

DB37

山东省地方标准

DB37/T 1728 -2010

预应力混凝土连续梁桥养护指南

Maintenance Guidelines for Prestressed Concrete
Continuous Girder Bridge

2010-12 - 30 发布

2011- 01 - 01 实施

山东省质量技术监督局发布

山东省地方标准

预应力混凝土连续梁桥养护指南

Maintenance Guidelines for Prestressed Concrete
Continuous Girder Bridge

DB 37/T 1728-2010

主编单位：山东省交通运输厅

批准部门：山东省质量技术监督局

实施日期：2011 年 01 月 01 日

人 民 交 通 出 版 社

前 言

为进一步规范全省交通基础设施建设和管理行为，全面提升建设管理水平，按照交通工作实现“标准化、规范化、集约化、人本化”管理的目标要求，山东省交通运输厅提出并主持编制了本标准。

预应力混凝土连续梁桥（包括连续刚构）在 60～300 米跨度范围与其他结构相比具有较高的结构性能和较低的建设费用与养护费用，故该桥型在我国应用广泛。然而由于早期设计理论的不完善和施工缺陷以及超载车辆的作用，修建于上世纪八、九十年代的大量该类桥梁在运营不足十年即出现了较严重的跨中下挠及箱梁开裂等病害，提前进入了维修加固期。同时，个别新建的连续梁桥由于养护技术力量薄弱，检测手段落后，缺乏对该类桥梁受力特点的了解和预防性养护理念，养护不及时、不到位，致使病害没有得到有效控制，通车数年后即衰变为三、四类桥梁。

为确保该类桥梁的承载力及耐久性，延长使用寿命，指导该类桥梁管理养护工作，山东省交通规划设计院在系统总结山东省该类桥梁养护及维修加固工程经验的基础上，借鉴国内多座同类桥梁养护加固典型实例，联合编写了本标准。

本标准由山东省交通运输厅归口并提出。

本标准编写单位：山东省交通规划设计院

山东高速集团有限公司

青莱高速公路胶南管理处

本标准主要起草人：胡吉利 王文涛 王志英 王胥 刘甲荣 王笃文

王永敏 孟涛 丁毅

各有关单位在标准使用过程中，若发现存在不当之处或有好的意见和建议，请及时函告山东省交通规划设计院，以便修订时参考，联系地址：山东省济南市黄岗东路 5 号，邮编 250031。

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3.1 一般规定	4
3.2 经常检查	4
3.3 定期检查	5
3.4 特殊检查	6
3.5 承载能力检算	8
3.6 荷载试验法鉴定承载能力	10
4 连续梁桥养护维修	11
4.1 一般规定	11
4.2 箱梁养护维修	11
4.3 伸缩装置养护维修	12
4.4 支座养护维修	12
4.5 墩台养护维修	12
4.6 基础养护维修	12
5 连续梁桥加固	14
5.1 一般规定	14
5.2 加固方法	14
5.3 加固施工	15
5.4 加固工程质量检验评定	17
6 养护管理	24
附录 A 承载能力检算方法用表	25
附录 B 基于荷载试验的承载能力检算系数	35
本指南用词说明	36
附件 《预应力混凝土连续梁桥养护指南》条文说明	37

1 总则

1.0.1 为提高预应力混凝土连续梁桥、连续刚构桥（本指南统一简称连续梁桥）的养护技术水平，保持结构的正常使用，保证桥梁运行安全，制定本指南。

1.0.2 本指南适用于悬浇施工的预应力混凝土连续梁公路桥，其他连续梁桥可参照使用。

1.0.3 连续梁桥养护工作的主要内容和基本要求：

（1）连续梁桥养护管理应贯彻“预防为主、防治结合”的原则，以桥面养护为中心，以主要承重构件为重点，加强全面养护，提高结构安全性。

（2）采取有效的管理手段和技术措施，确保结构耐久性。

（3）认真执行桥梁检查、评定制度，应按检查、检测结果对桥梁技术状况进行分类评定，并及时采取不同的养护措施。

1.0.4 应采用先进的检测技术，并积极推广应用经过验证的养护加固新技术、新材料、新工艺。

1.0.5 连续梁桥的养护管理工作，除应满足本指南有关规定外，还应符合国家及行业颁发的有关标准、规范的规定。

2 术语

2.0.1 养护 maintenance

为保持桥涵及其附属物的正常使用而进行的经常性保养及维修作业。

2.0.2 桥梁加固 strengthening of existing bridges

当桥梁原构件局部损坏或承载力不足时进行的修复和补强工程措施。

2.0.2 原构件 existing structure member

桥梁实施加固前的原有构件。

2.0.3 主要承重构件 main structure member

其自身失效将直接影响或危及桥梁结构安全的承重构件。

2.0.4 结构胶黏剂 structural adhesives

用于承重构件能长期承受外力和环境作用的胶黏剂。

2.0.5 纤维复合材料 fibre reinforced polymer

高强度的连续纤维按一定规则排列，经用胶黏剂浸渍、黏结固化后形成的具有纤维增强效应的复合材料。

2.0.6 聚合物砂浆 polymer mortar

掺有改性环氧乳液或其他改性共聚物乳液的高强度水泥砂浆。

2.0.7 增大截面加固法 structure member strengthening with reinforced concrete.& prestressed concrete

通过增大原构件截面面积并增配钢筋，以提高其承载力和刚度的方法。

2.0.8 粘贴钢板加固法 structure member strengthening with bonded steel plate

采用结构胶黏剂粘贴钢板（或型钢）以提高构件承载力的方法。

2.0.9 粘贴纤维复合材料加固法 structure member strengthening with fibre reinforced polymer

采用结构胶黏剂粘贴纤维复合材料以提高构件承载力的方法。

2.0.10 体外预应力加固法 structure member strengthening with external prestressing

通过施加体外预应力，使原结构、构件的受力得到改善或调整的方法。

3 检查与评定

3.1 一般规定

3.1.1 连续梁桥的检查根据其内容、周期、评定要求，分为经常检查、定期检查、特殊检查。

(1) 经常检查指对桥面设施、上下部结构及附属构造物的技术状况进行的检查。

(2) 定期检查指为评定桥梁使用功能，对桥梁主体结构及附属构造物的技术状况进行的全面检查。它为制定管理养护计划提供基本资料，为桥梁养护管理系统搜集动态数据。

(3) 特殊检查指为查清桥梁的病害原因、破损程度、承载能力、抗灾能力等进行的专门的现场试验检测、验算与分析鉴定等。

3.1.2 连续梁桥的评定分为一般评定和适应性评定。

(1) 一般评定是依据桥梁定期检查资料，通过对桥梁各部件技术状况的综合评定，确定桥梁的技术状况等级，提出相应的养护措施。

(2) 适应性评定是依据桥梁定期及特殊检查资料，结合试验与结构受力分析，评定桥梁的实际承载能力、通行能力、抗洪能力，提出桥梁养护维修、加固方案。

3.1.3 连续梁桥的检查、评定与养护宜按图 3.1.3 所示流程进行。

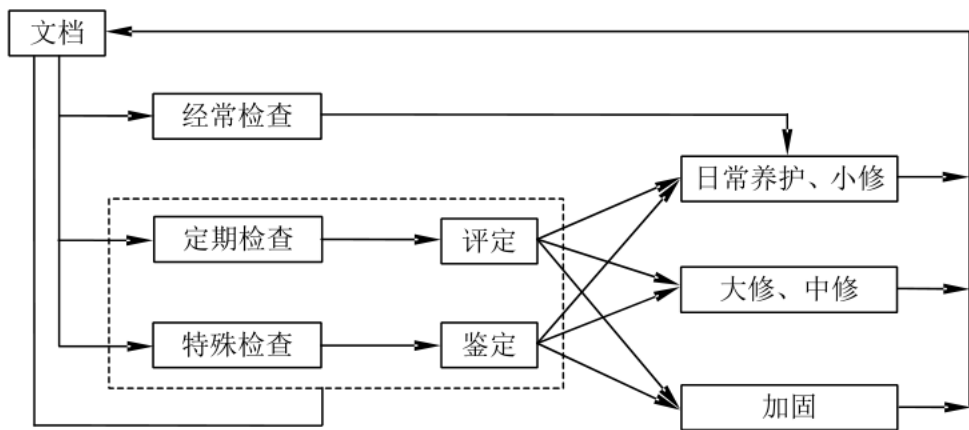


图 3.1.3 养护流程图

3.2 经常检查

3.2.1 经常检查的周期，每月不得少于一次。支座的检查可每季度一次。对已有病害的桥梁，或遇恶劣天气、汛期、凌期等特殊情况，检查周期宜短。

3.2.2 经常检查应由专职的桥梁养护工程师负责。

3.2.3 经常检查以目测为主，并配以简单工具进行测量，当场填写“桥梁经常检查记录表”，见《公路桥涵养护规范》JTG H11（附录 B），登记所检查的缺损类型，估计缺损范围和维修工作量，提出相应的小修保养措施，为编制小修保养计划提供依据。

3.2.4 当经常检查中发现主要承重构件明显达到三、四、五类技术状况时，应立即组织定期检查。

3.2.5 连续梁桥经常检查应包括下列主要内容：

- （1）桥面系、伸缩缝、支座及附属结构物是否有明显缺陷，是否能正常工作。
- （2）箱梁通风孔、底板通气孔是否堵塞。
- （3）宜在雨季检查箱梁顶板是否渗水。
- （4）桥位处河道冲淤变化情况。
- （5）基础是否受到冲刷损坏、悬空或下沉。
- （6）墩台是否受到船只或漂流物的撞击，是否受损。
- （7）上部结构是否有异常变化。
- （8）宜在年最高、最低气温季节时对结构的挠度、墩顶的偏位、活动支座的位移、活动裂缝的开合进行检查并记录。
- （9）其它较明显的损坏及不正常现象。

3.3 定期检查

3.3.1 根据桥梁的技术状况制定相应的定期检查计划和实施方案。对技术状况为一、二类的桥梁，其检查周期一般不低于二年一次。对技术状况为三类的桥梁应每年检查一次，技术状况为四类的桥梁应每季度检查一次。

对交通流量特别大、超载车辆比较多的桥梁应适当增加检查次数。

3.3.2 定期检查应由专职的桥梁养护工程师负责组织。

3.3.3 定期检查宜以目测观察并结合仪器观测进行，必须接近各部件仔细检查其缺损情况。

3.3.4 定期检查的主要工作包括：

- （1）检查结构缺损状况。
- （2）实地判断缺损原因，估计维修范围及方案。
- （3）对难以判断其缺损程度和原因的重要构件提出做特殊检查的要求。
- （4）对损坏严重、可能危及结构安全的桥梁，提出限载以至暂时限制交通的建议。
- （5）根据桥梁技术状况，确定下次检查的时间。

3.3.5 定期检查应包括下列内容：

(1) 对照桥梁基本状况卡（可参用《公路桥涵养护规范》JTG H11）现场校核桥梁基本数据，并当场填写“桥梁定期检查记录表（可参用《公路桥涵养护规范》JTG H11），记录各部（构）件缺损状况并做出技术状况评分。

(2) 对永久观测点进行控制观测。测量桥面、墩台身观测点的高程及墩台倾斜度，检查主梁跨中是否下挠、墩台是否下沉或倾斜。

(3) 箱梁内是否有积水，通风是否良好。混凝土有无裂缝、表面风化剥落、露筋、钢筋锈蚀、碳化及碱集料反应产生的整体龟裂。

(4) 箱梁的跨中、支点、刚构墩位置混凝土是否开裂、缺损和出现钢筋锈蚀。

(5) 锚固区混凝土有无开裂、损坏，沿预应力钢束方向的混凝土表面有无纵向裂缝。

(6) 支座组件是否完好，活动支座是否灵活，实际位移量是否正常。支座附近梁段是否开裂。

(7) 台背填土有无沉降或挤压隆起。

(8) 基础是否发生不许可的冲刷或淘空现象，扩大基础的地基有无侵蚀。浪溅区桩基有无冲刷磨损、颈缩、露筋或环状冻裂。

(9) 必要时对大桥、特大桥的深水基础应派潜水员潜水检查。

3.3.6 定期检查记录、评分及对养护维修措施的建议，均应及时整理、归档，及时纳入桥梁管理系统更新数据，并应编写定期检查报告。

3.3.7 定期检查报告主要包括下列内容：

(1) 本次定期检查发现的主要缺损、病害；

(2) 按《公路桥梁养护规范》（JTG H11）规定，对结构的技术状况进行评定。对一、二类桥提出小修保养计划及相应的维修方案；对病害明确的三类桥，提出维修加固部位，以便委托设计；对不能判定病害的三类桥及四、五类桥应提出特殊检查要求，并说明检测的项目。

(3) 结构使用限制（包括荷载、车速等）说明。

3.4 特殊检查

3.4.1 连续梁桥在下列情况下应进行特殊检查：

(1) 定期检查中难以判明病害成因或是否安全的桥梁。

(2) 为达到或提高设计荷载等级而需要进行修复加固、改建、扩建的桥梁。

(3) 定期检查发现加速退化的主要承重构件需要补充检测的。

(4) 遭受洪水冲刷、流冰、漂流物、船舶或车辆撞击、地震、滑坡、火灾、化学剂腐蚀、超限超载车辆通过等特殊灾害造成结构损伤的桥或结构部件。

(5) 技术状况为四、五类的桥梁。

(6) 对特大桥、特殊结构桥梁和单孔跨径 60 米及以上大桥应进行定期地特殊检查。

一、二类桥每五年至少一次，三类桥每三年至少一次。

3.4.2 特殊检查应委托具有相应资质的机构实施。

3.4.3 实施特殊检查前，检测单位应搜集以下资料：

- (1) 设计和竣工资料；
- (2) 历次检查、检测报告及维修加固资料；
- (3) 特殊检查的原因及影响承载能力的因素；
- (4) 交通量统计资料。

3.4.4 特殊检查应包括下列内容：

(1) 结构缺损状况检测

- ①桥面线形、跨中挠度；
- ②箱梁、墩台混凝土裂缝，混凝土表面缺损调查；
- ③桥面系缺损；
- ④支座、伸缩缝病害；
- ⑤基础冲刷、墩台偏位；
- ⑥河床变迁；
- ⑦结构自振频率；

(2) 材料缺损检测

- ①混凝土强度；
- ②钢筋锈蚀；
- ③混凝土碳化深度；
- ④混凝土中氯离子含量及其它有害物质；
- ⑤混凝土电阻率；
- ⑥混凝土保护层厚度；
- ⑦混凝土物理化学损伤；

(3) 交通量调查

- ①过桥实际交通量；

②重载交通量;

③重车后轴荷载分布;

(4) 桥梁承载能力评定

根据上述结构材质实际状况及其结构中的功能与实际交通量所产生的荷载效应,利用 3.5 节的方法检算分析结构承载能力。当检算分析评估不满足要求或难以确定时,可用 3.6 节荷载试验方法鉴定桥梁实际承载能力。

3.4.5 特殊检查报告应包括下列主要内容:

(1) 桥梁基本情况、检测项目及工作过程;

(2) 桥梁存在的主要缺损、病害,分析产生的原因;

(3) 评价桥梁技术状况;

(4) 检算桥梁承载能力,评定桥梁安全性;

(5) 提出结构或局部构件的维修、加固或改造的建议方案,并提出维护管理措施。

3.4.6 特殊检查结果不满足承载能力要求的连续梁桥,在维修加固之前,应采取限载、限速或封闭交通等措施。

3.5 承载能力检算

3.5.1 检算依据:

(1) 原设计采用的规范,拟提高设计荷载等级的桥梁其相应的设计规范。

(2) 桥梁设计图纸、原设计计算文件、设计变更、施工记录、材料试验报告、竣工验收资料等。

(3) 历次维修、加固资料。

(4) 现场调查、病害检测分析数据、定期检查、特殊检查报告。

3.5.2 检算内容:

(1) 承载能力极限状态下的正截面抗弯及斜截面抗剪能力。

(2) 正常使用极限状态下的抗裂和挠度验算。

(3) 应力验算。

3.5.3 检算要点:

(1) 在桥梁现状检查的基础上,考虑结构病害、损伤的影响,依据实际结构尺寸及材质状况检测结果、荷载调查分析情况,引入承载力检算系数、截面折减系数、承载力恶化系数以及活载修正系数,并将其反映在结构抗力或荷载效应表达式中,通过结构检算分析,进行荷载效应和抗力效应的比较,对桥梁承载力作出评估。

(2) 对不提高汽车荷载等级的桥梁, 应按设计荷载分别对结构施工阶段、成桥状态及运营状态进行验算;

(3) 计算恒载时, 应以最近一次养护、维修、加固后的实际情况为准;

(4) 整体计算分析必须考虑箱梁体系温度变化及日照温差影响;

(5) 当恒载重量较原设计值增加或墩台发生不均匀沉陷时, 应对下部结构进行验算。墩台发生不均匀沉陷时, 还应检算不均匀沉陷对上部结构的内力影响。

3.5.4 承载能力检算方法

承载能力检算基本公式:

$$S_d (\gamma_g G; \gamma_q \sum Q) \leq \gamma_b R_d \left(\xi_c \frac{R_c}{\gamma_c}; \xi_s \frac{R_s}{\gamma_s} \right) Z_1 (1 - \xi_e) \quad (3.5.4)$$

式中: S_d —荷载效应函数;

G —永久荷载(结构重力)效应;

γ_g —永久荷载(结构重力)安全系数;

Q —可变荷载及永久荷载中混凝土收缩、徐变影响力效应, 基础变位影响力效应, 对重载交通桥梁, 汽车荷载效应应计入活载影响修正系数 ξ_a , 见附录 A 公式 A.0.4;

γ_q —荷载 Q 的安全系数;

R_d —结构抗力函数;

γ_b —结构工作条件系数;

R_c —混凝土强度设计采用值;

γ_c —在混凝土强度设计采用值基础上的混凝土安全系数;

R_s —预应力筋或非预应力钢筋强度设计采用值;

γ_s —在钢筋强度设计采用值基础上的钢筋安全系数;

Z_1 —承载力检算系数, 见附录 A 表 A.0.1-2 ;

ξ_e —承载力恶化系数, 见附录 A 表 A.0.2-2;

ξ_c —配筋混凝土结构的截面折减系数, 见附录 A 表 A.0.3-2;

ξ_s —钢筋的截面折减系数, 见附录 A 表 A.0.3-3。

3.6 荷载试验法鉴定承载能力

3.6.1 当采用检算的方法仍不能确定桥梁承载力时，可采用荷载试验法鉴定其实际承载能力，鉴定结果可作为加固设计的依据。

在下列情况下，可考虑进行荷载试验：

- (1) 桥梁技术状况较差，可能存在隐患，通过检算不能确定承载能力的桥。
- (2) 技术复杂，结构受力不明确的桥。
- (3) 缺乏设计、施工资料的桥。
- (4) 特载通过或主要受力构件意外损伤，通过检算不能确定承载能力的桥。
- (5) 特殊重要的连续梁桥在正常使用期间可周期性进行荷载试验。

3.6.2 荷载试验主要内容应包括以下方面：

- (1) 典型桥跨箱梁最大正、负弯矩控制截面及最大剪力控制截面的混凝土应变。
- (2) 结构薄弱截面或损坏部位的应变。
- (3) 跨中及 1/4 跨挠度。
- (4) 加载试验过程中有无产生新裂缝以及原裂缝的开展情况。
- (5) 支点沉降观测。
- (6) 动载试验中，箱梁结构固有频率、冲击系数及其他动态参数。

3.6.3 基于荷载试验的承载力检算方法

基于荷载试验的承载力检算基本公式：

$$S_d (\gamma_g G; \gamma_q \sum Q) \leq \gamma_b R_d \left(\xi_c \frac{R_c}{\gamma_c}; \xi_s \frac{R_s}{\gamma_s} \right) Z_2 (1 - \xi_e) \quad (3.6.3)$$

式中： Z_2 —基于荷载试验确定的承载力检算系数，见附录 B；
其余符号含义同 3.5.4。

4 连续梁桥养护维修

4.1 一般规定

4.1.1 桥面系及附属工程的养护维修应符合《公路桥涵养护规范》(JTG H11)的有关规定。

4.1.2 在养护过程中,不得随意增加静荷载。严禁随意采用加厚桥面铺装的方法进行桥面补强。尤其当主梁跨中下挠,主梁线形发生变化时,严禁随意加铺沥青混凝土进行调坡。

4.1.3 冬季撒铺的防冻、防滑材料不应应对桥面及桥梁结构造成损害,禁用氯盐除雪。位于海水氯盐侵蚀环境的桥梁,应采取附加防腐蚀措施。

4.1.4 维护好永久性位移观测点装置,未建立永久性位移观测点的应补设。

4.2 箱梁养护维修

箱梁的养护维修除执行《公路桥涵养护规范》(JTG H11)中相关的规定外,还应包括以下内容:

4.2.1 应保持箱梁内通风,未设通风孔的宜补设。发现堵塞,应立即清理疏通。

4.2.2 保持箱梁底板排水孔道畅通,箱梁内不得有积水。

4.2.3 桥面泄水孔的排水不得损坏梁体,需要时应调整泄水孔出水口远离梁体表面。

4.2.4 应及时清理箱内施工垃圾,保持箱内清洁。

4.2.5 应对预应力锚固区混凝土破损、开裂、剥落及沿钢束纵向裂缝及时进行修补,锚具暴露时应及时除锈防护,并修补封端混凝土。

4.2.6 当箱梁混凝土发生表层或特殊缺陷时可按《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23)相关规定,分别采用混凝土(砂浆)、聚合物水泥混凝土(砂浆)、改性环氧混凝土(砂浆)、混凝土表面防腐涂装等方法进行处理。

4.2.7 当箱梁混凝土出现裂缝时,应跟踪观察,分析原因。对需要修补的裂缝,应按《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23)相关规定,分别采用表面封闭法、自动低压渗注法、压力灌注法进行处理。

4.3 伸缩装置养护维修

4.3.1 应经常清除缝内垃圾、杂物，使其发挥正常作用。

4.3.2 当车辆经过伸缩缝时有异常响声或发生跳车时应及时检查维修。

4.3.3 伸缩装置出现以下病害时，应及时更换：

(1) 伸缩装置钢板或钢梁变形，螺栓脱落，伸缩不能正常进行。

(2) 橡胶条或橡胶板老化、脱落，固定钢构件变形、松动。

4.3.4 更换的伸缩装置应选型合理，伸缩量应考虑混凝土收缩徐变的影响，安装应牢固、平整、不漏水。

4.3.5 维修或更换伸缩装置时，应采取措施维持交通。

4.4 支座养护维修

4.4.1 支座各构件应保持完整、清洁，应及时清理支座周围的油污、垃圾，防止积水、积雪污损支座。

4.4.2 对钢支座应进行除锈防腐。

4.4.3 及时拧紧钢支座各部件的连接螺栓，使支撑垫板平整、牢固。

4.4.4 对滑动支座应定期涂刷润滑油。

4.4.5 支座的防尘罩应维护完好，破损时应修复或更换。

4.4.6 支座如有缺陷或产生故障不能正常工作时，应及时修理或更换。

4.5 墩台养护维修

4.5.1 墩台日常养护维修应按《公路桥涵养护规范》(JTG H11) 相关规定执行。

4.5.2 当桥墩靠近被交叉道路机动车道时，应增设护墩。位于航道中的水中墩应增设防撞设施。

4.5.3 当活动支座滑动受阻造成墩台拉裂时，应及时修复或更换支座，并维修墩台裂缝。

4.6 基础养护维修

4.6.1 基础日常养护维修应按《公路桥涵养护规范》(JTG H11) 相关规定执行。

4.6.2 当基础冲刷过深或局部被掏空时，应立即进行维护。

4.6.3 当墩台基础发生不均匀沉降或裂缝持续发展时，应及时上报主管部门以便委

托有关单位进行病害分析及维修加固。

5 连续梁桥加固

5.1 一般规定

5.1.1 加固应遵循以下原则：

(1) 桥梁经过技术状况评定及承载力鉴定，确认经过加固后能满足结构安全或正常使用要求，方可进行加固。

(2) 加固工程实施后的桥梁技术状况必须恢复至一、二类。

(3) 加固设计应根据评定结论和使用要求，针对不同的病害成因，采用相适应的加固方法。

(4) 加固必须考虑原结构的安全，尽量减少对原构件的损伤。

(5) 加固设计原则上不宜增加上部结构自重。若需要增加自重时，应验算支座、下部结构及基础的承载能力。当基础承载能力不满足加固后桥梁恒载和通行荷载的要求时，应先加固墩台基础。

(6) 加固技术应可靠，并具有长期加固效应，同时便于后期养护。

(7) 特大桥、大桥主要承重构件加固时，应作多方案的技术、经济比较。

(8) 在加固施工过程中，若发现原结构或相关隐蔽部位的构造有严重缺陷时，应立即停工，会同加固设计单位进行研究，采取有效措施处理后，方能继续施工。

5.1.2 加固设计计算、加固用材料应按照原设计采用规范、《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22) 及《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62) 相关规定进行。

5.1.3 在海水和氯盐环境的连续梁桥加固，应考虑环境因素对混凝土结构的腐蚀作用。应执行《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTG/T B07—01) 及《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTJ275) 有关规定。

5.2 加固方法

5.2.1 连续梁常用加固方法应按《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22) 及《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23) 相关规定执行。

5.2.2 箱梁加固可根据不同病害选择适合的加固方法：

(1) 箱梁的刚度不足且产生严重下挠时，应采用施加体外预应力法进行加固，也

可采用改变结构体系法进行加固。

(2) 箱梁的抗剪承载能力不足时,可采用增大截面、粘贴钢板或增设竖向预应力等方法进行加固。

(3) 箱梁的抗弯承载能力不足时,可采用施加体外预应力、增大截面法、粘贴钢板或纤维复合材料等方法进行加固。

(4) 箱梁顶底板因承载力不足纵向开裂时,可采用粘贴钢板或纤维复合材料或增设横肋等方法进行加固。

(5) 箱梁齿板局部承压不足引起齿板破坏或锚固区箱梁局部开裂时,可采用增大截面或粘贴钢板等方法进行加固。

5.2.3 下部结构加固方法:

(1) 盖梁可采用施加体外预应力、增大截面、粘贴钢板或纤维复合材料等方法加固。

(2) 墩柱可采用增大截面、钢套管内灌注混凝土、粘贴钢板或纤维复合材料等方法加固。

(3) 台身可采用外包钢筋混凝土套箍、更换台后填土、增设辅助挡土墙、框架梁注浆锚杆等方法加固。

(4) 基础可采用增大基础底面积、增大桩头面积或增加基桩、增设支撑梁等方法加固。

(5) 地基可采用高压旋喷注浆、土体注浆等方法加固。

(6) 墩台基础冲刷过大,可采用抛石、砌石防护、石笼、板桩防护、上游设导流坝、下游设拦砂坝等方法加固。

5.3 加固施工

5.3.1 连续梁桥常用加固施工方法按《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23)相关规定执行。

本指南仅对加固规范中没有明确的预应力管道补压浆、混凝土崩裂、腹板加厚、增设横隔板等几项施工工艺进行补充。

5.3.2 预应力管道补压浆

5.3.2.1 预应力管道查找

(1) 预应力管道可采用雷达或其它仪器在混凝土表面定位,其测定的预应力管道中心在混凝土表面的投影位置偏差,应小于 $1/3$ 波纹管直径。

(2) 用电锤在定位处垂直于混凝土表面打检查孔,通过钻孔声音判断波纹管内压

浆情况，也可采用内窥镜等其他仪器判断。

5.3.2.2 预应力管道补压浆

(1) 压浆采用无收缩灌浆料，灌浆料不得含有任何团块，拌和水采用清洁的饮用水，搅拌采用水泥浆搅拌机，严禁人工搅拌。

(2) 泥浆自拌制至压入管道的延续时间，视天气情况而定，一般在 30~45min 范围内。水泥浆在使用前和压注过程中应连续搅拌。对于延迟时间过长，流动性降低的浆，不得通过加水来增加其流动性。

(3) 低处检查孔作为压浆口，高处检查孔作为出浆口，用钢丝刷清除压浆口附近混凝土表面的浮浆，粘贴压浆嘴。

(4) 将灌浆料压入预应力管道，压浆应该均匀缓慢地进行，不得中断。压浆时注意观察出气孔，直至出气孔溢出浓浆。压浆完毕，将压浆管折起固定，防止回流，然后移至下一个压浆嘴。

(5) 压浆应使用活塞式压浆泵，不得使用压缩空气。

(6) 压浆过程中及压浆后 48 小时内，结构混凝土的温度不得低于 5°C，否则应采取保温措施。当气温高于 35°C 时，压浆宜在夜间进行。

5.3.3 箱梁混凝土崩裂处理

5.3.3.1 崩裂范围调查

(1) 箱梁预应力钢束锚固部位的混凝土出现垂直于预应力走向开裂时，应检查混凝土是否出现崩裂。

(2) 崩裂用雷达配合人工敲击检查，对雷达探测有开裂可能，而敲击密实的区域，应钻孔确认。

(3) 当崩裂严重，出现沿预应力钢束分层开裂时，应查明开裂区域。

5.3.3.2 局部崩裂修补加固

崩裂长度小于 1 米时，预应力钢束变位很小，钢束仍被混凝土有效约束，可进行局部修补；崩裂长度大于 1 米时，预应力钢束变位一般较大，部分波纹管会脱离混凝土，应进行加固。

5.3.4 箱梁腹板加厚、新增横隔板及齿板

5.3.4.1 结合面处理

(1) 清除表面疏松混凝土至密实结构层，在混凝土表面凿毛，使其粗骨料外露。

(2) 新增横隔板、齿板与箱梁接触面，不得粘贴钢板、碳纤维等。

(3) 当箱梁腹板粘贴钢板再加厚时，粘贴钢板表面不得涂油漆。

5.3.4.2 植筋要求

(1) 为加强新旧混凝土间结合，腹板加厚时，在箱梁腹板植筋；新增横隔板时，在箱梁腹板、顶板、底板植筋，横隔板在箱梁顶板、底板植筋数量、深度按新增横隔板与其接触面的混凝土抗拉强度计算；新增齿板时，齿板与箱梁接触面的植筋数量、深度按齿板承受预应力计算。

(2) 当箱梁腹板粘贴钢板再加厚时，为减少对腹板损伤，粘贴钢板的植筋可以兼做加厚混凝土植筋。

5.3.4.3 钢筋、混凝土施工

(1) 为避免焊接高温损伤植筋胶，钢筋均采用绑扎，严禁焊接。

(2) 由于腹板加厚新浇混凝土较薄，为防止混凝土离析，应在模板中间开窗，分层浇筑。

5.4 加固工程质量检验评定

5.4.1 植筋

(1) 基本要求

1) 所有材料的种类、型号、规格、数量和质量必须符合有关规范及设计要求。

2) 按设计要求的程序施工，定位、钻孔、清孔、注胶、固化应符合设计要求。

(2) 实测项目，见表 5.4.1

植筋实测项目 表 5.4.1

项次	检查项目		规定值或 允许偏差	检查方法和频率
1	钻孔直径 (mm)		+2, -1	钢尺测量：抽查 30%
2	钻孔深度 (mm)	上、下部结构	+10, 0	钢尺测量：抽查 30%
		承台与基础	+20, 0	
		连接节点	+5, 0	
3	钻孔垂直度	上、下部结构	3°	钢尺测量：抽查 30%
		承台与基础	5°	
		连接节点	2°	
4	位置 (mm)	上、下部结构	5	钢尺测量：抽查 30%
		承台与基础	10	

		连接节点	5	
--	--	------	---	--

(3) 外观鉴定

- 1) 锚孔内胶黏剂应饱满，不得有未固结现象。
- 2) 植入钢筋不得有松动，表面不应有损伤。

5.4.2 钢筋混凝土增大截面加固

(1) 基本要求

- 1) 所用的水泥、砂石、水、混凝土外掺剂和钢材等原材料的规格、质量以及混凝土配合比应符合设计要求和《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041) 的规定。
- 2) 梁体加固应按照设计规定的操作程序施工。
- 3) 被加固梁体的相关部位在加固前必须清洁、干燥、无污垢，对原有和新设的受力钢筋应进行除锈处理。

(2) 实测项目，见表 5.4.2。

钢筋混凝土增大截面加固实测项目 表 5.4.2

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度 (MPa)	在合格标准内	按水泥混凝土抗压强度评定方法
2	冷拉钢筋接头在同一平面内偏拉 (mm)	2 或 1/10 直径	钢直尺：抽查 30%
3	植筋拉拔力	不小于设计值 1.2 倍	千斤顶：抽查 1%，且不小于 3 根
4	加固截面尺寸 (mm)	± 10	钢直尺：每个构件 3 个断面

(3) 外观鉴定

- 1) 新增混凝土表面的蜂窝、麻面和缺边掉角等缺陷的总面积不得超过该构件表面积 的 5%，深度不得超过 8mm。
- 2) 新、旧混凝土结合面不得出现裂缝、夹杂碎物等。

5.4.3 体外预应力加固

(1) 基本要求

- 1) 体外预应力束所用钢绞线、锚具、HDPE 套管及防腐填充物等各部分材料的技术性能应满足设计要求，预应力束展开后应平顺无弯折。
- 2) 锚固块和转向块应采用预埋无缝钢管成孔。导向管应弯曲圆顺，不得损伤预应

力束及其防护层。锚垫板平面应与孔道轴线垂直，锚具外留长度不得小于设计值。

3) 应按设计要求对锚头和锚固段进行防护，锚具防护罩应安装牢固，内填油脂充盈。

(2) 实测项目，见表 5.4.3。

体外预应力张拉控制实测项目 表 5.4.3

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	钢束坐标 (mm)	构件长方向	± 30	钢尺测量：抽查 50%；各转折点
		构件高方向	± 10	
2	张拉应力值		符合设计要求	查油压表读数：全部
3	张拉伸长率		符合设计要求，设计未规定时 $\pm 6\%$	钢尺测量：全部
4	断丝滑丝 数	钢束	每束 1 根，且每断面不超过钢丝总数的 1%	目测：每根（束）
		钢筋	不允许	
5	限位器纵向间距 (mm)		± 30	钢尺测量：抽查 50%

(3) 外观鉴定

- 1) 体外束的 HDPE 防护应完好, 并应视损伤情况进行处理，严重者须更换。
- 2) 钢束与导向管（限位器）间不应出现橡胶垫块（圈）缺失和破损。

5.4.4 粘贴钢板加固

(1) 基本要求

- 1) 所用材料种类、型号、规格、数量和质量应符合有关规范及设计要求。
- 2) 外露钢构件应按设计要求进行涂装防腐处理。

(2) 实测项目，见表 5.4.4。

粘贴钢板加固实测项目 表 5.4.4

项次	检查项目	规定值或 允许偏差	检查方法和频率
1	加固构件结合面处理	符合设计要求	目测：全部
2	钢材粘贴结合面处理	符合设计要求	目测：全部
3	粘贴	有效粘结面积 $\geq 95\%$	超声波、红外线或敲击：50%

4	锚栓	钻孔直径 (mm)	+2, -1	钢尺测量: 抽查 20%
		锚固深度 (mm)	+5, 0	
		钻孔垂直度	3°	
		位置 (mm)	5	
5	钢材加工	截面尺寸 (mm)	±2	钢尺测量: 检查全部
		焊缝尺寸	符合设计要求	量规: 检查全部
		焊缝探伤		超声: 检查全部 射线: 按设计规定, 设计未规定时按 10%抽查

(3) 外观鉴定

- 1) 目测钢板边缘的溢胶, 色泽应均匀, 胶体应固化。
- 2) 涂装表面完整光洁, 均匀一致, 无破损、气泡、裂纹、针孔、凹陷、麻点、流挂和皱皮等缺陷。
- 3) 涂装的漆膜颜色一致。

5.4.5 粘贴纤维复合材料加固

(1) 基本要求

- 1) 所有进场材料应符合质量标准, 并具有出厂合格证, 其各种性能指标及技术参数均应符合设计和相关规范的要求, 适合现场温度、湿度条件。
- 2) 按设计要求对原构件缺陷进行修补, 严格按有关规范进行各工序隐蔽工程检验与验收, 如施工质量不能满足相关条款要求时, 应立即采取补救措施或返工。
- 3) 纤维复合材料实际粘贴面积、搭接长度、搭接宽度等符合设计要求。当采用多条或多层纤维复合材料加固时, 其搭接位置应相互错开。
- 4) 纤维复合材料与混凝土之间的粘结质量可用小锤轻轻敲击或手压纤维复合材料表面的方法来检查, 总有效粘结面积不应低于 95%。当纤维复合材料的空鼓面积小于 100cm² 时, 可采用针管注胶方式进行补救, 当空鼓面积大于 100cm² 时, 宜将空鼓处的纤维复合材料切除, 重新搭接贴上等量的纤维复合材料, 搭接长度应符合设计要求。

(2) 实测项目, 表 5.4.5

粘贴复合材料加固实测项目

表 5.4.5

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
----	------	----------	---------

1	粘 结 质 量	空鼓面积之和与总粘 贴面积之比		小于 5%	小锤敲击或激光扫描：全部或抽样
		胶黏剂厚度	板材	$2\text{mm}\pm 1.0\text{mm}$	钢尺测量：每构件 3 处
			布材	$<2.0\text{mm}$	
		硬度（布材）		$>70^{\circ}$	洛氏硬度试验方法测量
2	构件表面处理			符合设计要求	目测或尺量：全部
3	阴阳角圆化半径（mm）			≥ 25	量规：全部
4	粘贴误差			中心线偏差 $\leq 10\text{mm}$	钢尺测量：全部
5	粘帖数量			$\geq$ 设计数量	计算
6	现场取样试验			混凝土破坏	取样：2%~3%

注：项次 6 的检查频率按粘贴面积或加固梁体数量计算。

（3）外观鉴定

- 1) 表面清洁，防护完好。
- 2) 纤维复合材料与构件粘合加固时，不应有明显的歪斜和大于 10mm 的位置偏差。

5.4.6 增补桩基加固

（1）基本要求

1) 所有材料的种类、型号、规格、数量和质量必须符合有关规范及设计要求，按规定的配合比施工。

2) 成孔、混凝土灌注、压桩应符合设计要求。水下混凝土应连续灌注，严禁有夹层和断桩。

3) 嵌入承台的锚固钢筋长度不得低于设计规范规定的最小锚固长度要求。

4) 增补桩基应逐根用无破损法进行检测。

5) 凿除桩头预留混凝土后，桩顶应无残余的松散混凝土。

6) 承台增加截面加固时，结合面和原构件缺陷的处理、钢筋连接应符合设计要求。

7) 承台施工时必须采取措施控制水化热引起的混凝土内最高温度及内外温差在允许范围内，防止出现温度裂缝。新浇混凝土不得出现露筋和空洞现象。

8) 施工过程中必须对原桥的沉降、位移进行检测和控制。

（2）实测项目

其中，植筋见表 5.4.1，其它见表 5.4.6 至表 5.4.9。

灌注桩实测项目 表 5.4.6

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
----	------	----------	---------

1	混凝土强度 (MPa)		在合格标准内	按水泥混凝土抗压强度评定方法
2	桩位 (mm)		50	全站仪或经纬仪：每桩检查
3	孔深 (m)		不小于设计	测绳量：每桩测量
4	孔径 (mm)		不小于设计	探孔器：每桩测量
5	倾斜度 (mm)	钻孔桩	1%桩长，且不大于 500	用测壁（斜）仪或钻杆垂线法：每桩检查
		挖孔桩	0.5%桩长，且不大于 200	
6	钻孔桩沉淀厚度 (mm)		按设计或施工规范要求	沉淀盒或标准测锤：每桩检查
7	钢筋骨架底面高程 (mm)		±50	水准仪：测每桩骨架顶面高程后反算

预制桩构件实测项目 表 5.4.7

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度 (MPa)		在合格标准内	按水泥混凝土抗压强度评定方法检查
2	长度 (mm)		±50	尺量：每桩检查
3	横截面 (mm)	桩的边长	±5	尺量：每预制件检查 2 个断面
		空心桩空心（管芯）直径	±5	
		空心中心与桩中心偏差	±5	
4	桩尖对桩的纵轴线 (mm)		10	尺量：每桩检查
5	桩纵轴线弯曲矢高 (mm)		0.1%桩长，且不大于 20	沿桩长拉线量，取最大矢高：每桩检查
6	桩顶面与桩纵轴线倾斜偏差 (mm)		1%桩径或边长，且不大于 3	角尺：每桩检查
7	接桩的接头平面与桩轴平面垂直度		0.5%	角尺：每桩检查

沉桩实测项目 表 5.4.8

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	桩位 (mm)	40	全站仪或经纬仪：每桩检查

2	桩尖高程 (mm)		不高于设计规定	水准仪测桩顶高程后反算: 每桩检查
	贯入度 (mm)		小于设计规定	与控制贯入度比较: 每桩检查
3	倾斜度	直桩	1%	垂线法: 每桩检查
		斜桩	$15\% \tan \theta$	

注: ① θ 为斜桩轴线与垂线间的夹角。

②深水中采用打桩船沉桩时, 其允许偏差应符合设计规定。

③当贯入度符合设计规定但桩尖高程未达到设计高程, 应按施工技术规范的规定进行检验, 并得到设计认可时, 桩尖高程为合格。

承台增加截面实测项目 表 5.4.9

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度 (MPa)	在合格标准内	按水泥混凝土抗压强度评定方法检查
2	结合面处理	符合设计要求	目测: 全部
3	尺寸 (mm)	+30, 0	尺量: 长、宽、高检查各 2 点
4	顶面高程 (mm)	± 20	水准仪: 检查 5 处
5	轴线偏位 (mm)	15	全站仪或经纬仪: 纵、横各测量 2 点

(3) 外观鉴定

- 1) 桩顶面应平整, 桩柱连接处应平顺且无局部修补。
- 2) 预制桩桩顶和桩尖不得出现蜂窝、麻面。
- 3) 沉桩桩头无劈裂, 如有劈裂时应进行处理。
- 4) 新浇混凝土表面平整, 棱角平直, 不得出现蜂窝、麻面, 如出现应修整。
- 5) 新浇混凝土表面出现非受力裂缝应处理。

6 养护管理

6.0.1 桥梁养护工作应实行“统一领导、分级管理”。管养单位和监管单位必须确定各自的工作职责，制定桥梁安全事故责任追究制定。

6.0.2 养护技术工作应实行桥梁养护工程师制度，保持其人员的相对稳定，并定期培训考核。

6.0.3 桥梁管养单位和监管单位应建立健全公路桥梁技术档案管理制度，积极推广应用公路桥梁管理系统，及时更新桥梁技术数据，保证桥梁技术档案真实完整。

（1）重视桥梁特殊情况资料（地质灾害、气象灾害、超限运输等特殊事件的具体情况、损害程度、处置方案等）的管理。

（2）基本资料缺失的桥梁，应根据历年检查、养护资料，逐步建立和完善其技术档案。

（3）特大型连续梁桥应建立符合自身特点的健康监测系统和养护管理系统。

6.0.4 应制定针对重要和特大型连续梁桥的预防和处置突发事件的应急预案。对技术状况为四、五类的桥，除采取相应的管理措施外，还应分别制定应急交通组织方案。

附录 A 承载能力检算方法用表

A.0.1 承载能力检算系数 Z_1

(1) 承载能力检算系数 Z_1 是根据结构或构件的实际技术状况，对结构或构件的抗力进行折减或提高。应综合考虑桥梁结构或构件外观缺损状况、材质强度和桥梁结构固有模态等的检测评定结果加以确定。

(2) 根据表 A.0.1-1 推荐的权重，按下式计算确定结构构件技术状况评定值 D ：

$$D = \sum \alpha_j D_j \tag{A.0.1}$$

式中： α_j — 某一项检测指标的权重值， $\sum_{j=1}^3 \alpha_j = 1$ ；

D_j — 结构或构件某项检测指标的评定标准值，见 A.0.5。

推荐的承载能力检算系数的检测指标权重值 表 A.0.1-1

检测指标名称	桥梁外观质量	混凝土强度	结构模态参数
权重 α_j	0.4	0.3	0.3

(3) 根据结构或构件技术状况评定值 D ，按表 A.0.1-2 选用桥梁承载能力检算系数 Z_1 值。

推荐的承载能力检算系数 Z_1 值 表 A.0.1-2

结构或构件技术状况评定值 D	受弯构件	轴心受压	轴心受拉	偏心受压	偏心受拉	受扭构件	局部承压
1	1.15	1.20	1.05	1.15	1.15	1.10	1.15
2	1.10	1.15	1.00	1.10	1.10	1.05	1.10
3	1.00	1.05	0.95	1.00	1.00	0.95	1.00
4	0.90	0.95	0.85	0.90	0.90	0.85	0.90
5	0.80	0.85	0.75	0.80	0.80	0.75	0.80
备注	1、小偏心受压可参照轴心受压取用承载能力检算系数 Z_1 值； 2、检算系数 Z_1 值，可按技术状况评定值 D 线性内插。						

A.0.2 承载力恶化系数 ξ_e

(1) 承载能力恶化系数 ξ_e 是指桥梁在使用环境中各种介质对结构产生的非结构性作用(如混凝土的碳化深度、氯离子侵蚀、混凝土保护层厚度、混凝土电阻率、钢筋锈蚀电位、混凝土强度劣化等)和截面缺损对承载力的影响系数。

(2) 根据各项检测指标的检测结果,应用表A.0.2-1规定方法计算出某一构件恶化状况评定值 E 。

推荐的结构或构件检测指标影响权重值 表 A.0.2-1

序号	检测指标名称	权重 α_j	综合评定方法
1	混凝土表面缺损	0.32	某一构件恶化状况评定值 E 按下式计算: $E = \sum_{j=1}^7 E_j \alpha_j$ 式中: E_j — 结构或构件某一检测评定指标的评定标准值; α_j — 某一检测评定指标的影响权重, $\sum_{j=1}^7 \alpha_j = 1$ 。
2	钢筋自然电位	0.11	
3	混凝土电阻率	0.05	
4	混凝土碳化深度	0.20	
5	混凝土保护层厚度	0.12	
6	氯离子 (Cl^-) 含量	0.15	
7	结构混凝土强度推定值	0.05	

注:混凝土表面缺损及混凝土强度评定标准见表 A.0.5-1、A.0.5-2、A.0.5-3,其他各项检测评定标准见 A.0.6。

(3) 根据某一构件恶化状况评定值 E 及桥址的环境特征,按表 A.0.2-2 确定桥梁的承载能力恶化系数 ξ_e 。

推荐的承载能力恶化系数 ξ_e 值 表 A.0.2-2

恶化状况 评定值 E	环境条件			
	干燥 不冻 无侵蚀性介质	干、湿交替 不冻 无侵蚀性介质	干、湿交替 冻 无侵蚀性介质	干、湿交替 冻 有侵蚀性介质
1	0.00	0.02	0.05	0.06
2	0.02	0.04	0.07	0.08
3	0.05	0.07	0.10	0.12
4	0.10	0.12	0.14	0.18
5	0.15	0.17	0.20	0.25
备注	恶化系数 ξ_e 按结构或构件恶化状况评定值线性内插。			

A.0.3 截面折减系数 ξ_c 、 ξ_s 。

(1) 截面折减系数主要是考虑结构由于材料风化、碳化、物理与化学损伤以及由于钢筋腐蚀剥落造成的钢筋有效面积损失对结构构件截面抗力效应的影响。

(2) 结构的截面折减系数，按下述方法确定：

1) 通过对桥梁进行检测，确定结构材料风化、碳化、物理与化学损伤等三项检测指标的评定标准值。混凝土碳化的评定标准见表A.0.6-4，材料风化及物理与化学损伤的评定标准见表A.0.7-1、A.0.7-2。

2) 根据各检测指标的评定标准值，按下式计算确定结构或构件截面损伤的综合评定值 R ：

$$R = \sum_{j=1}^3 R_j \alpha_j \quad (\text{A.0.3})$$

式中： R_j — 某项检测指标的评定标准值；

α_j — 某项检测指标的权重值， $\sum_{j=1}^3 \alpha_j = 1$ ，见表A.0.3-1；

推荐的材料风化、碳化及物理与化学损伤影响权重值 表A.0.3-1

检测指标名称	权重值 α_j
材料风化	0.10
碳化	0.35
物理与化学损伤	0.55

3) 依据截面损伤的综合评定值，按表A.0.3-2取用截面折减系数 ξ_c 。

推荐的截面折减系数 ξ_c 值 表A.0.3-2

截面损伤 综合评定值 R	截面折减系数 ξ_c
$1 \leq R < 2$	0.98~1.00
$2 \leq R < 3$	0.93~0.98
$3 \leq R < 4$	0.85~0.93

$4 \leq R < 5$	0.85 以下
----------------	---------

4) 依据截面损伤的综合评定值,可按表A.0.3-3选用发生腐蚀的钢筋的截面折减系数 ξ_s 。

推荐的钢筋截面折减系数 ξ_s 值

表A.0.3-3

截面损伤 综合评定 值 R	性 状 描 述	截面折减系数 ξ_s
1	沿钢筋出现裂缝,宽度小于限值。	0.98~1.00
2	沿钢筋出现裂缝,宽度大于限值,或钢筋锈蚀引起混凝土发生层离。	0.95~0.98
3	钢筋锈蚀引起混凝土剥落,钢筋外露,表面有膨胀薄锈层或坑蚀。	0.90~0.95
4	钢筋锈蚀引起混凝土剥落,钢筋外露、表面膨胀性锈层显著,钢筋断面损失在10%以内。	0.80~0.90
5	钢筋锈蚀引起混凝土剥落,钢筋外露、出现锈蚀剥落,钢筋断面损失在10%以上。	0.80 以下

A.0.4 活载影响修正系数 ξ_q

(1) 通过实际调查重载交通桥梁的典型代表交通量、大吨位车辆混入率、轴荷分布,按下式确定活载影响修正系数 ξ_q 值:

$$\xi_q = \sqrt[3]{\xi_{q1}\xi_{q2}\xi_{q3}} \quad (\text{A.0.4})$$

式中: ξ_q — 活载影响修正系数;

ξ_{q1} — 对应于交通量的活载影响修正系数;

ξ_{q2} — 对应于大吨位车辆混入率的活载影响修正系数;

ξ_{q3} — 对应于轴荷分布的活载影响修正系数。

(2) 根据实际调查的典型代表交通量 Q_m 与设计交通量 Q_d 之比,按表A.0.4-1选用对应于交通量的活载影响修正系数 ξ_{q1} 值:

推荐的对应于交通量的活载影响修正系数 ξ_{q1}

表A.0.4-1

Q_m / Q_d	活载影响修正系数 ξ_{q1}
$1 < \frac{Q_m}{Q_d} \leq 1.3$	1.0~1.05
$1.3 < \frac{Q_m}{Q_d} \leq 1.7$	1.05~1.10
$1.7 < \frac{Q_m}{Q_d} \leq 2.0$	1.10~1.20
$2.0 < \frac{Q_m}{Q_d}$	1.20~1.35

表中： Q_m —实际调查的典型代表交通量；
 Q_d —设计交通量。

(3) 依据实际调查的重量超过汽车检算荷载主车的大吨位车辆的交通量与实际交通量之比，即大吨位车辆混入率 α ，按表 A.0.4-2 取用对应于大吨位车辆混入率的活载影响修正系数 ξ_{q2} 值：

推荐的对应于大吨位车辆混入率的活载影响修正系数 ξ_{q2} 表 A.0.4-2

α	活载影响修正系数 ξ_{q2}
$\alpha < 0.3$	1.00~1.05
$0.3 \leq \alpha < 0.5$	1.05~1.10
$0.5 \leq \alpha < 0.8$	1.10~1.20
$0.8 \leq \alpha < 1.0$	1.20~1.35
备 注	活载影响修正系数可按大吨位车辆混入率 α 值线性内插

(4) 根据实际调查的轴荷分布，确定后轴重超过汽车检算荷载之最大轴荷所占的百分数 β ，按表 A.0.4-3 取用对应于轴荷分布的活载影响修正系数 ξ_{q3} 值：

推荐的对应于轴荷分布的活载影响修正系数 ξ_{q3} 表 A.0.4-3

β	活载影响修正系数 ξ_{q3}
$\beta < 5\%$	1.00
$5\% \leq \beta < 15\%$	1.15
$15\% \leq \beta < 30\%$	1.30
$\beta \geq 30\%$	1.40

A.0.5 旧桥技术状况评定标准用表

上部结构表观缺陷状况评定标准

A.0.5-1

评定标准值	表观技术状况	评定标准
1	良好状态	① 基本上完好无缺，但表面欠清洁； ② 重点部位有少量裂缝，缝宽在限制范围内，间距大于 50cm，缝长不足截面尺寸的 1/3。
2	较好状态	① 有剥落、蜂窝麻面和露筋，其累计面积不到构件面积的 3%； ② 局部网状开裂，面积在 0.5m^2 以下； ③ 结合面开裂或有纵向裂缝，缝长小于 1/8 结合面长度或跨长； ④ 缝宽在限制范围之内，缝长为 1/3~1/2 截面尺寸，间距大于 30cm。
3	较差状态	① 剥落、蜂窝麻面和露筋累计面积为构件表面的 3%~10%； ② 钢筋锈蚀或混凝土表面有锈迹； ③ 结合面开裂或有纵向裂缝，缝长为 1/8~1/2 结合面长度或跨长； ④ 渗漏现象或个别地方有钟乳石状悬挂沉积物； ⑤ 横向联系松动； ⑥ 局部网状开裂，面积为 $0.5\sim 1.0\text{m}^2$ ； ⑦ 缝宽在限值范围之内，间距大于 20cm，缝长为截面尺寸的 1/2~2/3。
4	差的状态	① 多处局部网状开裂，累计面积大于构件表面积 10%； ② 剥落、蜂窝麻面和露筋累计面积为构件表面积的 10%以上； ③ 钢筋锈蚀剥落，或有顺主筋方向裂缝，结合面开裂或纵向裂缝，缝长大于 1/2 结合面长度或跨长； ④ 严重漏水，多处有钟乳石状悬挂沉积物； ⑤ 横向联系严重损坏造成横向刚度明显降低； ⑥ 重点部位缝宽介于限值与 1mm 之间，缝长大于 2/3 截面尺寸，间距小于 20cm； ⑦ 异常声音和振动。
5	危险状态	① 异常变形，如主梁跨中下挠过大、梁端下沉等； ② 横向有失稳迹象； ③ 裂缝大多贯通，缝宽大于 1mm，间距小于 10cm； ④ 主筋锈断； ⑤ 混凝土受压区出现压碎裂缝。

下部结构表观缺损状况评定标准

A.0.5-2

评定标准值	表观技术状况	评定标准
1	良好状态	① 各部件完整，浅基防护处理效果良好； ② 表面污秽，长有苔藓或植物丛生； ③ 少量线状短缝，缝宽在限值范围之内； ④ 局部蜂窝麻面、剥落、深度不足 1cm。
2	较好状态	① 局部网裂，面积不到 1m^2 或较多线状短缝，或缝宽在限值范围之内； ② 砌石表面风化或局部灰浆脱落； ③ 少数蜂窝麻面、剥落，深度不足 2cm，面积不到 3%；

		④ 浅基未作防护处理，但未造成冲刷损毁。
3	较差状态	① 多处局部网裂，面积大于 1 m^2 ，或大量线状短缝、缝宽超过限值； ② 多处蜂窝麻面、剥落露筋，深度大于 3cm ，面积为 $2\%\sim 10\%$ ； ③ 砌石表面严重风化，或灰浆大量脱落； ④ 砌体松动，或严重漏水浸蚀，或局部鼓肚； ⑤ 浅基础局部浸蚀，或桥基局部有冲刷掏空迹象。
4	差的状态	① 表面普遍网裂，或较多线状通缝，缝宽超过限值； ② 大量蜂窝麻面、剥落露筋，面积大于 10% ，或钢筋严重锈蚀； ③ 大面积砌体松动或鼓肚变形； ④ 桥基局部冲空或桩基有冲刷磨损现象； ⑤ 桩基环状冻裂，木桩腐朽或蛀蚀严重。
5	危险状态	① 墩台不稳定，有滑动、下沉、位移、倾斜及冻害现象； ② 基础严重冲刷， 20% 以上基底掏空，或桩基严重冲刷磨损； ③ 变形大于规范控制值，或裂缝有开合现象。

混凝土实测强度评定标准

A.0.5-3

K_{bt}	K_{bm}	强度状态	强度评定标准值
≥ 0.90	≥ 1.00	良好	1
$0.9\sim 0.95$	≥ 0.95	较好	2
$0.81\sim 0.89$	≥ 0.90	较差	3
$0.7\sim 0.80$	≥ 0.85	差的	4
≤ 0.70	≤ 0.84	危险	5

表中：① K_{bt} —推定强度匀质系数

$$K_{bt} = \frac{R_{it}}{R}$$

式中： R_{it} —受力部位混凝土的实测强度推定值；

R —混凝土极限抗压强度值。

② K_{bm} 平均强度匀质系数

$$K_{bm} = \frac{R_{im}}{R}$$

式中： R_{im} —受力部位测区平均换算强度值。

实测自振频率评定标准

A.0.5-4

桥梁部件	上部结构		下部结构	
评定标准值	f_{mi}/f_{di}	技术状况	f_{mi}/f_{di}	技术状况
1	≥ 1.1	良好	≥ 1.2	良好
2	$1.0\sim 1.1$	较好	$1.0\sim 1.2$	较好

3	0.9~1.0	较差	0.95~1.0	较差
4	0.75~0.9	差的	0.80~0.95	差的
5	0.75 以下	危险	0.80 以下	危险

其中： f_{mi} —结构实测自振频率值，

f_{di} —结构理论计算自振频率值。

A.0.6 承载力恶化系数评定标准用表

钢筋锈蚀电位的评定标准

A.0.6-1

评定标准值	电位水平 (mV)	钢筋状态
1	0~-200	无锈蚀活动性或锈蚀活动性不确定
2	-200~-300	有锈蚀活动性，但锈蚀状态不确定，可能坑蚀
3	-300~-400	有锈蚀活动性，发生锈蚀概率大于 90%
4	-400~-500	有锈蚀活动性，严重锈蚀可能性极大
5	<-500	构件存在锈蚀开裂区域

注：①表中电位水平为采用铜—硫酸铜电极时的量测值；

②混凝土湿度对量测值有明显影响，量测时构件应为自然状态，否则不能使用此评定标准。

混凝土电阻率对钢筋锈蚀影响程度的评定标准

A.0.6-2

评定标准值	电阻率 (Ωcm)	可能的锈蚀速度
1	>20000	很慢
2	15000~20000	慢
3	10000~15000	一般
4	5000~10000	快
5	<5000	很快

注：混凝土湿度对量测值有明显影响，量测时构件应为自然状态，否则不能使用此评定标准。

氯离子对钢筋锈蚀影响程度的评定标准

A.0.6-3

氯离子含量(占水泥含量的百分比)	<0.15	0.15~0.4	0.4~0.7	0.7~1.0	>1.0
评定标准值	1	2	3	4	5
诱发钢筋锈蚀的可能性	很小	不确定	有可能诱发钢筋锈蚀	会诱发钢筋锈蚀	钢筋锈蚀活化

混凝土碳化深度对钢筋锈蚀影响的评准标准

A.0.6-4

评判标准值	1	2	3	4	5
碳化层深度/保护层厚度	<1*	<1	=1	>1	>1**

注：① * 构件全部实测比值均小于 1；

② ** 构件全部实测比值均大于 1。

混凝土保护层厚度对结构钢筋耐久性的影响评定标准

A.0.6-5

评定标准值	D_{nc}/D_{nd}	对结构钢筋耐久性的影响
1	>0.95	影响不显著

2	0.85~0.95	有轻度影响
3	0.70~0.85	有影响
4	0.55~0.70	有较大影响
5	<0.55	钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀

D_{nd} —混凝土保护层厚度设计值；

D_{ne} —混凝土保护层厚度特征值（精确至 0.1mm）。

$$D_{ne} = \bar{D}_n - K S_D$$

其中： $\bar{D}_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_{ni}}{n}$ ，混凝土保护层厚度平均值；

D_{ni} -结构或构件测量部位测点混凝土保护层厚度（精确至 0.1mm；）；

n -测点数；

K -合格判定系数，按下表取用。

混凝土保护层厚度合格判定系数值 A.0.6-6

n	10~15	16~24	≥25
K	1.695	1.645	1.595

S_D -测量部位测点保护层厚度的标准差，精确至 0.1mm。

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_{ni})^2 - n(\bar{D}_n)^2}{n-1}} \quad \circ$$

A. 0. 7 截面折减系数评定标准用表

配筋混凝土结构材料风化评定标准 A.0.7-1

评定标准值	材料风化状况	性状描述
1	微风化	手搓构件表面，无砂砾滚动摩擦的感觉，手掌上粘有构件材料粉末，无砂粒。构件表面直观较光洁。
2	弱风化	手搓构件表面，有砂砾滚动摩擦的感觉，手掌上的附着物大多为构件材料粉末，砂粒较少。构件表面砂粒附着不明显或略显粗糙。
3	中度风化	手搓构件表面，有较强的砂砾滚动摩擦的感觉或粗糙感，手掌上的附着物大多为砂粒，粉末较少。构件表面明显可见砂粒附着或明显粗糙。
4	较强风化	手搓构件表面，有强烈的砂粒滚动摩擦的感觉或粗糙感，手掌上的附着物基本为砂粒，粉末很少。构件表面可见大量砂粒附着或有轻微剥落。
5	严重风化	构件表面可见大量砂粒附着，且构件部分表层剥离或混凝土已露粗集料。

配筋混凝土结构物理与化学损伤评定标准 A.0.7-2

评定标准值	性状描述
1	构件表面较好，局部表面有轻微剥落。
2	构件表面剥落面积在 5%以内。损伤比较均匀，深度较浅，与截面损伤发生部位构件最小尺寸之比小于 0.02
3	构件表面剥落面积在 10%以内,剥落一般仅发生在表层，局部最大深度在 1cm 以内或损伤最大深度与截面损伤发生部位构件最小尺寸之比小于 0.04。
4	构件表面剥落面积在 15%以内,剥落深度较大,局部最大深度在 2cm 以内或损伤最大深度与截面损伤发生部位构件最小尺寸之比小于 0.1。
5	构件表面剥落面积在 20%以内,局部混凝土保护层剥落，最大深度在 2cm 以上或损伤最大深度与截面损伤发生部位构件最小尺寸之比大于 0.1。

附录 B 基于荷载试验的承载能力检算系数

基于荷载试验的承载能力检算系数 Z_2

对经荷载试验鉴定的旧桥，根据荷载试验结果确定旧桥检算系数 Z_2 见下表。

经过荷载试验的承载力检算系数 Z_2 值表

ζ	理论增大系数 $(1-\zeta)$	推荐的增大系数取值	Z_2
0.5 及以下	≥ 0.5	最大 0.25	1.25
0.6	0.40	0.20	1.20
0.7	0.30	0.15	1.15
0.8	0.20	0.10	1.10
0.9	0.10	0.05	1.05
1.0	0.00	0.00	1.00

注：①对主要挠度测点和主要应力测点的校验系数，两者中取较大值；

② Z_2 值，可按 ζ 值线性内插。

表中校验系数 ζ 按下式计算：

$$\zeta = \frac{S_e}{S_s}$$

式中： S_e ——试验荷载作用下量测的弹性变位（或应变）值；

S_s ——试验荷载作用下的理论计算变位（或应变）值；

本指南用词说明

1 为了便于在执行本指南条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词用语说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) “可”表示允许有选择。

2 指南中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。非必须按指定的标准、规范的规定执行时，写法为“可参照……”。

附件 《预应力混凝土连续梁桥养护指南》条文说明

1 总则

1.0.2 采用悬臂施工的预应力混凝土连续梁桥由于设计原因、施工质量、运营管理、实际荷载及环境影响等因素引起的抗弯承载能力不足、结构刚度不足，以及耐久性因素附加引起的承载能力降低而发生的常见及典型病害有：

(1) 由承载能力或刚度不足产生严重跨中下挠，结构线形变形。

(2) 由外荷载引起的箱梁混凝土结构裂缝：常见的有腹板斜向拉应力裂缝；剪切裂缝；弯曲受力裂缝；顶板、底板弯曲受力裂缝。由变形引起的箱梁混凝土非结构裂缝：常见的有箱梁表面混凝土收缩裂缝；箱梁内外温差产生的温度裂缝等；由钢筋保护层不足而产生的裂缝；节段施工接缝及腹板二次浇注不规范产生的施工裂缝等。

(3) 由施工质量差产生的混凝土表面缺陷，如蜂窝、麻面、露筋、小孔洞、混凝土局部疏松；由施工质量失控产生的特殊缺陷，如预应力部分失效、预应力管道未压浆或压浆不饱满，预应力管道或主筋外露；混凝土疏松状大孔洞、漏振或跑浆形成的劣质混凝土；顶底板网状开裂、混凝土呈片状脱落或爆裂；基桩及接柱间空洞、剥落、露筋、颈缩、桩身脱空等。

(4) 受荷载、环境因素及施工质量影响桥面铺装网裂、龟裂、破损、坑槽、顶板与防水层、垫层局部脱空、破损。处于海水、氯盐及易腐蚀环境中的桥梁，由于混凝土碳化、氯离子侵袭等因素产生钢筋锈蚀，混凝土保护层脱落、裂缝扩展等。

(5) 由承载力不足而发生基础沉降及不均匀沉降；基础受洪水冲刷及河床挖浚而产生的滑移、倾斜；墩台受冰凌、冻胀、泥石流等地质灾害而发生的破损、位移。

2 术语

术语主要参考“公路桥涵养护规范”(JTG H11)及“公路桥梁加固设计规范”(JTG/T J22)编写。

3 检查与评定

3.1.2 有关桥梁评定的内容可参考《公路桥涵养护规范》。

3.2.1 支座是桥梁的机动部分，在活载、温度变化或其他因素作用下，要发生转动、水平位移（板式橡胶支座产生大的剪切变形），是养护的重点部分。但由于过去设计公路桥梁，几乎都没有考虑支座养护的工作通道，养护人员难以接近支座部分，支座养护不及时甚至长期失养，影响桥梁的正常工作。所以强调加强对支座的养护是必要的。为此，

本条要求对支座的检查频率比其他部位高，每季度至少检查一次，清扫工作也要求每半年至少进行一次。各地可据实际情况，规定定期检查和打扫的时间，同时还应解决养护工作通道、工作平台的问题。

3.3.3 定期检查和经常检查均有目测，但定期检查强调“必须接近各部件仔细检查其缺损情况”。定期检查前必须创造接近各部件的条件，如使用桥梁检测车、搭设临时支架等。

3.3.4 本条规定了定期检查应完成的工作。缺损原因的判断、维修范围的估定、改建和限制交通的建议工作要慎重进行，都必须以检查情况及与以往检查情况的变化对比做依据，有可信、充足、准确的数据。做判断时，执行者的经验也很重要，因此要求定期检查的主持者具有相应的资质和素质。对于难以判断的，应提出进一步检查的要求，不可盲目下结论。

3.3.5 支座是容易损坏的部位，在经常检查中很难对其进行目测检查，因此在定期检查中应作为重点检查的部位。

3.4.1 特殊检查应采用仪器设备，通过检测或试验的方法，并结合理论分析，对桥梁的缺损状况、病害成因、承载能力或抗灾能力作出科学明确的判定。并依据检测结果，提出针对性的维修处置措施或加固方案建议。

技术状况为五类的桥梁，只是在其技术状况偏向四类且区分不明显时才考虑进行专门检查。

3.4.2 本条规定了对承担特殊检查单位的资质管理。特殊检查的技术要求较高，承担者必须拥有相应的仪器设备、试验分析手段，具有较深厚的专业知识和判断结构工作状态的丰富经验，因此在资质方面有所要求。关于承担单位的资质审查、委托方式，应按国家交通主管部门的相关规定执行。

3.4.4 预应力钢束永存应力的检测是在检测单位确认必要时，提出书面报告，并征得业主同意后，方可进行预应力钢束永存应力的检测试验，以测得尚存预应力值。检测试验前应按原设计要求布置等效临时预应力钢束，以策结构安全。

3.5 本指南采用交通部公路科学研究院主编的“公路桥梁承载能力检测评定规程”（报批稿）推荐的承载能力计算方法。其中，检算的各项修正系数、权重值等将随着国内大量加固工程实践有所修改。我省也将及时总结、提炼，拟定出符合我省实际的相关系数和权重值，以便完善该检算方法。

3.6 对特殊重要的连续梁桥在使用期间可进行周期性荷载试验。在使用 20 年后，每隔 10~15 年进行一次全面系统的检查是很有必要。因为工程结构的功能在其生命周期内

是不断退化、老化的。而荷载试验是桥梁承载能力最直观的检查。

4 连续梁桥养护维修

4.2. 预应力混凝土梁桥的日常养护基本同于钢筋混凝土梁桥，但由于多了预应力体系的相应构造，因此要注意对预应力钢束及锚固区的养护，如处理体外预应力钢束的腐蚀，修补沿预应力钢束的梁体混凝土纵向裂缝及破损等。

预应力混凝土梁桥的病害及处理基本上同于钢筋混凝土梁。预应力混凝土梁桥出现裂缝还可能有锚固区的局部承压劈裂，或因保护层厚度不够，构造钢筋、定位钢筋偏少引起沿预应力钢束的纵向线形裂缝。按桥梁设计规范，全预应力及 A 类构件（部分预应力）在正常使用的条件下，是不允许开裂的，因此检查出有受力裂缝，无论宽度大小均应查明原因，进行处理。这种情况多数为承载力不够或预应力部分失效引起的，应进行结构加固而不仅仅处理裂缝。

4.4 支座的日常养护应保持其机动性和位移功能。防止杂物、垃圾等将支座卡死，防止钢构件锈蚀，橡胶件老化，紧固件松动等。

支座是桥梁的可换部件，尤其是橡胶支座，因材料老化其使用寿命远比混凝土、钢材短，除了发现故障及时更换外，应建立定期更换制度，到使用年限的应强制性更换掉。更换支座时，需用千斤顶顶起梁，先使旧支座脱空，然后进行更换作业，最后再落梁就位。千斤顶的支顶位置应尽可能接近原支座，宜在横桥向原支座的两侧架顶。起顶和落顶宜各点同步，也可用小位移量逐次交叉顶升或降落。对连续梁等超静定结构更换支座，应进行检算和施工组织设计，避免在更换支座过程中产生过大的附加内力。

5 连续梁桥加固

5.1.1 连续梁桥的加固是一项复杂的系统工程。

（1）连续梁桥的结构性病害主要有抗弯承载能力不足、结构刚度不足、耐久性因素附加引起的结构承载能力降低而产生的各类病害。如箱梁严重下挠、开裂、裂缝扩展等。加固设计时应针对不同的病害特征采用相对应的加固方法。

（2）加固设计应考虑地区气候和使用环境特点，在选择加固时机、工艺、材料方面要有所区别，以保证加固效果。

（3）加固工程是一项比新建、改建桥梁更为复杂的项目，坚持动态施工原则，即必须加强施工前的复查和施工中的观测与检查。施工前，若发现原结构或相关工程隐蔽部位的构造有严重缺陷或与设计不符的情况，应告知设计单位修改方案。施工过程中若

出现异常变形、裂缝有较大较快发展时，应立即停止施工，采取有效措施进行处理，经确认后方可继续施工。加固完工后，应检验加固效果，特大桥及技术复杂的桥应进行荷载试验。

5.2.2 连续桥梁加固技术基本有三种类型：加强薄弱构件；增加或更换构件；增强结构整体性。通常箱梁病害中除由刚度不足产生结构变形，跨中下挠外，当承载力不足时，由外荷载作用而引起的结构裂缝和由变形引起的混凝土非结构裂缝大量发生。因此，箱梁加固时首先对裂缝进行有针对性的处治，然后分别采用增大截面、粘贴钢板、粘贴纤维复合材料、体外预应力及改变结构体系等方法进行加固。也可以采用上述多种方法组合加固。

5.2.3 对于重力式刚性实体基础，当承载力不足时一般采用扩大墩台基础底面积的加固方法，称为扩大基础加固法。

常用的桩基础加固法是加桩和加大承台，新旧桩基通过承台来共同受力。新增加桩的直径、长度及数量通过计算确定。增加桩的缺点是基础范围扩大较多。采用压浆方法增加桩壁摩阻力也是有效的加固方法，一般用于钻孔桩的缺陷处理与加固。

人工地基加固是在墩台基础之下或周边钻孔或打入管桩，用一定压力把各种浆液（加固液）灌入土层中，通过浆液凝固，把原来松散的土固结为有一定强度和防渗性能的整体，或把岩石裂缝堵塞起来，从而达到加固地基，提高地基承载力的目的。

当桥台由于种种原因而产生滑移、倾斜时应根据不同情况采取相应的加固方法。对于梁式桥因台背土压力过大引起向桥孔倾斜或滑移，一般可在台背换填轻质材料以减轻土压力，或加固加厚原有桥台台身。

桥梁墩台基础产生沉降往往是由于地基承载力不足而引起，随着时间的推移，沉降会逐渐减少，因此可采用顶升梁板加设垫块的方法进行调整。若沉降量较大，则必须采取有效的方法加固地基与基础。

5.3.2 预应力管道的检查应沿预应力管道每隔 2~10 米打一检查孔，如果相邻两检查孔处波纹管压浆均饱满，不再检查；如果相邻两检查孔处波纹管有一个压浆不饱满，在两检查孔之间再打检查孔，检查波纹管压浆不饱满范围；如果相邻两检查孔处波纹管压浆均不饱满，对两检查孔进行通气检查，检查连通情况，如果不连通，在两检查孔之间再打检查孔，直至两检查孔连通。

5.3.3 局部崩裂修补方法：

（1）清除崩裂区域松散混凝土，对轻微开裂的波纹管，用胶带密封；对碎裂的波纹管，在崩裂区域边界处封堵波纹管。

- (2) 崩裂混凝土深度不超过 5 厘米时,用水泥砂浆或聚合物砂浆修补。
- (3) 崩裂混凝土深度大于 5 厘米时,支模浇筑无收缩混凝土修补。
- (4) 进行补压浆。

大面积崩裂加固方法:

- (1) 清除崩裂区域松散混凝土,对轻微开裂的波纹管,用胶带密封;对碎裂的波纹管,在崩裂区域边界处封堵波纹管。
- (2) 预应力钢束无偏移、波纹管未脱离混凝土时,应进行修补。
- (3) 预应力钢束出现偏移、波纹管脱离混凝土时,在崩裂区域设置对拉螺栓夹钢板,其内浇筑混凝土,约束钢束;钢束偏移严重时,在箱内加框架,将钢板与框架连接,使崩裂力转移至框架。
- (4) 对拉螺栓间距一般不大于 30 厘米,直径不小于 25 毫米。
- (5) 钢板厚度一般不小于 6 毫米,分块焊接连为整体。
- (6) 钢板内浇筑的混凝土应为无收缩、自流混凝土,浇筑时应留有出气孔,以便检查浇筑是否饱满。
- (7) 在崩裂区域边缘,崩裂区域排气不通畅处,预埋灌胶管,当混凝土硬化后,灌入水下固化的结构胶。
- (8) 进行补压浆。

5.3.4 植筋的施工方法可参考“公路桥梁加固施工技术规范”(JTG/T J23)。

5.4 本节系参考“公路工程质量检验评定标准”(JTG F80/1) 及“公路桥梁加固施工技术规范”(JTG/T J23)中相关的工程实测项目内容。

6 养护管理

6.0.1 本节参考交通部颁布的“公路桥梁养护管理工作制度”编写。

6.0.2 各级桥梁管养单位及监管单位均应设置专职的桥梁养护工程师,并保持其人员的稳定。桥梁养护工程师应具有五年以上从事桥梁养护管理工作经历,具有工程师及以上技术职称。

总运营管理单位桥梁养护工程师履行以下主要职责:

- (1) 负责本单位所辖所有路段的桥梁养护技术管理工作,组织制定桥梁养护计划,审核路段管理单位上报的桥梁养护计划,并负责考核桥梁养护质量。
- (2) 审查并提出桥梁定期检查、特殊检查工作计划并组织实施;主持审定桥梁特殊检查报告,组织并审核桥梁维修加固设计方案、预算并监督实施。

(3) 监督、组织桥梁养护维修工程，组织并参与桥梁养护维修工程的中间检查和交（竣）工验收。

(4) 提出桥梁养护的科研计划，主持审定养护科研成果，组织检查桥梁养护工作中的重大安全、质量事故。

(5) 审定超重车辆过桥方案，并负责组织过桥前后的现场检测工作。

(6) 主持所属桥梁技术档案的完善、审查与技术情报的交流，组织进行技术业务培训。

(7) 及时上报辖区的桥梁受自然灾害和其他因素损坏的情况。

路段运营单位桥梁养护工程师履行以下主要职责：

(1) 编制上报所辖路段内桥梁的年度养护计划，并根据批准下达的养护计划组织实施。

(2) 主持所辖路段内桥梁经常检查与技术档案的填写、整理，桥梁养护管理系统维护，定期对辖区内桥梁技术状况做出综合分析与评价。

(3) 向上级桥梁养护工程师提出定期检查、特殊检查的计划报告，并协助做好具体检查工作。

(4) 负责向上级主管桥梁养护工程师和本单位领导报告三、四类桥梁的病害状况和受自然灾害及其他影响的损坏情况，并协助上级桥梁养护工程师作定期检查。

(5) 负责桥梁维修加固专项工程的具体实施与现场管理，参与竣（交）工验收。

(6) 根据上级审定的超重车辆通过桥梁方案，组织和指导超重车辆通过，并详细检查主要受力部位已有病害的发展和新病害出现的情况，并记录在案。

(7) 及时上报所辖路段内的桥梁受自然灾害和其他因素损坏的情况。

6.0.4 接获公路桥梁突发信息后，桥梁管养单位应立即向上级主管部门报告并启动应急预案，及时、有效地进行处置工作。应急处置过程中，要按相关规定向上级主管部门续报有关情况。