经验交流

涂料防腐蚀工程的施工管理与质量监检

余存烨

（上海石化统谊设备检测公司，上海 200540）

摘　要：为提高石化企业钢结构的使用寿命，应加强涂料防腐蚀工程的施工管理与质量监检，本文介绍了涂装工程各个环节的质量控制与施工管理中的关键，并建议由第三方对施工过程进行跟踪监检。

关键词：涂料 腐蚀 质量 监检 管理

中图分类号：TG174.461　　文献标识码：A　文章编号：1008-7818（2006）02-0041-04

Construct Management and Quality Monitor in Coating Anticorrosive Engineering

YU Cun-ye

（Shanghai Petrochemical Tongyi Equipment Inspection Company, Shanghai 200540）

Abstract: To extend the life of steel structure in petrochemical corporation, the construct management and quality monitor in coating anticorrosive engineering should be strengthened. The control to each step of coating engineering and the key to construct management were introduced in this article. The article suggest that the anticorrosion engineering should be supervised by the third party except the owner and the contractor.

Key words: coating; corrosion; quality; inspection; management

1 前言

石化设备的全面腐蚀控制，即是对设备防腐蚀的全过程管理，其管理过程是由多个环节组成，必须一环扣一环，如果忽视某一个环节，都可能造成质量事故。特别对涂料防腐蚀工程，石化企业涂料防腐蚀一般多由民营或个人的施工单位承揽，如果该单位技术素质达不到要求，则施工质量难于保证；而使用单位虽有防腐管理人员，但兼职过多，有可能对施工过程把关不严，忽视质量监检，这一直是防腐蚀管理的盲区。因此，应像建筑工程的监理与压力容器监造一样，对防腐蚀工程也由第三方进行监检。

石化设备的全面腐蚀控制也应是全员腐蚀管理，即是设计、供应、施工、检修、操作与监检等人员共同对设备腐蚀进行控制。

2 防腐蚀管理各部门的职责

2.1 设（备）动（力）部门职责

承担公司设备防腐蚀工作的归口管理，贯彻执行有关的标准规范，参与重大工程技术方案的审定与协调处理实施过程中碰到的关键问题，组织重大防腐蚀工程的竣工验收，负责公司防腐蚀工作的检查考核等。

2.2 工程公司职责

负责基建与技措项目中防腐蚀工程的设计、施工与质量验收中管理。

2.3 供应部门职责

根据批准的技术方案要求，比质比价选购防腐蚀原材料。

2.4 生产装置职责

作为使用部门负责编制设备防腐蚀计划并上报公司设动部（处），进行工程招标、审定施工方案，做好施工管理，负责竣工验收，做好防腐蚀工程养护以及使用中与检修时的维护。

2.5 施工单位职责

必须具有合法的施工资质与良好信誉，参加投标，中标后根据生产装置要求与有关标准编写与提供施工方案，负责施工，控制好每道工序的质量，按期完成达到设计标准。

作者简介：余存烨（1941-）男，高级工程师，本科，从事化工及石化腐蚀与防护工作 40 余年，发表文章百余篇。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.6 监检单位职责

根据公司设动部要求，应协助生产装置对有关防腐蚀工程监检，参与方案的审查，质保体系的确认，负责施工过程监检与参与竣工验收。其中对一般工序应认真检查，对主要工序必须作跟踪监检并做好记录，以备事故分析，对未达到设计要求的，必须责成施工单位返工。

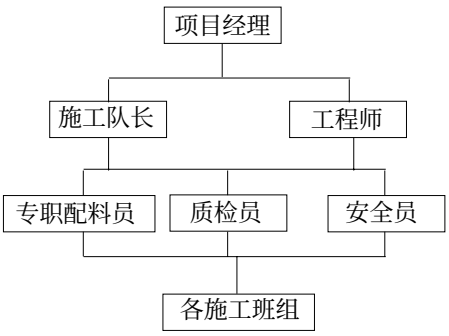
3 防腐蚀工程招标与施工单位资质审查

石化企业重大防腐蚀工程应进行公正公开招标，对有关施工单位的资质业绩按工程设计要求与有关标准规范进行审查，对提供的施工方案及报价等进行论证评审，从优选定，避免个人行为引起的失误。

对承接防腐蚀工程的施工企业，严格按ISO9001程序执行，遵照 HSE 管理目标，应具有健全的质量管理体系与责任制度，应熟悉与掌握石化钢结构防腐蚀相关技术标准规范，应有优良的防腐蚀施工业绩，应具有相适应的生产条件与检测手段，应有负责技术、质量与安全的工程师，以及应有相应职业资格证书的施工人员等。

4 施工技术方案与质量保证措施的审定

监检单位应协助生产装置对施工单位提供的技术方案进行审查，提出评定与修正意见，供生产装置仲裁。审查内容主要有：验收指标应符合有关国家标准与行业规范，应有施工技术条件与施工工艺内容，应有防腐蚀原材料选用依据，应有施工的质量保证体系与相应的安全健康与环保要求等。特别对质量保证体系，应有管理网络，以及质量控制标准与保证措施。以人为本，确保施工质量，施工质量实行三检——施工人员自检、各班组互检、质检人员专检。基层施工管理关系如下：



5 防腐蚀原材料的选用与质量检验

钢结构防腐蚀用原材料主要是各种涂料与固化剂等。选用的涂料应与钢结构，如管线，油罐与水冷器等的使用环境相适应，而且应正确配套与安全可靠，经济合理，满足施工条件与使用寿命要求。特别是钢结构的使用条件应与选用涂料适用范围一致。从涂料的耐蚀性来看，如酸性介质宜选用酚醛树脂漆，碱性介质宜选用环氧树脂漆，户外环境宜选用氯化橡胶漆或聚氨酯漆，地下管线宜选用环氧沥青漆等，从涂料耐温性来看，大多用于常温或<80℃，耐中温的涂料多需用有机硅等改性。如水冷器涂料，<80℃的可用氨基环氧涂料（CH-784），80~150℃可用漆酚钛涂料等。涂层的耐温性有干态与湿态之分，又有短期与长期之分；涂料的耐温性与耐化学性也不一定一致，选用时应慎重。

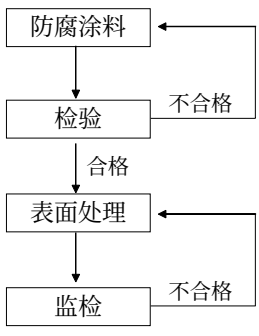
涂料品种一般由设计单位提出，并经业主认可，而且应有生产厂的质保书与产品使用说明书等，并经多次实践证明是有效的，原则上仅进行抽捡，可不做检验。对首先使用的新涂料要做质量检验，应提供样品与样板，对常规性能（如附着力、粘度），特殊性能（如耐化学性、导电率）按有关标准，委托有关单位复检。但供应部门对重要工程采购成吨以上的涂料也应委托有关单位复验。不管是新涂料还是老涂料均应在施工前在同场进行小样试涂，以取得刷涂与成膜干燥的感性认识。

6 施工及竣工质量监检

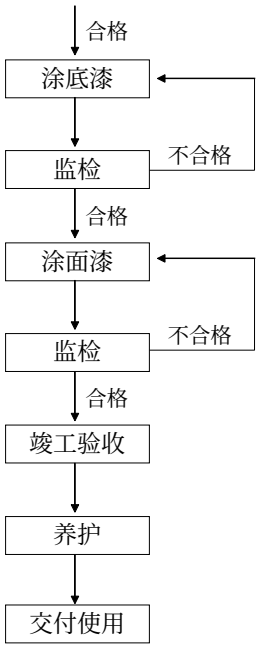
监检单位应对涂装的每道工序进行跟踪监检，不能忽视隐蔽工程，抽查施工面积 5%。

6.1 监检网络

监检网络如下：



© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



6.2 表面处理监检

表面处理的质量是决定防腐蚀涂层寿命长短的首要因素,因而在涂装前须对表面处理质量进行监检与认可。对钢结构从提高涂层的结合力与除锈效率来说, 尽可能进行喷砂, 喷砂后金属表面应是银灰色均匀的粗糙面, 彻底去除氧化皮、锈迹与油污, 按GB8923 应达到 Sa2.5, 级粗糙度为 40~80 μm, 对难以喷砂的可用动力工具处理, 则应达到 St3 级。按有关标准, 可用除锈等级彩照与粗糙度样板作比较。

6.3 涂装环境监测

由于环境条件会影响涂膜的外观质量, 涂层的附着力与层间结合力等,因而对环境应进行监测。主要控制气温与相对温度,虽然以不同涂料要求的环境条件稍有差别, 但一般相对温度不得高于85%, 涂装表面温度应高于露点温度 3℃。对最低温度有所限制, 如环氧类涂料某些固化剂要求10℃以上, 有些品种要求5℃以上。最高温度宜不超过50℃。雨雪天及某些季节早晚易结露均不宜施工。为严格控制,可用数字式湿度温度计进行检测。

6.4 涂层厚度检测

防腐蚀工程的涂层厚度是决定其使用寿命的需要因素之一。应按技术方案规定, 不得低于设计值。湿膜厚度主要由施工单位自检,可用湿膜测厚仪测量每道涂层的湿膜厚度,以估算达到设计标准的干膜厚度, 以指导施工。质检单位主要监测干膜厚度, 采用各类磁性或电磁感应涂镀层测厚仪测量。在检测点内任意取三点, 测量结果取平均值。测定结果按 85/15 定则,即根据测量结果允许有15%的读数可低于规定值, 但每一单独读数不得低于规定值的 85%。

6.5 涂层外观监测

采用目测, 涂层表面应平整, 无流挂, 色泽均匀, 无漏涂误涂, 无气泡与无返锈等缺陷。大多凭经验, 防腐蚀类涂装不如装饰类要求高, 基本平整, 轻微流挂可认为合格, 有气泡与返锈是不允许的, 应返工。

6.6 涂层孔隙率检测

孔隙率检测是钢结构防腐蚀涂层质量的一项技术指标。针孔的后果在大气条件下会返锈,在电介质中会发生点蚀。一般采用电火花针孔检测仪,根据涂层厚度按设计要求选定检测电压, 可按 SY/T 0036-1999《管道防腐层检汎试验方法》规定：

$$V=3294\sqrt{T_c}$$

式中 V ——检测电压 V

T_c ——涂层厚度 mm

6.7 涂层附着力检测

附着力也是钢结构防腐蚀涂层质量技术指标之一。现场采用划格法检测, 但会破坏涂层外观, 可协商选点, 检测后再补。经检测不允许底漆脱落, 附着力至少为 1 级。

7 涂料防腐蚀施工管理中的关键

7.1 钢结构复合涂层应合理配套

为了提高钢结构防腐蚀性能延长使用寿命, 一般应采用复合涂层体系, 即以底漆、中漆与面漆分别承担不同功能, 弥补各自不足, 发挥整体防护作用。如底漆应有良好的附着力, 缓蚀与阴极保护作用;中漆应有利于底漆与面漆粘结及有防渗透与降低收缩率的作用;面漆应有良好的屏蔽作用, 具有良好的耐蚀性与耐候性等。以成品油罐为例,内防腐底漆可选用环氧富锌类, 中漆可选用环氧云铁类, 面漆可选用聚氨酯类耐油导静电防腐涂料;外防腐底漆可选用富锌类,中漆与面漆为配套的隔热节能型丙烯酸类含空心

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

玻璃粉的涂料。对滨海石化工业大气环境下钢结构涂装，底漆为环氧富锌，中漆为环氧云铁，面漆为脂肪族聚氨酯类或氟碳类防腐涂料等。一般涂料供应商多提供配套的底漆中漆与面漆，但如使用不同品牌的底漆与面漆应进行配合试验，以免发生附着力差，咬底与起泡等缺陷。

7.2 应重视底面处理

底面预处理是为涂装打好基础，应控制以下几点：喷砂前钢结构表面的焊瘤夹渣、焊接缺陷、锐角毛边等应磨平或去除；喷砂的磨料应无油无受潮结块，且对含氯量有严格要求，根据清洁度与粗糙度要求来选择磨料的粒度与硬度，可选用质坚有棱角的钢砂或铜矿渣，也可用石英砂，但重用次数少。粗糙度应控制为涂层总厚度的 1/3，粗糙度不足，影响附着力，粗糙度过大，出现峰尖，因膜厚不足易锈蚀。除锈后要彻底去除浮尘与细砂粒。经检验合格后应尽快涂底漆，如环境温度为 20℃，相对湿度 80%，应在除锈后 4h 涂底漆，否则底面结露或潮湿，涂层易起泡。

7.3 应严格控制涂装工艺

根据优质、高效、低耗与安全的原则进行涂装施工管理。涂装方法有手工刷涂、辊涂、空气喷涂与高压无气喷涂等，对大面积的施工应优先选用高压无气喷涂，作业效率高，涂层质量好。涂料配制前应检查是否超过储存期，如有结皮与粒子，应用 60 目的金属网过滤。配制量根据涂装面积确定，每次配制量不宜过多。按规定配比混合涂料组份，并搅拌均匀；尤其对环氧类胺固化双组份涂料应有一定的熟化期，为 20～30mm；双组份涂料还有一定的适用期，超过适用期会影响涂层的涂着力，一般为 4 ~6h，应在规定时间内用完。重涂间隔应按涂料制造商建议，一般应在头道漆表干，但未干透之前即涂下一道漆，大体是一天一道；如已完全固化，则应用机械方法打毛后才可复涂。为防止漏涂与少涂，对多层施工涂料应分色。

8 涂层钢结构与设备的维护

防腐蚀涂层从施工成膜到完全固化具备耐蚀性能需要养护。如环氧类涂层养护期常温下为 7天，以产品说明书为准。在养护期内应防止灰砂粘上。钢结构涂层完工后，在拆脚手架过程中应避免涂层机械损伤，如损伤应按原工艺补涂。储罐与换热器涂层完工后不得再进行任何气密性试验与动火作业，在停车检修时，严禁用高压蒸汽吹扫或用超高压水射流清洗。同时应检查涂层有无脱落、起泡与粉化等缺陷，根据检查结果确定是否需对原涂层进行补涂或重新防腐。

（上接第 40 页）

度不超过 20mm 的薄层，以传散反应热，延长胶泥可操作时间。耐蚀胶泥属热固性材料，为保证室温条件下具有适宜的凝胶和固化时间，胶泥的最佳使用温度控制在 15～30℃之间，超过范围应采取措施以保证施工质量。

6.4 砖板的砌筑

在已喷砂除锈达 Sa2.5 级，并已衬贴了 FRP 隔离层的碳钢漂白塔内，采用揉挤法衬砌砖，结合层厚度 5mm 和灰缝宽度 2mm，饱满密实，灰缝表面随时压光；立面砖板的连续衬砌高度，应与胶泥的凝胶程度相适应，否则砌体会受压变形；同层砖板中纵缝（或横缝）错开砖板宽度的 1/2；第二层砖板与第一层不得出现叠缝（纵缝与横缝都错开砖板宽度的 1/2）。

7 展望与评价

采用国产 FUCHEM-854 乙烯基酯树脂胶泥应用于纸浆厂 C/D 段、D 段漂白塔的砖板衬里的防腐蚀处理，在国内同类设备中是第一次尝试。设备自 1996 年底试运转以来，尚未出现异常情况。由于使用的条件比较苛刻，试车阶段设备开开停停，化学介质作用量、环境温度等变化无常，无疑是对这些耐蚀设备的一次次严峻考验。从 2000年起进入正常生产，到 2002 年初的年修期间，笔者进入了 C/D 段、D 段漂白塔内，检查结果基本完好无损。我们将继续进行跟踪。

参考文献

[1] 陆士平等．建筑防腐蚀材料设计与施工手册[M]．北京：化工出版社，1996：260-273，278-281
[2] 冯拉俊．制浆造纸设备腐蚀与防护[M]．北京：中国轻工业出版社，1995
[3] 化工部主编．工业设备、管道防腐蚀工程施工及验收规范 HGJ229-91.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net