

石油工人技术培训系列丛书

# 长输管道

## 施工技术

茹慧灵 主编

石油工业出版社



石油工人技术培训系列丛书

# 长输管道施工技术

茹慧灵 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。本书重点讲述了石油长输管道安装操作技能与工艺流程,包括长输管道安装准备工作、管道防腐与运输、管道的焊接准备、组装与焊接、补口与补伤、管道的下沟回填及扫线打压、穿(跨)越障碍物的施工等基本操作技术与方法。本书每章后都配有思考题,可作为石油工人技术培训教材,也可供有关院校的教师和从事长输管道施工的工程人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

长输管道施工技术/茹慧灵主编.

北京:石油工业出版社,2007.12

(石油工人技术培训系列丛书)

ISBN 978-7-5021-6234-4

I. 长…

II. 茹…

III. 天然气输送-长输管道-管道施工-技术培训-教材

IV. TE832

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 130435 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)64523620

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 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

787×960 毫米 开本:1/16 印张:13

字数:218 千字

---

定价:20.00 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 石柱臣 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

范卓璞 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

# 《长输管道施工技术》

## 编 写 组

主 编：茹慧灵

副 主 编：刘秀玲

审 稿：王锦生 穆 铎

编写人员：张凤莲 韩丽杰 钟 梅 侯文祥

# 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。

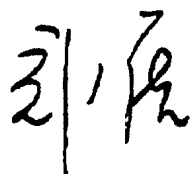
小康大业,人才为本。集团公司员工队伍中的高技能人才,是推动技术创新和实现科技成果转化不可缺少的重要力量,是集团公司三支人才队伍中重要组成部分。集团公司各项事业的发展,不仅需要广大专家的智慧 and 心血,也需要千千万万高技能人才的聪明和才智。长期以来,集团公司高技能人才奋战在油田勘探开发、炼油化工等生产一线,为科技成果的转化、产业结构的升级、企业竞争力的增强,发挥了不可替代的作用。我们要像尊重高级专家那样尊重高技能人才,要像重视高级专家那样重视高技能人才,要像关心高级专家成长那样关心高技能人才的成长。只有三支人才队伍比翼齐飞,各自发挥应有的作用,才能带动集团公司这艘巨轮乘风破浪,扬帆远航。

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、适应国际市场规范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

管道运输,作为现代重要运输方式之一,在流体物料运输领域中起着主导作用,它具有物流的高密度、无空载行程以及安全、快捷、环保、经济的特点。因此,在人类社会进入新的世纪,长输管道已经成为一种新型产业,管道施工也迅速发展成为一门新的专业学科。

本书是长输管道施工培训教材,培训对象主要是从事现场施工的技术工人。本教材以提高管道安装高级技能人才的专业素质为目标,立足于管道施工技术的基本知识和施工方法,特别加强了长输管道特殊地段的施工工艺和管道施工中常见质量事故与通病分析等内容,对熟练掌握管道安装施工的工作技能、努力提高专业素质和实际工作能力、成为本专业的技术能手有着重要的指导作用。

本书重点讲述了长输管道施工实际操作技能与工艺流程。全书共分为九章,主要内容包括长输管道安装准备工作、管道防腐与运输、管道的焊接准备与焊接、管道的补口与补伤、管线的下沟回填及扫线打压等基本施工操作技术与方法。对管道特殊管段,如山地、沙漠、沼泽、水网、湿陷性黄土地段管道的特殊安装工艺及管道(穿)跨越河流、公路、铁路的主要施工方法作了详细介绍。本书可作为工人上岗培训、岗位练兵及技能大赛的参考教材,还可供各类职业院校的教师和从事长输管道施工的工程人员参考。

本教材由茹慧灵主编,刘秀玲任副主编,张凤莲、韩丽杰、钟梅、侯文祥参与了部分章节的编写工作,由刘秀玲负责大纲拟定和全书的统稿工作。

本教材的编写得到了中国石油天然气管道局第一、二、三、四工程公司以及中油管道防腐工程有限责任公司领导和广大施工技术人员的的大力支持和协作,得到了王锦生总工程师、穆铎总经理的细心指导和认真审核,在此对他们的工作和贡献表示衷心的感谢。

由于管道施工技术是一门不断创新、不断发展的学科,加之编者水平有限,书中难免存在疏漏和局限,敬请各位读者批评指正。

编 者

2007年6月



# 目 录

<b>第一章 管道安装准备工作</b> .....	(1)
第一节 施工现场用地准备 .....	(1)
第二节 管沟开挖 .....	(9)
第三节 常用施工机具、设备和仪器 .....	(15)
第四节 常见质量通病与对策 .....	(16)
思考题 .....	(18)
<b>第二章 管道防腐与运输</b> .....	(19)
第一节 管段的防腐施工 .....	(19)
第二节 防腐管的运输 .....	(29)
第三节 常用施工机具和设备 .....	(31)
第四节 常见质量通病与对策 .....	(32)
思考题 .....	(32)
<b>第三章 管道的焊接准备</b> .....	(34)
第一节 布管 .....	(34)
第二节 清理管口 .....	(39)
第三节 钢管的对口作业 .....	(42)
第四节 常用施工设备 .....	(44)
思考题 .....	(44)
<b>第四章 管道的焊接</b> .....	(45)
第一节 组装焊接 .....	(45)
第二节 焊缝质量的检查和返修 .....	(51)
第三节 常用施工设备 .....	(63)
第四节 常见质量通病与预防措施 .....	(64)
思考题 .....	(68)

<b>第五章 管道的补口与补伤</b> .....	(69)
第一节 管道的补口与补伤施工 .....	(69)
第二节 常用施工设备 .....	(75)
思考题 .....	(75)
<b>第六章 管线的下沟回填及扫线打压</b> .....	(76)
第一节 管线的下沟、回填 .....	(76)
第二节 管道通球扫线、测径和试压 .....	(81)
第三节 碰死口 .....	(88)
第四节 标志桩埋设 .....	(90)
第五节 常用施工机具及设备 .....	(91)
第六节 地貌恢复 .....	(92)
思考题 .....	(96)
<b>第七章 特殊地段管道的安装技术</b> .....	(97)
第一节 石质山坡地段管道的安装 .....	(97)
第二节 沙漠、沼泽地段管道的安装 .....	(104)
第三节 水网、淤泥地段管道的安装 .....	(111)
第四节 湿陷性黄土地段管道的安装 .....	(125)
思考题 .....	(128)
<b>第八章 管道穿越障碍物的施工</b> .....	(130)
第一节 河流的穿越 .....	(130)
第二节 公路、铁路的穿越 .....	(157)
思考题 .....	(170)
<b>第九章 管道跨越障碍物的施工</b> .....	(172)
第一节 砼基础、锚固墩施工 .....	(174)
第二节 管道支撑结构的预制与安装 .....	(177)
第三节 跨越管道的安装 .....	(182)
第四节 常见质量通病与对策 .....	(189)
思考题 .....	(196)
<b>参考文献</b> .....	(198)

# 第一章 管道安装准备工作

## 第一节 施工现场用地准备

### 一、线路交桩

#### (一) 线路交桩工序流程图

线路交桩工序流程图如图 1-1 所示。

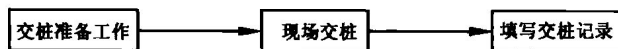


图 1-1 线路交桩工序流程图

#### (二) 交桩准备工作

(1) 线路交桩前由业主代表办理开工手续,与地方政府协商无异议后方可进行交桩准备工作。

(2) 施工单位接桩前,要组织接桩人员充分熟悉需接桩区段的图纸及相关资料。

(3) 充分准备野外交桩工作所必需的车辆、图纸、生活用品以及必要的现场标志物(如木桩、油漆等)、工具等。

#### (三) 现场交桩

(1) 线路交桩由业主或监理组织、设计单位和施工单位共同参加,在现场进行交接桩工作。

(2) 接桩人员由施工单位项目部技术部门会同施工现场技术人员组成。

(3) 接桩人员接收设计单位设置的线路控制桩和沿线路设立的临时性的、永久性的水准基桩。

(4)对丢失的控制桩和水准基桩,由设计单位恢复后,予以交接;交桩后发生的丢失,由施工单位在施工前依据接桩原始记录用测量的方法予以恢复。

(5)接桩人员应做好线路接桩的原始记录,达到指导放线和施工的目的。

(6)施工人员应对线路的定测资料、线路平面、断面图进行详细核对,并于现场进行校核,防止失误。如地貌及环境条件发生变化,设计单位应及时调整设计方案。

(7)每段管线交桩完毕,应按表 1-1 的格式填写交接桩记录,由业主现场代表或监理工程师、设计代表、施工人员共同会签。

表 1-1 交桩原始记录表

桩号		桩类型	
里程, km		地面标高	
管底高程		管沟开挖	
角度		曲线半径	
注:(1)具体方位、参照物应画草图并标注两个方向的控制尺寸; (2)可单记一个桩或连续几个桩			
交桩单位代表 年 月 日		接桩单位代表 年 月 日	
监理代表 年 月 日		业主代表 年 月 日	

## 二、测量放线

### (一)测量放线施工流程图

测量放线施工流程图如图 1-2 所示。

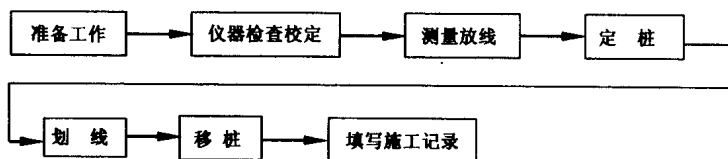


图 1-2 测量放线施工流程图

## (二) 测量放线前的准备工作

- (1) 具有经过会审的放线区段完整的施工图。
- (2) 准备交接桩记录以及接桩人员的原始记录。
- (3) 符合要求的完好的测量仪器、木桩、标笔、白灰及定桩工具。
- (4) 仪器检查与校定:测量放线常用的器具有经纬仪、水准仪、激光测距仪、全站仪、钢尺等,使用前必须经法定检验部门检定合格并在有效期内方可使用。

## (三) 测量放线

(1) 测量放线的基准点是设计控制桩和水准基桩。基准点应采用 GPS 定位,全站仪进行测量。测量放线中应对测量控制桩全过程保护。

(2) 根据测量合格的控制桩测定管道中心线,并按照施工图纸要求设置如下辅助控制桩,在桩上注明桩号、里程、地面标高、管底标高、转角角度以及挖深。

① 纵向变坡桩:当纵向角大于  $5^{\circ}$  时,应设置纵向变坡桩,并注明角度、曲率半径、切线长及外矢距等数据。

② 轴线百米桩(里程桩):线路直线段每 100m 设置一个百米桩。

③ 变壁厚桩:在图纸要求的变壁厚分界点处设置变壁厚桩,应标明管径、两侧壁厚等数据。

④ 穿越标志桩:根据设计图纸,应在铁路、公路、河流穿越起止点处设置明显的标志桩。

⑤ 曲线加密桩:在采用弹性敷设及弯管、弯头处,应采用偏角法测量放线,在曲线的起点、中点、终点上设桩,并在曲线段中每隔 10m 设置一个曲线加密桩。

⑥ 边界百米桩:在临时占地的两侧边界线上每 100m 设置一个边界百米桩。一般地段施工作业带宽度为 28m;山区一般地段的施工作业带宽度为 12 ~ 20m。

(3) 对于定测资料及平面图、断面图已标明的地下构筑物和施工测量中新发现的地下构筑物等,应进行调查、勘测、核对准确位置,并在线路与地下构筑物交叉范围两端各 3m 设置标志桩及警告牌,在桩上注明构筑物类型、埋深及交叉尺寸等数据。

(4) 划线:根据轴线百米桩和临时占地边界百米桩拉百米绳,撒白灰线。划线完毕及时清点障碍物,并做好记录。

(5) 移桩:在划线完毕、清扫施工作业带之前,应将所有的管线桩平移至堆土一侧的占地边界线以内,距边界0.3m处。

#### (四) 填写施工记录

测量放线施工记录表见表1-2。

表1-2 测量放线记录

工程名称					放线班组		
仪器名称					仪器台数		
控制桩测量放线记录				转角处理方式(角度/曲率半径)			
桩号	里程	实测角度	与图样角度差	弹性弯曲	冷弯弯管	热煨弯头	
放线加桩记录(纵向变坡桩、变壁厚桩、穿越标志桩、百米桩、曲线加密桩)							
加密桩号		类型	里程	地上构筑物简述		地下构筑物简述	
放线单位:			监理单位:			业主代表:	
放线人员:			监理代表:				
年 月 日			年 月 日			年 月 日	

#### (五) 主要质量控制点

(1) 检查线路各类桩(百米桩、变壁厚桩、纵向变坡桩、转角桩)标注是否符合要求:

① 转角桩必须标明里程、角度;

② 百米桩、变壁厚桩、纵向变坡桩必须标明里程、标高、变壁厚桩两侧管壁厚以及纵向变坡桩两侧坡度。

(2) 检查弹性曲线是否与设计文件相符。弹性曲线应标明角度、曲线半径、切线长和外矢距数据,另外应在曲线的起点、中点和终点设桩,曲线上加密桩间隔不大于10m。

(3) 检查测量放线记录表是否签字。

### 三、施工作业带的开拓

#### (一) 作业带开拓施工工序流程图

作业带开拓施工工序流程图如图 1-3 所示。

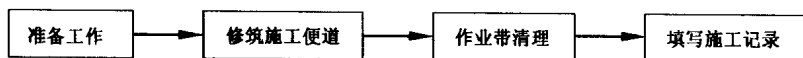


图 1-3 作业带开拓施工工序流程图

#### (二) 施工前的准备工作

(1) 检查放线情况是否符合要求,管道中心线及施工作业带边界线是否顺直完整,是否移桩。

(2) 检查施工场地内的地上、地下各类障碍物是否得到处理。

(3) 施工机具检查完毕且处于完好状态。

#### (三) 修筑施工便道(通道)

(1) 当管线沿公路伴行敷设时,需修筑连接施工作业带与公路之间的连接通道。施工便道(通道)应尽可能利用现有的道路,施工便道(通道)的数量和长度应根据现场情况确定。

(2) 当管线脱离现有公路敷设时,需沿管线作业带修筑施工便道(通道),以满足施工运输需要。

(3) 施工便道(通道)应平坦并具有足够的承压强度,宽度一般为 6m。

(4) 对于地质条件坚实的地段,施工便道(通道)可利用推土机平整修理完成修筑,达到运输车辆通行的条件。

(5) 对于粉土或地表松软地段,采用 300mm 级配卵石基础,回填 200mm 碎石土压实的方法修筑,具体结构如图 1-4 所示。

(6) 对于泥沼地段,可采用图 1-4 的结构,级配卵石层加厚为

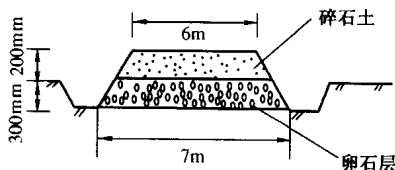


图 1-4 施工便道断面结构图

700mm,碎石土厚度为100mm。

(7)对于山区石方段,应采取爆破的方式开拓作业带,同时也作为运输便道(通道)。

(8)所有拟建的施工便道(通道)在施工前应填写施工便道(通道)修筑记录表,并得到监理、业主的认可。

#### (四)施工作业带清理

(1)作业带清理之前,测量放线人员应对参加清理工作的指挥人员、机械操作手进行技术交底,至少要有一名放线人员参与作业带清理工作。

(2)检查控制桩、变壁厚桩、穿越桩、地下构筑物标志桩是否平移到弃土侧,地上、地下构筑物是否已清点完毕,并取得通过权。

(3)一般地段作业带清理采用机械作业,用推土机将施工作业带内的树木以及其他杂物清除干净。

(4)平整作业带经过的沟、坎、陡坡等障碍物,满足运管及施工设备的通行要求。

(5)施工作业带清理和平整应做到保护农田、果林、植被及配套设施,尽量少占农田、果林;在沙漠、盐渍土地段,应尽量少破坏地表植被和原状土,防止和减少水土流失。通过灌渠、排水渠时,应采用预埋涵管等过水设施,不得妨碍农业生产。

(6)山区丘陵表层为土的地段,用推土机进行平整,将作业带内的杂草、灌木、石块等清理干净,沟、坎、陡坡等处应予以平整。对施工作业带内及附近可能危及施工作业带安全的滑坡、崩塌、岩堆等,应彻底清除或采取有效防护措施。

(7)在有横向坡度的山坡上修筑施工便道(通道)和作业带时,要符合以下规定:

- ① 当横向坡角为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 时,人工直接在斜坡上挖土修筑。
- ② 当横向坡角为 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 时,人工铲土修筑。
- ③ 当横向坡角超过 $30^{\circ}$ 时,修筑挡土墙。

(8)在山脊或坡上修筑作业带时,可采用松动爆破施工。

(9)对于重要的防洪设施如泄洪渠、防洪堤等,必须得到有关管理部门



批准后,才允许临时拆除。施工后必须立即恢复,并得到有关管理部门认可、签字。

(10)施工作业带应与标桩的路线完全一致;施工作业带清理之后,要依据平移后的控制桩恢复管道中心线标志桩,并注明变壁厚的位置、转角的角度、防腐层变化、特殊地段的起止点等。

### (五)安全措施

(1)大型施工机具与架空高压输电线路的安全距离应满足表 1-3 的要求。

表 1-3 大型施工机具与架空高压输电线路的安全距离

输电线路电压, kV	最大垂直安全距离, m	最小水平安全距离 <sup>①</sup> , m	
		开阔地区	途径受限制地区
<1	3.0	交叉时为 8m, 平时时 设备最高位置加高 3m	3.0
1~10	4.5		3.5
35	7.0		5.0
60~110	7.0		5.5
154~220	7.5		6.0
330	8.5		7.0

注: ①指边线与施工设备边缘的距离。

(2)推土机、装载机、压路机等大型机械应保持良好的运行状态,不得带故障作业,发现异常应及时停车修理。

(3)在斜坡地带作业时,应有良好的锚固措施,防止机械侧滑倾覆。

(4)雨季施工时应注意防洪,炎热季节时应注意操作人员防暑、设备防晒。

(5)临时停车场应平坦,车辆、设备摆放整齐,间距合理,停置方向应便于紧急情况时的移动。无论工间休息或夜晚停车,设备都要有人看管,防止被盗、被破坏。

(6)施工带清理或修筑施工便道(通道)中需爆破作业时,要严格遵守爆破作业安全操作规程。