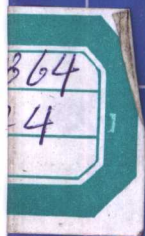


# 输油管道 设计与管理

杨筱蘅 张国忠 编著

石油大学出版社



81.7864

4724

# 输油管道设计与管埋

杨筱蘅 张国忠 编著

1984

石油大学出版社

005000

## 内 容 提 要

本书系石油储运专业的专业课教材之一,主要内容包括:输油管道概况和勘察设计;等温及热油输送管道、顺序输送管道的工艺计算;含蜡原油流变特性及非牛顿流体的压降计算;易凝高粘原油的输送方法;热油管道的运行管理及启动、停输的热力、水力计算方法;输油管道瞬变流动过程的特征线解法、瞬变流动过程的控制。

本书系根据1986年版《输油管道设计与管理》改编、修订而成。力求反映近年来国内外输油管道工艺各个领域的发展情况,着重突出基本原理及其工程应用的内容。本书可供从事输油管道设计、管理的工程技术人员参考。

### 输油管道设计与管理

杨筱蘅 张国忠 编著

\*

石油大学出版社出版发行

(山东省东营市)

山东东营新华印刷厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 16.75 印张 430 千字

1996年8月第1版 1996年8月第1次印刷

印数 1-2500 册

ISBN 7-5636-0866-4/TE·179

定价:20.00 元

# 前 言

“输油管道设计与管埋”是石油储运专业的专业课程之一。该课程的教材 1979 年第一次公开出版。1986 年,严大凡教授任主编,对原书作较大增删后再版。本书是在 1986 年版的基础上改编、修订而成。

近 10 年来,我国输油管道事业有了很大发展。易凝高粘原油的管输工艺在科研与生产应用上取得多项成果。在现有管道的技术改造及新管道的建设中,引进了国外的新技术、新设备,使输油管道的自动化水平、管理水平有很大提高。

本书在编写中,一方面力求反映近年来国内外输油管道工程各个领域的发展及我国管输科研成果及生产应用情况,另一方面着重突出基本原理及其工程应用的内容。对尚不成熟或工程上较少应用的理论计算,只作简要介绍。对章节编排顺序及内容进行了适当调整。

本书主要内容包括:输油管道概况和勘察设计;等温及热油输送管道、顺序输送管道的工艺计算;含蜡原油流变性及非牛顿流体的压降计算;易凝高粘原油的输送方法;热油管道的运行管理及启动、停输过程的热力、水力计算方法;输油管道瞬变流动过程的特征线解法、瞬变流动过程的控制。

“管道腐蚀与防腐”已开设选修课,该部分的内容不列入本书中。

本书由石油大学储运教研室杨筱蘅、张国忠编写。第一、三、四、五、七章由杨筱蘅编写,第二、六、八章由张国忠编写。全书由杨筱蘅统稿。

本书由严大凡教授审阅,她提出了许多宝贵意见,对编者帮助很大,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和错误之处,望读者批评、指正。

编 者

1995.8

Handwritten signature: 杨筱蘅

# 目 录

<b>第一章 输油管道概况和勘察设计</b> .....	1
第一节 输油管道概况.....	1
第二节 输油管道勘察设计概述.....	6
第三节 线路和站址的勘察.....	8
第四节 设计阶段及主要内容 .....	12
<b>第二章 等温输油管道的工艺计算</b> .....	15
第一节 输油泵站的工作特性 .....	15
第二节 输油管道的压能损失 .....	22
第三节 等温输油管道的工艺计算 .....	32
第四节 等温输油管道设计方案的经济比较 .....	42
第五节 等温输油管道运行工况分析与调节 .....	45
<b>第三章 加热输送管道的工艺计算</b> .....	52
第一节 热油管道的温降计算 .....	52
第二节 热油管道的摩阻计算 .....	68
第三节 确定和布置加热站、泵站.....	72
第四节 热油管道优化设计特点 .....	73
第五节 液化气输送管道的工艺计算 .....	75
<b>第四章 易凝高粘原油输送</b> .....	80
第一节 含蜡原油的流变特性 .....	80
第二节 非牛顿流体的摩阻计算 .....	88
第三节 含蜡原油加热输送的特殊问题 .....	97
第四节 含蜡原油的热处理输送.....	106
第五节 含蜡原油加降凝剂输送.....	109
第六节 易凝、高粘原油输送方法 .....	114
<b>第五章 热油管道的运行管理</b> .....	125
第一节 热油管道的日常运行管理.....	125
第二节 热油管道的启动投产.....	137
第三节 热油管道的停输温降及再启动.....	147
<b>第六章 顺序输送</b> .....	161
第一节 顺序输送的特点.....	161
第二节 顺序输送中的混油.....	162
第三节 管道终点混油的接收与销售.....	166
第四节 顺序输送最优化.....	181
第五节 减少混油的措施.....	185
<b>第七章 输油站及其主要设施</b> .....	191

第一节	输油站的平立面布置	191
第二节	输油站的工艺流程	194
第三节	输油泵与原动机	196
第四节	输油站的其它主要生产设施	202
第五节	输油管道监控与数据采集(SCADA)系统	209
<b>第八章</b>	<b>输油管道的瞬变流动与控制</b>	<b>217</b>
第一节	管道的瞬变流动过程	217
第二节	管道瞬变流动过程的数学描述与特征线解法	223
第三节	输油管道中的水力瞬变流动	237
第四节	输油管道瞬变流动过程的控制	242
附录一	国产钢管部分规格	252
附录二	API 标准钢管部分规格	257

# 第一章 输油管道概况和勘察设计

## 第一节 输油管道概况

### 一、管道运输特点

管道运输是原油和成品油最主要的运输方式。与铁路运输、公路运输、水运相比,管道运输具有以下特点:

(1) 运输量大。一条  $\phi 720\text{mm}$  管道年输油量约  $2 \times 10^7\text{t}$ ,  $\phi 1220\text{mm}$  管道年输油量约  $1 \times 10^8\text{t}$ , 分别相当于一条铁路及两条双轨铁路的年运输量。

(2) 管道大部分埋设于地下,占地少,受地形地物的限制少,可以缩短运输距离。

(3) 密闭安全,能够长期连续稳定运行。输油受恶劣气候的影响小,无噪音,油气损耗小,对环境污染少。

(4) 便于管理,易于实现远程集中监控。现代化管道运输系统的自动化程度很高,劳动生产率。

(5) 能耗少,运费低。在美国,管道输油的能耗约为铁路运输的  $1/7 \sim 1/12$ ,是陆上运输中输油成本最低的。

(6) 适于大量、单向、定点运输石油等流体货物。不如车、船等运输灵活、多样。

与管道运输相比,海运更为经济,但受地理环境限制。公路运输量小且运费高,一般用于少量油品的较短途运输。铁路运输成本高于管输,且罐车往往是空载返程,大量运油不经济。因铁路总的运力有限使输油量受到限制。

### 二、输油管道分类及组成

输油管道一般按其输送距离和经营方式分为两类:一类属于企业内部,如油田内短距离的油气集输管道,炼厂、油库内部管道,油田、炼厂到附近企业的输油管道等。其长度一般较短,不是独立的经营系统。另一类是长距离输油管道,如油田将原油送至较远的炼厂或码头的外输管道等。长距离输油管道一般管径大、运输距离长,有各种辅助配套工程。这种输油管道是独立经营的企业,有自己完整的组织机构,进行独立的经营管理。本书仅讨论长距离输油管道。

输油管道按所输油品的种类可分为原油管道与成品油管道两种。原油管道是将油田生产的原油输送至炼厂、港口或铁路转运站,具有管径大、输量大、运输距离长、分输点少的特点。成品油管道从炼厂将各种油品送至油库或转运站,具有输送品种多、批量多、分输点多的特点,多采用顺序输送。

长距离输油管由输油站和线路两大部分组成(图 1-1)。输油管起点有起点输油站,也称首站,它的任务是收集原油或石油产品,经计量后向下一站输送。首站的主要组成部分是油罐区、输油泵房和油品计量装置。有的为了加热油品还设有加热系统。输油泵从油罐汲取油品经加压(有的也经加热)、计量后输入干线管道。

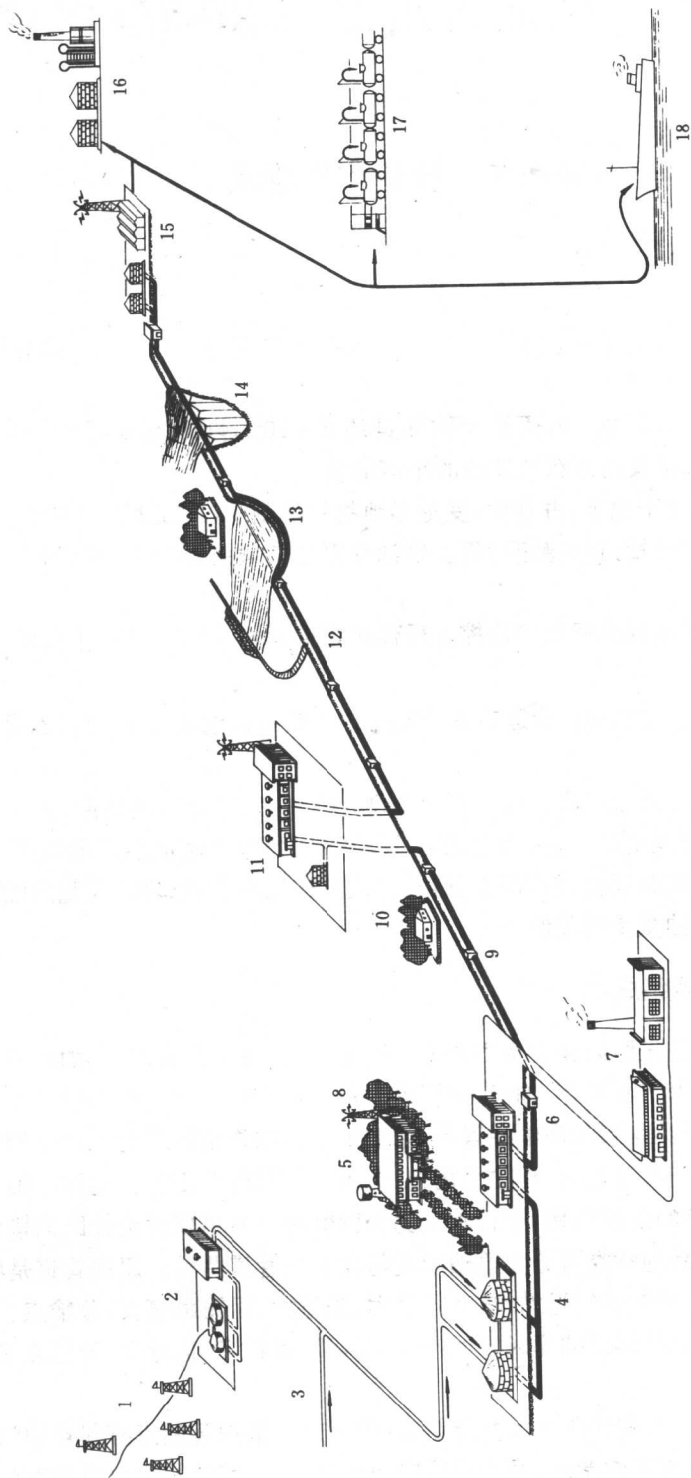


图 1-1 长距离原油管道概况

1—井场; 2—转油站; 3—来自油田的输油管; 4—全线调度中心和泵房; 5—全站罐区和泵房; 6—清管器发射室; 7—首站的锅炉房、机修厂等辅助设施; 8—微波通讯塔; 9—线路阀室; 10—管道维修人员住所; 11—中间输油站; 12—穿越河流的弯管; 13—穿越铁路; 14—穿越河流的弯管; 15—末站; 16—炼厂; 17—火车装油栈桥; 18—油轮装油码头



油品沿着管道向前流动,压力不断下降,需要在沿途设置中间输油泵站继续加压,直至将油品送到终点。为了继续加热,则设置中间加热站。加热站与输油泵站设在一起的,称为热泵站。

输油管的终点又称末站,它可能是属于长距离输油管的转运油库,也可能是其它企业的附属油库。末站的任务是接受来油和向用油单位供油,所以有较多的油罐与准确的计量系统。

为了满足沿线地区用油,可在中间输油站或中间阀室分出一部分油品,输往它处。也可在中途接受附近矿区或炼厂来油,汇集于中间输油站或干管,输往终点。

长距离输油管的线路部分包括管道本身,沿线阀室,通过河流、公路、山谷的穿(跨)越构筑物,阴极保护设施,以及沿线的简易公路、通讯与自控线路、巡线人员住所等。

长距离输油管道由钢管焊接而成。为防止土壤对钢管的腐蚀,管外都包有防腐绝缘层,并采用电法保护措施。为了防止含硫原油对管内壁的腐蚀,有时采用内壁涂层。内壁涂层还有降低管壁粗糙度提高输量的作用。

长距离输油管道上每隔一定距离设有截断阀门,大型穿(跨)越构筑物两端也有。一旦发生事故可以及时截断管道内流体,防止事故扩大和便于抢修。

有线或无线通讯系统是长距离输油管道不可缺少的设施之一,是全线生产调度和指挥的重要工具。近年来通讯卫星与微波技术被广泛地用于输油管的通讯系统和生产自动化的信息传输系统,使通讯和信息传输更加可靠和现代化。

### 三、输油管道发展概况

管道运输的发展与能源工业,特别是石油工业的发展密切相关。现代管道运输始于19世纪中叶。1865年在美国宾夕法尼亚州建成第一条原油管道,直径50mm,长近10km。20世纪初管道运输才有进一步发展,但真正具有现代规模的长距离输油管道则始于第二次世界大战。当时,美国因战争需要,建设了两条当时管径最大、距离最长的输油管道。一条是原油管道,管径为600mm(24in),全长2158km(1341mile),日输原油47700m<sup>3</sup>(30×10<sup>4</sup>bbl);另一条是成品油管道,管径500mm(20in),包括支线全长2745km(1706mile),日输成品油37360m<sup>3</sup>(23.5×10<sup>4</sup>bbl)。战后随着石油工业的发展,管道建设进入了一个新阶段,各产油国都建设了不少长距离输油管道。60年代开始,输油管道向着大管径、长距离方向发展,前苏联—东欧的“友谊”输油管道和美国的横贯阿拉斯加的输油管道就是两个典型代表。沙特阿拉伯的东—西原油管道和阿尔及利亚—突尼斯的原油管道都穿过了浩瀚的沙漠地区。随着英国北海油田的开发,兴建了一批海洋原油管道,最长的已达358km,在深100多米的海底铺设。这些管道的建设成功,标志着管道已可以通过极为复杂的地质、地理条件与气候恶劣的地区。

与此同时,成品油管道也获得迅速发展,成品油管道多建成地区性的管网系统,沿途多处收油和分油,采用密闭和顺序输送方式输油。美国的科洛尼尔成品油管道系统就是世界上大型成品油管道系统的典型代表之一。

#### 1. 世界著名大型长输管道

目前世界上比较著名的大型输油管道的简况如下:

(1) 前苏联“友谊”输油管道 它是世界上距离最长,管径最大的原油管道。从前苏联阿尔梅季耶夫斯克(第二巴库)到达莫济里后分为北、南两线,北线进入波兰和前民主德国,南线通向捷克和匈牙利。北、南线长度各为4412km和5500km,管径分别为1220、1020、820、720、529与426mm,年输原油超过1×10<sup>8</sup>t。管道工作压力4.9~6.28MPa。全线密闭输送,泵站采

用自动化与遥控管理。管道分两期建设,一期工程于1964年建成,二期工程于1973年完成。

(2) 美国阿拉斯加原油管道 它从美国阿拉斯加州北部的普拉德霍湾起纵贯阿拉斯加,通往该州南部的瓦尔迪兹港,是世界第一条伸入北极圈的输油管道。管道全长1287km,管径1220mm,工作压力8.23MPa,设计输油能力 $1 \times 10^8$ t/a。全线有12座泵站和1座末站,第一期工程建成8座泵站。采用燃气轮机带离心泵。全线集中控制,有比较完善的抗地震和管道保护措施。管道于1977年建成投产。

(3) 沙特东—西原油管道 管道起自靠近东海岸的阿卜凯克,终于西海岸港口城市延布,横贯沙特阿拉伯中部地区。管径1220mm,全长1202km,工作压力5.88MPa,输油能力 $1.37 \times 10^8$ m<sup>3</sup>/a。全线11座泵站,使用燃气轮机带离心泵。管道全线集中控制。全部工程于1983年完成。

(4) 美国西—东原油管道 管道从西部圣巴巴拉到休斯敦。管径762mm,全长2731km,输油能力47700m<sup>3</sup>/d。它加热输送高粘度原油,为世界最长的热输管道。全线共有21座泵站及加热站,其中6座用燃气轮机带离心泵,其余泵站用电动机带离心泵。管道于1988年建成。

(5) 美国科洛尼尔成品油管道系统 该管道系统由墨西哥湾的休斯敦至新泽西州的林登。干管管径为1020、920、820、750mm。截至1979年,干线总长4613km,干线与支线的总长8413km,有10个供油点和281个出油点,主要输送汽油、柴油、2号燃料油等100多个品级和牌号的油品,全系统的输油能力为 $1.4 \times 10^8$ t/a。

据不完全统计,到1980年底,世界大型长输管道的总长度已超过 $1.85 \times 10^6$ km,每年大约递增 $4 \sim 5 \times 10^4$ km。美国的原油和成品油管道共有 $32 \times 10^4$ km之多。

我国是最早使用管子输送流体的国家。公元前的秦汉时代,已经用打通了竹节的竹子连接起来输送卤水,随后又用于输送天然气。但是直到解放,全国没有建设一条长距离输油管道。1958年建成的克拉玛依—独山子输油管道,全长147km,管径150mm,是我国第一条长距离原油管道。60年代后,随着大庆、胜利、华北、中原等油田的开发,兴建了贯穿东北、华北和华东的原油管道网,总长约5000km。这个原油管道系统除了向沿线的各大炼厂供油外,还通过大连、秦皇岛、黄岛和仪征等水运港口向南方各炼厂供油,并向国外出口。东北地区的输油干线有:大庆—铁岭(复线),铁岭—大连,铁岭—秦皇岛等4条,管径均为720mm,共长2181km,形成了从大庆到秦皇岛和从大庆到大连的两大输油动脉,年输油能力为 $4 \times 10^7$ t。其它地区的输油干线主要有:秦皇岛—北京原油管道,管径529mm,长344km;任丘—北京原油管道,管径529mm,长120km;东营—黄岛原油管道,管径529mm,长250km;任丘—临邑—仪征原油管道,管径529、720mm,长882km。这些管道把我国主要油田与东北、华北地区大炼油厂及大连、秦皇岛、黄岛、仪征等主要港口连成一体,形成我国东部地区的输油管网,满足了东部地区原油运输及出口的要求。此外,在我国的河南、湖北、陕甘宁、青海和新疆等地区也铺设了一些原油管道。

建于世界屋脊青藏高原上,穿过永久冻土带等地质条件极为复杂地区的格尔木—拉萨成品油管道,全长1080km,管径150mm,输送汽油和柴油,是我国最长的一条顺序输送管道。

## 2. 长输管道发展趋势

从世界范围看,长距离输油管道的发展趋势有以下特点:

(1) 建设大口径、高压力的大型输油管道。当其它条件基本相同时,随管径增大,输油成本降低。在油气资源丰富、油源有保证的前提下,建设大口径管道的效益更好。我国原油管道现有最大管径720mm,国外目前输油管道最大管径为1220mm。

提高管道工作压力,可以增加输量、增大泵站间距、减少泵站数,使投资减少、输油成本降低。美国阿拉斯加原油管道的最大工作压力为 8.2MPa。

(2) 采用高强度、韧性及可焊性良好的管材。随着输油管道向大口径、高压方向发展,对管材的要求也日益提高。为了减少钢材耗量,要求提高管材的强度,为了防止断裂事故、保证管道的焊接质量,要求管材有良好的韧性及可焊性。目前油气管道多采用按 API 标准划分等级的 X56、X60、X65 号钢。70 年代以来推出的 X70 号钢,其规定屈服限最小值为 482MPa,具有较好的强度、韧性、可焊性综合质量指标,可低温条件下使用。这种管材制造的钢管已在某些国外油气管道上采用。

(3) 高度自动化。采用计算机监控与数据采集(SCADA)系统对全线进行管理。管理水平较高的管道已达到站场无人值守、全线集中控制。

(4) 重视管道建设的前期工作。输油管道随管径不同,有其经济输量范围,过高或过低的输量均使输油成本上升。大型输油管道要在较长时期内保持在其经济输量范围内,才有显著的经济效益。这将由油源情况、市场需求决定。因此,输油管道建设之前,对是否要建及建多大口径管道等问题需要认真研究。许多国家在油田开始勘探时,就将 2%左右的勘探费用于管道建设可行性研究。包括调研油田生产能力、原油性质、市场需求情况,并对管道的走向、管径、设备、投资、输油成本及利润等进行初步方案比选。可行性研究一般需用 6~9 个月时间,对大型管道或复杂情况下应更为慎重。美国阿拉斯加原油管道的可行性研究用了 4 年时间。

随着输油管道向沙漠、深海、极地的永冻土带伸展,在自然条件恶劣的环境中建设管道会遇到各种技术难题。许多管道建设的成功经验都是在线路方案基本确定后,根据管道实际问题提出科研课题,组织多学科、多层次的合作攻关。用科研成果指导管道设计,使其更符合实际,这是大型管道前期工作的核心。美国阿拉斯加原油管道通过北极的永冻土地区,设计热油管道时遇到许多难题。为了研究管道的埋设与架设方法,研究管道在不同操作条件下对永冻土的影响等有关输油工艺问题,由几家管道公司及科研公司共同承担,分别在加拿大、美国阿拉斯加北坡建设了三条大型试验环道,进行了多项试验研究。同时对保护环境、保护野生动植物及维持生态平衡等问题均给以足够的重视。例如,一方面为防止对空气、水体、土壤的污染,解决沿线土壤流失及植物复种等问题,在开始设计、施工时就开始研究、规划;另一方面关于管道建设对该地区的生态、生物迁移、动物群的习性影响,进行了长期研究,调查了驯鹿的数量和习性,研究驯鹿的迁移和繁殖情况以及鱼类、禽鸟的生活习性等。现在看来,当时这些方面的考虑是很有远见的。

#### 四、我国输油管道的现状及任务

建国以来,我国石油工业和管道运输业有了很大发展。1994 年,我国原油产量约  $1.394 \times 10^8$ t,居世界第六位。到 1989 年为止,我国输油管道总长 8155km,年输油量约  $1.4 \times 10^8$ t,其中原油管道总长 7248km,原油年输量约  $1.3 \times 10^8$ t。输气管道总长 6975km,其中天然气管道 6634km,年输天然气  $90.9 \times 10^8$ m<sup>3</sup>。管道运输已与铁路、公路、水运、航空一起构成了我国五大运输行业体系。油气管道输送是石油及天然气运输的主要支柱。

我国 70 年代开始建设大口径原油管道,在当时的技术水平条件下试制了所需设备,解决了长距离输送高粘易凝原油的一系列工艺问题,满足了当时管道建设的需要。我国长输管道与国外先进水平相比,在自动化水平、主要设施(如管材质量、机泵及加热系统效率及可靠性、阀门质量、施工机具及施工技术、管道防腐技术等)多方面均有较大差距。我国盛产高粘易凝原

油,采用加热输送时热能损失较大,加上设备效率不高及自动化程度低,管道总能耗高。美国1978年统计711.2mm(28in)管道单位能耗为161kJ/(t·km)。据1991年统计,我国 $\phi$ 720mm满负荷运行的铁大线、庆铁线的能耗分别为437kJ/(t·km)及411kJ/(t·km)。一些中小管径不满负荷运行的管道,由于输油能力利用率低、热损失大,单位能耗很高。

80年代以来,我国在铁大线、铁秦线的技术改造及东黄复线等新管道的建设中,引进了国外新技术,如高效泵机组、间接加热系统、密闭输油流程、水击控制及保护系统、采用SCADA系统实现全线集中监控等。新建的上述管道达到国外80年代中期水平。

目前我国东部油区不少已进入了产量递减阶段,需对东部原油管网进行技术改造,确保高凝原油管道在低输量下安全运行,节能降耗,提高社会效益与经济效益。今后一段时期内,我国将进口部分原油。需要优化调度管理,通过科学运筹,充分利用并提高现有管网的灵活性,合理调整管输原油的流向,完成国内及进口原油的输送任务。

我国石油开发的重点正在向西部转移,随着新疆、陕甘宁地区大型油气田的开发,建设西部外输管道的任务已摆在面前。新疆至内地的原油管道长达数千公里,通过戈壁、沙漠、盐碱滩等自然环境恶劣、荒无人烟的地区,气温变化大,沿线高程的落差很大,这些都给管道建设及运行管理提出了许多新的难题。

目前,我国成品油管道还很少,据1990年统计,我国管道输送量还不到成品油运输周转量的1%,70%的成品油靠铁路运输。这使已超负荷的铁路运输更为紧张,同时油气损耗及运费偏高。发展我国成品油管道,培养成品油管道的设计及营运队伍已是十分迫切的任务。

我国各油田生产的原油多为高粘易凝原油,还有相当数量的特高含蜡、高凝点原油及特高粘稠油。原油物性差异大,流型复杂,流动性能差。针对我国原油特点,研究发展具有我国特色的输油工艺技术,达到节能降耗、安全输油的目的,是我国管道科技工作者的重要任务。多年来,我国在含蜡原油流变性及输油新工艺研究方面做了大量工作,在简易热处理输送、加剂综合处理输送等方面取得了重大成果,达到国际先进水平。今后需要在输油工艺的新型、多样和综合应用上进一步深化研究。

## 第二节 输油管道勘察设计概述

### 一、输油管道的建设程序

长距离输油管道建设的规模大、投资多,往往是国家的重点工程,对国民经济发展有重大影响。而其本身从勘察设计、施工,直到投产后的长期安全稳定运行都很复杂,必须慎重对待。

是否建设输油管道和在什么地区建设一条什么样的输油管道,这是在国民经济发展计划指导下,在可行性研究的基础上需要解决的问题。勘察设计的任务则是将国民经济发展计划确定的项目具体规划出来,做出正确的设计。

进行基本建设必须严格遵守国家规定的基本建设程序,它是保证工程顺利进行和确保投资综合效益的重要条件。大型长距离输油管道建设要认真遵守以下程序:

(1) 根据资源条件和国民经济长期规划、地区规划、行业规划的要求,对拟建的输油管道进行可行性研究,并在可行性研究的基础上编制和审定设计任务书。

(2) 根据批准的设计任务书,按初步设计(或扩大初步设计)、施工图两个阶段进行设计。初步设计必须有概算,施工图设计必须有预算。

(3) 工程完毕,必须进行竣工验收,做出竣工报告(包括竣工图)和竣工决算。

一个好的设计必然是符合国家的方针政策、切合实际情况、技术先进、经济合理、安全适用的设计。做这样的设计,要求我们认真贯彻执行国家的方针政策,加强科学研究,努力汲取国外一切适用的先进技术成果,深入现场,精心设计,精心施工。

为保证设计工作正常进行,获得高质量的成果,必须遵循一定的程序。勘察是广义设计工作的一部分,它不仅为设计准备资料,也参与设计方案的确定。勘察与设计两者需密切配合进行。勘察工作必须走在设计的前面(必要时可有合理交叉),及时为设计提供资料。

勘察分为踏勘、初步设计勘察(初测)、施工图勘察(定测)三个阶段。较小的管道或沿线自然条件简单或工期紧迫时也可简化为踏勘与详细勘察两个阶段。设计可分为可行性研究、初步设计、施工图设计三个阶段。

## 二、选线原则

选线是输油管道勘察设计中的一项重要工作。线路的走向、长短和通过的难易程度,对整个输油管道工程的材料消耗、投资和施工都有很大影响。选线又是一项政策性很强的工作,要正确处理工业和农业,石油工业和其它工业,以及中央和地方等各方面的关系。同时,选线还是一项工作量大、劳动强度高而又艰苦的工作。随着新技术的发展,航空摄影以及近年来出现的卫星摄影及遥测、遥感技术和大型电子计算机的应用,为勘察选线提供了强有力的技术手段,为获得准确详尽的资料和进行线路选择最优化的数学分析提供了可能。

为选择一条合理的线路一般要遵守下列原则:

(1) 线路选择应满足输油管道施工、安全、维护和管理的要求,进行多方案的调查、分析比选,确定最优线路。

(2) 通过山谷、公路、铁路、江河、湖泊、沼泽地、居民区的大型穿(跨)越工程要尽可能少。如果一定需要,则选那些工程量小,技术上可能而又安全,施工方便的地点。

(3) 尽可能避开不良地质条件地段、强地震区和影响其它矿藏开采的地区。

(4) 线路应避开军事禁区、国家重点文物保护单位、自然保护区、城市水源地及飞机场、火车站、海港码头等区域。

(5) 有利于安全,线路与铁路干线、城镇、工矿企业等建(构)筑物应保持一定距离,宜远离直流电干扰源,以减少杂散电源对管道的腐蚀。

(6) 为便于施工、物资供应、动力供应和投产后管道的维修与巡线,管道应尽量靠近和利用现有公路和电网,以少建专用公路和电力线路。

(7) 综合考虑通过地区的规划和开发需要,考虑与相关工程和后续工程的关系。

(8) 尽量不经过低洼易积水地带、盐碱地及其它对管道腐蚀性强的地区。

(9) 注意生态平衡、三废治理和环境保护。

大型穿(跨)越地点和输油站址的确定是选线中最重要的工作之一。可以认为,一条输油管线路就是起点、终点、输油站址和各穿(跨)越点之间的连线。所以,大型穿(跨)越点和输油站址的选择应服从线路的总走向,在这个前提下,线路的局部走向应服从穿(跨)越点和站址的确定。

## 三、勘察中收集资料的内容

收集有关资料是勘察工作中的一项重要内容,只有详细占有资料,摸清情况,才能做出正

确的分析和判断。输油管道勘察中收集资料的主要内容有：

#### 1. 地理、气象及水文地质方面

(1) 1 : 50 000、1 : 500 000 或 1 : 1 000 000 地形图,交通图和行政区域图。

(2) 气象资料:如气温、地温、气压、风向、风速、降雨量、蒸发量、土壤冻结深度等。

(3) 水文资料:主要河流的长度、水位变化幅度(洪水位、枯水位、正常水位)、洪水特性及延续期、洪水淹没范围、河水冻结与开冻期等。

(4) 水文地质资料:通过地区的主要含水层、供水量、地下水流动规律、地下水对管道的影响等。

(5) 区域性的地质剖面图和地质构造、地层岩石特性等资料。沿线地形地貌主要类型及其与地质构造的关系,地形的险峻程度,土石方分布情况等。

(6) 滑坡地带及山体崩塌地区的形态和发育情况,以及与风和水有关的地质现象:风丘、岩溶、河流侵蚀作用、河岸冲刷、河道变迁、山洪冲积、泥石流等。

(7) 地震资料:地震的震级、烈度、震源及震中等。

(8) 耕地及沿线植物覆盖情况等。

#### 2. 经济建设方面

(1) 交通运输:公路、铁路、航道的线路质量,桥梁情况,运输量,可能通过能力,车站和码头的吞吐量,车、船数量及当地可能使用的小型运输车辆情况等。

(2) 动力供应:电站位置、电网性质、供电能力、电力负荷,以及沿线地区其它燃料的供应情况等。

(3) 通过地区的重要工程建筑物及大型工矿,城市建设及各种工程的规划。

(4) 劳动力情况。

(5) 生活资料供应能力。

### 第三节 线路和站址的勘察

输油管道的勘察工作,是根据设计要求选定线路走向与泵站站址,为各阶段设计工作提供必要的自然状况的原始资料与数据,是设计工作的基础。

勘察一般按踏勘、初步设计勘察与施工图勘察三个阶段进行。三阶段的工作内容及要求分述如下。

#### 一、踏勘

踏勘是在正式设计任务书下达之前进行的,是为进行可行性研究或编制方案设计提供资料。

踏勘工作分室内与野外两部分。首先在室内作业。在比例尽可能大(一般为 1 : 50 000 ~ 1 : 100 000)的地形图上初选几条线路走向方案,求出线路概略长度、穿(跨)越地点和次数,确定现场需要重点勘察的地段,编写踏勘工作纲要,为野外作业做好准备。

在室内工作基础上进行实地踏勘,调查研究。对预定的重点地段做重点调查,目测记录高山、河流、深沟等地形高差、长度、宽度,进行工程地质测绘和调查,补充收集资料。踏勘阶段不具体确定线路走向,也不选择站址。

室内外工作结束后,将各项资料分析整理、研究讨论,编写出踏勘报告,作为方案报告的依

据。踏勘报告主要内容为：

- (1) 踏勘工作依据。
- (2) 工作时间及人员组成。
- (3) 自然地理概况(地理位置、行政区、气候、山脉、水系等)。
- (4) 线路介绍:各方案的走向和长度,推荐意见,沿线的工程地质概况,土石方分布,水文地质和自然地质现象之描述,沿线植物覆盖情况,占用耕地数量,穿(跨)越工程概况和次数等。
- (5) 交通及动力供应情况。
- (6) 水文、气象资料。
- (7) 附图:踏勘示意图(比例尺 1:1 000 000~1:2 000 000);  
线路平面图(比例尺 1:50 000~1:200 000);  
踏勘像集。

## 二、初步设计勘察

它是在设计任务书下达以后,初步设计开始之前,根据踏勘报告选择几个线路方案,加深勘察,为技术经济比较确定最优线路方案提供资料。初步选择首、末站和中间站站址,确定穿(跨)越点。

初步设计阶段的野外勘察工作一般不使用仪器,只当遇到大的山、河等障碍物时才使用仪器,并确定穿(跨)越地点。该阶段野外勘察工作包括以下主要内容:

- (1) 了解沿线地貌。
  - (2) 线路工程地质调查和测绘。
  - (3) 沿线每 1~3km 测土壤电阻率一次。
  - (4) 穿越枯水期水面宽度在 50m 以上的大型河流时,在线路中线左右各 100~200m 范围内进行地形测量,测出穿越处河深及河床纵断面(边界至最大洪水位以上)。若为不稳定冲刷河流,则测量宽度应增加一倍。
- 在选定穿越中线上进行工程地质钻探。搜集有关水文资料,并实测水流流速和水面落差等。
- (5) 线路穿越大冲沟时,凡确定架空穿越的,在线路左右各 50m 内进行地形测量,测出穿越处线路纵断面图。并在线路穿越处进行工程地质调查。若穿越的是发展性冲沟,则上述测量宽度应增加一倍。

输油管道初步设计勘察可以不写专门的综合报告书,有关内容可编在初步设计的总说明部分。编入的内容主要为:

- (1) 勘察工作的依据、时间和条件。
- (2) 线路介绍:走向、起终点、长度、沿线的地形地貌、水文地质和工程地质情况。
- (3) 沿线农作物及植被情况。
- (4) 天然和人工障碍物穿(跨)越工程次数统计和描述。
- (5) 沿线交通、水、电、通信等情况。
- (6) 泵站站址踏勘报告。
- (7) 推荐最佳线路方案。绘线路平面图,比例尺 1:50 000~1:1000 00。

勘察中收集的资料经整理汇集后,与测量成果表和工程地质报告书一并存档备用。

### 三、施工图勘察

施工图阶段勘察又称定测,它是在初步设计批准后,施工图设计前进行。主要是根据批准的初步设计和上级审批意见,对全线进行复查、修改、定线和地形测量,并做工程地质和水文地质勘察,尤其要进行输油站和穿(跨)越点的地形测量和地质勘察,取得有关资料,作为施工设计的依据。

定线和测量就是在沿线打下里程桩、平面转角桩、纵向变坡桩,测量线路的高程、坐标、转角。最后得出沿线带状地形图和纵断面图。

同时,在沿线每隔一定距离(一般是1000m)挖探坑(深2~3m)取样,穿越点根据工程大小和地质条件钻孔1~3个,或3个以上,进行取样,以便在穿越中心线连成地质剖面图,取得工程地质和水文地质资料。沿线每隔一定距离测取土壤电阻率和导热系数。

勘察之后应交付综合勘察报告,主要内容如下:

(1) 带状地形图(图1-2),比例尺视管道的长度和地形复杂情况而定,一般为1:2000~1:10000或更小。宽度为线路中心线左右各50~100m,其中中线左右各50m为正规的地形

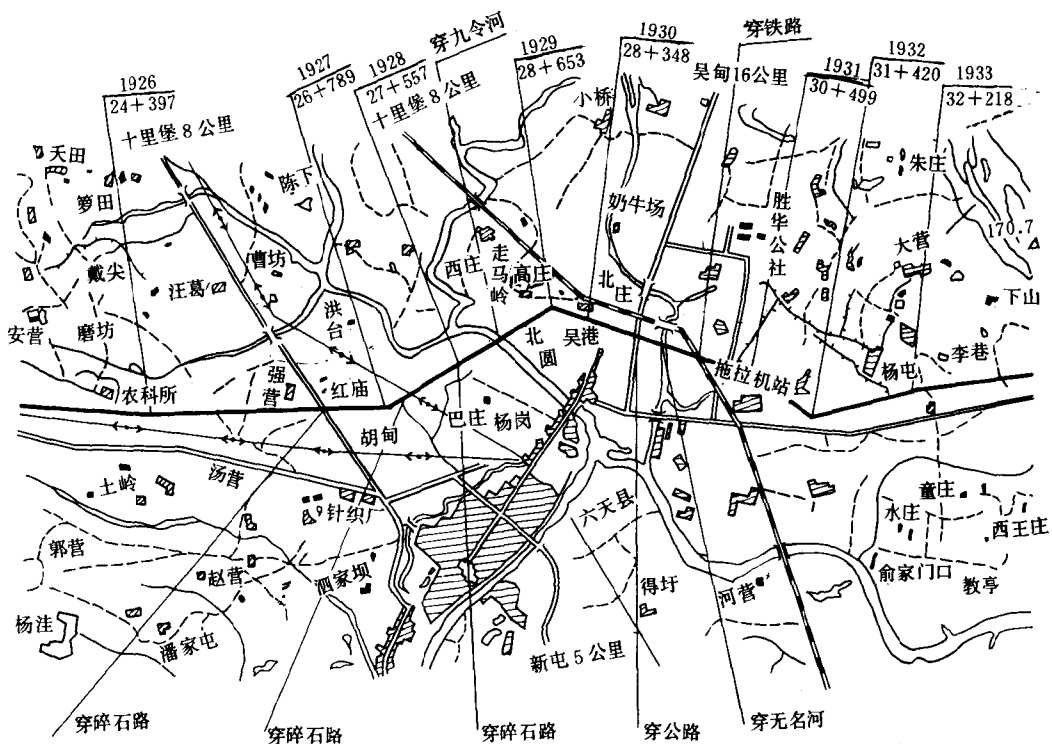


图1-2 输油管道带状地形图(1:50000)

图,而外侧之50~100m仅测地物。图内标明线路的走向、转角、测量桩和变坡桩的坐标、里程、自然标高、自然和人工障碍(河流、湖泊、山谷、冲沟、公路、铁路等)、沿线的地物、建筑物和电力、通讯线,并注明河流流向,距线路最近的公路、铁路的里程和起迄点。

(2) 纵断面图(图1-3),比例尺横向为1:2000~1:10000或更小,纵向为1:200~1:1000。图上应标明土壤名称、工程分类和腐蚀等级,地面自然标高、里程、线路转角桩号和



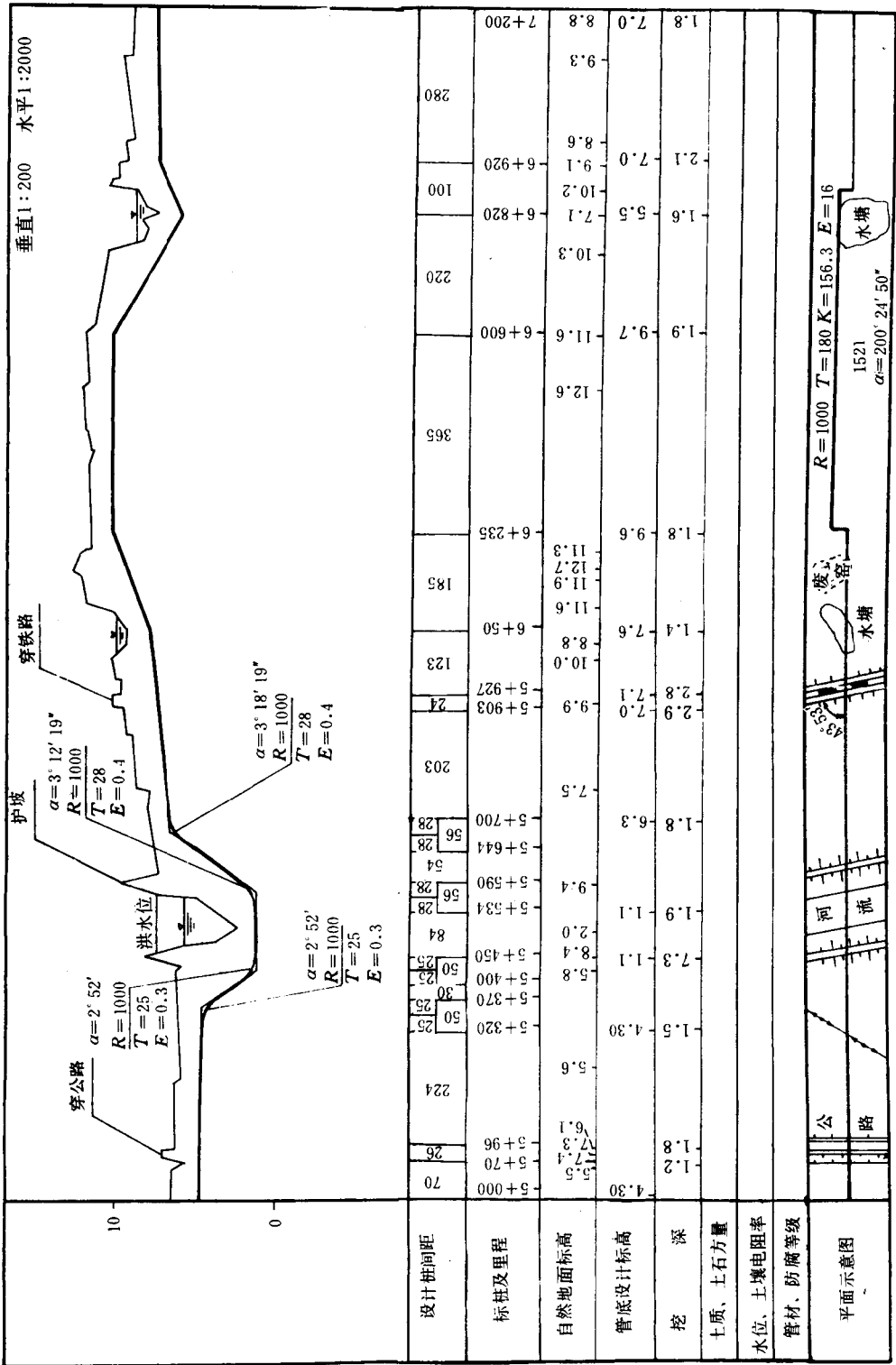


图 1-3 输油管道线路纵断面图