**团 体 标 准**

**市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复技术要求**

**编 制 说 明**

**《市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复技术要求》小组**

**二〇二五年二月**

目 录

一、工作简况 1

二、标准编制原则和主要内容 3

三、主要试验和情况分析 28

四、标准中涉及专利的情况 28

五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况 28

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系 28

七、重大意见分歧的处理依据和结果 28

八、标准性质的建议说明 29

九、贯彻标准的要求和措施建议 29

十、废止现行相关标准的建议 29

十一、其他应予说明的事项 29

**《市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复技术要求》**

**团体标准编制说明**

**一、工作简况**

**（一）任务来源**

市政道路桥梁作为城市基础设施的重要组成部分，其结构的稳定性和耐久性直接关系到城市交通的顺畅和公共安全。随着城市化进程的加速和交通需求的不断增长，市政道路桥梁面临着日益严峻的挑战。一方面，长期承受交通荷载和自然环境的侵蚀，使得桥梁结构出现不同程度的损伤和老化；另一方面，随着环保和可持续发展理念的深入人心，低碳、环保成为市政道路桥梁建设的新趋势。但市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复项目在实施过程中面临一系列问题。首先，桥梁结构损伤形式多样，包括裂缝、沉降、钢筋锈蚀等，这些损伤不仅影响桥梁的使用性能，还可能威胁到交通安全。因此，需要针对不同损伤类型制定科学合理的维护修复方案。其次，低碳混凝土作为一种新型建材，其性能特点和施工要求与传统混凝土存在差异，如何在维护修复过程中充分利用低碳混凝土的优势，同时避免其潜在的风险，是项目实施过程中的一大难题。

因此，开展市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复技术要求标准的研制。市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复技术要求项目的实施具有重要意义。首先，通过科学、高效的维护修复手段，可以延长桥梁使用寿命，减少因桥梁损坏导致的交通拥堵和安全事故，提升城市交通效率。其次，低碳混凝土的应用有助于降低桥梁建设过程中的碳排放，推动建材行业碳达峰目标的实现，符合绿色、低碳的发展理念。此外，该项目的实施还可以促进相关产业的发展，创造就业机会，推动区域经济的综合发展。同时，通过项目的实施，可以积累市政道路桥梁维护修复的经验和技术，提升我国在城市基础设施建设方面的技术水平和国际竞争力。

**（二）编制过程**

为使本标准在道路桥梁市场管理工作中起到规范信息化管理作用，标准起草工作组力求科学性、可操作性，以科学、谨慎的态度，在对我国现有道路桥梁市场相关管理服务体系文件、模式基础上，经过综合分析、充分验证资料、反复讨论研究和修改，最终确定了本标准的主要内容。

标准起草工作组在标准起草期间主要开展工作情况如下：

**1、项目立项及理论研究阶段**

标准起草组成立伊始就对国内外道路桥梁相关情况进行了深入的调查研究，同时广泛搜集相关标准和国外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，确定了道路桥梁市场标准化管理中现存问题，结合现有产品实际应用经验，为标准起草奠定了基础。

标准起草组进一步研究了道路桥梁需要具备的特殊条件，明确了技术要求和指标，为标准的具体起草指明了方向。

**2、标准起草阶段**

在理论研究基础上，起草组在标准编制过程中充分借鉴已有的理论研究和实践成果，基于我国市场行情，经过数次修订，形成了《市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复技术要求》标准草案。

**3、标准征求意见阶段**

形成标准草案之后，起草组召开了多次专家研讨会，从标准框架、标准起草等角度广泛征求多方意见，从理论完善和实践应用多方面提升标准的适用性和实用性。经过理论研究和方法验证，起草组形成了《市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复技术要求》（征求意见稿）。

**（三）主要起草单位及起草人所做的工作**

**1、主要起草单位**

协会、企业等多家单位的专家成立了规范起草小组，开展标准的编制工作。

经工作组的不懈努力，在2025年3月，完成了标准征求意见稿的编写工作。

**2、起草人所做工作**

广泛收集相关资料。在广泛调研、查阅和研究国际标准、国家标准、行业标准的基础之上，形成本标准草案稿。

**二、标准编制原则和主要内容**

**（一）标准编制原则**

本标准依据相关行业标准，标准编制遵循“前瞻性、实用性、统一性、规范性”的原则，注重标准的可操作性，本标准严格按照《标准化工作指南》和GB/T 1.1《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写》的要求进行编制。标准文本的编排采用中国标准编写模板TCS 2009版进行排版，确保标准文本的规范性。

**（二）标准主要技术内容**

本标准报批稿包括9个部分，主要内容如下：

* 1. 范围

本文件规定了市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复的术语和定义、原材料、设计、配合比、修复施工、拼接施工、验收相关内容。

本文件适用于市政道路桥梁低碳混凝土结构维护修复。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB 8076 混凝土外加剂

GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 20472 硫铝酸盐水泥

GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范

GB 50164 混凝土质量控制标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50367 混凝土结构加固设计规范

GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准

GB 50666 混凝土结构工程施工规范

GB/T 51003 矿物掺合料应用技术规范

JC/T 1017 建筑防水材料用聚合物乳液

JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程

JGJ 63 混凝土用水标准（附条文说明）

JGJ/T 98 砌筑砂浆配合比设计规程

JGJ/T 178 补偿收缩混凝土应用技术规程

JGJ/T 221 纤维混凝土应用技术规程

JGJ/T 283 自密实混凝土应用技术规程

JTG D40 公路水泥混凝土路面设计规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

JTG H30 公路养护安全作业规程

JTG/T J22 公路桥梁加固设计规范

JTG/T J23 公路桥梁加固施工技术规范

JTG/T L11 高速公路改扩建设计细则

JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范

JTG 5220 公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* + 1. 桥梁拼接 bridge splicing

通过拼接缝将两幅混凝土桥梁连接成整体的工程措施。

* + 1. 抗振砂浆 antivibration mortar

在砂浆的常规材料中掺入纤维、聚合物、优质掺合料及外加剂等，在振动荷载作用后力学性能、抗裂性及耐久性优良，用于桥梁混凝土结构修复的砂浆。

* + 1. 抗振混凝土 antivibration concrete

在混凝土的常规材料中掺入纤维、聚合物、优质掺合料及外加剂等，在振动荷载作用后力学性能、抗裂性及耐久性优良，用于桥梁混凝土结构修复加固及桥梁拼接的混凝土。

* + 1. 界面剂 interface adhesive

在混凝土基面上涂刷或喷涂的改善界面粘结性能的有机、无机或有机与无机复合的浆液或砂浆。

* 1. 原材料
		1. 水泥
			1. 水泥宜采用普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥或硫铝酸盐水泥。
			2. 普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥的游离氧化钙含量不应超过1.5%。
			3. 普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥硅酸盐水泥强度等级不应低于42.5级，其性能应符合GB 175的规定。
			4. 硫铝酸盐水泥宜采用强度等级不应低于42.5级的低碱度硫铝酸盐水泥，其性能应符合GB/T 20472的规定。
		2. 粗集料
			1. 粗集料宜采用质地坚硬、洁净、级配合理、粒形良好、吸水率小、空隙率小的碎石。
			2. 粗集料性能应符合JTG/T 3650的规定。
			3. 必要时应检验其坚固性、有害物质含量、氯离子含量及碱活性等指标。
		3. 细集料
			1. 细集料宜选用级配良好、质地均匀坚固、吸水率小、空隙率小、细度模数宜为2.4~3.0的洁净天然中砂或机制砂，不应使用山砂。
			2. 细集料性能应符合JTG/T 3650的规定。
			3. 必要时应检验其坚固性、有害物质含量、氯离子含量及碱活性等指标。
		4. 掺合料
			1. 混凝土掺合料宜使用粉煤灰、硅粉、矿渣粉等。
			2. 粉煤灰性能应符合GB/T 1596的规定。
			3. 硅粉性能应符合GB/T 51003的规定。
			4. 矿渣粉性能应符合GB/T 18046的规定。
		5. 纤维
			1. 用于结构修复与拼接加宽工程的混凝土纤维宜采用钢纤维、合成纤维，其性能应符合《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221的规定。
			2. 掺纤维的混凝土，纤维最短长度宜大于粗集料最大公称粒径的1/3，最大长度不宜大于粗集料最大公称粒径的2倍，长径比宜为30~100。
			3. 掺纤维的砂浆和超高性能混凝土，纤维长度宜为6 mm~13 mm，长径比宜为50~70。
			4. 钢纤维宜使用防锈蚀处理的钢纤维。
		6. 聚合物
			1. 聚合物乳液应满足JC/T 1017要求。
			2. 聚合物乳液应选用非反应型聚合物乳液，宜选用丙烯酸类、苯丙类、丁苯类、醋酸乙烯类等。
			3. 聚合物乳液掺量宜为胶凝材料质量的10%~30%，应根据混凝土的工作性及力学性能等综合确定。
			4. 掺入聚合物乳液时，宜加入适量的消泡剂。
		7. 外加剂
			1. 减水剂、泵送剂、早强剂、缓凝剂、引气剂性能应符合GB 8076、GB 50119的规定，且28 d收缩率比不宜大于110%。
			2. 膨胀剂性能应符合GB/T 23439、JGJ/T 178的规定。
			3. 不应使用含有氯盐、亚硝酸盐、碳酸盐和硫氰酸盐类成分的外加剂。
		8. 水
			1. 混凝土用水应符合JGJ 63的规定要求。饮用水可直接作为混凝土用水。
			2. 被检验水样应与饮用水水样进行水泥凝结时间对比试验，对比试验的水泥初凝时间差及终凝时间差不应大于30 min；同时，初凝和终凝时间应符合GB 175的规定。
			3. 被检验水样应与饮用水水样进行水泥胶砂强度对比试验，被检验水样配制的水泥胶砂3 d和28 d强度不应低于饮用水配制的水泥胶砂3 d和28 d强度的95%。
	2. 设计
		1. 一般要求
			1. 混凝土修复设计应综合考虑结构承载能力、使用功能、耐久性及结构的损伤状态、成因等。
			2. 修复方案设计应结合混凝土工程不同部位受力特点进行，并满足以下要求：
1. 修复加固设计应依据原桥梁竣工图和设计图及检测评估报告进行，并经现场核对；
2. 构件在不同受力阶段，截面变形符合平截面假定；
3. 结构验算时，应根据桥梁建设年代的设计荷载、材料性能等进行相应计算；
4. 结构设计计算，应考虑结构病害影响、材料劣化、新旧材料的结合性能及材性差异。材料、几何等参数的取值，应依据桥梁现状的检测结果；
5. 修复加固后的结构验算应考虑附加荷载（温度变化、混凝土收缩及徐变、预加应力、墩台位移、安装应力等）的影响；
6. 构件修复加固时，应考虑分阶段受力，在新加材料与原结构（构件）未有效结合前，其恒载（含新加材料重量）应由原结构截面承担；有效结合后施加的荷载（恒载、活载、附加载由加固后的组合截面承担；
7. 修复加固设计应进行各施工阶段构件的强度、稳定性及结构变形验算。必要时采取限载、限速等措施；
8. 尽量减少修复加固施工对既有结构的损伤，尽量降低修复加固施工对交通和环境的影响；
9. 注重耐久性设计，采取的措施、材料应与原结构设计年限基本相当；
10. 因特殊环境造成的桥梁结构病害，修复设计应采取针对性的处治措施。
	* + 1. 桥梁拼接设计应符合安全可靠、耐久适用、经济合理、统筹协调的原则，并符合以下规定：
11. 拼接加宽利用的桥梁，应进行检测评估并满足原设计荷载标准要求，且其极限承载能力原则上应满足或采取加固措施后满足设计荷载标准高的要求或重新确定的拼接后设计荷载标准；
12. 应根据两幅桥的上下部结构的特点和构造，综合确定拼接缝设计方案，使其满足安全可靠、耐久适用、经济合理、统筹协调的要求；
13. 拼接的两幅桥梁，应考虑拼接后对结构的受力影响；
14. 拼接设计应考虑新结构与既有结构间的相互作用，如基础差异沉降、结构差异变形、混凝土差异龄期等因素，进行整体结构计算；
15. 桥梁拼接应采取措施控制时效作用的不利影响，包括基础沉降变形、混凝土的收缩等。
	* + 1. 采用材料需满足施工且施工后材料性能质量满足设计要求。
			2. 修复施工方法、流程、工艺的设计，应考虑结构或构件出现倾斜、失稳、坍塌等的可能性，并采取有效措施。
		1. 修复与拼接
			1. 本文件要求的修复与拼接材料技术性能，需满足对应条件施工及性能质量要求。
			2. 采用的修复材料应满足体积稳定性、抗裂性能、变形能力及耐久性的要求。
			3. 桥梁修复及加固用砂浆与混凝土设计强度等级不应低于C30，当采用预应力混凝土加固时，其强度不应低于C40，且宜比原结构混凝土强度等级提高一级。
			4. 桥梁拼接用混凝土设计强度等级，不应低于原结构混凝土强度等级，对拼接两幅桥混凝土设计强度等级不同的，应按混凝土强度等级高的进行控制。
			5. 抗振混凝土的技术性能指标应符合下列规定：
16. 抗振混凝土用于桥梁上部结构现浇层、桥面铺装层及表观较大缺陷修复；
17. 抗振混凝土用于桥梁上部结构拼接缝和后浇带；
18. 增大截面加固所采用混凝土，除满足上述的抗振动性能要求，同时还需满足补偿收缩性能要求。
	* + 1. 补偿收缩混凝土技术性能指标应符合下列规定：
19. 补偿收缩混凝土用于桥梁上部结构现浇层、桥面铺装层、表观缺陷修复及增大截面外包；
20. 使用限制膨胀率大于0.060%的混凝土时，应预先进行试验研究；
21. 对于强度等级≥C50的混凝土、气候干燥地区、夏季炎热且养护条件差的构件或结构总长度大于120 m时，限制膨胀率宜提高一个等级；限制膨胀率的取值应以0.005%的间隔为一个等级；
22. 补偿收缩混凝土用于桥梁混凝土结构修复，其强度等级与原结构混凝土强度等级相同或提高一个等级，其混凝土拌合物终凝时间与初凝时间差≤100 min，其他指标满足GB 50164的规定，还应符合设计所要求的强度等级、限制膨胀率、耐久性技术指标。
	* + 1. 早强快硬混凝土技术性能指标应符合以下规定：
23. 早强快硬混凝土用于新老桥上部结构拼接缝和后浇带接缝；
24. 早强快硬混凝土用于桥梁混凝土结构修复，其强度等级与原结构混凝土强度等级相同或提高一个等级，其混凝土拌合物终凝时间与初凝时间差≤100 min，其他指标满足GB 50164的规定，还应符合设计所要求的强度等级、耐久性技术指标。
	* 1. 修复设计
			1. 增大截面设计应符合以下规定：
25. 适用于钢筋混凝土和预应力混凝土受弯构件、钢筋混凝土受压构件的增大截面加固；
26. 增大截面新加混凝土与原构件混凝土应满足变形协调、共同受力，可按加固后构件整体截面计算；
27. 增大截面加固桥梁构件的作用（或荷载）效应，应按下列两个阶段进行计算：
	1. 第一阶段：新浇混凝土达到强度标准值之前，构件按原构件截面计算，荷载应考虑加固时包括原构件自重在内的恒载、新浇混凝土自重、施工荷载及的活载效应；
	2. 第二阶段：新浇混凝土达到强度标准值后，构件按加固后整体截面计算，作用（或荷载）应考虑包括加固后构件自重在内的恒载、二期作用的恒载及使用阶段的活载作用。
28. 增大截面其他加固设计应符合JTG/T J22、GB 50367相关规定。
	* + 1. 混凝土桥梁上部结构现浇层、桥面铺装层的设计应符合以下规定：
29. 适用于桥梁上部结构现浇层、桥面铺装层的局部或全部更换；
30. 混凝土桥梁上部结构现浇层、桥面铺装层材料宜采用抗振混凝土；
31. 结构现浇层、桥面铺装层等各结构层之间宜喷涂界面剂；
32. 当桥梁上部结构现浇层、桥面铺装层，仅作为功能层使用时，可参照JTG D40执行；
33. 当桥梁上部结构现浇层、桥面铺装层全部或部分作为结构层与上部结构一起受力，现浇层、桥面铺装层与原构件混凝土应变形协调、共同受力，可按加固后构件整体截面计算。
	* + 1. 局部缺陷的设计应符合以下规定：
34. 在修复前应对混凝土局部病害进行识别；
35. 修复材料的强度应较原结构强度指标高一等级；
36. 混凝土表层缺陷修复材料可采用抗振混凝土、抗振砂浆，性能满足本文件的规定;
37. 处于侵蚀性环境桥梁的钢筋防锈宜采用渗透型阻锈剂，不应采用以亚硝酸盐类为主成分的阳极型阻锈剂；
38. 受侵蚀性环境影响的混凝土桥梁，其表面防护用涂装材料可采用丙烯酸类、聚氨酯类、硅烷类或环氧类涂料，各层涂料间应具有良好的相容性。
	* 1. 拼接缝设计
			1. 两幅桥梁上部结构进行拼接，应进行拼接前后的计算分析，拼接后应按整体计算分析。
			2. 桥梁拼接应采取措施控制时效作用的不利影响，包括基础沉降变形、混凝土的收缩徐变、上部结构的刚度差异等。
			3. 桥梁拼接应考虑支座竖向、横向承载力及变形，上部结构悬臂拼接后正负弯矩、抗剪及下部结构盖梁、桩基承载力。
			4. 拼接缝施工，应合理确定拼接联长及拼接时混凝土收缩徐变龄期差。
			5. 拼宽缝连接应符合下列规定：
39. 空（实）心板的拼接宜利用边板翼缘板采用湿接缝连接，翼缘钢筋宜焊接，湿接缝宽度宜为15 cm~50 cm；空（实）心板梁拼接采用铰缝拼宽时，新旧结构的沉降差不宜大于5 mm；
40. T梁、小箱梁及中小跨径现浇箱梁的拼接宜采用拆除部分既有边梁翼缘板混凝土，采用湿接缝连接；
41. 采用翼缘板湿接缝拼接的上部结构，应根据接缝两侧梁板间距、支座及翼缘板受力确定新旧结构的沉降差；
42. 两幅桥上部结构拼接设置横隔板（梁）的，横隔板（梁）接缝的连接应先于翼板湿接缝的连接，并应达到一定强度；
43. 拼宽桥梁拼接的桥面连续构造和位置宜与既有桥梁桥面一致；
44. 应结合拼接缝构造设计和拼接材料性能特点，合理确定交通组织方案，安排施工工序，应做接缝的施工方案设计；
45. 湿接缝应采用抗振混凝土，在接缝混凝土浇筑到终凝期间，行车导致的既有桥梁接缝处的振幅不应超过3 mm；
46. 拼宽桥梁应考虑对支座横向承载力、下构承载力和伸缩缝装置正常工作的影响等因素，合理确定拼接联长及拼接时的混凝土收缩徐变龄期差。
	* + 1. 拼宽桥梁应选择合理的拼接时机，减少沉降差、收缩徐变差的不利影响。
			2. 桥梁拼接前，现场应开展新旧桥挠度差的现场监测工作，监测时长宜不小于48 h，统计出现的最大挠度差及出现频次，以频次大于5%的最大挠度差作为材料及施工工艺选用标准。
			3. 其它设计要求应按JTG/T L11规定进行。
	1. 配合比
		1. 一般要求
			1. 混凝土配合比设计应满足混凝土拌合物工作性、力学性能、耐久性和长期性能的要求，且应满足经济性、低碳和可持续发展的生态要求。
			2. 混凝土配合比设计应按JGJ 55、JTG/T 3650、JTG/T J22进行，应符合设计文件要求。
			3. 应根据原材料的技术性能、结构形式、使用环境以及施工条件，合理地选择原材料，并确定足技术性能和经济指标的原材料用量。
			4. 当原材料发生变化时，应重新进行配合比的设计与检验。
		2. 抗振砂浆

抗振砂浆的配合比设计应按JGJ/T 98进行，在砂浆中宜掺入短切钢纤维或合成纤维或聚合物乳液等。

* + 1. 抗振混凝土
			1. 根据抗振混凝土设计强度等级，借鉴相关工程经验，应按JGJ 55、GB/T 50476，确定其水胶比、胶凝材料用量、单位体积用水量及砂率。
			2. 应按最大松堆密度法优化集料级配，级配集料空隙率不应大于42%。
			3. 抗振混凝土配合比中各材料用量可采用假定质量法或绝对体积法确定。
			4. 纤维种类和体积率宜根据试配抗压强度与抗折强度确定。
			5. 应至少设计三个不同的配合比，在单位用水量不变的情况下，将水胶比相应增加和减少0.02~0.05，根据工作性在±2%范围内调整砂率。
			6. 施工期间应根据运输天气、距离，原材料具体情况，合理调整抗振混凝土施工配合比。
		2. 补偿收缩混凝土
			1. 补偿收缩混凝土配合比设计除满足本文件抗振混凝土设计要求外，应满足膨胀性能要求。
			2. 膨胀剂掺量应根据设计要求的限制膨胀率，并应采用实际工程使用的材料，经过混凝土配合比试验后确定。
			3. 补偿收缩混凝土配合比试验的限制膨胀率值应比设计值高0.005%。
			4. 有耐久性要求的补偿收缩混凝土，其配合比设计应符合GB/T 50476的规定。
		3. 早强快硬混凝土

早强快硬混凝土配合比设计应按本文件抗振混凝土的配合比设计步骤进行。

* + 1. 超高性能混凝土
			1. 用于桥梁结构混凝土修复与拼接缝的超高性能混凝土，混凝土试件尺寸宜采用边长100 mm的立方体试件，其28 d抗压强度应不小于100 MPa。
			2. 超高性能混凝土水胶比宜不超过0.22，用水量不宜超过200 kg/m3，纤维体积掺量不宜小于0.7%，硅灰用量不宜小于胶凝材料总量的10%，水泥用量不宜小于胶凝材料总量的50%。
			3. 集料各粒级用量遵循最密实堆积理论原则，采用绝对体积法确定。
			4. 试拌工作性不满足要求时，应在水胶比不变、胶凝材料和外加剂用量合理的原则下，调整胶凝材料和外加剂用量或不同粒级集料用量，直到获得工作性符合要求的超高性能混凝土基准配合比。
			5. 应至少采用三个不同水胶比进行强度试验，一个为基准配合比的水胶比，另外两个在基准配合比的基础上增加和减少0.01，用水量和基准配合比相同，砂用量可适当调整。
	1. 修复施工
		1. 一般要求
			1. 修复施工前，应根据设计文件、工程修复、加固的施工特点，结合现场实际情况，编制合理的施工方案。
			2. 修复施工前，应对桥梁混凝土结构病害的特征、类型和范围，桥面交通行状况，以及工程影响范围内其他建（构）筑物和设施的现状等进行调查、核实。
			3. 修复施工时，应采取措施减少施工对相邻桥梁结构物和设施的影响，并对材料和施工作业面采取必要的防护措施。
			4. 混凝土构件增大截面的施工，可根据实际情况和条件选用人工浇筑或自密实技术施工，有凝结时间要求的修复工程应严格把控施工时间。施工应按GB 50204、JGJ/T 283的规定执行。
			5. 修复施工前应做好各项安全措施，主要内容应包括：
1. 施工前应与公路及交通相关管理部门办理有关手续，按批准的时间、范围进行施工；
2. 严格按JTG H30进行交通管制；
3. 制订因交通事故、车辆故障等引起的交通堵塞应急预案；
4. 在不良天气或夜间施工时，应有相应的施工保障措施；
	* + 1. 施工过程中，针对作业人员、机械设备及结构物等，应采取必要的安全防护措施。
		1. 增大截面加固施工
			1. 旧混凝土表面处理应按以下规定进行：
5. 采用凿毛法、抛丸法或高压水射法等对原构件混凝土表面进行处理，经处理后的混凝土表面应粗糙、洁净、无浮浆，露出新鲜混凝土，凹凸差应不小于8 mm；
6. 对混凝土表面进行处理时不应损伤梁体原有钢筋或预埋构件，严禁使用较大功率设备。
	* + 1. 钢筋安装应符合以下规定：
7. 模板搭设、钢筋安装及新混凝土浇筑和养护，应符合GB 50204的要求；
8. 加固板的受力钢筋直径宜用6 mm~8 mm；加固梁的纵向受力钢筋宜用带肋钢筋，钢筋最小直径不宜小于12 mm，最大直径不宜大于25 mm；封闭式箍筋直径不宜小于8 mm，U型箍筋直径与原有箍筋直径相同；
9. 原有钢筋应除锈，需进行钢筋焊接时，施焊前应采取措施避免烧伤混凝土。新增钢筋骨架应与锚筋连成整体。
	* + 1. 界面剂喷涂应按以下规定进行：
10. 宜采用聚合物水泥净浆界面剂、聚合物改性水泥石英砂浆界面剂；
11. 界面剂喷涂厚度应均匀一致，宜控制在2 mm~3 mm，不应遗漏；
12. 按设计要求配制界面剂，配制好的界面剂应在30 min内用完。宜采用人工现场搅拌的方式制备界面剂；
13. 雨天不应进行界面剂喷涂施工。喷涂施工时，喷枪宜与作业面垂直，喷射压力宜为0.4 MPa~1.0 MPa，喷枪枪头与混凝土面的距离宜为0.3 m~0.5 m。
	* + 1. 增大截面加固施工工艺流程为：现场放样→混凝土表面缺陷及结合面处理→植筋→喷涂界面剂→绑扎钢筋→安装模板→混凝土拌制→浇筑混凝土→洒水养生。
			2. 增大截面加固施工工艺流程具体应按以下规定进行：
14. 现场放样应根据设计图纸的要求并结合现场测量定位，在原构件表面放样出截面加大的部位，标记出截面加大的长度、宽度、厚度；
15. 植筋应按JTG/T J23规定进行；
16. 绑扎钢筋应符合以下规定：
	1. 钢筋必应按照设计要求进行布置；
	2. 胶黏剂固化后，方可焊接和绑扎钢筋网；
	3. 与植入的钢筋进行焊接时，应采用可靠的保护和降温措施，避免焊接时产生的热量烧伤和损坏植入孔内的胶黏剂及植筋周边混凝土。
17. 安装模板应符合以下规定：
	1. 安装模板前应对混凝土及钢筋表面进行清理；
	2. 控制截面尺寸、钢筋保护层厚度；
	3. 模板和支架应有足够的刚度、强度和稳定性；
	4. 模板表面应平整，接缝处严密，模板表面应涂刷脱模剂。
18. 拌和混凝土应按以下规定进行：
	1. 施工前，应对混凝土配合比进行验证；
	2. 混凝土宜在搅拌站拌制，如施工条件限制，也可现场拌制；
	3. 采用自密实混凝土施工，宜采用强制式搅拌，并进行工艺试验。
19. 浇筑混凝土应符合以下规定：
	1. 浇筑混凝土前，应对基面进行湿润处理；
	2. 自高处向模板内倾卸混凝土时，应防止混凝土离析，直接倾落时高度不宜超过2 m，超过2 m时，应通过串筒、溜管（槽）等设施下落；
	3. 混凝土浇筑时应合理分层、分段浇筑，合理设置浇筑口，保证浇筑的连续性；
	4. 应根据混凝土特点合理选择振捣设备。
20. 拆模后宜使用保湿膜、土工布等覆盖物保湿养生，保持混凝土表面始终处于潮湿状态。
	* + 1. 增大截面加固施工应符合JTG/T J23相关规定。
		1. 混凝土桥面铺装层
			1. 旧混凝土铺装层处理应符合以下规定：
21. 按“圆洞方补、斜洞正补”的原则合理确定桥面铺装层维修的范围，对破损范围进行切割施工时，应保留原桥面的抗剪钢筋及横向钢筋；
22. 凿除原桥面铺装层破损混凝土，可采用人工或机械凿除，不应损伤梁体结构、原桥预应力筋及邻近不需更换的铺装层结构；
23. 桥面铺装层若出现裂缝，应按JTG/T J23要求进行处治；
24. 凿除破损桥面铺装层后，对基面进行糙面处理；
25. 应对基面清洁处理，处理后的基面无浮浆、松动混凝土层、无灰尘、无油污、无松散混凝土、无杂物。
	* + 1. 桥面铺装采用水泥混凝土面层，施工工艺流程为：桥面铺装凿除→桥梁铰缝凿除→接缝两侧顶板糙面→桥梁铰缝植筋→桥梁铰缝混凝土浇筑→桥面铺装混凝土浇筑。
			2. 桥面铺装采用“水泥混凝土下面层+沥青混凝土表面层”结构，施工工艺为：桥面铺装凿除→桥梁铰缝凿除→接缝两侧顶板糙面→桥梁铰缝植筋→桥梁铰缝混凝土浇筑→桥面铺装混凝土浇筑→桥面防水层施工→沥青混凝土面层摊铺。
			3. 桥面铺装施工工艺具体应符合以下规定：
26. 桥梁铰缝凿除应符合以下规定：
	1. 切除铰缝两侧原有铰缝抗剪钢筋，对铰缝内的混凝土进行破除，并取出破除后的混凝土块；
	2. 铰缝下部应悬挂彩条布，防止凿除的混凝土碎渣掉落入桥梁下方；
	3. 将铰缝两侧空心板梁混凝土表面凿毛，增强新旧混凝土的粘结力。
27. 接缝两侧顶板抛丸糙面应符合下述规定：沿拼接缝走向抛丸40 cm宽，抛丸不彻底的位置采用人工凿毛处理；抛丸后，混凝土表面应洁净、平整，具有一定的构造深度；
28. 铰缝植筋除按照JTG/T J23相关规定进行外，应满足以下规定：
	1. 植筋前应检查有无裂缝，在裂缝处不宜植筋；
	2. 按设计要求布孔定位，孔位处如有受力钢筋，应对植筋位置做适当调整；
	3. 植筋孔位置和直径应满足设计要求，并将新植入的铰缝钢筋弯折于铺装层钢筋网的上部，铰缝植筋与铺装层横向钢筋焊接；
	4. 批量成孔后，用压缩空气清孔，确保植筋孔内干净清洁，并应尽快植筋；
	5. 向植筋孔内注入植筋胶，单向旋入植筋钢筋，要求所植钢筋位于植筋孔的中心位置；
	6. 清除梁板铺装层上附着物、油污等，保证其表面坚实、平整；
	7. 应确保植筋胶量饱满，注胶量约为孔深的2/3。钢筋植入后，在植筋胶固化期前，不应扰动；
	8. 植筋施工宜在桥面铺装施工之前进行，避免植入钢筋长期暴露锈蚀，否则要采取防锈、除锈措施；
	9. 严禁在大风、雨雪天气露天作业。
29. 桥梁铰缝混凝土浇筑应符合以下规定：
	1. 待植筋胶固化后，宜用高压水枪对铰缝处进行冲洗、湿润，宜用泡沫板封堵铰缝底部；
	2. 应将剪刀筋与纵向受力钢筋置于铰缝内，宜在铰缝边壁喷涂界面剂；
	3. 应采用插入振捣器捣实新浇筑的混凝土，混凝土终凝后应立即覆盖无纺土工布并洒水养护，洒水必应均匀、不漏点。
30. 桥面铺装混凝土浇筑应按下列规定进行：
	1. 应对梁板及铰缝混凝土表面糙面处理，宜用高压水枪清理干净；
	2. 宜喷涂界面剂，局部喷涂不均的，应采用人工涂刷。界面剂应均匀，厚度宜2 mm左右；
	3. 应按照设计要求铺设桥面铺装钢筋网，施工应符合JTG/T 3650的要求；
	4. 应在混凝土拌合物初凝前完成混凝土铺装层的浇筑与捣实，宜采用高频低幅平板震动器结合振捣梁振捣，抹平后应立即覆盖无纺土工布并洒水养护；浇筑完后第二天进行切缝、灌缝处理。
31. 桥面防水层施工应满足以下规定：
	1. 应对达到设计强度50%以上的混凝土铺装层进行抛丸处理，宜采用真空吸附或高压水枪冲洗净桥面浮尘与碎石；
	2. 防水层宜采用纤维增强型聚合物改性沥青防水涂料，喷涂前应先对护栏、泄水孔、接缝等进行局部防水处理；
	3. 喷涂时应防止损坏已喷涂的防水层，每层喷涂应均匀。
32. 沥青混凝土面层摊铺应满足以下规定：
	1. 桥面沥青混凝土铺装层施工时，应严格控制沥青混合料初压、复压、终压及开放交通时温度；
	2. 应将施工缝设置在梁板中心处，并做好防水和接缝处理。
		1. 局部缺陷处理
			1. 施工流程为：表面缺陷调查→基层处理→界面处理→修复施工→成品养护→表面处理。
			2. 局部缺陷处理应符合以下规定：
33. 对于混凝土表面剥蚀、缺块、坑洞、疏松、露筋、蜂窝等缺陷，应调查确定需修复的区域，剔除区域内混凝土深度不应小于10 mm；
34. 应采用人工或机械法将松散混凝土予以凿毛、清理，应露出新鲜混凝土表面，经处理后的混凝土表面应洁净、坚固；
35. 严禁使用较大功率的设备凿毛；
36. 混凝土基层清理完成后，应对钢筋进行防锈处理。
	* + 1. 局部缺陷修复应按下列规定进行：
37. 采用抗振砂浆或抗振混凝土时，其强度等级宜较基材混凝土高一级，浇筑前宜喷涂界面剂；
38. 桥梁混凝土结构表面风化、剥落、露筋及面积小于（25×25）cm2、深度小于5 cm的表面缺陷，宜采用刮涂法修复；
39. 桥梁混凝土结构表面出现面积大于（25×25）cm2、深度大于5 cm的缺陷，宜采用机械喷涂修复法；
40. 桥梁混凝土结构表面坑槽深度较大时，宜采用模筑法修复；
41. 修复施工后，应及时养护；
42. 修复后表面应与原结构表面平齐，表面应光滑、平整、无明显的气泡，不应有鼓包、褶皱等缺陷。
	1. 拼接施工
		1. 一般要求
			1. 桥梁拼接施工前，应对桥梁的振动频率、振幅进行检测分析，提出合理的交通管制方案，并在施工过程中持续进行监控。
			2. 应制定混凝土拼接施工专项方案，明确施工监控方案、交通组织方案、施工缝设置、浇筑顺序、浇筑工具、防裂措施、保护层的控制等。
			3. 根据施工监控结果，采用封闭临近拼接缝的车道、限制车速、限制车重等方式减小新旧桥挠度差。
			4. 拼接施工前，应对作业面存在的缺陷进行修复。
			5. 拼接缝混凝土浇筑前，应混凝土结合面进行糙面处理，凿毛深度不应小于8 mm；拼接部位的混凝土表面应充分湿润，但不应有积水。
			6. 拼接缝混凝土宜采用分段分时浇筑，桥梁一联应一次完成连续浇筑。
			7. 应根据实际施工环境下混凝土拌合物的凝结时间、工作性的变化，合理确定质量管理措施。
		2. 切割和凿除
			1. 旧桥翼缘的切割、凿除宽度应按设计要求进行，并根据吊装能力确定分块大小；切割时应预钢筋搭接长度，并对该部位进行凿除。
			2. 混凝土切割面应凿毛。
			3. 应检查旧桥混凝土现浇层厚度和板梁厚度，厚度不能满足设计最低要求时，应向设计反馈，取处理措施。
			4. 施工应采取防护措施，确保安全。
		3. 植筋
			1. 植筋应符合JTG/T J23的植筋技术要求。
			2. 拼接的钢筋施工，应先对旧桥接缝处混凝土表面进行凿除，应露出横向钢筋进行连接，无法除并进行钢筋连接的，应进行侧向植筋；下部构造进行连接的，应进行侧向植筋；凿除后发现原钢数量不满足设计要求时，应增加植筋数量。
			3. 应检查被植筋的混凝土面完好程度，宜采用钢筋探测仪测出植筋处混凝土内的钢筋位置，并核对、标记植筋部位，钻孔时应避让钢筋。
			4. 钢筋与模板之间应设置垫块。
		4. 模板
			1. 模板的设计、制作与安装、拆除与维护等应符合GB 50666的规定。
			2. 拼接缝模板应具有足够的强度和刚度，与梁体的接触面应密贴并具有一定的搭接长度，各个接缝应严密不漏浆，模板周围宜采用高强止浆橡胶条止浆。
			3. 模板拆卸安装时不应变形。
		5. 混凝土施工
			1. 混凝土施工除应按JTG/T 3650规定进行外，应满足本文件以下规定。
			2. 混凝土搅拌应按下列规定进行：
43. 混凝土原材料应精确计量：粗细集料称量的允许误差为±2%，其余材料为±1%；
44. 拌制抗振混凝土时，宜先投入集料和纤维干拌60 s，然后加入粉料和部分拌和水搅拌60 s，最后加入外加剂和剩余拌和用水搅拌60 s~90 s，直至拌匀为止；
45. 补偿收缩混凝土、早强快硬混凝土的拌制宜参照抗振混凝土的规定进行；
46. 拌制超高性能混凝土时，宜将水泥、矿物掺合料、骨料、粉剂外加剂等干料预先干拌1 min~2 min，再加入水和其他液体原材料湿拌不宜低于5 min，至拌合物接近目标流动性，最后缓慢加入纤维后，继续搅拌不少于2 min，直至纤维分散均匀；
47. 混凝土应搅拌均匀，不应出现离析、泌水现象；施工过程中，不应在混凝土拌合物中加水。
	* + 1. 现场浇筑混凝土应符合以下规定：
48. 应选择合理的混凝土浇筑时机，宜使混凝土初凝至终凝发生在拼接桥梁上车流量相对较小的时段；
49. 不应在风力大于6级或降雨天气浇筑混凝土；混凝土入模温度宜为5℃～28℃时，外部环境气温与入模温度差不宜超过5℃。
	* + 1. 混凝土的振捣应按以下规定进行：
50. 应根据混凝土振捣施工方案进行振捣。振捣过程中，应控制混凝土的均匀性和密实性，不应出现明显欠振及过振现象；
51. 应采用高频振捣器，宜采用二次振捣方式施工；
52. 采用插入式振动器时，宜快插慢拔，移动间距不应超过振动器作用半径的1.5倍，与拼接缝底部吊模应保持50 mm～100 mm距离；应避免振动棒碰撞模板、钢筋及其他预埋件；
53. 振捣过程中，每点振捣时间不宜超过30 s，应防止过度振捣；
54. 混凝土浇筑完成后，应及时对混凝土裸露面进行修整、抹平，在终凝前采用抹面机进行二次抹面；严禁通过洒水辅助抹面；
55. 超高性能混凝土浇筑后不宜进行振捣。
	* + 1. 混凝土的养护应符合以下规定：
56. 应根据施工对象、环境、水泥品种、外加剂以及混凝土性能要求，提出具体的养护方案；
57. 混凝土浇筑完成后，应及时覆盖和洒水养护；当气温低于5℃时，应覆盖保温，不应向混凝土表面洒水；对于不同类型拼接用混凝土，除满足GB 50164、GB 50666的规定外，应符合下列规定：
	1. 抗振混凝土、早强快硬混凝土、超高性能混凝土湿接缝浇筑完成后，应尽早保湿养护，保湿养护时间不宜少于7 d，补偿收缩混凝土养护期不应少于14 d。确无条件达到要求的养护时间时，应通过试验确定。
	2. 当采用保温养护、加热养护、蒸汽养护或其他快速养护等特殊养护时，养护制度应通过试验确定，并采取必要的措施防止收缩裂缝。
	3. 验收
		1. 钢筋混凝土结构或构件均应包含钢筋加工及安装养护单元，并应按JTG F80/1的相关规定进行检验。
		2. 混凝土结构修复应按JTG 5220的相关规定进行检验。
		3. 桥梁拼接施工养护完成后，应对拼接缝混凝土的外观质量、混凝土强度进行检测。
		4. 拼接缝浇筑混凝土前，应对下列项目按隐蔽工程要求进行验收：
58. 界面处理及喷涂结构界面胶的质量；
59. 新增钢筋（包括植筋）的品种、规格、数量和位置；
60. 新增钢筋或植筋与原构件钢筋的连接构造及焊接质量；
61. 植筋质抗拔力；
62. 预埋件的规格、质量。
	* 1. 应对工程进行全面检查，不符合设计、技术标准和规范要求的质量缺陷应进行整修和处理，保证工程的交工验收能正常进行。
		2. 应按JTG 5220的规定对修复与拼接施工质量进行自检、评定，完工后申请交工验收。

**三、主要试验和情况分析**

结合国内外的行业测试标准和企业内部工厂管控的项目进行要求规定和试验验证。

**四、标准中涉及专利的情况**

无

**五、预期达到的效益（经济、效益、生态等），对产业发展的作用的情况**

道路桥梁企业规范运营，在国际市场上有机会与其他各国（相关）企业竞争。

**六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系**

与现行法律、法规和强制性标准没有冲突。

**七、重大意见分歧的处理依据和结果**

标准制定过程中，未出现重大意见分歧。

**八、标准性质的建议说明**

本标准为团体标准，供社会各界自愿使用。

**九、贯彻标准的要求和措施建议**

无。

**十、废止现行相关标准的建议**

本标准为首次发布。

**十一、其他应予说明的事项**

无。