



中国石油天然气集团公司统编培训教材

装备制造业务分册

# 油气输送管制造技术

《油气输送管制造技术》编委会 编



石油工业出版社

中国石油天然气集团公司统编培训教材

装备制造业务分册

# 油气输送管制造技术

《油气输送管制造技术》编委会 编

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书介绍了石油天然气输送管的分类和用途、输送管的研制发展概况以及输送管的技术要求。重点介绍了输送管生产工艺与装备、输送管生产技术与装备、输送管检测控制技术与装备、输送管涂敷技术与装备等方面内容。最后在附录中还介绍了油气输送管标准的定义、发展历程，常用标准及主要内容，以及输送管生产常用术语。

本书可作为焊管行业生产操作者自学或培训的教材，亦可供从事焊管行业的技术人员、管理人员和营销人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

油气输送管制造技术/《油气输送管制造技术》编委会编.  
北京:石油工业出版社,2011.7

(中国石油天然气集团公司统编培训教材)

ISBN 978-7-5021-8069-0

I. 油…

II. 油…

III. 油气运输:管道运输-石油管道-制造

IV. TE973

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 198462 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) 64523550 发行部:(010) 64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

---

2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷

787×960毫米 开本:1/16 印张:8.25

字数:140千字

---

定价:28.00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

# 《中国石油天然气集团公司统编培训教材》 编 审 委 员 会

主任委员：李万余

副主任委员：金 华 白泽生

委 员：王志刚 连建家 胡宝顺 马晓峰

卢丽平 杨大新 吴苏江 杨 果

方朝亮 王同良 刘江宁 卢 宏

周国芳 雷 平 马新华 戴 鑑

上官建新 陈健峰 秦文贵 杨时榜

何 京 张 镇

秘 书：张玉文 王子云

## 《油气输送管制造技术》编委会

主 任：张晗亮

副 主 任：何 京 孙宝福

成 员：韩忍之 李明光 牛宏飞 王连才 王进全

杨忠文 李树生 郭孟齐 朱旭光 雷 涛

刘 欣 刘鼎恒 叶大建 李 萌

# 《油气输送管制造技术》编审人员

主 编：钟裕敏

副 主 编：白功利 雷胜利

编写人员：何德孚 韩宝云 金时麟 谭 赞 胡 剑

闫光龙 郑一维 王 旭 刘向荣 梁根选

黄 勇 张春林 王 慧 黄蔚莉 罗 刚

谢淑霞

审定人员：杨忠文 梁根选 张春林 毕宗岳 温宏伟

# 序



企业发展靠人才，人才发展靠培训。当前，集团公司正处在加快转变增长方式，调整产业结构，全面建设综合性国际能源公司的关键时期。做好“发展”、“转变”、“和谐”三件大事，更深更广参与全球竞争，实现全面协调可持续，特别是海外油气作业产量“半壁江山”的目标，人才是根本。培训工作作为影响集团公司人才发展水平和实力的重要因素，肩负着艰巨而繁重的战略任务和历史使命，面临着前所未有的发展机遇。健全和完善员工培训教材体系，是加强培训基础建设，推进培训战略性和国际化转型升级的重要举措，是提升公司人力资源开发整体能力的一项重要基础工作。

集团公司始终高度重视培训教材开发等人力资源开发基础建设工作，明确提出要“由专家制定大纲、按大纲选编教材、按教材开展培训”的目标和要求。2009年以来，由人事部牵头，各部门和专业分公司参与，在分析优化公司现有部分专业培训教材、职业资格培训教材和培训课件的基础上，经反复研究论证，形成了比较系统、科学的教材编审目录、方案和编写计划，全面启动了《中国石油天然气集团公司统编培训教材》（以下简称“统编培训教材”）的开发和编审工作。“统编培训教材”以国内外知名专家学者、集团公司两级专家、现场管理技术骨干等力量为主体，充分发挥地区公司、研究院所、培训机构的作用，瞄准世界前沿及集团公司技术发展的最新进展，突出现场应用和实际操作，精心组织编写，由集团公司“统编培训教材”编审委员会审定，集团公司统一出版和发行。

根据集团公司员工队伍专业构成及业务布局，“统编培训教材”按“综合管理类、专业技术类、操作技能类、国际业务类”四类组织编写。综合管理类侧重中高级综合管理岗位员工的培训，具有石油石化管理特色的教材，以自编方式为主，行业适用或社会通用教材，可从社会选购，作为指定培训教材；专业技术类侧重中高级专业技术岗位员工的培训，是教材编审的主体，



按照《专业培训教材开发目录及编审规划》逐套编审，循序推进，计划编审300余门；操作技能类以国家制定的操作工种技能鉴定培训教材为基础，侧重主体专业（主要工种）骨干岗位的培训；国际业务类侧重海外项目中外员工的培训。

“统编培训教材”具有以下特点：

一是前瞻性。教材充分吸收各业务领域当前及今后一个时期世界前沿理论、先进技术和领先标准，以及集团公司技术发展的最新进展，并将其转化为员工培训的知识和技能要求，具有较强的前瞻性。

二是系统性。教材由“统编培训教材”编审委员会统一编制开发规划，统一确定专业目录，统一组织编写与审定，避免内容交叉重叠，具有较强的系统性、规范性和科学性。

三是实用性。教材内容侧重现场应用和实际操作，既有应用理论，又有实际案例和操作规程要求，具有较高的实用价值。

四是权威性。由集团公司总部组织各个领域的技术和管理权威，集中编写教材，体现了教材的权威性。

五是专业性。不仅教材的组织按照业务领域，根据专业目录进行开发，且教材的内容更加注重专业特色，强调各业务领域自身发展的特色技术、特色经验和做法，也是对公司各业务领域知识和经验的一次集中梳理，符合知识管理的要求和方向。

经过多方共同努力，集团公司首批39门“统编培训教材”已按计划编审出版，与各企事业单位和广大员工见面了，将成为首批集团公司统一组织开发和编审的中高级管理、技术、技能骨干人员培训的基本教材。首批“统编培训教材”的出版发行，对于完善建立起与综合性国际能源公司形象和任务相适应的系列培训教材，推进集团公司培训的标准化、国际化建设，具有划时代意义。希望各企事业单位和广大石油员工用好、用活本套教材，为持续推进人才培训工程，激发员工创新活力和创造智慧，加快建设综合性国际能源公司发挥更大作用。

《中国石油天然气集团公司统编培训教材》

编审委员会

2011年4月18日



# 前 言

随着我国国民经济的快速发展，焊管工业发展迅速，目前正面临大发展、大调整、大转折的重要时期。当前，我国焊管工业在高速发展中存在的突出问题是焊管产品的档次和质量水平参差不齐，焊管技术及装备水平与世界先进国家相比还有一定的差距。我国是焊管生产大国，但还不是焊管技术强国。因此，迅速提高焊管技术和装备水平是目前焊管行业面临的迫切任务。

近年来，以石油天然气钢管生产企业为主的焊管骨干企业加快了技术进步的步伐。特别是在西气东输工程的推动下，我国的大直径、高强度、高韧性管线管的制造技术有了飞跃式的发展。为了巩固我国焊管工业近年来在技术进步方面取得的巨大成果，进一步普及焊管工业在基础理论、制造技术上的新进展，提高从业人员的理论知识及操作技能，推动我国焊管制造技术水平的提高，编辑出版了《油气输送管制造技术》教材。全书共分六章，在对输送管进行概述的基础上，介绍了焊管生产工艺及装备，焊接技术与装备，焊管检测、控制技术与装备，钢管涂敷技术与装备等方面内容。本书对从事焊管制造的广大工人和技术人员有一定的参考价值。

在本书的编写过程中，宝鸡石油钢管有限公司的一些专家和技术人员做了大量的工作，同时也参阅了近年来国内外焊管学术会议论文集和出版物，在此，向这些作者表示衷心的感谢。

由于编者水平的限制，书中的不足之处，敬请读者批评指正。

《油气输送管制造技术》编委会

2011年3月6日

# 目 录

<b>第一章 油气输送管概述</b> .....	1
第一节 管线钢的发展 .....	1
第二节 钢管的分类和用途 .....	5
第三节 原油成品油输送管 .....	6
第四节 天然气输送管 .....	10
<b>第二章 焊管生产工艺及装备</b> .....	14
第一节 HFW 高频焊管生产工艺及装备 .....	14
第二节 螺旋埋弧焊管生产工艺及装备 .....	25
第三节 直缝埋弧焊管生产工艺及装备 .....	34
<b>第三章 焊接技术与装备</b> .....	45
第一节 高频焊 .....	45
第二节 埋弧焊 .....	48
第三节 熔化极气保护电弧焊 .....	66
第四节 钨极氩弧焊 .....	67
第五节 等离子弧焊 .....	68
<b>第四章 检测、控制技术与装备</b> .....	69
第一节 检测技术与装备 .....	69
第二节 控制技术与装备 .....	86
<b>第五章 涂覆技术与装备</b> .....	95
第一节 外涂覆技术与装备 .....	95
第二节 内涂覆技术与装备 .....	103
<b>附录 1 油气输送钢管标准</b> .....	111
<b>附录 2 焊管生产常用术语</b> .....	117

# 第一章 油气输送管概述

油气输送管经历了一个漫长的发展过程。公元前 600 年我们的祖先开始用竹筒输送天然气,1806 年英国伦敦建成了第一条铅制管道,1843 年铸铁管开始用于天然气管道,1925 年美国建成了第一条焊接钢管管道,从此管线钢、钢管迅速发展。1967 年第一条 X65 钢级伊朗—阿塞拜疆管道建成,1970 年北美 X70 钢级用于天然气管道,1994 年德国天然气管道上使用 X80 钢,2002 年 TC-PL 在加拿大建成一条管径 1219mm、壁厚 14.3mm, X100 钢级 1km 试验段管道,同年 X100(L 690)列入加拿大国家标准(CSZ245-1-2002)。2004 年,Exxon Mobil 在加拿大建成 X120 钢级的 1.6km 试验段。2007 年,ISO 3183 将 L690(X100)和 L830(X120)列入标准。

## 第一节 管线钢的发展

### 一、研制概况

1926 年,美国石油学会发布的 API Spec 5L《管线管规范》只包括三个碳素钢级,1947 年发布的 API Spec 5LX 增加了 X42, X46, X52 三个钢级,1967—1970 年期间,API Spec 5LX 和 API Spec 5LS 增加了 X56, X60, X65 钢级,1973 年增加了 X70 钢级,1987 年 6 月,API Spec 5LX 和 5LS 合并于第 36 版 API Spec 5L 中,第 36 版到现在的第 43 版包括 A25, A, B, X42, X46, X52, X56, X60, X65, X70, X80 共 11 个钢级。2006 年最新的 API Spec 5L《管线管规范》和 ISO/FDIS 3183《管线钢管规范》这两个国际上最为著名的管线管规范合并,并在其中包含了 X90, X100 和 X120 级超高强度管线钢的钢级和对各项性能要求。目前, X100 和 X120 级管线钢管已开发成功。全世界油气输送管的用量中, X65 和 X70 之和占 85% 以上,同时,随着高压输送管线的建设和管线钢制造技术的不断进步, X80 级管线钢从 20 世纪 80 年代中期开始研究和试验,90 年代初期开始批量使



用,到目前为止,全世界敷设的 X80 级管道约 2000km。近年来,X100 级管线钢管已在日本新日铁、住友、JFE 和欧洲钢管公司开发出来,与此同时,美国 Exxon-Mobil 公司、加拿大 TransCanada 公司及日本新日铁公司等正在共同进行 X120 级管线钢的应用研究。图 1-1 为管线钢钢级发展情况。

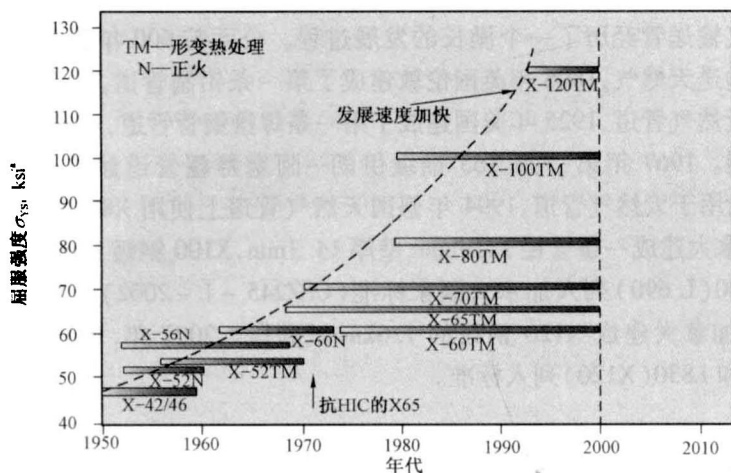


图 1-1 管线钢钢级的发展情况

\*非法定计量单位,1ksi(千磅每平方英寸)=6.84N/mm<sup>2</sup>(牛每平方毫米)

20 世纪 50 年代到 70 年代,我国使用的管线钢主要是 A3 钢和 16Mn 钢,20 世纪 70 年代后期和 80 年代采用从日本进口的 TS52K(相当于 X52 级)管线钢,“六五”和“七五”期间,武汉钢铁(集团)公司、中国钢铁研究总院、中国科学院金属研究所、北京钢铁学院、宝鸡石油钢管厂等单位密切合作,进行石油天然气输送管道用 API Spec 5L X60 级和 X65 级管线钢的研制开发,到“七五”时期末,已研制成功 API Spec 5L A, B, X42, X46, X52, X56, X60, X65 八个级别系列钢种,填补了我国石油天然气输送管线用钢的空白。

“八五”期间,针对我国西部油气田的加速开发以及 10 条石油天然气长距离输送管线工程的建设,宝山钢铁(集团)公司、武汉钢铁(集团)公司、中国钢铁研究总院、石油管道局、石油管材研究所、北京钢铁学院、西安交通大学、宝鸡石油钢管厂等单位合作进行了第二代高韧性油气输送管线用 X52 ~ X65 级管线钢系列产品的研制。为使该系列产品做到高强度、高韧性、优良焊接性的最佳配合,在化学成分上采用了低碳多元微合金化工艺,在冶炼上采用了转炉顶底复合吹炼、炉外精炼、钢的夹杂物变质处理及连铸保护浇铸等技术;在轧钢上采

用了控轧控冷技术。第二代高韧性油气输送管线用 X52 ~ X65 级管线钢各项理化指标符合 API Spec 5L, GB/T 14164—1993 和我国西部管线的相应技术要求, 尤其是低温韧性  $-40^{\circ}\text{C}$  下冲击功  $A_k$ , 不低于 100J, 达到了同期德国、日本主要钢铁厂家同类管线钢实物水平。

随着管线服役条件的变化和科学技术的进步, 新建的油气输送工程对管线钢的要求越来越高, 以超高纯净度、高均匀性、超细晶粒、超高韧性为特点的第三代管线钢——高性能、高钢级管线钢已成为管线钢市场消费的主流。为了满足以西气东输为代表的我国第二次管道建设高潮的需求, 宝山钢铁(集团)公司、武汉钢铁(集团)公司、宝鸡石油钢管厂、华北石油钢管厂、石油管材研究所、鞍山钢铁公司、中国科学院金属研究所等单位合作进行了第三代管线钢的开发。在此期间, 采用超低碳针状铁素体管线钢的成分设计, 通过超低硫等纯净钢冶炼技术和 TMCP 轧制新技术的结合, 先后成功开发出了高钢级 X70, X80 级管线钢, 抗硫化氢应力腐蚀 X42 ~ X65 级管线钢、海底管线用 X42 ~ X65 级管线钢, 大大提高了我国油气输送管线用管线钢在国内外市场上的竞争力。

宝山钢铁(集团)公司(以下简称定钢)、武汉钢铁(集团)公司(以下简称武钢)、石油管材研究所等单位研制的针状铁素体型 X70 级卷板的各项性能指标均达到了西气东输管道技术规范的要求, 目前, 宝钢和武钢都具备了批量生产 X70 钢级针状铁素体热轧板卷的能力。宝鸡石油钢管有限公司、华北石油钢管厂、辽阳石油钢管厂采用宝钢、武钢板卷生产的大直径、厚壁、X70 级螺旋缝埋弧焊管, 经石油管材研究所进行全面试验评价, 各项指标均可达到“西气东输工程用螺旋缝埋弧焊管技术条件”规定, 并成功为西气东输管道工程提供了  $60 \times 10^4 \text{t}$  的优质焊管, 使我国高钢级管线钢的开发和应用迈出了可喜的一步。

国内在 X80 高钢级管材的研究和应用方面, 石油部门与冶金部门及相关单位联合, 开展了十余项国家基础与攻关技术开发项目, 其中包括国家“973”项目“高强度管线钢的重大工艺基础研究”, 中国石油天然气集团公司技术开发项目“X80 管线钢管的开发与应用”、“X80 管线钢的焊接及高韧性焊材选择”等。宝钢、武钢、鞍山钢铁公司等大型企业都相继成功开发了 X80 级热轧板卷和宽厚钢板, 宝鸡石油钢管有限公司、华北石油钢管厂、巨龙钢管公司等相继开发成功了 X80 螺旋缝埋弧焊管和直缝埋弧焊管, 并于 2005 年在我国第一条 X80 应用工程应用。2006 年宝山钢铁股份有限公司开发出成功目前最高钢级的 X120 管线钢并与中国石油相关焊管厂合作成功开发出 X120 管线管, 经石油管材研究所的评价其指标达到国际上已公开报道的 X120 管线管的实物水平。这些工作进一步提高了我国油气管道工业、制管工业和冶金工业的技术水平, 缩小了与



国际先进水平的差距,将使我国管线钢的开发和应用水平达到国际先进水平。目前我国正在建设的西气东输二线天然气管道工程使用的是大直径大壁厚高止裂韧性的 X80 级管线钢管,我国新的一页管道建设历史即将翻开。

## 二、管线钢发展趋势

(1) 油气输送管道(特别是天然气管道)总的发展趋势是持续提高钢管的强度水平,以期最大限度降低管道建设成本和输送成本。当前 X80 级管线钢应用已经越来越广泛,逐渐成为目前高压输送天然气管线的首选钢级。我国建设的西气东输二线以及多条跨国天然气管线急需大量的大直径、大壁厚 X80 级螺旋缝埋弧焊管和直缝埋弧焊管,应积极组织 X80 钢级管线钢的应用研究和开发工作,以提高我国 X80 管线的安全性。

同时随着冶炼技术、钢板轧制技术、钢管制造和焊接技术的提高, X100, X120 钢级管线钢也都相继开发成功,例如日本、德国以及我国的宝钢、鞍钢都已进行了这方面的研究,并已经拿出了工业化试制产品,但是目前还停留在试制阶段。应继续加强这方面的应用研究,做好技术储备,迎接国际上新一轮管线钢的升级。

(2) 目前通过地震多发区和地质灾害区的油气输送管线需要使用基于应变设计方法,在这些地区如果使用钢管有抗大变形的能力,将会进一步保证管线的安全性,同时也将会降低管线的建设成本。国外已研制成功了具有抗大变形的管线钢。我国属多地震国家,地质灾害(如滑坡、泥石流等)也较严重,目前对这种管线钢的需求已经非常迫切,在我国可以预计的管线中,使用这种钢管的长度将会超过 1000km。应尽快进行抗大变形管线钢显微组织特性及组织控制技术的研究开发。

(3) 硫化氢应力腐蚀(SSCC)和氢致开裂(HIC)是含  $H_2S$  天然气输送管线主要失效模式。国外抗 SSCC 和抗 HIC 管线钢已自成体系。SSCC 和 HIC 的产生及严重程度决定于输送气体介质中的  $H_2S$  分压。当分压  $p_{H_2S} > 300Pa$  时必须对管材提出抗 SSCC 和抗 HIC 的要求,随着输气压力的提高,要满足  $p_{H_2S} \leq 300Pa$  时需将  $H_2S$  含量降得非常低,因此,抗 HIC 钢的需求量是相当大的。欧洲钢管公司的抗 HIC 油气输送管销售量已占 30% 以上,国外批量供应的抗 HIC 管线钢主要是 X65 钢级,抗 HIC 的 X70 级管线钢已研制成功,并在墨西哥一条管线上使用。我国抗 SSCC 和抗 HIC 管线钢的研发刚刚起步,需加紧研制工作。



## 第二节 钢管的分类和用途

由于钢管应用的广泛性,以及生产方法和原料的不同,钢管品种繁多。

### 一、钢管按原料、规格和用途分类

根据原料、规格和用途大致分类如下。

(1) 按制造钢管采用的原料,钢管可分为普通碳素钢管、碳素结构钢管、低合金钢管、不锈钢管、高合金钢管和管线钢钢管。

(2) 按钢管直径,钢管分为小直径管(外径在  $\phi 114\text{mm}$  以下)、中直径管(外径  $\phi 114 \sim \phi 406\text{mm}$ )和大直径管(外径  $\phi 406\text{mm}$  以上)。

(3) 按钢管壁厚,钢管分为特厚壁管、厚壁管、标准壁厚管、薄壁管和特薄壁管。

(4) 按钢管截面形状,钢管分为圆管、方矩形管、锥形管、异形管等。

(5) 按钢管外形,钢管分为直管和弯管。

(6) 按钢管用途,钢管分为油井管、输送管、一般配管用管、锅炉用管、原子能用管、机械制造用管、建筑结构用管等。

### 二、钢管按制造方法分类

按钢管的制造方法分类见表 1-1。

表 1-1 钢管种类(按制造方法分类)

钢 管	焊管	炉焊钢管	断续炉焊钢管 连续炉焊钢管	
		电焊钢管	低频焊钢管	
			高频焊钢管	接触焊 感应焊
			螺旋缝钢管	
	埋弧焊管	直缝钢管	UOE 焊接钢管 排辊成型焊接钢管 弯板成型焊接钢管 JCOE 成型钢管	

续表

钢 管	焊管	埋弧焊管	气体保护焊钢管	惰性气体保护焊 CO <sub>2</sub> 气体保护焊
		其他焊管	等离子焊接钢管	
	无缝钢管	热轧管 冷拔(轧)管	电子束焊接钢管	

### 第三节 原油成品油输送管

#### 一、概述

中国陆上原油管道是随着油田开发和炼油厂的兴建而发展起来的,主要用于油田原油外输和输送从港口至炼油厂接收上岸原油。1958年建成的克拉玛依油田到独山子炼油厂原油管道是我国第一条油田外输长距离管道。1970年起,东北地区连续铺设了6条长距离、大直径原油管道,使我国原油管道进入了规模性发展时期。经过几十年的发展,目前陆上原油输送管道已有两万余公里。

由于我国早期原油输量不大,工业基础薄弱、技术落后,原油管道的管径一般在 $\phi 159 \sim \phi 720\text{mm}$ 之间,管道钢管材质低,以A3,16Mn钢为主。钢管管型在 $\phi 219\text{mm}$ 以下以无缝管为主,大于 $\phi 219\text{mm}$ 以螺旋埋弧焊管为主,少量使用ERW管和直缝埋弧焊管。到20世纪90年代末,新建管线开始以API Spec 5L管线钢系列钢管为主。

我国的原油大多凝固点较低,加热输送比例大,一般输送温度在 $30 \sim 65^{\circ}\text{C}$ ,且输送压力较低,一般在6.4MPa以下。20世纪80年代中期,原油管道开始进入了新的发展阶段,主要体现在:

(1)步入了密闭输送,自动化管理,清除了进站余压损失,成功解决了水击保护技术。

(2)开始了海底管道建设和管道接收上岸原油。

(3)在管材、防腐材料、自动化控制等方面得到了大的发展。



(4) 制管技术和质量得到了巨大发展。

(5) 综合处理输油技术进步。高含蜡原油输送技术已有加热输送、原油中添加轻油稀释输送、原油热处理输送、原油中添加降凝剂输送、原油热处理并添加降凝剂输送、原油中添加减阻剂输送、热含蜡原油管道停输后再启动、油气水混输等多种输送技术。综合处理高黏度、高凝固点、高含蜡原油的输送技术,经济安全,适用性强,在有些方面已处于国际领先水平。

(6) 顺序输送技术应用于不同性质的原油输送。在顺序输送的排序和循环周期、顺序输送时的调节、混油段的监测和混油切割以及混油处理等方面,已有成熟的技术。

(7) 大落差地段管道输油技术。在大落差地段输油时,管道内极易产生负压,导致轻烃析出,形成不满流,液柱分离,造成管道和下游站场设备的破坏;停输时,大落差又会造成管道内静压过大,超过管道允许的承受能力,导致管道破裂。新疆库鄯原油管道有 117km,落差高达 1665m,设置减压阀、泄压阀、压力变送器来应对大落差段输送问题,库鄯管道投产后,一直安全平稳输送,成功地克服了大落差地段给输油带来的一系列技术问题。

## 二、原油输送管品种及规格

原油输送管道用钢管主要选用 GB/T 9711.2—1999 中的无缝钢管、螺旋缝双面埋弧焊钢管、高频电焊钢管或直缝双面埋弧焊钢管四类。

### 1. 无缝钢管

我国将无缝钢管按不同用途分为输送流体用无缝钢管(GB 8163)、高压锅炉无缝钢管(GB 5310)、化肥设备用高压无缝钢管(GB 6479)、石油裂化用无缝钢管(GB 9948)等。

GB 8163《输送流体用无缝钢管》中钢管直径范围为  $\phi 168 \sim \phi 630\text{mm}$ ,壁厚完全可以满足管线的需要,标准中规定的钢管直径偏差和壁厚偏差要求和国际标准基本一致。由于钢管厂的设备制造工艺技术限制,对于管径较大的钢管,壁厚偏差还不能完全达到标准的规定,因此钢管厂还不能完全接受按 GB 8163 标准定货,而且价格相对较贵。

### 2. 螺旋缝双面埋弧焊钢管

螺旋缝埋弧焊钢管与直缝管相比,钢管的直径和长度调整容易,可以用较窄的钢卷制较大直径的钢管。从受力状态分析,螺旋缝管较直缝管有利,但焊