



油气田长输管道焊接质量管控措施研究

司长波

【摘要】 为提高油气田长输管道工程焊接管控的综合水平，以建设单位角度为出发点，有针对性地提出对焊工、焊接工艺、焊接材料、施工过程等影响焊接质量形成的各环节要素进行全面控制的管控措施，从而达到管道焊接专业化管理和现场施工规范化的目的。

关键词： 油气田；长输管道；焊接；质量管控

随着“西部大开发”、“一带一路”等国家发展战略的实施，我国油气工业得到了迅猛发展，一大批油气田长输管道工程也纷纷上马，特别是西气东输一线、二线、三线工程以及中缅油气管道工程为代表的国家重点工程的建设完工，这些油气田长输管道都具有投资多、距离长、管径大、压力高、风险大等特点。因此如何提高管道施工质量，特别是强化焊接质量的管控，减少焊接缺陷的产生，确保后期平稳安全运行，避免发生管道爆炸事故，造成人员伤亡、环境污染或其他严重的次生灾害，具有十分重要的现实意义。

1. 焊接质量控制的基本方法

(1) 系统控制 石油工程的建设周期比较长，在确定项目质量目标时要有一定的前瞻性，在实施过程中要避免不断改变质量目标，建立完善的质量保证体系，不论出现什么情况，也不论

在投资和进度方面付出多大的代价，都必须保证工程质量合格。

(2) 全过程控制 建设过程的每个阶段都对工程质量的形成起着重要的作用，都需要控制，但各阶段质量控制的重点是不同的。由于工程建成后不能通过拆卸或解体来检查工程内在的质量，所以必须加强过程的质量检验，避免质量问题被下道工序掩盖，从而留下质量隐患。

(3) 全方位控制 建设工程是一个整体，总体质量取决于具体工程内容的质量。一个检验批、分项、分部工程和单位工程的不合格都可能导致整个工程项目质量不合格。外观质量、实体质量、责任主体行为质量也都影响着整个工程的质量。因此，对质量进行全方位控制，就是要对人、机械设备、材料、方法和环境进行控制。

2. 焊接质量管控措施

(1) 组织准备 长输管道

工程规模一般较大，须加强焊前和焊接过程中质量控制，建议建设单位成立专门焊接质量管理机构负责施工现场管线焊接管理，并委托权威机构进行焊接工艺评定试验、编制焊接工艺规程、焊工准入证考前资格审核、培训考核等相关技术和管理文件；监理单位须配备焊接工程师和无损检测工程师，负责审查焊接方案、各类焊接人员资质，下发无损检测指令，监督施工单位现场焊接施工的全过程；施工单位须配备焊接专业工程师和焊接质检人员，结合焊接施工经验和实际焊接条件，编制工艺卡，进行焊接工作交底，验收焊缝外观质量、申请无损检测、组织返修等，进行焊接现场监督管理；检测单位负责检查焊缝外观质量，进行无损检测，并针对焊接缺陷进行分析、提出相关预防措施。

当出现焊接质量事故后，由监理单位负责组织召开焊接质量

事故分析会，各单位相关技术负责人参加，必要时可邀请专家参与，共同研究解决问题。

(2) 技术准备 焊接工艺评定：由建设单位委托有资质的焊接技术培训中心进行焊接工艺评定、焊接工艺规程或焊接工艺指导书、焊工培训教材、焊工考试细则等编制，以此作为培训考核和指导工程焊接施工的基础性文件。

焊工资格：参与工程焊接施工的焊接作业人员必须持有国家质量技术监督检验检疫局颁发的、相应作业项目的《特种设备作业人员证》，且在有效期内。施工单位确定焊接机组人员，监理单位审查进场焊工人员资质，中断焊接工作6个月以上的必须重新参加焊工资格考试。人员资料汇总后，组织焊工现场操作考试，包括主线路焊接、连头、返修、站场工艺管线焊接等资格项取证，发放工程焊工准入证。焊接技能培训按照《特种设备焊接操作人员考核细则》和编制的焊接工艺工程、焊工考试细则执行，做好基础培训工作，重点培训焊工的操作手法，以便真正掌握熔池效应或熔孔效应，控制好背面透度及余高。特别注意焊工所焊试件的根部质量和表面成形美观状况。

焊材管理：施工单位应设专人进行焊接材料的采购、验收、保管、烘干、发放和回收；监理单位组织焊接材料的验收，质量证明书应项目齐全并符合标准和设计要求；监理单位应定期对焊材保管、烘干、发放和回收等方面的工作进行检查。焊接材料检

验合格后应办理入库手续，按每批焊材的厂名、牌号、炉批号、规格和进库日期建立台帐，并按批分别堆放、挂好标签、严禁混放；焊材烘干严格按照说明书的要求进行，不同类别的焊材应分别烘干；焊接材料采用限额发放，经烘干的焊材，领出后必须放在焊材保温桶内随用随取；当天或在规定时间内没有用完的焊材应及时回收，使用时应重新烘烤，焊条烘烤不超过两次。

焊接设备管理：施工安装单位应投入一定资金来购买具有先进技术水平和性能优良的焊接设备，安排监检人员确认配备设备是否能满足管道焊接施工现场的要求，且按规定进行检定或校验，还需任命专人专门对焊接设备进行保养、清洁、管理和定期维修，使其具有良好的工作状态和安全性能。

油田长输管道焊接施工过程中，主要焊接设备有电焊机及配置的电流表、电压表，辅助设备有坡口加工机、磨光机，焊接检验器具（检测尺、测温仪、测风仪和测温仪等仪表），以及焊条保温筒、钢丝刷、锤子等，均需定期检查和校验，确保设备器具的性能稳定与可靠。

(3) 焊接过程管理 焊接作业技术交底和安全交底：打火开焊前，由施工单位技术负责人组织，管线焊接的全过程中每个焊接机组必须有1名专业监理工程师进行旁站，对焊接过程实施监督管理，并填写好监理日志。

现场管圈检测：应首先试焊接两道焊缝作为试圈，外观检查和无损检测合格后，再送检验机

构做力学性能试验，试验合格后方可开始焊接机组百口考核。

百口考核：试圈试验合格后，各焊接机组须进行百口考核，焊接一次合格率必须达到95%以上，百口考核合格后方可正常焊接作业，各焊接机组人员不得更换。

坡口加工：首先应逐根进行清管，清管后管口两端立即封闭，避免杂物进入；再清理坡口，注意防止将坡口及钢管的内外表面损伤，当天清理的坡口应当天焊接，坡口及坡口内外侧范围内应见金属光泽，无污物，并做好施工记录。

管口组对：组对前应检查钢管类型、壁厚、防腐层类型、坡口质量，对口器的中心与管子中心重合，采用内对口器时，可在操纵杆上安装自制的清管器再次清管；根焊完成后方可撤离；采用外对口器时，根焊完成50%以上时，方可将其撤离。对口时，管口不允许任何形式的锤击修口，起吊钢管的吊具不得损坏防腐层。

焊接环境监测：应设专人监测，当天气变化不大时，一班内测量三次（施焊前、施焊过程中、施焊结束时），当天气变化较大时，应在天气变化时随时增加测量次数；测量内容包括温度、湿度、风向风速等，每次测量后均应做好记录，违反设计和标准环境情形时不得施焊。

焊前预热：预热时加热温度应比规定的最低温度高，以保证焊接开始时的预热温度。当施焊环境温度过低、钢管壁厚较大时，可适当提高预热温度。当管

材具有较强的冷裂倾向特别是具有较强延迟裂纹倾向时,或焊接环境温度较低时,应进行焊后保温缓冷,防止焊道急剧降温。

焊道清理:每一道焊道焊完后,应对其进行清理,采用角向磨光机进行层间清理时注意不要损伤坡口和管表面,层间的焊渣和氧化渣必须清理干净,焊道接头应磨平,根焊完成后,应尽快焊接后续焊道;焊缝全部焊接完成后,应清理焊缝及两侧的焊渣和飞溅。表面清理完成,应对焊缝进行自检,若存在裂缝、气孔等表面缺陷,应进行修补;若存在未熔合等缺陷,须按返修工艺返修。

焊缝标识:焊缝应统一编号,采用记号笔或喷印的方法进行标志,标志内容应包括工程(项目、单项、单位)编号、施工单位及作业机组编号、焊工编号、管径及输送介质、焊口号及焊口类别等。

焊缝检测:焊缝应首先进行外观检查,主要检查焊缝外观成形、余高、宽度、错边量及咬边等,不得有裂纹、未熔合、气孔、夹渣等缺陷;外观检查合格后,由监理单位下发无损检测指令,检测单位接收到无损检测指令后方可进行无损检测工作。无损检测后签发无损检测报告,对于不合格的焊缝应及时发出焊缝返修通知单。

返修:裂纹缺陷不允许返修;根焊只允许一次返修,填充及盖面焊允许两次返修,否则要割口处理,应使用评定合格的返修焊接工艺规程进行返修。返修应在监理监督下进行,返修后按

照原检测标准进行检测。

管道连头:连头一般在沟下组焊,作业前应该先挖好连头作业坑,要连头的管端按规定标准外露一定长度,调整需要连接两端管道使其在同一水平线上;作业时,一般需截取一节管道,将分段施工的两部分管道连接起来,需将两道连头口全部点焊牢固后方可焊接,应先焊完一道口后,再焊另一道口,避免同时焊接应力过大,产生焊接裂纹,最后焊口打底焊时,应将封口部位留到正上方,以便消除气孔。连头完成,外观检查合格后应进行100%射线和超声波检测。

(4) 焊接资料管理 ①焊接方案、焊接施工方案(可与施工组织设计一起编写)、HSE作业计划书等文件报监理单位审核后,报项目经理部审查。②焊接施工过程中,应按照规定做好各工序书面记录,监理单位在平行检查和巡视过程中加强监督检查。③在主线路焊接完成后,施工单位汇总焊接工作量,做好线路走向图、单线图,统计返修口和连头口,统计冷弯管、热煨弯管的用量和位置,并将汇总统计结果报监理和建设单位,同时配合做好焊口核对工作。

3. 实例应用

西部某油田负责建设的该长输天然气管道建设工程点多、线长、面广、工程量大,天然气管道设计全长两千多公里,总投资近几十亿元,管网建设包括四条干线和近二十条支线,工艺站场近四十座,线路阀室近六十座,穿越大中型水域三十余处,穿越等级以上公路六十余处,穿越铁

路十余处;管道施工难度大,途经沙漠、戈壁、丘陵、沼泽、国家重点公益林、湿地保护区及原始胡杨林等;气候环境恶劣,降雨稀少,多风沙扬尘,昼夜温差大,地形地貌复杂。

针对上述施工难点,在项目建设中,紧紧围绕焊接关键施工工序,完善质量保证体系,健全各项规章制度,从系统上强化焊接管控措施,圆满完成项目管理目标,并荣获国家优质工程奖。该项目工程一次投产成功,至今平稳运行,实现沿线地区全部气化,取得了良好的社会 and 经济效益。

4. 结语

通过对油气田长输管道工程项目特点的研究分析,总结油气管道施工管理及焊接质量控制的经验,针对影响工程质量的焊接工序进行重点研究分析,运用系统控制的原理,从人、机、料、法、环等方面,充分识别影响焊接质量的各种因素,并提出相应的质量管控措施。通过加强焊前、焊中和焊后质量控制,从而减少焊接缺陷的产生,提高了焊接技术水平,确保管道投运后的平稳安全运行,并为同类项目焊接质量的管控提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 陈仲波.长输管道安装监督检查中对焊接质量的控制要点[J].质量技术监督研究,2012(5):40-42.

作者简介:司长波,中国石油塔里木油田公司。

MW 20170822