

高等学校教学用书

输油管道设计与管埋

严大凡主编



石油工业出版社

京)

3

121030

TE 863

004

高等学校教学用书

输油管道设计与管埋

严大凡主编



石油0111455



石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

本书系石油储运专业的专业课教材之一，主要内容包括管道线路勘察；等温及热油输送管道在设计、运行管理和启动停输时的水力、热力计算；密闭输送管道的瞬变压力计算及控制；易凝、高粘原油的流变特性及非牛顿流动；顺序输送的混油计算及工艺设计，以及地下管道的腐蚀与防腐。

本书在1979年初版的基础上作了较多的增删，主要是加强了对管道稳定和不定流动过程水力、热力计算基本理论的叙述和基本方程的推导，对某些问题提供了用电算法求数值解的计算方法。本书兼顾了现场技术人员的需要，可供从事输油管设计和生产管理的工程技术人员学习参考。

高等学校教学用书

输油管道设计与管 理

严大凡 主编

*

石油工业部教材编译室编辑（北京902信箱）

石油工业出版社出版

（北京安定门外安华里二区一号楼）

轻工业出版社印刷厂排版

北京顺义燕华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 20³/₄印张 523千字 印8,901—10,900

1986年5月北京第1版 1994年11月北京第3次印刷

ISBN 7-5021-0402-X/TE·391（课）

定价：11.70元



前 言

“输油管道设计与管理”课程自1955年张英教授在北京石油学院第一次开课迄今已整整三十年了，随着我国石油工业的迅速发展，课程内容也几经更新。工艺设计与管理、强度设计与施工已分为两门课程。教材在多次校内出版的基础上，于1979年第一次公开出版。

本书在1979年初版的基础上作了较多的增删，主要特点是：1.加强了对管道稳定和不稳定过程水力、热力计算基本理论的叙述和基本方程的推导；2.对以往用图解法或其它近似方法求解的某些问题，提供了用电算法求数值解的方程和方法；3.补充了近年来我国在含蜡油管道输送方面的科研成果和生产实践。

本书的主要内容包括：1.管道线路勘察；2.等温及热油输送管道在设计、运行管理和启动停输时的水力、热力计算，包括原油析蜡、管壁结蜡和土壤自然温度场的变化等对热管道摩阻和温降的影响；3.简要介绍了确定管道最佳运行参数的最优化方法；4.密闭输送管道的瞬变压力计算及控制；5.易凝、高粘原油的流变特性及非牛顿流动，含蜡原油热处理特性在生产管道上的应用；6.顺序输送的混油计算及工艺设计；7.地下管道的腐蚀与防腐。

删去了1979年版中与其它教材重复的部分，如强度计算、管道保温、加热设备等。

考虑到石油储运方面的专业书刊较少，为便于工程技术人员的参考及学生的自学，在第四章中增加了水击的基本概念，较详细的列出了某些公式的推导过程，因而篇幅略多。在讲授过程中，第三章与第五章宜穿插进行比较合适，因“流变学概论及流变体测定”的选修课教材尚未出版，本书暂按两章分开处理。

本书由华东石油学院储运教研室组织编写，第一、七章由姚光镇同志编写；第二章由杨筱蘅同志编写；第三、五、八章由严大凡同志编写；第四章由后勤工程学院的蒲家宁同志编写，严大凡参加了部分工作；第六章由冯叔初同志编写。全书由严大凡主编。

本书承蒙中国海洋石油总公司顾问、原北京石油学院教授张英同志，原华东石油学院副教授王乃同志审阅，提出了许多宝贵意见，在此谨致谢意。

由于水平有限，而且对教学如何适应新技术革命的要求也处于探索阶段，书中谬误难免，望读者批评指正。

目 录

第一章 输油管概况和勘察设计	(1)
第一节 输油管概况.....	(1)
第二节 输油管的勘察设计工作概述.....	(5)
第三节 选线原则.....	(6)
第四节 勘察程序和要求.....	(6)
第五节 设计阶段和设计的要求.....	(11)
第二章 等温输油管道的工艺计算	(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.....	(24)
第三节 等温输油管道的工艺计算.....	(35)
第四节 等温输油管道设计方案的经济比较.....	(44)
第五节 等温输油管道运行工况分析与调节.....	(47)
第三章 热油输送管道的工艺计算	(55)
第一节 热油管道的温降计算.....	(55)
第二节 热油管道的摩阻计算.....	(74)
第三节 热油管道的日常运行管理.....	(83)
第四节 热含蜡油管道的石蜡沉积.....	(92)
第五节 热油管道的启动投产.....	(106)
第六节 热油管道的停输温降及再启动.....	(119)
第七节 液化气输送管道的工艺计算.....	(130)
第四章 长输管道的水力瞬变	(135)
第一节 概述.....	(135)
第二节 水击基本微分方程及其特征线解法.....	(143)
第三节 水力瞬变的控制.....	(173)
第四节 管道泄漏的分析和检测.....	(183)
第五章 易凝、高粘原油的输送	(190)
第一节 含蜡原油的流变特性.....	(190)
第二节 含蜡原油的热处理特性.....	(200)
第三节 非牛顿流体的压降计算.....	(206)
第四节 易凝、高粘原油的降凝、降粘输送.....	(214)
第六章 顺序输送	(220)
第一节 概述.....	(220)
第二节 混油过程和混油量的计算.....	(221)
第三节 混油段在管道终点的切割.....	(241)
第四节 工艺设计中的几个问题.....	(246)

第五节	减少混油的措施	(253)
第六节	混油段浓度的测量	(258)
第七章	输油站	(263)
第一节	输油站的平立面布置	(263)
第二节	输油站主要生产单体的工艺流程	(266)
第三节	输油站的工艺流程	(272)
第四节	输油用的泵和原动机	(275)
第五节	泵机组的辅助系统	(280)
第八章	腐蚀和防腐	(285)
第一节	概述	(285)
第二节	电化学腐蚀的基本原理	(286)
第三节	防腐绝缘层	(299)
第四节	管路的阴极保护	(300)
第五节	杂散电流的腐蚀及防护	(314)
第六节	腐蚀的勘察与测量	(321)
第七节	管道的内防腐	(325)

第一章 输油管概况和勘察设计

第一节 输油管概况

管道运输是原油和成品油最主要的运输方式之一。输油管有两类：一类，属于企业内部，如油田的油气集输管道，炼厂、油库内部的输油管等。另一类是长距离输送原油、石油产品的管道。长距离输油管是一个独立的企业，有自己完整的组织机构，单独进行经济核算。

长距离输油管输送距离可达数百公里乃至数千公里：管径多数为200~1000毫米，有的超过1米；输油量也很大，从每年数百万到几千万吨，甚至超过一亿吨，它的起点和终点分别与其它石油企业相连。管道运输不同于车、船等其它运输方式，作为流体货物载体的管道本身静止不动，货物——流体在压力驱动下沿管道向前运行，因而形成了它特有的优点：

(1) 运输量大；(2) 便于管理，易于实现全面自动化，劳动生产率高；(3) 能耗少，运费低；(4) 管道大部埋于地下，受地形地物限制小，能够缩短运输距离；(5) 安全密闭，基本上不受恶劣气候的影响，能够长期稳定安全运行。但是管道运输也有不足之处，只适于定点，量大的流体货物的单向运输，不如车、船等运输方式灵活，运送货物种类多样。

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。现代管道运输始于十九世纪中叶。1865年在美国宾夕法尼亚州建成第一条原油管道，直径50毫米，长近10公里。二十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600毫米(24英寸)，全长2158公里(1341英里)，日输原油47700米³(30万桶)；另一条是成品油管道，管径500毫米(20英寸)，包括支线全长2745公里(1706英里)，日输成品油37360米³(23万5千桶)。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。六十年代开始，输油管向着大管径、长距离方向发展，苏联—东欧的“友谊”输油管和美国的横贯阿拉斯加输油管就是两个典型代表。1964年建设的第一条“友谊”输油管，第一次采用了1020毫米管径的钢管，全长5500公里。1977年又修建了第二条“友谊”输油管，全长4412公里，管径为1220毫米。两条总长为9912公里，共设44座输油站，年输油能力约为1亿吨。美国于1975年开始大规模兴建，1977年第一期工程投产的阿拉斯加输油管是世界上第一条进入北极地区的原油管道，全长1287公里，管径为1220毫米，设计输油能力为1.2亿米³/年。六十年代西欧一些国家也建成了几条跨国管道。还有沙特阿拉伯的东—西原油管道和阿尔及利亚到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358公里，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。八十年代初，苏联开始应用管径1420毫米的钢管输油，管道输油技术必将又有新的进步。

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,干线管径为750、800、900、1000毫米四种.干线与支线总长8413公里,有10个供油点和281个收油点,主要输送汽油、柴油、2号燃料油等一百多个品级和牌号的油品,全系统的输油能力为1.4亿吨/年.

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.1958年建成的克拉玛依—独山子输油管,全长147公里,管径150毫米,是我国第一条长距离原油管道.六十年代后,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5000公里.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720毫米,共长2181公里,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4000万吨.其它地区的输油干线主要有:秦皇岛—北京原油管道,管径529毫米,长344公里;任丘—北京原油管道,管径529毫米,长120公里;东营—黄岛原油管道,管径529毫米,长250公里;任丘—临邑—仪征原油管道,管径529、720毫米,长882公里.另外在我国内地的河南、湖北、陕甘宁和新疆等地区,也铺设了一些原油管道.由于我国原油多属于石蜡基原油,含蜡多,粘度大,大都采用加热输送,只是个别原油管道在部分季节中实现了热处理输送.

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1080公里,管径150毫米,输送汽油和柴油,是我国最长的一条顺序输送管道.

随着我国海上油田和内陆新油田的开发,原油管道的建设必将进入一个新的历史时期,海上管道和全国的成品油输送管网也将逐步发展和形成.

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.

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,由于输油压力大,管道本身都由钢管焊接而成.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

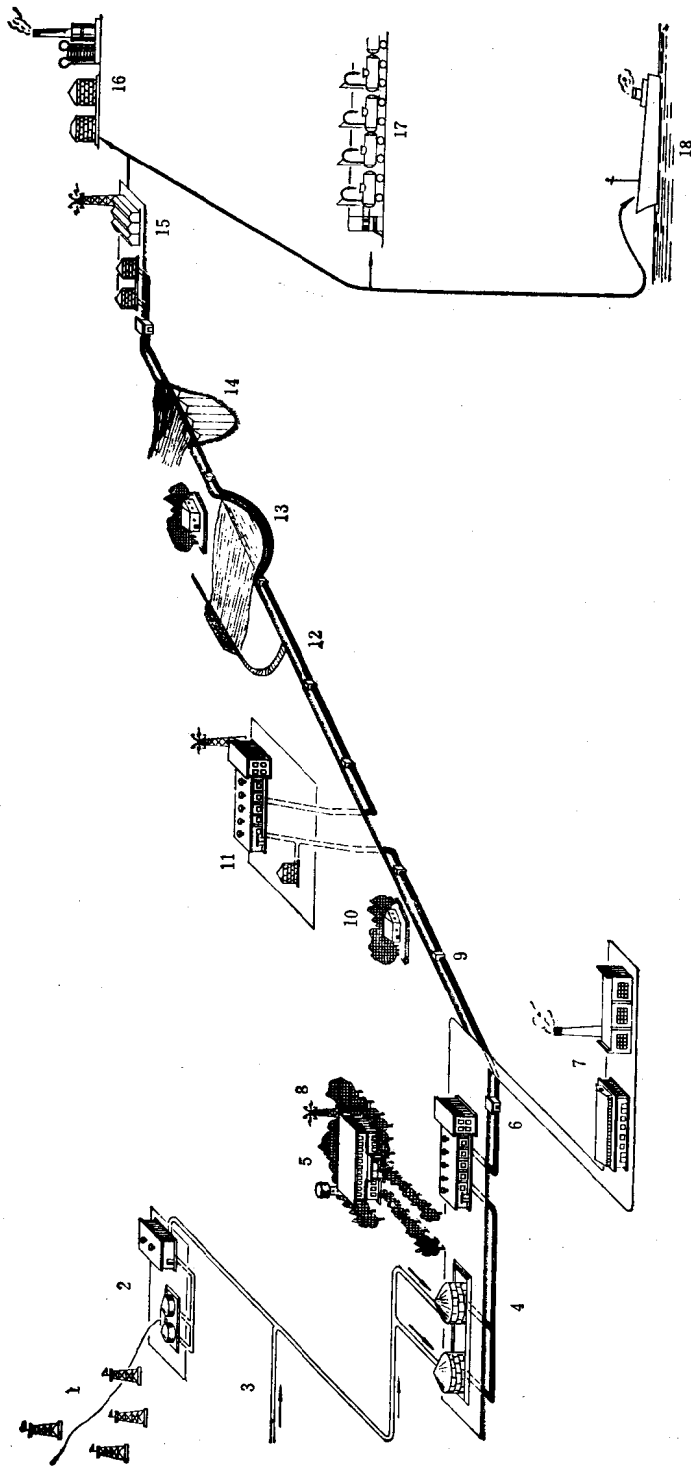


图1-1 长距离输油管概况

1—井场；2—转油站；3—来自油田的输油管；4—首站罐区和泵房；5—全线调度中心；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—管线维修人员住所；11—中间输油站；12—穿越铁路；13—穿越河流的弯管；14—跨越工程；15—末站；16—炼厂；17—火车装油栈桥；18—油轮装油码头

生事故可以及时截断管道，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不可缺少的设施之一，是全线生产调度和指挥系统的重要工具。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。

随着石油开采量的增加，世界各国的长距离输油管建设日益增多，成为经济上和军事上的重要工程。为了节约钢材，减少动力消耗和投资，输油干管的建设日益朝着长距离、大口径、高压力、薄管壁的方向发展。生产管理自动化水平也日益提高，从泵站的就地自动控制到应用微处理机和大型数字电子计算机进行集中控制、测量、监视和调节，实现了生产管理的全面自动化。

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185万公里，每年大约递增4~5万公里。美国的原油和成品管道共有32万多公里。目前我国长输管道的技术水平还比较落后，和国外相比，主要是：

(1) 管材方面。国外多用可焊性好的低合金高强度钢材，如美国阿拉斯加管线，直径1220毫米，钢号为API X-60、X-65和X-70，输送压力达 8.29×10^6 帕（84.5公斤力/厘米²），壁厚为11~14毫米。我国目前使用的16锰钢，约相当于API X-52号钢。在制管方面，我国以螺纹焊接管为主，由于制管工艺不够完善，管子承压较低，因而泵站间距较短，耗钢量也较多。

(2) 输油工艺方面。国外原油大都是低凝固点的，一般都是常温输送。对易凝原油，也多采用加热输送，有加热炉直接加热、换热器间接加热和利用高速流动的摩擦热等方式，印度的纳霍卡蒂雅原油管道，是目前唯一的经热处理后常温输送的长输管道。国外的输油工艺流程多采用泵到泵密闭输油。油品计量则采用流量计，用U型体积管精确标定，并配合计算机工作。

我国原油大都是高凝固点、高含蜡、高粘度的“三高”原油，目前主要采用加热炉直接加热，旁接油罐输油工艺。泵到泵密闭输油工艺已试验成功，正在部分泵站上试用。流量计和U型标定管也在试用。长距输油管常温输送“三高”原油的问题，国内外都正在研究之中。

(3) 机、泵和阀门等方面。国外的大型输油泵大都是离心泵，互相串联工作。效率在80%以上。其发展方向为单级、中扬程、大排量和高效率。如美国阿拉斯加原油管道用13500马力的燃气轮机带动11500轴马力的单级离心泵，该泵的排量为 $1.364 \text{米}^3/\text{秒}$ （ $4910 \text{米}^3/\text{时}$ ），扬程为610米，转速为5000~7900转/分，重量仅5.5吨。

泵的原动机除了电动机外，在缺电的地区也有用柴油机、双燃料发动机和燃气轮机的。当用电动机为动力时，某些泵站还设有调速装置。

国外长输管道上的截断阀普遍采用球阀或平行滑板闸阀，最大口径为1200毫米，工作压力为 $1.96 \times 10^6 \sim 9.8 \times 10^6$ 帕（20~100公斤力/厘米²），阀门的执行机构大部分为电动或电气（液）联动。压力调节阀则大都为球形阀，全关时不泄漏，全开时压降小，调节特性好。安全泄压阀多采用橡胶挠性管式结构，反应迅速。我国目前使用的截断阀仍以楔形闸板阀为主，球形截断阀的密封装置还有待改进。

(4) 自动化。国外新建的输油管道均按全线集中控制设计，旧管道也在逐步改造。集中控制的泵站上都设有微处理机或小型电子计算机，既可独立处理本站的操作，也可根据中央控制室的指令进行操作。中央控制室一般设有两台较大型的计算机，一台用于收集各泵站

的主要操作参数，并进行检查、运算，发出操作指令。另一台“离线”计算机则负责制定输油计划，统计各站消耗指标，编制输油成本和各项报表，及进行某些“软件”的编制。

我国目前正在部分泵站上试验自动程序控制，并开始试用微波通讯。但距离以计算机为中心的全线自动化，尚有较大差距。

(5) 防腐技术。国内外普遍采用阴极保护和管道涂层相结合的管道防腐技术。国外以往大都采用煤焦油沥青涂层，近年来开始大量采用现场机械化包扎的聚乙烯胶粘带和工厂预制的高密度聚乙烯涂层。我国目前仍以沥青玻璃布涂层为主，正在试用聚乙烯胶粘带和环氧煤焦油沥青涂层。

(6) 施工技术。我国在机械化程度和焊接、绝缘的质量检测等方面都还有不少差距。

长输管道在我国还是一门新兴工业，在管道输送技术方面还存在着如上一些差距，为了适应四个现代化的需要，必须迅速改变我国输油技术落后的面貌，赶上世界先进水平。

第二节 输油管的勘察设计工作概述

长距离输油管建设的规模大、投资多，往往是国家的重点工程。例如，最初入关的大庆—铁岭—秦皇岛输油管道，北起黑龙江，纵贯吉林、辽宁两省，南到河北，全长1152公里。东北地区是我国重工业基地之一，又是木材、煤炭、粮食的一个重要产地。这条输油管的建成，有利于减轻东北地区铁路运输的压力，加速其它物资的运输，保证大庆油田的进一步开发，促进我国社会主义经济建设的发展。这样大型长距离输油管道的建设，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。

是否建设输油管和在什么地区建设一条什么样的输油管，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。

勘察和设计要按一定程序进行。勘察分为踏勘、初步设计勘察（初测）、施工图勘察（定测）三阶段。设计则分建设前期的可行性研究（方案设计）、初步设计（或扩大初步设计）、施工图设计。勘察与设计两者密切配合进行。

第三节 选线原则

选线是输油管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) 线路尽可能取直，坡度小，施工条件好，长度一般以不超过航空直线的5%为宜；

(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) 不占或少占耕地，不破坏或尽量少拆迁已有的建筑物和民房，并要有利于改土造田，发展农业；

(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；

(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，管线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开发、油气供应和对地方工农业的支援；

(8) 尽量不经过低洼易积水地带、盐碱地及其它对管路腐蚀性强的地区；

(9) 注意生态平衡、三废治理和生态保护。

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。

第四节 勘察程序和要求

勘察工作包括地形测量和水文地质、工程地质勘察。输油管勘察的目的在于经过调查研究，选择一条技术上可能、经济上合理、政策上允许的线路和站址，并为设计提供基础资料。坚持勘察工作程序，是保证勘察质量的重要环节。勘察工作要分阶段进行。长距离输油管工程一般分为踏勘、初步设计勘察(初测)和施工图勘察(定测)三阶段。较小的管道可以根据需要适当简化勘察阶段。但是，不论大小工程，勘察工作都必须走在设计工作的前面(必要时可有合理交叉)，同设计紧密配合，及时为设计提供资料。

勘察任务开始执行前，一定要编好勘察方案和作业计划，即《工程勘察纲要》。任务完成后，要写出《勘察报告书》。各级基建部门要重视勘察工作在基本建设中的作用。在选址、选线时，要重视地形、水源和工程地质条件，要勘察单位派人参加；在定点、定线时，

要有必要的勘察资料；在审查设计时，要注意审查勘察报告。坚持没有勘察不能设计，没有设计不能施工的原则。

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) 1:5万、1:50万或1:100万地形图，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、地下水对管道的影晌等；

(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、电压质量、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；

(4) 劳动力情况；

(5) 生活资料供应能力。

输油管勘察三阶段的要求分述如下：

一、踏 勘

踏勘是在正式设计任务书下达之前，根据上级下达的文件或指示进行的。其目的是为了进行可行性研究（编制方案设计），进而决定是否建设该输油管道和为拟定设计任务书提供必要的资料和素材。

首先拟定踏勘纲要，收集资料，在比例尺尽可能大（一般为1:5万~1:10万）的地形图上选择一条或几条线路方案。求出线路的概略长度、穿（跨）越次数和地点，绘出油（气）田、交通线路、重要电力线路、重大工程建筑（如水库）和工矿的位置。

在室内工作基础上进行实地踏勘，调查研究，选定一条或几条线路。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。

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，其主要内容为：

(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、交通、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(1:100万~1:200万);

线路平面图(1:5万~1:20万);

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,作技术经济比较确定最优方案。

初步设计勘察工作先在室内进行,即在收集来的平面图、地形图、地质图和交通图上根据设计任务的规定和选线原则及其它收集到的基础资料,参照地形及公路、铁路的走向,标出管线可能通过的几个方案,量出各方案的线路长度。然后,再到现场对重点地区进行实地勘察,调整线路走向,并对方案作出技术经济比较。

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) 沿线每一至三公里测土壤电阻率一次;

(4) 穿越枯水期水面宽度在50米以上的大型河流时,在线路中线左右各100~200米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坡降等。

(5) 线路穿越大冲沟时,凡确定架空穿越的,在线路左右各50米内进行地形测量,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。

输油管初步设计勘察可以不出专门的综合报告书,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) 沿线交通情况;

(6) 沿线建筑材料产地及价格。

(7) 沿线供给施工和生活用的水源与电源,通信线路及其利用的可能性;

(8) 线路平面图, 比例尺1:5万~1:10万。

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, 并作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、座标、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1000米)挖探坑(深2~3米)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500米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), 比例尺视管线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50~100米, 其中中线左右各50米为正规的地形图, 而外侧之50~100米仅测地物。图内标明线路的走向、转角、测量桩和变坡桩的座标、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。

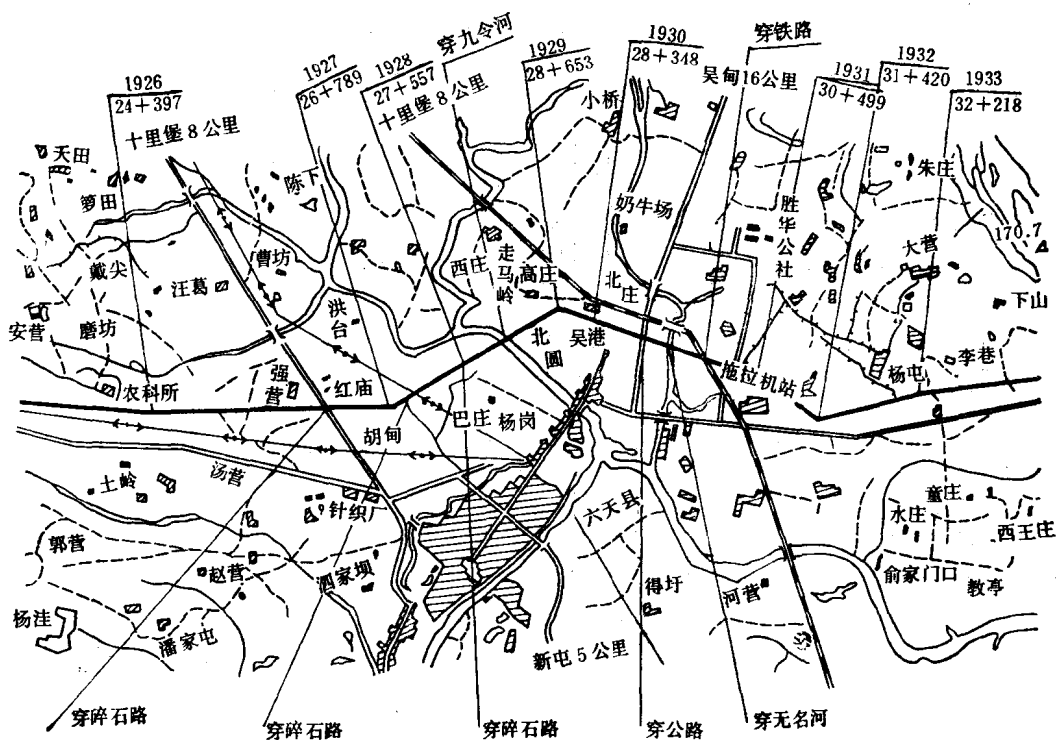


图1-2 输油管道带状地形图

(1:50000)

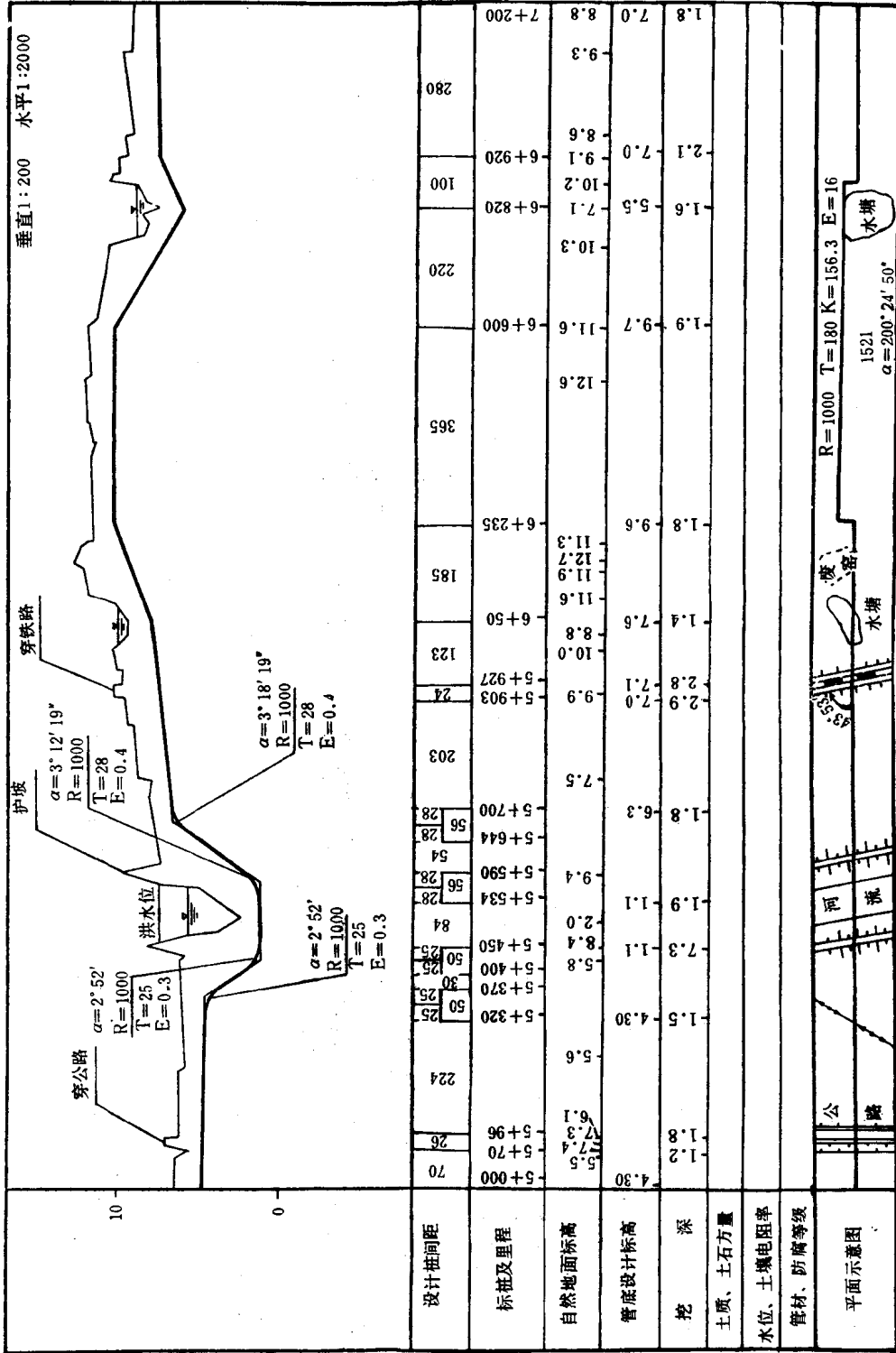


图 1-3 输油管线纵断面图

151090

(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、线路转角桩号和测量桩号, 包括中心线左右25米内地物的平面示意图。纵断面图上还应预留管沟沟底标高、绝缘层等级、管材和土石方工程量等栏, 为设计线路施工图提供方便。

(3) 穿(跨)越地点的地形图和纵断面图, 比例尺根据穿(跨)越的障碍大小决定, 参见表1-1。

(4) 测量成果及说明。

(5) 沿线探坑所得的工程地质及水文地质资料, 沿线土壤的电阻率和导热系数。

(6) 输油站的地形图(比例尺1:500~1:2000)和地质资料。

(7) 各项协议文件。

表 1-1 穿跨越的比例尺选择

穿(跨)越名称	地 形 图			纵断面图比例尺	
	比例尺	等高距, 米	范 围	横	纵
铁路、公路、大型渠道	1:200~1:500	0.25~0.5	50米×50米~ 100米×100米	1:200~1:500	1:20~1:50
中小型河流、冲沟	1:200~1:500	0.25~0.5	100米×100米或中心线左右各100米, 前后测至最高洪水位	1:200~1:500	1:20~1:50
大型河流、深沟	1:500~1:2000	0.25~1.0	上游100米~200米, 下游200米, 前后测至最高洪水位以外50米	1:500~1:2000	1:50~1:200
滑坡崩塌地区	1:200~1:500	0.25~0.5	视实地情况而定	1:200~1:500	1:20~1:50

第五节 设计阶段和设计要求

输油管根据批准的设计任务书或国家计划按初步设计(或扩大初步设计)和施工图设计两个阶段进行设计, 初步设计批准后, 才能逐步发施工图。重要的长距离输油管在初步设计前, 一般由有关上级指定设计单位, 先进行线路踏勘和可行性研究(方案设计), 做好建设前期工作研究, 避免和减少决策失误, 提高建设投资的综合效益。

一、可行性研究

《关于建设项目进行可行性研究的试行管理办法》指出: 可行性研究的任务是根据国民经济长期规划和地区规划、行业规划的要求, 对建设项目在技术、工程和经济上是否合理和可行, 进行全面分析、论证, 作多方案比较, 提出评价, 为编制和审批设计任务书提供可靠的依据。

主要内容有:

(1) 论述建设该输油管的必要性, 并与其它运输方法作比较;

(2) 油源概况;