

T/HEBQIA

团 体 标 准

T/HEBQIA XXXX—2025

磷化钢丝生产全流程技术规范

Technical control specifications for the entire production process of phosphated steel
wire

(征求意见稿)

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

河北省质量信息协会 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 原材料准备 1

5 生产设备配置要求 2

6 生产工艺流程及要求 2

7 质量控制要求 5

内部讨论资料 严禁非授权使用

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。

本文件由河北唐耀科技有限公司提出。

本文件由河北省质量信息协会归口。

本文件起草单位：河北唐耀科技有限公司、XXXXX。

本文件主要起草人：孙昌印、宋洁、姜永庆、史曙光、姚强、才建民、姜鹏、XXXXX。

内部讨论资料 严禁非授权使用

磷化钢丝生产全流程技术控制规范

1 范围

本文件规定了磷化钢丝生产全流程技术控制的原材料准备、生产设备配置要求、生产工艺流程及要求、质量控制要求。

本文件适用于磷化钢丝生产。

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 238 金属材料 线材 反复弯曲试验方法
- GB/T 320 工业用合成盐酸
- GB/T 341 钢丝分类及术语
- GB/T 342 冷拉圆钢丝、方钢丝、六角钢丝尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 9078 工业炉窑大气污染物排放标准
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

3 术语和定义

GB/T 341界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磷化钢丝 phosphated steel wire

以盘条为基材，经系列工艺处理，在表面形成均匀、连续且附着力良好的磷酸盐转化膜的高强度金属线材。

4 原材料准备

4.1 盘条

4.1.1 表面质量：检查盘条表面应无裂纹、折叠、结疤、耳子、分层等缺陷；表面氧化皮厚度应均匀，无明显堆积。

4.1.2 尺寸：盘条公称直径应根据最终磷化钢丝产品需求确定。

4.1.3 外观完整性：盘条卷绕应整齐，无松散、打结现象；每卷盘条端部应无毛刺，切割平整，避免放线时划伤设备或盘条表面。

4.2 辅助材料

- 4.2.1 硼化剂：应选用水溶性硼化剂，主要成分为硼砂、硼酸及添加剂。
- 4.2.2 脱脂剂：应选用碱性脱脂剂，主要成分为氢氧化钠、碳酸钠、磷酸钠及表面活性剂。
- 4.2.3 磷化剂：应选用锌系中温磷化剂，主要成分为磷酸二氢锌、硝酸锌、氧化锌及促进剂。
- 4.2.4 皂化剂：应选用钠基皂化剂，主要成分为硬脂酸钠、氢氧化钠及稳定剂。
- 4.2.5 盐酸：应选用工业级盐酸，符合 GB/T 320 的规定。

5 生产设备配置要求

生产磷化钢丝的核心设备应符合表1规定。设备运行状态应满足工艺参数稳定控制要求，且设备使用前经调试并记录运行参数。

表 1 生产设备配置要求

| 设备名称 | 技术要求 | 前期检查项 |
|----------|---|---------------------|
| 拉丝机 | 拉丝速度稳定（波动 $\leq \pm 2$ m/min），无明显振动 | 检查拉丝模具磨损情况、传动系统润滑状态 |
| 天然气明火炉 | 炉内温度均匀（波动范围 $\leq \pm 10$ $^{\circ}\text{C}$ ），配备温度实时监控系统 | 检查燃气压力 |
| 铅浴淬火槽 | 铅液温度控制精度 ± 5 $^{\circ}\text{C}$ ，配备液位、温度双重保护装置 | 检查铅液纯度、加热管绝缘性 |
| 水浴淬火槽 | 水温控制范围 20 $^{\circ}\text{C} \sim 40$ $^{\circ}\text{C}$ ，水流均匀 | 检查水循环泵运行状态、水温传感器准确性 |
| 酸洗池 | 配备酸液浓度检测装置、酸液循环系统、防泄漏防护设施 | 检查池体防腐层完整性、酸液液位 |
| 中温磷化池 | 温度控制精度 ± 5 $^{\circ}\text{C}$ ，配备磷化液搅拌、过滤装置 | 检查磷化液pH值 |
| 皂化池 | 配备皂化剂浓度检测装置、皂化液循环系统 | 检查皂化液浓度、池体清洁度 |
| 烘箱 | 烘干温度均匀（波动 $\leq \pm 5$ $^{\circ}\text{C}$ ），配备热风循环系统 | 检查加热管功率、风道密封性 |
| 盐酸储罐/废酸罐 | 耐腐蚀材质，配备液位报警、防泄漏装置 | 检查罐体焊缝密封性、阀门开关灵活性 |

6 生产工艺流程及要求

6.1 盘条处理

6.1.1 放线

- 6.1.1.1 将盘条吊装至放线机工字轮上，应调整盘条中心与放线机轴心对齐，避免放线时跑偏。
- 6.1.1.2 设定放线速度为 3 m/min ~ 8 m/min，应根据盘条直径调整张力。
- 6.1.1.3 启动放线机，开启纠偏装置，实时监测钢丝位置，钢丝偏移量应不大于 1 mm/m；放线过程中应安排专人巡检，防止盘条松散、打结。

6.1.2 机械剥壳

- 6.1.2.1 将放线后的钢丝引入剥壳机，根据钢丝直径调整剥壳辊间距。
- 6.1.2.2 启动设备，通过剥壳辊碾压去除钢丝表面氧化皮。
- 6.1.2.3 剥壳后应通过目视检查，钢丝表面无氧化皮、划痕；不合格时可调整剥壳辊压力或转速，重新剥壳。

6.1.3 硼化涂层处理

6.1.3.1 先采用常温水冲刷盘条表面，将清洗后的盘条引入硼化涂层处理槽，工作温度 85℃~95℃，浸泡 10 min~15 min，确保钢丝表面完全覆盖硼化液。

6.1.3.2 硼化完成后，将盘条缓慢引出，沥干表面多余硼化液；检测涂层厚度均匀程度，不合格时可调整硼化液浓度或延长浸泡时间，重新处理。

6.1.4 烘干

6.1.4.1 将硼化后的盘条引入烘箱，设定烘干温度 120℃~150℃。

6.1.4.2 烘干后用目视检查，盘条硼化涂层应无开裂、起皮，涂层颜色均匀，无局部漏涂。

6.1.5 拉拔

6.1.5.1 根据成品钢丝直径确定拉拔道次，选择适配拉丝模具。

6.1.5.2 启动拉丝机，拉拔过程中应实时监测钢丝表面质量，应无划痕、涂层脱落。每道拉拔后应用千分尺测量钢丝直径。

6.1.6 收线

6.1.6.1 将拉拔后的半成品钢丝引入收线机，应调整收线盘位置，钢丝卷绕中心与收线盘轴心对齐。

6.1.6.2 收线过程中钢丝应卷绕均匀，无乱线、打结。

6.2 钢丝处理

6.2.1 放线

6.2.1.1 准备工作：选择与钢丝规格匹配的工字轮，检查工字轮表面应无毛刺、裂纹，将工字轮安装至放线架，调整放线架高度（与后续设备中心线对齐，偏差不大于±5 mm）。

6.2.1.2 张力调试：启动放线装置，通过张力控制器设定放线张力为 50 N~80 N，手动拉动钢丝测试张力稳定性。

6.2.1.3 放线操作：启动设备，应以与后续拉丝工艺匹配的速度放线，安排专人实时观察钢丝表面状态，若出现划伤、拉伸变形，立即停机调整。

6.2.2 脱脂

6.2.2.1 脱脂剂配制：按合适比例将脱脂剂加入清洗槽，搅拌均匀，使用浓度计检测浓度，确保达标。

6.2.2.2 启动加热装置，将脱脂液温度升至 50℃~60℃，保温 10 min 后开始进料。

6.2.2.3 将放线后的钢丝匀速送入脱脂槽，使钢丝完全浸没，脱脂时间 5 min~8 min，通过导向轮调整钢丝运行轨迹，避免与槽壁碰撞。

6.2.2.4 效果检查：抽取钢丝，用无水乙醇擦拭表面，观察乙醇溶液应无油迹，即为脱脂合格。

6.2.3 热水冲洗

6.2.3.1 水温调节：启动电加热或蒸汽加热装置，将水池水温升至 80℃~90℃，并配备温度计实时监测。

6.2.3.2 冲洗操作：脱脂后的钢丝应立即进入热水池，采用喷淋+浸泡结合的方式冲洗，确保钢丝表面无脱脂剂残留。

6.2.4 热处理

6.2.4.1 炉温预热：启动天然气明火炉，设定加热温度 $900^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ ，预热时间不小于 30 min，待炉内各区域温度均达到设定值且稳定 10 min 后，开始送料。

6.2.4.2 进料控制：将热水冲洗后的钢丝通过进料口匀速送入炉内，进料速度应与放线速度匹配，通过炉内观察窗观察钢丝加热状态，避免局部过热。

6.2.4.3 金相检查：加热后的钢丝应进行金相分析，金相组织为均匀奥氏体。

6.2.4.4 安全防护：炉体周边应设置防火隔离带，配备干粉灭火器，操作人员佩戴耐高温手套，禁止在炉口堆放易燃物品。

6.2.5 铅浴淬火

6.2.5.1 铅液预热：启动铅浴槽加热装置，将铅液温度升至 $480^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，预热时间不小于 60 min。

6.2.5.2 淬火操作：加热后的钢丝快速送入铅浴槽，使其完全浸没，淬火时间 2 min~4 min，通过牵引装置控制钢丝运行速度。

6.2.5.3 铅液维护：应定期检测铅液纯度，若杂质含量超标，则进行过滤除杂，定期补充铅块，维持铅液液位。

6.2.5.4 组织检查：淬火后的钢丝应进行金相检测，组织为索氏体，无马氏体或珠光体组织。

6.2.5.5 环保措施：铅浴槽上方应安装废气收集罩，废气经处理达标后排放，操作人员佩戴防毒面具，避免铅蒸气吸入。

6.2.6 水浴淬火

6.2.6.1 水温调节：启动水循环系统，将水温控制在 $20^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。若水温超过 40°C ，应开启冷却装置，确保水温稳定。

6.2.6.2 冷却操作：铅浴淬火后的钢丝应立即进入水浴槽，采用水流冲击冷却方式，水流方向与钢丝运行方向相反。

6.2.6.3 表面检查：观察冷却后的钢丝表面状态，若出现氧化皮，应检查加热或冷却参数是否异常。

6.2.7 酸洗

6.2.7.1 酸液配置：将盐酸（工业级）按 15%~20%（质量分数）比例加入酸洗池，搅拌均匀，用浓度计检测浓度，达标后备用。

6.2.7.2 酸洗操作：水浴冷却后的钢丝送入酸洗池，使其完全浸没，酸洗时间 1 min~3 min，通过导向轮确保钢丝无缠绕。

6.2.7.3 效果判断：酸洗后的钢丝表面应呈灰白色，无氧化皮残留，用不锈钢丝刷轻刷表面，无明显划痕，即为酸洗合格；若仍有氧化皮，延长酸洗时间 1 min~2 min（最长不超过 8 min，避免过腐蚀）。

6.2.7.4 安全防护：酸洗区域应设置通风装置，操作人员佩戴防腐手套、护目镜，配备应急冲洗装置。

6.2.8 水冲洗

6.2.8.1 冲洗准备：检查清洗槽清水液位，启动喷淋系统，调整喷淋压力。

6.2.8.2 冲洗操作：酸洗后的钢丝应立即进入清洗槽，先经喷淋冲洗 1 min，再浸没冲洗 2 min~3 min，钢丝表面无酸液残留。

6.2.8.3 废水处理：冲洗废水收集至中和池，加碱调节 pH 值至 7~8 后，再排放至污水处理系统，禁止直接排放。

6.2.9 中温磷化

6.2.9.1 磷化液配置：按磷化剂说明书配置磷化液，加入中温磷化池，搅拌均匀。检测总酸度 50 点～60 点、游离酸度 5 点～8 点（滴定法检测），pH 值 2.5～3.5。

6.2.9.2 温度控制：启动加热装置，将磷化液温度升至 70℃～80℃，保温 10 min 后送料。

6.2.9.3 磷化操作：水冲洗后的钢丝应匀速送入磷化池，使其完全浸没，磷化时间 10 min～18 min，通过搅拌装置确保磷化液均匀。

6.2.9.4 膜层检查：抽取磷化后的钢丝，观察表面磷化膜应呈灰黑色或暗灰色，均匀连续，无漏镀、花斑；用胶带粘贴膜层，撕开后应无膜层脱落，即为合格。

6.2.10 皂化

6.2.10.1 皂化剂配置：将皂化剂按 3%～5%（质量分数）比例加入皂化池，搅拌均匀，检测浓度达标后，启动加热装置升至 70℃～80℃。

6.2.10.2 皂化操作：磷化后的钢丝应立即进入皂化池，使其完全浸没，皂化时间 3 min～5 min，确保钢丝表面均匀附着皂化膜。

6.2.10.3 效果检查：皂化后的钢丝表面应呈白色或淡黄色，无结块、露底，抽取钢丝，用手指触摸表面无粘手现象，即为合格。

6.2.11 烘干

6.2.11.1 烘箱预热：启动烘箱，设定烘干温度 120℃～150℃，预热时间不小于 20 min，待箱内温度稳定后，开启热风循环系统。

6.2.11.2 烘干操作：皂化后的钢丝匀速送入烘箱，烘干时间 5 min～8 min，通过烘箱内导向轮调整钢丝间距，确保受热均匀。

6.2.11.3 干燥检查：抽取烘干后的钢丝，观察表面应无水分痕迹、皂化膜无脱落，即为合格。

6.2.12 收线

6.2.12.1 收线准备：选择与放线工字轮规格一致的工字轮，安装至收线架，调整收线架应与烘箱出口中心线对齐。

6.2.12.2 张力设定：启动收线装置，设定收线张力 60 N～90 N，测试张力稳定性，应与前序工艺速度匹配。

6.2.12.3 收线操作：烘干后的钢丝通过导向轮进入收线工字轮，收线过程中应实时调整排线器，确保钢丝排列整齐，无重叠、划伤。

6.2.12.4 满卷处理：当工字轮上钢丝重量达到设定值，应停机更换工字轮，对满卷钢丝进行标识，记录批号、重量、生产日期。

7 质量控制要求

7.1 外观质量

7.1.1 钢丝表面应光滑、均匀，无裂纹、划伤、氧化皮、锈蚀、漏镀等缺陷。

7.1.2 磷化层应连续均匀，无花斑、脱落，目测无明显色差，用放大镜观察无露底现象。

7.2 尺寸偏差

应符合GB/T 342的规定。

7.3 力学性能

应符合GB/T 342的规定。

7.4 磷化层质量

7.4.1 磷化层重量：按 GB/T 10125 规定的重量法测量，样品面积不小于 10 cm²，磷化层重量应不小于 4.5 g/m²。

7.4.2 磷化层附着力：按 GB/T 238 进行弯曲试验，弯曲后磷化层应无脱落、开裂。

7.4.3 耐腐蚀性：按 GB/T 10125 进行中性盐雾试验，48 h 后钢丝表面应无红锈，仅允许轻微淡黄色腐蚀产物。

7.5 环保与安全控制

7.5.1 酸洗废液、脱脂废液、皂化废液应分别收集至专用储罐，经中和、沉淀、过滤处理，达到 GB 8978 后排放。

7.5.2 天然气明火炉、铅浴淬火槽废气应经脱硫、除尘处理，达到 GB 9078 后排放。

7.5.3 操作人员应经安全培训合格后上岗，作业时佩戴防腐手套、护目镜、防毒面具等防护用品，设备周边设置安全警示标识。
