

国外油气新科技丛书

沙漠与山区管道建设

陶世桢 等编译



石油工业出版社

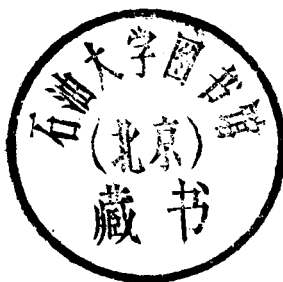
TE 973
005

062832

国外油气新科技丛书

沙漠与山区管道建设

陶世楨 等编译



200405908



石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

我国西部沙漠地区油气资源丰富,为配合西北地区长输管道建设的前期研究工作,本分册收集编译了非洲、亚洲和拉丁美洲部分沙漠及山地建设油、气、水输送管道的17篇文章。各文章从不同角度介绍了各国的成功经验,同时有的文章也结合我国沙漠地区的特点,阐述了作者的看法和建议。

全书由陶世桢、程光荣同志审校。

本书可供从事油气集输、加工处理的规划设计人员、管道施工工程技术人员阅读参考。

国外油气新科技丛书
沙漠与山区管道建设
陶世桢 等编译

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京密云华都印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 5⁷/₈印张 1插页 128千字 印数:1—1,200

1992年7月北京第1版 1992年7月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0652-9/TE·620

定价:3.50元

编 者 的 话

当今是科技迅速发展的时代，信息至关重要。石油工业则是技术密集、资金密集和风险很大的产业。为了节约资金和减少风险，引用各种新的科学技术成果，就成为发展石油工业的必由之路。

十多年来，我国的石油科技工作者，在党的改革开放方针的指引下，在学习国外先进的石油科学技术方面，取得了很大的成绩，促进了我国石油科技的迅速发展，同时，也为发展我国的石油工业作出了应有的贡献。但是，从信息传播的速度和广度来看，还不能适应广大石油科技工作者的需要。为了解决这个问题，我们推出这套丛书。

这套丛书在内容方面按石油科技中不同的专业，如石油地质、石油储运、石油经济……分成单册。每个专业里又根据当前我国石油工业急需的科技课题，从国外最新发表的文章中进行挑选后，组织翻译。有的还是由若干文章进行编译的。

我们希望广大石油科技工作者喜爱这套丛书，并请不吝赐教，以便改进工作。

国外油气新科技丛书编委会

国外油气新科技丛书编委会

主 任：李昭仁

副主任：安作相 于秀琳 段云舫

委 员：(按姓氏笔划为序)

于秀琳	马家骥	孔秀兰	司徒丽丽
安作相	吕德本	牟永光	李昭仁
李希文	陈广田	张 焱	林素珍
段云舫	胡文海	徐云英	章兆淇
陶世桢			

《沙漠与山区管道建设》编委会

主 任：陶世桢 程光荣(审校)

委 员：吕德本 张 健 曾昭懿 程光荣
陶世桢

目 录

一、阿尔及利亚沙漠油气管道的设计及施工·····	(1)
二、利比亚沙漠输油管道·····	(7)
三、撒哈拉沙漠输气管道线路投资方案的对比·····	(25)
四、沙特阿拉伯沙漠石油管道的设计及施工·····	(38)
五、沙特阿拉伯沙漠输水管道的设计及施工·····	(59)
六、沙特阿拉伯沙漠油气田的天然气处理厂·····	(64)
七、阿曼沙漠塞赫迈输油泵站的设计特点·····	(72)
八、苏联沙漠输气管道设计及施工·····	(79)
九、苏联布哈拉—乌拉尔输气管道上推土机的应用···	(95)
十、苏联中亚—中央输气管道·····	(100)
十一、秘鲁沙漠及山区的输油管道(一)·····	(123)
十二、秘鲁沙漠及山区的输油管道(二)·····	(132)
十三、秘鲁沙漠及山区的管道泵站用卫星定线定位···	(137)
十四、国外沙漠油气管道设计及施工经验小结·····	(141)
十五、对我国塔克拉玛干沙漠油气管道工程的初探和 建议·····	(151)
十六、沙漠管道采用GPS和遥感技术的初探和建议···	(165)
十七、对我国沙漠油气管道施工技术与施工装备的初 探和建议·····	(175)

一、阿尔及利亚沙漠油气 管道的设计及施工

张 健 编译

北非的阿尔及利亚国土为 $234 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，其中90%的面积被沙漠覆盖。阿特拉斯山脉横贯北部，北部为高原区。沙丘高差200~300m。冬季最低气温为 -6.64°C ，夏季最高温度为 54.44°C ，并常有沙暴。

由于阿尔及利亚的大油气田位于撒哈拉大沙漠之中，所以油气外输工程受气候及恶劣地理环境条件影响，施工中技术问题很多，难度很大。自1958年初阿尔及利亚的第1条沙漠原油管道完工投产以来的30年中，阿尔及利亚共建成并投产了10条大型沙漠油气输送管道。这10条沙漠油气管道中除了3条为原油管道外，其余7条均为天然气管道。

1. 3条原油管道

① 哈西梅萨乌德 (Hassi Messaoud) 至贝贾亚 (Bejaia) 原油管道，全长660km，管径610mm，于1959年12月完工投产，1963年管道输量达 $1400 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。

② 哈西梅萨乌德至阿尔泽原油管道，长805km，管径710mm，60年代末完工，输量曾达 $2300 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。

③ 阿尔及尼亚东部油田至突尼斯斯希腊 (La Skhirra) 港原油管道，全长780km，管径610mm，1959年11月开工，

输量为 $1000 \times 10^4 \text{ t/a}$ ，最终输送能力达 $3.3 \times 10^4 \text{ t/d}$ 。

2. 7条天然气管道

① 哈西勒迈勒 (Hassi R'Mel) 至阿尔及尔天然气管道。

② 哈西勒迈勒至奥兰港 (Oran) 天然气管道。

③ 哈西勒迈勒至阿尔泽天然气管道，管径610mm，于1961~1963年期间建成并投产。

④ 哈西勒迈勒至斯基克达天然气管道，长575km，管径1000mm，1970~1973年期间建成投产。

⑤ 阿一意天然气管道，该管道由哈西勒迈勒气田经突尼斯、穿越地中海至意大利，全长2500km，管径1220mm，该管道在非洲部分长度为918km，1984年全线完工。整个工程耗资25亿美元，1985年外输天然气 $538 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

⑥ 哈西勒迈勒—阿尔泽天然气管道复线，80年代完工。

⑦ 哈西勒迈勒—斯基克达天然气管道，长603km，管径1066mm，计划1988年完工。

下面重点介绍一下哈西梅萨乌德—贝贾亚原油管道的工程简况。

哈西梅萨乌德—贝贾亚原油管道是阿尔及利亚建设的第1条大型原油输送管道，该管道起自哈西梅萨乌德油田至地中海港口城市贝贾亚，全长660km，管径610mm，于1959年12月完工投产，曾被称为法国石油工业的重大事件（因阿尔及利亚当时曾为法国殖民地），1963年报道输量达 $1400 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。

该管道工程建设特点是由于哈西梅萨乌德油田位于撒哈

拉沙漠之中，这对油气外输工程是个不利的因素。但是，由于阿尔及利亚国土中的油田离地中海港口地区较近，这样原油外输所需物质装备从海上得到供应比较方便。另外，由于阿尔及利亚本国的资金和技术力量不足，其建设和投资依靠英、法、美等国的大石油公司，故管道工程的技术水平高，建设速度快。

具体采取的技术经济措施如下：

（1）根据产量再定建管输量

在五、六十年代油气田开发初期，根据油气储量和产量的发展状况，逐步分期分段配置地面设施和铺设管线。如哈西梅萨乌德油田在1957年开发初期，采取小型管道与铁路联运原油的临时措施。最初所建管道长160km，直径152mm，输量2000t/d。原油从油田输至中转站，再由铁路油罐车外运。

随着对油田储量规模的进一步落实及油田产量的大幅度增加，才相继建成并投产了数条大型沙漠油气长输管道。

（2）回收轻烃，节约资源

在油气田发展的基础上，建成一定规模的油气处理设施。阿尔及利亚在投资达334亿美元的开发油气储量庞大规划中，曾明确提出实现六项节能项目：①回收和利用原油生产中的伴生气；②对所产凝析液和液化石油气中的伴生气和非伴生气，在经济可行的范围内进行加工；③进行天然气回注，特别是伴生气的回注，以提高石油采收率；④通过对凝析气田进行全部或部分的气体回注，最大限度地回收凝析油；⑤维持长期稳定的天然气销售量；⑥在油气田内部，对凝析油稳定装置和中压装置产出的气体进行液化石油气的系

统生产。为此，一系列的工程建设项目包括：①铺设油井和油气田间的集输和回注管线；②兴建集输伴生气至加工装置的压缩机站；③建立湿气加工中心；④设立必要的增压站；⑤除凝析气田和油田的处理装置外，设立气体回注站；⑥开展沿海地区的多项工程项目。由于阿尔及利亚重视和大搞轻烃回收工作，70年代初在沙漠区的哈西梅萨乌德大油田就建成了两座油田伴生气轻烃回收厂，油田北部厂的产能为 $38 \times 10^4 \text{ t/a}$ ，投资3000万美元，南部厂的产能为 $45 \times 10^4 \text{ t/a}$ 。1982年阿尔及利亚的液化石油气年产量达 $400 \times 10^4 \text{ t}$ ，成为世界上液化石油气第一大出口国。

(3) 根据不同条件选择材料、设备

阿尔及利亚的大型油气输送管道基本上选用API5L-X52管材。另外视输送条件和管道所经地区不同，采用变强度或变壁厚设计，经济效益显著。如位于撒哈拉沙漠的阿尔及利亚最大气田哈西勒迈勒集气管网压力选井口静压力 252 kg/cm^2 ，管径 $125.4 \sim 203.2 \text{ mm}$ (6~8in)。经处理中心降压后，出口压力为 70 kg/cm^2 ，进入外输管道($\phi 609.6 \text{ mm}$ (24in)，长600km)至港口地区，充分利用了井口压力，中途不必设增压站，年输气量达 $40 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。由于集输管道经由沙漠区至居民区，因此两个不同地区所选用的管材强度和壁厚均有不同。沙漠区管道选用API5L-X52管材；居民区的管道选用AFNoR-A48S管材；相应地沙漠区输送压力较高，管壁较厚；居民区输送压力较低，管壁较薄。另外，阿尔及利亚的大型原油管道输油泵站设备采用2462kW轻工业型燃气轮机带动的离心泵；在环境条件较好、可就地维修的系站上，则采用重工业型燃气轮机，其价格较航空改型的

便宜,经济适用。初建的液化天然气厂采用逐级冷却压缩法,比其他液化方法所需设备功率小,燃料消耗少。

(4) 选用合理的输送工艺和进行自动化管理

天然气集输系统压力一般选井口压力,从输送工艺方面讲,可充分利用压能,比较合理,但必须保证高压下的作业安全可靠。因此,阿尔及利亚的气田地面设施均装备有安全控制装置,一般是压力泄漏情况下的自动安全装置。如集气管线发生破裂时,自动安全装置能及时关闭采油树上的阀门。井口采用的是普通采油树,阀门耐压API5000psi(350 kg/cm^2)。为保证装置的正常操作,决定对整个集气系统配备遥测和遥控装置,以特制的六芯电缆相连,用以输送电力、遥测、遥控信号和通信。电缆与集输管道敷设在同一管沟内。

原油管道的主控站能对中间泵站进行遥控和操作管理。泵站备有雷达设备。

(5) 后勤服务设施

采用轻质钢结构构件,构件均预制化和标准化。设计建造了适于沙漠区的活动式住房,采用隔热辐射的双层通风房顶、双层墙壁(用焦木制成,玻璃纤维隔热层),传热系数低于 $1.136\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

(6) 采用机械化施工方法

哈西梅萨乌德—贝贾亚大型原油管道由法国公司施工,全线途经209km山路,最高海拔1067m,最大坡度 7.5° 。施工人员600名(其中欧洲人和阿尔及利亚人各占一半),采用80台机动设备(运管机、吊车、推土机等),60台机械设备(电焊机、弯管机等),全长660km管道不到两年时间完工

二、利比亚沙漠输油管道

刘良坚 编译

利比亚位于北非地中海沿岸，西面是突尼斯和阿尔及利亚，东邻埃及。利比亚 $175 \times 10^4 \text{km}^2$ 的面积中，90%以上为撒哈拉沙漠和半沙漠区。除了在内陆深部偶尔能见到的绿洲外，只有沿北部的地中海岸线的一条狭长地带带有植物生长。

本世纪50年代初期，利比亚还没有发现重要的油气资源。这个1951年独立的国家当时还处于振兴经济、兴办教育和社会福利事业的进程中，正在努力克服由于外部势力多个世纪的占领和第二次世界大战所造成的破坏与混乱。正是在这个时期，一些主要的西方石油公司开始了利比亚的石油地质勘探工作。但在1958年之前，勘探工作进展一直相当缓慢。1958年7月Oasis公司在锡尔特（Sirte）盆地中的达赫腊（Dahra）探区和同年8月Mobil公司在达赫腊附近的霍夫拉（Hofra）探区都有重大油气发现，对当局鼓舞较大，从而加快了勘探工作的步伐。然而，直到1959年6月Esso公司发现泽勒坦（Zelten，现名纳赛尔）油田之后，才在油田开发进程中提出了输气管道的规划设计问题。

利比亚第一条大型的管道是泽勒坦至卜雷加（Marsa Brega）港的输油管道，于1961年10月建成投产。到1978年为止利比亚只开发锡尔特盆地。下面根据文献〔1,2,3,4〕所提供的情况，首先简介与管道建设有关的总体概况，然后重点

介绍利比亚最大的一条沙漠输油管道(BP-Hunt管道)的建设情况。

1. 综 述

1966年,利比亚已建成三个大型的管道系统,另一个大型管道系统(BP-Hunt管道系统)也正在建设中。这些系统把锡尔特盆地各大油田生产的油气输送到沿海的几个港口城市。Esso、Sidrah和Sirtica这三个系统的干线管道长度为1223km(760mile)(包括环状管线,如图2-1所示)^①,干线管道直径^②范围为508~813mm(20~32in),大部分为762mm(30in)。正在建设的BP-Hunt管道长约为515km(320mile),直径864mm(34in)。从阿马勒(Amal)油田至拉斯拉努夫(Ras Lanuf)的管线也正在兴建,该管道长为274km(170mile),直径为762mm(30in)。这样,总的干线里程数约为2011km(1250mile),这一数值不包括Esso公司的一条914mm(36in)直径的输水管道(这条管道从卜雷加至泽勒坦,与Esso公司762mm直径的输油管道并行)。另外,各油田内部均由集输管网把油田与干线系统连接起来。当时已计划进行的“联网”工作还有:Phillips石油公司打算把他们在92号租地发现的油田连接到Sirtica管道系统;Pan American公司也打算把他们在33号租地发现的油田与Sirtica管道系统连接起来。

1) 管道建设面临的问题

(1) 运输

① 均指外径。——编者

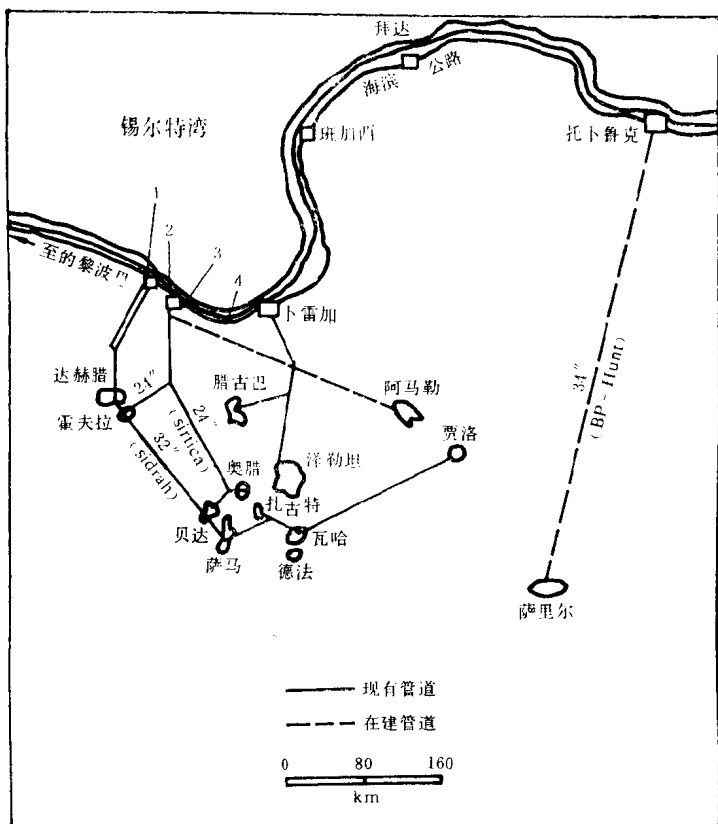


图2-1 锡尔特盆地干线管网分布概况(1966年7月)^[1]

1—锡德；2—拉斯拉努夫；3—大理石拱门村；4—欧盖莱

西方各石油公司在锡尔特盆地的各项工程所需的材料和补给，都是直接海运到各管道系统的末站；或者首先运到的黎波里 (Tripoli) 和班加西 (Benghazi) 这两个主要的港口城市，然后再沿海滨公路运往各管道系统的末站。托卜

鲁克 (Tobruk) 是BP-Hunt管道工程的主要供应港口。尽管有限的港口设施都在超负荷运转,但是货物的周转却始终井井有条。利比亚没有铁路,所有货物都必须用汽车沿海滨公路运输。在离开海滨公路之后,现成的道路是很少的。但这通常还不成为问题,因为大多数地区即使是大型卡车也是可以通过的。出现的问题是:在常用的道路上,特别是那些由装运重型设备和管道的卡车通过的道路上,很快会因为粉沙的流化而使正常的客车也无法通行。因此,对于大多数荒漠地区来说,必须要有宽轮胎的四轮驱动的高架运输车辆。

(2) 地形

锡尔特盆地地形相当平坦,但在旱谷和陡坡地带也能见到险峻的垂直沟壑。沙丘散布在盆地中,只占盆地的一少部分。某些沙丘地区有相当多的丘间低地及沟隙而不可接近或无法通过。幸运的是沙丘高度很少有超过15m(50ft)的。盆地中岩石地带相当多。例如,在Sirtica管道系统(从拉斯拉努夫到Mobil公司的霍夫拉油田)146km(91mile)的一段,有36%的管沟只能通过爆破法来开挖。岩石的硬度虽然不一样,但是管道施工队在打了数千个爆破孔并引爆数万吨炸药之后,不得不承认大多数岩石是非常坚硬的。除了零星的沙丘与岩石地带外,还有大量平缓起伏而无岩石的沙漠地表。上述地形特征,对于设备的正常运行(即使是最新最好的设备),都是一种挑战。

在坚硬的岩石覆盖地区进行管道施工所遇到的另一个难题,是缺乏足够的沙子来填垫管沟。因此,为了在下沟和回填过程中给管道提供足够的保护,有时必须去相当远的地方拉

运沙子。此外,间或在管道下沟就位之前,风沙就会填满管沟,虽然这提供了填垫材料,但另一方面这又可能会造成返工,不得不增添额外的挖掘工作。

(3) 地雷

对于首批在利比亚油田工作的人员来说,一个最大的潜在危险是第二次世界大战时布下的地雷。这种危险无法轻易消除,因为据比较保守的估计,这些地雷(包括反坦克地雷和炸人地雷)遗留下来的有数百万枚之多,其他的军火弹药也到处都分散得有。地雷主要布在原来主战场或防御地区的四周,这些地区包括卜雷加、欧盖莱(el Agheila)、大理石拱门村(Marble Arch)、班加西、托卜鲁克以及其他的海滨城市或滩地。这些雷场有的早就被标绘出来了,但是大多数的准确位置却未能知晓。在内陆也发现有零星的地雷存在。各石油公司一直在共同努力排除这种隐蔽的危险品。

(4) 气候

利比亚北部沿海属亚热带地中海气候,内陆属热带沙漠气候。夏季昼夜温差相当大。在清晨温度接近 16°C (60°F)并非反常,但是到下午三四点时气温可能高达 $49\sim 60^{\circ}\text{C}$ ($120\sim 140^{\circ}\text{F}$)。沿海一带尽管有时也出现高温天气,但比起内地来一般要温和得多。

除了夏日极端炎热外,最烦人的是叫做“ghiblis”(南风)的沙暴。在某些地区一年中的任何时候都可能出现沙暴,但通常的沙暴时期是9月至次年的6月。严重的沙暴可使能见度降低至零,并持续两三天。在某些粗沙占多数的地区,一次强劲的沙暴可以打磨掉交通车辆上的喷漆,甚至把挡风玻璃打成麻点玻璃。