

2026 年昌平区 G6 辅路（K50+000-K53+870）

健康工程

施工招标文件

工程编号：2025-145S

第三册 桥梁工程（共四册）

北京市市政专业设计院股份公司

设计证书编号：A111004201

出图日期：2026.07

2026 年昌平区 G6 辅路（K50+000-K53+870）

健康工程

施工招标文件

批 准 人：	<u>刘 勇</u>	（董事长/正高级工程师）
技 术 负 责 人：	<u>郭明洋</u>	（总工程师/正高级工程师）
项 目 总 负 责 人：	<u>王景泽</u>	（工程师）
审 定 人：	<u>郭明洋</u>	（正高级工程师）

2026 年昌平区 G6 辅路（K50+000-K53+870）

健康工程

施工招标文件

道路专业负责人：王景泽
交通安全设施专业负责人：梁 燕
桥梁专业负责人：王晓涛

排水专业负责人：王 青
绿化景观专业负责人：杨 帅
概预算专业负责人：尹国军

目 录

项目名称:2026年昌平区G6辅路（K50+000-K53+870）健康工程-桥梁工程 施工图设计

第 1 页 共 1 页

[illegible][illegible]

2026 年昌平区 G6 辅路（居庸关-区界）健康工程

桥梁工程

施工图设计说明书

1 概述

1.1 工程背景

1.1.1 建设单位

北京市交通委员会昌平公路分局。

1.1.2 项目概况

G6 辅路，南起西三旗桥，北至区界，全长约 40km。行政等级为市级公路，技术等级为一级公路、二级公路、三级公路，编号为 S216。

本次设计起点为 K50+000，设计终点为 K53+870，全长共 3.87km，其中公路段约 3.5km，景区段约 0.37km，全线技术等级为三级公路，设计速度 30km/h（受限路段 20km/h）



图 1-1 项目位置示意图

1.1.3 建设必要性

G6 辅路（居庸关-区界）始建于 1956 年，在 1989 年加宽改造，后分别于 03 年、05 年、10 年进行了三次大修工程。至今运行已达 16 年，路况开始衰减。

G6 辅路（K50+000-K53+870）路段是居庸关与八达岭景区的关键交通纽带，其维修养护能显著提升景区通行效率、优化游客出行体验，既强化两景区联动协同，也为景区安全运营筑牢交通保障，助力区域旅游高品质发展。同时也是昌平、延庆沿线地区通勤的重要道路。

1.2 工作概况

1.2.1 设计原则

（1）坚持“规划引领、安全优先、病害根治、交通适配、绿色低碳、便民利民、融合发展、经济合理、精准施策”原则，统筹功能完善与成本控制、品质提升与资源集约，实现健康工程经济、社会、生态效益统一。

（2）以道路线性空间改造为牵引，与花园城市、智慧城市、韧性城市、清洁城市建设一体化推进，实现道路技术状况、通行能力、安全韧性、智慧交通、路域风貌等整体提升。

（3）路面养护设计遵循“分段设计、分类处理、合理实施”的基本要求。

（4）路面养护设计方案考虑路况、结构、材料、施工、荷载、环境、经济、安全等方面因素，综合比选，合理确定。

（5）设计实行“动态设计”，设计单位及时跟踪公路病害发展情况，根据需求进行变更设计。

（6）针对设计单元开展针对性病害诊断，提出精细化养护对策。

（7）合理利用既有路面结构，积极采用路面材料循环利用及节能环保的养护技术。

1.2.2 设计依据

（1）北京市交通委员会昌平公路分局设计合同及相关指示性意见。

（2）北京市交通委员会关于印发《北京市 2026 年普通公路健康工程设计要点》的通知，2026 年 3 月 10 日。

（3）实测 1:1000 地形图。

（4）公路技术状况检测评定报告、道路实测弯沉报告及取芯结果。

（5）昌平公路分局提供交通量数据。

（6）昌平公路分局提供旧路档案资料。

（7）交通部及建设部颁布设计规范

《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；

《公路技术状况评定标准》（JTG 5210-2018）；

《公路沥青路面养护设计规范》（JTG 5421-2018）；

《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2017）；

《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）；

《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521-2019）；

《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）；

《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）；

《公路沥青路面设计规范》(JTJ D50-2017)；

《公路排水设计规范》（JTG/T D33-2012）；

《公路涵洞设计规范》（JTG/T 3365-02-2020）；

《公路技术状况评定标准》(JTG 5210-2018)；

《公路养护技术标准》（JTG 5110-2023）；

《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521-2019）；

《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142-2019)；

《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2023）；

《公路路面基层施工技术细则》（JTG/T F20-2015）；

《公路土工合成材料应用技术规范》（JTG/T D32-2012）；

《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG 5220-2020）；

《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）；

《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81-2017）；

《公路交通安全设施设计细则》（JTG/T D81—2017）；

《占道作业交通安全设施设置技术要求》（DB11/T 854-2023）；

《温拌沥青路面施工技术规程》（DB11/T 939-2025）；

《沥青路面抗车辙技术规范》（DB11/T 1373-2016）；

《公路沥青路面修复养护设计指南》（BJJT/ 0057—2020）；

《沥青路面预防养护技术指南》（BJJT/ 0056-2020）

《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）；

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）；

《城市桥梁工程施工与质量验收规范》（CJJ 2-2008）；

《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T 5431-2025）；

《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T 5531-2025）；

《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）；

《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）；

《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21-2011）；

《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1-2017) ；

《公路桥涵施工技术规范》（JTJ/T 3650—2020）；

《建筑结构加固工程施工质量验收规范》（GB50550-2010）；

《钢结构设计规范》(GB 50017—2017) ；

《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2023）；

《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1-2017)。

1.2.3 设计标准

- （1）道路等级：三级公路；
- （2）设计速度：30km/h（受限路段 20km/h）；
- （3）路面设计标准轴载：BZZ-100；
- （4）养护设计年限：12 年。

1.2.4 设计内容

本项目健康工程设计内容包括公路养护设计、景观融合提升设计、部门协同融合设计等，其中：公路养护设计包括道路工程、交通工程、排水工程、桥梁工程、绿化工程等。

1.2.5 研究过程

2026 年 3 月 5 日，与昌平区南口镇及居庸关景区进行走访工作；

2026 年 4 月 1 日，昌平公路分局组织召开专题技委会；

1.2.6 专家评审意见及执行情况

施工图方案评审会专家意见及执行情况如下：

- 1、结合病害成因分析，优化路面结构设计比选方案。

回复：对路面病害进行进一步调查核实，对路面结构比选方案进行优化。结合路况检测数据，弯沉检测数据，现场调查及取芯等综合分析，推荐方案为病害处理后采用 4cmWAC-13 薄层罩面，比选方案参考专家意见采用 4cm SMA-13 薄层罩面方案。

2、深化桥梁专项设计，结合使用功能要求和基础条件完善防撞护栏方案。

回复：同意专家意见，深化桥梁专项设计，原桥面铺装沥青铺装层为 4cmAC-13 沥青混凝土 +5cmAC-16 沥青混凝土，桥头未设置伸缩缝；本次桥梁面层处置措施与道路一致，铣刨 4cm 上面层，回铺温拌细粒式沥青混凝土 WAC-13C 4cm；经调查四桥子桥、居庸关桥，原桥护栏采用的人行道护栏，无防撞等级，目前 G6 辅路为三级公路，作为旅游线路，车流量较大，采用人行道栏杆，安全隐患较大；根据《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81-2017）相关要求，建议更换护栏，核查现场条件，具备增设护栏条件，经理论计算采用植筋埋设法兰盘方案满足防撞要求。

3、加强景区路段人行、排水、公交站、景观等专项设计。

回复：对景区路段的人车动线进行梳理后，在 2、4 号停车场出入口前设置人行过街，并在人行过街前后增设人行过街预告标牌。通过对景区段整体排水系统的梳理，明确积水点位，并对积水点进行专项处理措施，在 K50+020 处点位结合人行步道拓宽改造，使路面水通过道路纵坡排放至 K50+000 前盖板沟内收水；在 K50+250 积水点位，在道路西侧新建联排雨水口收水，通过改建后的八算雨水口排至景区内部排水系统。针对道路东侧用地，新建行人通行小道，新增绿篱条带，防止行人随意穿行，补植绿化景观，本次道路风貌进行提升。经调查，景区段范围无公交站台，道路沿线共设置有 2 处公交车站，公交站均为路侧停靠式。

2026 年昌平区 G6 辅路(K50+000-K53+870) 健康工程初步设计方案评审意见

2026 年 4 月 29 日，北京市公路事业发展中心组织召开“2026 年昌平区 G6 辅路 (K50+000-K53+870) 健康工程初步设计方案”专家评审会，委公路管理处，昌平公路分局及华设设计集团股份有限公司参加。会上听取了北京市市政专业设计院股份公司的汇报，经讨论，形成意见如下：

一、原则同意昌平区 G6 辅路健康工程初步设计方案。

二、建议：

1. 结合病害成因分析，优化路面结构设计比选方案；
2. 深化桥梁专项设计，结合使用功能要求和基础条件完善防撞护栏方案；
3. 加强景区路段人行、排水、公交站、景观等专项设计。

专家（签字）： 王明昭

2026 年 4 月 29 日

1.3 主要结论

G6 辅路（居庸关-区界）是昌平区串联景区与乡村的核心通道，是居庸关等景区的重要交通支撑，也是连通沿线村落、保障村民日常出行的民生道路；同时承载着景区客流疏导、乡村对外联络的核心功能，更是助力乡村旅游发展、方便游客探访的关键纽带，在区域交通网中发挥着专属服务与连通支撑的作用。该路段以服务景区旅游交通和乡村通勤通行为主，无过境交通需求，属于服务型集散公路，服务针对性较强。交通组成以小客车、旅游包车为主，客流随旅游旺季呈现周期性波动，日常以村民通勤车辆为主。为优化景区旅游出行体验、保障乡村通行安全，延长道路使用寿命，亟需对该路段实施养护工程，全面提升道路通行品质与服务水平。

介绍主要设计成果，包括路况特点、病害原因诊断、推荐养护方案及养护工程投资情况等

2 基础资料收集

2.1 区域自然地理情况

2.1.1 自然条件

北京中心位于北纬 39 度 54 分，东经 116 度 23 分，位于华北平原西北边缘。北京与天津相邻，并与天津一起被河北省环绕。北京的西、北和东北，群山环绕，东南是向渤海倾斜的北京平原。北京平原的海拔高度在 20～60 米，山地一般海拔 1000～1500 米，与河北交界的东灵山海拔 2309 米，为北京市最高峰。境内贯穿五大河，主要是西部的拒马河、永定河，东部的温榆河、潮白河、沟河。北京的地势是西北高、东南低。

本项目全线位于北京市昌平区境内，昌平区位于北京市西北部，地理坐标为东经 115° 50′ 17″ ～116° 29′ 49″，北纬 40° 2′ 18″ ～40° 23′ 13″，总面积 1343.5 平方公里。

地形特征：西北高、东南低，呈缓坡倾斜，形成"三山两谷一平原"格局。

山地（占 59.2%）：西部为西山（太行山支脉），北部为军都山（燕山支脉）。山峰海拔一般 800-1000 米，最高峰高楼峰（流村镇）海拔 1439 米。西部山体陡峭，以石灰岩为主；北部山体浑圆，多花岗岩。

平原（占 40.8%）：东南部，海拔 30-100 米，最低点北七家镇鲁疃村（约 30 米）。由温榆河水系冲积、洪积扇联合形成，比降 1-2%。

2.1.2 地质条件

北京地区位于华北平原北部边缘。北部、西部为山区，属于燕山和太行山余脉，大地构造位置位于祁吕贺山字形构造东翼反射弧南翼，新华夏系第二沉降带与第三隆起带之间。活动断裂较为发育，其中北东向和北西向断裂是构成北京地区构造格局的两组主要断裂，控制着北京山区和平原第四纪的构造轮廓。北西向断裂活动幅度较大，对沉积物的分布有明显的控制作用。

北京地区的地质构造格局是新生代地壳构造运动形成，其特点是以断裂及其控制的断块活动为主要特征，新生代活动的断裂主要有北北东—北东向和北西—东西向两组，大部分为正断裂性质，并在不同程度上控制着新生代不同时期发育的断陷盆地。断裂分布多集中成带。

昌平区位于燕山、太行山结合部，受燕山运动影响，构造复杂，断裂发育。处于潮白河-蓟运河冲洪积扇，第四系厚度大。

主要断裂带：南口-孙河断裂、黄庄-高丽营断裂等，部分为活动断裂。

地层分布：

山区：太古代至新生代地层均有出露，以花岗岩、白云质灰岩和片麻岩为主。北部：大面积花岗岩，山体浑圆。西部：石灰岩为主，山体陡峭，多喀斯特地貌。

平原：主要为第四系松散沉积物，由砂、砾石、粘土等组成。

地质灾害：活动断裂、崩塌、滑坡、泥石流、不稳定斜坡和地面沉降（北七家一带较严重）。

2.1.3 水文条件

北京市境有大小河流 200 多条，其中，主要河流有属于海河水系的永定河、潮白河、北运河、拒马河和属于蓟运河水系的沟河。这些河流都发源于西北山地，它们在穿过崇山峻岭之后，流向东南，蜿蜒于平原之上。其中沟河、永定河分别经蓟运河、潮白新河、永定新河直接入海，拒马河、北运河都汇入海河注入渤海。

昌平区的河流水系：分属三大水系，以温榆河为主（占全区面积 93%）。北运河水系：温榆河（干流）、清河、南沙河、北沙河、东沙河、蔺沟等；永定河水系：老峪沟；潮白河水系：黑山寨沟。

水资源总量：5.6 亿立方米，其中地表水 3.4 亿立方米，地下水 2.2 亿立方米（2023 年数据）。主要河流特征：平原河道 28 条，总长 228 公里（常年有水 82 公里，无水 146 公里）；山区主要沟道 33 条，排水沟渠 35 条。主要水库：十三陵水库、桃峪口水库、沙河水库等 10 座，总库容约 1.07 亿立方米。

地下水特征：

第四系孔隙水主要赋存于温榆河冲洪积形成的砂及砂卵砾石中，分为四个含水层组。第一含水层(0-50m)：埋深 7-40m，受人类活动影响大。第二至四含水层组：埋深 35-40m，分布于不同区域。流向：总体由西北向东南。补给来源：大气降水（主要）、山区侧向径流、地表水体渗漏。水位变化：年变幅 2-3m，近年持续回升（已连续九年），较 2015 年增加 8.6 亿立方米储量。特殊水文区：高崖口-南口岩溶水分布区，赋存于蓟县系雾迷山组灰岩中。

水环境质量：

2024 年，优良水体比例首次达 100%，无劣 V 类水体。平原区地下水埋深 12.29 米（2025 年 8 月），较上年回升 3.92 米。

2.1.4 气候条件

北京的气候为典型的暖温带半湿润大陆性季风气候，春季干旱多风，夏季炎热多雨，秋季凉

爽湿润，冬季寒冷干燥。年平均气温 10～12oC，1 月-7～-4oC，7 月 25～26oC。极端最低-27.4oC，极端最高 42oC 以上。全年无霜期 180～200 天，西部山区较短。年平均降雨量 600 多毫米，为华北地区降雨最多的地区之一，山前迎风坡可达 700 毫米以上。降水季节分配很不均匀，全年降水的 75%集中在夏季，7、8 月常有暴雨。

昌平区的年平均温度在 9℃到 19℃之间，白天平均温度约为 19℃。昌平区每年有约 62 天的降雨，年降水量相对适中。天气情况：晴天约 203 天，多云 135 天，阴天 54 天，沙雾霾 27 天，雪天 3 天。极端温度：最高温度可达 39℃，最低温度可降至-15℃。

2.2 规划符合性调查

2.2.1 规划等级

根据昌平分区规划（国土空间规划）（2017 年—2035 年），G6 辅路本次设计范围规划等级为二级公路，未实现规划。

2.2.2 功能区规划定位

本项目在昌平分区规划（国土空间规划）（2017 年—2035 年）中，属于长城保护范围，整体处于长城文化带内。该区域属于长城文化带的核心区，是国家级风景名胜区和重要的旅游交通通道。该路段不仅是区域日常交通干道，更是连接北京城区与西北部（延庆、河北）的进出京大通道的一部分，且位于昌平区与延庆区的交界处（区界），具有明显的门户节点特征。

2.3 建养历史调查

经查阅历史档案，G6 辅路等级为市级公路，编号 S216。道路始建于 1956 年，在 1989 年整体加宽至 6m。2003 年及 2005 年分段进行大修，加铺下面层 AC-16C 中粒式沥青砼 5cm。2010 年整体大修后，形成现有结构。全线近 15 年主要以中小修、预养等道路养护工程为主。

综合以上建养历史的调查，G6 辅路（居庸关-区界）旧路结构如下：

上面层：中粒式沥青混凝土 AC-16	5cm
中面层：细粒式沥青混凝土 AC-13	4cm
下面层：中粒式沥青混凝土 AC-16	5cm
基层：石灰粉煤灰稳定碎石	16cm
底基层：旧路豁松掺灰处理	15cm
总厚度：	45cm

2.4 桥梁基本情况调查

2.4.1 桥梁概况

本次昌平区 G6 辅路（K50~K53）南起居庸关长城（K50+000）北至三桥子村（K53+000），全长约 3km。沿线共 3 座桥梁，即 K51+031 的居庸关桥、K51+360 的四桥子桥，K53+853 的上关桥。,

（1）居庸关桥

居庸关桥是位于 G6 辅路，中心桩号 K51+031 处的一座钢筋混凝土空心板梁桥，桥梁全长 12m，跨径组合为 2×6m，桥面全宽 7.76m，行车道宽 7m。桥梁上部结构为钢筋混凝土空心板梁，每跨横向布置 6 片钢筋混凝土主梁；下部结构为重力式桥台、重力式桥墩；桥面采用沥青混凝土铺装。墩台顶采用圆形板式橡胶支座。

桥梁设计标准：

桥梁设计荷载：公路-II 级；

宽度标准：桥面全宽为 7.8m，断面布置为 0.38m（栏杆）+7.0m（车行道）+0.38m（栏杆）；

桥梁栏杆：钢筋混凝土护栏。栏杆高度 1.08m。

建养历史：原桥建于 1966 年，2005 年，拆除原 2x6m 上部结构、盖梁、部分墩台身；更换上部桥面板、盖梁和部分墩身，利用原桥基础。其余均为随路养护维修。

桥面铺装：上层为 4 厘米 AC-13 沥青混凝土+5 厘米 AC-16 沥青混凝土，下层为 12 厘米的桥面混凝土。沥青混凝土与桥面混凝土之间设置防水层。

（2）四桥子桥

四桥子桥位于昌平区 G6 辅路，中心桩号 K51+360 处一座钢筋混凝土空心板梁桥，桥梁全长 8m，跨径组合为 1×8m，桥面全宽 7.76m，行车道宽 7m。桥梁上部结构为钢筋混凝土空心板梁，每跨横向布置 6 片钢筋混凝土主梁；下部结构为重力式桥台；桥面采用沥青混凝土铺装。桥台顶采用圆形板式橡胶支座。

桥梁设计标准：

设计荷载：公路-II 级。

宽度标准：桥面全宽为 7.8m，断面布置为 0.38m（栏杆）+7.0m（车行道）+0.38m（栏杆）；

桥梁栏杆：钢筋混凝土护栏。栏杆高度 1.08m。

两座桥梁均为小桥，公路等级为三级公路，桥梁建成于 1966 年，2005 年 12 月大修。桥梁与冲沟正交，桥头设限载标志：单轴 13t、总重 30t。桥头设桥梁信息公示牌。

建养历史：原桥建于 1966 年，2005 年，拆除原 1x8m 上部结构、台帽、部分台身；更换上部桥面板、台帽和部分台身，利用原桥基础。

桥面铺装：上层为 4 厘米 AC-13 沥青混凝土+5 厘米 AC-16 沥青混凝土，下层为 12 厘米的桥面混凝土。沥青混凝土与桥面混凝土之间设置防水层。

（3）上关桥

上关桥位于昌平区 G6 辅路，中心桩号 K53+853。桥梁跨径组合为 1×12.0m，全长 13.8m，全宽 9.9m，行车道宽 8.5m，桥下净空 4.0m。

桥梁上部结构为 1 跨钢筋混凝土宽腹 T 梁，全桥共 6 片主梁。

下部结构为浆砌块石重力式桥台。

桥面采用沥青混凝土铺装。

左侧设有钢筋混凝土栏杆，右侧设钢制拦网，桥面采用纵、横坡排水。

两桥台顶采用圆形板式橡胶支座，全桥共有 12 块。

桥梁设计标准：

设计荷载：汽车-20 级。

宽度标准：桥面全宽为 9.9m，行车道 8.5m。

桥类型为小桥，公路等级为三级公路，桥梁建成于 1966 年，1996 年 10 月中修。与地方路斜交，斜交角度为 35°，桥头设限载标志：单轴 13t、总重 30t。桥头设桥梁信息公示牌。

建养历史：原桥建于 1966 年，1996 年 10 月中修。其余均为随路养护维修。

桥面铺装：上层为 4 厘米 AC-13 沥青混凝土+5 厘米 AC-16 沥青混凝土，下层为 10 厘米的桥面混凝土。沥青混凝土与桥面混凝土之间设置防水层。

2.4.2 居庸关桥现状调查

（一）桥面系

（1）桥面铺装

病害：桥面采用沥青混凝土铺装。经检查，桥面铺装主要病害为裂缝。



图 2.4.2-1 桥面铺装裂缝



(2) 护栏

病害：混凝土护栏和地袱锈胀露筋。



图 2.4.2-2 混凝土护栏和地袱锈胀露筋

(二) 上部结构

(1) 上部承重构件

病害：主梁锈胀开裂、裂缝。



图 2.4.2-3 主梁锈胀开裂（左）和裂缝（右）

(2) 上部一般构件

病害：铰缝脱落。



图 2.4.2-4 铰缝脱落

(3) 支座

病害：支座脱空。



图 2.4.2-5 支座脱空

(三) 下部结构

病害：混凝土锈胀开裂、裂缝。



图 2.4.2-6 混凝土裂缝（左）和锈胀开裂（右）

（四）病害成因分析

- 1) 桥梁于 2005 年大修，距离上次大修已 20 年，不同程度的耐久性病害是不可避免的。
- 2) 冬季大量融雪剂的适用对桥梁护栏腐蚀，造成耐久性病害。

（五）检测结论

2022 年检测

根据《北京市交通委员会昌平公路分局 桥梁定期检查报告 G6 辅路-居庸关桥（报告编号：BG-2022-QL-00164）》（北京市政路桥锐诚科技有限公司，2022 年 9 月），居庸关桥的技术状况评分 Dr 值为 86.49，桥梁总体技术状况等级评定为 2 类。

根据桥梁检测的综合评估结论，对桥梁提出有针对性的维修养护建议如下：

- （1）清除桥梁构件胀裂、剥落、露筋部位的劣化混凝土，对外露钢筋进行除锈阻锈处理后，采用环氧砂浆或高强混凝土进行修补。
- （2）对板底裂缝进行注浆封闭；
- （3）采用钢板垫实脱空支座；
- （4）对桥墩砌石勾缝脱落处重新勾缝；对桥墩、桥台翼墙砌石松动、脱落部位重新砌筑；
- （5）该桥水侵严重，造成板梁多处胀裂。建议完善桥梁的防排水系统，防止水侵继续对结构造成损害；
- （6）修复栏杆破损部位；
- （7）对桥面铺装裂缝部位进行封闭；
- （8）加强桥梁的日常养护工作。

2025 年检测

根据《北京市交通委员会昌平公路分局 桥梁定期检查报告 G6 辅路-居庸关桥（报告编号：BG-2025-QL-00063）》（北京市政路桥锐诚科技有限公司，2025 年 7 月），居庸关桥的技术状况评分 Dr 值为 82.46，桥梁总体技术状况等级评定为 2 类。

根据桥梁检测的综合评估结论，对桥梁提出有针对性的维修养护建议如下：

1) 上部承重构件：

（1）钢筋混凝土主梁钢筋锈胀：

- ① 凿除钢筋锈蚀部位劣化混凝土，对外露钢筋做阻锈除锈处理后，采用环氧砂浆或高强混凝土进行修补。

（2）钢筋混凝土主梁横向裂缝：

- ① 根据裂缝宽度，采用环氧树脂胶对裂缝进行涂刷压力灌封。

2) 支座：

（1）板式橡胶支座脱空：

- ① 对支座脱空处用钢板垫实。

3) 桥墩：

（1）混凝土桥墩混凝土破损：

- ① 凿除钢筋锈蚀部位劣化混凝土，对外露钢筋做阻锈除锈处理后，采用环氧砂浆或高强混凝土进行修补。

4) 桥台：

（1）混凝土结构台身竖向裂缝：

- ① 根据裂缝宽度，采用环氧树脂胶对裂缝进行涂刷压力灌封。

（2）混凝土结构台身混凝土剥落：

- ① 采用环氧砂浆或高强混凝土对混凝土缺损处进行修补。

5) 桥面铺装：

（1）沥青混凝土桥面铺装龟裂：

- ① 对桥面铺装裂缝进行灌缝封闭处理。

（2）沥青混凝土桥面铺装横向裂缝：

- ① 对桥面铺装裂缝进行灌缝封闭处理。

6) 栏杆、护栏：

（1）钢筋混凝土护栏钢筋锈胀：

① 对缺陷位置及时进行修复。

（2）钢筋混凝土护栏剥落：

① 对缺陷位置及时进行修复。

2022 年与 2025 年检测对比：桥梁主要新增 2 处支座脱空，其余病害无明显发展

检测时间	2022 年	2025 年	发展趋势
桥面系	0#桥头搭板铺装网裂 1.4m ² 横向网裂带；1#连接处桥面铺装横向裂缝 2m 横向裂缝；两侧栏杆顶部胀裂剥落露筋 1.5m。	第 1 联桥面铺装 1 条横向裂缝，L 总=2m；第 1 联桥面铺装 1 处龟裂，S 总=1.4m ² ；2 个护栏钢筋锈胀，S 总=1m ² 。	原有病害无明显发展
上部结构	1-6#板底面左侧距 0#台 1m 2 处纵向胀裂 3m，并存在锈迹；1-1#板板底右侧边缘 1 处纵向胀裂 3m，并存在锈迹；1-1#板右侧腹板距 0#台 3m1 处纵向胀裂 1.2m；1-6#板板底跨中区域横向裂缝 4m/B=0.22mm 多条横向裂缝间距约 0.15~0.3m；2-6#板底面左侧边缘及腹板 2 处纵向胀裂 3m；2-1#板底右侧边缘距 2#台 1.0m1 处纵向胀裂 4m；2-4#板板底跨中区域横向裂缝 4m/B=0.08mm 多条横向裂缝，间距约 0.15~0.2m；2-6#腹板锈胀露筋 0.5m 锈胀露筋；1-6#腹板 2 处锈胀开裂 0.4m；1-1-11#、2-5#、2-7#支座脱空，最大脱空 1cm。	3 个主梁 17 条横向裂缝，L 总=12m；4 个主梁 13 处钢筋锈胀，S 总=1.61m ² ；10 个铰缝 10 处填料脱落；5 个支座 5 处脱空。	新增 2 处支座脱空；其他原有病害无明显发展
下部结构	0#桥台右侧局部勾缝脱落；2#桥台多处砼剥落；1#墩左侧顶部砌石脱落 0.04m ² ；2-L 翼墙砌石松动脱落。	2#台左侧翼墙 1 处砌体松动，S 总=0.5m ² ；1#墩帽 1 处混凝土破损，S 总=0.04m ² ；2#台台身混凝土剥落，S 总=15m ² ；0#台台身 1 条竖向裂缝，L 总=1m；0#台台身 1 处勾缝脱落。	原有病害无明显发展
技术状况等级评定	2 类	2 类	等级未变化

2.4.3 四桥子桥现状调查

（一）桥面系

（1）桥面铺装

病害：桥面采用沥青混凝土铺装。经检查，桥面铺装主要病害为磨光露骨。



图 2.4.3-1 桥面铺装磨光露骨

（2）护栏

病害：混凝土护栏和地袱锈胀露筋。



图 2.4.3-2 混凝土护栏和地袱锈胀露筋

（二）上部结构

病害：主梁锈胀开裂、裂缝。



图 2.4.3-3 主梁锈胀开裂（左）和裂缝（右）

（3）支座

病害：支座脱空。



图 2.4.3-4 支座脱空

（三）病害成因分析

- 1) 桥梁于 2005 年大修，距离上次大修已 20 年，不同程度的耐久性病害是不可避免的。
- 2) 冬季大量融雪剂的适用对桥梁护栏腐蚀，造成耐久性病害。

（四）检测结论

2021 年检测

根据《2021 年昌平区公路桥梁、天桥定期检测、桥梁特殊检测检测工程 G6 辅路-四桥子桥（报告编号：（2021）第 QL-0216 号》（北京市政路桥锐诚科技有限公司，2021 年 9 月），四桥子桥的技术状况评分 Dr 值为 83.44，桥梁总体技术状况等级评定为 2 类。

根据桥梁检测的综合评估结论，对桥梁提出有针对性的维修养护建议如下：

- 1) 用改性沥青修补桥面裂缝。
- 2) 护栏、挂板、主梁锈胀部位进行钢筋除锈，用环氧砂浆修补。
- 3) 注意观察 1-5#铰缝对应桥面是否出现纵向裂缝。
- 4) 加强桥梁的日常养护工作。

2024 年检测

根据《G6 辅路-四桥子桥（报告编号:LQRTG-(桥检)字 2024-022(036)号）》（北京路桥瑞通科技发展有限公司，2024 年 7 月），四桥子桥的技术状况评分 Dr 值为 90.87，桥梁总体技术状况等级评定为 2 类。

根据桥梁检测的综合评估结论，对桥梁提出有针对性的维修养护建议如下：

- 1) 桥面重新铺装；
- 2) 对栏杆挂板锈胀部位进行修复处理；
- 3) 对栏杆锈胀开裂及破损用高强度混凝土修复；
- 4) 采用高强度混凝土对梁体破损区域进行修复；
- 5) 对简支板裂缝灌缝修补，避免内部钢筋锈蚀；
- 6) 对部分支座局部脱空进行垫板处理，并定期跟踪观测剪切变形支座；
- 7) 加强日常养护。

2021 年与 2024 年检测对比：桥梁 2021 年病害已修复，2024 年病害为新增。

检测时间	2022 年	2025 年	发展趋势
桥面系	0#、1#桥台搭板与路堤连接桥面横向通长裂缝带；桥面 4 条纵向裂缝。左护栏立柱底部多处锈胀，混凝土开裂；左侧挂板钢筋锈胀，混凝土开裂。	桥面铺装层磨光露骨，两侧栏杆挂板均有锈胀开裂现象；右侧栏杆扶手及底座、左侧栏杆立柱及底座均有锈蚀、混凝土剥落现象。	2021 年病害已修复，2024 年为新增病害。
上部结构	1-6#梁左腹板纵向钢筋锈胀，混凝土开裂；1-6#梁板底整体渗水且板底左端纵向钢筋锈胀；1-5#铰缝通长泛；	1-1#板板底右边缘有渗水、泛白，锈胀开裂现象，1-5#板、1-6#板板底均有渗水、泛白现象； 1-5#板板底有纵向间断裂缝，渗水泌死；2 块支座存在底部脱空现象。	2021 年病害已修复，2024 年为新增病害。
下部结构	无病害	两桥台表面均有渗水、水渍现象。	新增病害。
技术状况等级评定	2 类	2 类	等级未变化

2.4.4 上关桥现状调查

（一）桥面系

（1）桥面铺装

病害：桥面采用沥青混凝土铺装。经检查，桥面铺装主要病害为磨光露骨。



图 2.4.4-2 桥梁整体状况良好



图 2.4.4-2 桥面铺装磨光露骨

（2）其余护栏、排水、标志等现状良好。

（二）上部结构

仅加固钢板局部轻微锈蚀，其他整体状况良好。



图 2.4.4-3 上部整体状况良好



图 2.4.4-4 加固钢板局部轻微锈蚀

（三）下部结构

下部结构整体状况良好。



图 2.4.4-5 下部结构整体状况良好

（四）检测结论

2021 年检测

根据《2021 年昌平区公路桥梁、天桥定期检测、桥梁特殊检测检测工程 G6 辅路-上关桥（报告编号：（2021）第 QL-0216 号）》（北京市政路桥锐诚科技有限公司，2021 年 9 月），上关桥的技术状况评分 Dr 值为 90.62，桥梁总体技术状况等级评定为 2 类。

根据桥梁检测的综合评估结论，对桥梁提出有针对性的维修养护建议如下：

- 1) 用改性沥青修补桥面裂缝。
- 2) 护栏底座开裂部位，用环氧砂浆修补。
- 3) 防撞钢板做除锈和防锈处理。
- 4) 主梁和桥台锈胀部位，先凿除表面混凝土，对钢筋除锈，再用环氧砂浆修补。
- 5) 对桥台和横隔板裂缝做闭缝处理，防止内部钢筋锈蚀。

0#桥台左侧挡墙勾缝脱落部位用砂浆重新勾缝。

- 6) 加强桥梁的日常养护工作。

2024 年检测

根据《G6 辅路-上关桥（报告编号:LQRTG-(桥检)字 2024-022(037)号）》（北京路桥瑞通科技发展有限公司，2024 年 7 月），四桥子桥的技术状况评分 Dr 值为 92.98，桥梁总体技术状况等级评定为 2 类。

根据桥梁检测的综合评估结论，对桥梁提出有针对性的维修养护建议如下：

建议对桥面铺装进行维修。

2021 年与 2024 年检测对比：桥梁 2021 年病害已修复，2024 年病害为新增。

检测时间	2022 年	2024 年	发展趋势
桥面系	1#桥台台背处桥面横向通长裂缝带；左侧护栏底座开裂、松动。	1#桥台对应桥面，1 条斜向裂缝；桥面铺装层磨光露骨。	2021 年病害已修复，2024 年为新增病害。
上部结构	1-1#梁底防撞钢板锈蚀严重，右翼缘底整体水渍；1-6#梁跨中左翼缘底锈胀。	1-1#梁腹板底右侧角隅加固钢板轻微锈蚀。	2021 年病害已修复，2024 年为新增病害。
下部结构	0#桥台左侧挡土墙与台身间砂浆勾缝脱落；0#桥台左挡块锈胀；0#桥台台帽 2 条竖向裂缝；1#桥台台帽 5 条竖向裂缝。	无	病害已修复。
技术状况等级评定	2 类	2 类	等级未变化

3 设计方案

3.1 居庸关桥

1、桥面系

(1)桥面沥青铺装铣 4cm 回 4cm。

(2)更换混凝土护栏。

2、上部结构

(1)裂缝修复。

(2)混凝土局部修复、涂刷防腐。

(3)自密实混凝土修复铰缝。

3、下部结构

(1)裂缝修复。

(2)混凝土局部修复。

(3)满垫钢板处理支座局部脱空。

3.2 四桥子桥

1、桥面系

(1)桥面沥青铺装铣 4cm 回 4cm。

(2)更换混凝土护栏。

2、上部结构

(1)裂缝修复。

(2)混凝土局部修复、涂刷防腐。

3、下部结构

(1)满垫钢板处理支座局部脱空。

3.3 上关桥

随路维修桥面铺装，具体详见道路工程。

4 设计要点

4.1 混凝土结构表面的缺陷修复处理

（1）凿除缺陷处松散、劣化混凝土， 去除原涂装、灰尘、杂物等；

（2）钢筋除锈处理 ；

（3）对工作面进行表面清理 ；

（4）涂刷界面剂、阻锈剂 ；

（5）配置聚合物砂浆，聚合物砂浆涂抹修补；

（6）待表面清理完成后，涂抹防腐（渗透型硅烷等）。

4.2 混凝土表面涂装

（1）材料要求

① 防护涂料应具有良好的耐碱性、附着性和耐蚀性。底涂层还应具有良好的渗透能力；表层涂料还应具有抗老化性。

② 涂装所用的封闭底涂层、中间涂层与面层涂料品种应相配套。

③ 涂层体系依照（III-2）- I m2 腐蚀环境进行设计，材料的耐腐蚀性能应满足《混凝土桥梁

结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695-2007)的要求：

涂层性能基本要求

项目	标准
耐水性（h）	240h 不起泡、不剥落、不粉化，允许 2 级变色和 2 级失光
耐化学品性（h）	72 h 不起泡、不剥落、不粉化，允许 2 级变色和 2 级失光
附着力(MPa)	≥1.5
耐碱性（h）	720h 不起泡、不开裂、不剥落
耐盐性（h）	240h 不起泡、不开裂、不剥落，允许 2 级变色和 2 级失光
抗氯离子渗透	≤1.0×10 ⁻³
耐候性（h）	500 不起泡、不开裂、不剥落，允许 2 级变色和 2 级失光

涂料性能要求

项目		标准
外观		颜色均匀无杂质
干燥时间 (25° C/h)	表干	≤2
	实干	≤24
渗透深度*		≥2
细度 μm		≤35
柔韧度 mm		1
附着力（拉开法）MPa		≥6
耐磨性（1kg.500r）g		≤0.05
耐冲击性 cm		50
固体含量%		≥55
耐候性		500 不起泡、不开裂、不剥落，允许 2 级变色和 2 级失光
耐沾污性%		≤15
耐腐蚀性	耐酸性（10% H ₂ SO ₄ ）	240h 漆膜无异常
	耐碱性（10% NaOH）	

*注：渗透型硅烷混凝土防腐涂料要求渗透深度，其他自身成膜型涂料不考虑。

（2）工艺流程

大面积施工前应有施工单位组织施工人员按工序要求进行“小区”试验，以评价施工工艺的可行性，根据不同产品，确定施工工艺参数、涂料用量等。“小区”试验选择典型部位，涂装面积为 7m2~20m2。

① 基层处理

a 桥梁混凝土结构表面涂装前应对混凝土结构裂缝和表面缺陷进行处治（参照聚合物砂浆、环氧树脂砂浆修补混凝土表面施工工艺及材料要求），并验收合格。

b 去除表面松脱、粉化漆料层、小广告及硬物，将表面凸出部分打磨平整，清除表面尘土、灰渣等杂物，局部受油污污染的混凝土表面，用碱液或溶剂处理，并用淡水冲洗至中性。

c 处理后的基层面应平整、坚实、洁净、干燥、无裂缝、无表面缺陷。

d、基层处理完毕，待监理验收合格后方可进行下道工序。

②涂料每公斤涂抹面积 3-5 平米(三遍涂刷)，涂料用量为常规使用用量，实际用量应由具体产品试验确定。漆膜厚度应符合《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T695-2007）中 III-2 等级要求

a 涂刷底涂层：厚度≤50 μ m

按要求配制，将底涂料搅拌均匀、稠度适中，对待涂构件均匀涂刷一层底涂，涂覆应均匀，不可漏涂或涂刷过厚。涂刷顺序宜先顶板后侧面，涂刷立面时应先上后下。在涂刷密闭涂料前确保其基层洁净、潮湿无明水。

b 中间层涂装：厚度 100 μ m

中面层宜采用机械搅拌装置搅拌均匀。涂膜不得有漏涂、裂纹、气泡等缺陷，涂膜厚度满足要求。

c 涂刷面层涂料：厚度 80 μ m

(a) 按要求配制，将面涂料搅拌均匀、稠度适中，对待涂构件涂刷两层，涂刷时间间隔应按产品说明要求，以干透为准不可漏涂。涂刷顺序应自上而下，中途不宜中断，分段施工应以结构物表面分格缝、阴阳角或落水管为分界线。

(b) 涂刷方法应根据涂料的物理性能、施工条件、涂装要求和被涂结构的情况进行选择。栏杆等小型构件或结构复杂处宜用刷涂法；混凝土防撞护栏、翼板、挂檐板等不宜用喷涂法施涂的部位宜用辊涂法；桥梁主体宜用喷涂法进行大面积施涂。

③渗透型硅烷混凝土防腐涂料为渗入式涂料，宜采用异辛基三乙氧基膏状硅烷或异丁基三乙

氧基液状硅烷。硅烷浸渍剂不得以溶剂或其他液体稀释使用，液体硅烷材料用量不宜小于 400ml/m2；膏状硅烷材料用量不宜小于 300g/m2。

④ 成品保护

面涂喷涂完工后，应加强成品保护。墩台柱等易被接触的喷漆部位，应进行遮挡，面漆干透后，再拆除遮挡，同时打扫、清理干净现场。

（3）质量检查与验收

①质量控制要点

表面缺陷处理；基层平整度、洁净程度；腻子平整度、均匀度、厚度；底漆均匀度、厚度；面漆均匀度、厚度。

②检查和验收

a 检查和验收内容包括：总干膜平均厚度、总干膜最小厚度、外观质量。

b 混凝土表面涂装质量验收应符合下表规定。

项 目	规定值及允许偏差	检 验 频 率	检 验 方 法
总干膜平均厚度	≥设计厚度	涂装完 7d 后进行测定，每 50m ² 随机检测一个点，测点总数不少于 30 个	漆膜厚度仪
总干膜最小厚度	≥0.75 倍设计厚度		
外观质量	1. 涂层粘结牢固； 2. 颜色均匀一致； 3. 涂饰均匀，无刷痕、流挂、起泡、砂眼现象； 4. 喷点疏密均匀；无漏涂、透底、起皮和掉粉现象； 5. 无泛碱、咬色现象；与其他装饰材料和结构物衔接吻合、界面清晰	1. 每墩柱进行目测检查； 2. 每跨按面积抽查 10%，并按 1.5～2.0m 距离进行目测检查。	目测观察、手摸检查

（4）混凝土涂料颜色要求

面漆颜色统一为“长城灰”。长城灰的定义、量测以相关规范标准或研究成果规定为准。

“长城灰”依据以下方法进行检测：

根据测色色差计检定规程 JJG-595，采用经过计量校准或计量测试后的测色仪器进行测试，测量设备应符合以下测量条件：D65 标准照明体，10 度标准观察者，d/0 或 0/ d 或 8/ d 或 d/8 几何条件，镜面排除（SCPE 或 SPEX）条件下测量。

长城灰 L*、a*、b*三个色度坐标标称值分别为：

$$L^*=66.8 \quad a^*=-1.1 \quad b^*=0.8$$

4.3 裂缝封闭

4.3.1 裂缝灌浆法

裂缝宽度≥0.15mm 的用注射器灌注裂缝灌注胶；基底清扫→标注注胶底座位置→配置灌缝用环氧树脂→封闭裂缝→粘结注胶底座→注入灌缝材料→养护→结构表面处理。

1)用钢丝刷反复刷裂缝两边 30～40mm 范围内的混凝土表面的灰尘、浮浆用小铲、毛刷依次清理干净，将构件表面整平，凿除突出部分，用无油压缩空气吹净所有尘埃，并用丙酮试剂擦洗表面。

2)沿裂缝粘贴压浆嘴，在裂缝的首尾各设一个，裂缝宽度≥0.15mm 时，300～350mm 一个布置。

3)裂缝口封闭，用胶泥封闭裂缝口，其厚度≤1mm，宽 2～3cm，厚度 2mm。封缝胶泥连续，做好段与段之间的搭接，防止漏封。封缝胶固化时间要在 12 小时以上。

4)气密性检查，用胶泥封好缝口后，在灌浆前气密性检查，其方法为：

①将输气管与最低位置的压浆嘴连接，打开所有压浆嘴阀门，输入 0.4MPa 的无油压缩空气；

②相邻嘴排气时逐个关闭所有阀门，同时沿缝附近涂刷肥皂水检漏；

③有气泡冒出，表明该处漏气，用粉笔作好标记；

④对漏气的区域用胶泥重新封闭，待达到强度后再一次进行气密性检查，直至不在漏气为止。

在检查腹板裂缝封闭的气密性时，箱内外封闭同步进行，单侧输入无油压缩空气，以检查裂缝是否为通缝。在内侧输入空气时，外侧压浆嘴阀门全部开启，发现有外侧压浆嘴冒气，说明裂缝为通缝，同时发现外侧未加压浆嘴的位置冒气泡，在该位置加设压浆嘴，以利在内侧压浆时排气和出浆；

5)裂缝灌胶，使用注射器注胶，当弹性橡胶膜内树脂（胶体）不足时，补充灌注补充注入的控制时间一般为 15～20 小时。

4.3.2 裂缝封闭法

裂缝宽度<0.15mm 的涂刷环氧树脂封闭；面处理→清洁表面→环氧树脂胶泥封闭裂缝→涂刷环氧树脂胶液→养护→检查质量。

- 1)用钢丝刷清除原混凝土表面浮浆，将缝口表面 2cm 范围内的混凝土打毛；
- 2)用压缩空气去除缝口浮尘，甲苯或工业丙酮清洗缝口；
- 3)按要求配置环氧树脂胶泥，并均匀涂刮在构件表面裂缝处，将裂缝完全封闭。
- 4)环氧树脂胶泥封闭裂缝完毕，待其固化后，在胶泥表面再涂刷一层环氧胶，起保护作用。全部固化后在对表面进行平滑处理。

4.4 护栏更换方案

人工拆除原混凝土和地袱，拆除旧桥栏杆及地袱时，需人工静力凿除地袱，避免对桥梁上、下部结构产生破坏，保留地袱伸入桥面混凝土铺装连接钢筋，与新做地袱一并浇筑。地袱浇筑时预埋三（A）级防撞护栏法兰。

5 材料及技术要求

5.1 结构用新旧混凝土界面结合胶

新旧混凝土界面采用改性环氧界面胶，界面胶应符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2013)规定 A 级胶性能要求，需通过建设部建筑物鉴定与加固规范管理委员会安全性统一检测，界面胶剪切粘结强度不小于 3.5Mpa，且为混凝土内聚破坏；胶体可在水中固化，经湿热老化检验合格。界面胶需按相关试验规程，对其性能指标进行检验，检验合格后方可使用。

5.2 喷涂型钢筋阻锈剂

- 1）使用规定
- （1）喷涂前应仔细清理混凝土的表层，不得粘有浮浆、尘土、油污、水渍、霉菌或残留的装饰层；
- （2）剔凿、修复局部劣化的混凝土表面，如空鼓、松动、剥落等；
- （3）喷涂阻锈剂前，混凝土龄期不应少于 28d；局部修补的混凝土，其龄期不应少于 14d；
- （4）混凝土表面温度应为 5℃～45℃；
- （5）施工方式可采用涂刷、滚涂或喷涂方式将阻锈剂喷涂在混凝土表面，待 2-6 小时混凝土表面干燥后喷涂第二遍。每遍喷涂用量约为 0.2-0.3kg/m2，共涂 2 遍，总用量约 0.5kg/m2。
- （6）每一遍喷涂后，均应采取措施防止日晒雨淋；最后一遍喷涂后，应静置 24 小时以上，

然后用压力水将表面残留物清除干净。

2）材料性能指标

- （1）喷涂型阻锈剂的质量应符合表 5.2-1 要求。

表 5.2-1 喷涂性阻锈剂的质量

检验项目	合格指标
外观	透明
密度（20℃时）	1.13g/mL
PH 值	10～12
黏度（20℃时）	25mPa·s
氨基复合物含量	>15%
氯离子 Cl ⁻	无
挥发性有机物含量	<200g/L

- （2）喷涂型阻锈剂的性能应符合表 5.2-2 要求

表 5.2-2 喷涂性阻锈剂的性能指标

检验项目	合格指标	检验方法
氯离子含量降低率	≥90%	JTJ 275-2000
盐水浸渍试验	无锈蚀，且电位为 0～-250mV	YB/T 9231-2009
干湿冷热循环试验	60 次，无锈蚀	YB/T 9231-2009
电化学试验	电流应小于 150 μA，且破样检查无锈蚀	YBJ 222
现场锈蚀电流检测	喷涂 150d 后现场测定的电流降低率≥80%	GB50550-2010

- 3）阻锈剂使用效果检测及评定严格按照《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）P162 E.3 条执行。

5.3 环氧树脂胶

环氧树脂胶技术性能应符合《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22）A 类胶的要求。

项目		数值
胶体性能	抗拉强度 Mpa	≥30
	抗拉弹性模量 Mpa	≥3500
	抗弯强度 Mpa	≥45，且不得呈脆性破坏
	抗压强度 Mpa	≥65
	伸长率%	≥1.3
黏结性能	钢—钢拉伸抗剪强度标准值 Mpa	≥15
	钢—钢不均匀扯离强度 kN/m	≥16
	与混凝土的正拉粘结强度 Mpa	≥2.5，且为混凝土内聚破坏
不挥发物含量(固体含量) %		≥99

5.4 聚合物水泥砂浆

聚合物水泥砂浆采用《混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆》(JG/T 336)，B 类，其物理性能指标见下表：

序号	项目		技术指标
1	凝固时间	初凝(min)	≥45
		终凝/h	≤12
2	抗压强度(Mpa)	7d	≥18
		28d	≥35
3	抗折强度(Mpa)	7d	≥6
		28d	≥10
4	粘结强度(Mpa)	未处理(28d)	≥15
		浸水(28d)	≥10
		25 次冻融循环(28d)	≥1
5	收缩率(%)	28d	≥0.1

聚合物水泥砂浆中采用的粗细骨料应符合国家现行标准《建设用砂》(GB/T 14684)和《建筑用卵石、碎石》(GB/T 14685)，水泥宜采用普通硅酸盐水泥并符合现行国家标准《通用硅酸盐水

泥》GB 175 的规定。

6 危重大

6.1 风险点提示

- （1）桥梁跨越山间冲沟，横向高差较大，注意施工安全。
- （2）交通导改：本路段为盘山路段，施工过程中做好交通导改。

6.2 危险性工程注意事项

1.根据《公路项目安全性评价规范》（JTG B05-2015）、《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015）、《市政工程施工安全检查标准》（CJJ/T 275-2018）、《建筑施工易发事故防治安全标准》（JGJ/T 429-2018）、《中华人民共和国建筑法》、《中华人民共和国安全生产法》、《建设工程安全生产管理条例》、《北京市安全生产条例 》、《住房和城乡建设部办公厅关于实施<危险性较大的分部分项工程安全管理规定>有关问题的通知》（建办质〔2018〕31 号）以及《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第 37 号）、《北京市房屋建筑和市政基础设施工程危险性较大的分部分项工程安全管理实施细则》（京建 法〔2019〕11 号）的有关规定进行，本设计文件中涉及危大工程的重点部位和环节以及保障工程安全的施工建议如下，未尽事宜请参照现行相关的规范、法规及标准执行。

2.根据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令第 37 号）、《住房城乡建设部办公厅关于实施（危险性较大的分部分项工程安全管理规定）有关问题的通知》（建办质〔218〕31 号）的要求，工程参建单位应认真按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》进行施工管理。工程参建各方应认真按照《河北省房屋建筑和市政基础设施工程危险性较大的分部分项工程 安全管理实施细则》进行施工管理，施工单位应在投标时补充完善危大工程清单并明确相应的 安全管理措施；并在开始施工前，依据《河北省房屋建筑和市政基础设施工程施工安全风险分级管控指南》（以下简称《指南》）， 结合本工程项目《危险性较大的分部分项工程清单》，在《企业施工安全风险源判别清单库》中选取本工程项目涉及的危大工程风险源，进行风险评 价，确定风险等级，按照《指南》采取管控措施。在危大工程施工前施工单位应组织工程技术 人员编制专项施工方案，对于超过一定规模的危大工程，建设单位、施工单位应当组织召开专 家论证会对专项施工方案进行论证。对于现场实施过程中出现地质、水文、现状管线等与实施 方案内容不符时， 须根据实际情况重新论证方案实施的可行性， 并依据

结果调整实施方案或采用其他合理的处理措施。

3.工程施工期间，应遵守市政建设的规定，实施屏蔽封闭施工，以防非施工人员和车辆闯入，造成伤亡事故；施工人员应持证上岗，做到各负其责，各施其职，严禁无证上岗操作。严禁作业人员酒后作业，施工人员身着反光标志服，上路作业车辆均安装反光标志牌及警示灯。

4.施工期间应按照《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB50720）和《建设工程施工现场环境与卫生标准》（JGJ 146），对易燃易爆品以及有毒有害物品的存放，应向有关部门申报，并按照批准的存放地点和保管方式，设专人管理。

5.施工期和运营期各类机械作业，均应按照《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ 33）、《施工现场机械设备检查技术规范》（JGJ 160）、《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》（JGJ 276）、《起重机械安全规程 第 1 部分：总则》（GB 6067.1）等有关规定、规程和标准一致。采取安全防护措施，确保施工机械和作业区以及上部电缆的安全间距，并加强机械设备（含车辆）维护和检修，杜绝设备因失检、失灵而带病运行；机械设备及车辆运行期间应设专人指挥。

6.应按照《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB50720）、《建设工程施工现场供用电安全规范》（GB50194）和《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46）相关规定，对各类电器设备应有警示标志，以防设备过载或泄漏时因设备损坏、燃烧、漏电等产生人员伤亡事故。及时清理可燃物及易燃物品，预防明火。

7.施工期间应按照《建设工程施工现场环境与卫生标准》（JGJ 146）有关规定及地方相关要求采取环境保护及卫生措施。

8.其它未尽事宜，建设单位及施工单位均应以《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令第 37 号）及现行的有关标准、规范、规程执行。

7 施工注意事项

- （1）施工工艺和质量标准除满足现行《公路桥涵施工技术规范》（JTJ/T 3650—2020）、《桥梁工程施工质量检验标准》（DB11/1072-2014）、《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22-2008）和《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）外，还应满足自 2011 年 2 月 1 日起实施的《建筑结构加固工程施工质量验收规范》（GB50550-2010）；维修材料应满足《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）。
- （2）原材料运至现场后必须取样进行质量检验，经评定合格后方可使用，不得以供应商提供的

检测报告或商检报告代替现场检测，严禁使用不合格材料。

（3）本桥养护维修施工进场前，施工单位应对设计文件中各类桥梁病害进行全面调查，核对病害位置、数量等，若发现与设计不符，应及时通知设计单位复查。同时，及时发现桥梁新发展病害，并上报监理、设计及建设单位，以在一次养护维修施工中一并解决。

（4）施工单位在拆除现况沥青铺装后，如发现基层混凝土铺装有严重破损、松散现况，必须进行修补，新旧混凝土结合面处需进行清理处理，清理掉疏松的混凝土。

（5）桥面沥青砼拆除前后均需测量桥面标高，以便对设计铺装厚度进行复核，保证维修后桥面高程维持现况桥面标高不变。

- （6）拆除桥面铺装时，应采取合理的施工方法，严禁使用大型机械，避免对主梁造成伤害。
- （7）结构破损部位修补前应对原混凝土面进行处理、清洗，修补后的混凝土面应与原结构平面
- （8）桥梁养护维修施工时，如存在有害气体或对人体不利的其它有害物，需采取必要的防护措施，本设计不含此部分工程费用。
- （9）其它未尽事宜由业主、设计单位、监理工程师、施工单位共同协商解决。
- （10）施工期间注意交通导改和施工人员的安全，避免出现交通事故。

8 竣工验收规范

- （1）《建筑结构加固工程施工质量验收规范》（GB50550-2010）；
- （2）《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）；
- （3）《城市桥梁桥面防水工程技术规程》（CJJ139-2010）；
- （4）《北京市道路沥青路面抗车辙设计施工指导意见》（北京市路政局，2007.9）
- （5）《公路沥青路面修复性养护设计指南》，北京市交通委员会，2021.01；
- （6）《城市桥梁工程施工与质量验收规范》（CJJ2-2008）；
- （7）《公路桥涵施工技术规范》（JTJ/T 3650—2020）；
- （8）《桥梁工程施工质量检验标准》（DB11/1072-2014）；
- （9）《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T 5431-2025）；
- （10）《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T 5531-2025）；
- （11）《建筑结构加固工程施工质量验收规范》（GB50550-2010）。

桥梁主要工程数量汇总表

工程名称：2026年昌平区G6辅路（K50+000-K53+870）健康工程-桥梁工程 施工图设计

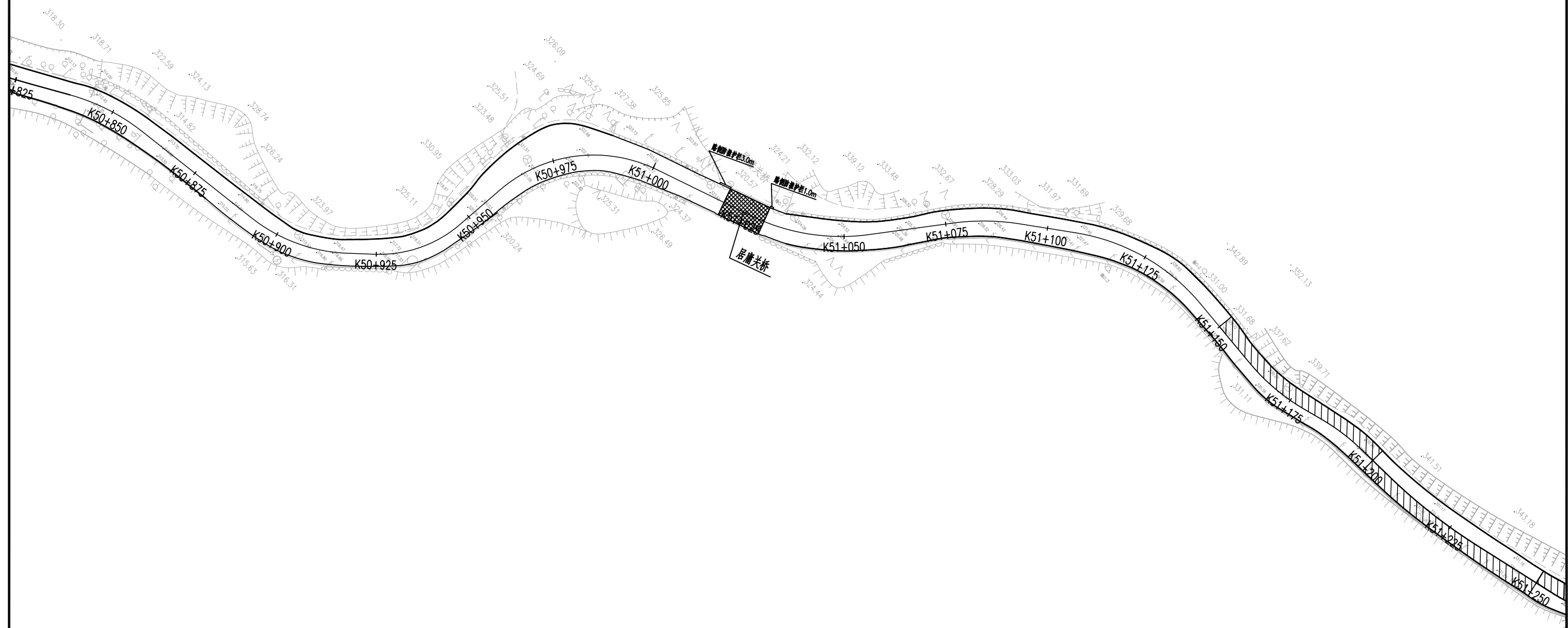
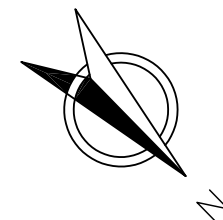
第1页 共1页

序号	项目	工程量		备注
		单位	数量	
	居庸关桥			
一	拆除量			
1	铣刨沥青铺装（4cm）	m²	84	
2	人工拆除现状混凝土护栏（含地袱）	m3	5.7	
3	凿除主梁破损混凝土（均厚3cm）	m²	8.1	
4	凿除下部破损混凝土（均厚3cm）	m²	26.3	
二	桥面系大修量			
1	4cm厚温拌细粒式沥青混凝土 WAC-13C	m²	84.0	
2	改性(SBS)乳化沥青粘层油	m²	84.0	
3	钢横梁	kg	1224.0	更换钢护栏：材质Q345qD；螺栓采用10.9级
4	钢立柱	kg	520.0	
5	M16x125 双头锚栓	kg	11.4	
6	Φ35x4 垫圈	kg	2.9	
7	M16 防盗螺母	kg	4.0	
8	角 钢	kg	76.0	
9	柱 帽	kg	19.6	
10	法兰盘	kg	285.8	
11	加劲肋	kg	26.6	
12	C40 现浇混凝土	m3	8.1	
13	C12	kg	528.3	
14	C16	kg	292.1	
15	A10	kg	916.8	
16	A22	kg	98.2	
17	C12植筋孔，深12cm	孔	168.0	
18	C16植筋孔，深21cm	孔	168.0	
19	A级植筋胶	L	2.7	
20	M22 防盗螺母	kg	5.8	
21	新旧混凝土界面胶	m²	17.9	
三	上部结构大修量			
1	聚合物砂浆修复上部结构	m3	0.2	
2	钢筋除锈	m²	8.1	
3	钢筋阻锈剂	m²	8.1	
4	新旧混凝土界面胶	m²	8.1	
5	涂刷硅烷防腐涂料（渗透型）	m²	85.8	
6	混凝土裂缝修补≥0.15mm	m	12.0	
7	混凝土裂缝修补<0.15mm	m	18.0	
8	自密实砂浆修复铰缝（深5cm，宽度1cm）	m	41.3	
四	下部结构大修量			
1	支座满垫钢板处理脱空	kg	10.6	
2	聚合物砂浆修复下部结构	m3	0.8	
3	钢筋除锈	m²	2.6	
4	钢筋阻锈剂	m²	2.6	
5	新旧混凝土界面胶	m²	26.3	
6	混凝土裂缝修补≥0.15mm	m	2.0	
五	建筑垃圾消纳			
1	拆除沥青面层（密度2.363t/m³）	m³	3.4	
2	拆除混凝土（密度2.40t/m³）	m³	6.7	

计算：

序号	项目	工程量		备注
		单位	数量	
	四桥子桥			
一	拆除量			
1	铣刨沥青铺装（4cm）	m²	56.0	
2	人工拆除现状混凝土护栏（含地袱）	m3	3.8	
3	凿除主梁破损混凝土（均厚3cm）	m²	14.4	
二	桥面系大修量			
1	4cm厚温拌细粒式沥青混凝土 WAC-13C	m²	56.0	
2	改性(SBS)乳化沥青粘层油	m²	56.0	
3	钢横梁	kg	961.7	更换钢护栏：材质Q345qD；螺栓采用10.9级
4	钢立柱	kg	397.5	
5	M16x125 双头锚栓	kg	8.4	
6	Φ35x4 垫圈	kg	2.1	
7	M16 防盗螺母	kg	2.9	
8	角 钢	kg	56.0	
9	柱 帽	kg	14.4	
10	法兰盘	kg	210.6	
11	加劲肋	kg	19.6	
12	C40 现浇混凝土	m3	7.6	
13	C12	kg	693.0	
14	C16	kg	194.7	
15	A10	kg	611.2	
16	A22	kg	87.4	
17	C12植筋孔，深12cm	孔	112.0	
18	C16植筋孔，深21cm	孔	112.0	
19	A级植筋胶	L	1.8	
20	M22 防盗螺母	kg	4.3	
21	新旧混凝土界面胶	m²	11.9	
三	上部结构大修量			
1	聚合物砂浆修复上部结构	m3	0.4	
2	钢筋除锈	m²	14.4	
3	钢筋阻锈剂	m²	14.4	
4	新旧混凝土界面胶	m²	14.4	
5	涂刷硅烷防腐涂料（渗透型）	m²	62.4	
6	混凝土裂缝修补≥0.15mm	m	5.0	
7	混凝土裂缝修补<0.15mm	m	7.5	
四	下部结构大修量			
1	支座满垫钢板处理脱空	kg	4.2	
五	建筑垃圾消纳			
1	拆除沥青面层（密度2.363t/m³）	m³	2.2	
2	拆除混凝土（密度2.40t/m³）	m³	4.2	

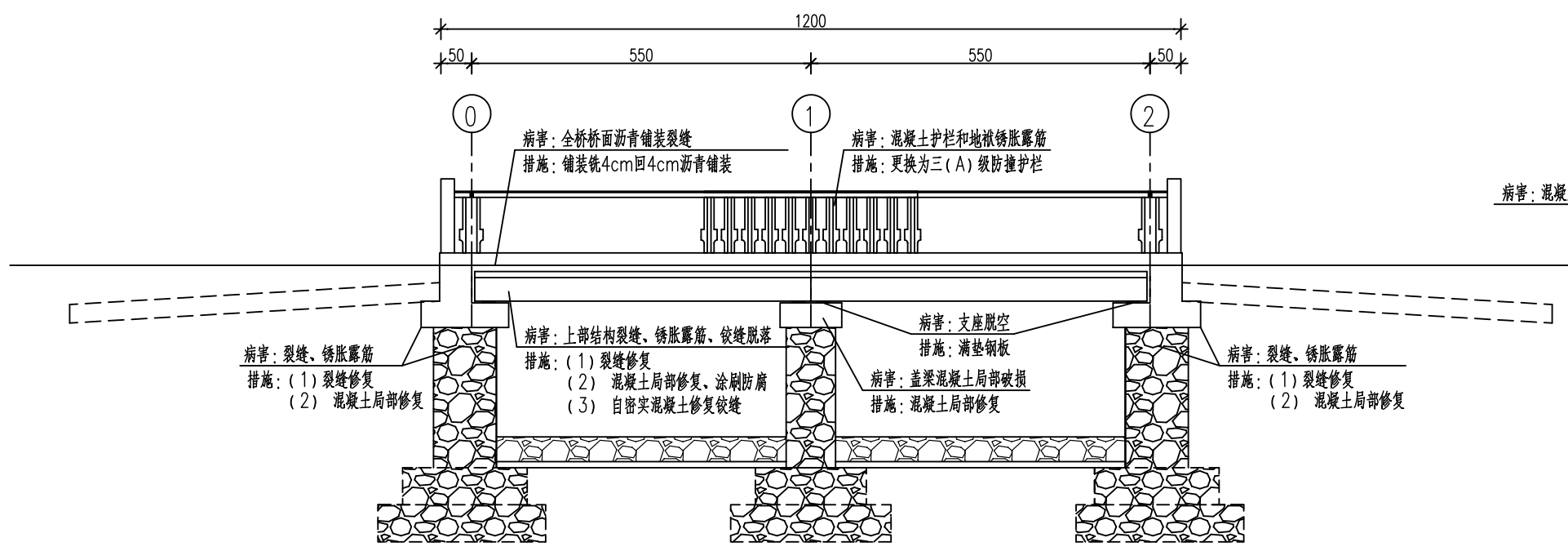
校对：



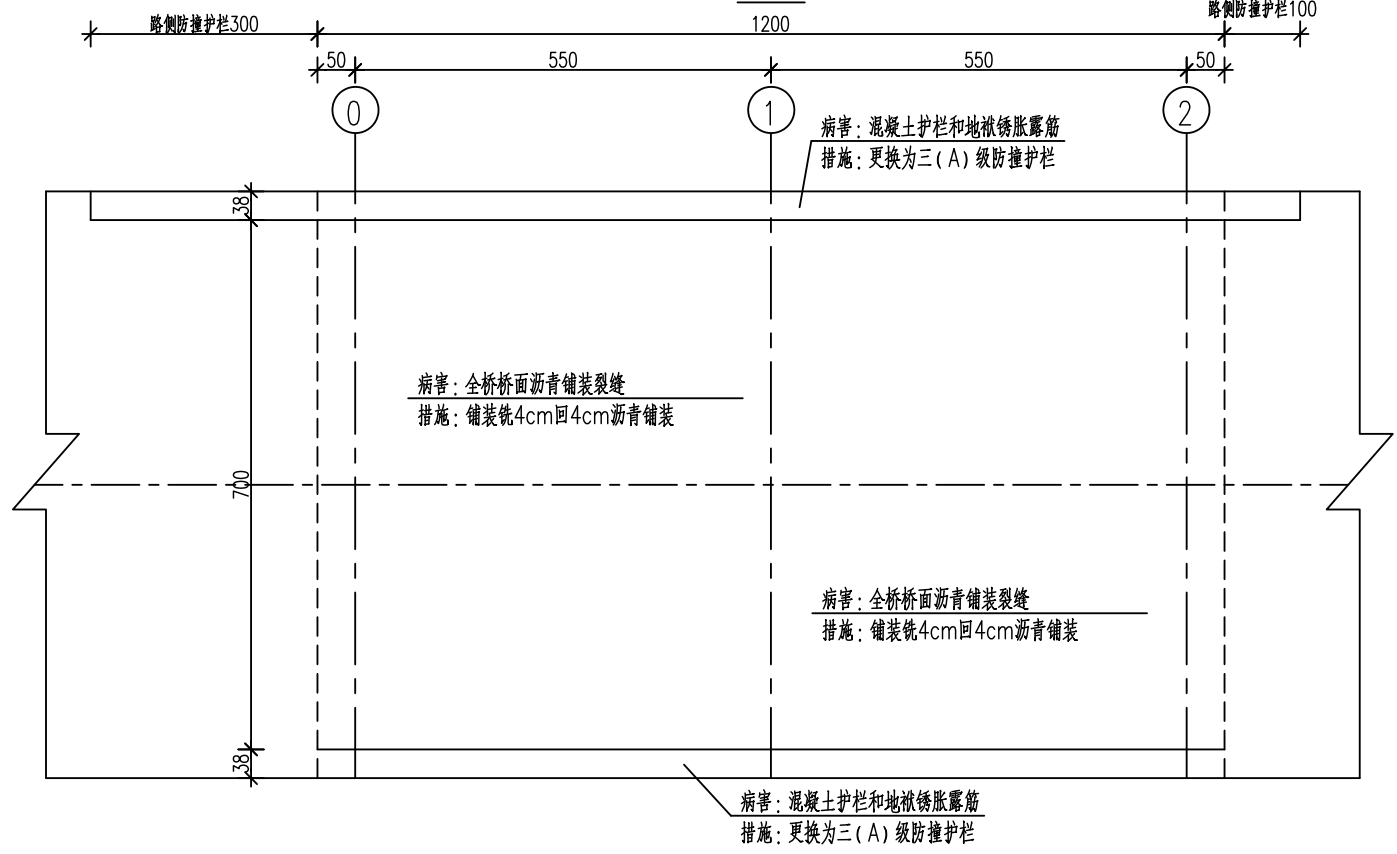
说明：

(1) 本图尺寸单位：m。

展开立图

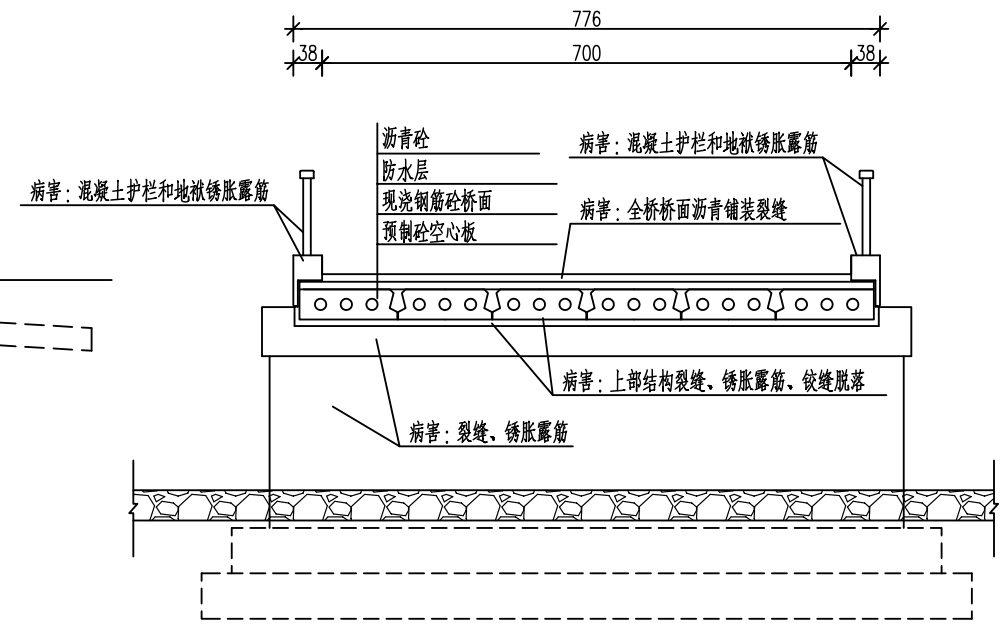


平面图



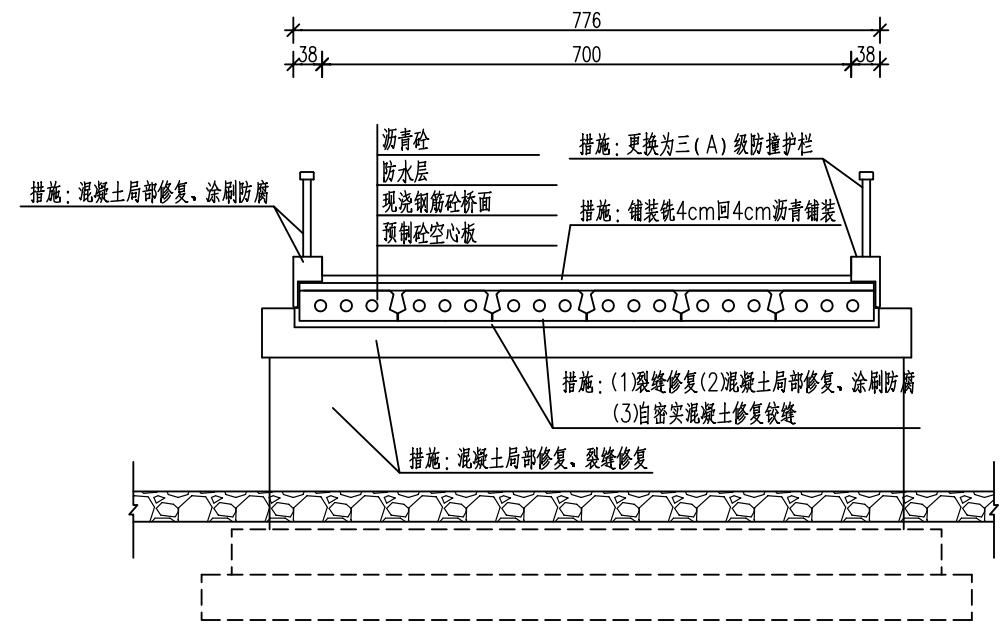
横断面图

(病害情况)



横断面图

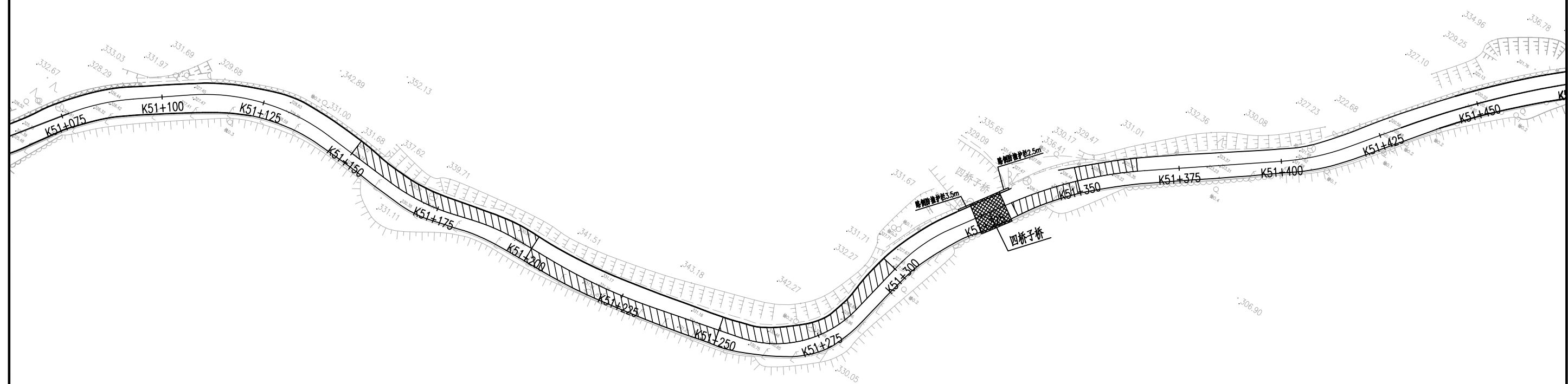
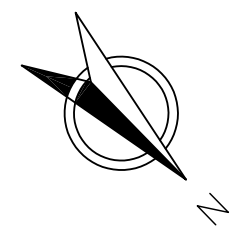
(修复措施)



说明:

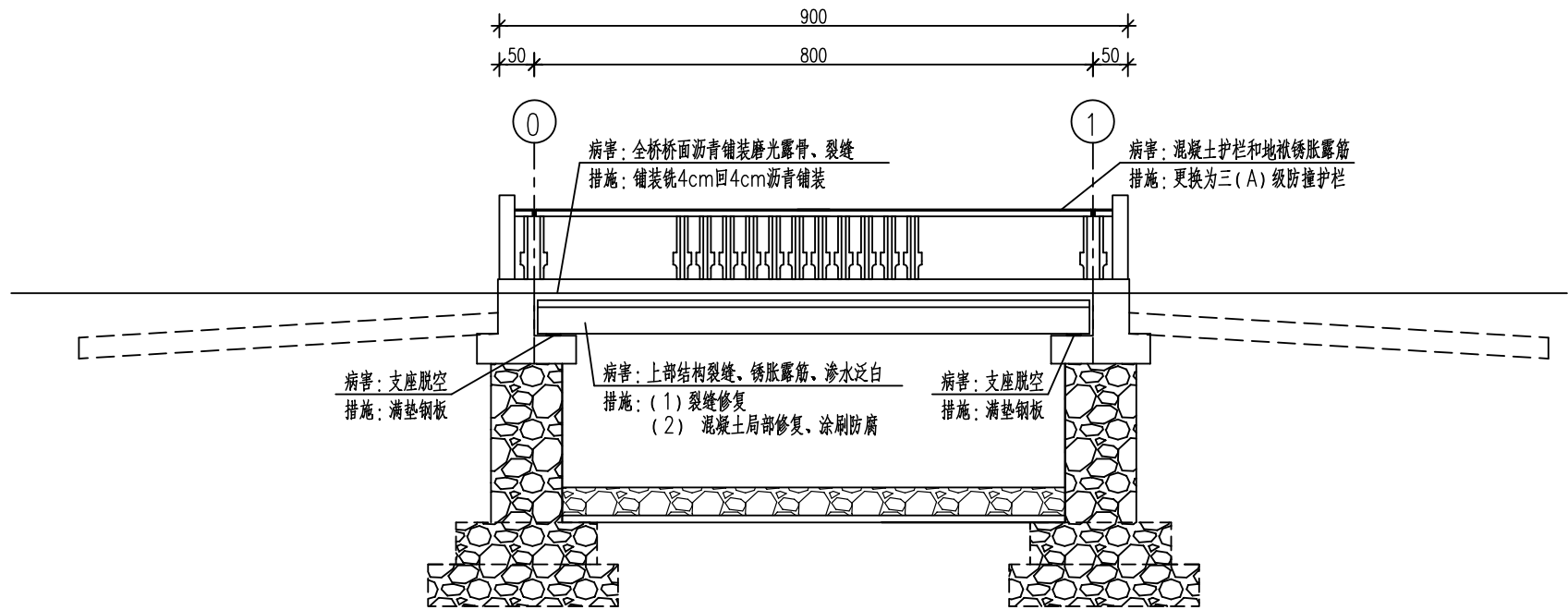
- 1、本图尺寸单位: cm。
- 2、重铺沥青铺装(由上至下):
(1)4cm厚温拌细粒式沥青混凝土 WAC-13C。
(2)改性(SBS)乳化沥青粘层油。

桥梁病害:			修复措施:		
1、桥面系	2、上部结构	3、下部结构	1、桥面系	2、上部结构	3、下部结构
(1)桥面铺装裂缝。	(1)裂缝。	(1)裂缝。	(1)铺装铣4cm回4cm沥青铺装。	(1)裂缝修复。	(1)裂缝修复。
(2)混凝土护栏和地袱锈胀露筋。	(2)混凝土局部破损锈胀露筋。	(2)混凝土局部破损锈胀露筋。	(2)混凝土局部修复、涂刷防腐。	(2)混凝土局部修复、涂刷防腐。	(2)混凝土局部修复。
	(3)铰缝脱落。	(3)支座脱空。	(3)拆除原护栏植筋更换护栏。	(3)自密实混凝土修复铰缝。	(3)满垫钢板处理支座局部脱孔。

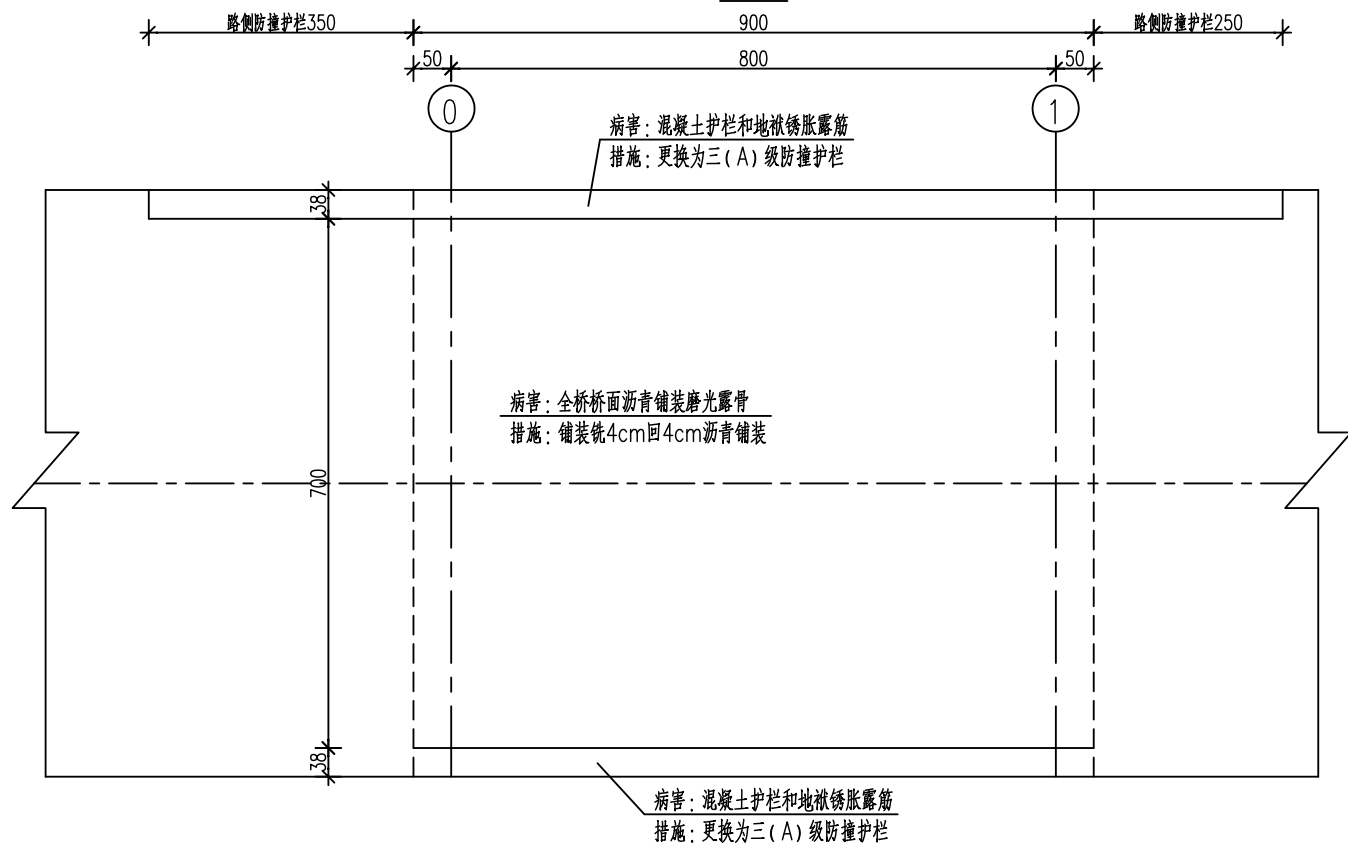


说明：
(1) 本图尺寸单位：m。

展开立图

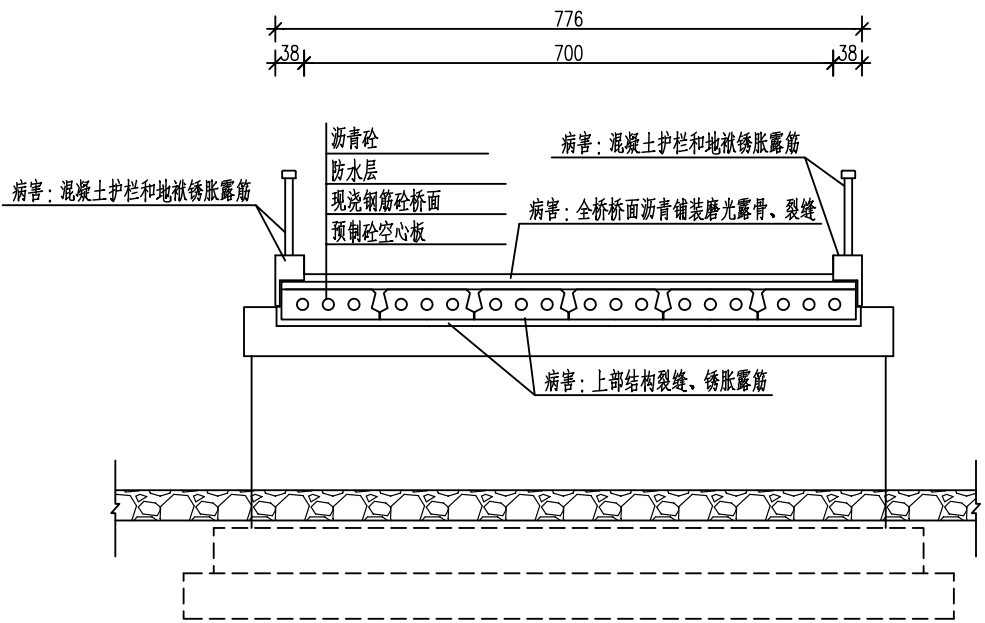


平图



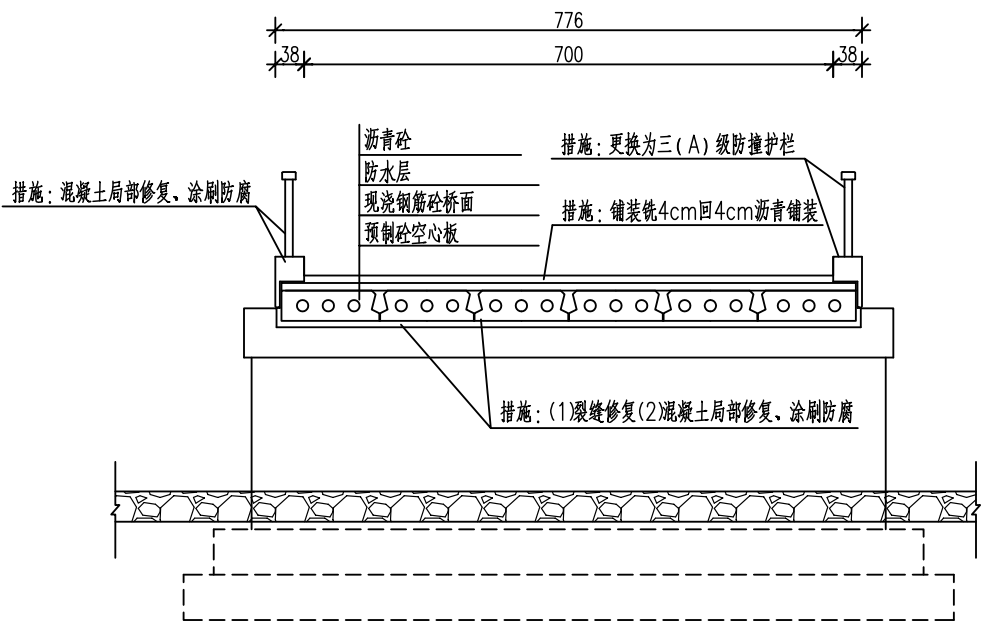
横断面图

(病害情况)



横断面图

(修复措施)



说明:

- 1、本图尺寸单位: cm。
- 2、重铺沥青铺装 (由上至下):
(1)4cm厚温拌细粒式沥青混凝土 WAC-13C。
(2)改性(SBS)乳化沥青粘层油。

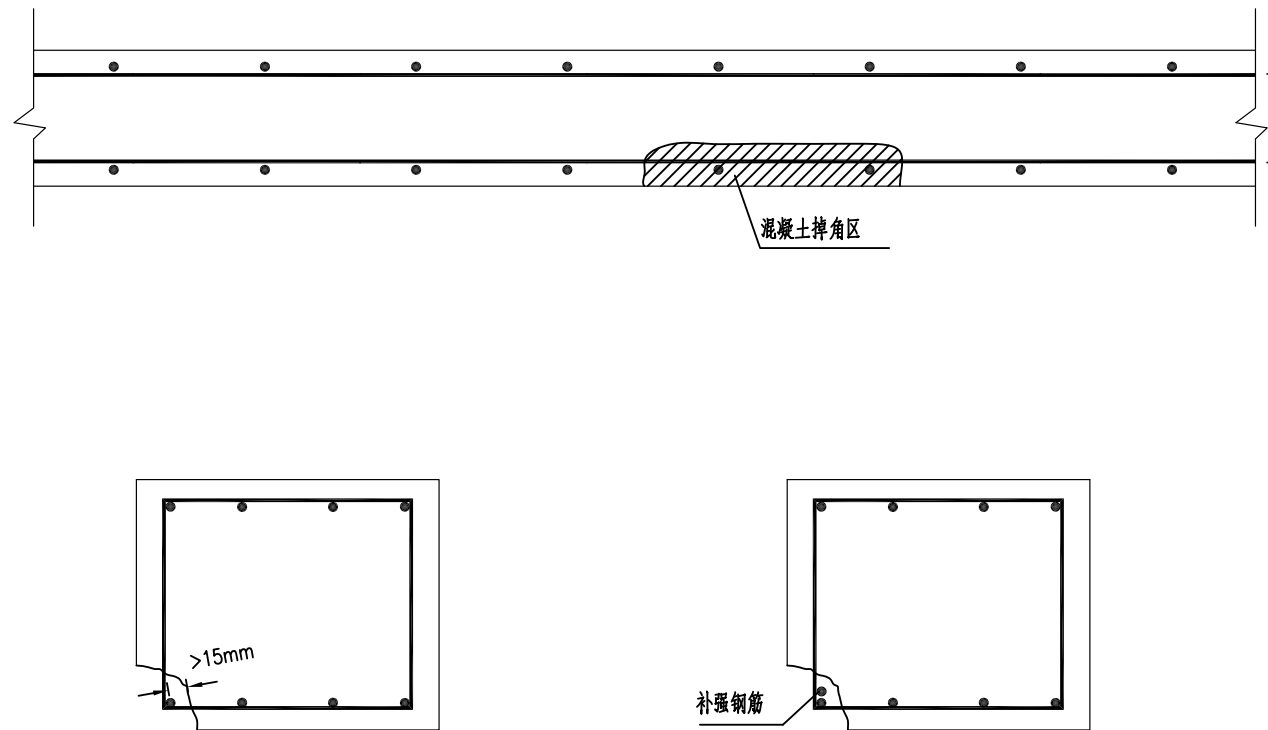
桥梁病害:

- | | | |
|------------------|----------------------|----------|
| 1、桥面系 | 2、上部结构 | 3、下部结构 |
| (1)桥面铺装磨光露骨、裂缝。 | (1)裂缝。 | (1)支座脱空。 |
| (2)混凝土护栏和地袱锈胀露筋。 | (2)混凝土局部破损锈胀露筋、渗水泛白。 | |

修复措施:

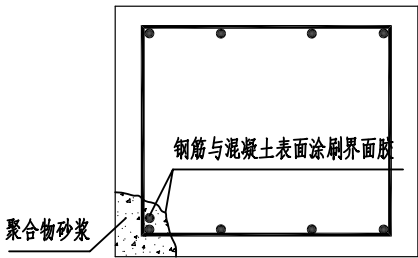
- | | | |
|--------------------|------------------|------------------|
| 1、桥面系 | 2、上部结构 | 3、下部结构 |
| (1)铺装铣4cm回4cm沥青铺装。 | (1)裂缝修复。 | (1)满垫钢板处理支座局部脱孔。 |
| (2)混凝土局部修复、涂刷防腐。 | (2)混凝土局部修复、涂刷防腐。 | |
| (3)拆除原护栏植筋更换护栏。 | | |

混凝土局部掉角修补方法示意



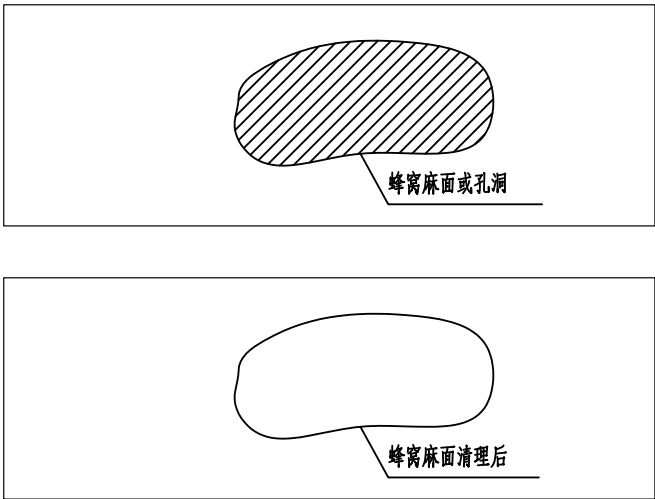
第一步：凿除部分掉角处的混凝土，至露出钢筋，钢筋与混凝土距离大于15mm。

第二步：对露出钢筋进行除锈、防锈处理，锈蚀严重的须在原钢筋上绑扎同样直径的补强钢筋；喷涂阻锈剂。

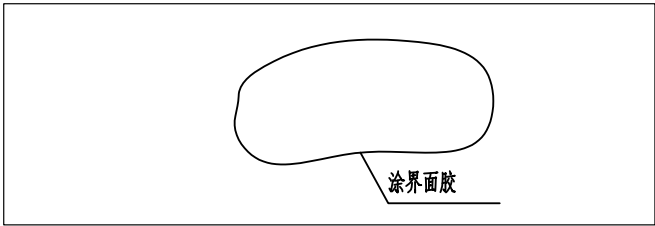


第三步：在清理好的钢筋与混凝土上均匀涂上界面胶，浇注新的聚合物砂浆。

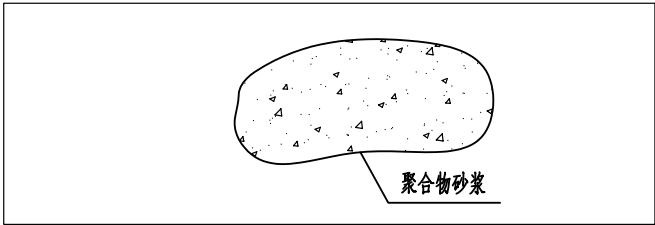
混凝土表层缺陷修补方法示意



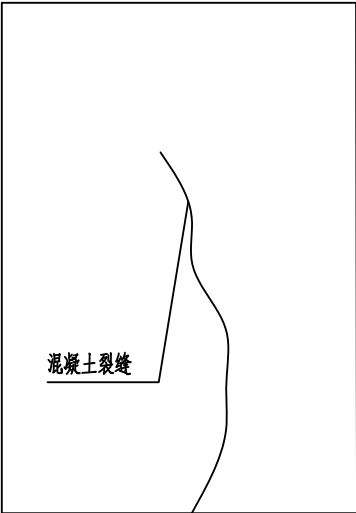
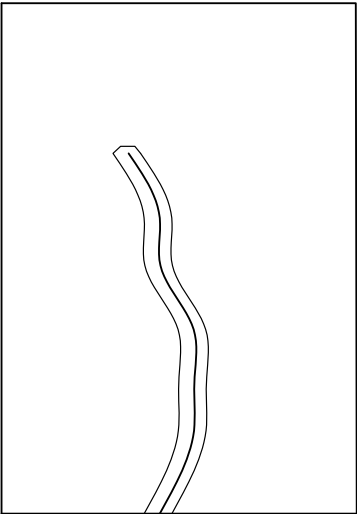
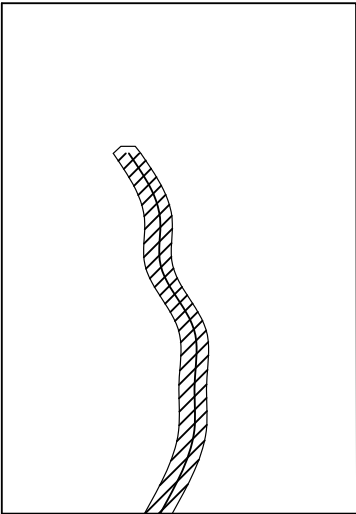
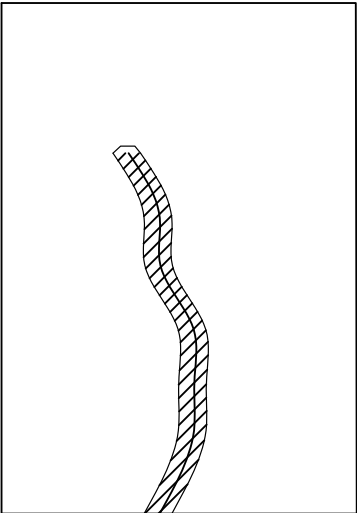
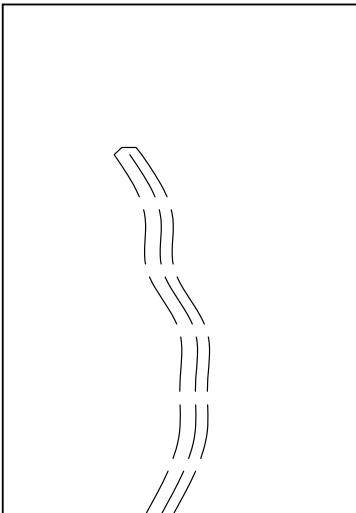
第一步：凿除蜂窝麻面表面疏松层，露出新鲜混凝土，凿毛，用清水刷洗至表面无浮渣、粉尘、油污。对露出钢筋进行除锈、防锈处理，锈蚀严重的须在原钢筋上绑扎同样直径的补强钢筋。

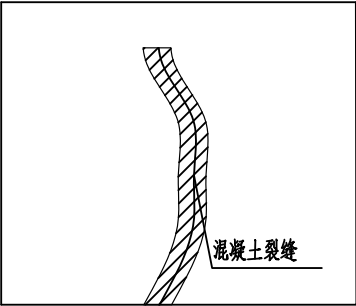
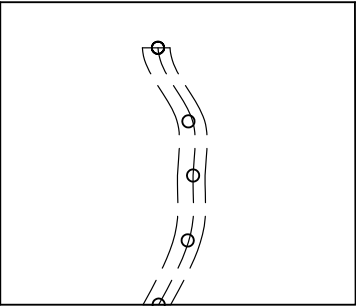
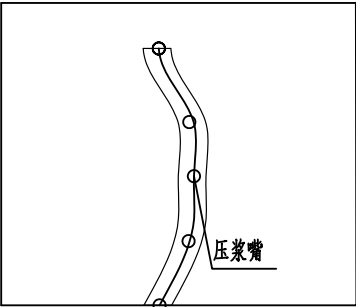
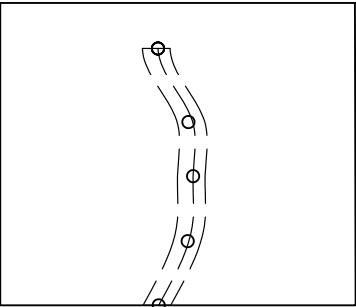
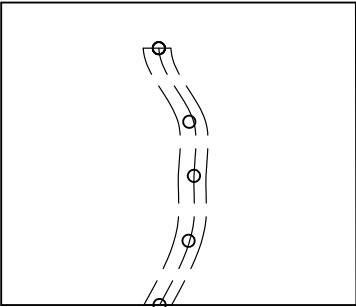
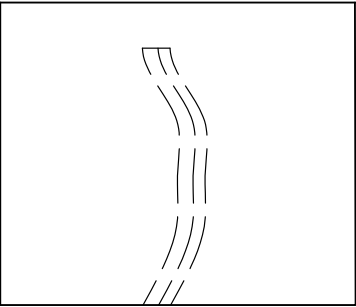
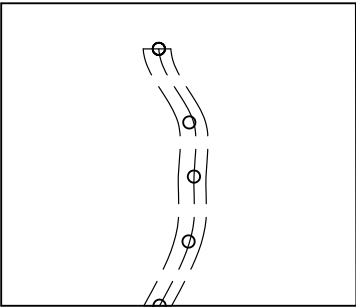


第二步：在混凝土表面涂抹界面胶，提高粘结力。

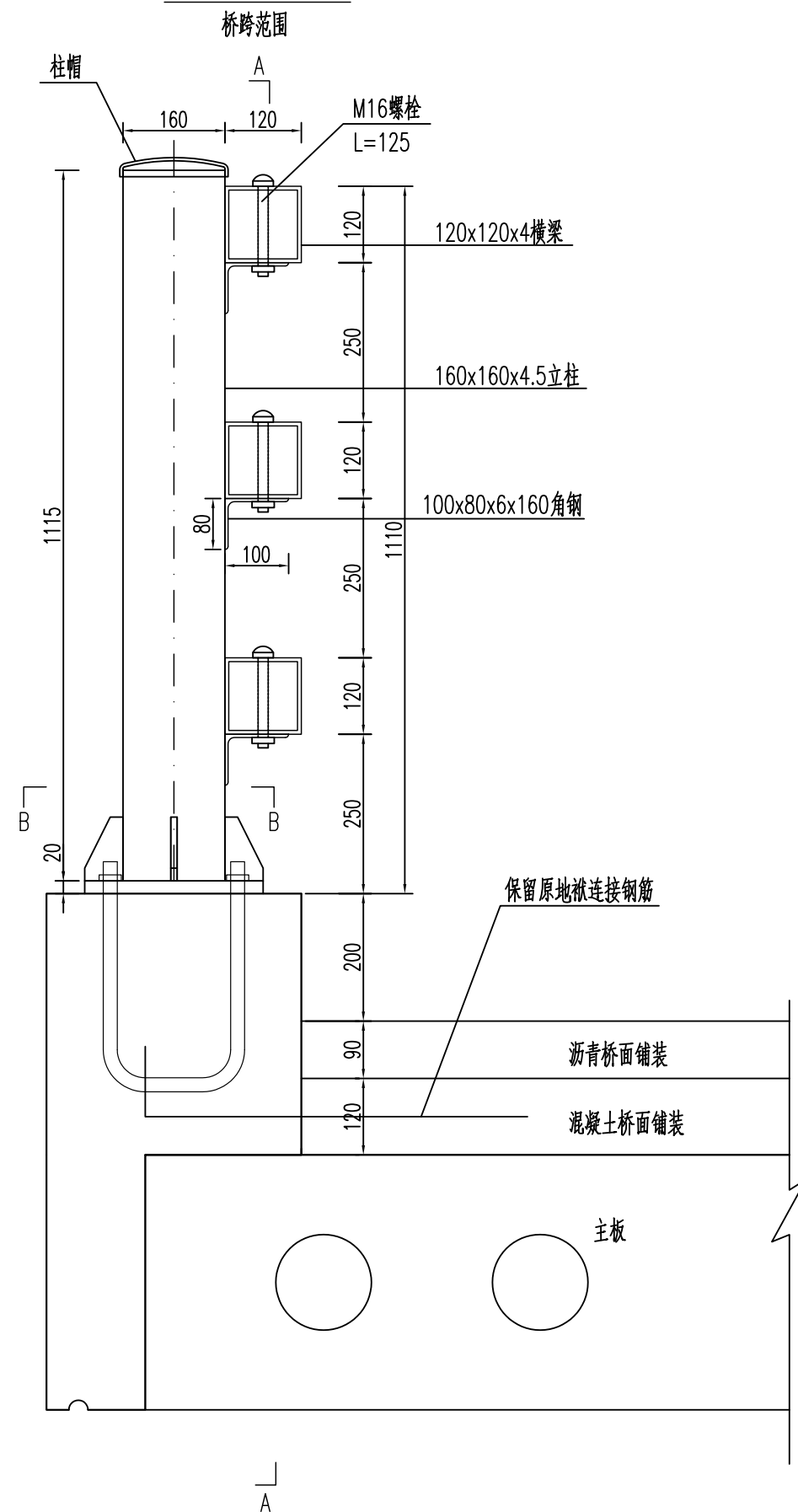


第三步：用聚合物砂浆填补清除部位。

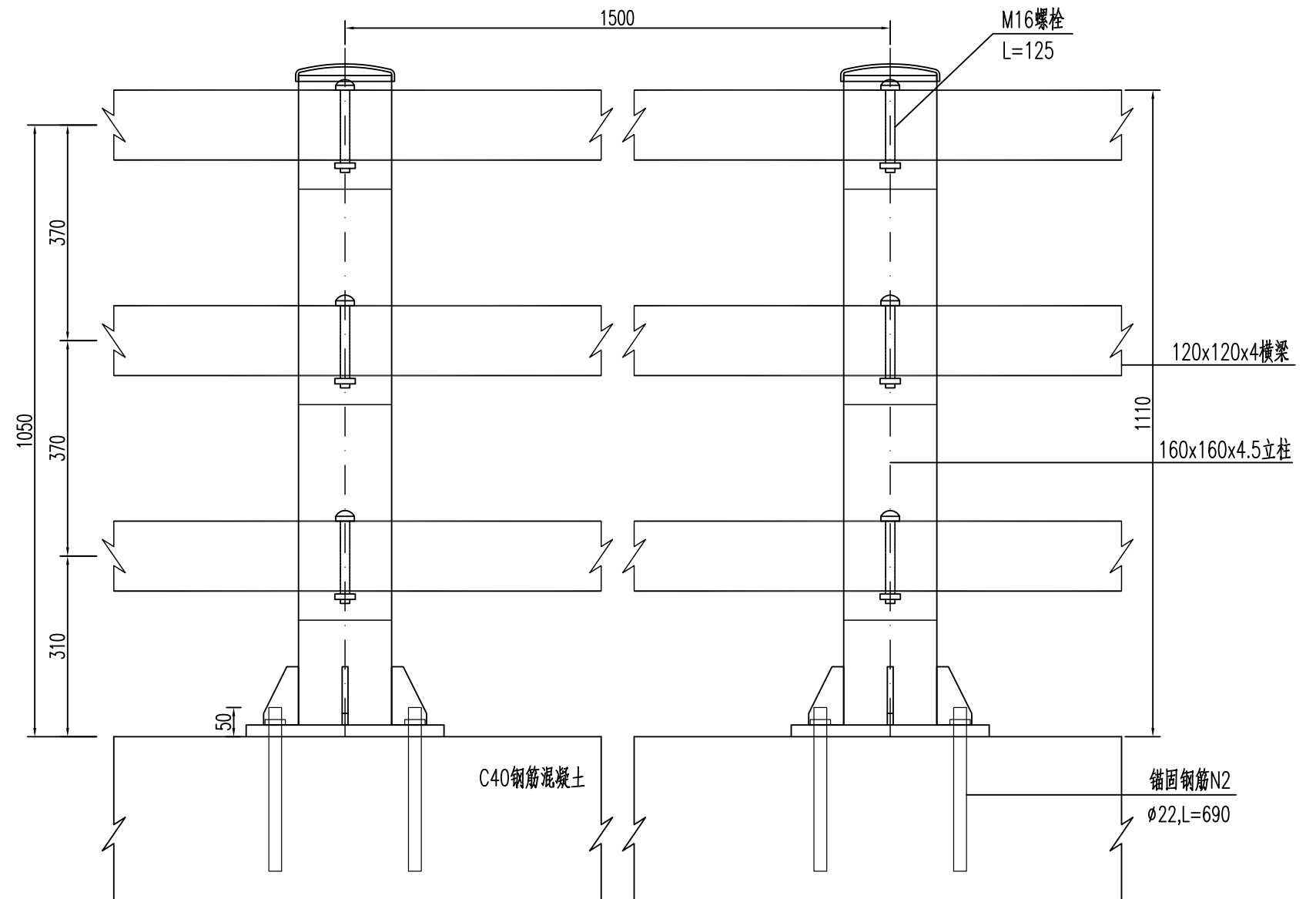
	
	
第一步：用钢丝刷清除原混凝土表面浮浆，将缝口表面2cm范围内的混凝土打毛。 第二步：钢丝刷清理缝口，吹清缝内灰砂，烘干混凝土表面，缝外用丙酮或二甲苯洗擦，保持槽内混凝土面无灰尘、油污等。	
	
第三步：在裂缝四周涂一层环氧树脂胶。 第四步：嵌入环氧灌浆胶并刮平。	

	第一步： 裂缝混凝土表面处理：用钢丝刷反复刷裂缝表面左右3~4cm范围的混凝土直至表面浮浆脱落，用无油压缩空气除尘，用丙酮试剂擦洗表面。		第五步： 配制裂缝灌注胶：将灌注胶按照供应商提供的产品说明书要求的比例配制准确，称量，将主剂与固化剂倒在容器中，用低速搅拌机搅拌均匀。
	第二步： 粘贴灌浆嘴：首尾各一个，中间缝宽则疏，缝窄则密，灌浆嘴最大间距30~50cm布置，在一条缝上必须有进浆嘴、排气嘴和出浆嘴。		第六步： 裂缝灌浆：用 0.4 MPa 无油压缩空气为动力，缓慢起灌，当相邻嘴不夹气冒胶时关闭该阀，逐一排气冒胶关阀，直至最后一个阀。连通缝的裂缝灌浆在内侧灌胶，外侧观测出胶情况，在灌胶时外侧灌浆嘴出胶后由低到高逐个关闭阀门。
	第三步： 裂缝表面封闭：用密封胶封闭裂缝表面，胶泥厚不小于1mm,2mm为宜，宽度2~3cm。		第七步： 封口结束：待缝内浆液达到初凝而不外流时可拆下灌浆嘴，再用密封胶抹平封口。
	第四步： 密封检查：从最下或左的灌浆嘴输入 0.4MPa 无油压缩空气，相邻或右嘴排气时逐个关闭所有阀门，再沿缝附近涂刷肥皂水检漏，若有气泡冒出说明该处漏气，作好标记，用裂缝表面封闭胶对漏气的区域进行封闭，待达到强度后再气检，如此反复，直至不漏气为止。	其他注意事项： - 灌浆机具、器具及管子在灌浆前进行检查，运行正常时方可使用； - 裂缝灌注胶的配制应按照每天的温度来调整配方及配比，浆液的一次配制量须以浆液的凝固时间和进浆速度来确定。 - 灌浆应确保灌浆质量。压力应逐渐升高，防止骤然加压。达到规定压力后，应保持压力稳定，以满足灌浆要求。 - 灌浆施工时必须注意安全规定。	

梁柱式护栏侧面图



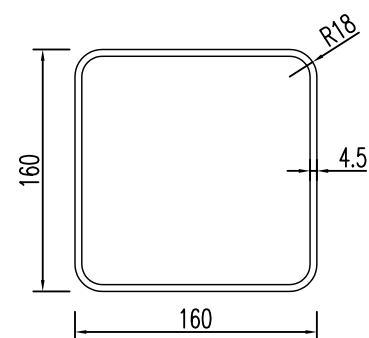
A-A



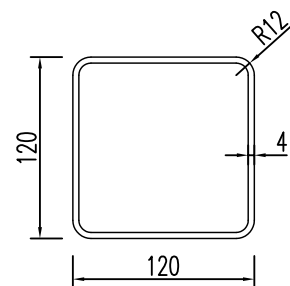
注：

- 1、本图尺寸单位均以毫米计。
- 2、本图适用于三(A)级金属梁柱式护栏；拆除原有地袱，植筋新作地袱，拆除时注意保留原有地袱连接钢筋，若破坏后，进行补植恢复。
- 3、护栏随桥梁伸缩缝断开，断开处采用内套管，搭接固定38厘米，一个内套管长80厘米。
- 4、护栏采用Q345qd钢材，螺栓型号为10.9级。
- 5、护栏端部立柱增加壁厚，调整为160x160x7mm。
- 6、桥梁起终点护栏端部均需设置立柱，不得将横梁外露。
- 7、金属预制件表面应平顺，安装后金属构件的外露部分采用热浸镀锌，镀锌量为600克/平方米。螺栓螺母等紧固件在采用热浸镀锌后必须清理螺纹或进行离心分离处理，也可采用粉镀锌技术。

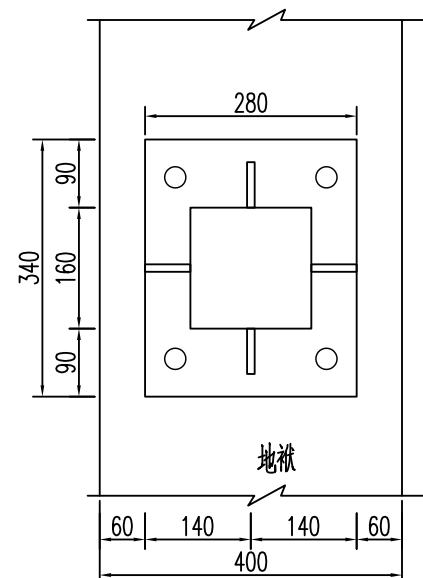
立柱截面



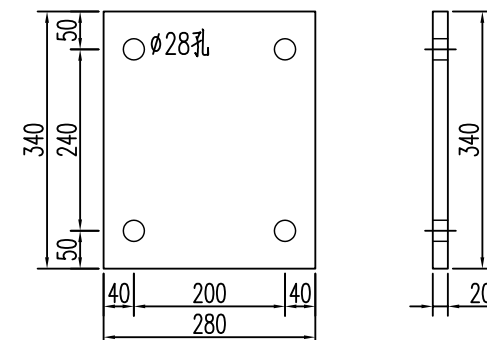
横梁截面



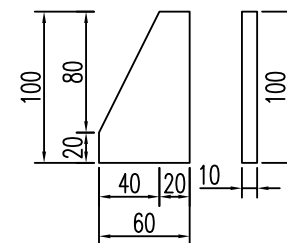
B-B



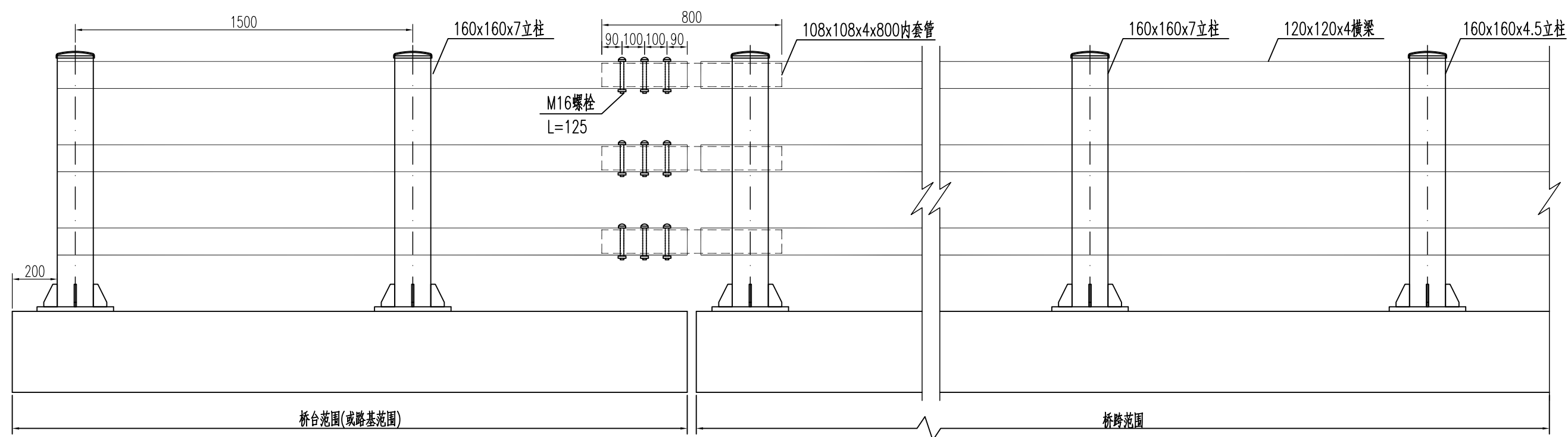
法兰盘大样图



加劲肋大样图

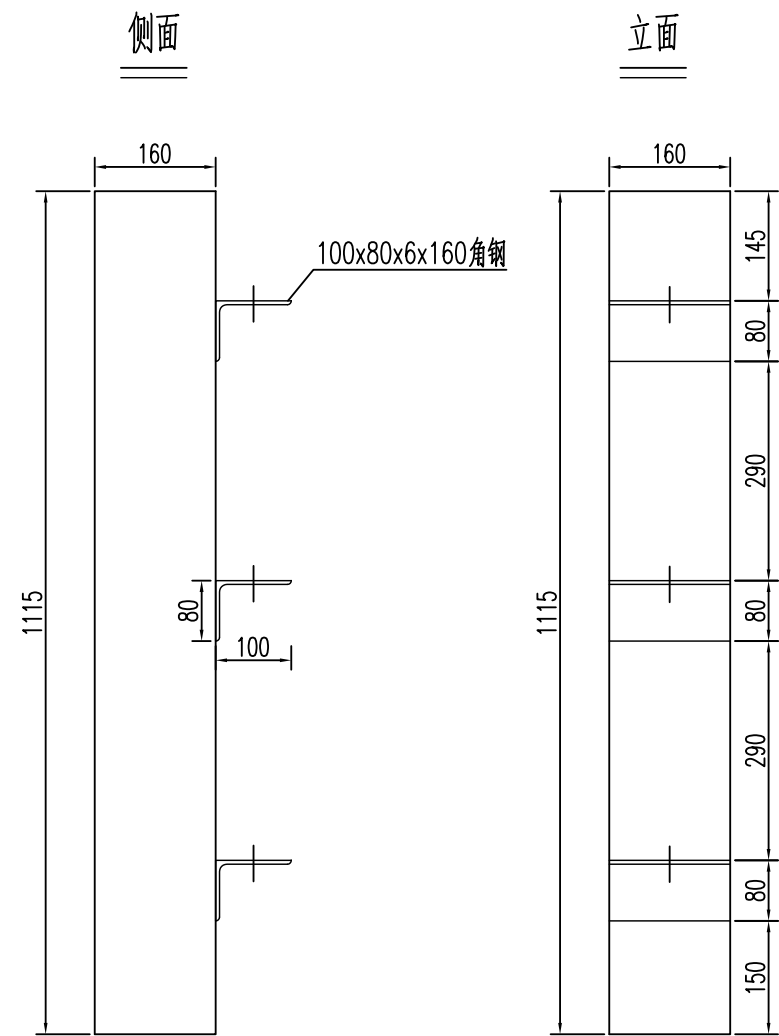


梁柱式护栏立面图



注：

- 1、本图尺寸单位均以毫米计。
- 2、本图适用于三(A)级金属梁柱式护栏。
- 3、护栏随桥梁伸缩缝断开,断开处采用内套管,搭接固定38厘米,一个内套管长80厘米。
- 4、护栏端部立柱增加壁厚,调整为160x160x7mm。



主要工程数量表

每1.5m

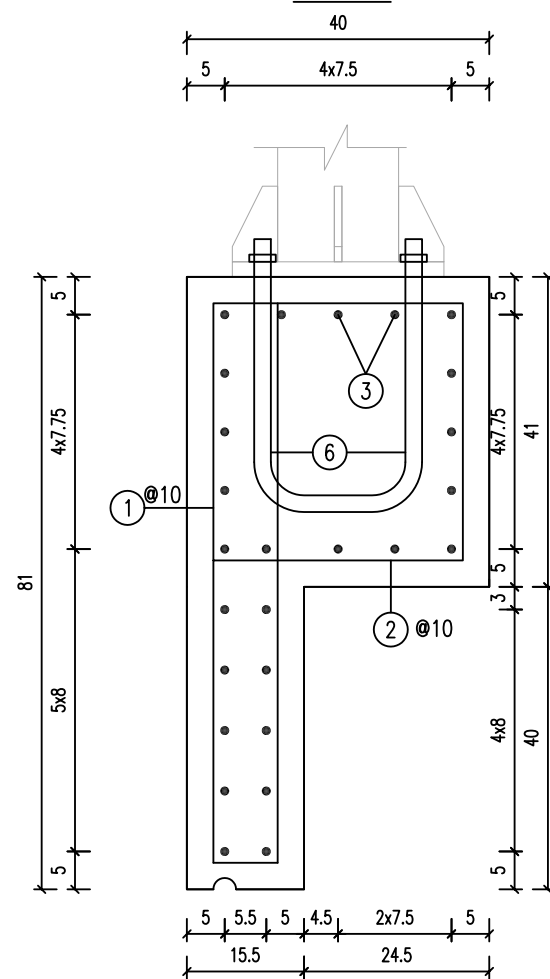
材料名称		规 格 (mm)	单 位	重 量	备 注
钢横梁		120x120x4x1500	kg	65.57	3根
钢立柱		160x160x4.5x1115	kg	24.5	端柱38.1
双头锚栓		M16x125	kg	0.6	3套
垫圈		ø35x4	kg	0.15	6套
防盗螺母		M16	kg	0.21	6套
角 钢		100x80x6x160	kg	4	3套
柱 帽		160x160x4.5	kg	1.03	
法兰	上法兰盘	340x280x20	kg	15.04	
	加劲肋	t=10	kg	1.4	

- 注：
- 1、本图尺寸单位均以毫米计。

2、本图及数量适用于三(A)级金属梁柱式护栏。

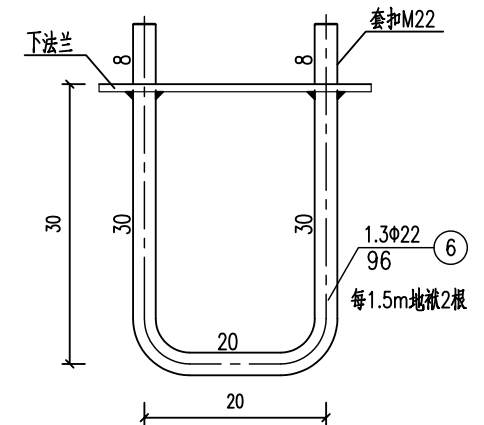
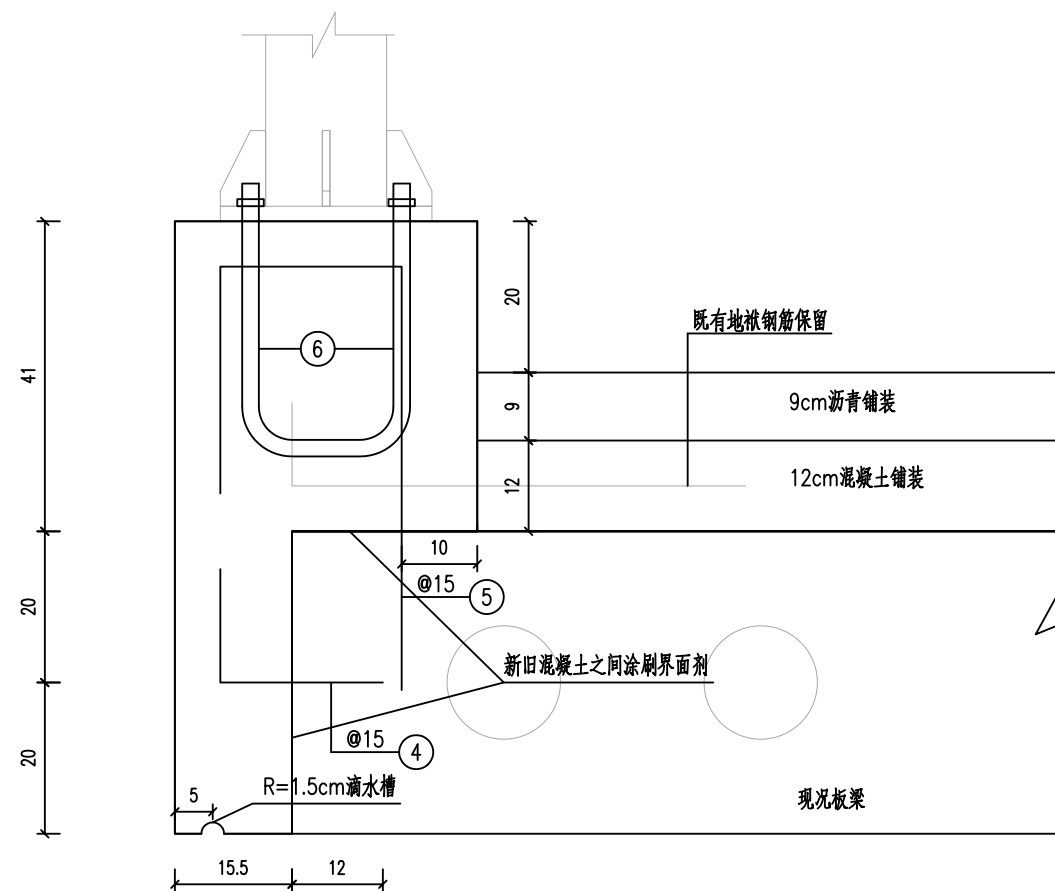
3、本数量表适用于桥跨标准段,端部立柱加厚处,数量相应调整。

立面图



地袱与主梁连接构造图

未示意地袱钢筋

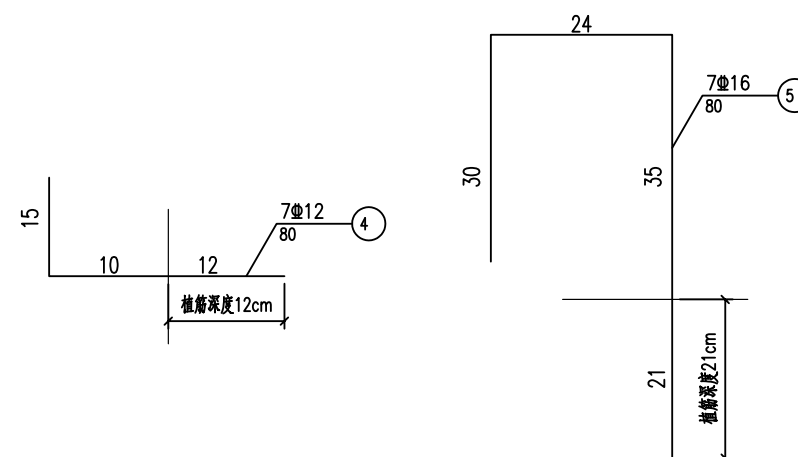
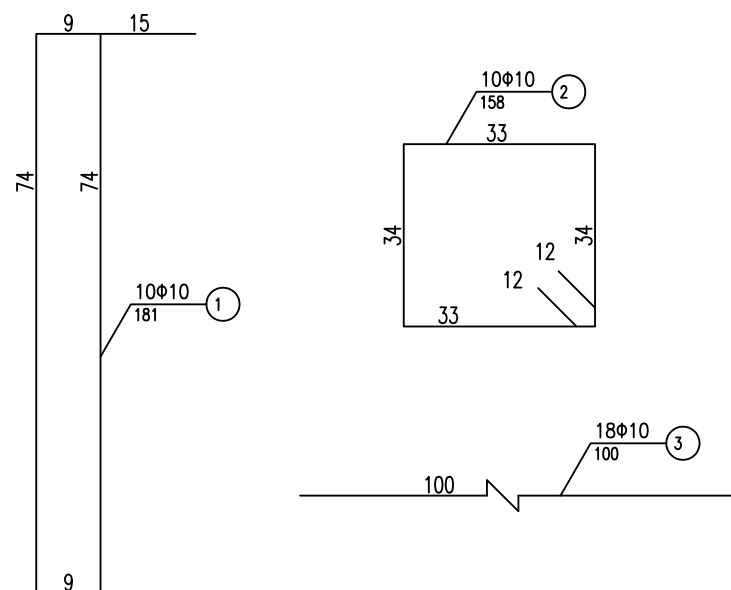


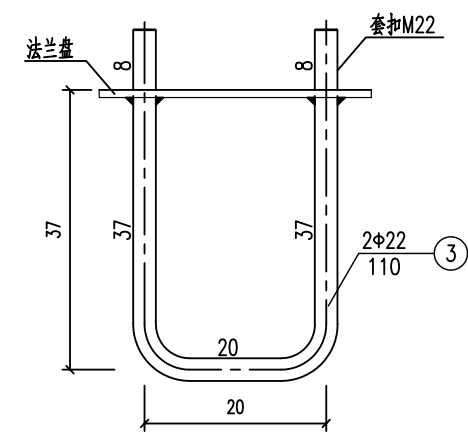
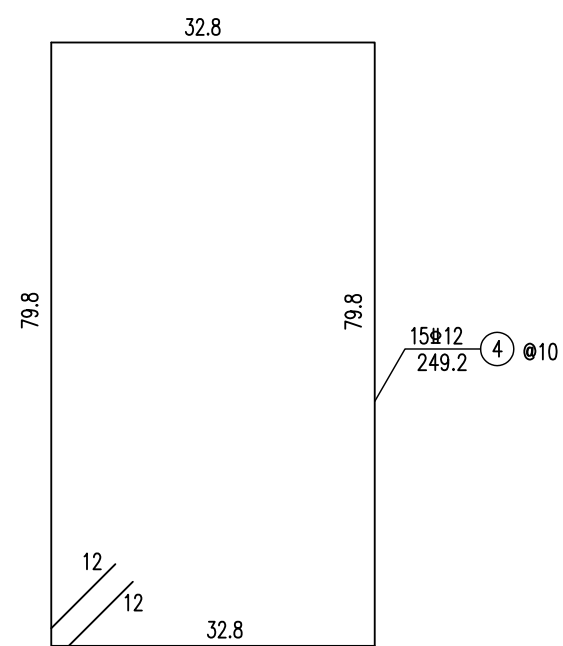
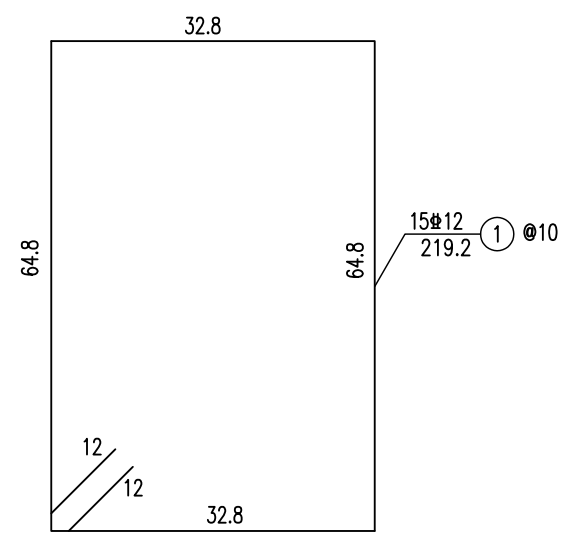
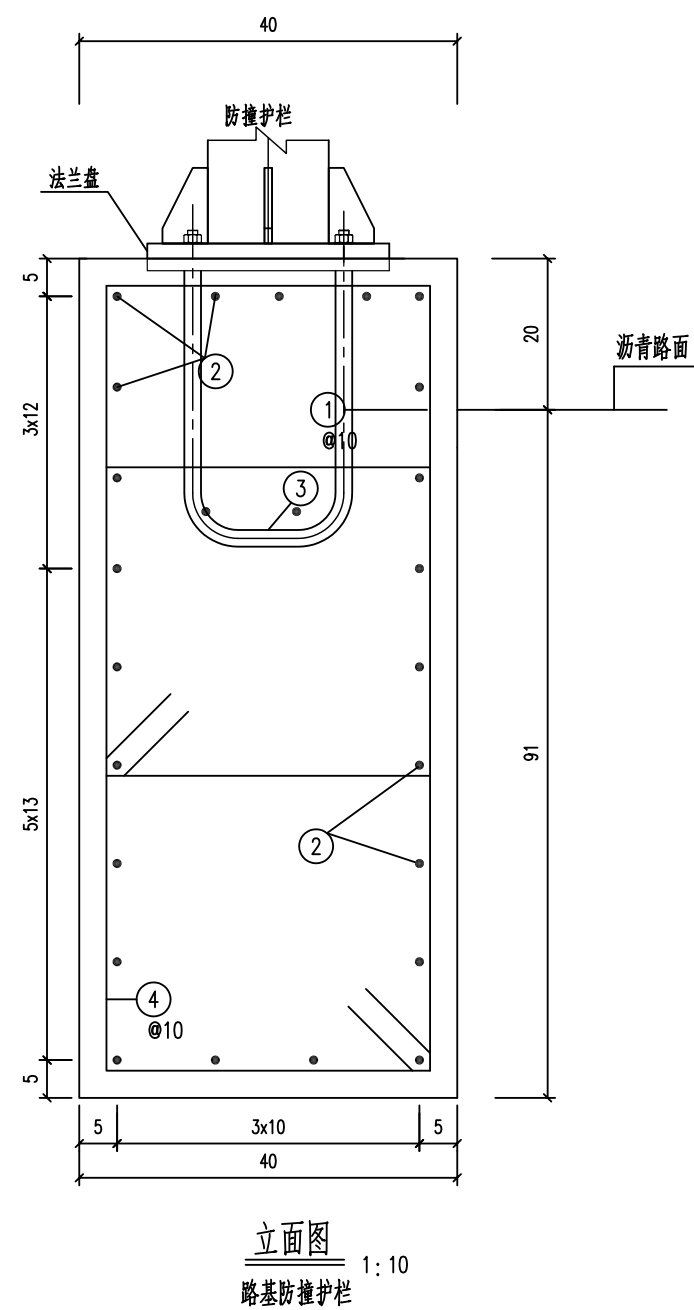
材 料 表

编号	规格	长度 (cm)	数量	总长 (m)	总重 (Kg)	备注
1	Φ10	181	10	18.1	11.17	
2	Φ10	158	10	15.8	9.75	
3	Φ10	100	28	28	17.28	
4	Φ12	80	7	5.6	4.97	
5	Φ16	110	7	7.7	12.17	
6	Φ22	96	1.33	1.28	3.0	
每延米 合计	Φ12:4.97Kg; Φ16:12.17Kg; C40砼: 0.226m ³ Φ10:38.2Kg; Φ22:3.0Kg; N4钢筋箍筋, 每延米7根, 间距15cm, 泵12cm N5钢筋箍筋, 每延米7根, 间距15cm, 泵21cm					

说明:

- 1.图注尺寸单位:钢筋直径及钢板厚度以毫米计,其余以厘米计。
- 2.所有结构在伸缩缝处均应断开,断缝宽度与伸缩缝宽度相同为2cm。
- 3.法兰连接螺栓在现浇施工前注意预埋,地袱采用现浇。
- 4.拆除旧栏杆及地袱时,需人工静力凿除地袱,避免对桥梁上、下部结构产生破坏,保留地袱伸入桥面混凝土铺装连接钢筋,与新做地袱一并浇筑。
- 5.N4和N5钢筋植入主梁间距15cm,避免打断主梁横向主筋,植筋位置可适当调整,植筋时N4与N5钢筋错开布置。
- 6.新旧混凝土连接处涂刷混凝土界面剂。





路基段护栏主要工程数量表

每1.5m

材料名称	规格 (mm)	单位	重量	备注
钢横梁	120x120x4x1500	kg	65.57	3根
钢立柱	160x160x4.5x1115	kg	24.5	端柱38.1
双头锚栓	M16x125	kg	0.6	3套
垫圈	φ35x4	kg	0.15	6套
防盗螺母	M16	kg	0.21	6套
角 钢	100x80x6x160	kg	4	3套
柱 帽	160x160x4.5	kg	1.03	
上法兰盘	340x280x20	kg	15.04	
加劲肋	t=10	kg	1.4	
防盗螺母	M22	kg	0.304	4套

路基段基础材料表

编号	规格	长度 (cm)	数量	总长 (m)	总重 (Kg)	备注
1	Φ12	219.2	15	32.88	29.2	每1.5米
2	Φ12	150	26	39	34.63	
3	Φ22	110	2	2.20	6.56	
4	Φ12	249.2	15	37.38	33.2	
每1.5米合计	Φ12: 97.1Kg; C40砼: 0.666 m³ Φ22: 6.56Kg;					

- 说明:
- 图中尺寸单位：除注明外均为厘米。
 - 本图为路基防撞护栏，长度共计2*5m=10m。
 - 构件安装要求同桥上桥区的防撞护栏。
 - 具体位置详见道路图纸交通工程部分。

