

安全工程技术丛书

长输管道安全

风险辨识 评价 控制

◎ 郑津洋 马夏康 尹谢平 编著



化学工业出版社
教材出版中心

安全工程技术丛书

长输管道安全 风险辨识 评价 控制

郑津洋 马夏康 尹谢平 编著

 化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

长输管道安全 风险辨识、评价、控制/郑津洋, 马夏康, 尹谢平
编著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 4
(安全工程技术丛书)
ISBN 7-5025-5428-9

I. 长… II. ①郑…②马…③尹… III. 油气运输-长输管道-安全技术 IV. TE88

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 033698 号

安全工程技术丛书

长输管道安全

风险辨识 评价 控制

郑津洋 马夏康 尹谢平 编著

责任编辑: 程树珍

责任校对: 洪雅妹

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

http: // www. cip. com. cn

*

新华书店北京发行所经销
北京市昌平振南印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 20 1/4 字数 498 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5428-9/G·1417

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

在国际上，管道输送是与铁路、公路、水运、航空并列的五大运输方式之一。作为一种特殊承压设备，压力管道在石油、化工、冶金、电力等行业，以及城市燃气和供热系统中的应用越来越广。

随着工业化进程和城市化速度的不断加快，国内的压力管道数量不断增加，特别是用于运输原油、天然气、成品油等介质的长输管道在今后短时期内将会有很大发展。长输管道一般埋地敷设，往往经过人口密集区，施工、检验、检修和安全状态监测的难度较大，介质通常易燃、易爆、有毒或具有腐蚀性，易发生火灾、爆炸或中毒事故，造成人员伤亡、财产损失和环境污染。据不完全统计，国内油气管道事故发生概率是国外经济发达国家的5~10倍。因此，如何保证新建或在役长输管道的安全运行，降低或消除安全事故发生的可能性，实现长输管道的本质安全成了当务之急。根据《中华人民共和国安全生产法》“生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用”的要求，开展长输管道的安全评价工作，研究长输管道各种事故的产生原因，进行风险辨识和评价，在工艺、设备及设施、安全管理等方面采取风险控制措施，确保长输管道的安全使用，对于保障人民生命和国家财产的安全具有重要意义。为此，国家安全生产科技发展规划（2004~2010）将“长输管在线泄漏检测报警及风险评估技术”作为优先发展的重大安全课题。

长输管道安全评价作为长输管道安全监督和管理的一个重要环节，不仅涉及安全系统工程方面的知识，而且与长输管道设计、制造、安装、检验、使用和监测等密切相关，需要综合运用工艺、机械、控制、安全等多学科的知识。然而，迄今为止，还没有一本系统介绍长输管道安全评价的著作。鉴于长输管道在经济和社会生活中的特殊重要性，编著者从大量中外文献中搜集有关资料，并结合多年来的研究成果和工作中积累的一些经验，撰写成书。希望本书的出版能对长输管道安全评价工作的开展、改善和提高长输管道的安全监督管理水平起到积极的促进作用。

本书第1章介绍了长输管道工艺流程、典型设备、最新进展和设计基础；第2章从“人、机、料、法、环”等五个方面，系统地辨识了长输管道的各种危险有害因素和重大危险源，并结合典型事故案例，分析了长输管道事故的主要原因；第3章阐述了长输管道安全评价的目的、分类和程序，重点介绍了肯特（Kent）管道风险评价法等适用于长输管道安全评价的几种安全评价方法；第4章结合实例对长输管道泄漏、火灾、爆炸的危险程度，以及与相关法律、法规和技术标准的符合性，进行了定性、定量评

价：第5章介绍了长输管道监控与数据采集系统（SCADA）、地理信息系统（GIS）、泄漏检测系统和腐蚀检测系统，并从应急策划、应急准备、应急响应和现场恢复等四个方面，介绍了长输管道事故应急救援预案；第6章系统介绍了长输管道风险控制的劳动安全卫生对策措施。

全书由郑津洋、马夏康、尹谢平、开方明、邱水录、方晓斌、徐平编著，郑津洋审核全文。孙国有、蒋永兴、丁守宝、郭伟灿、石平等对书稿提出了许多中肯的意见。陈西南、刘富君、马歆、陈勇军、邓贵德、陈志伟、刘仲强、傅强、卢玉斌等在本书资料收集、稿件校对等方面付出了辛勤劳动，在此一并表示感谢。

限于水平，虽经努力，书中不妥甚至错误之处在所难免，请读者批评指正。

编著者

2004年3月

内 容 提 要

本书主要介绍了输送天然气、成品油、原油等介质的长输管道的工艺流程、典型设备、最新进展和设计基础，肯特管道风险评价法等适用于长输管道安全的评价方法，以及长输管道监控与数据采集系统（SCADA）、地理信息系统（GIS）、泄漏检测系统、腐蚀检测系统和事故应急救援预案；从“人、机、料、法、环”等五个方面，系统地辨识了长输管道的各种危险有害因素和重大危险源，并结合典型事故案例，分析了长输管道事故的主要原因；结合实例，对长输管道泄漏、火灾、爆炸的危险程度，以及长输管道工程与相关法律、法规和技术标准的符合性，进行了定性、定量评价；最后给出了长输管道风险控制的劳动安全卫生对策措施。

本书注重理论和实际的紧密结合，内容丰富、翔实，实用性和可操作性强，既可作安全工程专业、过程装备与控制工程专业的教材和安全评价培训教材，又可供从事压力管道设计、安装、制造、使用、安全监察、安全监督管理和安全评价的各类人员参考。

安全技术丛书编写委员会

主任委员 高金吉

副主任委员 丁信伟

委 员 (按拼音字母排序)

毕明树 陈 旭 戴 光 高增梁 黄卫星

涂善东 魏新利 张建伟 郑津洋

本书参加编写人员

郑津洋 马夏康 尹谢平 开方明

邱水录 方晓斌 徐 平

目 录

1 概述	1
1.1 长输管道的分类及组成	1
1.1.1 长输管道分类	1
1.1.2 输油管道的组成	2
1.1.3 输气管道的组成	4
1.1.4 浆体管道的组成	6
1.2 长输管道的发展概况	7
1.2.1 国内长输管道的发展概况	7
1.2.2 国外长输管道的发展概况	12
1.2.3 国内外浆体长输管道的发展概况	16
1.3 长输管道输送工艺	16
1.3.1 原油输送工艺	16
1.3.2 成品油输送工艺	20
1.3.3 天然气输送工艺	21
1.3.4 浆体输送工艺	22
1.4 长输管道系统用主要设备	24
1.4.1 输油管道系统用主要设备	24
1.4.2 输气管道系统用主要设备	34
1.5 长输管道的安全管理和监察	44
1.5.1 国内长输管道安全管理与监察	44
1.5.2 国外长输管道安全管理	46
1.6 长输管道的设计	48
1.6.1 材料	48
1.6.2 设计	51
2 主要危险有害因素分析	57
2.1 储运介质危险有害因素分析	57
2.2 储运工艺危险有害因素辨识	69
2.2.1 设计不合理	70
2.2.2 施工质量问题	71
2.2.3 腐蚀失效	74
2.2.4 管道水击	78

2.2.5	疲劳失效	79
2.3	储运设备与设施危险有害因素辨识	79
2.3.1	管子、管件危险有害因素	79
2.3.2	阀门、法兰、垫片及紧固件危险有害因素	80
2.3.3	输油泵、压缩机危险有害因素	80
2.3.4	储存设施危险有害因素	82
2.3.5	加热炉危险有害因素	82
2.3.6	电气设施危险有害因素	83
2.3.7	防雷、防静电设施危险有害因素	84
2.3.8	罐车等装运设施危险有害因素	84
2.3.9	安全附件危险有害因素	85
2.4	人力与安全管理危险有害因素辨识	86
2.4.1	违章作业	86
2.4.2	安全管理不规范	87
2.4.3	定期检验困难	88
2.5	环境危险有害因素辨识	88
2.5.1	自然环境危险有害因素辨识	88
2.5.2	社会环境危险有害因素分析	92
2.6	产生火源因素辨识	94
2.7	职业有害因素辨识	95
2.7.1	毒物对人体健康的影响	95
2.7.2	噪声对人体健康的危害	99
2.7.3	振动对人体健康的危害	101
2.7.4	高、低气温环境对健康的危害	101
2.7.5	其他职业有害因素	104
2.8	重大危险源辨识	105
2.9	安全事故分析与典型事故案例	106
3	长输管道安全评价方法	112
3.1	长输管道安全评价的目的	112
3.2	长输管道安全评价的分类	113
3.2.1	安全预评价	113
3.2.2	安全验收评价	113
3.2.3	安全现状评价	114
3.2.4	专项安全评价	114
3.3	长输管道安全评价工作程序	114
3.3.1	安全预评价程序	114

3.3.2	安全验收评价工作程序	116
3.3.3	安全现状评价程序	118
3.3.4	专项安全评价程序	119
3.4	长输管道安全评价范围的确定	119
3.5	长输管道安全评价单元的划分	120
3.6	安全评价方法的选择	121
3.6.1	概述	121
3.6.2	作业条件危险性评价法	122
3.6.3	预先危险性分析 (PHA)	123
3.6.4	事故树分析法 (FTA)	123
3.6.5	危险和可操作性研究 (HAZOP)	124
3.6.6	肯特管道风险评价法	126
3.6.7	安全检查表法	136
3.6.8	道化学公司火灾、爆炸危险指数评价法	136
3.7	长输管道安全评价报告	146
3.7.1	安全预评价报告	146
3.7.2	安全验收评价技术文件	147
3.7.3	安全现状评价报告	149
3.7.4	专项安全评价报告	149
3.8	长输管道安全评价报告的评审	150
4	长输管道安全评价	151
4.1	介质泄漏危害程度评价	151
4.1.1	介质泄漏原因评价	151
4.1.2	介质泄漏扩散危害程度评价	153
4.1.3	介质泄漏水面扩展危害程度评价	158
4.2	火灾、爆炸危险程度评价	160
4.2.1	火灾、爆炸原因评价	160
4.2.2	池火灾危险程度评价	164
4.2.3	喷射火灾危险程度评价	167
4.2.4	爆炸危险程度评价	170
4.3	管道风险程度评价	173
4.3.1	风险评价赋分	174
4.3.2	泄漏冲击指数取值	176
4.3.3	相对风险数	176
4.3.4	评价结论	178
4.4	安全管理评价	178

4.5	事故应急救援预案评价	180
4.6	工程建设项目符合性评价	182
4.6.1	基本安全条件评价	182
4.6.2	安全距离符合性评价	184
4.6.3	工艺设备安全性能评价	184
4.6.4	电气系统安全性能评价	185
4.6.5	防雷防静电系统评价	186
4.6.6	特种设备安全性能评价	186
4.6.7	管道保护系统评价	186
4.6.8	安全卫生措施评价	187
4.7	作业条件危险性评价	187
4.7.1	作业条件危险性评价	187
4.7.2	作业条件危险性评价实例	188
4.8	职业卫生危害程度评价	189
4.8.1	有毒物质危害程度评价	189
4.8.2	噪声危害程度评价	191
4.8.3	高温危害程度评价	192
4.8.4	其他危险有害因素评价	193
5	长输管道监控技术与事故应急救援预案	195
5.1	长输管道 SCADA 系统	195
5.1.1	主控站或控制中心	195
5.1.2	远控站	196
5.1.3	通信系统	197
5.2	长输管道地理信息系统	198
5.3	长输管道泄漏监测系统	201
5.3.1	泄漏监测系统性能指标	201
5.3.2	泄漏监测方法	201
5.4	长输管道腐蚀检测系统	205
5.4.1	地下管网腐蚀检测待解决的问题	205
5.4.2	外防腐层检测	206
5.4.3	内腐蚀检测	210
5.5	在役长输管道完整性评价	212
5.5.1	完整性评价方法	212
5.5.2	剩余寿命预测	213
5.6	长输管道事故应急救援预案	214
5.6.1	制订应急救援预案的必要性	214

5.6.2	企业应急救援预案和政府应急救援体系	215
5.6.3	应急救援预案框架	215
5.6.4	应急救援预案基本要素	216
6	劳动安全卫生对策措施	223
6.1	长输管道管理对策措施	223
6.1.1	长输管道安全管理对策措施	223
6.1.2	HSE 管理体系	225
6.1.3	长输管道输送管理对策措施	227
6.2	管道与周围设施的安全要求	228
6.3	油站(库)及油罐安全对策措施	230
6.3.1	油站(库)安全对策措施	230
6.3.2	储油罐安全对策措施	238
6.4	天然气站(库)及储罐安全对策措施	241
6.4.1	天然气储配站(库)安全对策措施	241
6.4.2	天然气储罐安全对策措施	242
6.4.3	LNG 储存安全要求	244
6.5	装卸系统安全对策措施	244
6.5.1	汽车装卸车安全对策措施	244
6.5.2	铁路装卸站安全对策措施	246
6.6	输油泵、压缩机组安全对策措施	248
6.7	加热炉安全对策措施	251
6.8	防雷、防静电及电气防火安全对策措施	253
6.8.1	站(库)区防雷对策措施	253
6.8.2	防静电对策措施	255
6.8.3	电气防火对策措施	257
6.9	长输管道保护对策措施	261
6.9.1	自然地貌的保护	261
6.9.2	长输管道阴极保护	262
6.9.3	金属管道防腐蚀保护	268
6.9.4	水击保护	272
6.9.5	减少混油量对策措施	273
6.9.6	天然气水化物的防止对策措施	274
6.9.7	其他保护	276
6.10	检修及抢修安全对策措施	277
6.10.1	储罐动火检修对策措施	277
6.10.2	站(库)管道安全检查对策措施	278

6.10.3 长输管道泄漏抢修对策措施	279
6.11 重大危险源安全管理对策措施	280
6.12 劳动卫生对策措施	281
6.12.1 职业中毒的预防	281
6.12.2 噪声防护安全对策措施	282
6.12.3 振动防护安全对策措施	283
6.12.4 高低温防护安全对策措施	283
6.12.5 电击伤安全对策措施	284
6.12.6 女职工保护	284
附录 1 职业安全健康法律、法规、标准目录	285
附录 2 安全评价通则	296
附录 3 安全预评价导则	298
附录 4 安全验收评价导则	304
参考文献	310

1

概 述

1.1 长输管道的分类及组成

1.1.1 长输管道分类

通常，管道根据不同的特性有各种不同的分类方法。根据管道承受内压的不同可以分为真空管道、中低压管道、高压管道、超高压管道；根据输送介质的不同可以分为燃气管道、蒸汽管道、输油管道、工艺管道等，而工艺管道又以所输送介质的名称命名为各种管道；根据管道使用材料的不同可以分为碳钢管道、低合金钢管道、不锈钢管道、有色金属管道（如铜管道、铝管道等）、复合材料管道（如金属复合管道、非金属复合管道和金属与非金属复合管道等）和非金属管道。根据《特种设备安全监察条例》，压力管道是指利用一定的压力，用于输送气体或者液体的管状设备，其范围规定为最高工作压力大于或者等于 0.1MPa（表压）的气体、液化气体、蒸汽介质或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体介质，且公称直径大于 25mm 的管道。按照《压力管道安全管理与监察规定》的要求，从压力管道的安全管理和监察角度出发，将压力管道分为工业管道、公用管道（包括燃气管道和蒸汽管道）和长输管道。

工业管道是指工业企业所属的用于输送工艺介质的工艺管道、公用工程管道和其他辅助管道。工业管道主要集中在石化炼油、冶金、化工、电力等行业。

公用管道是指城镇范围内用于公用或民用的燃气管道和热力管道。公用管道主要集中在城镇建设等公用事业行业。

长输管道是指产地、储存库、使用单位之间的用于运输商品介质的管道。长输管道根据所输送介质的不同可以分为输油管道、输气管道、输送浆体管道和输水管道等。其中，输油管道又分为原油输送管道和成品油输送管道。

迄今为止，国内外已研究和开发的管道运输系统有水力管道、风动管道、集装胶囊管道和旅客运输管道等。除固体料浆输送管道（如煤浆输送管道已在美国等地应用，国内也正准备建设）外，应用最广泛的是输油（原油、成品油）管道及输气管道。

按照《压力管道安全管理与监察规定》对长输管道的分类分级方法，长输管道被列为 GA 类，分成 GA1、GA2 两个级别，具体划分如下。

符合下列条件之一的长输管道属 GA1 级：

- ① 输送有毒、可燃、易爆气体介质，设计压力 $p > 1.6\text{MPa}$ 的管道；

② 输送有毒、可燃、易爆气体介质，输送距离（指产地、储存库、用户间的用于输送商品介质管道的直接距离） $\geq 200\text{km}$ 且管道公称直径 $DN \geq 300\text{mm}$ 的管道；

③ 输送浆体介质，输送距离 $\geq 50\text{km}$ 且管道公称直径 $DN \geq 150\text{mm}$ 的管道。

符合下列条件之一的长输管道为 GA2 级：

① 输送有毒、可燃、易爆气体介质，设计压力 $p \leq 1.6\text{MPa}$ 的管道；

② GA1②范围以外的管道；

③ GA1③范围以外的管道。

1.1.2 输油管道的组成

输油管道按照所输油品种类的不同可分为原油管道和成品油管道两种。油田、炼油厂和油库（非长输管道输送站油库）等企业内部输油管道，以及油田到附近炼油厂、港口，炼油厂到附近油库、港口等输油管道，长度一般较短，属于企业内部管理的管道，都不属于长输管道的范畴。从油田通向距离较远的炼油厂、港口、火车装油站的原油管道，以及从炼油厂到距离较远的油库、港口、火车装油站的成品油管道具有距离长、管径大的特点，并且具备各种配套辅助设施。这种管道都有独立的经营管理系统，属于长距离输油管道。

输送成品油和低凝点、低黏度原油，一般采用常温输送；而输送高凝点、高黏度和高含蜡原油，则需要采用加热输送。不论有无加热设备，输油管道系统的总流程是一致的，均由油田（或炼油厂）集输管道（网）、干线输油管道（网）、炼油（或配送）系统以及与此相关的输油站、场等组成。输油管道系统的总流程详见图 1-1。

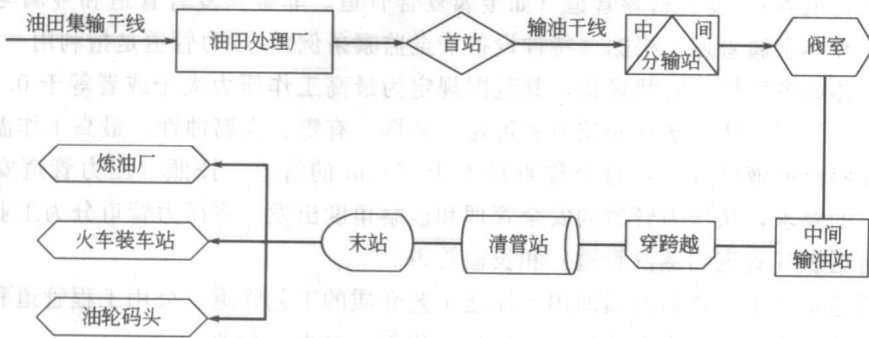


图 1-1 输油管道系统总流程

1.1.2.1 输油站

输油站包括首站、中间站和末站。首站位于管道的起点，其功能是接收原油（加热）或成品油，并经计量后向下一站输送。站内主要有输油泵房（棚）、油罐区、计量系统等，如果原油需要加热输送，还应设置加热设备；中间站位于管道的中间，是将原油（加热）或成品油加压以便继续向下一站输送。站内主要有输油泵房（棚）、加热设备（如果为加热输送）和油罐等；末站位于管道的终点，是接受管道来油，并输向炼油厂，或向铁路、水路、公路转运。站内主要有油罐区和计量系统等，输送高凝固点原油的管道，末站还设有反输泵房和加热设备，以备反输。

选择输油站时，首、末站以管道的起、终点位置作主要依据，中间站则以水力、热力计算的站间距作为主要依据。确定站址时，还必须同时考虑当地的地形、地质、交通、水源及

社会环境等因素。

输油站的总平面布置是指根据站址的地形和周围环境条件，结合工艺流程，对站内建筑（构）筑物做合理的平面与立面定位或布置。总平面布置与输油生产的安全、方便及建设投资的关系密切。因此，在输油管道设计中，输油站总平面设计占有相当重要的地位。

输油站一般包括生产区和生活区两部分。生产区又可分为主要作业区和辅助作业区。主要作业区的设备或设施包括输油泵房（棚）或输油泵区、储罐区、阀组区、计量区、清管设施、加热系统（加热炉或换热器组等）、油品预处理装置（多设于首站）等；辅助作业区包括供电系统、供热系统、供水系统、消防系统、排污与净化系统、材料库、机修间、调度及监控中心、油品化验室与通讯系统等。

输油泵房（棚）或输油泵区 输油泵房（棚）是输油站中提供输油动力的关键部分，内设输油泵机组及辅助系统。输油泵机组可以安装在泵房或泵棚内。现代化的泵机组能适应温度变化和风雨、沙尘等不利的自然条件，有较高的自动控制水平，可以露天设置。

储罐区 首、末站储罐区储量较大，用以调节输量和转运量，且按油品性质分区存放。中间站一般不设储罐或只设单罐，用于缓冲（旁接输送）或泄放（密闭输送）。

阀组区 由各种自控或手动阀门和管道组成，是控制工艺流程的枢纽。输油管道系统中主要使用的阀门有截断阀、调压阀和安全阀等。随着国内阀门质量的改善或采用国外高性能优质阀门，阀组已逐渐实现了自控操作，并由室内式改为棚式或露天式。

计量区 计量设施一般设于首、末站。首站的计量设施用于计量油田或炼油厂所交油量，作为核算交接油量的依据；末站计量设施作为向用户发油的依据。目前，国内不仅在管道首、末站设有计量设施，港口转运往往也设有计量设施。计量设施都采用室内或棚式布置。

清管设备 清管站通常和其他站、场一起合建，清管的目的是定期清除管道中的杂物，如水、机械杂质和铁锈等。清管设备包括清管器发放筒、接收筒、清管器、清管器探测器及指示通过器和相应的阀门。首站设有发放筒，末站设有接收筒，中间站则兼有接收筒和发放筒，但有的中间站可不设置清管设施，清管器可直接通过（越站）。清管设施都采用露天设置。

加热系统 加热输送管道的加热方式有直接加热和间接加热两种。加热系统一般使用加热炉，但间接加热系统除加热炉外，还有换热器和其他辅助设施。对于站内输油管道的伴热，一般采用热水或蒸汽伴热管，热源由加热炉（直接加热式）、热水炉或蒸汽锅炉供给。

油品预处理装置 油品预处理装置主要用于高凝、高粘、高蜡原油添加化学添加剂（降凝剂、流动改进剂、蜡晶抑制剂）、热处理、用轻烃馏分稀释原油、用水作成乳化液或形成水环等处理，使之改性以便于输送。

自动控制系统 先进的输油管道系统均设有全线集中监控的控制中心，各输送泵站设有站控制室，站控制室与控制中心采用广域网连接，实行数据的自动传输和通信。控制系统设施包括远程终端、可编程序控制器、监控仪器仪表和先进的系统控制软件等。

通信系统 管道采用的通信方式通常有明线载波、微波和卫星通信等。通信系统的机房设在站内，微波、卫星通信的塔台设在机房附近。通信系统除满足通话需要外，还承担传输集中控制系统的控制信号和采集数据的任务。

消防系统 包括消防水池或水罐、消防水泵、灭火车、灭火器等灭火设施及火灾、可燃气体浓度探测器、报警系统等。

供电系统 包括变电所、开关场、配电间及输电线路。变电所将高压输电线路送来的高压电源的电压降为电动机和照明等电气设施使用的几种较低电压，供站内使用。如果泵站输

油机组不使用电动机，一般不设变电所或仅设小型照明用变电所。

供热、供水及排水系统 这些系统包括锅炉房、水源井、水塔、污水收集与处理设施以及各种相应的管道。

办公区 输油站设有办公室用于生产、管理人员办公。一般首站、末站人员较多，中间站人员较少。对于高度自动化的管道，中间站无人值守，可不设办公室。

生活区 指供输油站工作人员及家属居住的区域。新建管道时，一般采取在条件较好的地区集中建设家属生活区，而输油站内一般只设单身宿舍。

1.1.2.2 干线输油管道（网）

干线输油管道（网）（即管线）包括管道、线路截断阀室、管道阴极保护设施、管线标识及辅助设施等。

管道 是用于输送油品的设备，一般采用螺旋缝或直缝低合金钢管焊接而成，管道内外表面涂有防腐蚀层，除站（库）内管道沿地、架空敷设外，一般采用埋地敷设。

线路截断阀室 是为了及时进行抢修、检修而设的。一般根据线路所在地区类别，每隔一定距离及在江河、湖泊、公路、铁路等穿跨越处两侧设置线路截断阀室。

管道阴极保护设施 为防止管道的腐蚀，对管线进行保护，每隔一定距离在管线上设置强制电流阴极保护装置，对于穿跨越处则在管道上悬挂镁或锌阳极的牺牲阳极阴极保护装置。为防止阴极保护系统电流的流失及对其他管道、建（构）筑物造成干扰，在站（场）干线管道进出站口处及各阀室放空管上设置有绝缘装置及绝缘装置电池保护器。

管线标识 敷设好的线路均设置有线路里程桩、转角桩、阴极保护桩、测试桩、穿跨越警示牌，用于管线的状态标识、警示和保护电流测试等。

线路辅助设施 为了保证输油管道的正常运行，线路还设有供电、消防、通讯等设施。

1.1.3 输气管道的组成

天然气气田或气体处理场距离用气的中心城市和工业企业较远，因此，需要通过长输管道或其他途径将商品天然气安全、平稳、源源不断地输送给用户。一般而言，陆上及近海天然气的输送都采用管道方式；而对于跨洋长距离天然气的输送，当铺设管道难于实施时多采用液化天然气（LNG）方式。

天然气输气管道系统的总流程见图 1-2，主要由矿场集气管道（网）、干线输气管道（网）、城市配气管道（网）以及与此相关的输（压）气站、场等组成。这些设备、装置从气田的井口开始，经矿场集气、净化及干线输送，再经配气网送到用户，形成统一的、密闭的

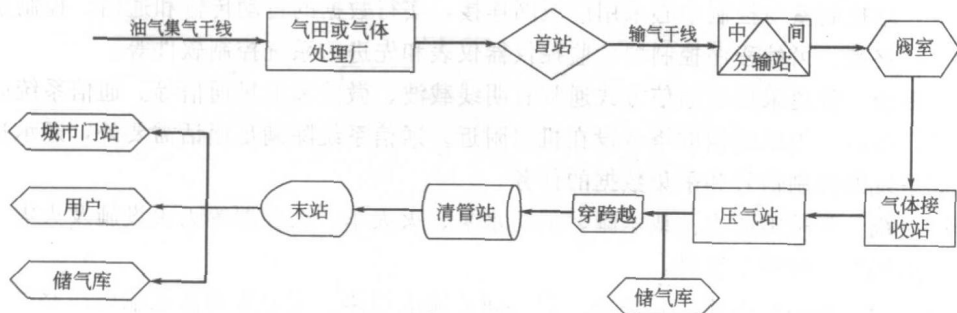


图 1-2 输气管道系统的总流程