

石油工人技术培训系列丛书

石油化工装置管道

施工技术

郝春生 主编



石油工业出版社

石油工人技术培训系列丛书

石油化工装置管道施工技术

郝春生 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是《石油工人技术培训系列丛书》中的一个分册。书中根据石油化工装置的特点,重点介绍在石油化工管道施工中的实际操作技能,包括石油化工管道的施工准备、管道预制、安装、焊接、无损检测、系统试验、清洗、防腐、隔热以及常见质量缺陷的分析和防治等。

本书可作为石油工人上岗培训的教材,还可供有关院校师生和从事管道施工的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

石油化工装置管道施工技术/郝春生主编.

北京:石油工业出版社,2007.11

(石油工人技术培训系列丛书)

ISBN 978-7-5021-6247-4

I. 石…

II. 郝…

III. 石油管道-管道施工-技术培训-教材

IV. TE973

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 139777 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. com. cn

编辑部:(010)64523582 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

787×960 毫米 开本:1/16 印张:6.25

字数:105 千字

定价:10.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《石油工人技术培训系列丛书》

编 委 会

主 任：郑 虎

副 主 任：李万余 王永春 孙祖岭 白泽生

刘志华 孙金瑜

委 员：（按姓氏笔画排序）

上官建新 万志强 马卫东 马平凡

马自勤 王立民 王忠仁 尹君泰

申尧民 石桂臣 许 飞 许大坤

朱长根 向守源 百连刚 齐振林

张凤山 张景仁 张 剑 张启英

张晗亮 李储龙 李越强 岳丛林

范卓瑛 段世民 侯浩杰 赵益红

郝春生 钟启刚 夏中伏 郭向东

郭跃武 韩 炜

《石油化工装置管道施工技术》

编 写 组

主 编：郝春生

副 主 编：严万波

编写人员：贾锡正 徐小聪 张兆庆

主 审：黄耕农

努力造就更多的高技能人才

(代序)

《石油工人技术培训系列丛书》的出版,十分及时,很有必要,对加强中国石油天然气集团公司(以下简称“集团公司”)经营管理、专业技术和操作技能三支人才队伍建设,特别是操作技能人才队伍建设具有重要意义。

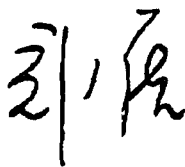
小康大业,人才为本。集团公司员工队伍中的高技能人才,是推动技术创新和实现科技成果转化不可缺少的重要力量,是集团公司三支人才队伍中重要组成部分。集团公司各项事业的发展,不仅需要广大专家的智慧 and 心血,也需要千千万万高技能人才的聪明和才智。长期以来,集团公司高技能人才奋战在油田勘探开发、炼油化工等生产一线,为科技成果的转化、产业结构的升级、企业竞争力的增强,发挥了不可替代的作用。我们要像尊重高级专家那样尊重高技能人才,要像重视高级专家那样重视高技能人才,要像关心高级专家成长那样关心高技能人才的成长。只有三支人才队伍比翼齐飞,各自发挥应有的作用,才能带动集团公司这艘巨轮乘风破浪,扬帆远航。

这些年,集团公司大力实施人才强企战略,坚持三支人才队伍一起抓,紧紧抓住培养、吸引和使用三个环节,不断改进人才工作方式方法,积极营造有利于各类人才脱颖而出的环境,有力推进了三支人才队伍建设,为建设跨国企业集团提供了人才保障。其中,在操作技能人才队伍建设方面,制定了《集团公司加强高技能人才队伍建设的意见》和《技师、高级技师管理办法》,积极组织技师、高级技师培训,全面开展班组长培训,不断提高技能鉴定工作质量,组织开展职业技能竞赛,促进了操作技能队伍素质的不断提高。但是,进一步加强高技能人才队伍建设,尽快形成一支结构合理、技术精湛、一专多能、适应国际市场规模施工作业要求的操作技能人才队伍,仍

是一项十分重要而紧迫的任务。《石油工人技术培训系列丛书》的编写与出版,将为加强操作技能人才队伍培训,造就更多的高技能人才,发挥重要作用。

这套丛书从生产实际出发,以满足需求为导向,以促进员工持续学习为目的,以重点培养员工的学习能力、实践能力和创新能力为目标,内容涵盖勘探、开发、炼化、销售等领域,实践性和针对性都很强。同时,大批专家的参与写作也使教材的权威性有了保证。希望这套丛书的出版发行,能为促进集团公司员工培训工作的深入开展,为促进更多高技能人才的成长,为形成一支门类齐全、梯次合理、素质优良、新老衔接、充分满足集团公司持续有效较快协调发展需要的人才队伍做出积极的贡献。

中国石油天然气集团公司党组成员、副总经理



2005年1月28日

前 言

石油化工生产具有易燃易爆、毒害性大、腐蚀性强和生产连续性等特点。其生产装置布置高度密集,管道纵横交错。管道在石油化工装置中承担连接各种工艺设备、贯通流程、输送介质和传递压力等重要作用,它是石油化工装置的“动脉”。因此,管道施工成为在石油化工装置施工中的关键和难点之一。

本书重点介绍了石油化工装置管道施工的实际操作技能,是石油化工装置管道安装工的培训教材。本书以提高石油化工装置管道安装工的专业素质为目标,立足于管道施工技术的基本知识和方法。同时,本书也介绍了管道施工中常见的质量事故和通病分析等内容。

本书由郝春生任主编,严万波任副主编并负责本书大纲拟定和统稿工作,贾锡正、徐小聪、张兆庆参与编写工作。在本书编写过程中,得到了中国石油天然气第七建设公司的领导和广大施工技术人员的大力支持和协作,还得到了黄耕农高级工程师的悉心指导和认真审核。在此对他们的工作和贡献表示衷心的感谢。

由于石油化工装置管道施工技术是一门不断创新、不断发展的技术,加之编者的水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 6 月

目 录

绪言	(1)
第一章 施工准备	(2)
第一节 施工技术准备	(2)
第二节 材料检验与仓储	(17)
第三节 施工现场平面布置	(26)
思考题	(30)
第二章 管道预制	(31)
第一节 管道下料切割	(31)
第二节 坡口加工	(32)
第三节 管道煨弯	(32)
第四节 管子组对	(34)
第五节 管道预制的趋势	(36)
思考题	(37)
第三章 管道安装	(38)
第一节 一般管道安装要求	(38)
第二节 高压管道安装	(39)
第三节 与转动机器连接管道的安装	(40)
第四节 阀门安装	(41)
第五节 仪表部件的安装	(42)
第六节 安全阀的安装与调试	(44)
第七节 伴热管及夹套管安装	(45)
第八节 补偿装置安装	(46)
第九节 支吊架制作安装	(48)
第十节 埋地管道的安装	(50)
思考题	(55)

第四章 管道焊接	(57)
第一节 定位焊	(57)
第二节 焊接	(57)
第三节 焊前预热和焊后热处理	(61)
思考题	(62)
第五章 管道无损检测	(63)
第一节 管道无损检测的常用方法	(63)
第二节 管道无损检测的一般要求	(64)
思考题	(66)
第六章 管道系统试验	(67)
第一节 管道液体压力强度试验	(67)
第二节 管道气体压力试验	(68)
第三节 管道系统气体泄漏性试验及真空度试验	(69)
思考题	(70)
第七章 管道清洗	(71)
第一节 水冲洗	(71)
第二节 蒸汽吹扫	(71)
第三节 压缩空气吹扫	(72)
第四节 酸洗、钝化	(72)
第五节 脱脂	(73)
思考题	(75)
第八章 管道的除锈防腐和隔热	(76)
第一节 除锈	(76)
第二节 防腐	(76)
第三节 隔热	(77)
思考题	(81)
第九章 常见质量缺陷的分析和防治	(82)
参考文献	(90)

绪 言

为满足国民经济增长的需求,增强我国石油化工企业在国际上的竞争力,我国一方面积极寻求安全稳妥的原油供应渠道,另一方面投入大量的资金,新建一批大型石油化工装置,同时对现有的石油化工装置进行大规模的改扩建。这给石油化工施工企业带来了难得的机遇。由于历史的原因,我国的施工企业力量相对薄弱。我国加入 WTO 以后,国内建设市场逐步放开,大量实力雄厚的国际总承包商蜂拥而入。我国的石油化工建设企业必须抓住机遇发展壮大,否则将沦为二级、三级承包商,甚至有被淘汰的危险。

石油化工装置具有易燃、易爆;高温、高压;有毒,甚至剧毒;规模大,工艺相对比较复杂;各装置相对比较集中,危险性较大等主要特点。石油化工装置能否长周期、安全、稳定运行,施工质量是个非常关键的因素。而管道在石油化工装置中承担输送介质、传递压力等作用,石油化工装置的所有特点,在管道系统上都有充分体现。因此施工单位在石油化工装置管道施工过程中,应严格按照设计、标准规范的要求进行施工。从施工准备、材料检验、下料、坡口加工、组对、焊接、安装、清洗、试验等环节入手,严格控制,以每一道工序的质量,来保证管道施工的总体质量。

目前,我国石油化工装置管道施工,正处在由业主直接管理向总承包模式过渡的特殊时期,管理相对粗放,与精细管理还有一定的距离。因此,管道施工单位应建立一套完善的质保体系,并保持有效运行,以保证管道施工的质量,从而为装置的长周期、稳定运行奠定基础。

第一章 施工准备

施工准备是一个非常关键的阶段。它为整个施工过程确定一个总体的目标,勾画一个总的施工计划,策划工程所需的资源,为工程的顺利进行奠定基础。

第一节 施工技术准备

一、图纸会审

图纸会审是对设计文件的总体了解和把握,为施工作准备。

(一) 图纸会审的目的

- (1) 找出图纸中不方便施工的地方;
- (2) 找出设计错误,发现图纸中存在的问题,尤其是不同专业之间存在的冲突问题和衔接问题;
- (3) 核算图纸所给材料的规格、型号、数量;
- (4) 充分掌握图纸要求及设计意图。

在建设项目中,施工单位必须按图纸施工。施工图纸是设计单位按照用户的要求和项目所在地的自然地理条件设计的凭证,其中起决定作用的是设计人员的主观意图,加上工程复杂,参与设计的人员众多或者由于设计人员的疏忽和经验不足,图纸中出现错误在所难免,专业间相互冲突、专业间衔接不上等问题也会经常出现。因此,施工前必须进行图纸会审,未经图纸会审的项目原则上不得开工。

(二) 图纸会审的主要内容

- (1) 根据图纸目录,核对施工图、标准图、重复利用图、非标设备制作图等设计技术文件是否完整、齐备,图纸说明是否齐全、准确,有无矛盾和问题。

(2) 总图、专业图、零部件图之间是否协调一致(几何尺寸、标高、方位、精度等级、尺寸公差、形位公差等),安装图和土建图是否协调统一。

(3) 图纸主要尺寸线、坐标、标高等有关数据是否一致和标注清楚,是否有“错、漏、碰、缺”。

(4) 设计选型、选材、结构等是否合理,是否便于施工,是否能保证工程质量和施工安全要求。

(5) 采用的新材料以及特殊材料的技术性能资料是否齐备。

(6) 材料表、设备表、工管表等其规格、型号、材质、数量是否和相关的布置图、工艺流程图、工艺安装图、加工图等一致。

(7) 施工单位自身的装备及技术能力能否满足工程施工要求。

(8) 设计技术要求和验收标准是否明确,与国家验收规范有无出入。

(三) 施工图审查

施工图审查一般分学习、初审、内部会审、综合会审四个阶段进行。

(1) 学习:各有关专业技术人员接到施工图和相关设计技术文件后,应熟悉图纸内容,了解设计意图,明确技术要求,发现设计问题及设计与施工生产发生矛盾的问题。

(2) 初审:由各单位技术负责人组织,各专业技术人员、有关专业施工班(组)长参加,对施工图进行详细审查。

(3) 内部会审:在初审基础上,由单位技术负责人组织本单位各专业人员对施工图会审。首先进行专业间的会审,如工艺与设备、电气、仪表,电气与仪表、工艺、设备、仪表、电气与土建等,核对专业间是否存在不能相互衔接、甚至相互冲突的地方;然后对需要解决的设计问题和有关建议进行汇总,并将审查意见作详细记录,经参加会审的代表会签后形成生效的技术文件报送项目部,以便在综合会审时向有关设计人员提出。

(4) 综合会审:综合会审一般由业主或总承包商组织,建设单位有关部门、生产车间、设计单位、监理公司、总承包单位、施工单位等人员参加。综合会审一般先由设计人员介绍工程设计的基本原理、主要特点、施工生产中应注意的问题;然后由各单位进行提问,请设计人员给予答复,最后将审查意见作详细记录,经参加会审的各方代表会签后形成生效的技术文件。对在综合会审中设计单位未能及时处理的问题,应要求其在施工前作出解释或修改,以正式文件的形式,按图纸份数下发设计变更通知单。

图纸会审记录、设计变更通知单等技术文件,应汇总纳入工程产品技术档案,作为施工生产和竣工结算的依据。

二、施工目标的确定

经过图纸会审后,对施工内容有了总体的把握,接下来的工作就是确定一个合理的施工目标。施工目标主要有工期目标、质量目标、安全目标、成本目标。这几个目标息息相关,相互影响。编制施工组织设计时必须统筹兼顾。

(一)工期目标

一般施工合同对工期和质量都有明确的规定。在编制施工组织设计时,应根据合同工期和投标时承诺的工期,比如工期提前的承诺,对整个工程作出阶段性的安排,一般分为施工准备、工程初步展开、工程全面展开、收尾“三查四定”整改、调试、吹扫试压、单机试运、投产保运等阶段。

(二)质量目标

质量目标并不是定得越高越好,过高的目标会严重影响工期,增加成本,加重有限管理人员的负担。因此,制定的质量目标必须是科学的,经过努力可以达到的;根本达不到,也没必要达到的目标不能作为质量目标。质量目标的制定,一是必须符合合同的规定;二是在有关标准范围之内;三是必须以保证工程产品的长周期安全运行为原则。针对不同的工程,把握住关键部位的工程质量,既能加快施工速度,又可以降低成本。

(三)安全目标

安全目标的制定必须把握关键部位、关键工序。为保证关键部位、关键工序的施工安全,该投入的资源就必须投入,不能因为节约一点成本,而造成人身或设备伤害事故。比如说射线作业所需的警戒线、警戒灯就必须要有,警戒人员也不可缺少。一旦无关人员误入作业区域,将造成难以预想的伤害。

(四)成本目标

成本目标的制定相对比较困难,需要各部门做大量细致的工作。项目运行的目的都是为了盈利,若不盈利,企业就无法生存,职工就没有生活保障。企业除了在个别项目上从市场战略考虑可以适当亏损外,没有企业会长期做那种赔本的“贡献”。因此,成本目标必须认真制定,然后遵照执行。一旦成本失控,在目前市场竞争激烈、利润空间很小的情况下,项目就不会取得良好的效益,职工的个人收入也会受到影响。

三、施工要素的选择

施工要素包括人、机、料、法、环,即施工人员、施工机具、工程材料、施工方法、施工环境。

(一)施工方法的选择

1. 施工方案、程序的确定

施工方案、程序的正确与否,是直接影响施工项目质量、工期和成本的关键。往往由于施工方案、程序的考虑不周而拖延工期、影响质量、增加成本。为此在制定施工方案、程序时,必须结合工程实际,从技术、组织、管理、经济等方面进行全面分析,综合考虑,以确保施工方案、程序在技术上可行,有利于提高工程质量;经济上合理,有利于降低成本。比如管道预制,可以组建临时预制厂;可以采用移动式管道预制设备;还可以采用传统的方式,即在施工现场搭设临时预制平台,进行管道预制。选择不同的方案,各有利弊,效率各不相同,所需的工期、成本也各不相同。如果工程量大,持续时间长,可以考虑组建临时预制厂,可以缩短工期、提高效率;工程量较大,相对比较分散的,可以考虑采用移动式管道预制设备;如果工程量较小或者不适合采用机械化预制的,则采用传统方式预制。又比如,管道的除锈、涂漆,既可以在地面上进行,也可以就位后施工。在施工方案、程序的选择上,应根据具体的工程,在既定的工期、质量、安全、成本等目标框架下进行合理选择。

2. 施工工艺的评定

相关施工方法拟定后,若公司没有成熟的施工工艺,那么就要进行验证与评定。工艺评定是通过试验的方法来验证有关技术人员所提出的工艺方案是否正确可行的一项重要的技术鉴定工作。在施工企业,最常见的验证就是焊接工艺评定,用以评定是否有能力焊出符合规范、标准要求的焊接接头,验证制定的焊接工艺是否合适。

工程项目开工前应在有关技术文件中明确进行验证的工艺和进行工艺评定的项目。

(二)施工机具的选择

施工方案一旦确定,就要根据施工方案来配备相应的施工机具。管道施工常用的机具有切割机、坡口机、焊机、热处理设备、除锈设备、涂漆设备、防腐保温设备、吹扫试压机具、无损检测的机具、起重机具等。

需要强调的是所有施工机具、设备必须是合格的、工作状态良好的。有检定周期的必须在有效期内使用,需要校验的必须经校验合格后方可使用。

(三)施工人员的准备

石油化工装置的高危险性和复杂性,决定了其施工人员必须具备一定的经验和较高的专业技能,没有技能的力工所占的比例应少于5%。管理人员必须具备较高的学历、一定的石油化工基础知识以及石油化工装置施工管理经验;施工作业人员必须受过一定的教育,至少是初中以上文化水平,上过专门的技术学校,经过一定的专门培训和实践学习。

不管是管理人员还是施工作业人员,都需要一定的持证比例。如管理人员的建造师证或项目经理证、预算证、会计证、质检员证、安全师证、计量员证、无损检测证等,施工作业人员的焊工证、安全作业证、司炉工证、起重工证、电工证等。当施工人员的持证情况不能满足工程施工需求时,应通过如培训、人员调整、补充或外聘等多种方式加以解决。

所有施工人员进入施工现场前都必须经过三级安全教育。对于已经进入企业工作的员工,在进入企业时已经过入厂教育,即一级安全教育。这时进入施工现场前可以免做一级安全教育。但由项目经理部或生产车间进行的二级安全教育、由施工班组做的三级安全教育必须结合实际情况进行。

(四)工程材料的采购

目前,工程材料的采购一般分为由业主负责、总承包商负责、业主与施工单位分别采购一部分等几种方式。但不论哪种方式,都是由施工单位编制材料采购或需求计划,按一定程序上报业主或总承包商,由业主或总承包商负责采购;或者经施工单位主管领导批准后,由施工单位采购部门进行采购。因此,材料采购计划或需求计划的编制非常重要。材料计划必须服从项目施工的总体安排,材料到场的先后顺序、时间都必须符合施工总体安排,否则将可能出现材料供应不足,造成停工待料或材料提前到来,造成仓储保管的困难。

另外,还必须强调材料计划的准确性。计划量少于需求,可能出现停工待料,为满足需求而进行的补充采购,则需要花费一定的时间,可能因此造成工期的延误;计划量多于需求,则造成材料的积压,引起成本上升,影响项目的经济效益。

(五)施工环境的选择

施工环境是无法改变的,但可以对施工时间作出合理的安排,使环境适合于施工。如在炎热的夏季,可以适当延长中午休息时间,加长早晚施工时间;在较冷的冬季,施工作业时间可以相对集中在中午一段时间。还可以采取保护措施,创造适合于施工的环境。如在风季应加挡风棚;冬季搭设暖棚或采取加热措施;环境湿度大时,加设去湿机等。

四、作业指导书的编制

(一)作业指导书的分类

施工作业指导书主要包括施工组织设计、施工技术方案、施工技术措施等。

1. 施工组织设计

1) 施工组织的含义

施工组织是针对工程施工的复杂性,研究工程建设的统筹安排与系统