

石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥）中修工程 可行性研究报告（初步设计深度）修订稿

项目编号：DX-34129



上海顶新工程规划设计有限公司
SHANGHAI DINGXIN PROJECT PLANNING & DESIGN CO., LTD
二〇二五年三月

石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥）中修工程 可行性研究报告（初步设计深度）修订稿

项目编号：DX-34129

项 目 负 责 人：

审 核：

校 核：

编 制：



工程设计证书号：A231025520

上海顶新工程规划设计有限公司
SHANGHAI DINGXIN PROJECT PLANNING & DESIGN CO., LTD

二〇二五年三月

工程咨询单位乙级资信证书

单位名称： 上海顶新工程规划设计有限公司

住 所： 上海市浦东新区叠桥路456弄152号

统一社会信用代码： 9131011568553352XE

法定代表人： 施蕴峰

技术负责人： 王雪琴

资信等级： 乙级

资信类别： 专业资信

业 务： 市政公用工程，水利水电，公路

证书编号： 乙102024010071

有 效 期： 2024年10月22日至2027年10月21日



发证单位： 上海市工程咨询行业协会



上海市发展和改革委员会监制

石湖荡镇柳圩四号路（中心河-施姑浜桥）中修工程
地理位置示意图



目 录

第一章 工程概况	1	第五章 道路工程	17
1.1 工程名称.....	1	5.1 设计原则	17
1.2 建设单位.....	1	5.2 工程总体方案	17
1.3 建设背景.....	1	5.3 道路平面	18
1.4 设计依据.....	2	5.4 道路纵断面	18
1.5 设计原则.....	2	5.5 道路横断面	19
1.6 设计过程.....	2	5.6 路基、路面设计	19
1.7 设计的范围及内容.....	3	第六章 桥梁工程	23
1.8 主要设计方案.....	3	6.1 工程概况	23
1.8 工期安排与实施计划.....	5	6.2 桥梁现状及病害	23
1.9 工程投资概算.....	5	6.3 桥梁维修设计方案	26
第二章 建设条件及道路现状评价	6	第七章 附属工程	30
2.1 自然条件.....	6	7.1 交通安全设施	30
2.2 现状路况分析及评价.....	6	7.2 其他工程	32
2.3 其他设施现状及评价.....	12	第八章 施工期间交通组织设计	33
第三章 采用的规范和标准	14	8.1 施工期间交通组织原则	33
3.1 采用主要规范.....	14	8.2 施工期间交通组织方案	33
3.2 主要技术标准.....	14	8.3 施工期交通组织要求	33
第四章 工程建设的必要性与可行性	16	8.4 确保交通方案的措施	33
4.1 工程建设的必要性.....	16	第九章 路用材料质量要求及施工工艺	35
4.2 工程实施的可行性.....	16	9.1 沥青混合料材料	35

9.2 沥青面层的配合比设计要求.....	36
9.3 施工工艺.....	36
9.4 沥青混合料施工注意事项.....	37
9.5 水泥混凝土.....	37
9.6 透层.....	38
9.7 粘层.....	38
9.8 稀浆封层.....	39
9.9 水泥稳定碎石.....	39
第十章 验收标准及技术要求	41
第十一章 工程质量安全分析及风险评估	42
11.1 工程设计阶段的工程质量安全分析.....	42
11.2 本工程施工阶段的工程质量安全分析.....	43
11.3 自然灾害因素分析及预防措施.....	43
11.4 风险评估.....	44
第十二章 工程环境影响分析、节能评价、效益分析	45
12.1 沿线环境特征.....	45
12.2 建设项目环境影响分析.....	45
12.3 环境保护措施.....	46
12.4 建设期耗能分析.....	46
12.5 节能措施和建议.....	46
12.6 效益分析.....	48
第十三章 工程投资概算	49
12.1 编制说明.....	49

12.2 编制依据	49
12.3 工程建设费用取费标准	49
12.4 第二部分其他建设费用有关说明	49
12.5 资金来源	49
12.6 投资概算	49
第十四章 存在问题与建议	50

第一章 工程概况

1.1 工程名称

石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥）中修工程

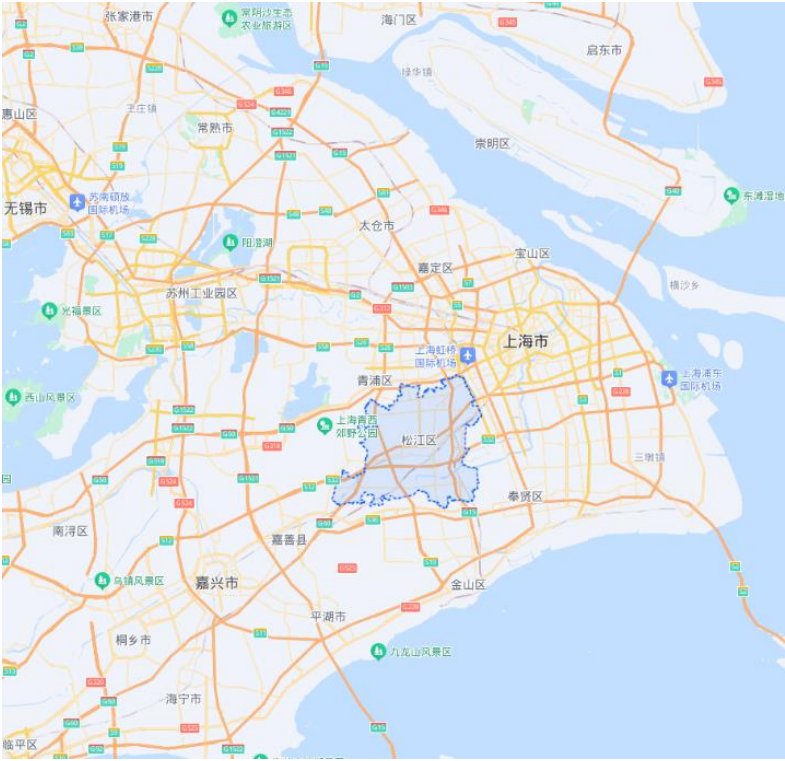
1.2 建设单位

上海市松江区石湖荡镇人民政府

1.3 建设背景

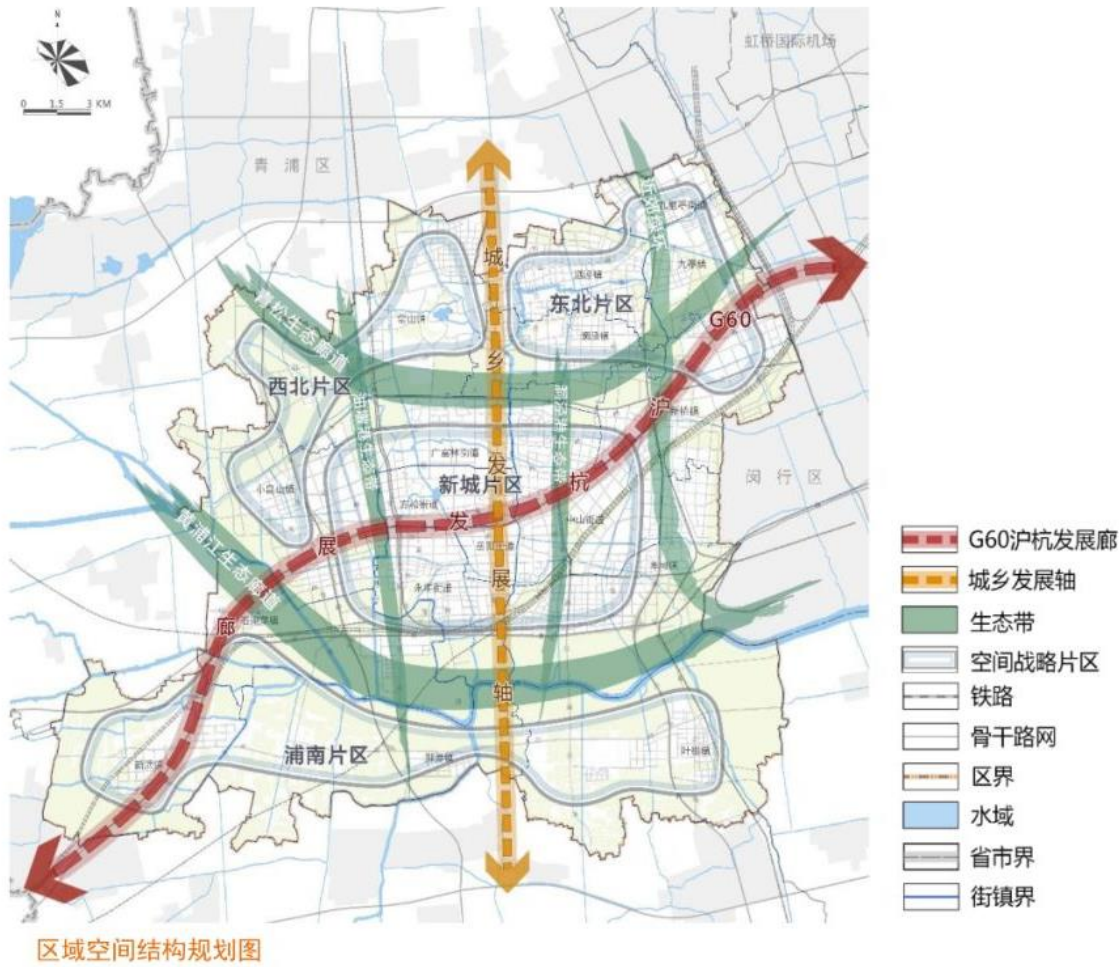
党的十九大报告明确提出中国特色社会主义进入新时代，社会主要矛盾已经转变，“五位一体”的总体布局和“四个全面”战略布局逐步形成，“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念必须坚持贯彻。报告进一步明确开启全面建设社会主义现代化国家新征程的目标，提出“三步走”战略目标和“两个一百年”奋斗目标，确定了2035年和2050年两个阶段的战略安排。中国正以全新的姿态进入全球视野，经济发展方式加速向创新驱动转变，以“一带一路”等国家战略为支撑形成全方位开放新格局。“上海2035”明确提出将上海建设成为卓越的全球城市，令人向往的创新之城、人文之城、生态之城，具有世界影响力的社会主义现代化国际大都市。面向未来，上海将全面提升城市能级和核心竞争力，进一步提高经济密度，提升配置全球资源能力，增强创新策源能力，打造全球网络枢纽。

松江区位于长江三角洲内上海市西南部，在黄浦江中上游。东与闵行区、



松江区区位图

奉贤区为邻，南、西南与金山区交界，西、北与青浦区接壤。十四五规划提到，松江新城将建设卓越的科创之城、人文之城、生态之城，成为“上海都市圈第一圈层”主力城市、全市经济发展的重要增长极、上海辐射长三角的战略支撑点，成为向世界展示长三角一体化高质量发展城市群的重要窗口城市。至2035年，基本建成“科创、人文、生态”的现代化新松江。围绕“松江创造”，坚持高质量发展，成为上海具有全球影响力科技创新中心的重要承载区。人文优势更加突出，环境品质全面提升，重要发展指标达到全市领先水平，成为产城融合、生态宜居的现代化新区。空间布局上形成“一廊一轴、五带四片”的空间结构，形成“新城-中心镇-一般镇-集镇-村庄”的区域城乡体系。



松江区空间结构规划图

石湖荡镇隶属于上海市松江区，位于松江区西南处，东濒姚泾河、小横潦泾（又名坝河），与永丰街道为邻；南临横潦泾、竖潦泾、园泄泾、来泥潮，与泖港镇和新浜镇一衣带水；西靠青松江，与青浦区练塘镇交界；北倚泖河、斜塘，又沿沪杭铁路，与小昆山镇和永丰街道相

隔。

泖圩四号路是石湖荡镇内一条东西走向的道路，主要服务周边村民出行通道。工程范围西起中心河（不含交叉口），对应桩号为K0+000，东至施姑浜桥（不含桥梁），对应桩号K0+742.50，其中泖圩四号路-泖岛公路交叉口（K0+485.85-K0+493.37）现状较好，本次不对其进行修复，路线全长734.98m。道路目前为单幅路形式，车道宽约3.0-4.0m，水泥混凝土路面，两侧为土路肩、绿化带，无人行道。本工程沿线与泖岛公路、1条村道相交，另工程范围内包含一座现状桥梁（上圩南桥），单跨，桥面总宽为5.6m，桥长11m。

随着近年来石湖荡镇的开发建设，交通流量的不断增加，现状水泥砼路面出现纵横向裂缝、破碎板、板角断裂等病害情况，影响周边安全出行，影响片区农村整体环境。为保障周边市民的日常出行安全，同时为提高道路的服务水平，舒适性，延长使用寿命，改善农村居住环境，提升我镇整体环境面貌，提出对本工程进行中修。

受业主委托，由我公司编制“石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥）中修工程”可行性研究报告（初设深度）。



工程地理位置图

1.4 设计依据

- 1、设计任务委托书
- 2、《上海市公路整治暂行规范》（沪市政建[2008]779号）
上海市市政工程管理局 2008.10
- 3、《上海市城市道路和公路设计指导意见（试行）》（沪建交[2009]1048号）
——上海市城乡建设和交通委员会 2009.08
- 4、《农村公路建设管理办法》
——交通运输部 2018
- 5、相关规范和标准
- 6、石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥）中修工程地形图
- 7、石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥）中修工程测量检测报告
- 8、松江区石湖荡镇 2024 年度桥梁定期检查项目-上圩南桥定期检查，上海同丰工程咨询有限公司，2024.07
- 9、现场调研及收集的资料

1.5 设计原则

本工程设计根据现场调查资料以及建设单位的相关要求为指导。工程方案的总体设计思想遵循“整体设计和针对性设计”的总体设计原则，以恢复路面强度、延长路面使用寿命、提高道路内在质量为目的，以减少路面破损，提高路面平整度为目标，以满足整体强度需求为根本，进行全路段、全断面维修的要求开展工程设计，真正做到“整治一条，巩固一条”。

道路平面、横断面、纵断面基本维持现状起伏，本次维修主要对白色车行道进行共振破碎后加铺沥青路面，以提高行车舒适性。

1.6 设计过程

为了顺利完成本次设计工作，我公司专门成立了项目组并制定了详细的工作计划。本次设计通过对现有道路状况的综合论证，再经现场踏勘，对路面损坏情况进行了认真的设计和

分析，在此基础上确定了工程的实施方案。本次设计过程如下：

- （1）收集本段道路的相关资料
- （2）现场调查道路损坏情况
- （3）对道路进行了平面修测、纵断面的高程测量
- （4）委托检测单位进行路面病害调查
- （5）对原道路结构进行钻芯取样
- （6）确定道路维修工程方案，并进行工程投资概算

1.7 设计的范围及内容

1.7.1 设计范围

泖圩四号路是石湖荡镇内一条东西走向的道路，主要服务周边村民出行通道。工程范围西起中心河（不含交叉口），对应桩号为 K0+000，东至施姑浜桥（不含桥梁），对应桩号 K0+742.50，其中泖圩四号路-泖岛公路交叉口（K0+485.85-K0+493.37）现状较好，本次不对其进行修复，路线全长 734.98m。道路目前为单幅路形式，车道宽约 3.0-4.0m，水泥混凝土路面，两侧为土路肩、绿化带，无人行道。本工程沿线与泖岛公路、1 条村道相交，另工程范围内包含一座现状桥梁（上圩南桥），桥面总宽为 5.6m，桥长 11m，单跨。

1.7.2 设计内容

工程设计内容包括道路工程、相关附属工程及工程投资概算等。

道路工程主要包括：

- 1、车行道：全线白色路面共振破碎后加铺黑色路面。
- 2、相交路口翻挖新建进行接顺
- 3、路缘石新建。
- 4、土路肩修复。

桥梁工程：桥梁修复。

附属工程主要包括：增设交通标志、减速带增设、原有标线复划等。

工程投资详见工程概算表。

1.8 主要设计方案

1.8.1 工程建设的必要性

- 1. 是恢复道路使用功能的需要
- 2. 是改善路容、路况，提升道路服务品质的需要
- 3. 是完善农村公路状况，为周边出行提供便利，改善农村环境的需要。

1.8.2 实施可行性

本工程实施范围是石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥）的路面及附属设施。不涉及征用土地和拆迁房屋，因此本工程在实施范围上是可行的。

本工程的主要修复方案为：全线车行道共振破碎后加铺黑色路面，对工程范围内相交的进出口进行翻挖新建接顺，对道路两侧路缘石进行新建，并增设相关交通标志。采用的是成熟的施工工艺，需要的施工机械和建筑材料均可由上海本地提供，因此本工程在工程方案上是可行的。

本工程修复内容为石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥），该段为单幅路，车道宽约 3.0-4.0m。根据现场踏勘及路网分析，周边用地主要为农用地，出入车辆较少，可通过分段封闭施工，周边道路绕行的方式进行施工期间交通组织，因此本工程从交通组织上是可行的。

1.8.3 主要技术标准

道路工程：

- 1、道路等级：根据业主提供资料，本工程道路等级为四级公路（农村公路）
- 2、设计年限：本次为道路修复工程，根据《小交通量农村公路工程技术标准（JTG2011-2019）》，以及对现状道路的调查分析，考虑路面修复后中长期的使用效果，白改黑改造设计年限按8年考虑
- 3、设计速度：根据《农村公路建设与养护技术标准（DG/TJ08-2067-2022）》，本道路现状车道宽约3.0-4.0m，且道路两侧多为农用地和一处养殖场，交通流量较小，本次设计速度采用15km/h的标准进行设计

4、路面设计荷载：BZZ-100标准荷载

5、土路肩宽度：根据相关规范，本工程采用0.5m。

桥梁工程：

- 1、桥梁设计荷载：维持原有桥梁设计荷载；
- 2、桥梁耐久性设计环境类别为Ⅰ类；
- 3、桥梁维修后不改变现状老桥桥面、梁底高程。
- 4、桥梁维修不得随意增加桥面铺装厚度和静荷载，严禁覆盖伸缩装置。

1.8.4 路面检测结果

1、老路资料

根据业主反馈，本条道路无老路资料。

2、现状路面结构

根据检测芯样资料，现状泖圩四号路路面为水泥混凝土路面，路面结构为：

12.4~14.3cm 水泥混凝土

11.2cm~15.8cm碎石

3、现状道路评价

根据路面检测资料及现场踏勘情况，道路整体情况较差，出现板块断裂破损、露骨、坑槽等病害。另局部出现积水问题。本段车行道中心河-上圩南桥段道路路面损坏状况评价PCI=41.54，等级为“差”破损率DR=40.11%；上圩南桥-施姑浜桥段道路路面损坏状况评价PCI=61.69，等级为“次”，破损率DR=16.03%，说明本次工程范围内路面PCI、DR已不满足养护值；道路断板率大于10%；道路路面结构钻孔样部分完整，部分开裂，结构厚度不一，由劈裂强度计算弯拉强度，芯样结构强度不足。因此，考虑现有结构厚度较薄，强度不足，本次考虑对现状板块共振破碎后加铺沥青路面。

1.8.5 道路工程

根据本工程检测资料及评价结论，确定道路维修工程设计方案如下：

1、道路平面、纵断面、横断面设计

本工程道路不具备拓宽条件，本次道路平面和横断面基本维持现状不变，并恢复道路横坡。

本工程设计为全线白改黑改造，加罩沥青结构后路面标高以现状路面起伏为基准，道路中心标高平均抬高25cm。

2、路基设计

老路经多年使用，路基已基本稳定，本次中修局部对道路进行翻挖新建接顺，如需超挖土基，对上路床30cm范围内用掺6%的石灰进行土基改良，车行道范围上路床土基回弹模量应达到25MPa 以上。

路床压实度要求（四级公路）

填挖类型	路面底以下深度(mm)	路床压实度 (%)
上路床	0~300	≥94
下路床（轻、中等及重交通）	300~800	≥94

3、路面结构设计

（1）白改黑改造：

本工程全线范围内考虑对现状板块共振破碎后加铺沥青路面，具体路面结构如下：

4cm 细粒式沥青砼（AC-13C）（SBS 改性沥青）

乳化沥青粘油层（用量 0.5L/m²）

6cm 中粒式沥青砼（AC-20C）

0.6cm 稀浆封层

透层油

15cm 水泥稳定碎石

乳化沥青封层（3.5kg/m2）

老路水泥混凝土结构共振破碎后碾压密实

（说明：根据《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则（JTGT F31-2014）》第 4.4.3 条规定：采用就地碎石化再生利用技术，应在破碎后的表面设置乳化沥青封层，封层用乳化沥青固含量宜为 50%-55%。其余指标应满足现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的质量要求。乳化沥青用量宜为 2.0-3.5kg/m2，顶面松散层粉末较多时用量宜采用上限。集料直径宜为 4.75-9.5mm，含泥量应小于 3%。结合本工程实际情况，乳化沥青的用量取 3.5kg/m2, 设置乳化沥青封层和钢塑格栅主要起稳定碎石化顶面松散和防水的作用。）

（2）相交道路接顺设计：

①本工程沿线与1条村道相交，相交道路现状为水泥混凝土路面，考虑与本工程接顺，对相交道路两块板范围内进行翻挖新建。

具体新建结构如下：

25cm C30 水泥混凝土

15cm 级配碎石

剩余老路结构整理压实后利用

②泖岛公路现状为沥青铺面，道路状况较好，本次不对其进行修复，因此本工程考虑与泖岛公路接顺，对其两侧三块板块范围进行翻建接顺；

上圩南桥标高维持现状，考虑桥梁两侧三块板范围内进行翻挖接顺；

起终点与现状接顺，考虑三块板范围内进行翻挖接顺。

具体路面结构如下：

4cm AC-13C 细粒式沥青混合料

粘层油（PC-3，用量 0.5L/m²）

6cm AC-20C 中粒式沥青混合料

0.6cm 稀浆封层

透层油

20cm 水泥稳定碎石

剩余老路结构整理压实后利用

注：车行道不同维修方案具体位置详见“道路平面设计图”。

3、其他

（1）错车道

根据规范要求，本工程应设置错车道，因本工程用地及现场情况，不具备设置错车道条件。本工程相交道路路隔较短，间隔约150-300m，可通过其进行错车。

（2）路缘石

道路沿线未设置路缘石，本次白改黑改造后，沿现状道路边线外侧新建路缘石，采用预制混凝土材质，尺寸为30*20*15cm（长*宽*高）。

（3）减速震荡线

本工程相交交叉口处未设置减速带，本次对各相交道路进口道设置减速震荡线。

（4）路肩

现状道路两侧为土路肩，新建路缘石后，对局部现状路肩土缺失采用素土培筑恢复土路

肩，坡向朝外。因本工程路面抬高原则不改变现排水系统，本次通过路肩培土，一定的坡度排出，满足排水要求。

（5）交通标志标线

对交通标志予以完善，主要为里程碑、百米桩、指路标牌、路名牌等的增设，交通标线予以恢复。

（6）道口警示柱

本工程道路沿线交叉口及街坊出入口处设置警示作用的红白杆以及太阳能发光警示柱。

（7）路口灌木

根据业主要求，为不影响交叉口安全视线，本工程道路沿线交叉口处灌木高度需低于50cm。

1.8 工期安排与实施计划

本工程施工工期 3 个月，建设计划如下：

2025. 01～2025. 03	可研报告（初设深度）上报及评审
2025. 04～2025. 04	施工图设计及招投标
2025. 05～2025. 08	施工期

1.9 工程投资概算

具体见工程概算分册。

第二章 建设条件及道路现状评价

2.1 自然条件

1、 地理位置

上海地处长江三角洲的东缘，我国南北海岸线的中点，黄金水道长江的入海口，腹地广阔。松江区位于长江三角洲内上海市西南部，地处东经121° 45’，北纬31°，在黄浦江中上游。松江区总面积604.64平方公里，占上海市总面积的9.5%，整个区域南宽北窄，略呈梯形，其中陆地面积占87.9%，水域面积占12.1%。东与闵行区、奉贤区为邻，南、西南与金山区交界，西、北与青浦区接壤。东北距上海市中心约40公里。

2、 地形地貌

松江区地处太湖流域碟形洼地底部，境内地势低平，属长江三角洲平原。整个地平面由东南向西北倾斜，东、南部稍高，西、北部低洼。东部“冈身”一带，海拔在3.5~4.5米（吴淞口水准，下同），最高5米；沿黄浦江两岸及县境南部，除新五乡有一大片土地（习称泖田，古代三泖之一部）海拔在2.4米左右外，其余一般在海拔3.2米左右；西、北部是低洼腹地，海拔在2.2~3.2米，为太湖流域碟形洼地最低处。在全县耕地面积中，海拔3.2米以下低洼地约占2/3。

3、 气象、地震

松江气候属北亚热带季风区，受冷暖空气交替影响。气候温暖湿润，四季分明，雨水充沛，日照充足，无霜期长，年平均气温15.4℃，最高气温38.2℃，最低气温零下10.5℃，无霜期230天。年平均降水量1103.2毫米，雨日137天。6~7月有梅雨，平均20天左右。夏秋常有台风过境，平均每年1.5次。局部地区有时有龙卷风、冰雹为害。秋冬多雾。易涝少旱。春季日较差，一般在8~9℃之间，少数年份可达18.8℃。清明、谷雨间，多数年份有一两次回暖过程。个别年份4月中旬平均气温可达19℃以上，最高气温超过30℃；少数年份出现春寒，4月下旬平均气温低于13℃，最低气温低于5℃。有1/3年份，清明后仍有晚霜。

上海地处长江中、下游地震带东南的南黄海一下扬子地震区内，固有地震地质薄弱环节很多，断裂构造发育复杂。根据区域地质资料，按上海市工程建设规范《建筑抗震设计规程》

（DGJ08-9-2013）和国家标准《建筑抗震设计规范》（GB50011-2016）的有关条文判定：场地的抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度为0.10g，所属的设计地震分组为第二组，场地覆盖层厚度大于80m，等效剪切波速小于150m/s，场地类别为IV类。

2.2 现状路况分析及评价

本设计现阶段采用踏勘、钻孔取芯、路面检测等方法对道路进行了现状测试资料收集，进行相应分析，并参照相关规范的要求，对泖圩四号路进行了路况调查和评定。

2.2.1 现状道路概况

泖圩四号路是石湖荡镇内一条东西走向的道路，主要服务周边村民出行通道。工程范围西起中心河（不含交叉口），对应桩号为K0+000，东至施姑浜桥（不含桥梁），对应桩号K0+742.50，其中泖圩四号路-泖岛公路交叉口（K0+485.85-K0+493.37）现状较好，本次不对其进行修复，路线全长734.98m。道路目前为单幅路形式，车道宽约3.0-4.0m，水泥混凝土路面，两侧为土路肩、绿化带，无人行道。本工程沿线与泖岛公路、1条村道相交。



现状道路

2.2.2 现状道路横断面

根据现场调查，本段道路现状准横断面车道宽约4.0-4.5m，道路两侧设有排水沟(灌溉沟)，约宽1m。



现状道路标准横断面图

2.2.3 道路沿线建筑及河流情况

1、沿线建筑物

柳圩四号路沿线道路两侧主要为农用地，靠近中心河道路北侧有一处养殖厂。



2、沿线河流及桥梁情况

本工程范围沿线跨越 1 条非规划河道，建有 1 座桥梁上圩南桥，桥宽 5.6m，桥长为 8m。根据桥梁检测报告，上圩南桥总体技术状况等级评定为 2 类，即有轻微缺损，对桥梁使

用功能无影响，本次对桥梁进行维修加固。



上圩南桥

2.2.4 横向相交道路现状

本工程沿线与柳岛公路、以及1条村道相交。

（1）柳岛公路现状车道宽约7m，双向两车道，现状为沥青混凝土路面。



（2）其他相交村道，现状为水泥混凝土路面，宽约4m。



2.2.5 道路现状路况评价

1、道路病害情况及分析

1) 水泥路面损害调查

根据实地踏勘及检测资料，本工程车行道现状为水泥混凝土路面，道路整体情况较差，出现板块断裂破损、露骨、坑槽等病害。另局部出现积水问题。



车行道病害现状

2) 水泥路面损害分析

①、断板和路面板裂缝

（1）裂缝出现在路面板上的情况和水泥混凝土面板板底脱空是有必然联系的。在我国，通常是不会将沥青中间层铺设在水泥路面结构中面板的。接缝渗水后，因为行车车轮的泵吸作用很容易导致水泥稳定碎石基层和水泥混凝土板底出现脱空的现象，也会使水泥混凝土板

所要承受的弯拉应力增大，从而加速了路面的老化程度。

（2）在面板内没有搭配钢筋。在我国，水泥路面的建设过程中，通常使用的是不会在板内搭配钢筋的素混凝土面板，这一种类的面板非常容易因为负载过多以及温度疲乏的因素而开裂，同时断板也会受到破坏。

②、路面表层破损

若是挑选了品质差的原材料、混凝土在搭配时比例不协调或是施工质量欠缺的情况下，就很有可能会导致水泥混凝土面板出现表面破损（例如剥落、龟裂）的现象发生。尤其是在这种情况下，倘若再遇上较多的重载车辆或较为严峻的气候环境时，还会增大面板损坏程度和损坏范围。

③、面板接缝损坏

胀缝间距设置的不恰当或者是接缝处理得不合标准会导致互相连接的水泥混凝土面板接缝出现被损坏的现象。有这样的现象，在施工过程中，有少数单位盲目的追求平整度，从而使得胀缝的设置数量减小，在温差梯度较大时，水泥板就会收缩和膨胀，首先破坏会发生在较脆弱的环节接缝处。若是在接缝处的传力杆或拉杆设置不符合标准，就会因荷载作用而导致错台，倘若没有及时进行修复，那么就将会在接缝附近发生面板断裂或接缝材料破损等情况。

④、路面板不均匀沉陷

路面板有不均匀沉降的现象与路基压实状况及基层强度均匀性有密不可分的联系。如若是没有达到足够标准的压实度，那么路基在车荷载作用下，就会变形不一致，然后就会使得水泥混凝土板底有空隙；同样，基层强度不均匀也是影响路面板底空隙的一个重要因素。空隙在水和荷载耦合作用下促进了板底脱空程度，导致路面严重不均匀沉降。

2、路面结构总体状况评价分析

1) 公路技术状况标准

按照《农村公路技术状况评定标准》（JTG 5211-2024）、《公路技术状况评定标准》（DG/TJ08-2095-2023）确定路面损坏状况指数（PCI）、断板率等公路技术状况指数并结合老路钻芯取样的调查和分析。

公路技术状况分为优、良、中、次、差五个等级，按下表规定的标准确定：

公路技术状况评定标准

评价等级	优	良	中	次	差
PCI	≥90	≥80, <90	≥70, <80	≥60, <70	<60

2）路面损坏状况指数（PCI）

（1）路面行驶质量状况指数评价等级

路面损坏状况指数（PCI）是反映公路路面破损状况的指标，它主要通过对地面进行实地调查，对病害按照沥青路面进行分析统计，计算出调查区域内路面破损比例，最后按照规定的公式计算出PCI值。

$$PCI = 100 - a_0 DR^{a_1}$$

$$DR = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^{i_0} w_i A_i}{A}$$

式中 *DR*—路面破损率，为各种破损的折合面积之和与路面调查面积之百分比（%）；

A_i—第 *i* 类路面损坏的面积（m²）；

A—调查的路面面积（调查长度与有效路面宽度之积，m²）；

w_i—第 *i* 类路面损坏的权重；

a₀—评价模型参数，采用 15.00；

a₁—评价模型参数，采用 0.412；

i—考虑损坏程度（轻、中、重）的第 *i* 项路面损坏；

i₀—包含损坏程度（轻、中、重）损坏项总和，沥青路面取 23，水泥混凝土路面取 20；

根据《公路技术状况评定标准》（DG/TJ08-2095-2023），水泥混凝土路面的路面损坏状况养护规定值如下表所示：

水泥混凝土路面损坏状况养护规定值

项目	高速公路	一级公路	二级公路	三、四级公路
PCI	≥80	≥80	≥75	≥70
DR（%）	≤3.9	≤3.9	≤6.4	≤9.5

（2）路面状况分析

我们对现场进行了踏勘，并委托专业测量单位对现状道路病害进行了实测统计，下表为

检测单位实测后提供的现场实际测量的面损坏情况：

本道路各路段路面状况指数（PCI）如下：

路面状况指数（PCI）评价表

（按《公路技术状况评定标准》（DG/TJ08-2095-2023）进行调查和评定）						
调查路段：		K0+000-K0+360		行车道	调查日期：	2024. 09. 27
路面材料：		水泥混凝土			调查面积：	1472 m²
断 裂 类	1	破碎板	程 度	权 重	损坏统计（m²）	折合面积（m²）
				w _i	A _i	w _i × A _i
	2	裂缝	轻	0.8	405.4	324.32
			重	1.0	84.2	84.2
			轻	0.6	108.9	65.34
			中	0.8	82.5	66
	3	板角断裂	重	1.0	46.4	46.4
			轻	0.6	0	0
			中	0.8	0	0
	接 缝 类	5	轻	0.6	0	0
			重	1.0	0	0
		6	唧泥	—	0	0
		7	轻	0.6	0	0
			中	0.8	0	0
			重	1.0	1.2	1.2
		8	轻	0.4	0	0
			重	0.6	0	0
表 层 类	9	拱起	—	1.0	0	0
	10	坑洞	—	1.0	2.9	2.9
	11	露骨	—	0.3	0	0
	12	修补	—	0.1	0	0
折合损坏总面积：					D = Σ w _i × A _i =	
					590.36	

路面破损率：			DR=D/A×100%=			40.11%
路面损坏状况指数：			PCI=100-10.66DR ^{0.461} =			41.54
本路段路面损坏状况指数 PCI 评价：						差
（按《公路技术状况评定标准》（DG/TJ08-2095-2023）进行调查和评定）						
调查路段：		K0+360-K0+763		行车道	调查日期：	2024.09.27
路面材料：		水泥混凝土			调查面积：	1438 m²
	序号	损坏类型	程 度	权 重	损坏统计（m²）	折合面积（m²）
				w _i	A _i	w _i ×A _i
断 裂 类	1	破碎板	轻	0.8	60.4	48.32
			重	1.0	25.4	25.4
	2	裂缝	轻	0.6	112.1	67.26
			中	0.8	55.3	44.24
			重	1.0	35.4	35.4
	3	板角断裂	轻	0.6	0	0
			中	0.8	0	0
			重	1.0	2.2	2.2
	接 缝 类	5	错台	轻	0.6	0
重				1.0	0	0
6		唧泥	—	1.0	0	0
7		边角剥落	轻	0.6	0	0
			中	0.8	0	0
			重	1.0	0.8	0.8
8		接缝料损坏	轻	0.4	0	0
			重	0.6	0	0
9		拱起	—	1.0	0	0
表 层 类	10	坑洞	—	1.0	0	0
	11	露骨	—	0.3	23.2	6.96
	12	修补	—	0.1	0	0
折合损坏总面积：			D=ΣΣw _i ×A _i =			230.58

路面破损率：	$DR=D/A\times 100\% =$	16.03%
路面损坏状况指数：	$PCI=100-10.66DR^{0.461} =$	61.69
本路段路面损坏状况指数 PCI 评价：		次

由上表可以看出，本段车行道路况一般，中心河-上圩南桥段道路路面损坏状况评价 PCI=41.54，等级为“差”，破损率DR=40.11%；上圩南桥-施姑浜桥段道路路面损坏状况评价 PCI=61.69，等级为“次”，破损率DR=16.03%，说明本次工程范围内路面PCI、DR已不满足养护值。

3）断板率

本次对水泥混凝土路面断板率进行调查统计计算，结果如下表所示：

（按《公路水泥混凝土路面养护技术规范》JTJ 073.1-2001 进行调查）							
调查路段：		K0+000-K0+360		行车道	调查日期：	2024. 09. 27	
路面材料：		水泥混凝土			板块总数：	68	块
	序号	损坏类型	程 度	断板率权系数	损坏数量（块）		折合数量（块）
				W'_{ij}	DB_{ij}		$DB_{ij} \times W'_{ij}$
断 裂 类	1	交叉裂缝、 断裂板	轻	0.6	11		6.6
			中	1.0	7		7
			重	1.5	4		6
	2	角隅断裂	轻	0.2	0		0
			中	0.7	0		0
			重	1.0	1		1
	3	纵、横、斜 向裂缝	轻	0.2	15		3
			中	0.6	10		6
			重	1.0	5		5
路段断板率：			$DBL = (\sum \sum DB_{ij} W'_{ij}) / BS =$				51%
本段水泥路面断板率 DBL 评价：						差	
（按《公路水泥混凝土路面养护技术规范》JTJ 073.1-2001 进行调查）							
调查路段：		K0+360-K0+763		行车道	调查日期：	2024. 09. 27	
路面材料：		水泥混凝土			板块总数：	74	块
	序号	损坏类型	程 度	断板率权系数	损坏数量（块）		折合数量（块）
				W'_{ij}	DB_{ij}		$DB_{ij} \times W'_{ij}$
	1		轻	0.6	12		7.2



断 裂 类		交叉裂缝、 断裂板	中	1.0	3	3
			重	1.5	2	3
	2	角隅断裂	轻	0.2	2	0.4
			中	0.7	1	0.7
			重	1.0	0	0
	3	纵、横、斜 向裂缝	轻	0.2	15	3
			中	0.6	5	3
			重	1.0	3	3
	路段断板率：			DBL=($\sum \sum DB_{ij}W'_{ij}$)/BS=		
本段水泥路面断板率 DBL 评价：						差







由上表可以看出，本段道路板块断裂较严重，中心河-上圩南桥段道路断板率为51%，上圩南桥-施姑浜桥段道路断板率为31%，断板率均大于10%。说明该段道路板块完整性较差。





4）道路样洞资料

由于路面病害发生原因较为复杂，为了明确道路结构层的损坏情况，特委托专业测量单位对部分路段进行了钻芯取样，取样结果如下表：

样洞开挖汇总表

钻芯 编号	钻芯位置	概略桩号	路基路面结构层描述（由上至下）			备 注
			层 名	厚度(cm)	含有物及其他特征	
MW01	122#板	K0+100				
						砼
						13.2
						完整
						路面一般
						碎石
						12.6
						松散（估算）
						总钻深（cm）
						25.8
						到泥

							
MW02	91#板	K0+270	砼	12.4	开裂	路面损坏	
			碎石	15.4	松散（估算）	总钻深（cm）	
						27.8	
						到泥	
							
MW03	69#板	K0+390	砼	11.6	完整	路面一般	
			碎石	15.8	松散（估算）	总钻深（cm）	
						27.4	
						到泥	
							
MW04	48#板	K0+510	砼	14.3	开裂	路面损坏	
			碎石	14.5	松散（估算）	总钻深（cm）	
						28.8	
						到泥	

						
MW05	30#板	K0+600	砼	14.2	完整	路面一般
			碎石	11.2	松散（估算）	总钻深（cm）
						25.4
						到泥
						
MW06	10#板	K0+700	砼	13.3	开裂	路面损坏
			碎石	12.8	松散（估算）	总钻深（cm）
						26.1
						到泥

根据检测芯样资料，现状泖圩四号路路面为水泥混凝土路面，路面结构为：

12.4~14.3cm 水泥混凝土

11.2cm~15.8cm 碎石

评价：本工程现状路段的钻孔样本芯样部分完整，部分开裂，结构厚度不一。

5) 水泥混凝土路面芯样劈裂强度

检测单位对水泥混凝土基层芯样进行劈裂实验，测得芯样劈裂强度如下：

序号	芯样编号	概略桩号	芯样直径 D(mm)	芯样长度 L (mm)	破坏荷载 F (kN)	劈裂强度 f (MPa)
1	MW01	K0+100	100	132	43.7	2.11
2	MW03	K0+390	100	116	41.6	2.28
3	MW05	K0+600	100	143	46.6	2.08

根据公式计算旧混凝土面层弯拉强度标准值：

$$f_r=1.87f_{sp}^{0.87}$$

式中： f_r ——旧混凝土面层弯拉强度标准值（MPa）；

f_{sp} ——旧混凝土面层劈裂强度标准值（MPa）

计算得旧混凝土面层弯拉强度标准值为3.52Mpa

同时计算单芯样的弯拉强度如下表所示：

试件位置	劈裂强度（MPa）	弯拉强度
K0+100	2.11	3.58
K0+390	2.28	3.83
K0+600	2.08	3.54

通过计算可知，现状道路芯样弯拉强度不足。说明现状道路板块厚度较薄，不能满足道路结构最小要求。

6) 车行道路面整体综合评价

根据路面检测资料及现场踏勘情况，道路整体情况较差，出现板块断裂破损、露骨、坑槽等病害。另局部出现积水问题。本段车行道中心河-上圩南桥段道路路面损坏状况评价 PCI=41.54，等级为“差” 破损率DR=40.11%；上圩南桥-施姑浜桥段道路路面损坏状况评价 PCI=61.69，等级为“次”， 破损率DR=16.03%，说明本次工程范围内路面PCI、DR已不满足养护值；道路断板率大于10%；道路路面结构钻孔样部分完整，部分开裂，结构厚度不一，由劈裂强度计算弯拉强度，芯样结构强度不足。因此，考虑现有结构厚度较薄，强度不足，本次考虑对现状板块共振破碎后加铺沥青路面。

2.3 其他设施现状及评价

1、路肩

现状道路两侧为土路肩，且大部分路段两侧土路肩种植行道树，但现状杂草丛生，侵入车行道，占据车行道宽度。



2、路缘石

道路沿线现状未设置路缘石。



3、标线

道路沿线现状未划设标线。

4、里程碑、百米桩

本工程沿线未设置里程碑、百米桩。

5、标志

本工程沿线未设置路名牌、停车标志、指路标志等。

第三章 采用的规范和标准

3.1 采用主要规范

1、 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）

2、 《公路技术状况评定标准》（JTG 5210-2018）

3、 《公路技术状况评定标准》（DG/TJ08-2095-2023）

4、 《农村公路技术状况评定标准》（JTG 5211-2024）

5、 《公路沥青路面设计规范》（JTGD50-2017）

6、 《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）

7、 《城镇化地区公路工程技术标准》（JTG2112-2021）

8、 《小交通量农村公路工程设计规范》（JTGT 3311-2021）

9、 《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则》（JTG/T F31-2014）

10、 《公路路线设计规范》（JTG D20-2017）

11、 《公路土工合成材料应用技术规范》（JTG/T D32-2012）

12、 《道路交通标志和标线》（GB 5768.1-2009）

13、 《道路交通标志和标线》（GB 5768.2-2022）

14、 《道路交通标志和标线》（GB 5768.3-2009）

15、 《城市道路交通标志和标线设置规范》（GB 51038-2015）

16、 《城市道路路基设计规范》（CJJ-194-2013）

17、 《公路路基设计规范》（JTG D30—2015）

18、 《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTG D40-2011）

19、 《公路工程施工质量验收标准》（DGJ 08-119-2018）

20、 《公路养护技术标准》（JTG5110-2023）

21、 《公路沥青路面养护设计规范》（JTG5421-2018）

22、 《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1-2017）

23、 《上海市普通公路整治工程总体设计原则》（沪市政建<2008>368 号）

24、 《公路大修复养护工程质量检验评定标准 》（SZ-24-2020）

25、 《公路养护工程质量检验评定标准》（JTG 5220-2020）

26、 《道路、排水管道成品与半成品的施工及验收规程》（DG/TJ08-87-2016）

27、 《上海市公路养护管理规定》（沪建交 2010-591 号）

28、 上海市及国家相关强制性条文、标准及规范

29、 《上海市公路养护管理规定》（沪建交 2010-591 号）

30、 《公路大中修工程设计规范》（DG/TJ 08-2191-2015）

31、 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）

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

33、 《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22-2008）

34、 《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23-2008）

35、 《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T 50476-2019）

36、 《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）

37、 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）

38、 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2015）

39、 《钢筋焊接及验收规程》（JGJ 18-2012）

40、 《城市桥梁养护技术标准》（CJJ99-2017）

41、 《公路大中修工程设计规范》（DG/TJ 08-2191-2015）

42、 《上海城市桥梁养护技术手册》

43、 《城市桥梁养护技术规程》 （上海市）（DG/TJ08-2145-2014）

44、 《公路大中修设计规范》（DG/TJ08-2191-2015）

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

46、 《城市桥梁桥面防水工程技术规程》（CJJ139-2010）

3.2 主要技术标准

道路工程：

本次泖圩四号路中修工程基本拟合原有道路的线形标准，维持原路技术标准不变，主要技术标准及参数如下：

- 1、道路等级：根据业主提供资料，本工程道路等级为四级公路（农村公路）
- 2、设计年限：本次为道路修复工程，根据《小交通量农村公路工程技术标准（JTG2011-2019）》，以及对现状道路的调查分析，考虑路面修复后中长期的使用效果，白改黑改造设计年限按8年考虑
- 3、设计速度：根据《农村公路建设与养护技术标准（DG/TJ08-2067-2022）》，本道路现状车道宽约3.0-4.0m，且道路两侧多为农用地和一处养殖场，交通流量较小，本次设计速度采用15km/h的标准进行设计
- 4、路面设计荷载：BZZ-100标准荷载
- 5、土路肩宽度：根据相关规范，本工程采用0.5m。
- 6、平纵面线形主要标准：

平纵线形主要技术标准一览表

项 目	技术标准
设计车速（km/h）	15
不设超高圆曲线最小半径(m)（路拱≤2%）	90
平曲线最小长度(m)（一般值）	70
平曲线最小长度(m)（极限值）	30
圆曲线最小半径(m)	20
停车视距（m）	15

- 7、纵断面主要线形标准：

项目		技术标准
设计速度（km/h）		15
最大纵坡推荐值（%）		9
坡段最小长度（m）		45
凸形竖曲线最小半径 最小半径（m）	一般值	100
	极限值	60
凹形竖曲线最小半径 最小半径（m）	一般值	100
	极限值	60

项目		技术标准
竖曲线最小长度（m）	一般值	40
	极限值	15

桥梁工程：

- 1、桥梁设计荷载：维持原有桥梁设计荷载；
- 2、桥梁耐久性设计环境类别为Ⅰ类；
- 3、桥梁维修后不改变现状老桥桥面、梁底高程。
- 4、桥梁维修不得随意增加桥面铺装厚度和静荷载，严禁覆盖伸缩装置。

第四章 工程建设的必要性与可行性

4.1 工程建设的必要性

1、是恢复道路使用功能的需要

本次工程所有道路路面存在不同程度的病害，整体路面结构已达到或超过设计使用年限。在目前社会经济、交通稳步增长的大趋势下，预计道路所承受的交通压力将逐渐增加。因此，为了适应道路交通发展，有必要对现有道路进行中修，恢复道路的使用功能，提高道路行驶质量和服务水平，是十分必要且迫切的。

2、是改善路容、路况，提升道路服务品质的需要

近几年上海市对路容、路况等相继出台了整治指导意见，对道路的行驶性能等有了更高的要求。根据现场踏勘及检测结果，泖圩四号路现状为水泥混凝土路面，已出现板块裂缝、露骨、坑槽等病害，中心河-上圩南桥段道路路面损坏状况评价PCI=41.54，等级为“差”，上圩南桥-施姑浜桥段道路路面损坏状况评价PCI=61.69，等级为“次”，道路断板率大于10%，道路路面结构钻孔样部分完整，部分开裂，但结构厚度不一。随着城市的发展仅进行小范围养护措施已经无法解决日益严重的道路损坏情况，仅能取得短期内的遮掩效果，急需对全路的道路损坏情况进行梳理，实施有针对性的修复工程，恢复道路路拱、改善路面排水，延长道路的使用寿命。同时，提升道路服务水平、提高行车舒适性及安全性。

3、是完善农村公路状况，为周边出行提供便利，改善农村环境的需要

乡村地区作为上海市区域空间的重要组成部分，是上海建设卓越全球城市的战略空间，应与城镇地区协同发展，应积极建设富有上海特色的魅力都市乡村，打造“有品质的乡村环境、有尊严的乡村生活、有乡愁的乡村文化”。

农村公路不仅是促进郊区产业发展和经济增长的重要基础设施，也是乡镇居民享受教育、医疗等公共服务的重要保障，亦是农村人居环境改善的前提条件。通过实施农村公路中修工程，建立完善道路系统，提高农村公路的使用功能和服务水平，将使自然村落的交通环境得到全面改善，将有力推进乡村振兴。

综上所述，泖圩四号路的中修实施，不仅能恢复道路使用功能，改善路容、路况，提升道路服务品质，而且是全力推动乡村振兴战略、促进乡村经济发展的需要。因此，本项目的建设

是必要和迫切的。

4.2 工程实施的可行性

本工程实施范围是石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥）的路面及附属设施。不涉及征用土地和拆迁房屋，因此本工程在实施范围上是可行的。

本工程的主要修复方案为：全线车行道共振破碎后加铺黑色路面，对工程范围内相交的进出口进行翻挖新建接顺，对道路两侧路缘石进行新建，并增设相关交通标志。采用的是成熟的施工工艺，需要的施工机械和建筑材料均可由上海本地提供，因此本工程在工程方案上是可行的。

本工程修复内容为石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥），该段为单幅路，车道宽约3.0-4.0m。根据现场踏勘及路网分析，周边用地主要为农用地，出入车辆较少，可通过分段封闭施工，周边道路绕行的方式进行施工期间交通组织，因此本工程从交通组织上是可行的。

第五章 道路工程

5.1 设计原则

本次修复工程遵循“整体设计和针对性设计”的总体设计原则，以提高路面平整度为目标，以满足整体强度需求为根本，根据现场调查、察看以及道路强度测试结果进行全路段、全断面的工程设计。路面结构修复按《公路路面养护技术规范》（DB 31/T489-2010）、《农村公路建设与养护技术规范》（DG/TJ08-2067-2009）、《小交通量农村公路工程设计规范》（JTGT 3311-2021）中四级公路标准执行，道路总的设计原则如下：

- 1. 结合本路在路网中的性质、地位和作用，在道路修复初步设计中体现出方案实施的合理性和可行性，以节省道路修复的费用，最大程度降低修复工程对道路交通影响。
- 2. 道路修复对现状道路平面、横断面基本维持现状不变，对道路纵断面线形基本按照现状路面起伏，并根据相关的技术标准进行纵断面拟合设计，使道路修复后的道路线形基本达到道路相应等级的要求，提高道路的平整度，改善路面的使用品质。
- 3. 路面结构的选用应根据现场调查和道路强度的测试结果，提出合理、可行的路面结构方案，并采用耐久性好的道路面层材料，以恢复路面结构强度，延长路面结构使用年限。
- 4. 结合道路修复的实施，对相关的附属工程以及道路设施一并进行完善，改善路容路貌，提高道路的整体服务水平。

5.2 工程总体方案

- 1、道路养护规定值
- 当公路路面的各项技术指标因使用过程中的自然衰减或遭受外力破坏而不符合养护规定值时，应采取相应的处治措施，以达到规定的要求。

三、四级公路沥青路面养护规定值

序号	项目		四级公路
1	路面损坏状况	路面损坏状况指数 PCI	≥70
		路面破损率 DR（%）	≤5.4
2	路面行驶质量	行驶质量指数 RQI	≥70

序号	项目		四级公路
		国际平整度指数 IRI（m/km）	≤5.5
3	路面结构强度	路面结构强度指数 PSSI	≥65
		路面结构强度系数 SSI	≥0.65

2、道路现状评价及维修对策

根据路面检测资料及现场踏勘情况，本段车行道路况一般，中心河-上圩南桥段道路路面损坏状况评价等级为“差”；上圩南桥-施姑浜桥段道路路面损坏状况评价等级为“次”，说明本次工程范围内路面PCI、DR已不满足养护值；道路断板率大于10%；道路路面结构钻孔样部分完整，部分开裂，但结构厚度不一。

根据《公路路面养护技术规范》（DB 31/T489—2010），二级及二级以下公路整治结构设计决策树见下表：

二级及二级以下公路水泥路面整治结构设计决策树

PCI	RQI	SRI	推荐对策
符合	符合	符合	日常养护，预养护
		不符合	刻槽
	不符合	符合	翻修破碎板块、板顶研磨或加铺面层
		不符合	翻修破碎板块及加铺面层
不符合（断板率>10%）	—	—	整路段改造为沥青混凝土路面

注：“符合”指该项指标符合养护规定值，“不符合”指该项指标不符合养护规定值。

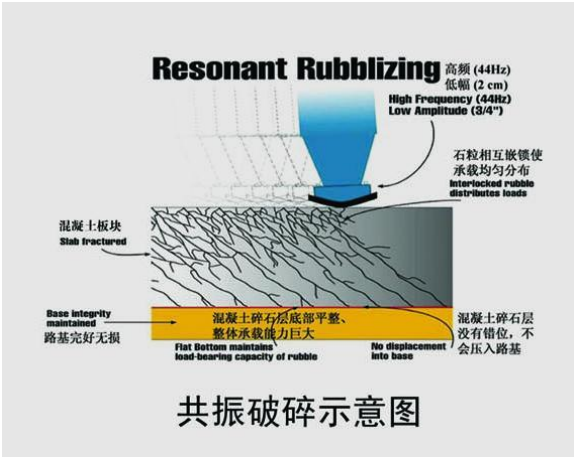
根据“决策树”内容，当PCI不符合，断板率>10%时，改造为沥青混凝土面层。

因此，本次为提高道路质量，适应城市发展需求，考虑对道路全线进行共振破碎后，加铺沥青路面结构。

3、路面结构改造方案比选

1）总体方案一：共振破碎后加铺结构层方案

对现状对水泥混凝土破碎后直接加铺沥青路面工艺在道路改建过程中也有使用，一般采用共振破碎的方式。



共振破碎示意

利用共振破碎设备持续产生高频低幅的振动能量，通过破碎锤头传递到水泥板块，作用于板块内部的高频振动力使得板块整体碎裂均匀，碎块大小和方向极其规律。共振碎石机动量高，和板块接触时间短，是将水泥板块表面的“裂纹”瞬间均匀地“扩展”到板块底部，不会破坏基层结构。水泥板块产生的裂纹是与路面呈 35° ~60° 夹角，这种独特的斜向受力和嵌紧结构大大增强了碎裂后结构的承力。由于高频低幅振动产生的冲击力很小，而且裂纹只扩展到材料边界。混凝土面板共振破碎后，相互齿合嵌挤，可看成是两层，上层为细颗粒的碎石层，下层为板体形较好但有许多裂缝的破裂层。水泥板块破碎后，类似于碎石，故作为道路的柔性基层，可有效消除应力集中、防止反射裂缝产生。

2）总体方案二：翻挖新建沥青路面方案

翻挖现状路面，直接新建刚性（或柔性、半刚性）基层后加铺沥青面层，是提高路面强度的一种改建方式，改建结构可按照新建工程标准，使用年限长，路面质量可控，但总体造价高，产生的建筑废弃物对环境的影响大，施工周期长，对现状交通的影响较大。其中新建刚性、半刚性基层因需要养生，施工周期更长，对交通影响更大；新建柔性基层施工周期短，对现状交通影响小，但造价高。对路面抬升有限制时，更适合采用翻挖新建的工艺。

3）总体方案比选

总体方案比选

比选项目	总体方案一	总体方案二
对现状板块共振破碎后加铺结构层方案	对现状板块共振破碎后加铺结构层方案	板块翻挖补强后加罩黑色路面
对环境的影响	共振破碎施工过程对环境的影响大，对路面下管线存在一定影响；对周边建筑物、居民有一定影响	建筑废弃物量大，对环境的影响大；且路面翻挖对管线有一定影响
对现状交通的影响	共振破碎后可直接摊铺沥青开放交通，施工周期对现状交通影响小	翻挖基层，施工周期较长

泖圩四号路沿线有一处养殖厂，现状道路宽为 3.0-4.0m，考虑到养殖厂出入影响，为减少施工对道路交通的影响，充分利用现状路面结构避免反射裂缝发生，减少工程投资，本次推荐采用总体方案一：**共振破碎后加铺沥青路面**。

4、修复方案

根据检测资料及决策树，本次考虑对其进行白改黑改造，对现状白色板块共振破碎后加铺沥青路面。对与起终点、泖岛公路、上圩南桥接顺，考虑两侧三块板范围进行翻挖新建。

5.3 道路平面

本次中修工程道路平面线形为直线和圆曲线组成，其中圆曲线共设置 4 处，半径分别为 50000、2000、5000、5000。本次工程基本维持既有平面线形不变，恢复道路横坡，平面设计详见“道路平面设计图”。

5.4 道路纵断面

道路纵断面设计在满足规范要求的前提下，以尽量维持现状道路起伏为主要设计原则进行控制，对道路纵断面进行恢复性设计，具体原则为：

- 1、路段尽量维持现状道路起伏，并满足路面修复方案和路面排水的要求；
- 2、满足路面路拱要求；

- 3、尽量减少老路路面起伏不平所需的衬垫层厚度；
- 4、与沿线既有相交道路标高接顺。

本次设计道路纵断面基本维持现状起伏。

5.5 道路横断面

根据现场调查，本段道路现状横断面为3.0-4.0m宽的通行车道，本道路不具备拓宽条件，本次维持现状。

本工程采用单向坡，本次对道路进行恢复性修复，恢复道路路拱，以利于路面排水。路拱曲线采用直线线形，路拱横坡取 1.5%~2.0%。

5.6 路基、路面设计

5.6.1 路基设计

老路经多年使用，路基已基本稳定，本次中修局部对道路进行翻挖新建接顺，如需超挖土基，对上路床30cm范围内用掺6%的石灰进行土基改良，车行道范围上路床土基回弹模量应达到25MPa 以上。

路床压实度要求（四级公路）

填挖类型	路面底以下深度(mm)	路床压实度 (%)
上路床	0~300	≥94
下路床（轻、中等及重交通）	300~800	≥94

5.6.2 路面结构设计

1、路面材料比选

1）沥青上面层

本工程面层选用AC沥青混合物和SMA沥青混合物进行比较。

①. AC沥青混合物

我国沥青路面的设计一直采用马歇尔设计方法，其混合物类型的选择一般是：上面层采用孔隙率小、不透水的连续级配沥青混凝土AC型。AC型是一种密实型沥青混凝土结构,其矿料级配按最大密实原则设计,属于连续性级配,，强度和稳定性主要取决于混合料的粘聚力和内

摩阻力，因为结构密实、孔隙率小，AC型路面的水稳定性较好。但是，由于其表面不够粗糙，耐磨、抗滑、高温抗车辙等性能明显不足，并且矿料间隙率也难以满足要求，通常采用减少沥青用量的方法来满足间隙率的要求，这样使沥青路面的耐久性能降低。因此，AC型在高等级公路的上面层已很少采用，主要用于中、下面层及二级及二级公路以下的上面层。

②. SMA沥青混合物

该种路面具有抗滑耐磨，密实耐久，抗疲劳、抗高温车辙，减少低温开裂的特点。

SMA沥青混合物是由沥青、矿粉、纤维及少量细集料组成的混合物，SMA混合物是按照内摩擦角最大的原则配制间断级配的粗集料，使其形成相互嵌挤、锁结的骨架，然后用足量的沥青玛蹄脂（细集料、矿粉、沥青和纤维稳定剂组成）填充其骨架空隙。SMA沥青混合物是一种间断级配混合物，4.75mm~9.50mm之间的粗集料占集料总量的40%左右，远高于普通级配混合物，SMA混合物骨料有棱角、表面粗糙，内摩擦角φ值大，即使在高温条件下仍有较好的抗变形能力，因其骨料之间填充有沥青玛蹄脂可以发挥其良好的粘结作用，玛蹄脂具有远高于普通密级配混合物的粘结作用，因此具有良好的低温抗裂性能。由于SMA混合物内部的空隙率小，沥青的耐老化和混合物的水稳定性都大大提高，同时由于间断级配在路表面形成大的孔隙，使路面具有很好的抗滑性能，并对减少噪音、防行车水雾等都有益。无论何种气候、无论重交通条件与否，SMA结构面层均稳定耐久。即使是重交通地区，该结构预估使用寿命为10~15年，比普通沥青混合物结构路面延长寿命20%~40%左右。但是该材料施工要求高，难度较大，且价格较贵。

根据上述比较，按照道路等级、道路所处位置及使用功能，上面层推荐采用AC沥青混合物。

2）沥青下面层

考虑道路共振后道路整体质量，以及根据规范要求以及上海市公路常规结构，沥青路面选用下面层结构AC-20C中粒式沥青混合物时，设计厚度拟定为6cm。同时我国目前对于沥青混合物的下面层多采用AC-20C，这种沥青混合物工艺已经十分成熟，应用于中下面层也较为适合。

3）基层类型比较

根据路面结构钻芯取样的结果，道路水泥面层厚度平均为13.3cm，板块破碎后基础强度

降低，本次考虑加铺基层对其进行补强。

基层是路面结构的主要承重层，直接遭受大气因素的影响虽比面层要小，应具有足够的强度和刚度。根据不同工程的特点，目前常用的基层主要有半刚性基层和刚性基层、柔性基层三种。

半刚性基层是我国传统的路面结构形式，具有整体强度、板体性和抗变能力均较强的优点。在国内高等级公路中的应用十分普遍，有着成熟的设计理念、施工技术、质量控制方法。国内的半刚性基层国内通常采用水泥稳定碎石或石灰粉煤灰稳定碎石。

刚性基层的主要优点是抗冲刷性好、强度高、本体性强、承载能力大并经久耐用，施工速度较快、能及早开放交通等优点。刚性基层通常采用低标号的混凝土。由于混凝土基层刚度大，干缩和温缩性也大，为防止断裂必须切缝或压缝，在柔性路面设计中应采取有效的防止反射裂缝的措施。

➤ 水泥稳定碎石

优点：水泥稳定碎石采用工厂化生产，混合料质量稳定、摊铺压实后早期强度较高，水稳性能好，有良好的板体性，对低温的适应性比三渣好，适用于工期紧的项目。

缺点：但材料单价较高，同时对施工管理、施工设备、生产组织和养生等环节的要求非常严格。

➤ 石灰粉煤灰稳定碎石

优点：解决废弃物利用，解决污染问题，来源广泛；自重轻、击实性能好、强度高和压缩性小等；采用厂拌，和易性较好，施工时间易于控制，造价相对较低。

缺点：只有对粉煤灰、石灰、石料组成比例的规定，对于石料的组成很少进行调整。

➤ 水泥混凝土基层

优点：来源广泛、具有强度高、对交通影响较小等优点。

缺点：刚性基层反射裂缝问题明显，且造价较高，后期养护较为困难。

➤ ATB-30基层

优点：ATB-30为密级配沥青稳定碎石混合料，级配组成属于连续级配，是一种骨架密实结构、抗开裂、抗车辙、水稳定性较好的级配，混合料具有密实，高温性能较好的特点。

缺点：造价较高且变形量大。

➤ 再生水稳基层

优点：就地再生水稳，节约原材料、提高旧路等级、缩短工期，对交通影响小、造价较低，同时循环利用废料，对保护环境也起到了积极作用，环境效益、经济效益和社会效益等方面的有明显的优势。

缺点：就地再生混合料质量不易控制，旧路面的材料状况影响再生路面的性质；配比设计、结构设计的方法不够成熟。

本道路为中修工程，整体路面白改黑改造，对现状水泥板块共振破碎后，加铺黑色路面。
为避免道路共振破碎整体结构强度不均匀，本次考虑道路等级、所处地理位置，若采用ATB基层，则造价较高，若采用刚性基层，则易产生反射裂缝问题。综上所述，根据上海市常规路面结构，本次为提高道路整体结构强度，基层材料采用水稳基层。

4) 垫层材料

本工程车行道翻挖接顺部分，考虑级配碎石垫层。

2、道路路面结构设计

本工程设计为全线白改黑改造，加罩沥青路面后路面标高以现状路面起伏为基准，道路中心标高平均抬高 25cm。

（1）白改黑改造：

本段道路为水泥板块路面，现状板块裂缝严重。考虑完全解决反射裂缝问题，道路水泥板块共振处理后，再加铺沥青路面。

共振后加铺厚度计算：

根据《公路水泥混凝土路面再生利用细则》（JTGT F31-2014），预估旧路面再生后按可靠度方法折减后的顶面当量回弹模量： $E'_t = \bar{E}/R_r$ ，本工程顶面回弹模量预估平均值

$\bar{E} = 140MPa$ ，可靠度系数 $R_r = 1.13$ ，则： $E'_t = 140/1.13 = 123.89MPa$ 。

由 HPDS 软件计算结果如下：

公 路 等 级：四级公路

加铺路面的层数：3

标 准 轴 载：BZZ-100

路面设计弯沉值：98 (0.01mm)（参照 DGT TJ08-92-2013 城市道路养护

技术规程中沥青路面结构强度评价标准）

路面设计层层位： 3

设计层最小厚度： 150 (mm)

层位	结 构 层 材 料 名 称	厚度 (mm)	20℃平均抗压 模量(MPa)	标准差 (MPa)
1	细粒式沥青混凝土	40	1400	0
2	中粒式沥青混凝土	60	1200	0
3	水泥稳定碎石	?	1500	0
4	改建前原路面		123.89	

按设计弯沉值计算设计层厚度 :(弯沉值按新建路面 F 公式计算)

LD= 98 (0.01mm)

H(3)= 150 mm LS= 65.1 (0.01mm)

由于设计层厚度 H(3)=Hmin 时 LS<=LD,

故弯沉计算已满足要求 .

路面设计层厚度：

H(3)= 150 mm(仅考虑弯沉)（水稳最小压实厚度）

根据计算结果，具体路面结构如下：

4cm 细粒式沥青砼（AC-13C）（SBS 改性沥青）

乳化沥青粘油层（用量 0. 5L/m²）

6cm 中粒式沥青砼（AC-20C）

0. 6cm 稀浆封层

透层油

15cm 水泥稳定碎石

乳化沥青封层（3. 5kg/m2）

老路水泥混凝土结构共振破碎后碾压密实

（说明：根据《公路水泥混凝土路面再生利用技术细则（JTGT F31-2014）》第 4. 4. 3 条规定：采用就地碎石化再生利用技术，应在破碎后的表面设置乳化沥青封层，封层用乳化沥青固含

量宜为 50%-55%。其余指标应满足现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的质量要求。

乳化沥青用量宜为 2. 0-3. 5kg/m2，顶面松散层粉末较多时用量宜采用上限。集料直径宜为 4. 75-9. 5mm，含泥量应小于 3%。结合本工程实际情况，乳化沥青的用量取 3. 5kg/m2, 设置乳化沥青封层和钢塑格栅主要起稳定碎石化顶面松散和防水的作用。）

验收弯沉值计算：

经计算，新建结构各层顶面竣工验收弯沉值如下：

第 1 层路面顶面交工验收弯沉值 LS= 65.1(0.01mm)

第 2 层路面顶面交工验收弯沉值 LS= 83.8 (0.01mm)

第 3 层路面顶面交工验收弯沉值 LS= 125.8 (0.01mm)

（2）相交道路接顺设计：

①本工程沿线与1条村道相交，相交道路现状为水泥混凝土路面，考虑与本工程接顺，对相交道路两块板范围内进行翻挖新建。

具体新建结构如下：

25cm C30 水泥混凝土

15cm 级配碎石

剩余老路结构整理压实后利用

②泖岛公路现状为沥青铺面，道路状况较好，本次不对其进行修复，因此本工程考虑与泖岛公路接顺，对其两侧三块板块范围进行翻建接顺；

上圩南桥标高维持现状，考虑桥梁两侧三块板范围内进行翻挖接顺；

起终点与现状接顺，考虑三块板范围内进行翻挖接顺。

具体路面结构如下：

4cm AC-13C 细粒式沥青混合料

粘层油（PC-3，用量 0. 5L/m2）

6cm AC-20C 中粒式沥青混合料

0. 6cm 稀浆封层

透层油

20cm 水泥稳定碎石

剩余老路结构整理压实后利用

注：车行道不同维修方案具体位置详见“道路平面设计图”。

第六章 桥梁工程

6.1 工程概况

本工程石湖荡镇泖圩四号路（中心河-施姑浜桥）中修工程共涉及 1 座桥梁，为上圩南桥。
桥梁概况见下表：

桥梁概况一览表

桥梁名称	宽度	桥梁跨径	结构形式	桥面铺装	伸缩缝	限重
上圩南桥	5.6m	1×8m	简支板梁	水泥混凝土	型钢	15t

根据《泖圩四号路上圩南桥定期检查报告》（2024 年 7 月）检测报告结论，上圩南桥总体技术状况等级评定为 2 类，即有轻微缺损，对桥梁使用功能无影响。桥梁各部件评估等级见下表。

桥梁各部件技术状况评分表

桥梁名称	桥梁部位	权重	部位评分	部位等级	全桥评分	全桥等级
上圩南桥	上部结构	0.4	91.3	2 类	90.8	2 类
	下部结构	0.4	93.9	2 类		
	桥面系	0.2	83.4	2 类		

根据现场踏勘，同时结合检测报告结论分析桥梁病害情况，对上述桥梁进行维修加固。

6.2 桥梁现状及病害

6.2.1 桥梁现状

上圩南桥位于泖圩四号路，跨越弄边河，是一座东西走向的桥梁。该桥全长 8m，桥梁总宽 5.6m，横断面布置为 0.3m（栏杆）+5.0m（车行道）+0.3m（栏杆）。上部结构采用钢筋混凝土简支空心板，该桥支座采用板式橡胶支座。下部结构采用轻型桥台，桥台基础采用桩基础。桥面铺装为钢筋混凝土铺装，伸缩缝为型钢伸缩缝，两侧栏杆采用钢筋混凝土栏杆。两端桥头设有“限载总重 15t/轴重 10t”标志牌。



桥面正面照



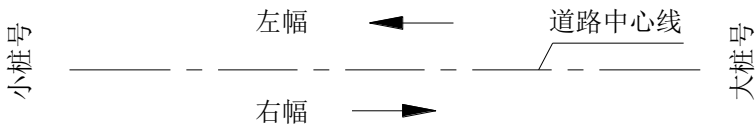
桥梁立面照

6.2.2 桥梁病害

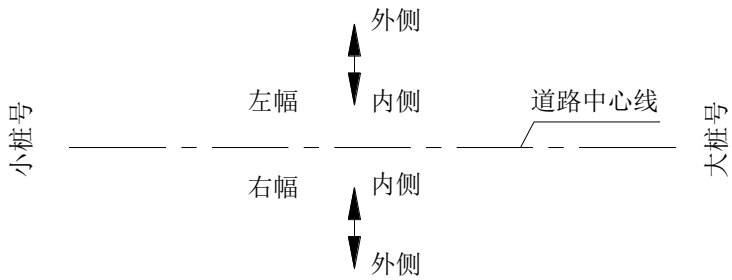
1、为使桥梁定期检测工作清晰、有序的进行，现场记录能够准确反映病害实际发生的位置，为下一步养护工作提供准确有效的信息，必须制定严格规范的编号原则，本项目编号原则如下：

1）方位描述规则

①主线沿小桩号往大桩号方向为路线前进方向，沿路线前进方向的右侧为路线右幅（R），反之为左幅（L），示意如下图所示：



②在同一断面上，规定靠近道路中心线（中央分隔带）的位置为内侧，反之为外侧，示意如下图所示：



③在同一纵断面上，规定在小桩号一侧的位置记为后侧，在大桩号一侧位置记为前侧。

2）构件编号规则

①桥跨编号：沿路线前进方向，桥跨编号为第 1 孔、第 2 孔、……、第 n 孔，依次类推。

②主梁编号：由两部分组成，即桥梁的“孔号”-“梁号”。按照路线前进方向，先填写孔

号，再按照背靠小桩号面朝大桩号从右至左的顺序对每一片梁进行编号。如：1-1#梁，1-2#梁，1-3#梁，1-4#梁、1-5#梁等，依次类推。

③横隔板编号：梁桥横隔板编号由三部分组成，即桥梁的“孔号”-横隔板纵向序号-横隔板横向序号。其中，横隔板横向序号按照背靠小桩号面朝大桩号从右至左的顺序依次增加；横隔板纵向序号按照路线前进方向依次增加。如 1-1-1#横隔板、1-2-1#横隔板等，依次类推。

④铰缝/湿接缝编号：板梁桥勾缝/铰缝编号由两部分组成，即桥梁的“孔号”-铰缝/湿接缝横向序号。其中，铰缝/湿接缝横向序号按照背靠小桩号面朝大桩号从右至左的顺序依次增加，如 1-1#铰缝/湿接缝、1-2#铰缝/湿接缝、1-3#铰缝/湿接缝等，依次类推。

⑤支座编号：支座的编号由三部分组成，即“孔号”-“墩号”-“支座编号”，按照路线前进方向，先填写孔号，再填写墩号，最后按照背靠小桩号面朝大桩号从右至左的顺序对每个支座进行编号。如：1-1-1#支座、1-1-2#支座、1-1-3#支座等，依次编号。

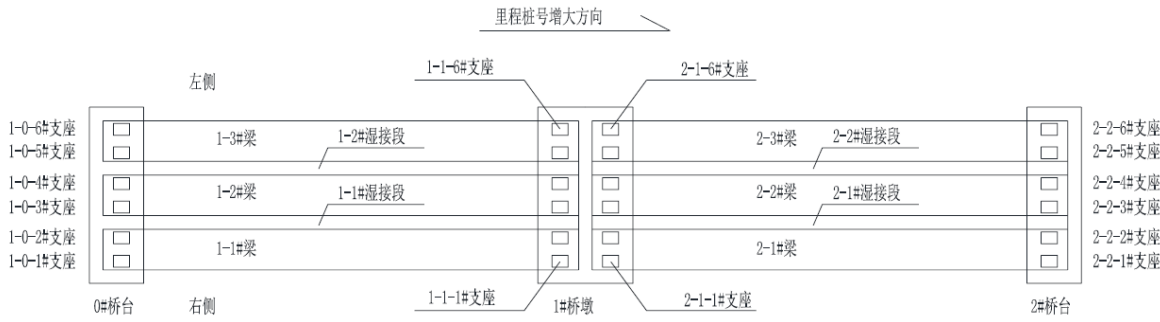
⑥墩台编号：桥墩、桥台的编号，沿路线前进方向增加，如：0#台、1#墩、2#墩...n#台等，依次类推；当桥墩存在多根墩柱时，墩柱编号以桥墩编号为基础，先填写墩号，再按照背靠小桩号面朝大桩号从右至左的顺序对每一根墩柱进行编号，如 1-1#墩、1-2#墩等，依次类推。

⑦盖梁、台帽编号：桥墩盖梁、桥台台帽编号以墩台为基础，如：0#台帽，1#盖梁等，依次类推；盖梁各个面的示意为：沿路线前进方向，左侧面，右侧面，小桩号面，大桩号面。

⑧桥面铺装编号：以桥跨编号为基础，如：1#桥面铺装、2#桥面铺装等，依次类推。

⑨伸缩缝编号：与墩台编号一致，如“0#伸缩缝”表示“在 0#桥台对应桥面设置的伸缩缝”。

⑩）其他未定义的部件，参照以上编码规则相应进行编码。



主梁、湿接缝、支座及墩台构件编号示意图

2、根据现场踏勘及检测报告结论，桥梁病害如下：

1）桥面系

根据检测报告，桥面系病害有：伸缩缝堵塞、伸缩缝保护带破损露筋、栏杆锈胀露筋、泄水管堵塞、桥铭牌破损露筋、桥头接坡栏杆间距过大。



0#台顶伸缩缝堵塞

1#台顶伸缩缝堵塞



0#桥台接坡破损

1#台顶伸缩缝保护带破损露筋



1#左侧栏杆锈胀露筋



1#左侧接坡栏杆间距过大



1#右侧栏杆锈胀露筋



1#右侧接坡栏杆间距过大



1#排水系统堵塞



1#桥铭牌破损露筋

表 6.2-1 桥面系病害一览表

序号	构件名称	构件编号	病害位置	病害类型	病害特征
1	台顶伸缩缝	0#	/	堵塞	/
2	台顶伸缩缝	1#	/	堵塞	/
3			/	保护带破损露筋	面积 0.4m²
4	左侧栏杆	1#	外侧面	锈胀露筋	面积 0.3m²
5			/	/	接坡栏杆间距过大
6	右侧栏杆		外侧面	锈胀露筋	面积 0.5m²
7			/	/	接坡栏杆间距过大
8	排水系统	1#	/	堵塞	/
9	桥铭牌	1#	0#台处，右侧	破损露筋	面积 0.05m²

2) 上部结构

本桥上部承重构件为钢筋混凝土简支空心板，经检查主要病害有：梁底混凝土附着物、支座移位。



1-1#空心板混凝土附着物



1-2#空心板混凝土附着物



1-3#空心板混凝土附着物

1-0-10#支座移位

表 6.2-2 上部结构病害一览表

序号	构件名称	构件编号	病害位置	病害类型	病害特征
1	空心板	1-1#	板底	混凝土附着物	/
2	空心板	1-2#	板底	混凝土附着物	/
3	空心板	1-3#	板底	混凝土附着物	/
4	支座	1-0-10#	/	移位	/

3) 下部结构

根据检测报告，下部结构病害主要为桥台渗水痕迹。



0#台帽渗水痕迹

1#台帽渗水痕迹

表 6.2-3 下部结构病害一览表

序号	构件名称	构件编号	病害位置	病害类型	病害特征
1	台帽	0#	/	渗水痕迹	/
2	台帽	1#	/	渗水痕迹	/

6.2.3 桥梁现状评估

根据上海同丰工程咨询有限公司于2024年7月出具的《泖圩四号路上圩南桥定期检查报告》结论：依据《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/TH21-2011)规定的方法进行桥梁技术状况等级评定，该桥按分层综合评定法评定，桥梁技术状况评分为90.8分，评定为2类，即有轻微缺损，对桥梁使用功能无影响。

6.3 桥梁维修设计方案

6.3.1 设计标准

- 1) 桥梁设计荷载：维持原有桥梁设计荷载；
- 2) 桥梁耐久性设计环境类别为Ⅰ类；
- 3) 桥梁维修后不改变现状老桥桥面、梁底高程。
- 4) 桥梁维修不得随意增加桥面铺装厚度和静荷载，严禁覆盖伸缩装置。

6.3.2 设计原则

根据工程总体设计原则，结合桥梁专业特点，确定本工程桥梁结构设计原则如下：

- 1、加固设计方案应有针对性、标本兼治
- 2、安全性原则

既要考虑各种病害导致结构承载力的降低，也要考虑加固措施及其施工过程对结构承载力的不利影响。特别是对原结构的损伤，应尽量减至最低程度。

3、方便施工原则

维修整治方案的制订要充分考虑到施工条件和难度，方便施工；维修、加固设计应与施工方法紧密结合，并采取有效措施，保证新老结构连接可靠、协同工作。

4、经济性原则

加固措施在满足功能要求的前提下，应兼顾经济性原则，并保留具有利用价值的构件，避免不必要的拆除、更换，避免不必要的浪费。

5、维修及加固方案应遵循不增加桥梁恒载、避免处理后由于恒载增加对桥梁板梁、桥墩台结构及桥梁基础承载力的不利影响。

6、在维修、加固施工过程中，尽可能减少对桥上、桥下正常通行的干扰，同时，采取必要的措施，减少对周围环境的影响。

6.3.3 桥梁维修加固设计

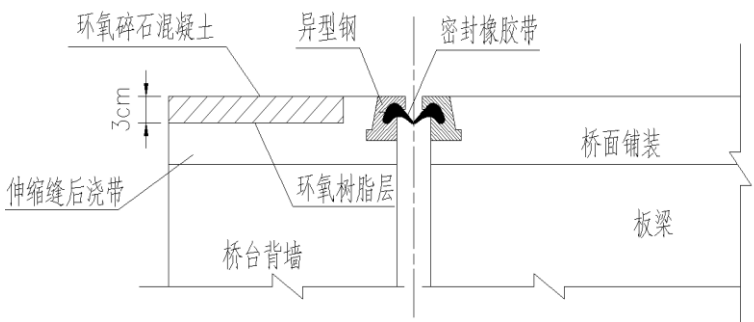
根据设计人员现场踏勘及桥梁检测报告，分析病害产生原因，并对病害进行针对性维修。本次工程上圩南桥维修内容主要为：桥面加铺磨耗层；清理堵塞伸缩缝、更换伸缩缝止水带、修补伸缩缝后浇带开裂破损露筋区域；支座复位；清洗涂装栏杆，栏杆加高；更换桥头接坡栏杆和桥铭牌；修复板梁、栏杆等混凝土破损区域；清理堵塞泄水管；清理梁底附着物。

（1）桥面系

1）根据设计经验，铺装磨光、露骨的产生会影响行车的舒适性和安全性，同时影响了桥梁的美观。因此，本次设计考虑对混凝土铺装进行抛丸处理，对裂缝及破损区域进行修复，加铺 8mm 环氧超薄磨耗层。

2）对于伸缩缝堵塞，应及时清理疏通；根据桥台渗水现象判断，桥台处伸缩缝止水带失效，因此，对于桥台漏水的桥梁更换对应的伸缩缝止水带。

3）对于伸缩缝后浇带破损露筋，本次工程凿除伸缩缝保护带表面混凝土，凿除厚度至裂缝深度且不小于 3cm，对外露钢筋除锈、清洗干净后采用环氧碎石早强混凝土（环氧树脂材料与精制骨料均匀拌制而成）修复伸缩缝后浇带。



伸缩缝后浇带破损维修示意图

4）对于上部结构破损、锈胀露筋处，先凿除疏松混凝土，露筋部分钢筋需除锈，冲洗干

净后，采用环氧砂浆修补。

5）对桥梁范围栏杆和桥名牌进行清洗涂装，栏杆加高至 1.4m。

6）两侧桥头接坡栏杆间距过大，为确保车辆及行人安全，对桥头接坡栏杆进行更换，更换为高度为 1.4m 的花板栏杆。

7）为了整体协调美观性，桥铭牌拆除，移位重建。

8）清理堵塞的泄水管。

（2）上部结构

1）对于上部结构破损、锈胀露筋处，先凿除疏松混凝土，露筋部分钢筋需除锈，冲洗干净后，采用环氧砂浆修补。

2）对梁底混凝土附着物进行清除。

3）对于移位的支座，进行复位处理。

6.3.4 主要材料及性能要求

1、主要材料

（1）桥面系

环氧超薄磨耗层、环氧碎石早强混凝土、环氧砂浆、伸缩缝橡胶带。

（2）混凝土脱落、露筋修复

混凝土结构表面混凝土脱落、露筋修复材料采用环氧砂浆，配合比采用 1：1，其质量及性能应符合现行相关标准、规范的要求。

2、性能要求

（1）超薄磨耗层技术指标要求

磨耗层指标		
指标	单位	技术要求
色泽	/	黑色
莫氏硬度	/	不小于 6.5
磨光值	PSV	不小于 70
压碎值	%	不大于 10

粒径大小	mm	1~3
常温密度	g/cm ³	不小于 3.0
含水量	/	小于 0.2%
细集料坚固性	%	不大于 1%

（2）环氧砂浆材料技术指标要求

环氧砂浆性能指标

性能项目	性能要求
7 天抗压强度（MPa）	≥50
28 天抗压强度（MPa）	≥60

（2）环氧碎石早强混凝土物理特性指标

环氧碎石早强混凝土的性能指标

序 号	试 验 项 目	单 位	性能指标
1	剪切黏结强度	MPa	不小于 16.0
2	抗压强度	MPa	固化 4h，不小于 9.5
			固化 24h，不小于 32
3	抗拉黏结强度	MPa	不小于 1.8
4	固化时收缩率	%	不小于 0.3
5	冷热兼容性	/	通过
6	吸水率	%	不大于 0.3
7	氯离子渗透率	库伦	0.0（零渗透）

6.3.5 主要施工工艺

1、环氧砂浆维修混凝土表层缺陷工艺

（1）清除表面破损

将缺损部位表层劣质混凝土凿除，至露出新鲜、密实混凝土，并清除表面待修补部分的浮尘、油污及铁锈，凿除过程中应密切关注结构的变化，注意不得损坏混凝土主体结构。大面积修补的区域（单处破损面积超过 0.2m²），其修补厚度不小于 5mm，对于深度不足 5mm 的地方应凿至 5mm 以保证修补的砂浆厚度；小面积修补的区域（单处破损面积不超过 0.2m²），

其修补厚度不小于 10mm，对于深度不足 10mm 的地方应凿至 10mm 以保证修补的砂浆厚度；修补区域边缘不得形成又浅又薄的边口，应凿成齿槽状，同时边缘应大致规整。

（2）表面凿毛

修补结合面凿毛凿平、整齐划一，并对外露的钢筋表面进行人工除锈处理，用掺有水泥用量的 3%的 R-I 型阻锈剂的 525 号硅酸盐水泥纯浆涂刷在钢筋表面上，开凿过程应特别注意尽量减少开凿对周边结构的破坏。

（3）表面涂改性环氧基液

用高压射流技术清洗修补结合面，饱水 24h 后，用纱布吸干自由水后，在已凿毛的混凝土表面涂一层改性环氧基液，使旧混凝土表面充分浸润。涂刷改性环氧基液时应薄而均匀，不允许有漏涂和露底，涂刷基液厚度不应超过 1mm，用量应满足 0.2～0.3kg/m²，凡不符合要求的应重新补涂。施工时应注意保护已涂刷基液的混凝土表面，防止杂物、灰尘洒落表面。

（4）拌制砂浆

拌制砂浆必须用砂浆搅拌机或手提电钻配以搅拌齿进行现场搅拌，不得采用人工拌和。拌合时要严格按照配合比加料，拌合料要均匀一致。

（5）砂浆修补

涂刷基液后，应间隔 30～60 分钟，使基液中的气泡清除后，再涂抹环氧砂浆，平面涂抹时应均匀，每层厚度不应超过 10～15mm，底层厚度应在 5～10mm；斜、立面涂抹时，每层涂抹厚度 5～10mm，如层厚过大应分层涂抹；仰面涂抹时应采用粘度较大的基液涂刷底层，涂刷应均匀，防止基液往下脱落；每层厚度应控制在 3～5mm，当厚度超过 5mm 时，应分层涂抹。涂抹环氧砂浆后，用力压平抹光，尤其是边角接缝处要反复压实，避免出现空洞或缝隙。30 分钟后二次抹面。

2、桥面加铺磨耗层

（1）加罩前的表面处理，采用专用特殊设备对表面进行充分的清洁，再用无油、干燥的压缩空气除尘或吸尘。

（2）去除水泥混凝土表面或涂装的表面污染物。清理污染表面，使表面处理达到加罩要求。采用人机结合的方式，必须首先去除路标的热熔标线，去除热熔线的厚度与路表持平，不得破坏原有路面。无须施工段面，必须采取相应密封保护措施，以防污染（预留伸缩缝）。表

面处理后，24 小时内需进行涂装。如果处理过的表面超过 24 小时，在涂装前，表面需重新处理。

（3）针对路面局部平整度较差的区域，采用特种环氧砂浆对该区域进行找平处理。

6.3.6 主要工程量

主要工程数量表				
序号	庙港桥	单位	数量	备注
1	桥面加铺磨耗层	m²	40	铺装抛丸处理，修补裂缝及破损区域，加铺 8mm 环氧超薄磨耗层
2	修补伸缩缝后浇带	m	11.2	凿除 3cm 伸缩缝后浇带，用环氧碎石修复混凝土结构
3	更换伸缩缝橡胶带	m	11.2	清理堵塞的伸缩缝，更换伸缩缝止水带
4	支座复位	项	1	
5	修复结构破损露筋（含脚手架）（板梁、栏杆）	m²	15	凿除疏松混凝土，露筋部分钢筋除锈，环氧砂浆修复混凝土结构
6	栏杆清洗涂装，栏杆加高 0.4m	m	16	打磨掉旧涂层，清洗干净，栏杆加高至 1.4m
7	更换桥头接坡栏杆	m	12	拆除桥头接坡栏杆，新建钢筋砼花板栏杆
8	更换桥铭牌	块	4	
9	清理堵塞泄水管	项	1	
10	清理梁底附着物	项	1	

第七章 附属工程

7.1 交通安全设施

（1）标志标线：

道路修复工程完成后，应尽快恢复道路原有标志标线及其它安全设施，完善道路交通组织。

交通标志：为了给司机提供必要的道路交通信息，引导交通流正确地运行，施工结束后道路沿线需补齐缺失交通标志、更换模糊及损坏的标志。

交通标志的设置位置一般在道路两侧和道路上方，依据标志的性质以及道路条件采用不同的型式。从版面内容上标志一般分为警告、禁令、指示及指路四种。

本工程涉及的交通标志有下列几种：

指示标志：各交叉口设置地点标志、停车让行标志、指路标志。

禁令标志：设置限制速度等标志。

警示标志：交叉路口警示等标志。

本工程道路沿线路名牌、指路标志牌、里程碑、百米桩等标志缺失，本次中修工程对其增设。具体如下：

指路牌：尺寸采用2500*1000，杆件采用 $\phi 168*6300$ 直杆。

路名牌：尺寸采用360*1200mm长方形铭牌，杆件采用 $\phi 60*2400$ 直杆。

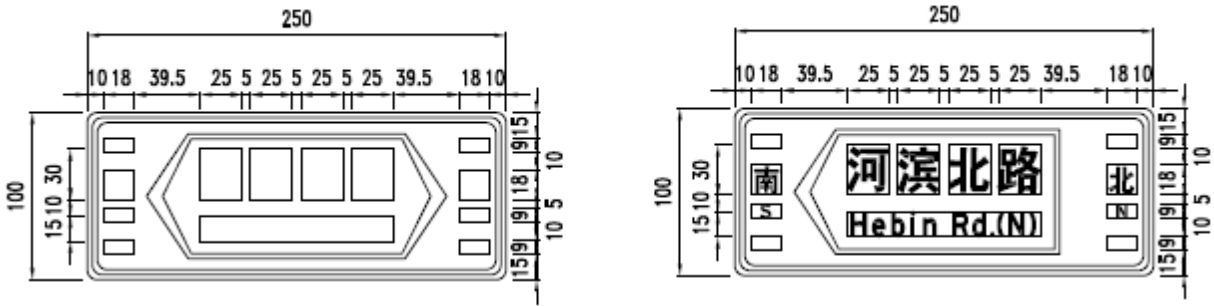
限速标牌：尺寸采用 $\phi 600$ mm圆形铭牌，杆件采用 $\phi 60*2400$ 直杆。

注意行人标志：尺寸采用 $\phi 800$ mm圆形铭牌，杆件采用 $\phi 90*5000$ 直杆。

停车标牌：尺寸采用 $\phi 800$ mm八角形铭牌，杆件采用 $\phi 90*5000$ 直杆。

交叉口警示标志：尺寸采用 $\phi 600$ mm三角形铭牌，杆件采用 $\phi 90*5000$ 直杆。

桥梁限重牌：尺寸采用 $\phi 800$ mm圆形铭牌，杆件采用 $\phi 60*2400$ 直杆。



2500*1000指路标志牌大样图



路名牌样式



限速标志示意图



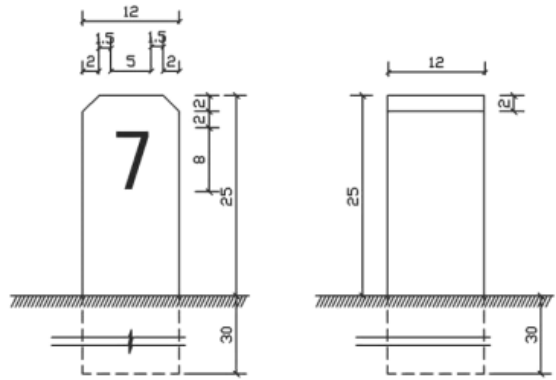
注意行人标志



停车标志



交叉口警示标志



百米桩大样图

道路标线是标示在道路上的明确车辆行驶路线的交通安全管理设施。主要包括车道线、停止线等。

本工程车道线采用白色实线，线宽0.15m。

停车线为白实线，线宽0.4m。

本工程标线采用热熔漆，面撒玻璃微珠，以增强夜间反光能力。

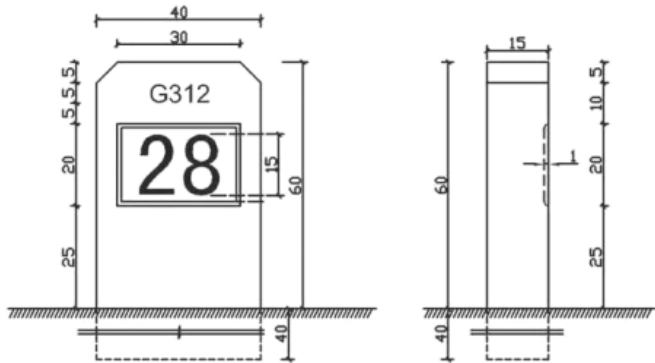
（2）道口警示柱

本工程道路沿线交叉口及出入口处设置警示作用的红白杆以及太阳能发光警示柱。

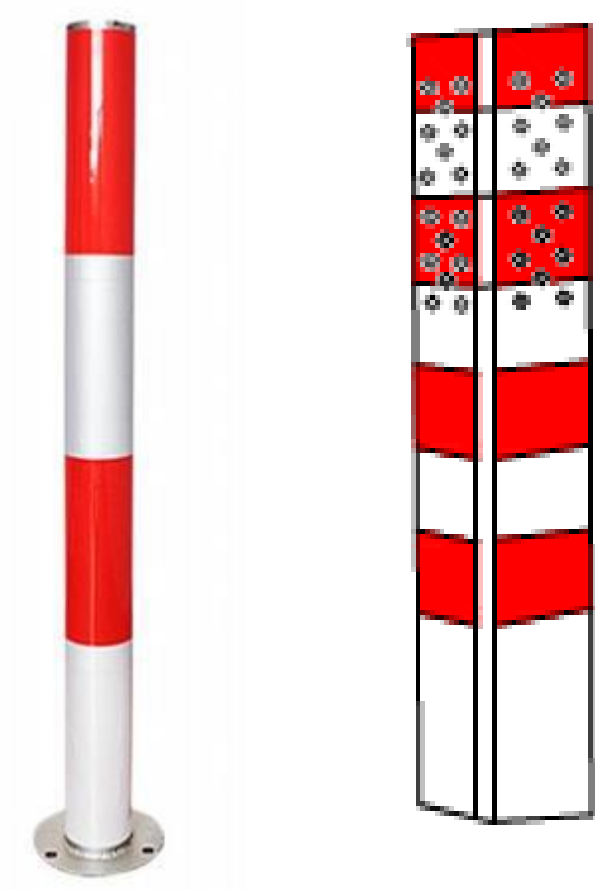


桥梁限重牌大样图

农村公路的里程碑、百米桩应使用白底黑字。无中央分隔带时，应于公路上行方向的右侧单向设置、双面标识。有中央分隔带时，应双向设置，迎行车方向单面标识村庄段应设置里程碑，里程碑宜与绿化设施结合设置。



里程碑大样图



（3）减速震荡线

本工程相交交叉口处未设置减速带，本次对各相交道路进口道设置减速震荡线。

肩，坡向朝外。因本工程路面抬高原则不改变现排水系统，本次通过路肩培土，一定的坡度排出，满足排水要求。

7.2 其他工程

（1）错车道

根据规范要求，本工程应设置错车道，因本工程用地及现场情况，不具备设置错车道条件。本工程相交道路路隔较短，间隔约150-300m，可通过其进行错车。

（2）路缘石

道路沿线未设置路缘石，本次白改黑改造后，沿现状道路边线外侧新建路缘石，采用预制混凝土材质，尺寸为30*20*15cm（长*宽*高）。

（3）路肩

现状道路两侧为土路肩，新建路缘石后，对局部现状路肩土缺失采用素土培筑恢复土路

第八章 施工期间交通组织设计

8.1 施工期间交通组织原则

（1）交通组织方案应当本着“以人为本、服务交通”的理念，科学、合理的组织施工现场周边的交通。

（2）交通组织方案应根据道路等级、施工周期及沿线交通等实际情况进行编制，做到切实可行。施工期间交通组织方案与永久交通组织方案相结合，保证施工前后交通管理措施的连续性。

（3）道路施工前，应在主要媒体、报章上刊登施工消息，告知交通组织方案，告知沿线企事业单位，并在主要路口设置车辆行驶指示牌，力求减少道路拥堵。

（4）施工期间必须保证至少单向机动车道维持畅通。施工期间，道路车辆必须限速行驶。

（5）工程施工后期，应当结合施工进度，逐步恢复交通，并采取切实可靠的措施，确保车辆、行人的安全。

（6）施工结束后，应在规定时间内修复损毁道路，清理现场，恢复交通。

8.2 施工期间交通组织方案

经过统一的组织安排，充分发挥区域路网的整体功能，才能完成施工期间交通组织的任务。为了泖圩四号路中修期间的正常运营，施工期间应充分考虑分段施工，路段和交叉口施工方案均需考虑满足最小一根机动车道通行，各阶段交通组织应在各交叉口设置引导标志。

（1）本工程道路为一块板断面形式，车道宽约4.0-4.5m，可采用分段封闭方式施工。本工程车行道修复分为车行道白改黑改造和翻挖新建，本次中要考虑翻挖新建工程期间的交通组织，沥青加罩施工利用节假日或夜间等交通不繁忙时段进行。

（2）车行道修复避免行人和车辆在部分车行道被施工占用后较狭小的空间内产生争抢通行权的现象。考虑到车行道翻修耗时较长，应先期安排车行道部位的施工作业，待完成后再进行其他部位的整修。

（3）路缘石的排砌应在车行道的面层修复作业时一并实施，防止二次占路。

（4）各种管线窨井的升高或降低应与车道结构层补强作业同步完成，避免重复占路。

8.3 施工期交通组织要求

本次泖圩四号路中修工程，施工时应保证原有交通的运营，施工时切实做好交通组织工作。施工期应按以下要求实施：

1、严格按照《上海市公路养护作业交通安全管理办法》条例实施，在施工区及前方设置文明施工牌，限速标志牌，车辆分流标志牌及安全护栏，反光锥等安全控制设施。

2、车行道翻挖、沥青面层摊铺施工时根据路段情况不同，将采用局部分段封闭交通施工，在施工前按照每日施工作业地点对施工区域进行交通流向改道封闭。

3、根据路段情况不同，将采用分路段封闭交通施工，在施工前按照每日施工作业地点对施工区域进行交通流向改道封闭。

4、整个交通设施保障区域分为警告区、上游过渡区、缓冲区、工作区（按每日工作需要设置）、下游过渡区和终止区。同时利用作业区上游的可变信息板显示“前方XXkm施工，限速XX，注意驾驶或禁止超车”等内容进行提示。

5、在改变交通流方向封闭作业时，采用增设施工护栏、道路减速板的措施进行重点保护。

8.4 确保交通方案的措施

1、首先与交警相关部门主动联系，将此方案与交警共同商讨，请交通部门给予支持和指导、改进、完善交通运输方案，制定实施细则，获得最佳工期。

2、施工期间，应按照《道路交通标志和标线》（GB 5768.2-022 设置提前预告等相应标牌。

3、施工期间确保交通正常进行，在交通管理部门许可范围内进行施工，施工范围内用路栏和锥形交通路标全封闭隔离施工，施工路段前方安装太阳能闪光灯两个，以提醒过往车辆，工地进出口设置交通指令标志和示警灯，保证车辆、人员的安全。

4、在施工期间，派专人对交通通道进行养护修复管理，清除各种路障，保证交通便道的清洁，严格禁止施工占用临时便道。

5、为了减少对交通的影响，影响交通的作业，加罩作业尽可能安排在夜间施工。

6、在主要路口设立专职的交通纠察员，协助交警指挥交通，并且负责指挥车辆和人员进

出工地，维持交通秩序，保证交通的畅通。

第九章 路用材料质量要求及施工工艺

9.1 沥青混合料材料

9.1.1 沥青

沥青面层采用优质道路石油沥青，面层采用 70#A 级道路石油沥青。技术指标要求如下：

70#A 级沥青技术要求

试验项目		70#A 级沥青指标要求
针入度（25℃，100g，5s）（0.1mm）		60～80
延度（5cm/min，15℃）（cm）		不小于 100
延度（5cm/min，10℃）（cm）		不小于 15
软化点（环球法）（℃）		不小于 46
溶解度（三氯乙烯）（%）		不小于 99.5
针入度指数 PI		-1.5～+1.0
薄膜加热试验 163℃，5h	质量损失（%）	不大于±0.8
	针入度比（%）	不小于 61
	延度（10℃）（cm）	不小于 6
闪点（COC）（℃）		不小于 260
含蜡量（蒸馏法）（%）		不大于 2.2
动力粘度（绝对粘度，60℃）（pa.s）		不小于 180

9.1.2 粗集料

粗集料应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石。粗集料须采用辉绿岩、玄武岩等坚硬石料。并且要采用反击式破碎机轧制的碎石，严格控制细长扁平颗粒含量。

沥青面层粗集料质量技术要求

试验项目	指标
石料压碎值 不大于（%）	30
洛杉矶磨耗值损失 不大于（%）	35
表观相对密度，不小于	2.45
吸水率 不大于（%）	3.0
对沥青的粘附性 不小于	5 级
坚固性 不大于（%）	—
针片状颗粒含量 不大于（%）	15
水洗法<0.075 mm颗粒含量 不大于（%）	1
软石含量 不大于（%）	5
石料磨光值 不小于（BPN）	—

9.1.3 细集料

应采用坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质并有适当的颗粒级配，石质采用石灰岩的机制砂，不能采用山场的下脚料。技术要求见下表：

沥青面层细集料质量技术要求

试验项目	指标
表观相对密度 不小于	2.50
坚固性（>0.3mm 部分） 不大于（%）	—
含泥量 不大于（%）	5
砂当量 不小于（%）	50
亚甲蓝值 不小于（g/kg）	—
棱角性（流动时间） 不小于	—

9.1.4 填料

必须采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉。矿粉必须干燥、清洁，能自由地从矿粉仓流出，质量要求见表：

沥青面层矿粉质量技术要求

试验项目	指标
视密度（t/m³）	不小于 2.50
含水量（%）	不大于 0.5
外观	无团粒状
亲水系数	小于 0.9

塑性指数（%）		小于 4
粒度范围	<0.6mm （%）	100
	<0.15mm （%）	90～100
	<0.075mm （%）	70～100

9.2 沥青面层的配合比设计要求

9.2.1 配合比设计要求

(1)沥青混合料目标配合比设计应根据实体工程实际采用的原材料筛分结果设计成光滑 S 形曲线，设计单位应提出沥青混合料的设计配合比要求。

(2)沥青混合料生产单位必须根据目标配合比进行生产配合比设计和验证。

(3)沥青混合料应根据相关规范要求进行高温稳定性试验、冻融劈裂试验、浸水马歇尔试验、低温弯曲试验，试验指标必须满足相关要求。

9.2.2 沥青混合料生产要求

(1)沥青混合料的矿料级配应符合目标配合比及生产配合比的要求，混合料沥青用量应控制在生产油石比－0.1～+0.2%的范围内。

(2)沥青拌和楼的各种矿料应分散堆放，不得混杂；集料（尤其是细集料）、矿粉不得受潮，应设置防雨顶棚储存。

(3)沥青混合料应采用间隙式拌和机拌和，拌和机应有防止矿粉飞扬散失的密封性能及除尘设备，并有检测拌和温度的装置和自动打印装置。

(4)沥青混合料拌和时间以混合料拌和均匀、所有矿料颗粒全部裹覆沥青胶结料为判断标准。

(5)沥青混合料从出厂到摊铺时间不得超过 2 小时。

(6)建议的沥青混凝土现场质量控制指标。

9.2.3 沥青混合料质量要求

1)本工程采用马歇尔试验配合比设计方法，沥青混合料技术要求应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的规定。

沥青混合料马歇尔试验配合比设计技术要求

试验项目	AC-13C	AC-20C
马歇尔试件尺寸	Φ 101. 6mm×63. 5mm	
马歇尔试验击实次数	两面击实50次	
空隙率VV	3%-6%	3%-6%
沥青饱和度VFA	65%-75%	55%-70%
稳定度，不小于	6. 0KN	6. 0KN
流值	2-4. 5	2-4. 5

2）沥青面层的压实度应严格控制，面层的压实度建议按下表要求进行控制。

沥青混合料现场压实度建议控制指标

控 制 项 目	建议控制指标
上 面 层	马氏密度≥97～100%
中下面层	马氏密度≥96%

3）沥青混合料渗水系数建议按下表要求加以控制。

沥青混合料现场渗水系数建议控制指标

控 制 项 目	建议控制指标
上面层	≤70ml/min（1 次/500m·车道，合格率≥80%）
中面层	≤80ml/min（1 次/500m·车道，合格率≥80%）

9.3 施工工艺

9.3.1 施工工艺基本要求

1、维修工程实施过程中，所有工序应严格按照相关施工技术规程进行，严格进行施工全过程的质量控制。

2、维修方案设计中应对接缝处理、摊铺、碾压、养生等主要工序的施工工艺提出明确要求。

3、维修方案设计中应建议合适的施工季节，避免在低温下摊铺沥青面层。

9.3.2 路面基层施工工艺要求

1、基层和底基层的施工及质量控制应严格遵照《公路路面基层施工技术规范》（JTJ 034-

2000）的相关规定。

- 2、基层宜采用湿砂养生；养生期禁止机械和车辆通行，如机械必须到正在养生的底基层上调头，则要做好保护措施。
- 3、要求翻挖旧基层时必须采用铣刨手段形成接缝台阶。

9.3.3 沥青面层施工工艺要求

- 1、沥青面层的施工及质量控制应严格遵照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004) 的相关规定。
- 2、对于施工冷接缝必须进行仔细清扫，清除锯缝机锯切时留下的灰浆、砂砾和其他杂物。各沥青层之间包括原沥青砼开挖断面均须喷洒粘层油，有条件路段须采用机械施工。在基层顶面宜喷洒透层油后摊铺稀浆封层。
- 3、在施工中需要严格控制沥青拌合站的生产配合比，不能改变集料各成份含量。对于沥青拌合站的堆料场必须设置防雨顶棚，防止影响生产配合比。
- 4、通过试验段确定沥青混合料的松铺系数、碾压施工工艺，保证新铺路面与老路面的平整度。

9.3.4 沥青混合料的施工温度

- 1、沥青混合料施工温度要求见下表。

沥青混合料施工温度要求	
工 序	控 制 温 度 (°C)
沥青加热温度	155~165
集料加热温度	比沥青温度高 10~30
沥青混合料出料温度	145~165
混合料贮料仓贮存温度	贮存过程中温度降低不超过 10
混合料废弃温度	≥195
运输到现场温度	≥145

9.4 沥青混合料施工注意事项

- 1、待铺尚未卸料的料车仍应覆盖篷布，并检查是否出现表面结块现象，严重时应铲除，不能用于本路段；

- 2、摊铺机起步（在于已铺层上对接时），必须将熨平板至于铺层上，并让熨平板与接口平行，其下应垫厚度等于铺层的松铺厚度与压实厚度之差的木板；
- 3、熨平板就位后要进行预热，要注意加热均匀。加热温度以达到与所铺混合料的温度相同或略低为度（熨平板预热 15-20 分钟，使接缝处原路面的温度在 75°C 以上）；
- 4、摊铺沥青面层时，摊铺进度应根据拌和机产量，摊铺机性能、路面宽度及摊铺厚度等因素而定，保持均匀不间断进行，其摊铺速度宜在 2-6m/min 之间；
- 5、在摊铺作业中，速度的任何变化（快或慢）都意味着混合料比重和密度的变化，所以在摊铺中一定要匀速前进；
- 6、要在保证摊铺层表面平整的前提下，尽量加大激振力，借以提高摊铺层的初始压实度；
- 7、沥青上面层（4cm）较薄，散热较快，所以摊铺后立即碾压（碾压段长度 30-50m，压实机械与摊铺机之间最短距离 4-5m）；除初压时速度保证在 1.5-2km/s，以免表面发生推移外，适当提高复压时的碾压速度，以保证在较短的有效时间内完成三个阶段内必须达到的碾压总遍数。

9.5 水泥混凝土

1）水泥

水泥标号不应低于#425，采用普通硅酸盐水泥，其性能应符合现行国家规定的标准，水泥需有出厂合格证，若有疑问，出厂期超过三个月及发现受潮的水泥，必须先经试验，合格后方准使用。混有杂质或已变质的水泥不得使用。

不同品种，不同厂家和不同出厂期的水泥应分别堆放，严禁混合搅拌或在同一仓内使用不同的水泥。

2）水

拌制混凝土及湿治养生所用的水，必须清洁，不得含有油、酸、碱类及其污浊物质，一般的饮用水均可使用。

3）碎石

碎石材料应质地均匀，坚硬无风化，多棱角，表面粗糙。其级配比例须根据混凝土级配试验确定。

硫化物(SO3 计)的含量按重量计不大于 1%，含泥量按重量计不大于 1%，超过时须用水清洗后方可使用；碎石中不得混有石灰块、土块、草根和其它杂物。

4) 黄砂

选用质地坚硬，富有棱角的粗砂或中粗砂，其平均粒径大于 0.35mm；砂中不得混有石灰块、土块、草根及其它杂物。

9.6 透层

1、半刚性基层必须喷洒透层油，沥青层必须在透层油完全渗透入基层后方可铺筑。基层上设置下封层时，透层油不应省略。气温低于 10℃或大风天气，即将降雨时不得喷洒透层油。用于半刚性基层的透层油宜紧接在基层碾压成形后表面稍干燥，但尚未硬化的情况下喷洒。

2、透层油采用 PC-2 型阳离子乳化沥青，喷洒后通过钻孔或挖掘确认透层油渗透入基层的深度宜不小于 5mm，并能与基层连接成一体。

3、透层油的粘度通过调节稀释剂的用量或乳化沥青的浓度得到适宜的粘度，基质沥青的针入度通常宜不小于 100。透层用乳化沥青的蒸发残留物含量允许根据渗透情况适当调整，当使用成品乳化沥青时可通过稀释得到要求的粘度。

4、透层油的用量通过试洒确定，不宜超出《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004) 9.1.4 要求的范围——半刚性基层采用 PC-2 型乳化沥青透层油用量为 0.7 ~ 1.5L/m²。

5、PC-2 型乳化沥青技术指标应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004) 表 4.3.2 的规定。

PC-2 型乳化沥青技术指标			
试验项目		单位	指标
破乳速度			慢裂
粒子电荷			阳离子 (+)
筛上残留物（1.18mm 筛） 不大于		%	0.1
粘度	恩格拉粘度计 E ₂₅		1 ~ 6
	道路标准粘度计 C _{25,3}	s	8 ~ 20
蒸发残留物	残留分含量 不小于	%	50

试验项目		单位	指标
	溶解度 不小于	%	97.5
	针入度（25℃）	0.1mm	50 ~ 300
	延度（15℃） 不小于	cm	40
与粗集料的粘附性，裹附面积 不小于			2/3
常温储存稳定性	1d 不大于 5d 不大于	%	1 5

9.7 粘层

为了使各沥青层之间或沥青混合料与构造物之间完全粘接成一体，必须设置粘层，粘层沥青采用快裂喷洒型乳化沥青 PC-3，沥青用量 0.3-0.6L/m²，应通过试洒确定。技术要求详见下表。制备乳化沥青用的基质沥青应符合《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1-2008) 中道路石油 70#A 级沥青的要求。乳化沥青宜存放在立式罐中，并保持适当搅拌。贮存期以不离析、不冻结、不破乳为度。

粘层用乳化沥青PC-3技术要求

试验项目		单位	技术要求
破乳速度		—	快裂
粒子电荷		—	阳粒子 (+)
筛上残留物（1.18mm 筛）		%	≤0.1
黏度	沥青标准黏度计 C25.3	s	8-20
	恩格拉黏度计 E25	—	1-6
蒸发残留物	残留份含量	%	≥50
	针入度（25℃）	0.1mm	45-150
	延度（15℃）	cm	≥40
	溶解度	%	≥97.5
与粗集料的粘附性，裹附面积		—	≥2/3
常温贮存稳定性	1d	%	≤1

9.8 稀浆封层

9.8.1稀浆封层材料规格

稀浆封层分为 ES-2 型、ES-3 型，具体使用型号及厚度按路面结构设计取用。

9.8.2材料

稀浆封层应选择坚硬、粗糙、耐磨、洁净的集料。通过 4.75 筛的合成矿料的砂当量不得低于 50%，对集料中的超粒径颗粒必须筛除。集料各项性能必须满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）的规定，集料级配组成满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）6.5.5 条规定。

如采用改性乳化沥青稀浆封层时，应 BCR 改性乳化沥青作为结合料，乳化沥青应符合下表要求。

改性乳化沥青技术要求				
试验指标		技术要求		
破乳速度		慢裂		
粒子电荷		阳离子（+）		
筛上残余物（1.18mm 筛） 不大于（%）		0.1		
粘度	恩格拉粘度计 E ₂₅	3 ~ 30		
	道路标准粘度计 C _{25, 3} （s）	12 ~ 60		
蒸发残留物	残留物含量 不小于（%）	60		
	溶解度 不小于（%）	97.5		
	软化点 不小于（℃）	53		
	针入度（25℃）（0.1mm）	40 ~ 100		
	延度（5℃） 不小于（cm）	20		
与粗集料的粘附性，裹附面积 不小于		—		
常温贮存稳定性	1d 不大于（%）	1		
	5d 不大于（%）	5		

9.8.3施工要求

稀浆封层施工前，应彻底清除原路面的泥土、杂物，修补坑槽、凹陷，较宽的裂缝宜清理灌缝。

稀浆封层的最低施工温度不得低于 10℃，严禁在雨天施工，摊铺后尚未成型混合料遇雨时应予铲除。

稀浆封层两幅纵缝搭接的宽度不宜超过 80mm，横向接缝宜做成对接缝。分两层摊铺时，第一层摊铺后至少应开放交通 24h 后方可进行第二层摊铺。

稀浆封层铺筑后的表面不得有超粒径料拖拉的严重划痕，横向接缝和纵向接缝处不得出现余料堆积或缺料现象，用 3m 直尺测量接缝处的不平整度不得大于 6mm。经养生和初期交通碾压稳定的稀浆封层在行车作用下应不飞散且完全密水。

粘层：在新铺沥青面层之间、新铺沥青与老沥青里面之间、混凝土基层顶面均需喷洒粘层油，粘层油采用 PC-3 乳化沥青，用量为 0.5L/m²；其规格和质量应满足《公路沥青路面施工技术规范》中粘层油的要求。

9.9 水泥稳定碎石

水泥初凝时间应大于 3h、终凝时间应在 6h 以上，且小于 10h；水泥强度等级宜为 32.5 级或 42.5 级，其质量应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175 的规定。

9.9.1粗集料

粗集料质量要求应符合《道路、排水管道成品与半成品施工及质量验收规程》（DG/TJ08-87-2016）表 8.2.5-1 的规定：

粗集料质量要求				
指标	层位	高速公路、一级公路		其他等级路与城市道路
		特重交通	重、中、轻交通	
压碎值（%）	基层	≤22	≤26	≤35
	底基层	≤30	≤30	≤40
针片状颗粒含量（%）	基层	≤18	≤22	—
	底基层	—	—	—
0.075mm 以下粉尘含量（%）	基层	≤1.2	≤2	—
	底基层	—	—	—
软石含量（%）	基层	≤3	≤5	—
	底基层	—	—	—

9.9.2细集料

细集料质量要求应符合《道路、排水管道成品与半成品施工及质量验收规程》（DG/TJ08-87-2016）表 8.2.5-2 的规定：

指标	细集料质量要求		其他等级公路 与城市道路
	高速公路、一级公路 城市快速路、主干路		
	水泥稳定	水泥粉煤灰稳定	
塑性指数	≤17	—	—
有机质含量（%）	< 2	< 2	—
硫酸盐含量（%）	≤0.25	≤0.25	—
0.075mm 以下粉尘含量（%）	≤15	≤15	≤20

水泥稳定碎石粗集料、细集料规格要求应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定。

第十章 验收标准及技术要求

道路施工及验收按《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40-2004）及有关操作规程和施工质量的要求，精心施工，并按照《公路工程施工质量验收标准》（DG/TJ08-119-2018）及《公路养护工程质量检验评定标准》（DG/TJ08-2144-2014）有关规定进行质量验收，具体要求如下：

- 1、行道路面平整度竣工验收值 $IRI \leq 3.0m/km$ 。
- 2、沥青面层压实度：上面层沥青混合料 $\geq 96\%$ ，中下面层沥青混合料 $\geq 96\%$ 。
- 3、车辙试验动稳定度：上面层沥青混合料不小于 2000 次/mm，下面层沥青混合料不小于 1200 次/mm。
- 4、冻融劈裂试验的残留强度比：沥青混合料不小于 75%。
浸水马歇尔试验残留稳定度：沥青混合料不小于80%。

第十一章 工程质量安全分析及风险评估

工程质量安全影响的因素很多，大致有作业风险、地质因素、环境因素、建设方案因素、设备因素、材料因素、人员因素等组成，有时几种因素相互交叉产生，但归根结底，主要是人的不安全行为和自然灾害因素造成。

11.1 工程设计阶段的工程质量安全分析

11.1.1 安全设计原则

工程的设计、施工和维护使结构在规定的设计使用年限内以适当的可靠度且经济的方式满足规定的各项功能要求。

- 1、工程的设计满足下列功能要求
- 1）能承受在施工和使用期间可能出现的各种情况；

2）保持良好的使用性能；

3）具有足够的耐久性能；

4）当发生爆炸、撞击、人为错误等偶然事件时，工程结构能保持必需的整体稳固性，不出现与起因不对称的破坏后果，防止出现结构的连续倒塌。
- 2、工程结构设计时，采取下列适当的措施，使结构不出现或少出现可能的损坏：
- 1）避免、消除或减少结构工程可能受到的危害；

2）采用对可能受到的危害反应不敏感的结构类型；

3）使结构具有整体稳固性。
- 3、工程结构设计时，采取下列措施满足对结构的基本要求：
- 1）采用适当的材料

2）采用合理的设计和构造；

3）对结构的设计、制作、施工和使用制定相应的控制措施。

工程结构设计时对环境影响进行评估，当结构所处的环境对其耐久性有较大影响时，则根据不同的环境类别采用相应的结构材料、设计构造、防护措施、施工质量要求等，并应制定结构在使用期间的定期检修和维护制定，使结构在设计使用年限内不致因材料的劣化而影响

其安全或正常使用。环境对结构耐久性的影响，根据工程经验、试验研究、计算或综合分析等方法进行评估。

工程结构的设计符合国家现行的有关荷载、抗震、地基基础和各种材料结构设计规范的规定，并按国家现行有关标准的规定进行竣工验收。工程结构按设计规定的用途使用，并要求定期检查结构状况，进行必要的维护和维修；当需变更使用用途时，则进行设计复核和采取必要的安全措施。

11.1.2 设计阶段风险分析及规避措施

本工程建设规模不算太大，采用有效的安全防范措施可确保工程勘察设计阶段的质量安全。可适当提高对勘察、设计单位等级资质要求，勘察、设计单位应具有较多类似项目的业绩，配备的项目负责人或专业负责人必须具备相应资格。优先选择建立质量管理体系、职业健康安全管理体系的勘察、设计单位。

本工程设计阶段的主要风险和规避措施如下表所示：

风险因素	风险描述	应对措施
材料引起施工事故的风险	材料的可靠度不达标，造成的工程事故；关键部位的材料选用不成熟，造成的工程事故	采用可靠的常规成熟的材料；重点把握关键部位的构造设计及材料使用
投资超出控制的风险	结构方案选型考虑不周到，引起的追加投资；结构设计中，漏项、缺项、少项引起的追加投资。	采用成熟工艺；增加设计管理的科学性及有效性。
结构失效的风险	方案选型或关键构造设计安全度有缺陷，引起结构失效；设计出错，造成结构安全度不够，引起结构失效；施工质量严重没有达到要求，引起的结构。	设计中对关键部位重点研究，选用成熟可靠的构造设计；如有必要，部分关键部位进行指导性试验，为设计提供依据。

风险因素	风险描述	应对措施
结构达不到预期寿命的风险	使用过程中，超载引起的耐久性降低；结构耐久性设计没有达到要求，引起的耐久性降低；结构施工质量问题引起的耐久性降低。	设计中，增加超载工况的验算，及相应的设计要求；设计中，结合耐久性研究提出设计要求，以及相应的施工质量控制要求。

11.2 本工程施工阶段的工程质量安全分析

11.2.1 安全施工原则

- 1、选择的施工单位应具有相应等级的资质证书，优先选择资质等级高、信誉优良的单位，施工单位应具有较多类似项目的业绩。施工单位为本项目配备的现场施工负责人必须具备相应的建造师资格，其余已实行注册制度的岗位，其配备的人员必须具备相应注册资格。
- 2、优先选择建立质量管理体系、职业健康安全管理体系的施工单位。
- 3、工程监理单位应具备相应资质，优先选择资质等级高、信誉优良的监理单位，由监理单位代表建设单位对工程质量实施监理并承担监理责任。已实行注册制度的岗位，其配备的人员必须具备相应注册资格。
- 4、施工单位必须按照工程设计图和施工技术规范标准组织施工，除监理单位负责监督工作外，勘察、设计单位亦应指导施工单位按照设计要去和相关技术标准进行施工，对施工不符合设计的，要求施工单位予以纠正。
- 5、施工单位必须对建筑材料、建筑构配件和商品混凝土进行检验，检验应有书面记录和专人签字；未经检验或检验不合格的，不得使用。
- 6、选择的生产商或供货商必须具备相应的生产条件、技术装备，其质量要求必须符合国家、行业规定的标准，应有相应的产品检验合格证，设备应有详细的使用说明。

11.2.2 施工阶段风险分析及规避措施

本工程施工阶段的主要风险和规避措施如下表所示。

施工阶段主要风险和规避措施表

风险因素	风险描述	应对措施
对水资源污染的风险	施工期间污染物对河道的影响；运营期间的受污染雨水对河道的影响；桥上车辆事故对河道的可能污染。	雨水进行收集，初步处理排入河道；提高桥梁设施标准及构造要求。
施工工艺引起事故的风险	施工工艺缺少可参照的经验，不成熟，引起工程事故；施工工艺要求太高，施工达不到要求，增加出错的概率，引起的工程事故；施工组织不合理，施工管理没有达到质量控制的要求。	施工工艺采用成熟的技术，有成熟的工程实践；有针对性地提出对施工单位的选择要求。

11.3 自然灾害因素分析及预防措施

1、地震

地震是一种产生巨大破坏力的自然现象，尤其对建筑物的破坏作用更为明显，它作用范围大，威胁设备和人员的安全。

2、暴雨和洪水

暴雨和洪水威胁桥梁、道路等结构安全，其作用范围大。特别是每年的台风季节，风、暴、潮往往同时袭击。

3、雷击

雷击能破坏建（构）筑物和设备，并可能导致火灾和爆炸事故的发生。

4、不良地质

不良地质对建筑构物的破坏作用较大，其破坏作用较大，甚至影响人员安全。

5、风向

风向对有害物质的输送作用明显，若人员处于危害源的下风向则极为不利。

6、气温

人体有最适宜的环境温度，当环境温度超过一定范围内，会产生不舒服感，气温过高会发生中暑；气温过低，则可能发生冻伤和冻坏设备。气温对人的作用广泛，作用时间长，但其

危害后果较轻。持续的高温，对某些设备及仪表控制会产生较大的偏差。

但是，自然危害因素的发生基本是不可避免的，因为它是自然形成的；但可以对其采取相应的防范措施，以减轻人员、设备等可能受到的伤害或损坏，本工程受自然灾害因素影响很小。

11.4 风险评估

为落实工程建设中存在的安全生产责任制，根据《关于进一步规范本市建筑市场加强建设工程质量安全管理若干意见》（沪府发[2011]1号），加强各类建设工程的监督管理，消除建筑市场质量安全隐患，强化建设工程质量安全风险源头控制，全面提高建设工程质量安全水平，应建立工程质量安全风险评估管理制度，并细化质量安全防护措施，具体内容如下：

11.4.1 质量安全风险因素分析

本次工程施工过程中主要存在以下方面的风险因素：

- 1、施工过程中，消防措施不到位时，存在火灾的危险。
- 2、施工过程中，有毒有害气体检测及通风不到位，存在人员中毒风险。

11.4.2 设计质量安全风险应对措施

- 1、设计严格按照法律、法规、工程建设强制性标准、规划条件和勘察成果文件，明确设计主要标准和技术指导，做好质量安全风险评估，实施优化及细化设计，科学确定设计施工方案。
- 2、做好勘察设计现场服务，注重设计交底，在建设工程施工前，向施工单位和监理单位说明建设工程勘察、设计意图，解释建设工程勘察、设计文件，指导施工单位按照设计要求和相关技术标准进行施工，认真落实设计方案中的质量安全防护措施。
- 3、积极配合工程施工，解决建设单位、施工单位提出的质量问题，做好设计变更和处理预算修改工作。
- 4、施工中需严格按施工及验收规程中规定的工艺流程及要求执行，做好原材料的检测实验，各关键工序的检测报告及记录等工作。

11.4.3 施工质量安全风险应对措施

施工单位应建立安全管理体系，健全安全管理制度，加强安全生产教育，制定安全技术

措施，改善施工作业条件，全面实行安全责任制，严格按照安全操作规程施工，订立安全协议，认真执行定期和不定期检查制度，发现安全隐患，及时纠正。加强对电气设备、机械设备的定期检查，确保其符合安全规范。

工程施工时，项目经理和质量安全管理人员应当施工现场管理和监督施工单位对承揽工程的质量安全负责，必须按照设计图纸、技术标准、施工规范、施工方案明确的顺序进行施工，严格执行安全生产要求，认真落实设计方案中提出的专项质量安全防护措施，对工程的关键部位、关键环节、关键工序和危险性较大的分部、分项工程，必须制定专项施工方案，落实安全防护措施，确保施工安全。

11.4.4 消防措施

为了保证工程实施人员、运行管理人员的安全、卫生，必须采取足够的必要的安全措施，同时采取必要的消防措施。

在正常生产情况下，一般不易发生火灾，只有在操作失误、违反规程、管理不当及其他非正常生产情况或意外事故状态下，才可能由各种因素导致火灾发生。因此为了防止火灾的发生，或减少火灾发生造成的损失，根据“预防为主，防消结合”的方针，建议施工期间采取相应的防范措施。

1、水消防与化学消防相结合

利用附近市政消火栓作为消防措施，以扑灭初期火灾。在扑救初期火灾的同时，相关管理人员应立即向附近的消防队发出报警信号以求得支持，防止火灾的蔓延。

2、施工期间的电气设备应具备短路、过负荷、接地漏电等完备保护系统，防止电气火灾的发生。

第十二章 工程环境影响分析、节能评价、效益分析

12.1 沿线环境特征

- 1、本工程位于温和湿润、亚热带季风气候的上海市松江区内。
- 2、工程沿线两侧用地为农用地等。

12.2 建设项目环境影响分析

随着社会经济的发展，人民群众生活水平的提高、生活质量的不断提高，交通环保的重要性和广泛性越来越突出，道路建设中的环境保留也越来越受到人们的关注，这就要求我们在道路规划、设计及建设全过程中，必须按照交通行业建设环境管理要求，认真做好环境保留工作，切实抓好污染源的控制和治理工作。

环境影响评价包括社会环境影响评价、生态环境影响评价、空气环境影响评价和噪声环境影响评价 4 个方面的内容，需涉及对沿线社会发展的影响、对居民生活质量和房屋拆迁的影响、景观环境的影响，大气质量、环境噪声等各方面的内容。

12.2.1 施工期的噪声影响分析

参照公路建设项目环境影响评价规范规定：道路的施工期噪声影响评价范围为拟建公路或道路两侧或混凝土搅拌机周围 50m 处，其评价标准采用《建筑施工场界环境噪声排放标准》。

表11-1 建筑施工场界环境噪声排放限值

昼间噪声限值 dB（A）	夜间噪声限值 dB（A）
70	55

夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15 dB（A）。

当场界距噪声敏感建筑物较近，其室外不满足测量条件时，可在噪声敏感建筑物室内测量，并将表中相应的限值减 10 dB（A）作为评价依据。

工程实施过程中应对诸如学校、医院、疗养院、住宅等噪音敏感点进行适当的声环境噪声污染防治。

12.2.2 施工期环境空气质量影响分析

道路施工期间的大气污染源主要有以下几方面：

- 1、施工过程中开挖、砂石料装卸过程产生的粉尘及施工过程运输引起的二次扬尘。
- 2、以燃油为动力的施工机械和运输车辆在施工工地附近排放一定量的废气。
- 3、施工过程中使用具有挥发性恶臭的有毒气味材料（如沥青等）。
- 4、施工期间，地表松散，在风力较大时或处理土方时，会产生粉尘污染。施工过程中粉尘污染是不容忽视的。悬浮在空气中粉尘被施工人员和周围居民吸入后，可以引发各种呼吸道疾病，而且粉尘夹带大量的病菌还会传染其他疾病，严重影响施工人员和周围居民的身体健康。

12.2.3 施工期水环境影响分析

本项目施工期间产生的废水主要来自：施工作业开挖等产生的泥浆水、施工机械及运输车辆的冲洗水、施工人员的生活污水、下雨时冲刷浮土、建筑泥浆、垃圾、弃土等产生的地表径流等。

道路施工中填、挖土方等均产生大量的泥沙和粉尘，雨水产生的地表径流绝大部分通过河涌汇入周边水域。由于施工期往往缺乏完善的排水设施，其污水排放将影响施工地表地段的受纳水体，使水体中泥沙含量有所增加，虽水量不大，但影响时间较长，应引起施工单位的重视。若进入雨季，雨水非常容易对施工场地造成冲刷，污染周围环境。

施工期间，由于施工人员和机械大量进入，下雨时，施工区面源污染物随雨水排入附近水道，影响水质，另外对周围水环境的影响还表现在施工人员产生的生活废水和清洗进出工地车辆车身的泥土而形成的洗车水直接排放对附近水域的水环境造成影响。总体而言，主要有以下几点：

- 1、部分淤泥、岩浆、水泥浆等漏入水体对水域将造成影响。
- 2、施工人员生活污水未经集中处理，直接向水体排放。
- 3、施工期对水体的油污染，来自施工使用的机械、设备的用油或事故性用油的溢出，贮存油的泵出，盛装容器残油的倒出，机修过程中的残油、废油、洗涤油污水、抹布等的倒出，机器转轴润滑油的溢出等。
- 4、施工过程中，开挖土方时大量泥浆水流入水中，造成施工区附近水体有机物和泥沙含量增加，水质变差。

12.2.4 施工期固体废弃物环境影响分析

道路建设施工过程中可能产生淤泥渣土等固体废物，还有施工工人生活区产生的生活垃圾，

以及建筑扬尘和交通扬尘等将对周围环境带来一定的影响。

1、物料运输过程中的固体废弃物和扬尘

施工期间的施工车辆在物料运输过程中不规范操作造成的物料泄露，将会给区域环境卫生带来不良影响，进而形成道路扬尘二次污染。

2、施工人员生活垃圾

建设施工人员生活区内的生活垃圾，如果管理不善，不能及时得到清理和处置，将会使垃圾长期堆积，发出恶臭令人生厌，蚊蝇孳生、蟑螂和鼠类肆虐，致使致病细菌蔓延，容易诱发各种疾病，影响环境卫生，同时给周围的环境景观带来负面影响。

3、道路施工过程中的固体废弃物

道路建设过程中会产生大量的固体废弃物，如施工泥浆、水泥混凝土和其它建筑废料多，易散落在施工场地内和运输通道上。这些固体废弃物一方面将占用土地空间，另一方面，将会对周围环境带来影响，影响景观、环境卫生和居民出行等。

12.2.5 施工期交通影响分析

工程建设时，由于占用现状车道作为施工场地等原因，会使道路交通变得拥挤和繁忙极易造成交通事故。这种影响随着工程的结束而消失。

12.3 环境保护措施

12.3.1 施工期间的环保措施

1、严禁将废弃物、散体材料随地抛弃、堆放在水体旁，防止污染和阻塞水体。

施工人员的生活污水、生活垃圾等要及时处理，不得随意排放或抛弃，应就近输入城镇污水排放系统，设置化粪池及生活垃圾处理场。

2、加强施工管理，以免影响周围居民休息。

3、施工人员的生活区应当有卫生医疗保障，应制定完善的卫生监督制度，做好防疫工作，加强卫生环保教育，定期检查身体和卫生设施。

4、雨季施工措施：施工单位随时与气象部门联系，了解降雨的时间和地点，做好防护措施。

5、空气保护措施

（1）散装物料运输和临时停放，应采取防风遮挡措施。

（2）施工单位应配备一定、数量的洒水车，对环境敏感点路段内的施工道路或临时道路应经常进行洒水处理，以减轻扬尘污染。

6、施工期间噪声防治措施和建议

（1）道路施工期间的噪声主要来自施工机械和运输车辆，尽量使筑路机械的噪声维持在最低的七级水平。对距辐射高强噪声源较近的施工人员，要采取劳保措施及缩短劳动时间。

（2）噪声大的施工机械在夜间 22：00～06：00 停止施工。

（3）噪声源强大的作业放在 06：00～22：00 施工，要求文明施工，加强管理。昼间施工时对噪声影响较大的敏感点可设置移动声屏障等环境保护措施

（4）施工期声环境空气质量的环境监控工作，定期对较严重污染的敏感点进行监控工作。

12.3.2 营运期间环保措施

1、加强交通管理和拟建道路沿线的环境空气质量监测工作，尾气超标车辆禁止行驶。

2、经常养护路面，保证拟建道路的良好路况

12.4 建设期耗能分析

公路建设期间的能源消耗是一次性投入，主要是人力、物力的大量投入，本工程施工中采用机械及机电产品均为国家和省内定型产品，或国际上较先进的设备，能耗指标均能满足国家及省对节能的要求，或达到国际能源消耗标准。

本项目在施工中，要严格控制能源的消耗，对各种机械及机电产品要在消耗最少能源条件下，得到最大的功效，尤其是各种拌合设备，要尽量减少空转或少料拌合，对行走机械要严格控制能耗指标，在限定范围内争取发挥最大的功效。

12.5 节能措施和建议

节能是指加强用能管理，采用技术上可行、经济上合理以及环境社会可以承受的措施，减少从能源生产到消费各个环节中的损失和浪费，更加有效、合理地利用能源，提高能源利用效率和经济效益，以保护环境，保障国民经济和社会的发展，满足人民生活需要。节能是国家发展经济的一项长远战略方针。

12.5.1 节能分析

道路作为自然环境和社会环境的一部分，除保障其交通功能外，在设计、建设、运营管理阶段均应从自然和社会环境着眼，采取技术上可行、经济上合理的措施，保障能源的合理利用，并与经济发展，环境保护相协调。

车辆运营过程中燃油消耗量的节约是道路建设项目主要的节能体现，同时在项目建设期间，施工机械使用的燃油、电能，以及路面、路基和桥梁等构造物所使用的沥青、水泥、刚才、木材等，也直接或间接消耗较大数量的能源。

道路交通运输中，机动车所消耗的燃料主要是汽油和柴油，这两种燃料是从石油提炼出来的，而石油作为非再生能源，储量有限，随着石油的大量开采使用而变得越来越少。同时在道路运输中，汽油和柴油燃烧释放的硫化物会污染大气，形成酸雨；燃烧释放的 CO₂ 将引发温室效应，导致全球变暖，加剧地球生态恶化。

近年来我国经济飞速发展，民用汽车的保有量也不断增长，汽车燃油消耗的汽油、柴油量分别占汽油、柴油消耗总量的 80% 和 30% 左右。经济运行体制的变化加剧了对道路运输的需求，导致道路机动车出行的持续增加。今后随着我国道路运输事业的快速发展，燃油消耗量将会越来越高。

因此，道路运输节约能源对我国国民经济的可持续发展有着十分重要的意义，需要从各种角度研究道路运输节能的途径和措施，减少道路运输对稀缺石油资源的需求，保护生态环境。

影响能源消耗的主要因素除汽车本身技术性能外，最主要的就是道路条件和交通条件两大因素。狭窄的道路和不畅的交通是汽车油耗剧增的主要原因。根据调查，我国汽车的经济运费中，客车的燃油消耗占运营总成本的 30-50%，货车的燃油消耗占运营总成本的 25-35%。解放牌汽车的平均百公里油耗在 20-60 升之间，高低相差达 3 倍多。

道路条件是指道路的平、纵线形，宽度、视野、路面平整度和附着力等。日本对不同路面的研究结论是：卡车在高级、次高级路面上较砂石路面上行驶节油 30-40%，这是因为非高级路面上行驶要克服较大的滚动阻力。

交通条件主要是道路服务水平，包括混合交通情况、交通流大小及离散程度，行人及横向干扰程度，行车速度以及交通设施的完善程度等。日本的研究表明，通畅的道路比拥挤的道路可节油 30-40%，这主要是汽车以低速档行驶时，节气门开度小，曲轴转速高，发动机在非经济状况

下工作，在混合交通条件下，横向干扰大，停车、减速及加速使能量消耗增大，油耗增加。研究表明，汽车每次停车起动的汽油消耗量相当于汽车多跑 180m 左右。

12.5.2 节能措施与建议

根据道路的不同阶段，采取相应的措施进行节能。

1、设计阶段的节能措施与建议

（1）采用合理的建设标准和交通组织

经过充分论证，采用对现状交通影响较小的建设方案，保持交通运营的畅通，尽量使车辆运行在经济车速，避免频繁变速，增加污染。

（2）采用合理的平面线形

通过比选，采用合理的平面线形，在符合规范要求，符合交通安全需求，高标准建设的同时，尽量减少道路对沿线生态资源的影响。

（3）选择合理的道路纵坡

道路竖曲线大小对车辆行驶速度影响较小，道路纵坡对燃油消耗影响很大，在上坡时燃油消耗随着纵坡的增加而增加，在下坡时相应的燃油节约比较有限。因此，采用较缓的道路纵坡对建设期间的工程费用与运营期间的节能费用和环保效益进行比较，采用合理的道路纵坡使之达到协调。

（4）采用合理的路面结构组合

采用适应交通特性的路面结构形式，避免出现早期损坏，减少工程的后期维护费用。采用高等级路面，沥青砼路面较水泥砼路面平整，能有效减少燃油消耗，降低车辆运营费用和车辆损耗，同时噪音污染较小。在高等级路面上行驶要比非高等级路面上行驶节约 30-40% 的燃油。

2、施工阶段的节能措施与建议

（1）扩大厂拌材料的应用

如果生产厂家和施工现场的距离适当，道路路面结构尽可能采用厂拌沥青，有条件下采用温拌沥青，在减少环境污染的同时增加沥青拌制过程中对热能的使用效益，可以节省大量能源。

（2）提高预制件的使用率

对于道路建设必须使用的构件应由工厂成品提供，如预制路缘石等，由工厂预制运至施工现场安装，以将构件生产过程的能源消耗降至最低。

（3）选用合理的施工方案

在道路施工过程中，应制订合理的工艺流程和选用先进的机械，使设计方案得到正确的实施。特别是路面施工方面，对平整度要有更高的要求，以提高行车的速度和平稳性，保障安全行车，降低车辆的耗油和机械的磨损。

所有施工机械一律不得选用已公布淘汰的机电产品。

（4）加强施工管理

加强施工管理工作，普遍实行责任制，将工程材料，能源损耗降至最低。

合理组织施工阶段的工程进度与节点安排，优化施工工艺，采用先进的技术、工艺、材料、设备，达到节能减耗的目的。

（5）加强材料的回收利用

按照上海市相关文件要求，翻除的路面材料有条件时也应尽量加以回收利用。

12.6 效益分析

本工程建设的效益体现在经济、社会及环境等方面。

经济效益。本工程中修的作用是：改善道路设施，促进城镇改造进程，进一步吸引投资。

社会效益。工程建设对社会稳定起到一定作用外，基础设施的改善能提供便利的交通，为城镇的发展打下良好基础，进而开创社会安定、百姓乐业的局面。

环境效益。本工程的实施可以改善道路的整体形象，进而促进整个石湖荡镇道路的整体发展，提升城市形象。

第十三章 工程投资概算

12.1 编制说明

本工程投资概算根据石湖荡泖圩四号路（中心河—施姑浜桥）中修工程设计图纸及工程量进行编制。工程内容包括：道路工程、桥梁维修等。

12.2 编制依据

- 1、《公路工程项目概算、预算编制办法》（JTG 3820—2018）；
- 2、市政工程工料机单价采用《上海公路造价信息》2024 年 12 期预算材料指导价。
- 3、《公路工程概算定额》（JTG/T3831-2018）、《公路工程预算定额》（JTG/T3832-2018）、《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833—2018）；
- 4、类似工程经济指标。

12.3 工程建设费用取费标准

- 1、沪建标定联（2019）317 号文；
- 2、增值税税率按 9%计算；
- 3、计划利润率按 7.42%计算。

12.4 第二部分其他建设费用有关说明

- 1、工程监理费：按上海市建设和交通委员会、上海市物价局（沪建交联[2007]802 号文）关于实施《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的若干意见的通知（发改价格[2007]670 号）规定计算；
- 2、招标管理费：按沪建联[2005]834 号、沪价费[2005] 056 号文关于发布《上海市建设工程造价服务和工程招标代理服务收费标准》的通知计取；

3、设计费：按“国家计委、建设部计价格[2002] 10 号文关于发布《工程勘察设计收费管理规定》的通知”计取；

4、可研编制费：按“国家计委计价格[1999]1283 号文关于前期工作咨询收费暂行规定的通知”以及《上海市市政公路工程造价文件汇编（2002-2004）》计取。

12.5 资金来源

本工程建设资金待工程竣工后根据相关文件精神享受农村公路区级补贴，补贴后超资部分由上海市松江区石湖荡镇人民政府自筹。

12.6 投资概算

具体见工程概算分册。

第十四章 存在问题与建议

1、在施工过程中，需加强文明施工和安全施工的管理工作，确保工程质量及施工安全。项目完成后，要加强道路及附属设施的检测和养护工作，确保上海市政道路的服务保持较高水平。

2、本工程道路沿线存在村道出入口，施工前必须编制合理有效的施工组织方案，施工时做好交通组织；本工程施工建议采用分段封闭施工的方式，施工时与相关交通管理部门及沿线企业单位进行协调，以保证施工期间的交通安全及施工安全。

3、本工程施工前，建议委托专业物探，摸清周围管线及建构筑物的情况，施工前须进行标注，采取恰当的施工措施对其进行有效的保护，并在施工过程中加强监测。