

团 体 标 准

C S C S

T/CSCS ***—****

桥梁临时钢结构再制造判定、质量及检验标准

Remanufacturing Judgment, Quality and Inspection Standards
for Temporary Steel Structures on Bridges

**** - ** - **发布

**** - ** - **实施

中国钢结构协会 发布

目次

| | |
|-------------------------|-------|
| 前 言 | XLVII |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语和定义..... | 1 |
| 4 定损指南..... | 2 |
| 5 缺陷修复质量要求..... | 9 |
| 6 缺陷修复检验要求..... | 17 |
| 附录 A 不同等级下表面处理评定等级..... | 26 |
| 附录 B 焊接异物修复前后示意图..... | 31 |
| 附录 C 焊接接头射线照相缺陷评定..... | 33 |
| 附录 D 超声波检测质量分级..... | 34 |
| 附录 E 涂层检验内容标准..... | 36 |

前言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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。

本文件起草单位：浙江兴土桥梁专用装备制造有限公司等。

1 范围

本标准明确规定了桥梁施工临时钢构再制造缺陷修复前的定损指南,再制造过程中的质量要求以及修复后的检验要求。

本标准适用于本企业桥梁施工临时钢结构再制造全过程的要求。

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 3323.1 焊缝无损检测 射线检测 第1部分: X和伽玛射线的胶片技术

GB/T 3375 焊接术语

GB/T 8923.3 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第3部分: 焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷的处理等级

GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定

GB/T 13288.2 涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第2部分: 磨料喷射清理后钢材表面粗糙度等级的测定方法比较样块法

GB/T 28699 钢结构防护涂装通用技术条件

GB/T 34001 中国修船质量标准

GB 50017 钢结构设计标准

GB 50144 工业建筑可靠性鉴定标准

GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准

GB 50550 建筑结构加固工程施工质量验收规范

GB 50661 钢结构焊接规范

GB 50755 钢结构工程施工规范

T/CSCS 16 钢结构制造技术标准

3 术语和定义

3.1 再制造 remanufacturing

对使用过的桥梁施工临时钢结构采用修复、改造等手段使其性能满足设计使用需求的过程。

3.2 缺陷 defect

指临时钢结构在使用、运输或前期加工中产生的,不符合设计标准、安全规范或再制造质量要求的各类问题,具体涵盖6类细分类型: 表面处理缺陷、焊接异物缺陷、焊接缺陷、变形缺陷、缺损缺陷及裂纹缺陷。

3.3 定损 damage assessment

针对存在缺陷的待维修构件,对照设计标准与质量要求,逐一核查缺陷类型、位置、严重程度,并确定对应定损等级、成本参数的专业评估行为,是后续维修与成本核算的基础依据。

4 定损指南

4.1 定损等级说明

4.1.1 缺陷定损等级

定损等级分为一级、二级、三级三个等级，具体界定标准如下：

- a) 一级（完好级）：构件无需任何修复或加固处理，经过水洗、抛丸、涂装即可继续投入桥梁施工使用；
- b) 二级（可修复级）：构件需先按合理的修复工艺完成缺陷处理，修复后经复检合格，方可投入使用；
- c) 三级（不可修复级）：构件已无法通过合理的修复工艺进行修复、修复后已无法恢复原使用功能及修复成本已超过再制造成本上限。

4.1.2 构件定损等级

单个构件会同时存在缺损、焊接缺陷、裂纹、焊接异物等多种类型缺陷。综合判定构件定损等级时，以各类缺陷中判定等级最低的单项缺陷等级，作为该构件的最终定损等级。例如，当构件上缺损缺陷判定为二级，变形缺陷判定为三级，该构件最终定损等级判定为三级。

4.2 定损指标

4.2.1 表面处理定损指标

依据本指南，构件表面混凝土附着物、锈蚀等缺陷需先进行检测，再对照表1明确的不可修复范围判定：存在表中不可修复类缺陷的，评定为三级；未达到该标准的，定损等级为二级，其定损量值按构件自重计算。

表1 表面处理可行性评估

| 定损项 | 适用构件范围 | 不可修复范围 | 定损方法 |
|--------|----------|---|------------------|
| 混凝土附着物 | 半封闭构件 | 内腔混凝土体积>0.01m ³ 或厚度超过 50mm， 位于工作盲点，难以全部去除 | 实测法（钢尺、卷尺） |
| 锈蚀损伤 | 构件厚度≤6mm | >初始厚度的 5% | 实测法（游标卡尺、超声波测厚仪） |
| | 构件厚度≥6mm | >初始厚度的 10%或剩余厚度<5mm | 实测法（游标卡尺、超声波测厚仪） |
| | 销轴 | >直径的 1%（包括凹坑）或超过 1mm | |

4.2.2 焊接异物定损指标

按照本指南要求，对构件上的焊接异物进行检查，并与表2的不可修复范围对比，存在表中不可修复类缺陷的，评定为三级。

表 2 焊接异物缺陷定损指标

| 定损项 | 构件类型 | 不可修复范围 | 定损方法 | 定损量值 |
|------|---------|-----------------------------|------------|----------------------|
| 焊接异物 | 临时钢结构构件 | 焊接异物处于切割和打磨操作难以触及的狭小位置且影响使用 | 实测法(钢尺、卷尺) | 焊接异物与构件主体间连接焊缝的长度/mm |
| | 标准件 | 螺栓螺纹段、销轴侧面位置存在焊接异物 | | |

4.2.3 焊接缺陷定损指标

应依据焊缝质量等级，明确气孔、夹渣、未熔合、咬边等缺陷在不同等级下的允许范围、尺寸限值及数量阈值；计算定损量值时，当缺陷焊缝同一部位存在两种及以上定损项缺陷，应按修复工艺更复杂的项目确定计量值。实际判定应参照表 3 焊接缺陷定损指标，当待维修构件有完整设计图纸，还应额外对照设计要求核验其长度、高度、位置及焊接工艺是否达标，未达标者按二级定损。

表 3 焊接缺陷定损指标

| 定损项 | 适用构件范围 | 焊接缺陷允许值 | | | 定损方法 | 定损量值 |
|------|--------|---------|--|---|------------------------|-----------|
| | | 一级焊缝 | 二级焊缝 | 三级焊缝 | | |
| 裂纹 | 所有构件 | 不允许 | 不允许 | 不允许 | 目视法、实测法 (焊缝量规及游标卡尺) | 缺陷焊缝长度/mm |
| 根部收缩 | | 不允许 | $\leq 0.2\text{mm} + 0.02t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，长度不限 | $\leq 0.2\text{mm} + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$ ，长度不限 | | |
| 接头不良 | | 不允许 | 缺口深度 $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$ ，每 1000mm 焊缝内 ≤ 1 处 | 缺口深度 $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，每 1000mm 焊缝内 ≤ 1 处 | | |
| 表面气孔 | | 不允许 | 不允许 | 每 50mm 焊缝内允许直径 $< 0.4t$ 且 $\leq 3\text{mm}$ 的气孔 2 个，孔距 ≥ 6 倍孔径 | | |
| 表面夹渣 | | 不允许 | 不允许 | 深 $\leq 0.2t$ ，长 $\leq 0.5t$ 且 $\leq 20\text{mm}$ | | |

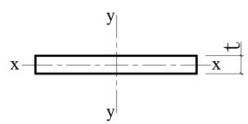
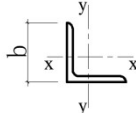
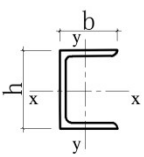
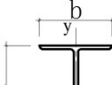
| 定损项 | 适用构件范围 | 焊接缺陷允许值 | | | 定损方法 | 定损量值 |
|------|--------|---------|---|--|------|------|
| | | 一级焊缝 | 二级焊缝 | 三级焊缝 | | |
| 咬边 | | 不允许 | $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$, 连续长度 $\leq 100\text{mm}$, 两侧总长 $\leq 10\%$ 焊缝全长 | $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$, 长度不限 | | |
| 电弧擦伤 | | 不允许 | 不允许 | 允许个别存在 | | |
| 未焊满 | | 不允许 | $\leq 0.2\text{mm} + 0.02t$ 且 $\leq 1\text{mm}$, 每 100mm 焊缝内累积长度 $\leq 25\text{mm}$ | $\leq 0.2\text{mm} + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$, 每 100mm 焊缝内累积长度 $\leq 25\text{mm}$ | | |

注: t为接头处较薄母材厚度; 构件同一缺损部位, 采用焊接工艺进行返修的次数累计达到2次时不可修复; 当构件用于非受力、低风险场景, 如装饰性构件, 且经设计方书面认可, 可放宽返修次数

4.2.4 变形缺陷定损指标

4.2.4.1 钢材允许的最小曲率半径和最大弯曲矢高应符合表 4 规定:

表 4 钢材曲率半径和弯曲矢高定损指标

| 定损项 | | 极限偏差对应轴 | | 图例 | 定损方法 | 定损量值 |
|-------|---------|------------|---------------|--|---------|-----------|
| | | x-x | y-y | | | |
| 钢板扁钢 | 最小曲率半径r | 50t | 100b (仅对扁钢轴线) |  | 钢丝法配合卷尺 | 变形区最长径/mm |
| | 最大弯曲矢高F | $l^2/400t$ | $l^2/800b$ | | | |
| 角钢 | 最小曲率半径r | 90b | - |  | | |
| | 最大弯曲矢高F | $l^2/720b$ | - | | | |
| 槽钢 | 最小曲率半径r | 50h | 90b |  | | |
| | 最大弯曲矢高F | $l^2/400h$ | $l^2/720b$ | | | |
| 工字钢、H | 最小曲率半径r | 50h | 90b |  | | |

| | | | | | |
|---|---------|------------|------------|--|--|
| 型钢 | 最大弯曲矢高F | $l^2/400h$ | $l^2/720b$ | | |
| 注：① t为板材厚度；b为角肢宽度（或翼缘宽）；h为钢材高度；l为钢材的局部基准跨度② 碳素结构钢在环境温度低于-16℃、低合金结构钢在环境温度低于-12℃时，不应进行冷矫正和冷弯曲 | | | | | |

4.2.4.2 钢结构整体变形定损符合表 5 规定：

表 5 钢结构整体变形定损表

| 定损项目 | | 不可修复范围 | 定损方法 | 定损量值 |
|--------------------------------|------------------|------------------------------|---------|------------------------|
| 片状组合构件 | 整体弯曲(f) | $>L/400$, 或大于钢材最大修复值的0.8倍 | 钢丝法配合卷尺 | 整体弯曲变形长度/mm |
| | 顶点翘曲(q) | $>H_s/200$, 或大于钢材最大修复值的0.8倍 | | 翘曲变形面积/mm ² |
| | 扭曲量(δ) | $>L/200$ | | 扭曲变形长度/mm |
| 杆件单元 | 大于其独立钢材变形量值的0.8倍 | 弯曲度/mm | | |
| 注：L为桁架跨度，H _s 为桁架的高度 | | | | |

4.2.4.3 钢结构局部变形矫正应符合表 6 规定：

表 6 钢结构局部变形定损表

| 定损项目 | 不可修复范围 | 定损方法 | 定损量值 |
|--------|---|-------------------|----------------------|
| 翘曲量 | 钢材翘曲已导致其内部结构损伤、矫正风险或成本过高、或修复后无法满足安全与性能要求 | 实测法（卷尺游标卡尺） | 翘曲高度/mm |
| 凹凸变形量 | 钢构件存在严重局部变形损伤，板面外变形大于3倍的板面厚度，局部变形长度大于5倍翼缘厚度，且不小于100mm | | 凹凸波浪长度/mm |
| | 杆件存在明显的局部凹凸变形，其损伤面积大于杆件截面面积10% | | 损伤面积/mm ² |
| 管材凹陷面积 | 凹陷深度 $>6\%$ 管道直径，或凹陷处存在任何形式的划痕、裂纹或应力集中点，亦或凹陷由褶皱、屈曲引起 | 实测法（游标卡尺、凹坑深度检测仪） | 凹陷面积/mm ² |

| | | | |
|-------|----------------------------|-------------|---------|
| 管材椭圆度 | 椭圆度>8%管道直径 | 实测法（卡尺、孔径规） | 椭圆度/mm |
| 钢管弯曲度 | 钢管出现局部屈曲，凹陷最深点尖锐且深度h>3.0mm | 实测法（游标卡尺） | 弯曲长度/mm |

4.2.4.4 变形更换应符合以下规定

钢构件或组合结构中的附属部件，如发生超出可修复范围的变形，但对整体结构安全及使用功能未造成显著影响，且可通过更换恢复其原有功能的，应予以更换。此类情况包括但不限于加劲板、缀板或构件出现严重局部变形等情形。

4.2.5 缺损缺陷定损指标

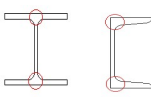

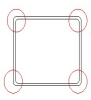
为规范钢结构构件缺损缺陷的定损作业，明确不同类型构件的损伤判定边界、量化指标及处理原则，按构件在使用中的功能重要性与荷载承担角色，将其划分为主要承重构件、次要辅助构件、零件三类，分别制定如下定损要求。

4.2.5.1 主要承重构件

主要承重构件因使用期间承受主要荷载，其缺损缺陷定损应遵循以下要求：

- 应重点关注构件内力峰值区、传力路径核心节点等关键受力部位，该类部位一旦出现缺损缺陷，应明确判定为不可修复范畴；
- 应对构件缺损的几何尺寸及损伤严重程度制定量化管控指标，量化标准应依据本指南规定执行；
- 应明确分类主要承重构件常用材料不同缺损位置及缺损尺寸对应的不可修复边界范围，开展定损作业时，应优先检查贯穿性缺损的位置，当该位置处于不可修复范围内，定损等级为三级。具体定损指标按照表7执行。

表7 主要承重结构缺损定损指标

| 定损项 | 适用构件范围 | 不可修复范围 | | 定损方法 | 定损量值 |
|---------|------------|-------------|--|-------|-------|
| 贯穿性缺损位置 | 工字钢/H型钢/槽钢 | 腹板与翼缘板连接处 |  | 目视法 | — |
| | 圆管 | 圆管对接节点 |  | | |
| | 方管 | 管的拐角部位 |  | | |
| | 钢板组合构件 | 不同钢板之间的连接节点 | — | | |
| 贯穿性缺 | 工字钢/H型钢/ | 翼缘 | 缺损总面积>翼缘总面积的10%；单个缺损最大宽 | 目视法、实 | 矩形缺损最 |

| 定损项 | 适用构件范围 | 不可修复范围 | | 定损方法 | 定损量值 |
|---|--------|---------------------------------|--|---------|------------------------------|
| 损尺寸 | 槽钢 | | 度>翼缘宽度的1/3；工字钢及槽钢翼缘缺损属于边缘封闭式孔洞且缺损宽度>20mm | 测法（钢卷尺） | 大影响面积的长度和宽度；圆形缺损最大影响面积的直径/mm |
| | | 腹板 | 缺损总面积>腹板总面积的15%；单个缺损最大长度>腹板总高度的1/3 | | |
| | 圆管 | 单个缺损弧长占钢管周长>1/5，轴向长度大于钢管直径的1.5倍 | | | |
| | 方管 | 缺损总面积>单侧面面积的12%，缺损最大边长>方管边长的1/3 | | | |
| | 钢板组合构件 | 修复成本超出再制造成本上限 | | | |
| 凹坑及划痕尺寸 | 所有构件 | 修复成本超出再制造成本上限 | | | 缺损最大长度/mm |
| <p>注：当构件存在整体性形态破坏，如因断裂、切割或损伤导致的构件关键部位缺失、主体结构不完整，已无法通过修复手段恢复其设计使用功能或构件缺损所在部位存在明确的既往修复痕迹，经技术部门核查确认该部位累计修复次数已超过2次，再次修复存在发焊接应力集中、母材性能劣化等风险，应判定为不可修复</p> | | | | | |

4.2.5.2 次要辅助构件

次要辅助构件在服役期间以承担辅助支撑、结构加强等功能为主，除修复成本超出再制造成本上限的情形外，次要辅助构件出现定损项列出的缺陷，其定损等级应判定为二级。

4.2.5.3 零件

对于筋板、加强板、缀板等连接于主体结构且承担主材加强或保护功能的零件，当出现贯穿性缺损且缺损面积超过其总面积的1/3，应进行拆除换新处理，定损量值以该类构件与主材连接的焊缝长度为计算依据。

4.2.6 裂纹缺陷定损指标

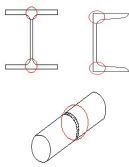

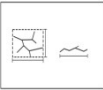
按照本指南要求，按照表8的检查内容对构件的外观进行全面检查，确定裂纹存在后，测量裂纹的长度、面积、深度等参数，观察缺陷位置是否位于表9定损指标中不可修复范围。

表8 裂纹存在性检查

| 检查项 | 检查内容 | 检查方法 |
|------|---|-------------------|
| 外观检查 | 对所有可见表面进行检查，对于焊缝及热影响区、孔洞边缘、截面突变处、尖角部分、构件受拉区域、节点板连接处、销轴孔周围、承受反复载荷部位、受腐蚀区域应着重检查 | 目视法（放大镜、手电筒、清洁工具） |

| 检查项 | 检查内容 | 检查方法 |
|----------|-----------------------------|---------------|
| 无损检测（可选） | 上述应着重检查的区域应采用无损检测，确认是否有细微裂纹 | 无损检测（磁粉、渗透探伤） |

表9 裂纹缺陷定损指标

| 定损项 | 适用构件范围 | 不可修复范围 | | 定损方法 | 定损量值 |
|------|---------|---|--|------------------------|----------------------------|
| | | 范围 | 图例 | | |
| 裂纹位置 | 承受静载荷构件 | 弦杆、斜杆等受力构件的受拉区、节点连接区、腹板与翼缘连接处、孔洞边缘、截面突变处等高应力集中区 |  | 目视法 | — |
| | 承受动载荷构件 | 任何位置出现裂纹不可修复 | — | | |
| 裂纹性质 | 所有构件 | 延展性裂纹 |  | 目视法（放大镜） | — |
| 裂纹尺寸 | | 长度超过该裂纹方向母材长度的30%、面积超过板面积5%；深度超过板材厚度的20% |  | 实测法、无损检测（钢尺、卷尺、超声波探伤仪） | 裂纹长度 /mm 裂纹面积 /mm |

注：对于筋板、加强板、缀板等连接于主体结构且承受主材加强或保护功能的零件，当出现裂纹缺陷，应拆除换新处理

4.3 定损报告

- 完成检查后根据附录A相应构件的定损项清单填写附录B中的再制造产品修复内容额定表；
- 根据再制造产品修复内容额定表计算当前构件再制造成本是否在再制造成本上限参考值范围内，再制造成本上限参考值计算方式为：

$$\text{再制造成本上限} = (\text{对应新品每吨市场价格} \times 90\% - \text{待修复构件自重} \times \text{当前废旧钢材市场价格}) \times 80\%$$

5 缺陷修复质量要求

5.1 表面缺陷修复

5.1.1 表面缺陷修复前应进行以下检查：

- d) 检查旧涂层附着力（划格法）、老化程度及破损状态，测量涂层厚度、涂层脱落面积与锈蚀面积占比；
- e) 检查混凝土附着强度（锤击法），测量附着面积及厚度；
- f) 检查表面锈蚀等级及腐蚀损伤量；
- g) 检查焊接异物的具体类型、尺寸、数量以及其与主体结构连接方式；
- h) 检查销轴、螺栓等标准件的焊接异物缺陷；
- i) 检查销轴孔、螺栓孔位置的焊接异物缺陷。

5.1.2 表面缺陷修复过程质量关键点应符合下列要求：

- a) 焊接异物拆除应选用机械处理工艺，当机械处理工艺不适用时，可采用气割工艺；
- b) 对残余异物余高处理应采用机械打磨处理残留异物，打磨时应避免形成局部凹陷；打磨位置应与母材过渡平滑，焊接异物清除示例见附录B；
- c) 当打磨深度大于钢材厚度负允许偏差值的1/2时，应按第8章缺损执行；
- d) 修补前应对表面进行清理，修补部分对周围涂层的覆盖宽度应不少于50mm，修补应符合工艺标准的规定，补漆部位的颜色、涂层厚度应与周围的颜色、涂层厚度一致；
- e) 在涂层表干后未完全固化前，应检查涂层，不得有起泡、干喷、流挂、针孔、沾有杂物等异常现象，如发现异常，应立即停止施工，并寻找原因，直到找出原因并解决方能继续施工；
- f) 涂层干膜厚度的检测应在每一涂层干燥后进行。全部涂层涂装完毕后，应检测总干膜厚度。

5.1.3 表面缺陷修复后质量

表面缺陷修复后的质量要求应分为表面异物清理后的外观质量要求以及涂装后的外观质量要求。当需局部修补涂层，应进行局部处理；当不需要进行涂装处理时，按照4.3.1进行处理。

5.1.3.1 表面异物清理后的外观质量应符合下列要求：

- a) 焊接异物应全部清除，处理区域与母材的平面度不应大于0.5mm，且不应超过钢材厚度允许偏差的1/2；
- b) 修复区母材应无裂纹、气孔等缺陷；
- c) 销轴孔、螺栓孔位置焊接异物清除后，孔壁和孔端头应无凸起、凹坑；
- d) 表面附着物清理后的外观质量要求应按表10执行。

表 10 表面附着物清理后的外观质量要求

| 检验项目 | 外观质量要求标准范围 |
|-----------|------------|
| 钢构件表面锈蚀处理 | 应无可见锈蚀 |

| | |
|-------------------------|---|
| 钢构件表面清洁度 | 表面应无泥土、油污、氧化皮、灰尘、混凝土、泡沫胶及其他粘贴物并干燥，清洁后的表面灰尘清洁度要求应按 GB/T 28699 的标准，不应大于 3 级标准 |
| 全面清除原有涂层后的钢材处理等级 | 应按 GB/T 28699 的标准，处理后不应低于 Sa2 或 St2 级标准 |
| 局部清除原有涂层后的钢材处理等级 | 应按 GB/T 28699 的标准，处理后不应低于 P Sa2 或 P St2 级标准 |
| 带缺陷的钢构件表面和焊缝、板边表面缺陷处理等级 | 应按 GB/T 8923.3 的标准，处理后不应低于 Sa2 级标准 |
| 钢构件表面粗糙度 | 钢结构基材表面粗糙度应按 GB/T 13288.2 规定进行评级，一般情况下，粗糙度应达到中级或 25-60 μm ；有特殊要求的，粗糙度应符合防腐底漆技术要求规定 |

5.1.3.2 涂装后外观质量要求应按表 11 执行。

表 11 钢构件涂装后外观质量要求

| 检验项目 | 外观质量要求标准范围 |
|------|--|
| 附着力 | 普通涂料与钢构件的附着力不低于2级（划格法） |
| 涂层外观 | 涂层实干后，要求表面应平整、颜色均匀一致，不得有流挂、起泡、针孔、桔皮、起皱等病态现象 |
| 干膜厚度 | 测量面上90%以上的涂层厚度值应达到涂装设计规定的厚度。没有达到规定的厚度值部分，其最小局部厚度不应低于涂装设计规定厚度的90%；最小局部厚度值应符合防护涂装设计的要求 |

5.2 焊接缺陷修复

5.2.1 焊接缺陷修复前应检查下列内容：

- a) 对照构件设计图纸与焊接工艺文件，检查对应焊缝所执行的质量等级要求；
- b) 检查焊缝表面咬边、焊瘤、表面裂纹、气孔、弧坑等可见缺陷。

5.2.2 焊接缺陷修复过程质量关键点应符合下列规定：

- a) 当焊缝焊瘤、凸起或余高过大时，应采用砂轮或碳弧气刨清除过量的焊缝金属；
- b) 对焊缝凹陷或弧坑、焊缝尺寸不足、咬边、未熔合、焊缝气孔或夹渣等缺陷，应在完全清除缺陷后进行补焊；
- c) 当焊接裂纹返修时，应采用磁粉、渗透等无损检测定位裂纹范围与深度，并宜采用砂轮打磨或碳弧气刨清除裂纹及两端各50mm区域；当焊接接头拘束度较大时，应先在裂纹两端钻止裂孔防护；

- d) 应按原工艺或合格返修工艺进行补焊，焊接参数、熔合质量与外观成型应符合原工艺要求；
- e) 焊接修复完成后，应清除焊缝表面焊渣、飞溅等杂质，表面粗糙度应符合GB/T 11345要求。

5.2.3 焊接缺陷修复后质量要求

5.2.3.1 焊接缺陷修复后焊缝内部质量要求

焊接缺陷修复后的焊缝内部质量应符合原焊接工艺规定的质量等级要求，焊接接头射线照相缺陷评定应符合附录C的规定，超声波检测质量分级应符合附录D的规定，并应符合下列要求：

- a) 一级焊缝超声波探伤合格等级应达到GB/T 11345中B级检验的II级及以上；采用射线探伤时，评定合格等级应符合GB/T 3323.1中的II级及以上；
- b) 二级焊缝超声波探伤合格等级应达到GB/T 11345中B级检验的III级及以上；射线探伤评定合格等级应符合GB/T 3323.1中的III级及以上；
- c) 三级焊缝可不作无损检测，当设计文件有规定或疑似存在严重内部缺陷时，可按照GB/T 11345中超声波探伤B级检验的III级进行检验。

5.2.3.2 焊接缺陷修复后焊缝外观质量要求

焊接缺陷修复后焊缝外观质量应符合表12的规定。

表 12 焊接缺陷修复后焊缝外观质量要求

| 项目 | 标准范围 | | |
|------|------|--|--|
| | 一级 | 二级 | 三级 |
| 裂纹 | 不允许 | 不允许 | 不允许 |
| 未焊满 | 不允许 | $\leq 0.2\text{mm} + 0.02t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，每100mm长度焊缝内未焊满累积长度 $\leq 25\text{mm}$ | $\leq 0.2\text{mm} + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$ ，每100mm长度焊缝内未焊满累积长度 $\leq 25\text{mm}$ |
| 根部收缩 | 不允许 | $\leq 0.2\text{mm} + 0.02t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，长度不限 | $\leq 0.2\text{mm} + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$ ，长度不限 |
| 咬边 | 不允许 | $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$ ，连续长度 $\leq 100\text{mm}$ ，且焊缝两侧咬边总长 $\leq 10\%$ 焊缝全长 | $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，长度不限 |
| 电弧擦伤 | 不允许 | 不允许 | 允许存在个别电弧擦伤 |
| 接头不良 | 不允许 | 缺口深度 $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$ ，每1000mm长度焊缝内不得超过1处 | 缺口深度 $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，每1000mm长度焊缝内不得超过1处 |
| 表面气孔 | 不允许 | 不允许 | 每50mm长度焊缝内允许存在直径 $< 0.4t$ 且 $\leq 3\text{mm}$ 的气孔2个，孔距应 ≥ 6 倍孔径 |
| 表面夹渣 | 不允许 | 不允许 | 深 $\leq 0.2t$ ，长 $\leq 0.5t$ 且 $\leq 20\text{mm}$ |

注：修复后焊缝外观质量应符合 GB 50205 的规定；t 为接头较薄母材厚度。

5.3 变形缺陷修复

5.3.1 变形缺陷修复前应检查下列内容：

- 应对变形缺陷进行识别，对变形构件进行检查，判定其变形类型属于总体变形或局部变形，并对组合构件的变形缺陷进行分类与类型确定；
- 应检查并确定变形发生的具体位置，分析变形对主要构件受力性能的影响，判断是否发生在构件薄弱部位，以及是否对结构破坏具有促进作用；
- 应对变形量进行检查，测量垂直度、平面度、扭曲度及局部凹陷深度等指标，对超出允许偏差要求的变形缺陷，应予以修复。

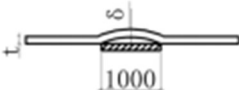
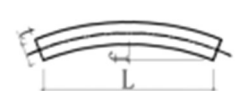
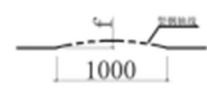
5.3.2 变形缺陷修复过程质量应符合下列规定：


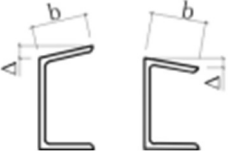

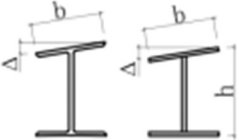

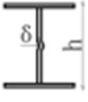
- 当碳素结构钢在环境温度低于-16℃、低合金结构钢在环境温度低于-12℃时，不应进行冷矫正和冷弯曲；
- 冷矫正变形量不得超过钢材屈服应变的5%，冷矫正变形量不宜大于2%；
- 在未经设计确认前，修复过程中不得在构件上随意焊接临时支撑或钻孔；
- 火焰校正时，加热温度不应超过材料规定临界温度。

5.3.3 变形缺陷修复后质量要求

5.3.3.1 矫正后钢材的平面度和垂直度允许偏差应符合表 13 的规定。

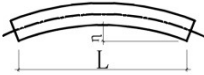

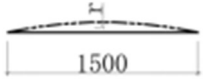
表 13 矫正后钢材的平面度和垂直度允许偏差（mm）

| 项目 | 允许偏差 | | 图例 |
|----------|-------------|-----|---|
| 钢板的局部平面度 | 有连接 | 1.0 |  |
| | 无连接 | 2.0 | |
| 钢板直线度 | $L \leq 8m$ | 2.0 |  |
| | $L > 8m$ | 3.0 | |
| 型钢直线度 | 1.0 | |  |

| 项目 | 允许偏差 | | 图例 |
|------------------|--------------------------------------|----------------------------|---|
| 角钢肢的垂直度 | b/100 双肢栓接角钢的角度在 $90^\circ \pm 2$ 之间 | |  |
| 槽钢翼缘对腹板的垂直度 | $\pm b/80$ | |  |
| 角钢肢、槽钢肢平面度 | 连接部位 | 0.5 |  |
| | 非连接部位 | 1.0 | |
| 工字钢、H型钢翼缘对腹板的垂直度 | 有孔部位 | $b \leq 600$ ≤ 0.5 |  |
| | | $b > 600$ ≤ 1.0 | |
| | 其余部位 | $b/100$, 且不大于 2.0 | |
| 翼缘板平面度 | 有孔部位 | ≤ 0.5 |  |
| | 其余部位 | ≤ 2.0 | |
| 腹板平面度 | $\leq h/500$ 且 ≤ 5.0 | |  |

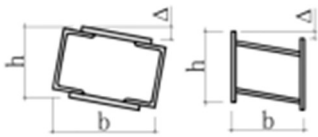
5.3.3.2 矫正后钢管允许偏差应符合表 14 的规定。

表 14 矫正后钢管允许偏差 (mm)

| 项目 | 允许偏差 | 图例 |
|----------------|--|--|
| 直径 | $\pm d/200$, 且 $\leq \pm 3.0$ | ---- |
| 钢管、箱型杆件侧弯 | $L < 4000, \eta \leq 2.0$ $4000 \leq L < 16000, \eta \leq 3.0$ $L \geq 16000, \eta \leq 5.0$ |  |
| 椭圆度 | $\theta \leq d/200$, 且不大于 3.0 |  |
| 曲率 (弧长>1500mm) | $r \leq 2.0$ |  |
| 表面凹陷深度 | 不得超过钢管公称直径D的2%, 且最大不超过 5.0 | --- |

5.3.3.3 箱型构件扭曲校正后的尺寸允许偏差应符合表 15 的规定。

表 15 箱型构件扭曲校正后的允许尺寸偏差 (mm)

| 项目 | 允许偏差 | 图例 |
|---------------|--------------------|---|
| 箱型截面高度h (宽度b) | ± 2.0 |  |
| 垂直度 | $b/200$, 且不大于 3.0 | |

5.4 缺损缺陷修复

5.4.1 缺损缺陷修复前应检查下列内容:

- 检查构件表面的贯穿性缺损、未贯穿的凹坑、划痕;
- 测量贯穿性缺损的尺寸, 缺损位置的材料厚度。

5.4.2 缺损缺陷修复过程质量应符合下列规定:

- a) 应对缺损缺陷修复材料进行质量控制，用于补板修复的钢材、焊接材料应具备质量证明文件，并经外观检查合格；材料规格、性能应与原构件设计要求匹配，严禁使用不合格材料；
- b) 应按照经审批的焊接工艺规程执行焊接操作；
- c) 缺损缺陷修复后应进行初步检验，焊接修复完成且冷却至常温后，应先进行外观检验，焊缝成型应均匀、无表面裂纹、咬边、焊瘤等缺陷；补板与原构件的过渡区域应符合预设的尺寸要求；
- d) 缺损缺陷修复后应进行无损检验，检验区域表面清理应符合GB/T 11345扫查面要求。

5.4.3 缺损缺陷修复后质量要求

5.4.3.1 缺损缺陷修复后外观质量应符合下列规定：

- a) 当原设计图纸已对构件的线性尺寸、直线度、平面度公差作出标注，修复时应按照原设计图纸的标注要求执行，构件应恢复至设计要求的精度水平；
- b) 当原设计图纸未对公差进行标注时，缺损缺陷修复后线性尺寸允许偏差应按照表16执行；

表 16 缺损缺陷修复后线性尺寸允许偏差（mm）

| 公称尺寸 | 范围 | | | | |
|------|---------|----------|-----------|------------|------------|
| | >30~120 | >120~400 | >400~1000 | >1000~2000 | >2000~4000 |
| 允许偏差 | ±1 | ±1 | ±2 | ±3 | ±4 |

- c) 缺损缺陷修复后构件表面应平整，应无明显凸起或凹陷，平面度偏差不应大于1mm/m。

5.4.3.2 缺损缺陷修复后焊接质量应符合下列规定：

- a) 按照构件使用功能的不同，应将待修复构件分为关键构件及辅助次要构件；
- b) 关键构件修复后焊接质量应按GB 50017的规定，凡设计要求与母材等强度的对接焊缝，应采用焊透工艺，焊缝强度应与母材匹配，焊缝质量等级不得低于二级，超声波探伤合格等级应达到GB/T 11345中B级检验的III级及以上；射线探伤评定合格等级应符合GB/T 3323.1中的III级及以上；
- c) 辅助次要构件修复后应满足外观质量合格要求，焊缝质量等级应达到三级。

5.5 裂纹缺陷修复

5.5.1 裂纹缺陷修复前应检查下列内容：

- a) 应检查裂纹宏观特征，包括形态、开口宽度、表面腐蚀和污渍等，判断裂纹类型；
- b) 应检查裂纹的位置、长度和可见深度，初步判断裂纹的严重程度；
- c) 应检查裂纹，包括贯穿、向内延伸、分支裂纹，确定缺陷范围，评估修复可行性，选择修复工艺。

5.5.2 裂纹缺陷修复过程质量应符合下列规定：

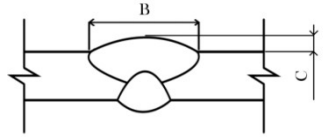
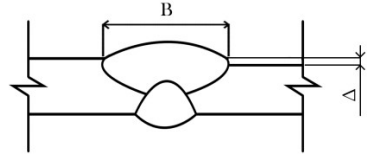
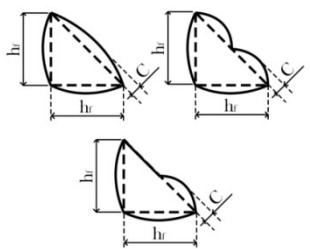
- a) 在清除裂纹缺陷时，应在裂纹两端先钻止裂孔，防止裂纹扩展和延伸；

- b) 裂纹返修时，应采用磁粉、渗透等无损检测定位裂纹范围与深度；
- c) 应采用碳弧气刨、风铲或砂轮将裂纹边缘加工成坡口，并延伸至裂纹端头的钻孔处；
- d) 对网状、分叉状裂纹区和有破裂、过烧、烧穿等缺陷的梁、柱腹板部位宜采用嵌板修补；对长距离表面裂纹宜采用盖板法修补，并应与客户沟通；其余可修复的裂缝宜采用堵焊法修补；
- e) 对承受动力载荷的构件，堵焊后其表面应磨光，与原构件表面应齐平，磨削痕迹线应与裂纹切线方向垂直。

5.5.3 裂纹缺陷修复后质量要求

5.5.3.1 裂纹缺陷修复后焊缝等级要求与外观尺寸允许偏差应符合表 17 的规定。

表 17 裂纹缺陷修复后焊缝等级要求与外观尺寸允许偏差 (mm)

| 焊缝类型 | 标准范围 | | |
|---|------|---|---|
| | 焊缝等级 | 外观尺寸允许偏差 | |
| 对接焊缝 | 二级焊缝 | $B < 20$ 时, C 为0-3.0 $B \geq 20$ 时, C 为0-4.0 |  |
| | | $\Delta < 0.1t$, 且 ≤ 2.0 |  |
| 角焊缝 | 二级焊缝 | $h_f \leq 6$ 时, C 为0-1.5 $h_f > 6$ 时, C 为0-3.0 |  |
| 注：有高要求的特殊区域要求一级焊缝；表中 B 为焊缝宽度，C 为焊缝余高， Δ 为错边，t 为对接接头较薄件母材厚度， h_f 为焊脚尺寸。 | | | |

5.5.3.2 裂纹缺陷修复后焊缝外观质量要求

裂纹缺陷修复后焊缝外观质量及验收应符合 GB 50205 的规定。

6 缺陷修复检验要求

6.1 表面缺陷修复检验

6.1.1 焊接异物清除后检验内容

涂装后的检验内容按表18执行。

表 18 焊接异物清除后的检验内容

| 检验项目 | 修复后质量要求 | 检验方法及频次 |
|-----------|---|---|
| 焊接异物残留情况 | 无可见焊接异物残留 | 目视法；全检 |
| 修复区平面度 | 平面度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，且不应超过钢材厚度允许偏差的 1/2 | 实测法（百分表、平尺、塞尺）；抽检 30% |
| 销轴孔/螺栓孔状态 | 孔壁和孔端头应无凸起、凹坑 | 目视法；全检 |
| 修复区缺陷 | 应无裂纹、气孔（割损、划痕质量要求按照缺损质量标准执行） | 目视法；全检； 无损检测（磁粉、超声波探伤）；抽检 10%，且不应少于 3 件，应采用磁粉检测；磁粉检测出缺陷后应用超声检测复核；板厚大于 20mm 应采用超声检测 |

6.1.2 表面附着物清理后检验内容

表面处理后，表面部分应无可见的泥土、油污、锈蚀、混凝土、泡沫胶及其他粘贴物。表面附着物清理后的检验应符合表19的规定。

表 19 附着物清理后的检验内容

| 检验项目 | 附着物清理后质量要求 | 检验方法及频次 |
|------------------|--|--------------------------|
| 钢构件表面除锈质量 | 不放大观察的情况下应无可见锈蚀 | 目视法；全检 |
| 表面清洁度 | 表面应无泥土、油污、混凝土、泡沫胶及其他粘贴物并干燥 | 目视法；全检 |
| | 清洁后的表面灰尘清洁度要求应按 GB/T 28699 的标准，不低于 3 级标准 | 压敏粘带法；批次抽查 10% 且不应少于 3 件 |
| 全面清除原有涂层后的钢材处理等级 | 按 GB/T 28699 的标准，处理后不应低于 Sa2 或 St2 级标准 | 目视法；全检 |

表 19 附着物清理后的检验内容（续）

| 检验项目 | 附着物清理后质量要求 | 检验方法及频次 |
|------------------|---|-------------------------|
| 局部清除原有涂层后的钢材处理等级 | 按 GB/T 28699 的标准，处理后不应低于 P Sa2 或 P St2 级标准 | |
| 经再制造修复后的钢材表面处理等级 | | |
| 钢构件表面粗糙度 | 按 GB/T 13288.2 规定进行评级，一般情况下，粗糙度应达到中级或 25-60 μ m；有特殊要求的，粗糙度应符合防腐底漆技术要求规定 | 比较样块法；批次抽查 10%且不应少于 3 件 |

6.1.3 涂装后的检验内容

涂装后的检验内容按表20执行。

表 20 涂装后的检验内容

| 检验项目 | 涂装后质量要求 | 检验方法及频次 |
|------|---|-----------------------|
| 涂层外观 | 涂层实干后，涂层表面应符合附录 A 的规定 | 目视法；全检 |
| 附着力 | 等级不应低于 2 级 | 划格法；批次抽查 10%且不应少于 3 件 |
| 干膜厚度 | 测量面上 90%以上的涂层厚度值应达到涂装设计规定的厚度；没有达到规定的厚度值部分，其最小局部厚度不低于涂装设计规定厚度的 90% | 实测法（漆膜测厚仪）；全检 |

6.2 焊接缺陷修复检验

6.2.1 焊接缺陷修复后检验内容

修复完成后，应对焊缝的内部质量和外观质量进行检验，检验要按照表21、表22执行。

表 21 修复后检验

| 检验内容 | 修复后质量要求 | 检验方法及频次 |
|--------|---|-------------------|
| 焊缝内部质量 | 一级焊缝：超声波探伤合格等级应达到 B 级检验的Ⅱ级及以上；采用射线探伤时，评定合格等级应在Ⅱ级及以上； 二级焊缝：超声波探伤合格等级应达到 B 级检验的Ⅲ级及以上；射线探伤评定合格等级应在Ⅲ级及以上； 三级焊缝：一般不作无损检测要求，当设计文件有规定或疑似存在严重内部缺陷，应按照超声波探伤 B 级检验的Ⅲ级进行检验 | 无损检测（超声波、射线探伤）；全检 |
| 焊缝外观质量 | 应满足表 5 的分级标准 | 实测法（直尺、塞尺）；全检 |

表 22 修复后焊缝外观质量分级要求

| 检验项目 | 一级焊缝 | 二级焊缝 | 三级焊缝 |
|---------------|------|---|---|
| 裂纹 | 不允许 | 不允许 | 不允许 |
| 未焊满 | 不允许 | $\leq 0.2\text{mm} + 0.02t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，每 100mm 焊缝内累积长度 $\leq 25\text{mm}$ | $\leq 0.2\text{mm} + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$ ，每 100mm 焊缝内累积长度 $\leq 25\text{mm}$ |
| 根部收缩 | 不允许 | $\leq 0.2\text{mm} + 0.02t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，长度不限 | $\leq 0.2\text{mm} + 0.04t$ 且 $\leq 2\text{mm}$ ，长度不限 |
| 咬边 | 不允许 | $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$ ，连续长度 $\leq 100\text{mm}$ ，两侧总长 $\leq 10\%$ 焊缝全长 | $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，长度不限 |
| 电弧擦伤 | 不允许 | 不允许 | 允许个别存在 |
| 接头不良 | 不允许 | 缺口深度 $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5\text{mm}$ ，每 1000mm 焊缝内 ≤ 1 处 | 缺口深度 $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1\text{mm}$ ，每 1000mm 焊缝内 ≤ 1 处 |
| 表面气孔 | 不允许 | 不允许 | 每 50mm 焊缝内允许直径应 $< 0.4t$ 且 $\leq 3\text{mm}$ 的气孔 2 个，孔距 ≥ 6 倍孔径 |
| 表面夹渣 | 不允许 | 不允许 | 深 $\leq 0.2t$ ，长 $\leq 0.5t$ 且 $\leq 20\text{mm}$ |
| 注：t 为接头较薄母材厚度 | | | |

6.3 变形缺陷修复检验

6.3.1 变形缺陷修复后平面度和垂直度的检验内容

钢材矫正后检验按照表23执行。

表 23 矫正后钢材的直线度、平面度和垂直度允许偏差 (mm)

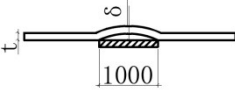
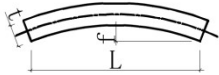
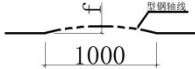
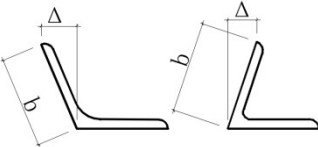
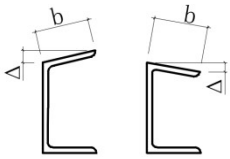
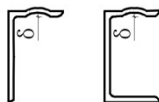
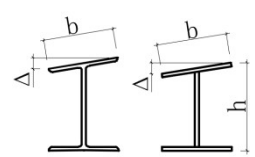
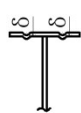

| 检验项目 | | 允许偏差 | | 图例 | 检验方法及频次 |
|----------------------|-------|--------------------------------------|-----|--|--|
| 钢板的局部平面度 δ | | 有连接 | 1.0 |  | 实测法 (刀口尺/平尺、塞尺); 应按矫正件数抽查 10%, 且不应少于 3 件 |
| | | 无连接 | 2.0 | | |
| 钢板直线度 f | | $L \leq 8000$ | 2.0 |  | |
| | | $L > 8000$ | 3.0 | | |
| 型钢直线度 f | | 1.0 | |  | |
| 角钢肢的垂直度 Δ | | b/100 双肢栓接角钢的角度在 $90^\circ \pm 2$ 之间 | |  | 实测法 (刀口尺/平尺、塞尺); 应按矫正件数抽查 10%, 且不应少于 3 件 |
| 槽钢翼缘对腹板的垂直度 Δ | | $\pm b/80$ | |  | |
| 角钢肢、槽钢肢平面度 | 连接部位 | 0.5 | |  | |
| | 非连接部位 | 1.0 | | | |

表 23 矫正后钢材的直线度、平面度和垂直度允许偏差 (mm) (续)

| 检验项目 | | 允许偏差 | | 图例 | 检验方法及频次 |
|---|---------------------------|------------------------|---|--|--|
| 工字钢、H型钢翼缘对腹板的垂直度 Δ | 有孔部位 | $b \leq 600$ | ≤ 0.5 |  | 实测法 (刀口尺/平尺、塞尺); 应按矫正件数抽查 10%, 且不应少于 3 件 |
| | | $b > 600$ | ≤ 1.0 | | |
| | 其余部位 | $b/100$, 且 ≤ 2.0 | | | |
| 翼缘板平面度 δ | 有孔部位 | ≤ 0.5 | |  | |
| | 其余部位 | ≤ 2.0 | | | |
| 腹板平面度 δ | $\leq h/500$ 且 ≤ 5.0 | |  | 实测法 (刀口尺/平尺、塞尺); 应按矫正件数抽查 10%, 且不应少于 3 件 | |
| 注: 表中b为型材翼缘/角钢肢宽度, h为型钢高度, L为板材长度, t为对板材厚度。 | | | | | |

6.3.2 钢管弯曲成型和矫正后的检验内容

钢管弯曲成型和矫正后检验按照表24执行。

表 24 矫正后钢管允许偏差 (mm)

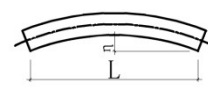
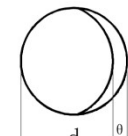
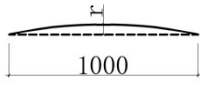
| 检验项目 | 修复后质量要求 | 图例 | 检验方法及频次 |
|------------------|--|---|-------------------|
| 直径偏差 Δd | $\pm d/200$, 且 ± 3.0 | --- | 实测法 (卡尺); 全检 |
| 钢管、箱型杆件侧弯 η | $L < 4000, \eta \leq 2.0$ $4000 \leq L < 16000, \eta \leq 3.0$ $L \geq 16000, \eta \leq 5.0$ |  | 实测法 (拉线和钢尺); 全检 |
| 椭圆度 θ | $\leq d/200$, 且 ≤ 3.0 |  | 实测法 (卡尺和游标卡尺); 全检 |

表 24 矫正后钢管允许偏差 (mm) (续)

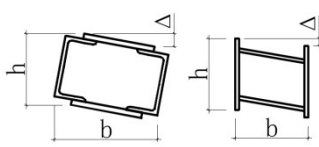
| 检验项目 | 修复后质量要求 | 图例 | 检验方法及频次 |
|--------|---------------------|--|---------------------|
| 曲率r | ≤1.5 |  | 实测法(样板—弦长≥1000); 全检 |
| 表面凹陷深度 | ≤钢管公称直径d的2%, 且大于5.0 | --- | 实测法(凹坑深度检测仪); 全检 |

注: 表中L为钢管长度, d为对钢管公称直径。

6.3.3 箱型构件矫正后的检验内容

焊接箱型构件矫正后检验应按照表25执行。

表 25 箱型构件矫正后的允许尺寸偏差

| 检验项目 | 质量要求 | 图例 | 检验方法及频次 |
|-------------|----------------|--|--|
| 箱型截面高度h、宽度b | ±2.0 |  | 实测法(钢尺、角尺、塞尺); 应按矫正件数抽查 10%, 且不应少于 3 件 |
| 垂直度Δ | b/200, 且不大于3.0 | | |

6.3.4 校正衍生缺陷的检验内容

矫正后或过程中衍生缺陷检测类型应按照表26执行。

表 26 校正衍生缺陷检测

| 检验项目 | 修复后质量要求 | 检验方法及频次 |
|------|--------------------------------------|-------------|
| 裂纹 | 严禁存在 | 目视法; 全检 |
| 划痕 | 划痕深度应不大于 0.5mm, 且应不大于该钢材厚度允许负偏差的 1/2 | 实测法(卡尺); 全检 |

6.4 缺损缺陷修复检验

6.4.1 缺损缺陷修复后的检验内容

修复完成后，应对构件的表面平整度、线性尺寸以及焊缝内部质量进行检验，检验要求按照表27执行。

表 27 缺损缺陷修复后检验

| 检验项目 | 修复后质量要求 | 检验方法及频次 |
|--------|--|-------------------|
| 表面平整度 | 表面平整度 $\leq 1\text{mm/m}$ | 实测法（直尺、塞尺）；全检 |
| 线性尺寸 | 线性尺寸公差以缺陷所在位置对应的构件较短边为基准，按照表 11 执行 | 实测法（钢尺、卷尺）；全检 |
| 焊缝内部质量 | 关键构件应使用超声波探伤检验，合格等级应达到 B 级检验的 III 级及以上；射线探伤评定合格等级需 III 级及以上； 辅助次要构件一般不作无损检测要求，当设计文件有规定或疑似存在严重内部缺陷，应按照超声波探伤 B 级检验的 III 级进行检验 | 无损检测（超声波、射线探伤）；全检 |

表 28 线性尺寸公差（单位 mm）

| 基准 | >30~120 | >120~400 | >400~1000 | >1000~2000 | >2000~4000 |
|----|---------|----------|-----------|------------|------------|
| 公差 | ± 1 | ± 1 | ± 2 | ± 3 | ± 4 |

6.5 裂纹缺陷修复检验

6.5.1 裂纹缺陷修复检验内容

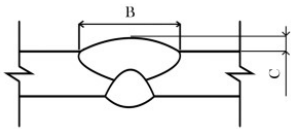
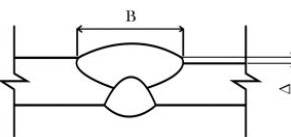
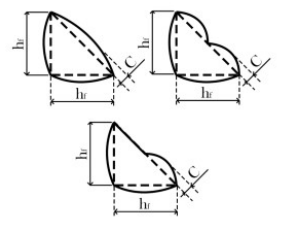
表 29 裂纹缺陷修复后检验内容

| 检验项目 | 质量要求 | 检验方法及频次 |
|--------|--|--|
| 焊缝外观质量 | 裂纹、未焊满、根部收缩、电弧擦伤、咬边、接头不良、气孔、表面夹渣质量要求应符合 GB 50205 的规定 | 目视法或实测法（放大镜、焊缝量规、钢尺）；当有疲劳验算要求时采用无损检测（渗透、磁粉探伤）；全检 |

表 29 裂纹缺陷修复后检验内容（续）

| 检验项目 | 质量要求 | 检验方法及频次 |
|--------|--|------------------|
| 焊缝外观尺寸 | 焊缝余高、错边外观尺寸要求应符合表 13 的规定 | 实测法（焊缝量规）；全检 |
| | 对承受动力载荷的构件，堵焊后其表面进行磨光，使之与原构件表面齐平，磨削痕迹线应与裂纹切线方向垂直 | 目视法；全检 |
| 表面裂纹检查 | 修复区域应进行磁粉或渗透检测，应无新生裂纹 | 无损检测（磁粉、渗透探伤）；全检 |

表30 焊缝外观尺寸要求（mm）

| 焊缝类型 | 标准范围 | | |
|--|------|--|---|
| | 焊缝等级 | 外观尺寸允许偏差 | |
| 对接焊缝 | 二级焊缝 | $B < 20$ 时，C为0-3.0； $B \geq 20$ 时，C为0-4.0 |  |
| | | $\Delta < 0.1t$ ，且 ≤ 2.0 |  |
| 角焊缝 | 二级焊缝 | $h_f \leq 6$ 时，C为0-1.5； $h_f > 6$ 时，C为0-3.0 |  |
| <p>注：有高要求的特殊区域要求一级焊缝；表中 B 为焊缝宽度，C 为焊缝余高，Δ 为错边，t 为对接接头较薄件母材厚度，h_f 为焊脚尺寸。</p> | | | |

6.6 交验要求

6.6.1 抽检项目的合格判定应符合下列规定：

- 当抽检过程中发现不合格品时，应对该批次产品启动追加检查程序，将抽检比例提升20%，且追加抽检数量不应少于5件；
- 若追加抽检后仍发现不合格品，对该批次产品实施100%全检；

- c) 检查过程中发现的不合格品，应单独标识、隔离存放，并应分析不合格原因，制定返修方案；
- d) 返修后的产品应重新进行全项检验，检验合格后方可纳入合格批次。

6.6.2 全检项目的合格判定应符合下列规定：

- a) 全检检查出的不合格项返修后应由原检验人员重新全检，所有指标达到后方可判定为合格；
- b) 若连续2次返修仍不合格，应组织设计、工艺、检验人员进行技术评审，评估继续修复的可能性。

6.6.3 检验完成后，应按照再制造产品记录表内容进行填写。

附录 A 不同等级下表面处理评定等级

(资料性附录)



A 级锈蚀的 A Sa2.5 等级



B 级锈蚀的 B Sa2.5 等级



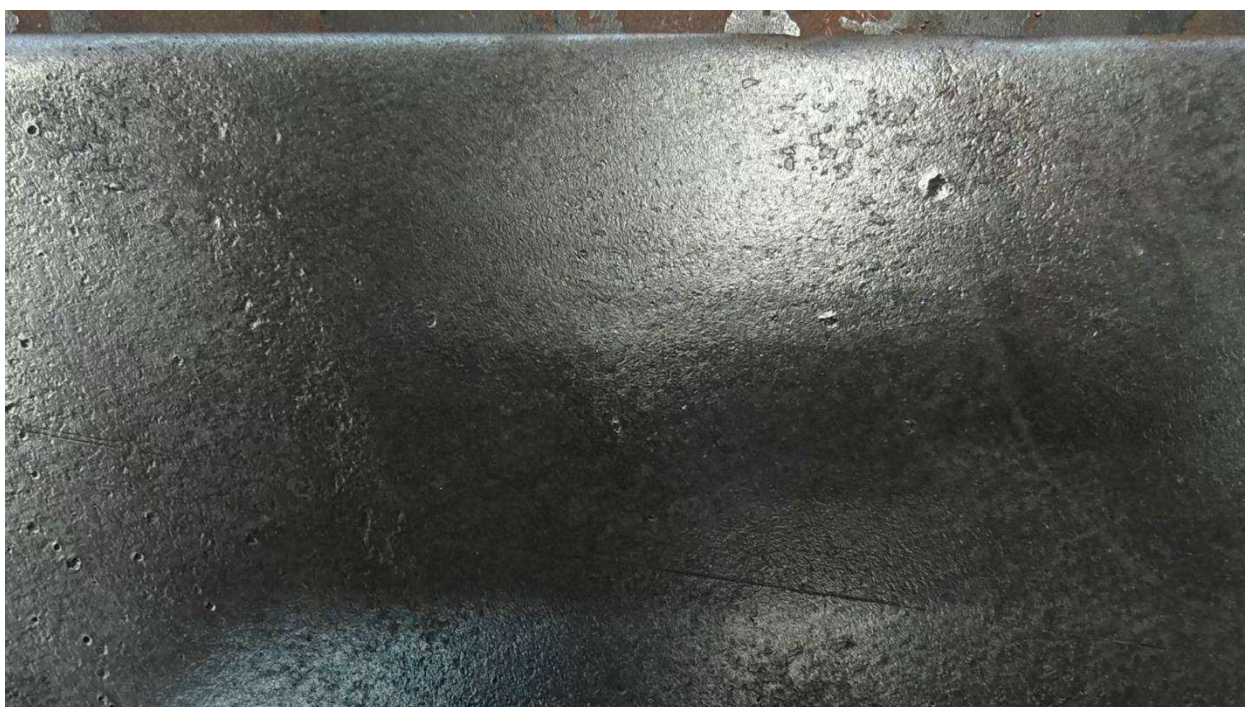
B 级锈蚀的 B Sa2 等级



C 级锈蚀的 C Sa2.5 等级



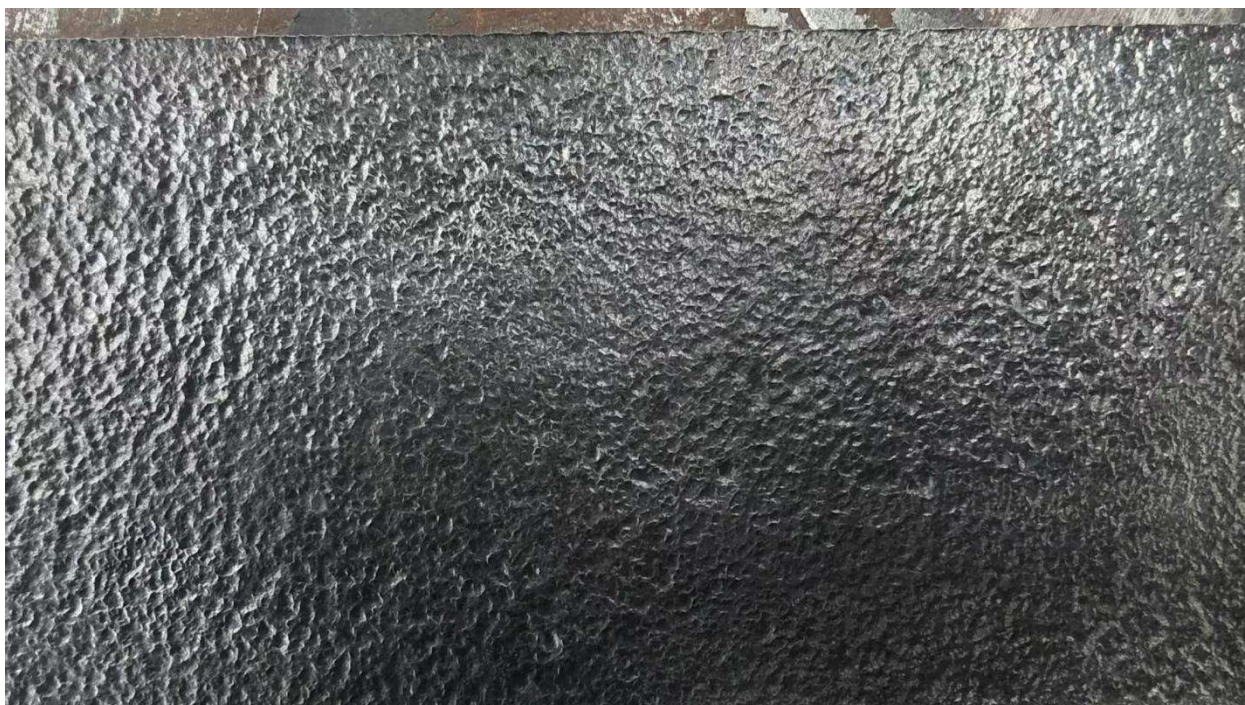
C 级锈蚀的 C Sa2 等级



B 级锈蚀钢板的 B St3 等级



B 级锈蚀钢板的 B St2 级



C 级锈蚀钢板的 C St3 等级



C 级锈蚀钢板的 C St2 等级

附录B 焊接异物修复前后示意图
(资料性附录)



(待修复) 图1



(待修复) 图2



(修复完成) 图3



(修复完成) 图4

附录 C 焊接接头射线照相缺陷评定 (规范性附录)

C.1 焊接接头质量分级

根据缺陷的性质和数量，焊接接头质量分为四个等级。

I级焊接接头：应无裂纹、未熔合、未焊透和条形缺陷。

II级焊接接头：应无裂纹、未熔合和未焊透。

III级焊接接头：应无裂纹、未熔合以及双面焊和加垫板的单面焊中的未焊透。

IV级焊接接头：焊接接头中缺陷超过III级者。

C.2 射线透照技术分级

射线透照技术分为两个等级：

——A级：普通级；

——B级：优化级。

当A级灵敏度不能满足检测要求时，应采用B级透照技术。

注：当需要采用优于B级的透照技术时，相应的检测参数可由合同各方商定。

附录 D 超声波检测质量分级
(规范性附录)



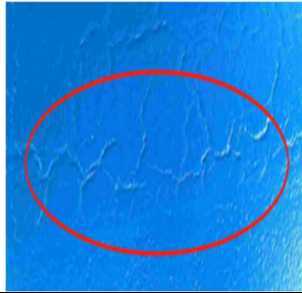

D.1 对接及角接焊透或局部焊透焊缝检测的检验等级应根据质量要求分为 A、B、C 三级，检验的完善程度 A 级最低，B 级一般，C 级最高，应根据结构的材质、焊接方法、使用条件及承受载荷的不同，合理地选用检验级别。


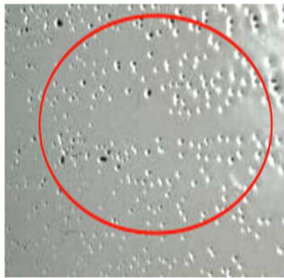


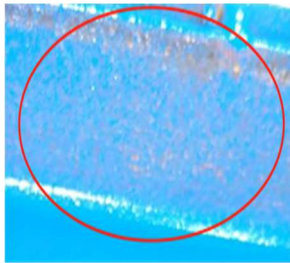

D.2 对接及角接焊透或局部焊透焊缝检测的检验范围的确定应符合以下规定：

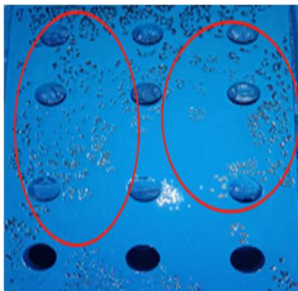
- a) A 级检验采用一种角度的探头在焊缝的单面单侧进行检验，只对能扫查到的焊缝截面进行探测，一般不要求作横向缺欠的检验。母材厚度大于 50mm 时，不得采用 A 级检验。
- b) B 级检验原则上采用一种角度探头在焊缝的单面双侧进行检验，受几何条件限制时，可在焊缝单面、单侧采用两种角度探头（两角度之差大于 15 度）进行检验。母材厚度大于 100mm 时，采用一种角度探头进行双面双侧检验，受几何条件限制时，可在焊缝单面双侧，采用两种角度探头（两角度之差大于 15 度）进行检验，检验应覆盖整个焊缝截面，条件允许时应作横向缺欠检

附录 E 涂层检验内容标准

(资料性附录)

| 序号 | 缺陷名称 | 判定标准 | | 缺陷定义 |
|----|------|------|---|---|
| | | 合格 | 不合格 | |
| 1 | 异物 | 不允许 |  | 异物：由材料、环境或机器设备中的灰尘、夹杂物、污物等影响，而在零件加工过程中形成的与零件表面不同材质的不可去除的物质，如砂粒、铁屑等。 |
| 2 | 碰伤 | 不允许 |  | 碰伤：涂膜表面受外力碰伤而呈划痕的现象。 |
| 3 | 皱纹 | 不允许 |  | 皱纹：由于含有过量表面催干剂，或在烘烤时温度的升高，使表面固化远快于其本体的固化，而发生严重的起皱现象。 |
| 4 | 起泡 | 不允许 |  | 起泡：喷涂表面有凸起（起泡造成），用力压破后出现表面凹陷或露底。 |

| | | | | |
|----|----|---|---|--|
| 5 | 脱漆 | 不允许 |  | 脱漆：由于涂层内有污染物，使漆膜失去附着力导致在底材上或涂层之间撕开，露出底材颜色的现象 |
| 6 | 针孔 | Φ0.3 以下允许存在 3 点，0.3-0.5 允许存在 2 点，0.5-0.7 允许存在 1 点，且间距大于 50mm，同一面总数不超过 4 个 |  | 针孔：在底漆或面漆喷涂后，涂层表面呈现出密密麻麻的小孔症状。 |
| 7 | 锈蚀 | 不允许 |  | 锈蚀：涂膜中产生锈点或接缝处呈现锈斑的现象。 |
| 8 | 流挂 | 不允许 |  | 流挂：涂层后由于局部喷漆量过大，产生下垂形成条状物。 |
| 9 | 漏喷 | 不允许 |  | 漏喷：漏涂就是被涂表面上没有涂到漆的地方，或者因搭幅不够而厚度不足。 |
| 10 | 变色 | 不允许 |  | 变色：与构件表面其他物质反应，发生颜色变化。 |

| | | | | |
|----|----|-----|---|---|
| 11 | 油污 | 不允许 |  | <p>油污：未清理干净工件表面的油脂、石油类物质或其他有机物质的污垢，造成油漆无法附着，出现露底现象。</p> |
|----|----|-----|---|---|