

江苏省市场监督管理局 发布

XXXX-XX-XX实施

XXXX-XX-XX发布

公路钢梁桥养护技术规范

Technical specification for maintenance of steel girder bridges in highway

（报批稿）

**DB**32/**T** XXXX—XXXX

江苏省地方标准

ICS XX

CCS X XX

目 次

[前言 Ⅲ](#_Toc148878739)

[1 范围 1](#_Toc148878740)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc148878741)

[3 术语与定义 1](#_Toc148878742)

[4 基本规定 2](#_Toc148878743)

[5 检查 2](#_Toc148878744)

[6 评定 4](#_Toc148878745)

[7 处治 5](#_Toc148878746)

[附录A（资料性） 病害重点部位分布图例 7](#_Toc148878747)

[附录B（资料性） 病害编码规则 10](#_Toc148878748)

[附录C（规范性） 病害检查记录表 11](#_Toc148878749)

# 前 言

本文件按照GB/T 1.1－2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：河海大学、江苏宁沪高速公路股份有限公司、江苏现代路桥有限责任公司、江苏高速公路工程养护有限公司、中铁宝桥（扬州）有限公司、江苏华通工程技术有限公司、江苏现代工程检测有限公司、宁波市杭州湾大桥发展有限公司。

本文件主要起草人：吉伯海、茅荃、汪锋、孟令国、王革、刘红涛、傅中秋、胡健、肖龙、杨勇、王延明、邢晓桢、姚悦、卞思雨、汤啸天、赵跃、孙蕾蕾、章世祥、杨健、袁周致远、葛腾。

公路钢梁桥养护技术规范

# 1 范围

本文件规定了公路钢梁桥养护技术的基本规定、检查、评定与处治。

本文件适用于钢板梁桥、钢桁梁桥、钢箱梁桥及其他类似桥梁钢主梁的养护工作。

# 2 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/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

GB 51367 钢结构加固设计标准

CB/Z 67 碳弧气刨工艺要求

JTG/T H21 公路桥梁技术状况评定标准

JTG/T J21 公路桥梁承载能力检测评定规程

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

JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件

JTG/T 3651 公路钢结构桥梁制造和安装施工规范

JTG 5120 公路桥涵养护规范

DB32/T 3644 公路桥梁钢箱梁疲劳裂纹检测、评定与维护规范

DB32/T 3820 公路桥梁钢箱梁预防养护规范

# 3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冲击法 impact method

通过高速冲击，引入残余压应力，使构件表面产生塑性变形或使裂纹表面产生接触闭合，以提高疲劳寿命或延缓裂纹扩展的方法。

3.2

磨削法 grinding method

通过打磨焊缝表面，改善焊缝几何形状，或去除表面微裂纹的方法。

3.3

局部切削法 local cutting method

通过切削，改变构件刚度分布和应力特征，延缓疲劳开裂的方法。

3.4

局部连接刚度削弱法 local joint-stiffness weakening method

通过改变局部构件，降低连接刚度，延缓疲劳开裂的方法。

# 4 基本规定

4.1 公路钢梁桥养护应符合JTG 5120的相关规定。

4.2 公路钢梁桥中采用正交异性钢桥面板作为桥面板结构时，桥面板的养护工作应符合DB32/T 3644的相关规定。

4.3 公路钢梁桥的养护工作应实现可达、可检、可修、可换。

4.4 当出现下列病害时还应满足本规范的相关要求：

1. 锈蚀病害；
2. 焊缝或母材的疲劳开裂；
3. 螺栓断裂、松动或脱落。

4.5 应根据桥梁结构与运营环境特征确定公路钢梁桥的病害重点部位，在养护工作中加强关注，锈蚀与疲劳病害重点部位见表1，病害重点部位分布图例参见附录A。

表1 各类桥型锈蚀与疲劳病害重点部位

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 主梁类型 | 病害类型 | 部位 | 构件或细节 |
| 钢板梁 | 锈蚀 | 支承端主梁 | 加劲肋、腹板与翼缘连接部位 |
| 非支承端主梁 | 下翼缘上下表面、联结系 |
| 构件密集区域 | 狭小空间内的钢构件表面 |
| 疲劳 | 支承端主梁 | 各构件连接焊缝、螺栓 |
| 非支承端带联结系主梁 | 腹板与竖向加劲肋焊缝、腹板与翼缘焊缝 |
| 非支承端无联结系主梁 | 腹板与纵向加劲肋焊缝、腹板与翼缘焊缝 |
| 钢桁梁 | 锈蚀 | 腹杆与弦杆连接部位 | 节点板、节点板与腹杆接触面、弦杆、螺栓 |
| 纵梁与横梁连接部位 | 纵横梁表面 |
| 伸缩缝下部主梁 | 端横梁、下弦杆端部 |
| 疲劳 | 横梁与弦杆连接部位 | 横梁翼缘与腹板连接焊缝及切口，连接角钢 |
| 纵梁与横梁连接部位 | 纵梁端部切口，连接角钢 |
| 腹杆与弦杆连接部位 | 腹杆或节点板栓孔边缘 |
| 钢箱梁 | 锈蚀 | 外部人孔 | 人孔相邻母材 |
| 伸缩缝下部主梁 | 钢主梁外表面 |
| 箱梁内部 | 底板、纵肋内部、连接部位 |
| 疲劳 | 钢桥面板 | 顶板与纵肋连接焊缝、纵肋对接焊缝、横隔板与纵肋连接焊缝、横隔板弧形缺口母材、腹板竖向加劲肋与顶板连接焊缝、顶板与横隔板焊缝端部 |
| 腹板 | 腹板与竖向加劲肋连接焊缝 |

4.6 宜根据桥梁构件特征制定病害编码体系，病害编码规则参见附录B。

4.7 对封闭结构设置检修人孔，应便于操作人员与设备出入。

4.8 养护工程施工组织应充分考虑对交通运营与安全的影响，编制交通组织方案。

4.9 养护过程中应避免出现影响结构安全和耐久性的损伤。

# 5 检查

## 5.1 一般规定

5.1.1 当出现桥梁撞击、重物跌落等事故，或主梁出现较大开裂、重点部位集中出现疲劳裂纹后，应及时开展疲劳病害排查，对构件进行应力、位移或变形测试，判断是否出现局部屈曲或刚度损失。

5.1.2 遭受自然灾害后应及时开展病害排查。

## 5.2 检查要求与方法

5.2.1 应结合历史检查报告与病害重点部位，制定检查方案。

5.2.2 应首先开展病害的全范围排查，对存疑部位辅以检测仪器与工具进行检查，并满足下列要求：

1. 锈蚀部位应清除表面锈蚀物，完全暴露锈蚀位置；
2. 目视检查无法判断是否存在裂纹或定位裂纹尖端时，应采用磁粉检测或渗透检测；
3. 隐蔽部位宜采用超声波、涡流等检测技术判断是否存在疲劳裂纹；
4. 宜采用锤击的方法判断螺栓是否存在断裂或松动。

5.2.3 发现锈蚀病害后，应进行病害特征检查，并满足下列要求：

1. 锈蚀病害检查应以构件为单位进行测量与记录；
2. 应结合构件周围环境判断锈蚀类型与锈蚀源；
3. 应标记锈蚀区域。对点蚀部位应测量孔洞直径，当单个构件出现多个锈蚀区域时，应记录每个锈蚀部位的面积，计算锈蚀累计面积；
4. 锈蚀深度应进行多点测试，选取至少3个锈蚀显著的代表性点位，测试锈蚀深度；
5. 锈蚀严重部位宜对锈蚀表面物取样，结合金相试验或化学分析判断锈蚀成因；
6. 因锈蚀导致构件局部缺损时，宜进行构件刚度影响分析。

5.2.4 发现疲劳病害后，应进行病害特征检查，并满足下列要求：

1. 应标记疲劳裂纹位置、裂纹尖端与检测时间，采用磁粉检测辅助确定；
2. 应测量裂纹长度，对持续扩展的疲劳裂纹应测量扩展长度；
3. 应测量裂纹最大宽度；
4. 对疲劳病害重点部位宜开展应力测试或应力强度因子测试，并结合车流数据进行疲劳特征分析；
5. 焊缝内部疲劳裂纹宜采用超声波检测技术判断真实裂纹尖端。

5.2.5 构件出现局部可见变形、局部屈曲后，应及时对构件进行检查，判断构件是否正常工作、承载力是否满足设计要求。

5.2.6 检查过程中发现异常情况应按现行相关管理规定，及时上报。

## 5.3 病害检查记录

5.3.1 检查过程中应现场填写检查记录，对病害进行影像留存，并结合检查后的室内试验或测试分析，完成检查报告，病害检查记录表按照附录C执行。

5.3.2 锈蚀病害记录应包括下列内容：

1. 锈蚀病害所在构件及纵桥向、横桥向位置；
2. 锈蚀类型；
3. 点蚀孔洞直径；
4. 单个构件的锈蚀累计面积；
5. 锈蚀深度。

5.3.3 疲劳病害记录应包括下列内容：

1. 疲劳裂纹所在构件及纵桥向、横桥向位置；
2. 裂纹表面尖端位置；
3. 隐蔽裂纹的真实裂纹尖端位置；
4. 裂纹总长度或分段长度；
5. 发生扩展行为的疲劳裂纹扩展长度；
6. 开裂部位是否出现局部变形。

# 6 评定

## 6.1 一般规定

6.1.1 桥梁技术状况评定应采用全桥单项控制指标与分层综合评定相结合的方法。

6.1.2 评定等级、标度、方法与流程应符合JTG/T H21的相关规定。

## 6.2 全桥单项控制指标

6.2.1 当主要构件存在严重缺损，不能正常使用，危及桥梁安全，桥梁处于危险状态时为5类桥。

6.2.2 当出现以下全桥单项控制指标时，应将桥梁总体技术状况等级评定为5类：

1. 钢板梁桥主梁腹板开裂高度超过主梁高度的40%；
2. 钢桁梁桥横梁端部腹板水平裂纹长度超过角钢肢长度；
3. 主梁支承端部构件锈蚀缺损厚度达25%以上。

## 6.3 分层综合评定

6.3.1 采用分层综合评定法时，应先以构件为单位，考虑构件数量、各类病害分级评分标准等因素进行构件技术状况评分，锈蚀病害与疲劳病害的分级评分标准应按6.3.2 ~ 6.3.4执行。

6.3.2 钢构件锈蚀病害评定指标包括锈蚀孔洞直径、锈蚀孔洞数量、锈蚀累计面积与锈蚀深度，以类别较高的评定标度为最终评定结果，按照表2执行。

表2 锈蚀评定标准

| 标度 | 评定标准 | |
| --- | --- | --- |
| 定性描述 | 定量描述 |
| 1类 | 完好 | - |
| 2类 | 构件表面发生轻微锈蚀，  部分涂层出现剥落 | 锈蚀累计面积/构件面积≤3%；  或锈蚀深度≤3% |
| 3类 | 构件表面发生锈蚀，  较大面积涂层剥落 | 3%＜锈蚀累计面积/构件面积≤5%；  或3%＜锈蚀深度≤5% |
| 4类 | 构件表面有较多点蚀现象，  涂层因锈蚀而部分剥落或可刮除，  重要部位有锈蚀成洞现象 | 5%＜锈蚀累计面积/构件面积≤15%；  或锈蚀孔洞≤3个，孔洞直径≤30 mm，且边缘完好；  或5%＜锈蚀深度≤10% |
| 5类 | 构件表面有大量点蚀现象，  涂层因锈蚀而全面剥离，  重要部位被锈蚀成洞 | 锈蚀累计面积/构件面积＞15%；  或锈蚀孔洞＞3个，孔洞直径＞30 mm，且边缘完好；  或锈蚀深度＞10% |

6.3.3 当支承端上部主梁的腹板或翼缘板出现锈蚀病害，且评定结果不大于4类时，评定结果在表2的基础上提高1类。

6.3.4 焊缝疲劳开裂评定应考虑裂纹扩展阶段与发展趋势，按照表3执行，构件疲劳开裂评定应符合JTG/T H21的相关规定。

表3 疲劳评定标准

| 标度 | 评定标准 |
| --- | --- |
| 1类 | 完好 |
| 2类 | 焊缝部位裂纹数量较少，且裂纹为表面裂纹 |
| 3类 | 焊缝部位有大量裂纹，受拉翼缘边焊缝存在裂纹，其他部位焊缝无裂纹 |
| 4类 | 焊缝出现较多裂纹，焊缝裂纹有向母材扩展的趋势，构件出现变形 |
| 5类 | 主要构件焊缝存在大量裂纹，裂纹扩展至母材，部分裂纹贯穿构件，开裂部位存在错位变形，主要构件存在明显的变形，变形大于规范值 |

6.3.5 钢主梁腹板焊缝等疲劳重点部位出现明显变形后，宜进行承载力评定，应符合JTG/T J21的相关规定。

6.3.6 螺栓病害的评定应符合JTG/T H21的相关规定。

## 6.4 处治对策

6.4.1 应根据病害评定结果确定处治对策。

6.4.2 锈蚀病害养护对策应满足下列要求：

1. 评定结果为1类时，检查中加强关注重点部位；
2. 评定结果为2类、3类时，进行除锈涂装，按7.2.2执行；
3. 评定结果为4类、5类时，进行加固，按7.2.3执行。

6.4.3 疲劳病害养护对策应满足下列要求：

1. 评定结果为1类时，检查中加强关注重点部位；
2. 评定结果为2类、3类时，进行预防，按7.3.2、7.3.3执行；
3. 评定结果为4类、5类时，进行维修、加固，按7.3.4 ~ 7.3.7执行。

# 7 处治

## 7.1 一般规定

7.1.1 应根据桥梁技术状况评定结果，结合病害特征，进行处治方案设计。

7.1.2 高强螺栓失效应及时拧紧或更换高强螺栓，高强螺栓施工应符合JTG/T 3651的相关规定。

## 7.2 锈蚀处治

7.2.1 公路钢梁桥锈蚀病害处治包括除锈、涂装与加固。

7.2.2 除锈应满足下列要求：

1. 除锈方法的选择应综合考虑结构特征、环境危害、除锈效率等因素，不得采用化学除锈方法，封闭结构内宜采用喷丸、喷砂除锈方法；
2. 焊接除锈前应进行打磨、去除焊接飞溅物等结构预处理；
3. 除锈后金属表面应符合GB/T 8923的相关规定。

7.2.3 除锈后应进行重新涂装，符合JT/T 722的相关规定，并满足下列要求：

1. 涂层材料的防腐等级不得低于原涂层等级；
2. 涂装前应保证构件表面清洁，去除油脂、污垢、锈蚀和其它污染物；
3. 涂装时应确保防腐涂层的均匀性，涂装层数与厚度应符合设计要求。

7.2.4 加固应符合GB 51367的相关规定，并满足下列要求：

1. 加固前应清理锈蚀表面；
2. 加固件材料等级应同于或高于原构件，其韧性、塑性及焊接性能应能与原构件钢材相配；
3. 加固构件的面积与厚度应分别大于锈蚀范围边界与锈蚀深度；
4. 加固优先采用高强螺栓连接。

7.2.5 锈蚀病害处治后应加强通风和排水系统的管理。

## 7.3 疲劳处治

7.3.1 公路钢梁桥疲劳病害处治包括预防、维修与加固。

7.3.2 疲劳病害预防应满足下列要求：

1. 对存在明显焊接缺陷的焊缝部位，采用磨削法，按照JTG/T 3651、DB32/T 3820执行；
2. 对存在较大残余应力的焊缝部位，采用冲击法，按照DB32/T 3820执行；
3. 对约束或次应力引起的疲劳病害，采用局部切削法、局部连接刚度削弱法等方法，养护施工方案应审查后实施。

7.3.3 局部切削法宜采用碳弧气刨切割，按照CB/Z 67执行，切削后形状宜为圆弧形，边缘应打磨至顺滑、无毛刺。

7.3.4 疲劳病害维修应满足下列要求：

1. 裂纹长度不大于150 mm时，采用冲击法，按照DB32/T 3644执行；
2. 焊缝部位出现表面轻微开裂时，采用磨削法去除表面裂纹；
3. 裂纹扩展至母材时，应优先实施钻孔法，延缓裂纹扩展；
4. 封闭结构的焊根部位出现裂纹时采用刨除重焊法。

7.3.5 钻孔法实施流程应按照DB32/T 3644执行，并满足下列要求：

1. 应在裂纹扩展至母材后钻孔；
2. 钻孔后宜进行高强螺栓加固或钢板加固；
3. 宜同时对裂纹采用冲击法，使裂纹闭合；
4. 钻孔孔径应大于20 mm。

7.3.6 磨削法应按照JTG/T 3651执行，并满足下列要求：

1. 采用直磨机与硬质合金旋转锉进行打磨；
2. 磨削后，应确保表面裂纹完全清除，宜采用磁粉检测确认；
3. 磨削后，应对磨削表面进行涂装。

7.3.7 加固可采用板件加固或增设构件，应符合JTG/T J22、JTG/T J23的相关规定，并满足下列要求：

1. 对于变形较大的疲劳开裂构件，开裂部位进行平板加固，变形较大构件可采用角钢加固；
2. 因局部刚度不足导致的疲劳开裂，通过设计计算增设加固构件，加固构件可采用板件或型钢；
3. 构件出现明显变形或其他异常情况、节点板构造或主桁架承载力不足、构件承载力不足且无法修复时，应按照JTG/T J22执行。

附录A

（资料性）

病害重点部位分布图例

A.1 钢板梁桥病害重点部位图例

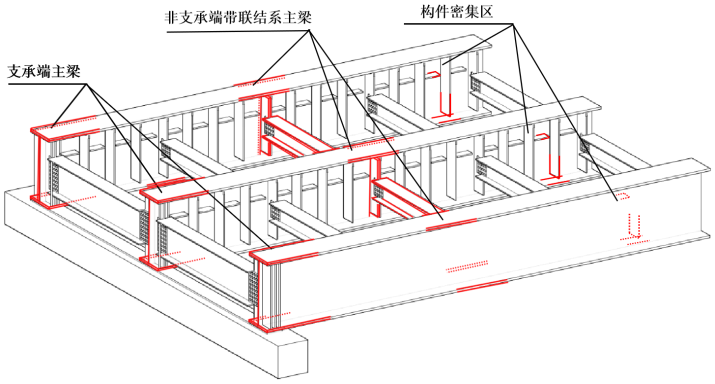


图 A.1.1 钢板梁桥锈蚀病害重点部位图例

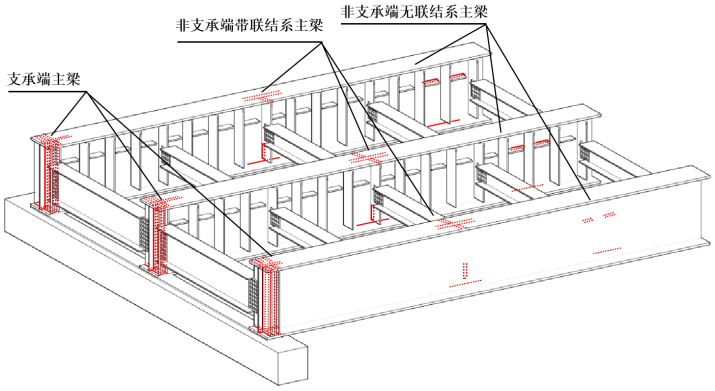
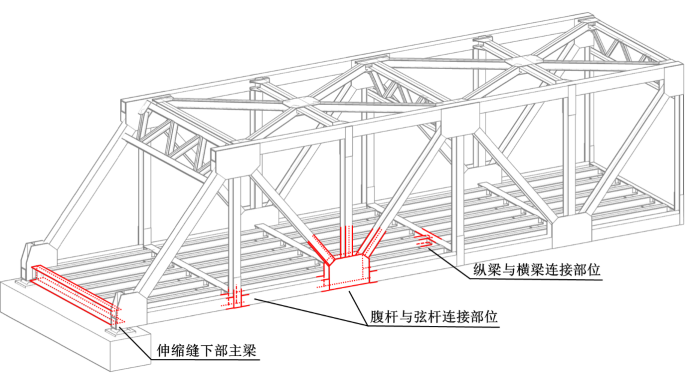
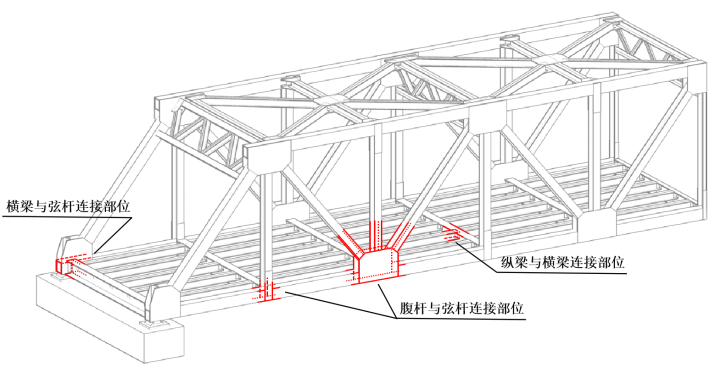


图 A.1.2 钢板梁桥疲劳病害重点部位图例

A.2 钢桁梁桥病害重点部位图例

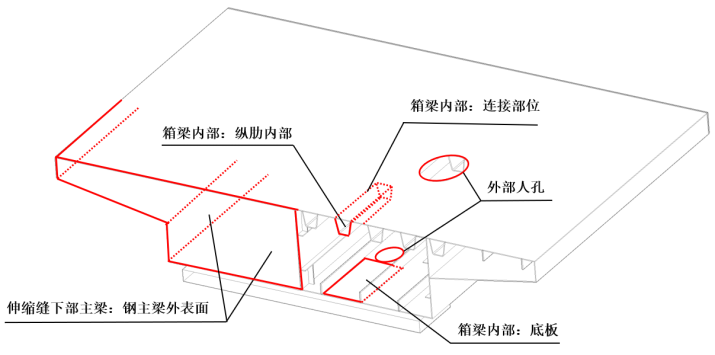


图A.2.1 钢桁梁桥锈蚀病害重点部位

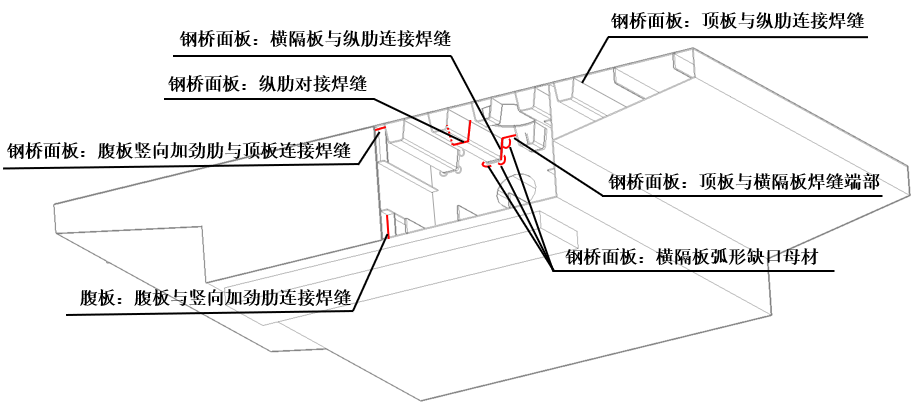


图A.2.2 钢桁梁桥疲劳病害重点部位

A.3 钢箱梁桥病害重点部位图例



图A.3.1 钢箱梁桥锈蚀病害重点部位



图A.3.2 钢箱梁桥疲劳病害重点部位

附录B

（资料性）

病害编码规则

B.1 基本要求

B.1.1 钢主梁病害编码应包括纵横桥向定位信息、构件信息、病害信息。

B.1.2 病害编码应具有唯一性。

B.1.3 宜按照先整体后局部、先纵向后横向原则进行编码。

B.2 编码规则

B.2.1 纵桥向编码应满足下列要求：

1. 宜通过桥梁里程桩信息对纵向桥位置进行定位；
2. 纵桥向编码应能区分支承位置与非支承位置；
3. 宜采用纵桥向加劲肋编号、纵桥向距离或结构节点位置对纵桥向位置进行精准定位。

B.2.2 横桥向编码应满足下列要求：

1. 应能对双幅桥梁进行位置区分；
2. 单幅桥梁宜以主梁中线为基准，双幅桥梁宜以路线中心为基准，向两侧进行编码；
3. 横桥向编码宜以主梁、次梁、加劲肋等构件为单元依次编码。

B.2.3 构件编码应满足下列要求：

1. 应对构件进行统一编码，避免易混淆的编码名称；
2. 病害位于多构件相交部位时，宜采用多构件组合命名。

B.2.4 病害编码应满足下列要求：

1. 应能体现病害类型；
2. 同一部位出现多个同类病害时，应增加备注用以描述病害特征。

B.3 编码信息管理

B.3.1 病害编码不得随意更改，病害特征信息应动态更新。

B.3.2 病害编码信息宜配合照片共同管理。

附录C

（规范性）

病害检查记录表

C.1 锈蚀病害检查记录表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 病害编码 | 锈蚀孔洞数量/个与直径/mm  或  锈蚀累计面积/mm2 | 锈蚀最大深度/mm | 锈蚀平均深度/mm | 锈蚀类型 | 其它特征 | 照片编号 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

C.2 疲劳病害检查记录表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 病害编码 | 裂纹长度/mm | 裂纹尖端位置  （焊缝上或母材上） | 裂纹扩展长度/mm  （非首次发现的裂纹） | 是否出现构件局部变形 | 其它特征 | 照片编号 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |