

煤化工企业改扩建项目工艺管道安装工艺要点及质量控制与安全 全管理

单姜超 曹峰

伊犁新天煤化工有限责任公司

DOI:10.12238/gmsm.v8i2.2167

[摘要] 文章围绕伊犁新天煤化工有限责任公司含油氨水提质和液氨生产工艺研发及示范项目展开探讨,针对罐组区工艺管道安装特点,系统分析安装工艺要点及质量控制措施。通过对工程概况、技术准备、材料检验、安装工艺、质量管控以及安全防护措施等环节的分析,明确了Q345R碳钢管道焊接工艺、低温管道保冷处理、高压管道压力试验等关键技术参数,并构建了覆盖预制、安装、验收全流程的质量控制体系,为同类煤化工项目管道安装提供技术参考。

[关键词] 煤化工; 罐组区; 工艺管道; 安装工艺; 质量控制

中图分类号: O213.1 **文献标识码:** A

Key Points of Installation Technology and Safety Management of Process Pipelines in the Expansion and Renovation Project of Coal Chemical Enterprises

Jiangchao Shan Feng Cao

Yili Xintian Coal Chemical Co., Ltd.

[Abstract] This paper discusses the research and demonstration project of oil-containing ammonia water quality improvement and liquid ammonia production process in Yili Xintian Coal Chemical Co., Ltd. Focusing on the characteristics of process pipeline installation in the tank farm area, it systematically analyzes the key points of installation technology and quality control measures. Through the analysis of project overview, technical preparation, material inspection, installation technology, quality control, and safety protection measures, the key technical parameters such as the welding process of Q345R carbon steel pipelines, cold insulation treatment of low-temperature pipelines, and pressure testing of high-pressure pipelines are clarified. A quality control system covering the entire process from prefabrication, installation to acceptance is established, providing technical references for the installation of process pipelines in similar coal chemical projects.

[Key words] Coal Chemical Industry; Tank Farm Area; Process Pipeline; Installation Technology; Quality Control

引言

在煤化工行业蓬勃发展的当下,改扩建项目日益增多,工艺管道安装的质量与安全成为保障企业稳定生产的关键。但当前部分项目存在安装工艺不规范、质量与安全不足等问题,影响项目效益与行业可持续发展。本文以伊犁新天煤化工项目为例,深入探讨罐组区工艺管道安装要点及管控策略,旨在为同类工程提供参考,推动煤化工行业高质量发展。

1 项目概况

1.1 工程基本信息

伊犁新天煤化工有限责任公司含油氨水提质和液氨生产工

艺研发及示范项目安装工程一期,位于厂区内,施工涵盖土建、电仪及设备安装。工艺管道安装以储罐本体第一道法兰为界,涉及罐组区管网衔接、三电系统相关管道及设备组件安装,包括设备防腐、保温等。

1.2 罐组区工艺管道施工内容

罐组区工艺管道施工涉及三个罐组及泵棚,采用直缝埋弧焊钢管(L245, DN450-DN900)、无缝钢管(20#, DN15-DN400)等管材,搭配阀门、管件及法兰。氨水储罐为Q345R碳钢材质,容积2369m³,罐体高16512mm、直径14500mm。管道连接以焊接为主,特殊标明处采用法兰连接,符合《工业金属管道工程施工规范》(GB50235)。

2 安装前准备工作

2.1 技术准备

2.1.1 图纸会审。图纸会审,应将管道走向与储罐接口坐标、支吊架间距、法兰连接尺寸等设计细节作为重点审核内容。如图纸要求罐根出口阀门单独设置吊耳,需与结构专业确认承重能力;管道穿防火墙处预埋套管,需核对套管内径与管道外径间隙(不小于50mm),确保套管安装不影响管道热胀冷缩^[1]。

2.1.2 施工方案编制。结合罐组区特点制定如下专项方案:(1)预制段使用“分段预制、整体组装”工艺,大型储罐周边管道采用25t及50t汽车吊配合人工组对,确保吊装精度;(2)压力试验方案明确水压试验压力为设计压力1.5倍,气压试验压力为设计压力1.15倍,试验介质选用纯净水或干燥空气,试验过程需记录压降数据。

2.1.3 技术交底。技术交底内容包含:(1)焊接工艺参数:Q345R管道手工电焊采用E5015焊条,焊接电流120~150A,层间温度 $\leq 250^{\circ}\text{C}$,确保焊缝金属力学性能;(2)支吊架安装间距:DN100管道水平支架间距不大于6m,垂直支架间距不大于4m,支架安装偏差 $\leq 3\text{mm}$ 。

2.2 材料与设备准备

2.2.1 管道材料检验。(1)外观检查:为确保母材质量,管材表面的检查以其无裂纹、折叠、重皮,且壁厚偏差不得超过 $\pm 10\%$ 为标准;(2)材质复验:合金钢管道需进行光谱分析,确保合金元素含量符合标准,如20#钢含碳量0.17%~0.24%,硫、磷含量 $\leq 0.035\%$ 。

2.2.2 阀门检验。(1)压力试验:阀门壳体强度试验压力为公称压力1.5倍,密封试验压力为公称压力1.1倍,保压时间不少于15min,无渗漏为合格;(2)密封性检查:采用煤油渗透试验,阀瓣与阀座接触面无渗漏,确保阀门密封性能^[2]。

3 安装工艺要点

3.1 管道预制

3.1.1 预制场地与设备。预制场地需平整硬化,设置防雨棚,配备数控切割机、坡口机、组对平台。如L245钢管切割采用等离子切割机,切口垂直度偏差 $\leq 1\text{mm}$,确保管道端面精度。

3.1.2 切割与坡口加工。碳钢管道采用氧乙炔切割,不锈钢管道采用机械切割,坡口形式为V型,角度 $60^{\circ} \pm 5^{\circ}$,钝边1~2mm;坡口表面需打磨至露出金属光泽,无毛刺、裂纹,避免焊接缺陷产生。

3.1.3 组对与焊接。(1)组对间隙:DN ≥ 200 管道组对间隙3~5mm,错边量 $\leq 10\%$ 壁厚且 $\leq 2\text{mm}$,确保焊缝成形质量;(2)焊接工艺:Q345R管道采用氩弧焊打底+电弧焊填充,焊后进行100%射线检测,II级合格,射线检测灵敏度 $\leq 2\%$ 。

3.2 管道安装

3.2.1 安装顺序。遵循“先主管后支管、先地下后地上”原则,罐组区安装流程为:储罐本体管道安装 \rightarrow 泵棚主管安装 \rightarrow 管廊支管连接 \rightarrow 跨防火墙管道安装,避免交叉作业干扰^[3]。

3.2.2 连接方式及要点。(1)法兰连接:螺栓紧固采用对称

拧紧法,力矩值符合表1。(2)焊接连接:焊口需进行100%外观检查,表面无气孔、夹渣,咬边深度 $\leq 0.5\text{mm}$,焊缝余高 $0\sim 3\text{mm}$ 。

表1 螺栓规格与PN16公称压力紧固力矩对应表

螺栓规格	公称压力PN16(N·m)
M16	75~90
M20	170~200

3.2.3 支吊架安装。(1)承重支架:采用弹簧支吊架,安装偏差 $\leq 3\text{mm}$,热态位移量需符合设计文件,确保管道热膨胀补偿;(2)限位支架:固定管墩需与混凝土基础预埋铁件焊接,焊缝高度 $\geq 8\text{mm}$,焊接质量需进行磁粉检测。

3.3 特殊管道安装

3.3.1 低温管道安装。液氨管道需采用16MnDG低温钢,保冷层采用聚氨酯泡沫,厚度80mm,外保护层为0.6mm彩钢板,接缝处密封处理,保冷层接缝错开 $\geq 100\text{mm}$ 。

3.3.2 高压管道安装。(1)管道检验:每批高压管件需进行硬度试验,HB ≤ 220 ,确保管件力学性能;(2)压力试验:气压试验压力缓慢升至设计压力1.15倍,保压30min,压降 $\leq 1\%$ 为合格,试验过程需监测温度变化。

3.3.3 腐蚀性介质管道安装。氨水管道内壁衬胶施工需在预制厂完成,现场接口采用热硫化工艺,衬胶层电火花检测电压15kV,无击穿点,衬胶层厚度 $\geq 3\text{mm}$ 。

4 质量控制措施

4.1 质量控制体系构建

对质量目标的设定,明确要求焊接一次合格率不低于98%,严格控制管道安装偏差,其中坐标偏差 $\leq 15\text{mm}$,标高偏差 $\leq \pm 10\text{mm}$,法兰平行度偏差 $\leq 1\text{mm/m}$ 。组织架构方面,确立项目经理作为质量第一责任人,并配备2名专职质量员。专职质量员每日对5%的进场管材进行外观及尺寸复验,从源头把控原材料质量。此外,制定《焊接质量奖惩制度》,对存在超标缺陷的焊口处以500元/处的处罚,对连续100道焊口合格的施工人员给予200元奖励,以此激励全员参与质量管控,提升焊接质量水平^[4]。

4.2 施工过程控制

施工过程质量控制贯穿工程建设始终。在工序检验环节,预制工序中每10根管道抽检1根,重点检测坡口角度和组对间隙,一旦偏差超过5%,即刻返工处理,确保管道预制质量;安装工序每日检查支吊架安装位置,如实填写《工序检查表》,若支架位置偏差 $\geq 5\text{mm}$,则及时调整,保障管道安装稳固。对于隐蔽工程,在地下管道回填前进行全面验收:外观检查确保防腐层无破损,采用3000V电火花检测,实现检测覆盖率100%;运用全站仪复核管道坐标,将偏差控制在 $\leq 10\text{mm}$ 。

4.3 检验与验收

严格的检验与验收是工程质量的关键保障。无损检测阶段,对Q345R管道对接焊缝实施100%RT检测,确保达到II级合格标准,底片黑度控制在1.8~4.0;高压管道角焊缝进行100%UT检测,要

求达到 I 级合格,检测灵敏度 $\geq \Phi 3\text{mm}$ 。泄漏性试验采用空气介质,以设计压力进行,用发泡剂检查阀门、法兰接口等重点部位,无气泡产生为合格。竣工验收时,需提交包含焊工编号、焊接参数及检测结果的管道焊接记录,记录试验压力、保压时间、压降数据的压力试验报告,以及附有检测照片和坐标测量数据的隐蔽工程验收单,通过严谨流程确保工程质量达标。

5 安全管理措施

5.1 安全管理体系构建

5.1.1 安全组织架构。成立以项目经理为组长的安全管理领导小组,设置专职安全总监1名、安全员3名,形成“项目经理-安全总监-安全员-班组安全员”四级管理体系。安全管理领导小组每周召开安全例会,分析罐组区施工安全风险,制定针对性措施。例如针对罐组区多高空作业的特点,明确规定2m以上作业必须搭设双防护栏杆,安全网张设密度不低于2000目/100cm²。

5.1.2 安全管理制度。制定《罐组区工艺管道安装安全操作规程》,涵盖动火作业、高空作业、有限空间作业等关键环节。动火作业实行“三不动火”原则:无动火证不动火、无监护人不动火、防护措施不落实不动火。动火证需经安全部、技术部、施工部三方会签,有效期限不超过8小时。高空作业前,安全员需对作业平台、安全带、安全绳进行逐项检查,确认承重能力 ≥ 2.5 倍作业荷载,安全带挂钩破断强度 $\geq 15\text{kN}$ 。

5.2 危险源辨识与控制

5.2.1 危险源辨识。通过LEC法对罐组区施工进行危险源辨识,确定重大风险点包括:(1)管道焊接动火作业(L=3, E=6, C=40, D=720):存在引发火灾爆炸风险;(2)25t汽车吊吊装管道(L=2, E=6, C=40, D=480):可能因超载或操作失误导致物体打击;(3)氨水管道内部防腐作业(L=2, E=6, C=50, D=600):存在中毒窒息风险。

5.2.2 风险控制措施。针对焊接动火作业,设置动火作业区,与易燃物保持10m安全距离,配备8kg干粉灭火器(每50m²不少于2具)及消防砂箱(容量 $\geq 0.5\text{m}^3$)。动火前需检测作业区可燃气体浓度,氧气含量控制在19.5%~23.5%,可燃气体浓度 \leq 爆炸下限的10%。汽车吊吊装作业前,需进行试吊(吊起高度300mm,静置10min),吊装时设置警戒区,半径不小于吊装物最大回转半径+2m,指挥人员需持有效指挥证,采用对讲机与司机实时沟通。氨水管道防腐作业时,设置强制通风装置,风量 ≥ 3 次/h,作业人员佩戴正压式空气呼吸器,连续作业时间不超过30min,外部设2名监护人,每15min进行一次安全喊话。

5.3 现场安全防护措施

5.3.1 个人防护装备。为作业人员配备符合GB2811标准的安全帽(冲击吸收性能 $\leq 4900\text{N}$)、GB6095标准的安全带(整体静拉力 $\geq 15\text{kN}$)、GB2626标准的防尘口罩(过滤效率 $\geq 95\%$)。针对焊接作业,配备自动变光焊接面罩(遮光号9-13),镜片紫外线透过率 $\leq 0.001\%$ 。进入罐内作业时,需穿戴防静电工作服(带电电荷量 $\leq 0.6\mu\text{C}/\text{件}$),鞋底电阻值 $10^5\sim 10^8\Omega$ 。

5.3.2 设备安全防护。所有电气设备需符合GB14048.1标准,接地电阻 $\leq 4\Omega$,使用漏电保护器(额定漏电动作电流 $\leq 30\text{mA}$,动作时间 $\leq 0.1\text{s}$)。焊接设备二次侧线采用YH型橡胶电缆,绝缘电阻 $\geq 1\text{M}\Omega$,接头不超过2个。临时用电线路架空敷设时,高度 $\geq 4\text{m}$ (穿越道路时 $\geq 6\text{m}$),采用绝缘子固定,严禁缠绕金属构件。

5.4 应急管理措施

5.4.1 应急预案制定。编制《罐组区工艺管道安装安全事故应急预案》,包含火灾爆炸、物体打击、中毒窒息等专项预案。应急组织机构设通讯联络组、抢险救援组、医疗救护组、后勤保障组,明确各组职责及响应流程^[5]。例如火灾爆炸应急响应流程为:发现火情→立即使用现场灭火器扑救→同时拨打现场应急电话(24小时值守)→启动消防水泵→组织人员疏散至安全集合点(距事发点 $\geq 50\text{m}$)。

5.4.2 应急设备配置。现场设置应急物资柜(尺寸1.2m \times 0.8m \times 0.6m),配备:

消防类:8kg干粉灭火器4具、消防斧2把、消防水带(25m)2盘;

急救类:急救箱(含止血带、绷带、碘伏等)2个、苏生器1台;

通讯类:防爆对讲机(功率 $\geq 3\text{W}$,通信距离 $\geq 2\text{km}$)6部。

6 结束语

本项目罐组区工艺管道安装通过严格把控技术准备、材料检验、安装工艺及质量管控等环节,实现了Q345R碳钢管道焊接、低温管道保冷、腐蚀性介质管道防腐等关键工艺的精准实施。质量控制体系的有效运行确保了焊接一次合格率 $\geq 98\%$ 、管道安装偏差 $\leq 15\text{mm}$ 等质量目标的达成。安全管理体系的有效运行确保了焊接作业、高空作业、动火作业等风险点的可控性,未发生任何安全事故。后续同类工程可进一步优化预制深度,推广数字化施工技术,提升安装精度与效率,为煤化工企业罐组区工艺管道安装提供标准化参考。

参考文献

[1]李虎.化工管道装置中泵类设备安装常见问题研究[J].化学工程与装备,2024,(10):111-113.

[2]白立俊,周文水.化工管道的合理安装[J].化学工程与装备,2022,(12):184-186.

[3]程茜,王永士.化工管道装置中泵类设备安装常见问题分析[J].化工设计通讯,2022,48(05):54-56+64.

[4]刘文斌.化工管道设计安装中存在的问题探析[J].化工设计通讯,2020,46(08):170-171.

[5]刘尚志.基于“场景-应对”的化工园区区域协同应急救援策略研究[D].中国石油大学(华东),2021.

作者简介:

单姜超(1993--),男,汉族,新疆尼勒克县人,本科,助理工程师,研究方向:煤化工改扩建项目安全管理。

曹峰(1985--),男,汉族,山东枣庄人,本科,高级工程师,研究方向:煤化工改扩建项目安全管理。