

MT

中华人民共和国行业标准

MT/T 5017—2010
代替 MT/T 5017—1996

煤矿井筒装备防腐蚀技术规范

Technical specifications for anticorrosion
of shaft equipment in coal mine

(报批稿)

2010-××-××发布

2010-××-××实施

国家安全生产监督管理总局 发布

前 言

根据国家安全生产监督管理总局、国家煤矿安全监察局《关于下达 2008 年制修订煤炭行业标准项目计划的通知》（安监总政法[2008]145 号）文件的要求，修订《煤矿立井筒装备防腐蚀技术规范》（MT/T5017—96）

本规范共分 5 章 14 节 89 条和 3 个附录，主要技术内容有：

- 煤矿井筒装备防腐蚀的设计要求；
- 煤矿井筒装备防腐蚀施工过程中的材料、工艺、安全及环境的要求；
- 煤矿井筒装备防腐蚀质量的检查和验收。

本次修订的主要内容有：

——变更了规范的名称，去掉了“立井”二字，扩大了规范的范围：不仅包括立井井筒装备，还包括斜井井筒装备；

——增加了长效防腐、重防腐、普通防腐的概念，对管道内壁、紧固件、埋件、木构件的防腐蚀提出要求；

——增加了术语；

——提出了玻璃钢复合材料中玻璃钢最小厚度要求，并对玻璃钢复合材料的钢骨架的预处理提出了要求；

——增加了对施工单位和个人的资质要求，对施工安全提出更细致的要求；

——修改了喷砂（抛丸）的压缩空气压力值、磨料的粒径和种类，增加了喷砂（抛丸）除锈工艺参数；

——增加了热喷涂施工工艺参数，对热喷涂和热浸镀锌的原材料提出了要求；

——增加了表面预处理的检查、验收方法。

本规范由中国煤炭建设协会负责日常管理。

规范主编单位：中煤第三建设（集团）有限责任公司

规范参编单位：中煤第一建设有限公司

中煤第五建设有限公司

煤炭工业合肥设计研究院

江苏省防腐安装工程公司

规范主要起草人：李理化 汪指南 王敏建 孙春详 黄家贫 黄通才 师厚明 钟文正 林玉侠

规范主要审查人：张胜利 易春龙 伍建华 陈复辉 刘志强 范 强 任 鑫 尚振立 李海文

目 次

1	总则	1
2	术语	1
3	设计	2
3.1	一般规定	2
3.2	表面预处理	3
3.3	金属热喷涂层及热浸镀锌层	3
3.4	涂料保护层	3
3.5	玻璃钢复合材料	4
4	施工	4
4.1	一般规定	4
4.2	表面预处理	4
4.3	金属热喷涂层及热浸镀锌层	5
4.4	涂料保护层	5
4.5	防腐维护、维修	6
5	检查与验收	6
5.1	一般规定	6
5.2	表面预处理	6
5.3	金属热喷涂层及热浸镀锌层	7
5.4	涂料保护层	7
附录 A:	井筒装备常用防腐蚀设计	8
附录 B:	井筒装备常用的防腐蚀涂料、耐蚀材料	11
附录 C:	金属表面预处理等级	13
	标准用词说明	14
	条文说明	15

Contents

1 General	1
2 Terms	1
3 Design.....	2
3.1 General provisions	2
3.2 Surface preparation	3
3.3 Thermal spraying metallic coating and hot-dip galvanizing coating	3
3.4 Protective paint coating	3
3.5 FRP composite.....	4
4 Construction	4
4.1 General provisions	4
4.2 Surface preparation	4
4.3 Thermal spraying metallic coating and hot-dip galvanized coating.....	5
4.4 Protective paint coating.....	5
4.5 Anti-corrosion maintenance, repair	6
5 Inspection and Acceptance	6
5.1 General provisions	6
5.2 Surface preparation	6
5.3 Thermally sprayed metallic coating and hot-dip galvanizing coating.....	7
5.4 Protective paint coating	7
Appendix A: Anti-corrosion coating system design commonly applied to shaft equipment.....	8
Appendix B: Protective paints and Corrosion-resistant materials commonly applied to shaft Equipment.....	11
Appendix C: Metal surface preparation levels	13
explanation about standard.....	14
By-laws: Provisions.....	15

1 总 则

1.0.1 为了保证煤矿井筒装备(以下简称井筒装备)的防腐蚀质量,延长其使用寿命,减少因腐蚀而带来的损失,在井筒装备的防腐蚀设计、施工、检查与验收过程中统一技术要求,特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建、改建和维护的井筒装备的防腐蚀设计、施工、检查与验收。煤矿钢结构井架(塔)、管路及其它钢结构件的防腐蚀可按照执行。

1.0.3 井筒装备应采用防腐蚀措施或选择耐腐蚀材料制造。

1.0.4 井筒装备防腐蚀应从实际出发,合理设计、规范施工、严格检查与验收。

1.0.5 引用标准如下,凡未注明日期的引用标准,其最新版本适用于本规范。

GB/T 1447 玻璃纤维增强塑料拉伸性能试验方法

GB/T 1448 玻璃纤维增强塑料压缩性能试验方法

GB/T 1449 玻璃纤维增强塑料弯曲性能试验方法

GB/T 3354 定向纤维增强塑料抗拉伸性能试验方法

GB/T 3356 单向纤维增强塑料弯曲伸性能试验方法

GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验

GB 6514 涂装作业安全规程涂漆工艺安全及其通风净化

GB/T 8642 热喷涂抗拉结合强度的测定

GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验

GB/T 9793 金属和其它无机覆盖层 热喷涂 锌、铝及其合金

GB/T 11373 热喷涂金属件表面预处理通则

GB/T 11374 热喷涂涂层厚度的无损测量方法

GB 11375 金属和其他无机覆盖层 热喷涂 操作安全

GB/T 12608 热喷涂 火焰和电弧喷涂用线材、棒材和芯材分类和供货技术条件

GB 12942 涂装作业安全规程 有限空间作业安全技术要求

GB/T 13288 涂覆涂料前钢材表面处理:喷射清理后的钢材表面粗糙度

GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法

GB 16413 煤矿井下用玻璃钢制品安全性能检验规范

GB/T 19355 钢铁结构耐腐蚀防护 锌和铝覆盖层 指南

HGJ 229 工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范

HG/T 3668 富锌底漆

1.0.6 井筒装备防腐蚀设计和施工除执行本技术规范的规定外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 表面预处理 Surface preparation

为提高防护涂层的质量，在防腐涂装前，需采取适当措施和工艺清除工件表面的锈蚀、氧化皮和各种污物，获得良好的表面状态。

2.0.2 粗糙度 Roughness

表面预处理后工件表面的粗糙程度，用 R_z 表示：即在取样长度内 5 个最大的轮廓峰高的平均值和 5 个最大的轮廓谷深的平均值之和。

2.0.3 清洁度 Cleanliness

金属防腐蚀表面预处理清理的等级。

2.0.4 酸洗除锈 Pickling derusting

利用酸溶液与金属层发生化学反应而除去金属表面锈蚀、氧化皮的表面预处理方法。

2.0.5 钝化处理 Passivation

酸洗后的工件需立即放入含有氧化剂和成膜物质的碱性溶液中，中和除去残酸，并在工件表面生成一层保护膜，可防止工件发生二次锈蚀。

2.0.6 金属热喷涂 Metallic thermal spraying

利用不同的热源来加热各种被喷涂的材料至熔融或半熔融状态，并借助于雾化气流的加速使其形成“微粒雾流”高速喷射到经过表面预处理的工件上，形成与基体紧密结合的堆积状喷涂层。

2.0.7 封闭涂料 Sealing paint

用以渗入、填充金属喷涂层孔隙并起到封闭作用的涂料。

2.0.8 热浸镀锌层 Hot-dip galvanized coating

采用热浸镀锌方法在构件表面上获得的锌和（或）锌-铁合金镀层。

2.0.9 防腐涂料 Anti-corrosion paint

是指一系列涂在基体表面上能防止或延缓构件腐蚀的涂料。

2.0.10 氢脆 Hydrogen embrittlement

在酸洗除锈过程中，由于渗入金属内部氢的作用而使金属材料力学性能下降的现象叫氢脆。

2.0.11 涂层附着力 Coating adhesion

指保护涂层在被涂物体表面的结合力，它直接关系到涂层的使用寿命和防护效果。

2.0.12 玻璃钢复合材料 FRP composite

以钢结构为基本骨架，以合成树脂为粘结剂，玻璃纤维及其制品为增强材料，按不同的配方及成型方法而制成的玻璃钢包覆钢结构的材料。

2.0.13 长效防腐 Long-lasting anti-corrosion

指防腐蚀使用年限在 20 年以上的涂层体系。一般采用热喷涂金属涂层外加封闭涂层的复合涂层。热喷涂金属涂层主要有热喷涂锌、铝及其合金涂层，封闭涂层包括封闭底层、中间层和面层。涂层总厚度一般在 250 μ m 以上。

2.0.14 重防腐 Heavy anti-corrosion

指防腐涂层使用年限在 10 年以上的涂层体系。一般采用底层、中间层和面层防腐蚀涂料组成，厚膜化是重防腐涂层的重要标志。涂层干膜厚度一般在 200 μ m 以上。

2.0.15 普通防腐 General anti-corrosion

指使用年限在 5 年以下的涂层体系，一般采用底-面防腐蚀涂层。涂层干膜厚度一般在 150 μ m 以上。

3 设计

3.1 一般规定

- 3.1.1 井筒装备防腐蚀设计应由设计单位根据井筒水质的 PH 值、阴阳离子类型及含量、矿井设计服务年限等因素提出技术可行、安全可靠、经济合理的设计方案。井筒装备常用防腐蚀设计见附录 A。
- 3.1.2 防腐蚀设计应编制设计说明，技术指标应明确。
- 3.1.3 井筒装备常用的防腐蚀涂料、耐蚀材料见附录 B。
- 3.1.4 紧固件应根据所连接构件的使用年限提出防腐蚀要求。
- 3.1.5 有抗冲耐磨要求的压力管道内壁，应选用耐水性和耐磨性良好的涂层体系。
- 3.1.6 埋件外露及延伸到埋入面 20mm 部分应采用与埋件相连的构件相近使用寿命的防腐蚀涂层设计。
- 3.1.7 木质构件宜采用防腐木制作，如采用普通木材应进行防腐蚀处理。

3.2 表面预处理

- 3.2.1 构件在涂装前应进行表面预处理。
- 3.2.2 设计文件应明确规定表面预处理方法、表面清洁度和表面粗糙度。
- 3.2.3 表面预处理的技术要求：

1 涂料涂装前钢材在喷砂（抛丸）处理后基体金属的表面清洁度应达到 GB/T 8923 中 Sa2 $\frac{1}{2}$ 级，表面粗糙度达到 Rz 25~75 μ m；

2 热喷涂表面预处理应符合 GB/T 11373 的规定，清洁度达到 Sa3 级，表面粗糙度达到 Rz 25~100 μ m（或 Ry 100~150 μ m）；

3 化学除锈质量达到 HGJ 229 中的 Pi 标准；

4 现场焊缝和局部缺陷表面预处理时，表面清洁度应达到 St3 级。

5 玻璃钢复合材料钢骨架表面清洁度应达到 Sa2 $\frac{1}{2}$ 级，表面粗糙度达到 Rz 25~50 μ m。

金属表面预处理等级见附录 C。

3.3 金属热喷涂层及热浸镀锌层

- 3.3.1 设计使用年限在 20 年以上，应采用长效防腐涂层体系。长效防腐涂层体系及最小涂层厚度见附录

A. 1。

3.3.2 金属热喷涂适用范围：喷锌涂层适用于 PH 值为 6~12 水质条件的矿井；喷铝涂层适用于 PH 值为 3~9 水质条件的矿井；锌、铝合金涂层适用于 PH 值为 6~8 中性环境的矿井。金属热喷涂层的设计可按照 GB/T 9793 或 GB/T 19355 执行。

3.3.3 热浸镀锌涂层体系及最小涂层厚度见附录 A. 2。

3.4 涂料保护层

3.4.1 井筒装备防腐蚀设计使用年限在 10 年以上，可采用重防腐涂层体系。重防腐涂层体系及最小涂层厚度见附录 A. 3。

3.4.2 重防腐涂层体系由底漆、中间漆和面漆组成。底漆应具备良好的附着力和防锈性能。中间漆应具备屏蔽性能且能与底漆、面漆结合良好。面漆应具有良好的耐候性和耐水性。

3.4.3 易维护的钢构件可采用普通防腐涂层体系。普通防腐涂层体系及最小涂层厚度见附录 A. 4。

3.4.4 涂料保护层适用范围：环氧类涂料适用于 PH 值为 6~12 水质条件的矿井，氯化橡胶类涂料适用于 PH 值为 3~9 水质条件和含盐类高的矿井，丙烯酸聚氨酯面漆、氟碳面漆适用于大气环境。

3.5 玻璃钢复合材料

3.5.1 井筒装备中使用玻璃钢复合材料的常用部件见附录 B. 2。

3.5.2 **玻璃钢复合材料的机械安全性能按附录 B. 3 的要求。**

3.5.3 井筒装备玻璃钢复合材料部件玻璃钢包覆层的厚度不得小于 4mm。

4 施 工

4.1 一般规定

4.1.1 施工单位应具有相应的防腐蚀施工资质，操作人员、安全员、检验员应持证上岗。

4.1.2 施工单位应根据防腐蚀设计要求编制防腐蚀施工组织设计，应明确施工工艺，控制施工质量。施工前应对参加施工人员进行技术交底

4.1.3 在施工期间，应按照国家有关规定，对参加施工的有关人员发放必要的劳动保护用品。施工人员要定期体检，不适应防腐蚀工作的人员应及时调换。

4.1.4 施工现场不得堆放易燃、易爆物品、严禁吸烟，严禁将食物、饮料等带入施工现场。存放涂料、溶剂及其它防腐蚀材料的场所应符合国家有关规定，备有消防器材，并安排专人管理。

4.1.5 热喷涂操作安全执行 GB 11375 的规定；热浸镀锌操作安全执行 GB/T 13912 的规定；涂漆工艺安全及通风净化执行 GB 6514 的规定，在有限空间内进行涂装作业的安全防护执行 GB 12942 的规定。

4.1.6 防腐蚀施工所用的检测器具应由具备相应资格的部门检定合格并在有效期内。

4.1.7 防腐蚀施工所用的原材料应符合质量要求，具有产品合格证，并在其有效期内使用。

4.1.8 井筒装备构件的防腐蚀工作宜在厂内进行，如在现场施工，应满足防腐蚀工艺的要求。工作环境的空气相对湿度应低于 85%，钢结构表面温度不低于露点以上 3℃。露点测定采用干湿温度计或露点仪。阴雨天或潮湿空气及含盐雾气下施工作业，应在室内或工棚内进行。如涂料说明书另有规定时，则应按其要求施工。

4.1.9 防腐蚀施工应采取适当的环境保护措施，符合环保的相关规定。

4.1.10 防腐蚀处理后的构件，在存放、运输、安装过程中，应采取防护措施保护涂层，防止碰、撞等损伤，如有损伤应及时处理，并达到质量要求。

4.2 表面预处理

4.2.1 构件在喷砂（抛丸）除锈、酸洗之前应进行表面清理：

1 清除表面的焊渣、焊瘤、飞溅等附着物。

2 用汽油或金属清洗剂去除工件表面的油污，对于构件表面小面积油污用汽油擦干净即可，对于表面的大面积油污，必须用金属清洗剂和硬毛刷反复擦洗，直到去除油污并用清水冲干净为止，并应做干燥处

理。

3 用磨光机打磨构件所有切割棱边角，以提高棱边处的涂层结合力。

4.2.2 采用喷砂（抛丸）除锈工艺时，应符合下列规定：

1 喷砂（抛丸）除锈宜采用 0.4~0.8MPa 的压缩空气作动力。喷射磨料宜选用 0.3~3.0mm 粒径的质地坚硬有棱角的磨料。磨料选择应根据构件表面锈蚀程度、涂层体系来选用。压缩空气和磨料应干燥清洁。

2 喷嘴与被喷射构件表面的距离一般为 100~300mm；喷射方向与被喷射构件表面法线之间的夹角以 0° ~ 30° 为宜。

3 喷砂后工件表面应用干燥压缩空气吹净，宜在 4 小时之内进行涂刷底漆或热喷涂，当构件表面返锈时应重新表面预处理。

4.2.3 热喷涂的表面预处理除遵照以上规定外，还应执行 GB/T 11373 的有关规定。

4.2.4 采用酸洗除锈、钝化处理工艺时，应符合下列规定：

1 经酸洗后的金属表面，应及时进行中和、钝化处理。酸洗除锈的工艺流程：酸洗→水清洗→中和钝化→晾干。

2 酸洗液应按规定配方和顺序配制，称量准确。配制时，边搅拌边将酸液慢慢倒入水中，严禁将水直接倒入酸内。在酸洗、钝化过程中，应定期测定酸洗液和钝化液的浓度，并及时作相应的补充和调整。

3 酸洗时间应根据工件表面锈蚀情况确定，直至锈蚀彻底除净，符合设计要求，并应防止工件过蚀和氢脆。

4 酸洗废液应妥善处理，排放符合环境保护的规定。

4.2.5 涂层缺陷的局部处理及生产矿井维护可采用动力工具除锈。

4.2.6 在现场焊缝两侧各 100~150mm 宽度内宜先涂装不影响焊接性能的底漆，厚度 $20\mu\text{m}$ 左右。地面钢结构安装后，应按与构件相同工艺技术要求对预留区域重新进行表面预处理。

4.2.7 井筒装备进行防腐蚀维护时，宜彻底清除旧涂料涂层和锈蚀的金属涂层，完好的涂层可予以保留。

4.3 金属热喷涂层及热浸镀锌层

4.3.1 金属热喷涂材料的种类、规格、质量要求应符合 GB/T 12608 标准的规定。

4.3.2 金属热喷涂所用的压缩空气应干燥、洁净，压力宜为 0.5~0.8MPa；喷嘴与基体表面的距离宜为 100~250mm；喷枪应尽可能与基体表面垂直；喷枪的移动速度应均匀，以一次喷涂厚度达到 $40\sim 80\mu\text{m}$ 为宜；同一层内相邻喷涂带之间应有 $1/3$ 的重叠宽度，各喷涂层之间的喷枪走向应相互垂直，交叉覆盖。

4.3.3 热喷涂厚度应符合设计要求，涂层外观平整致密，结合状态良好。

4.3.4 首道封闭涂料的施工应在热喷涂检查合格后及时进行，采用刷涂或喷涂方式施工。

4.3.5 热浸镀锌层施工时应执行 GB/T 13912 的规定并符合下列要求：

1 热浸镀锌层厚度应达到设计要求。

2 热浸镀锌应在构件酸洗、钝化合格后进行，锌池加热应保持均匀，温度符合工艺要求。

3 热浸镀锌层出现漏镀、裂纹等缺陷时，对缺陷部位进行表面预处理后，采用高富锌涂料对缺陷部位进行修补。

4.3.6 地面钢结构焊缝两侧各 100~150mm 宽度表面预处理合格后按与构件相同或相近的技术要求对预留区域进行金属热喷涂。

4.4 涂料保护层

4.4.1 涂料应有材质证明，包括产品合格证、检验报告和含有工艺参数（密度、固体含量、表干时间、实干时间、理论涂布量等）的产品说明书等资料。

4.4.2 构成涂层系统所选用的多种涂料应具有良好的配套性，保证涂层具有良好的防护性和装饰性，以满足使用条件对涂层性能的要求。

4.4.3 涂料涂装前，应先进行试涂，单组份涂料使用时应搅拌均匀，多组分涂料按涂料说明书配合比混合后应充分熟化，不得存在粒块状物质。4.4.4 在进行涂装施工时，每涂一道都应进行质量检查。不得有针孔、气泡、流淌、漏涂等缺陷和损伤。

4.4.5 现场焊缝两侧各 100~150mm 宽度表面预处理合格后，按与构件相同的工艺技术要求对预留区域进行涂装。

4.4.6 涂装方法应根据涂料的物理性能、施工条件和被涂结构的形状进行选择。

4.4.7 多道涂层的涂装应按照涂料的固化时间为每道涂层安排适宜的间隔时间，以保证每道涂层的固化、干燥。涂料开桶取料后，应立即密封保存。施工工具应保持洁净，用后应及时清洗。

4.4.8 涂层的涂装应在清洁、通风良好的场所进行。风沙、雨雾、雪天不得在露天施工。夏季施工应严防曝晒。

4.4.9 井筒装备每层安装后，焊缝及涂层损坏处应及时进行防腐蚀处理，通常采取涂刷一道干湿两用防锈底漆和两道干湿两用防锈面漆，涂层总厚度不应小于 200 μ m。

4.5 防腐蚀维护、维修

4.5.1 井筒装备防腐蚀维护，每年至少检查一次。如出现涂层脱落、局部破损等情况，应制定防腐蚀维修方案，并符合下列规定：

- 1 施工前应编制施工措施，制定安全应急预案，做好安全防护工作。
 - 2 采用高压水或动力工具，清除涂层表面的煤尘、重锈和松动的旧涂层，并用水冲洗干净。
 - 3 通常涂刷一道干湿两用防锈底漆，两道干湿两用防锈面漆。
 - 4 涂层总厚度应大于 200 μ m。
- 4.5.2 对井筒装备中玻璃钢复合材料部件应每年检查一次，发现裂纹和破损宜采用密封胶修补。

5 检查与验收

5.1 一般规定

5.1.1 防腐蚀涂层质量是井筒装备验收的重要指标，其质量验收应分为两步进行：

- 1 防腐蚀施工后安装前的交工验收。
- 2 井筒装备安装后的工程竣工验收。

5.1.2 防腐蚀验收应具备下列资料：

- 1 原材料的出厂合格证及质量检验报告。
- 2 防腐蚀设计说明、施工组织设计、施工记录、检测报告等相关技术资料。

5.2 表面预处理

5.2.1 表面清洁度等级评定时，应用 GB/T 8923 中的照片与被检基体金属表面进行目视比较，评定方法应按 GB/T 8923 的规定执行。金属表面预处理等级见附录 C。

5.2.2 表面粗糙度评定可采用比较样块法按 GB/T 13288 的规定进行检测（选用 G 样块，粗糙度公称值应符合 $Ry\ 100\text{--}150\mu\text{m}$ ），或用仪器法直接测定表面粗糙度。采用仪器法应按下列要求执行：

- 1 用表面粗糙度仪器检测粗糙度时，在 40mm 的评定长度范围内测 5 个点，取其算术平均值为此评定点的表面粗糙度值。
- 2 抽检构件总数的 5%，但不得少于 5 件。

5.2.3 酸洗钝化后，应达到 HGJ 229 标准 Pi 级规定，金属表面应呈现均一的色泽并不得出现黄色斑锈。

5.3 金属热喷涂层及热浸镀锌层

5.3.1 金属热喷涂层外观应均匀一致，无起泡或底材裸露的斑点，没有未附着或附着不牢固的金属熔融颗粒和影响涂层使用寿命及应用的缺陷。

5.3.2 热浸镀锌层外观应是平滑的，无结瘤、锌灰和露铁现象。

5.3.3 金属热喷涂层及热浸镀锌层最小局部厚度不应小于设计厚度。检验方法按 GB/T 11374 规定执行。检测构件总件数的 5%，但不得少于 5 件。

5.3.4 热喷涂层结合强度的定性检验按 GB/T 9793 中的划格试验法执行。抽检构件总件数的 1%，但不少于

3 件。

5.3.5 热喷涂层结合强度的定量检验按 GB/T 8642 中的规定执行。热喷涂锌层的结合强度应不低于 6MPa，热喷涂铝层的结合强度应不低于 10MPa，或由供需双方商定。

5.4 涂料保护层

5.4.1 涂层表面应均匀一致，无针孔、气泡、流淌、皱纹、裂纹等缺陷。

5.4.2 涂层厚度检测采用测厚仪测定，检测方法按 GB/T 13452.2 的规定执行。抽检构件总数的 5%，但不得少于 5 件，每个构件均匀取 10 个点进行测试，85%以上的厚度应达到设计厚度；没有达到设计厚度的部位，其最小厚度应不低于设计厚度的 85%。

5.4.3 涂膜附着力定性测量用划格法检验，按 GB/T 9286 的规定执行。涂膜附着力抽检总件数的 1%，但不得少于 3 件。

5.4.4 涂膜附着力定量测量用拉开法检验，按 GB/T 5210 的规定执行。附着力指标可按表 5.4.4 或由供需双方商定。

表 5.4.4 涂层附着力定量指标

涂料类别	附着力
环氧类、聚氨酯类、氟碳面漆	≥ 5.0 MPa
氯化橡胶类、丙烯酸类、无机富锌类、醇酸类	≥ 3.0 MPa

附录 A 井筒装备常用防腐蚀设计

A.1 长效防腐涂层体系及最小涂层厚度

表 A.1

涂层名称	表面处理 方法级别	底层		封闭层		中间层		面层		涂层总厚度 (μm)
		涂层种类	涂层推荐厚度 (μm)	涂料种类	涂层推荐厚度(μm)	涂料种类	涂层推荐厚度(μm)	涂料种类	涂层推荐厚度 (μm)	
长效防腐	喷砂处理 Sa3	热喷涂锌	100~150	纳米改性环氧封闭漆, 或聚脂类封闭涂料	—	环氧云铁中间漆、环氧玻璃磷片涂料	60~80	井上: 丙烯酸聚氨酯面漆或氟碳面漆 井下: 环氧面漆或氯化橡胶面漆	80	≥ 250
		热喷涂铝	100~150	纳米改性环氧封闭漆, 或聚脂类封闭涂料	—	环氧云铁中间漆、环氧玻璃磷片涂料	60~80	井上: 丙烯酸聚氨酯面漆或氟碳面漆 井下: 环氧面漆或氯化橡胶面漆	80	≥ 250
		热喷涂锌 铝合金或 铝镁合金	100~150	纳米改性环氧封闭漆, 或聚脂类封闭涂料	—	环氧云铁中间漆、环氧玻璃磷片涂料	60~80	井上: 丙烯酸聚氨酯面漆或氟碳面漆 井下: 环氧面漆或氯化橡胶面漆	80	≥ 250
适用范围	钢结构井架、罐道、管路、罐道梁、装载硐室金属构件、梯子、托架、电缆托架、井口钢结构等									
使用年限	20 年以上									

A.2 热浸镀锌涂层方案及最小涂层厚度

表 A.2

涂层名称	表面处理 方法级别	热浸镀锌底层		中间层		面层		涂层总厚度 (μm)
		涂层种类	涂层推荐厚度 (μm)	涂料种类	涂层推荐厚度(μm)	涂料种类	涂层推荐厚度(μm)	
热浸	酸洗、	热浸镀锌层	60~80	—	—	—	—	60~80

镀锌	钝化处理 Pi	热浸镀锌层	60~80	磷化底漆	10~20	井上: 丙烯酸聚氨酯面漆或 氟碳面漆 井下: 环氧面漆或氯化橡胶 面漆	80	≥150
适用范围		罐道、罐道梁、装载硐室金属构件、梯子、托架、电缆托架等						
使用年限		10~20年						

A.3 重防腐涂层体系及最小涂层厚度

表 A.3

涂层名称	表面处理 方法级别	底层		中间层		面层		涂层总厚度 (μm)
		涂料种类	涂层推荐厚度 (μm)	涂料种类	涂层推荐厚度 (μm)	涂料种类	涂层推荐厚度 (μm)	
重防腐	喷砂处理 Sa2.5	环氧富锌底漆	60	环氧云铁中间漆、 环氧玻璃磷片涂料	60	井上: 丙烯酸聚氨酯面漆或氟碳面漆 井下: 环氧面漆或氯化橡胶面漆	80	≥200
		无机富锌底漆	60	环氧云铁中间漆、 环氧玻璃磷片涂料	60	井上: 丙烯酸聚氨酯面漆或氟碳面漆 井下: 环氧面漆或氯化橡胶面漆	80	≥200
		氯化橡胶富锌底漆	60	氯化橡胶云铁中间漆	60	氯化橡胶面漆	80	≥200
适用范围		罐道、管路、罐道梁、装载硐室金属构件、梯子、托架、电缆托架、井口钢结构、井下操车设备等						
使用年限		10年以上						

A.4 普通防腐涂层体系及最小涂层厚度

表 A.4

涂层名称	表面处理 方法级别	底层		面层		涂层总厚度 (μm)
		涂料种类	涂层推荐厚度 (μm)	涂料种类	涂层推荐厚度 (μm)	
常规防腐	酸洗、钝化、手工、 气动除锈处理	醇酸底漆	70	醇酸面漆	80	≥150
		环氧酯底漆	70	丙烯酸树脂面漆	80	≥150
适用范围		提升容器、地面操车设备、地面管路、地面梯子、井口围栏等				
使用年限		5年以下				

附录 B：井筒装备常用的防腐蚀涂料、耐蚀材料

B.1 常用的防腐蚀涂料

表 B.1

种类	涂料名称	适用条件
封闭漆	纳米改性环氧封闭漆	金属热喷涂封闭, 适用各种水质的矿井
	聚脂类封闭涂料	金属热喷涂封闭, 适用各种水质的矿井
底漆	环氧富锌底漆	适用于中、碱性水质的矿井
	氯化橡胶富锌底漆	适用各种水质的矿井
	无机富锌底漆	适用各种水质的矿井
中间层漆	环氧云铁中间漆	适用各种水质的矿井
	氯化橡胶云铁中间漆	适用各种水质的矿井
	环氧玻璃鳞片涂料	适用各种水质的矿井
面漆	环氧类面漆	适用于中、碱性水质的矿井
	氯化橡胶系列防腐涂料	适用于中、酸性水质的矿井
	丙烯酸聚氨酯面漆	适用大气环境下
	氟碳面漆	适用大气环境下
维护涂料	干湿两用系列防腐涂料	在潮湿的井筒中使用

B.2 井筒装备常用的玻璃钢复合材料

表 B.2

名称	用途	使用年限
玻璃钢栅栏	代替梯子间原金属网	20 年以上
玻璃钢梯子、平台板	代替梯子间原金属纹钢板、水泥板和钢结构梯子	
玻璃钢梁	代替梯子间钢梁	

B.3 井筒装备玻璃钢的机械安全性能指标

表 B.3

项 目			单 位	指 标	试 验 方 法
				合 格	
常 温 机 械 性 能	拉 伸 强 度	玻 纤 纱	M Pa	120	GB/T 3354
		玻 纤 布		130	GB/T 1447
	压 缩 强 度	玻 纤 纱		35	GB/T 1448
		玻 纤 布		40	GB/T 1448
	弯 曲 强 度	玻 纤 纱		70	GB/T 3356
		玻 纤 布		80	GB/T 1449
安 全 性 能	表 面 电 阻		Ω	上 下 表 面 电 阻 算 术 平 均 值 $\leq 3 \times 10^8$	GB 16413
	酒 精 喷 灯 火 焰 燃 烧 试 验	有 焰 燃 烧 时 间	S	移 去 喷 灯 后, 6 块 试 件 的 有 焰 燃 烧 时 间 的 算 术 平 均 值 应 不 大 于 5, 每 块 试 件 的 有 焰 燃 烧 续 燃 时 间 最 大 单 值 应 不 大 于 15	GB 16413
		无 焰 燃 烧 时 间		移 去 喷 灯 后, 6 块 试 件 的 无 焰 燃 烧 时 间 的 算 术 平 均 值 应 不 大 于 20, 每 块 试 件 的 无 焰 燃 烧 续 燃 时 间 最 大 单 值 应 不 大 于 60	

附录 C 金属表面预处理等级

金属表面预处理等级采用 GB/T 8923 《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》、HGJ 229 《工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范》。

除锈质量等级：

St2 彻底的手工和动力工具除锈。钢材表面应无可见的油脂和污垢，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。

St3 非常彻底的手工和动力工具除锈。钢材表面应无可见的油脂和污垢，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。除锈应比 St2 更彻底，基材的表面应具有金属光泽。

Sa1 轻度的喷射或抛射除锈。钢材表面应无可见的油脂和污垢，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。

Sa2 彻底的喷射或抛射除锈。钢材表面应无可见的油脂和污垢，并且氧化皮、铁锈和油漆层等附着物已基本清除，其残留物应是牢固附着的。

Sa2 $\frac{1}{2}$ 非常彻底的喷射或抛射除锈。钢材表面应无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。任何残留物的痕迹应仅是点状或条纹状的轻微色斑。

Sa3 使钢材表面观洁净的喷射或抛射除锈，钢材表面应无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物，该表面应显示均匀的金属光泽。

Pi 经酸洗、中和、钝化和干燥后的金属表面，应完全除去油脂、氧化皮、锈蚀产物等一切杂物。附着于金属表面的电解质应用水清洗，使金属表面呈现出均一色泽并不得出现黄色锈斑。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

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) 表示允许稍有选择，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”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 规范中指定应按其他有关标准、规范执行时，采用：“应按……执行”或“应符合……的要求或规定”。

中华人民共和国行业标准

煤矿井筒装备防腐蚀技术规范

MT/T5017—2010

条 文 说 明

1 总 则

1.0.1 本条阐明了制订《煤矿井筒装备防腐蚀技术规范》的目的：煤矿井筒装备是煤矿系统的咽喉部位，其所处环境较为恶劣，井筒内潮湿、富氧、有淋水、空气流动快，因此腐蚀速率高。且井筒装备腐蚀后维修不便，更换造成停产会给煤矿带来很大损失；锈蚀严重的构件，强度降低给煤矿安全生产产生隐患。

1.0.2 煤矿钢结构井架（塔），管路、洗煤厂钢结构及其它钢结构件有类似的腐蚀环境及难维护性，可按照此规范执行。

1.0.3 目前井筒装备中梯子间一般选用玻璃钢复合材料，其它构件也可选用玻璃钢复合材料，由于罐道要经受导轮的往复磨擦和撞击，若选用玻璃钢复合材料罐道，玻璃钢复合材料应有较高的耐冲击和耐磨性能。

3 设计

3.1 一般规定

3.1.1 目前煤矿井筒装备采取的防腐蚀涂层有四种：长效防腐蚀涂层，采用金属热喷涂锌、铝及其合金，封闭后涂刷中间涂层和表面涂层；重防腐蚀涂层，一般采用富锌底漆作底层，环氧云铁等作中间层，环氧沥青或氯化橡胶等作面层，漆膜的厚度一般不小于 $200\mu\text{m}$ ；热浸镀锌镀层，锌（锌-铁合金）层与基体结合性能优良，施工速度快、锌利用率高；普通防腐仅限于一些易于维护，经常更换的构件。

3.1.2 表面预处理等级，表面粗糙度范围，涂层的种类、涂层的厚度、施工工艺、验收的标准，都应在设计说明中标明，从而控制防腐蚀涂层的质量。

3.1.4 紧固件宜采用电镀锌、热浸镀锌、粉末渗锌、电镀锌镍合金、达克罗涂层等防腐蚀措施，安装后还可以刷涂磷化底漆及重防腐涂料，和（或）采用密封胶密封。

3.1.7 木质构件采用的防腐处理方法通常有：使用木材防腐药剂进行防腐蚀处理；沥青浸泡防腐蚀处理；涂刷木材防腐蚀涂料。

3.2 表面预处理

3.2.3 目前，井筒装备防腐蚀通常采用的表面预处理工艺主要是：喷砂（抛丸）；酸洗除锈。热喷涂前通常采用喷砂处理；热浸镀锌前表面预处理一般采用酸洗除锈，也可采用喷砂（抛丸）处理，能得到更合适的表面粗糙度；涂料涂装前钢材预处理一般采用喷砂或抛丸处理；现场焊缝和局部缺陷表面预处理时可以采用动力工具除锈；玻璃钢复合材料部件钢骨架可采用酸洗除锈也可采用喷砂（抛丸）进行表面预处理。

防腐蚀涂层的使用寿命与各种因素有关；表面预处理质量、涂层种类、涂层厚度及涂装的工艺等。表面预处理质量尤为重要，表面预处理的清洁度等级越高，其防护效果就越好。表面处理的清洁度达到 $\text{Sa}2\frac{1}{2}$ 级，能满足涂料保护的涂装要求。金属热喷涂对表面预处理质量要求特别高，因此本规范要求表面预处理等级为 $\text{Sa}3$ 级。表面粗糙度 R_z 在 $25\text{--}100\mu\text{m}$ 范围内时，金属热喷涂涂层和金属基体之间能达

到较高的结合力。

3.3 金属热喷涂层及热浸镀锌层

3.3.1 根据 GB/T 19355-2003 中的数据, 在井筒装备工作条件下, 采用热喷涂锌、铝及合金 100-150 μ m 厚, 外加封闭, 可以达到 20 年以上使用寿命, 故称为长效防腐。

3.3.2 锌对酸性物质比较敏感, 不适宜在酸性淋水的井筒装备防腐。铝在酸性水质和海水中使用, 能发挥较好防腐蚀作用。在淡水环境中喷锌(锌铝合金)比喷铝(铝合金)具有更稳定的保护效果。

3.3.3 通常热浸镀锌工艺的涂层厚度可达到 60-80 μ m, 如果需要较厚的涂层应采用特殊的工艺措施。

3.4 涂料保护层

3.4.1 据井筒装备防腐的统计数据, 采用富锌底漆做底层, 环氧沥青或氯化橡胶作面漆, 涂层总厚度大于 200 μ m 重防腐体系进行防腐的井筒装备, 使用寿命一般在 10 年以上, 对于一些井筒环境条件好的井筒, 寿命会更高, 因此, 在目前部分井筒装备的防腐蚀设计中仍采用重防腐涂层体系。原设计规范涂层防护中没有设计中间层, 为了在增加涂层屏蔽性的同时有利于面漆的结合, 增设了中间漆。

富锌底漆可分为有机富锌底漆和无机富锌底漆两大类, 有机富锌底漆一般是采用环氧树脂、氯化橡胶和聚氨酯等作粘合剂, 无机富锌一般以硅酸盐或硅酸酯作粘合剂。富锌底漆性能指标应符合 HG/T 3668 的要求。

3.4.4 根据试验的结果和长期应用的实践证明, 环氧沥青类涂料适合中、碱性淋水的矿井, 而氯化橡胶类涂料更适合酸性水矿井或淋水含盐量高的矿井, 丙烯酸聚氨酯面漆、氟碳面漆具有优良的耐候性, 近几年来在室外重要钢结构中普遍采用。

4 施 工

4.1 一般规定

4.1.2 防腐蚀施工要规定各工序的先后顺序和时间控制，并对各工序中重要的工艺参数作规定，进行标准化施工。

4.1.8 当空气相对湿度大于 85%，构件表面易吸潮；当基体金属表面温度达到露点时会结露，露点可用露点仪测量，也可测量空气温度和相对湿度后通过下列公式计算（当 $t \geq 0^\circ\text{C}$ 时有效）：

$$t_d = 234.175 \times \frac{(234.175 + t)(\ln 0.01 + \ln \varphi) + 17.08085t}{234.175 \times 17.08085 - (234.175 + t)(\ln 0.01 + \ln \varphi)}$$

t_d —— 露点

t —— 空气温度 ($^\circ\text{C}$)

φ —— 空气相对湿度 (%)

4.2 表面预处理

4.2.1 脱脂净化的目的是除去基体金属表面的油、脂、机加工润滑剂等有机物。这些有机物附着在基体金属表面上会严重影响涂层的附着力，并污染喷砂（抛丸）时所用的磨料，当磨料回收再利用时，又会污染工件。

4.2.2 此次修订扩大了压缩空气的压力范围和磨料的种类及粒径范围，因为压缩空气的压力增大可提高除锈的效率，喷枪口径扩大可使用较大粒径的磨料。金属喷涂前的表面预处理，为了获得较大的表面粗糙度，宜选用硬度高、棱角大的磨料。如表面预处理后进行涂料防护，可采用价格便宜的低硬度、棱角小的磨料。金属磨料有铸铁砂、铸钢砂、铸钢丸、钢丝段；天然非金属磨料有石英砂、石榴砂、十字石、橄榄石砂；合成非金属磨料有炼铁炉渣、铜精炼渣、氧化铝熔渣等。磨料选择应根据构件表面锈蚀程度、涂层体系来选用。

4.2.5 动力工具除锈不易将蚀孔深处的锈和污物除净，且动力工具除锈有抛光作用，抛光后的表面会降低

涂膜的附着力。因此，动力工具除锈不适用于对防腐要求较高的金属构件大面积的表面预处理，只能作为辅助手段用于涂层缺陷的局部处理及无法进行喷射清理的矿井维护表面预处理。

4.3 金属热喷涂层及热浸镀锌层

4.3.2 金属热喷涂层施工的要点：

1 喷嘴与构件基体的距离应控制在 100~250mm。过小不便观察喷涂的情况，过大会造成喷涂材料损耗增加。

2 喷嘴应与被喷涂基体表面垂直。喷嘴倾斜会造成喷涂材料损耗增加。

3 喷涂过程中，要控制喷涂移动速度，一次喷涂的涂层厚度在 40—80 μ m。

4.4 涂料保护层

4.4.2 涂料的配套性就是涂装基材和涂料以及各层涂料之间的适应性。构成涂层系统所用涂料应具有良好的配套性。如果用不同厂家的涂料来配套使用，在涂装施工前宜进行配套试验，以证明其性能满足要求。

4.4.6 涂装方法有辊涂、刷涂、压缩空气喷涂和高压无气喷涂。大面积涂装时宜采用压缩空气喷涂或高压无气喷涂。托架等小部件可采用刷涂；

4.4.9 井筒装备安装过程中的焊缝及涂层破坏处进行防腐时，由于井筒中湿度大，一般采用涂刷一道干湿两用防锈底漆和两道干湿两用防锈面漆构成的防腐蚀涂层。

5 检查与验收

5.1 一般规定

5.1.1 井筒装备的防腐蚀和安装如果为同一个施工单位，防腐蚀施工后安装前的交工验收时：建设单位、监理单位、防腐蚀施工单位共同验收后，相关资料交安装单位，只是一个单位工程的分部工程验收。如果井筒装备的防腐蚀和安装是两个施工单位，安装前的防腐蚀工程质量验收不仅是交工验收也是竣工验收。

5.3 金属热喷涂层及热浸镀锌层

5.3.3 金属热喷涂层及热浸镀锌层腐蚀时基本为均匀减薄，当最小局部厚度处腐蚀完时，金属热喷涂层及热浸镀锌层的防腐蚀作用就降低了，因此金属热喷涂层及热浸镀锌层最小局部厚度不应小于设计厚度。井筒装备构件数量多，通常数百件，有的上千件，检测构件总件数的 5%比较合适，一般可分成检验批的检验方式。

5.4 涂料保护层

5.4.2 目前，各行业涂膜厚度的检验判定一般采用两个 80%或两个 90%的原则。本规范按两个 85%的原则执行。