1.3.7 百胜村 1#箱通

百胜村 1#箱通于 2022 年建成通车，该桥位于宁马高速江宁区段（G4211），中心桩为 K11+924。跨径组合为 1*6，全桥为双幅桥，桥面总宽度为 41m。该桥上部结构主桥采用了现浇实心板，桥台采用重力式桥台。

桥梁技术指标：

- (1) 道路等级：高速公路；
- (2) 设计荷载：公路- I 级；
- (3) 跨越地物名称：农路。



桥梁正面照



桥梁侧面照

图 1.3-8 百胜村 1#箱通正侧面照片

1.3.8 韩村通道

韩村通道于 1998 年建成通车,2022 年改扩建拼宽,该桥位于宁马高速江宁区段(G4211),中心桩为 K13+840。跨径组合为 1*6,全桥为双幅桥,桥面总宽度为 41m。该桥上部结构主桥采用了现浇实心板,桥台采用重力式桥台。

桥梁技术指标:

- (1) 道路等级: 高速公路;
- (2) 设计荷载: 公路- I 级;
- (3) 跨越地物名称: 农路。



桥梁正面照



桥梁侧面照

图 1.3-9 韩村通道正侧面照片

1.3.9 八府通道

八府通道于 1998 年建成通车,2022 年改扩建拼宽,该桥位于宁马高速江宁区段(G4211),中心桩为 K16+290。跨径组合为 1*13,全桥为双幅桥,桥面总宽度为 41m。该桥上部结构主桥采用了预制空心板,桥台采用重力式桥台。

桥梁技术指标:

- (1) 道路等级: 高速公路;
- (2) 设计荷载: 公路- I 级;
- (3) 跨越地物名称: 仓门路。



桥梁正面照



桥梁侧面照

图 1.3-10 八府通道正侧面照片

2 设计参考

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。

2.1 设计依据

- （1）《进一步推进公路桥梁隧道结构监测工作实施方案（2024—2030 年）》（交办公路〔2024〕26 号）；
- （2）《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）；
- （3）《南京市 2025 年宁马高速桥涵定期检查及路面技术状况检查项目报告》[华设检（2025）-DQ-QL-40/01-02]；
- （4）桥梁竣工图。

2.2 设计规范

- （1）《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》（交办公路〔2025〕1 号）；
- （2）《公路自然灾害监测预警系统技术指南（试行）》（交通运输部公路局，2025.3）
- （3）《桥梁轻量化监测系统建设规范》（DB32/T 4987—2024）；
- （4）《公路桥梁结构监测技术规范》（JT/T 1037-2022）；
- （5）《公路桥梁结构安全监测系统技术规程》（JT/T 1037-2016）；
- （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。

3 项目调研

3.1 监测桥梁调研

3.1.1 线路调研

宁马高速于 1996 年 9 月开工建设，1998 年 9 月建成通车，横断面为双向四车道，是皖江城市带与南京都市圈以及长三角核心区域之间联系的重要通道。建成通车后，带动了沿线板桥、滨江、谷里、铜井等新城和新市镇的飞速发展。近年来，随着经济发展和人们出行需求激增，宁马高速公路出现交通拥堵、配套服务滞后等问题。

2020 年，宁马高速日均交通量已超过 5 万辆，为满足该线路日益增大的交通需求，交通运输部批准对宁马高速实施改扩建，全线拓宽为双向六车道，局部地区为双向八车道。2022 年，宁马高速改扩建工程完工，全线通车。

本项目涉及的 9 座桥梁均位于宁马高速刘村互通至铜井镇（苏皖界）段，该段高速公路全长 26.155 公里。

3.1.2 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥

3.1.2.1 养护现状调研

依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/TH21-2011），对桥梁各评定单元进行技术状况评定，全桥以相对较差的单幅作为综合评定结果，西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥评分为 92.11 分，等级为 2 类。

具体评定结果如下表所示：

表 3.1-1 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥 2025 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	评定方法类型	单元技术状况
单幅(等截面箱梁)	1~9 孔	上部结构	90.58	2 类	92.11	综合评定	2 类
		下部结构	97.03	1 类			
		桥面系	85.34	2 类			

桥梁主要病害包括：

（1）等截面箱梁上部承重构件：

底板存在蜂窝、混凝土破损等病害。其中蜂窝共 1 处，面积约为 0.06m²；混凝土破损共 2 处，总面积约为 0.06m²。翼板存在混凝土破损病害，混凝土破损共 1 处，面积约为 0.18m²。腹板存在竖向裂缝病害，竖向裂缝共 1 条，长约为 1.0m，缝宽为 0.1mm。

（2）支座：

支座存在约束未解除病害，约束未解除共有 1 个支座，为标度 2。

（3）桥墩：

墩身存在竖向裂缝病害，竖向裂缝共 1 条，长约为 0.8m，缝宽为 0.08mm。

（4）桥台：

台帽存在水渍侵蚀、垃圾/碎石/沥青未清理等病害。其中水渍侵蚀共 2 处；垃圾/碎石/沥青未清理共 1 处。

（5）伸缩缝装置：

伸缩缝存在混凝土开裂、槽口堵塞等病害。其中混凝土开裂共 34 处，总长约为 9.7m；槽口堵塞共 5 处。

（6）栏杆、护栏：

护栏存在裂缝、破损等病害。其中裂缝共 65 条，总长约为 71.5m，缝宽在 0.1~0.14mm 间；破损共 2 处，总面积约为 0.55m²。

3.1.2.2 服役环境调研

2026 年 6 月，我单位安排工程技术人员对 G4211 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马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）西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥位于刘村枢纽，上跨宁马主线，桥址区域有较多的工业厂房，桥梁处于道路封闭状态；

（2）桥梁依次跨越 Z 分离主线、宁马主线、Y 分离主线、E 匝道，桥下净空高度充足，桥墩均位于中央隔离带内；

（3）桥梁所在沿线布置有路网监控点，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电，距离桥址最近路网监控点位于小桩号侧桥头西侧 80m 处，桩号 K1+023。



（a）道路封闭



（b）桥下空间



(c) 桥址位置



(d) 路网监控位置

图 3.1-1 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥现场调查情况

3.1.3 西善桥互通 L 分离式主线桥

3.1.3.1 养护现状调研

依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/TH21-2011），对桥梁各评定单元进行技术状况评定，全桥以相对较差的单幅作为综合评定结果，西善桥互通 L 分离式主线桥评分为 94.04 分，等级为 2 类。

具体评定结果如下表所示：

表 3.1-2 西善桥互通 L 分离式主线桥 2025 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	评定方法类型	单元技术状况
单幅(组合箱梁)	1~27 孔	上部结构	89.9	2 类	94.04	综合评定	2 类
		下部结构	97.17	1 类			
		桥面系	96.06	1 类			

桥梁主要病害包括：

1) 组合箱梁上部承重构件：

箱梁存在腹板混凝土破损病害，腹板混凝土破损共 1 处，面积约为 0.02m²。

2) 组合箱梁上部一般构件：

横隔板存在混凝土破损、蜂窝、麻面、竖向裂缝等病害。其中混凝土破损共 8 处，总面积约为 0.48m²；蜂窝共 1 处，面积约为 0.03m²；麻面共 3 处，总面积约为 0.22m²；竖向裂缝共 4 条，总长约为 12.0m，缝宽均为 0.12mm。湿接缝存在横向裂缝病害，横向裂缝共 4 条，总长约为 3.0m，缝宽在 0.1~0.12mm 间。

3) 桥墩：

立柱存在车辆刮擦病害，车辆刮擦共 1 处。盖梁存在水渍侵蚀、混凝土破损等病害。其

中水渍侵蚀共 1 处；混凝土破损共 5 处，总面积约为 0.24m²。

4) 桥台：

台帽存在水渍侵蚀病害，水渍侵蚀共 1 处。

5) 伸缩缝装置：

伸缩缝存在槽口堵塞、混凝土开裂等病害。其中槽口堵塞共 1 处；混凝土开裂共 5 处，总长约为 1.25m。

6) 栏杆、护栏：

护栏存在裂缝、露筋等病害。其中裂缝共 65 条，总长约为 71.5m，缝宽在 0.1~0.12mm 间；露筋共 8 处，总面积约为 0.64m²。



第 5 孔 5#墩 1#盖梁水渍侵蚀



第 9 孔 9#墩 2#立柱车辆刮擦

图 3.1-2 西善桥互通 L 分离式主线桥病害照片

3.1.3.2 服役环境调研

2026 年 6 月，我单位安排工程技术人员对 G4211 西善桥互通 L 分离式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)西善桥互通 L 分离式主线桥北侧约 2 公里处为刘村枢纽，北侧接入南京绕城高速，南侧上跨新湖大道，桥址区域有较多的工业厂房，车流量较大；

(2)桥梁跨越新湖大道，桥下净空高度充足，桥墩与被跨道路距离较近，桥下有大型货运车辆通行，未设置防撞护栏，立柱存在车辆刮擦病害；

(3)西善桥互通主线桥为 2025 年结构健康监测系统新建桥梁，位于桥址西侧，其采集站电源可提供结构监测系统设备稳定供电；

(4)桥梁小桩号侧桥头布置有全景相机，覆盖西善桥互通。



图 3.1-3 西善桥互通 L 分离式主线桥现场调查情况

3.1.4 跨径 13 米小桥

3.1.4.1 养护现状调研

依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/TH21-2011），对桥梁各评定单元进行技术状况评定，全桥以相对较差的左拼宽作为综合评定结果，跨径 13 米小桥评分为 88.43 分，等级为 2 类。

具体评定结果如下表所示：

表 3.1-3 跨径 13 米小桥 2025 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	评定方法类型	单元技术状况
左幅(预制空心板)	1 孔	上部结构	81.93	2 类	88.6	综合评定	2 类
		下部结构	95.41	1 类			
		桥面系	88.31	2 类			
右幅(预制空心板)	1 孔	上部结构	100.0	1 类	93.8	综合评定	2 类
		下部结构	90.34	2 类			
		桥面系	88.31	2 类			

左拼宽(预制空心板)	1 孔	上部结构	85.59	2 类	88.43	综合评定	2 类
		下部结构	89.31	2 类			
		桥面系	92.36	2 类			
右拼宽(预制空心板)	1 孔	上部结构	83.3	2 类	90.37	综合评定	2 类
		下部结构	96.44	1 类			
		桥面系	92.36	2 类			

桥梁主要病害包括：

（1）左幅

1) 预制空心板上部承重构件：

底板存在超高车/船刮擦、剥落、渗水等病害。其中超高车/船刮擦共 12 处，总面积约为 48m²；剥落共 2 处，总面积约为 10m²；渗水共 2 处，总面积约为 0.36m²。

2) 桥台：

台身存在水渍侵蚀、剥落等病害。其中水渍侵蚀共 2 处；剥落共 7 处，总面积约为 0.3087m²。

3) 伸缩缝装置：

伸缩缝存在混凝土开裂、槽口堵塞等病害。其中混凝土开裂共 10 处，总长约为 2.5m；槽口堵塞共 2 处。

（2）右幅

1) 桥台：

台身存在竖向裂缝、水渍侵蚀、剥落等病害。其中竖向裂缝共 3 条，总长约为 3.75m，缝宽在 0.12~0.16mm 间；水渍侵蚀共 2 处；剥落共 15 处，总面积约为 0.7935m²。

2) 伸缩缝装置：

伸缩缝存在混凝土开裂、槽口堵塞等病害。其中混凝土开裂共 10 处，总长约为 2.5m；槽口堵塞共 2 处。

（3）左拼宽

1) 预制空心板上部承重构件：

底板存在超高车/船刮擦病害，超高车/船刮擦共 6 处，总面积约为 12m²。腹板存在混凝土破损病害，混凝土破损共 3 处，总面积约为 1.8m²。

2) 桥台：

台帽存在钢筋锈胀病害，钢筋锈胀共 1 处，面积约为 0.01m²。台身存在剥落、水渍侵蚀等病害。其中剥落共 2 处，总面积约为 0.02m²；水渍侵蚀共 2 处。

3) 伸缩缝装置:

伸缩缝存在槽口堵塞病害, 槽口堵塞共 2 处。

(4) 右拼宽

1) 预制空心板上部承重构件:

底板存在超高车/船刮擦病害, 超高车/船刮擦共 6 处, 总面积约为 12m²。

2) 预制空心板上部一般构件:

铰缝存在勾缝脱落病害, 勾缝脱落共 2 处, 总长约为 2.5m。

3) 桥台:

台身存在水渍侵蚀、刮擦等病害。其中水渍侵蚀共 2 处; 刮擦共 1 处, 面积约为 5m²。

4) 伸缩缝装置:

伸缩缝存在槽口堵塞病害, 槽口堵塞共 2 处。

5) 栏杆、护栏:

护栏存在车辆刮擦病害, 车辆刮擦共 1 处。



第 1 孔 1#底板超高车刮擦



第 1 孔 8#底板渗水



第 1 孔 0#台 1#台身水渍侵蚀



第 1 孔 3#铰缝勾缝脱落

图 3.1-4 跨径 13 米小桥病害照片

3.1.4.2 服役环境调研

2026 年 6 月, 我单位安排工程技术人员对 G4211 跨径 13 米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) 跨径 13 米小桥位于江宁区, 桥址两侧有厂房, 车流量较大;

(2) 桥梁跨越张容路, 通道宽度 6m, 桥下限高 3.8m;

(3) 桥梁所在沿线布置有路网监控点, 其电源可提供结构监测系统设备稳定供电, 距离桥址最近路网监控点位于左幅小桩号侧桥头北侧 430m 处, 桩号 K6+155。



(a) 桥面车流量



(b) 桥下空间



(c) 桥址位置



(d) 路网监控位置

图 3.1-5 跨径 13 米小桥现场调查情况

3.1.5 铜井互通主线桥

3.1.5.1 养护现状调研

依据《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21-2011), 对桥梁各评定单元进行技术状况评定, 全桥以相对较差的左幅作为综合评定结果, 铜井互通主线桥评分为 94.58 分, 等级为 2 类。

具体评定结果如下表所示:

表 3.1-4 铜井互通主线桥 2025 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	评定方法类型	单元技术状况
左幅(组合箱梁)	1 孔	上部结构	90.53	2 类	94.58	综合评定	2 类

右幅(组合箱梁)	1 孔	下部结构	100.0	1 类	95.31	综合评定	1 类
		桥面系	91.82	2 类			
		上部结构	92.36	2 类			
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	91.82	2 类			

桥梁主要病害包括：

（1）左幅

1）组合箱梁上部承重构件：

底板存在露筋病害，露筋共 2 处，总面积约为 0.04m²。

2）组合箱梁上部一般构件：

横隔板存在混凝土破损、蜂窝等病害。其中混凝土破损共 1 处，面积约为 0.02m²；蜂窝共 2 处，总面积约为 0.04m²。湿接缝存在蜂窝病害，蜂窝共 1 处，面积约为 0.04m²。

3）桥台：

台帽存在水渍侵蚀病害，水渍侵蚀共 2 处。

4）伸缩缝装置：

伸缩缝存在槽口堵塞、混凝土开裂等病害。其中槽口堵塞共 2 处；混凝土开裂共 14 处，总长约为 3.5m。

（2）右幅

1）组合箱梁上部承重构件：

底板存在露筋病害，露筋共 2 处，总面积约为 0.12m²。腹板存在混凝土破损病害，混凝土破损共 1 处，面积约为 0.01m²。

2）伸缩缝装置：

伸缩缝存在槽口堵塞、混凝土开裂等病害。其中槽口堵塞共 2 处；混凝土开裂共 12 处，总长约为 3.0m。

3.1.5.2 服役环境调研

2026 年 6 月，我单位安排工程技术人员对 G4211 铜井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）铜井互通主线桥位于江宁区，桥址东侧有较多的工业厂房，车流量较大；
- （2）桥梁依次跨越高速匝道、S002 省道，桥下净空高度充足，；
- （3）桥梁所在沿线布置有路网监控点，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电，距离桥址最近路网监控点位于右幅小桩号侧桥头北侧 40m 处，桩号 K20+350。



（a）桥面车流量



（b）桥下空间



（c）桥址位置



（d）路网监控位置

图 3.1-6 铜井互通主线桥现场调查情况

3.1.6 荆刘村大通道

3.1.6.1 养护现状调研

依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21-2011），对桥梁各评定单元进行技术状况评定，全桥以相对较差的左拼宽作为综合评定结果，荆刘村大通道评分为 87.22 分，等级为 2 类。

具体评定结果如下表所示：

表 3.1-5 荆刘村大通道 2025 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	评定方法类型	单元技术状况
左幅(现浇实心板)	1 孔	上部结构	79.71	3 类	91.88	综合评定	2 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			
右幅(现浇实心板)	1 孔	上部结构	89.09	2 类	92.53	综合评定	2 类
		下部结构	92.24	2 类			
		桥面系	100.0	1 类			

左拼宽(现浇实心板)	1 孔	上部结构	72.42	3 类	87.22	综合评定	2 类
		下部结构	95.63	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			
右拼宽(现浇实心板)	1 孔	上部结构	76.39	3 类	90.56	综合评定	2 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			

桥梁主要病害包括：

（1）左幅

1）现浇实心板上部承重构件：

底板存在混凝土破损、超高车/船刮擦、钢筋锈胀等病害。其中混凝土破损共 2 处，总面积约为 0.36m²；超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 50m²；钢筋锈胀共 1 处，面积约为 0.08m²。

（2）右幅

1）现浇实心板上部承重构件：

底板存在混凝土破损病害，混凝土破损共 1 处，面积约为 50m²。

2）桥台：

台身存在剥落病害，剥落共 1 处，面积约为 0.04m²。

（3）左拼宽

1）现浇实心板上部承重构件：

底板存在混凝土破损、超高车/船刮擦等病害。其中混凝土破损共 1 处，面积约为 2m²；超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 50m²。腹板存在混凝土破损病害，混凝土破损共 1 处，面积约为 0.01m²。

2）桥台：

台身存在剥落病害，剥落共 1 处，面积约为 0.01m²。

（4）右拼宽

1）现浇实心板上部承重构件：

底板存在斜向裂缝、孔洞、超高车/船刮擦等病害。其中斜向裂缝共 2 条，总长约为 3.1m，缝宽在 0.14~0.19mm 间；孔洞共 1 处，面积约为 2m²；超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 20m²。腹板存在竖向裂缝病害，竖向裂缝共 8 条，总长约为 2.8m，缝宽在 0.14~0.16mm 间。

2）桥台：

台身存在剥落、竖向裂缝等病害。其中剥落共 2 处，总面积约为 0.05m²；竖向裂缝共 2 条，总长约为 6.0m，缝宽均为 0.1mm。



第 1 孔 1#底板超高车刮擦



第 1 孔 1#底板钢筋锈胀



第 1 孔 1#底板斜向裂缝



第 1 孔 1#台身竖向裂缝

图 3.1-7 荆刘村大通道病害照片

3.1.6.2 服役环境调研

2026 年 6 月，我单位安排工程技术人员对 G4211 荆刘村大通道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）荆刘村大通道位于江宁区，上跨荆雄路，桥址两侧均为居民区，桥面车流量较大；
- （2）桥梁跨越荆雄路，通道宽度 3m，限高 2.5m；
- （3）桥梁所在沿线布置有路网监控点，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电，距离桥址最近路网监控点位于左幅小桩号侧桥头北侧 80m 处，桩号 K2+705。



（a）桥面车流量



（b）桥下空间



图 3.1-8 荆刘村大通道现场调查情况

3.1.7 跨径 6 米箱型通道

3.1.7.1 养护现状调研

依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/TH21-2011），对桥梁各评定单元进行技术状况评定，全桥以相对较差的右拼宽作为综合评定结果，跨径 6 米箱形通道评分为 92.68 分，等级为 2 类。

具体评定结果如下表所示：

表 3.1-6 跨径 6 米箱形通道 2025 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	评定方法类型	单元技术状况
左幅(现浇实心板)	1 孔	上部结构	89.09	2 类	95.64	综合评定	1 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			
右幅(现浇实心板)	1 孔	上部结构	89.09	2 类	95.64	综合评定	1 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			
左拼宽(现浇实心板)	1 孔	上部结构	89.09	2 类	95.54	综合评定	1 类
		下部结构	99.75	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			
右拼宽(现浇实心板)	1 孔	上部结构	89.09	2 类	92.68	综合评定	2 类
		下部结构	92.62	2 类			
		桥面系	100.0	1 类			

桥梁主要病害包括：

（1）左幅

1）现浇实心板上部承重构件：

底板存在超高车/船刮擦病害，超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 12m²。

（2）右幅

1）现浇实心板上部承重构件：

底板存在超高车/船刮擦病害，超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 12m²。

（3）左拼宽

1）现浇实心板上部承重构件：

底板存在超高车/船刮擦病害，超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 12m²。

2）锥坡、护坡：

锥坡存在破损病害，破损共 1 处，面积约为 0.25m²。

（4）右拼宽

1）现浇实心板上部承重构件：

底板存在超高车/船刮擦病害，超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 12m²。

2）桥台：

台身存在剥落病害，剥落共 3 处，总面积约为 0.48m²。



第 1 孔 1#底板超高车刮擦 第 1 孔 0#台 1#台身剥落

图 3.1-9 跨径 6 米箱型通道病害照片

3.1.7.2 服役环境调研

2026 年 6 月，我单位安排工程技术人员对 G4211 跨径 6 米箱型通道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）跨径 6 米箱型通道位于江宁区，上跨大柏树路，桥址两侧均为农田，桥面车流量较大；

（2）桥梁跨越大柏树路，通道宽度 3m，限高 3m，通道内部有积水

（3）桥梁所在沿线布置有路网监控点，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电，距离桥址最近路网监控点位于右幅大桩号侧桥头南侧 280m 处交通指示牌上方，桩号 K7+132。



(a) 桥面车流量



(b) 桥下空间



(c) 桥址位置



(d) 路网监控位置

图 3.1-10 跨径 6 米箱型通道现场调查情况

3.1.8 百胜村 1#箱通

3.1.8.1 养护现状调研

依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/TH21-2011），对桥梁各评定单元进行技术状况评定，全桥以相对较差的左拼宽作为综合评定结果，百胜村 1#箱通评分为 93.78 分，等级为 2 类。

具体评定结果如下表所示：

表 3.1-7 百胜村 1#箱通 2025 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	评定方法类型	单元技术状况
左幅(现浇实心板)	1 孔	上部结构	100.0	1 类	100.0	综合评定	1 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			
右幅(现浇实心板)	1 孔	上部结构	84.46	2 类	93.78	综合评定	2 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			

桥梁主要病害包括：

(1) 左幅

整体状况良好，未见明显表观病害。

(2) 右幅

1) 现浇实心板上部承重构件：

底板存在露筋、蜂窝等病害。其中露筋共 3 处，总面积约为 0.03m²；蜂窝共 2 处，总面积约为 0.48m²。

3.1.8.2 服役环境调研

2026 年 6 月，我单位安排工程技术人员对 G4211 百胜村 1#箱通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) 百胜村 1#箱通跨越农路，西侧为百胜村大桥，桥址两侧均为农田，桥面车流量较大，重载通行车辆较多；

(2) 桥梁跨越农路，通道宽度 3m，限高 4.2m；

(3) 百胜村大桥为 2025 年结构健康监测系统新建桥梁，位于桥址西侧 20m 处，其采集站电源可提供结构监测系统设备稳定供电；

(4) 桥梁左幅小桩号侧桥头已设有视频监控设备，视野范围可覆盖桥面。



(a) 桥面车流量



(b) 桥下空间



(c) 桥址位置



(d) 视频监控位置



(e) 百胜村大桥采集站位置

图 3.1-11 百胜村 1#箱通现场调查情况

3.1.9 韩村通道

3.1.9.1 养护现状调研

依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/TH21-2011），对桥梁各评定单元进行技术状况评定，全桥以相对较差的左拼宽作为综合评定结果，韩村通道评分为 92.68 分，等级为 2 类。

具体评定结果如下表所示：

表 3.1-8 韩村通道 2025 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	评定方法类型	单元技术状况
左幅(现浇实心板)	1 孔	上部结构	89.09	2 类	92.53	综合评定	2 类
		下部结构	92.24	2 类			
		桥面系	100.0	1 类			
右幅(现浇实心板)	1 孔	上部结构	89.09	2 类	95.64	综合评定	1 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			

左拼宽(现浇实心板)	1 孔	上部结构	84.73	2 类	91.53	综合评定	2 类
		下部结构	94.1	2 类			
		桥面系	100.0	1 类			
右拼宽(现浇实心板)	1 孔	上部结构	79.71	3 类	91.88	综合评定	2 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	100.0	1 类			

桥梁主要病害包括：

(1) 左幅

1) 现浇实心板上部承重构件：

底板存在超高车/船刮擦病害，超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 40m²。

2) 桥台：

台身存在麻面病害，麻面共 2 处，总面积约为 2.4m²。

(2) 右幅

1) 现浇实心板上部承重构件：

底板存在超高车/船刮擦病害，超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 40m²。

(3) 左拼宽

1) 现浇实心板上部承重构件：

腹板存在竖向裂缝病害，竖向裂缝共 3 条，总长约为 3.6m，缝宽均为 0.14mm。

2) 桥台：

台身存在刮擦病害，刮擦共 1 处，面积约为 2.5m²。

(4) 右拼宽

1) 现浇实心板上部承重构件：

底板存在斜向裂缝、超高车/船刮擦等病害。其中斜向裂缝共 1 条，长约为 3.0m，缝宽为 0.12mm；超高车/船刮擦共 1 处，面积约为 6m²。



第 1 孔 1#底板超高车刮擦



第 1 孔 0#台 1#台身刮擦

图 3.1-12 韩村通道病害照片

3.1.9.2 服役环境调研

2026 年 6 月，我单位安排工程技术人员对 G4211 韩村通道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）韩村通道位于江宁区，上跨农路，桥梁南侧为江宁河大桥，桥址两侧多为农田，桥面车流量较大；

（2）桥梁跨越农路，通道宽度 3m，限高 2.5m；

（3）江宁河大桥为 2025 年结构健康监测系统新建桥梁，位于桥址南侧，其采集站电源可提供结构监测系统设备稳定供电。



(a) 桥面车流量



(b) 桥下空间



(c) 桥址位置



(d) 江宁河大桥采集站位置

图 3.1-13 韩村通道现场调查情况

3.1.10 八府通道

3.1.10.1 养护现状调研

依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/TH21-2011），对桥梁各评定单元进行技术状况评定，全桥以相对较差的右拼宽作为综合评定结果，八府通道评分为 95.4 分，等级为 1 类。

具体评定结果如下表所示：

表 3.1-9 八府通道 2025 年技术状况评定结果表

评定单元名称	对应孔跨	部位	评分	部位技术状况等级	综合评分	评定方法类型	单元技术状况
左幅(预制空心板)	1 孔	上部结构	96.57	2 类	96.29	综合评定	1 类
		下部结构	100.0	2 类			
		桥面系	88.31	1 类			
右幅(预制空心板)	1 孔	上部结构	96.98	2 类	96.45	综合评定	1 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	88.31	1 类			
左拼宽(预制空心板)	1 孔	上部结构	100.0	2 类	95.91	综合评定	1 类
		下部结构	95.63	2 类			
		桥面系	88.31	1 类			
右拼宽(预制空心板)	1 孔	上部结构	94.34	3 类	95.4	综合评定	1 类
		下部结构	100.0	1 类			
		桥面系	88.31	1 类			

桥梁主要病害包括：

（1）左幅

1) 预制空心板上部一般构件：

铰缝存在勾缝脱落、渗水等病害。其中勾缝脱落共 13 处，总长约为 70.0m；渗水共 1 处，长约为 4.0m。

2) 桥台：

台帽存在水渍侵蚀病害，水渍侵蚀共 1 处。

3) 伸缩缝装置：

伸缩缝存在混凝土开裂、槽口堵塞等病害。其中混凝土开裂共 9 处，总长约为 2.25m；槽口堵塞共 2 处。

（2）右幅

1) 预制空心板上部一般构件：

铰缝存在渗水病害，渗水共 6 处，总长约为 15.0m。

2) 桥台：

台帽存在水渍侵蚀病害，水渍侵蚀共 1 处。

3) 伸缩缝装置：

伸缩缝存在混凝土开裂、槽口堵塞、混凝土破损等病害。其中混凝土开裂共 10 处，总长约为 2.5m；槽口堵塞共 2 处；混凝土破损共 1 处，面积约为 0.15m²。

(3) 左拼宽

1) 桥台：

台帽存在混凝土破损、水渍侵蚀等病害。其中混凝土破损共 1 处，面积约为 0.02m²；水渍侵蚀共 1 处。

2) 伸缩缝装置：

伸缩缝存在混凝土开裂、槽口堵塞等病害。其中混凝土开裂共 10 处，总长约为 2.5m；槽口堵塞共 2 处。

(4) 右拼宽

1) 预制空心板上部承重构件：

底板存在超高车/船刮擦病害，超高车/船刮擦共 2 处，总面积约为 1.2m²。

2) 桥台：

台帽存在水渍侵蚀病害，水渍侵蚀共 1 处。

3) 伸缩缝装置：

伸缩缝存在槽口堵塞、混凝土开裂、混凝土破损等病害。其中槽口堵塞共 2 处；混凝土开裂共 6 处，总长约为 1.5m；混凝土破损共 1 处，面积约为 0.15m²。



图 3.1-14 八府通道病害照片

3.1.10.2 服役环境调研

2026 年 6 月，我单位安排工程技术人员对 G4211 八府通道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) 八府通道位于江宁区，上仓门路，桥址两侧多为农田，桥面车流量较大；

(2) 桥梁跨越仓门路，通道宽度 3m，限高 2.2m；

(3) 桥梁所在沿线布置有路网监控点，其电源可提供结构监测系统设备稳定供电，距离桥址最近路网监控点位于右幅大桩号侧桥头南侧 260m 处，桩号 K15+330。



图 3.1-15 八府通道现场调查情况

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	路线编号	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	西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥	G4211	2022	(30+35+33.5)+(27.128+31)+(35+30)+(2*30)	等截面箱梁	(1) 改扩建-新建桥梁, 2022 年建成, 单幅桥, 暂未通车; (2) 5#、6#孔跨越宁马高速, 4#、7#、8#孔跨越高速匝道, 桥墩位于道路中分带内, 距离行车道较近, 设置有护栏; (3) 2025 年技术状况评定总体 2 类。	结构监测 大件运输通道	小桩号侧桥头西侧 80m 位置处路网监控取电
2	西善桥互通 L 分离式主线桥	G4211	2022	3*30+3*30+26.04+3*30+3*35+2*20.9+4*35+4*35+4*30+4*30	组合箱梁	(1) 改扩建-新建桥梁, 单幅桥, 2022 年建成通车; (2) 13#孔跨越新湖大道, 桥墩位于道路两侧绿化带内, 未设置防撞护栏, 存在撞击风险; (3) 2025 年技术状况评定总体 2 类, 9#桥墩立柱存在车辆刮擦病害。	结构监测 大件运输通道 易碰撞桥梁	西善桥互通主线桥既有采集站取电
3	跨径 13 米小桥	G4211	1998	1*13	空心板梁	(1) 改扩建-拼宽桥梁, 2022 年通车; (2) 桥梁为双幅分离式结构, 桥面双向八车道; (3) 桥梁跨越张容路, 通道宽度 6m, 桥下限高 3.8m; (4) 2025 年技术状况评定总体 2 类, 上部承重构件 3 类, 存在超高车辆刮擦、混凝土破损、剥落、渗水(左幅 8#、11#底板)等病害。	结构监测 大件运输通道 易碰撞桥梁	左幅北侧桥头(小桩号侧桥头) 420m 位置处路网监控取电
4	铜井互通主线桥	G4211	2022	2*30+29.64+30.36+30	组合箱梁	(1) 改扩建-拼宽桥梁, 2022 年通车; (2) 桥梁为双幅分离式结构, 桥面双向八车道; (3) 3#、4#孔跨越 S002 省道, 2#孔跨越高速匝道, 桥墩位于道路中分带内, 距离行车道较近, 设置有护栏; (4) 2025 年技术状况评定总体 2 类。	结构监测 大件运输通道	右幅北侧桥头(小桩号侧桥头) 40m 位置处路网监控取电
5	荆刘村大通道	G4211	2022	1*6	整体现浇板	(1) 改扩建-拼宽桥梁, 2022 年通车; (2) 桥梁为双幅分离式结构, 桥面双向六车道; (3) 桥梁跨越荆雄路, 通道宽度 3m, 桥下限高 2.5m; (4) 2025 年技术状况评定总体 2 类, 上部承重构件底板存在超高车辆刮擦、混凝土破损、竖向裂缝等病害。	视频监控 易碰撞桥梁	左幅北侧桥头(小桩号侧桥头) 80m 位置处路网监控取电
6	跨径 6 米箱形通道	G4211	1998	1*6	整体现浇板	(1) 1998 年建成通车; (2) 桥梁为双幅分离式结构, 桥面双向八车道; (3) 桥梁跨越大柏树路, 通道宽度 3m, 桥下限高 3m; (4) 2025 年技术状况评定总体 2 类, 上部承重构件底板存在超高车辆刮擦等病害。	视频监控 易碰撞桥梁	左幅南侧桥头(大桩号侧桥头) 280m 位置处路网监控取电
7	百胜村 1#箱通	G4211	2022	1*6	整体现浇板	(1) 改扩建-新建桥梁, 2022 年建成通车; (2) 桥梁为双幅分离式结构, 桥面双向八车道; (3) 桥梁跨越农路, 通道宽度 3m, 桥下限高 4.2m; (4) 2025 年技术状况评定总体 2 类。	视频监控	/
8	韩村通道	G4211	1998	1*6	整体现浇板	(1) 改扩建-拼宽桥梁, 2022 年通车; (2) 桥梁为双幅分离式结构, 桥面双向八车道; (3) 桥梁跨越农路, 通道宽度 3m, 桥下限高 2.5m; (4) 2025 年技术状况评定总体 2 类, 上部承重构件 3 类, 右拼宽存在斜向裂缝, 底板存在超高车辆刮擦等病害。	视频监控 易碰撞桥梁	江宁河大桥既有采集站取电
9	八府通道	G4211	1998	1*13	空心板梁	(1) 改扩建-拼宽桥梁, 2022 年通车; (2) 桥梁为双幅分离式结构, 桥面双向八车道; (3) 桥梁跨越仓门路, 通道宽度 3m, 桥下限高 2.2m; (4) 2025 年技术状况评定总体 1 类, 铰缝存在勾缝脱落、渗水等病害, 上部承重构件底板存在超高车辆刮擦等病害。	视频监控 易碰撞桥梁	左幅南侧桥头(大桩号侧桥头) 260m 位置处路网监控取电

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。

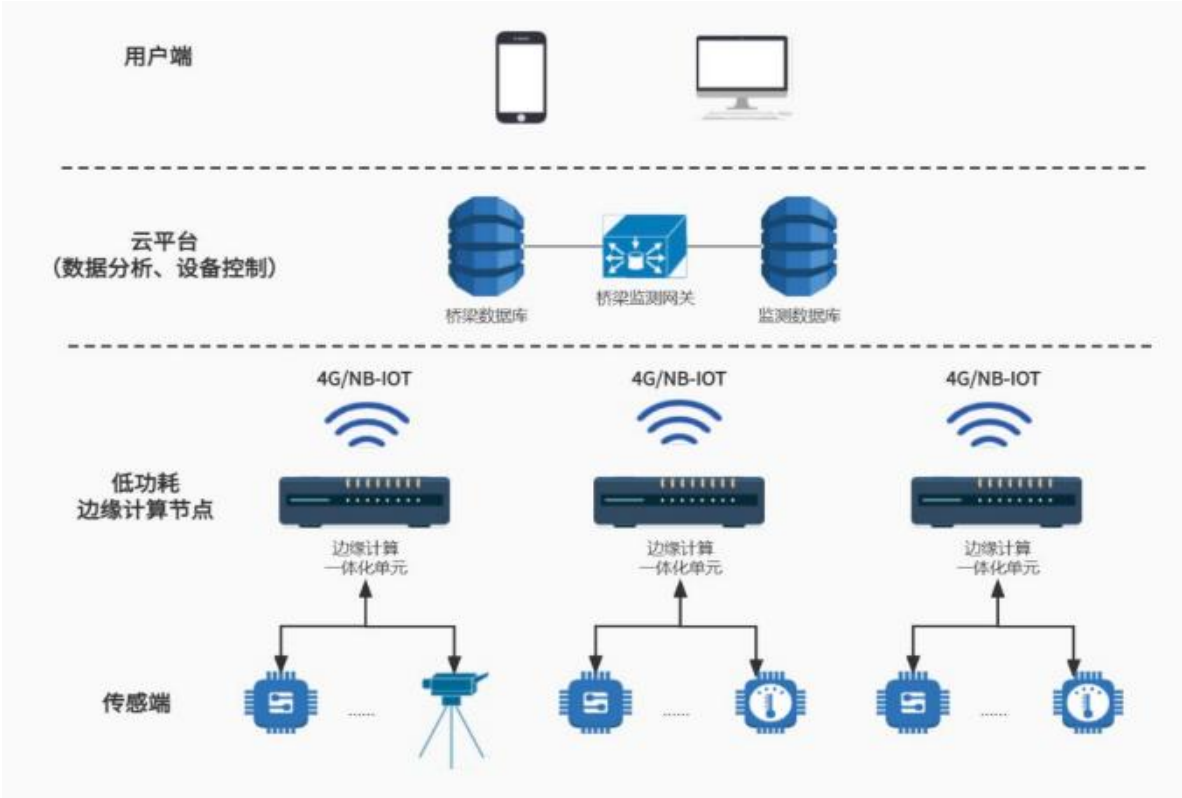


图 4.1-1 轻量化桥梁结构监测云边端架构图

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

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

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。

根据招标文件，本项目 9 座桥梁中，4 座计划开展结构监测，5 座计划开展视频监控。参考《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》（交办公路〔2025〕1 号），本桥梁群监测设计主要关注以下监测场景：**重载交通桥梁、撞击高风险桥梁。**

表 4.2-1 监测场景及监测项测点布置要求

监测场景		监测项目	监测选项	测点布设
重载交通桥梁	规划大件运输通行	竖向动位移监测	●	宜布置在跨中或跨中附近位置
		视频抓拍监测	●	宜布置在主梁竖向动位移监测测点附近，能够清晰拍摄到桥面交通通行状况的位置
	重载交通通行量大	车辆荷载监测	○	宜选择在路基或有稳定墩柱支撑的混凝土结构铺装层内，结合桥梁、动态称重系统、交通量调查站点等的分布综合确定，并与视频监控进行联动
		竖向动位移监测	●	宜布置在跨中或跨中附近位置
		裂缝监测	○	应根据检查结果确定测点位置
		应变监测	○	宜选择受力较大关键截面、部位
撞击高风险桥梁	存在撞击记录桥梁	振动监测	●	宜布置在车道/航道附近易于感知撞击信号位置处
	存在下穿通道的桥梁	振动监测	●	宜布置在车道/航道附近易于感知撞击信号位置处

注：●为应选监测项，○为宜选监测项

本项目桥梁结构监测内容参考指南要求选取，根据桥梁实际管养需求进行监测方案设计。同时参考指南要求对项目范围内桥梁布设视频监控。

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的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。

为对桥梁群各单桥监测系统统一管理，计划搭建南京宁马高速公路桥梁群监测系统平台，系统架构包括：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。

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，统一管理与组织数据信息，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 2025 年新开发的“南京市宁马公路桥梁健康监测系统”，进行数据的统一管理及分析。



图 4.3-1 南京市宁马高速公路桥梁健康监测系统

驾驶舱主要有以下几个部分组成：

1、桥梁基本信息区

对南京市宁马高速公路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。

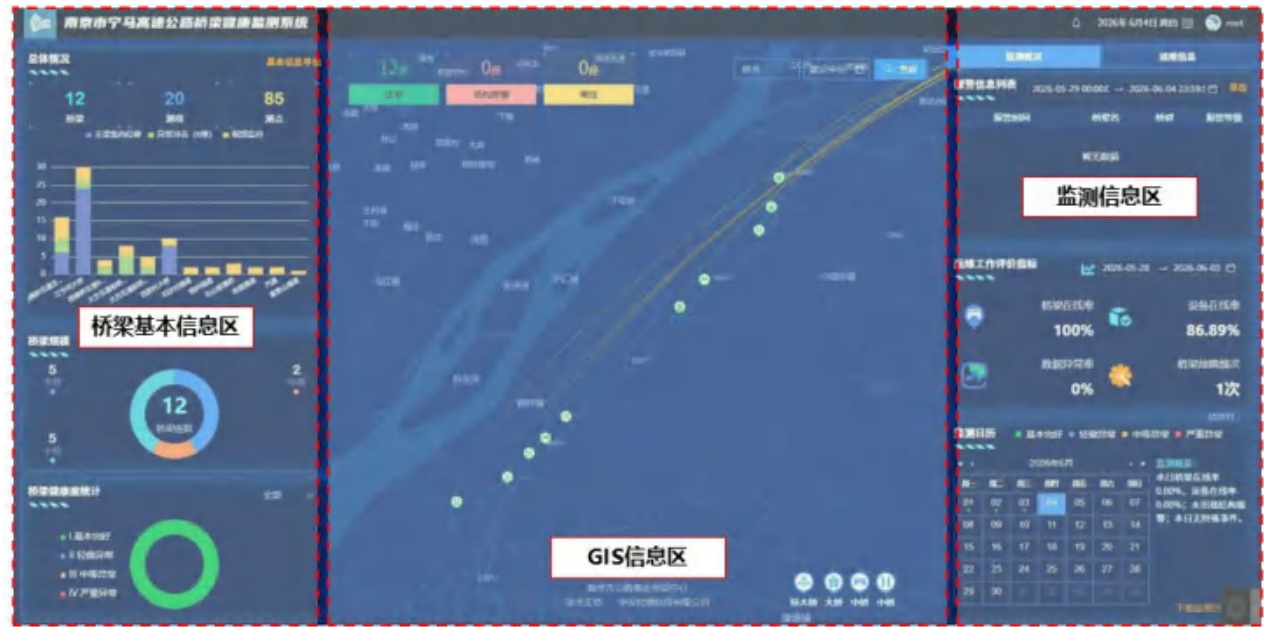


图 4.3-2 桥梁群健康监测系统驾驶舱功能分布图

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）。



图 4.3-3 单桥监测系统界面图

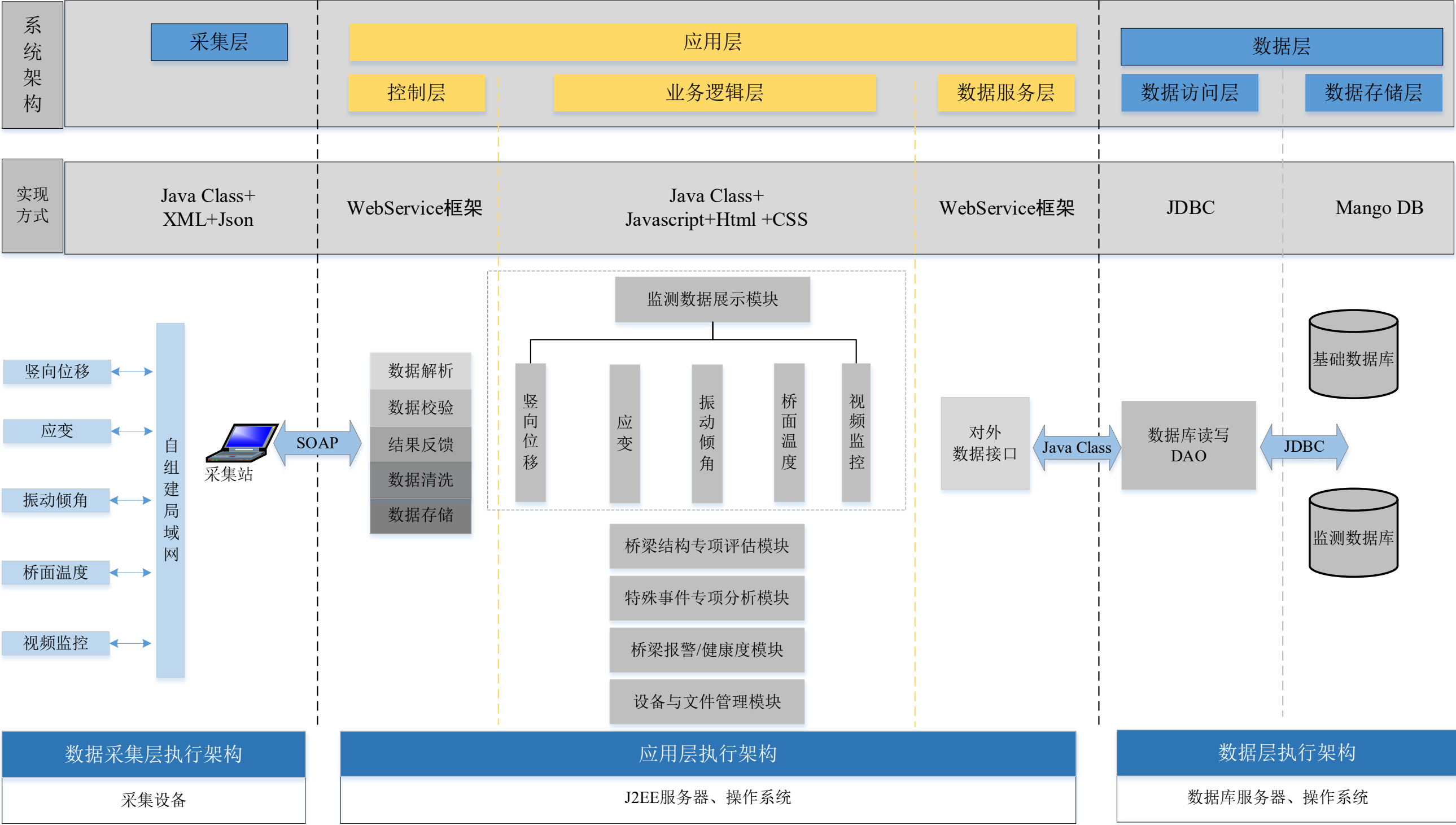


图 4.3-4 系统软件架构图

5 传感器子系统设计

5.1 设计原则

公路桥梁群结构监测系统的设计应遵循“经济、适用、稳定、安全、先进”的原则，兼顾扩展性、兼容性与便利性，确保系统稳定工作。

- 1）可靠性原则：根据监测要求，尽量选用技术成熟、性能先进的传感器，保证系统在施工和使用环境下安全可靠运行，经济实用；
- 2）实用性原则：传感器应有很强的实用性，方便安装和使用；
- 3）耐久性原则：选用耐久性好和抗干扰性强的传感器和传输线；
- 4）可维护、可扩展原则：传感器易于维护和更换；
- 5）经济性：在满足招标要求和实际数据分析的要求的前提下，考虑经济性，选择合适精度的传感器；
- 6）强大的技术支持能力：设备生产商/供货商需具备强大的技术支持能力和长期快速维护能力。

视频监控设计原则：

- （1）视频监控布设应根据桥梁跨径和球机可视范围综合确定；
- （2）结构监测视频抓拍及桥梁视频监控可根据需求合并使用，减少成本。

1）视频监控布置数量及安装位置：

- （1）超过 400m 的桥梁，在起讫桩号两侧桥头布置视频监控，同时根据主要风险场景在桥面/桥侧布置视频监控；
- （2）小于 400m 的桥梁，在起讫桩号两侧桥头或桥梁中心桩号附近双向布置视频监控，同时根据主要风险场景在桥面/桥侧布置视频监控；
- （3）小于 100m 的桥梁，在单侧桥头布置 1 个视频监控，同时根据主要风险场景在桥面/桥侧布置视频监控；
- （4）视频监控测点布置应充分考虑既有路网视频监控部署情况及风险位置结构监测视频抓拍需求，不重复建设，同时根据现场调研的实际视场条件进行设计。
- （5）桥面视频监控，部署在桥头时，宜设置在距离桥头伸缩缝 30-50m 的视野开阔处；
- （6）桥面视频监控，部署在桥面时，宜根据桥面既有杆件位置和风险位置视频抓拍需求布设；
- （7）桥下视频监控，优先选取公路两侧用地范围内的位置，如无条件可选择桥墩盖梁

外侧面；

2）视频监控安装方式：

- （1）长度 100m 以上的桥梁，桥头位置视频监控高度应不低于 10m，桥面位置视频监控高度应不低于 6m；
- （2）长度 100m 以内的桥梁，桥头位置视频监控高度应不低于 8m（通道桥可适当降低高度同时满足桥侧视频监控）；
- （3）桥头、桥面视频监控应优先选择视野开阔、满足高度要求的既有杆件（路灯杆、交安设施杆件、门架等），如无既有杆件可选取视野开阔位置设置相应高度的立杆；
- （4）桥下视频监控，根据风险区域实际条件，灵活采用公路路侧立杆（4m）或桥梁结构侧面（锚固于桥台、桥墩、盖梁等桥梁结构表面）安装方式。

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	监测场景	监测项目	监测设备
1	西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥	结构监测 大件运输通道	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪（1）+目标靶（1）
			视频监控	高清摄像机（1）
			桥面温度	电阻式温度计（1）
2	西善桥互通 L 分离式主线桥	结构监测 大件运输通道 易碰撞桥梁	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪（1）+目标靶（4）
			振动倾角	简易感知报警装置（3）
			视频监控	高清摄像机（4）
3	跨径 13 米小桥	结构监测 大件运输通道 易碰撞桥梁	应变	电阻式应变计（4）
			振动倾角	简易感知报警装置（2）
			视频监控	高清摄像机（2）
			超高车预警系统	激光传感器（2）
4	铜井互通主线桥	结构监测 大件运输通道	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪（2）+目标靶（8）
			视频监控	高清摄像机（1）
5	荆刘村大通道	视频监控 大件运输通道 易碰撞桥梁	视频监控	高清摄像机（2）
6	跨径 6 米箱形通道	视频监控 大件运输通道 易碰撞桥梁	视频监控	高清摄像机（2）
7	百胜村 1#箱通	视频监控 大件运输通道	视频监控	利用既有监控

序号	桥梁名称	监测场景	监测项目	监测设备
8	韩村通道	视频监控 大件运输通道 易碰撞桥梁	视频监控	高清摄像机（2）
9	八府通道	视频监控 大件运输通道 易碰撞桥梁	视频监控	高清摄像机（2）

竖向位移监测选用图像法动位移监测仪配合标靶实现，其技术参数应满足以下要求：

- （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。



图 5.2-1 图像法动位移监测仪监测设备

应变监测采用电阻式应变计，其技术参数应满足以下要求：

- （1）量程： $\pm 1000\mu\epsilon$ ；
- （2）分辨率： $\leq 1\mu\epsilon$ ；
- （3）采样频率：10Hz。



图 5.2-2 电阻式应变计示意图

振动倾角监测采用简易感知报警装置，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）简易感知报警装置（b）安装照片

图 5.2-3 简易感知报警装置示意图

视频抓拍采用高清摄像机，其技术参数应满足以下要求：

- （1）采用 IP 网络摄像机；
- （2）像素应大于等于 400 万，帧率应大于等于 25FPS；
- （3）具备水平 $0^\circ \sim 350^\circ$ ，垂直 $15^\circ \sim 90^\circ$ 旋转功能，具备设置预置位、预置位自动回位以及摄像机角度信息反馈功能等；
- （4）具备红外补光能力，夜视不低于 150m；
- （5）具备事件智能识别功能；
- （6）防护 IP66，符合 GB/T17626.2/3/4/5/6 四级标准。



图 5.2-4 高清摄像机示意图

超高车预警系统采用激光传感器配合警示牌实现，其技术参数应满足以下要求：

- （1）测量范围 5~50 米（可定制）；
- （2）测量频率：20~200Hz；
- （3）最小分辨率：0.01m；
- （4）激光类型：905nm 激光；

- (5) 激光等级 1；
- (6) 电源输入 DC9~24V/1A；
- (7) 防护等级 IP67。



图 5.2-5 激光传感器示意图

桥面温度监测采用电阻式温度计，其技术参数应满足以下要求：

- (1) 测量范围：-50℃~+80℃；
- (2) 分辨力：0.1℃；
- (3) 最大允许误差：±0.5℃；
- (4) 采样频率：1/600Hz；



图 5.2-6 电阻式温度计示意图

5.3 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥

5.3.1 主要监测设备

参考《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》（交办公路〔2025〕1 号）相关条文说明，结合桥梁结构实际特点及服役现状，西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥监测方案如下表所示。

表 5.3-1 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马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	图像法动位移监测仪	台	1
		目标靶	个	1
		基准靶	个	1
2	桥面温度监测	电阻式温度计	个	1
3	视频监控	高清摄像机	个	1
合计				5

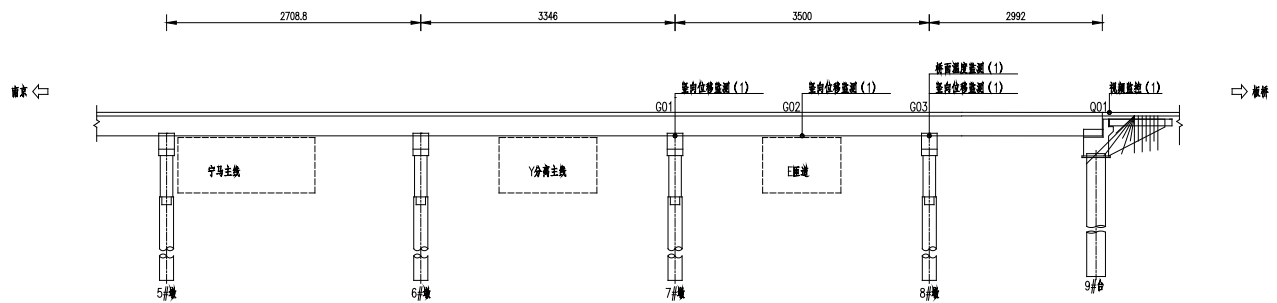


图 5.3-1 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥监测设备总体布置图

5.3.2 测点布置

5.3.2.1 竖向位移监测

西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥布设 1 套主梁竖向位移监测设备，设备包括 1 个目标靶、1 个基准靶和 1 个图像法动位移监测仪。其中目标靶布置在 8#孔跨中，图像法动位移监测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。

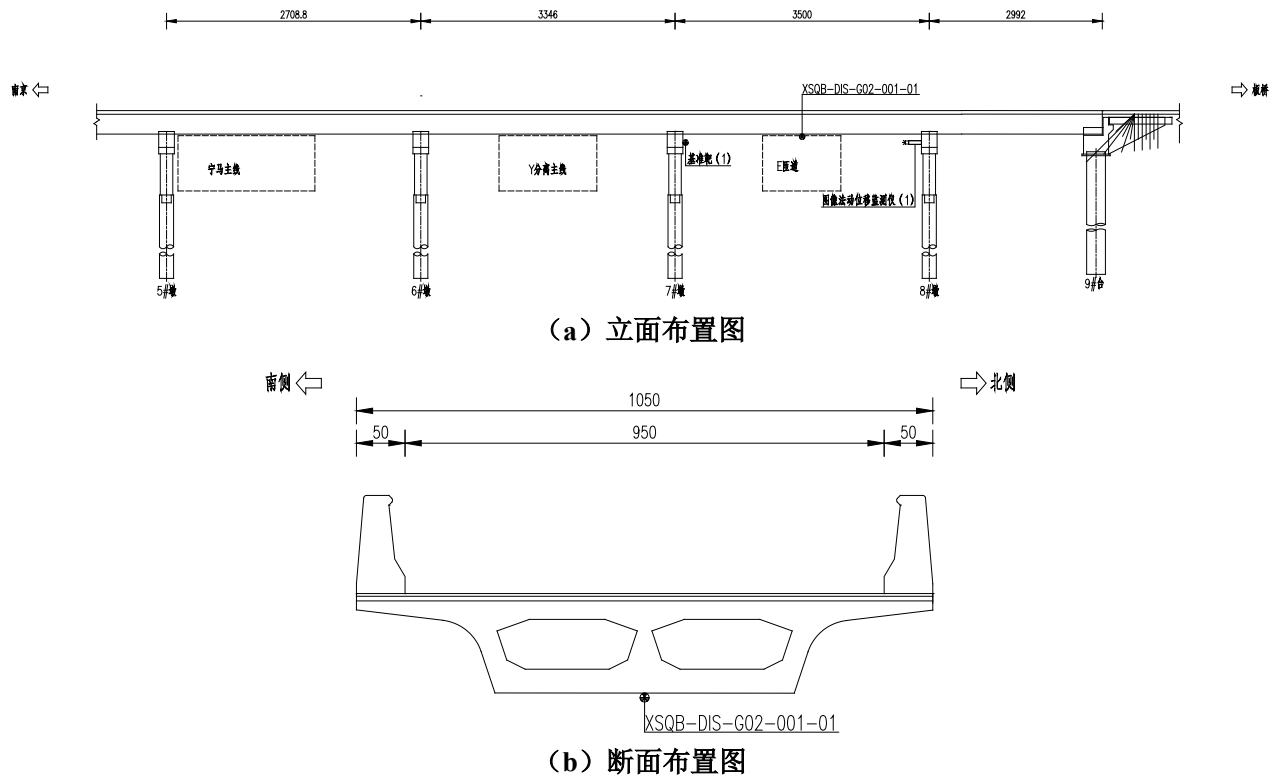
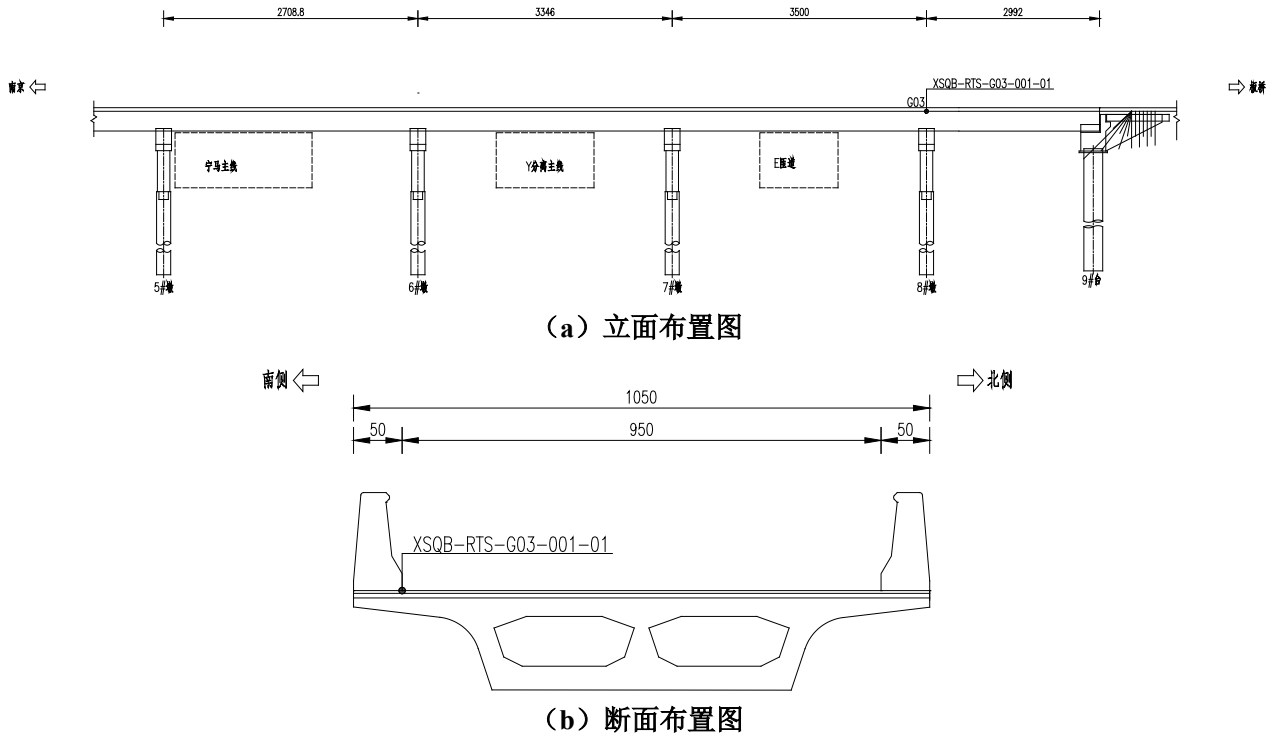


图 5.3-2 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

竖向位移监测选用图像法动位移监测仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

5.3.2.2 桥面温度监测

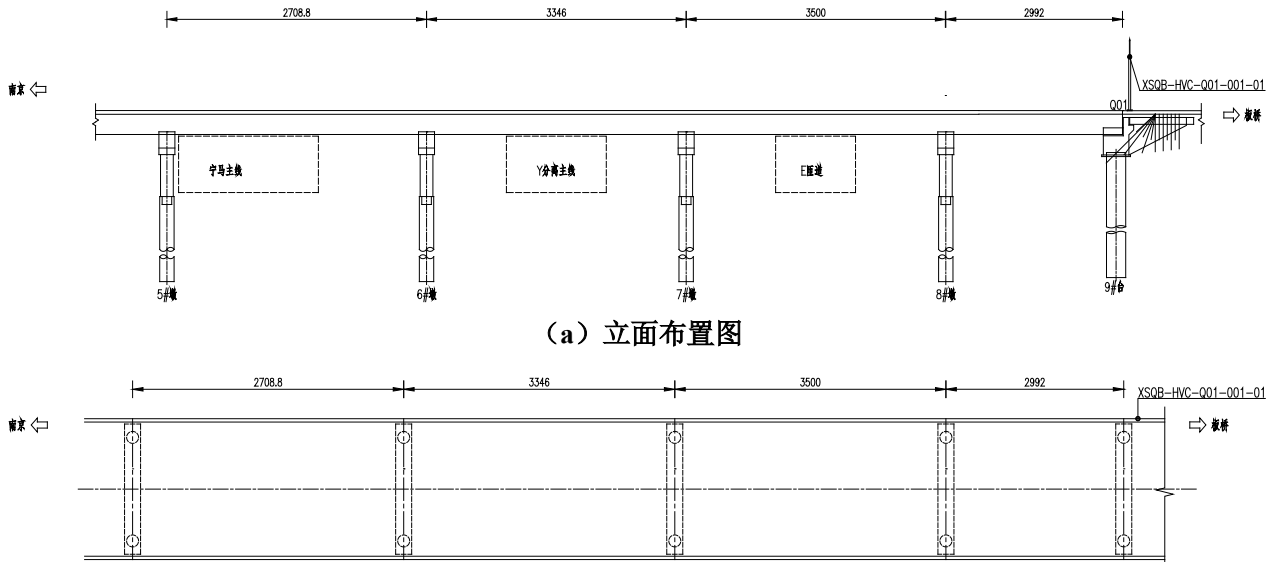
西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥 8#墩南侧布设 1 个电阻式温度计用于桥面温度监测，全桥共布设 1 个桥面温度监测测点。



桥面温度监测采用电阻式温度计，对应技术参数参照 5.2 节。

5.3.2.3 视频监控

西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥 9#台南侧布设 1 套高清摄像机用于桥面视频监控，全桥共布设 1 个视频监控测点。



(b) 平面布置图

图 5.3-3 西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥视频监控测点示意图（单位：cm）

视频监控采用高清摄像机，对应技术参数参照 5.2 节。

5.4 西善桥互通 L 分离式主线桥

5.4.1 主要监测设备

参考《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》（交办公路〔2025〕1 号）相关条文说明，结合桥梁结构实际特点及服役现状，西善桥互通 L 分离式主线桥监测方案如下表所示。

表 5.4-1 西善桥互通 L 分离式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	图像法动位移监测仪	台	1
		目标靶	个	4
		基准靶	个	1
2	振动倾角监测	简易感知报警装置	台	3
3	视频监控	高清摄像机	个	4
合计				13

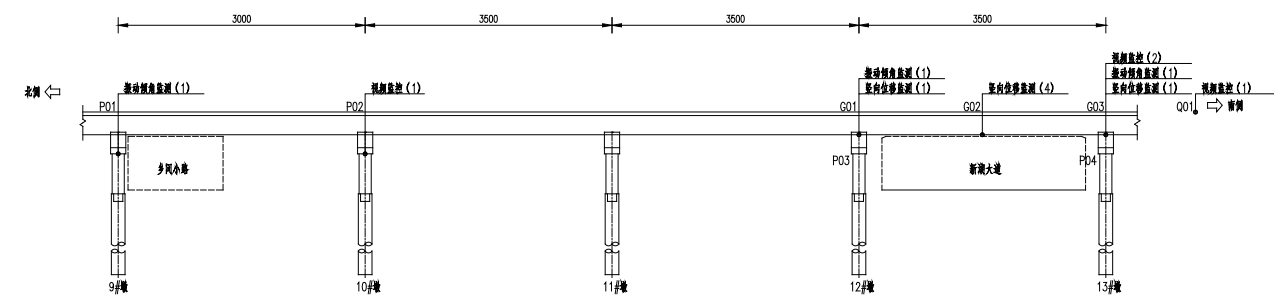
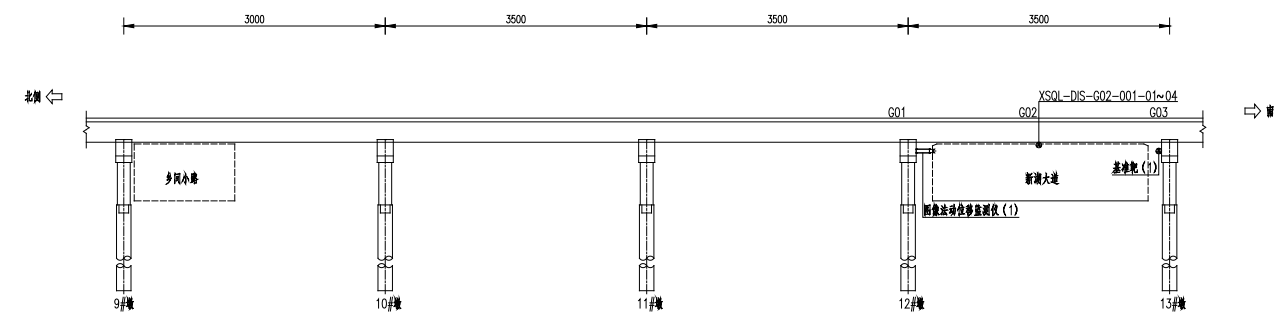


图 5.4-1 西善桥互通 L 分离式主线桥监测设备总体布置图

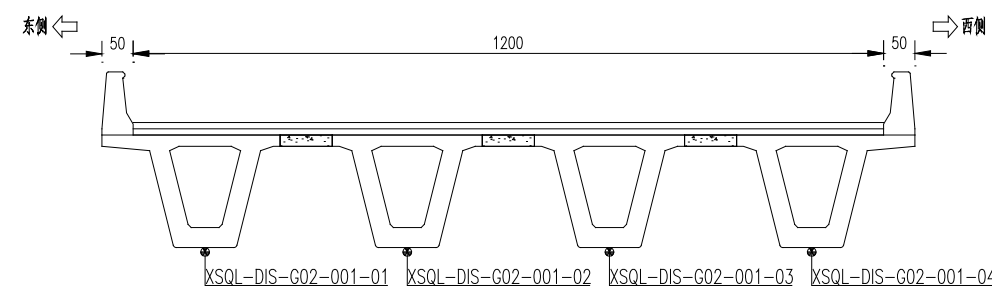
5.4.2 测点布置

5.4.2.1 竖向位移监测

西善桥互通 L 分离式主线桥布设 1 套主梁竖向位移监测设备,设备包括 4 个目标靶(横向覆盖 4 个小箱梁)、1 个基准靶和 1 个图像法动位移监测仪。其中目标靶布置在 13#孔跨中,图像法动位移监测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



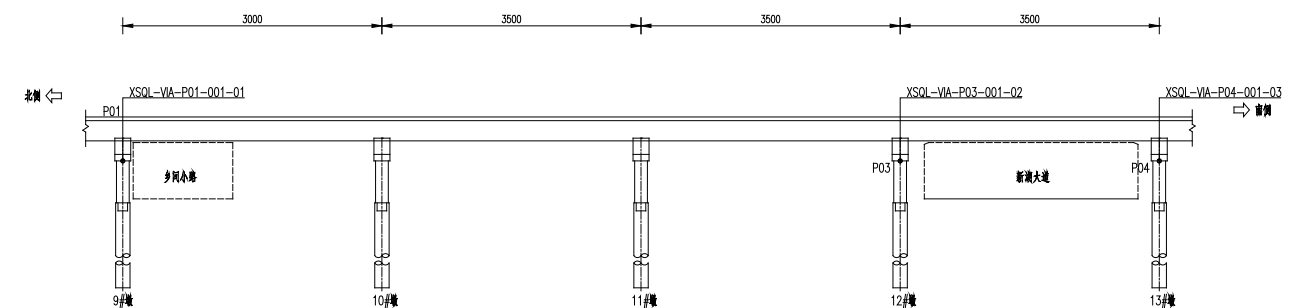
(b) 断面布置图

图 5.4-2 西善桥互通 L 分离式主线桥竖向位移监测测点示意图 (单位: cm)

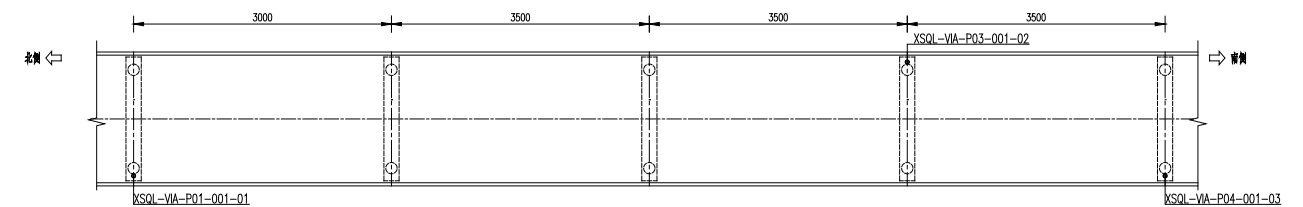
竖向位移监测选用图像法动位移监测仪配合标靶实现,对应技术参数参照 5.2 节。

5.4.2.2 振动倾角监测

西善桥互通 L 分离式主线桥 9#、12#、13#墩各布置 1 个振动倾角测点，每个监测点布置 1 个简易感知报警装置，测点布置于墩顶距顶部约 30cm 处，全桥共布设 3 个振动倾角监测测点。



(a) 立面布置图



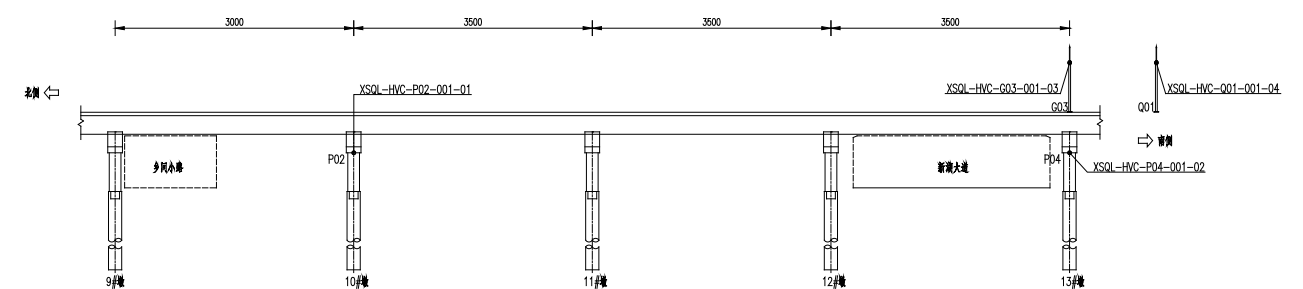
(b) 平面布置图

图 5.4-3 西善桥互通 L 分离式主线桥振动倾角监测测点示意图 (单位: cm)

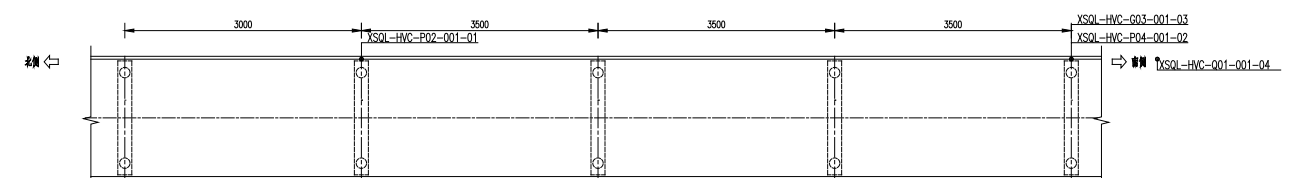
振动倾角监测采用简易感知报警装置，其技术参数参照 5.2 节。

5.4.2.3 视频监控

西善桥互通 L 分离式主线桥在 10#墩、13#墩墩顶各布设 1 套高清摄像机用于桥下视频监控，并实现联动振动倾角超限抓拍；13#墩桥面布设 1 套高清摄像机用于桥面视频监控，并实现联动竖向位移超限抓拍；31#台桥面布设 1 套高清摄像机用于桥面视频监控。全桥共布设 4 个视频监控测点。



(a) 立面布置图





(b) 平面布置图

图 5.4-4 西善桥互通 L 分离式主线桥视频监控测点示意图 (单位: cm)

视频监控采用高清摄像机, 对应技术参数参照 5.2 节。

5.5 跨径 13 米小桥

5.5.1 主要监测设备

参考《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》(交办公路〔2025〕1 号) 相关条文说明, 结合桥梁结构实际特点及服役现状, 跨径 13 米小桥监测方案如下表所示。

表 5.5-1 跨径 13 米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	应变监测	电阻式应变计	个	4
2	振动倾角监测	简易感知报警装置	台	2
3	视频监控	高清摄像机	个	2
4	超高车预警系统	激光传感器	个	2
合计				10

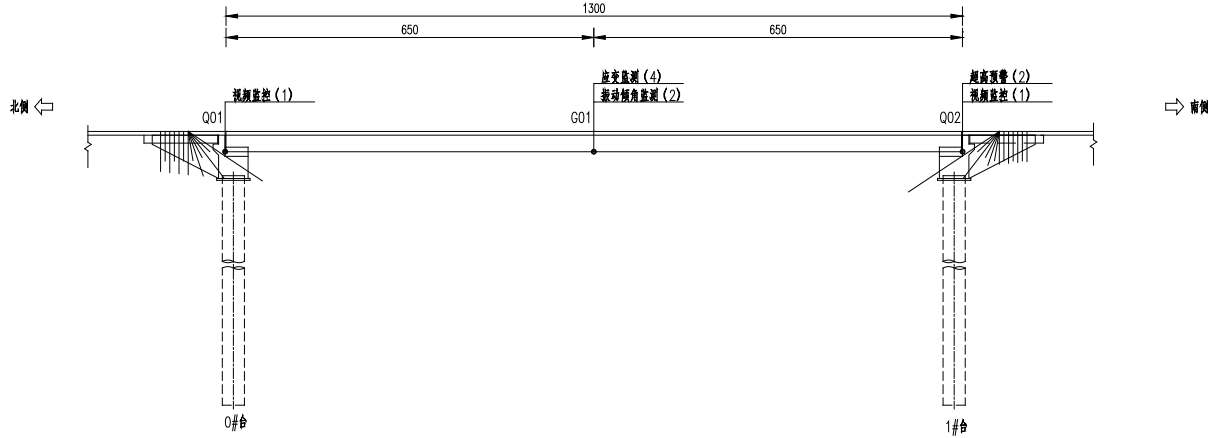
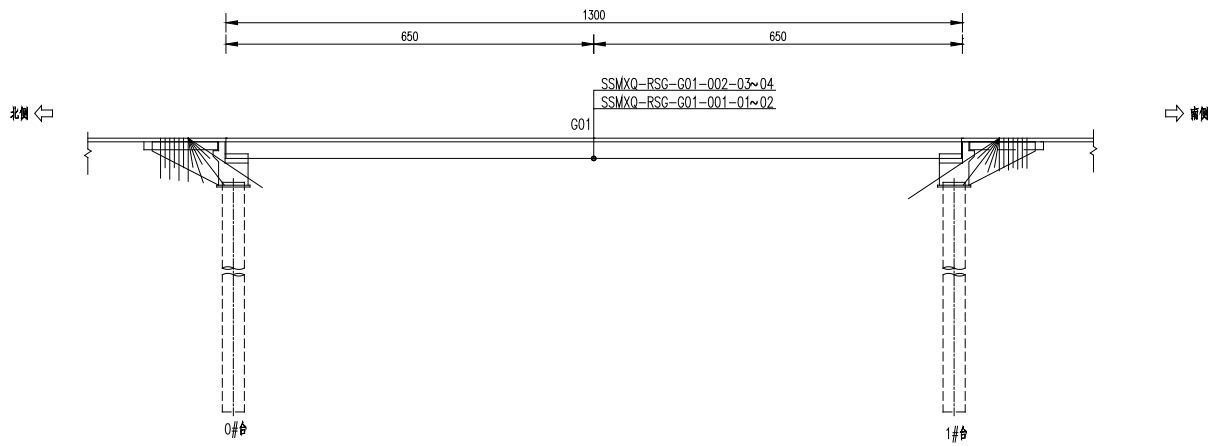


图 5.5-1 跨径 13 米小桥监测设备总体布置图

5.5.2 测点布置

5.5.2.1 应变监测

跨径 13 米小桥左右幅 1#孔跨中各布置 2 个应变测点, 每个测点布置 1 个电阻式应变计。测点布置于左右幅 12#梁梁底、13#梁梁侧, 全桥共布置 4 个应变监测测点。



(a) 立面布置图

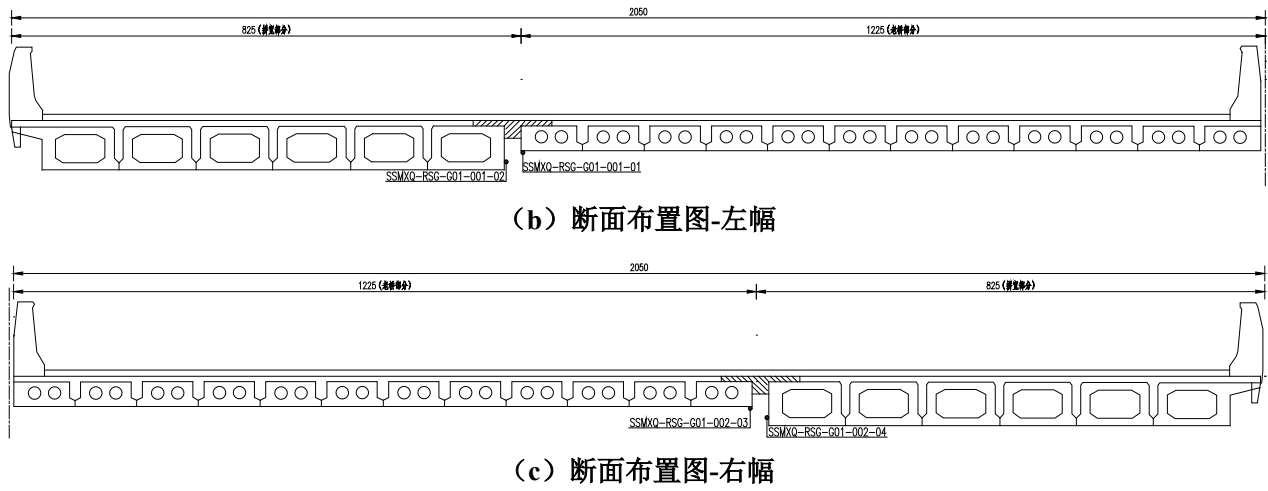


图 5.5-2 跨径 13 米小桥应变监测测点示意图（单位：cm）

应变监测采用电阻式应变计，对应技术参数参照 5.2 节。

5.5.2.2 振动倾角监测

跨径 13 米小桥左右幅 1#孔各布置 1 个振动倾角测点，每个监测点布置 1 个简易感知报警装置，测点布置于主梁外侧腹板，全桥共布设 2 个振动倾角监测测点。

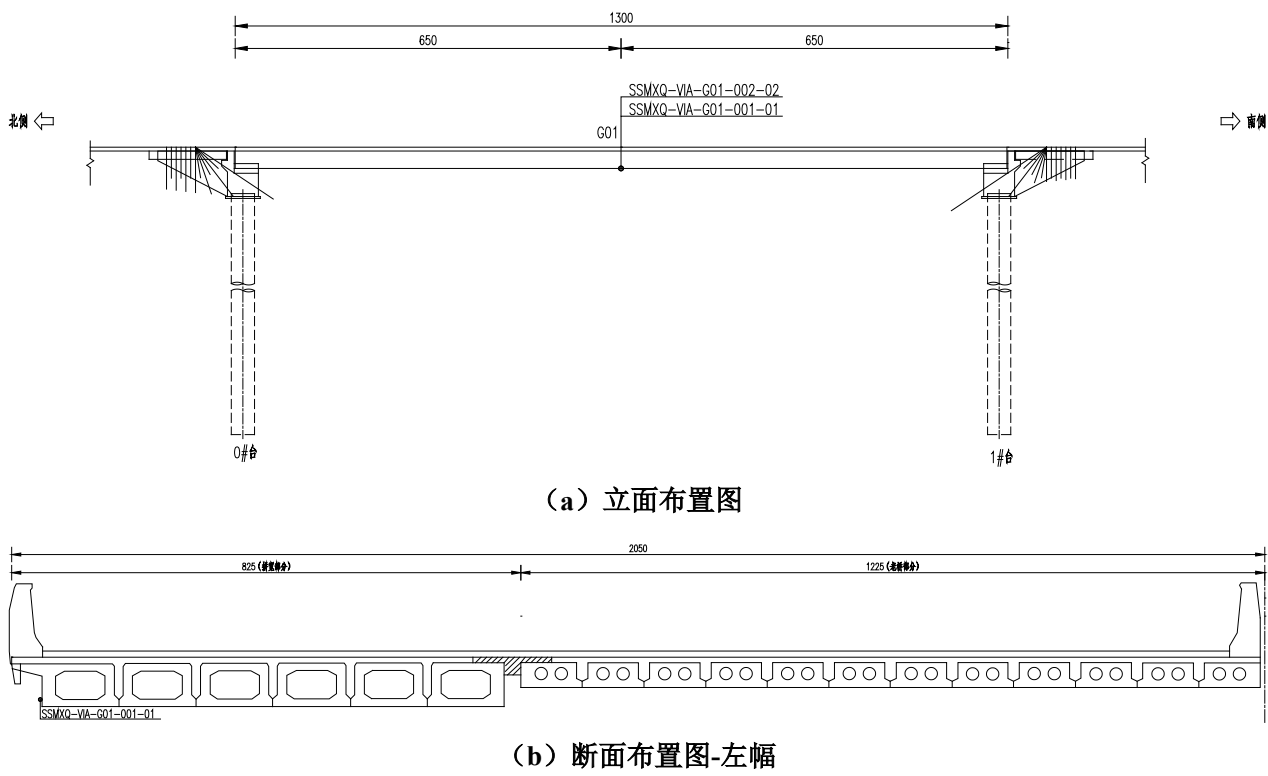


图 5.5-3 跨径 13 米小桥振动倾角监测测点示意图（单位：cm）

振动倾角监测采用简易感知报警装置，其技术参数参照 5.2 节。

5.5.2.3 视频监控

跨径 13 米小桥左幅大桩号侧桥头 30m 处布设一套高清摄像机用于桥面视频监控及下行侧桥下空间监控，右幅桥下通道入口附近布设一套高清摄像机用于桥下空间监控，全桥共布设 2 个视频监控测点。



图 5.5-4 跨径 13 米小桥视频监控测点示意图（单位：cm）

视频监控采用高清摄像机，对应技术参数参照 5.2 节。

5.5.2.4 超高车预警系统

跨径 13 米小桥左右幅桥下通道入口附近各布设一套超高车预警系统，系统包括 1 个激光传感器、1 个振动倾角传感设备、1 台高清摄像机，1 个超高警示牌、1 条横向灯带、1 个交通指示牌。其中激光传感器布置在左右幅 1#台桥边，具体位置应根据现场通视条件进行确认，相对地面高度应低于桥下净空 5cm，超高警示牌、灯带布置于主梁跨中腹板迎车侧，交通指示牌与激光传感器共杆，振动倾角传感设备及高清摄像机利用本次拟安装设备，测点布置见下图所示。



图 5.5-5 跨径 13 米小桥超高车预警系统测点示意图（单位：cm）

超高车预警系统采用激光传感器，其技术参数参照 5.2 节。

5.6 铜井互通主线桥

5.6.1 主要监测设备

参考《公路桥梁群结构监测系统试点建设技术指南》（交办公路〔2025〕1 号）相关条文说明，结合桥梁结构实际特点及服役现状，铜井互通主线桥监测方案如下表所示。

表 5.6-1 铜井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	图像法动位移监测仪	台	2
		目标靶	个	8
		基准靶	个	2
2	视频监控	高清摄像机	个	1
合计				13

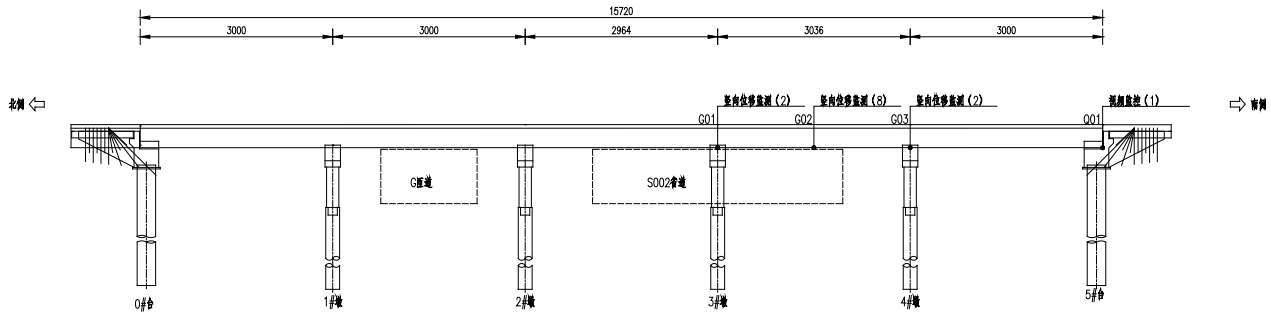
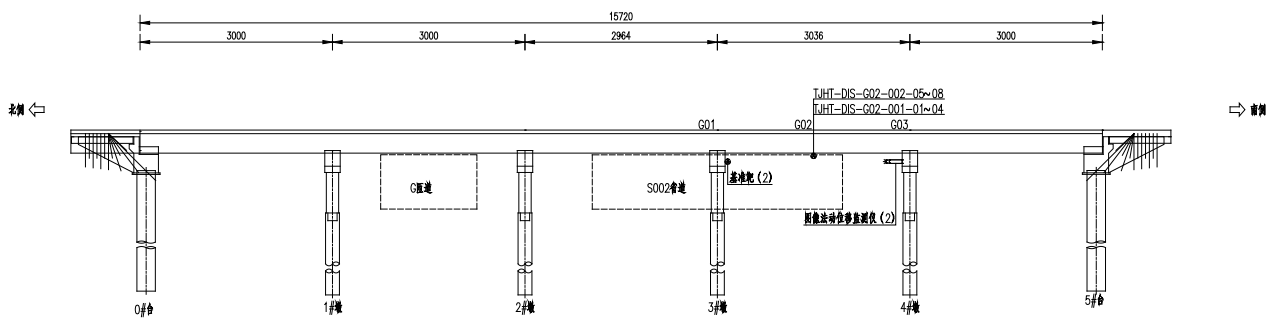


图 5.6-1 铜井互通主线桥监测设备总体布置图

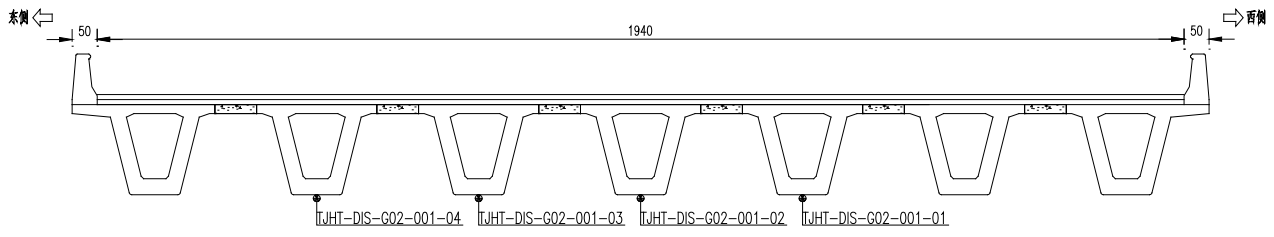
5.6.2 测点布置

5.6.2.1 竖向位移监测

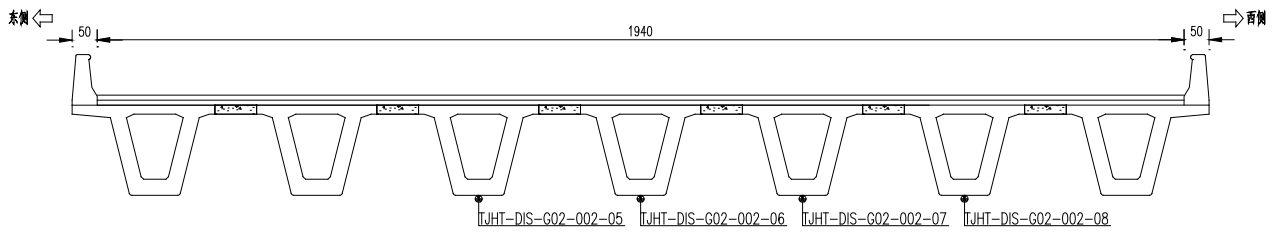
铜井互通主线桥左右幅各布设 1 套主梁竖向位移监测设备，每套设备包括 4 个目标靶（横向覆盖重车行车道下方 4 个小箱梁）、1 个基准靶和 1 个图像法动位移监测仪。其中目标靶布置在左右幅 4#孔跨中，图像法动位移监测仪及基准靶分别布置于监测孔大小桩号侧墩顶位置处，测点布置见下图所示。



(a) 立面布置图



(b) 断面布置图-左幅



(c) 断面布置图-右幅

图 5.6-2 铜井互通主线桥竖向位移监测测点示意图（单位：cm）

竖向位移监测选用图像法动位移监测仪配合标靶实现，对应技术参数参照 5.2 节。

5.6.2.2 视频监控

铜井互通主线桥左幅 5#台桥面布设 1 套高清摄像机用于桥面视频监控，全桥共布设 1 个视频监控测点。

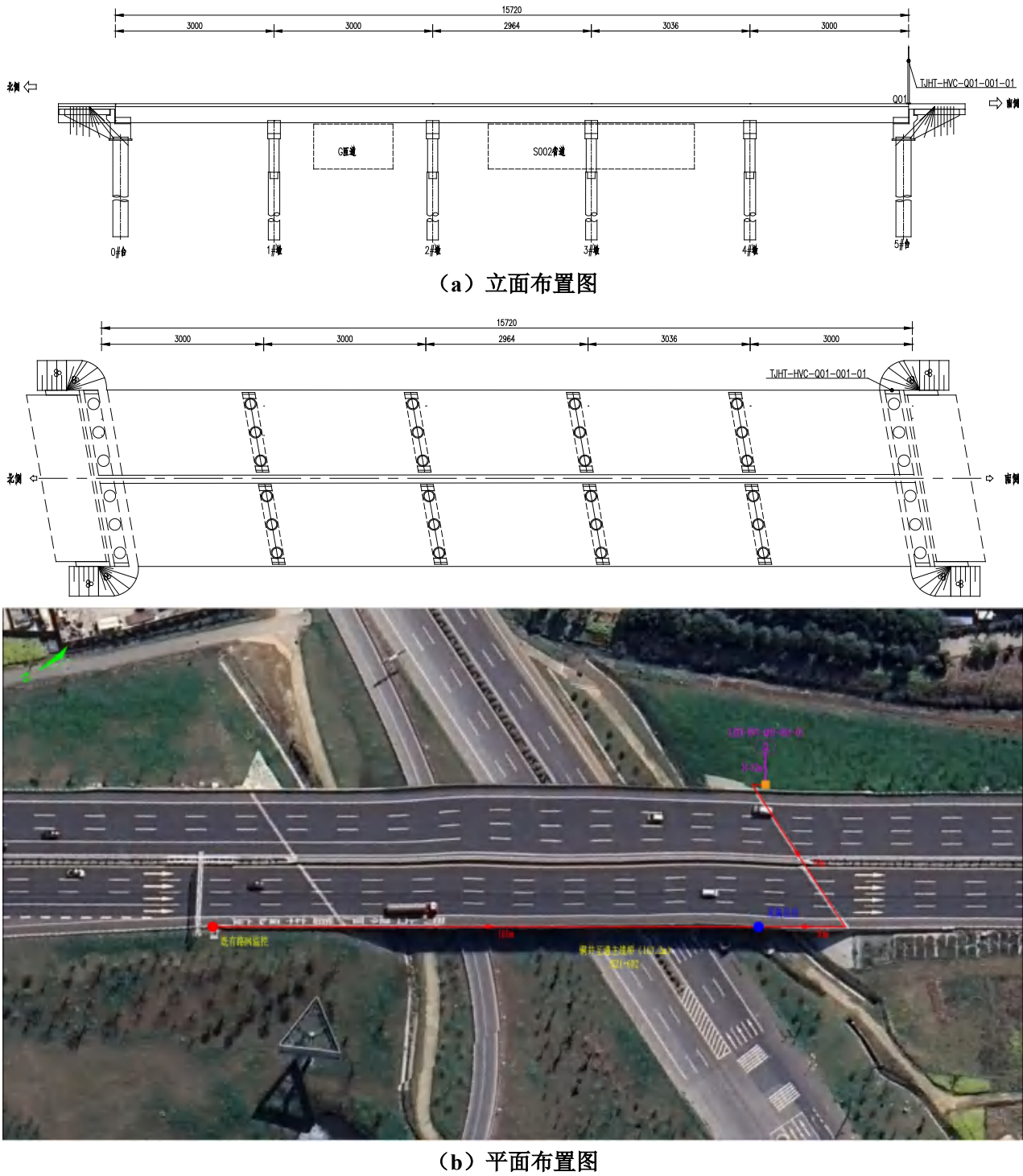


图 5.6-3 铜井互通主线桥视频监控测点示意图（单位：cm）

视频监控采用高清摄像机，对应技术参数参照 5.2 节。

5.7 荆刘村大通道

5.7.1 主要监测设备

荆刘村大通道本次新建视频监控，主要监测设备如下表所示。

表 5.7-1 荆刘村大通道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	视频监控	高清摄像机	个	2
合计				2

5.7.2 测点布置

5.7.2.1 视频监控

荆刘村大通道在左幅大桩号侧桥头 30m 处布设 1 套高清摄像机用于桥面视频监控，左幅桥下通道入口附近布设 1 套高清摄像机用于桥下空间监控，全桥共布设 2 个视频监控测点。



图 5.7-1 荆刘村大通道视频监控测点示意图（单位：cm）

视频监控采用高清摄像机，对应技术参数参照 5.2 节。

5.8 跨径 6 米箱形通道

5.8.1 主要监测设备

跨径 6 米箱形通道本次新建视频监控，主要监测设备如下表所示。

表 5.8-1 跨径 6 米箱形通道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	视频监控	高清摄像机	个	2
合计				2

5.8.2 测点布置

5.8.2.1 视频监控

跨径 6 米箱形通道在右幅小桩号侧桥头 30m 处布设 1 套高清摄像机用于桥面视频监控及上行侧桥下空间监控，左幅桥下通道入口附近布设 1 套高清摄像机用于桥下空间监控，全桥共布设 2 个视频监控测点。



图 5.8-1 跨径 6 米箱形通道视频监控测点示意图（单位：cm）

视频监控采用高清摄像机，对应技术参数参照 5.2 节。

5.9 韩村通道

5.9.1 主要监测设备

韩村通道本次新建视频监控，主要监测设备如下表所示。

表 5.9-1 韩村通道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	视频监控	高清摄像机	个	2
合计				2

5.9.2 测点布置

5.9.2.1 视频监控

韩村通道在左幅大桩号侧桥头 30m 处布设 1 套高清摄像机用于桥面视频监控及下行侧桥下空间监控，右幅桥下通道入口附近布设 1 套高清摄像机用于桥下空间监控，全桥共布设

2 个视频监控测点。



图 5.9-1 韩村通道视频监控测点示意图（单位：cm）

视频监控采用高清摄像机，对应技术参数参照 5.2 节。

5.10 八府通道

5.10.1 主要监测设备

八府通道本次新建视频监控，主要监测设备如下表所示。

表 5.10-1 八府通道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	视频监控	高清摄像机	个	2
合计				2

5.10.2 测点布置

5.10.2.1 视频监控

八府通道在左幅大桩号侧桥头布设 1 套高清摄像机用于桥面视频监控及下行侧桥下空间监控，右幅桥下通道入口附近布设 1 套高清摄像机用于桥下空间监控，全桥共布设 2 个视频监控测点。



图 5.10-1 八府通道视频监控测点示意图（单位：cm）

视频监控采用高清摄像机，对应技术参数参照 5.2 节。

5.11 传感器子系统性能指标

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

表 5.11-1 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	图像法动位移监测仪	50m	0.2mm	10Hz	≥5 年
2	应变监测	电阻式应变计	±1000με	1με	10Hz	≥5 年
2	振动倾角监测	简易感知报警装置	±2g/±45°	1mg/0.001°	/	≥5 年
3	桥面温度监测	电阻式温度计	-50℃~80℃	0.1℃	1/600Hz	≥5 年
4	视频监控	高清摄像机	/	400 万像素	触发	≥5 年
5	超高车预警系统	激光传感器	5-50m	0.01m	触发	≥5 年

6 数据传输子系统设计

6.1 子系统架构

桥梁结构监测系统实时采集与传输的**结构监测数据**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南京宁马高速公路桥梁群监测平台数据存储服务器；**视频设备**须按照《公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》（GB/T 28181-2022）相关要求接入南京宁马高速公路桥梁群监测平台。数据传输系统组成框图如下图所示。

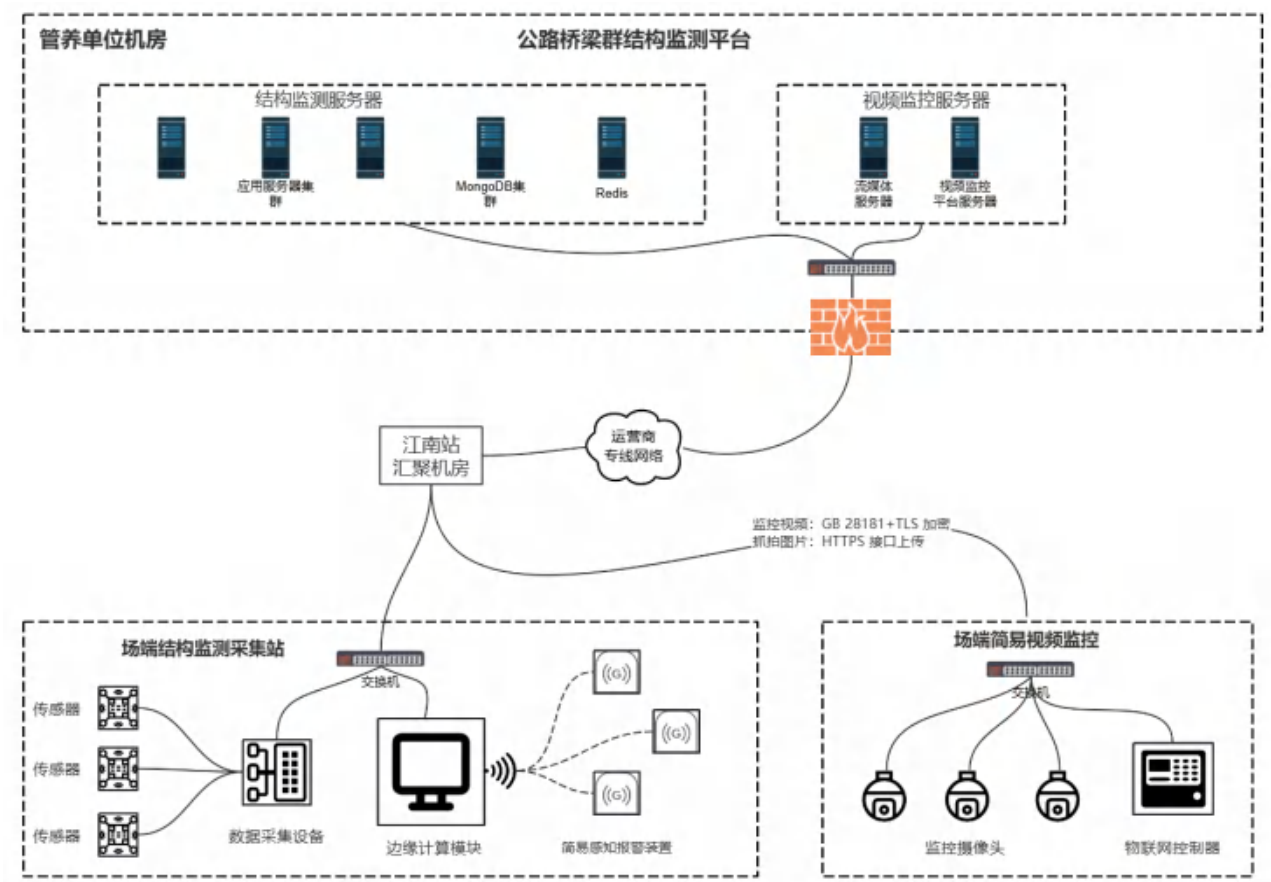


图 6.1-1 数据采集与传输子系统架构

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；
- （4）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 布线设计

桥梁结构监测系统的布线包括以下 2 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及不锈钢管组成，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

外场机柜供电宜就近接入电源，结构监测系统从此处接电。宜接入市电，客观条件限制时，可采用独立电源、太阳能等供电形式，应满足不少于 1 年的供电保障要求。

6.4 视频监控传输设计

6.4.1 通信要求

- 1) 应采用稳定可靠的通讯方式。采用 2025 已建设光纤网络环境进行通讯（采用 40#-48#光纤线路，用 4 备 4），视频数据汇聚于江南高等级公路管理站机房，通过 2025 年已租用运营商专线网络方式传输至南京公路事业发展中心专网。
- 2) 视频流编码格式应采用标准的 H.264 编码。
- 3) 摄像机设置中，视频资源命令名、字段格式及时钟同步规则应符合《交通运输部办公厅关于进一步做好视频监控系统（客户端）整改升级工作的通知》（交办公路〔2019〕676 号）要求。
- 4) 视频监控接口响应时间应小于 2 秒，播放摄像机视频响应时间应小于 4 秒。
- 5) 视频传输中，接入视频流对应接口地址应当采用 URL 递权功能，提升视频数据防盗能力，URL 由播发地址上报直连，验证用户包含有效时间，视频流数据传输过程中提供 TLS 加密。
- 6) 对接接口协议采用 HTTPS 协议，降低交互复杂性、减少通信过程交互环节；鉴权基于国密 SM3 JWT 认证，保证接口安全调用。

对接协议

1) 对接前的准备

通过线下的方式获取：

- （1）API 接口根路径。
- （2）MQTT 连接配置。
- （3）用于数据加密的单桥密钥。

2）单桥密钥

通过线下的方式发放 SecretKey，用于身份认证。

3）签名认证步骤

- （1）将请求体属性按字典排序，并按 key=value&key=value 格式拼接（boolean 为 true、false），部分参数不参与签名，注意查看各接口字段说明部分
- （2）取当前时间戳拼接至尾部，例：a=1&b=2×tamp=1701076929812
- （3）使用 HMAC-SM3 算法、单桥密钥、步骤（2）的字符串生成签名
- （4）将时间戳放入请求头 timestamp
- （5）将签名放入请求头 authorization

4）统一响应

根据 HTTP Status Code 200 判定为操作成功，异常状态使用 4xx、5xx 状态码，错误信息详见响应体说明。

```
{
  "status": "SUCCESS",
  "data": {
  },
  "error":  xxxx
}
```

5）定时采集接口

接口描述：不低于每 10 分钟 1 次上报全部视频设备的当前运行状态，或当设备状态改变时立即上报。

接口地址：camera/status

请求方式：POST

请求数据类型：application/json

响应数据类型：application/json

请求体说明：

```
{
  "bridgeCode": xxxx,
  "deviceNo": xxxx,
  "channnel": xxxx,
  "status": xxx,
  "image": xxxx
}
```

请求体字段说明：

表 6.4-1 请求体字段说明

参数	是否必填	数据类型	说明
bridgeCode	是	String	桥梁编码
deviceNo	是	String	设备编号
channelNo	是	String	通道编号
status	是	String	设备状态
image	是	String	抓拍的图片，Base64 编码

6）触发采集

设备需要主动订阅报警抓拍通知，当发生报警后，省平台会通知订阅的设备报警时间、报警测点等信息，采集端根据时间和测点信息上传相关抓拍照片，抓拍图片获取方式建议：

- （1）对于现场无硬盘录像机等存储设备的，可以定时抓拍，选取离报警时间最近的一张照片上传；
- （2）对于现场有硬盘录像机等存储设备的，可以通过回放截图等方式，获取对应报警时间点的照片上传。

采集端订阅报警抓拍通知：

主题(topic)：alarm/G2320281L0012/JY-HSD-G05-001-01（alarm/桥梁编码/监测点）

消息体(payload)：采用 JSON 格式，具体字段定义见下表：

表 6.4-2 报警信息表

序号	字段名称	字段说明	类型	说明
1	alarmId	报警信息 ID	字符串	用于照片上传
2	alarmTime	报警时间	字符串	格式：2022-11-19 16:07:32

采集端上传报警抓拍照片：

报警抓拍图片上传采用 http 协议，即可，具体参数如下：

请求地址：alarm/photos

请求方法：POST

请求体：multipart/form-data 格式，请求参数如下：

表 6.4-3 请求参数

序号	参数名称	参数说明	类型	说明
1	alarmId	报警信息 ID	字符串	在报警抓拍通知中获取
2	file	照片文件	文件	采集端根据时间和测点信息上传相关抓拍照片

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。

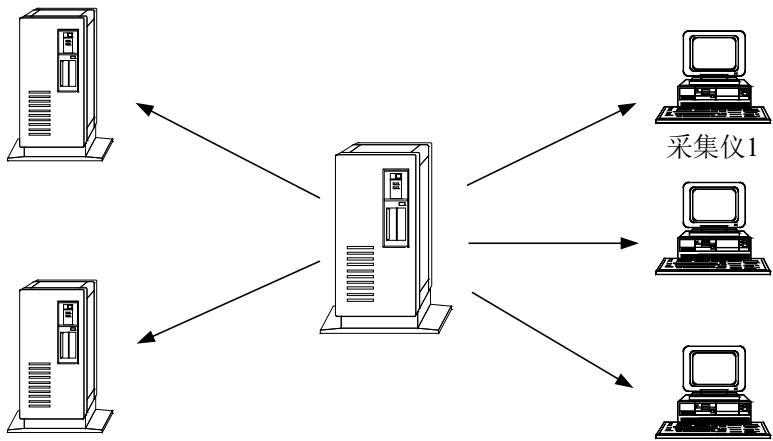


图 6.5-1 时间同步示意图

6.6 主要设备性能要求

（1）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。



图 6.6-1 工控机

（2）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%。



图 6.6-2 交换机

（3）工业级环网交换机

- 4/8 个 10/100/1000M 自适应 RJ45 端口
- 2 个千兆 SFP 端口
- ERPS 环网协议
- 宽电压输入：9.6V~60VDC
- 多种安装方式：导轨式安装+壁挂安装
- IP30 防护



图 6.6-3 环网交换机

(4) 工业级光模块

- 采用可热插拔的 SFP 封装
- 全双工光收发一体模块
- 符合 SFP MSA、IEEE 802.3z 标准
- 速率高达 1.25Gbps
- 单模光纤传输，最远可达 20KM
- 双纤 LC 光口，中心波长 1310nm
- 内置数字诊断功能
- 工作电压 3.3V



图 6.6-4 光模块

(5) 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。



图 6.6-54G 工业路由器

7 数据存储与管理子系统设计

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、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

包括自动化采集设备信息、桥梁结构参数，系统维护参数、系统报警参数、日志记录等，这些数据构成桥梁基本信息库。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。

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，防患于未然。

4) 数据安全方案

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

5) 访问控制管理

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

6) 安全审计

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

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

8 数据分析及报警子系统设计

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评估子系统两部分组成。总体框架如图所示。

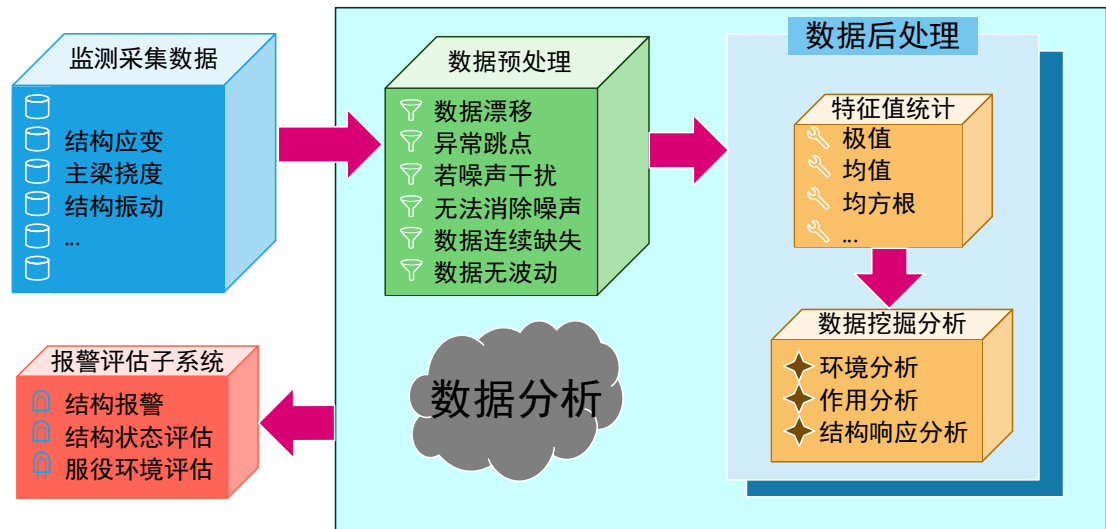


图 8.1-1 数据分析及报警子系统框架

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。

表 8.2-1 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
静力数据	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
	数据飘移	数据连续超限	数据平移
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。

表 8.3-1 数据后处理分析方法及指标

分析类别	监测项目	分析项	分析指标
作用监测	车辆荷载	车载统计	车重/轴重/车型/标准当量/超载车
		车载效应	车载效应统计/荷载效应概率分布
结构响应	主梁竖向位移	统计分析	最大值/最小值/平均值
		主梁线形变化	主梁相对变形图
	支座位移	统计分析	最大值/最小值/平均值
		静应变	最大值/最小值/平均值
	振动	应力五度指标	安全度/承载度/异常度/振荡值/动向指标
		统计分析	幅值/均方根
变化	混凝土结构裂缝	模态分析	模态频率/模态振型
		频谱分析	频谱图
		统计分析	最大值/最小值/平均值
	相邻主梁	累计行程分析	裂缝宽度累积行程
		竖向位移	相邻主梁协调变形分析
	各监测项	相关性分析	相关性时程
综合分析			相关性散点图

8.4 结构报警机制

8.4.1 报警状态的判别

结构监测报警阈值的设定宜按照以下原则确定：

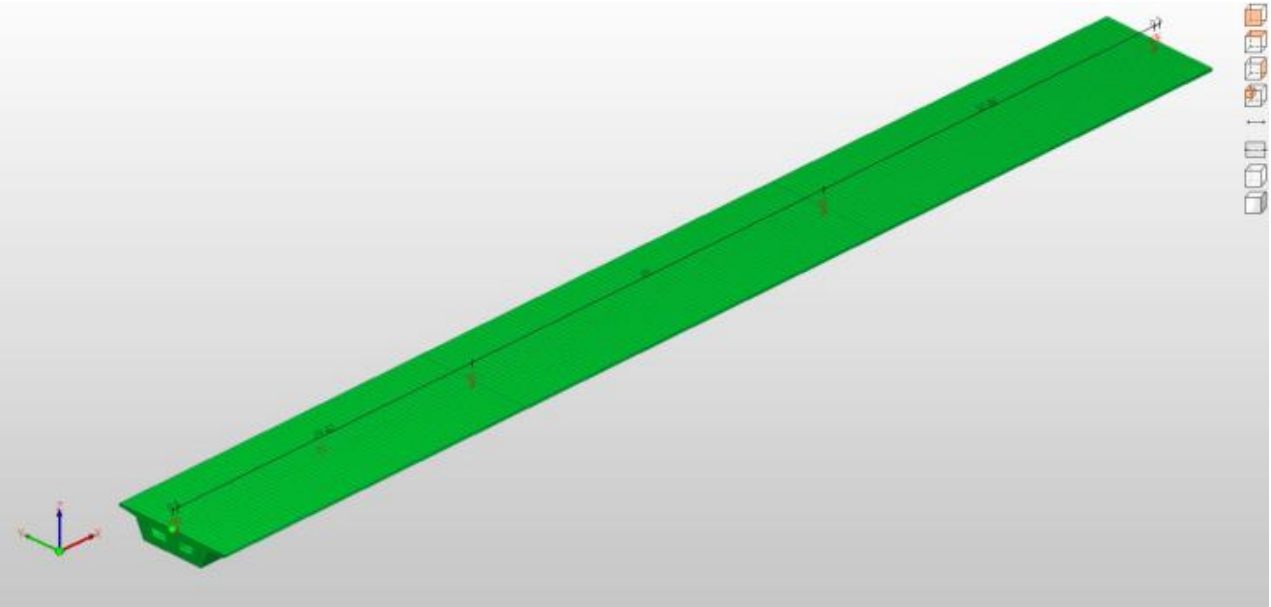
- （1）基于监测参数历史统计值、设计值和规范容许值设定报警阈值；
- （2）考虑监测数据动态特征、统计特性以及异常特征设定报警阈值；
- （3）兼顾桥梁定期检查及技术状况评定结果设定报警阈值；
- （4）依据桥梁使用状况和系统运行状况可对报警阈值进行动态调整。

结构监测报警阈值设计参照《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，2025.1）设定如下表所示。

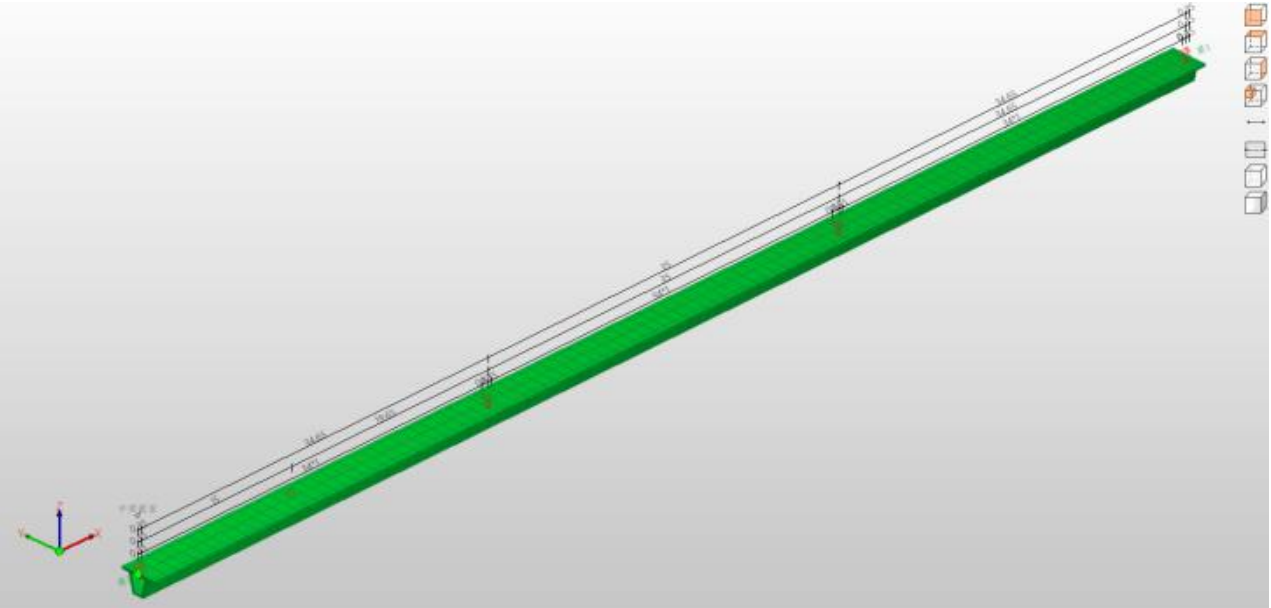
表 8.4-1 桥梁结构监测报警设置

序号	监测内容	报警阈值	报警级别	应急处置和养护建议
1	竖向位移监测	桥上通行限载车辆时测点位置处产生的挠度变化值；相邻梁体竖向位移变化幅值差异值达到历史均值（或中位数）的 1.2 倍	一级	提示密切关注桥面交通荷载分布和挠度变化情况
		达到 0.8 倍的设计限值	二级	提示采取交通管制措施，开展专项检查评估
		达到设计限值或一天内出现 10 次以上二级报警	三级	提示封闭交通，对桥梁进行全面检查和结构安全评估；梁体垮塌等灾毁事件识别后，立即启动现场拦阻装置
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	结合视频抓拍监测进行分析，评估异常振动对结构的影响程度
3	应变监测	最不利工况计算值	一级	提示对传感器所在构件进行特殊检查
4	桥面温度监测	大于 60℃或小于-20℃或根据铺装体系材料力学性能随温度变化关系确定	一级	提示洒水降温

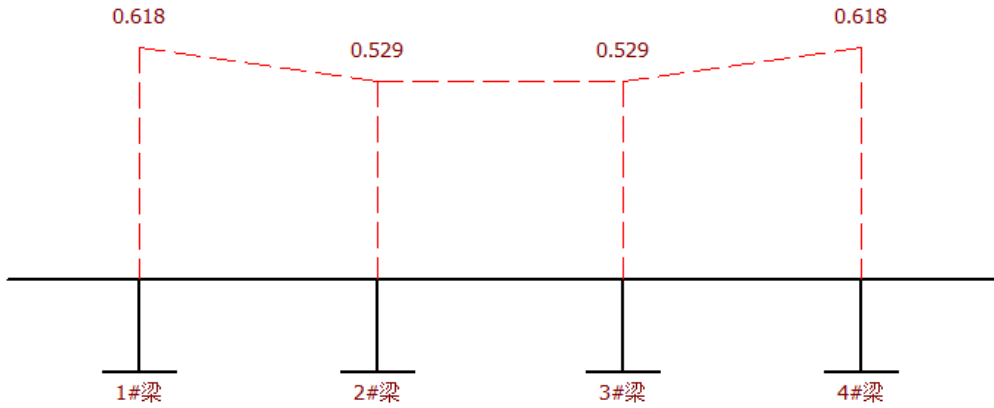
通过对监测桥梁进行有限元模型建模分析，针对现浇梁进行全桥等比例建模，获取桥梁竖向位移设计值，可作为报警阈值设置依据来源。



西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥计算模型



组合箱梁桥计算模型



横向分布系数计算

现浇箱梁桥主梁竖向位移报警阈值设置建议值汇总如下：

表 8.4-2 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	西善桥互通 B 匝道桥上跨宁马主线桥	35	2	7.056	8.82
2	西善桥互通 L 分离式主线桥	35	2	12.318	15.397
3	铜井互通主线桥	30.36	4	6.847	8.558

视频监控通过南京宁马高速公路桥梁群结构监测系统平台的视频管理平台统一管理，实现视频监控的视频流获取、定时抓拍以及报警抓拍等功能。

- 1）视频流预览：实时视频流能够通过桥梁群监测平台访问，通过协议获取实时视频流播放地址，实现实时视频流预览功能，可满足应急管理时远程可视化调度功能需求；
- 2）视频实时回传：为掌握桥梁现场实景状况，设置视频照片定时回传功能；
- 3）报警联动抓拍：视频监控安装时考虑将来与主梁竖向动位移、桥梁振动倾角等监测设备联动抓拍，可在竖向位移值超过阈值、桥梁发生撞击等突发事件时，及时获取通行车辆轴数、行驶分布情况及突发事件发生前后实际状况，供管养部门及时查看与决策，可让管养部门更好地了解报警桥面的实时交通情况。

8.4.2 报警信息反馈

实时报警信息内容主要包括：结构健康度评估结果、报警级别、报警构件/荷载，报警传感器编号和位置、报警监测值和报警值，对应信息接收人如下表所示。

表 8.4-3 实时报警信息表

序号	报警信息	报警方式	接收人	采取措施
1	II 轻微异常	电子邮件	我单位数据维护员 管养单位桥梁工程师	I：桥梁工程师现场检查桥梁概况 II：我单位桥梁季度检查期间重点关注、核对与跟踪
2	III 中等异常	电子邮件及短信	我单位数据维护员 管养单位桥梁工程师	I：桥梁工程师现场检查桥梁概况 II：我单位数据维护员次日现场检查核对报警信息
3	IV 严重异常	电子邮件、短信及口头通知	我单位数据维护员 我单位项目负责人 管养单位桥梁工程师 主管领导	I：桥梁工程师现场检查结构安全状态，必要时紧急封闭交通 II：我单位项目负责人及数据维护员即刻到达现场检查桥梁安装状态，必要时协助封闭现场交通

8.5 分析成果的交付

按照桥梁结构监测实施及运行期间可能出现的情形，在技术服务期间提交的结构安全分

析成果主要包括：

结构监测系统运行报告；

基于各个监测项目数据进行阶段分析，对桥梁服役状态进行综合评估并给出养护建议，同时对监测系统工作状态进行跟踪维护。

结构监测报警报告（根据实际按事件实时发出）；

当监测系统给出报警信息时发出，对应内容包括报警信息记录、人工现场核查结果、报警信息分析结论、报警对应处置意见。

特殊事件应急报告（根据实际按事件实时发出）；

桥梁在车辆超载、车辆撞击等特殊事件时发出，对应内容包含结构健康度评估及特殊事件数据分析应急管理措施决策。

9 支持保护系统

9.1 供电系统

部署在桥梁现场的所有健康监测设备用电功率合计在 2kW 以下。

桥梁轻量化监测系统用电就近接取路网监控用电或接入 2025 年系统新建桥梁采集站。

采用路网监控取电桥梁单独设置结构监测系统采集总站，其他各处采集站用 220V 交流电从采集总站接引。各采集站配有交流转直流电源模块，将 220V 交流电转换成各类设备所需的低压直流电。采集总站处设置智能远程开关，可远程控制桥梁结构监测系统电源。

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；

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；

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。

9.2 网络条件

采用 2025 已建设光纤网络环境进行通讯（采用 40#-48#光纤线路，用 4 备 4），视频数据汇聚于江南高等级公路管理站机房，通过 2025 年已租用运营商专线网络方式传输至南京公路事业发展中心专网。

9.3 防雷接地系统

9.3.1 防雷原则

根据结构监测系统的需求，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）。

9.3.2 防雷方案

结构监测系统防雷方案如下：

（1）数据采集站、配电箱均应安装过电压保护器；

（2）在采集站输出至外部用电设备处，安装过电压保护器。

防雷器技术指标如下表。

表 9.3-1 电源防雷器性能参数

性能参数	数值
工作电压	AC 220V
最大工作电压	AC 275V
标称放电电流	10kA(8/20μS)
最大放电电流	20kA(8/20μS)
响应时间	≤25nS
负载功率	≤2.5kW

表 9.3-2 信号防雷器性能参数

性能参数	数值
工作电压	3V
短路电流	2.5kA(8/20μS)
开路电流	5kV(1.2/50uS)
传递速率	10/100Mbps
响应时间	≤1nS

10 系统实施方案

10.1 系统实施规划

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宜多个项目同步实施。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/登高车提供的作业到达条件。

10.2 交通组织方案

本册桥梁均位于 G4211 宁马高速刘村互通至铜井镇（苏皖界）段，采用双向六车道，局部地区为双向八车道。

10.2.1 监测作业前准备工作

10.2.1.1 准备安全封道设施

根据《道路交通标志和标线 第 4 部分：作业区》（GB 5768.4-2017）等规范要求，我检测单位为本次项目的安全作业，特准备了如下的安全封道设施，并**适当富余，确保应急使用**。详见下表：

检测安全设施汇总表

标志牌名称	图示	数量	备注
前方施工 2000m		1 块	
前方施工		1 块	
限速标志牌		各 2 块	
车道数减少标志		1 块	
导向标志		1 块	左导向
路栏		1 块	

标志牌名称	图示	数量	备注
施工结束牌		1 块	
锥形交通标		300 只	高度不小于 90cm
旗子	/	4 面	
防撞车		1 辆	配警灯、定向喇叭
封道车		1 辆	配警灯、定向喇叭

（1）检测作业使用的所有交通标志颜色规定、色样、尺寸、材质等符合《道路交通标志和标线 第 4 部分：作业区》（GB 5768.4-2017）规范的相关要求。（2）临时交通标志：应由钢性材料制成，尺寸大小应满足相关规范及交警、业主部门的管理要求，有稳固的折叠支架，边框外缘应有衬底色。

（3）锥形交通路标：主要用于检测作业区与通行车道的隔离，其材质宜由橡胶材料制成，底部要求加重份量并有一定的摩阻性能，不易翻倒。锥形交通标高 90cm，外观为红白警告色，贴有反光膜，并加装检测警告灯。

（4）路栏：应由钢性材料制成，有稳固的折叠支架，并有反光功能。

（5）照明警示设施必须满足作业要求。

10.2.1.2 检测人员安全教育与管理

检测作业安全管理最重要的是对现场作业人员的安全教育管理。通过安全教育，提高其自身安全意识、自我保护意识和法律观念。

本项目检测组安全教育主要有以下几方面的内容：

（1）对员工检测作业前进行安全教育培训和三级安全教育。

（2）作业前由安全负责人对参加作业的人员进行工前安全教育，主要讲解以下知识：

①有关安全的法律、法规、安全作业规程；

- ②检测安全作业责任制和安全生产工作目标、管理办法；
- ③检测组织方案、安全作业常识；
- ④安全隐患及事故分析案例；
- ⑤事故应急措施和自救知识；
- ⑥不同的作业阶段开工前，也要针对工程作业特点，对参加作业的人员做进一步的安全教育。

本检测组对现场作业人员的安全管理有以下几点要求：

- （1）所有上路作业人员均要穿反光作业服，作业人员禁止在作业封闭区以外进行作业，禁止横穿高速公路。
- （2）进入现场的作业人员必须按要求配戴安全帽和作业服，没按要求做的，责其改正。当场不能改正的，令其退出作业现场。
- （3）遇上级检查工作或外来人员参观作业现场，由接待部门负责，事先准备好足够的作业服和安全帽，配戴整齐并说明有关安全注意事项后方可进入现场。
- （4）对于检测跨河桥梁段，检测人员必须穿戴救生衣方可进入检测区域实施作业。
- （5）检测人员中午吃饭及休息时，及时下高速，严禁非检测时段停留在高速上。
- （6）按要求办好桥涵检测审批手续。出工前一天向交警和监控中心上报检测报告单，报告作业地点、检测内容、检测桩号、影响交通情况（如果交警支队通知第二天有警卫任务，检测组不安排检测），检测前向交警部门、监控中心、业主单位汇报，经允许后才上路作业。

10.2.1.3 检测设施安全管理

本检测项目设施、设备的安全管理主要为以下几个方面：

- （1）作业前要准备足够的安全作业服、设施、灯具与标志，并做到损坏或故障时能及时补充或更换。在有高空作业时，要准备安全帽。检查好示警灯具，避免在路上经常发生维修。
- （2）上路作业前，清点好安全作业服和设施，核对数量和标志牌面内容，避免在路上进行维修。
- 3)所有进场的设备，根据作业特点，在进场前做好安全检查。
- 4)在工前制定好封闭方式，车辆行走路线、封闭时间及通行时间。
- 5)参加检测作业的设备，在检测作业前，对其进行设备技术和安全方面的检查，保证处于良好的工作状态。主要检查：发动机、行走系统、转向系统、灯光系统等，避免因设备故障导致事故的发生。

10.2.1.4 检测车辆管理

本次检测作业车应符合 GB 2893 和 GB 9527.2 标准相关标准的反应油漆或粘贴规定颜色的强度 4 级以上的反光膜，并保持表面清洁能够明鲜辨认；单独流动作业的车辆，需挂有移动作业标志，配置作业标志灯（黄色闪光警灯）于车辆顶部或后方车辆明显可见处，作业时，必须开启；作业车辆停放时，应限制在作业区内或经检测方案明确的其他允许停放车辆的场所，并按规定设立临时标志；在能见度低时，检测车辆及设备尽量不停放在作业区的行车道内，避免误入作业区的车辆对停放车辆构成伤害。

10.2.2 现场交通组织管理

10.2.2.1 交通组织设计原则

- （1）确保检测路段过往车辆、检测车辆及人员的安全；保障维护检测路段作业安全，预防交通事故发生。
 - （2）确保检测路段行驶车辆对本项目检测干扰影响最小化，为检测创造条件。
 - （3）合理安排检测的程序和顺序，做到布局合理、突出重点、确保安全。
 - （4）以“安全第一、预防为主，防治结合、综合治理、可实际操作、经济优化”为原则。
 - （5）拥堵应急措施按“先近后远”、“先内后外”、“先占后断”原则组织实施。
- 施工作业现场交通管制执行《道路交通标志和标线第 4 部分：作业区》GB 5768.4-2017、施工现场按四车道高速公路封闭第四车道及应急车道养护作业的示意图要求进行设置施工标志牌。
- 交通封闭原则：根据施工作业内容来指定现场交通控制方案。作业的交通控制在强调标志齐全、安全控制的同时注重方便、高效。
- 交通控制区分为六个部分：警告区、上游过渡区、缓冲区、作业区、下游过渡区和终止区。警告区内设置前方施工标志、限制速度标志、前方车道变窄、上游过渡区设置导向、缓冲区设置路栏、限速标志。终止区设置施工结束、恢复限速等标志。
- 警告区：警告区长度 2000 米。
- 上游过渡区：上游过渡区长度 200 米，占用硬路肩时长度为 64 米。
- 缓冲区：缓冲区长度 150 米。
- 作业区：作业区的长度根据养护作业或施工的需要而定，周围用锥形标识与车道隔离，上游过渡区和工作区锥形标识的间距不大于 4 米，其它区域间距不大于 10 米。

下游过渡区：下游过渡区长度不小于车道缩减宽度。

终止区：终止区的长度不小于 30 米，在终止区的末端设置施工结束和恢复原限速标志。

10.2.2.2 现场安全管理

- 1) 桥涵检查作业安全管理
- (1) 对封道区域的交通分流成立专门的维护管理小组，配足交通维护人员，在封道路段起始及终始处各安排 1 位交通维护人员，并注意瞭望，对通过的车辆进行挥旗示警，同时对中间路段安排工作巡查人员，对该路段的车辆行驶和交通维护设施进行检测，发现情况及时上报或改进，加强与各有关部门的联系，提高管理水平。
- (2) 对现场交通管理小组配备通信设备，保持通讯畅通，时刻和业主及交警保持良好联系，如在检测路段发生交通堵塞、车辆抛锚等意外事故，能在第一时间内通知现场安全负责人（苏海宇：15651705836）及有关部门（监控中心、交警），快速处理事故，尽量减少对交通的影响；
- (3) 落实专人对作业区的巡查，及时扶正已翻到的封道指示牌以及安全锥。
- (4) 严格按照《道路交通标志和标线-作业区》(GB5768.4-2017)、《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)的相关规定进行实施。结合现场实际情况，服从交警、业主等部门的要求。结合本项目高速车流量的特点进行综合考虑，尽力做好道路作业的交通安全标志和交通组织管理工作，加强巡查和管理，确保检测顺利进行，交通顺畅安全。
- (5) 桥检车作业时，当所检测桥梁上跨地方道路时，应在下方道路增加明显警示标志，并安排专人到下方道路指挥交通，确保下方车辆的通行安全。
- 2) 恢复交通
- 作业结束后按以下顺序做好恢复交通的各项工作：撤除场内设备，清除场内剩余材料及废物，使路面洁净，撤除大部分作业人员，撤除警示灯具，安全设施的移除，从封闭末端向起点到警告区按照“顺放逆收”的原则进行收放反光锥，警告区标志的移除按照“顺放顺收”的原则进行拆除。撤除封闭侧的安全锥和标志，撤除安全看守人员，撤掉封闭公告。电话通报交警、监控中心及相关单位，我检测队伍已撤离检测现场，恢复交通。

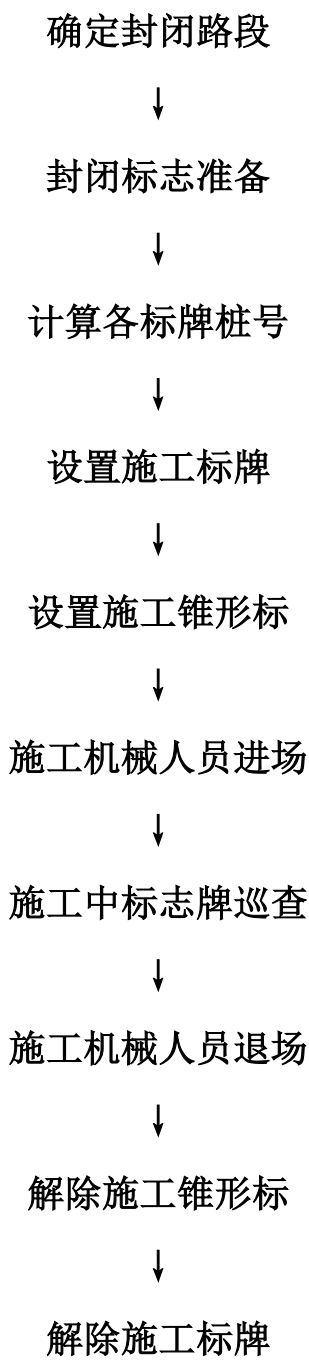


图 10.2-1 施工作业封闭道路操作流程

10.2.2.3 交通管制封道图

桥涵现场作业过程中，需占用外侧行车道及应急车道作业的情况，相关桥梁详细交通管制封道示例如下。

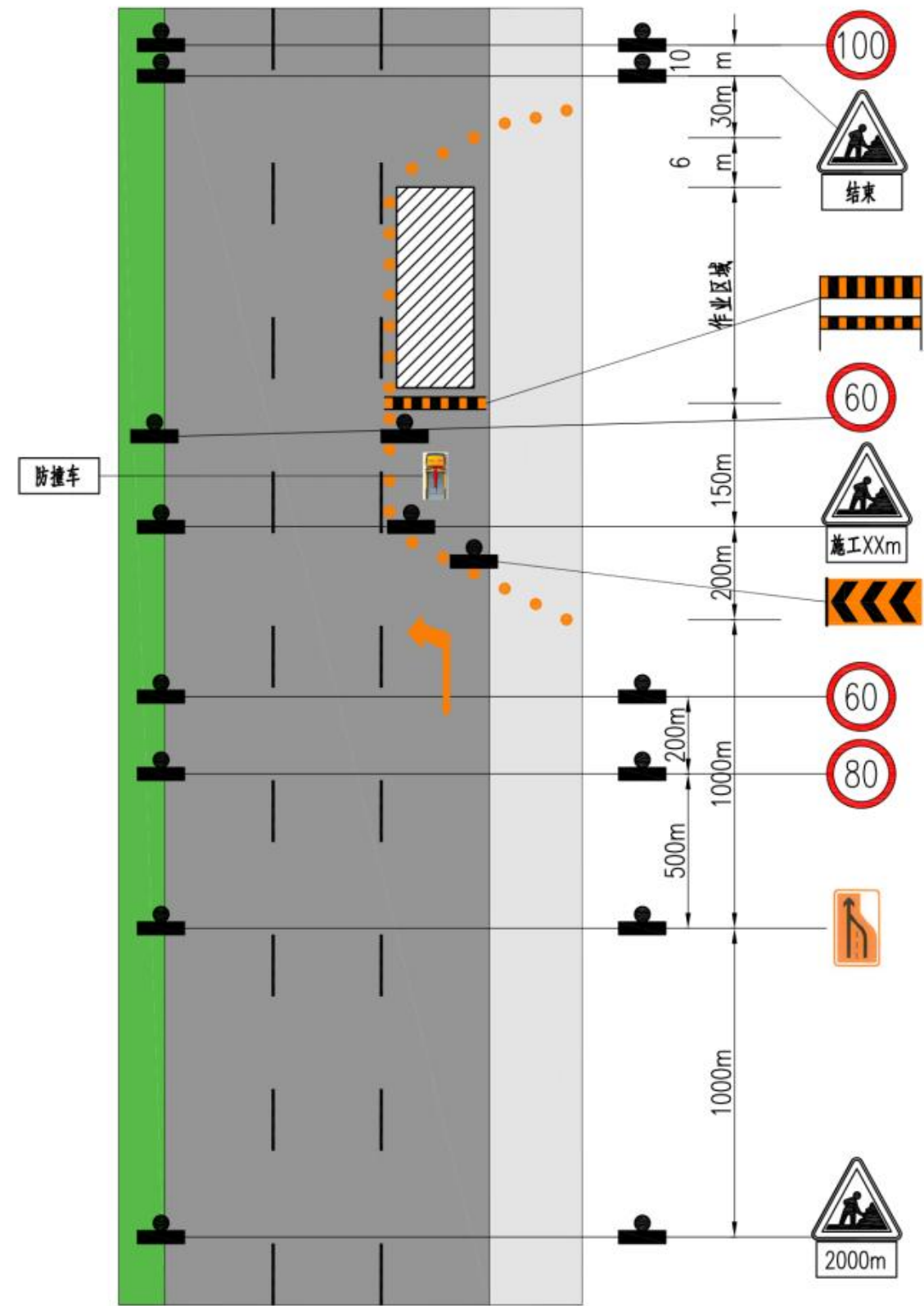


图 10.2-2 高速公路临时占用外侧行车道及应急车道交通组织方案图（限速 100）

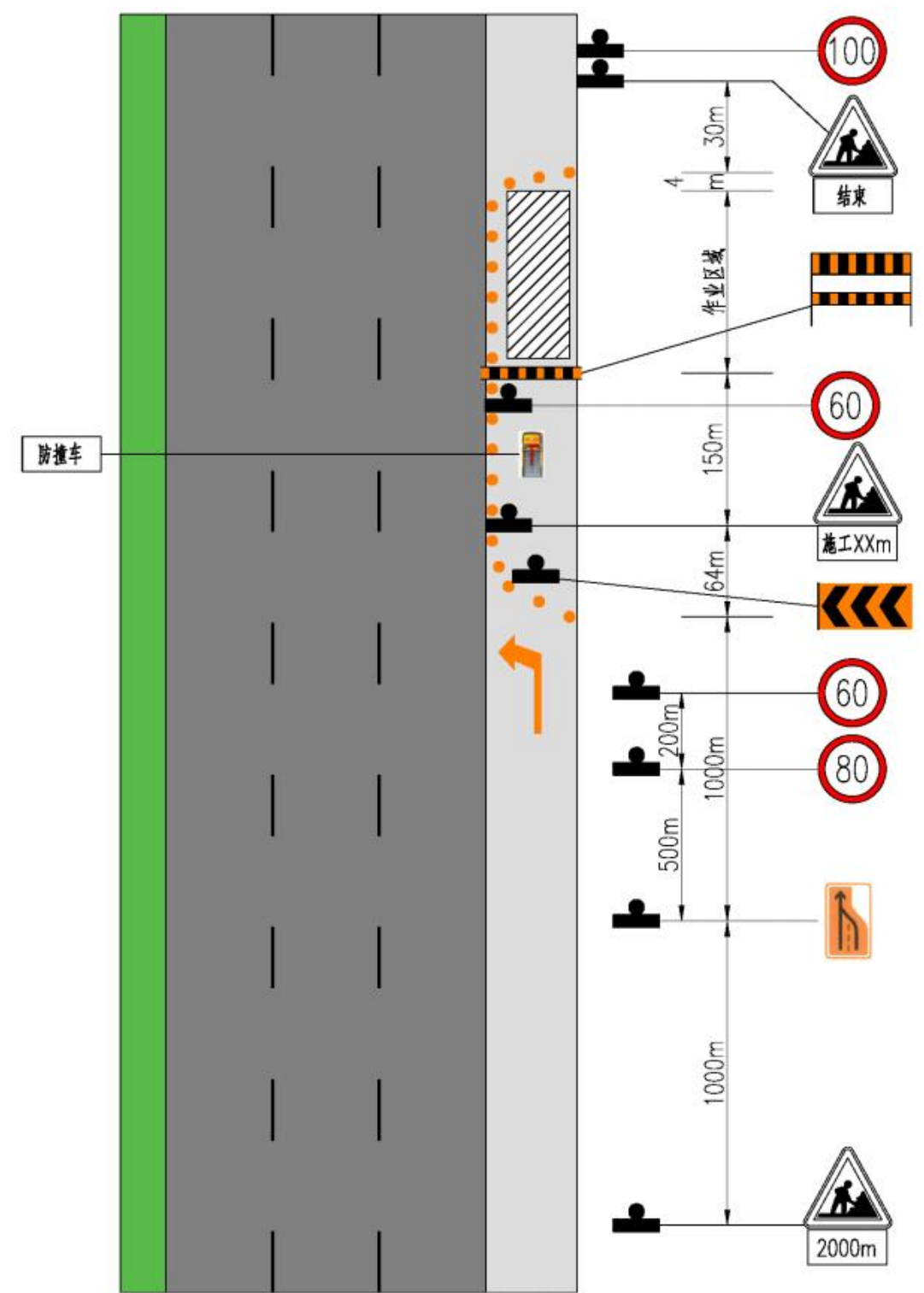


图 10.2-3 高速公路临时占用应急车道交通组织方案图（限速 100）

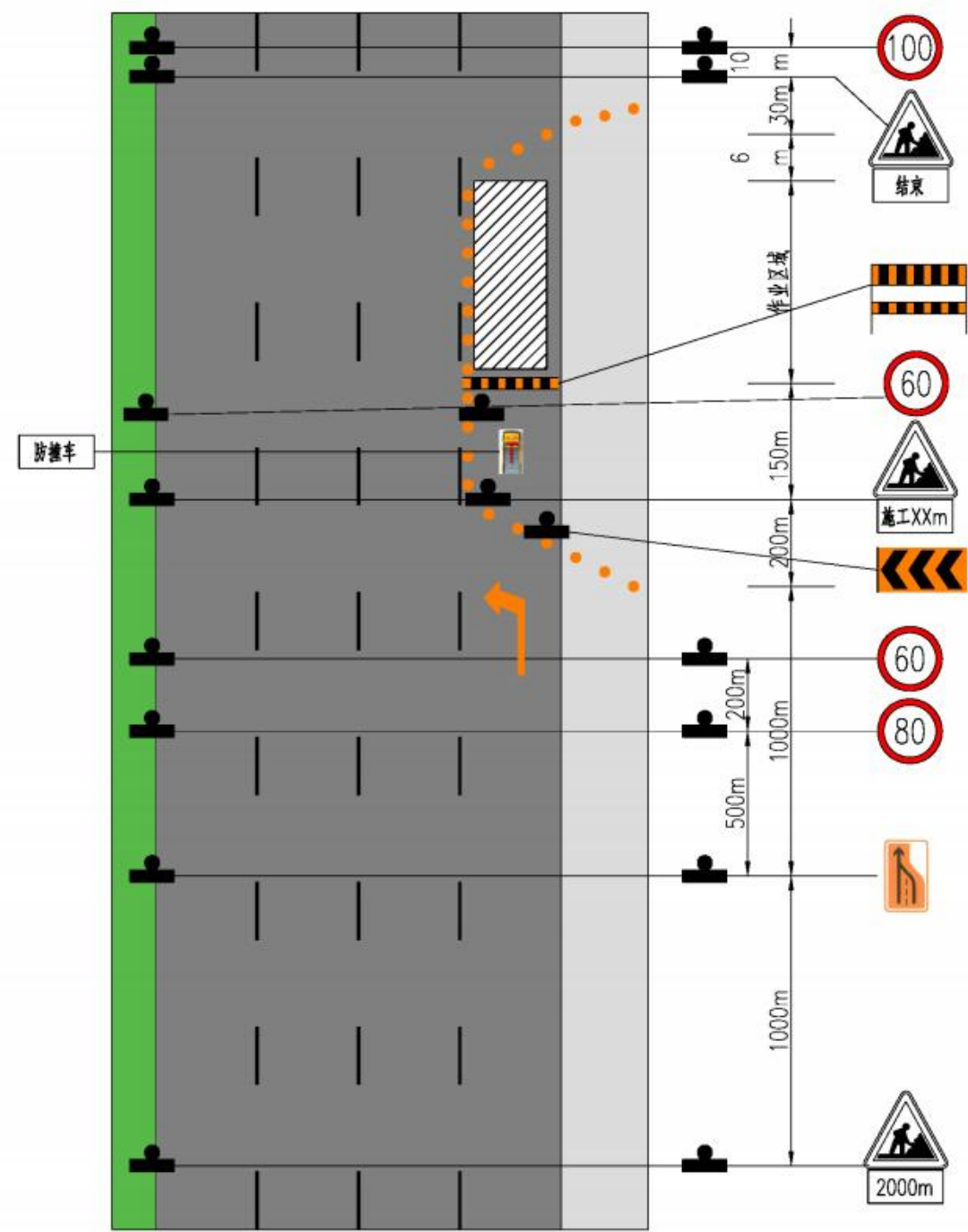


图 10.2-4 高速公路临时占用外侧行车道及应急车道交通组织方案图（限速 100）

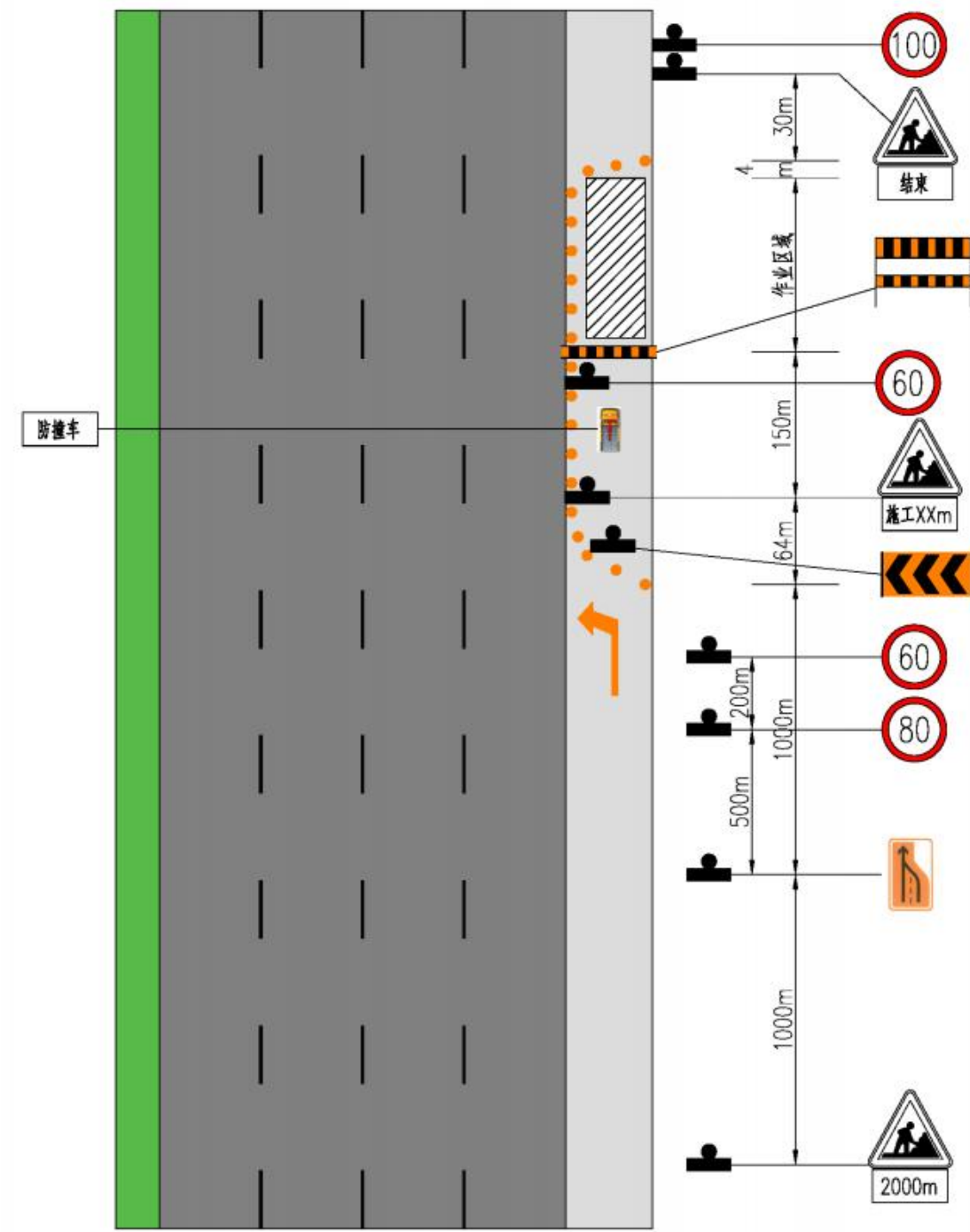


图 10.2-5 高速公路临时占用应急车道交通组织方案图（限速 100）

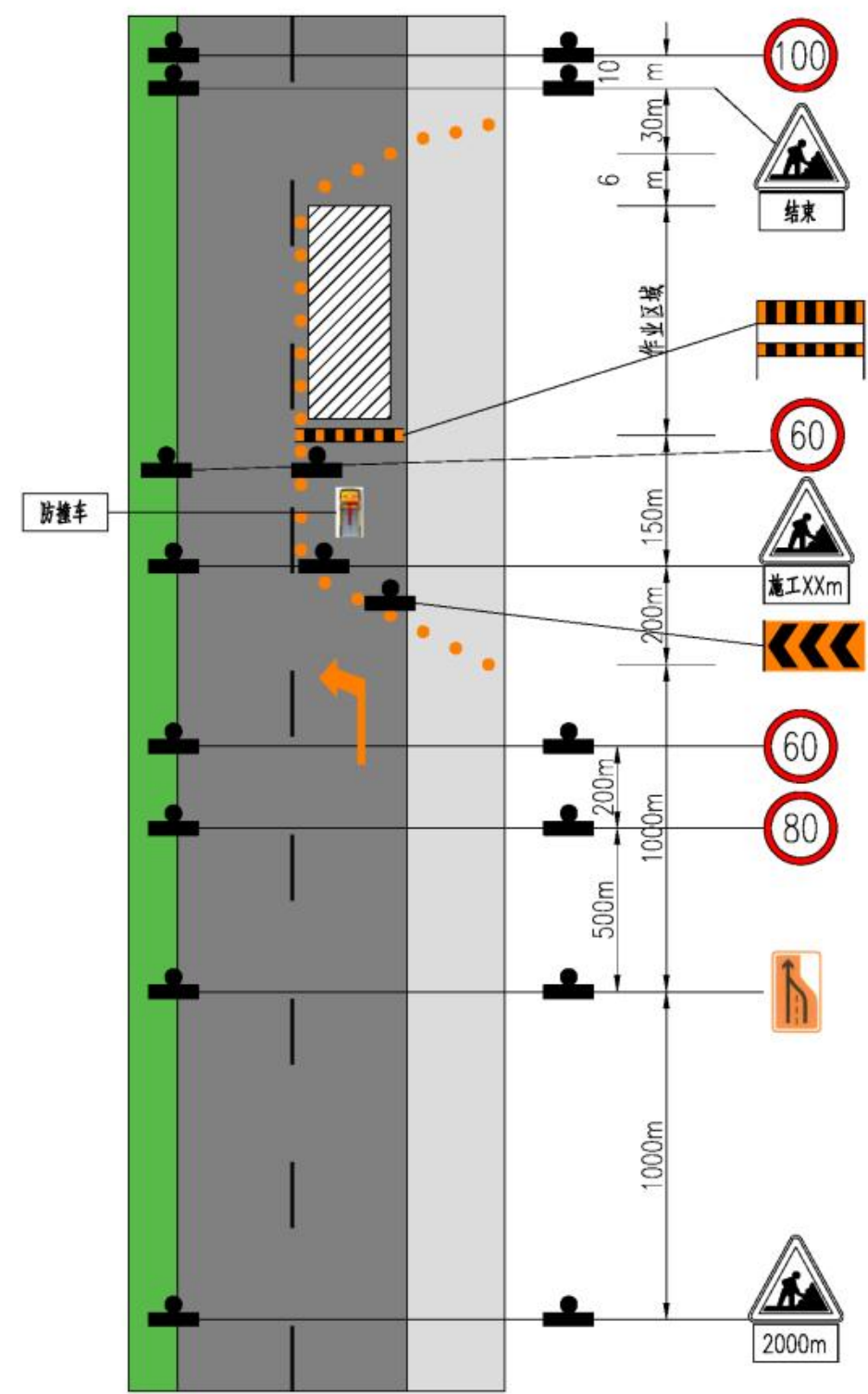


图 10.2-6 速公路临时占用外侧行车道及应急车道交通组织方案图（限速 100）

根据项目要求，本项目高速公路占道作业均应配置防撞缓冲车，配置的防撞缓冲车须为通过工信部公告的产品，配置符合 NCHRP350-3 等级（100KM/h）的防撞缓冲垫。防撞缓冲车应在标志摆设前抵达现场，并做好安全设施布置全过程的安全防护，防撞缓冲车所配置的

安全警示标志应符合相关规定要求。



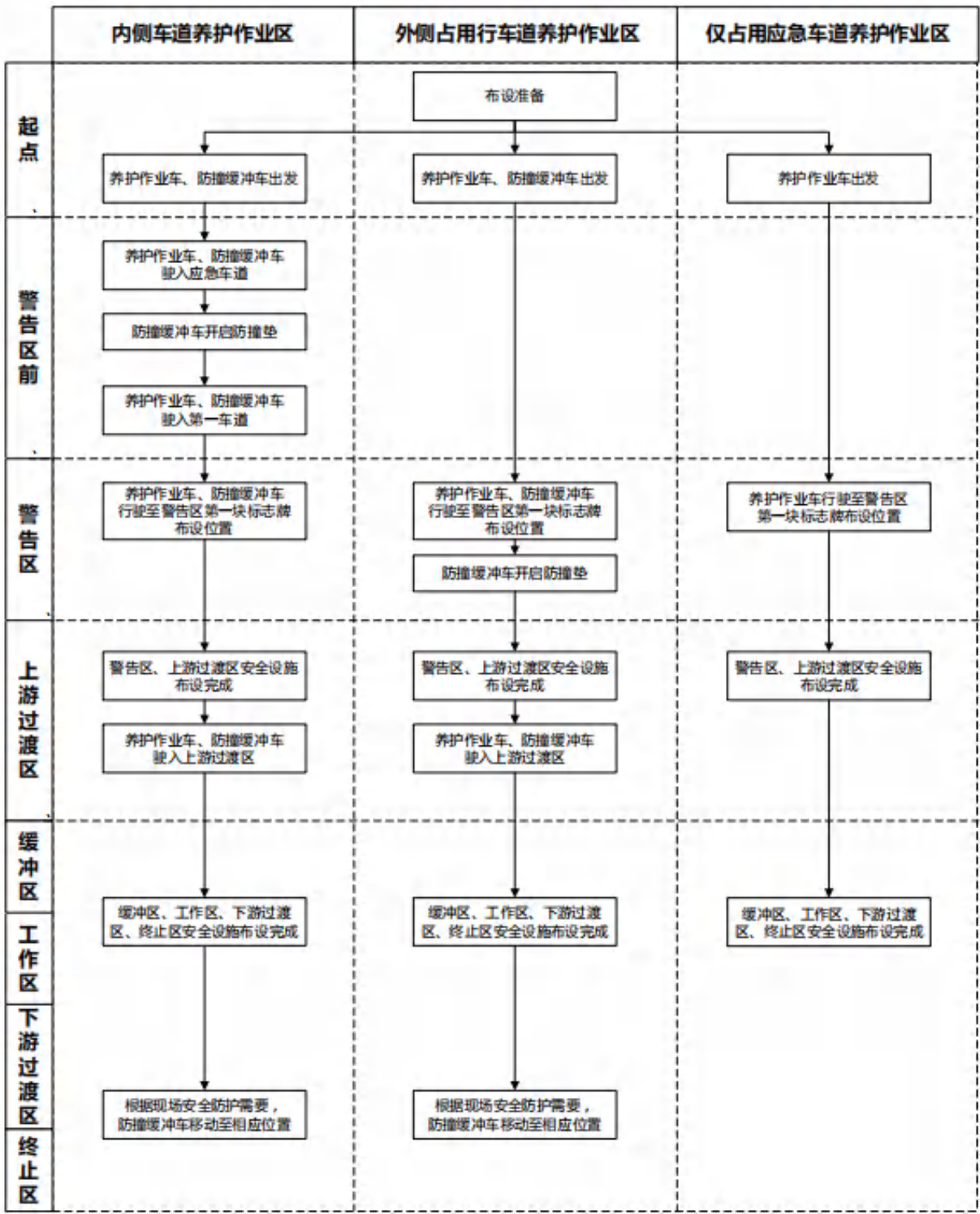
- 1.防撞车安全装置配备要求如下：
- 1）应配备通过工信部公告的防撞车，其中标准宽度高速车道上的防撞车应配置符合 NCHRP350-3 等级（100KM/h）的防撞垫。
 - 2）应配备导向箭头灯。
 - 3）应在车尾安装警报器，功率不小于 200W。
 - 4）应配备 LED 显示屏。LED 显示屏的尺寸不小于 1200mm（长）*400mm(宽)，内容可编辑，字体颜色宜为红色或黄色，采用交替闪烁方式，交替闪烁频率宜为 55-75 次/分钟。
- 2.上路作业前应对防撞车进行安全检查，确保车辆性能和防撞垫等安全装置完好。
3. 作业区安全设施布置完成后，防撞缓冲车停驻距离参照厂方说明设置。若厂方未作说明，宜停驻在作业区域上游约 50m 处；移动作业时宜保持在作业区域上游约 70m 处。
- 4.作业区布设、作业、撤除过程中防撞车不得迟到早退。
- （1）外侧占用行车道养护作业区布撤
- 1）布设流程
- 养护作业车、防撞缓冲车及随行人员按照要求做好出发前的准备工作。
 - 养护作业车、防撞缓冲车驶入应急车道，养护作业车在警告区第一块标志牌布设位置处停稳，防撞缓冲车及时开启防撞垫。
 - 交通引导人员下车，站在防撞缓冲车下游，挥旗引导过往车辆，养护作业人员下车完成警告区第一块标志牌的布设。
 - 所有人员上车后,养护作业车、防撞缓冲车在应急车道上行驶，在下一块标志牌位置停稳,重复以上步骤，完成警告区所有安全设施的布设。

- 养护作业车、防撞缓冲车行驶至上游过渡区第一个交通锥布设位置。交通引导人员下车站在防撞缓冲车下游，挥旗引导过往车辆。养护作业人员下车完成上游过渡区交通锥的布设。
- 养护作业人员临时移开部分交通锥，待所有人员和车辆进入上游过渡区后再将其复位，完成上游过渡区所有安全设施的布设。
- 交通引导员始终保持在防撞缓冲车下游，挥旗引导过往车辆，与养护作业人员、养护作业车、防撞缓冲车协调配合，依次完成缓冲区、工作区、下游过渡区、终止区所有安全设施的布设。
- 布设结束后，根据现场安全防护需要，防缓冲车移动至相应位置。
- 外侧占用行车道养护作业区布设流程示意图见图 A.1，布设路线及途经点示意图见图 B.1。

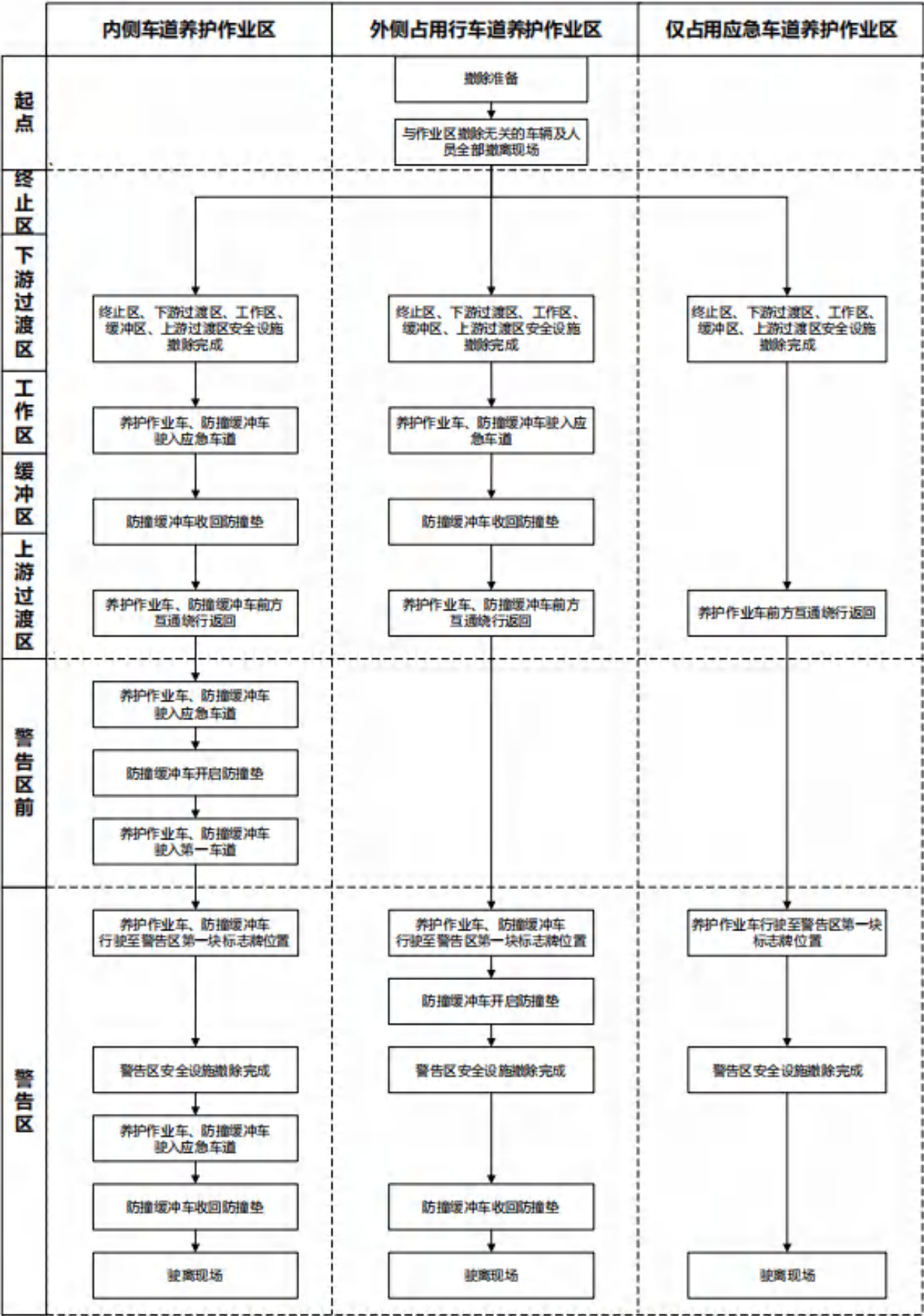
2) 撤除流程

- 作业前，与撤除作业无关的车辆及人员全部撤离现场。
- 防撞缓冲车行驶至下游过渡区。
- 交通引导员始终保持在防撞缓冲车下游，挥旗引导过往车辆，与养护作业人员、养护作业车、防撞缓冲车协调配合，依次完成终止区、下游过渡区、工作区、缓冲区所有安全设施的撤除。临时移开部分交通锥，待防撞缓冲车驶出交通锥范围并停稳后，其余车辆和人员协调配合，完成上游过渡区所有安全设施的撤除。
- 养护作业车、防撞缓冲车择机驶入应急车道，防撞缓冲车收回防撞垫。养护作业车、防撞缓冲车择机变道，安全驶离现场。
- 养护作业车、防撞缓冲车在作业区前方最近的互通式立交处绕行返回，行驶至警告区第块标志牌位置，防撞缓冲车及时开启防撞垫。
- 交通引导人员下车，站在防撞缓冲车下游，挥旗引导过往车辆。养护作业人员下车完成警告区第一块标志牌的撤除。
- 所有人员上车后，养护作业车、防撞缓冲车行驶至下一块标志牌位置，重复以上步骤，完成警告区所有安全设施的撤除。
- 撤除结束后，所有人员上车。防撞缓冲车收回防撞垫，养护作业车、防撞缓冲车择机变道,安全驶离现场。
- 外侧占用行车道养护作业区撤除流程示意图见图 A.2，撤除路线及途经点示意图见图 B.2。

图A.1、图A.2分别提供了养护作业区布设和撤除的流程示意图。

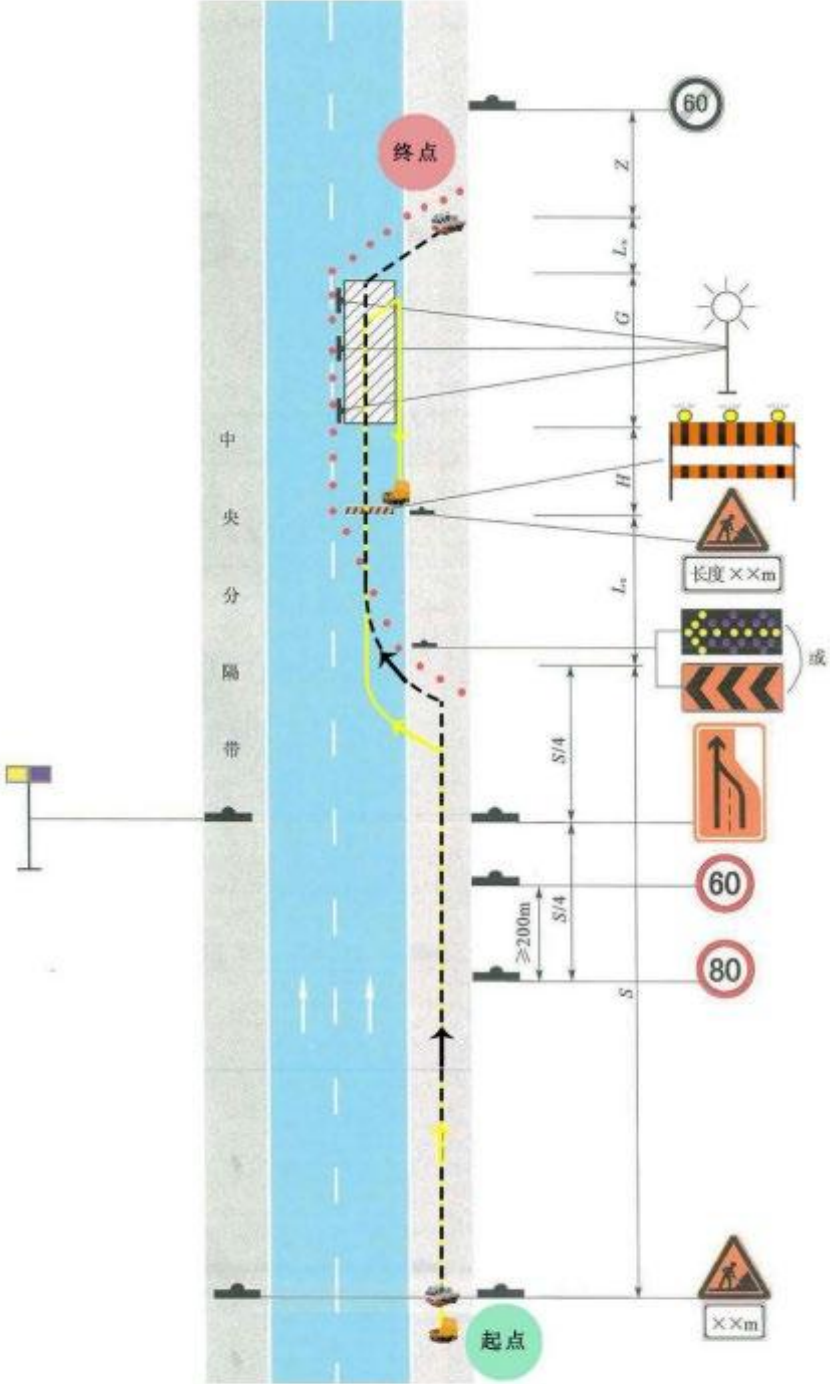


图A.1 养护作业区布设流程示意图

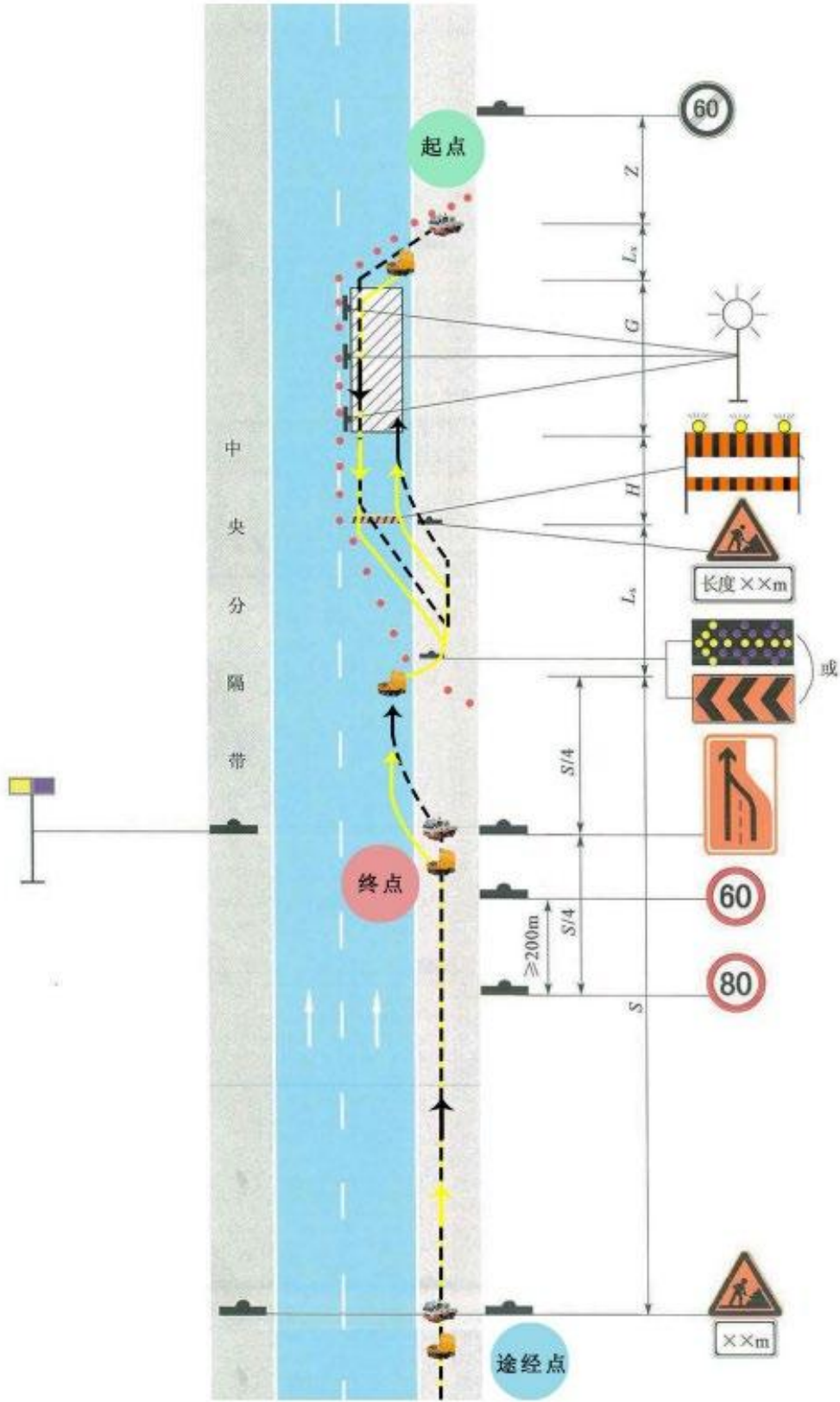


图A.2 养护作业区撤除流程示意图

图B.1-图B.6分别提供了外侧占用行车道养护作业区布撤、内侧车道养护作业区布撤、仅占用应急车道养护作业区布撤的路线及途经点示意图。



图B.1 外侧占用行车道养护作业区布设路线及途经点示意图



图B.2 外侧占用行车道养护作业区撤除路线及途经点示意图

5.防撞垫不得滞后打开、不得提前收起，应在作业人员上车后才可收起防撞垫。

6.在作业区布撤时应开启警报，在作业时宜开启警报；防撞缓冲车的导向箭头灯方向为水平向左或向右，也可以为“左下或右下”，禁止出现“左上或右上”易误导的指向；

7.工作车辆应从防撞车顺车流方向的下游进出作业现场。

8.除上游过渡区布置、撤除等特殊时段，其余时段人员不得无故位于防撞车上游。

10.2.3 交通安全保障措施

（1）由于检测的周期相对较长，将通过沟通协商，获得交警、监控中心、业主单位的支持，建立保畅联动机制，必要时，请求安排警力、施救车、拖车在检测区域，以便及时参与处置紧急情况。

（2）检测前一天将检测路段、封道类型、检测时间等告知高速的监控中心和高速交警部门；检测当天，上路检测前，将电话确认可否检测，同意后再上路检测；检测结束后，电话汇报各单位。如在检测期间遇临时警卫任务时，接有关部门的通知后将第一时间撤离。

（3）在检测区域配置足够的现场引导人员，占用硬路肩时将至少配备 1 名引导人员，占用第三车道或第四车道及硬路肩时将至少配备 2 名引导人员。加强指挥、引导工作，以加快车辆的通行，减少或避免堵车。

（4）检测前加强对安全人员的培训，让每一位安全员都非常明确各自的工作，知道如何跟驾驶员解释，特殊情况的处置方法非常明确等。

（5）加强员工安全教育、交底，对新员工工作前进行安全操作培训和三级安全教育。充分调动全体作业人员的积极性，安排检测时各工序要非常紧凑，减少“脱节”情况，充分利用好封道作业时间，提高工作效率。

（6）每次在检测作业前，对于本项目的检测设备技术和安全方面进行检查，保证处于良好的工作状态。加强施工车辆的准入管理，保证不出现报废车、未年审、未交加强险、车况不良的车辆参与。加强巡查，确保安全设施处于有效状态。

（7）严格按照《公路养护安全作业规程》（JTGH30-2015）规定，按照顺放逆收原则收放标志，注意收放标志过程的安全。作业区值守人员值守时定期巡视封道区，注意现场封道设施的完好性，确保安全设施、标志清洁易于辨认，并始终处于正确位置工或工作状态，发现问题及时纠正。

（8）封闭区内作业的设备在实施检测时，安排看护人员。严禁超出封闭区，严禁物品跌落引发事故。驾驶员、操作工必须仔细检查，确认车辆设备四周安全鸣笛后方可启动。设置专人（配口哨）指挥施工设备、车辆，移动过程中必须要控制速度，认真观察现场动态等；

- (9) 事故发生后的安全措施
- ① 现场协管员组织现场指挥、疏通车流量；

② 上报监控中心、由监控中心通知交警等部门；

③ 预警车打开警报、警灯，即时调整位置，始终与堵车流保持 300 米左右距离预警；

④ 堵车时，在监控、交警部门未到场时，定时上报事件发展情况。到场后，协助监控、交警、业主部门做好事故抢修工作。
- (10) 其他安全注意事项
- ① 坚持检测前安全活动，认真做好安全三检查。

② 要求标志标牌的反光效果良好。

③ 检测现场交通锥的设置要求上游过渡区与工作区不宜大于 4m。

④ 标志标牌必须固定牢固，防止被风吹倒，加强巡查，及时扶正。定时巡查安全设施的完好性，及时扶正倒下的标志、标牌。

⑤ 禁止检测车、预警车、作业人员、工具等超出封闭区。

⑥ 天气突变或其他特殊情况发生时，按照应急预案及时采取应急搭补等措施。

⑦ 为了保障员工人身安全，及时完成我检测组的检测任务，确保本项目高速公路的畅通，要切实做到“安全第一、预防为主”，做到安全、生产两不误，紧密围绕“以人为本，安全第一、预防为主”的方针，将安全管理工作扎扎实实的落实到位，做到“横向到边，纵向到底，不留盲区和死角”，尽最大的可能将一切安全隐患消灭在萌芽状态中。

10.2.4 应急处置预案

检测组本着“文明检测、安全畅通”的宗旨，防患于未然，有效预防可能发生的各类突发事件，以最有效的、最快速的应急措施组织应对，防止事态扩大，同各部门协调作业，合理部署，最大限度地保证突发事件得以顺利处置。

10.2.4.1 安全风险分析

根据《项目部安全生产策划书》对工程生产经营过程中存在的危险源进行辨识和风险分析，把可能导致员工伤害的主要危险源列如下表所示。

表 10.2-1 项目生产主要危险源

序号	危险源名称	危险源可能引发的事故	预防措施
1	台风、雷暴雨、大雾等天气	淹溺、机械伤害、污染事故等	恶劣天气反应应急措施
2	高空作业	高空坠落、物体打击等	高空作业管理规定

序号	危险源名称	危险源可能引发的事故	预防措施
3	过路交通车辆	车辆发生交通事故及人员伤害	交通标志提前警示，防护隔离人员现场交通疏导

10.2.4.2 各类事故应急预案

1) 触电事故的预防及应急预案

触电事故和其它事故比较，其特点是事故的预兆不直观、不明显，而事故的危害非常大，当经人体电流小于 10mA 时，人体不会产生危险的病理效应，但当流经人体电流大于 10mA 时，人体将会产生危险的病理生理效应，并随电流的增大、时间的增长将会产生心室纤维颤动，甚至人体窒息（假死状态），在瞬间或在三分钟内就夺去人的生命。因此，在保护设施不完备的情况下，人体触电伤害事故是极易发生的，所以，施工中必须做好预防工作，发生触电事故时要正确处理，抢救伤者。

（1）防止触电伤害的基本安全要求：

根据安全用电“装得安全，拆得彻底，用得正确，修得及时”的基本要求，为防止发生触电事故，在日常施工生产用电中要严格执行有关用电的安全要求。

①用电应制定独立的施工组织设计，并经企业技术负责人审批，盖有企业法人公章，必须按施工组织设计进行布设。

②一切线路布设必须按技术规程进行，按规范保持安全距离，距离不足时，应采取有效措施进行隔离防护。

③非电工严禁接拆电气线路、插头、插座、电气设备、电灯等。

④根据不同的环境，正确选用相应额定值的安全电压作为供电电压。安全电压必须由双绕组变压器降压获得。

⑤带电体之间、带电体与地面之间、带电体与其它设施之间、工作人员与带电体之间必须保持足够的安全距离，距离不足时，应采取有效的措施进行隔离防护。

⑥在有触电危险的处所或容易产生误判断、误操作的地方，以及有不安全因素的再现，设置醒目的文字或图形标志，提醒人们识别、警惕危险因素。

⑦采取适当的保护接地措施，将电气装置中平时不带电，但可能因绝缘损坏而带上危险的对地电压的外露导电部分（设备的金属外壳或金属结构）与大地作电气连接，减轻触电的危险。

注意事项有：

a）在同一台变压器供电的系统中，不得将一部分设备做保护接零，而将另一部设备做

保护接地。

b) 保护接零的系统，总电房配电柜两侧做重复接地，配电箱（二级）及开关箱（三级）均应做重复接地。其工作接地装置必须可靠，接地电阻值 $4 \leq \Omega$ 。

c) 所有振动设备的重复接地必须有两个接地点。

d) 保护接零必须有灵敏可靠的短路保护装置配合。

e) 电动设备和机具一机、一闸、一漏电、一箱保护，严禁一闸多机，闸刀开关选用合格的熔丝，严禁用铜丝或铁丝代替保险熔丝。按规定选用合格的漏电装置并定期进行检查。

f) 电源线必须通过漏电开关，开关箱漏电开关控制电源线长度 $\geq 30\text{m}$ 。

（2）发生触电事故的应急措施：

①触电急救的要点是动作迅速，救护得法，切不可惊慌失措，束手无策。要贯彻“迅速、就地、正确、坚持”的触电急救八字方针。发现有人触电，首先要忙使触电者脱离电源，然后根据触电者的具体症状进行对症施救。

②脱离电源的基本方法有：

a) 将出事附近电源开关闸刀拉掉、或将电源插头拔掉，以切断电源。

b) 用干燥的绝缘木棒、竹竿等物将电源线从触电者身上拨离或者将触电者拨离电源。

c) 必要时可用绝缘工具（如带有绝缘柄的电工钳、木柄斧头以及锄头）切断电源线。

d) 救护人员可戴上手套或在手上包缠干燥的衣服、围巾、帽子等绝缘物品拖拽触电者，使之脱离电源。

e) 如果触电者由于痉挛手指导线缠绕在身上，救护人选用干燥的木板塞进触电者身下使其与地绝缘来隔断入地电流，然后再采取其它办法把电源切断。

f) 如果触电者触及断落在地上的带电高压导线，且尚未确证线路无电之前，救护人员不得进入断落地点 $8 \sim 10$ 米的范围内，以防止跨步电压触电。进入该范围的救护人员应穿上绝缘靴或临时双脚并拢跳跃地接近触电者。触电者脱离带电导线后，应迅速将其带 $8 \sim 10$ 米以外立即开始触电急救。只有在确证线路已经无电，才可在触电者离开触电导线后就地急救。

③在使触电者脱离电源时应注意的事项：

a) 未采取绝缘措施前，救护人不得直接触及触电者的皮肤和潮湿的衣服。

b) 严禁救护人直接用手推、拉和触摸触电者，救护人不得采用金属或其他绝缘性能差的物体（如潮湿木棒、布带等）作为救护工具。

c) 在拉拽触电者脱离电源的过程中，救护人宜用单手操作，这样对救护人比较安全。

d) 当触电者位于高位时，应采取措施预防触电者在脱离电源后，坠地摔伤或摔死（电

击二次伤害）。

e) 夜间发生触电事故时，应考虑切断电源后的临时照明问题，以利救护。

④触电者未失去知觉的救护措施：

应让触电者在比较干燥、通风暖和的地方静卧休息，并派人严密观察，同时请医生前来或送往医院诊治。

⑤触电者已失去知觉但尚有心跳和呼吸的抢救措施：

应使其舒适地平卧着，解开衣服以利呼吸，四周不要围人，保持空气流通，冷天应注意保暖，同时立即请医生前来或送医院诊治。若发现触电者呼吸困难或心跳失常，应立即人工呼吸及胸外心脏挤压。

⑥对“假死”者的急救措施：

a) 通畅气道。第一，清除口中异物。使触电者仰面躺在平硬的地方迅速解开其领扣、围巾、紧身衣和裤带。如发现触电者口有食物、假牙、血块等异物，可将其身体及头部同时侧转，迅速用一只手指或两只手指交叉从口角处插入，从口中取出异物，操作中要注意防止将异物推到咽喉深处。第二，采用仰头抬颊法畅通气道。操作时，救护人一只手放在触电者前额，另一只手的手指将其颌骨向上抬起，两手协同头部推向后仰，舌根自然随之抬起、气道即可畅通。使触电者头部后仰，可于其颈部下方垫适量厚度的物品，但严禁用枕头或其他物品垫在触电者头下。

b) 口对口人工呼吸，使病人仰卧，松懈衣扣和腰带，清除伤者口腔痰液、呕吐物、血块、泥土等，保持呼吸道畅通，救护人员一手将伤者颌托起，使其头尽量后仰，另一手捏住伤者的鼻孔，深吸一吸一口气，对住伤者的口用力吹气，然后立即离开伤者口，同时松开捏鼻孔的手。吹气力量要适中，次数以每分钟 16-18 次为宜。

c) 胸外心脏按压，将伤者仰卧在地上或硬板床上，救护人员跪或立于伤者一侧，面对伤者，将右手掌置于伤者胸骨下段及剑突部，左手置于右手之上，以上身的重量用力把胸骨下段向后压向脊柱，随后将手腕放松，每分钟挤压 60-80 次。地进行胸外心脏按压时，宜将伤者头，放低以利静脉血回流。若伤者同时伴有呼吸停止，在进行胸外心脏按压时，还应进行人工呼吸。一般做四次胸外心压，做一次人工呼吸。

2) 火灾和爆炸事故应急预案

施工需要一定数量的可燃板材，这些材料如果处理不妥，防火措施不力，极易发生火灾，在施工阶段也需要大量的乙炔和氧气，对钢筋进行焊接，如盛装乙炔和氧气的钢瓶储存方法不当，使用不规范，也容易发生因气体泄露而产生的气瓶爆炸事故，因此，加强对可燃物和

易燃物品的管理，是有效防止火灾和爆炸事故的发生、保护员工生命安全、企业利益和国家财产不受损失的有效措施。

（1）预防火灾和爆炸事故的基本安全措施：

①组织措施

a) 要建立、健全消防机构。指挥部、项目分部要成立义务消防队，并明确指挥部、项目分部的消防安全责任人和消防安全管理人，负责管理本单位的消防安全工作。

b) 指挥部、项目分部要加强对员工、外来工进行消防知识的教育，对义务消防队员进行灭火技能的培训，提高自防自救能力，每年进行不少于一次的消防演练。

c) 办公场所、集体宿舍、设备材料堆放所要配备充足有效的灭火器材。

d) 制订事故发生时的扑救方案和人员疏散步骤、方法和路线，使事故的损失将到最低。

②管理措施

a) 各单位要按规定设置乙炔和氧气瓶的库房，气瓶储室通风要良好，在库房门口张挂醒目的放火警示标志，配备充足有效的器材。

b) 乙炔和氧气的使用和存放要符合有关规定。

c) 在易燃易爆场所动火作业，必须先办理“三级”动火审批手续，领取动火作业许可证，并做足防火安全措施，方可动火作业，动火时要设专人值班，随时观察动火情况。

d) 严禁对盛装过有可燃气体的容器进行焊接。

e) 焊接（动火）作业操作人员必须参加劳动、消防部门的培训，考试合格取得焊工证后，方可上岗，在作业时应做到“八一”、“四要”、“一清”。

f) 集体宿舍的用电要由持证电工安装，不准乱拉电线，不准在电线上凉挂衣物，不准在宿舍内使用明火、电炉、气化炉具，不准使用电热器具和烧香拜神，严禁躺在床上吸烟。

g) 仓库存放物品应分类、分堆储存，甲、乙类物品和一般物品以及容易相互发生化学反应或者灭火方法不同的物品，必须分间、分库储存。

h) 储存丙类固体物品的库房，不准使用碘钨灯和超过 60 瓦以上的白炽灯等高温照明的灯具。

I) 库房内设置的配电线路，需穿金属管或用非燃硬塑管保护，每个库房应当在库房外单独安装开关箱，做到人离断电，禁止使用不合格的保险装置。

J) 厨房不准同时使用煤气炉、柴炉和油炉。

（2）发生火灾和爆炸事故的应急措施：

①发生火灾和爆炸，首先是迅速扑灭火源和报警，及时疏散有关人员，对伤者进行救治。

②火灾发生初期，是扑救的最佳时机，发生火灾部位的人员要及时把握好这一时机，尽快把火扑灭。

③在扑救火灾的同时拨打“119”电话报警和及时向上级有关部门及领导报告。

④在现场的消防安全管理人员，应立即指挥员工搬走火场附近的可燃物，避免火灾区域扩大。

⑤组织有关人员对事故区域进行保护。

⑥及时指挥、引导员工按预定的线路、方法疏散、撤离事故区域。

⑦发生员工伤亡，要马上进行施救，将伤员撤离危险区域，同时打“120”电话求救。

3) 物体打击事故的预防及其应急预案

物体打击伤害是建筑行业常见事故中四大伤害的其中一种，特别在施工周期短，劳动力、施工机具、物料投入较多，交作业时常有出现。这就要求在高处作业的人员对机械运行、物料传接、工具存放过程中，都必须确保安

全，防止物体坠落伤事故的发生。

（1）物体打击事故基本安全要求：

①人员进入施工现场必须按规定配戴好安全帽。应在规定的安全通道内出入，不得在非规定通道位置行走。

②安全通道上方应搭设双层防护棚，防护棚使用的材料要防止高空坠落物穿透。

③临时设施的盖顶不得使用石棉瓦作盖顶。

④边长小于或等于 250mm 的预留洞口必须用坚实的盖封闭，用砂浆固定。

⑤作业过程一般常用工具必须放在工具袋内，物料传递不准往下或向上乱抛材料和工具等物件。所有物料应堆放平稳，不得放在临边及洞口附近，并不可妨碍通行。

⑥高空安装起重设备或垂直运输机具，要注意零件落下伤人。

⑦吊运一切物料都必须由持有司索工上岗证人员进行指挥，散料应用吊篮装置好后才能起吊。

⑧拆除或拆卸作业要在设置警戒区域、有人监护的条件下进行。

⑨高处拆除作业时，对拆卸下的物料、建筑垃圾要及时清理和运走，不得在走道上任意乱放或向下丢弃。

（2）发生物体打击应急措施：

当发生物体打击事故后，抢救的重点放在颅脑损伤、胸部骨折和出血处理。

①发生的物体打击事故，应马上组织抢救伤者，首先观察伤者的受伤情况、部位、伤害性质，如伤员发生休克，应先处理休克，遇呼吸、心跳停止者，应立即进行人工呼吸，胸外

心脏挤压。处于休克状态的伤员要让其安静、保暖、平卧、少动。并将下肢抬高约 20 度左右，尽快送医院进行抢救治疗。

②出现颅脑损伤，必须维持呼吸道通畅。伤者应平卧，面部转向一侧，以防根下坠或分泌物、呕吐物吸入，发生喉咙阻塞。有骨折者，应初步固定后再搬运及时送到就近有条件的医院治疗。

10.2.4.3 恶劣天气时施工应急预案

为确保冬季恶劣天气施工安全，减少因浓雾、暴风雪、冰冻等自然灾害造成的损失，实现“不冻伤一人，不冻坏一台设备，不发生一起安全事故”的工作目标，圆满完成冬季施工任务，特制定本预案。

1) 紧急救援程序

(1) 现场突发恶劣天气（如冰雹、大风、暴雨、暴雪等）时，从事受恶劣天气影响的相关工序应立即停止作业，并采取保护措施后，撤离现场。

(2) 恶劣天气后，应急小组应组织检查设备以及施工用电系统等，保护后续施工作业安全顺利开展。

(3) 现场救援小组将现场情况上报上级应急领导小组组长。

2) 现场应急处置措施

(1) 当发生六级以上大风、暴雨天气等恶劣天气时，应立即停止现场高空作业，撤离危险作业场所。

(2) 当发生连降暴雨天气、地面严重积水，生活、办公区出现雨水倒灌现象，且暴雨没有停止迹象时，项目部应急小组应组织所有人员撤离至施工地附近安全地点。

(3) 撤离应遵循“先撤人、后转移贵重物品、资料”的原则，并上报上级应急领导小组组长。

(4) 当恶劣天气停止后，在第一时间组织人员奔赴现场，抢救设备物质，把财产损失降低到最低。

3) 应急救援配备应急物资

急救包、纱布、胶布、双氧水、氧气袋、三角巾、手套、抢险车、雨衣、雨鞋、草袋、方木、塑料布

10.2.4.4 交通事故时施工应急预案

整合资源、提升救援能力，使交通事故救援工作有程序、有步骤，快速、高效、安全地开展，减少重特大交通事故造成的人员伤亡和财产损失，以及对社会、环境产生的不良影响，

确保把交通事故危害降到最低，实现救灾、减灾目的。交通意外伤害事故是现代社会生活中最常见、最频繁的事故，为能在发生交通意外事故时，及时采取有效措施，尽可能降低损失和危害程度，特编制本应急预案。

(1) 紧急救援程序

发生事故，现场有关人员报告-->向应急领导小组组长汇报-->组长宣布是否启动应急救援程序-->应急小组作好应急准备-->进入事故现场，启动应急响应-->清理现场，确认现场警备解除--组长宣布解除应急状态--评价应急救援过程并完善--作好应急救援相关记录--向上级领导单位汇报事故情况。

1)应急小组成员在接到报警后，带好随身抢险物品和个人安全防护用品迅速各就各位；

2)现场应急救援顺序为紧急呼救，保护现场、转运伤员、拨打应急救援电话：120、110、119；

3)切勿立即移动伤者，除非处境会危害其生命（如汽车着火，有爆炸可能），将失事车辆

引擎关闭，拉紧手刹或用石头固定车轮，防止汽车滑动；救援人员应先看伤员的伤情；脊柱损伤者不能拖、拽、应使用颈托固定颈部或使用脊柱固定板，避免脊柱受损或损伤加重导致截瘫；

4)事故发生后应尽可能对现场保护，以便给事故责任划分提供可靠证据，并用最快的方式向交通管理执法部门报告；

5)恶性交通事故中，当大量外援到达后在抢险指挥部统一领导下，有计划有组织的进行抢救，分类转送伤员等工作。

(2) 应急救援原则

1) 执行预案而不唯预案原则

应急预案是根据发生交通事故可能造成的影响而预先制定的方案，在实际操作中，要根据实际情况灵活进行调整。

2) 先救人后抢物原则

应急救援应体现以人为本的宗旨，始终把人放在第一位，当发生交通事故后，应当首先救人，当确保所有能够救援的人都已经得到妥善救援后，方可以实施救援物资和设备的方案。

3) 分工协作原则

应急小组成员应牢记分工，按小组行动，服从指挥；

(3) 事故善后措施

1) 应急领导小组应当会同相关部门及时组织调查、统计交通事故的影响范围和受灾程度，评估、核实交通事故所造成的损失情况。

2) 善后小组应当组织救援队做好受伤人员的救护工作，与有关部门协调做好丧葬抚恤工作。

(4) 应急响应

1) 当发生交通事故后，根据应急程序，应急救援小组在得到有关通知后立即作出应急响应，保证在最短时间内赶到事发地点,积极采取措施控制事态的发展，并及时向各级应急领导小组报告。

2) 在救援中要千方百计防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失。

3) 严格执行有关救援规程和规定，严禁救援过程中的违章指挥和冒险作业，避免救护中的伤亡和财产损失。

4) 在应急响应过程中要积极联系各方,以求获得各方的支持和协助,必要时,向兄弟单位和地方求助。

5) 事故及紧急情况得到遏制后，注意保护事故现场，不得故意破坏事故现场，毁灭有关证据，并按国务院 75 号令开展事故调查处理。一般事故，由事故发生单位将事故调查处理意见上报上级业主部门。

(5) 应急救援配备应急物资

急救包、纱布、胶布、双氧水、氧气袋、三角巾、手套、抢险车、草袋、方木、塑料布、警示灯、警界线标志、有透雾功能金属标志牌、高质量数码相机。

(6) 应急状态解除

1) 轻微事故应急状态的解除

轻微事故，是指一次造成轻伤 1 至 2 人，或者财产损失机动车事故不足 1000 元，非机动车事故不足 200 元的事故。其事故调查比同《安全事故调查》程序和方法进行，由综合科进行事故调查，分析事故原因并形成调查报告，向领导小组上报调查报告。当确认事态已经得到控制，警报已经解除，由应急救援领导小组宣布应急状态的解除时间。

2) 一般事故的应急状态解除

一般事故，是指一次造成重伤 1 至 2 人，或者轻伤 3 人以上，或者财产损失不足 3 万元的事故。其事故调查比同《安全事故调查》程序和方法进行，由上一级领导机关组织调查和宣布应急状态的解除时间，经理部相关部门配合。

3) 重大事故，特重大事故按国家相关条例办理。

10.3 施工要求

10.3.1 施工方法和技术措施

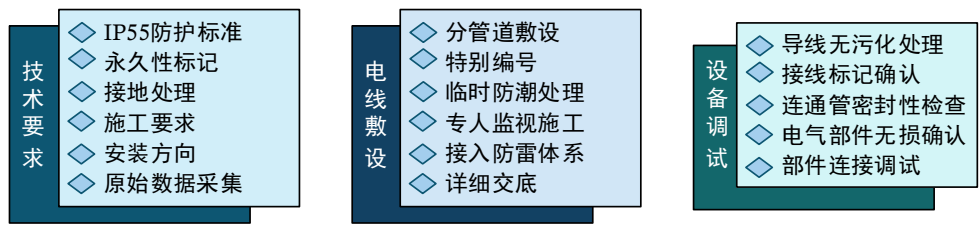


图 10.3-1 施工方法和技术措施

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，释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，保护管规格为钢管，特殊困难线段以不锈钢软管连接。顺桥向部分沿线缆槽道路由敷设。

(4) 所有的保护管均应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、无软化及绝缘破裂等现象。

- e.对所有临边进行防护，加防护栏杆，并在内侧架设防护网进行隔挡。
- f.为保证防护措施能真正起到应有的防护作用，除在具体实施过程中由项目负责人、安全专职人员及相关作用班组长，对防护设施进行必要的监督制作过程和验收外，还应按规定要求每周进行不少于一次的检查工作，以确保防护设施的完好性，防止坠落事故的发生。
- g.在桥梁外侧进行施工时，作业班组要对安全防护设施（脚手架拉结点、安全平网和密目式安全、脚手板等）进行使用前检查，确认无误后，方能进行操作。
- h.高处作业施工人员必须佩戴安全带或安全绳，其安全带或安全绳的使用必须遵照高挂低用的原则。凡未使用防护用品用具的不准作业，以防止高处坠落事故的发生。

B、预防物体打击事故的防护措施

- a.加强对施工作业人员的安全知识教育，提高安全意识和技能。
- b.凡现场人员必须正确佩戴符合标准要求的安全帽。
- c.经常进行安全检查，对于凡有可能造成落物或对人员形成打击威胁的部位，必须进行日巡查，保证其安全可靠。
- d.施工现场严禁抛掷作业。
- e.作业前项目负责人必须根据现场情况进行安全技术交底，使作业人员明确安全生产状态及要点，避免事故发生。
- f.作业前安全管理人员及操作手必须对设备进行检查和空载运行，在确定无故障情况时方能进行作业。

C、预防机械伤害事故的防护措施

- a.各种机械设备进场后，必须由设备负责人会同安全员和使用机械的人员共同对该机械设备进行进场验收工作，经验收发现安全防护装置不齐全的或有其它故障的应退回。
- b.设备安装调试合格后，应进行检查，并按标准要求对该设备进行验收，验收合格后方能正常使用。
- c.使用前要对设备使用人员进行必要的安全技术交底和教育工作，使用人员必须严格执行交底内容及操作规程。
- d.经常对设备进行保养检查，带电设备使用后必须切断电源。
- e.特种设备操作人员必须持证上岗，并按规定每周对施工现场的所有机械设备进行检查，发现问题及隐患及时解决处理，确保机械设备的完好，防止机械伤害事故的发生。

D、预防触电事故的防护措施

- a.安装作业前，必须按规范、标准、规定对安装作业人员进行安全技术及操作规程的交

- 底工作。
- b.禁止在高压线路安全距离之内进行作业；对高压线路应尽量增设围栏或保护网等隔离。
- c.施工现场专用中性点直接接地的供电线路必须实行 TN—SR 接零保护系统，同时必须做到三级控制两级保护，电箱为标准电闸箱，并采取防雨、防潮措施。
- d.电气设备应根据地区或系统要求，做保护接零，或做保护接地，不得一部分设备做保护接零，另一部分设备做保护接地。
- e.必须由持有合格证件的专职电工，负责现场临时用电的管理及安拆。
- f.对新调入工地的电气设备，在安装使用前，必须进行检验测试。经检测合格方能投入使用。
- g.专职电工对现场电气设备每日进行巡查，安全员每周对施工用电系统、漏电保护器进行一次全面系统的检查。
- h.配电箱设在干燥通风的场所，周围不得堆放任何妨碍操作、维修的物品。配电箱与被控制的固定设备距离不得超过 3 米。安装和使用按“一机、一闸、一箱、一漏”的原则，不能同时控制两台或两台以上的设备，否则容易发生误操作事故。
- i.配电箱应标明其名称、用途，并做出分路标志，门应配锁，现场停止作业 1 小时以上时，应将开关箱断电上锁。
- j.照明专用回路设志用漏电保护器，灯具金属外壳做接零保护，对潮湿和易触及带电体的照明电源必须使用安全电压，电气设备架设或埋设必须符合要求，并保证绝缘良好。任何场合均不能拖地。

- k.线路过道应按规定进行架或地埋，破皮老化线路不准使用。

- l.使用移动电气工具和砼振捣作业时，必须按规定穿戴绝缘防护用品。

- m.凡从事与用电有关的施工作业时，必须实行电工跟班作业。

E、预防落水事故的防护措施

- a.落实水上施工安全保障措施。
- b.落实现场施工人员的安全教育。
- c.配备相应安全设施、防护用品和救生设备。
- d.水上施工每道工序有项目总工或技术人员进行安全技术交底。
- e.特种作业人员持证上岗。
- f.专人负责收听气象预报，及时根据气象台所提供数据，制定作业计划，提前做好随时避风的准备。

F、其他

现场施工前应认真核对设计图和实际结构对应情况，如发现实际构造与设计图纸有出入及有新的病害产生时，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。

10.3.5 其他

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

11 验收说明

系统实施单位应按要求统一数据和接口的标准，按合同规定时间在平台上线，对于标准化监测系统桥梁，系统交付前应进行不低于 3 个月的试运行，运行期间内应开展功能完善、设备基准值校正、超限阈值设置等工作。

监测系统试运行期结束后，开展系统验收工作，结合江苏省桥梁特点，验收宜采用交（竣）工一次验收。监测系统验收应包含系统硬件验收、系统软件验收和资料验收。

11.1 硬件验收

系统硬件验收满足下列要求：

- （1）安装设备材料的数量、规格型号、技术参数等应与合同文件、设计文件一致，合格证、质保卡、说明书及出厂检验报告等应齐全；
- （2）传感器安装位置应正确、牢固、端正，表面平整，与结构物接触面紧密，应采取必要的防腐防护措施，信号线按要求连接到位；
- （3）数据采集设备应处于正常工作状态，机柜内电力线、信号线、元器件等应布线平直、整齐、固定可靠，插头牢固，标识清晰；出线管与箱体连接应密封良好，机柜内应无积水、尘土、霉变；机柜接地应连接可靠，接地引出线无锈蚀；
- （4）光电缆线路敷设与监控中心设备安装宜符合 JTG 2182 的相关规定。

表 11.1-1 部分硬件验收内容及评判标准

序号	验收内容	验收方式	判断标准
1	设备类别	现场核对	厂、证、物三者一一对应
2	设备数量	现场核对	数量不小于设计文件要求
3	测点位置	量距	小于设计文件给出的误差值
4	测点存活率	数据读取	100%
5	施工造成的桥梁构件损伤	目测	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 200cm ² ，不得破坏原有钢筋。 钢结构不得出现板材切割及板材钻孔等。 钢结构表面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	现场设施附着可靠，无坠落风险。 现场设施未侵入交通通行区域。 设备连接线缆应进行防护。 现场施工电缆采取了空气开关等主动防护措施。 现场施工电缆等间距布设警示标志。

11.2 软件验收

系统软件验收应满足下列要求：

- （1）进行数据采集与传输软件功能完整性和一致性检查，正常采集、存储、转发监测数据，各项功能指标满足设计文件技术要求；
- （2）进行数据处理与管理软件功能完整性和一致性检查，正常接收、处理、存储、转发监测数据，各项功能指标满足设计文件技术要求；
- （3）进行用户界面软件功能完整性和一致性检查，各软件模块功能满足设计文件技术要求，静态基础数据、实时监测数据、历史统计数据等各类数据显示准确、齐全；
- （4）软件整体请求响应速度、数据刷新率等性能指标满足设计文件技术要求；
- （5）进行系统整体安全性检查，确保满足设计文件中对于网络信息安全相关技术要求。

表 11.2-1 部分软件验收内容及判断标准

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

监测系统应在场端系统完成 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。

11.3 资料验收

验收资料宜包含下列内容：

- （1）合同相关资料：合同协议书、合同谈判纪要（如有）等；
- （2）实施过程资料：系统设计文件，系统变更资料，设备进场报验资料、监测设备设施安装记录、设备设施检验资料，监理资料（质量控制资料），有关会议纪要等；
- （3）技术成果资料：系统竣工图、实施成果报告、系统试运行报告等。

12 系统运维方案

12.1 总体要求

系统建设/管理单位应建立专门的系统维护管理制度，设置专职系统管理人员。系统实施/运维单位应建立专门的系统维护管理制度，设置专职系统检查与维护人员，配备专用系统维护设备工具。系统管理、检查、维护人员在维护工作开展前应收集好系统各类相关资料，包括但不限于：监测设备设施安装记录、系统竣工图、设备协议及参数文件、设备信息及对应关系表、阈值设置文档等。

系统运维应达到如下目标：

- 1) 系统供电、网络通讯长期保持正常状态；
- 2) 系统采集、传输、存储、分析、展示、报警及报告各环节软件长期保持正常运转；
- 3) 系统测点数据完好率不宜低于 90%；
- 4) 系统各类防护/支持系统整洁、功能正常；
- 5) 进行更换或升级的系统软硬件，其技术指标或性能不应低于原软硬件；

12.2 日常检查与维护

系统运维内容应包含硬件设施和软件系统的日常检查、定期（专项）维护和特殊检查与专项维护。

12.2.1 硬件设施日常检查

硬件设施日常检查由桥梁巡检人员、系统管理人员和系统检查维护人员负责，应符合下列要求：

- （1）日常检查宜结合桥梁日常巡查工作开展；
- （2）系统的日常检查对巡查路线上监测设备的表观完好性及稳固性进行检查，并对巡查情况进行记录；
- （3）对南京市宁马高速公路桥梁健康监测系统用户界面展示的监测数据和工控机运行状态进行检查，并进行记录；
- （4）对巡查中发现的问题或系统软件反馈的问题，应及时处置或通知专业单位进行处置，并对处置结果进行记录。

12.2.2 软件系统的日常检查

软件系统日常检查主要由系统检查维护人员负责，应符合下列要求：

- （1）宜至少每周 1 次日常检查；
- （2）日常检查内容包括各软件模块功能工作状态检查、实时数据及历史数据检查、超限数据检查确认等；
- （3）在系统不停机状态下进行软件日常检查，确需停机维护操作的，在系统访问低谷时间段开展。

12.2.3 硬件设施定期维护和应急维护

硬件设施定期维护和应急维护由系统检查维护人员负责，应符合下列要求：

- （1）宜不低于每半年进行 1 次定期维护；
- （2）对监测传感器、采集设备等表观完好性进行检查；
- （3）对设备及防护罩的固定情况以及传感器、采集设备与传输线路的接头紧固情况进行检查；
- （4）对现场采集站易受灰尘影响的设备及机柜进行除尘处理；
- （5）对维护发现的问题宜在 24h 内快速响应并及时处置。

12.2.4 软件系统定期维护

软件系统定期维护由系统检查维护人员负责，应符合下列要求：

- （1）宜每月至少开展 1 次定期维护；
- （2）软件定期维护内容包括软件系统时间同步检查及场端软件运行日志检查等；
- （3）对于有配置参数修改、更正的维护操作，应提前做好备份，并在维护完成后做好日志记录。

12.2.5 特殊检查与专项维护

在可预知的特殊事件发生前和不可预知的特殊事件发生过程中或发生后，应对系统进行特殊检查与专项维护。

可预知的特殊事件包括：台风或大风天气、极端气温或雨雪天气、超限车辆过桥等。

不可预知的特殊事件包括：地震、船撞、火灾、爆炸、交通事故、涡激振动等。

特殊检查与维护工作由桥梁巡检人员、系统管理人员、系统检查维护人员和数据分析评估人员负责，应符合下列要求：

- （1）预计对桥梁有重要影响的可预知特殊事件发生前，桥梁巡检人员、系统管理人员和系统检查维护人员应按职责提前 1-2 天对系统各方面情况进行检查与维护，对检查和处理情况做好记录，必要时系统检查维护人员应至桥梁所在地现场值守，并备好关键设备备件，

数据分析评估人员应密切配合做好检查维护与数据分析评估工作；

（2）对桥梁有重要影响的不可预知特殊事件发生过程中或发生后，桥梁巡检人员、系统管理人员和系统检查维护人员应按职责第一时间对系统各方面情况进行检查与维护，对检查和处理情况做好记录，必要时应带好备件尽快赶赴现场，数据分析评估人员应密切配合做好检查维护与数据分析评估工作。

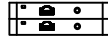
13 数据交互

南京市宁马高速公路桥梁结构监测系统平台具备与外部系统进行数据交互与共享的功能。平台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。

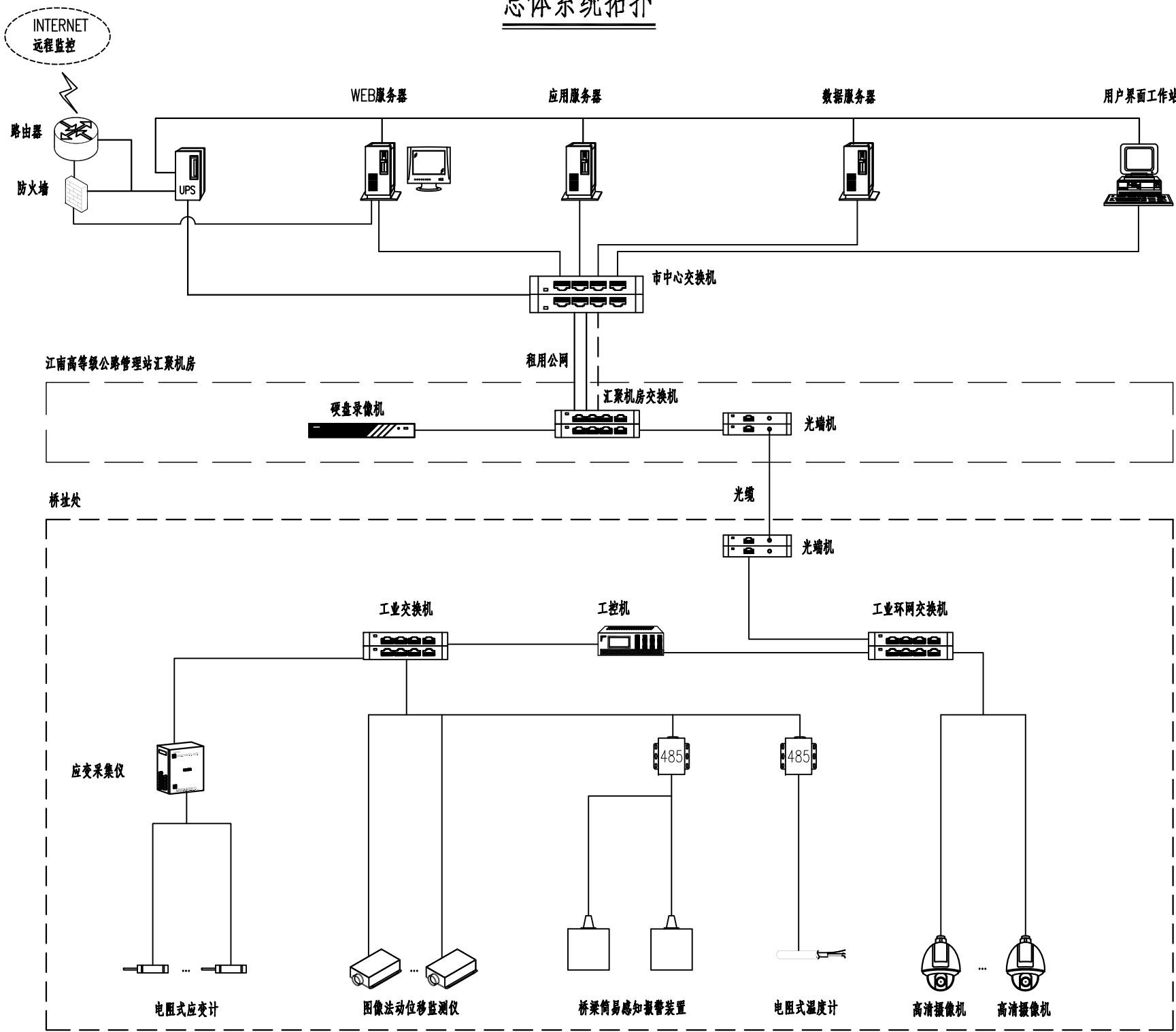
数据交互应采取权限验证和安全管理措施，数据通过互联网传输时应进行传输加密的身份认证。

			第 1 页		共 1 页	
审核						
复核						
设计						
命名格式：XXX-XXX-G/P XX-XXX-XX 桥名简称 监测类别简称 构件类型编码及截面序号 构件序号 测点编号 1、桥名简称：XSQL表示西善桥互通L分离式主线桥，JLCTD表示荆刘村大通道，HCTD表示韩村通道。 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：XSQL-DIS-G02-001-01，表示西善桥互通L分离式主线桥竖向位移监测项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。						
南京市公路事业发展中心		2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目		桥梁监测点编号命名规则		比例：
						图号
				日期：2026年07月	SI-02	中交远洲交通科技集团有限公司

设备图例

序号	名称	图例	序号	名称	图例
1	边缘计算模块		10	图像法动位移监测仪	
2	路由器		11	标靶	
3	工业级交换机/工业级环网交换机		12	电阻式应变计	
4	电压模块		13	电阻式温度计	
5	高清摄像机		14	应变采集仪	
6	硬盘录像机		15	通讯电缆	
7	串口模块		16	电力电缆	
8	光纤收发器		17	网线	
9	桥梁简易感知报警装置		18	光纤	

总体系统拓扑



注：
1. 场端监测数据及视频数据通过既有公路光纤资源进行数据汇聚，租用公网接入江南站汇聚机房，并上传至南京市公路事业发展中心。
2. 视频数据通过既有公路光纤资源统一存储于江南高等级公路管理站。

				第	页	共	页
审核							
复核							
设计							
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	1	
2			监测仪安装支架	配套定制	个	1	
3			标靶	/	个	2	
4			标靶安装支架	配套定制	个	2	
5		视频监控	高清摄像机	/	台	1	
6			安装支架	配套定制	个	1	
7			安装立柱	12m	个	1	
8			道路摄像机杆件基础	C25+直径12HRB400+直径8HPB235	个	1	
9		桥面温度监测	电阻式温度计	/	个	1	
10			安装支架	配套定制	个	1	
11		配套支持设备	远程开关	/	个	1	
12			工业级交换机	8口	台	1	
13			工业环网交换机	2光8电	台	1	
14			工业4G路由器	/	台	1	
15			通用采集模块	/	通道	1	
16			工控机	/	台	1	
17			12V/24V开关电源	/	个	1	
18			电源防雷	/	个	1	
19			工业级光模块	单模双纤20km	个	2	
20			挂壁机柜	/	台	1	
21	监测管线工程	管线及保护	电力线缆	YJV22 3x4铠装	米	216	
22			电力线缆防护	硅芯管保护	米	216	
23			通信线缆	RWP 4x0.5屏蔽线	米	30	
24			通信线缆	8芯光缆	米	216	
25			通信线缆	超5类网线	米	60	
26			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	90	
27			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1	
28	系统集成调试	监测设备通信联调	/	/	项	1	
29		监测设备防雷测试	/	/	项	1	
30		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1	
31		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1	
32	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2	
33	各级平台联网	结构模型计算分析	/	/	项	1	
34		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1	
35		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1	
36		连通性测试	/	/	项	1	
37	临时设施	交通组织	/	/	项	1	
38		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1	

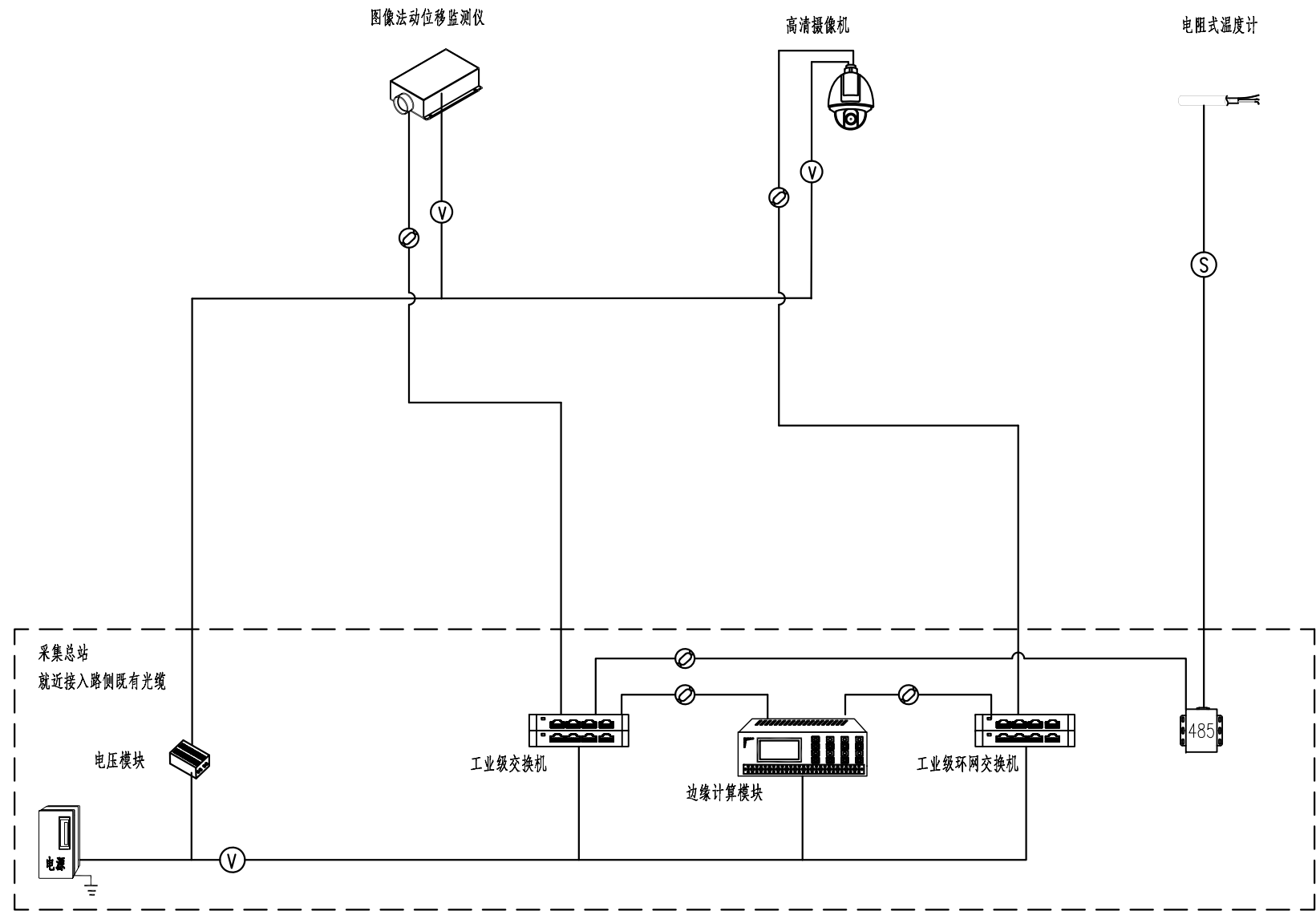
南京市公路事业发展中心	2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目	西善桥互通B匝道上千宁马主线桥 工程量清单	比例：	图号	中交远洲交通科技集团有限公司
			日期：2026年07月	SI-05-01	

						第 1 页	共 1 页																												
审核																																			
复核																																			
设计																																			
设备布设表 <table><tr><th colspan="2">监测类别</th><th>监测内容</th><th>主要仪器设备</th><th>序号</th><th>测点编号</th><th>位置</th></tr><tr><td>一</td><td>环境</td><td>桥面温度</td><td>电阻式温度计</td><td>1</td><td>XSQB-RTS-G03-001-01</td><td>8#墩南侧桥面</td></tr><tr><td>二</td><td>结构响应</td><td>主梁竖向位移</td><td>图像法动位移监测仪/目标靶</td><td>1</td><td>XSQB-DIS-G02-001-01</td><td>8#孔跨中箱梁梁底</td></tr><tr><td>三</td><td>其他</td><td>视频监控</td><td>高清摄像机</td><td>1</td><td>XSQB-HVC-Q01-001-01</td><td>9#台南侧桥面</td></tr></table>								监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置	一	环境	桥面温度	电阻式温度计	1	XSQB-RTS-G03-001-01	8#墩南侧桥面	二	结构响应	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	XSQB-DIS-G02-001-01	8#孔跨中箱梁梁底	三	其他	视频监控	高清摄像机	1	XSQB-HVC-Q01-001-01	9#台南侧桥面
监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置																													
一	环境	桥面温度	电阻式温度计	1	XSQB-RTS-G03-001-01	8#墩南侧桥面																													
二	结构响应	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	XSQB-DIS-G02-001-01	8#孔跨中箱梁梁底																													
三	其他	视频监控	高清摄像机	1	XSQB-HVC-Q01-001-01	9#台南侧桥面																													
南京市公路事业发展中心		2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目		西善桥互通B匝道上跨宁马主线桥 设备布设表		比例：	图号	中交远洲交通科技集团有限公司																											
						日期：2026年07月	SI-05-02																												

审核

复核

设计



注：

1. ①表示电力电缆；

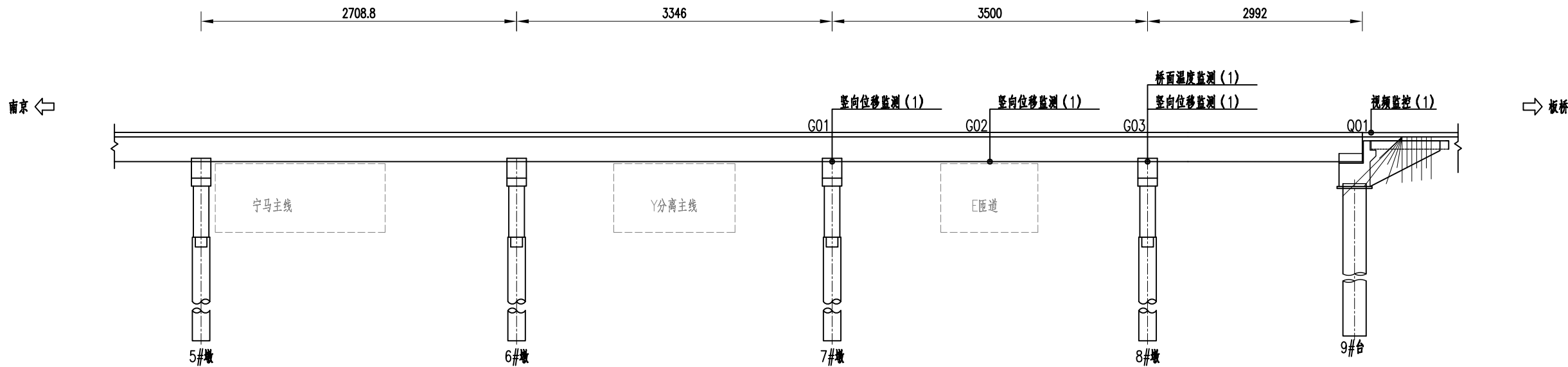
2. ②表示网线，③表示光缆，④表示通信线缆。

审核

复核

设计

监测设备总体布置图

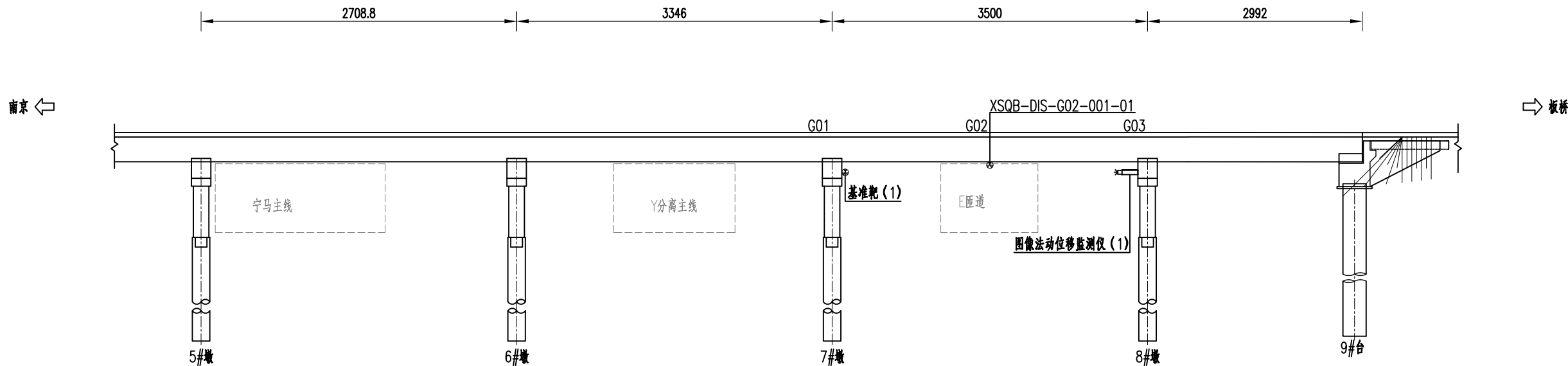


主要监测设备

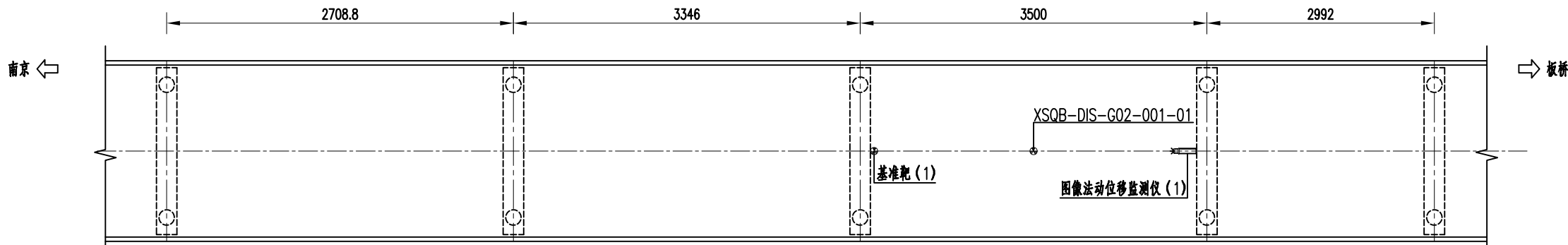
监测项目	主要设备名称	单位	数量
竖向位移监测	图像法动位移监测仪	台	1
	目标靶	个	1
	基准靶	个	1
桥面温度	电阻式温度计	个	1
视频监控	高清摄像机	台	1
合计			5

- 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。
 - 本次结构健康监测项目主要包括主梁竖向位移、桥面温度、视频监控。

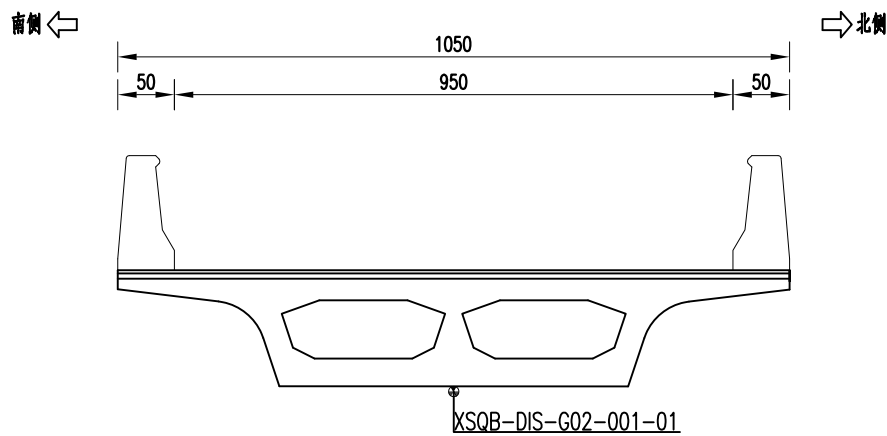
竖向位移监测测点立面布置图



竖向位移监测测点平面布置图



竖向位移监测测点断面布置图



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	图像法动位移监测仪	1	个	8#墩墩顶
XSQB-DIS-G02-001-01	目标靶	1	个	8#孔跨中箱梁梁底
/	基准靶	1	个	7#墩墩顶
合计		3		

西善桥互通B匝道上跨宁马主线桥简称	竖向位移监测简称				截面编号		构件编号	
	XSQB	-	DIS	-	GXX	-	XXX	XX
					主梁			测点编号

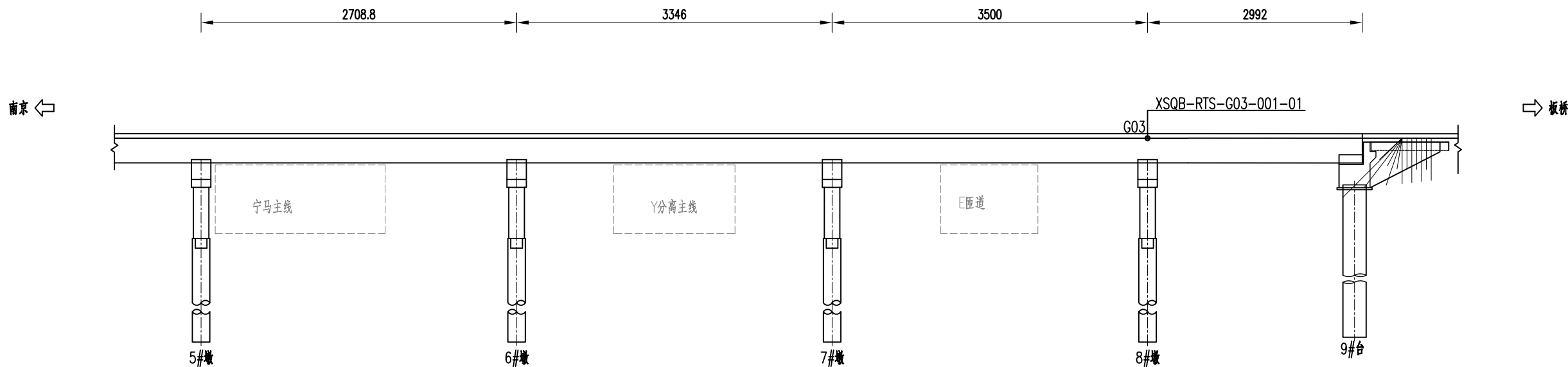
- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ⊙表示标靶，▬表示图像法动位移监测仪。
 - 全桥共布置图像法动位移监测仪1台，标靶2个（包含基准靶1个）。
 - 图像法动位移监测仪、标靶固定于箱梁下缘及腹板，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。

审核

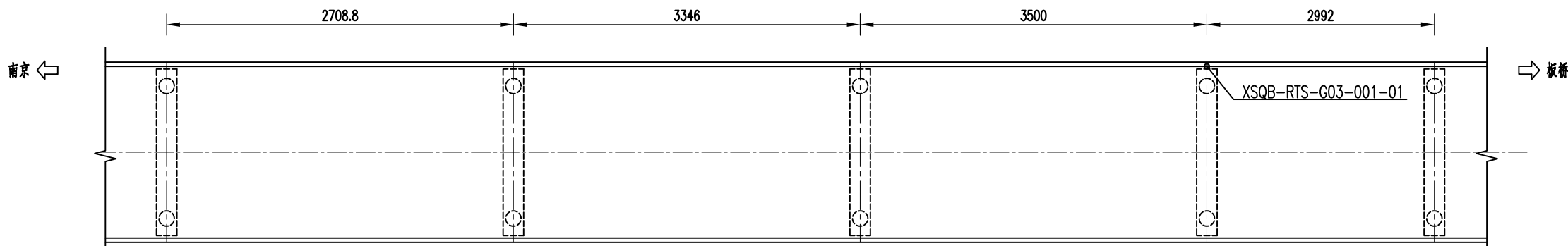
复核

设计

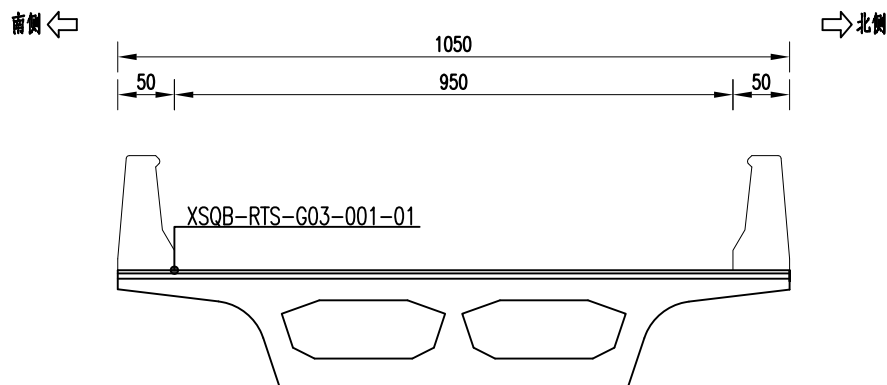
桥面温度监测测点立面布置图



桥面温度监测测点平面布置图



桥面温度监测测点断面布置图



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
XSQB-RTS-G03-001-01	电阻式温度计	1	个	8#墩南侧桥面
合计		1		

			</					

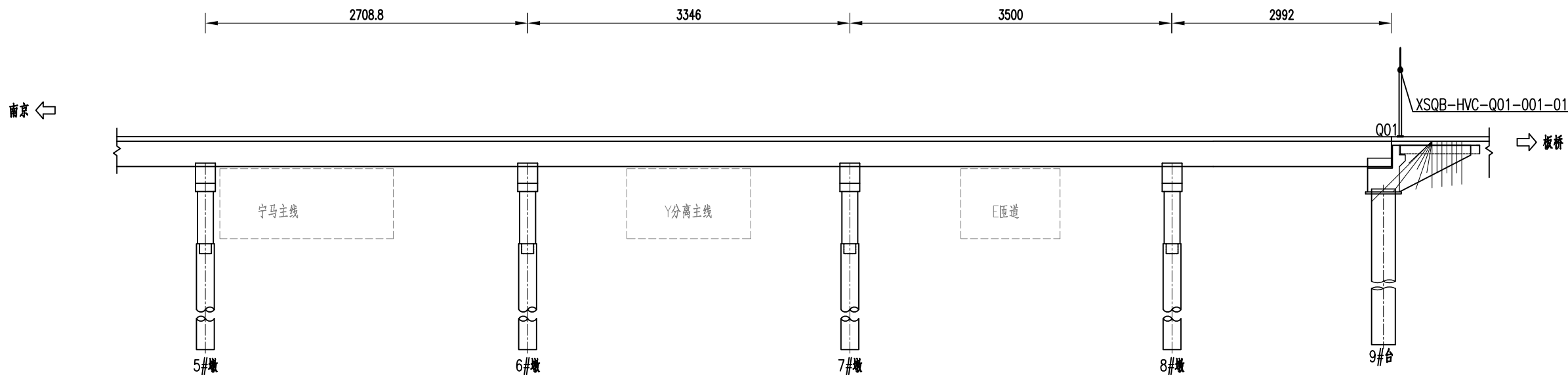
- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示桥面温度测点，测点处布设电阻式温度计。

审核

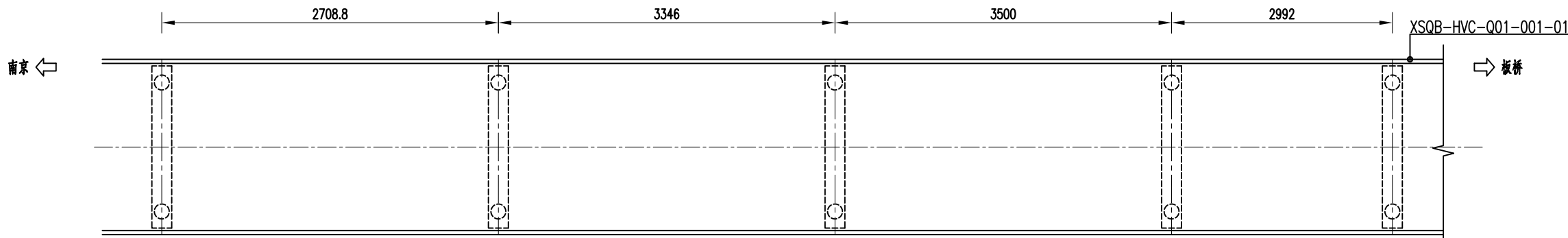
复核

设计

视频监控监测测点立面布置图



视频监控监测测点平面布置图

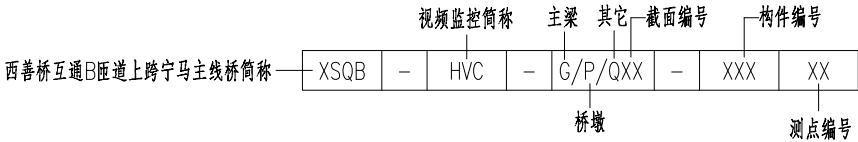


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示视频监控测点，测点处布设高清摄像机。



工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	XSQB-HVC-Q01-001-01	高清摄像机	1	台	9#台南侧桥面
合计			1		



- 注：
-  表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 - 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 -  为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 - 图中单位尺寸均已cm计。

审核

复核

设计



工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	8#墩处
合计		1	个	/

- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ●表示采集站。
3. 在8#墩处布设采集总站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

审核

复核

设计



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. ●表示采集站，表示图像法动位移监测仪。
 3. 表示电力线缆，表示网络线缆。
 4. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。

审核

复核

设计



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. ●表示采集站，表示电阻式温度计。
 3. 表示信号线缆。
 4. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。

审核

复核

设计



- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近利用路网监控取电， 为取电点。
 5. 表示电力线缆路由， 为数据采集站。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

复核

设计



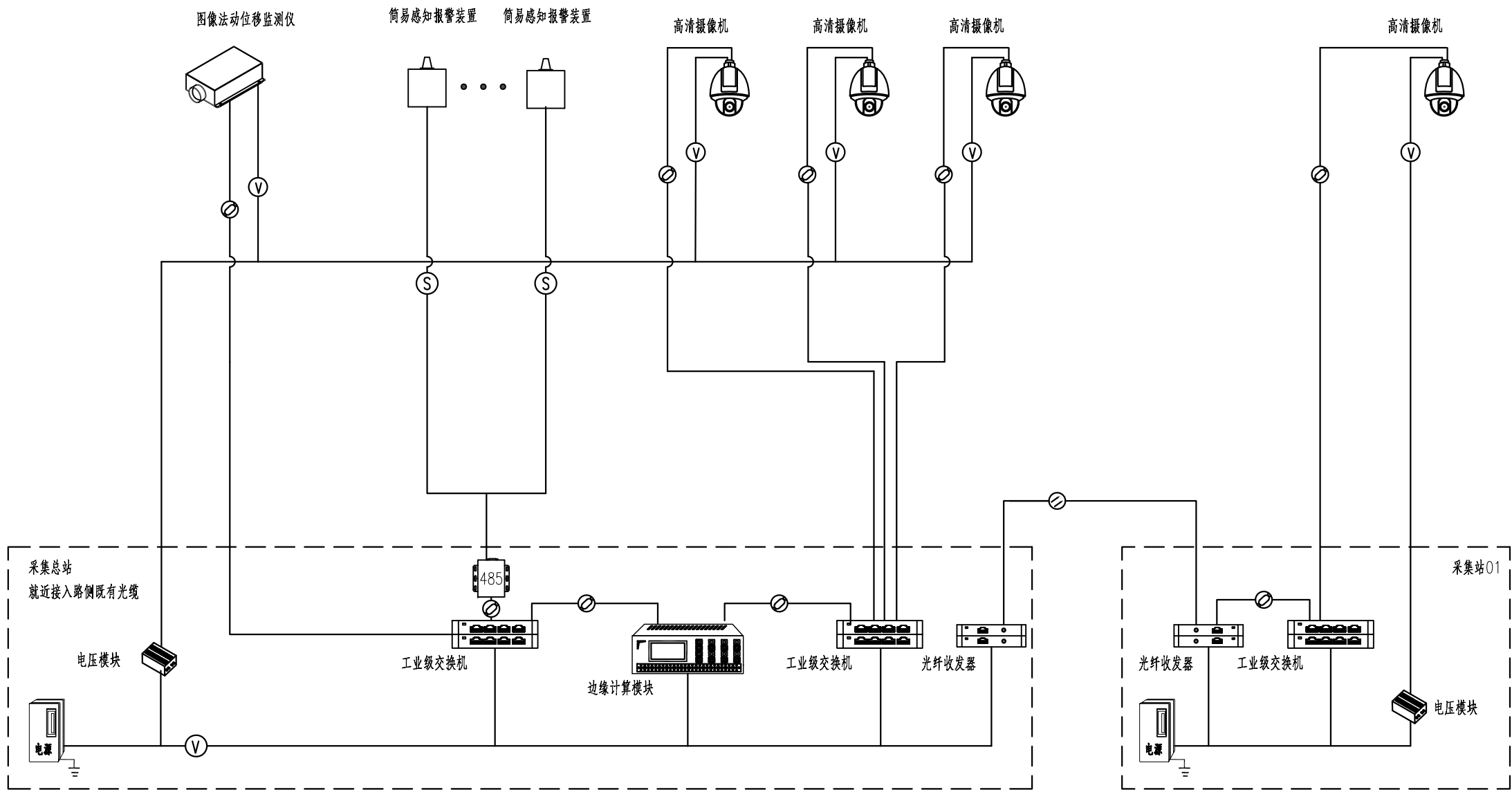
- 注：
- 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 - 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 - 为路面立杆基础，▲为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 - 摄像机就近采用路网监控专线，●为专线接入点，●为数据采集站。
 - 表示光纤，表示网线。
 - 图中单位尺寸均以cm计。

						第 1 页	共 1 页																																																	
审核																																																								
复核																																																								
设计	设备布设表 <table><thead><tr><th>监测类别</th><th>监测内容</th><th>主要仪器设备</th><th>序号</th><th>测点编号</th><th>位置</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="7">一</td><td rowspan="7">结构响应</td><td rowspan="4">主梁竖向位移</td><td rowspan="4">图像法动位移监测仪/目标靶</td><td>1</td><td>XSQL-DIS-G02-001-01</td><td>13#孔跨中1#梁梁底</td></tr><tr><td>2</td><td>XSQL-DIS-G02-001-02</td><td>13#孔跨中2#梁梁底</td></tr><tr><td>3</td><td>XSQL-DIS-G02-001-03</td><td>13#孔跨中3#梁梁底</td></tr><tr><td>4</td><td>XSQL-DIS-G02-001-04</td><td>13#孔跨中4#梁梁底</td></tr><tr><td rowspan="3">振动倾角</td><td rowspan="3">简易感知报警装置</td><td>1</td><td>XSQL-VIA-P01-001-01</td><td>9#墩墩顶</td></tr><tr><td>2</td><td>XSQL-VIA-P03-001-02</td><td>12#墩墩顶</td></tr><tr><td>3</td><td>XSQL-VIA-P04-001-03</td><td>13#墩墩顶</td></tr><tr><td rowspan="4">二</td><td rowspan="4">其他</td><td rowspan="4">视频监控</td><td rowspan="4">高清摄像机</td><td>1</td><td>XSQL-HVC-P02-001-01</td><td>10#墩盖梁东侧</td></tr><tr><td>2</td><td>XSQL-HVC-P04-001-02</td><td>13#墩盖梁东侧</td></tr><tr><td>3</td><td>XSQL-HVC-G03-001-03</td><td>13#墩桥面</td></tr><tr><td>4</td><td>XSQL-HVC-Q01-001-04</td><td>31#台桥面</td></tr></tbody></table>							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	图像法动位移监测仪/目标靶	1	XSQL-DIS-G02-001-01	13#孔跨中1#梁梁底	2	XSQL-DIS-G02-001-02	13#孔跨中2#梁梁底	3	XSQL-DIS-G02-001-03	13#孔跨中3#梁梁底	4	XSQL-DIS-G02-001-04	13#孔跨中4#梁梁底	振动倾角	简易感知报警装置	1	XSQL-VIA-P01-001-01	9#墩墩顶	2	XSQL-VIA-P03-001-02	12#墩墩顶	3	XSQL-VIA-P04-001-03	13#墩墩顶	二	其他	视频监控	高清摄像机	1	XSQL-HVC-P02-001-01	10#墩盖梁东侧	2	XSQL-HVC-P04-001-02	13#墩盖梁东侧	3	XSQL-HVC-G03-001-03	13#墩桥面	4	XSQL-HVC-Q01-001-04	31#台桥面
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	图像法动位移监测仪/目标靶	1	XSQL-DIS-G02-001-01	13#孔跨中1#梁梁底																																																		
				2	XSQL-DIS-G02-001-02	13#孔跨中2#梁梁底																																																		
				3	XSQL-DIS-G02-001-03	13#孔跨中3#梁梁底																																																		
				4	XSQL-DIS-G02-001-04	13#孔跨中4#梁梁底																																																		
		振动倾角	简易感知报警装置	1	XSQL-VIA-P01-001-01	9#墩墩顶																																																		
				2	XSQL-VIA-P03-001-02	12#墩墩顶																																																		
				3	XSQL-VIA-P04-001-03	13#墩墩顶																																																		
二	其他	视频监控	高清摄像机	1	XSQL-HVC-P02-001-01	10#墩盖梁东侧																																																		
				2	XSQL-HVC-P04-001-02	13#墩盖梁东侧																																																		
				3	XSQL-HVC-G03-001-03	13#墩桥面																																																		
				4	XSQL-HVC-Q01-001-04	31#台桥面																																																		
南京市公路事业发展中心	2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目	西善桥互通L分离式主线桥 设备布设表	比例： 日期：2026年07月	图号 SI-06-02	中交远洲交通科技集团有限公司																																																			

审核

复核

设计



注：

1. ④ 表示电力电缆；

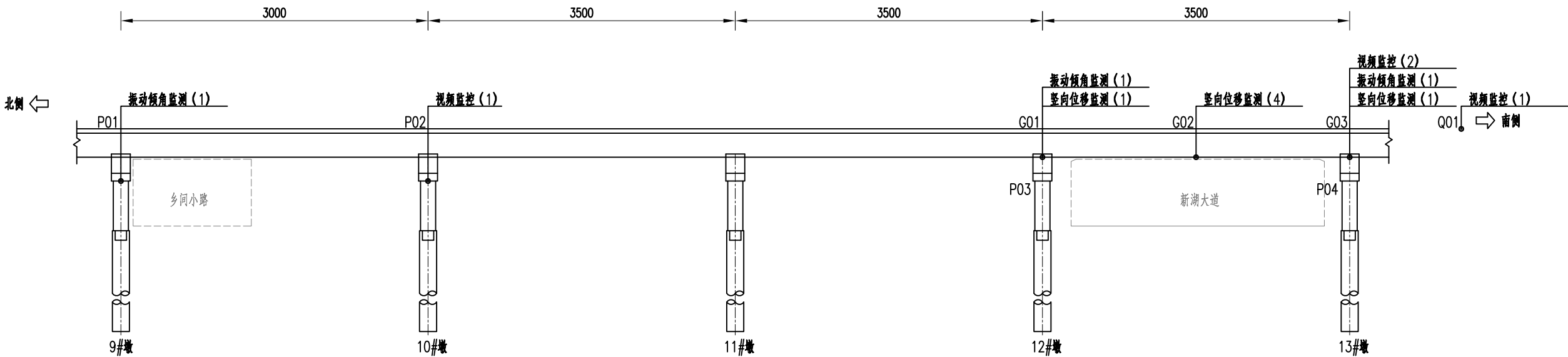
2. ② 表示网线，③ 表示光缆，⑤ 表示通信线缆。

审核

复核

设计

监测设备总体布置图



主要监测设备

监测项目	主要设备名称	单位	数量
竖向位移监测	图像法动位移监测仪	台	1
	目标靶	个	4
	基准靶	个	1
振动倾角	简易感知报警装置	个	3
视频监控	高清摄像机	台	4
合计			13

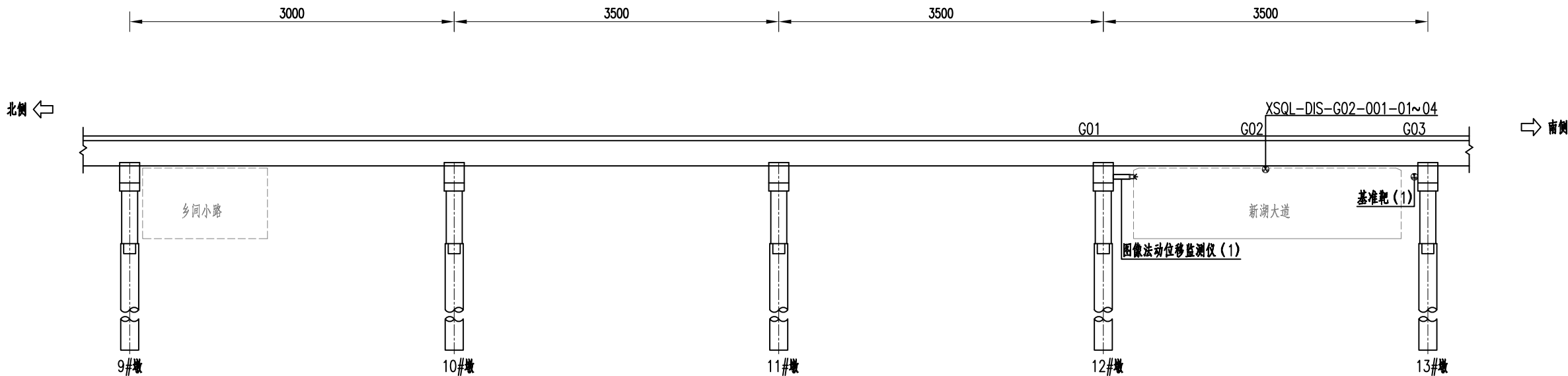
- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示附近区域监测测点。
 - 总体布置图中所有测点描述右侧数字代表传感器数量。
 - 本次结构健康监测项目主要包括主梁竖向位移、振动倾角、视频监控。

审核

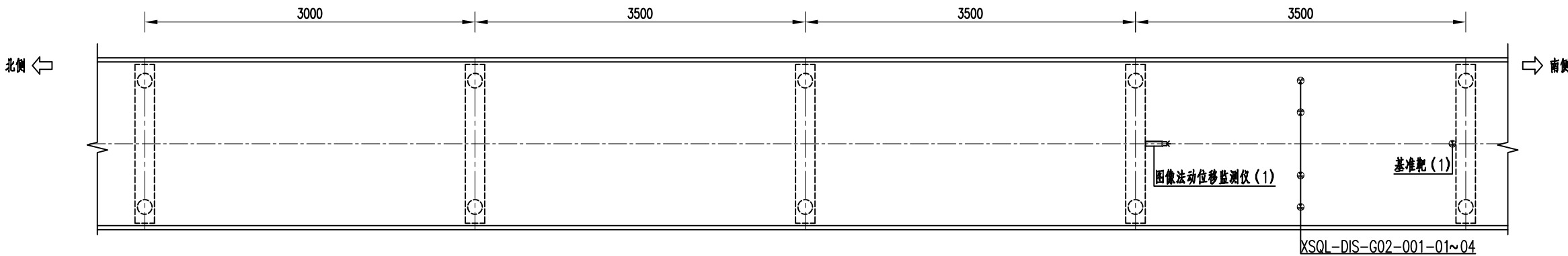
复核

设计

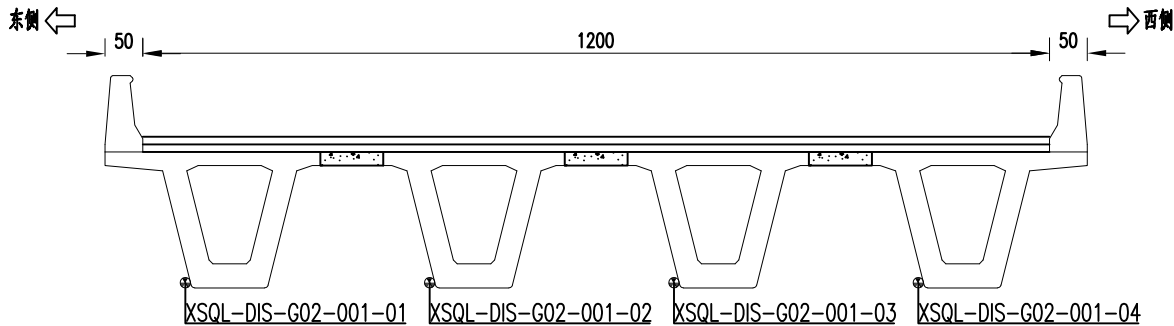
竖向位移监测测点立面布置图



竖向位移监测测点平面布置图



竖向位移监测测点断面布置图



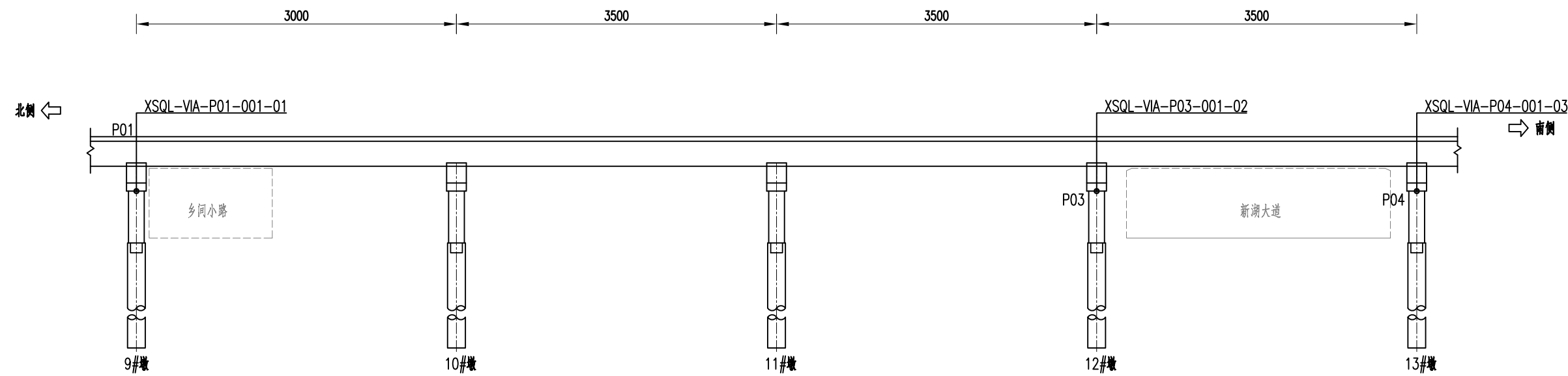
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
/	图像法动位移监测仪	1	个	12#墩墩顶
XSQ-L-DIS-G02-001-01~04	目标靶	4	个	13#孔跨中箱梁梁底
/	基准靶	1	个	13#墩墩顶
合计		6		

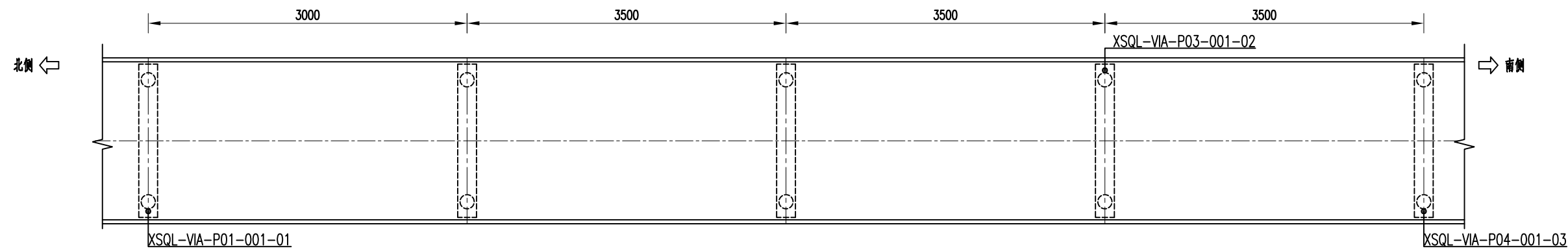
竖向位移监测简称				截面编号	构件编号
XSQ	-	DIS	-	GXX	XXX
西善桥互通L分离式主线桥简称				主梁	测点编号
					XX

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - ⊙ 表示标靶， 表示图像法动位移监测仪。
 - 全桥共布置图像法动位移监测仪1台，标靶5个（包含基准靶1个）。
 - 图像法动位移监测仪、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。

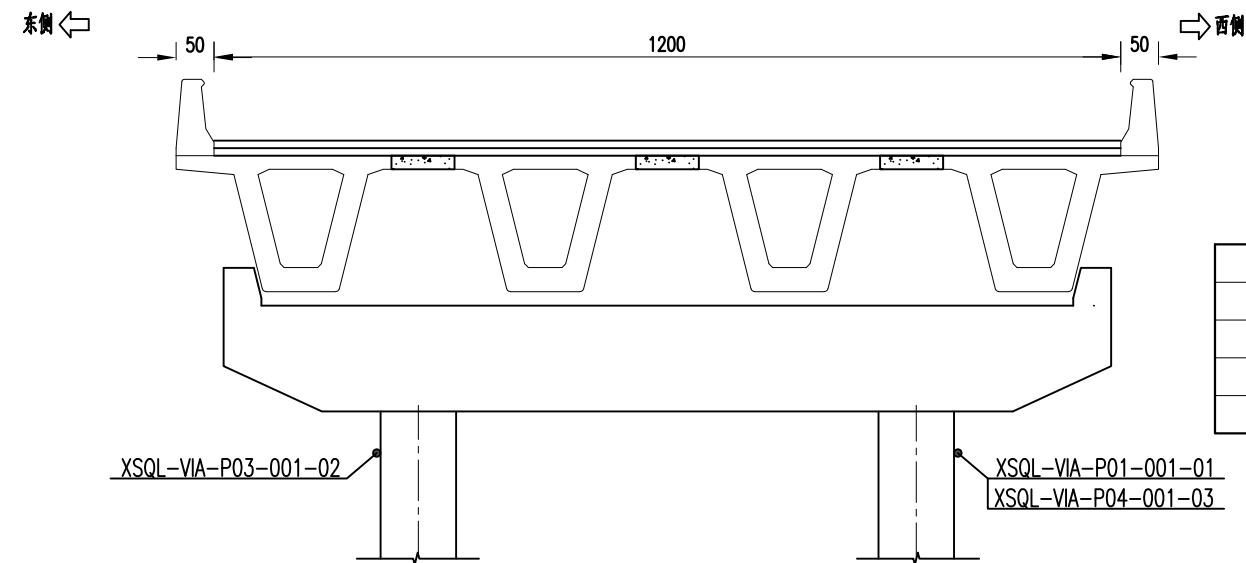
振动倾角监测测点立面布置图



振动倾角监测测点平面布置图



振动倾角监测测点断面布置图



工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
XSQL-VIA-P01-001-01	简易感知报警装置	1	个	9#墩墩顶
XSQL-VIA-P03-001-02		1		12#墩墩顶
XSQL-VIA-P04-001-03		1		13#墩墩顶
合计		3		

振动倾角监测简称				截面编号	构件编号
XSQ	-	VIA	-	GXX	XXX XX
西善桥互通L分离式主线桥简称				主梁	测点编号

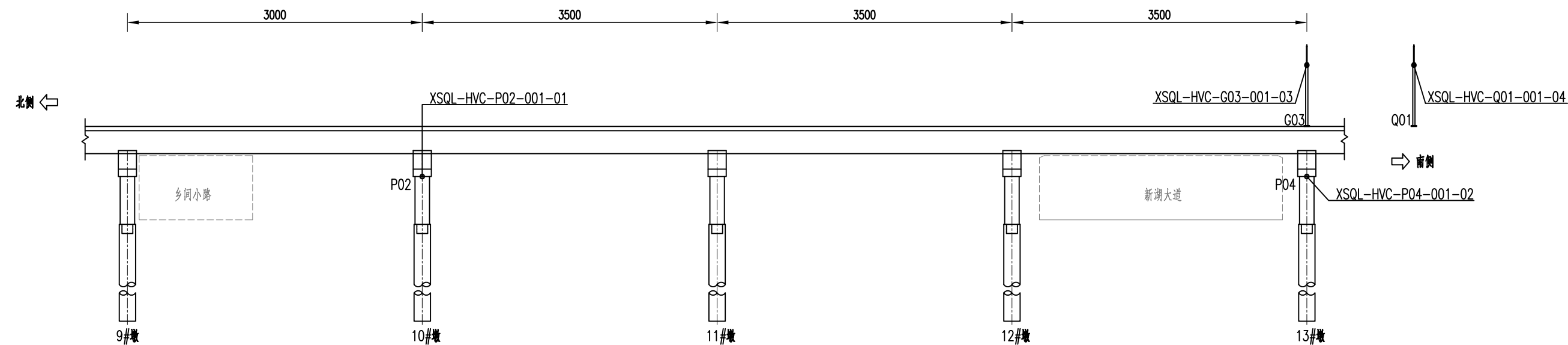
- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设桥梁简易感知报警装置。

审核

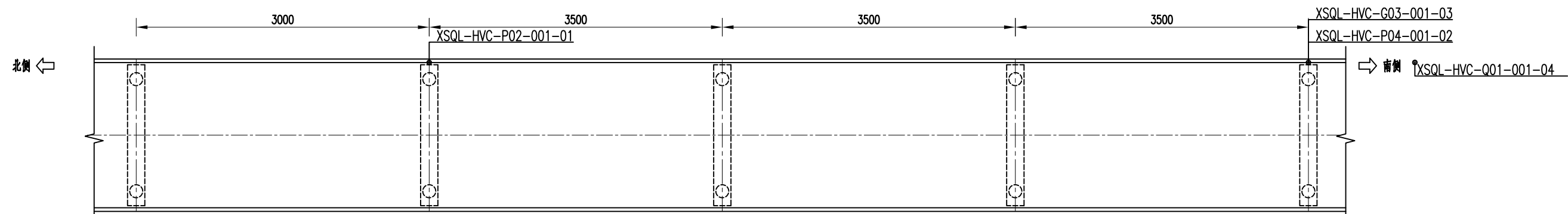
复核

设计

视频监控监测测点立面布置图



视频监控监测测点平面布置图



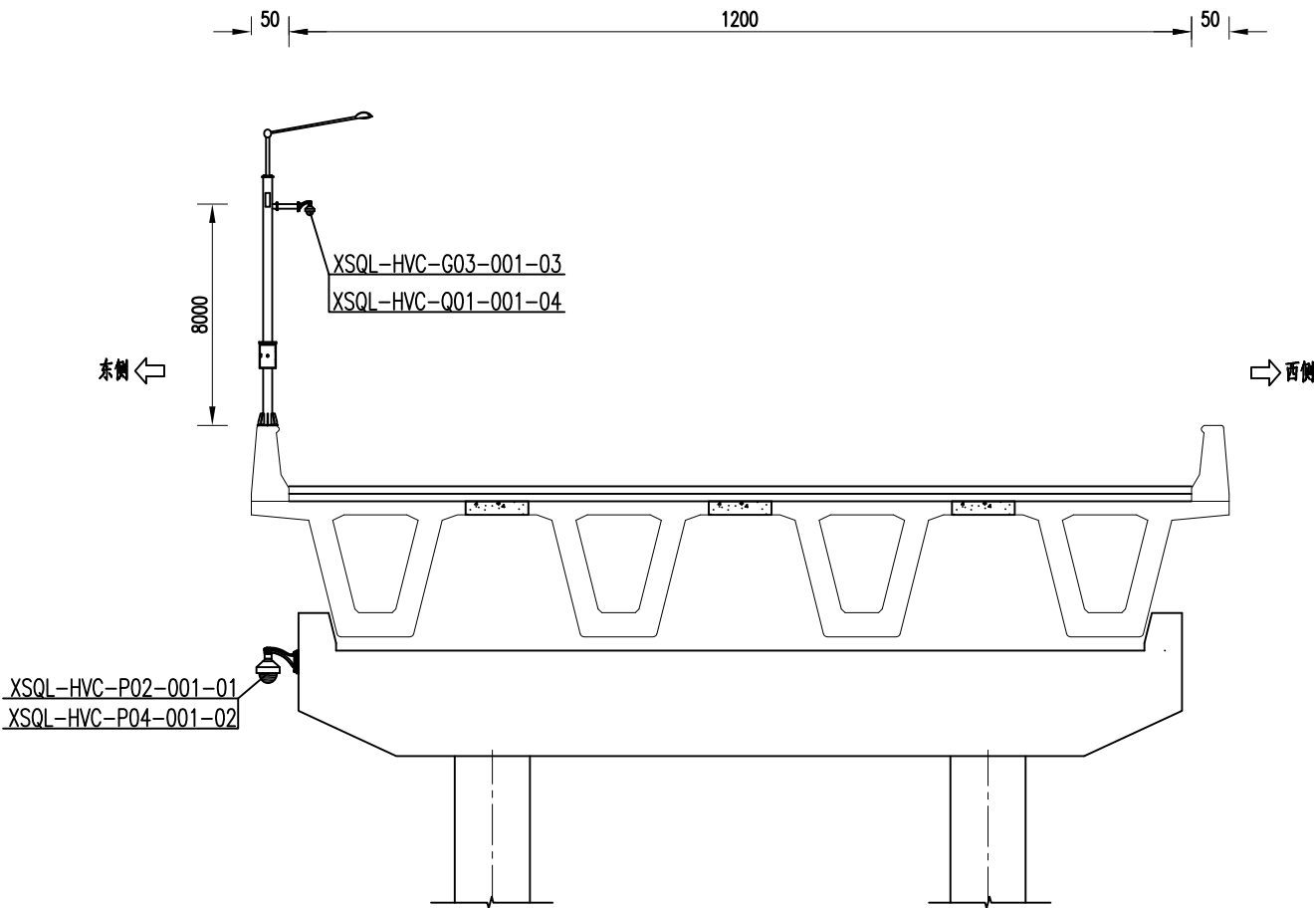
- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示视频监控监测测点，测点处布设高清摄像机。

审核

复核

设计

视频监控监测测点断面布置图

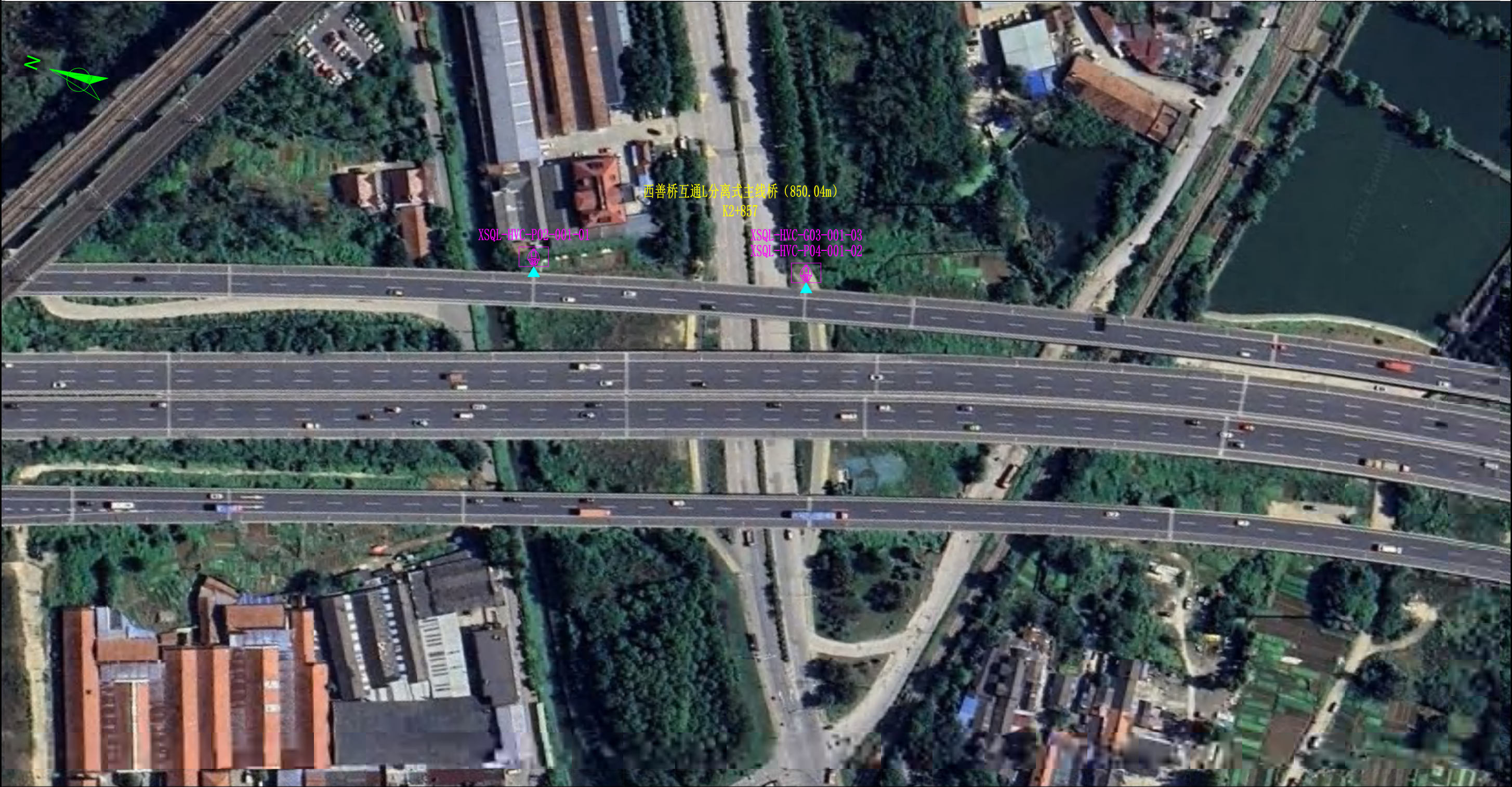


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示视频监控监测点，测点处布设高清摄像机。

审核

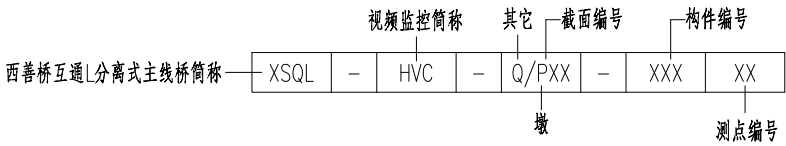
复核

设计



工程数量表

序号	传感器编号	名称	数量	单位	备注
1	XSQL-HVC-P02-001-01	高清摄像机	1	台	10#墩盖梁东侧
2	XSQL-HVC-P04-001-02	高清摄像机	1	台	13#墩盖梁东侧
3	XSQL-HVC-G03-001-03	高清摄像机	1	台	13#墩桥面路灯共杆
4	XSQL-HVC-Q01-001-04	高清摄像机	1	台	31#台桥面路灯共杆
合计			4		



- 注：
- 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 - 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 - 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 - 图中单位尺寸均已cm计。

南京市公路事业发展中心

2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目

西善桥互通L分离式主线桥
视频监控测点布置图

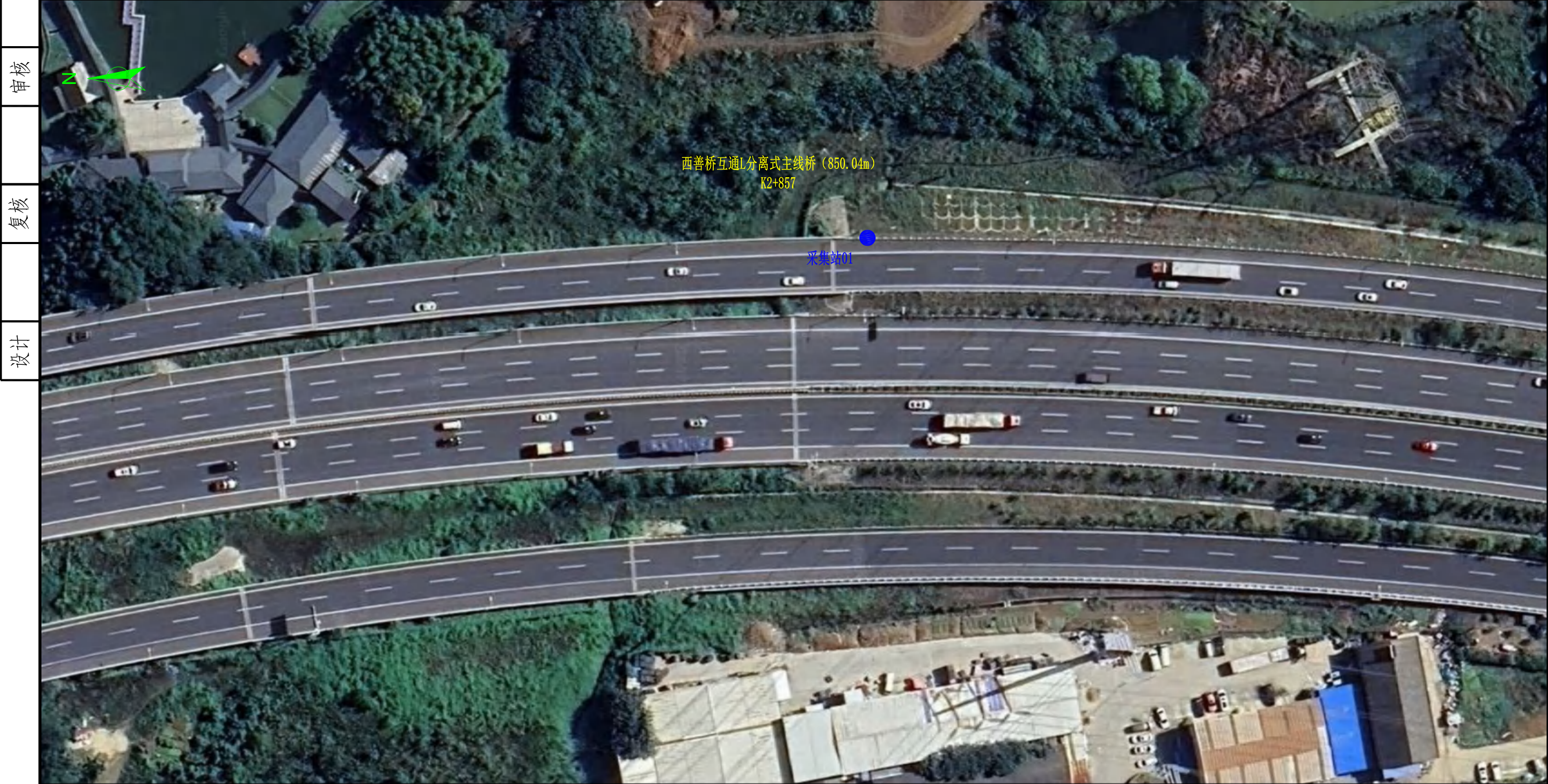
比例：
日期：2026年07月

图号
SI-06-07

中交远洲交通科技集团有限公司







工程数量表

编号	名称	数量	单位	备注
1	采集总站	1	个	12#墩处
2	采集站01	1	个	31#台处
合计		2	个	/

- 注：
- 1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 2. ●表示采集站。
 - 3. 在12#墩、31#台处布设采集站，安装时可以根据现场实际状况适当调整位置。

审核

复核

设计



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. ●表示采集站，表示图像法动位移监测仪。
 3. 表示电力线缆，表示网络线缆。
 4. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。

审核

复核

设计

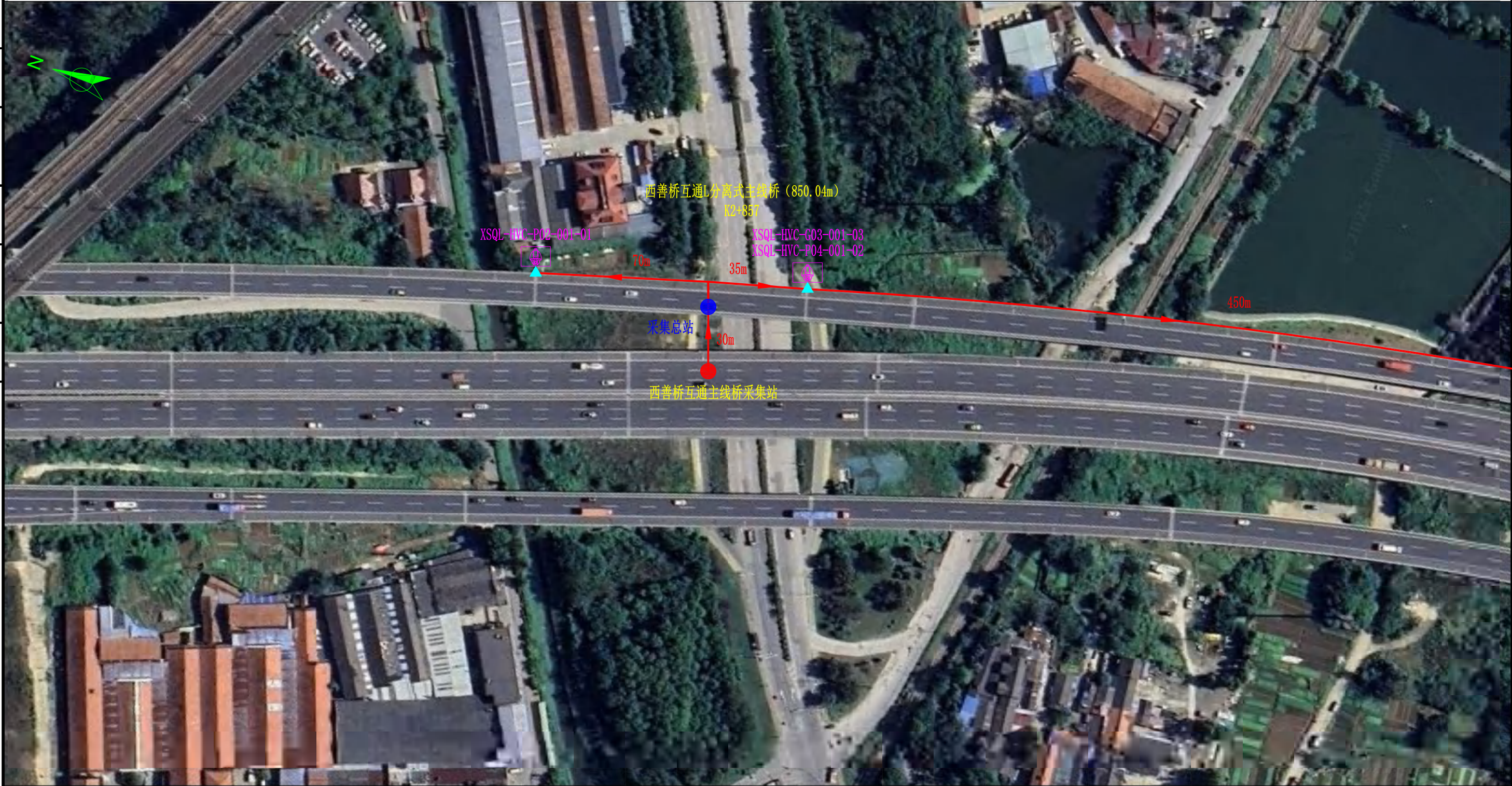


- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. ●表示采集站，●表示振动倾角监测测点，测点布设简易感知报警设备。
 3. —表示电力线缆，—表示通信线缆。
 4. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。

审核

复核

设计

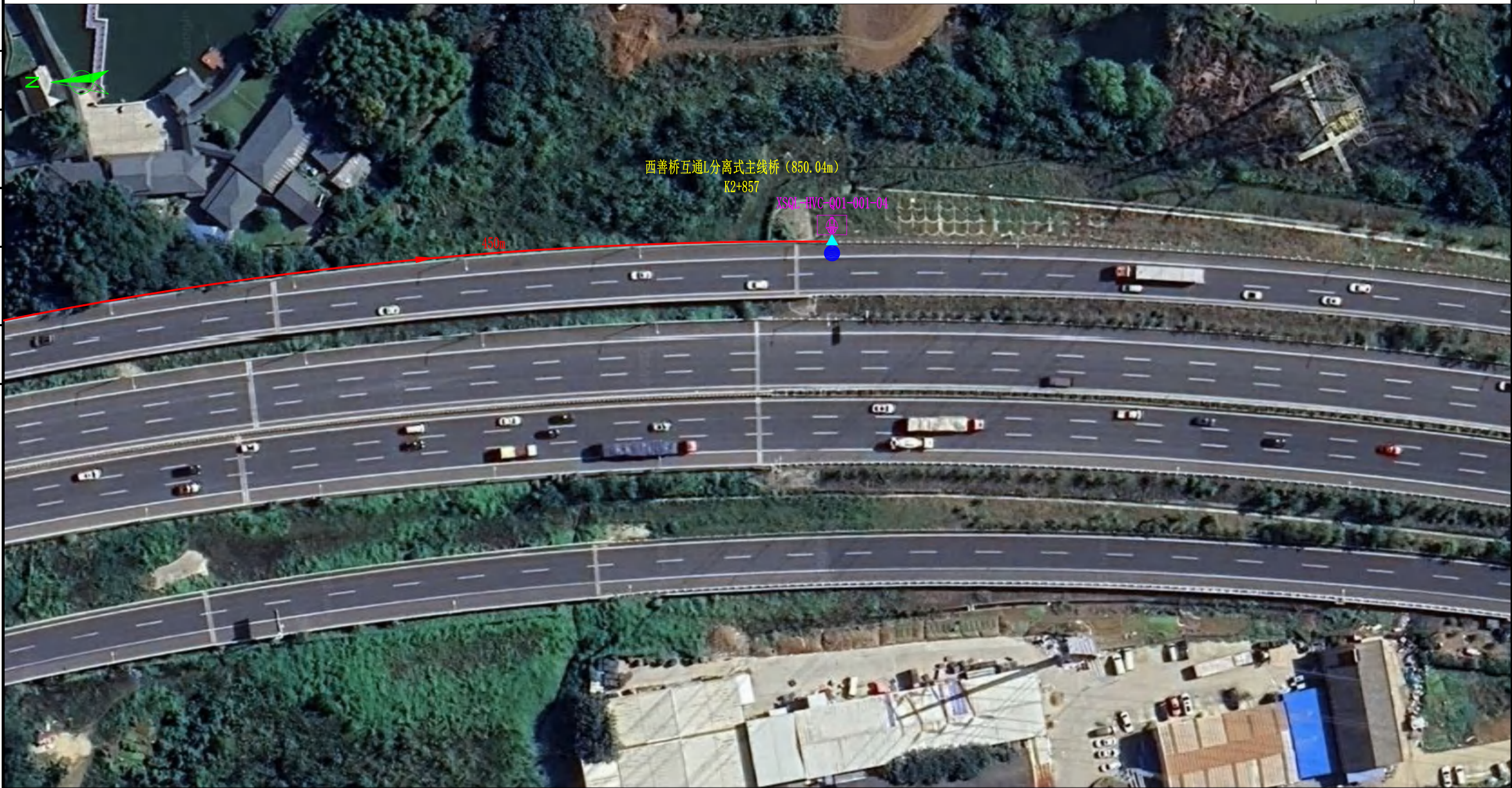


- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近利用路网监控取电， 为取电点。
 5. 表示电力线路路由， 为数据采集站。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

复核

设计

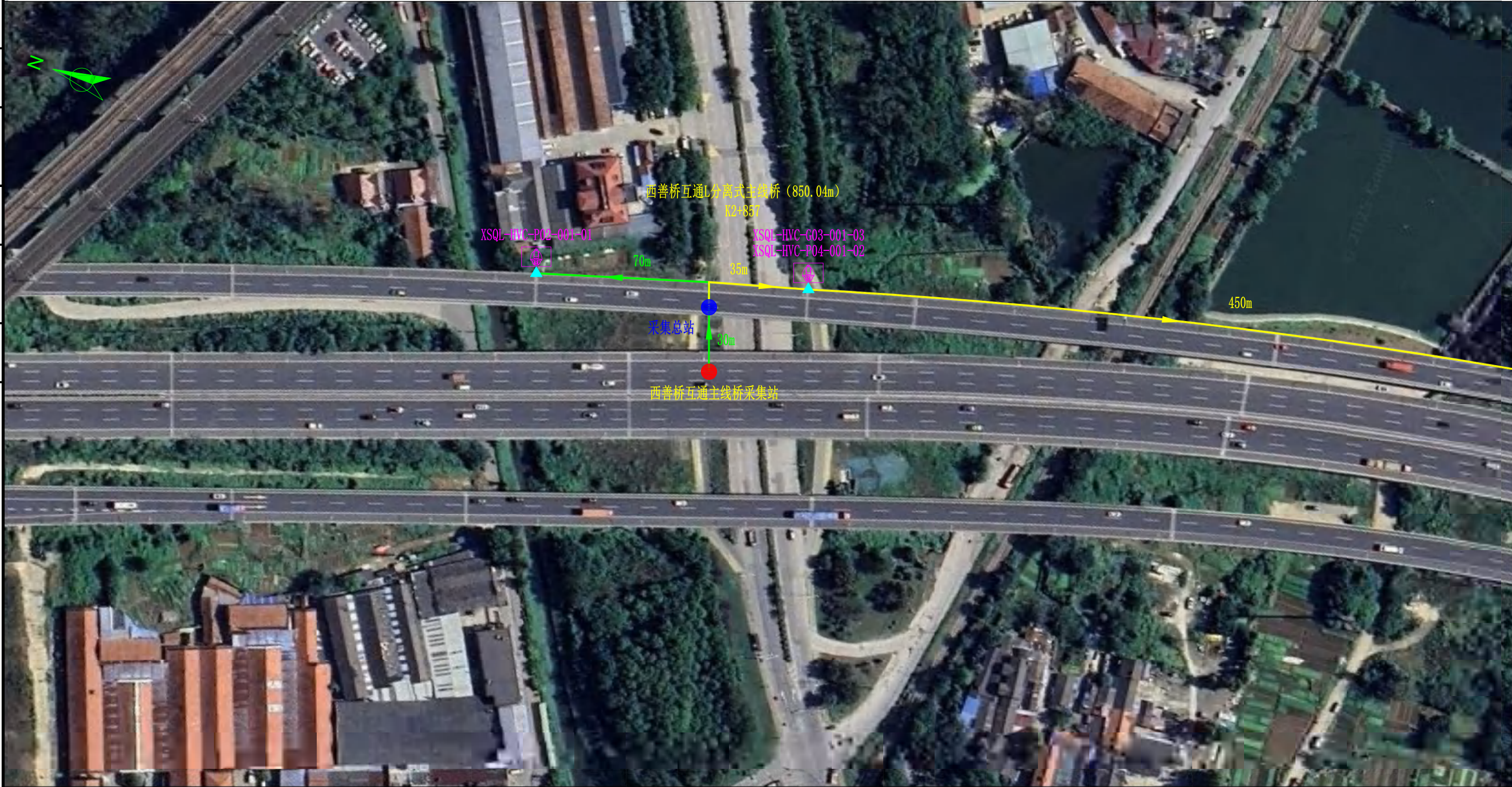


- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近利用路网监控取电， 为取电点。
 5. 表示电力线路路由， 为数据采集站。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

复核

设计

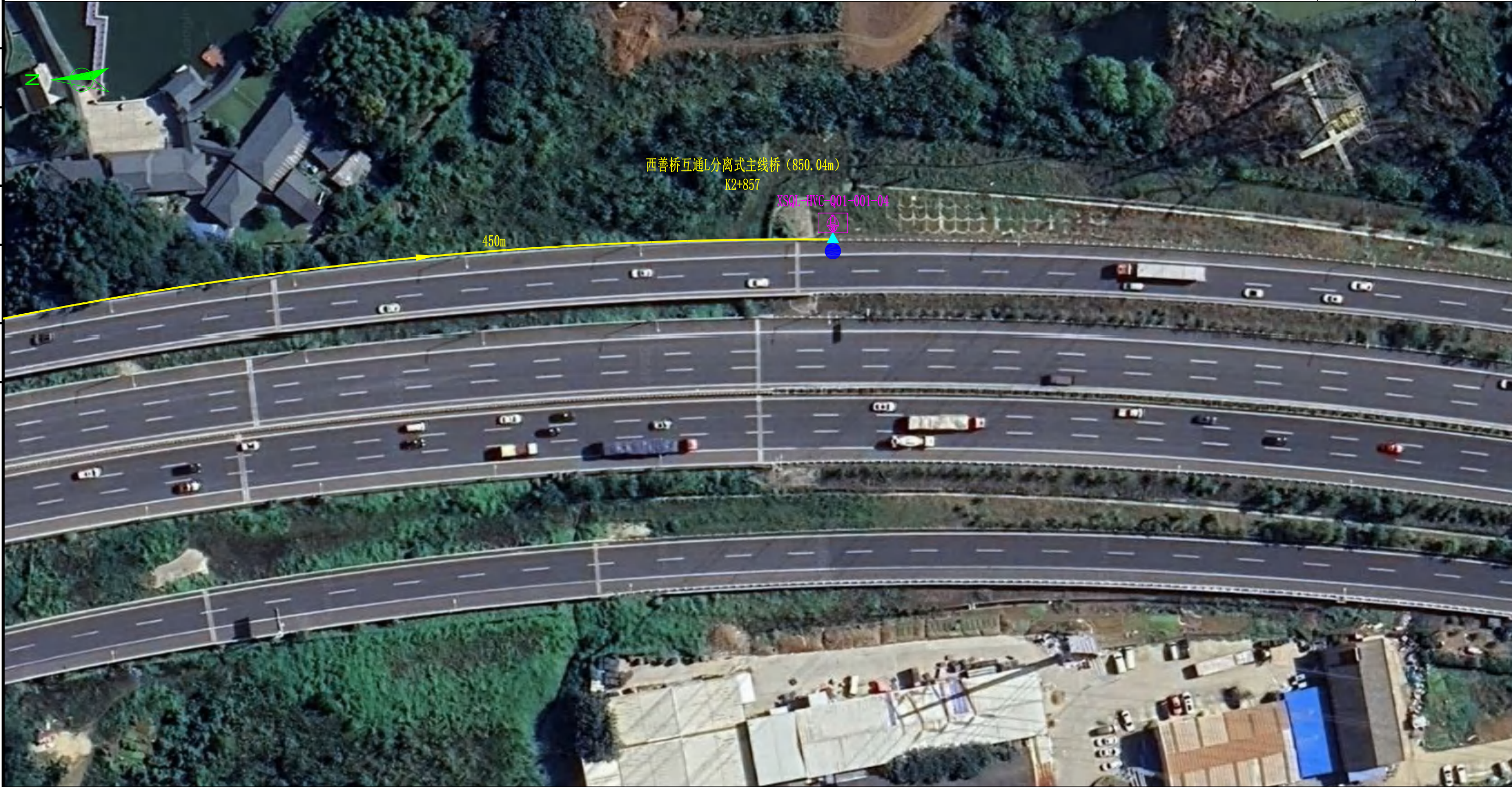


- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近采用路网监控专线， 为专线接入点， 为数据采集站。
 5. 表示光纤， 表示网线。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

复核

设计



- 注：
1.  表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3.  为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近采用路网监控专线， 为专线接入点， 为数据采集站。
 5.  表示光纤， 表示网线。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

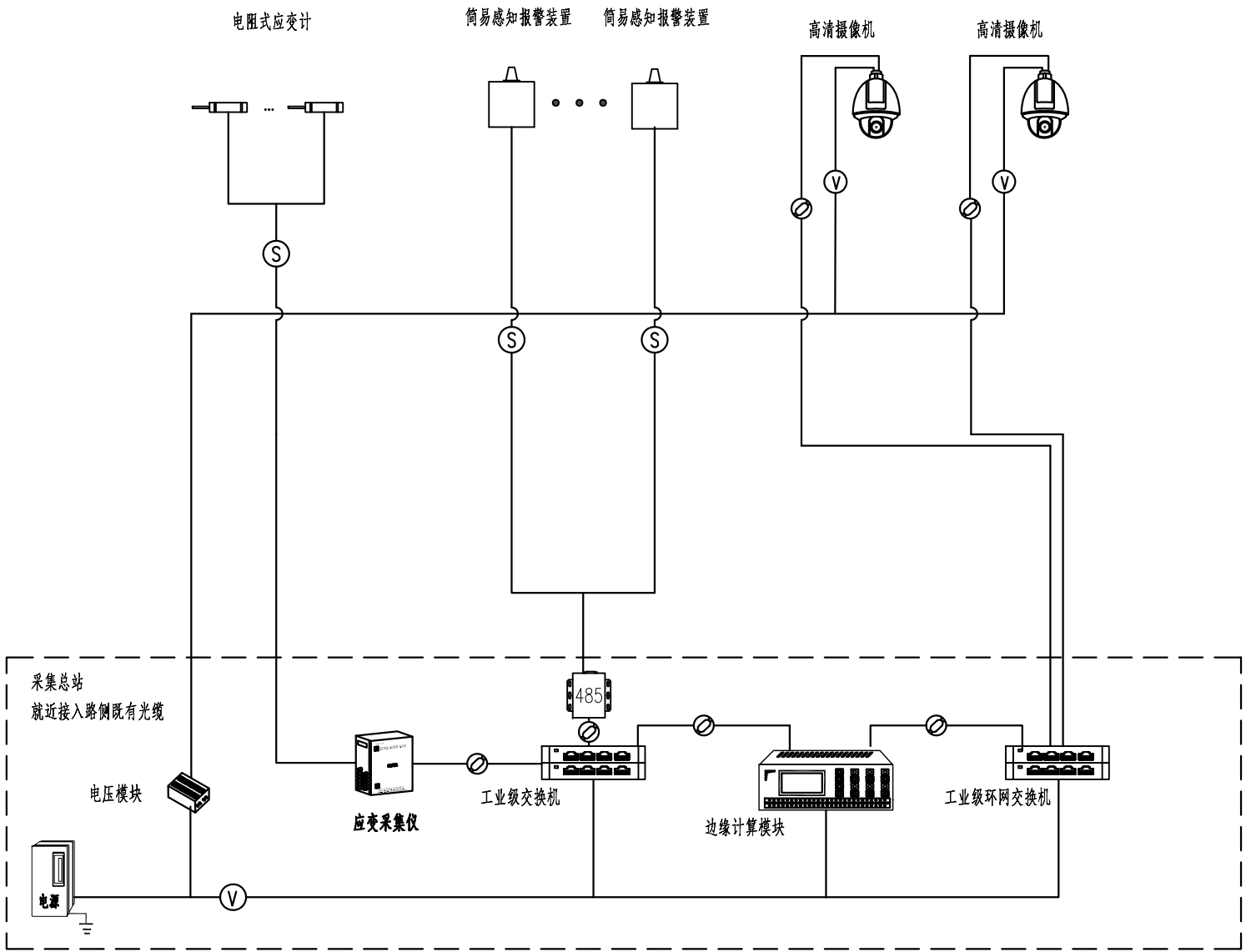
		第 1 页		共 1 页				
		工程量清单						
审核		序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
		1	设备购置及安装	应变监测	电阻式应变计	/	台	4
		2			应变计保护罩	配套定制	个	4
		3		振动倾角监测	筒易感知报警装置	/	台	2
		4			安装支架	配套定制	个	2
5	视频监控	高清摄像机		/	台	2		
6		安装支架		配套定制	个	2		
7		安装立柱		4m	个	1		
8		道路摄像机杆件基础		C25+直径12HRB400+直径8HPB235	个	2		
9	超高车预警系统	激光传感器		/	个	2		
10		安装立柱		高度匹配限高	个	2		
11		主控制器		/	个	2		
12		超高警示牌		蓝底高亮灯珠	个	2		
13		超高车掉头绕行指示牌		蓝底高亮灯珠	个	2		
14		横向灯带		红色LED，高亮频闪	个	2		
15	配套支持设备	远程开关		/	个	1		
16		工业级交换机		8口	台	1		
17		工业环网交换机		2光8电	台	1		
18		工业4G路由器		/	台	1		
19		通用采集模块		/	通道	2		
20		工控机		/	台	1		
21		12V/24V开关电源		/	个	1		
22		电源防雷		/	个	1		
23		工业级光模块		单模双纤20km	个	2		
24		动态信号采集仪		8通道	台	1		
25		挂壁机柜		/	台	1		
26	监测管线工程	电力线缆		YJV22 3x4铠装	米	516		
27		电力线缆防护		硅芯管保护	米	516		
28		通信线缆		RWP4x0.5屏蔽线	米	72		
29		通信线缆		8芯光缆	米	516		
30		通信线缆		超5类网线	米	186		
31		通信线缆防护		信号线、网线等横纵向防护	米	90		
32		安装辅材		支架、骑马卡等	项	1		
33	系统集成调试	监测设备通信联调	/	/	项	1		
34		监测设备防雷测试	/	/	项	1		
35		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1		
36		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1		
37	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2		
38	各级平台联网	结构模型计算分析	/	/	项	1		
39		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1		
40		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1		
41		连通性测试	/	/	项	1		
42	临时设施	交通组织	/	/	项	1		
43		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1		

南京市公路事业发展中心	2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目	跨径13米小桥 工程量清单	比例：	图号	中交远洲交通科技集团有限公司
			日期：2026年07月	SI-07-01	

审核

复核

设计



注：

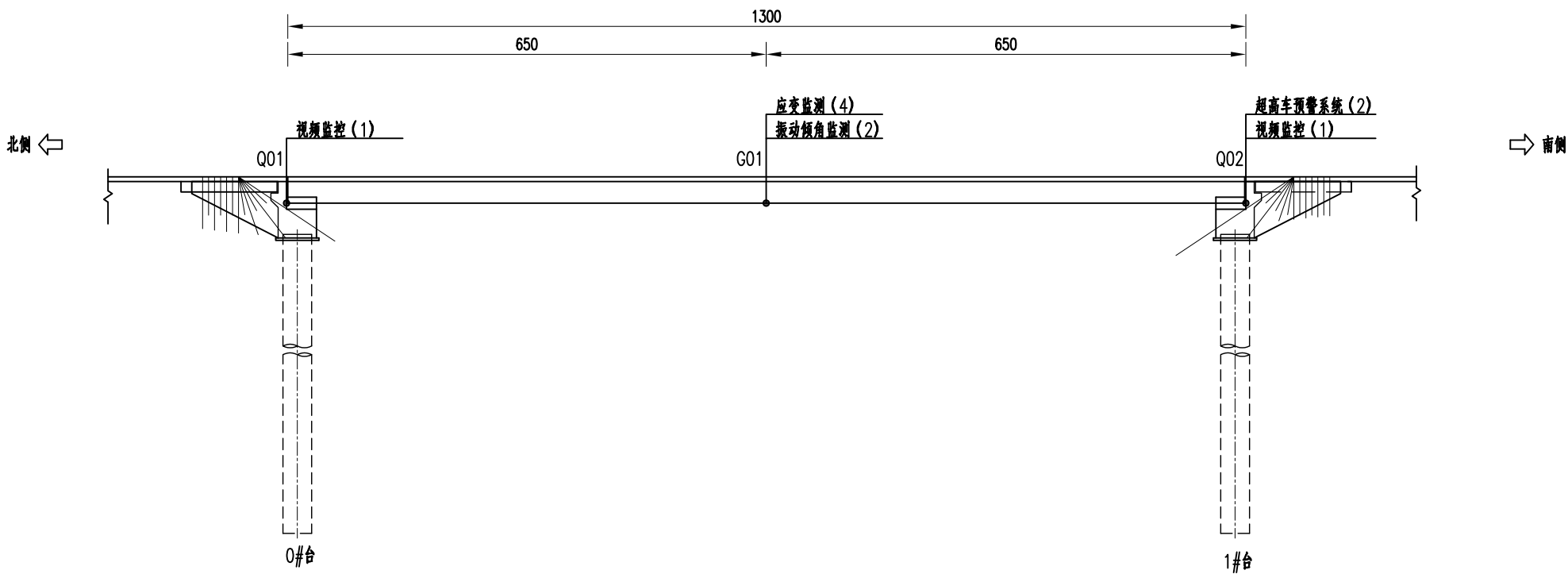
- ① 表示电力电缆；
- ② 表示网线，③ 表示光缆，④ 表示通信线缆。

审核

复核

设计

监测设备总体布置图

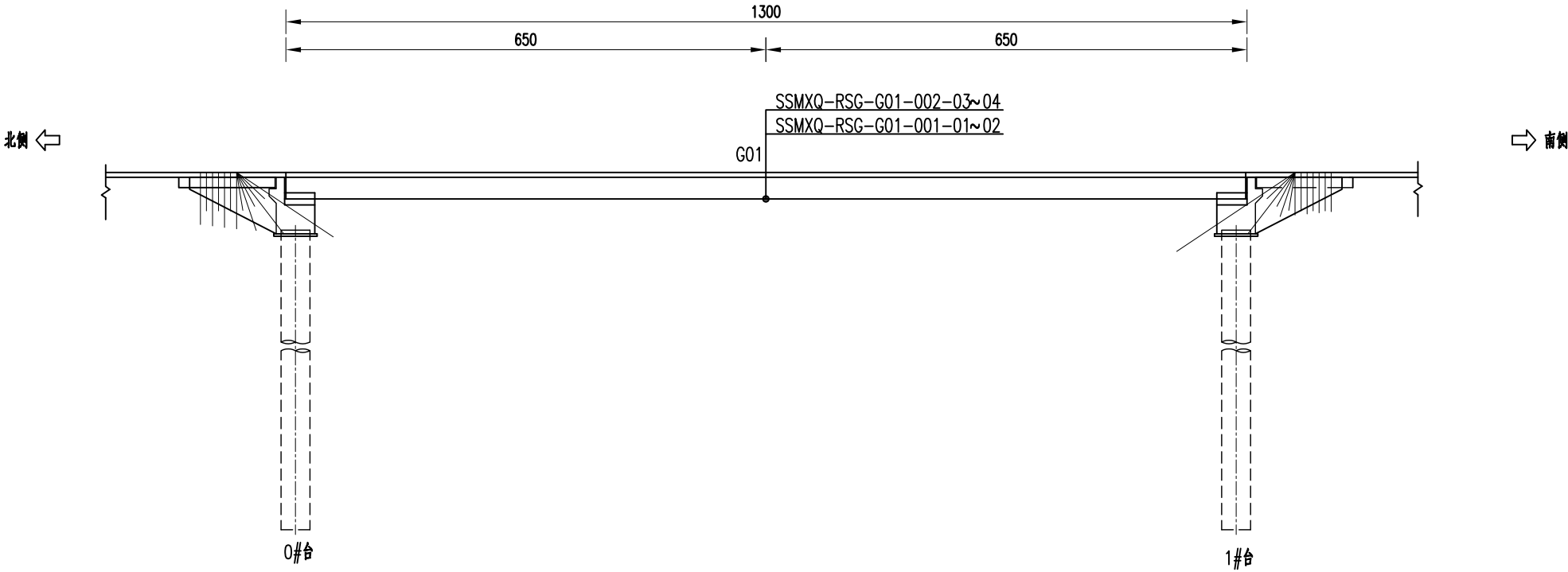


主要监测设备

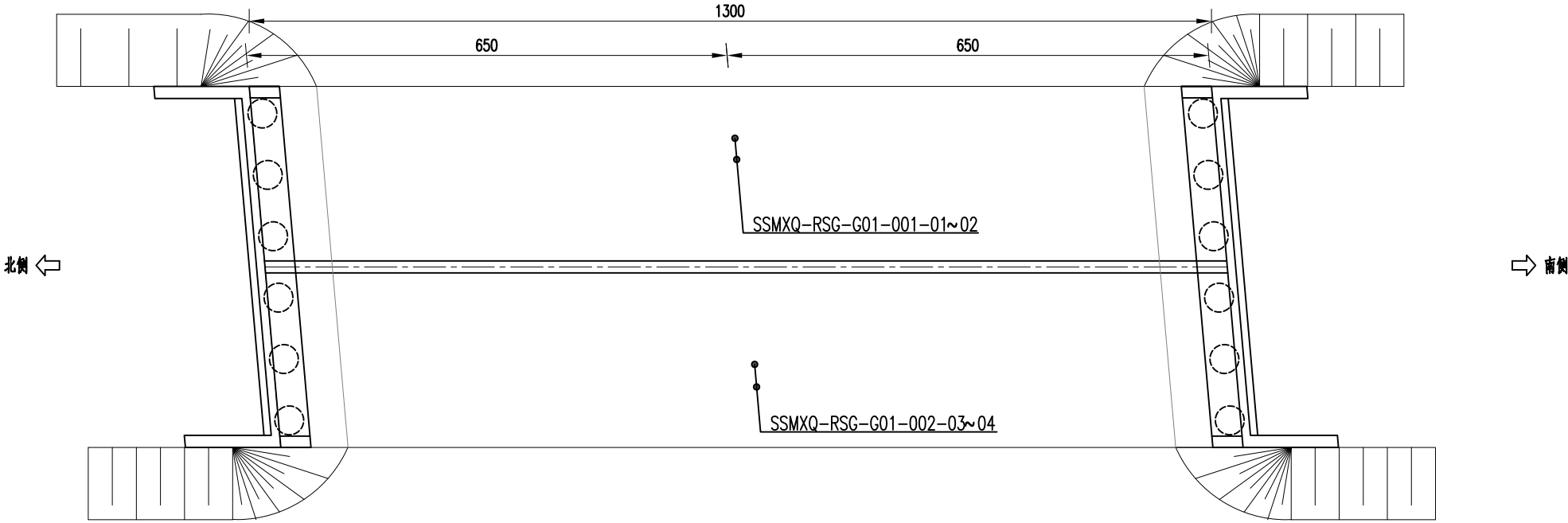
监测项目	主要设备名称	单位	数量
应变监测	电阻式应变计	个	4
振动倾角	简易感知报警装置	个	2
超高车预警系统	激光传感器	个	2
视频监控	高清摄像机	台	2
合计			10

- 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。
 - 本次结构健康监测项目主要包括应变、振动倾角、超高车预警系统、视频监控。

应变监测测点立面布置图



应变监测测点平面布置图



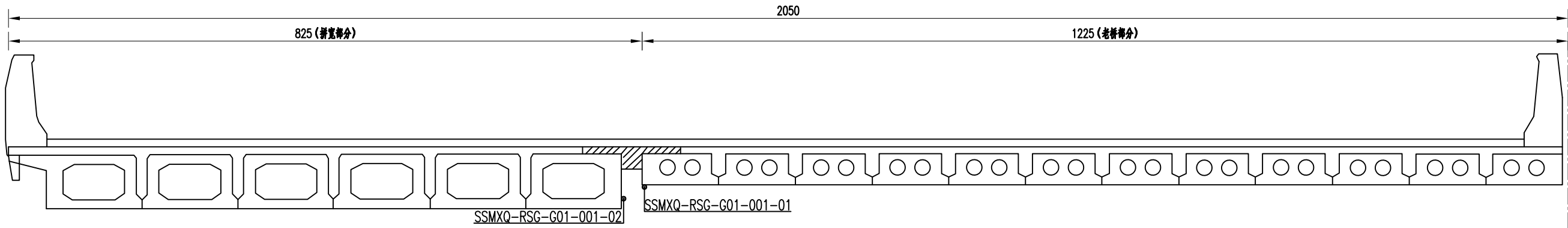
注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ●表示应变监测测点，测点处布设电阻式应变计。

审核

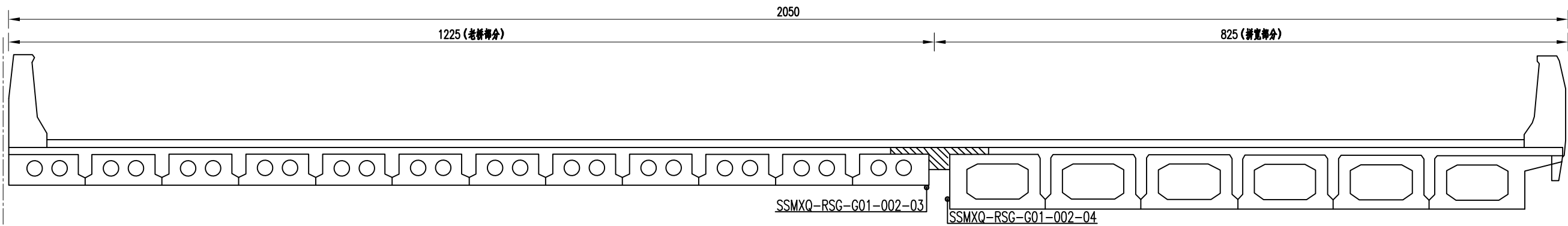
复核

设计

应变监测测点布置断面图（左幅）

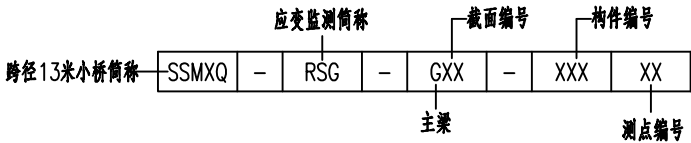


应变监测测点布置断面图（右幅）



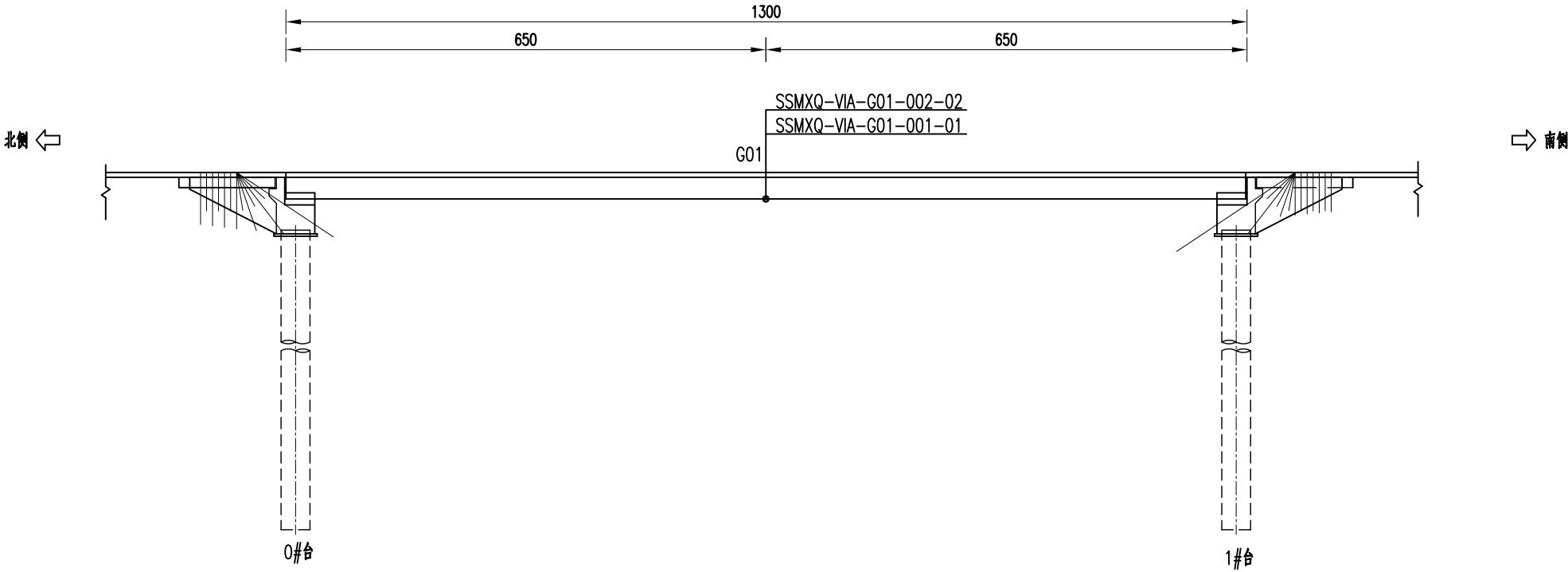
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
SSMXQ-RSG-G01-001-01	电阻式应变计	1	个	左幅1#孔12#梁梁底
SSMXQ-RSG-G01-001-02		1		左幅1#孔13#梁梁腹板
SSMXQ-RSG-G01-002-03		1		右幅1#孔12#梁梁底
SSMXQ-RSG-G01-002-04		1		右幅1#孔13#梁梁腹板
合计		4		

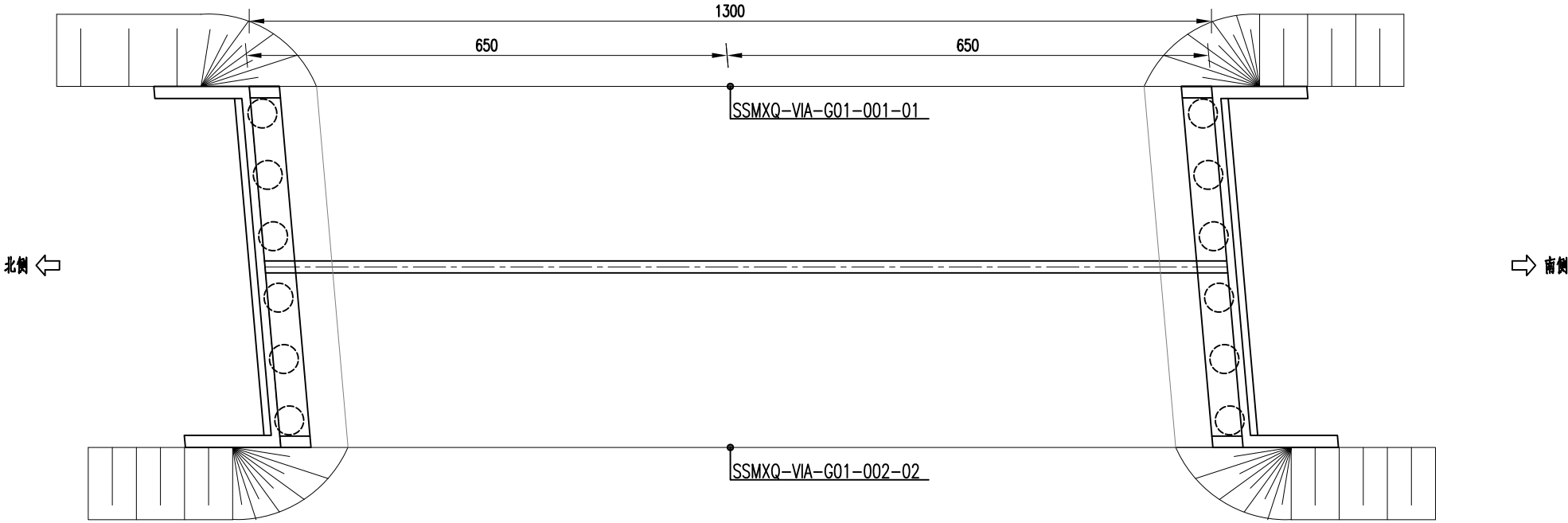


- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示应变监测测点，测点处布设电阻式应变计。

振动倾角监测测点立面布置图



振动倾角监测测点平面布置图



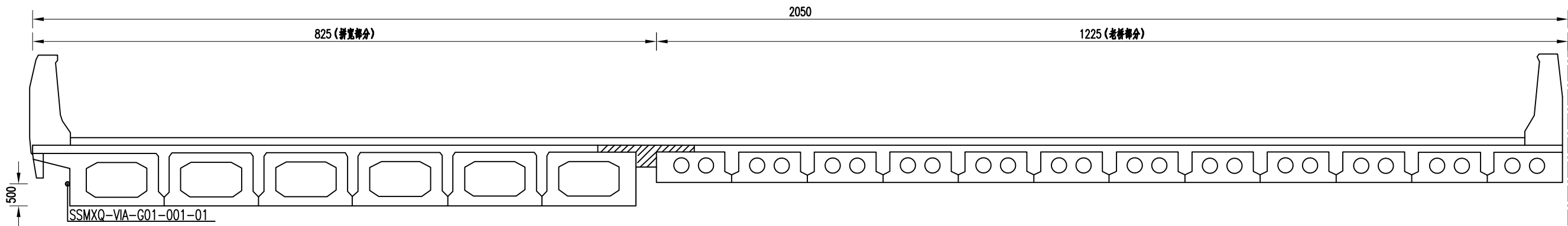
注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
2. ●表示振动倾角监测测点，测点处布设简易感知报警装置。

审核

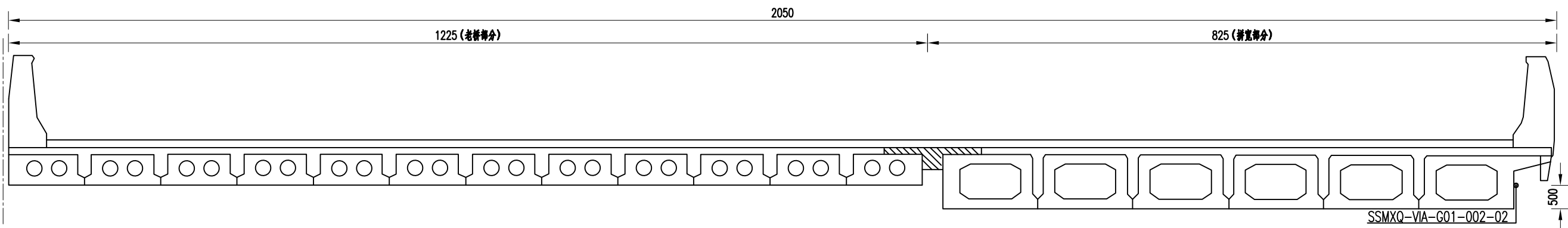
复核

设计

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）



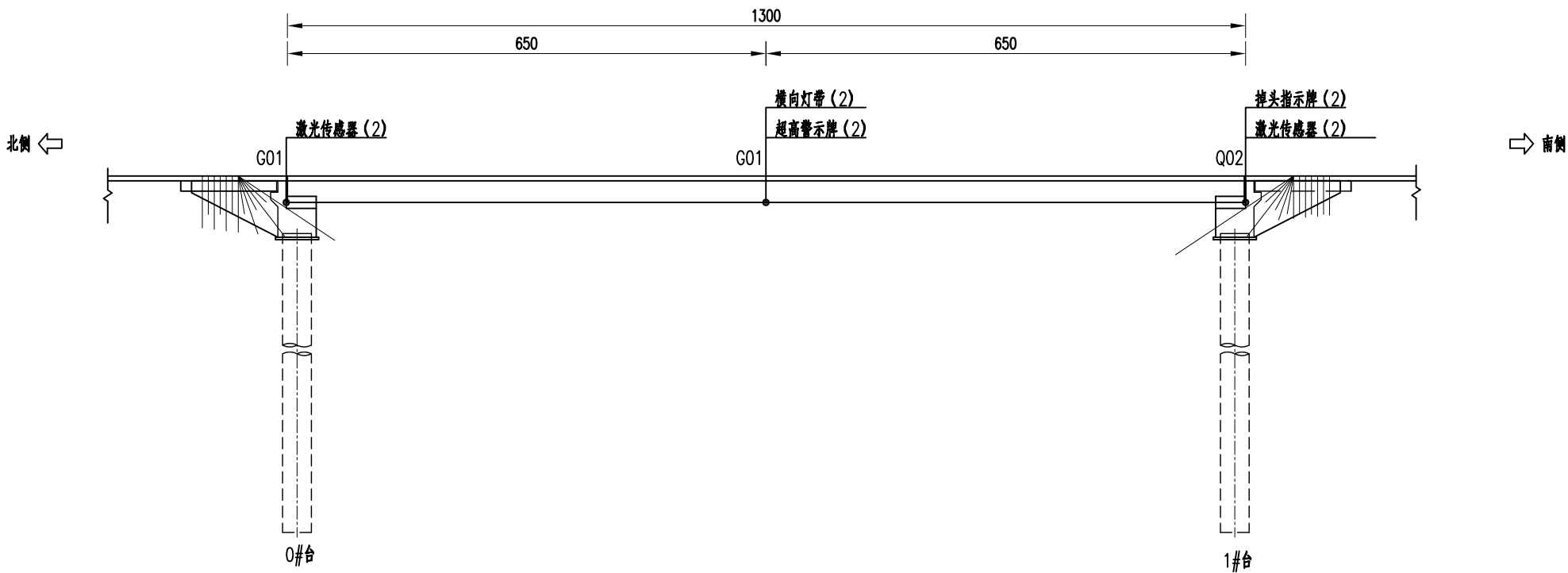
工程数量表

传感器编号	名称	数量	单位	备注
SSMXQ-VIA-G01-001-01	简易感知报警装置	1	个	左幅1#孔跨中
SSMXQ-VIA-G01-002-02		1		右幅1#孔跨中
合计		2		

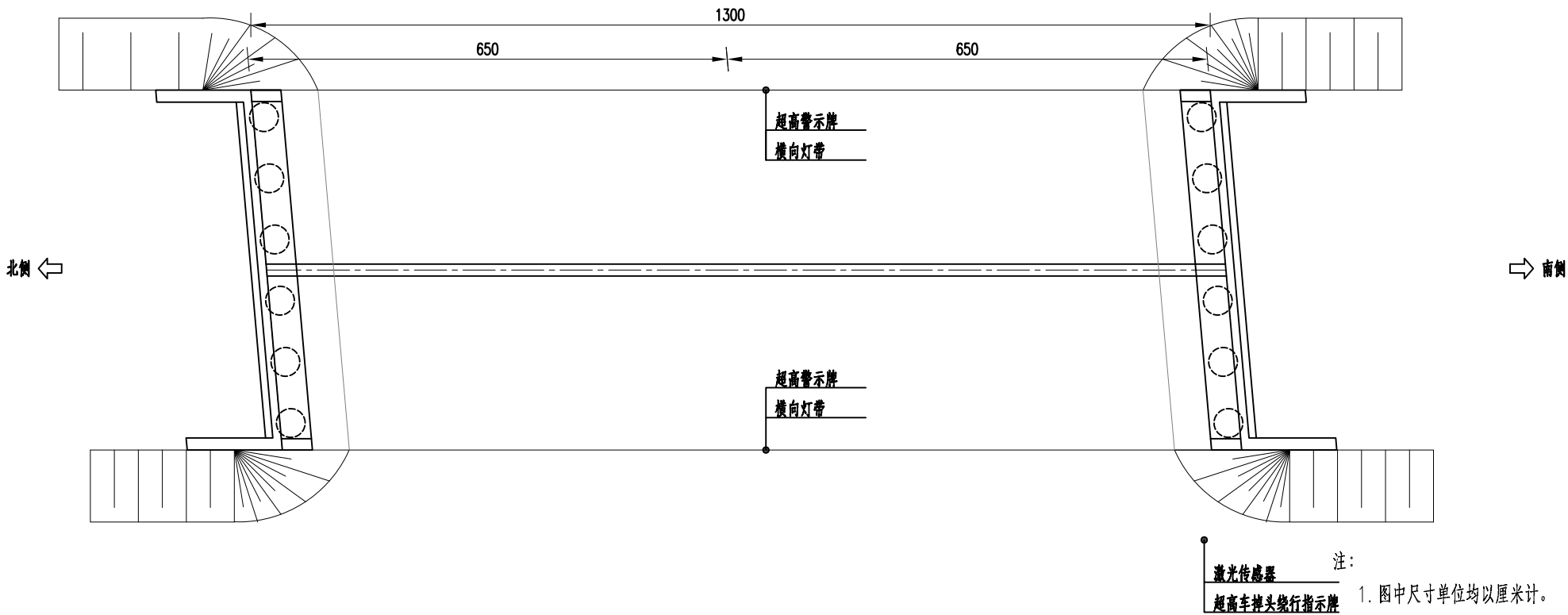
跨径13米小桥简称									
SSMXQ	-	VIA	-	GXX	-	XXX	XX		
				主梁			测点编号		

- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示振动倾角监测测点，测点处布设简易感知报警装置。

超高车预警系统立面布置图



超高车预警系统平面布置图



- 注：
- 图中尺寸单位均以厘米计。
 - 表示超高车预警系统测点，测点处布设激光传感器。
 - 超高警示牌、超高车掉头绕行指示牌、横向灯带请中标单位与设计单位对接后生产。
 - 施工单位需按照现场实际情况进行优化调整。



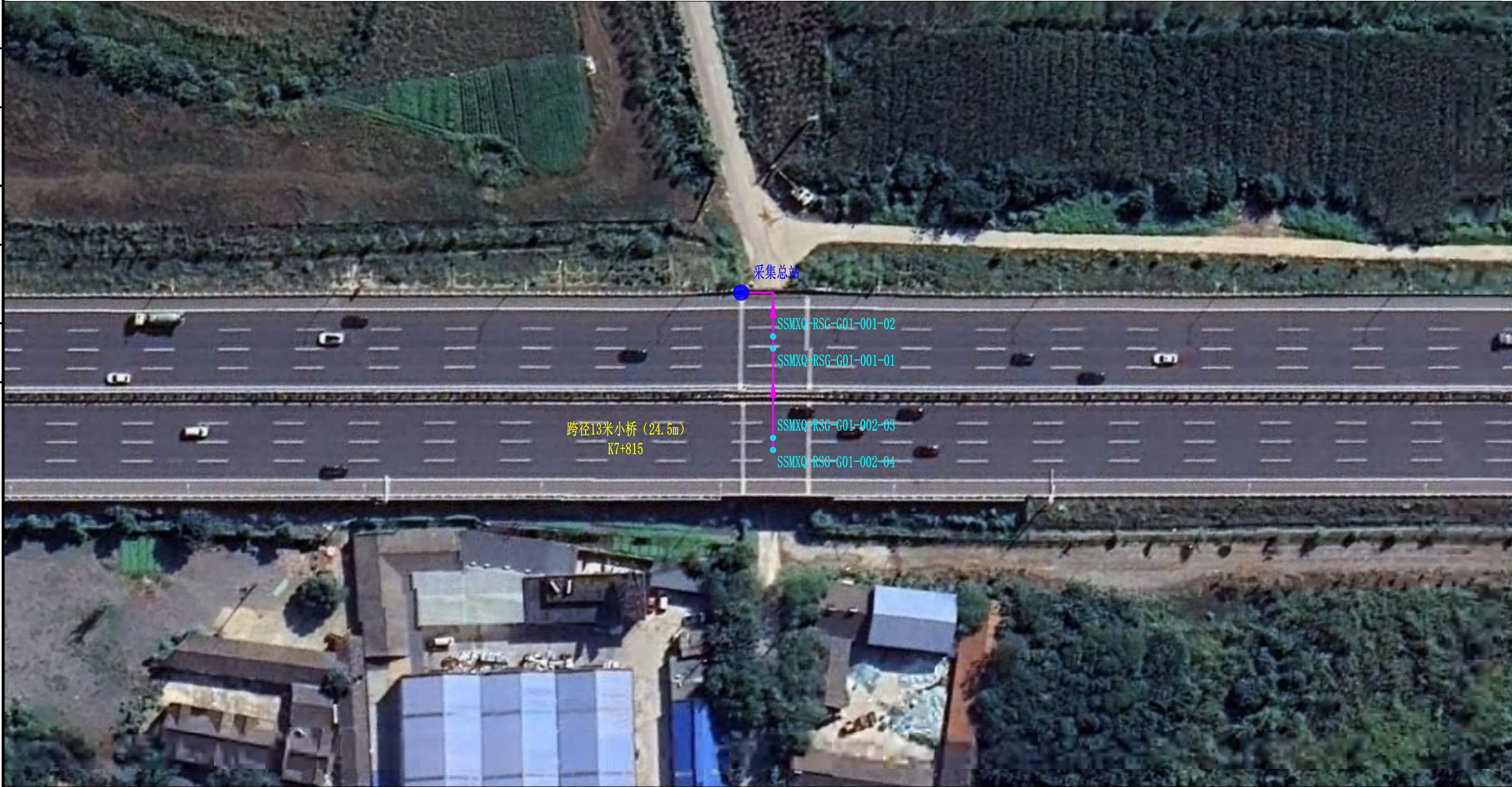




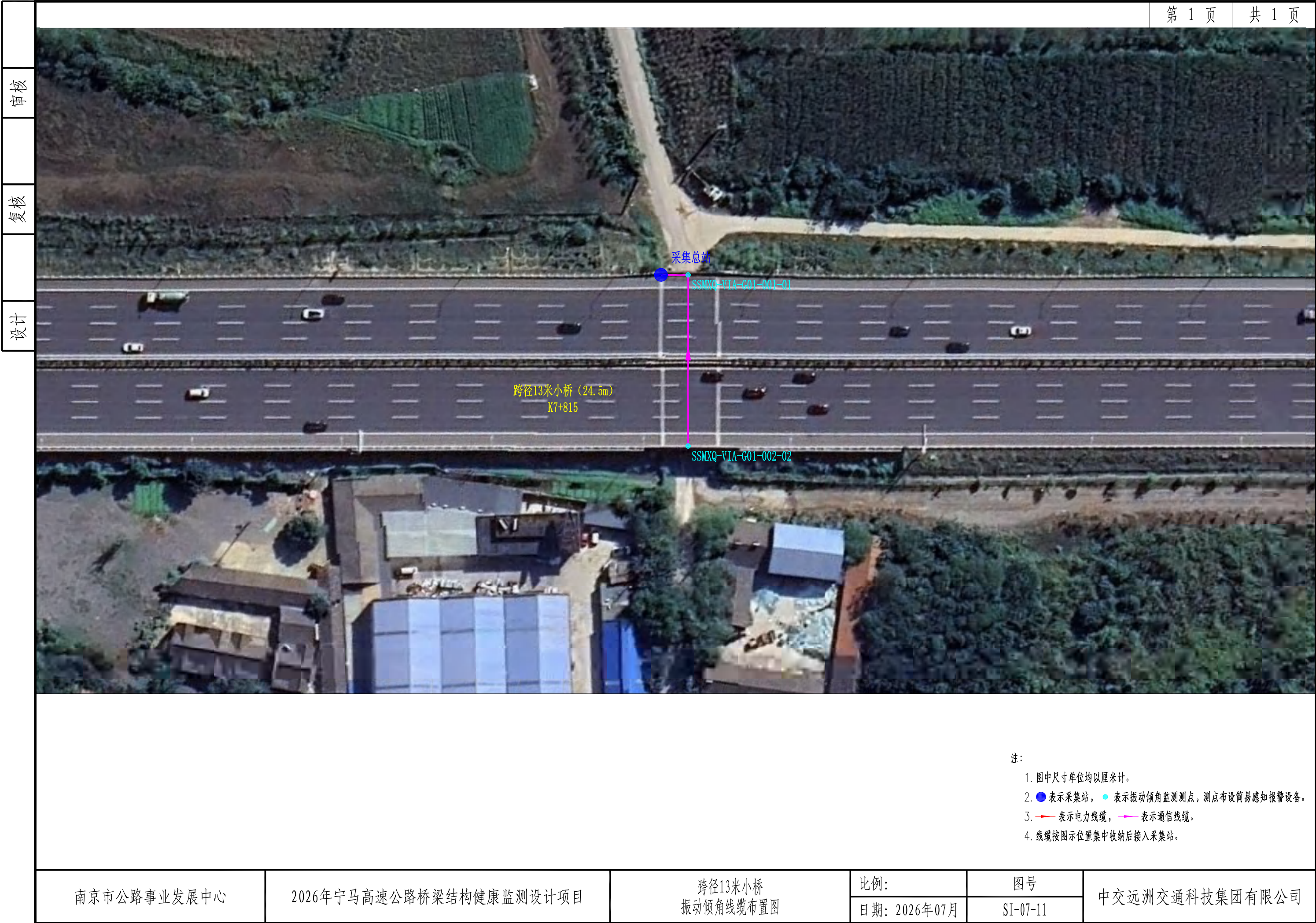
审核

复核

设计



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. ●表示采集站，●表示应变监测测点，测点布设电阻式应变计。
 3. —表示电力线缆，—表示通信线缆。
 4. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。



审核

复核

设计

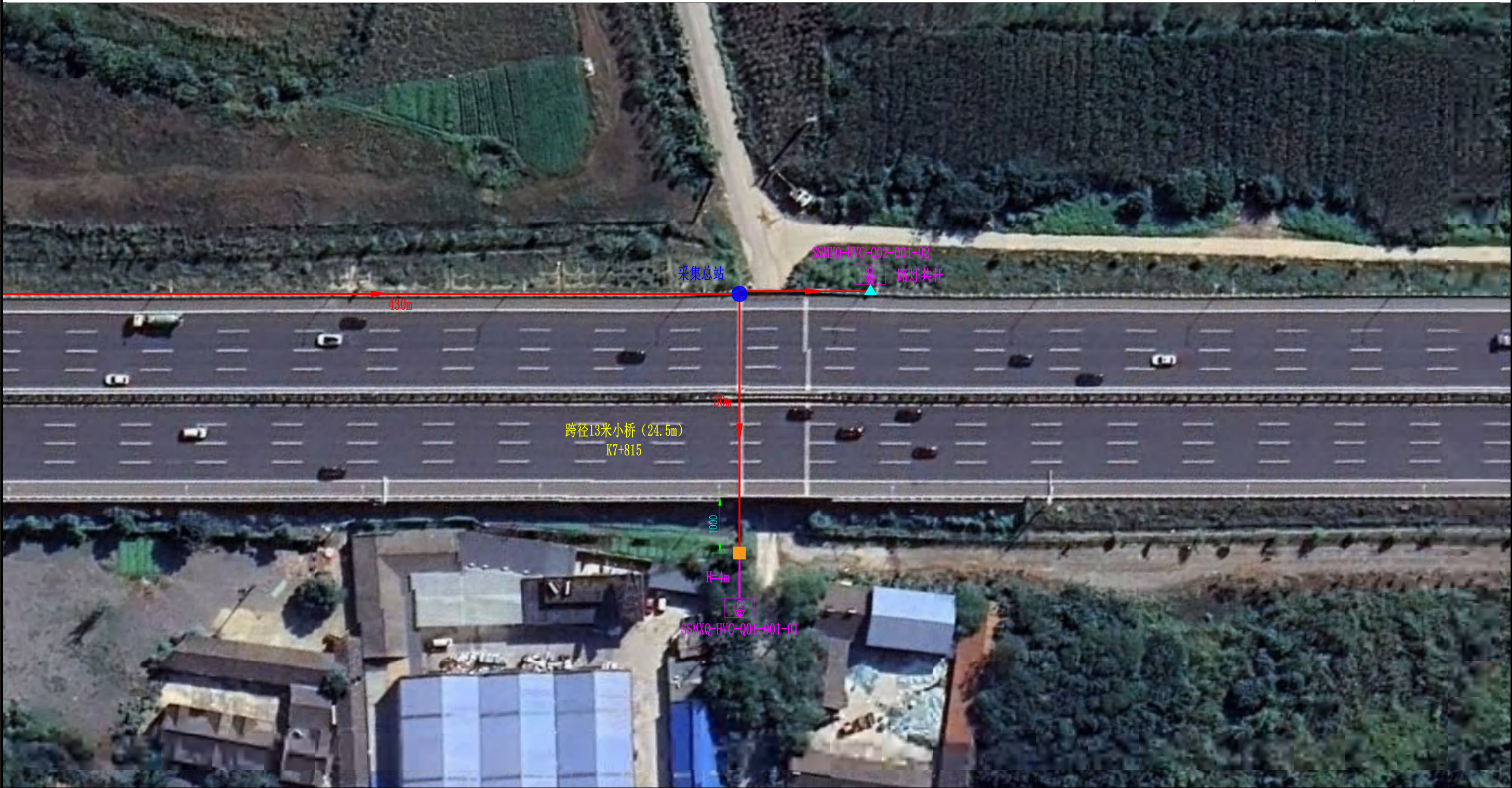


- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. ●表示采集站，●表示超高预警测点，测点处布置激光传感器。
 3. —表示电力线缆，—表示通信线缆。
 4. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。

审核

复核

设计

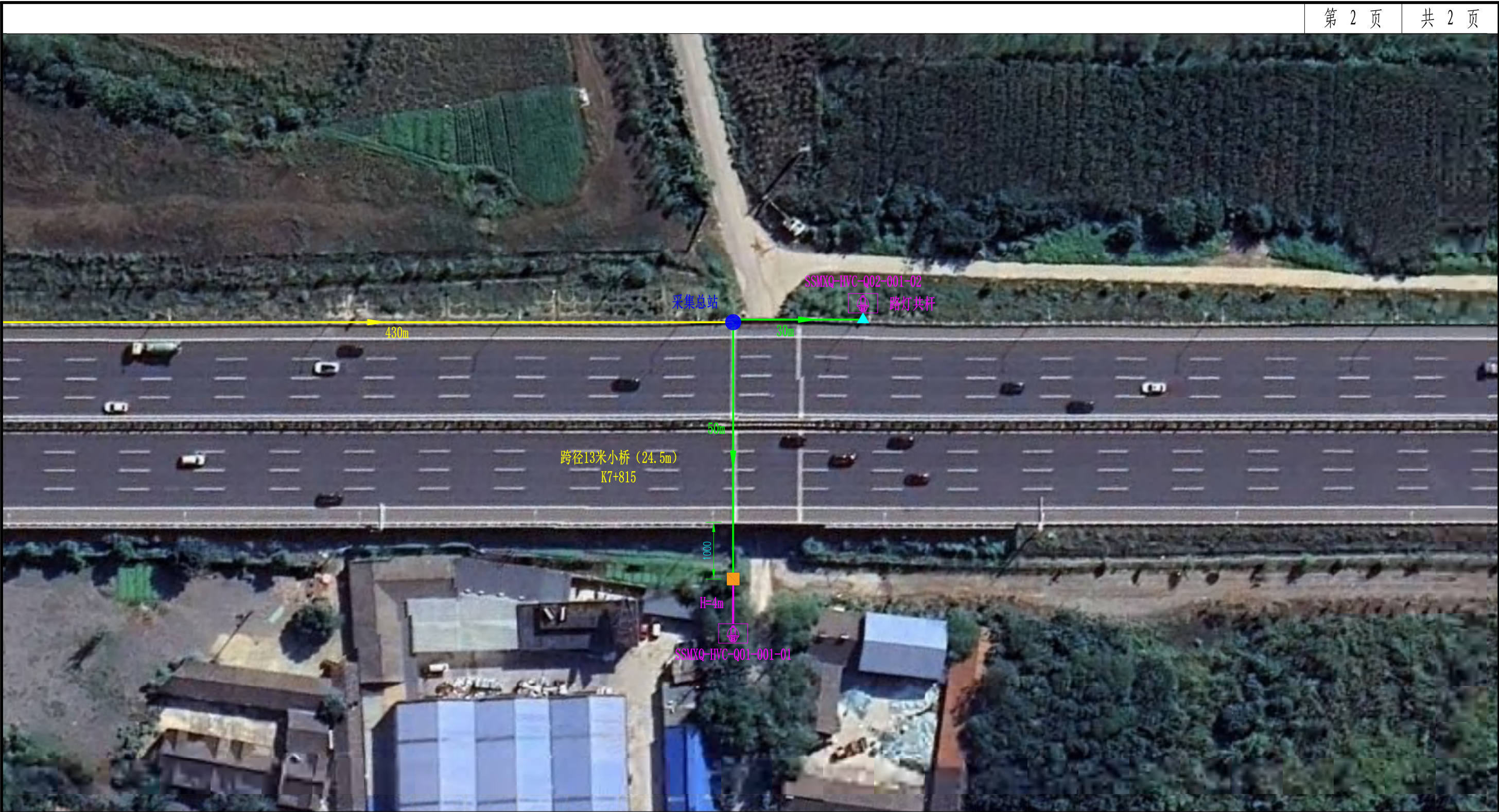


- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近利用路网监控取电， 为取电点。
 5. 表示电力线路路由， 为数据采集站。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

复核

设计



- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近采用路网监控专线， 为专线接入点， 为数据采集站。
 5. 表示光纤， 表示网线。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

						第 1 页	共 1 页
审核							
复核							
设计							

设备布设表

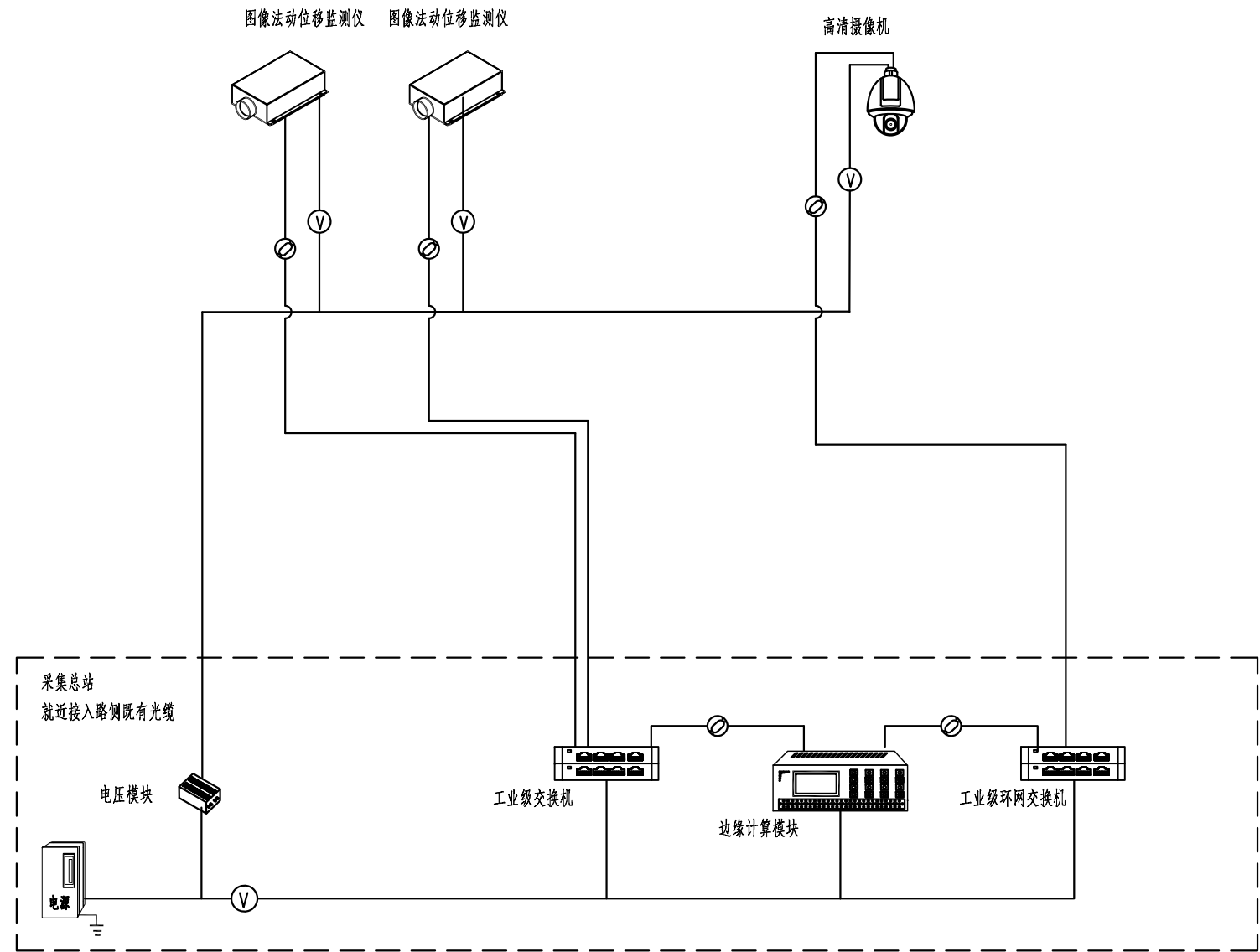
监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置
一	结构响应	主梁竖向位移	图像法动位移监测仪/目标靶	1	TJHT-DIS-G02-001-01	左幅4#孔跨中3#梁梁底
				2	TJHT-DIS-G02-001-02	左幅4#孔跨中4#梁梁底
				3	TJHT-DIS-G02-001-03	左幅4#孔跨中5#梁梁底
				4	TJHT-DIS-G02-001-04	左幅4#孔跨中6#梁梁底
				5	TJHT-DIS-G02-002-01	右幅4#孔跨中3#梁梁底
				6	TJHT-DIS-G02-002-02	右幅4#孔跨中4#梁梁底
				7	TJHT-DIS-G02-002-03	右幅4#孔跨中5#梁梁底
				8	TJHT-DIS-G02-002-04	右幅4#孔跨中6#梁梁底
二	其他	视频监控	高清摄像机	1	TJHT-HVC-Q01-001-01	左幅5#台

南京市公路事业发展中心	2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目	跨径13米小桥 设备布设表	比例：	图号	中交远洲交通科技集团有限公司
			日期：2026年07月	SI-08-02	

审核

复核

设计



注：

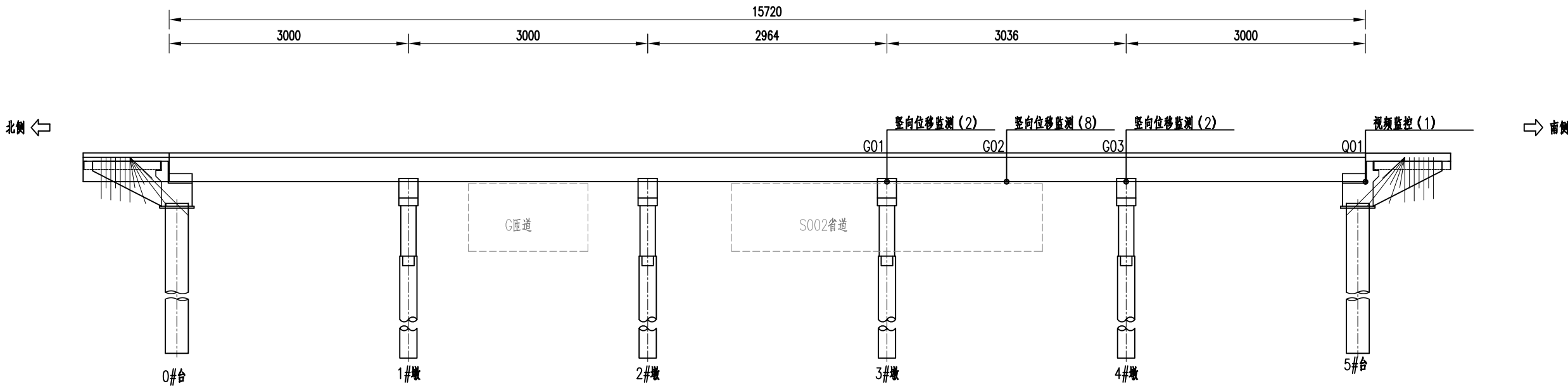
- ①表示电力电缆；
- ②表示网线，③表示光缆，④表示通信线缆。

审核

复核

设计

监测设备总体布置图

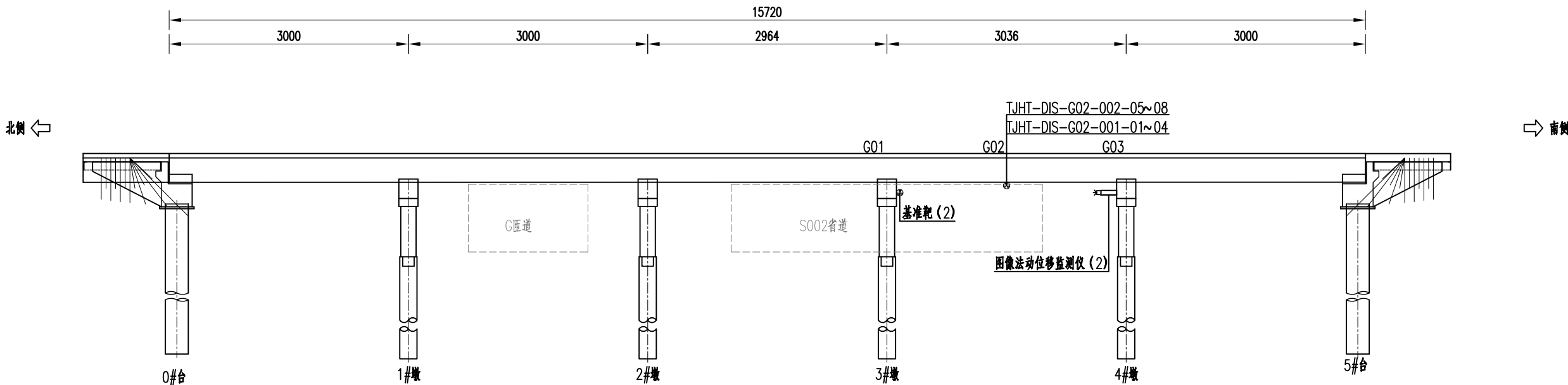


主要监测设备

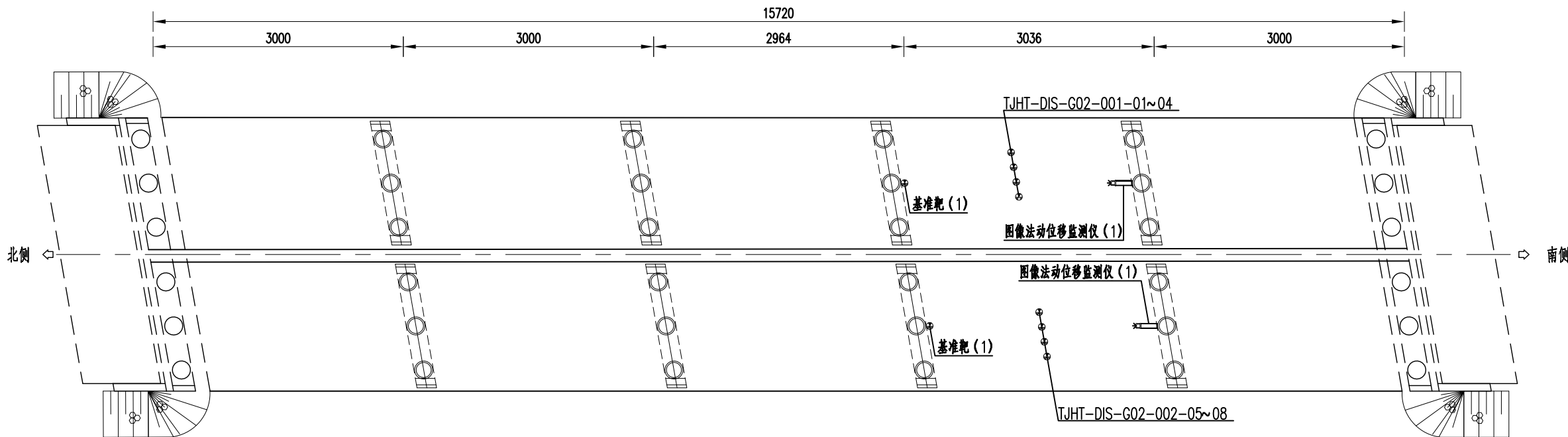
监测项目	主要设备名称	单位	数量
竖向位移监测	图像法动位移监测仪	台	2
	目标靶	个	8
	基准靶	个	2
视频监控	高清摄像机	个	1
合计			13

- 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。
 - 本次结构健康监测项目主要包括主梁竖向位移、视频监控。

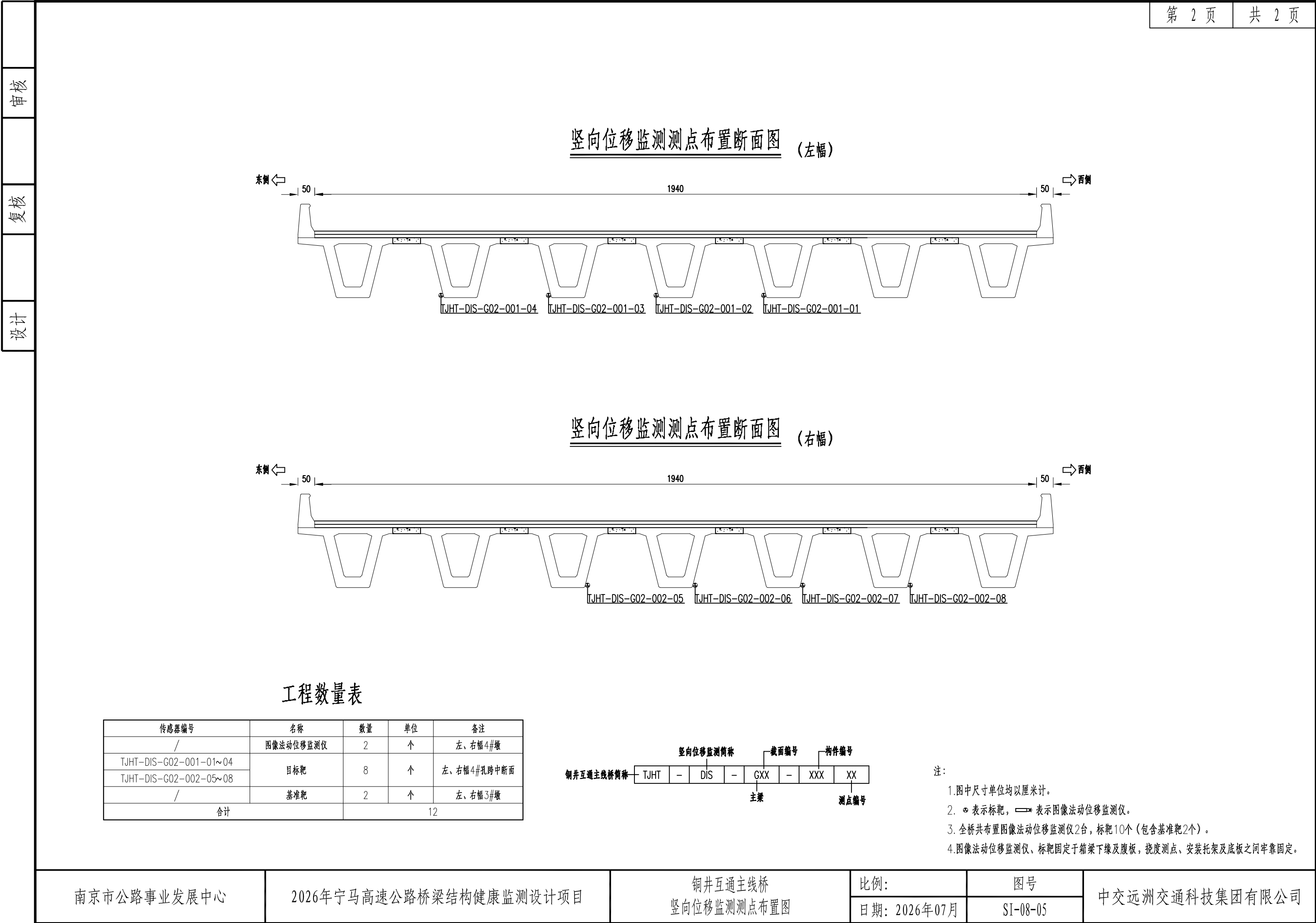
竖向位移监测测点立面布置图



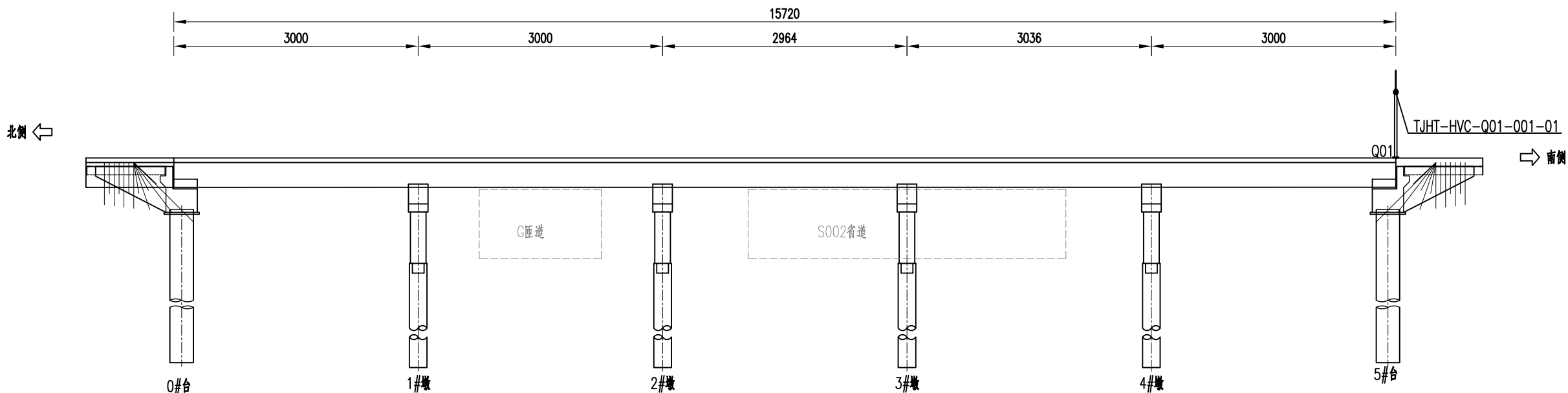
竖向位移监测测点平面布置图



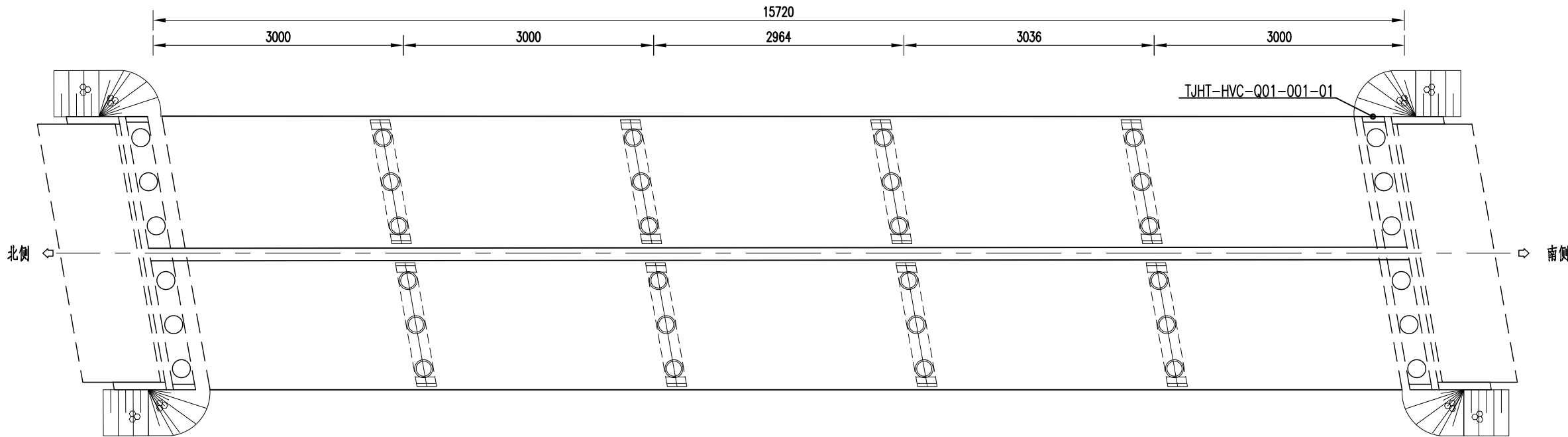
- 注：
- 1.图中尺寸单位均以厘米计。
 2. $\otimes$ 表示标靶， $\equiv$ 表示图像法动位移监测仪。
 3. 全桥共布置图像法动位移监测仪2台，标靶10个（包含基准靶2个）。
 4. 图像法动位移监测仪、标靶固定于箱梁下缘及腹板，挠度测点、安装托架及底板之间牢靠固定。



视频监控测点立面布置图



视频监控测点平面布置图



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. ● 表示视频监控测点，测点处布设高清摄像机。



审核

复核

设计



工程数量表

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

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

审核

复核

设计



- 注：
1. 图中尺寸单位均以厘米计。
 2. ●表示采集站，≡表示图像法动位移监测仪。
 3. —表示电力线缆，—表示网络线缆。
 4. 线缆按图示位置集中收纳后接入采集站。

审核

复核

设计



- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近利用路网监控取电， 为取电点。
 5. 表示电力线缆路由， 为数据采集站。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

复核

设计



- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近采用路网监控专线， 为专线接入点， 为数据采集站。
 5. 表示光纤， 表示网线。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

						第 1 页	共 1 页
审核							
复核							
设计							
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	其他	视频监控	高清摄像机	1	JLC-HVC-Q01-001-01	左幅0#台东侧5m处	
				2	JLC-HVC-Q02-001-02	左幅1#台南侧40m处路灯共杆	
南京市公路事业发展中心		2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目		荆刘村大通道 设备布设表		比例： 日期：2026年07月	图号 SI-09-02
中交远洲交通科技集团有限公司							

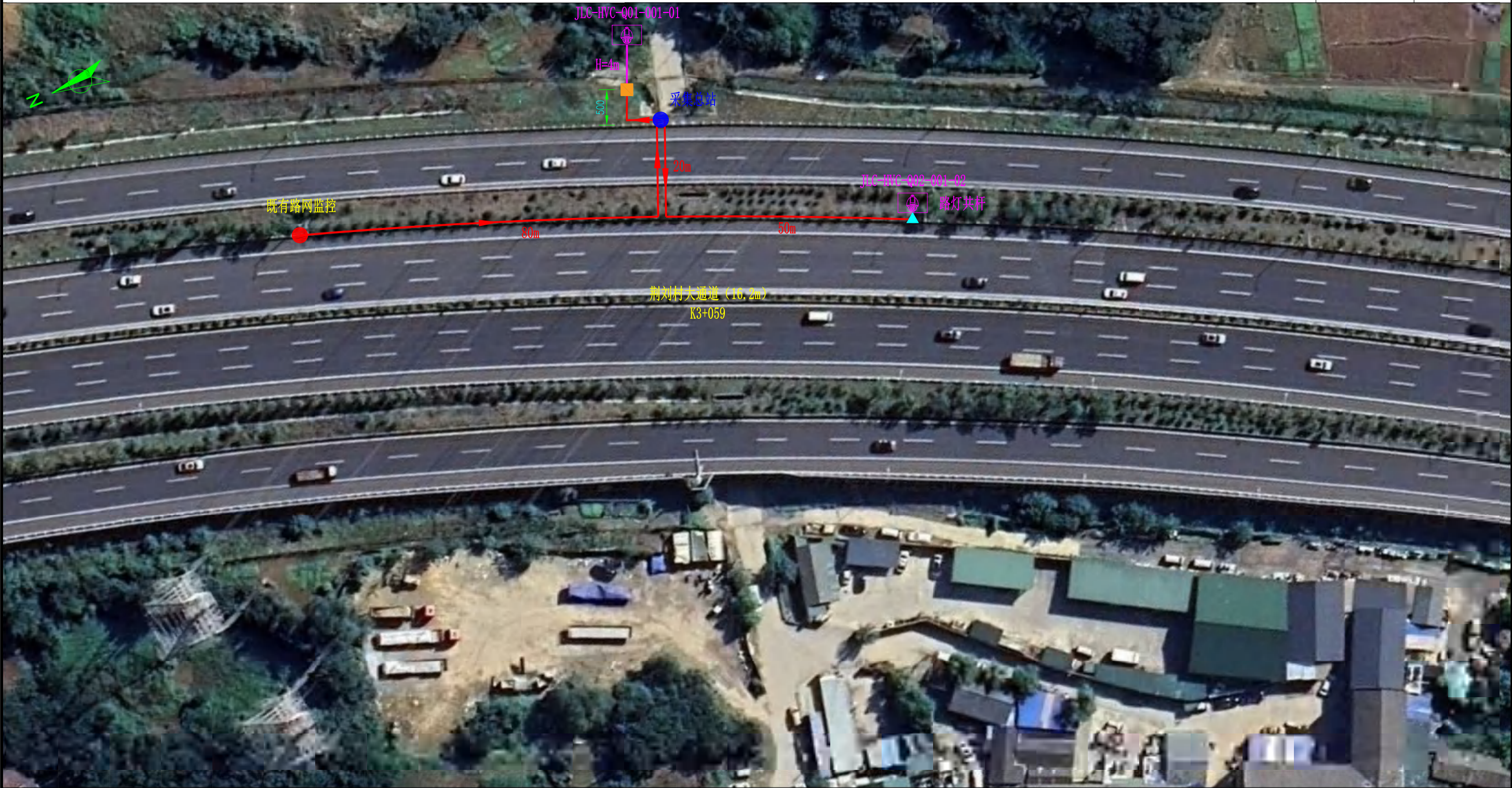




审核

复核

设计



- 注：
- 1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 - 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 - 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 - 4. 摄像机就近利用路网监控取电， 为取电点。
 - 5. 表示电力线路路由， 为数据采集站。
 - 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

复核

设计

工程量清单

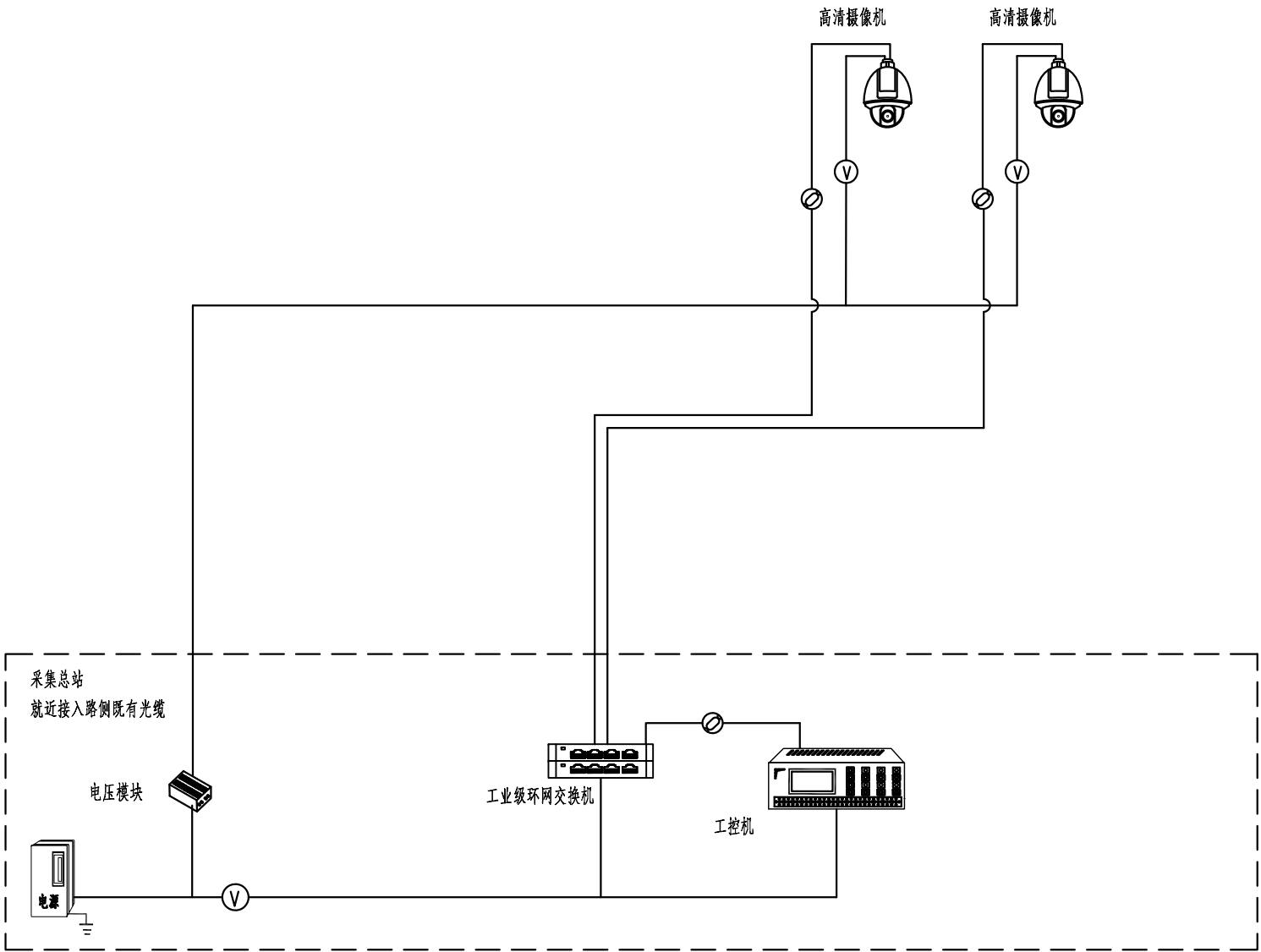
序号	项目名称	分项名称	子项	项目特征	计量单位	工程数量
1	设备购置及安装	视频监控	高清摄像机	/	台	2
2			安装支架	配套定制	个	2
3			安装立柱	4m	个	1
4			道路摄像机杆件基础	C25+直径12HRB400+直径8HPB235	个	2
5		配套支持设备	远程开关	/	个	1
6			工业环网交换机	2光8电	台	1
7			工业4G路由器	/	台	1
8			工控机	/	台	1
9			12V/24V开关电源	/	个	1
10			电源防雷	/	个	1
11			工业级光模块	单模双纤20km	个	2
12			挂壁机柜	/	台	1
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆	YJV22 3x4铠装	米	360
14			电力线缆防护	硅芯管保护	米	360
15			通信线缆	8芯光缆	米	360
16			通信线缆	超5类网线	米	84
17			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	60
18			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1
19	系统集成调试	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	结构模型计算分析	/	/	项	1
25		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1
26		报警阈值及特征值分析配置	/	/	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

						第 1 页	共 1 页
审核							
复核							
设计							
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	其他	视频监控	高清摄像机	1	LMTD-HVC-Q01-002-01	左幅1#台东侧5m处	
				2	LMTD-HVC-Q02-001-02	右幅0#台北侧20处路灯共杆	
南京市公路事业发展中心		2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目		跨径6米箱形通道 设备布设表		比例： 日期：2026年07月	图号 SI-10-02
中交远洲交通科技集团有限公司							

审核

复核

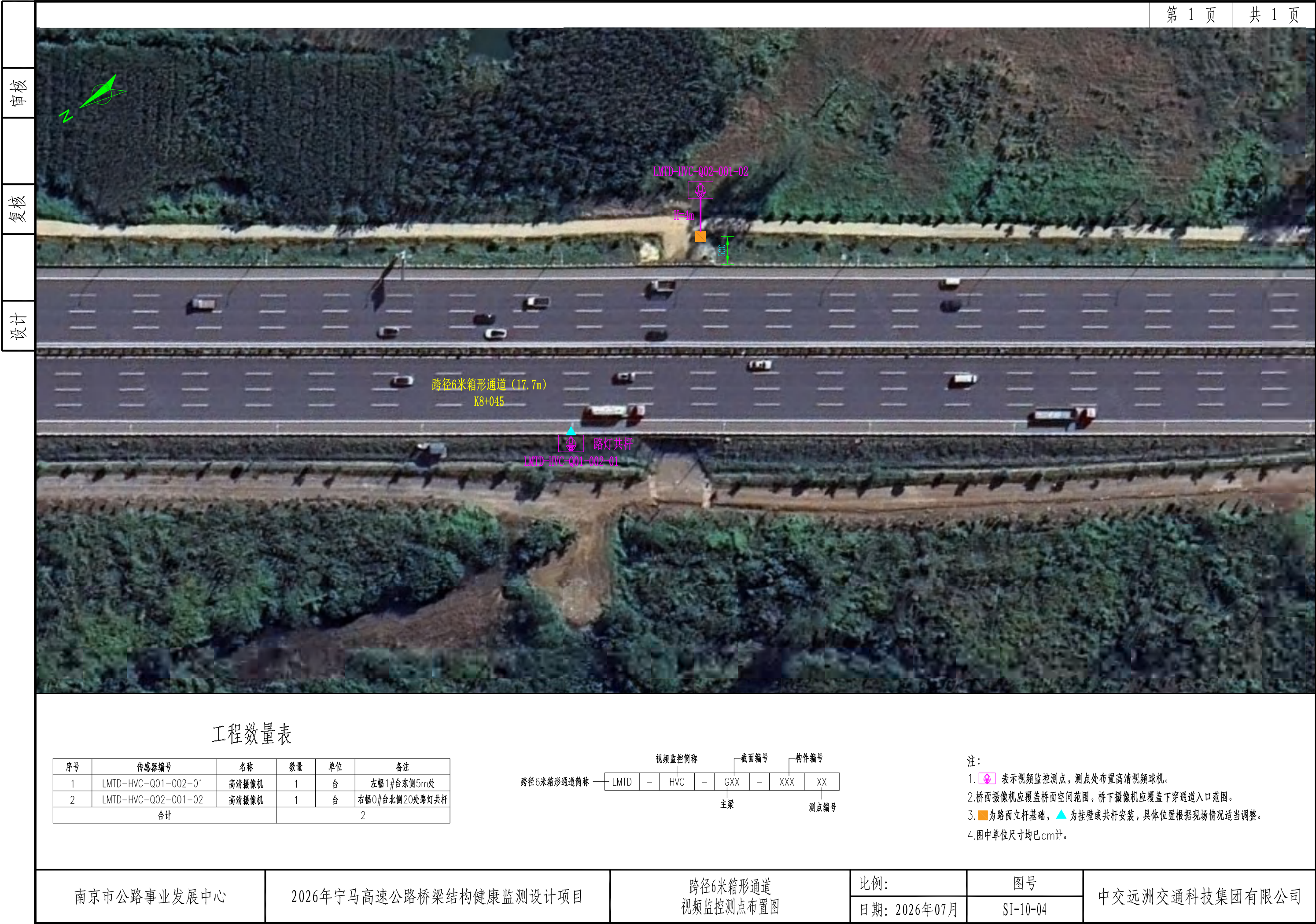
设计



注：

1. V 表示电力电缆；

2. S 表示网线，S 表示光缆，S 表示通信线缆。

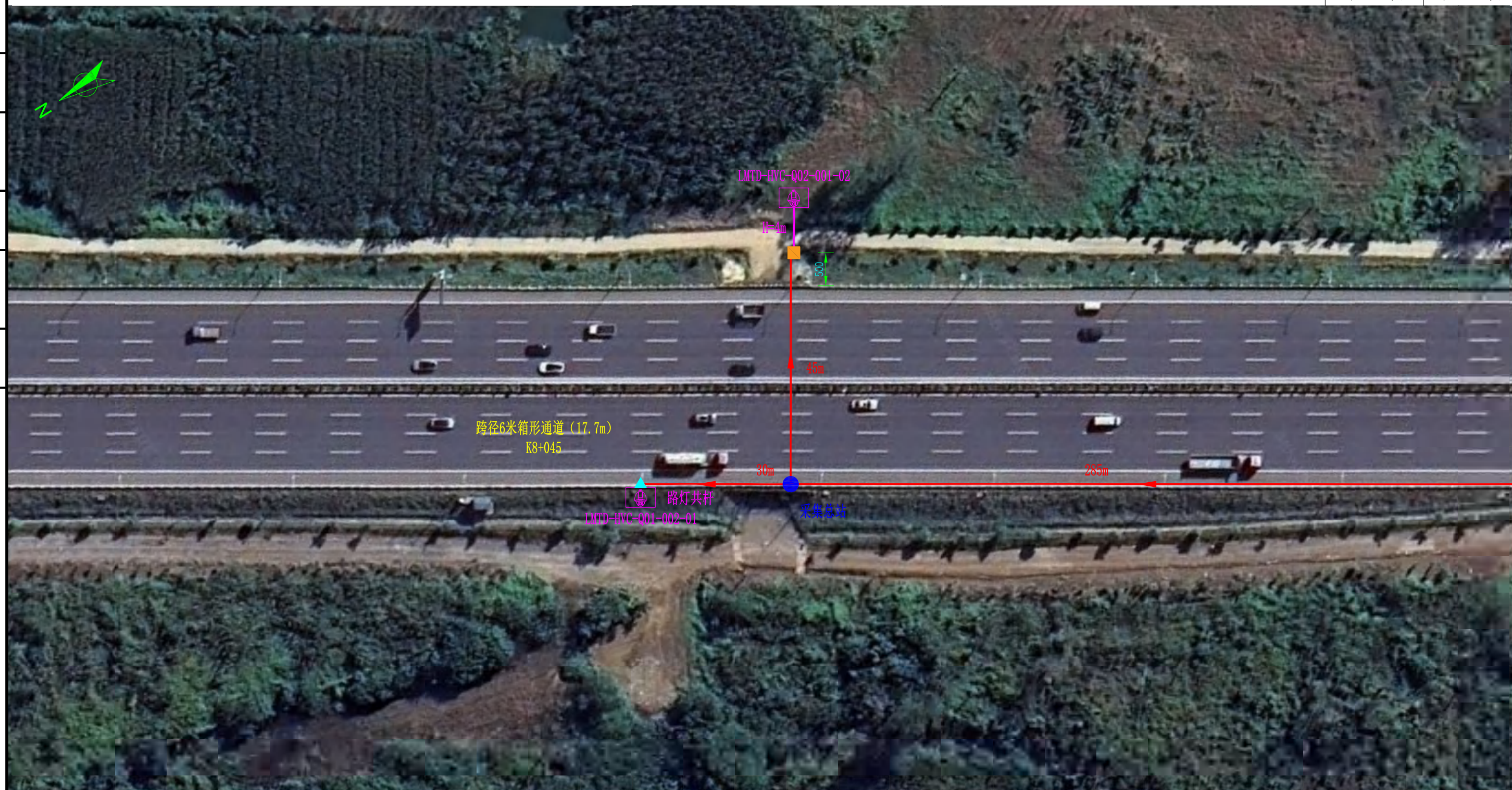




审核

复核

设计



注：

1.  表示视频监控测点, 测点处布置高清视频球机。
2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围, 桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
3.  为路而立杆基础,  为挂壁或共杆安装, 具体位置根据现场情况适当调整。
4. 摄像机就近利用路网监控取电,  为取电点。
5.  表示电力线缆路由,  为数据采集站。
6. 图中单位尺寸均以cm计。

南京市公路事业发展中心

2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目

跨径6米箱形通道
视频监控线缆布置图

比例:

图号

中交远洲交通科技集团有限公司

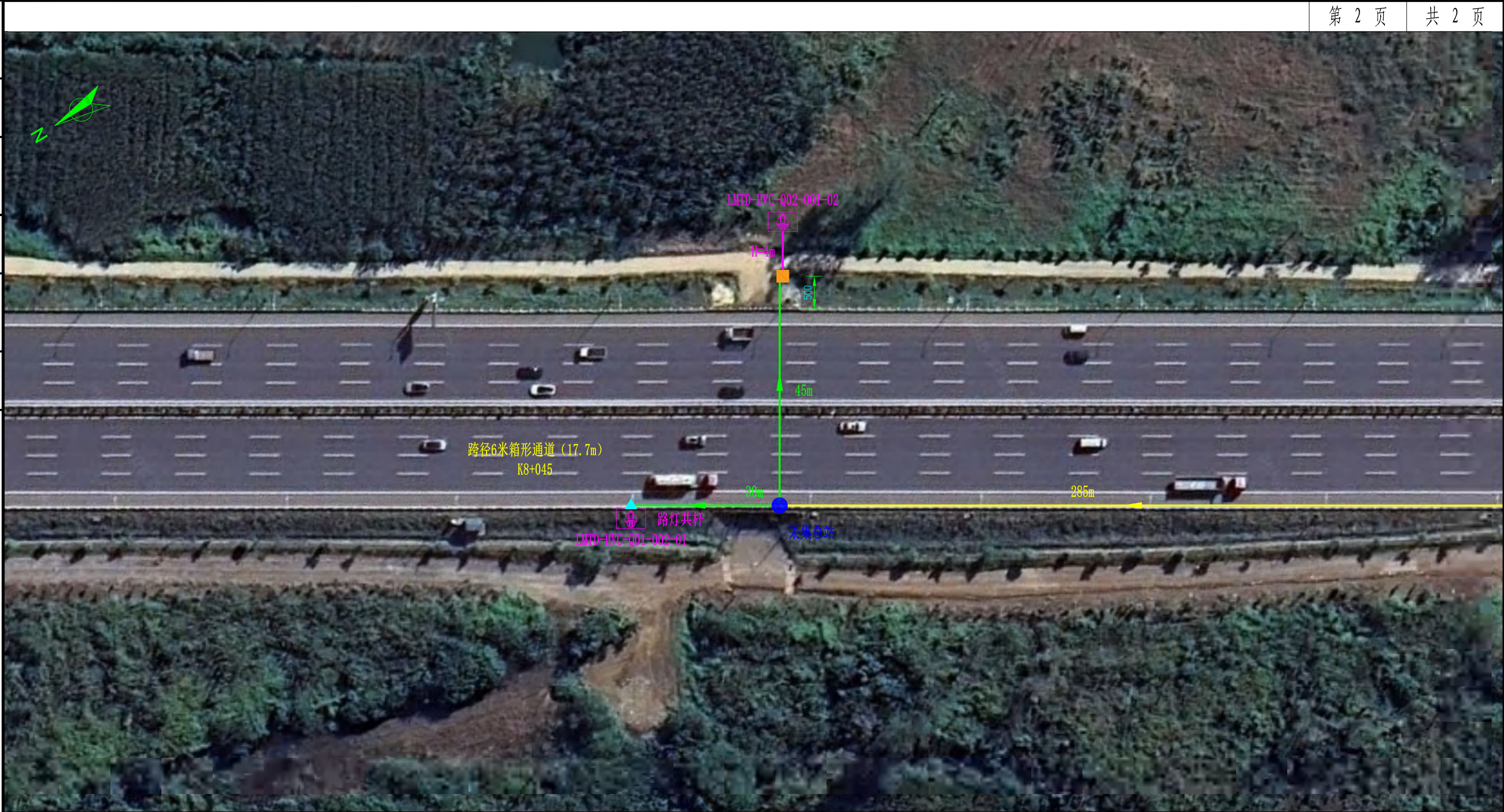
日期：2026年07月

SI-10-06

审核

复核

设计



- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近采用路网监控专线， 为专线接入点， 为数据采集站。
 5. 表示光纤， 表示网线。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

					第 1 页		共 1 页		
审核									
复核									
设计									
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	视频监控	高清摄像机	/	台	2			
2			安装支架	配套定制	个	2			
3			安装立柱	4m	个	1			
4			道路摄像机杆件基础	C25+直径12HRB400+直径8HPB235	个	2			
5		配套支持设备	远程开关	/	个	1			
6			工业环网交换机	2光8电	台	1			
7			工业4G路由器	/	台	1			
8			工控机	/	台	1			
9			12V/24V开关电源	/	个	1			
10			电源防雷	/	个	1			
11			工业级光模块	单模双纤20km	个	2			
12			挂壁机柜	/	台	1			
13	监测管线工程	管线及保护	电力线缆	YJV22 3x4铠装	米	192			
14			电力线缆防护	硅芯管保护	米	192			
15			通信线缆	8芯光缆	米	192			
16			通信线缆	超5类网线	米	84			
17			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	60			
18			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1			
19	系统集成调试	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	结构模型计算分析	/	/	项	1			
25		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1			
26		报警阈值及特征值分析配置	/	/	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			
南京市公路事业发展中心		2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目		韩村通道 工程量清单		比例： 日期：2026年07月		图号 SI-11-01	中交远洲交通科技集团有限公司

						第 1 页	共 1 页
审核							
复核							
设计							
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	其他	视频监控	高清摄像机	1	HCTD-HVC-Q01-002-01	右幅0#台西侧5m处	
				2	HCTD-HVC-Q02-001-02	左幅1#台南侧20m处路灯杆	
南京市公路事业发展中心		2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目		韩村通道 设备布设表		比例： 日期：2026年07月	图号 SI-11-02
中交远洲交通科技集团有限公司							



南京市公路事业发展中心

2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目

韩村通道
视频监控测点布置图

比例：

图号

日期：2026年07月

SI-11-04

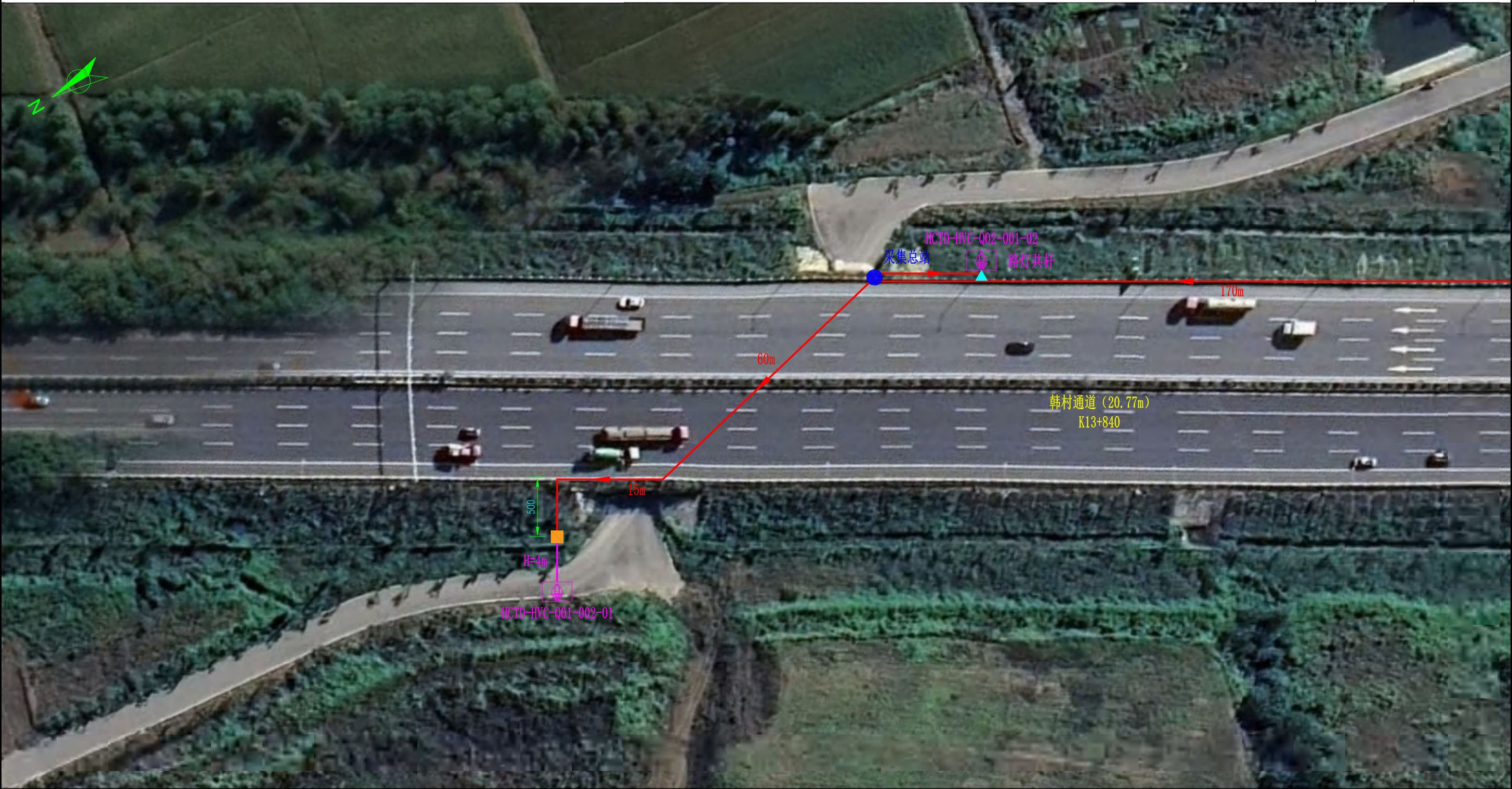
中交远洲交通科技集团有限公司



审核

复核

设计

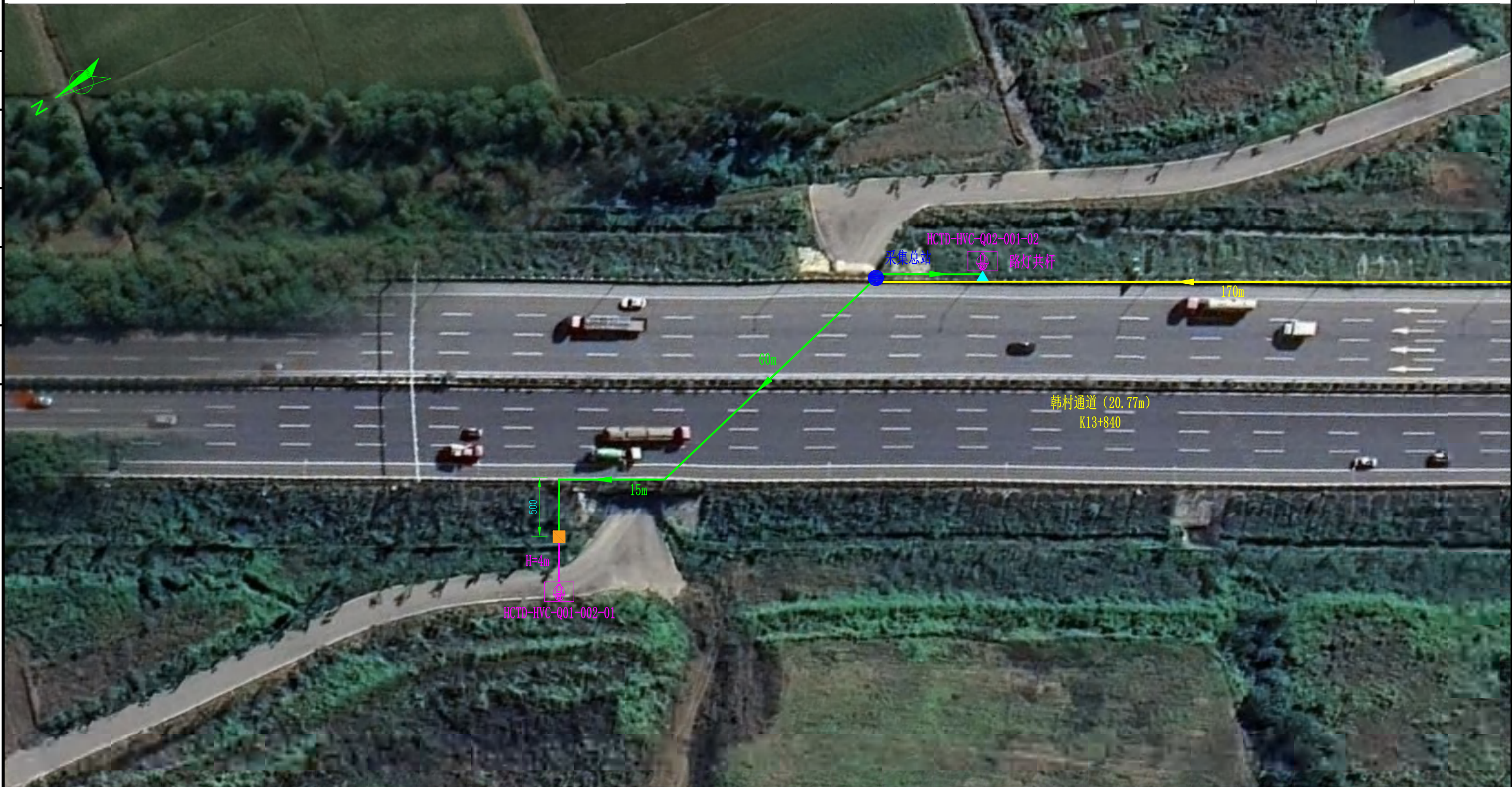


- 注：
1.  表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3.  为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近利用路网监控取电， 为取电点。
 5.  表示电力线缆路由， 为数据采集站。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

复核

设计



- 注：
1.  表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3.  为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近采用路网监控专线， 为专线接入点， 为数据收集站。
 5.  表示光纤， 表示网线。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

					第 1 页		共 1 页	
审核								
复核								
设计								
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	视频监控	高清摄像机	/	台	2		
2			安装支架	配套定制	个	2		
3			安装立柱	6m	个	1		
4			安装立柱	4m	个	1		
5			道路摄像机杆件基础	C25+直径12HRB400+直径8HPB235	个	2		
6		配套支持设备	远程开关	/	个	1		
7			工业环网交换机	2光8电	台	1		
8			工业4G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			工业级光模块	单模双纤20km	个	2		
13			挂壁机柜	/	台	1		
14	监测管线工程	管线及保护	电力线缆	YJV22 3x4铠装	米	312		
15			电力线缆防护	硅芯管保护	米	312		
16			通信线缆	8芯光缆	米	312		
17			通信线缆	超5类网线	米	84		
18			通信线缆防护	信号线、网线等横纵向防护	米	60		
19			安装辅材	支架、骑马卡等	项	1		
20	系统集成调试	监测设备通信联调	/	/	项	1		
21		监测设备防雷测试	/	/	项	1		
22		场端系统现场功能测试	/	断电重启、设备自诊断等	项	1		
23		监测平台桥梁监测运维	/	试运营维护	项	1		
24	系统运维	系统运营维护及数据分析	/	/	年	2		
25	各级平台联网	结构模型计算分析	/	/	项	1		
26		监测平台桥梁入库配置	/	/	项	1		
27		报警阈值及特征值分析配置	/	/	项	1		
28		连通性测试	/	/	项	1		
29	临时设施	交通组织	/	/	项	1		
30		车辆使用	/	桥检车、登高车、防撞车等	项	1		

南京市公路事业发展中心	2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目	八府通道 工程量清单	比例：	图号	中交远洲交通科技集团有限公司
			日期：2026年07月	SI-12-01	

						第 1 页	共 1 页																	
审核																								
复核																								
设计																								
设备布设表 <table><tr><th colspan="2">监测类别</th><th>监测内容</th><th>主要仪器设备</th><th>序号</th><th>测点编号</th><th>位置</th></tr><tr><td rowspan="2">一</td><td rowspan="2">其他</td><td rowspan="2">视频监控</td><td rowspan="2">高清摄像机</td><td>1</td><td>BFTD-HVC-Q01-002-01</td><td>右幅0#台西侧5m处</td></tr><tr><td>2</td><td>BFTD-HVC-Q02-001-02</td><td>左幅1#台东侧1m处</td></tr></table>								监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置	一	其他	视频监控	高清摄像机	1	BFTD-HVC-Q01-002-01	右幅0#台西侧5m处	2	BFTD-HVC-Q02-001-02	左幅1#台东侧1m处
监测类别		监测内容	主要仪器设备	序号	测点编号	位置																		
一	其他	视频监控	高清摄像机	1	BFTD-HVC-Q01-002-01	右幅0#台西侧5m处																		
				2	BFTD-HVC-Q02-001-02	左幅1#台东侧1m处																		
南京市公路事业发展中心		2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目		八府通道 设备布设表		比例： 日期：2026年07月	图号 SI-12-02	中交远洲交通科技集团有限公司																

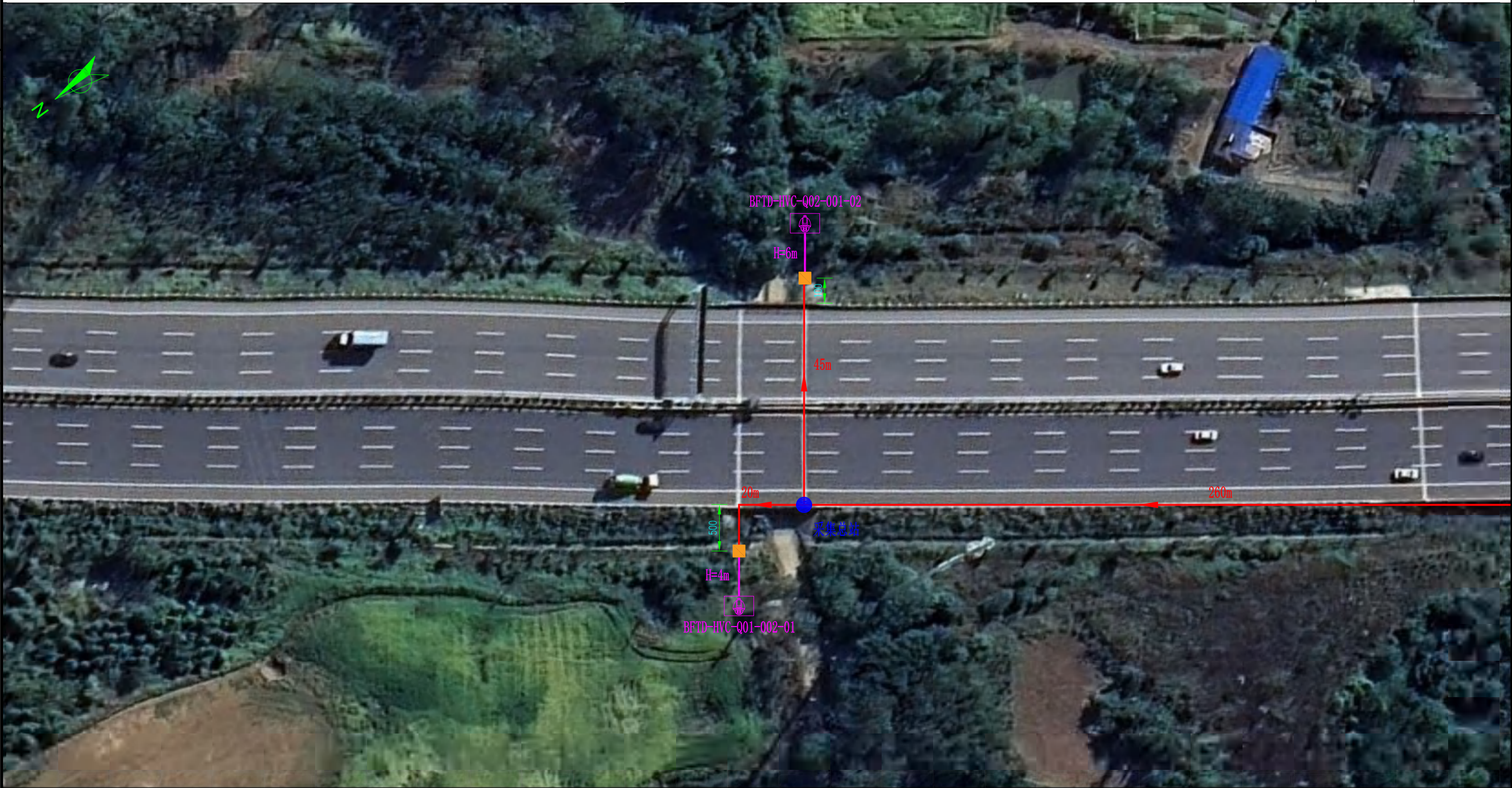




审核

复核

设计

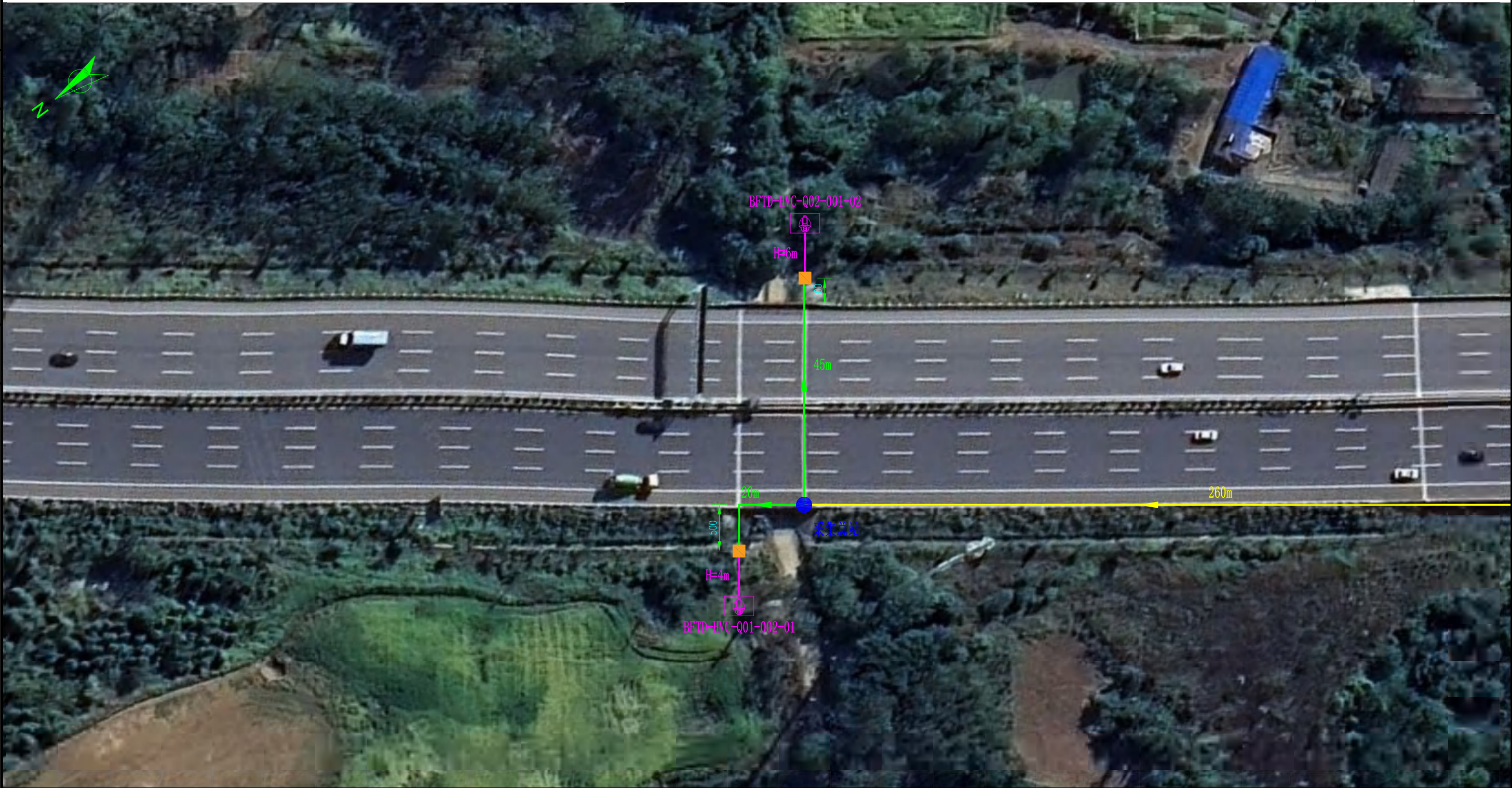


- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近利用路网监控取电， 为取电点。
 5. 表示电力线缆路由， 为数据采集站。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

复核

设计



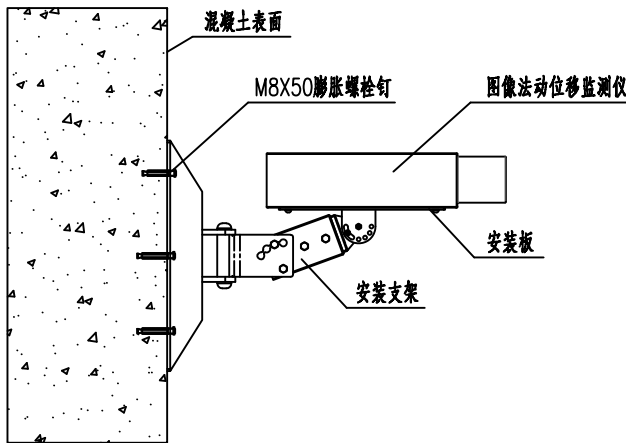
- 注：
1. 表示视频监控测点，测点处布置高清视频球机。
 2. 桥面摄像机应覆盖桥面空间范围，桥下摄像机应覆盖下穿通道入口范围。
 3. 为路面立杆基础， 为挂壁或共杆安装，具体位置根据现场情况适当调整。
 4. 摄像机就近采用路网监控专线， 为专线接入点， 为数据采集站。
 5. 表示光纤， 表示网线。
 6. 图中单位尺寸均以cm计。

审核

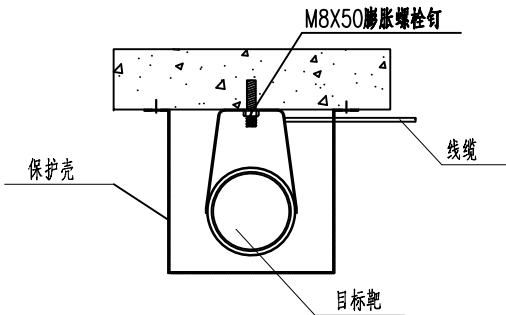
复核

设计

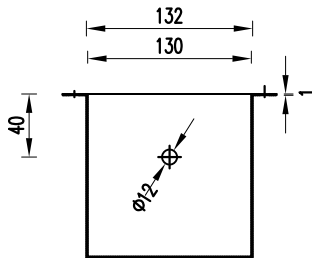
图像法动位移监测仪安装示意图



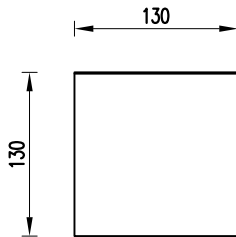
目标靶安装示意图



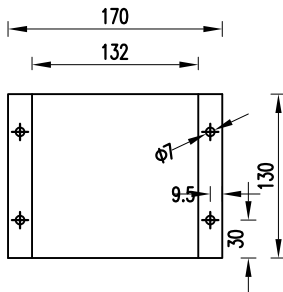
目标靶保护壳正面图



目标靶保护壳侧面图



目标靶保护壳平面图

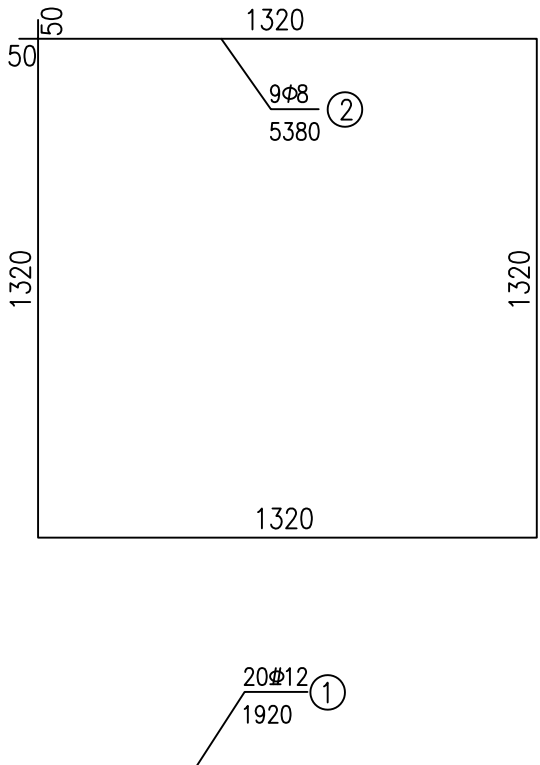
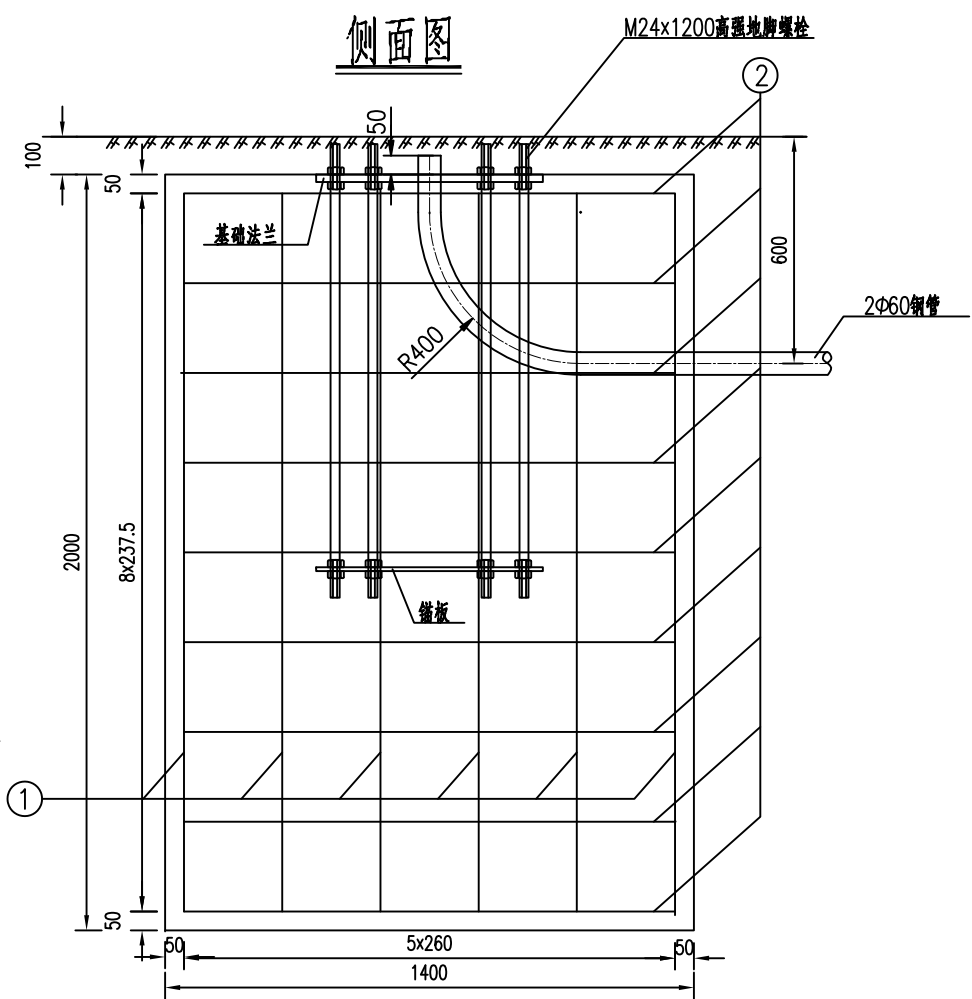
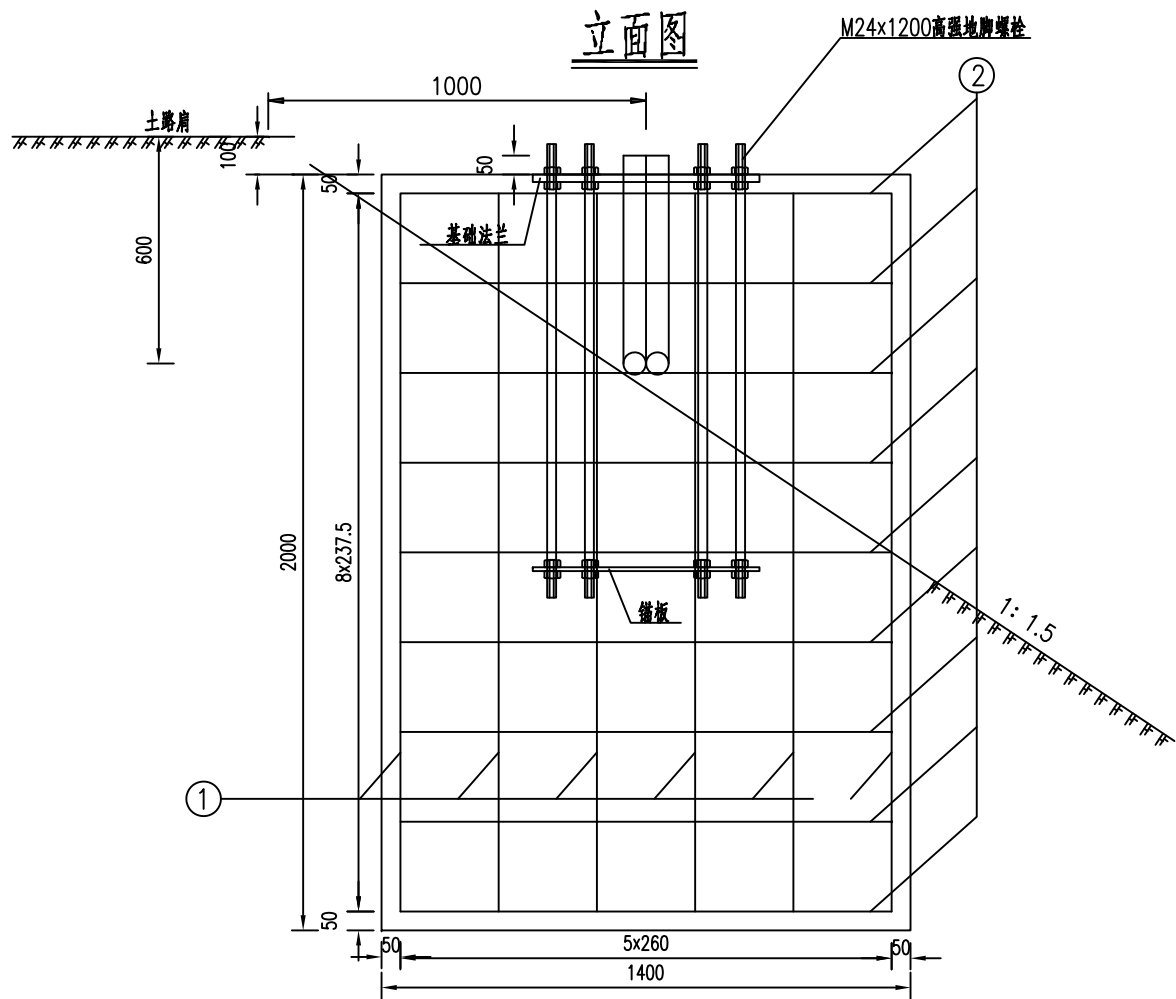


- 注：
- 1.主梁挠度监测安装时目标靶靶心应对向图像法动位移监测仪，并确保测试数据有效；
 - 2.动挠度传感器观测范围可通过专用支架上万向节调整方向，确定观测范围后紧固；
 - 3.各加工件加工完成后需磨光处理。
 - 4.保护罩采用1mm厚不锈钢板折弯制作。

审核

复核

设计



钢筋明细表

序号	直径 (mm)	每根长度 (mm)	根数	总长度 (m)	单位重 (kg)	总重 (kg)
1	Φ12	1920	20	38.4	0.888	34.1
2	Φ8	5380	9	48.42	0.395	19.1
C25混凝土3.92m³ 钢筋53.23kg 绑扎铁丝0.54kg						

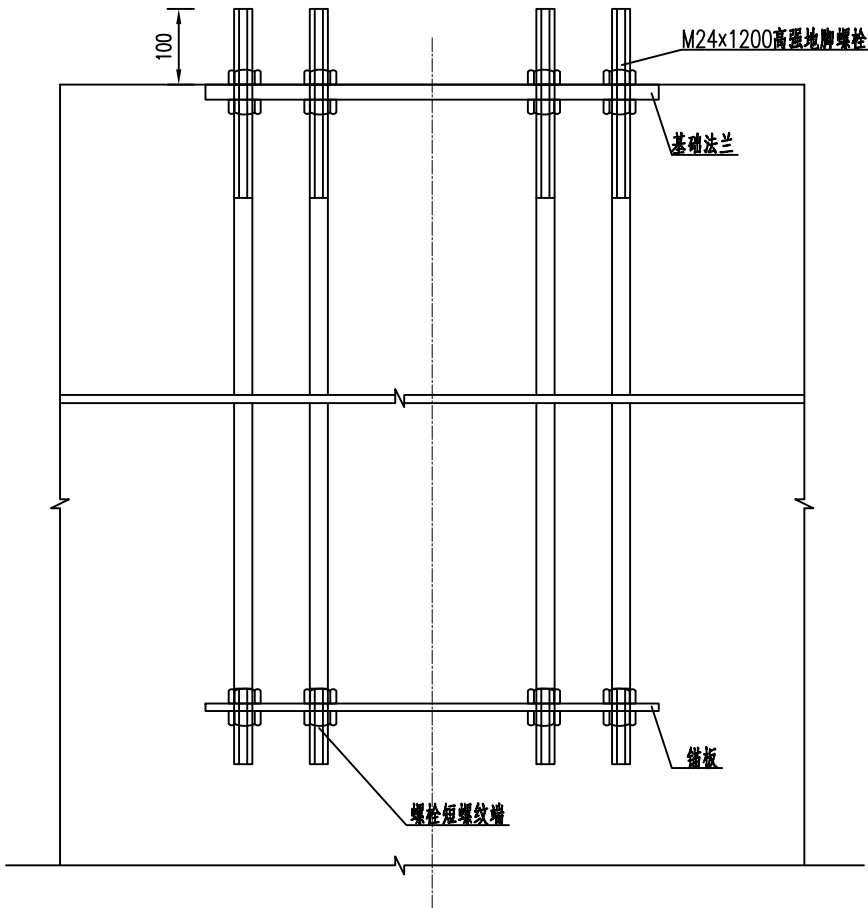
注：
1.图中尺寸均以毫米计。
2.基础内预埋钢管露出基础表面50毫米。

审核

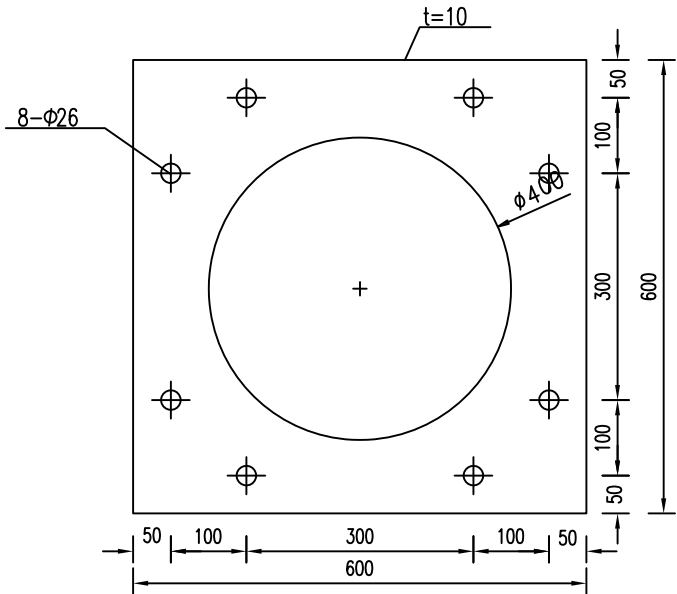
复核

设计

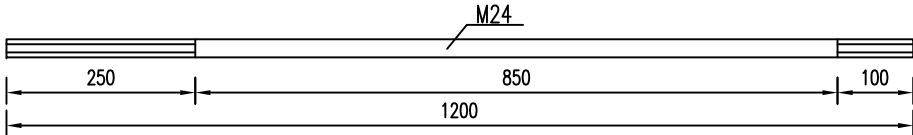
基础预埋件连接大样图



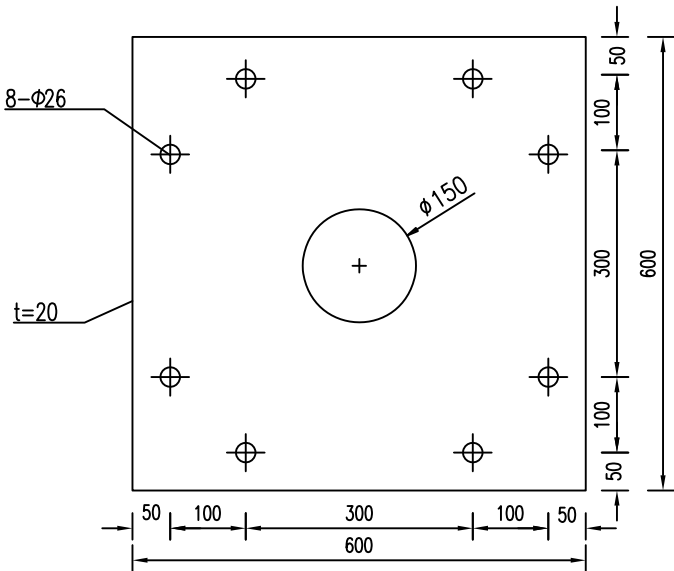
锚板大样图



螺栓大样图



基础法兰大样图

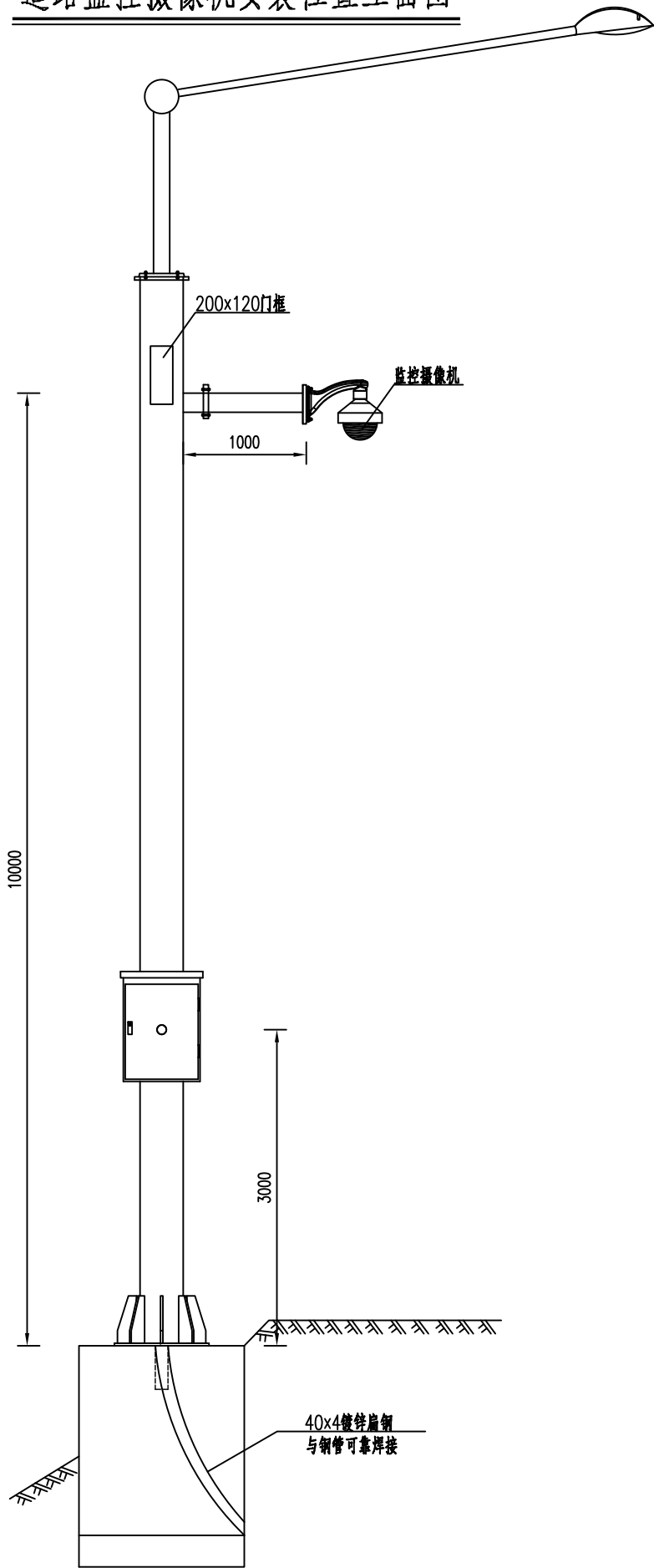


工程数量表

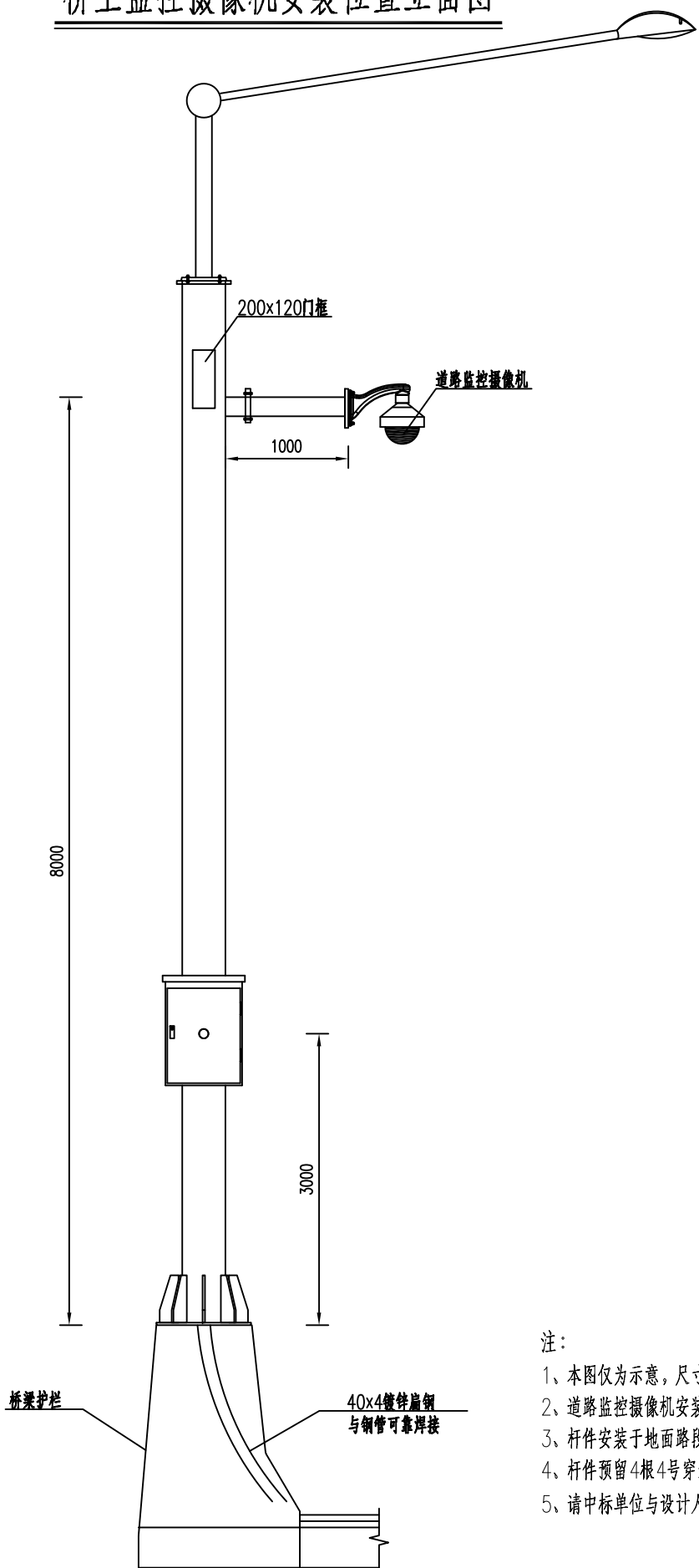
序号	材料名称	规格(mm)	单位	数量	备注
1	混凝土	C25	m ³	3.92	
2	钢筋		kg	53.23	
3	绑扎铁丝		kg	0.54	
4	基础法兰	600x600x20	块	1	
5	锚板	600x600x10	块	1	
6	高强地脚螺栓	M24x1200	套	8	包括螺母
7	热浸镀锌钢管	Φ60x3.0	m	3	

注：
1.图中尺寸均以毫米计。
2.图中钢材除注明外，其余均为Q235钢，且均应做热浸镀锌防腐处理，镀锌量为350g/m²。
3.浇筑混凝土时，应分两次进行，第一次浇筑到锚板以上20厘米左右，待混凝土凝固后，去掉浮渣，对预埋螺栓进行精确校正后，再浇筑剩余部分的混凝土，以确保螺栓位置正确、垂直，基础表面平整。
4.高强地脚螺栓采用45号钢，每根螺栓配5个螺母，一个垫片。

道路监控摄像机安装位置立面图



桥上监控摄像机安装位置立面图



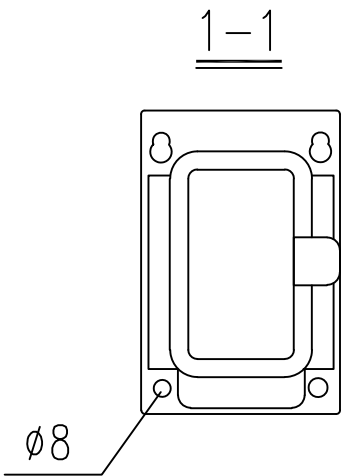
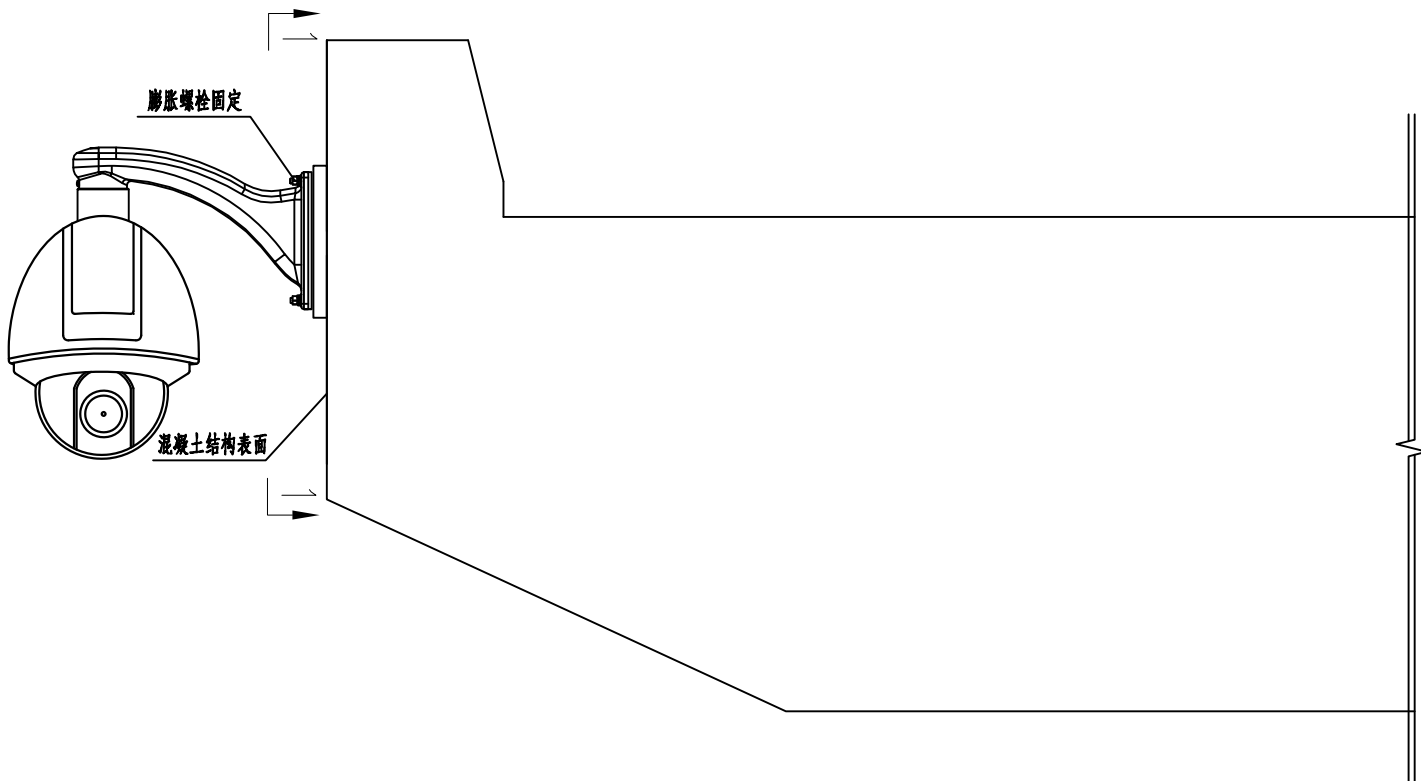
- 注：
- 1、本图仅为示意，尺寸以毫米计；
 - 2、道路监控摄像机安装高度不低于10米，具体由施工单位根据现场情况调整。
 - 3、杆件安装于地面路段。
 - 4、杆件预留4根4号穿线丝。
 - 5、请中标单位与设计人员对接后生产。

审核

复核

设计

桥下高清摄像机安装示意图



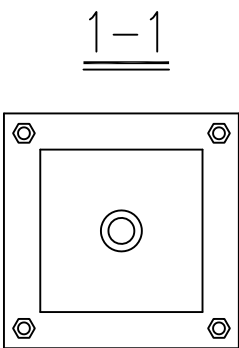
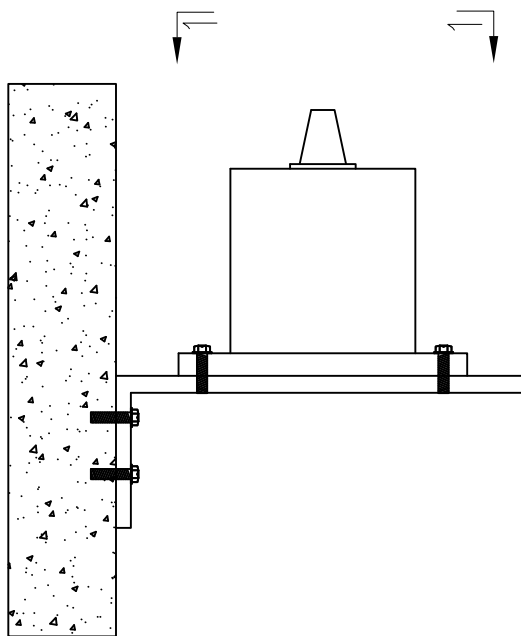
注：
1.图中尺寸均以毫米计。

审核

复核

设计

桥梁简易感知报警装置安装示意图



注：
1. 简易感知报警设备用螺栓固定在结构物上。

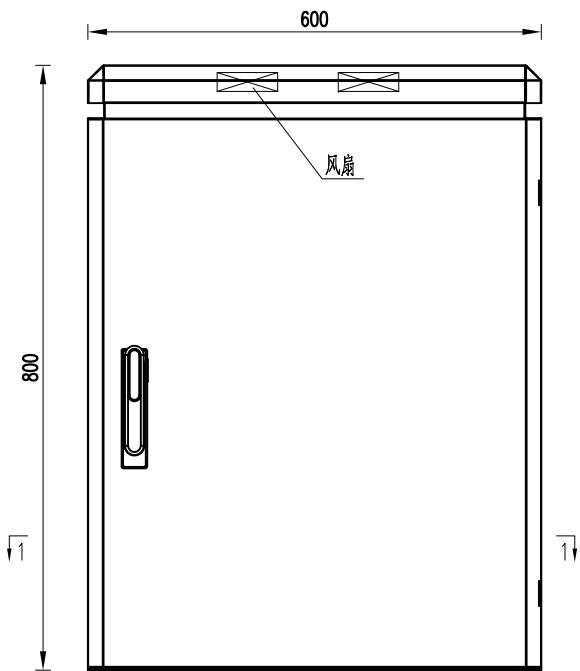
		第 2 页		共 2 页					
审核									
复核									
设计									
		安装方法： 1. 测量安装位置进行标记，尽可能选取在护栏边缘处，要求安装位置不影响行车，且不易被破坏。 2. 在安装位置开槽，开槽尺寸10mmX50mm，开槽深度10mm。 3. 温度传感器在槽内使用骑马卡固定。 4. 传感器安装后使用环氧树脂进行回填，确保不渗水，不影响美观。 5. 安装完成后及时测量检验。 6. 传感器信号线缆接头部位需要焊接，使用热缩管保护，接线部位收纳在线管或桥架内。 7. 传感器信号线缆在路面使用地面线槽进行保护，沿护栏处走线进机柜。 8. 传感器检验后，在线缆端部挂传感器铭牌,便于后期维修更换。							
南京市公路事业发展中心	2026年宁马高速公路桥梁结构健康监测设计项目	电阻式温度计安装大样图	比例：	图号	中交远洲交通科技集团有限公司				
			日期：2026年07月	SI-19					

审核

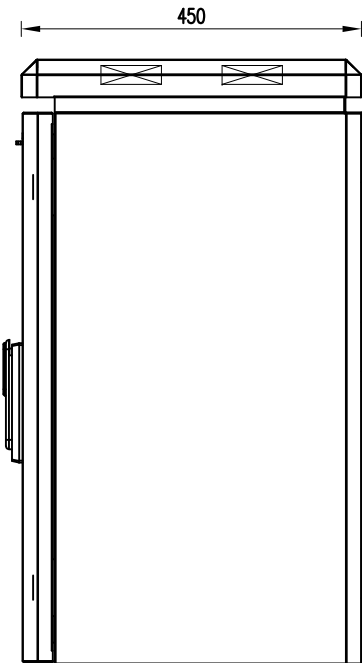
复核

设计

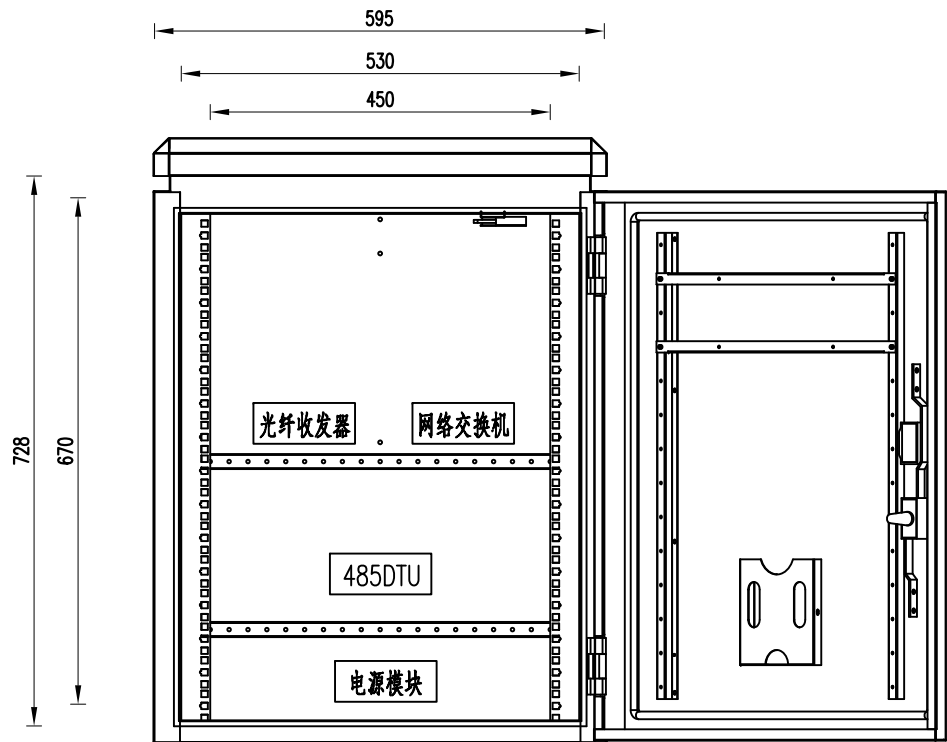
机柜正面图



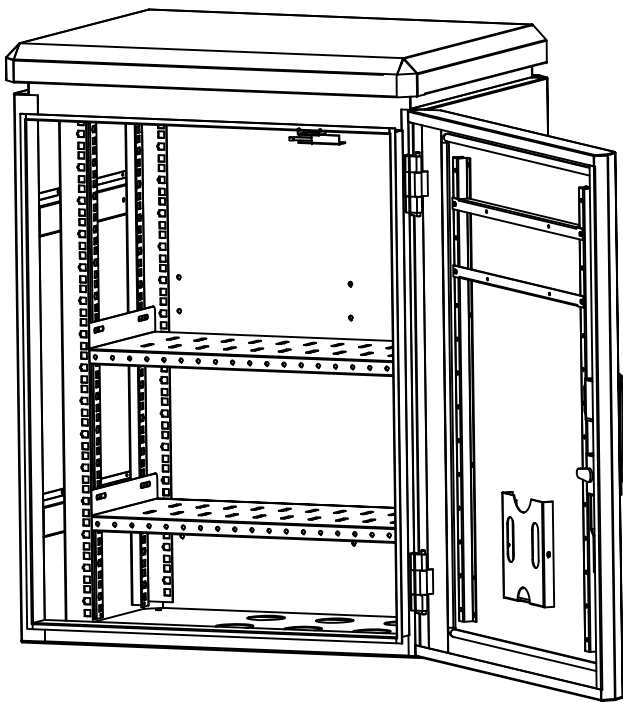
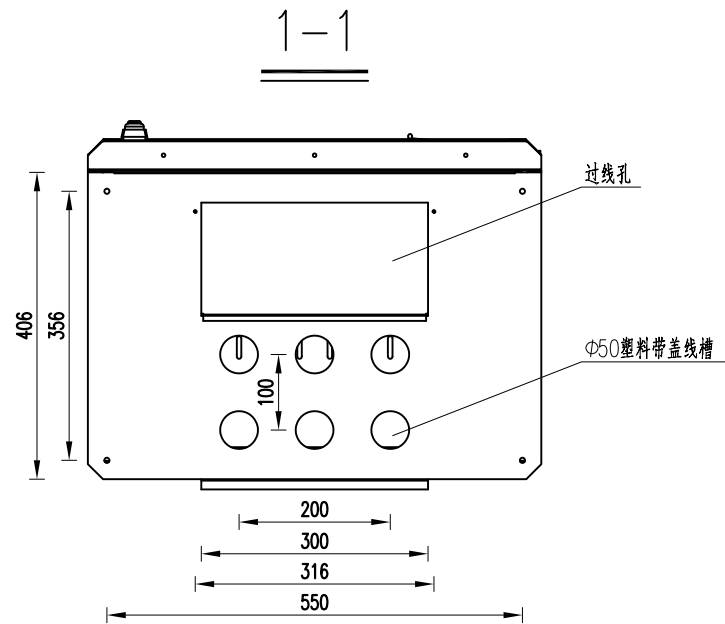
机柜侧面图



内部构造图



机柜三视图

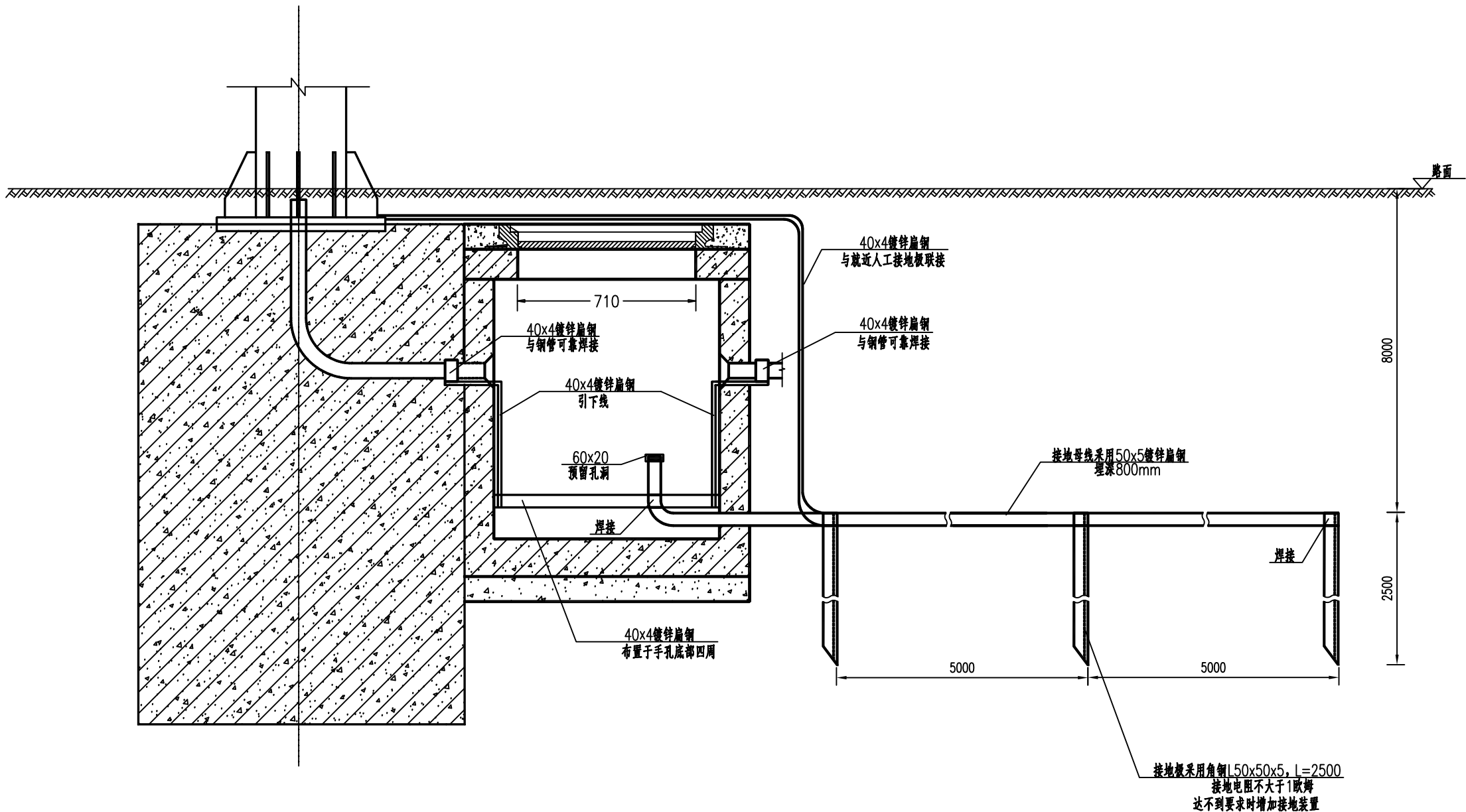


- 注：
- 1. 本图机柜适用于数据采集子站布置。
 - 2. 图中尺寸均以毫米计。
 - 3. 图示配备2块层板，可根据现场需求增设层板数量。

审核

复核

设计



一处接地工程(材料)数量表

序号	材料名称	规格型号	单位	数量	备注
1	镀锌角钢	L50x50x5	m	12.5	接地极
2	镀锌扁钢	40x4	m	8	
3	镀锌扁钢	50x5	m	25	接地引线
4	接线端子	200x50x5铜条	个	1	

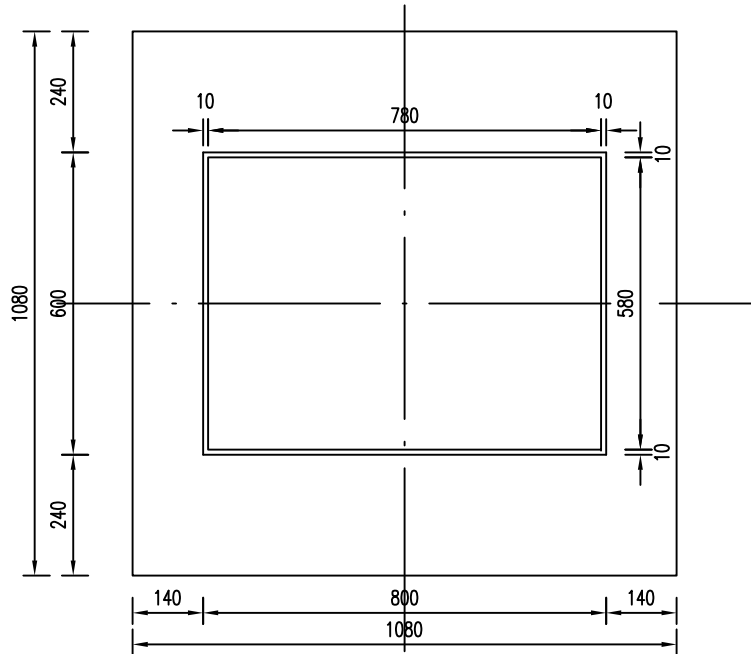
- 注：
- 1.本图尺寸均以毫米计。
 - 2.所有接地装置的各金属构件应热镀锌，焊接作防腐处理。
 - 3.图中手孔接地仅为示意。
 - 4.本图适用于外场设备安装构件的接地，其联合接地电阻不大于1欧姆。
 - 5.本图仅为示意，布设位置及数量可根据现场实际情况调整。
 - 6.若实际接地极数量与图中不符时，应相应调整数量表中的数量。

审核

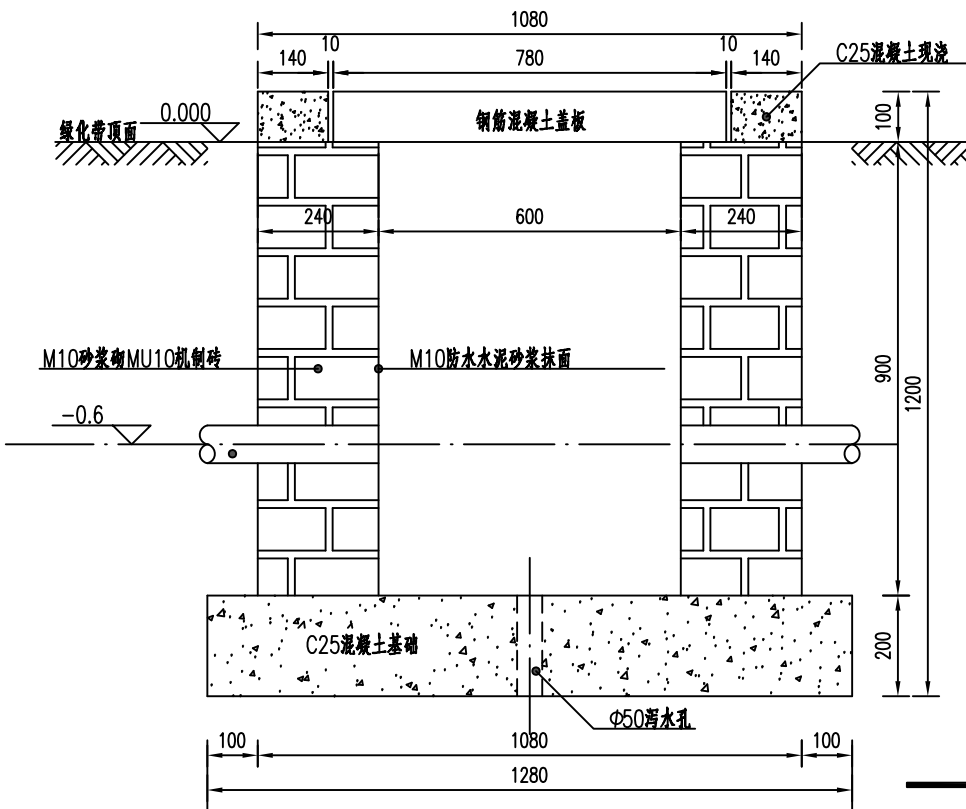
复核

设计

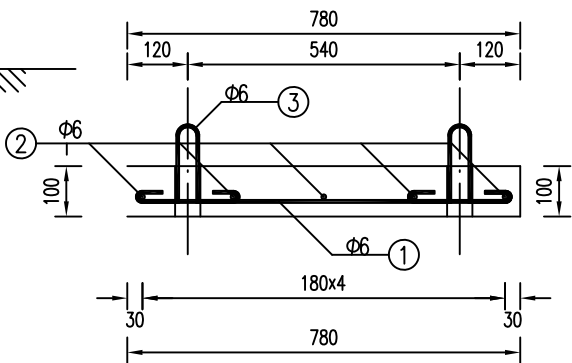
手井盖平面图



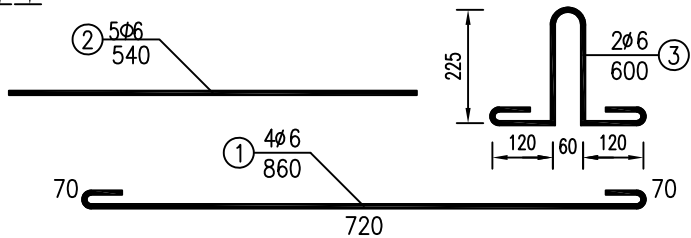
手井立面



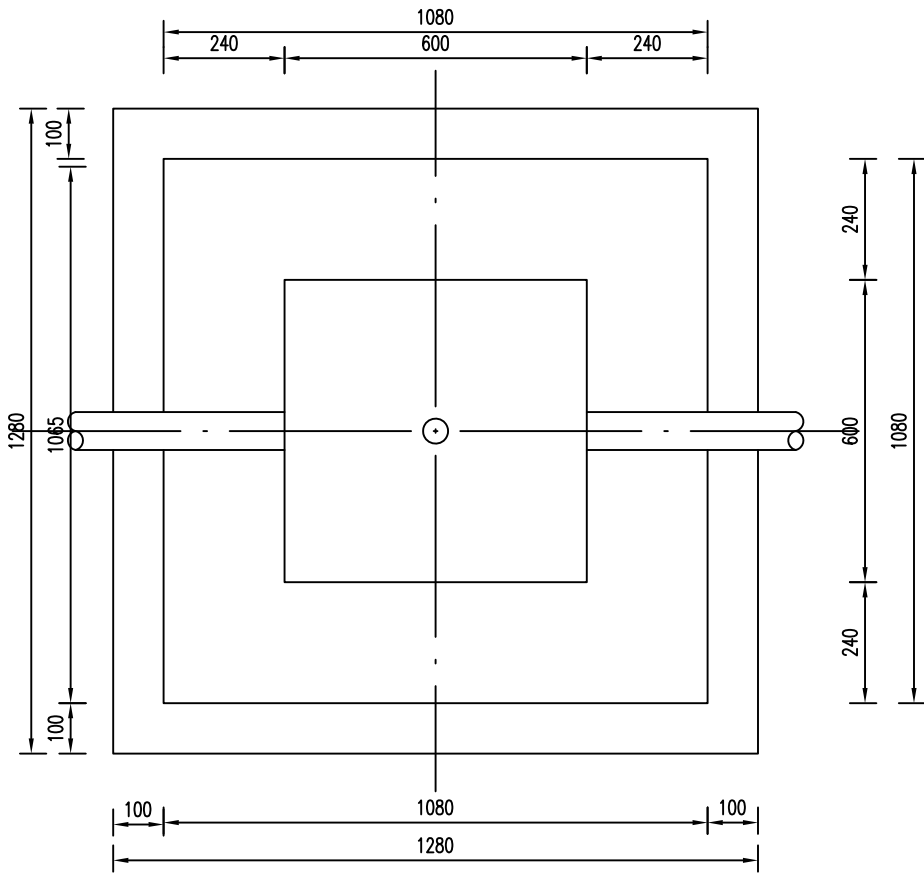
井盖钢筋侧面



井盖钢筋大样



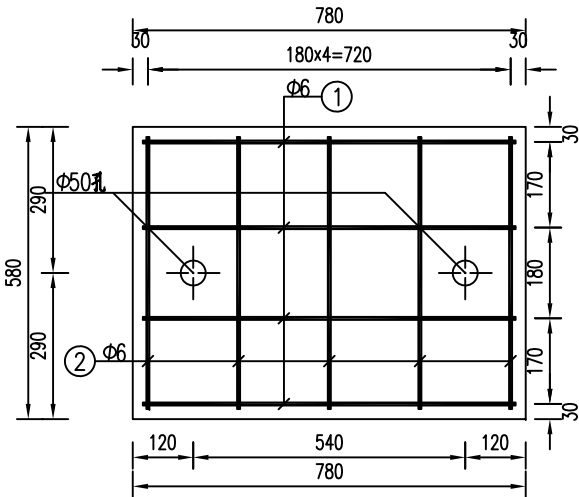
手井盖平面图



一座手孔井材料明细表

材料名称		单位	数量	
井盖	现浇C25混凝土	m ³	0.069	
	C25混凝土盖板	m ³	0.045	
	钢筋	①	m	3.44
		②	m	2.7
		③	m	1.2
井身	MU10机制砖	m ³	1.15	
	2厘米M10砂浆抹面	m ³	2.16	
C25混凝土基础		m ³	0.328	

井盖钢筋平面



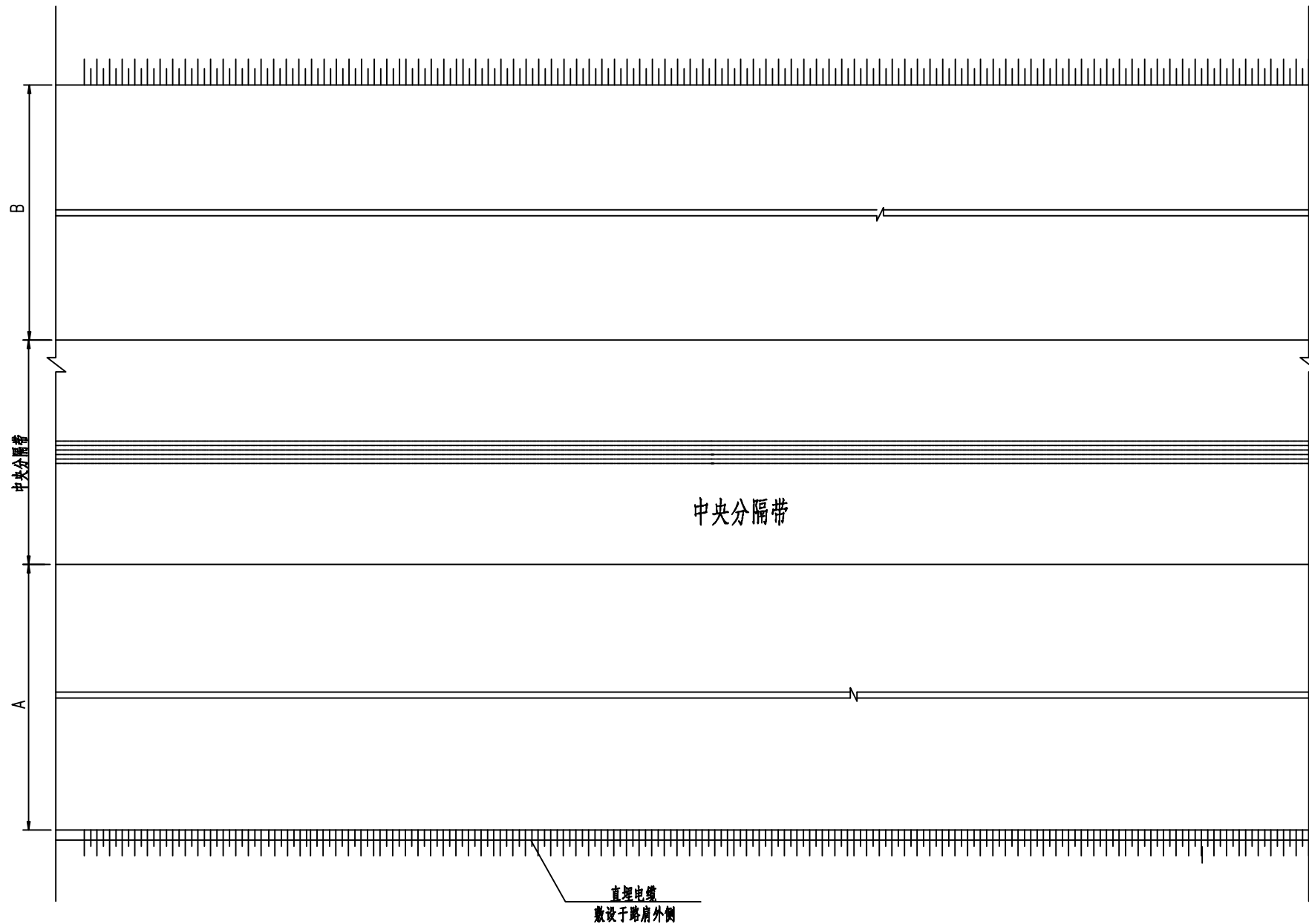
注：
1.本图尺寸均以毫米计。
2.盖板钢筋保护层厚度不小于3cm。

审核

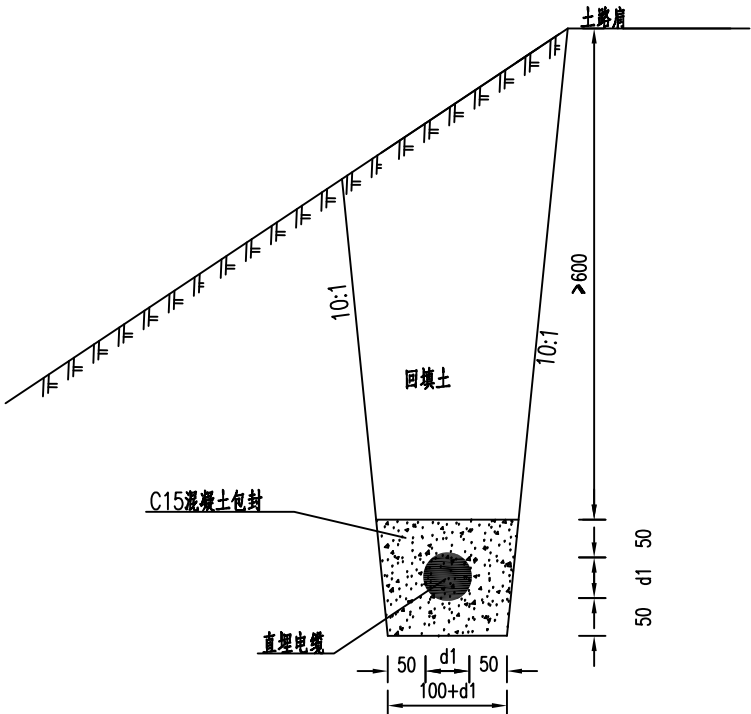
复核

设计

直埋电缆敷设平面布置图



直埋电缆敷设断面图



注：

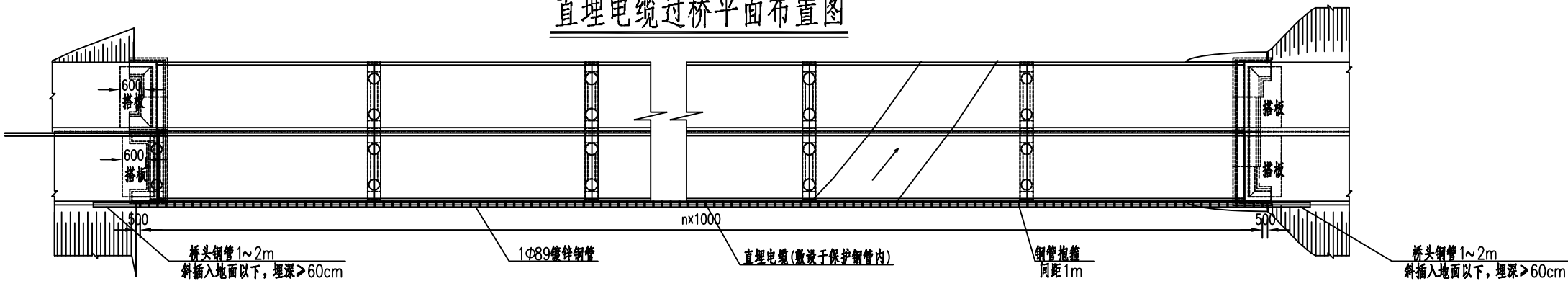
1. 本图尺寸均以毫米计。
2. 直埋电缆敷设时需采用C15混凝土包封，包封层厚度不小于5cm，埋深不小于60cm。电缆敷设时弯曲半径不得小于15倍线缆外径。
3. 施工时，应注意直埋电缆与现有光缆间需保持0.5m以上距离。

审核

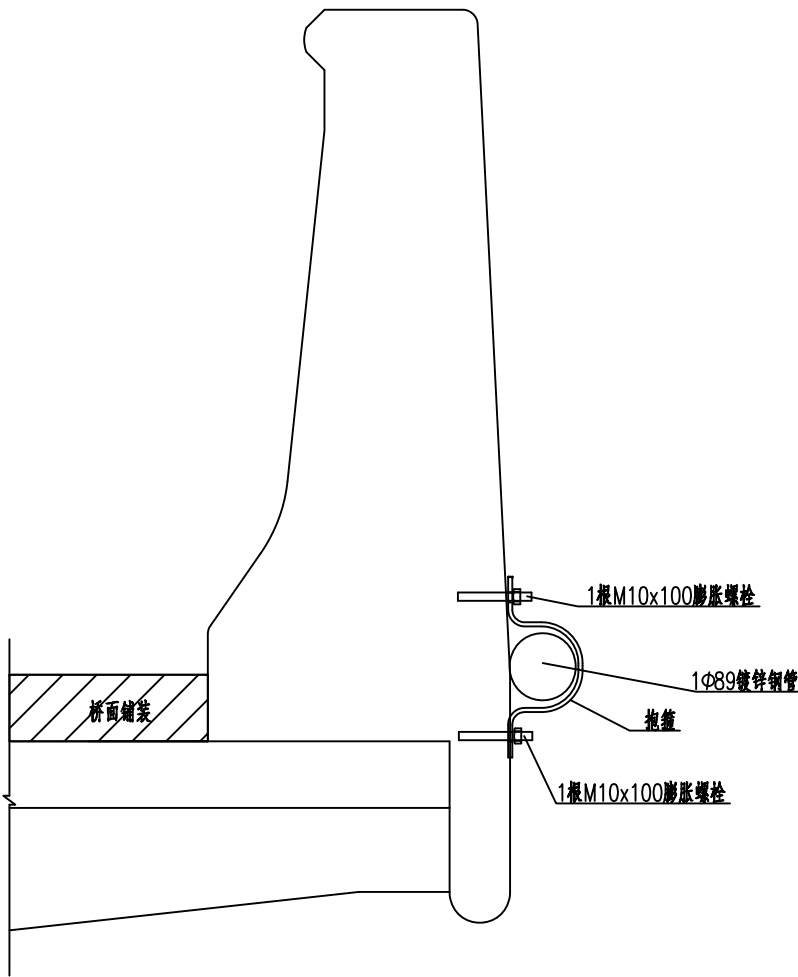
复核

设计

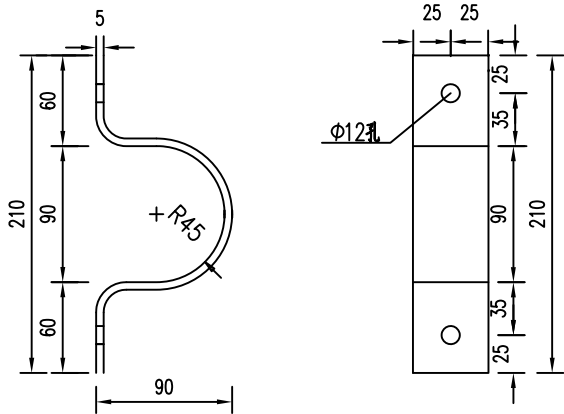
直埋电缆过桥平面布置图



管道过混凝土护栏桥梁布置图



钢管抱箍大样图



一处抱箍材料数量表

材料名称	规格(mm)	单位	数量
镀锌角钢	50x5	m	0.48
膨胀螺栓	M10x100	套	2

- 注：
- 1.本图尺寸均以毫米计。
 - 2.本图适用于管道从桥侧过桥时的情况。
 - 3.本图抱箍适用于1根直埋电缆横穿主线的情况，管道采用1φ89钢管保护通过。其他类型钢管籍可参照本图施工。
 - 4.抱箍采用膨胀螺栓固定在桥梁护栏外侧，抱箍采用热浸锌防腐，间距为1米。
 - 5.本图桥梁及护栏结构仅为示意，具体以主体结构设计为准。