

山东省市政行业协会团体标准

P

T/SDSZ 20—2024

城市混凝土梁桥加固技术标准

Technical standard for reinforcement of urban
concrete beam bridges

2024-07-29 发布

2024-08-30 实施



T/SDSZ 20-2024

统一书号:155066·5-8344

定 价: 25.00 元

山东省市政行业协会 发布

山东省市政行业协会团体标准

城市混凝土梁桥加固技术标准

Technical standard for reinforcement of urban
concrete beam bridges

T/SDSZ 20—2024

主编单位：济南市道路和桥隧服务中心
济南城建集团有限公司
批准部门：山东省市政行业协会
施行日期：2024年08月30日

中国标准出版社

2024 北京

山东省市政行业协会团体标准
城市混凝土梁桥加固技术标准
T/SDSZ 20—2024

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 850×1168 1/32 印张 1.5 字数 25 千字
2024年7月第一版 2024年7月第一次印刷

*

书号: 155066·5-8344 定价 25.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

前 言

根据山东省市政行业协会《关于印发第二批团体标准制定计划的通知》(鲁市协字〔2022〕18号)要求,标准工作组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考国内有关标准,在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准共分7章,主要内容包括:总则;术语;基本规定;材料;设计;施工;验收。

本标准由山东省市政行业协会负责管理,由济南城建集团有限公司负责具体技术内容的解释。若执行过程中对本标准有任何意见或建议,请寄送济南城建集团有限公司《城市混凝土梁桥加固技术标准》编制管理组(地址:济南市天桥区汽车厂东路29号,邮编:250031,电话:0531-85829950,邮箱:jncjtt@163.com),以供修订时参考。

本标准主编单位:济南市道路和桥隧服务中心
济南城建集团有限公司

本标准参编单位:济南城市建设集团有限公司
山东泉建工程检测有限公司
山东枫林建筑工程有限公司
山东汇通建设集团有限公司
山东汇友市政园林集团有限公司
山东易方达建设管理有限公司
济南黄河路桥建设集团有限公司
济南黄河路桥建设集团市政工程有限公司
济南市市政工程建设集团有限公司
山东汇达新型建筑材料有限公司

本标准主要起草人员：李君强 冯继军 许 庚 梁丽娟
郭亚妮 翟 彬 张广鲁 祝 楠
张庆安 张友顺 王立明 王子理
刘 鹏 王永亮 王新民 李 峰
李 顺 许光磊 张 科 刘 永
刘世鹏 张新生 路 晨 于曰江
吴雯雯 倪守增 赵大伟 朱传勇
杨 磊 刘林林 于秀飞 林星艳
陈兆慧 王舒野 孙文波 黄佳奇
刘 旺 奚真真 杜 伟 张海腾
孙 杰 何秋兰 李 振 许新春
张成海 李 芳 孙福岭 冯 雪
吕秀峰 于 鹏 潘 峰 高 展
张姗姗 张强强 邢玉姣 李壮壮

本标准主要审查人员：孙海波 王广洋 王建光 刘 治
李海滨

目 次

1	总则	(1)
2	术语	(2)
3	基本规定	(3)
4	材料	(4)
4.1	水泥混凝土	(4)
4.2	钢材	(4)
4.3	锚固件	(5)
4.4	纤维复合材料	(5)
4.5	修复材料	(7)
5	设计	(9)
5.1	一般规定	(9)
5.2	裂缝处理	(9)
5.3	梁端注浆加固	(9)
5.4	粘贴钢板加固	(9)
5.5	粘贴纤维复合材料加固	(10)
5.6	支座更换	(10)
5.7	挡块修复	(10)
5.8	桥梁下部结构及基础加固	(10)
6	施工	(12)
6.1	一般规定	(12)
6.2	裂缝处理	(12)
6.3	梁端注浆加固	(13)
6.4	粘贴钢板加固	(15)
6.5	粘贴纤维复合材料加固	(16)
6.6	支座更换	(18)

6.7 挡块修复	(19)
6.8 桥梁下部结构及基础加固	(20)
6.9 混凝土表层涂装	(22)
7 验收	(24)
本标准用词说明	(26)
引用标准名录	(27)
附:条文说明	(29)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
4	Material	(4)
4.1	Cement concrete	(4)
4.2	Rolled steel	(4)
4.3	Anchorage	(5)
4.4	Fibrous composite	(5)
4.5	Repair material	(7)
5	Design	(9)
5.1	General requirements	(9)
5.2	Cracks treatment	(9)
5.3	Hollow slab beam end grouting reinforcement	(9)
5.4	Bonding steel plate reinforcement	(9)
5.5	Reinforced by pasted fiber composite material	(10)
5.6	Bearing replacement	(10)
5.7	Replacement of block	(10)
5.8	Strengthening for bridge substructure and foundation	(10)
6	Construction	(12)
6.1	General requirements	(12)
6.2	Cracks treatment	(12)
6.3	Hollow slab beam end grouting reinforcement	(13)
6.4	Bonding steel plate reinforcement	(15)
6.5	Reinforced by pasted fiber composite material	(16)

6.6 Bearing replacement (18)

6.7 Replacement of block (19)

6.8 Strengthening for bridge substructure and foundation ...
..... (20)

6.9 Concrete surface coating (22)

7 Acceptance (24)

Explanation of wording in this standard (26)

List of normative standards (27)

Addition;Explanation of provisions (29)

1 总 则

1.0.1 为指导混凝土梁桥的加固设计、施工及验收,做到安全适用、技术可靠、经济合理,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于城市混凝土梁桥加固设计、施工及验收。

1.0.3 城市混凝土梁桥加固的设计、施工及验收,除应符合本标准的规定外,尚应符合国家和地方现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 纤维复合材料 fibre reinforced ploymer(FRP)

连续纤维按一定规则排列,采用胶黏剂黏结固化后形成的具有纤维增强效应的复合材料。

2.0.2 结构胶黏剂 adhesives

通过黏合作用,能使被粘物结合在一起的物质。

2.0.3 梁端注浆加固法 beam end grouting reinforcement

通过梁板开槽、挡板配合发泡剂封堵、开孔注浆,以提高其承载力和刚度的方法。

2.0.4 粘贴钢板加固法 method of strengthening with bonded steel plate

在混凝土构件表面用胶黏剂粘贴钢板并用锚固螺栓紧固,使钢板与混凝土构件牢固地形成一体,以提高构件的承载力和刚度的结构加固方法。

2.0.5 粘贴纤维复合材料加固法 method of strengthening with FRP

将纤维复合材料粘贴在结构构件表面,以提高构件承载力的结构加固方法。

3 基本规定

3.0.1 桥梁加固前,应由具备相应资质的单位对其进行技术状况和承载能力评定,确定桥梁的完好状态和结构状况等级。

3.0.2 加固过程中不得损坏原有结构,避免不必要的拆除和更换。

3.0.3 桥梁加固创新性技术方法和措施,应进行论证并符合本标准有关性能的要求方可使用。

4 材 料

4.1 水泥混凝土

4.1.1 桥梁结构加固用混凝土的强度等级应比原结构构件提高一级,且不得低于 C30;当采用预应力混凝土进行加固时,其强度等级不得低于 C40。

4.1.2 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定,水泥应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,强度等级不应低于 42.5 级,不同等级、厂牌、品种、出厂日期的水泥不得混用。

4.1.3 集料的品种和质量应符合下列规定:

1 粗集料应选用质密、坚硬、强度高、耐久性好的碎石或卵石。对于主要承重构件,加固用集料的最大粒径:拌和混凝土不应大于 20 mm,小石子混凝土不应大于 10 mm,不得使用含有活性二氧化硅石料制成的粗集料;

2 细集料应选用中、粗砂,其细度模数宜控制在 2.6~3.7 之间。

4.1.4 混凝土拌和用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

4.1.5 混凝土所掺的粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的规定。

4.1.6 混凝土中掺用外加剂时,其质量及相关技术规定应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定。

4.2 钢 材

4.2.1 加固用钢材,其品种、质量和性能应符合下列规定。

1 普通钢筋质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分:热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1 和《钢筋混凝土用钢 第 2 部

分:热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定,钢筋的基本性能指标应符合现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTJ 3362 的规定。

2 钢板、型钢、扁钢和钢管质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定,钢材的基本性能指标应按国家现行相关标准的规定执行。

3 预应力钢材应符合现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTJ 3362 的相关规定。体外预应力索应采用防腐性能可靠的产品,宜采用成品索;当采用环氧涂层预应力钢材时,涂层的质量及主要性能指标应符合国家现行标准《单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线》GB/T 25823 和《环氧涂层预应力钢绞线》JG/T 387 的规定。

4.2.2 加固用焊条型号应与被焊接钢材的强度相适应。

4.2.3 高强度螺栓应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231 和《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定。

4.3 锚 固 件

4.3.1 锚栓应根据环境条件差异和耐久性要求选用碳素钢、不锈钢或合金钢。

4.3.2 锚栓的性能应符合现行行业标准《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 的相关规定。

4.3.3 碳素钢、合金钢或不锈钢锚栓,其钢材的性能指标应符合现行行业标准《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239 的规定。

4.3.4 预应力纤维带张拉锚固装置所用材料、构造形式和尺寸应满足设计要求,安装时不应损伤既有受力钢筋。

4.4 纤维复合材料

4.4.1 碳纤维、玻璃纤维或芳纶纤维等复合材料的品种和性能应

符合下列规定：

1 加固主要承重构件采用的碳纤维，应选用聚丙烯腈基（PAN基）不大于12 k（1 k=1 000根）的小丝束纤维，不得使用大丝束纤维；

2 用于加固的玻璃纤维应采用高强度型玻璃纤维、含碱量小于0.8%的无碱玻璃纤维或耐碱玻璃纤维。不得使用中碱玻璃纤维或高碱玻璃纤维；

3 碳纤维与玻璃纤维复合材料的主要力学性能，应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367的规定；

4 芳纶纤维复合材料的力学指标可按现行行业标准《桥梁用芳纶纤维布（板）》JT/T 531执行。

4.4.2 纤维复合材料与其配套使用的改性环氧树脂胶黏剂应按现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367的规定测定抗拉强度标准值、纤维复合材料与混凝土正拉黏结强度、层间剪切强度等力学性能指标，其测定结果应符合现行行业标准《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239的规定。

4.4.3 用于粘贴加固的单向纤维布应符合下列规定：

1 纤维布的抗拉强度应按纤维布的净截面面积计算；

2 单层纤维布的单位面积纤维质量，不应低于200 g/m²，且不宜高于300 g/m²；

3 单层玻璃纤维布的单位面积纤维质量，不应低于300 g/m²，且不宜高于600 g/m²；

4 单层芳纶纤维布的单位面积纤维质量，不应低于280 g/m²，且不宜高于830 g/m²；

5 受力加固时纤维布的条带宽度不应大于200 mm。

4.4.4 当纤维板用于受力加固时，宽度不应大于100 mm。

4.4.5 桥梁加固用预应力纤维带应选用Ⅰ级碳纤维布或板，两端带锚具的预应力纤维带的抗拉强度标准值不应低于相应Ⅰ级碳纤维布或板抗拉强度标准值的0.8倍，用于混凝土梁的200万次疲劳试验后，纤维带不应发生滑移。

4.5 修复材料

4.5.1 承重结构加固用胶黏剂、粘贴钢板、纤维复合材料及种植钢筋和锚栓用胶,其性能均应符合现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 的规定,不应使用不饱和聚酯树脂醇和酸树脂作为胶黏剂。

4.5.2 承重结构用胶黏剂,应进行黏结抗剪强度检验。检验时,其黏结抗剪强度标准值,应根据置信水平为 0.90、保证率为 95% 的要求确定。

4.5.3 混凝土用结构界面剂宜采用改性环氧类界面剂,结构界面剂剪切黏结性能指标应符合表 4.5.3 的规定。

表 4.5.3 界面剂剪切黏结性能指标

性能指标	界面剂等级		28 d 合格指标
剪切粘结强度 (MPa)	A 级	≥ 3.5	抵抗混凝土 内聚破坏
	B 级	≥ 2.5	

4.5.4 裂缝修补用胶的基本性能指标,应符合表 4.5.4 的规定,当修补目的仅为封闭裂缝,且不涉及补强、防渗的要求时,可不做灌注性检验。

表 4.5.4 裂缝修补用胶的基本性能指标

性能项目	胶体性能				钢-钢拉伸 抗剪强度 标准值 (MPa)	不挥发物 含量(固 体含量) (%)	可灌注性
	抗拉 强度 (MPa)	抗拉弹 性模量 (MPa)	抗压 强度 (MPa)	抗弯 强度 (MPa)			
性能要求	≥ 20	$\geq 1\ 500$	≥ 50	≥ 30 ,且 不得呈 脆性破 坏	≥ 10	≥ 99	在产品说明书 规定的压力 下,能注入宽 度为 0.1 mm

4.5.5 混凝土桥梁裂缝修补用聚合物水泥砂浆的基本性能指标,应符合表 4.5.5 的规定。

表 4.5.5 裂缝修补用聚合物水泥注浆料的基本性能指标

性能项目	浆体性能			注浆料与混凝土的 拉伸黏结强度 (MPa)
	劈裂抗拉强度 (MPa)	抗压强度 (MPa)	抗折强度 (MPa)	
性能要求	≥ 5	≥ 40	≥ 10	≥ 2.5 , 且破坏 部位不在注浆处

5 设 计

5.1 一般规定

5.1.1 加固后桥梁的承载能力,应根据桥梁加固目标的设计荷载进行相应计算。

5.1.2 加固设计应按荷载效应组合对各阶段的构件强度、挠度及稳定性等方面进行验算。

5.2 裂缝处理

5.2.1 桥梁混凝土裂缝分为结构性裂缝和非结构裂缝,结构性裂缝应经过计算分析确定结构加固方案。

5.2.2 裂缝修补方法应按照现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22 执行。

5.3 梁端注浆加固

5.3.1 梁端注浆加固设计应进行梁端抗剪及下部结构承载力计算。

5.3.2 梁端注浆加固注浆长度宜采用 2 倍截面高度,并采取截面过渡段等措施。

5.4 粘贴钢板加固

5.4.1 粘贴钢板对混凝土受弯构件加固,其正截面承载力计算和斜截面承载力计算应符合现行行业标准《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239 的规定。

5.4.2 钢板宜采用条带粘贴,钢板的宽厚比不应小于 30。受拉面沿轴向粘贴钢板的延伸长度应符合现行行业标准《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239 的规定。当粘贴的钢板延伸至支座边

缘仍不满足其延伸长度的要求时,应采取锚固措施。

5.5 粘贴纤维复合材料加固

5.5.1 纤维复合材料对混凝土受弯构件进行加固,其正截面承载力计算和斜截面承载力计算应符合现行行业标准《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239 的规定。

5.5.2 当受弯构件采用纤维复合材料加固时,其构造应符合现行行业标准《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239 的规定。

5.6 支座更换

5.6.1 更换安装各种支座时,应计算校核支座承载力和位移量。

5.6.2 支座更换时,顶升位置、顶升顺序和支座允许顶升量应通过计算确定。

5.6.3 更换后的新支座应满足使用要求,其承载能力不应低于原支座的承载能力。

5.7 挡块修复

5.7.1 挡块修复时,植筋要求应符合现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22 的规定。

5.7.2 挡块修复后应有足够的强度,防止落梁。

5.7.3 挡块修复后不应影响主梁的正常使用功能,并设置缓冲材料。

5.7.4 挡块修复后不应影响支座维护管理或其他装置功能。

5.8 桥梁下部结构及基础加固

5.8.1 桥梁下部结构及基础加固设计应按现行行业标准《城市桥梁设计规范》CJJ 11、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362、《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 和《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239 的规定进行计算。

5.8.2 当盖梁采用增大截面法加固时,应对盖梁表面处理,并应配

置锚筋,与原结构可靠拉结,可施加预应力。

5.8.3 桥梁墩柱加固应进行强度和变形验算。

5.8.4 桥梁基础加固设计应符合下列规定:

- 1 桥台加固应进行稳定性、变形验算;
- 2 扩大基础应进行抗弯、抗冲切等计算,计算应按两阶段受力,并应对地基进行承载力、稳定性、沉降等计算;
- 3 桩基础应进行承载力、沉降等计算,增补桩基加固计算应按两阶段受力并计入新旧桩基支撑条件、桩径等方面的差异。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 桥梁结构加固施工前应编制施工组织设计及相关的专项施工方案,并应进行施工技术交底。

6.1.2 对新材料、新工艺应进行工艺试验。

6.1.3 施工时应采取措施,降低对交通和相关作业面的影响。

6.2 裂缝处理

6.2.1 裂缝处理宜采用表面封闭法、注射法、压力注浆法、填充密封法施工,其适用范围应符合下列规定:

- 1 表面封闭法适用于裂缝宽度小于 0.15 mm 的裂缝;
- 2 注射法适用于宽度在 0.1 mm~0.15 mm 之间的裂缝;
- 3 压力注浆法适用于宽度大于或等于 0.15 mm 的裂缝;
- 4 填充密封法适用于大于 0.5 mm 的活动裂缝和静止裂缝。

6.2.2 裂缝处理施工应符合下列规定:

1 注浆前应对裂缝进行预处理,处理方法主要包括表面处理、凿槽和钻孔;

2 应粘贴或埋设注浆嘴(盒、管)和出浆嘴;

3 根据不同裂缝情况及灌浆要求确定,可采用环氧树脂胶泥封缝、粘贴玻璃丝布封缝、水泥砂浆封缝;

4 封缝凝固后应检查是否漏气;

5 浆液配制应严格按照不同浆材的配方及配制方法进行,浆液一次配制数量,应根据浆液凝固时间及进浆速度来确定;

6 灌浆结束后,应检查补强质量和效果,发现缺陷应及时修补,确保加固施工质量;

7 检查灌浆后应检查灌浆饱满度,可采用超声波探伤仪检查,或采用取芯法对注浆效果进行检查。

6.2.3 裂缝处理施工质量检验应符合下列规定：

- 1 封缝表面颜色应与原结构混凝土颜色基本一致；
- 2 表面封缝材料固化后应均匀、平整，不得出现裂缝、脱落、鼓包、露孔等现象；
- 3 灌浆裂缝表面不应遗留注胶器、注胶嘴、胶泥等施工残留物；
- 4 裂缝表面封闭实测项目应符合表 6.2.3-1 的规定，裂缝注浆封闭实测项目应符合表 6.2.3-2 的规定。

表 6.2.3-1 裂缝表面封闭实测项目

项次	检验项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	主控项目	黏结强度	在合格标准内	按现行行业标准《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG 5220 相关规定执行
2	一般项目	表面封闭涂敷厚度	平均厚度 \geq 设计厚度，80% 点的厚度 $>$ 设计厚度，最小厚度 $\geq 80\%$ 设计厚度	测厚仪：每 100 m ² 测 10 点，且不少于 10 点，7 d 后检查

表 6.2.3-2 裂缝注浆封闭实测项目

项次	检验项目		规定值或允许值	检查方法和频率
1	主控项目	胶液饱满情况	缝宽 ≥ 0.05 mm 处有胶液为合格	钻芯取样：每 100 条裂缝查 1 条裂缝，且每单位工程不少于 3 条
2	一般项目	压浆嘴布置	符合设计要求且间距 ≤ 30 cm	现场抽检尺量：20%

6.3 梁端注浆加固

6.3.1 梁端注浆加固施工应符合下列规定：

- 1 根据设计要求进行注浆孔、排气孔、溢料口、注浆两端堵板

或气囊孔的埋设孔的开设,开设孔位置、数量和大小应满足注浆量、注浆压力、注浆时间、注浆饱满度要求;

2 桥面注浆孔、溢料口的开设位置应根据工艺试验或设计的数量和位置设置,注浆孔宜设置在梁端注浆段的低端距梁端头 500 mm 处,开孔直径应根据注浆导管外径确定;注浆孔和溢料口中间点处宜设置排气孔,其尺寸规格与溢料口相同;

3 注浆段端头挡板间或者气囊需打入发泡胶封堵时,发泡材料的固化时间、压缩强度、压缩弹性模量、尺寸稳定性等性能要满足要求;

4 开开放置挡板和气囊的孔洞前应采用钢筋定位仪定位,开孔位置应避开主钢筋、钢绞线,降低对混凝土结构的扰动;

5 为了保证灌浆料与原梁混凝土的共同工作,加固段梁板内部空间必须清洗干净;

6 配置灌浆料时宜采用强制式搅拌机,确保用水量和搅拌时间,和易性满足设计要求,必须首先经试验确定满足各项设计指标要求;

7 配置灌浆料时宜采用强制式搅拌机,满足用水量和搅拌时间要求;灌浆料和易性、延展度等指标满足设计要求,正式灌注前应该经试验确定;

8 注浆孔、排气孔和溢料孔在抗折强度达至 70% 以上时,可对路面以下 10 cm 灌浆料剔除,用道路路面相同的材料进行修复,其它类型孔洞可根据现场环境进行处理,外露的带施工处痕迹梁体,全宽范围内宜统一涂装与梁体颜色一致的防腐材料。

6.3.2 梁端注浆加固宜按下列工艺流程施工:

- 1 施工准备;
- 2 定位开槽;
- 3 板内清洗;
- 4 封堵;
- 5 打入发泡胶;
- 6 导管安装,注浆;
- 7 质量检验。

6.3.3 在市区施工时,应采取防噪音、防扬尘措施并配备静音发电设备。

6.3.4 空心板梁端注浆施工质量检验应符合下列规定:

1 桥面和下部开孔修复应平整、美观、无错台,加固段空心板内侧干净整洁,无杂物,加固段的长度允许偏差为 ± 2 cm;

2 注浆材料的抗扰动性、体积稳定性、自养性、流变性、流动性、抗震性和抗压、抗折指标等原材质量和性能满足设计要求;

3 注浆加固前后静载和动载试验下实断面控制应力抗剪力的提升满足设计要求;

4 注浆饱满度实测项目应符合表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4 注浆饱满度实测项目

检验项目		规定值或允许值	检查方法和频率
主控项目	注浆饱满度	无明显缝隙	通过取芯后内窥观测或冲击回波法检测混凝土缺陷:全部检测

6.4 粘贴钢板加固

6.4.1 粘贴钢板加固施工应符合下列规定:

1 对原结构、构件的孔洞、蜂窝、裂缝、露筋等缺陷应按设计要求修补,黏合范围内应打毛、清理干净;

2 钢板粘贴面应按设计要求进行糙化处理,表面平整,不得有折角,粘贴前应清理、擦拭干净;

3 粘贴施工的环境条件应符合施工技术规范的规定并满足所用胶黏剂的要求,且应在粘贴界面处理完后在设计要求的时间内完成粘贴作业;

4 锚固螺栓数量不得少于设计数量,锚固螺栓的螺母承压面应与钢板密贴;

5 胶黏剂厚度、压力注胶时的注胶压力及稳压时间应满足设计要求;

6 钢板、锚固螺栓应按设计要求进行涂装防护处理。

6.4.2 粘贴钢板加固宜按下列工艺流程施工:

- 1 施工准备；
- 2 胶粘界面处理,标定粘贴位置；
- 3 植入钢板锚固螺栓；
- 4 钢板加工制作；
- 5 钢板安装/加压系统设置；
- 6 钢板封边处理；
- 7 配制及涂抹胶黏剂；
- 8 压力注胶/加压粘贴注胶；
- 9 检查有效粘贴面积；
- 10 钢板表面涂装防护；
- 11 质量检验。

6.4.3 粘贴钢板加固施工质量检验应符合下列规定：

- 1 钢板各边缘胶体应饱满、无空洞,钢板应平直、顺贴,无凹陷、划痕、焊疤,边缘应无毛刺；
- 2 钢板、锚固螺栓的防护应无破损；
- 3 粘贴钢板实测项目应符合表 6.4.3 的规定。

表 6.4.3 粘贴钢板实测项目

序号	检验项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	主控项目	钢-混凝土黏结正拉强度	在合格标准内	按现行行业标准《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG 5220 相关规定执行
2		粘贴密实度	≥95%	超声波、红外线或敲击：抽查 50%
3	一般项目	钢板	≤10 mm	尺量：抽查 10% 且不少于 5 块,测钢板中心线处
4		偏位	≤20 mm	

6.5 粘贴纤维复合材料加固

6.5.1 粘贴纤维复合材料加固施工应符合下列规定。

1 应采用裂缝修补胶灌注结构裂缝,其施工工艺应符合本标准第 6.2.2 条的相关规定。

2 应将混凝土表面剥落、疏松、蜂窝、腐蚀等劣化部分清除, 并应进行清洗、打磨,待表面干燥后,应采用修补材料将混凝土表面凹凸部位修复平整,毛刺应采用砂纸打磨,当找平面用手触摸感觉干燥后,方可进行下一工序的施工。

3 粘贴处凸角应打磨成圆弧状,凹角应采用修补材料填补成圆弧倒角。

4 当采用非封闭环形纤维带粘贴加固时,应设置锚栓,并应符合下列规定:

- 1) 在待加固的混凝土表面应按设计图纸放样,并应确定锚栓孔位置;
- 2) 锚栓施工工序应按混凝土钻孔、清孔、注胶、植入锚栓进行;
- 3) 两端自锁式锚板将纤维带稍许拉紧并贴于构件表面,再拧紧螺帽安装端部锚板。

5 调制好的底胶应及时使用,应采用一次性软毛刷或特制滚筒将底胶均匀涂抹于混凝土表面,不得漏刷、流淌或有气泡。

6 应按设计尺寸裁剪纤维复合材料,裁剪的纤维布材应呈卷状妥善摆放并编号,已裁剪的纤维复合材料应尽快使用。

7 粘贴纤维复合材料前,应对混凝土表面再次拭擦,粘贴面应无粉尘。混凝土表面涂刷胶黏剂时,胶体不应流淌,胶体涂刷不应出控制线,涂刷应均匀。

8 粘贴立面纤维复合材料时,应按由上到下的顺序进行。应采用滚筒将纤维复合材料从一端向另一端滚压,滚压过程中不应产生静电作用。

9 当采用多条或多层纤维复合材料加固时,在前一层纤维布表面用手指触摸感到干燥后,应立即涂胶黏剂粘贴后一层纤维复合材料。

10 当最后一层纤维复合材料施工结束后,应在其表面均匀涂抹一层浸渍树脂,并应自然风干。

6.5.2 粘贴纤维复合材料施工质量检验应符合下列规定：

- 1 板材各边缘胶体应饱满、无空洞；
- 2 片材应无起泡，表面浸渍胶应无漏涂、流挂、起皮；
- 3 粘贴纤维复合材料实测项目应符合表 6.5.2 的规定。

表 6.5.2 粘贴纤维复合材料实测项目

序号	检验项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	主控项目	正拉黏结强度	在合格标准内	按现行行业标准《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG 5220 相关规定执行
2		空鼓率	$\leq 5\%$ ，且单个面积 $\leq 1\ 000\ \text{mm}^2$	红外线或敲击：抽查 50%
3	一般项目	粘贴偏位	横向	尺量：抽查 10% 且不少于 5 块，测钢板中心线处
4			纵向	

6.6 支座更换

6.6.1 支座更换施工应符合下列规定：

1 支座安装应保证水平，支座上下各部件纵轴线必须对正。当安装时温度与设计要求不同时，应通过计算设置支座顺桥向预偏量；

2 支座下设置的垫石应注意顶面平整，两端支承垫石尽量处于同一水平面，其相对误差不应大于 3 mm，避免支座发生偏斜、不均匀受力或脱空现象，如有间隙应用钢板填塞；

3 坡斜桥的各支座高程不一，应根据纵横坡度逐一核对，如原支座垫石设置不当，应进行修理调整。

6.6.2 支座更换施工质量检验应符合下列规定：

- 1 支座表面应保持清洁，支座附近的杂物及灰尘应清除；

2 支座安装实测项目应符合表 6.6.2 的规定。

表 6.6.2 支座安装实测项目

序号	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	主控项目	支座中心与主梁中线偏位	≤ 2 mm	经纬仪,钢尺;每支座
2		支座高程	符合设计规定;设计未规定时: ± 5 mm	水准仪或其他测量仪器;每支座
3	一般项目	支座顺桥向偏位	10 mm	经纬仪或拉线检查:每支座
4		相邻横向支点高差	2 mm	经纬仪或拉线检查:每支座
5		支座四角高差	承压力 ≤ 500 kN时, ≤ 1 mm 承压力 > 500 kN时, ≤ 2 mm	水准仪或其他测量仪器:每支座

6.7 挡块修复

6.7.1 挡块修复施工应符合下列规定:

- 1 对挡块区域进行凿毛,使其露出骨料,并清除碎渣;
- 2 挡块钢筋网片宜采用成品;
- 3 植筋前应探测原结构内部钢筋位置,钻孔时不应对其造成损伤;
- 4 被修复的混凝土构件表面应凿毛,露出新鲜、密实混凝土,表面应清洁、无污垢,凿除深度和粗糙度应符合设计要求,暴露的原有钢筋出现锈蚀影响承载力的应进行除锈处理。

6.7.2 挡块修复施工质量检验应符合下列规定:

- 1 混凝土表面不得出现结构混凝土外观质量限制缺陷；
- 2 混凝土接缝处无明显错台且平顺，挡块应无大于 3 mm 连接错台；
- 3 混凝土挡块实测项目应符合表 6.7.2 的规定。

表 6.7.2 混凝土挡块实测项目

序号	检验项目		规定值 或允许偏差	检查方法和频率	
1	植筋	主控项目 植筋拉拔力	满足设计值	拉拔仪；抽查 2%~3% 且不少于 5 根	
2		一般项目 钻孔深度	+10 mm 0 mm	尺量；抽查 10%且不少于 5 根	
3			钻孔倾斜度	<5°	量角规；抽查 10%且不少于 5 根
4			孔中心偏位	±30 mm	尺量；抽查 10%且不少于 5 根
5			钻孔直径	+3 mm 0 mm	尺量；抽查 10%且不少于 5 根
6	挡块浇筑	主控项目 混凝土强度	满足设计要求	按现行行业标准《公路工程 质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG F80/1 的相关规定执行	
7		一般项目 长度	±10 mm	尺量；每块测 2 处	
8			断面尺寸	+10 mm -5 mm	尺量；每块测 3 个断面
9	大面积平整度	≤8 mm	2 m 直尺；每侧面测 1~2 处， 测竖向、水平两个方向		

6.8 桥梁下部结构及基础加固

6.8.1 盖梁加固应符合下列规定：

- 1 盖梁接长应凿除连接部位的混凝土，接长钢筋应与原主筋焊接；
- 2 盖梁接宽应植筋，新旧混凝土连接表面应粗糙干净。

6.8.2 墩柱加固应符合下列规定：

1 当采用注浆法外包钢加固时,墩柱表面应凿毛、清理干净,注浆压力不应低于 0.1 MPa;

2 当采用干式外包型钢加固时,型钢与墩柱之间应采用水泥砂浆填实,钢板应进行防锈处理;

3 当采用套箍加固时,墩身裂缝应压浆封闭处理,墩台身表面应凿毛,其缺陷部分应先凿除并清理干净。

6.8.3 承台加固应符合下列规定:

1 水中承台加固应综合承台尺寸、埋深、损坏位置、水流流速、桥下净空、航道等因素,确保实施的技术性与安全性。水中承台宜采用围堰施工;

2 水中承台加固宜采用立模灌浆法。加固材料宜采用水下环氧砂浆、水下不离析混凝土以及其他水下混凝土,加固前应对原结构结合面进行清理;

3 承台加固基坑开挖深度以及土坡稳定性应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定,否则应采取加固或支护措施;

4 承台缺陷应凿除并清理干净,连接表面应凿毛;

5 扩大承台应进行植筋。

6.8.4 桥台加固应符合下列规定:

1 基础因不均匀沉降产生裂缝,应先加固地基基础,再封闭裂缝,必要时应根据设计要求加固上下结构;

2 当浆砌片石桥台采用注浆加固时,应符合现行行业标准《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239 的有关规定;

3 当侧墙及台身前缘采用现浇钢筋混凝土补强时,应在原台身内植入连接钢筋;

4 当台后填土不密实时,可采用换填或注浆加固等方法,换填施工应重做台后防排水系统;

5 桥台加固时应进行监测,必要时应增加临时支护措施。

6.8.5 扩大基础加固应符合下列规定:

1 基坑应按设计要求开挖,开挖后应对原基础采取保护

措施；

2 基坑开挖至设计标高后，应对地基承载力进行检测，如达不到要求，应对地基进行加固；

3 应对原基础的缺陷部位进行清理，并将连接面凿毛，按设计植筋和增设新钢筋骨架，新旧混凝土应结合牢固。

6.8.6 桩基、地基、基础冲刷加固应符合现行行业标准《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239 的有关规定。

6.8.7 桥梁下部结构及基础加固施工质量检验应符合下列规定：

1 桥梁下部结构及基础加固应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定和加固设计文件要求；

2 桩身试块强度和封桩混凝土强度应满足加固设计文件的要求，其性能应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的相关规定；

3 墩柱套箍加固质量检验实测项目应符合表 6.8.7 的规定。

表 6.8.7 墩柱套箍加固质量检验实测项目

序号	检验项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	主控项目	套箍位置	± 20 mm	水准仪：一周 8~10 点
2		套箍宽度	\geq 设计值	尺量：一周至少 10 点
3		套箍厚度	\geq 设计值	尺量：一周至少 10 点
4		预埋锚筋位置	± 20 mm	尺量：抽检 10%

6.9 混凝土表层涂装

6.9.1 混凝土表层涂装施工应符合下列规定：

1 先用裂缝修补胶灌注结构裂缝，将混凝土表面剥落、疏松、蜂窝、腐蚀等劣化部分清除，并进行清洗、打磨，待表面干燥，用修补材料将混凝土表面凹凸部位修复平整；

2 粘贴处阳角应打磨成圆弧状，阴角以修补材料填补成圆弧倒角，圆弧半径不应小于 25 mm；

3 调制好的底胶应及时使用,将底胶均匀涂抹在混凝土表面,不得漏刷、流淌或有气泡,涂胶面上有毛刺,应用砂纸打磨平顺,胶层被磨损,应重新涂刷,固化后方可进行下一道工序。

6.9.2 混凝土表层涂装施工质量检验应符合下列规定:

1 混凝土表层缺陷修复应均匀、平整光滑、色泽一致;不得有漏喷、流挂、针孔、气泡、皱纹和色泽不均等异常情况;

2 混凝土表层涂装实测项目应符合表 6.9.2 的规定。

表 6.9.2 混凝土表层涂装实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	总干膜平均厚度	\geq 设计厚度	干膜测厚仪:涂装完成 7 d 后进行测定,每 50 m ² 面积检测 1 个点,测点总数不少于 30 个
2	总干膜最小厚度	\geq 0.75 倍设计厚度	

7 验 收

7.0.1 工程验收程序和组织应符合下列规定：

1 检验批应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量检查员、专业工长等进行验收；

2 分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业技术负责人等进行验收；

3 分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和项目技术负责人等进行验收；勘察、设计单位项目负责人和施工单位技术、质量部门负责人应参加地基与基础分部工程的验收；

4 工程完工后，施工单位应组织有关人员进行自检，并编制工程竣工报告；监理单位应组织工程竣工预验收，并编制工程质量评估报告；

5 工程预验收合格后，由建设单位项目负责人组织监理、施工、设计、勘察等单位项目负责人进行工程整体验收。

7.0.2 工程的施工质量应按下列专业要求进行验收：

1 工程施工质量应符合本标准和相关专业验收标准的规定，以及加固设计文件的要求；

2 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格；

3 工程质量的验收应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行；

4 隐蔽工程应在隐蔽前已由施工单位通知有关单位进行了验收，并形成隐蔽工程验收文件；

5 涉及结构安全的检验项目，已按规定进行了见证取样检测，其检测报告的有效性已得到监理人员检查认可；

6 工程的观感质量应由验收人员进行现场检查，其检查结果的综合结论已得到验收组成员共同确认。

7.0.3 工程合格质量验收标准应符合下列规定。

- 1 检验批质量验收合格应符合下列规定：
 - 1) 主控项目的质量经抽样检验均应合格；
 - 2) 一般项目的质量经抽样检验合格；
 - 3) 具有完整的施工操作依据、质量验收记录。
- 2 分项工程质量验收合格应符合下列规定：
 - 1) 所含检验批的质量均应验收合格；
 - 2) 所含检验批的质量验收记录应完整。
- 3 分部工程质量验收合格应符合下列规定：
 - 1) 所含分项工程的质量均应验收合格；
 - 2) 质量控制资料应完整；
 - 3) 有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合相应规定；
 - 4) 观感质量应符合要求。
- 4 单位工程质量验收合格应符合下列规定：
 - 1) 所含分部工程的质量均应验收合格；
 - 2) 质量控制资料应完整；
 - 3) 所含分部工程中有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的检验资料应完整；
 - 4) 主要使用功能的抽查结果应符合相关专业验收规范的规定；
 - 5) 观感质量应符合要求。

7.0.4 桥梁加固工程施工质量不合格时,应由施工单位返工,并重新检查、验收。返工后仍不能满足安全使用要求的加固工程,不应验收。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。
- 2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。
- 3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。
- 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 《钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋》GB 1499.1
- 《钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋》GB 1499.2
- 《混凝土外加剂》GB 8076
- 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202
- 《混凝土结构加固设计规范》GB 50367
- 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728
- 《碳素结构钢》GB/T 700
- 《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228
- 《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230
- 《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》
GB/T 1231
- 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
- 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
- 《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632
- 《单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线》GB/T 25823
- 《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2
- 《城市桥梁设计规范》CJJ 11
- 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
- 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362
- 《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363
- 《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》
JTG 5220
- 《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》JTG F80/1

- 《城市桥梁结构加固技术规程》CJJ/T 239
《混凝土用机械锚栓》JG/T 160
《环氧涂层预应力钢绞线》JG/T 387
《桥梁用芳纶纤维布(板)》JT/T 531
《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》JT/T 695
《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22

山东省市政行业协会团体标准
城市混凝土梁桥加固技术标准

T/SDSZ 20—2024

条文说明

编制说明

《城市混凝土梁桥加固技术标准》T/SDSZ 20—2024,经山东省市政行业协会 2024 年 7 月 29 日,以鲁市协字[2024]25 号文批准、发布。

本标准编制过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,在总结目前国内外关于混凝土梁桥加固施工和应用实践基础上,开展了相关专题研究和应用实践,广泛征求了有关单位和专家的意见,进行了反复讨论、协调和修改。

为便于广大设计、施工、监理、项目管理等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,供使用者参考。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

4	材料	(32)
4.4	纤维复合材料	(32)
5	设计	(33)
5.2	裂缝处理	(33)
5.4	粘贴钢板加固	(33)
6	施工	(34)
6.2	裂缝处理	(34)
6.3	梁端注浆加固	(34)
7	验收	(35)

4 材 料

4.4 纤维复合材料

4.4.3 第 1 款 净截面积为纤维布的计算厚度乘以宽度,纤维布的计算厚度应为其单位面积质量除以纤维密度。

5 设计

5.2 裂缝处理

5.2.1 结构性裂缝的分布及宽度与外荷载有关。结构性裂缝一旦出现,说明桥梁结构承载力可能不足或者存在其他严重问题。非结构性裂缝与结构变形有关,如温度变化,混凝土收缩等因素引起的裂缝。虽然非结构性裂缝对桥梁的承载能力影响较小,但两种裂缝对结构耐久性都有一定影响,因此均需要进行处理。

5.4 粘贴钢板加固

5.4.2 当粘贴的钢板延伸至支座边缘仍不满足长度要求时,应在延伸长度范围内均匀设置 U 形箍,且应在延伸长度的端部设置一道加强箍。U 形箍应伸至梁翼缘板底面。U 形箍的宽度,对端箍不应小于 200 mm;对中间箍不应小于受弯加固钢板宽度的 1/2,且不应小于 100 mm。U 形箍的厚度不应小于受弯加固钢板厚度的 1/2。U 形箍的上端应设置纵向钢压条;压条下面的空隙应加胶粘钢垫块填平。梁粘贴钢板端部锚固措施如图 1 所示。

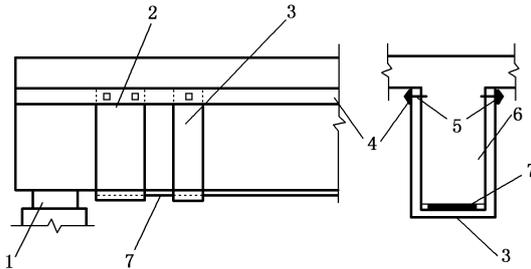


图 1 梁粘贴钢板端部锚固措施

- 1—支座;2—U 形箍(加强);3—U 形箍;
4—纵向压条;5—锚栓;6—梁;7—钢板

6 施 工

6.2 裂缝处理

6.2.1 第 4 款 静止裂缝是指形态、尺寸和数量均已稳定不再发展的裂缝,活动裂缝是指宽度在现有环境和工作条件下始终不能保持稳定,易随着结构构件的受力、变形或环境温度、湿度的变化而时张时闭的裂缝。

6.2.2 第 2 款 采用表面灌浆处理的裂缝可用灌浆嘴(盒),凿成 V 形槽的裂缝宜用灌浆嘴,钻孔内宜用灌浆管(盒),在裂缝交叉处、较宽处、端部以及裂缝贯穿处,钻孔内均应埋设灌浆嘴(盒、管),在一条裂缝上必须有进浆嘴、排气嘴和出浆嘴,粘贴或埋设时先在注浆嘴(盒、管)的底面上抹一层厚约 1 mm 的环氧胶泥,将灌浆嘴的进浆孔骑缝粘贴在预定的位置上,钻孔灌浆管可先在孔内埋设铁管。

6.3 梁端注浆加固

6.3.1 第 2 款 工程实践中,梁端注浆加固施工分为底板灌孔和顶板灌孔两种施工工艺。注浆孔一般设置在梁端注浆段的低端,开孔以底板中轴线为分割线,开孔位置距梁端头(50±5)cm 处,开孔直径略大于注浆孔导管外径即可。推荐的灌孔连接配件见表 1,空心梁板顶板注浆示意图见图 2。

表 1 灌孔连接配件表

名称		底板灌孔	顶板灌孔
注浆孔 配件	导管	外径 125 mm 混凝土 泵管长度 900 mm	外径 133 mm 无缝钢管 长度 1 050 mm
	法兰	内径 130 mm	—
	混凝土截止阀	外径 125 mm	—
溢料口 配件	导管	外径 48 mm 无缝钢管 长度 1 250 mm	外径 48 mm 无缝钢管 长度 450 mm
	法兰	内径 60 mm	内径 60 mm
	混凝土截止阀	内径 60 mm	内径 60 mm
排气孔 配件	导管	—	外径 48 mm 无缝钢管 长度 250 mm
	混凝土截止阀	—	内径 60 mm

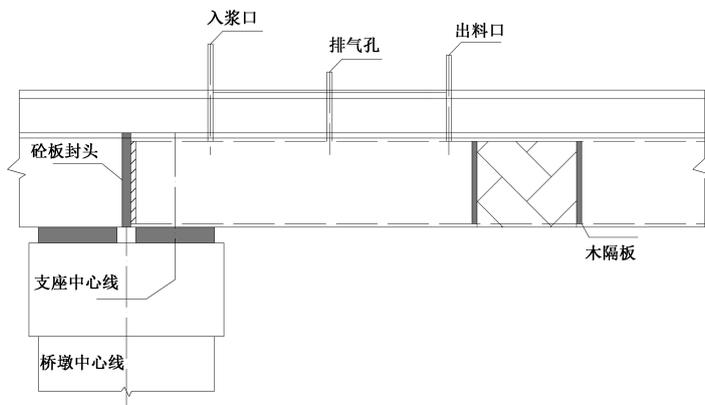


图 2 空心梁板一般注浆示意图

第 4 款 开孔位置应同时兼顾线形美观,若开孔位置无法避开主钢筋、钢绞线,需要切断时,需要和设计单位共同确定切断后对梁板的抗弯承载力的影响,影响较大时,需要报设计单位重新选择开孔位置。

6.3.2 对本条第 1、2、3、4、5、6 款做如下说明：

1 施工准备工作内容：特种灌浆料、气囊等材料提前进场，并经过实验室抽检合格；机械机具到场，并进行调试保证正常安全运转；

2 定位开槽工作内容：根据要求进行注浆孔、排气孔、溢料口、注浆两端堵板/气囊孔及埋设孔的开设，开设孔位置、数量和大小应满足注浆量、注浆压力、注浆时间、注浆饱满度要求。开设放置挡板或者气囊的孔洞施工前需采用钢筋定位仪等设备进行定位，开孔位置必须避开主钢筋、钢绞线，并降低对钢筋混凝土结构的扰动；

3 板内清洗工作内容：为了保证灌浆料与原梁混凝土共同工作，加固段梁板内部空间必须清洗干净，桥面灌注孔采用高压冲水，压力适中，清除内腔表面酥松的表层混凝土，污水从底板封堵开孔流出，冲水至出水无灰尘出现，终止清洗工作，进行吹扫保持清洁干燥；

4 封堵工作内容：注浆段端头挡板间或者气囊需打注发泡胶封堵时，发泡材料的固化时间、压缩强度、压缩弹性模量、尺寸稳定性等性能要满足要求；梁体冲洗完成后从下部开槽处安装气囊，将气囊卷成长条，安装在梁板内部，通过空压机注入空气直至气囊完全充满内腔，过程中调整气囊位置，确保位置准确；

5 打入发泡胶工作内容：气囊与空心板内壁用高密度发泡剂灌注密实，增强封堵效果。灌浆前在气囊孔位置设置吊模，灌浆时将注浆孔同步封闭；

6 导管安装、注浆：灌浆料采用成品空心板加固用特种灌浆料干粉，施工时将特种灌浆干粉材料加注搅拌机，合理设置用水量和搅拌时间，搅拌至均匀的粘性流体状态，进行灌注使用。灌浆前预留试块。灌浆料灌注施工时，要在规定的时间内完成浇筑，施工区域应采取防止污染桥面的措施。

7 验 收

7.0.3 工程存在严重缺陷,经返修或再加固后仍不能满足安全使用要求时,必须严禁验收,以免给加固工程留下安全隐患。