

GUOWAICHENGPINYOUGUANDAO
YUNXINGYUGUANLI

国外成品油管道 运行与管理

梁翕章 编著



PIPELINE

石油工业出版社

GLASSBORO UNIVERSITY
TURNING KNOWLEDGE INTO SKILL

国外成品油油管道 运行与管理

王世英 主编



国外成品油管道运行与管理

梁翕章 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了国外成品油管道发展的过程和现状,以及成品油管道运行管理的模式和难点。

本书可供从事成品油管道管理、设计和研究的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

国外成品油管道运行与管理/梁翥章编著.

北京:石油工业出版社,2010.12

ISBN 978-7-5021-8142-0

I. 国…

II. 梁…

III. 石油输送-成品油管道-管道输送-管理

IV. TE832

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 234635 号

国外成品油管道运行与管理

梁翥章 编著

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)64523536 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

2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

850 × 1168 毫米 开本:1/32 印张:9.375 插页:1

字数:234 千字

定价:36.00 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



深切怀念我国管道事业先行者翁心源同志

照片系作者与翁心源同志(右)于1962年重庆长江二次穿越成功后扫线时留影。

前 言

我国已经建有 3000 多千米各种管径的成品油管道,再介绍国外成品油管道的运行与管理,是否已无意义?但实际情况并非如此。我国的成品油管道与国外成品油管道对比,在输量、油品的品种、管道的运行与管理和服务范围上都有差异。原因何在,这是值得探讨的问题。

探讨这个问题,可从管道的运行规律上去了解。管道规律提示,管道服务于不同对象,就改变了管道的性质。从总体上看,我国已建的成品油管道是服务于企业的;而国外的成品油管道是服务市场和社会的。管道服务两种不同的对象,则管道的结构、功能与运行管理方式也将不同,这就是产生差异的原因。

我国目前的成品油管道是服务于企业的。因为我国成品油管道输送的油品是企业炼厂的,管道是企业投资建设与运行管理的,输送的成品油所运到的市场是企业垄断的。管道中运输油品的目的是适应企业的业务需要,是由企业调度的。管道实属企业内部的油品调度系统。我国开放的成品油市场尚未建成。在此时期建设服务于企业的成品油管道是符合国情的建设。

国外的成品油管道是服务市场和社会的,是公用的运输工具,在服务中谋取管道的经济效益。管道可以接受油品经销商或炼油厂的委托运输油品。只要委托运输的油品在输量和油品种类上,符合管道的规程,油品的品种能够排成符合管道顺序输送的程序,管道就可以与委托商签订承运合同。委托商支付管道的运输费用,管道即进入商业运行。管道遵守合同条款,对运输的油品质量

与数量负责,并准时将各批油品运输到规定的卸油站。管道若违反合同造成损失,由管道赔偿。对比国内外两种类型的成品油管道,由于服务的对象不同,管道的建设结构、管道的功能均不同,管道以后的发展机遇也不同。

一、本书编写的初衷与内容

经学习国外成品油管道的文献,了解到成品油管道的发展与成品油管道服务市场与社会有着密切关系。根据我国成品油的年消耗量已位居世界的前列,成品油市场将改革与开放以及我国将全面建设小康社会,深感我国成品油管道的发展,尚有很大的空间。介绍国外成品油管道发展过程和国外成品油管道的现状以及成品油管道运行管理的模式和难度等,供我国发展成品油管道时参考,或是有益的。

从成品油管道 1937 年成功问世至今已有 70 多年的发展史,成品油管道服务市场与社会的模式,已基本成型且在推广。正是因成品油管道服务于市场与社会,成品油市场在扩大,社会需求的范围在增加,也发展了成品油管道。书中在“发展与演变”一章中,介绍 3 条成品油管道在服务市场几十年中发展了自己,从 12in、10in 的单线,发展成 30in 3 条复线的成品油管道。

研究成品油管道的发展,不能忽视两次世界大战对成品油管道发展的促进。在第一次世界大战中,创新了柴油和航空汽油等新品种,扩大了油品市场,促进了在汽油管道中输送多种油品成功,成品油管道发展迈出了一大步。在第二次世界大战中,美国修建了大管径的成品油管道。统一调度全国成品油供战时需要,实现了多座炼油厂的油品汇入一条管道加压输送,实践证明仍能保证油品的质量。二战时也创新了航空煤油等新油品,再次扩大了

油品市场。二战后新建的成品油管道,推广战时的经验,开始多家公司联合经营,并扩大规模,加大输量,进一步提高管道的效率和效益,又一次促进成品油管道的大发展。1963年建成的世界规模最大的科洛尼尔成品油管道成为成品油管道服务市场的典型。在书中设立章节,详细介绍了科洛尼尔成品油管道的建设设计、运行与管理。

20世纪60年代后成品油管道的发展并未终止。随着市场油品种类增多,大量专用品增多。如航空煤油、电厂和轮船用的重质柴油和燃料油等,均属专用油品。航空煤油是无需进入市场的,而是直接由管道输往机场,燃料油和重质柴油等则由管道输往港口或电厂。这种输送专用油品的成品油管道,是直接服务于社会企业的。书中再举成品油管道服务社会的实例,即成品油管道兼输液化石油气。介绍了东得州成品油管道长距离将休斯敦炼厂生产的液化石油气,输往美国北部的缅因州。结合我国全面建设小康社会规划,书中还介绍了美国发展输送液化石油气管道的经过,并介绍3条液化石油气管道的建设和技术内容。同时还介绍了美国、日本引进液化石油气所采取的措施。本书组织的内容,可供我国发展成品油管道时参考。

二、成品油管道运行与管理的核心问题是计划运行

成品油管道是多品种油品在管道中输送,运行必须按油品合理排序的原则输送。顺序输送(本书有专节讲述顺序输送的合理排序)是成品油管道运行的立足点。按油品物性规则排列,这样排列的油品在管道运行中产生混油量,且产生的混油易于处理。如违反或破坏顺序输送的排序,将在管道运输中造成大量油品变质和产生难以处理的混油。这是成品油管道最大的损失。因此在

成品油管道的运行管理中,首先强调将油品按管道的规章排好顺序输送的次序。管道即按此次序顺序将油品输入管道,在给定的参数下运行,就可以有好的运行效果。因此管道编制运行计划就是以顺序输送为核心,成品油管道必须按计划运行,这就给成品油管道运行与管理带来很大的难度。如某批油品未能在计划规定输入管道时间前两小时到达首站油库,管道不能停输等待,必须寻找可代替的油品输入。如不能找到,管道必须停输等待,则称为管道的计划外停输事故。如系炼油厂生产影响而延误的,损失由炼油厂负责,下周期停输该厂油品一周以示处罚。卸油计划早已通知卸油站,如届时卸油站因油罐未能腾出,不能接收来油,则管道可将卸油全部输往终点站,损失由卸油站负责。这两例都是实例。为严格地执行运行计划,必须对违章行为进行严厉处罚,否则维持程序的执行就更难。

三、编制管道周期运行计划

管道服务市场是按市场需要去服务的。但是市场是多变的,为适应市场需要的变化,管道按每 10 天为一周期,根据市场下周期的需要,编制一次管道运行计划。这项工作是由委托商为主,组织产(炼厂)、运(管道)、销(油品销售)三方协作编制下周期管道的运行计划。委托商总负责,提供市场下周期需要油品的信息,负责组织油源和将油品运达管道首站。根据委托商提供的市场信息,产、运、销三方编制下周期管道的运行计划,这是项很艰巨的工作。首先根据市场信息提供的油品,由管道参与人员排列出油品顺序输送的次序,以此为核心编制管道运行计划。要求产、运、销三方既能满足顺序输送的安排供应油品,又能符合市场需求。根据这项计划,委托商与三方签订协作合同。签订合同以后,这项计

划即改称为程序,不得再修改。程序是精细运行的时刻表,各批油品何时输入管道精确到分钟。

服务市场的成品油管道,运行管理中体现在组织编制周期计划,必须产、运、销三方赤诚协作方能持久。编制计划工作不是短期几次,而是永无止境的。能了解面向市场服务的成品油管道运行与管理的复杂性、艰巨性和长期性,就会将管道的运行管理视为管道建设的基础工作,需要有良好基础。在管道建设初期,需要认真物色好能向管道长期供应饱满的油品和油品品种的炼厂。提供足够的油源,需要有几座炼油厂组合供应;达到管道饱满的输量,同样也需要多家销售公司联合经营销售。有长期稳定的油源又有顺畅销售的市场,这样管道既有稳定的物质基础和经济利益基础,也稳定了经营基础和运行管理的基础。这样稳定的优化组合,对供油、管道和销售三方都是有利的。了解成品油管道运行与管理的难度,就会将组织化的集体工作列为管道建设前期工作的重点。实际这项打基础的工作与管道的规模、线路走向等都有内在的联系。组成这样协作的集体,是需要时间的。书中介绍科洛尼尔成品油管道,为落实日输 300000m^3 成品油,寻找这样长期稳定的协作伙伴,花了 8 年时间。该管道能稳定地运行 40 多年,应认为这是值得的。

作者

2008 年 9 月 22 日

目 录

第一章 成品油管道发展与演变	(1)
第一节 成品油管道发展的几个阶段	(1)
第二节 管道大型化与国情的关系	(13)
第三节 成品油管道发展的基本规律	(29)
第二章 顺序输送与混油问题	(34)
第一节 顺序输送	(34)
第二节 混油的产生与处理	(50)
第三节 混油量的计算与应用	(68)
第三章 科洛尼尔成品油管道详述	(79)
第一节 科洛尼尔成品油管道工程概况及建设背景	(79)
第二节 科洛尼尔成品油管道的设计特点	(82)
第三节 科洛尼尔成品油管道工程的 建设和施工特点	(116)
第四节 科洛尼尔成品油管道出现的问题 及采取的措施	(120)
第五节 科洛尼尔成品油管道的复线建设	(127)
第六节 科洛尼尔成品油管道运行程序的编制	(130)
第七节 成品油管道的基本运行模式	(146)
第八节 科洛尼尔成品油管道的自动化系统	(155)
第九节 科洛尼尔成品油管道的经验	(158)
第四章 轻烃成品油管道综述	(164)
第一节 轻烃的物性及轻烃管道	(165)

第二节	轻烃油品的计量与标定技术	(178)
第三节	轻烃管道的安全与维护	(184)
第四节	欧肯轻烃管道	(188)
第五节	中部美洲轻烃管道(Mid - America High Vaper Pressure Products Pipeline)	(198)
第六节	美国迪克希(Dixie)轻烃管道	(226)
第七节	储存轻烃和 LPG 地下储库的建设与使用	(235)
第八节	成品油管道兼输 LPG 和低温储存	(252)
第九节	建设海上 LPG 接收站	(271)

第一章 成品油管道发展与演变

第一节 成品油管道发展的几个阶段

一、汽油管道时代

成品油管道是在原油管道的基础上发展起来的。1868 年第一条原油管道问世。通过原油管道的建设,管材的生产、输油泵的改进、管道施工技术的提高,1900 年第一条汽油管道建成,管径 4in,总长度 14km。

1901 年,美国中西部得克萨斯州北部发现了新的高产油区。在开发生产出原油后,首先是修建原油管道,将原油输往东部的旧油区的炼油厂加工生产成品油,此时出现了连接新区与东部石油区的原油管道。

在 1910 年,开发的新油区的炼油厂已建成,但是新油区尚未形成市场,生产的汽油尚需输往东部市场销售。即出现连接东部和西部当时规模最大 1046km 的汽油管道。

汽油管道的出现首先是因为汽车市场的发展。1910 年,美国拥有汽车 50×10^4 辆,1930 年,汽车达到 650×10^4 辆。如此快速增长,必然需要相应的汽油供应。1927 年,汽油产量已达到每年 $650 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。在此形势下,修建更大规模的汽油管道已迫在眉睫。1928 年,英国壳牌石油公司修建了由本图拉至威尔明顿的汽油管道。这是一条管径 6in 螺纹连接的管道,并设有 1 座中间泵站,翻山越岭铺设了 156km,顺序输送蒸馏汽油、裂化汽油、天然汽油和液化石油气。总体看虽然简陋、粗糙,但在当时能将汽油与液化石油气串起顺序输送,已经很不简单了,管道全线运行的压力高

于液化石油气的蒸气压,使其始终在液态下运行。管道设计时,只能以水的黏度代替汽油黏度,水力计算也采用输水管道的计算公式。1927年,美国已建有原油管道 158400km,为成品油管道的发展打下了坚实的基础。

值得提出的是美国菲利普石油公司修建的 1046km,管径 8in 的汽油管道。这条管道将新油区炼油厂生产的汽油输往东部伊利诺伊州密西西比河西岸的东圣路易斯市,并利用密西西比河的航运进入南部市场。这条汽油管道是当时规模最大的管道,它的建成与运行给汽油管道带来 5 个方面的变化。

一是汽油管道在结构上发生很大的变化。管道沿途靠近 10 座城市,1046km 的管道上,设有 11 座泵站,10 座增压站和 1 座末站,末站位于东圣路易斯的水陆联运站。由于汽油的消耗量各季节差异很大,调节输量时,有选择地启动增压站。沿线设有 3 座相当规模的泵站兼作卸油站,这大大地改变了过去只有首站进油,末站卸油,中间不卸油的传统。中间设有卸油站,这使管道各段因卸油而流量不同,从而给管道运行管理和生产调度提出了新的研究课题。

二是管道规模不断扩大。有 6 家石油公司投资管道建设,6 家石油公司输油,增加了输量,也增加了油品品种,使管道开始迈向公用化。所输的汽油品种牌号有 12 号、14 号、22 号、26 号(是以汽油的蒸气压作为牌号)以及液化石油气。如此众多的品种顺序输送,并在中途向 3 座卸油站和末站卸油,这就需要有很高的分辨油品的能力,又给运行调度提出了新课题。这时已经具备了单一油品,不同牌号顺序输送的工艺。

三是增加了中途卸油站,极大地改变了传统专用管道的性质,使管道有可能直接面向市场。卸油站具备各种类型的钢制浮顶罐、储存液化石油气的带压储罐以及铁路、公路装车栈桥等。这时管道所输的油品仍然不是最终产品,从管道卸出的油品需加铅、进行油品调和、着色,汽油与丙烷的混合油还要进行分离处理后才能销售。

四是管道承运多家公司的油品。这种承运带来了油品承运与交接等商业行为,如同铁路运输的制度。这套制度的运行首先要识别油品的物性、数量以及属于哪家公司的油品和运到哪座站卸油。为分辨各批油品,不同油品采用了不同的着色方法,如车用汽油为原色,高级车用汽油为红色,航空汽油为蓝色。同一种汽油,密度相近又不能混的则在两批油品中间注入一小批密度不同的油品作为隔离液。各站采用密度计检测和取样化验两种方法进行识别,然后用电传打字机向调度室传递信息,了解各批油品所在位置。

五是混油处理。顺序输送必然会产生混油,这时输送的油品尚属非最终产品,卸出后均需再加工,因此混油处理问题尚不突出。1920年至1940年的20年,可以称作是汽油管道时代。这个时期,汽油管道得到了极大的发展。自1859年在美国东部打出了第一口油井之后,石油工业和汽油市场在宾夕法尼亚州迅速发展,建成了石油基地,使美国东部快速成为政治、经济、文化发达地区。

在市场经济体制的国家,成品油管道的称谓有其特殊的含义,并不是所有输送成品油的管道都称为“成品油管道”。输送成品油的管道经过多年演变,形成了不同性质不同称谓的管道。早期是以输送介质而定名,如主要输送汽油的,称之为汽油管道,输送柴油的称为柴油管道。从输送功能上来说,为企业内部服务的成品油管道,称为专用管道,企业内部形成的成品油管道网,称为管道集输线(Pipeline Gathering Line),不涉及商业行为。我国目前已建的成品油管道上千千米,但这些成品油管道基本上都是为企业内部服务的管道。国际则称为集输线,我国则习惯统称为成品油管道。1932年,美国发明了能够顺序输送多品种,面向市场经营的成品油管道,对这种类型带有商业行为的成品油管道,才定名为‘成品油管道’。企业内部经营,与面向市场经营,这是两种完全不同性质的成品油管道,国外在成品油管道的统计中是有严格区别的。

成品油管道的结构和运行方式与原油管道完全不同。原油非商品,管道输送的原油只是向炼油厂供油。而成品油管道的油源来自于市场,由多座炼油厂供应,油品种类多,在成品油管道中输送,必须保证油品的质量。这就是成品油管道运行的难点。多品种在同一管道中输送,产生混油是不可避免的。成品油管道研究成功,就在于既能保证油品质量,又解决了混油的处理问题。这两项要素的成功,才使成品油管道运行具有经济性。所采取的措施,就是严格的油品排序和执行顺序输送工艺,就可以顺序输送十几种油品。这是成品油管道的最大特点,但是也使成品油管道的运行与管理难度增加。

成品油管道服务于市场,为了向用户供应成品油,管道沿途设有多处卸油站和支线管道输送专用油品至机场、码头和电厂。这种结构是成品油管道的另一特点。复杂的成品油管道,必须严格执行管道的运行计划。服务于市场的成品油管道,就必须按市场的需求编制计划。如何使市场的需求能符合管道的顺序输送计划,这就是服务市场的成品油管道运行管理的难度。关键在于组织市场产(炼油厂)、运(管道)、销(销售公司)三方协作保证管道平稳运行,这也是三方的利益所在。由销售部门提供下周期(约10天)市场需求油品的品种和输量。由协作三方共同编制下周期的管道运行计划。计划的核心问题是保证管道的顺序输送。三方协商制订计划,就以商业合同方式固定下来。任何一方未能遵守合同,影响管道的计划运行,按合同受处分。根据科洛尼尔成品油管道的经验,通过产、运、销三方共同编制周期性的计划,这是服务市场商用成品油管道的核心问题。是永不会中断的艰巨工作。

成品油市场是变化复杂的市场,不同季节销售的油品种类与销售量均有很大的不同。全年的输量也会根据市场的发展不断的变化。因此,为满足市场需求,成品油管道要适应连续不断的变化,管道的结构和规模必须不停地改造,这是成品油管道面对市场

的实际问题。这样的变化对成品油管道并不是坏事,成品油管道正是在不断地改造过程中发展自己的。美国普兰迪逊成品油管道,建成初期管道的管径仅为 12in 和 10in 的单线管道,经 30 年的不断改造,成为美国第二条大型成品油管道,拥有 30in,40in 多条平行的成品油管道,因此成品油管道是管道运行中最为复杂的管道之一,也是管理难度最大的管道。

二、成品油管道的形成

1932 年,美国基斯通汽油管道公司在他们的汽油管道上进行了多种油品顺序输送的试验,成功地顺序输送汽油、煤油、柴油等。这是成品油管道的一次飞跃。这一成功给原来只能输送汽油的管道带来了大量油源,使管道效益猛增。当时还获得了专利权。这项研究指出,在顺序输送过程中减少混油量最基本的方法是在顺序输送时将两种密度相近,且产生的混油便于处理的油品排列在一起,并使管道中的油品在输送时处于紊流状态。这样就必须采用相应的输送工艺、编制合理的运行程序、准确的生产调度和一整套检测油品运行的手段。这些难题的解决使成品油管道的水平有了很大的提高。

从此,汽油管道纷纷改造成为输送多种油品的管道,汽油管道的称呼逐渐消失,改名为成品油管道。汽油管道改造后,管道输送的品种和输量相对增加,使管道有条件进一步面向市场开放。成品油管道的卸油站和支线大量增加,销售面不断扩大,油品的质量已经完全可以满足作为商品的规格和要求,形成了成品油管道的基本模式。至此,成品油管道成为了以商业合同为基础,能够满足市场对成品油质量要求,可以多种油品顺序输送,按托运者的需求,由专业管道公司进行承运最终产品的高效运输工具。

三、第二次世界大战期间成品油管道进一步发展

在大量汽油管道向成品油管道过渡的时候,经过经验总结,在