

高等学校教材

城市配气

袁宗明 等主编



石油工业出版社

高等学校教材

城市配气

袁宗明 谢 英 梁光川 主编

石油工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市配气/袁宗明等主编.

北京:石油工业出版社,2004.12

高等学校教材

ISBN 7-5021-4825-6

I. 城…

II. 袁…

III. ①配气站-城市规划-高等学校-教材

②配气站-运行-高等学校-教材

IV. TU 996

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 109980 号

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

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:西南石油学院印刷厂印刷

2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:18.25

字数:445 千字 印数:1-2000 册

定价:28.00 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

前 言

人类使用的燃料经历了漫长的禾薪时代和燃煤时代,现已进入石油和天然气时代。气体燃料在能源结构中的比例,是人们生活水平、生活质量和社会发展进步程度的重要标志。

天然气是一种优质的气体燃料,它具有高效、清洁、方便等特点。对于防止大气污染、改善城市环境、改良人们的生活条件、促进生产等各方面都具有十分重要的意义。

专家预测,在 21 世纪的能源结构中,天然气将占主导地位。我国天然气资源非常丰富,是今后一个时期国民经济发展的重要因素之一;也是石油天然气工业新的经济增长点。大力开发和利用天然气资源已在我国兴起。气田开发、西气东输、城市气化、天然气的进一步加工利用,已经展开。气区和输气管道沿线的城镇气化,正在酝酿和规划,大规模的城镇气化建设已经开始。

本书结合我国城市配气的实际情况和特点,注意吸收和借鉴国外的先进技术,着重介绍了城市配气的规划设计和运行管理。

本书由袁宗明、谢英、梁光川主编,第一、三、五、九、十由袁宗明编写;第二、六、八章由谢英编写;第四、七章由梁光川编写。全书由袁宗明审阅修改后定稿。在本书的编写过程中,黄坤绘制了大量的插图,李又绿收集了部分资料,西南石油学院储运研究所的所有老师都给予了关心和支持。在此一并表示感谢。

本书作为油气储运工程专业教材,在原试用教材的基础上,经过多届油气储运工程专业学生试用,结合相关科研成果和城市配气工程实际,进行了全面系统的修订。力求涵盖城市配气工程各方面的内容,力求知识的系统性、技术的先进性和实用性。由于编者水平有限,书中缺点甚至错误和不妥之处在所难免,敬请读者予以批评指正。

编 者

2004 年 8 月

目 录

第一章 城市配气工程建设项目概况	(1)
第一节 城市配气工程建设项目规划	(1)
第二节 城市配气工程建设项目的可行性研究	(3)
第三节 城市配气工程建设项目的初步设计	(6)
习题	(9)
第二章 天然气的物理化学性质	(10)
第一节 天然气的组成	(10)
第二节 气体的状态方程	(10)
第三节 天然气的压缩系数	(21)
第四节 天然气的物性参数及其计算	(25)
第五节 城市天然气的质量要求	(46)
习题	(47)
第三章 城市配气系统	(48)
第一节 配气系统的组成	(48)
第二节 储配站	(49)
第三节 配气管网	(55)
第四节 天然气调压站及装置	(70)
第五节 天然气的计量	(87)
第六节 加气站	(97)
习题	(107)
第四章 城市用气量	(109)
第一节 供气对象及原则	(109)
第二节 各类用户的用气定额	(110)
第三节 城市用气量的计算	(111)
第四节 城市用气工况	(113)
习题	(116)
第五章 城市用气调峰	(117)
第一节 城市配气所需储气容积的计算	(117)
第二节 储气方式	(119)
第三节 调峰方式及选择	(130)
习题	(130)
第六章 城市配气管网的水力计算	(132)
第一节 描述管路中气体流动的基本方程	(132)
第二节 城市天然气管道的基本方程	(134)
第三节 输配气管道压力降的计算	(135)

第四节 室内及庭院天然气管道的水力计算	(155)
第五节 天然气分配管道计算流量的确定	(161)
第六节 枝状管网的水力计算	(167)
第七节 环状管网的水力计算	(176)
习题	(186)
第七章 城市配气管网的水力工况	(188)
第一节 管网计算压力降的确定	(188)
第二节 低压管网的水力工况	(196)
第三节 高、中压环网的水力可靠性	(204)
第四节 低压环网的水力可靠性	(208)
习题	(215)
第八章 城市配气管网的技术经济计算	(217)
第一节 城市配气管网系统的投资费用和运行费用	(217)
第二节 城市配气管网技术经济计算的方法	(218)
第三节 确定最优的调压站数目和调压站的最佳作用半径	(223)
第四节 枝状管网的技术经济计算	(230)
第五节 环状管网的技术经济计算	(243)
习题	(244)
第九章 液化天然气(LNG)和液化石油气(LPG)	(246)
第一节 液化天然气(LNG)	(246)
第二节 液化石油气(LPG)	(264)
习题	(279)
第十章 城市配气系统运行中的安全技术	(281)
第一节 天然气管道的试压和交付使用	(281)
第二节 配气系统的维护检修	(282)
第三节 配气系统中紧急事故的处理	(286)
习题	(286)
参考文献	(287)

第一章 城市配气工程建设项目概况

第一节 城市配气工程建设项目规划

天然气作为城市燃气,是现代城市人民生活和工业生产的一种主要能源。天然气是多组分的碳氢化合物,其某些组分是重要的化工原料。随着天然气资源的迅速开发,其作为化工工业原料的地位也越来越突出。以天然气为城市燃气,可以节约能源,减轻城市污染,提高人民生活质量,促进工业生产,提高产品质量,社会综合经济效益显著。发展城市配气,是建设现代化城市必不可少的条件,对加速实现高度物质文明和精神文明的现代化城市具有重要的意义。

一、规划的目的、原则和内容要求

(一)编制规划的目的

城市配气系统的绝大部分工程属于城市地下基础工程,建成后不宜改扩建。因此,城市新建配气工程,必须在城市总体规划编制原则指导下,编制城市配气系统规划,包括近期和远期建设规划,作为今后配气工程分期设计和建设的主要依据。对已有配气设施的城市,应根据城市总体规划,在已有配气设施的基础上,补充编制城市配气系统规划,以利于改建和扩建工程的设计和建设的进行。

(二)编制规划的原则

编制城市配气工程建设项目规划时,主要遵循以下原则:

- (1)城市配气系统总体规划应以城市建设和发展总体规划为基础,并遵循当地城市总体规划编制原则。
- (2)城市配气系统规划的供气规模,应以气源能力、城市能源结构和以天然气作为化工原料的工业发展规划为依据。
- (3)主要供气对象和各类用户供气量的分配比例应根据天然气气源能力确定。
- (4)应综合考虑近期、远期气源情况,规划地下管网主干管道及其输送能力。
- (5)地下管网主干管道走向规划,应符合城市建设长远规划要求;在管道可用期限内,应尽量避免开挖道路、修建房屋和其他市政设施的地段,以免造成管道的改建或重建等。
- (6)配气系统的街区、庭院管网和地上设施等应远近期结合,并以近期规划为主。

城市总体规划由当地政府负责制定,其中城市配气系统规划应由城市规划设计单位和燃气专业设计单位协同编制。

(三)规划的主要内容

城市配气工程建设项目规划,要充分论证近期、远期气源的供气能力,确定供气规模;确定供气对象、各类用户用气比例关系、居民用气气化率及耗气定额;制定配气系统近期和远期各类方案及其技术经济比较;制定调节用气不均匀性的各类方案并作出技术经济比较;协调地下输气干管与其他地下管道走向和布线及与其他地下设施的相对位置;确定管线穿跨越各种障

碍物的位置和方案;对配气系统地面设施与配套设施进行控制性规划设计;确定配气系统规划实施的分期及年限,各阶段的建设投资、主要设备及主要管材数量、劳动定员以及征用土地面积等;分析配气系统主要技术经济指标、规划的经济效益和社会效益。

二、规划所需的基础资料

(1)城市现状和远、近期总体规划资料。包括城市规划总图,住宅建筑面积和层数、密度及其分布,公共建筑分布,工业规模、类别、数目及分布,城市人口及分布等。

(2)城市道路的现状和规划。包括道路分布、等级及红线宽度,道路上、下设施情况以及铁路、河流等的分布情况。

(3)城市各类用户的发展趋势、耗能情况和用气定额。

(4)城市的气象、水文及地质资料。包括气温、地温、主导方向、地层最大冻土层深度、地下水位、主要河流水位和流量、地耐力、土壤的物理性质和化学性质、地震烈度等。

(5)供气现状及规划的气源条件。包括气源位置分布、现有和规划的供气量、气体物性和工艺资料等。

(6)发展城市供气的有关方针、政策及有关技术规范、规定等。

三、规划设计文件的组成

城市配气规划设计文件由规划说明书、规划设计图纸和规划设计计算书三个部分组成。

(一)规划说明书

规划说明书应包括以下内容:

- (1)编制规划的原则;
- (2)说明气源状况,城市近期、远期的供气规模;
- (3)建设进度设想;
- (4)引进技术设备的范围与必要性;
- (5)供气对象、居民气化率;
- (6)各类用户用气量和供气量平衡;
- (7)配气系统规划方案的技术经济比较;
- (8)调峰手段及储气方式;
- (9)城市输气主干管道与其他地下管道的综合关系和布线原则;
- (10)输气主干管道穿、跨越重要道路、河流和其他障碍物的方案比较;
- (11)配气系统维修、加工、检测、用户服务、职工生活设施等配套项目规划;
- (12)规划分期的年限,各期的建设投资,主要管道材料和设备数量,运行管理人员定额;
- (13)主要技术经济指标;
- (14)规划期内经济效益、社会效益综合分析。

(二)规划设计图纸

规划设计图纸应包括:

- (1)城市配气系统远期规划总图;
- (2)城市配气系统近期规划总图;
- (3)主要厂、站选址图,包括城市门站、储配站、调压站的位置,管网布置,近期、远期的供气

区域。

(三)规划设计计算书

规划设计计算书包括以下计算内容:

- (1)城市近期、远期用气量计算;
- (2)近期、远期用气量平衡、购销气量平衡、储气容积的计算;
- (3)近期、远期管网水力计算;
- (4)城市配气系统不同方案的技术经济比较计算;
- (5)经济效益和社会效益计算。

第二节 城市配气工程建设项目可行性研究

一、可行性研究的任务

城市配气工程可行性研究的任务,是根据城市配气发展规划的要求,对建设项目有关的经济、技术、自然资源、社会 and 环境保护等方面进行认真的调查研究工作,对建设和生产过程进行估算和预测,提出若干建设方案。通过多种方案的技术经济分析、比较和论证,从中选出投资省、质量好、效益大的最佳可行方案,以保证工程项目在技术上先进,在经济上合理,在建设上可行。通过可行性研究,一般要明确以下几个问题:(1)在技术上是否可行;(2)经济效益是否显著;(3)人力、物力资源需要量;(4)建设周期;(5)投资金额;(6)能否筹集和如何筹集资金等。

工程建设项目经可行性研究后,其结果可能是可行的,也有可能是不可行的,要全面考虑,以定取舍。

二、可行性研究的工作程序

(一)编制可行性研究的依据

各主管部门和企事业单位,根据城市总体规划(包括城市发展规划),结合资源情况,在广泛调查研究的基础上,提出需要进行可行性研究的项目建议书。

项目建议书是各项准备工作的重要依据,也是可行性研究工作的重要依据。只有当项目建议书经国家或地方计划部门汇总、平衡和批准,并纳入建设前期工作计划后,才能进行可行性研究的各项工作。

(二)委托(或指定)可行性研究的单位

由城市配气建设部门或单位委托咨询公司和设计院进行可行性研究,同时要向可行性研究承担单位说明工程项目的目标、要求、资金来源和气源等问题的主要设想,签订合同,规定可行性研究范围、进度、费用的支付办法,以及协作方式等。

可行性研究的承担单位应保证科学性、公正性和独立性的客观立场,在方案的技术经济论证的基础上,编制可行性研究报告,可以推荐一个以上的可行性方案和建设计划供有关部门或单位决定,并上报审批。

(三)可行性研究报告的审批

大、中型工程的可行性研究报告,由省、市、自治区主管部门或工业公司负责预审,报国家有关部门审批,或由国家有关部门委托有关单位审批;重大项目和特殊项目的可行性研究报告

告,由国家计委会同有关部门预审,报国务院批准;小型项目由地方政府主管部门或工业公司审批。

可行性研究的工作程序如图 1-1 所示。

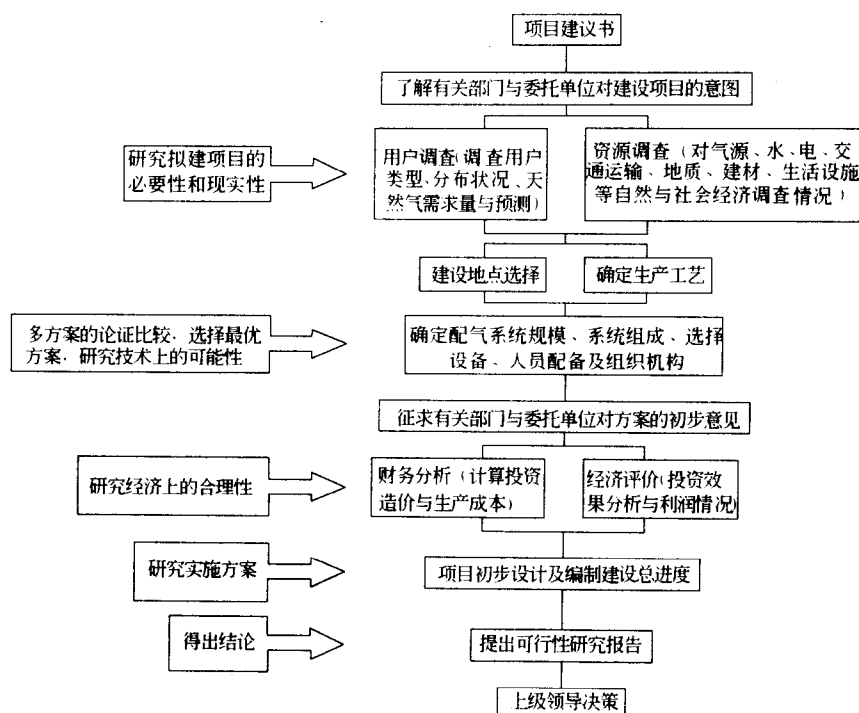


图 1-1 可行性研究的工作程序

三、编制可行性研究报告

城市配气工程项目可行性研究报告的主要内容包括以下几方面。

(一)概述

- (1)城市配气工程建设项目的建设背景(必要性);
- (2)可行性研究报告的编制依据和编制原则;
- (3)该建设项目的研究范围和目的;
- (4)主要设计规范与标准;
- (5)该建设项目的各项工程概况,包括站场工程、配气系统组成、机构设置及人员编制等;
- (6)主要工程量表,即各项工程所需的钢管长度、阀门个数、调压箱、气表、阀井个数、穿越次数、管道防腐面积、管沟土方量、三材(钢材、木材、水泥)耗量等;
- (7)研究结论。

(二)输配气工艺

- (1)根据城市气源的天然气组成,计算天然气的物性及相关参数。
- (2)天然气需求预测。根据确定的供气原则,确定各类用户的耗气指标,并根据城市发展规划、人口现状及自然增长率、经济发展水平、工业发展现状及规划等,对各类用户当前的用气

量进行统计计算,对远期的用气量进行预测计算。同时,根据城市的气候条件、生活水平、生活习惯等,并参照同类城市的数据,确定高峰系数。

(3)门站工艺方案。门站工艺方案要说明门站的功能,并结合工艺流程图说明门站工艺流程系统的组成。

(4)输配气管网方案比较。管网方案是经过对城市总体规划、地形地貌、建设设施、道路交通及人口分布等进行综合分析后,提出几种供比较的方案。在此基础上,对各方案优、缺点进行分析,并综合考虑技术、经济、安全等各种因素,最后推荐一种相对最好的方案。

(5)管网压力等级选择。管网的压力等级应根据气源供气压力、用户情况和管网布局的复杂程度等进行选择。

(6)输配气管网水力计算。此时的水力计算是在选定的管网基础上进行的,且只进行干线管网计算。

(7)主要设备和材料选择。此阶段的设备和材料选择,主要提出对设备和材料的选择原则和基本要求。对新设备、新材料的选择要进行技术、经济比较。

(8)储气与调峰。储气与调峰是为了解决城市用气不均匀的问题。首先应对可能的储气与调峰方式进行论述和比较,然后选择一种或两种同时采用的方式。储气与调峰方式选定后,还要确定出用气不均匀系数,最后计算储气量。

(三)管道线路工程

在可行性研究报告中,管道线路工程部分的内容包括管网线路的走向描述,推荐方案的工程概况,线路管道选择,线路穿跨越工程描述及采取的管道保护措施等。

(四)公用工程

(1)储配站总图。首先是对储配站各功能系统进行说明。总图应表明站的平面布置、竖向布置、绿化地带,同时要对建(构)筑物、三材用量进行统计。

(2)要对给排水与消防措施进行范围分析设计,要对设施提出要求和规定。

(3)要对供配电、通信、仪表自动化等进行论述,提出要求,选择主要设备。

(五)环境保护与职业安全卫生

天然气是易燃易爆气体,有的天然气中还含有 H_2S 和 CO_2 等物质。因此应特别重视环境保护与职业安全卫生。在城市配气可行性研究报告中,必须根据国家有关法律、法规、条例、条令,结合国家、行业有关环保和安全卫生的标准,提出环境保护和职业安全卫生的具体要求和措施。

(六)组织机构设置与人员编制情况

组织机构的设置,应视城市配气工程交付生产单位的组织机构体制而定。机构设置应具有行政、生产管理、生产运行、维护等功能。在机构设置的基础上,计算各类、各种人员数。

(七)投资估算与经济分析

投资估算首先应说明投资估算的依据,然后对工程量进行分析计算,根据工程量和有关的投资定额、指标,对投资进行估算。最后要对投资估算的范围、价格水平等其他事项进行说明。

对投资估算结果要分别说明资金来源、筹措方式和资金使用计划安排。

在投资估算的同时,必须对建设项目进行经济分析。经济分析的结果是决策项目是否建设的重要依据。在市场经济条件下,任何城市配气工程项目的建设都必须有利可图。

(八)问题与建议

可行性研究报告中的问题与建议,一般并不是城市配气工程项目建设本身存在的技术、经济等方面的问题,而是项目对社会、人民群众的经济生活、生态环境等方面的带前瞻性和影响性的问题与建议。

(九)应包括的附图与附件

- (1)城市门站总平面布置图;
- (2)城市门站工艺流程图;
- (3)城区管网平面布置图;
- (4)城区管网水力计算图;
- (5)项目建设委托书;
- (6)上级批准该建设项目的有关文件及会议纪要;
- (7)可行性研究基础数据及资料;
- (8)规划部门的用地意见;
- (9)有关部门对原料、水、电供应可能性的意见;
- (10)其他有关文件。

第三节 城市配气工程建设项目的初步设计

一、初步设计的目的

初步设计主要是在城市配气规划和可行性研究的基础上,根据下达的设计任务书,确定合适的配气管网系统、管道管径、输送压力等级、线路走向、管道敷设方式、防腐措施、穿跨越方案、储配站的位置、工艺方案、主要设备材料及辅助设施等。初步设计文件应有一定的深度,以满足设计审查、设备材料定货、控制投资、施工准备等方面的需要。设计文件应包括初步设计说明书和计算书。

二、编制初步设计说明书

(一)概述

初步设计概述部分要说明初步设计依据。初步设计的依据是地方政府或有关职能管理部门对城市配气工程项目可行性研究报告的批准文件、建设单位的设计委托书和设计合同,有关环境保护的文件和报告,以及设计的基础资料、城市总体规划和管道总体走向、布局规划等的相关报告和文件。

在初步设计概述中要说明气源及其供气能力,包括近期和远期的能力。

初步设计的范围包括供气范围和工程量的划分两个部分。若根据城市的发展规划将工程分为近期和远期,初步设计的供气范围则只需说明近期供气区域,概算只包括近期工程的投资。

初步设计的指导思想是:确保供气安全可靠;贯彻国家节能方针,合理利用天然气资源,提高天然气的利用率,促进城市配气的不断发展;城市配气应服从城市总体规划;采用的技术应成熟可靠且具有先进性;应有投资省、经济效益好的指导思想。

上述内容构成了初步设计的设计条件。

在初步设计的概述中,要对建设配气系统城市的地理位置、地貌特征、工程地质及水文地质、人口及其发展状况、城市经济沿革及其发展规划、城市居民燃料构成等加以描述。

气源是城市配气系统的根本保证。在初步设计概述中应对近期和远期气源条件加以说明。说明气源的探明储量、近期和远期的可供气量以及气体的物性及流动的相关参数。

在概述中,还应对所建城市配气工程进行描述,如储配站、输气干线、配气管网、自控、通讯、供电、给排水、消防、总图布置、建筑、热工、防腐、绝缘接头等等。同时,还应列出主要工程的工程量及主要材料(钢材、水泥、木材)的消耗量。

(二)用气量及用气量平衡计算

进行用气量计算的时候,首先要确定供气原则及供气范围。其次根据城市的地理位置、气候等条件,并参照同类城市的耗热定额及相关资料,确定各类用户的耗热指标,确定用气不均匀系数,包括月高峰系数、日高峰系数和时高峰系数,然后计算各类用户的用气量。对于工业用户来说,用气分为两类,一类是将天然气作为燃料,另一类是将天然气作为化工原料。

(三)储气与调峰

储气的目的主要是为了调节用户用气的不均匀性。用户用气量在不同时段是不一样的,应参考有关规范及同类型城市数据,确定用气不均匀系数。一般说来,对于城市配气应确定日不均匀系数和时不均匀系数。在此基础上,计算储气容积,并确定适合的储气方式。

(四)输配管网

输配管网指城市内部的干线管网。应由压力级制、水力工况、城市街道、管网建设投资等因素综合考虑两种或两种以上的方案,在进行技术和经济比较之后,确定合适的输配管网方案。输配管网的初步设计应说明管网布置原则、管网线路走向;选取合适的管材并说明原因;确定管道敷设方式及管道穿越铁路、公路、河流的方案;说明阀井的设置原则及所选用的阀门的类型和阀井的座数;输配管网的初步设计中,必须考虑管网的预留接头,以适应城市将来的发展要求。

输配管网的水力计算是初步设计的重要内容之一。首先应选取和确定适当的计算公式和计算参数。水力计算中不仅要考虑正常的运行工况,而且要考虑最不利情况下的事故工况,以确保管网的平稳供气。

(五)管道防腐

城市配气管网的防腐一般只对于线管道进行。可以采用防腐涂层和阴极保护等措施。在初步设计中应根据管道、施工及环境等情况和当时常用的防腐涂料的性能、价格和施工工艺要求等,推荐一至两种防腐涂料供选择。

阴极保护属电化学保护。阴极保护分强制电流阴极保护和牺牲阳极阴极保护两种方式。若城市配气管网采用阴极保护,则应说明采用阴极保护的范围及原因,并对阴极保护系统的附属设施和措施加以说明。

(六)站场工程

城市配气系统的站场有城市门站、调压站和储气站。如果一城市配气系统必须具备这三种或其中两种站场,为了方便生产管理、减少占地、节约投资,则将三种或两种合并建立。首先,应根据城市建设、人文环境和自然资源等情况,对站址进行选择确定。接着,要对站场的工

艺流程进行描述。流程描述中,要设计出工艺流程图。按照流程图,除说明天然气流向通路及其流动参数外,尚需说明其辅助系统,如供热系统、加臭装置及加味剂、站场的防腐措施以及主要设备的选型等等。在站场工程中,还要对总图与土建进行描述。总图描述的内容包括站的平面和竖向布置、生活设施、总图构筑物、三材用量等。土建主要指建筑结构,如消防水泵房、房屋及其他建(构)筑物。

(七)自动控制及通信

自动控制是现代城市配气系统中必不可少的生产、调度、管理手段。应根据城市建设和发展的规模和其他条件,说明自控水平、模式和自控方案。同时,要对自控系统的仪器仪表的选择原则和具体要求进行说明。

通信是生产和行政管理不可缺少的工具。要对通信方式进行说明,并设计通信方案。

(八)其他辅助系统

辅助系统包括给排水及消防、供电及配电方案、热工、机修、安全及工业卫生等。在初步设计文件中,应对辅助系统的功能、系统方案及措施加以说明。

(九)行政、生产及后勤系统

行政、生产及后勤系统是城市配气必不可少的系统。要设计组织机构,明确各部门的职责,并按有关规定计算各类各种人员数。

(十)主要工程量及投资

城市配气主要工程量包括管线工程、站场工程、临时和永久性征地、三材耗量等。在此基础上,按照有关规定和标准计算工程造价及其他相关费用,最后计算出整个工程的投资金额。

(十一)材料、设备汇总

根据初步设计中各单项工程涉及的材料、设备汇总成表,为材料、设备的采办作准备。

(十二)初步设计应包括的附图与附件

- (1)总工艺流程图;
- (2)站场总平面布置图及竖向布置图;
- (3)站场工艺流程图及自控仪表流程图;
- (4)管网布置图;
- (5)管网水力计算图;
- (6)有关部门的文件或批复。

(十三)问题及建议

问题及建议是初步设计文件中一项重要的内容。一般包括在初步设计阶段尚不确定的因素或条件;某些部分或局部工程在初步设计时需有两种(或更多)方案可供选择而必须由业主或其他部门决定或协商解决;在初步设计阶段尚未完成或需进一步完善的前期基础工作;在初步设计过程中发现的问题及需要向业主和有关部门提出的建议等。类似的问题应在初步设计文件中指出。

初步设计阶段提出的问题及建议应在初步设计过程中和初步设计审查过程中得到妥善的处理和解决。否则,可能影响后续阶段工作的顺利开展,或者给工程建设造成浪费,或者给工程留下隐患。

习 题

1. 简述城市配气工程建设项目规划所需的基础资料及规划的主要内容。
2. 城市配气工程建设项目可行性研究的任务是什么？通过可行性研究可达到什么样的结果？
3. 城市配气工程建设项目可行性研究报告应包括哪些方面的内容？
4. 城市配气工程建设项目初步设计的任务是什么？
5. 城市配气工程建设项目初步设计说明书应包括哪些方面的内容？

第二章 天然气的物理化学性质

第一节 天然气的组成

天然气是以烷烃为主的各种烃类和少量非烃类气体所组成的气体混合物。在烃类气体中,甲烷(CH_4)占绝大部分,乙烷(C_2H_6)、丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})和戊烷(C_5H_{12})含量不多,庚烷以上烷烃极少。天然气中所含的非烃类气体一般有二氧化碳(CO_2)、一氧化碳(CO)、氮(N_2)、氢(H_2)、硫化氢(H_2S)和水蒸气(H_2O)以及微量的惰性气体氦(He)、氩(Ar)等。

在标准状态(0°C , 101325Pa)下的天然气中,从甲烷到丁烷的烃类以气态存在,戊烷以上的烃类是液态。

按矿藏分,天然气可分为气田气、油田伴生气和凝析气田气。气田气主要是甲烷,含量约为80%~98%,乙烷至丁烷的含量不大,戊烷或戊烷以上的重烃以及非烃类气体含量甚微或不含。油田伴生气含乙烷或乙烷以上的烃类较多。凝析气田气除含有大量的甲烷、乙烷外,还含有一定数量的丙烷、丁烷,戊烷或戊烷以上的重烃含量较高。

各个气田的天然气的组成相差很大,即使是同一气田,在不同的时期天然气的组成也有差异。表2-1至表2-3列出了我国一些气田天然气、油气田天然气和油田伴生气的组成。

天然气中单一组分的特性是计算其混合气体特性的基础数据。而气体的特性又与气体所处的状态有关,目前气体的标准状态有三种:

(1)1954年第十届国际计量大会(CGPM)协议的标准状态:温度 273.15K (0°C),压力 101.325kPa 。世界各国科技领域广泛采用这一标准状态。

(2)国际标准化组织(ISO)和美国国家标准(ANSI)的标准状态:温度 288.15K (15°C),压力 101.325kPa ,是计量气体体积流量的标准。

(3)我国《天然气流量的标准孔板计量方法》(SY/T 6143—2004)的标准状态:温度 293.15K (20°C),压力 101.325kPa ,是计量气体体积流量的标准。

在温度为 273.15K (0°C)、压力为 101.325kPa 的状态下,天然气中的单一组分的主要性质如表2-4所示。

第二节 气体的状态方程

一、理想气体的状态方程

理想气体是一种假想的气体,认为它的分子本身不占体积,分子之间没有吸引力。根据物理学的实验研究和分子运动论的探讨,理想气体的状态方程为:

$$pV = GRT = nR_M T \quad (2-1)$$

表 2-1 四川某些气田天然气的组成

气田名称	产层	天然气的组成(体积分数), %													
		甲烷	乙烷	丙烷	正丁烷	异丁烷	正戊烷	异戊烷	己烷及以上	二氧化碳	硫化氢	氢	氮	氩	氡
庙高寺	嘉二	96.42	0.73	0.14	0.04					0.69		1.93	0.05		
傅家庙	嘉三	95.77	1.10	0.37	0.16				0.08		0.07	2.24			
兴隆场	嘉三	96.74	1.07	0.32	0.16		0.076		0.045		0.008	1.54	0.042		
自流井	阳三	97.12	0.56	0.07					1.135	0.02	0.002	1.06	0.032		
威远	震旦系	86.80	0.11						4.437	0.879		8.1	0.316	0.027	
卧龙河	嘉五	92.44	1.01	0.56	0.36		0.22		0.27	4.48	0.09	0.10			
	石炭系	97.89	0.40	0.05					0.89	0.12	0.002	0.60	0.049		
中坝	须二	90.97	5.62	1.66	0.36	0.37	0.096	0.131	0.128	0.41	0.008	0.23	0.017	0.003	
	雷三	84.01	1.68	0.50	0.181	0.124	0.086	0.077		4.42	6.86	1.82	0.059	0.001	
八角场	大三	90.99	3.49	1.89	1.07		1.21			0.25	^				
相国寺	石炭系	97.62	0.92	0.07						0.16	0.01	0.013	1.13	0.076	0.006
五百梯	石炭系	97.38	0.50	0.06						0.991		0.178		0.891	
磨溪	雷一	95.22	0.19	1.30						0.13	1.61	0.003	1.53	0.003	0.01