

DB12

天津市地方标准

DB12/T 941—2020

高速公路桥梁预防养护规程

Code for preventive maintenance of expressway bridge

2020 - 06 - 14 发布

2020 - 07 - 10 实施

天津市市场监督管理委员会

发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

5 预防养护检查与评定 3

6 预防养护设计 3

7 预防养护条件 5

8 预防养护时机 8

9 预防养护方案 9

10 预防养护效果的跟踪观测 11

附录 A（规范性附录） 桥梁预防养护工作重点 13

附录 B（规范性附录） 预防养护常用措施的技术要求 15

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由天津市交通运输委员会提出并归口。

本标准起草单位：天津市高速公路管理处、天津市交通运输工程质量监督总站、天津市交通科学研究院、天津新展高速公路有限公司、天津海滨大道建设发展有限公司、中交一公局第六工程有限公司。

本标准主要起草人：张亮、张建东、何立忠、宋晓磊、陈明、袁继强、纪姗、陈思、王国军、刘得超、徐鸿喆、王峥、高坤、田增朝、李海、张帝、王星、裴旺、岳向武、陈鑫瑞、何铁强、李玉玺、崔红娜、李仙、曹书生、焦晓磊、刘艳竹、董长松、王海峰、李清华、谢雄兵、王文超、罗春来、袁玉琴、王海彦、黄明、赵会凯、陈鸿锦、张旭良、张昊伟、肖新江、周思南。

高速公路桥梁预防养护规程

1 范围

本标准规定了高速公路桥梁预防养护的检查与评定、设计、条件、时机和跟踪观测。
本标准适用于天津市高速公路桥梁预防养护，普通公路桥梁可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 50728 工程结构加固材料安全性鉴定技术规范
JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件
JT/T 821.1 混凝土桥梁结构表面用防腐涂料
JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
JTG H11 公路桥涵养护规范
JTG/T H21 公路桥梁技术状况评定标准
TJG H20 01 高速公路养护工程质量检验评定标准
JTG/T J23 公路桥梁加固施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

桥梁预防养护 bridge preventive maintenance

在桥梁结构基本完好、仅出现少量表观性损伤、材料状况初步劣化时，为预防病害的发生或减缓病害的发展，在适当时机采用的有计划的、周期性的、主动性的养护策略。

3.2

桥梁修复养护 bridge repair and maintenance

针对桥梁承载力不足进行的结构性补强、加固或对桥梁各构件、各部件功能性损害进行的桥梁养护工作。

3.3

养护需求时机 maintenance demand timing

根据桥梁构件及材质状况的衰减情况，需要采取合适的预防养护措施阻止病害发生或减缓病害发展而确定的养护时间。

3.4

最佳养护时机 best time for maintenance

根据桥梁构件及材质状况的衰减情况，经过寿命周期成本分析后，确定的需要采取预防养护措施阻止病害发生或减缓病害发展的最佳时间范围。

3.5

桥梁日常养护 daily maintenance of bridge

对桥梁经常进行的清洁、保养作业。

3.6

桥梁构件 bridge member

组成桥梁结构的最小单元，如一片梁、一个桥墩等。

3.7

桥梁部件 bridge component

结构中同类构件的统称，如梁、桥墩等。

3.8

蜂窝 voids

混凝土局部不密实或松散，混凝土表面多砂少浆，呈蜂窝状空洞。

3.9

剥落 spalling

混凝土表层脱落、粗集料外露的现象。严重时，成片状脱落，钢筋外露。

3.10

涂层缺陷 coating defect

钢结构表面涂层出现流痕、气泡、白化、起皱、起皮等现象。

4 总则

4.1 桥梁预防养护是依据桥梁技术状况评定结果，基于费用-效益原则进行的有计划的、周期性的、主动性养护策略。

4.2 桥梁预防养护可通过修复桥梁非结构性损伤的方式保持和改善桥梁技术状况，延缓桥梁结构性损伤的发生、发展，降低桥梁全寿命周期内养护总费用。

4.3 桥梁预防养护应贯彻“预防为主、防治结合”的方针，坚持“养早、养小、养好”的原则进行。

4.4 应定期对桥梁技术状况进行检测评定，结合病害的发展、分析，预测桥梁病害发展趋势，制定科学有效、经济合理、安全可靠的预防养护方案；桥梁预防养护可作为专项工程进行，也可结合桥梁养护工程一并开展实施，逐步实现桥梁预防养护工作的规范化、科学化和制度化。

4.5 桥梁预防养护应积极推广应用新技术、新材料、新设备、新工艺，总结经验，不断创新，提高预防养护的技术水平。

4.6 桥梁预防养护工作，除应执行本规程的规定外，尚应遵守国家和行业现行相关标准、规范。

4.7 桥梁预防养护工作流程见图 1 所示。

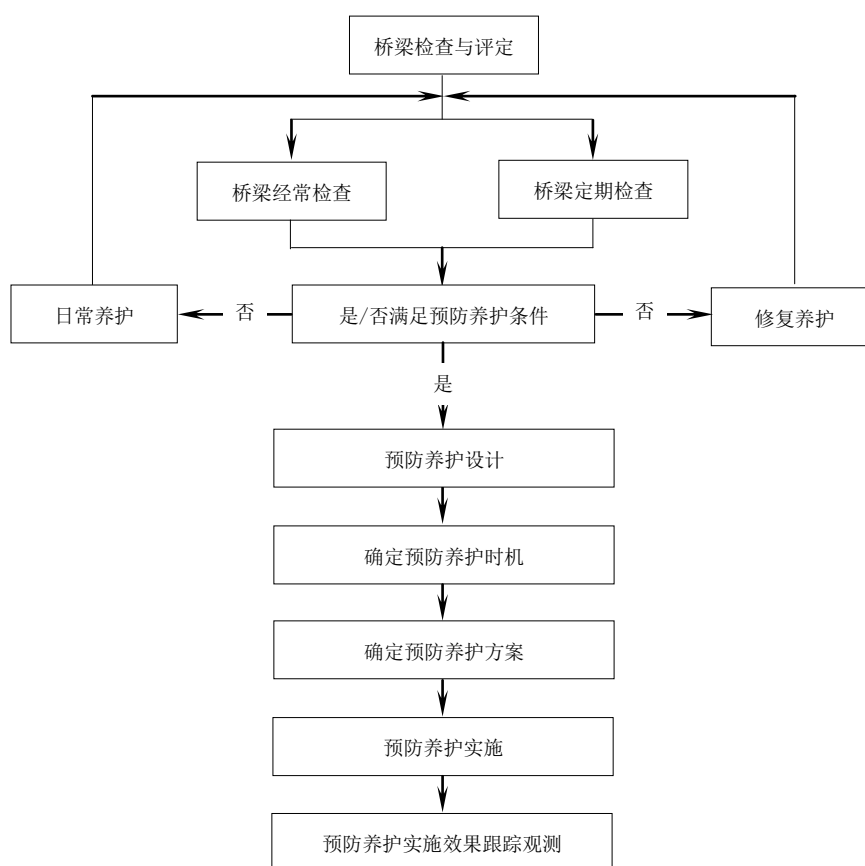


图1 桥梁预防养护工作流程图

5 预防养护检查与评定

5.1 一般规定

5.1.1 运营管理部门应按照 JTG H11 中要求的检查内容和检查频率开展桥梁检查工作, 根据检查结果对桥梁技术状况进行评定。

5.1.2 确定预防养护范围, 制定预防养护方案和措施。

5.1.3 预防养护的重点见附录 A。

5.2 检查方法

按照 JTG H11 中经常检查和定期检查的要求开展桥梁检查工作。

5.3 评定方法

5.3.1 桥梁病害标度的评定, 依据 JTG/T H21 中的评定方法进行。

5.3.2 桥梁预防养护检查评定以桥梁构件和部件为主, 在确定预防养护范围时, 主要以桥梁构件、部件、部位的评定结果为依据。

6 预防养护设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 预防养护设计应进行方案比选和费用效益分析。
- 6.1.2 预防养护设计应参考历年桥梁检测数据，并进行总结分析。
- 6.1.3 预防养护设计包括预防养护综合规划设计和预防养护专项方案设计。

6.2 预防养护综合规划设计流程

6.2.1 预防养护综合规划设计通过对桥梁历史检测数据进行分析，总结病害发展演变趋势，结合预防养护效果的分析，制定未来3年~5年的预防养护方案。

6.2.2 预防养护综合规划设计流程见图2所示，主要内容包括：

- 根据桥梁历史检测数据，分析桥梁病害尤其是适合进行预防养护的病害的发展演变趋势；
- 根据桥梁总体养护规划和养护投资计划，结合桥梁的养护历史、通车运营年限、周边环境条件、预防养护技术等，制定预防养护综合规划设计初步方案；
- 通过对预防养护效果、实施可靠度、寿命周期成本分析，确定最终的预防养护综合规划设计方案。

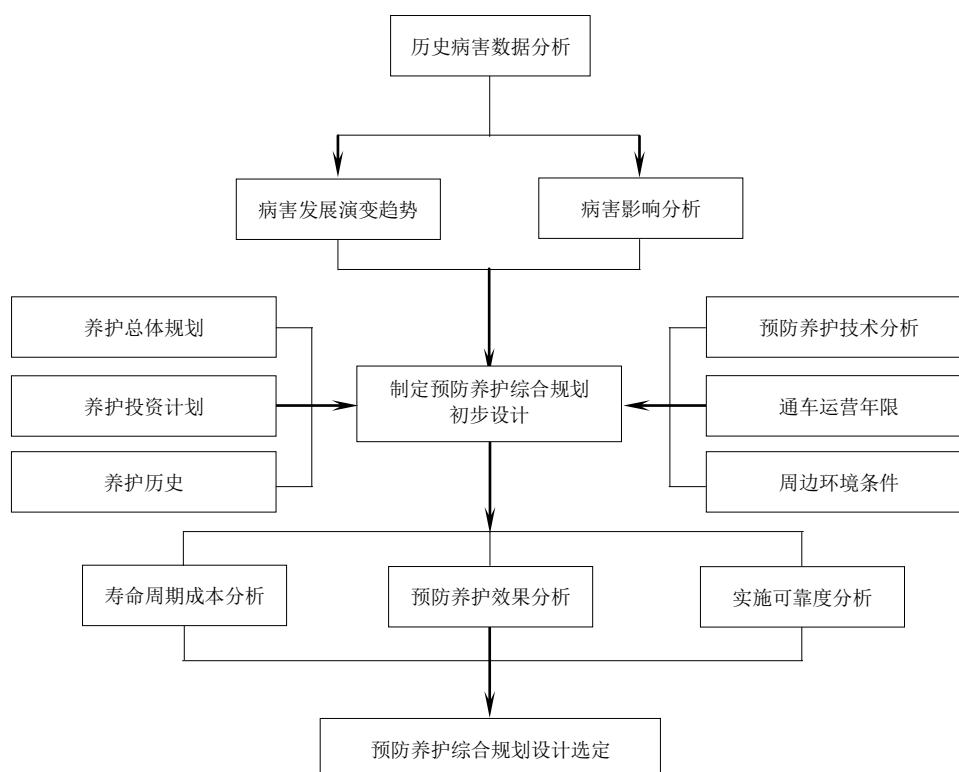


图2 预防养护综合规划设计流程

6.3 预防养护专项方案设计流程

6.3.1 预防养护专项方案设计应及时对桥梁检测数据进行分析，根据实际情况判定是否需要安排开展预防养护，或结合工程维修一并实施。

6.3.2 预防养护专项方案设计流程见图3所示，主要内容包括：

- 通过桥梁检查，确定预防养护范围；
- 分析检测数据，根据桥梁结构、周边环境条件、技术适用性等形成初步的预防养护专项方案；结合经济效益、交通组织、预防养护效果等，确定最终的预防养护专项方案。

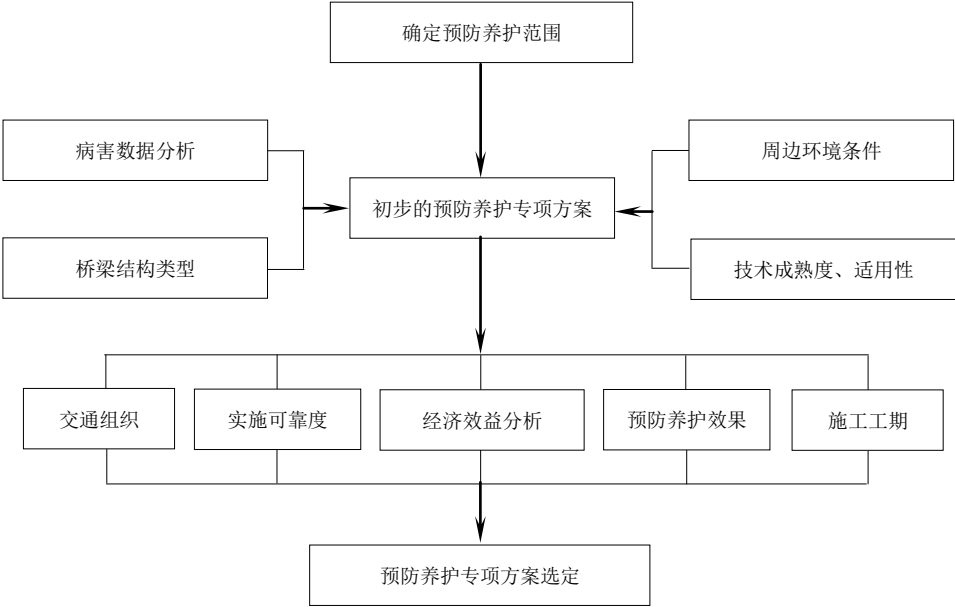


图3 预防养护专项方案设计流程

7 预防养护条件

7.1 一般规定

- 7.1.1 预防养护一般适用于桥梁构件、部件、部位技术状况良好的在役桥梁。
- 7.1.2 依据 JTG/T H21 评定标准，当桥梁构件、部件、部位（桥面系、上部结构、下部结构）病害评定标度达到 2 时，宜进行预防养护。

7.2 桥梁预防养护条件

- 7.2.1 上部结构构件预防养护条件见表 1 所示。

表1 上部结构构件预防养护条件

序号	预防养护病害条件		描述
	病害类型	标度值	
1	混凝土表层裂缝	2	局部出现网状裂缝，或主梁出现少量轻微裂缝，缝宽未超限；网状裂缝累计面积≤构件面积的 20%，单处面积≤1.0 m²，或主梁裂缝缝长≤截面尺寸 1/3

表 1 (续)

序号	预防养护病害条件			描述
	病害类型		标度值	
2	混凝土结构外观缺陷	蜂窝、麻面	2	较大面积蜂窝麻面 累计面积 $\leq$ 构件面积的 50%
3		渗水、水蚀、麻面	2	呈现明水, 伴有晶体析出或水迹、白华, 表层砂浆脱落, 露出粗骨料呈现麻面 累计面积 $\leq$ 构件面积的 5%, 或单处面积 $\leq 0.5 \text{ m}^2$
4		次要部件 胀裂、剥落	2	局部表层混凝土空鼓、网裂, 轻微剥落 累计面积 $\leq$ 构件面积的 5%, 或单处面积 $\leq 0.5 \text{ m}^2$
5	钢结构 表层缺陷	涂层劣化	2	涂层个别位置出现流痕、气泡、白化、漆膜发黏、针孔、起皱或皱纹、表面粉化、变色起皮、脱落等缺陷 累计面积 $\leq$ 构件面积的 10%
6		钢材锈蚀	2	构件表面发生轻微锈蚀, 部分氧化皮或油漆层出现剥落 锈蚀累计面积 $\leq$ 构件面积的 5%
7	斜拉索、吊杆钢护筒防水垫圈		2	轻微老化, 表面有脏污
8	支座	钢构件锈蚀	2	垫板、钢盆、螺栓等出现表面出现较多锈蚀

7.2.2 下部结构构件预防养护条件见表 2 所示。

表2 下部结构构件预防养护条件

序号	预防养护病害条件				描述
	病害类型			标度值	
1	混凝土 表层裂缝	桥墩	网状裂缝	2	局部网状裂缝; 累计面积 $\leq$ 构件面积的 20%, 单处面积 $\leq 1.0 \text{ m}^2$
2			水平裂缝	2	较少裂缝, 缝宽未超限; 缝长 $\leq$ 墩身直径或墩身宽度的 1/8
3			竖向裂缝	2	较少裂缝, 缝宽未超限 缝长 $\leq$ 截面尺寸的 1/5
4		盖梁	网状裂缝	2	局部网状裂缝; 累计面积 $\leq$ 构件面积的 20%, 单处面积 $\leq 1.0 \text{ m}^2$
5			墩帽顶面 水平裂缝	2	少量裂缝, 缝宽未超限; 缝长 $\leq$ 截面尺寸的 1/3
6			盖梁 自上而下的 垂直裂缝	2	缝宽未超限 缝长 $\leq$ 截面尺寸的 1/5, 间距 $> 80 \text{ cm}$

表2 (续)

序号	预防养护病害条件				描述
	病害类型			标度值	
7	混凝土 表层裂缝	台身	网状裂缝	2	局部网状裂缝; 累计面积 $\leq$ 构件面积的 20%, 单处面积 $\leq 1.0 \text{ m}^2$
8			台身的 水平裂缝	2	缝宽未超限 缝长 $\leq$ 台身宽的 1/8
9			竖向裂缝	2	缝宽未超限 缝长 $\leq$ 截面尺寸的 1/3
10		台帽	台帽 自上而下的 垂直裂缝	2	缝宽未超限 缝长 $\leq$ 截面尺寸的 2/3, 间距 $\geq 20 \text{ cm}$
11		翼墙、耳墙		2	较多网裂; 出现个别裂缝, 缝宽未超限 网裂总面积
12	混凝土结 构外观缺 陷	墩身 盖梁	蜂窝、麻面	2	轻微蜂窝、麻面 累计面积 $\leq$ 构件面积的 20%, 单处面积 $\leq 1.0 \text{ m}^2$
13			剥落、露筋	2	局部混凝土剥落、露筋 累计面积 $\leq$ 构件面积的 3%, 单处面积 $\leq 0.5 \text{ m}^2$
14		桥台	剥落	2	局部混凝土剥落 累计面积 $\leq$ 构件面积的 5%, 单处面积 $\leq 0.5 \text{ m}^2$
15		台帽	破损	2	局部混凝土剥落、磨损等 累计面积 $\leq$ 构件面积的 10%, 单处面积 $\leq 0.5 \text{ m}^2$
16		翼墙 耳墙	破损	2	局部混凝土出现空洞、孔洞、剥落, 或砖石表面小块脱落 累计面积 $\leq$ 构件面积的 5%, 单处面积 $\leq 0.5 \text{ m}^2$
17		渗水、水蚀、麻面		2	呈现明水, 伴有晶体析出或水迹、白华, 表层砂浆脱落, 露 出粗骨料呈现麻面 累计面积 $\leq$ 构件面积的 5%, 或单处面积 $\leq 0.5 \text{ m}^2$
18	锥坡、护坡		破损	2	铺砌面局部隆起、凹陷、开裂, 砌缝砂浆脱落; 或局部铺砌 面下滑、坡角损坏 缺陷面积 $\leq 10\%$

7.2.3 桥面系结构预防养护条件见表 3 所示。

表3 桥面系结构预防养护条件

序号	预防养护病害条件		描述
	病害类型	标度值	
1	车辙	2	面层出现深度较浅的车辙, 深度达到 10–15mm
2	沥青混凝土铺装层破损	2	面层局部松散、露骨或局部浅坑槽 松散、露骨累计面积 $\leq 10\%$; 坑槽深度 $\leq 25 \text{ mm}$, 累计面积 $\leq 3\%$, 单处面积 $\leq 0.5 \text{ m}^2$
3	沥青混凝土铺装层裂缝	2	局部龟裂, 裂缝区无变形、无散落; 龟裂缝宽 $\leq 2.0 \text{ mm}$, 部分 裂缝块度 $\leq 5.0 \text{ m}$

表3 (续)

序号	预防养护病害条件		描述
	病害类型	标度值	
3	沥青混凝土铺装层裂缝	2	局部块裂，裂缝区无散落；块裂缝宽 ≤ 3.0 mm，大部分裂缝块度 > 1.0 m 有纵横裂缝，裂缝壁无散落，无支缝；纵横裂缝缝长 ≤ 1.0 m，缝宽 ≤ 3.0 mm
4	伸缩缝止水带缺陷	2	橡胶条老化、轻微损坏
5	混凝土护栏破损	2	个别构件出现蜂窝麻面、剥落、锈蚀、裂缝

8 预防养护时机

8.1 一般规定

基于费用-效益的养护原则，预防养护时机可分为养护需求时机和最佳养护时机。

8.2 养护需求时机的确定

8.2.1 养护需求时机在一定程度上可等同于预防养护条件达到的时间，即某种病害在一定时间内处于某个标度，即需要采取针对性的预防养护措施；超过了这段时间，病害会随着发展，达到更严重的标度，则需要修复养护。

8.2.2 可根据构件病害标度，确定养护需求时机。本规程中对养护需求时机的选择可按照第7章中7.2桥梁预防养护条件来确定。

8.3 最佳养护时机的确定

最佳养护时机的确定流程见图4所示。

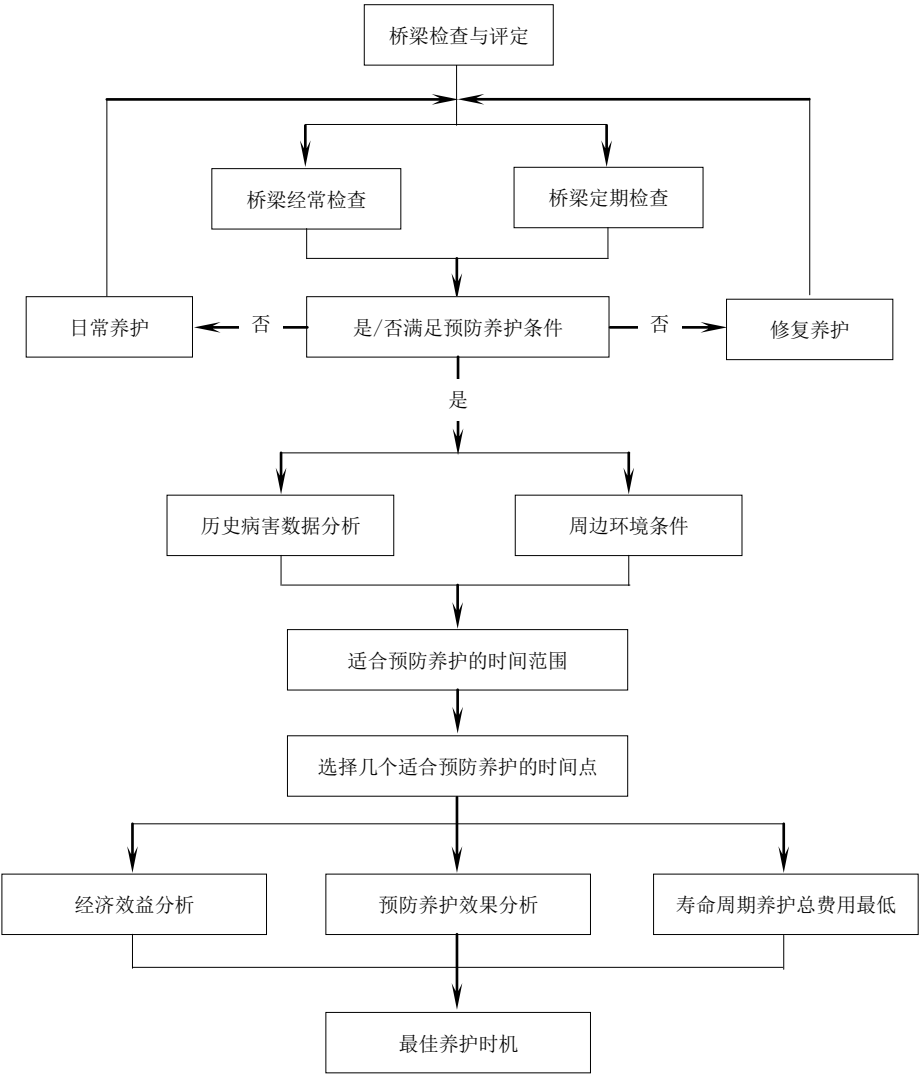


图4 最佳养护时机确定流程图

9 预防养护方案

9.1 一般规定

- 9.1.1 预防养护方案选择前应对桥梁的技术状况及病害进行全面的调查和检测。
- 9.1.2 预防养护方案选择应考虑桥梁技术状况、桥梁结构类型、通车年限、交通量、交通组成、技术成熟度、施工影响、养护资金等，通过综合评定选择最佳的预防养护方案。
- 9.1.3 预防养护常用措施的技术要求见附录 B。

9.2 预防养护方案

9.2.1 桥梁上部结构

桥梁上部结构常见病害预防养护方案见表4所示。

表4 桥梁上部结构常见病害预防养护方案

序号	预防养护病害条件			预防养护方案
	病害类型		标度值	
1	混凝土表层裂缝		2	表面封闭法：裂缝宽度小于 0.15mm
				压力注胶法：裂缝宽度大于等于 0.15mm
2	混凝土结构 表观缺陷	蜂窝、麻面	2	1 钢筋锈蚀部位，进行除锈，通过涂层封闭防护（喷剂、阻锈剂、表面憎水浸渍、硅烷涂层）或阴极保护的方式进行防锈处置 2 对于混凝土缺陷通过水泥混凝土（砂浆）、高抗渗混凝土（砂浆）、聚合物水泥混凝土（砂浆）、改性环氧混凝土（砂浆）等进行修复 3 对处于水环境或潮湿环境的部位，还应进行表面涂层防护，进行防水、防腐处理
3		渗水、水蚀、麻面	2	
4		胀裂、剥落	2	
5	钢结构 表层缺陷	涂层劣化	2	涂层修补
6		钢材锈蚀	2	除锈、喷涂防锈防腐涂层
7	斜拉索、吊杆钢护筒防水垫圈		2	补设防水垫圈
8	支座	钢构件锈蚀	2	除锈、喷涂防锈防腐涂层

9.2.2 桥梁下部结构

桥梁下部结构常见病害预防养护方案见表5所示。

表5 桥梁下部结构常见病害预防养护方案

序号	预防养护病害条件				预防养护方案
	病害类型			标度值	
1	混凝土 表层裂缝	桥墩	网状裂缝	2	表面封闭法：裂缝宽度小于 0.15mm 压力注胶法：裂缝宽度大于等于 0.15mm
2			水平裂缝	2	
3			竖向裂缝	2	
4		盖梁	网状裂缝	2	
5			墩帽顶面 水平裂缝	2	
6			盖梁自上而下的 垂直裂缝	2	
7		台身	网状裂缝	2	
8			台身的 水平裂缝	2	
9			竖向裂缝	2	
10		台帽	台帽自上而下的 垂直裂缝	2	
11		翼墙、耳墙裂缝		2	

表 5 （续）

序号	预防养护病害条件				预防养护方案
	病害类型			标度值	
12	混凝土结构外观缺陷	墩身	蜂窝、麻面	2	1 钢筋锈蚀部位，进行除锈，通过涂层封闭防护（喷剂、阻锈剂、表面憎水浸渍、硅烷涂层）或阴极保护的方式进行防锈处置 2 对于混凝土缺陷通过水泥混凝土（砂浆）、高抗渗混凝土（砂浆）、聚合物水泥混凝土（砂浆）、改性环氧混凝土（砂浆）等进行修复 3 对处于水环境或潮湿环境的部位，还应进行表面涂层防护，进行防水、防腐处理 4 水中墩柱可增设防腐涂装、腐蚀层（扩大截面）、玻璃纤维套筒等
13		盖梁	剥落、露筋	2	
14		桥台	剥落	2	
15		台帽	破损	2	
16		翼墙 耳墙	破损	2	
17		渗水、水蚀、麻面		2	
18	锥坡、护坡		破损	2	

9.2.3 桥面系结构

桥面系结构常见病害预防养护方案见表6所示。

表6 桥面系常见病害预防养护方案

序号	预防养护病害条件		预防养护方案
	病害类型	标度值	
1	沥青混凝土铺装变形、破损、裂缝	2	日常裂缝处治、破损修补、微表处
2	伸缩缝止水带缺陷	2	1 更换缺陷伸缩缝止水带 2 伸缩缝液体/液态止水带
3	混凝土护栏破损	2	1 裂缝修补 2 钢筋锈蚀部位，进行除锈，通过涂层封闭防护（喷剂、阻锈剂、表面憎水浸渍、硅烷涂层）或阴极保护的方式进行防锈处置 3 对于混凝土缺陷通过水泥混凝土、高抗渗混凝土、聚合物水泥砂浆、改性环氧砂浆等进行修复 4 进行表面涂层（防腐涂料、表面憎水浸渍、硅烷涂层等）防护，进行防水、防腐处理

10 预防养护效果的跟踪观测

10.1 一般规定

- 10.1.1 桥梁预防养护工作实施、验收完成后，应定期进行跟踪观测。
- 10.1.2 通过跟踪观测，充分了解预防养护措施的效果以及与病害、病害环境的适应性。
- 10.1.3 通过对跟踪观测结果的分析，改进、提升桥梁预防养护技术，必要时可设置试验段。
- 10.1.4 结合效益成本分析，优化、调整养护方案。

10.2 预防养护措施跟踪观测内容

10.2.1 混凝土裂缝表面封闭、注胶修补

10.2.1.1 封缝部位封缝胶是否与混凝土结构剥离、脱落，是否存在渗水现象，并结合封缝部位周边情况分析原因。

10.2.1.2 封缝部位封缝胶是否沿原裂缝方向重新开裂，如有开裂，则需选取典型部位对裂缝变化情况进行跟踪观测。

10.2.1.3 观测周期不宜低于一年一次。

10.2.2 混凝土表面缺陷修复

10.2.2.1 修补部位混凝土是否存在蜂窝、麻面、网裂、胀裂、剥落现象。

10.2.2.2 对于修补处与外界水接触的部位，涂层是否完好，混凝土有无水蚀现象。

10.2.2.3 观测周期不宜低于一年一次。

10.2.3 混凝土表面防腐涂装

10.2.3.1 涂层是否存在起皮、裂纹、破损、脱落等缺陷。

10.2.3.2 与外界水接触或潮湿部位涂层处混凝土是否存在水蚀麻面、空鼓、网裂、胀裂、是否有锈迹渗出等缺陷。

10.2.3.3 观测周期不宜低于一年一次。

10.2.4 钢结构涂层劣化修复

10.2.4.1 涂层是否存在气泡、起皮、脱落等缺陷。

10.2.4.2 与外界水接触或潮湿部位涂层处钢结构是否存在锈蚀等。

10.2.4.3 观测周期不宜低于半年一次。

10.2.5 微表处

10.2.5.1 表观是否存在网裂、纵横向裂缝，坑槽、拥包、表层剥落等缺陷。

10.2.5.2 桥面微表处车辙、平整度、渗水系数、抗滑系数、构造深度变化情况。

10.2.5.3 观测周期不宜低于半年一次。

10.2.6 补设斜拉索、吊杆钢护筒防水垫圈

10.2.6.1 防水垫圈是否污损、老化，是否存在挤压破损、缺失等。

10.2.6.2 观测周期不宜低于半年一次。

10.2.7 锥坡、护坡破损修复

10.2.7.1 修复部位勾缝是否开裂、脱落；是否存在破损、凹陷、砌石松动现象。

10.2.7.2 观测周期不宜低于一年一次。

附 录 A
(规范性附录)
桥梁预防养护工作重点

A.1 梁式桥上部结构构件

A.1.1 预防养护的主要病害

- A.1.1.1 混凝土表面缺陷有蜂窝、麻面、渗水、水蚀麻面、胀裂剥落、掉角、空洞、孔洞等。
- A.1.1.2 局部露筋、钢筋锈蚀。
- A.1.1.3 梁体混凝土表层裂缝，影响桥梁构件、部件材质的耐久性，进而引起材质状况的劣化，导致构件或部件产生功能性损伤。
- A.1.1.4 钢构件表面锈蚀、涂层劣化（气泡、裂纹、起皮、脱落）。
- A.1.1.5 斜拉索及吊杆钢护筒防水垫圈失效。

A.1.2 预防养护工作重点部位

- A.1.2.1 边梁外侧翼板、腹板、底板易于与外界水接触的部位；边梁预防养护的实施可结合桥梁养护工程开展。
- A.1.2.2 泄水管周边由于长期渗漏水，易造成梁体产生混凝土缺陷；泄水管过短，泄水管内流出的水侵蚀梁体，造成混凝土缺陷。
- A.1.2.3 伸缩缝处梁端部位，伸缩缝处止水带失效会引起桥面积水沿伸缩缝处下渗至梁端部位，引起混凝土产生缺陷。
- A.1.2.4 铰缝、湿接缝等接缝部位梁体，因为接缝处长期渗水造成两侧梁体产生混凝土缺陷。
- A.1.2.5 斜拉索及吊杆钢护筒与索套管连接处的防水垫圈在长期振动情况下易被挤压破坏，同时在外界环境下易发生老化失效。

A.2 桥梁下部结构构件

A.2.1 预防养护的主要病害

- A.2.1.1 混凝土表面缺陷有蜂窝、渗水、水蚀麻面、胀裂剥落、掉角、空洞、孔洞等。
- A.2.1.2 局部露筋、钢筋锈蚀。
- A.2.1.3 桥台、墩柱、盖梁、桥塔、翼墙、耳墙等混凝土表层裂缝。
- A.2.1.4 钢构件表面锈蚀、涂层劣化（气泡、裂纹、起皮、脱落）。

A.2.2 预防养护工作重点部位

- A.2.2.1 桥梁下部结构长期与外界直接接触，长期雨水侵蚀及温度影响，易产生混凝土缺陷。
- A.2.2.2 伸缩缝处墩台，伸缩缝处止水带失效会引起桥面积水沿伸缩缝处下渗至墩台顶部，引起墩台产生混凝土缺陷。
- A.2.2.3 水中的墩柱，水中墩柱干湿交接部位易产生混凝土缺陷；水质污染严重区域或水中酸性离子（如沿海地域氯离子等）会加速混凝土缺陷的发展。

A.3 桥面系构件

A.3.1 预防养护的主要病害

A.3.1.1 沥青混凝土桥面铺装缺陷，如车辙、裂缝、局部坑槽、松散等。

A.3.1.2 伸缩缝止水带损伤。

A.3.1.3 混凝土护栏蜂窝麻面、剥落、露筋锈蚀、裂缝。

A.3.1.4 泄水孔堵塞等。

A.3.2 预防养护工作重点部位

A.3.2.1 沥青混凝土铺装缺陷部位，尤其是网裂、坑槽、松散部位，要及时查明是否由防水及混凝土铺装层损坏引起，并及时进行维修。

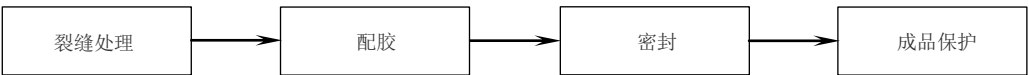
A.3.2.2 伸缩缝止水带破损部位，伸缩缝止水带失效一方面会造成桥面积水下渗造成梁体及墩台产生水蚀等混凝土缺陷；另一方面桥面杂物不断掉落堆积在梁端部位，会影响梁体伸缩，产生次生病害。

A.3.2.3 混凝土护栏，由于桥面横坡的原因雨水易在混凝土护栏内侧汇集，冬季融雪剂中的氯离子更加剧造成护栏内侧根部混凝土水蚀、松散、剥落；对于跨线桥部位混凝土护栏外侧的混凝土缺陷易造成混凝土掉落，影响桥下行人及车辆安全。

附录 B
(规范性附录)
预防养护常用措施的技术要求

B.1 混凝土裂缝表面封闭修补

B.1.1 混凝土裂缝表面封闭修补适用于裂缝宽度小于0.15mm的裂缝处理，施工流程如图B.1所示：



图B.1 混凝土表面裂缝封闭施工流程图

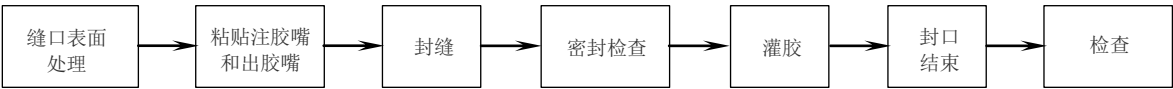
B.1.2 施工工艺应符合下列规定：

- 裂缝表面处理：首先，清理混凝土表面，对裂缝走向两侧各 30mm～50mm 范围内的原构件表面，用喷砂机或砂轮机打磨平整，直至露出坚实的骨料新面，清除表面尘土、浮浆、污垢、油渍、原有涂装、抹灰层或其他饰面层；其次，除去裸露钢筋表面的锈迹及油污；最后，清除裂缝内的灰尘等杂物，采用工业丙酮擦拭一遍构件表面；
- 配胶：按说明书提供的配比和所需用量配制好环氧树脂胶泥或封缝胶；
- 用小铲刀将环氧胶泥或封缝胶刮抹到裂缝上，厚度 2mm 左右，宽度 40mm 左右，抹胶时要刮平整，保证封闭可靠。

B.1.3 质量检验与验收应符合TJG H20 01的规定。

B.2 混凝土裂缝注胶修补

B.2.1 混凝土裂缝注胶修补适用于裂缝宽度大于等于0.15mm的裂缝处理，施工流程如图B.2所示。



图B.2 混凝土裂缝注胶施工流程图

B.2.2 裂缝修复胶采用改性环氧胶粘剂，其填料必须在工厂制胶时添加，严禁在施工现场掺入。另外裂缝修复胶应进行毒性检验，对完全固化的胶黏剂，其检验结果应符合无毒卫生等级的规定，其性能指标应符合GB 50728中相关要求，具体见表B.1。

表B.1 裂缝修补用胶性能指标

检验项目		性能指标
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥ 25
	受拉弹性模量 (MPa)	≥ 1500
	伸长率 (%)	≥ 1.7
	抗弯强度 (MPa)	≥ 30 , 且不得呈脆性破坏
	抗压强度 (MPa)	≥ 50
	无约束现行收缩率 (%)	≤ 0.3
粘结能力	钢对钢拉伸抗剪强度 (MPa)	≥ 15
	钢对钢对接抗拉强度 (MPa)	≥ 20
	钢对干态混凝土正拉粘结强度 (MPa)	≥ 2.5 , 且为混凝土内聚破坏
	钢对湿态混凝土正拉粘结强度 (MPa)	≥ 1.8 , 且为混凝土内聚破坏
耐湿热老化性能		与室温下, 短期试验结果相比, 其抗剪强度降低率不大于 18%

B.2.3 施工工艺应符合下列规定:

- 缝口表面处理: 可用钢丝刷或砂轮等工具, 清除裂缝表面的灰尘、浮渣及松散层等污物, 然后用压缩空气将裂缝内的灰尘吹出, 再用棉丝沾丙酮沿裂缝两侧擦洗干净并保持干燥, 使工作面平顺、干燥、无油污, 处理范围沿裂缝走向宽 30mm~50mm;
- 粘贴注胶嘴和出胶嘴: 将注胶嘴底部周边均匀涂抹一层封缝胶, 注意不要将注胶嘴的胶孔堵住, 将注胶嘴出胶孔对准裂缝, 粘贴安装, 安装间距视缝宽一般为 200mm~400mm;
- 封缝: 用小铲刀将封缝胶刮抹到裂缝上, 厚度 2mm 左右, 宽度 40mm 左右, 抹胶时应防止产生小孔和气泡, 要刮平整, 保证封闭可靠;
- 密封检查: 裂缝封闭后应进行压气试漏, 待封缝胶达到强度时, 沿裂缝涂一层肥皂水, 从注胶底座通入压缩空气, 若有气泡冒出说明该处漏气, 作好标记。用密封胶对漏气的区域进行封闭, 待达到强度时再气检, 如此反复直至不漏气为止;
- 配胶: 按裂缝修复胶说明书提供配比和所需用量分别提取双组份原料, 把双组分原料倒入干净的容器, 混合搅拌至颜色均匀, 然后使用。一次配胶量不宜过多, 以 40 分钟~50 分钟用完为宜;
- 灌胶: 将配制好的灌缝胶装入注射器, 竖向裂缝、斜向裂缝按从下向上顺序, 水平裂缝按从一端向另一端顺序, 灌胶时从第一个底座开始注入, 待第二个注胶底座流出胶后为止, 然后将第一个底座进胶嘴堵死, 再从第二个注胶底座注入, 如此顺序进行。最后一个注胶底座为排气用, 可不注胶。注胶应根据胶液流动性选择注胶压力, 一般为 0.1Mpa~0.4Mpa;
- 成品保护: 灌胶结束后, 24 小时内不得扰动注胶嘴和出胶嘴, 3 天~5 天后可将其拆除。

B.2.4 质量检验与验收应符合TJG H20 01的规定。

B.3 混凝土表面缺陷修复

B.3.1 混凝土表面缺陷修复适用于构件表面蜂窝麻面、空洞、水蚀麻面、胀裂剥落、露筋以及小面积破损等缺陷的修补。

B.3.2 混凝土表面缺陷修复材料可选择混凝土（砂浆）、聚合物混凝土（砂浆）、改性环氧混凝土（砂浆）等可靠的修补材料，材料应满足与原混凝土基面粘结密实等要求，其性能指标应符合GB 50728中相关要求，具体见表B.2所示。

表B.2 混凝土表面缺陷修复材料性能指标

检验项目			性能指标
材料性能	劈裂抗拉（MPa）		≥ 5.5
	抗折强度（MPa）		≥ 10
	抗压强度（MPa）	7d	≥ 30
		28d	≥ 45
粘结能力	与钢丝绳粘结抗剪强度（MPa）	标准值	≥ 5
	与混凝土正拉粘结强度（MPa）		≥ 2.5 ，且为混凝土内聚破坏
耐环境作用能力	耐湿热老化性能		短期试验结果相比，其与钢丝绳粘结抗剪强度降低率不大于 15%
	耐冻融性能		经受 50 次循环，其与钢丝绳粘结抗剪强度降低率不大于 10%
	耐水性能		≥ 1.5 ，且为混凝土内聚破坏
收缩率（%）		28d	≤ 0.1

B.3.3 施工工艺除应符合JTG/T J23的规定外，应符合下列规定：

- 基面处理：采用人工机械打磨或高压水射流冲洗，清除待修复混凝土表面污垢和腐蚀、松动表皮，露出密实混凝土骨料，并清除外露钢筋锈蚀表皮；
- 涂刷界面剂：为确保修复层与原混凝土结构的粘结性能，应涂刷界面剂；
- 修复缺陷：当缺陷深度不超过 1cm 时，应一次性修复完成；当缺陷深度超过 1cm 时，应分次修复，每次修复厚度不应超过 1cm，间隔时间应在 6h 以上，并洒水养护，保持表面湿润；
- 修复后养护：缺陷修复后应及时进行养护。对于阳光照射强烈或易风干的部位，应使用表面封闭材料（如湿布料薄膜等）进行覆盖，避免其表面受雨水、风及阳光直射影响。

B.3.4 质量检验与验收应符合TJG H20 01的规定。

B.4 钢筋锈蚀处理

B.4.1 钢筋锈蚀处理方法适用于既有混凝土结构钢筋锈蚀的维修处理，包括混凝土表面缺陷修复中钢筋锈胀引起的混凝土脱落、露筋的维修处治。

B.4.2 对于一般构件钢筋，宜采用涂锈转化剂作为防锈措施。对于重要构件钢筋，宜采用牺牲阳极的阴极保护法作为防锈措施。

B.4.3 施工工艺应符合下列规定：

- 采用人工凿除方法清除结构表面因钢筋锈蚀而损坏的混凝土，使钢筋锈蚀段完全露出；
- 用喷砂枪或钢丝刷等工具清除钢筋锈迹；
- 喷涂锈转化剂，或阴极保护；
- 修复结构表面。

B.4.4 质量检验与验收应符合TJG H20 01的规定。**B.5 混凝土表面防腐涂装**

B.5.1 混凝土表面防腐涂装适用于边梁、接缝处梁体、泄水管周边及附近梁体、伸缩缝位置墩台及盖梁、腐蚀环境中墩柱干湿交接处、防撞护栏内侧（尤其是根部）等易受水侵害部位的表面防腐。

B.5.2 常用的防腐抗渗封闭涂层有：表面涂层（环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+氟碳树脂漆+氟碳面漆等涂层体系）、硅烷浸渍剂、薄层砂浆+氟硅涂料、聚脲涂料等。防腐涂装材料性能指标应符合JT/T 821.1中相关性能指标要求，具体见表B.3～表B.7。

表B.3 环氧封闭底漆性能指标

项目		技术指标	
		普通型	高固体分型
在容器中状态		淡黄色或其他色透明均一液体	
细度（ μm ）		≤ 15	
不挥发物含量（%）		40~50	70~90
干燥时间（h）	表干	≤ 2	≤ 6
	实干	≤ 12	≤ 24
黏度（涂-4杯）（s）		≤ 25	≤ 35
柔韧性（mm）		≤ 2	
附着力（划圈法）（级）		1	
耐冲击性（cm）		50	

表B.4 环氧富锌云铁中间漆性能指标

项目		技术指标	
		普通型	高固体分型
在容器中状态		搅拌混合后，无硬块，呈均匀状态	
细度（ μm ）		≤ 90	
不挥发物含量（%）		≥ 75	≥ 85
		符合产品要求，允许偏差值 ± 2	
密度（g/mL）		1.7~1.9	
		符合产品要求，允许偏差值 ± 0.05	

表 B.4 (续)

项目		技术指标	
		普通型	高固体分型
干燥时间 (h)	表干	≤1	≤4
	实干	≤8	≤24
抗流挂性 (μm)		≥150	≥250
柔韧性 (mm)		≤2	
附着力 (划圈法) (级)		1	
耐冲击性 (cm)		50	

表B.5 丙烯酸聚氨酯面漆或氟碳面漆性能指标

项目		技术指标	
		丙烯酸聚氨酯面漆	氟碳面漆
在容器中状态		搅拌混合后, 无硬块, 呈均匀状态	
细度 (μm)		≤35	
不挥发物含量 (%)		≥55	
溶剂可溶物氟含量 (%)		≥24	
干燥时间	表干 (h)	≤1	
	实干 (h)	≤12	
柔韧性 (mm)		≤2	
附着力 (划圈法) (级)		≤2	
耐冲击性 (cm)		50	
耐水性, 24h		漆膜无失光、变色、起泡等现象	
耐酸性, H ₂ SO ₄ , 240h		白色漆膜无失光、变色、起泡等现象。其他颜色漆膜无起泡、开裂、明显变色和失光现象	
耐碱性		漆膜无变化	优等品漆膜无失光、变色、起泡等现象。一等品漆膜无起泡、开裂、明显变色和失光现象
主溶剂可溶物氟含量* (%)		--	≥24 (优等品) ≥22 (一等品)
*生产氟碳涂料所用的 FEVE 氟碳树脂的氟含量, 优等品不小于 25, 一等品不小于 23			

表B.6 硅烷浸渍材料性能指标

性能		单位	技术要求
纯度	膏体	%	≥ 80
	液体		≥ 98
硅氧烷含量		%	≤ 0.3
可水解的氯化物含量		%	≤ 0.01
活性		%	100
			(不得以溶剂或其他液体) 稀释
浸渍深度	C45 以下	mm	$\geq 3\text{mm}$
	C45 以上		$\geq 2\text{mm}$
耐碱性试验 (30d)		/	未出现起泡, 龟裂, 脱落现象
抗冻性 (25 次)		/	外观无明显变化
吸水率平均值		mm/min ^{1/2}	≤ 0.01

表B.7 聚脲弹性体涂料性能指标

项目		技术指标
拉伸强度 (MPa)		≥ 15
拉伸强度保持率	加热处理 (%)	≥ 100
	碱处理 (%)	≥ 80
	酸处理 (%)	≥ 80
	紫外线老化 (%)	≥ 80
断裂伸长率	无处理 (%)	≥ 450
	加热处理 (%)	≥ 450
	碱处理 (%)	≥ 450
	酸处理 (%)	≥ 450
	紫外线老化 (%)	≥ 450
低温弯折性	无处理 (%)	$\leq -40^{\circ}\text{C}$, 无裂纹
	加热处理 (%)	$\leq -40^{\circ}\text{C}$, 无裂纹
	碱处理 (%)	$\leq -40^{\circ}\text{C}$, 无裂纹
	酸处理 (%)	$\leq -40^{\circ}\text{C}$, 无裂纹
	紫外线老化 (%)	$\leq -40^{\circ}\text{C}$, 无裂纹
耐碱性	饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液, 500h 无开裂、无起皮剥落	
凝胶时间	$\leq 45\text{s}$	
表干时间	$\geq 45\text{s}$, $\leq 10\text{min}$	

表 B.7 (续)

项目	技术指标
实干时间	$\geq 60\text{s}$, $\leq 30\text{min}$
不透水性	0.4Mpa, 2h 不透水
加热伸缩率 (%)	≥ -4.0 , ≤ 1.0
固体含量 (%)	≥ 98
与混凝土粘结强度 (MPa)	≥ 2.5 或基材破坏
与潮湿基面粘结强度 (MPa)	≥ 1.5 或基材破坏
撕裂强度 (N/mm)	≥ 50
硬度	≥ 90
冲击强度 (kg·cm)	≥ 60
耐磨性 (750g/500r) /mg	≤ 40

B.5.3 施工工艺除应符合JTG/T J23的规定外,应符合下列规定:

- 施工前表面应坚实、清洁、无油污和其他污染物,对已老化疏松及表面油污污染严重的结构要彻底凿除至清洁坚固的基层,并用修补砂浆补强,以确保结构表面坚固完好,涂刷前基层应表面干燥;
- 在雨天、大风、暴晒等恶劣气候条件下禁止施工。

B.5.4 质量检验与验收应符合TJG H20 01的规定。

B.6 钢构件除锈及防腐涂装

B.6.1 钢构件除锈及防腐涂装适用于钢构件表面的锈蚀处理和表面防腐。

B.6.2 常用的防腐抗渗封闭涂层有:环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+丙烯酸脂肪族聚氨酯面漆等。防腐涂装材料性能指标应符合JT/T 722中相关要求,详见表B.8~表B.10。

表B.8 环氧封闭漆性能指标

项目		技术指标
在容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态
不挥发物含量（%）		50~70
黏度，ISO-4，秒		≤60
细度（μ m）		≤60
干燥时间	表干（h）	≤2
	实干（h）	≤12
附着力（拉开法）（Mpa）		≥5

表B.9 环氧中间漆性能指标

项目		技术指标		
		环氧（厚浆）漆	环氧（云铁）漆	环氧玻璃鳞片漆
在容器中状态		搅拌后无硬块，呈均匀状态		
不挥发物含量（%）		≥75	≥75	≥80
干燥时间	表干（h）	≤4		
	实干（h）	≤24		
弯曲性（mm）		≤2	≤2	--
耐冲击性（cm）		50		--
附着力（Mpa）		≥5		

表B.10 面漆性能指标

项目		技术指标		
		丙烯酸脂肪族聚氨酯面漆	氟碳面漆	聚硅氧烷面漆
不挥发物含量（%）		≥60	≥55	≥70
细度（μm）		≤35		
溶剂可溶物氟含量（%）		--	≥24（优等品） ≥22（一等品）	--
干燥时间	表干（h）	≤2		
	实干（h）	≤24		
弯曲性（mm）		≤2		
耐冲击性（cm）		50		
耐磨性 500r/500g, g		≤0.06	≤0.05	≤0.04
硬度		≥0.6		
附着力（Mpa）		≥5		
适用期（h）		≥5		
重涂性		重涂无障碍		

B.6.3 施工工艺应符合下列规定：

——表面预处理

- 喷砂前钢材表面沾污的油脂必须清除干净（推荐用清洗剂进行清洗）；
- 抛丸/喷砂过程中和施工后，钢材表面必须避免油脂再次沾污。

——抛丸/喷砂除锈

- 环境条件：环境温度应高于大气露点 3℃；相对湿度应小于或等于 85%，遇下雨、结露等气候时，严禁进行抛丸/喷砂除锈作业；

- 磨料：抛丸所用磨料应采用符合国家标准要求的铸钢丸和铸钢砂，粒度宜为 0.7mm～1.0mm，磨料必须保持干燥、清洁，不得使用被油脂等污染了的磨料；
- 钢砂/丸配比：考虑到施工效率和除锈质量的要求，抛丸时所用磨料应在现场用钢丸和钢砂掺混使用，磨料型号与配比建议为：S330 型钢丸与 G25 型钢砂的掺混比为 7：3；
- 抛丸机行走速度要调节适当，建议行走 1 至 2 遍即达到粗糙度和清洁度要求；
- 抛丸处理后的表面应注意保护，避免二次污染，油漆涂装前应对检验合格的除锈表面进行吹灰；
- 喷砂除锈后应尽快施涂环氧富锌涂料，一般不应超过 4h。可分块进行表面处理，经自检和监理检验合格后，尽快进行油漆涂装。

——涂层涂装

- 涂装环境要求：施工环境温度 5℃～38℃，空气相对湿度不大于 85%，并且钢材表面温度大于露点 3℃；在有雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下，禁止户外施工；
- 涂料配制和使用时间：涂料应充分搅拌均匀后方可施工，推荐采用电动或气动搅拌装置。对于双组分或多组分涂料应先将各组分分别搅拌均匀，再按比例配制并搅拌均匀。混合好的涂料按照产品说明书规定熟化。涂料使用时间按产品说明书规定的适用期执行；
- 涂覆方法：大面积喷涂应采用高压无气喷涂施工；细长、小面积以及复杂形状构件可采用空气喷涂或刷涂施工；不易喷涂到的部位应采用刷涂法进行预涂装或第一道底漆后补涂；
- 涂覆间隔：按照设计要求和材料工艺进行底涂、中涂和面涂施工。每道涂层间隔时间应符合材料供应商的有关技术要求。超过最大重涂间隔时间时，进行拉毛处理后涂装。

B.6.4 质量检验与验收应符合TJG H20 01的规定。

B.7 墩柱玻纤维套筒

B.7.1 由于现有基础受水侵蚀严重，从保证结构设计寿命、提高结构耐久性考虑，对破损桩基进行表面处理后使用水下玻纤防腐套筒进行防护，以起到桩基防腐蚀防冲刷的作用，也可用于水下墩柱的预防养护。

B.7.2 墩柱玻纤维套筒养护需要的材料主要包括玻璃纤维和灌浆材料，材料性能指标应符合表B.11～表B.15及现行国家规范要求。

表B.11 玻纤套筒性能指标

检验项目		合格指标	备注
拉伸强度（MPa）	横向	≥400	以上所用玻纤套筒厚度为 3mm～6mm
	纵向	≥400	
弯曲强度（MPa）	横向	≥200	
	纵向	≥200	
弯曲弹性模量（MPa）	横向	≥20000	
	纵向	≥15000	
巴氏硬度		≥35	
吸水率（%）		≤0.7	

表B.12 玻纤套筒耐老化性能指标

检验项目		合格指标
拉伸强度	老化前 (MPa)	≥ 400
	1000h (UV) 老化后下降率 (%)	≤ 7.5
弯曲强度	老化前 (MPa)	≥ 200
	1000h (UV) 老化后下降率 (%)	≤ 7.5
弯曲弹性模量	老化前 (MPa)	≥ 20000
	1000h (UV) 老化后下降率 (%)	≤ 10

表B.13 水下环氧灌浆料性能指标

检验项目		检验条件	合格指标
拉伸强度（MPa）		浇注完毕，养护 7d，到期立即在 （23±2）℃（50±5）%RH 条件下测试	≥14
弯曲强度（MPa）			≥50
压缩强度（MPa）			≥85
静力受压	轴心抗压强度（MPa）		≥80
弹性模量	弹性模量（MPa）		≥10000
与混凝土基材的 正拉粘接强度（MPa）		浇注完毕，（23±2）℃，45%~70%RH 条件 下养护 7d，到期立即在（23±2）℃ （50±5）%RH 测试	≥3.0，且为混凝土内聚破坏
与玻纤套筒基材的 正拉粘接强度（MPa）			≥1.5，且为界面破坏
收缩率（%）		浇注完毕，养护 7d，到期立即在 （23±2）℃（50±5）%RH 条件下测试	≤0.05
苯（g/kg）		GB18583-2008	0
乙二胺（g/kg）		GB/T9722-2006	0
流动度 （mm）	初始流动度	——	130
	20min 流动度	——	130

表B.14 水下环氧封口胶性能指标

检验项目	检验条件	合格指标
拉伸强度（MPa）	浇注完毕，水下养护 7d，到期立即在（23±2）℃（50±5）%RH 条件下测试	≥35
压缩强度（MPa）		≥60
受拉弹性模量（MPa）		≥2400
压缩弹性模量（MPa）		≥1300
粘接强度(拉伸剪切强度 14d 潮湿固化)（MPa）	在（23±2）℃（50±5）%RH 条件下测试	≥10

表B. 15 水下环氧封顶胶性能指标

检验项目	检验条件	合格指标
拉伸强度 (MPa)	浇注完毕, 水下养护 7d, 到期立即在 (23±2)℃ (50±5) %RH 条件下测试	≥30
压缩强度 (MPa)		≥60
受拉弹性模量 (MPa)		≥4000
压缩弹性模量 (MPa)		≥1500
粘接强度 (拉伸剪切强度 14d 潮湿 固化) (MPa)	在 (23±2)℃ (50±5) %RH 条件下测试	≥10

B. 7.3 施工工艺应符合下列规定:

——表面处理

- 清除原结构表面的尘土、浮浆、污垢、油渍、表面附着物、原有涂装或其他饰面层。对混凝土结构尚应剔除其风化、剥落、疏松、蜂窝、麻面、腐蚀等缺陷至露出骨料新面;
- 对钢构件和钢筋, 还应除锈、脱脂并打磨至露出金属光泽, 增加与灌浆料的粘结力。基层处理范围应根据设计加固范围尺寸外扩 10cm。

——玻纤套筒安装

- 水下玻纤维套筒需根据桥墩桩基实际尺寸、形状进行定制加工后运至工程现场, 水下玻纤维套筒进场后需对水下玻纤维套筒尺寸进行复测, 在对桥墩桩基基面处理后测量桥墩桩基实际尺寸 (最大尺寸为准) 后, 对水下玻纤维套筒采取裁剪或加长等措施, 保证水下玻纤维套筒正确安装;
- 当水下玻纤维套筒复测尺寸合格后, 清理水下玻纤维套筒表面污渍、灰尘等其他杂质, 并按照厂家提供的配比将搅拌好的水下环氧封口胶均匀涂抹在水下玻纤维套筒的锁扣槽内;
- 根据图纸设计加固高度, 将水下玻纤维套筒撑开并包裹墩柱, 水下玻纤维套筒内部需根据设计加固间隙配置限位器, 限位器需采用菱形布置, 保证水下玻纤维套筒与结构之间的间隙, 水下玻纤维套筒需将一头插入到锁扣槽内不小于 3cm。

——水下玻纤维套筒的固定

- 待水下玻纤维套筒安装完毕后, 需采用紧固带固定水下玻纤维套筒, 通过紧固带张紧束缚, 增加水下玻纤维套筒与结构间的摩擦力, 紧固带安装完成后, 水下玻纤维套筒不得出现滑移、变形、错位、脱落等现象, 施工过程中应严密观察水下玻纤维套筒安装状况; 紧固带安装需根据加固范围进行设置, 当加固范围高度≤2m 时, 紧固带可在顶部及底部进行布置; 当加固范围高度在 2m~5m 范围内需在水下玻纤维套筒顶部、中部、底部布置三条紧固带; 当加固范围高度>5m 时, 可根据项目实际情况增加紧固带用量;
- 待紧固带安装完毕后, 应对水下玻纤维套筒加固范围、安装情况 (卡扣插入至少 3cm) 进行检查, 待检查完毕无异议后, 采用 M8~M12 外六角螺丝每隔 10cm~15cm 进行锚固固定。

——水下玻纤维套筒底部密封

- 底部密封材料选用可压缩材料进行密封安装;
- 根据图纸设计间隙, 底部密封条厚度需大于设计间隙 1.5 倍~2 倍进行密封安装, 密封条安装完毕后水下玻纤维套筒与原结构之间不允许有空隙;

- 按照合适的配比搅拌水下环氧灌浆料，并采用高位漏斗重力灌浆法，灌注水下环氧灌浆料10cm~15cm后封底暂停，灌注完毕后需检查底部密封情况，如有泄漏需及时采取补救措施；
- 水下密封浇筑材料需采用环氧基类灌浆料，环氧基类材料与原结构、水下玻纤维套筒应具有良好的粘接性能。

——灌浆料灌注施工

- 依据设计图纸要求灌注水下灌浆料，加固材料宜采用水下环氧类灌浆料、水下不离析类水泥基灌浆料；
- 当采用水下环氧灌浆料进行灌注施工时，水下环氧灌浆料应具备在水下自流平、自密实、可在潮湿基面粘接固化的特性；
- 当采用水下不离析类水泥基灌浆料，水下玻纤维套筒与原结构间隙不小于5cm，并采用导管插入玻纤维套筒底部进行灌注施工，灌注至距顶部15cm后停止，并采用水下环氧类灌浆料进行顶部15cm封顶施工；
- 灌注施工时需根据设计加固范围一次或分多次进行灌注施工，当加固范围高度 $\leq 2\text{m}$ 时可一次性灌注至顶部；当加固范围高度 $> 2\text{m}$ 时，需分多次进行灌注，每次灌注时间间隔不小于8小时（即常温23℃时）；当温度低于23℃时，每次灌注时间间隔需依据厂家材料技术要求与厂家进行确定；
- 灌注口的布置需根据桥墩桩基直径进行布置，通常布置2个~4个灌注口。

——顶部封顶胶密封

- 待水下灌注材料施工完毕后，水下环氧封顶胶密封水下玻纤维套筒与桥墩桩基连接处的顶部成斜截面；
- 待全部施工完成后，常温下23℃时，灌浆料至少固化24小时后，方可拆除紧固带；当温度低于23℃时，依据厂家材料技术要求与厂家进行确定。

B.7.4 质量检验与验收相关规定见表B.16所示。

表B.16 水下玻纤维套筒安装及材料尺寸容许偏差和检验方法

项次	检查项目		合格标准	检查方法	频率
1	基面处理情况		裸露钢筋除锈，松散混凝土清除，磨毛、干净	目测或采用水下摄像头	全部
2	玻纤套筒尺寸误差		尺寸偏差 $\leq 30\text{mm}$	钢尺测量	全部
3	玻纤套筒厚度误差		厚度偏差 $\leq 0.5\text{mm}$	钢尺测量	全部
4	灌浆料厚度误差		设计厚度 $\pm 3.0\text{mm}$	钢尺测量	每构件3处
5	灌注质量	空鼓面积	小于1%	小锤敲击法	全部或抽样
		用量	大于1.05倍的理论用量	台秤	全部

B.8 墩台渗漏水处理

B.8.1 施工工艺

在墩台顶部渗漏水集中处应安装埋设PVC引排管，将渗漏水集中引排，然后涂刷混凝土防腐抗渗封闭涂层。

B.8.2 质量检验与验收

墩台应无水流，PVC引排管周边应无渗漏水。

B.9 泄水管周围渗漏水处理

B.9.1 施工工艺应符合下列规定：

- 若泄水管破损，应进行更换处理；
- 若泄水孔周围存在腐蚀或剥落混凝土，应对周围混凝土进行修复，并涂刷混凝土抗渗封闭涂层；
- 若泄水孔周围存在缝隙，应沿泄水孔周围开槽，灌注聚合物水泥砂浆或环氧树脂胶进行封堵，并涂刷混凝土抗渗封闭涂层。

B.9.2 泄水管应无破损，泄水孔应无堵塞、无渗漏水。

B.10 微表处

B.10.1 微表处适用于结构性能良好、不存在结构性病害的桥面，应用前必须修复原桥面裂缝、坑槽病害。微表处可修复桥面车辙、松散、泛油病害，显著提高桥面的抗滑能力。级配设计良好的微表处可完全不渗水，达到保护桥面结构、封堵路面微小孔隙、修复桥面轻微裂缝的目的。

B.10.2 微表处沥青采用BCR改性乳化沥青；集料应选择坚硬、粗糙、耐磨、洁净的集料，其中粗集料采用玄武岩，细集料宜选择碱性石料生产的机制砂，并对超粒径颗粒筛除。微表处集料通过4.75mm筛的合成矿料的砂当量不得低于65%。材料及混合料具体性能指标应符合表B.17～表B.21的规定。

表B.17 BCR 改性乳化沥青性能指标

测试项目		单位	技术要求
破乳速度		-	慢裂
粒子电荷		-	阳离子(+)
筛上(1.18mm) 剩余量		%	0.1
粘度	恩格尔拉粘度 E ₂₅	-	3~30
	沥青标准粘度 C _{25, 3}	s	12~60
蒸发残留物	含量	%	≥60
	针入度(100g, 25℃,5s)	0.1mm	40~100
	软化点	℃	≥53
	延度(5℃)	Cm	≥20
	溶解度(三氯乙烯)	%	≥97.5
贮存稳定性	1d	%	≤1
	5d	%	≤5

表B.18 粗集料性能指标

测试项目	单位	技术要求
石料压碎值	%	≤ 26
洛杉矶磨耗损失	%	≤ 28
表观相对密度	/	≥ 2.60
吸水率	%	≤ 2.0
坚固性	%	≤ 12
针片状颗粒含量（混合料）	%	≤ 15
其中粒径大于9.5mm	%	≤ 12
其中粒径小于9.5mm	%	≤ 18
水洗法<0.075mm 颗粒含量	%	≤ 1
软石含量	%	≤ 3
粗集料的磨光值 PSV	—	≥ 40

表B.19 细集料性能指标

测试项目	单位	技术要求
表观相对密度	/	≥ 2.50
坚固性（>0.3mm 部分）	%	≤ 12
含泥量（小于0.075mm 的含量）	%	≤ 3
砂当量	%	≥ 60
亚甲蓝值	g/g	≤ 25
棱角性（流动时间）	s	≥ 30

表B.20 微表处的矿料级配

筛孔尺寸(mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率(%)	100	70~90	45~70	28~50	19~34	12~25	7~18	5~15

表B.21 微表处混合料技术要求

测试项目	单位	技术要求
可拌合时间	s	> 120
粘聚力试验	30min（初凝时间）	N·m ≥ 1.2
	60min（开放交通时间）	N·m ≥ 2.0
负荷轮碾压试验（LWT）	粘附砂量	g/m^2 < 450
	轮迹宽度变化率	% < 5
湿轮磨耗试验的磨耗（WTAT）	浸水 1h	g/m^2 < 540
	浸水 6h	g/m^2 < 800

B. 10.3 施工工艺除应符合JTG F40的规定外,应符合下列规定:

- 微表处施做前,应对原路面的坑槽及裂缝等病害进行处治;
- 应在干燥情况下进行施工,且施工时气温不应低于10℃;
- 封层铺筑机工作时应匀速前进,达到厚度均匀、表面平整的要求;
- 微表处铺筑后,必须待乳液破乳、水分蒸发、干燥成形后方可开放交通。固化成型前禁止一切车辆驶入,行人不得踏入,严格管制交通;
- 在进行桥面微表处施工时,桥梁伸缩缝处微表处摊铺后应立即由专人沿原缝位置进行清缝,缝的位置应与原缝位置相对应。

B. 10.4 质量检验与验收应符合TJG H20 01的规定。**B. 11 伸缩缝液体/液态止水带****B. 11.1 伸缩缝液体/液态止水带**适用于伸缩缝原有橡胶止水带完好或老化、轻微破损。**B. 11.2 液体/液态止水带材料**具体性能指标见表B. 22所示。**表B. 22 伸缩缝液体/液态止水带性能指标**

序号		项目		技术指标		
				25LM	20LM	
1		外观		细腻、均匀膏状物或粘稠体，不应有气泡、结皮或凝胶		
2	流 动 性	下垂度（N 型）/mm	垂直	≤ 3		
			水平	无变形		
		流平性（S 型）		光滑平整		
3		表干时间/h		≤ 8		
4		挤出性/（mL/min）		≥ 80		
5	弹性恢复率/%		定伸 100%时		定伸 60%时	
			≥ 70			

B. 11.3 施工工艺应符合下列规定:

- 清缝:清除缝内垃圾,将残留于接口内的旧橡胶止水带清除干净;
- 清洁:清洁型钢内侧,清除锈渍及灰尘,同时用高压水枪冲净;
- 填嵌衬条:背衬材料要有压缩弹性、不吸水,不与胶体粘接,建议选用闭孔聚乙烯泡沫条。背衬材料应大于型钢间距约20%的比例,放置于缝内时,嵌稳压平,避免出现空洞;
- 注胶:将胶嘴伸入接口内,以确保胶体能由下往上灌满整个接口,胶内无气泡;
- 风干:注胶完成后,应进行检查,以确保无缺胶、气泡等现象,如若发现应及时处理。处理完成后,等待胶体风干即可开放交通。