

S342 省道枞树脚桥（双向）维修加固工程

一阶段施工图设计

全长：10 m

第一册 共一册

怀化市交通规划勘察设计院有限公司

二〇二五年三月

S342 省道枞树脚桥（双向）维修加固工程

一阶段施工图设计

项目负责人：黄箭

总工程师：[Signature]

董事长：[Signature]

勘察设计单位	怀化市交通规划勘察设计院有限公司
证书等级	乙级
证书编号	A143004758 B243004755
发证单位	中华人民共和国住房和城乡建设部



企业名称：怀化市交通规划勘察设计院有限公司

经济性质：有限责任公司（国有独资）

资质等级：公路行业（公路）专业乙级。

工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号：A143004758

有效期：至2028年12月28日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

发证机关



2025年04月08日

No.AZ 0115254

S342省道枫树脚桥（双向）维修加固工程一阶段施工图设计文件评审意见落实情况表

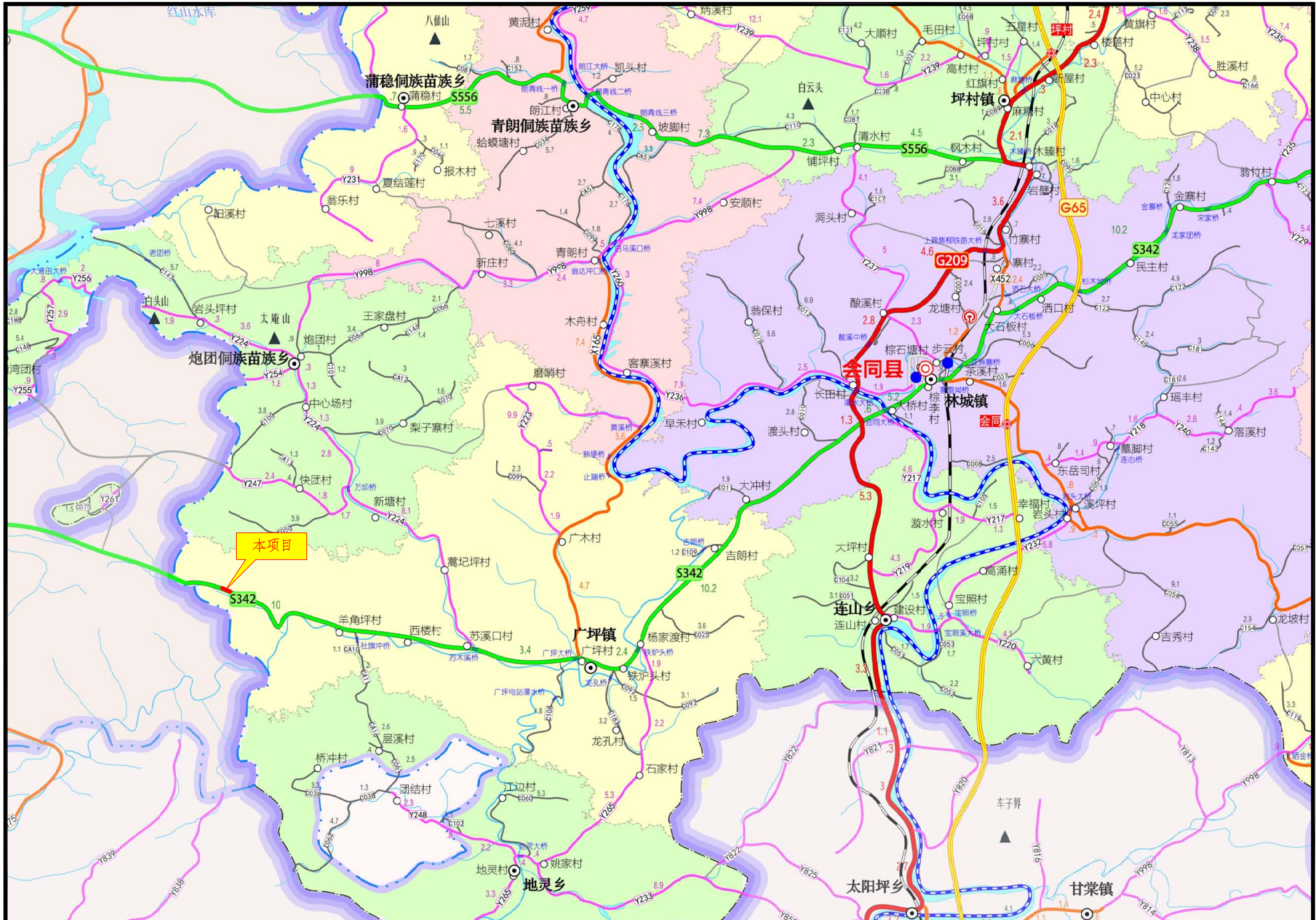
专家意见条款号	设计文件专家评审意见	设计单位回复意见	专家复查意见	复查专家（签名）
1	应调查并论述老桥的泄洪能力情况，加固设计增设了20cm厚的套拱，进一步压缩了泄洪能力，如不满足泄洪能力，建议不进行拱圈底和桥台前墙的套拱加固，只进行病害处治及环氧砂浆勾缝、抹面等修复措施，因为老桥拱圈厚50cm能满足承载力的要求。	根据现场调查测量及询问当地群众，老桥泄洪能力能满足要求。加固设计对老桥及上下游的河床进行清理，增大泄洪面积并设置C20砼溪底铺砌。加固后桥梁的泄洪能满足要求。	同意	王松
2	如采用套拱加固，建议在浇筑套拱混凝土时对接触面涂刷聚合物界面剂，增强新、老构造的结合。	已按专家意见修改完善。		
3	建议收集或调查老桥基础地质资料，并在《桥型布置图》中标注。	已按专家意见补充完善。		
4	桥梁总长13m，设置8套泄水管过多，建议优化布置，另外，应补充泄水管在老防撞护栏上开孔的相关工艺及工程数量。	已按专家意见修改完善。		
5	设计说明中应补充桥梁编号及检测报告编号。	已按专家意见补充完善。		
6	按省交通主管部门的惯例要求，应补充进行设计方案比选论证。	已按专家意见补充桥型方案比选。		
7	建议枫树脚桥采用拱背加厚补强方案。桥底不抹砌采用挡水墙防冲刷自平衡方案。	老桥两侧民房密布，老桥采用拱背加厚补强方案和拆除重建方案需中断交通，交通绕行方案困难，施工难度大。因此，本桥加固方案采用拱圈底加厚补强。	同意	刘松
8	钢材价格略高于市场实际，32.5水泥应进行抽换计算。	已按专家意见修改完善。	同意	刘松
9	由于编制办法及定额适用性的原因，采用定额不太适合维修加固桥梁的实际施工，整体造价略感偏低。	已按专家意见修改，本项目采用公路养护工程编制办法及定额进行预算编制。		

设计单位（盖章）



项目负责人（签名）

黄箭



说明书

一、项目概况及勘察设计过程

枞树脚桥（双向）（桥梁编号：S342431225L0330）位于会同县 S342 线（绥宁县城至会同县广坪（省界）），中心桩号为 K163+113。S342 线为湖南省会同县重要的省道公路，采用三级公路技术标准，设计时速 40Km/h；枞树脚桥（双向）原有桥梁为 1-5m 石拱桥，荷载等级为汽车-13 级，设计洪水频率 1/25，桥面净宽 7.2m，防撞护栏 0.47m，桥梁全宽 8.14m，桥梁全长 10.0m，下部结构采用重力式桥台。

根据现场实地勘察及湖南致力工程科技有限公司出具的桥梁检测报告《会同县 S342 线枞树脚桥》（报告编号：GBG2024-ZH12-003-04），原有桥梁主拱圈有少量轻微横向裂缝；主拱圈多处有明显渗水现象，渗水处伴有晶体析出现象；主拱圈局部灰缝松散脱落。桥台基础浅基被冲空，露出底面；翼墙砌体松动。河床冲刷较重。桥面排水未设置。桥梁检测报告给出的结论是会同县 S342 线枞树脚桥综合评定为 3 类状态桥梁，根据桥梁病害检查情况，桥梁主拱圈、0#桥台基础有严重病害，建议修复养护、加固或更换较大缺陷构件，必要时可进行交通管制。



受会同县公路建设养护中心委托，怀化市交通规划勘察设计院有限公司（以下简称“我公司”）承担了 S342 省道枞树脚桥（双向）维修加固工

程的一阶段施工图勘察设计。接受任务后，我公司于 2025 年 3 月 17 日组织专业技术人员进行外业勘察，外业勘察结束后，向委托方进行了汇报，听取了相关意见和要求，随即进行内业设计，于 2025 年 3 月下旬出版设计文件。2025 年 3 月底怀化市公路建设养护中心组织专家对《S342 省道枞树脚桥（双向）维修加固工程》一阶段施工图设计文件进行评审并出具专家评审意见。根据评审专家意见，我公司组织专业技术人员对设计文件进行修改完善并出版设计文件。

二、设计采用的规范

- 1、交通部标准《公路工程技术标准》JTJ B01—2014；
- 2、交通部标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60—2015；
- 3、交通部标准《公路圬工桥涵设计规范》JTG D61—2005；
- 4、交通部标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363-2019；
- 5、交通部标准《公路工程水文勘察设计规范》JTG C30-2015；
- 6、交通部标准《公路桥涵加固设计规范》JTG/T J22—2008；
- 7、交通部标准《公路桥涵加固施工技术规范》JTG/T J23—2008；
- 8、交通部标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650—2020。

三、自然地理概况

桥址所在区域会同县位于湖南省西南部，东枕雪峰山脉，西倚云贵高原，位于省境中部偏西，中国第二级地势阶梯的南段转折带，云贵高原东坡过渡到江南丘陵的东侧边幅；是较独特的地理单元。

测区属山岭重丘区，区域地势北低南高，区域地貌类型以剥蚀构造低山丘陵和河流侵蚀堆积地貌为主。剥蚀构造低山丘陵地貌分布在公路沿线的大部

分路段，河流侵蚀堆积地貌主要分布在近河岸地带。

测区属于中亚热带季风湿润气候区。热量较丰富，无霜期长；严寒较短，盛暑不长；降水较充沛，年际变化小，相对湿度大，蒸发量小；光能较充足，冬季偏少；立体气候明显，小气候差异大；灾害性天气时有发生，农作物、林木易受损害。雪峰山属“原始江南古陆”的西南段，呈一向北西突出的弧形构造。震旦系变质碎屑岩亦发。

测区内出露的地层主要以第四系(Q)松散类堆积层、元古界板溪群(Pt)板岩为主。

桥址所在区域构造稳定，根据国家地震局《中国地震动峰值加速度区划图》，本区地震动峰值加速度小于 0.05g，人工构造物不必进行防震设计。

四、桥型方案比选

根据桥梁检测报告、现场测量情况及专家建议，枞树脚桥（双向）可以采取两种方案处理，分别是推荐方案：原桥加固和比较方案：新建 1-6.0m 钢筋砼板桥。

推荐方案为原桥加固方案：溪底铺砌 30cmC20 混凝土；桥台基础冲空部分用 C30 砼填实，在桥台基础外侧设置 20cm 厚 C30 砼加固层；桥梁主拱圈底部及桥台前墙钻孔植筋，浇筑 20cm 厚 C40 自密实砼。

比较方案为拆除老桥，新建 1—6.0m 现浇钢筋砼板桥，下部构造为重力式实体桥台配扩大基础。荷载等级：公路-II 级。桥面宽为净-7.5m+2×0.5m，设计洪水频率 1/25，桥梁总长 10.0m。

通过对推荐方案和比较方案的结构特点、造型、造价、施工难度、施工工期等多方面进行经济技术比较分析，具体结果见下表：

桥型方案比较表

方案	结构	优点	缺点	造价	备注
推荐方案	主拱圈加固，桥台基础加固。	技术成熟，安全可靠，工期短。	施工工艺复杂，加固后耐久性差	低	推荐
比较方案	1-6.0m 钢筋砼板桥。	技术成熟，安全可靠，施工工艺相对简单，整体性能较好。	施工难度大，老桥两侧布满民房，拆除重建需中断交通，绕行方案比较困难，工期较长。	较高	

五、加固设计方案

根据现场具体测量数据，结合会同县公路建设养护中心、会同县广坪镇人民政府及当地村民意见，最终确定该桥采用老桥维修加固方案。加固后桥梁为 1-5.0m 石拱桥，下部构造为重力式实体桥台配扩大基础。荷载等级：公路-II 级。桥面宽为净-7.2m+2×0.47m，设计洪水频率 1/25，桥梁总长 10.0m。

具体加固方案为：

1、溪底铺砌 30cmC20 混凝土，溪底铺砌范围从整个桥梁上游 10m 处开始到桥梁下游 10m 处结束。

2、桥台基础冲空部分用 C30 砼填实，在桥台基础外侧设置 20cm 厚 C30 砼加固层。

3、在溪底铺砌上搭设支架，清除桥梁主拱圈的浮灰，青苔及松动的石块，然后填实空洞部分，注浆封闭裂缝。

4、主拱圈底部及桥台前墙钻孔植筋，浇筑 20cm 厚 C40 自密实砼。

5、设置桥梁泄水管。

6、桥台两侧护岸墙维修。

六、结构计算

6.1 设计概要

枳树脚桥（双向）位于会同县 S342 线上，中心桩号为 K163+113，桥梁全长 10m。上部结构为 1×5.0m 实腹式圬工板拱，下部结构为重力式桥台，扩大基础。桥面宽度:0.47m（防撞护栏）+7.2m（行车道）+0.47m（防撞护栏），桥梁全宽 8.14m。

枳树脚桥跨径组合为 1×5m 实腹式圬工板拱，矢跨比 $F_0/L_0=1.4/5$ 。本桥桥面铺装采用沥青混凝土。

枳树脚桥原桥设计标准：道路等级为三级公路；桥梁设计荷载为汽车-13 级。

6.2 采用规程及规范

6.2.1 技术标准

桥涵结构设计基准期：100 年

桥梁设计荷载：公路-II 级

抗震标准：地震动峰值加速度为 0.05g

桥梁所处环境：II 类环境

6.2.2 主要技术规范

本工程的设计过程和成果均按照有关工程建设标准强制性条文和关于工程设计方面现行的标准、规范、规程、定额、办法、示例，以及项目所在地区关于工程设计方面的文件、规定要求实现。

设计工作中的主要依据的技术标准、规范包括：

- 1、《公路桥涵设计通用规范》(JTGD60—2015)
- 2、《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTGD33—2019)
- 3、《公路工程技术标准》(JTGB01—2014)
- 4、《公路圬工桥涵设计规范》(JTGD61-2005)

6.3 计算参数

1、桥梁上部结构为 1×5m 实腹式圬工板拱，原主拱圈采用 M10 砂浆砌 MU50 块石，加固拱圈采用 C40 钢筋砼。

2、结构设计采用《桥梁博士 3.6》进行分析。

3、设计参数

1) 材料：

强度等级	弹性模量 (MPa)	容重 (kN/m ³)	线膨胀系数	设计值	
				f _{cd} (MPa)	f _{td} (MPa)
M10 砂浆砌 MU50	7300	24.00	8.000e-006	3.85	0.073
C40	32500	26.00	10.000e-006	15.64	1.71

2) 竖向梯度温度效应：考虑桥面现浇层对梯度温度的影响，按现行规范规定取值。

3) 年平均相对湿度：80%。

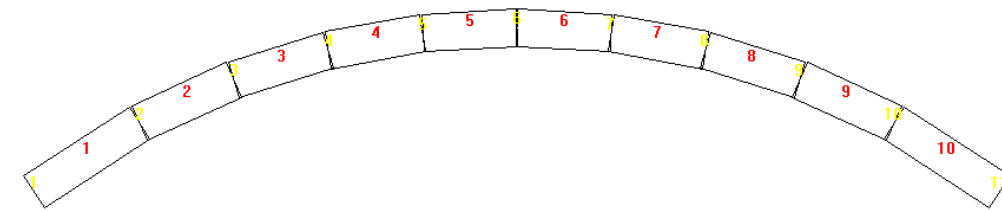
4) 收缩徐变天数按 10 年，3650 天考虑。

5) 整体升温 25 度，降温 25 度。

6.4 桥梁计算程序及计算模型

上部结构采用《桥梁博士 3.6》结构分析软件进行计算。

计算模型如下：

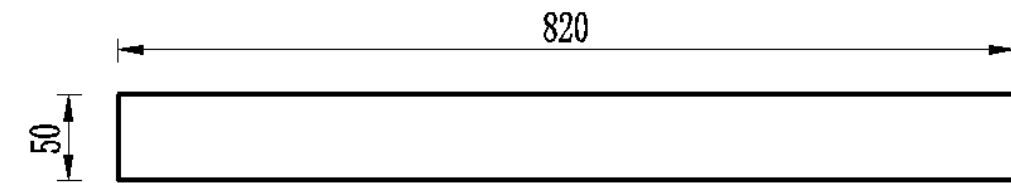


1. 单元数量：拱肋单元 10 个

2. 节点数量：11 个

3. 边界条件数量：2 个

4. 桥梁单元截面如下：



单元的截面面积为 4.1m²，抗弯惯性矩为 0.085m⁴。

5、材料设定

主拱圈采用 M10 砂浆砌 MU50 块石。

6、数值符号规定

弯矩、轴力、剪力符号均以沿上图所示右手坐标系各轴正方向为正，反

之为负。应力以压应力为正，拉应力为负。

6.5 正常使用极限状态验算

6.5.1 使用阶段的内力见下表（结果只取拱脚（1节点），1/4截面（3节点），跨中截面（6节点）3个）：

节点	内力	最大轴力	最小轴力	最大剪力	最小剪力	最大弯矩	最小弯矩
1	轴力	3020	1630	2090	2510	2300	2680
	剪力	286	274	1200	15	31.5	795
	弯矩	-273	165	-259	-69.6	-51.3	-489
3	轴力	2680	1350	2120	1700	1700	2560
	剪力	345	179	851	-33.4	-26	241
	弯矩	-94.4	-6.4	167	186	198	-107
6	轴力	2490	1240	2420	2190	2450	1650
	剪力	-290	72.1	581	-320	-279	199
	弯矩	335	70.9	300	317	322	46

6.5.2、截面抗压强度验算

按照《公路圬工桥涵设计规范（JTG D61-2005）》的规定，验算拱的截面强度。

1)、依据《公路圬工桥涵设计规范 JTG D61-2005》4.0.5条，受压承载力应按下列公式验算：

$$\gamma_0 N_d \leq \varphi A f_{cd}$$

γ_0 ----- 结构重要系数，见 4.0.4, 本桥取值 1.0。

N_d ----- 轴力设计值，（见上表结果）。

φ ----- 构件轴向力的偏心距 e 和细长比 β 对受压构件承载力的影响系数，按本规范第 4.0.6 条和第 4.0.7 条计算。

A_c ----- 构件截面面积，对于组合截面按强度比换算。

f_{cd} ----- 砌体或混凝土轴心抗压强度设计值。

2)、砌体偏心受压构件承载力影响系数 φ ，按 4.0.6 计算

$$\varphi = \frac{1}{\frac{1}{\varphi_x} + \frac{1}{\varphi_y} - 1}$$

$$\varphi_x = \frac{1 - (\frac{e_x}{x})^m}{1 + (\frac{e_x}{i_y})^2} \cdot \frac{1}{1 + \alpha \beta_x (\beta_x - 3) [1 + 1.33 (\frac{e_x}{i_y})^2]}$$

$$\varphi_y = \frac{1 - (\frac{e_y}{y})^m}{1 + (\frac{e_y}{i_x})^2} \cdot \frac{1}{1 + \alpha \beta_y (\beta_y - 3) [1 + 1.33 (\frac{e_y}{i_x})^2]}$$

φ_x 、 φ_y -----分别为 x 方向和 y 方向偏心受压构件承载力影响系数。

x、y-----分别为 x 方向、y 方向的偏心距。

e_x 、 e_y -----轴向力在 x 方向、y 方向的偏心距。

m-----截面形状系数，对于矩形截面取 8.0。

i_x 、 i_y -----弯曲平面内的截面回转半径。

α -----与砂浆强度等级有关的系数，取 $\alpha = 0.002$ 。

β_x 、 β_y -----构件在 x 方向、y 方向的长细比，当 β_x 、 β_y 小于 3 时取 3。（截面强度验算不计入它们的影响）

3)、按照 4.0.7 条规定，构件长细比 β_x 、 β_y 按下列公式计算。

$$\beta_x = \frac{\gamma_\beta l_o}{3.5i_y}$$

$$\beta_y = \frac{\gamma_\beta l_o}{3.5i_x}$$

γ_β -----不同砌体材料构件的长细比修正系数，取 1.3。

l_o -----构件计算长度，取 $0.5l$ 。

i_x 、 i_y -----弯曲平面内的截面回转半径。

先计算出 φ 如下：

φ	节点	最大轴力	最小轴力	最大剪力	最小剪力	最大弯矩	最小弯矩
	1	0.715	0.667	0.570	0.963	0.975	0.350
	3	0.942	0.998	0.768	0.631	0.601	0.921
	6	0.528	0.862	0.570	0.489	0.540	0.962

依据《公路圬工桥涵设计规范 JTG D61-2005》4.0.5 条，对于偏心距不超过的截面的计算结果见下表。

拱脚（节点 1）										
内力	M(kN.m)	N(KN)	e=M/N	偏心距 限值 e0	A	fcd	ϕ	Rn= ϕ *fcd*A	γ 0Nd	是否 满足
最大轴力	-273	3020	0.09	0.15	4.100	3850	0.715	11292	3020	是
最小轴力	165	1630	0.10	0.15	4.100	3850	0.667	10527	1630	是
最大剪力	-259	2090	0.12	0.15	4.100	3850	0.570	9002	2090	是
最小剪力	-69.6	2510	0.03	0.15	4.100	3850	0.963	15198	2510	是
最大弯矩	-51.3	2300	0.02	0.15	4.100	3850	0.975	15393	2300	是
最小弯矩	-489	2680	0.18	0.15	4.100	3850	0.350	5530	2680	是
1/4 截面（节点 3）										
内力	M(kN.m)	N(KN)	e=M/N	偏心距 限值 e0	A	fcd	ϕ	Rn= ϕ *fcd*A	γ 0Nd	是否 满足
最大轴力	-94.4	2680	0.04	0.15	4.100	3850	0.942	14871	2680	是
最小轴力	-6.4	1350	0.00	0.15	4.100	3850	0.998	15746	1350	是

最大剪力	167	2120	0.08	0.15	4.100	3850	0.768	12122	2120	是
最小剪力	186	1700	0.11	0.15	4.100	3850	0.631	9963	1700	是
最大弯矩	198	1700	0.12	0.15	4.100	3850	0.601	9489	1700	是
最小弯矩	-107	2560	0.04	0.15	4.100	3850	0.921	14536	2560	是
跨中截面（节点 6）										
内力	M(kN.m)	N(KN)	e=M/N	偏心距 限值 e0	A	fcd	ϕ	Rn= ϕ *fcd*A	γ 0Nd	是否 满足
最大轴力	335	2490	0.13	0.15	4.100	3850	0.528	8334	2490	是
最小轴力	70.9	1240	0.06	0.15	4.100	3850	0.862	13611	1240	是
最大剪力	300	2420	0.12	0.15	4.100	3850	0.570	8999	2420	是
最小剪力	317	2190	0.14	0.15	4.100	3850	0.489	7716	2190	是
最大弯矩	322	2450	0.13	0.15	4.100	3850	0.540	8527	2450	是
最小弯矩	46	1650	0.03	0.15	4.100	3850	0.962	15193	1650	是

由上表可知，使用阶段部分截面抗压强度满足要求。

6.5.3 抗剪强度验算

依据《公路圬工桥涵设计规范 JTG D61-2005》4.0.13 条的规定，应该按 4.0.13 的公式验算剪力：

$$\gamma_0 V_d \leq A f_{vd} + \frac{1}{1.4} \mu_r N_k$$

V_d ----- 剪力设计值

A ----- 受剪截面面积

f_{vd} ----- 抗剪强度设计值=0.073KN/m²，按<圬工>3.3.2 等查。

μ_r ----- 摩擦系数，采用 0.5。

N_k ----- 与受剪截面垂直的压力标准值。

计算结果如下表所示：

拱脚（节点 1）										
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

内力	Vd	A	fvd	μ_f	Nk	$R_n=A*f_{vd}+1/1.4*\mu_f N_k$	$\gamma_0 V_d$	是否满足
最大轴力	286	4.100	73	0.5	3020	1378	286	满足
最小轴力	274	4.100	73	0.5	1630	881	274	满足
最大剪力	1200	4.100	73	0.5	2090	1046	1200	不满足
最小剪力	15	4.100	73	0.5	2510	1196	15	满足
最大弯矩	31.5	4.100	73	0.5	2300	1121	31.5	满足
最小弯矩	795	4.100	73	0.5	2680	1256	795	满足
1/4 截面 (节点 3)								
内力	Vd	A	fvd	μ_f	Nk	$R_n=A*f_{vd}+1/1.4*\mu_f N_k$	$\gamma_0 V_d$	是否满足
最大轴力	345	4.100	73	0.5	2680	1256	345	满足
最小轴力	179	4.100	73	0.5	1350	781	179	满足
最大剪力	851	4.100	73	0.5	2120	1056	851	满足
最小剪力	-33.4	4.100	73	0.5	1700	906	33.4	满足
最大弯矩	-26	4.100	73	0.5	1700	906	26	满足
最小弯矩	241	4.100	73	0.5	2560	1214	241	满足
跨中截面 (节点 6)								
内力	Vd	A	fvd	μ_f	Nk	$R_n=A*f_{vd}+1/1.4*\mu_f N_k$	$\gamma_0 V_d$	是否满足
最大轴力	-290	4.100	73	0.5	2490	1189	290	满足
最小轴力	72.1	4.100	73	0.5	1240	742	72.1	满足
最大剪力	581	4.100	73	0.5	2420	1164	581	满足
最小剪力	-320	4.100	73	0.5	2190	1081	320	满足
最大弯矩	-279	4.100	73	0.5	2450	1174	279	满足
最小弯矩	199	4.100	73	0.5	1650	889	199	满足

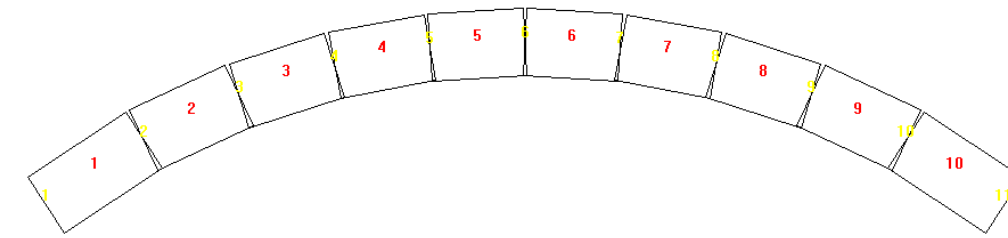
由上表可知，使用阶段部分截面抗剪强度**不满足**要求。

6.5.4、挠度验算

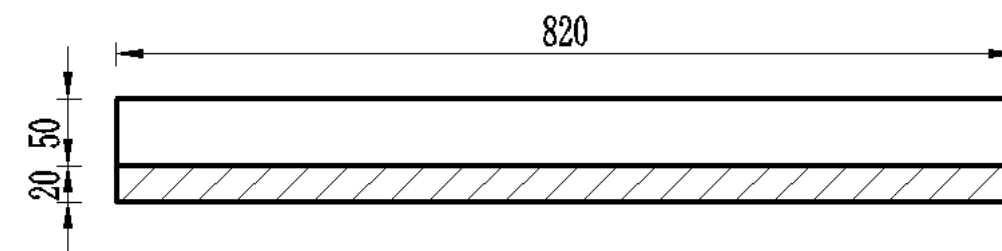
依据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2015)，在短期荷载效应组合下，正负挠度绝对值之和最大值为 4.09mm，小于计算跨径的 L/1000，即 5000/1000=5.0mm，故满足要求。

6.6 加固后正常使用极限状态验算

计算模型如下：



1. 单元数量：拱肋单元 10 个
2. 节点数量：11 个
3. 边界条件数量：2 个
4. 桥梁单元截面如下：



组合截面的截面特性均以弹性模量比换算，换算成 M10 浆砌 MU50 块石后结果如下：

单元的截面面积为 11.401m²，抗弯惯性矩为 0.110m⁴。

5、材料设定

原主拱圈采用 M10 砂浆砌 MU50 块石，增大截面主拱圈采用 C40 钢筋

砦。

6、数值符号规定

弯矩、轴力、剪力符号均以沿上图所示右手坐标系各轴正方向为正，反之为负。应力以压应力为正，拉应力为负。

6.1 使用阶段的内力见下表（结果只取拱脚（1节点），1/4截面（3节点），跨中截面（6节点）3个：

节点	内力	最大轴力	最小轴力	最大剪力	最小剪力	最大弯矩	最小弯矩
1	轴力	2690	1520	1970	2060	1820	2480
	剪力	717	489	1460	355	395	1120
	弯矩	-609	-375	-523	-363	-351	-675
3	轴力	2240	1180	1800	1410	1430	2150
	剪力	592	313	1060	138	144	480
	弯矩	-93.5	-8.1	158	181	191	-105
6	轴力	2000	1040	1950	1760	2000	1040
	剪力	-320	60.5	551	-347	-319	60.5
	弯矩	532	183	495	489	531	183

6.2、截面抗压强度验算

根据公式 4.0.6 和 4.0.7 先计算出 φ 如下：

φ	节点	最大轴力	最小轴力	最大剪力	最小剪力	最大弯矩	最小弯矩
	1	0.149	0.124	0.103	0.232	0.200	0.096
	3	0.845	0.994	0.552	0.365	0.346	0.799
	6	0.103	0.232	0.116	0.090	0.103	0.232

依据《公路圬工桥涵设计规范 JTG D61-2005》4.0.5 条，受压承载力应按下列公式验算：

$$\gamma_0 N_d \leq \varphi A f_{cd}$$

γ_0 ----- 结构重要系数，见 4.0.4, 本桥取值 1.0.

N_d ----- 轴力设计值，（见上表结果）。

φ ----- 构件轴向力的偏心距 e 和细长比 β 对受压构件承载力的影响系数，按本规范第 4.0.6 条和第 4.0.7 条计算。

A_c ----- 构件截面面积，对于组合截面按强度比换算。

f_{cd} ----- 砌体或混凝土轴心抗压强度设计值。

对于偏心距不超限的截面的计算结果见下表。

拱脚（节点 1）										
内力	M(kN.m)	N(KN)	e=M/N	偏心距 限值 e0	A	f_{cd}	ϕ	$R_n = \phi$ $*f_{cd}*A$	$\gamma_0 N_d$	是否 满足
最大轴力	-609	2690	0.226	0.21	11.401	3850	0.149	6546	2690	是
最小轴力	-375	1520	0.247	0.21	11.401	3850	0.124	5451	1520	是
最大剪力	-523	1970	0.265	0.21	11.401	3850	0.103	4528	1970	是
最小剪力	-363	2060	0.176	0.21	11.401	3850	0.232	10163	2060	是
最大弯矩	-351	1820	0.193	0.21	11.401	3850	0.200	8765	1820	是
最小弯矩	-675	2480	0.272	0.21	11.401	3850	0.096	4209	2480	是
1/4 截面（节点 3）										
内力	M(kN.m)	N(KN)	e=M/N	偏心距 限值 e0	A	f_{cd}	ϕ	$R_n = \phi$ $*f_{cd}*A$	$\gamma_0 N_d$	是否 满足
最大轴力	-93.5	2240	0.042	0.21	11.401	3850	0.845	37093	2240	是
最小轴力	-8.1	1180	0.007	0.21	11.401	3850	0.994	43647	1180	是
最大剪力	158	1800	0.088	0.21	11.401	3850	0.552	24242	1800	是
最小剪力	181	1410	0.128	0.21	11.401	3850	0.365	16014	1410	是
最大弯矩	191	1430	0.134	0.21	11.401	3850	0.346	15208	1430	是
最小弯矩	-105	2150	0.049	0.21	11.401	3850	0.799	35093	2150	是
跨中截面（节点 6）										
内力	M(kN.m)	N(KN)	e=M/N	偏心距 限值 e0	A	f_{cd}	ϕ	$R_n = \phi$ $*f_{cd}*A$	$\gamma_0 N_d$	是否 满足
最大轴力	532	2000	0.266	0.21	11.401	3850	0.103	4503	2000	是
最小轴力	183	1040	0.176	0.21	11.401	3850	0.232	10187	1040	是
最大剪力	495	1950	0.254	0.21	11.401	3850	0.116	5094	1950	是
最小剪力	489	1760	0.278	0.21	11.401	3850	0.090	3940	1760	是

最大弯矩	531	2000	0.266	0.21	11.401	3850	0.103	4527	2000	是
最小弯矩	183	1040	0.176	0.21	11.401	3850	0.232	10187	1040	是

由上表可知，加固后使用阶段截面抗压强度满足要求。

6.3、抗剪强度验算

依据《公路圬工桥涵设计规范 JTG D61-2005》4.0.13 条的规定，应该按 4.0.13 的公式验算剪力：

$$\gamma_0 V_d \leq A f_{vd} + \frac{1}{1.4} \mu_f N_k$$

V_d ----- 剪力设计值

A ----- 受剪截面面积

f_{vd} ----- 抗剪强度设计值=0.073KN/m²，按<圬工>3.3.2 等查。

μ_f ----- 摩擦系数，采用 0.5。

N_k ----- 与受剪截面垂直的压力标准值。

计算结果如下表所示：

拱脚（节点 1）								
内力	V_d	A	f_{vd}	μ_f	N_k	$R_n = A f_{vd} + 1/1.4 * \mu_f N_k$	$\gamma_0 V_d$	是否满足
最大轴力	717	11.401	73	0.5	2690	1793	717	满足
最小轴力	489	11.401	73	0.5	1520	1375	489	满足
最大剪力	1460	11.401	73	0.5	1970	1536	1460	满足
最小剪力	355	11.401	73	0.5	2060	1568	355	满足
最大弯矩	395	11.401	73	0.5	1820	1482	395	满足
最小弯矩	1120	11.401	73	0.5	2480	1718	1120	满足
1/4 截面（节点 3）								
内力	V_d	A	f_{vd}	μ_f	N_k	$R_n = A f_{vd} + 1/1.4 * \mu_f N_k$	$\gamma_0 V_d$	是否满足
最大轴力	592	11.401	73	0.5	2240	1632	592	满足
最小轴力	313	11.401	73	0.5	1180	1254	313	满足
最大剪力	1060	11.401	73	0.5	1800	1475	1060	满足

最小剪力	138	11.401	73	0.5	1410	1336	138	满足
最大弯矩	144	11.401	73	0.5	1430	1343	144	满足
最小弯矩	480	11.401	73	0.5	2150	1600	480	满足
跨中截面（节点 6）								
内力	V_d	A	f_{vd}	μ_f	N_k	$R_n = A f_{vd} + 1/1.4 * \mu_f N_k$	$\gamma_0 V_d$	是否满足
最大轴力	-320	11.401	73	0.5	2000	1547	320	满足
最小轴力	60.5	11.401	73	0.5	1040	1204	60.5	满足
最大剪力	551	11.401	73	0.5	1950	1529	551	满足
最小剪力	-347	11.401	73	0.5	1760	1461	347	满足
最大弯矩	-319	11.401	73	0.5	2000	1547	319	满足
最小弯矩	60.5	11.401	73	0.5	1040	1204	60.5	满足

由上表可知，加固后使用阶段截面抗剪强度满足要求。

6.4、挠度验算

依据《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2015)，在短期荷载效应组合下，正负挠度绝对值之和最大值为 2.49mm，小于计算跨径的 L/1000，即 5000/1000=5.0mm，故满足要求。

七、主要材料

7.1 混凝土

①、水泥：应采用高品质的强度等级为 42.5 的硅酸盐水泥，同一座桥的预制梁应采用同一品种水泥。

②、粗骨料：应采用连续级配，碎石宜采用锤击式破碎生产。碎石最大粒径不宜超过 20mm，以防混凝土浇筑困难或振捣不密实。细骨料：应采用天然中粗砂。

③、混凝土：主拱圈加固采用 C40 自密实砼现浇

④、混凝土外加剂

建议拌制混凝土过程中掺入适量的混凝土外加剂，如减水剂、防水剂等，但混凝土拌合中应慎用早强剂。但外加剂的掺用必须符合国家标准《混凝土外加剂》(GB 8076-1997) 和《混凝土外加剂应用技术规范》

(GB 50119-2003) 的规定。

7.2 普通钢筋

①、普通钢筋的主要技术性能必须符合国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499.2-2007)、《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB1499.1-2008) 的有关规定。其中：

HRB400 钢筋，抗拉强度标准值 $f_{sk}=400\text{MPa}$ ；

HPB300 钢筋，抗拉强度标准值 $f_{sk}=300\text{MPa}$ 。

②、普通钢筋接头连接

钢筋接头宜采用焊接接头和机械连接接头，同一截面接头数量应满足《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020) 的规定和《钢筋机械连接通用技术规程》(JGJ 107-2010) 的规定。

7.3 钢材

钢材质量应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》(GB/T900) 和《低合金高强结构钢》(GB/T1591) 的规定。全桥钢材和钢板均采用 Q345 钢，技术标准应符合 GB/T709-2006 的规定。

7.4 封口胶

封口胶主要用于加固桥梁的裂缝修补。小于 0.15mm 裂缝，采用封口胶直接修补，当裂缝大于 0.15mm，采用封口胶封闭裂缝后，再预留灌浆嘴低压慢注灌密封胶或水泥基高强浇注料。封口胶系 A、B 两组分腻子状改性环氧树脂类胶粘剂，其主要特点为：

- 1) 触变性极强，易于涂刮；
- 2) 初粘力高，不流淌；
- 3) 本身强度及与混凝土的粘接强度高，抗老化性及耐介质侵蚀性好；
- 4) 与混凝土颜色接近；
- 5) 常温固化，固化速度较快，且可应用户要求进行调整；
- 6) 不含挥发性溶剂，硬化时基本不收缩；

7) 可潮湿面粘接，干燥环境粘结力更强；

8) A、B 配胶比例宽，适用方便、无毒。

桥梁裂缝封口用修补胶的安全性能指标必须符合表 7.1 的规

定：

表 7.1 裂缝修补用胶的安全性能指标

性能项目		性能指标
胶 体 性 能	抗拉强度 (MPa)	≥ 20
	抗拉弹性模量 (MPa)	≥ 1500
	抗压强度 (MPa)	≥ 50
	抗弯强度 (MPa)	≥ 30 ，且不得呈脆性破坏
钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)		≥ 10
不挥发物含量 (固体含量) (%)		≥ 99
可灌注性		在产品说明书的规定下，能注入宽度为 0.1mm

7.5 裂缝修补用胶

灌缝胶主要用于加固桥梁的裂缝修补。适用于 0.15mm~3mm 裂缝修

补。

灌缝胶系 A、B 两组分腻子状改性环氧树脂类胶粘剂，其主要特点为：

- 1) 极强的渗透力，粘度很低；
- 2) 不易挥发性溶剂，硬化基本不收缩；
- 3) 抗老化性及耐介质侵蚀性好；
- 4) A、B 配胶比例宽，适用方便、无毒。

桥梁裂缝压力灌注用修补胶的安全性能指标必须符合表 7.2 的规

定：

表 7.2 裂缝修补用胶的安全性能指标

性能项目		性能指标
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥20
	抗拉弹性模量 (MPa)	≥1500
	抗压强度 (MPa)	≥50
	抗弯强度 (MPa)	≥30, 且不得呈脆性破坏
钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)		≥10
不挥发物含量 (固体含量) (%)		≥99
可灌注性		在产品说明书的规定下, 能注入宽度为 0.1mm

7.6 水泥基高强浇注料

水泥基高强浇注料主要用于加固桥梁的裂缝修补。适用于大于 3mm 裂缝修补。水泥基高强浇注料主要特点:

- 1) 硬化过程不收缩, 具有微膨胀作用, 且膨胀变形稳定快;
- 2) 高流动性与自密实性, 保证浆料能自流密实成型;
- 3) 高保水性, 保证混凝土硬化过程表面无泌水;
- 4) 高早期强度, 浇筑 24 小时即可进行设备安装;
- 5) 采用高强度骨料和高强度水泥基体。
- 6) 高电阻, 与旧混凝土粘结好;
- 7) 施工方便简单, 只需施工现场加水即可使用。

7.7 环氧砂浆

环氧砂浆系无溶剂、三组分改性环氧树脂砂浆, 具有良好的流动性和极高的强度。主要特点:

- 1) 强度高, 粘结力特强;
- 2) 高电阻, 抗冲击、耐疲劳;
- 3) 抗老化性及耐介质(酸、碱及水等)性好;
- 4) 固化条件宽松, 可在较高空气湿度下固化, 固化速度快;

- 5) 不含挥发性溶剂, 硬化时收缩小;
- 6) 使用方便、无毒。

环氧砂浆施工时注意事项:

- 1) 环氧反应放热大, 当浇注体积较大时, 为避免开裂, 应采用分层浇注的方法, 每次浇注的厚度不超过 4 厘米;
- 2) 施工环境干燥、通风, 粘贴面洁净、干燥、无油污;
- 3) 施工人员应采取必要的安全防护措施, 现场注意防火并保持良好的通风。若不慎弄上皮肤或衣物, 可立即擦拭干净并用大量清水冲洗; 若不慎误食或溅入眼睛, 请立即就医。
- 4) 本品应密封贮存在环境温度 5℃~40℃的干燥、清洁的库房内, 不得露天堆放或雨淋, 包装开启后不得长时间存放; 不同品种胶黏剂及 A、B 两组分应明显标识存放, 避免混杂。自生产之日起, 包装完好时有效贮存期为 12 个月。

7.8 植筋胶

植筋锚固胶系改性环氧类高强度、高耐腐蚀性双组合复合树脂胶泥, 采用 A 级胶。其主要特点:

- 1) 强度高, 粘结力特强, 耐久性优异;
- 2) 非膨胀性化学粘结力, 不会造成基料破坏;
- 3) 高电阻, 耐疲劳。

植筋胶施工时注意事项:

湿条件施工时, 孔内不得有积水, 并尽可能对孔壁进行干燥处理; 潮湿条件施工及使用时, 锚固力略有下降, 可根据实际情况适当增加锚固长度, 其实际锚固力可由现场拉拔试验获得, 具体参数如下:

表 7.3 植筋胶的主要技术参考参数

性能	试验项目	试验条件	A 级胶技术要求	试验结果
物理性能	外观	A 组分	-	触变性膏状体，色泽均匀无杂质
		B 组分	-	触变性膏状体，色泽均匀无杂质
	试用期（可操作时间），min	23±2℃	-	35/60
		10℃	-	60/90
	密度，g/cm ³	A 组分	-	1.5/1.7
	B 组分	-	1.1/1.5	
胶体性能	劈裂抗拉强度，MPa	23±2℃，7 天	≥8.5	19.0
	抗弯强度，MPa	23±2℃，7 天	≥50	82.0
	抗压强度，MPa	23±2℃，7 天	≥60	90.0
粘结性能	钢-刚（钢套筒法）拉伸抗剪强度标准值，MPa	23±2℃，7 天	≥16	24.0
	约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土粘结强度，MPa	C30 砼 L=150mm	≥11.0	≥11.0
		C60 砼 L=125mm	≥17.0	≥17.0
	钢-混凝土正拉粘结强度，MPa	23±2℃，7 天	≥2.5，且为混凝土内聚破坏	4.0，且为混凝土内聚破坏
不挥发物含量（固体含量），%	105±2℃	≥99	≥99	

7.9 其他

所有材料质量的要求应符合《公路桥梁施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）的有关规定并符合相应的国家标准。所有材料及标准件产品均应采用通过国家级或部级鉴定的产品，并按国标部标要求进行抽样检验。

八、施工要点

8.1 圬工结构病害处理

- 1、清除表层松散砌体。
- 2、凿毛表面砌体，直至露出新鲜密实的砌体表面，并凿出沟槽。
- 3、用环氧砂浆或环氧混凝土（空洞深度大于 5cm 采用环氧混凝土）修补。

施工要求如下：

8.1.1 砌体疏松区较浅处的修补

(1) 修补材料

a. 环氧树脂浆液的配合比（采用 JN-MG 环氧树脂胶）

配合比——A:B=2:1

b. 配制环氧砂浆的配合比：

①浇注用环氧砂浆——JN-MG:细骨料（C 组分）=1:4

②涂刮用环氧砂浆（用 JN-CE 混凝土修补胶）JN-CE—— A:B=2:1

c. 配制环氧混凝土的配合比（采用 JN-MG 环氧树脂浇注料）

配合比——JN-MG: 细集料（C 组分）: 碎石=1: 4: 5（碎石粒径要小于 15mm）。

(2) 修补施工程序

a. 首先将缺损部位表层劣质砌体凿除，直至露出新鲜、密实砌体，剔除修补结合面（开凿后的表面）的表面浮石。修补结合面应凿毛凿平、整齐划一，并对外露的钢筋表面进行人工除锈处理，用丙酮类溶剂擦洗干净后，涂环氧树脂胶液一层。

b. 保持结合面清洁干燥的情况下，刷涂一层环氧树脂胶液，并立即摊铺环氧砂浆，用力压平抹光。

(3)环氧砂浆施工技术要求

a. 修补结合面的处理

步骤 1：清除修补面的疏松层、油污及一切脏物，并用高压射流技术清洗干净。

步骤 2：表面光滑或薄层修补区，需进行凿毛处理，且对小面积修补需在修补区边缘凿一道 2~3cm 深、3~5cm 宽的齿槽。

步骤 3：施工前保持结合面清洁、干燥。

b. 环氧砂浆的配比与拌制

配比：环氧砂浆的配比如前所述。

拌制：首先按配比称取各种材料，要求称量正确。使用时根据需要量按配合比在专用料盘内调配拌制，调和均匀。

c. 施工程序及养护

先在处理过的修补结合面上刷一层环氧树脂胶液。

在净浆未干之前，将环氧砂浆摊铺到位，振捣或用力压实抹平，间隔一段时间后二次抹面收光（时间视气温等因素凭经验确定）。

如果施工面为斜面或曲面，施工应从较低部位开始，然后依次施工到较高部位，如果修补面积过大（>10m²）宜分段分块间隔施工，以避免砂浆干缩开裂。环氧砂浆应随拌随用，拌和后宜在 30~40min 内使用完毕，每次拌和量可根据修补面积与施工进度而定。

8.1.2 砌体疏松区较深处与孔洞的修补（孔洞以及深度超过 5cm 的深层疏松区）

(1) 修补材料

采用环氧混凝土配合比可参照前述的配合比，要求 1 天抗压强度不小于 30MPa、7 天抗压强度不小于 60MPa。

(2) 修补施工程序

a. 首先将疏松区劣质砌体凿除，其周边宜凿成规则的多边形，开凿范围以见新鲜、凿实砌体为止，开凿区以及孔洞的四周边宜做成台阶状，台阶高差以不小于 3cm 为宜。

b. 剔除开凿表面（新旧结合面）的浮石，清洁结合面并充分干燥。

c. 在保持结合面清洁、干燥的情况下，涂刷二层环氧树脂胶液后，立模浇筑环氧混凝土。

c. 自然养护 7 天以上。

8.1.3 砌缝处理

先清理砂浆脱落的砌缝，再采用普通砂浆修补砌缝。

8.2 裂缝处理

对于宽度 < 0.15mm 的裂缝，直接进行表面封闭即可；对于宽度 ≥ 0.15mm 的裂缝，采用裂缝修补用胶灌缝处治。修补前，应在裂缝表面涂刷一层水泥浆界面剂。

(1) 裂缝处理

灌缝前应首先对裂缝进行处理，沿裂缝用钢钎或风镐凿成“V”形槽，槽宽与槽深可根据裂缝深度，有利于封缝来确定。凿槽时，先沿裂缝打开，再向两侧加宽，凿完后用钢丝刷及压缩空气将碎屑、粉尘清除干净。

(2) 埋设灌胶咀

沿裂缝方向骑缝埋设灌胶咀，当一个灌胶咀灌胶时，其他灌胶咀可当排气咀使用。

将灌胶咀固定在预定的位置上，在灌胶咀四周及外表面用厚约 5mm 的建筑物胶将灌胶咀密封、粘结好。

(3) 封缝检查

裂缝封闭后要进行压气试漏检查，确定密闭的效果。试漏要在封缝胶泥或砂浆有一定强度时进行，试漏做法是沿裂缝涂一层肥皂水，然后从灌胶咀通入压缩空气，凡漏气处，都应修补密封，直至不漏气为止。

(4) 灌胶

灌胶是修补裂缝的关键工序之一，要求确保灌胶质量。

1) 灌胶机具、器具及管子应在灌胶前进行检查，运行正常时，方可使用。灌前进行试通，即接通管路，打开所有灌胶嘴上的阀门，用压缩空气将孔道及裂缝吹干净。

2) 根据裂缝区域大小，可采用单孔灌胶或分区群孔灌胶。在一条裂缝上，可由一端到另一端灌胶。

3) 灌胶时，应待下一个排气嘴出浆时，立即关闭转芯阀，如此按顺序依个进行灌胶。水泥浆液的灌胶压力为 0.4~0.8MPa，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，以满足灌胶要求。

4) 灌胶停止的标志是吸浆率小于 0.1L/min，再继续压注几分钟后，即可停止灌胶，关掉进浆嘴上的转芯阀门。

5) 灌胶结束后，应立即拆除管道，并将其洗干净。

(5) 封闭及检查

1) 当缝内浆液达到初凝而不外流时，拆下灌胶嘴（盒）。再用掺入水泥的灌胶液将灌胶嘴处抹平、封口。清洗灌胶嘴（盒）上的浆液，清洗干净的灌胶嘴（盒）可以重复使用。

2) 水泥浆、水泥砂浆的配方应先进行试配，并检验其抗压、抗拉、抗弯强度等基本性能指标应符合设计要求。

8.3 植筋

(1) 植筋工具

植筋的工具：冲击钻（满足设计植筋孔径相对应的钻头）、吹气泵、气枪、植筋胶注射器、毛刷（或钢丝刷）。

(2) 植筋工艺

准备→钻孔→清孔→孔除尘→孔干燥→钢筋处理→配胶→注胶→插筋→养生。

1) 准备

先确认植筋部位的位于块石上，不能植筋于砌缝中，然后依据设计图纸，对植筋位置进行放样，并对植筋部位进行清理。

2) 钻孔

①按上述标记钻孔位置，利用电锤钻孔（严禁使用气锤钻孔，防止出现局部疏散、开裂）。

②孔径的选定，以下举例供参考： $\phi 12$ 植筋，孔径 15mm。

③孔的深度应根据设计要求确定，植筋胶厂商提供的配套资料作为参考。孔的深度必须大于等于钢筋直径的 10d。实际操作，根据孔径和对应深度要求钻孔，经检查满足要求即可终孔。

④为了保证结构安全，植筋需钻孔和植筋同时进行，不可等到大面积钻完孔再植筋。

3) 清理孔洞（除尘、干燥）

①钻孔成批量后，逐个清除孔内灰尘，利用压缩空气或用水清孔，用毛刷刷三遍、吹三遍，确保孔壁无尘（如梁、柱、板孔内潮湿，需用防潮湿结构胶）。

②如用水清孔，用压缩空气吹干孔内水珠。

4) 钢筋处理

检查钢筋是否顺直，用钢丝刷除去锈渍，用乙醇或丙醇清洗干净，晾干使用。无锈蚀钢筋则可不进行除锈工序。

5) 配胶和注胶

根据植筋胶生产厂家的使用说明、种类要求配置，注胶要一次完成。

首先将植筋胶直接放入胶枪中，将搅拌头旋到胶的头部，扣动胶枪直到胶流出位置，第一次打出的胶不用，待胶流出成均匀灰色方可使用。注胶时，将搅拌头插入孔的底部开始注胶，注入孔内约 2/3 即可。每次扣动胶枪后，停顿 5~6 秒，再扣动下一次胶枪。注射下一个孔时，按下胶枪后面的石头，因为胶枪为自动加压，避免胶继续流车，造成浪费。更换新的胶时，按下胶枪后面的石头，拉出拉杆，将胶枪取出。

6) 插筋

插入处理好的钢筋，此时需用手将其旋转着缓缓插入孔底，使胶与钢筋全面粘结，并防止孔内胶外溢。按照植筋固化时间表的规定时间进行操作，使得植筋胶均匀附着在钢筋的表面及缝隙中，插好固定后的钢筋不可再扰动，待植筋胶养生期结束后再进行钢筋焊接、绑扎、及其它各项工作。插筋、养护期间，桥上应避免震动的影

7) 养生

在室外温度下自然养护，温度低于 5℃，应改用耐低温改性结构胶，养生时间一般在 24 小时以上。

(3) 植筋的质量验收（利用二种试验来进行控制）

1) 现场抗拔试验（施工前的试验）

现场先选取不参与受力、非重要位置进行植筋，达到强度要求后，进行抗拔试验，检验标准以设计抗拔力不被拔出为准，结构完好即为合格，然后才可以批量操作。

2) 现场抗拔试验（施工后的验收试验）

检验标准同样采用设计抗拔力不被拔出为准，同规格的钢筋每 100 根随机抽样一组，每组 3 根，进行试拉，如达到安全拉力钢筋不被拉出，说明植筋施工质量合格。具体技术参数如下表。

表 8.1 植筋技术参数表

序号	钢筋直径 d (mm)	孔径 D (mm)	设计抗拔力 F (T)
1	φ 12	15	3.7
2	φ 16	20	6.6
3	φ 20	25	10.4
4	φ 25	31	16.3

(4) 植筋的操作要求

1) 植筋孔按设计要求布孔定位后，钢筋应植入块石中，但应避免劈

裂厚块石。植筋前应检查有无裂缝，在裂缝处不宜植筋。

2) 植筋孔位置和直径除应满足设计要求外，还必须满足下列基本要求：净边距 > 6cm，被植入钢筋的结构物深度 ≥ 植筋孔深度 + 40mm。

3) 植筋采用的钢筋，无特殊要求均采用 HRB400 级带肋钢筋，并要求采取机械切断，端面不允许采用氧割。

4) 植筋施工应控制时机，避免植入钢筋长期暴露锈蚀，否则要采取防锈、除锈措施。

5) 施工中会遇到结构尺寸较小情况（如边距、间距及厚度），为避免对结构工作面产生过大震动，钻孔时应尽量避免使用依靠凸轮传动原理工作的电锤，应使用电动、气锤原理工作的冲击钻。

6) 在胶固化期内禁止扰动钢筋。

7) 清孔时不仅要采用吹气筒或气泵等工具，同时也必须采用毛刷等设备清除附着在孔壁上的灰尘，在雨天施工时，要用较为清洁的水清洁孔壁，清洗后孔内积水不用排出，但要注意，经长时间浸泡的孔，要用电锤钻头扫一下孔壁后再洗孔。

8) 夏季施工气温较高时，结构表面温度可能达到 60~70℃，宜在日温差较低时施工，如需要获得较长操作时间，可在结构表面洒水、孔内灌水降温，吹干孔内水分后进行灌胶植筋。

9) 植筋应采用专业植筋胶，应逐孔钻孔逐孔植筋，同时施工不应超过三根。

10) 尽量避免雨天施工。

8.4 防水层

(1) 桥面防水层应覆盖整个混凝土桥面，防水层为两道防线，第一道喷涂水泥混凝土表面防水剂二遍，第二道喷涂桥面防水涂料二至四遍，防水涂膜厚度以平均不超过 2mm 为宜。

(2) 防水层应具有良好的耐久性，至少应有不低于桥面沥青铺装层使用年限的寿命(约 8~10 年)。并能适应高架桥动荷载抗压，抗拉的特

点,当混凝土桥面板开裂 $\leq 2\text{mm}$ 时,防水涂膜变形仍应满足不拉裂的需要,以保证防水要求。

(3) 在环境条件 $-15\sim+90^{\circ}\text{C}$ 范围内,仍能满足第 2 条的要求。同时,在经受沥青层摊铺温度约 160°C 后,不影响其长期耐久使用性时。防水涂层与其上沥青混凝土铺装层应有相融性,二者之间的粘结力不低于沥青混凝土铺装层与混凝土桥面之间的粘结力,层间抗剪强度 25°C , $\geq 1.5\text{MPa}$, $35^{\circ}\text{C} \geq 1\text{MPa}$ 。

(4) 喷涂水泥混凝土表面防水剂,应保证防水剂能够渗入桥面混凝土 10mm 以上,提高混凝土抗渗性 $>0.2\text{MPa}$ 。

(5) 防水涂层对混凝土桥面板亦应具有良好的粘结性,以保证沥青铺装层粘结力的需要,并在粗糙桥面板上具有良好的密贴性。防水层粘结后不得夹有空气层。

(6) 防水层抗渗要求应在 0.3MPa 以上。

(7) 防水施工应便于操作,满足大桥工期安排的要求。

8.5 其它

1) 石拱桥处植筋钢筋应将钢筋植入原拱圈块石中,植筋钻孔时不应采用冲击钻,严禁劈裂块石。

2) 应防止加固中对原桥造成新的结构损伤或病害。

3) 施工阶段,不论是卸载还是加载,也不论是横向还是纵向,都要坚持分层、分条、对称、均匀的原则,多跨拱桥应同时自拱脚向拱顶对称拆除,并尽量减少施工区段的临时荷载。拱上建筑拆除时,应观测 $1/4$ 跨、拱顶及其他控制截面的挠度和拱圈横向位移、结构开裂情况。多跨拱桥不能同时对称拆除时,还应观测相邻孔跨拱圈和墩台的变化,并详细记录。发现异常情况(即主拱圈挠度大于 1cm ,桥台沉降大于 1cm 和出现裂缝)必须立即停止施工,并及时分析原因,调整卸载程序。

4) 本设计的卸载均为人工作业,严禁使用大型施工机械桥上作业,原桥面砣的破除也应为人工、空压机、风镐施工。

5) 施工过程中,做好施工观测。桥梁完工后,设置 2-3 个永久观测点,以便日后桥梁养护、桥梁检查之用。

6) 加强施工作业的安全管理,施工前,应制定详细的安全施工组织设计,确保施工安全。

九、施工安全

1、建立安全管理机构和制度,配备专职安全员。

2、国家劳动部门规定特殊工种如电工、电焊工等人员必须持证上岗。

3、施工现场做好安全防护,施工场地与周围环境隔离,悬挂警示标志。

4、临时用电设施应符合《施工现场临时用电安全技术规范》之规定。

5、施工必须严格遵守规范及设计要求,确保结构和人员安全。

6、桥梁结构施工请严格按照设计图进行,不得随意更改。基础施工时若发现地质情况与设计不符或未能达到设计要求时,应及时通知设计单位,采取有效措施并酌情对设计进行调整。

7、其它未尽事项按《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)及相关施工技术规范执行。

十、交通组织注意事项

1、本桥桥址处没有设置临时便道的条件,因此,本桥维修加固施工期间需进行交通管制,禁止货车及重载车辆通行,小型车辆可单边通行。

2、在警告区内应设置施工标志、限制速度标志和可变标志牌或线形诱导标等;在上游过渡区起点至下游过渡区终点之间放置锥形交通路标;在缓冲区与工作区交界处应布设路标栏。控制区内其它安全设施可以视具体情况而定。

3、根据实际养护施工的现场情况，有必要车道封闭上游过渡区域内增设爆闪灯等警告标志，以加大警示效果，提醒驾驶员注意减速避让、绕行等。

4、充分发挥变信息板的作用，利用变信息板提供信息快捷方便等功能优势，尽早让驾驶员了解前方路况信息及交通异常信息。

5、可采用频闪灯光、新型 LED 光源、新型高反光率膜反光等逐步取代老式信号标志和老式安全标志。标志的设计和设置应坚持以人为本的原则，在满足规范要求的前提下，施工现场标志、设施的设置应更加清晰醒目、科学合理，便于驾驶员识别和遵守。

6、夜间施工，现场作业人员应身穿反光服，路口、危险路段应设置警示灯或反光标识。

7、不论是何种养护施工作业，在满足规范摆放的安全设施基础上可以在车道封闭上游过渡区之前 100m 处停放可移动 LED 标志车，进一步提醒驾驶员。

8、安全设施摆放好后安排专人巡视，对被车带倒的标志、路标做到及时扶正。

9、交通标志的摆放必须遵循一定角度，确保驾驶员在第一时间注意到。路标的摆放必须严格按照规范，不允许加大路标间间距，尤其是车道封闭过渡区的路标，必须做到小于 2m 间距，甚至到 1m，并保证摆放平顺。

十一、强制性条文执行情况

本施工图设计已经严格执行强制性条文。

十二、施工图预算

12.1 编制依据

1、交通运输部 [2018]第 86 号文发布的《公路工程基本建设项目概算、预算编制办法》(JTJ3830-2018 以下称《编制办法》)。

2、交通运输部 [2018]第 86 号《公路工程概算定额》(JTG/T3831-2018)和《公路工程预算定额》(JTG/T3832-2018)。

3、交通运输部 [2018]第 86 号《公路工程机械台班费用定额》(JTG/T3833-2018)。

4、《公路养护工程预算编制办法及定额》(DB 43/T 858-2014)。

5、湖南省交通运输厅湘交计基建[2019]74 号文发布的《关于发布《公路工程项目投资估算编制办法》《公路工程项目概算预算编制办法》补充规定的通知》。

6、湖南省交通运输厅《关于湖南省公路工程基本建设项目人工工日单价及规费标准调整的通知》(湘交基建[2019]74 号)

12.2 费用标准

(一) 建筑安装工程费

1、人工费：湖南省交通造价站发布 2022 湖南省公路养护工程和日常养护新编办新定额人工工资(含机械工)采用 103.86 元/工日。

2、材料预算单价：主要材料价格根据《会同县 2024 年四季度建筑主材市场价格》及最新的《怀化工程造价》取定。

3、机械台班费：湖南省交通造价站发布 2022 湖南省公路养护工程和日常养护新编办新定额人工工资(含机械工)采用 103.86 元/工日计。

4、其他工程费、间接费、利润、税金：措施费、企业管理费、规费、利润、税金和专项费用按《编制办法》和湘交计基建[2019]74 号文发布的《关

于发布《公路工程项目投资估算编制办法》《公路工程项目概算预算编制办法》补充规定的通知》计算。工地转移费考虑按 50 公里计算。该费用的取费标准见下表：

费用名称		
措施费	冬季施工增加费	部颁费率（准一）
	雨季施工增加费	部颁费率（II，6）
	夜间施工增加费	部颁费率
	特殊地区施工增加费	计
	行车干扰工程施工增加费	计
	施工辅助费	部颁费率
	工地转移费	部颁费率（按转移距离 50Km）
企业管理费	基本费用	部颁费率
	主副食运费补贴	部颁费率（按综合里程 5Km）
	职工探亲路费	部颁费率
	职工取暖补贴	不计
	财务费用	部颁费率
规费	养老保险费	16%
	失业保险费	0.7%
	医疗保险费	8.7%
	工伤保险费	2.2%
	住房公积金	10%
利润		7.42%
税金		9%
专项费用	施工场地建设费	部颁费率
	安全生产费	部颁费率

（二）第二部分土地使用及拆迁补偿费按标准计列。

（三）第三部分养护工程其他费用仅计建设项目管理费（建设单位管理费、工程监理费、设计审查费、竣（交）工验收试验检测费）、建设前期工作费、工程保险费，其余费用均不计。

（四）第四部分预备费计列基本预备费。

12.3 预算成果

预算成果

项目名称	桥长 (m)	预算总额 (万元)	每米造价 (万元)	建安费 (万元)	每米建安费 (万元)
S342 省道枫树脚桥 (双向) 维修加固工程	10.0	25.93	2.59	17.68	1.77

全桥工程数量表

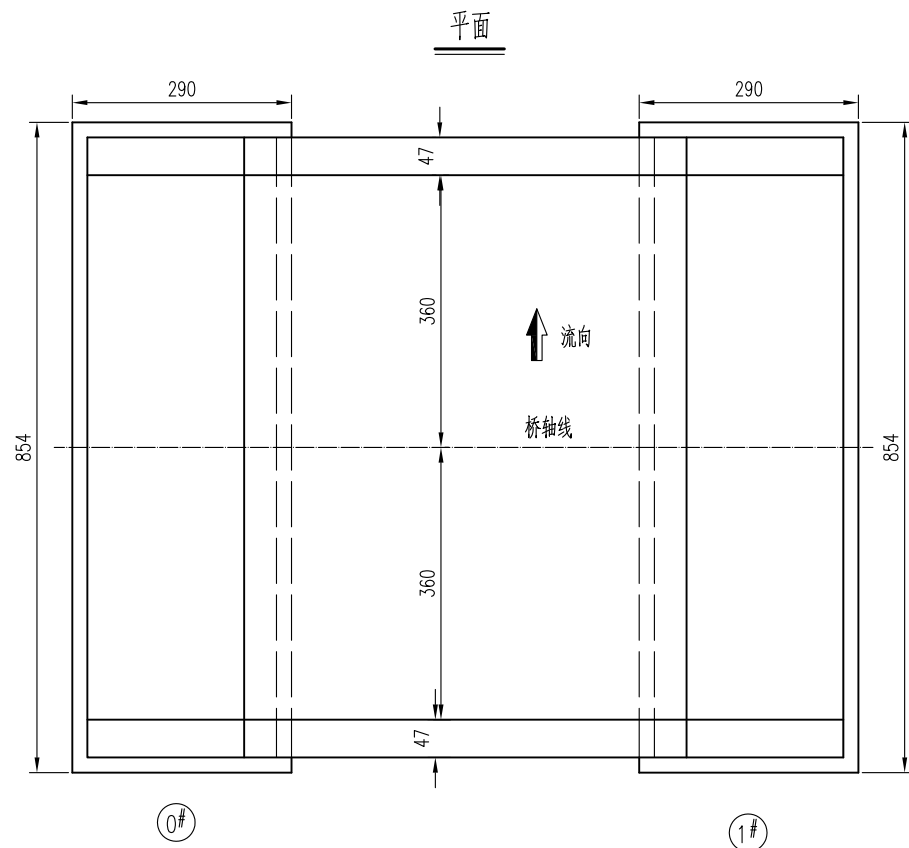
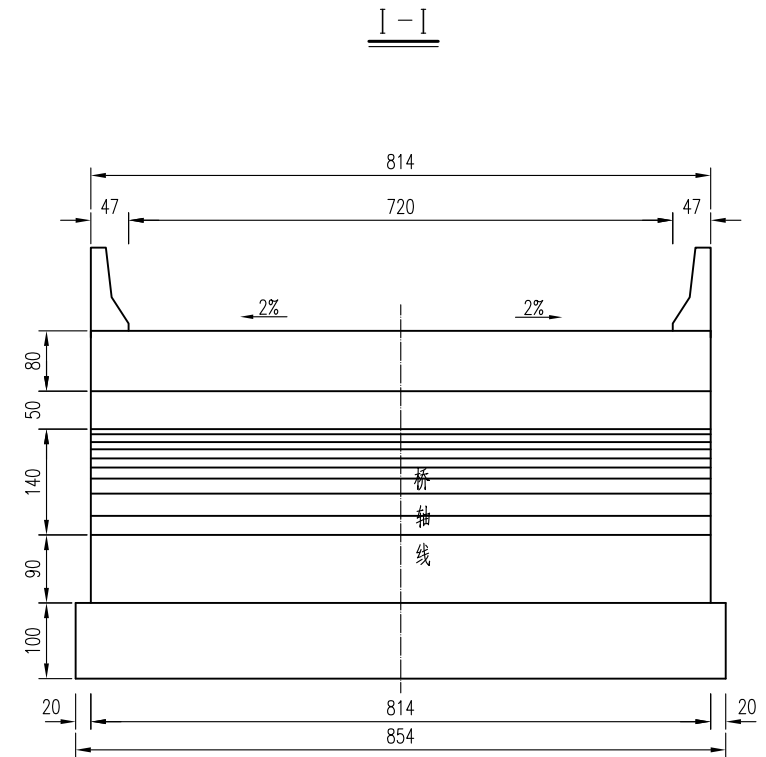
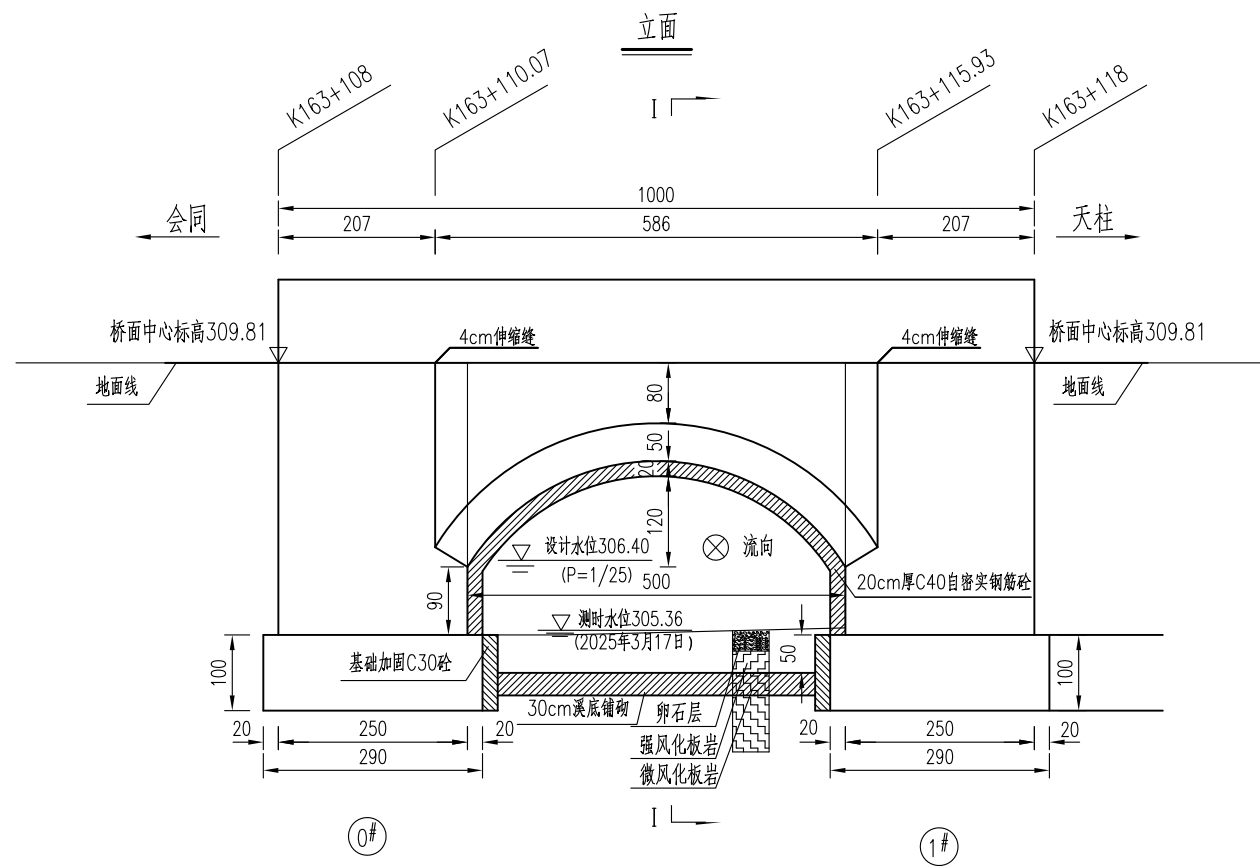
工程项目：S342省道枫树脚桥（双向）维修加固工程

S-03 第 1 页 共 1 页

基础		拱圈							其他工程											
基础处治		拱圈处治							附属工程			临时工程	泄水管		拱盔支架					
挖基石方(m ³)	C30砼(m ³)	环氧砂浆(m ²)	凿毛截面(m ²)	聚合物界面剂(m ²)	C40砼(m ³)	钢筋(t)	钻孔直径20mm(m/个)	钻孔直径16mm(m/个)	C25片石砼护岸墙(m ³)	河床清理(m ³)	30cm厚C20砼溪底铺砌(m ³)	临时电力线路(m)	PVC(m/个)	钻孔(m/个)	桥梁拱盔(m ²)	桥梁支架(m ²)				
8	6.6	66	66	66	13.2	2.334	32.8/80	75.6/378	56.6	113.0	36.0	100	3.7/6	3.7/6	5.075	6				

编制：黄箭

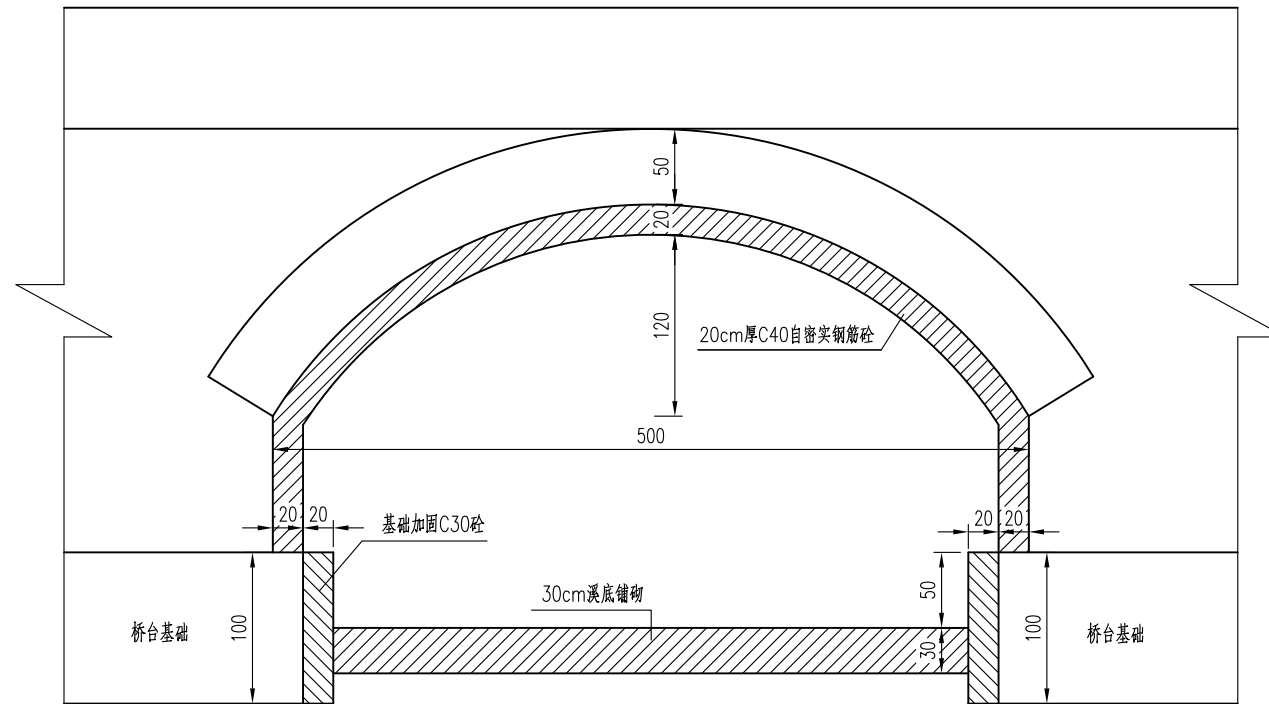
复核：蒋圣基



注:

- 1、本图尺寸除标高、里程桩号以m计外，其余均以cm计。作图比例为1:100。
- 2、原荷载等级：汽车-13级；加固后荷载等级：公路-II级。
- 3、桥面宽：0.47m(栏杆)+7.2m(行车道)+0.47m(栏杆)=全宽8.14m。
- 4、全桥为1x5m石拱桥，拱圈厚度50cm，净矢高1.4m；下部结构桥台采用重力台配扩大基础。
- 5、维修加固前主要病害：
 - 1)主拱圈有少量轻微横向裂缝。
 - 2)主拱圈多处有明显渗水现象，渗水处伴有晶体析出现象。
 - 3)主拱圈局部灰缝松散脱落。
 - 4)桥台基础浅基被冲空，露出底面；翼墙砌体松动。
 - 5)河床冲刷较重。
 - 6)桥面排水未设置。
- 6、因缺少相关设计图纸，图中地面线以上尺寸为现场测量，基础数据为推测，施工过程中应根据实际尺寸进行适当调整。
- 7、本桥位于平曲线直线段上，桥梁纵坡为水平。

立面
1:50

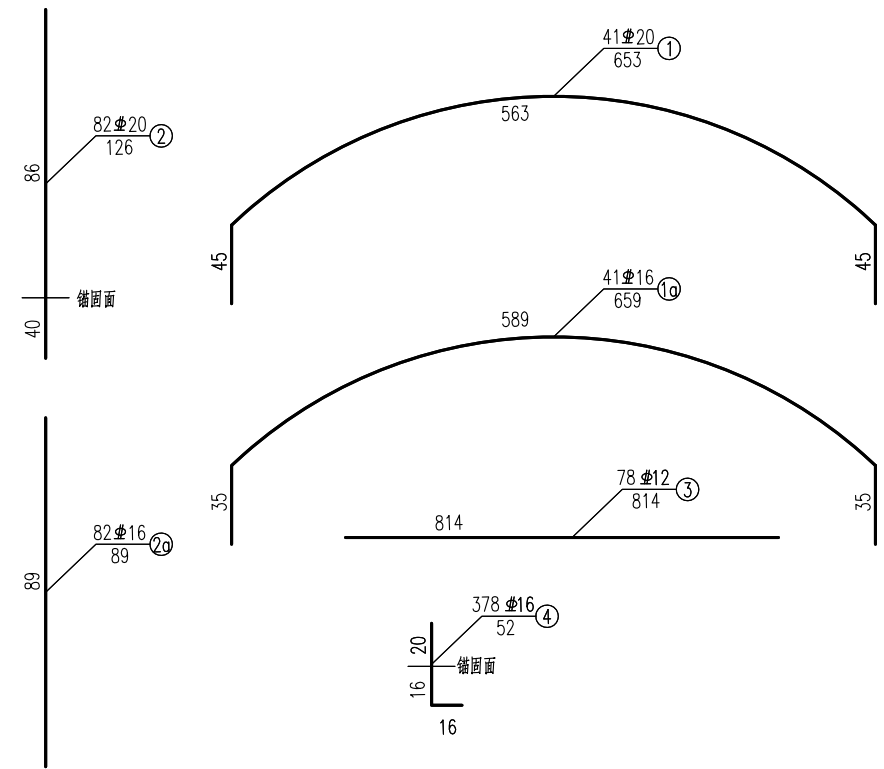
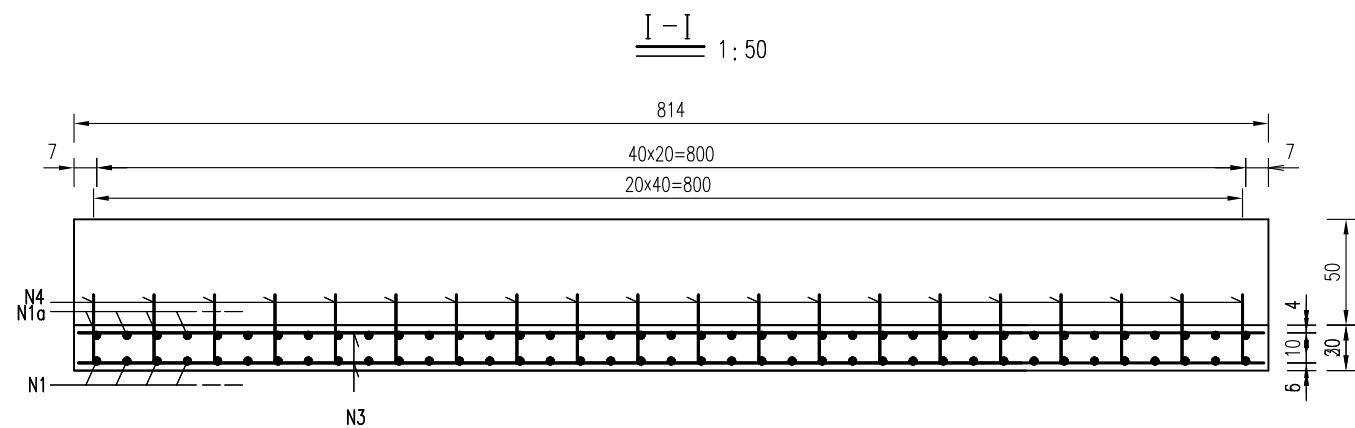
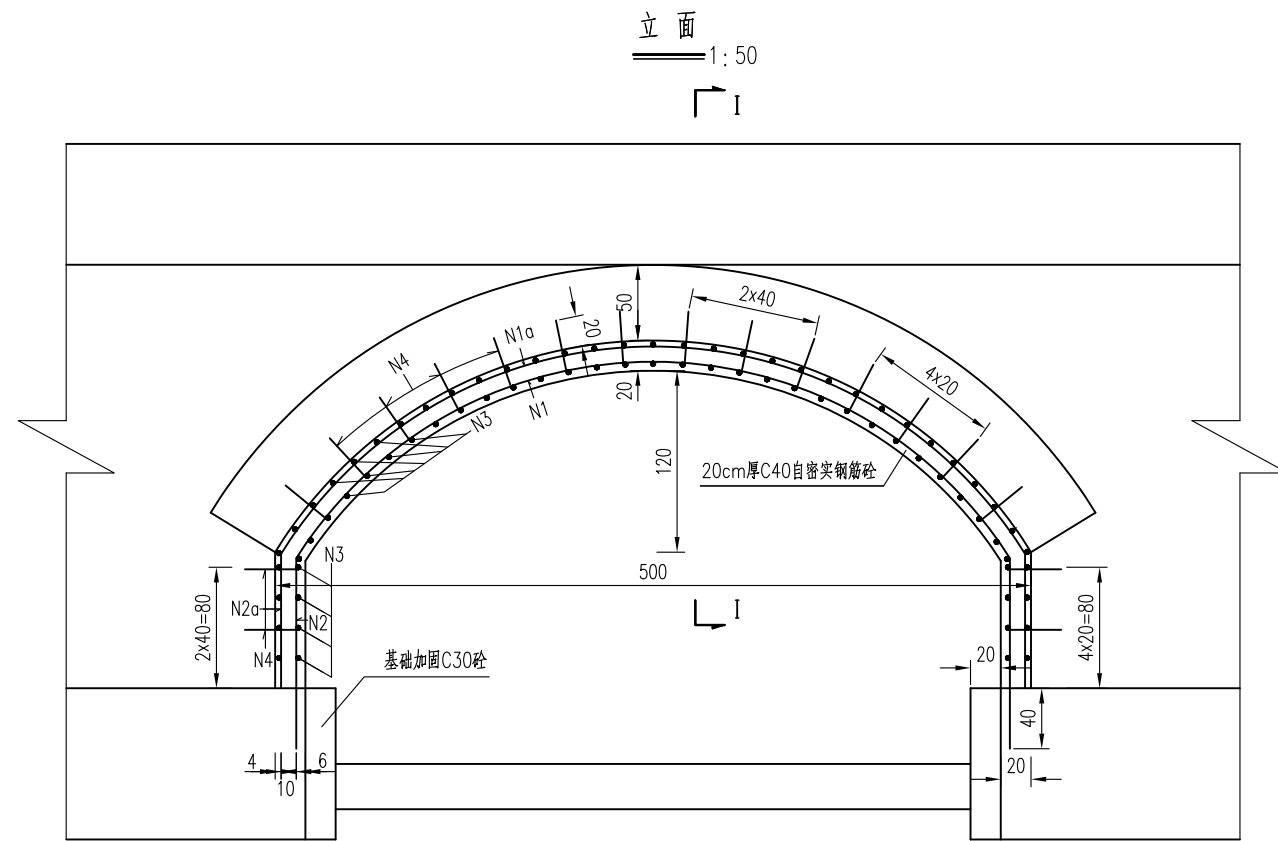


加固改造主要数量表

项目	单位	数量
现浇20cm厚C40钢筋砼套拱	m ³	13.2
环氧砂浆修补圬工	m ³	2.0
凿毛截面	m ²	66
聚合物界面剂	m ²	66
桥台基础C30砼	m ³	6.6
挖基石方	m ³	8
C20砼溪底铺砌	m ³	36.0
溪底清理碎石	m ³	113
泄水管	m/套	4.9/8

注:

- 1、本图尺寸除标高、里程桩号以m计外，其余均以cm计。
- 2、加固荷载等级，公路-II级。
- 3、桥面宽：0.47m(防撞护栏)+7.2(行车道)+0.47m(防撞护栏)=全宽8.14m。
- 4、全桥为1x5m石拱桥，拱圈厚度50cm，净矢高1.4m；下部结构桥台采用重力台配扩大基础。
- 5、主要加固措施：
 - 1)溪底铺砌30cmC20混凝土，溪底铺砌范围从整个桥梁上游10m处开始到桥梁下游10m处结束。
 - 2)在溪底铺砌上搭设支架，清除桥梁主拱圈的浮灰、青苔及松动的石块，然后填实空洞部分，注浆封闭裂缝。
 - 3)主拱圈底部及桥台前墙钻孔植筋，浇筑20cm厚C40自密实砼。浇筑前需将拱圈底部和桥台前墙表面凿成凹凸差不小于6mm的粗糙面，湿润喷抹聚合物界面剂，增加新老结构的整体性。
 - 4)设置桥梁泄水管。
 - 5)桥台基础冲空部分用C30砼填实，在桥台基础外侧设置20cm厚C30砼加固层。
 - 6)桥台两侧护岸墙维修。护岸墙尺寸具体见挡墙通用设计图。
- 6、因缺少相关设计图纸，图中地面线以上尺寸为现场测量，基础数据为推测，施工过程中应根据实际尺寸进行适当调整。



石拱桥主拱圈加固数量表

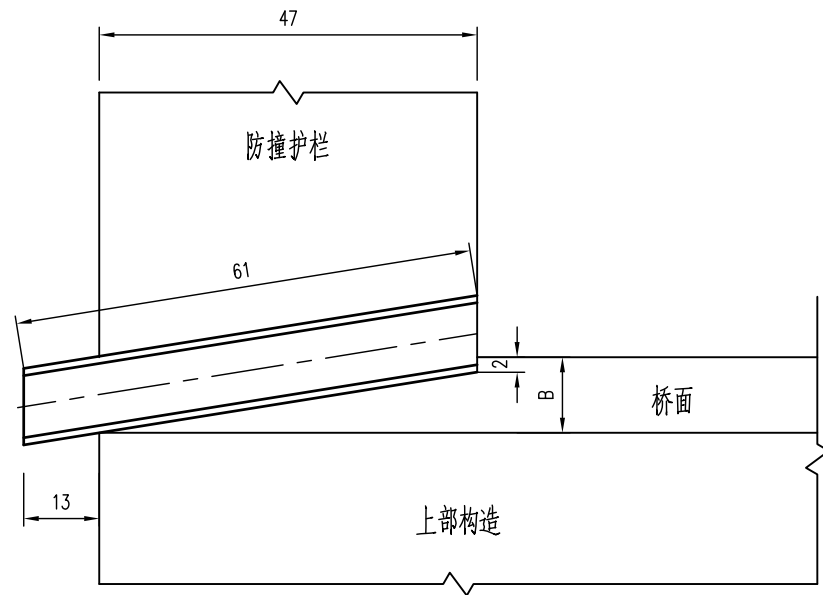
编号	直径 (mm)	长度 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	共重 (kg)	总重 (kg)	C40 自密实砼 (m ³)
1	Φ20	653	41	267.73	2.470	661.3	Φ20 916.5	13.2
1a	Φ16	659	41	270.19	1.580	426.9		
2	Φ20	126	82	103.32	2.470	255.2	Φ16 852.8	
2a	Φ16	89	82	72.98	1.580	115.3		
3	Φ12	814	78	634.92	0.888	563.8	Φ12 563.8	
4	Φ16	52	378	196.56	1.580	310.6		
全桥合计: Φ20:916.5Kg Φ16:852.8Kg Φ12:563.8Kg C40砼:13.2m ³								
20mm植筋:32.8m/80根 16mm植筋:75.6m/378根 凿毛:66m ²								

注:

- 1.本图尺寸除钢筋直径以毫米计外,其他均以厘米计。
- 2.在植入钢筋之前,先对主拱圈的裂缝、空洞进行修补处理,采用微膨胀水泥浆进行封闭,然后将拱圈表面凿成凹凸差不小于6mm的粗糙面,湿润喷抹聚合物界面剂,增加新老结构的整体性。
- 3.N4钢筋锚入长度为20cm,钻孔直径20mm,钻孔纵向间距40cm,横向间距40cm,梅花型布置,间距可适当调整。
- 4.N2钢筋锚入长度为40cm,钻孔直径25mm,间距为20cm。
- 5.植筋钢筋应将钢筋植入原拱圈块石中,植筋钻孔时不应采用冲击钻,严禁劈裂块石。
- 6.裂缝处理、破损修补等数量见工程数量总表。
- 7.本图适用于1-5m石拱桥加固。
- 8.该部分浇筑自密实砼可采取拱圈顶部侧面浇筑,或者从拱顶垂直开孔浇筑。
- 9.植筋时应钻一个孔,植一根筋,严禁全部钻完后再植筋。

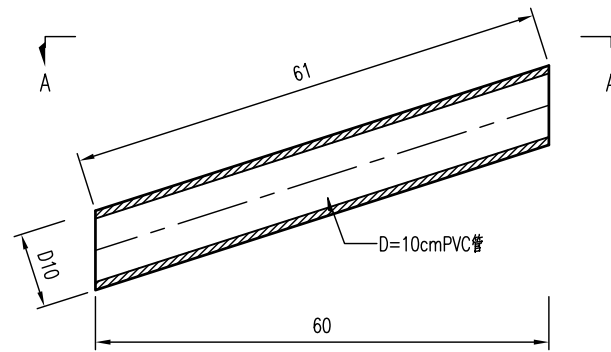
横桥向泄水管安装示意图

1:10



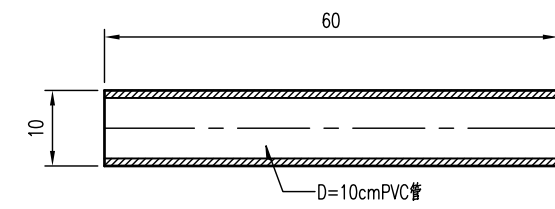
泄水管构造图

1:10

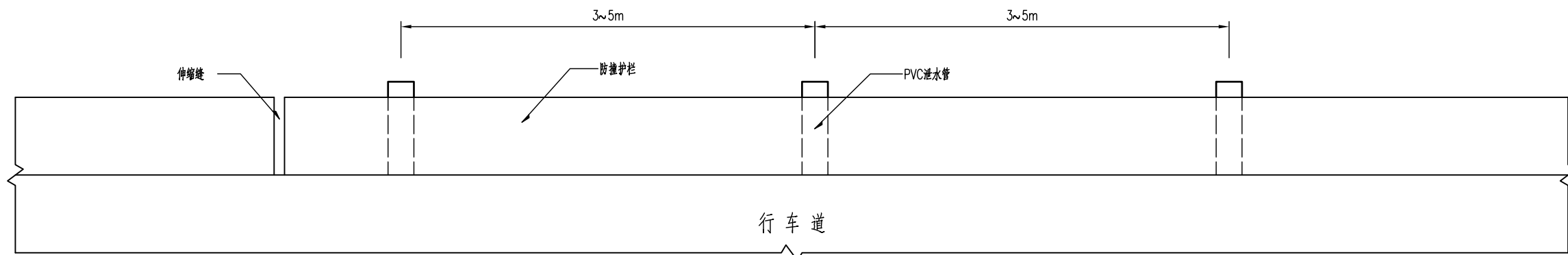


A--A

1:10



纵桥向单侧泄水管平面布置图



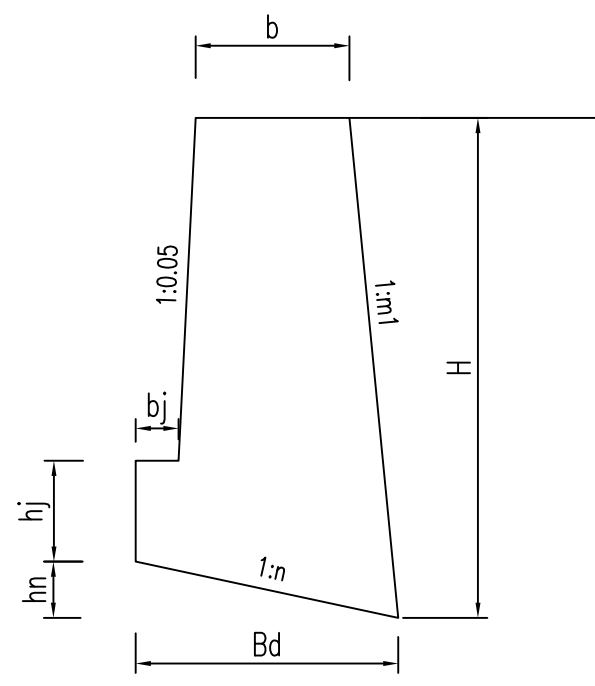
工程数量表

桥长	泄水管套数	每套长度	全桥合计
10	6	0.61m	3.7m

注:

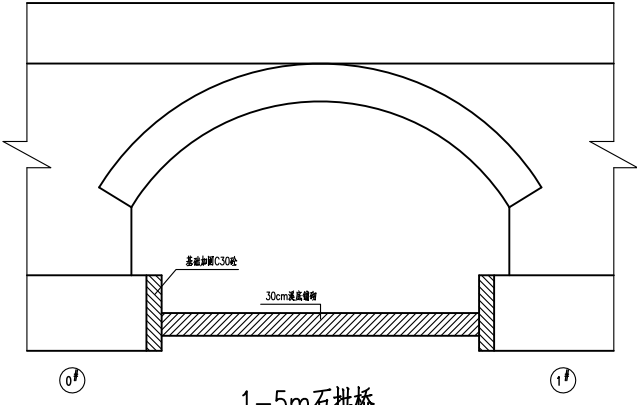
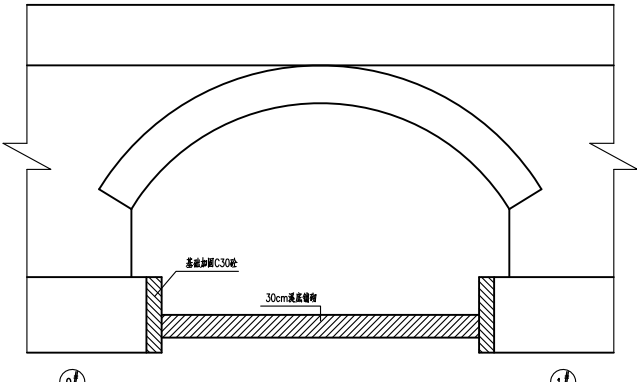
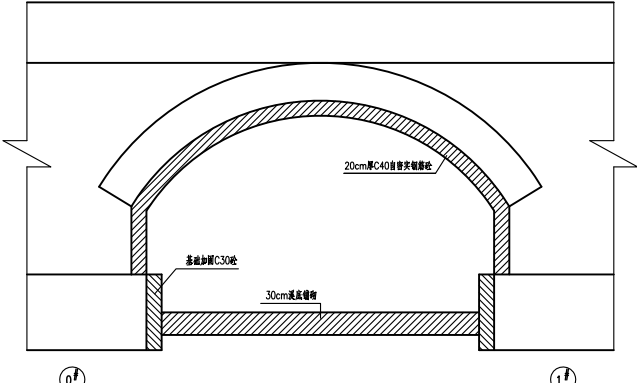
1. 本图尺寸除注明外,均以cm为单位。
2. 泄水管纵桥布置间距为3~5m。
3. 纵桥向下坡方向,伸缩缝边必须设置泄水管,以免桥面水流入伸缩缝。
4. 老桥桥面未设置泄水管,不利于桥面排水。因此,本次设计考虑对原有防撞护栏进行钻孔,然后埋设泄水管。
5. 全桥共设6套泄水管,桥梁两侧对称布置。

俯斜式路肩墙截面尺寸及参数表



相关参数	非抗震及抗震设防烈度为6(0.05g)、7(0.1g)度						
	填料内摩擦角 $\varphi=35^\circ$ 基底摩擦系数 $\mu=0.40$						
		路肩墙 均布荷载 $q_k=30\text{kpa}$					
选用号	ZJB2	ZJB3	ZJB4	ZJB5	ZJB6	ZJB7	ZJB8
墙高H	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
断面尺寸	hj	400	450	500	550	600	700
	hn	210	280	380	470	560	720
	b	770	800	670	830	960	1080
	bj	250	280	310	340	370	400
	Bd	1410	1850	2560	3150	3700	4250
	m1	0.15	0.21	0.35	0.35	0.35	0.35
	n	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
V	1.94	3.52	5.66	8.75	12.35	16.51	21.28

- 注：1、本图尺寸均以mm计,作图比例为示意.本图参照《国家建筑标准设计图集04J008》(中国建筑标准设计研究院出版)进行设计。地基承载力不小于350KPa。
- 2、墙身采用C25片石砼,片石含量不得大于总体积30%，墙后填料内摩擦角不得小于35°，在墙身砼强度达到70%以上,方可分层填筑夯实,以确保墙体稳定。
- 3、挡土墙应分段砌筑,每段长10~15m,两段间设伸缩缝或沉降缝,用胶泥或沥青麻絮在墙顶、内外三面嵌塞。
- 4、挡土墙设置在土质地基时,基础底面一般应在地面线以下不小于1.5m;若地面受冲刷时,应在冲刷线以下不小于1.0m。基础设置于岩石地基上时,应清除岩石的风化层,且挡土墙趾嵌入微风化层深度不小于0.5m。趾前襟边宽度:普通土、硬土不小于1.0m,风化石不小于0.5m,次坚石、坚石不小于0.25m。
- 5、挡土墙设在地质不良地段时,如地基土中发现有滑裂面时,基底应埋置于滑裂面以下,并应验算滑动土体对挡土墙的影响。
- 6、墙趾位置沿路线方向有坡度时,挡墙基底宜做成不陡于5%的纵坡;若地面纵度大于5%或横坡较大时,应将基底做成台阶,每一台阶的水平长度和宽度不小于1.0m。
- 7、在施工实地选用时,如需要高度为非整数,应选用高一级的断面尺寸。
- 8、挡土墙位于地面横向坡陡1:5时,应先铲除原地面植被根茎,开挖成台阶后再进行墙后填土,以免填土沿地面滑动。
- 9、挡墙在适当位置设置D10cm的泄水孔,孔眼间距为3m,上下间隔2m(或溪河内常水位)0.3m,进口处应填筑适量碎石或卵石,以利排水。
- 10、挡土墙可采用锥坡与路堤连接,墙端应伸入路堤内不小于0.75m。
- 11、本桥桥台护岸墙长度暂按10m,平均墙高暂按4m。

 <p style="text-align: center;">1-5m石拱桥</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1、施工期间全桥实行交通管制，限载10t，如条件允许，经地方政府批示，在拱圈加固阶段集中施工，进行路段封闭，货运车辆绕行。 2、桥台基础冲空部分用C30砼填实，在桥台基础外侧设置20cm厚C30砼加固层。 3、挖除砂砾，铺砌C20片石砼溪底铺砌。 4、在溪底铺砌上搭设施工支架，为后续拱桥的病害处治、增大截面等施工提供安全准备。
 <p style="text-align: center;">1-5m石拱桥</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5、清除桥梁主拱圈的浮灰、青苔及松动的石块，然后填实空洞部分，注浆封闭裂缝。 6、在植入钢筋之前，先对主拱圈的裂缝、空洞进行修补处理，采用微膨胀水泥浆进行封闭，然后将拱圈表面凿成凹凸差不小于6mm的粗糙面，湿润喷抹界面剂，增加新老结构的整体性。
 <p style="text-align: center;">1-5m石拱桥</p>	<ol style="list-style-type: none"> 6、对主拱圈底面、桥台前墙增大截面，浇筑自密实砼。 7、按照相关规定进行自密实砼养生，待自密实砼达到设计强度后方可取消交通管制。