

ICS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL —2026

电力铁附件防腐蚀处理与质量管控规范

Specification for Anti-corrosion Treatment and Quality Control of Power Iron

Attachments

(工作组讨论稿)

(本草案完成时间：2026-4-8)

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言	II
1 引言	1
2 范围	1
3 规范性引用文件	1
4 术语和定义	2
4.1 电力铁附件	2
4.2 热浸镀锌	2
4.3 红锈	2
4.4 局部厚度	3
5 总则	3
5.1 一般原则	3
5.2 环境分类	3
6 防腐蚀处理技术要求	3
6.1 基体金属预处理	3
6.2 热浸镀锌工艺	4
6.3 涂装防腐工艺（适用于无法热浸镀锌的大型构件）	4
7 质量管控要求	5
7.1 外观检验	5
7.2 镀锌层厚度检测	5
7.3 附着力与均匀性试验	5
7.4 涂层性能检测（适用于有机涂装件）	6
8 工艺过程质量控制	6
8.1 前处理液控制	6
8.2 锌浴温度及杂质控制	6
8.3 涂装环境控制	6
9 检验规则	6
9.1 出厂检验	6
9.2 型式检验	7
10 包装、标志与储运	7
10.1 包装	7
10.2 标志	7
10.3 储运	7
11 质量记录与追溯	8
11.1 记录要求	8
11.2 追溯机制	8

前 言

本文件依据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。

本文件由广西产学研科学研究院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

电力铁附件防腐蚀处理与质量管控规范

1 引言

电力铁附件是输电线路及变电站构架的核心组成，其防腐性能直接关系到电网安全稳定运行与能源可靠供应，是新型电力系统建设的重要基础。当前我国电力铁附件防腐蚀领域存在工艺质量不均、检测滞后等突出问题，制约电网装备可靠性提升及产业绿色升级。为统一技术门槛、规范全流程管理、提升产品防腐性能、降低运维成本，助力“双碳”目标实现，特制定本规范，为国家电网安全高效运行提供技术支撑。

2 范围

明确规定电力铁附件防腐蚀处理的技术要求、质量管控要求、工艺过程质量控制、检验规则、包装标志与储运及质量记录与追溯等内容，全面覆盖产品全生命周期防腐蚀管理环节。适用于全国范围内以碳素结构钢、低合金高强度结构钢为基材的各类电力铁附件，包括输电线路横担、拉线棒、抱箍、脚钉、焊接支架及其他各类连接与支撑用铁附件，广泛应用于交流/直流输电线路、变电站、配电设施等各类电力工程。不适用于不锈钢、铝合金等非铁基材质的电力构件，亦不适用于埋地管道及长期浸泡于水中的铁附件。对于极地、沙漠、海洋飞溅区等超恶劣环境下使用的铁附件，除严格满足本文件基本要求外，还应符合国家相关特殊环境电力装备标准及行业专项规范，确保适配国家极端环境电力工程建设需求。

3 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中规范性引用，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（含所有修改单）均适用于本文件。本规范引用文件兼顾国家、行业标准及国际先进标准，确保与国家现行标准体系无缝衔接，同时借鉴国际成熟技术要求，为我国电力装备“走出去”提供标准支撑。

GB/T 228.1—2021 金属材料拉伸试验第1部分：室温试验方法

GB/T 470—2008 锌锭

GB/T 700—2019 碳素结构钢

GB/T 1591—2018 低合金高强度结构钢

GB/T 4956—2003 磁性基体上非磁性覆盖层覆盖层厚度测量 磁性法

GB/T 5267.3—2008 紧固件热浸镀锌层

GB/T 6462—2005 金属和氧化物覆盖层厚度测量显微镜法

GB/T 9799—2011 金属覆盖层钢铁上的锌电镀层

GB/T 13912—2020 金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法

GB/T 18226—2015 公路交通工程钢结构件防腐技术条件

GB/T 26951—2011 焊缝无损检测磁粉检测

GB/T 37123—2018 输电线路铁塔防腐用粉末涂料

DL/T 284—2021 输电线路杆塔不锈钢复合材料耐腐蚀技术条件

DL/T 768.7—2012 电力金具制造质量钢铁件热浸镀锌层

DL/T 1453—2015 输电线路铁塔防腐蚀保护涂装

ISO 1461:2022 热浸镀锌层钢铁制件技术要求和试验方法

4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件，兼顾行业通用性与国家技术标准规范，确保概念清晰、表述统一，为全国范围内规范实施提供坚实基础支撑。

4.1 电力铁附件

指应用于输电、配电及变电线路中，除标准金具外，承担结构支撑、连接、固定功能的金属构件，包括横担、拉线棒、抱箍、脚钉及各类焊接件，是保障电网结构稳定性、实现能源高效传输的核心基础构件。

4.2 热浸镀锌

将经前处理除锈后的钢铁制件浸入熔融锌液，在其表面形成锌铁合金层及纯锌层的防腐蚀工艺，是目前电力铁附件应用最广泛、性价比最优的防腐蚀技术之一，严格符合国家绿色防腐产业发展导向。

4.3 红锈

铁基体腐蚀后产生的含水氧化铁 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)，通常作为镀锌层或涂层失效后基体开始腐蚀的核心判定依据，其出现直接影响电力铁附件服役寿命，关系电网运行安全。

4.4 局部厚度

在某一参考面积内，按规定次数完成厚度测量后得出的算术平均值，是评估防腐蚀覆盖层质量、保障防腐蚀效果的核心指标，其测量精度直接决定产品质量判定的准确性。

5 总则

5.1 一般原则

5.1.1 电力铁附件防腐蚀设计应严格遵循“预防为主、综合治理、绿色高效、适配场景”的原则，结合国家电网不同区域、不同环境的服役需求，依据环境腐蚀等级（C1 至 CX）采取差异化防护措施，确保产品在全寿命周期内持续满足安全运行要求。

5.1.2 生产企业应建立并有效运行符合国家质量管理体系要求的质量管控体系，严格落实质量主体责任，所有防腐蚀处理工序均应留存完整的可追溯性记录，包括工艺参数、操作人员、检测数据等，实现从原材料到成品的全过程质量可控，契合国家质量强国建设要求。

5.1.3 对于设计使用年限超过 20 年的铁附件，应采用重防腐体系或锌层厚度不低于上限要求的热浸镀锌工艺，兼顾耐久性与经济性，助力电网装备全寿命周期管理，降低国家电网运维成本，推动电力产业可持续发展。

5.2 环境分类

5.2.1 普通大气环境（C3 及以下）：如内陆干燥地区，采用常规热浸镀锌工艺，锌层局部厚度不低于 $70\mu\text{m}$ ，适配我国广大内陆地区电网建设需求，兼顾经济性与防护效果。

5.2.2 腐蚀性环境（C4 及以上）：包括工业污染区、沿海滩涂区（距海岸线 5km 内），应采用热浸镀锌加钝化封闭工艺，或厚度不低于 $85\mu\text{m}$ 的重镀锌层，亦可采用锌铝镁合金镀层等绿色高效防腐技术，契合国家工业绿色升级及沿海地区电力工程建设需求，提升产品抗腐蚀能力。

5.2.3 特殊环境：对于存在接触腐蚀（异种金属连接）或强化学腐蚀的场所，应严格按照 DL/T 284—2021 要求实施绝缘隔离或采用复合材料，适配国家特殊工业区域、极端环境下的电力工程建设，保障电网安全稳定运行。

6 防腐蚀处理技术要求

6.1 基体金属预处理

6.1.1 所有待处理铁附件应符合 GB/T 700—2019 或 GB/T 1591—2018 的规定，其化学成分中碳含量不应大于 0.22%，硅含量不宜超过 0.15%；对于热浸镀锌工艺，若硅含量在 0.15%-0.25%之间，应针对性调整镀锌工艺参数，防止镀层异常生长。此举旨在确保原材料质量符合国家钢材标准，为防腐处理效果提供基础保障，推动钢铁产业与电力产业协同高质量发展。

6.1.2 钢材表面进行涂装或热浸镀锌前，应完成脱脂、酸洗、水洗及助镀全流程处理，全程符合国家环保标准，严控污染物排放。酸洗后表面应达到 GB/T 8923.1—2011 中 Sa 2.5 级（近白级）标准，即表面无可见油脂、氧化皮及铁锈，确保防腐覆盖层与基体结合紧密，提升防护耐久性。

6.1.3 焊接件应彻底去除焊渣及飞溅物，焊缝处需打磨圆滑，避免因尖角导致镀层或涂层过薄，保障产品结构完整性与防腐均匀性，契合国家电力装备精细化制造要求。

6.2 热浸镀锌工艺

6.2.1 锌液成分：所用锌锭应符合 GB/T 470—2008 中 Zn99.995 牌号要求，锌液中铝含量应严格控制在 0.005%~0.020%，确保锌层质量稳定，提升防腐性能，推动锌冶炼产业标准化、高品质发展。

6.2.2 镀锌温度：锌液温度应严格控制在 445℃~465℃范围内。对于壁厚小于 3mm 的薄壁件，宜控制在 445℃~450℃；对于壁厚大于 10mm 的铸钢件，可控制在 455℃~465℃，兼顾工艺合理性与能源节约，契合国家双碳目标要求。

6.2.3 浸镀时间：铁附件浸入锌液的时间应根据其厚度及表面积合理确定，常规范围为 3 分钟至 8 分钟；当铁附件主材厚度 $\geq 5\text{mm}$ 时，浸镀时间不应少于 4.5 分钟，确保锌层厚度均匀、结合牢固，保障防腐效果。

6.2.4 冷却与钝化：镀件提出锌液后，应在空气中自然冷却 1~2 分钟，随后浸入 40℃~60℃的钝化液中进行钝化处理；钝化液应符合国家环保标准，无有毒有害成分，用于提升镀层表面耐白锈能力，延长产品服役寿命。

6.3 涂装防腐工艺（适用于无法热浸镀锌的大型构件）

6.3.1 涂层体系应采用底漆+中间漆+面漆的组合形式，优先选用绿色环保、低 VOCs 涂料产品，契合国家大气污染防治及绿色产业发展要求。对于 C4 环境，干膜总厚度不应小于 240 μm ；对于 C5 环境，干膜总厚度不应小于 320 μm ，确保在腐蚀性环境下的防护效果。

6.3.2 富锌底漆中锌粉含量不应低于干膜质量的 70%，确保底漆防腐性能，为涂层体系提供可靠基础，符合国家防腐涂料质量标准。

6.3.3 涂层应均匀连续，无流挂、漏涂、气泡及裂纹等缺陷，保障涂层完整性，提升防腐耐久性，契合国家电力装备高品质制造要求。

7 质量管控要求

7.1 外观检验

7.1.1 所有经防腐处理的铁附件应逐件进行目视检查，严格落实全检要求，杜绝不合格产品流入市场，保障国家电网工程质量。

7.1.2 热浸镀锌层表面应连续、光滑，允许存在轻微灰暗色及不明显流痕，符合国家电力金具外观质量标准。

7.1.3 存在下列缺陷之一的产品应予以拒收：表面露铁（露钢）、气泡、酸洗过度导致的麻点、锌渣堆积形成的直径大于 5mm 的粗糙颗粒，以及镀层起皮或剥落现象。此类缺陷直接影响产品防腐性能，严禁出厂，确保产品质量符合国家相关要求。

7.2 镀锌层厚度检测

7.2.1 检测方法：采用经国家计量认证合格的磁性测厚仪，按照 GB/T 4956—2003 规定进行测量。测量复杂形状构件时，应以主要工作表面及腐蚀敏感部位（如边缘、内角）为测量基准，确保检测结果准确可靠。

7.2.2 判定指标：对于直径或厚度 $\geq 5\text{mm}$ 的铁附件（如横担、拉线棒），镀锌层局部厚度不应小于 $70\mu\text{m}$ ，平均厚度不应小于 $80\mu\text{m}$ ，满足国家电网常规装备防腐要求；对于直径或厚度 $< 5\text{mm}$ 且 $\geq 1.5\text{mm}$ 的薄板件或小构件，镀锌层局部厚度不应小于 $45\mu\text{m}$ ，平均厚度不应小于 $55\mu\text{m}$ ，适配小型电力附件防护需求；对于螺纹紧固件，依据 GB/T 5267.3—2008 规定，螺纹区域镀锌层厚度可适当降低，但应保证不修整螺纹即可顺利旋合，且最小厚度不应低于 $25\mu\text{m}$ ，兼顾连接性能与防腐性能。

7.2.3 抽样规则：批量生产时，每 200 件为一个批次，每批次至少抽取 5% 的样品（且不少于 3 件）进行厚度检测，抽样比例符合国家产品质量抽样检验规范，确保批量产品质量稳定。

7.3 附着力与均匀性试验

7.3.1 锤击试验：采用锤击法，将镀件水平支撑，用带木柄重锤以规定力度敲击镀层表面（非冲击变形区域），镀层不应出现剥离或起皮现象，确保锌层与基体结合牢固，符合国家电力装备防腐质量要求。

7.3.2 弯曲试验：对于直径不大于 20mm 的棒材或板材试样，弯曲 180° 后，其外表面不应出现镀层脱落；允许出现细小裂纹，但不得露铁，用于验证镀层韧性与附着力，保障产品在安装、运输过程中不受损坏。

7.3.3 硫酸铜预浸蚀试验：对于镀锌层，可进行 3 次硫酸铜溶液浸蚀试验，每次浸蚀时间为 1 分钟，

试件表面不应出现红色金属铜析出物，验证镀锌层致密性与防腐蚀能力，符合国家相关试验标准。

7.4 涂层性能检测（适用于有机涂装件）

7.4.1 附着力采用划格法（刀切法）检测，切口边缘应光滑，切割区内涂层应无一格脱落（0级或1级），符合国家防腐涂层附着力检测标准，确保涂层与基体结合紧密。

7.4.2 涂层耐冲击性按照 GB/T 1732—2020 规定执行，采用 50cm·kg 冲击试验，涂层不应出现裂纹或剥落，验证涂层抗冲击能力，保障产品在复杂工况下的防护稳定性。

8 工艺过程质量控制

8.1 前处理液控制

8.1.1 酸洗槽中游离酸浓度应控制在 8%~15%（质量分数）范围内，亚铁离子（ Fe^{2+} ）浓度不应超过 200g/L。当浓度超出规定范围时，应及时更换或再生酸洗液；酸洗液再生应采用环保工艺，减少污染物排放，符合国家环保法规要求，推动绿色生产。

8.1.2 助镀液（氯化锌-氯化铵混合溶液）浓度应控制在总盐量 180g/L~280g/L，pH 值控制在 4.0~5.5 之间，确保前处理效果，为后续防腐蚀工艺奠定坚实基础，保障产品质量稳定性。

8.2 锌浴温度及杂质控制

8.2.1 锌浴温度波动应控制在设定值 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 以内，每 4 小时记录一次温度曲线，建立完整的温度记录档案，实现工艺参数可追溯，契合国家生产过程质量管控要求。

8.2.2 锌液中铁含量应控制在 0.05%以下，若铁含量超标导致锌渣过多，应及时进行降温捞渣处理；锌渣应按照国家危险废物管理相关规定规范处置，避免环境污染，推动绿色生产。

8.3 涂装环境控制

8.3.1 涂装施工环境温度宜控制在 5°C ~ 38°C ，相对湿度不宜大于 80%，确保涂装质量，避免环境因素导致涂层缺陷，符合国家防腐涂装施工规范。

8.3.2 钢材表面温度应高于露点温度 3°C 以上，防止表面结露影响涂层与基体结合，保障涂装防腐效果，提升产品耐久性。

9 检验规则

9.1 出厂检验

9.1.1 每批次产品出厂前，必须严格进行外观、厚度及附着力检验，严格执行出厂检验制度，杜绝不合格产品出厂，保障国家电网工程质量安全，落实企业质量主体责任。

9.1.2 出现下列任一情况时，应立即暂停出厂并启动型式检验，确保产品质量符合国家相关标准：首次生产或停产半年以上恢复生产；原材料来源变更或镀锌工艺参数发生重大调整；出厂检验连续出现3件不合格品；国家质量监督部门抽检发现质量问题。

9.2 型式检验

9.2.1 型式检验应委托具备 CMA/CNAS 资质的第三方检测机构实施，检测机构应符合国家计量认证要求，确保检测结果权威、公正。

9.2.2 型式检验项目应全面涵盖本标准第 6、7 章全部技术要求，并增加盐雾试验，全面验证产品耐腐蚀性能，契合国家电力装备质量检验要求。

9.2.3 盐雾试验指标：中性盐雾试验（NSS）：C4 及以上环境使用的铁附件，应能耐受 720 小时无红锈；特高压及重要跨江跨河线路用铁附件，应能耐受 1000 小时无红锈，适配国家重大电力工程、特高压电网建设需求，保障电网安全稳定运行；铜加速乙酸盐雾试验（CASS）：用于评估特殊合金镀层，按照相关标准严格执行，借鉴国际先进检验方法，提升产品耐腐蚀性能评估的科学性。

10 包装、标志与储运

10.1 包装

10.1.1 成品铁附件包装前，必须保持表面干燥；采用热浸镀锌工艺的产品，需确保钝化膜完全干透；采用涂装工艺的产品，需确保漆膜完全固化，避免包装过程中损坏防腐层，保障产品出厂质量。

10.1.2 镀件之间应采用软质垫片隔离，防止运输过程中因摩擦损伤镀层；包装材料应优先选用可回收、环保型材料，契合国家绿色包装发展要求，推动循环经济发展。

10.2 标志

10.2.1 每件铁附件应至少标注制造厂代号、生产年份及批次号，标志可采用钢印（非受力面）或防水标签，确保产品可追溯，契合国家产品追溯体系建设要求。

10.2.2 外包装箱应清晰标注“防潮”“禁抛”“易损”等警示标志，标志应清晰、牢固，符合国家包装标志标准，确保产品在储运过程中得到妥善保护。

10.3 储运

10.3.1 存放场所应保持通风、干燥，严禁与酸、碱、盐等腐蚀性物质接触，防止产品腐蚀，保障产品储存质量，符合国家电力装备储存管理规范。

10.3.2 长距离海运或高湿环境运输时，应增加气相防锈包装或密封防水包装，适配我国跨区域、跨海域电力工程建设物资运输需求，确保产品在运输过程中不受损坏。

11 质量记录与追溯

11.1 记录要求

11.1.1 企业应建立完善的电子或纸质档案，档案保存期限不应少于产品设计使用年限；档案管理应符合国家档案管理相关规定，确保记录的完整性、真实性、可追溯性。

11.1.2 记录内容应全面涵盖原材料质保书、工艺过程记录（温度、时间、槽液化验单）、检验报告（含原始数据）、不合格品处理单，实现从原材料采购到产品出厂的全流程记录，契合国家质量追溯体系建设要求，落实企业质量主体责任。

11.2 追溯机制

11.2.1 产品应具备唯一性编码，实现“原材料-生产-质检-发货”全链条追溯，编码规则应符合国家产品追溯编码标准，助力国家电力装备全生命周期管理。

11.2.2 当用户反馈腐蚀质量问题时，牵头制定单位（广西产学研科学研究院）可协同第三方仲裁机构进行复检，依据本规范明确判定责任归属；同时建立完善的质量问题反馈与改进机制，推动行业技术水平提升，保障国家电网安全稳定运行，助力电力产业高质量发展。