

职业技能培训教程与鉴定试题集

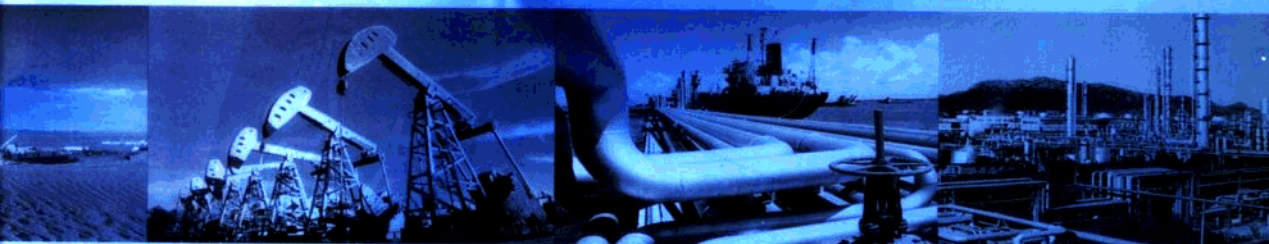
ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENGYUJIANDINGSHITIJI

轻烃装置操作工

QING TING ZHUANG ZHI CAO ZUO GONG

(上册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



石油工业出版社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

和例
PDG

职业技能培训教程与鉴定试题集

轻烃装置操作工

(上册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是中国石油天然气集团公司人事服务中心,依据天然气净化工国家职业标准,统一组织编写的《职业技能培训教程与鉴定试题集》中的一本。本书包含轻烃装置操作工初级工和中级工两个级别的内容,分别介绍了应掌握的基础知识、技能操作与相关知识,并给出了部分理论试题和技能操作试题。本书语言通俗易懂,理论知识重点突出,且实用性强,可操作性强,是轻烃装置操作工职业培训和鉴定的必备教材。

图书在版编目(CIP)数据

轻烃装置操作工.上册/中国石油天然气集团公司人事服务中心编.
北京:石油工业出版社,2004.6

(职业技能培训教程与鉴定试题集)

ISBN 7-5021-4664-4

I. 轻…

II. 中…

III. 烃-石油炼制-化工设备-技术培训-教材

IV. TE96

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 040238 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.cn

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂印刷

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:30

字数:762 千字 印数:1—3000 册

书号:ISBN 7-5021-4664-4/TE·3249

定价:38.00 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

为提高石油工人队伍素质，满足职工培训、鉴定的需要，中国石油天然气集团公司人事服务中心组织编写了这套《职业技能培训教程与鉴定试题集》。这套书包括 44 个石油天然气行业特有工种和 21 个社会通用工种的职业技能培训教程与鉴定试题集，每个工种依据《国家职业（工人技术等级）标准》分初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个级别编写。

本套书的编写坚持以职业活动为导向，以职业技能为核心的原则，打破了过去传统教材的学科性编写模式。依据职业（工种）标准的要求，教程分为基础知识部分和技能操作与相关知识部分。基础知识部分是本职业（工种）或本级别应掌握的基本知识；技能操作与相关知识是本级别应掌握的基本操作技能与正确完成技能操作所涉及到的相关知识。试题集中理论知识试题分为选择题、判断题、简答题、计算题四种题型，以客观性试题为主；技能操作试题在编写中增加了考核内容层次结构表，目的是保证鉴定命题的等值性和考核质量的统一性。为便于职工培训和鉴定复习，在每个工种、等级理论知识试题与技能操作考核试题前均列出了《鉴定要素细目表》，《鉴定要素细目表》是考核的知识点与要点，是工人培训的知识大纲和鉴定命题的直接依据。为保证职工鉴定前能够进行充分的考前培训、学习，真正达到提高职工技术素质的目的，此次编入试题集中的理论知识试题只选取了试题库中的部分试题，职工鉴定前复习时应严格参照教程与试题集的《鉴定要素细目表》，认真学习本等级教程规定内容。

为方便使用，本套书中《轻烃装置操作工》分上、下两册出版，上册为初级工和中级工两个级别的内容，下册为高级工、技师、高级技师三个级别的内容。《轻烃装置操作工》由大庆油田组织编写，主编栾胜利、张树波、韩动焕。参加编写的人员主要有周艳芹、王希虎、王建兵、盛成龙、张荣祥。其中基础

知识和有关绘图知识主要由栾胜利撰写，负压原油稳定装置的教程和题库主要由张树波撰写，分馏法原油稳定装置的教程和题库主要由周艳芹、盛成龙撰写，浅冷装置的教程和题库主要由韩动焕、张荣祥撰写，深冷装置的教程和题库主要由王希虎、王建兵撰写。最后经中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心组织专家进行了审定，参加审定的人员有华北油田的康宏，大庆油田的杨明亮、于丽英等。

在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和错误，恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2003年10月

目 录

初 级 工

国家职业标准（初级工工作要求）	（ 3 ）
-----------------------	-------

第一部分 初级工基础知识

第一章 油气基础知识	（ 4 ）
第一节 石油天然气基础知识	（ 4 ）
第二节 油、气集输	（ 10 ）
第二章 油气初加工基础知识	（ 13 ）
第一节 工艺流程	（ 13 ）
第二节 管件与阀门	（ 15 ）
第三节 设备操作	（ 16 ）
第四节 资料录取	（ 18 ）
第三章 设备维护保养知识	（ 21 ）
第一节 设备维护保养基础知识	（ 21 ）
第二节 工具、用具使用知识	（ 22 ）
第四章 安全环保基础知识	（ 29 ）
第一节 消防知识	（ 29 ）
第二节 检修安全要求	（ 36 ）
第三节 应急程序	（ 38 ）
第四节 环保知识	（ 40 ）
第五节 HSE 常识	（ 44 ）
第六节 事故预案	（ 46 ）
第七节 急救常识	（ 50 ）

第二部分 初级工技能操作与相关知识

第一章 操作设备	（ 57 ）
第一节 阀门	（ 57 ）
第二节 分离器	（ 62 ）
第三节 离心泵	（ 66 ）

第四节 柱塞泵	(75)
第五节 螺杆泵	(78)
第二章 填写报表	(80)
第三章 控制和调节系统工艺参数	(83)
第一节 负压原油稳定装置中工艺系统的控制和调节	(83)
第二节 分馏法原油稳定装置中工艺系统的控制和调节	(88)
第三节 浅冷装置中工艺系统的控制和调节	(93)
第四节 深冷装置中工艺系统的控制和调节	(99)
第四章 维护保养设备	(112)
第一节 阀门的维护保养	(112)
第二节 离心泵的维护保养	(118)
第三节 柱塞泵的维护保养	(127)
第四节 螺杆泵的维护保养	(130)
第五节 齿轮泵的维护保养	(131)
第五章 处理故障	(133)
第一节 阀门故障的处理	(133)
第二节 离心泵故障的处理	(133)
第三节 柱塞泵故障的处理	(136)
第四节 电动机故障的处理	(138)
第五节 负压原油稳定装置部分工艺单元的紧急停车	(140)
第六节 分馏法原油稳定装置部分工艺单元的紧急停车	(141)
第七节 浅冷装置部分工艺单元的紧急停车	(141)
第八节 深冷装置部分工艺单元的紧急停车	(143)

第三部分 初级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(145)
理论知识试题	(149)
理论知识试题答案	(179)

第四部分 初级工技能操作试题

考核内容层次结构表	(183)
鉴定要素细目表	(184)
测量模块	(185)
技能操作试题	(190)
组卷示例	(220)

中 级 工

国家职业标准（中级工工作要求）	（225）
-----------------------	-------

第五部分 中级工基础知识

第一章 电工基础知识	（226）
第一节 电的基本知识	（226）
第二节 安全用电知识	（234）
第二章 仪表与计量基础知识	（237）
第一节 常用仪表与自动控制	（237）
第二节 油、水、气计量	（248）
第三章 管路的维护保养	（252）
第一节 管工基本知识	（252）
第二节 管路防腐及输气管清管	（257）
第三节 钳工基本知识	（258）

第六部分 中级工技能操作与相关知识

第一章 操作设备及相关知识	（263）
第一节 螺杆压缩机的操作	（263）
第二节 活塞压缩机的操作	（274）
第三节 离心压缩机的操作	（280）
第四节 塔设备的操作	（291）
第五节 换热设备的操作	（295）
第二章 启停装置	（300）
第一节 负压原油稳定装置中工艺单元的操作	（300）
第二节 分馏法原油稳定装置中工艺单元的操作	（303）
第三节 浅冷装置中工艺单元的操作	（307）
第四节 深冷装置中工艺单元的操作	（314）
第三章 控制和调节系统工艺参数	（323）
第一节 脱水系统	（323）
第二节 负压原油稳定装置	（324）
第三节 分馏法原油稳定装置	（331）
第四节 浅冷装置	（335）
第五节 深冷装置	（342）
第四章 处理故障	（355）
第一节 离心压缩机故障的处理	（355）

第二节 活塞压缩机故障的处理.....	(356)
第三节 压缩机厂房内天然气大量泄漏的处理.....	(358)
第四节 脱水系统故障的处理.....	(359)
第五节 冷换设备故障的处理.....	(361)
第五章 维护保养设备.....	(363)
第一节 塔设备.....	(363)
第二节 换热器.....	(364)
第三节 空冷器.....	(367)
第四节 压缩机.....	(368)

第七部分 中级工理论知识试题

鉴定要素细目表.....	(377)
理论知识试题.....	(382)
理论知识试题答案.....	(417)

第八部分 中级工技能操作试题

考核内容层次结构表.....	(424)
鉴定要素细目表.....	(425)
测量模块.....	(426)
技能操作试题.....	(430)
参考文献.....	(467)

初 级 工

国家职业标准（初级工工作要求）

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
操作轻烃装置	(一) 操作设备	1. 能操作阀门 2. 能操作分离器 3. 能操作离心泵 4. 能操作柱塞泵 5. 能操作螺杆泵	1. 分离器的结构、原理、性能及操作规程 2. 离心泵的结构、原理、性能及操作规程 3. 柱塞泵的结构、原理、性能及操作规程 4. 螺杆泵的结构、原理、性能及操作规程
	(二) 填写报表	1. 能填写设备巡检报表 2. 能填写生产运行报表	填写报表的有关规定及方法
	(三) 控制和调节系统工艺参数	1. 能控制和调节冷却水系统 2. 能控制和调节原理系统 3. 能控制和调节排污系统 4. 能控制和调节轻烃系统 5. 能控制和调节部分天然气系统	1. 冷却水系统流程 2. 冷却水系统运行参数的定义、用途及计算方法 3. 原油系统流程 4. 原油系统运行参数的定义、用途及计算方法 5. 排污系统流程 6. 排污系统参数的定义、用途及计算方法 7. 轻烃系统流程 8. 轻烃系统参数的定义、用途及计算方法 9. 天然气系统流程 10. 天然气系统操作参数的定义、用途及计算方法
	(四) 维护保养设备	1. 能更换阀门盘根 2. 能更换法兰阀门 3. 能处理阀门渗漏 4. 能对泵进行维护保养	1. 阀门的结构、原理及性能 2. 阀门更换的操作方法 3. 阀门的维护保养知识 4. 泵的维护保养知识
	(五) 处理故障	1. 能处理闸阀或截止阀阀杆转动不灵的故障 2. 能判断处理离心泵一般故障 3. 能判断处理柱塞泵一般故障 4. 能对装置的部分工艺单元进行紧急停车操作	1. 阀门故障处理方法 2. 离心泵一般故障判断和处理方法 3. 柱塞泵一般故障判断和处理方法 4. 电动机一般故障判断和处理方法 5. 轻烃装置部分工艺单元紧急停车程序

第一部分 初级工基础知识

第一章 油气基础知识

第一节 石油天然气基础知识

一、石油

(一) 石油的物理性质

石油是由各种碳氢化合物混合而成的一种可燃有机油状液体。石油分天然石油和人造石油两种。天然石油是从油气田中开采出来的，人造石油是利用煤或油页岩等干馏出来的。石油在提炼以前称原油。原油一般为淡黄色到黑色，流动或半流动的粘稠液体，是一种烃类物质的混合物，其倾点为 28°C ，凝点为 24°C 。同时含有一些不稳定的轻组分，相对密度在 $0.8\sim 1.0$ 之间。不稳定石油是指未经处理，含有轻烃组分的原油。不含轻烃组分的原油叫稳定原油。地层原油的物理性质，直接影响原油在地下的储存状况和流动性能。分析地层原油的物理性质，一般要取得以下几个参数：

(1) 饱和压力：地层原油在压力降低到开始脱气时的压力称饱和压力。原始饱和压力是指油田开采初期，地层保持在原始状况下测得的饱和压力。一般所说的饱和压力均是指原始饱和压力，它是确定开发决策的依据之一，单位为兆帕 (MPa)。

(2) 溶解气油比：在地层原始状况下，单位质量（或体积）原油所溶解的天然气量称为原始气油比，单位是“立方米每吨” (m^3/t) 或“立方米每立方米” (m^3/m^3)。油井生产时，每采出 1t 原油伴随采出的天然气量称为生产气油比，单位是“立方米每吨” (m^3/t)。

(3) 原油密度和相对密度：原油密度是指单位体积原油的质量，单位是“千克每立方米” (kg/m^3)。原油的相对密度是指原油在 20°C 、 0.101MPa 时的标准状态下脱气原油的密度与温度为 4°C 时同样体积纯水密度之比值，为无因次量。

(4) 原油粘度：石油在流动时，其内部分子之间产生的摩擦阻力称为原油粘度。影响粘度的因素很多，在地层中的原油，由于温度高、压力高，且溶解有大量天然气，所以粘度小；而地面原油温度低，溶解气少，所以粘度比地层条件下大得多。

(5) 原油凝固点：原油冷却到失去流动性时的温度，叫做原油的凝固点。凝固点在 40°C 以上的原油叫高凝油。

(6) 原油收缩率：地层原油取到地面后，天然气逸出使体积缩小，收缩的体积占原体积的百分数称为收缩率。

(7) 原油压缩系数：（又称压缩率）单位体积的地层原油的压力每增加或减小 1Pa 时，体积的变化率称为压缩系数，单位是“每帕或每兆帕” ($1/\text{MPa}$)。

(二) 石油的化学性质

胶质是原油中相对分子质量较大的烃类，并含有氧、氮、硫等杂质。它溶解性较差，只能溶解于石油醚、苯、氯仿、乙醚和四氯化碳等有机溶剂中，能被硅胶吸附。石油蒸发或氧化后，胶质成分增加。密度较小的石油一般含胶质 4%~5%，而较重的石油胶质含量可大于 20% 或更多。原油中所含胶质的百分数称为胶质含量。

原油中的沥青质为暗褐色至黑色的脆性物质，含有碳、氢、氧、氮、硫等元素的高分子多环有机化合物，其相对分子质量比胶质大许多倍，不溶于石油醚或酒精，可溶于苯、三氯甲烷及二硫化碳，也可被硅胶吸附。原油中所含沥青质的百分数称为沥青质含量。

(三) 石油的组成

石油主要由碳、氢、氧、氮等元素组成，其中碳 (C) 和氢 (H) 所占比例最大。一般碳占 83%~87%，氢占 10%~14%，二者的比值 (C/H) 一般不超过 6.0~7.5。此外石油中还含有微量的其他元素，如钒 (V)、镍 (Ni)、铁 (Fe)、铜 (Cu)、铅 (Pd)、钙 (Ca) 等 20 多种元素。

要说明的是：上述的各元素在原油中不是呈游离状态，而是结合成不同的化合物而存在，多以烃类化合物为主，另外还有少量的含氧、硫、氮的非烃类化合物。

碳原子个数为 15~42 的常温下呈固态的烷烃称为蜡。原油中含蜡的质量分数称为含蜡量。

我们把由碳和氢组成的化合物称为烃，原油的 95% 以上都是由碳和氢组成的，所以说，原油主要是由烃类组成的。

(四) 石油的分类

石油的分类常见有四种方法，即按相对密度分类；按含硫、含蜡量分类；按特性因数分类；按关键馏分特性分类。

原油按相对密度分类可分为轻质原油（相对密度小于 0.878）、中质原油（相对密度在 0.878~0.884 之间）、重质原油（相对密度大于 0.884，一般含轻馏分很少，含蜡、硫和胶质多）；按含硫量分为低硫原油（小于 0.5%）、含硫原油（0.5%~2.0%）和高硫原油（大于 2.0%）；按含蜡量可分为低蜡原油（粘度为 $\eta_{50} = 50 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 的馏分，凝点小于 16℃）、含蜡原油（粘度 $\eta_{50} = 53 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 的馏分，凝点在 16~21℃）、多蜡原油（粘度 $\eta_{50} = 53 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 的馏分，凝点大于 21℃）。

二、天然气

(一) 天然气的组成

天然气主要是由碳、氢、硫、氮、氧及微量元素组成的，以碳、氢为主，碳约占 65%~80%，氢约占 12%~20%。天然气是一种烃类气体的混合物，其中带有水蒸气和较重的烃类，它是一种易燃易爆的气体。未经处理的天然气不能使用。天然气中含有的烃主要是甲烷，同时含有乙烷、丙烷、丁烷、戊烷及少量的己烷、庚烷、辛烷和更重的气体。

(二) 天然气的分类

1. 根据天然气的组成分类

根据天然气的组成可分为干气、湿气、贫气、富气，还可分为酸性气和洁气。

干气：每一标准立方米[●]的天然气中， C_5 （戊烷）以上重烃液体含量低于 13.5 cm^3 的天

● 指 0℃、101.325kPa 下体积为 1 m^3 。本书中涉及气体计量单位时，均指在 0℃、101.325kPa 条件下。

然气称为干气。

湿气：每一标准立方米的天然气中， C_5 （戊烷）以上重烃液体含量超过 13.5cm^3 的天然气称为湿气。

贫气：每一标准立方米的天然气中， C_3 （丙烷）以上烃类液体的含量低于 94cm^3 的天然气称为贫气。

富气：每一标准立方米的天然气中， C_3 （丙烷）以上烃类液体的含量超过 94cm^3 的天然气称为富气。

酸性气：天然气中含有显著的 H_2S 和 CO_2 等酸性气体，需要进行净化处理才能达到管输标准的天然气。我国规定天然气含硫量在 $1\text{g}/\text{m}^3$ 以上的天然气称为酸性气。

洁气：天然气中 H_2S 和 CO_2 等酸性气体含量甚微，不需要进行净化处理的天然气。

2. 根据矿藏的特点分类

天然气可分为伴生气和非伴生气。伴生气是与原油共生的，开采原油时伴生气与原油同时被采出。非伴生气包括纯天然气和凝析气两种。纯天然气是从气井中开发出来的，其中主要成分是甲烷，还有少量的乙烷、丙烷、丁烷及非烃气体。凝析气是凝析气田开采出来的，其成分除了有甲烷、乙烷外，还含有一定数量的丙烷、丁烷、戊烷及戊烷以上的烃类。凝析气从井口流出来经过减压降温后，分为气液两相，气相经过净化处理后，即成为商品天然气。液相主要是凝析油，可进行进一步加工，从中可获得几种轻烃产品。由天然气中分离出的 C_2 以上烃类可以做燃料，也可做化工原料，可用于生产各种烯烃。

（三）天然气的物理性质

由于天然气是一种烃类混合物，且因为这种混合物在化合物的形式上和相对含量上经常变化，所以其总的和综合的物理性质也将发生变化。因此，必须首先对气体进行分析，确定其各种不同的物理性质，如相对分子质量、冰点、沸点、密度、粘度、临界温度、临界压力、汽化热、热值、蒸气压等，这些物理性质对天然气的初加工是至关重要的。当前，天然气液体（NGL）的生产能力和加工深度是衡量一个油田天然气集输及利用的重要标志。

（四）天然气的相关概念

1. 爆炸极限

在油气初加工工业以及天然气的使用过程中，天然气的爆炸极限是一个非常重要的参数，它直接影响到人身安全和企业的效益。

天然气和空气形成的混合物中，当天然气在空气中的含量达到一定比例范围，这种混合气体具有爆炸的可能性，这个比例范围的高低限制称为天然气的爆炸极限。当空气中天然气的含量一直增加到不能形成爆炸混合物时的那个含量，称为爆炸上限。当空气中天然气的含量一直减少到不能形成爆炸混合物时的那个含量，称为天然气的爆炸下限。当天然气与空气混合时，天然气的体积分数在 $5\%\sim 15\%$ 时，遇明火就会爆炸。

天然气是碳氢化合物的混合物，天然气的爆炸极限范围取决它自身的化学组成和外界的温度、压力条件。天然气所处压力愈大、温度愈高则爆炸范围愈大，特别是压力的影响显著。随着压力的升高，爆炸下限几乎保持不变，而上限都大大增加。

2. 天然气的湿度

天然气含水的多少用湿度来表示，单位体积或单位质量的天然气所含水蒸气的质量称为天然气的绝对湿度（即含水量），其单位为克/立方米（ g/m^3 ）或克/千克（ g/kg ）。天然气的绝对湿度与相同条件下呈饱和状态的单位体积天然气中所含水蒸气质量之比，称为天然气

的相对湿度。

天然气的湿度在初加工工业中是一个很重要的参数。

3. 天然气的露点

如果天然气中含有一定量的水蒸气，当压力升高或温度下降到一定数值时，天然气中的水蒸气开始凝析出来，此时，天然气为水蒸气所饱和，即天然气达到了饱和状态。天然气为水所饱和时的温度称为天然气的露点，或者说，天然气中出现第一滴露珠时的温度称为天然气的露点。

4. 天然气的全热值

天然气是碳氢化合物与其他气体组成的混合物，它的热值取决于各组分的热值单位体积或单位质量的天然气燃烧时，将所发生的蒸汽的汽化潜热计算在内的热量称为全热值。全热值减去不能利用的汽化潜热值称为天然气的冷热值（低热值）。天然气的含水量对天然气的低热值有直接影响。单位体积或质量的天然气燃烧所发出的热能称为天然气的燃烧值，又称发热量。

5. 天然气的基本参数

天然气的基本参数有：相对分子质量，相对密度，密度。

6. 气体的临界参数及临界状态

对某组分的气体而言，在临界点温度以上，无论加多大的压力，气体也不会液化，只有在临界点温度以下才能实现液化，这一点就称为临界点。此时的压力称为临界压力，温度称为临界温度，比容称为临界比容，气体所处状态称为临界状态。临界状态的天然气呈现流体状态。气体的临界温度越高，气体越易液化，反之越不易液化。

(五) 天然气的应用

1. 概述

随着天然气工业的发展，天然气的应用范围日益扩大，在国民经济中的重要性也更加突出。天然气的应用可归纳为两个方面：一是作为能源；二是作为化工原料。前者包括天然气压力能的应用和天然气作为燃料的应用。为充分有效地发挥天然气资源的作用，应综合地考虑以上各个方面。首先利用天然气的压力能，然后从天然气中分出作为化工原料或其他有价值的组分，如凝析油、氮气、含硫化合物等，再将其余部分做燃料或化工原料。从井口流出的高压天然气流，其压力能量主要用于克服管输时的阻力，富余的压头还可以推动膨胀机做功，并制冷作为回收重烃所需的冷源，也可用于矿场小型发电或带动其他机械设备。虽然从气田开发初期到后期，随着天然气的采出，地层压力逐步下降，最后可能要进行增压，才能满足管线输送和开采工艺的要求，但充分发挥天然气压力能源的作用仍然值得考虑。

天然气用不同的工艺进行分离，可分离出氮气、高级烃和硫等，如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 天然气分离和制备的产品

组 分	分 离 方 法	目 的 产 品
氮气	低温分离	用于各种用途的氮气
乙烷以上重烃	油吸收或低温分离	燃料或石油化工原料
硫化氢和有机硫	通过脱硫装置和氧化催化转化制硫	硫磺、硫酸和各种无机及有机硫化物

氮气在国防、军工、冶金、科研等方面有着广泛应用。由天然气中分离出的乙烷以上的

烃类可以做燃料，也可做化工原料，可用于生产各种烯烃。由天然气生产的硫磺，纯度高、质量好，是重要的人工原料。

天然气在各方面应用的分配比例和各国农业发展情况、天然气生产水平及其发展的历史条件有关。目前各国生产的天然气，大部分还是用作工业和民用燃料，只有一小部分用做化工原料，后者平均约占耗气量的5%~10%，但是以天然气生产的化工产品种类较多，伴随着科学的发展作为化工原料的比例也将会逐渐提高。

2. 天然气燃料的应用

天然气具有下列燃烧特性：

(1) 天然气在空气中可燃性限界范围很窄，因此，在燃烧过程中对缺氧很敏感，同时也减少了回火的危险性。

(2) 天然气的最大燃烧速度比较小，大约其主要成分甲烷只有33.8cm/s，丁烷为37.9~40cm/s。惰性气体的存在在对天然气的燃烧速度影响不大，例如：1%氮气只使最高气体燃烧速度降低0.2cm/s，而1%的二氧化碳可降低0.4cm/s。

(3) 辐射系数低。气体燃料的清洁的供风火焰的辐射系数和燃烧油或煤的火焰相比，辐射系数较小。天然气的扩散火焰具有很低的辐射能力，火焰本身具有很小的发光度，液化石油气情况稍好。对于大多数用气体做燃料的加工过程中，辐射系数并不很重要，因为无色的火焰可以产生一个辐射面，这就补偿了火焰本身辐射系数小的不足。而且，虽然气体燃料的火焰辐射系数较燃料油或煤的火焰辐射系数低，但是火焰温度较高，这可增加二氧化碳和水蒸气的辐射系数，从而提高火焰的辐射系数。

(4) 碳氢比低。天然气的碳氢比比液体燃料或固体燃料的碳氢比低得多，其结果是，气体燃料燃烧产生的废气中潜热量相当大，而一般条件下回收这部分热量是不经济的。但是，由于气体燃料燃烧器较易控制，火焰和燃烧产物较清洁，这有利于提高热效率，常常可以补偿烟气中带走的大量潜热造成的热效率损失。

(5) 含硫量低。天然气含硫量较低，不会使换热器产生严重的腐蚀现象。

(6) 火焰比较稳定，与城市煤气比较，易于产生黑烟。

(7) 与由煤或油品做原料的城市煤气相比较，天然气的特点是燃烧速度慢，因此火焰有时会离开燃烧器的喷出口，比较容易熄灭。为此，在设计天然气燃烧器时，可使用小量的天然气在低速下由单独的喷孔（或多个喷孔）喷出，其速度低到足以同天然气燃烧速度达到平衡。实践证明，保留火焰能很好地稳定主火焰，防止了主火焰熄灭。

作为燃料，天然气的优点是发热量大，含硫量低，不含灰分等固体杂质，使用方便，控制简单，便于输送，在许多情况下燃烧热效率高，燃烧产物不污染环境等。但是不同使用条件，获得的经济效果并不相同。一般说来对于大量燃料集中使用的工业，如发电、大型蒸汽锅炉、炼钢和炼铁、制造水泥等工业，使用固体或液体燃料可以获得高的热效率，因而使用天然气做燃料经济效益较差；对于小型工业或者燃料使用量较大，但是非集中使用的工业或其他用户，使用天然气做燃料经济效益好。

天然气被当作民用燃料的同时，在工业、燃料市场的地位也逐渐强大起来。目前天然气作为燃料已被广泛应用于水泥工业、玻璃陶瓷工业发电厂、透平机，以及食品加工业、纺织、皮革、造纸和印刷等行业。

三、轻烃

轻烃在化工工业中有着广泛的用途，是乙烯、塑料等加工业不可缺少的原料。我们把可