

钛纳米聚合物涂层在胜利油田的应用

刘晶姝¹, 李强²

1. 中石化胜利油田 胜利油田腐蚀与防护研究所, 东营 257000; 2. 中石化胜利油田 技术检测中心, 东营 257000

摘要:对钛纳米聚合物系列防护涂料用作胜利油田油井管柱防腐涂层的使用效果进行了跟踪调研, 并进行了多次施工工艺改进, 改进后应用效果较理想。

关键词:钛; 纳米; 聚合物涂层; 预热; 喷涂; 穿孔

中图分类号: TG174.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-6495(2006)03-0225-03

APPLICATION OF POLYMER COATINGS WITH NANO-TITANIUM POWDER IN SHENGLI OILFIELD

LIU Jing-shu¹, LI Qiang²

1. Institute of Corrosion and Protection, Shengli Oilfield, Sinopec, Dongying 257000;

2. Technical Inspection Centre, Chengli Oilfield, Sinopec, Dongying 257000

ABSTRACT: Recently, polymer coatings with additives of nano-titanium powder have been gradually used for water injection system, well tubing and oil pipeling for corrosion prevention. Since 2002, Dongxin Oil Production Factor of Shengli Oilfield has used the coatings for well tubing successfully. In the paper, the performance of the applied coatings was reported based on a survey of corrosion protectiveness of the coated tubings.

KEY WORDS: titanium; nano-titanium powder; polymer; coating; pre-heating; spraying

钛是一种耐蚀性非常好的金属材料, 无毒、比重轻、比强度高, 早已引起从事海洋、石油化工、冶金、食品、建筑等领域防腐人员的青睐, 但价格昂贵, 严重影响其推广应用。将钛以涂层的形式应用在防腐蚀领域是人们一直渴求的! 采用世界上先进的纳米聚合物制备技术和高分子合金材料, 按国际先进的制漆工艺与方法, 生产出系列钛纳米聚合物重防腐涂料增添了一种创新性的防护涂料品种^[1]。钛纳米聚合物系列防护涂料具有耐多种化学介质的腐蚀, 抗静电等优点, 可广泛应用于石油制品, 天然气及化学储罐^[1]。

2 钛纳米聚合物涂料的应用与种类

近几年, 胜利油田注水管柱所采用的防腐工艺技术主要有镍磷镀方法、不锈钢内衬技术、渗氮工艺, 还有塞克 54 涂层防腐法等, 近一两年来纳米技术也被逐步应用到注水、油井管柱及输油管线的防腐之中。哈尔滨鑫科纳米科技发展有限公司生产的钛纳米聚合物涂料以钛纳米聚合物为基, 配以相应的不同类型的高分子合金体系, 经特种形式加工而成单组分的或双组分的, 有溶剂的或无溶剂以及修补剂等多种

钛纳米聚合物系列产品, 钛纳米聚合物涂料仅是其中应用最广泛的产品之一。另外也可以直接把钛纳米聚合物作为一种活性填料, 或作为一种偶联剂添加到传统的有机体系中, 可显著改善其性能。

钛纳米聚合物的涂料分为两大类: 重防型钛纳米聚合物系列工业防护涂料和系列海洋防护涂料^[1], 该涂料在胜利油田的应用领域如下: (1) 易受酸、碱、盐和其它侵蚀性介质腐蚀的钢筋混凝土及金属设备和容器; (2) 各种输油、输水和污水的大型管道; (3) 易受杂散电流作用的地下构筑物 and 设施; (4) 易结垢的设备和管道。

胜利油田使用涂料具体型号及用途如表 1 所示。

3 纳米聚合物涂料应用情况跟踪调查分析

3.1 调查情况

2002 年 2 月, 胜利油田东辛采油厂作为该涂料的试点使用单位。东辛采油厂利用 XK-252# 耐酸、碱、盐防腐钛纳米聚合物涂料对未经处理的油井管柱进行了内防腐处理。施工温度在零下 8℃ 左右。整体管柱外壁使用环氧磁漆, 内壁使用钛纳米涂层, 喷涂前的管内壁表面进行了酸洗除油除锈, 清除被涂表面上的铁锈、油污、氧化皮等, 管表面干燥 4 h 后, 利用传统的电加热方法进行预热处理^[2], 最后采用了传统的无气喷涂技术进行现场喷涂^[3], 底漆两遍、面漆两遍, 完

收稿日期: 2006-02-15

作者简介: 刘晶姝(1971-), 女, 学士, 工程师, 主要从事腐蚀检测与评价。

Tel: 0546-8778851; 13854639808 E-mail: liujis@slof.com

Table 1 The titanium's coating concrete model number and use

型号	名称	用途
XK-831	防静电钛纳米聚合物涂料	用于有防静电要求的场合, 如有机溶剂、汽油、液化气储罐的防腐, 易受杂散电流作用的地下构筑物、管道。
XK-853	钛聚合重防腐涂料	用于输水管道、污水处理设备
XK-252	耐酸、碱、盐防腐蚀钛纳米聚合物涂料	各种输油、气、水管道, 接触酸、碱、盐的各种设备, 耐高温 95℃, 换热器防腐。
XK-268	改性聚氨酯钛锌底漆	耐高温达 150℃ 以上, 可作高温管线, 耐高温防腐底漆。
XK-212L	厚浆型环氧煤沥青涂料	油气用输油、输气、输水管道, 城市自来水、煤气、供热管道, 海洋石油钻井平台, 炼油厂、化工厂、污水处理厂的设备及管道。

成整个喷涂工艺, 待漆膜干燥后投入使用。

随后, 我们对试点单位的油井管柱防腐涂层使用效果进行了跟踪调研, 调研结果表明, 该涂层使用 3 个月后, 整体管柱外壁环氧磁漆几乎全部脱落, 内壁钛纳米涂层剥落及龟裂较为严重, 管柱内壁有擦痕, 管壁脱漆部位有锈斑, 使用效果极不理想。根据使用情况, 我们针对涂料质量、涂敷工艺进行了调查分析, 找出了应用失败的原因, 并提出相应整改方案。

3.2 应用现状分析及改进方案

经核查, XK-252# 耐酸、碱、盐防腐蚀钛纳米聚合物涂料质量经哈尔滨质量检验部门检验合格, 涂料质量不是造成使用效果差的原因。涂料的正确施工工艺与技术措施是保证涂层质量和防腐蚀性能的关键。

钛聚合重防腐涂料的喷涂工艺要求^[1]: (1) 施涂于钢、混凝土; (2) 表面处理: 喷砂处理并酸洗; (3) 施工方法: 无空气或传统喷涂、刷涂; (4) AB 组分混合比 A:B=5:1; (5) 温度(℃): 0~49; (6) 空气和表面: 表面温度高于露点摄氏度 3℃ 以上以防止水分凝结; (7) 干燥时间(25℃): 表干: 4 h; 实干: 24 h。

因此, 经分析施工工艺的缺陷是造成使用效果不理想的主要原因。

3.2.1 表面预处理未达要求 钢管在涂敷前内表面的清洁度、粗糙度直接影响涂层的附着力。试点单位油管内壁有擦痕, 管壁的脱漆部位有锈斑, 说明表面处理不合格, 油管的内壁除锈、除尘不彻底, 这是造成涂层附着强度不够在使用中易脱落的主要原因。因此喷涂前的管内壁表面必须进行喷砂或喷丸除锈处理, 彻底清除被涂表面上的铁锈、油污、氧化皮或旧漆膜等。除锈后的金属表面应达到 Sa2.5 级的除锈质量要求。除锈后, 应用压缩空气将管内的灰尘除净, 最后进行酸洗。

3.2.2 预热处理达不到工艺要求 施工现场的温度和湿度条件, 直接影响涂层与钢管的结合效果。喷涂标准规定, 待喷涂钢管的表面温度必须高于露点 3 摄氏度以上, 空气相对湿度要小于 80% 方可进行涂料的涂敷, 施工温度过低水分凝结, 会影响涂层附着力。油田试点单位钛纳米喷涂钢管的涂敷时间是在二月份, 气温过低, 钢管内壁易水分凝结, 而且溶剂挥发慢, 管内壁干燥不彻底, 涂层附着强度差, 严重影响涂敷质量。同时, 施工过程中预热处理采用了传统的电加热方法, 管表面干燥不彻底, 也是降低涂层附着强度的主要因素

之一。综上所述, 建议使用单位施工工艺可采用涂料厂采用的远红外加热方法, 不但无污染, 而且漆膜由里向外干燥, 可大大提高漆膜的附着强度。

3.2.3 喷涂方法未达要求 试点单位现场喷涂工艺采用了传统的无气喷涂技术, 漆膜厚度等指标达不到钛纳米涂料的喷涂要求, 喷涂质量不理想。

根据实际应用情况的反馈意见, 哈尔滨鑫科纳米科技发展有限公司设计生产了钛纳米涂料的自动喷涂工艺生产线。该工艺生产线喷涂具有效率高、涂层均匀、附着力好、回弹少、喷射损失少和不污染涂层等优点。

钛纳米涂料自动喷涂工艺生产线:(分为三部分)

1. 预处理系统^[2]: 电子钢锥清管器、除尘、酸洗、远红外预加热预处理工艺。

2. 控制系统: 主要是可编程序控制器, 按照已经编好的程序控制电机, 将现场信号自动换向, 自动控制喷涂工艺的整个运行过程。

主要元件: 三相变频器; 控制电机、电磁阀、三台电机、智能双数显计测器

注: 三台电机分别控制管子旋转, 喷枪头速度的快慢、喷量的大小, 喷枪的停止、运行。

3. 工艺使用范围: 钢管内径 38 mm~273 mm。

4. 喷涂过程:(以 12 m 管为例)

待喷涂钢管由电机控制旋转振动, 喷枪机由轴承带动以 30 s 的速度进入油管, 将已配制好的涂料装入涂料压力罐中并密封, 然后打开通过涂料压力罐的压缩空气, 这时马达以 6000 万转/分的速度带动喷枪头高速旋转^[3], 喷枪头开始旋转后退喷漆, 涂料和空气的混合物高速流向涂料喷头, 喷枪头上具有 200 个直径为 0.8 mm 的小孔, 从小孔中喷出形成雾化漆, 均匀喷涂于钢管的内壁, 1 min 喷枪退出油管, 在钢管的内表面形成均匀光滑的涂层。第一遍喷涂完成, 一次喷涂漆膜厚度大约 40 μm~50 μm, 待漆膜干燥后进行第二遍喷涂, 两次喷涂可达到企标要求的漆膜厚度 < 150 μm 的要求, 进一步改善了施工工艺。

4 施工工艺改进后的应用调研及分析

同年 5 月, 该涂料再次在河口渤海钻井公司机械厂作为该涂料的使用试点单位。使用单位根据分析报告改进了工艺, 表面处理采用电子钢锥清管器进行清管器除锈后, 应用

压缩空气将管内的灰尘除净,最后进行酸洗的方法彻底清除锈等污物,然后采用的远红外加热方法预热处理,最后使用了钛纳米涂料的自动喷涂工艺生产线进行两遍底漆两遍面漆的喷涂.我们对试点单位的油井管柱使用情况进行了再次跟踪调研结果表明,使用效果很好,至今尚未发现内壁钛纳米涂层剥落及龟裂等现象.

2003年5月,东辛采油厂利用该技术对新投产的营47-2计量站 $\Phi 159$ mm外输油管线1.5 km,应用耐酸、碱、盐防腐蚀钛纳米聚合物涂料进行了内防处理,使用效果理想,目前尚未发现腐蚀穿孔、涂层剥落及龟裂等现象.

而后,东辛采油厂利用钛纳米聚合物涂料先后对另外两条输油管线进行了旧油管修复内防腐处理.针对旧的油水管线油多、垢多、内表面坑槽多的特点,为确保内防腐整体结构的稳定性和修复质量^[4],首先将旧管线采用聚氨酯电子清管器和表面活性清洗剂进行除垢、除油处理,然后利用电子涂敷器进行两遍特殊修补剂修补,该特殊修补剂硬度高、与管体结合力好,同时根据不同的输送介质和温度,采用了不同原料配比的底漆和面漆,使用钛纳米涂料的自动喷涂工艺生产线进行一遍底漆两遍面漆的喷涂.该技术采用滑块涂敷工艺,在常温下针对长距离管线进行在线电子工艺施工,实现对旧管道的整体修复,修复后的内衬层光滑平整、厚薄均匀、耐高温、酸碱盐、污水等腐蚀性介质的腐蚀.

2003年10月东辛采油厂1996年投产的22队 $\Phi 273$ mm外输油管线2.0 km,该管线投产时间长,腐蚀穿孔严重,因此先对管线局部使用修补剂进行修补,后应用改性聚氨酯钛锌底漆、防腐蚀钛纳米聚合物涂料作面漆做了内防腐处理,目前使用良好,尚未发现腐蚀穿孔现象.

2004年5月,东辛采油厂对腐蚀穿孔严重的14队 $\Phi 325$ mm外输油管线1.5 km应用该修补技术作局部修复,后应用改性聚氨酯钛锌底漆、防腐蚀钛纳米聚合物涂料作面漆做了内防腐处理,应用良好,尚未发现腐蚀穿孔现象.

5 结论

现在,胜利油田注水、油井管柱及输油管线所采用的防腐工艺技术有很多种,从现状调研来看,现有的防腐技术很少得到最充分的应用推广,主要原因是涂料质量好,但施工效果不理想,没有相应完善合理的施工工艺作技术支持.钛纳米涂料根据使用效果反馈情况,改进了现场施工工艺,运用电子技术避免了人工操作质量无保证的实际情况,改进了防腐施工工艺,在胜利油田注水、油井管柱及输油管线防腐应用效果很好,尤其对于旧油管的在线修复,更表现出油田现用的其他修复技术无法相比的优势,如果充分利用好现有技术,至少可以使全国石油行业的腐蚀损失降低25-30个百分点.该技术根据使用情况,适合在油气田管线防腐技术上做大量推广及应用.

参考文献:

- [1] 薛峻峰.材料的耐蚀性和适用性手册[M].北京:知识产权出版社,2001.432.
- [2] 高荣.发热喷涂[M].北京:化学工业出版社,1992.162.
- [3] 庞启财.防腐蚀涂料涂装和质量控制[M].北京:化学工业出版社,2003.492.
- [4] 徐滨士.表面工程与维修[M].北京:机械工业出版社,1999.45.