

天然气加工过程 原理与技术

黑龙江科学技术出版社



TE646

1

3

天然气加工过程原理与技术

大庆天然气公司 大庆石油学院 编

罗光熹 周 安 主编

李福成 周树祥 主审

12.11.10

黑龙江科学技术出版社

B

6.514

责任编辑: 曹俊强
封面设计: 张秉顺

天然气加工过程原理与技术

大庆天然气公司 大庆石油学院 编

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

黑龙江新华印刷厂附属厂印刷

787×1092毫米16开本25.75印张 520千字

1990年6月第1版·1990年6月第1次印刷

印数: 1—5000册 定价: 9.80元

ISBN 7-5388-1100-1/TE·9

前 言

目前，天然气加工工艺实际上已逐步形成了一个完整的交叉与综合工程学科。大庆油田天然气公司通过引进、消化国外天然气加工装置，已积累了一定的实际生产经验。但是，目前国内尚无一本系统、深入地论述天然气及油田伴生气加工的工程理论著作。为了弥补这一不足，我们编写了《天然气加工过程原理与技术》一书。

编写本书是一种尝试。无论在选材上，还是在写法上，都没有经验。因此，我们力图从国内天然气加工装置的现状和工艺过程的实际出发，进行选取，概括并抽象出其共性的基本原理与操作单元，逐一分析，做到由浅入深，由特殊到一般，从感性上升到理性。全书共分三篇，既详细介绍了天然气加工过程原理与技术，又系统、深入地论述了天然气及油田伴生气加工的工程理论。由于计算机辅助设计在天然气加工过程中的应用日益增多，本书最后一章专门介绍了系统模拟分析与综合的有关基本概念，可作为工程技术人员拓宽专业知识的参考。

本书系由大庆天然气公司、大庆石油学院合编，全书由罗光熹、周安同志主编。参加本书编写工作的还有刘成立、杨今朝同志。

本书最后的审校由大庆油田总设计师杨育之、金培孚同志担任。

由于编者经验不足，水平有限，书中的缺点错误在所难免，敬请使用本书的各界同志批评指正。

目 录

第一篇 天然气加工过程的热力学基础及相平衡计算

第一章 天然气组成及加工方向	1
1.1 天然气的来源和种类	1
1.2 天然气的化学组成与各项技术规定	2
1.3 天然气加工及其产品	9
1.4 天然气化工利用的基本概述	11
第二章 天然气相平衡热力学基础	14
2.1 基本概念	15
2.1.1 体系和环境	15
2.1.2 状态和状态函数	15
2.1.3 过程及途径	16
2.1.4 热和功的概念	16
2.2 热力学基本方程式和平衡判据	17
2.2.1 热力学第一、第二定律联合表达式	17
2.2.2 功函A和自由能 G	17
2.2.3 热力学函数的基本数学关系式	19
2.3 均匀敞开体系	21
2.4 非均匀体系的相平衡	22
2.5 Gibbs—Duhem方程	23
2.6 相律	24
2.7 化学位	24
2.8 逸度和活度	25
2.9 热力学性质和P—V—T间的基本关系式	26
2.9.1 以P和T为独立变量的热力学性质计算式	27
2.9.2 以V和T为独立变量的热力学性质计算式	28
第三章 天然气的P—V—T关系及其热力学性质	31
3.1 天然气体系的相态性质	31
3.1.1 单一组分(纯质)的相态	31
3.1.2 多组分体系的相态——逆变现象	35
3.2 天然气的P—V—T关系	37
3.2.1 对比态原理及压缩因子Z	37

3.2.2 真实流体的状态方程	42
3.3 用状态方程计算天然气热力学性质	59
3.3.1 由R—K方程导出纯组分逸度系数 (f/p) 的计算公式	59
3.3.2 由R—K方程导出逸度系数 ϕ_i 的算式	61
3.3.3 由R—K方程导出焓差 ($H-H^0$) 的计算式	62
3.3.4 理想气体焓 H^0 的计算	65
第四章 平衡计算	69
4.1 相平衡常数的计算	70
4.1.1 会聚压法	70
4.1.2 列线图法	72
4.1.3 相平衡常数的热力学模型	72
4.2 泡点、露点计算	80
4.2.1 独立变量和计算类型	80
4.2.2 应用简化K值的泡点、露点计算	81
4.2.3 假组分和假多元系的概念	83
4.2.4 严格的泡点、露点的计算机算法	88
4.3 平衡汽化与平衡冷凝计算	94
4.4 绝热闪蒸(节流)计算	100
4.4.1 采用简化K和H计算	101
4.4.2 绝热闪蒸的严格电算法	111

第二篇 天然气净化(脱水、脱酸性气体)

第五章 天然气——水体系	116
5.1 天然气含水量	116
5.2 烃——水体系的三相平衡计算	118
5.2.1 简化法	118
5.2.2 多元组分烃——水系统三相平衡电算模型	124
5.3 天然气水化物生成条件的预测	125
5.4 防止天然气水化物生成	134
5.4.1 抑制剂作用下天然气水化物生成温度降的定量关系	135
5.4.2 所需抑制剂量的确定	137
第六章 天然气脱水	139
6.1 溶剂吸收法脱水	139
6.2 三甘醇脱水工艺流程及操作中的问题	141
6.2.1 流程与主要设备	141
6.2.2 操作中存在的主要问题	145
6.3 三甘醇脱水装置的工艺计算	146
6.3.1 吸收塔的工艺计算	146

6.3.2	三甘醇再生系统的计算	156
6.4	固体吸附法脱水	159
6.4.1	天然气工业中常用的吸附剂	159
6.4.2	吸附法天然气脱水工艺流程	163
6.5	吸附法脱水装置工艺计算	165
6.5.1	吸附负荷曲线与透过曲线	165
6.5.2	吸附等温线与湿容量	168
6.5.3	吸附塔主要参数的确定	173
6.5.4	吸附剂再生和冷却过程计算	175
第七章	天然气脱除酸性组分	178
7.1	天然气脱硫方法的分类	178
7.2	化学吸收法净化天然气	180
7.2.1	脱硫溶剂选择	180
7.2.2	工艺流程	186
7.3	化学吸收塔的设计	186
7.3.1	吸收溶液循环量的估算	187
7.3.2	醇胺吸收塔塔径	196
7.3.3	醇胺吸收塔塔高	196
7.4	解吸塔的设计	203
7.4.1	热负荷估算	203
7.4.2	解吸塔塔高	205
7.5	物理吸收法净化天然气	205
7.6	复合法净化天然气	209
7.7	由酸性气体生产硫磺	211

第三篇 天然气分离

第八章	冷油吸收法	217
8.1	油吸收过程的特点及其工艺流程	217
8.2	多组分吸收计算	218
8.2.1	Kremser—Brown 吸收因子法	219
8.2.2	Lewis—Sherwood 图解梯级法	228
8.2.3	有效吸收因子法	230
8.3	逐板计算法	237
8.4	解吸(解脱或蒸出)过程及其计算	250
第九章	精馏	254
9.1	精馏塔设计计算的任务及内容	255
9.1.1	精馏塔设计计算的内容	255
9.1.2	设计变量与关键组分	255

9.2 简捷法多元组分精馏计算	257
9.2.1 全回流时Fenske方程式	257
9.2.2 用Underwood 法计算最小回流比 R_m	260
9.2.3 进料板位置	261
9.2.4 简捷法计算理论板数	262
9.3 逐板计算法	263
9.3.1 不清晰分割的物料衡算	263
9.3.2 逐板计算的模型塔及有关命名	265
9.3.3 Thiele—Geddes法	266
9.3.4 Lewis—Matheson法	280
9.4 多元组分精馏计算的矩阵法	289
9.4.1 多元组分精馏的数学模型	289
9.4.2 计算方法	295
9.4.3 计算机的计算步骤与框图	297
9.5 原油稳定	298
9.5.1 原油稳定的方法及流程	298
9.5.2 原油稳定工艺计算方法的特点	299
9.5.3 原油稳定装置计算示例	300
第十章 天然气低温分离液态烃	304
10.1 天然气液烃的回收方法	305
10.2 浅冷分离过程	306
10.2.1 浅冷分离工艺的应用及流程	306
10.2.2 相变制冷基本原理	310
10.3 利用热力学性质图表进行制冷过程的热力学分析及计算	313
10.3.1 温熵图与压焓图	313
10.4 逐级冷冻循环	322
10.5 深冷分离	324
10.5.1 大庆深冷分离装置工艺流程	324
10.5.2 直接膨胀制冷	327
10.5.3 做外功的等熵膨胀过程的热力学计算	331
10.6 天然气压缩过程的计算方法	335
10.6.1 按绝热压缩过程的计算公式	335
10.6.2 按多变压缩过程的计算公式	336
10.6.3 绝热指数和多变指数的计算公式和图表	337
第十一章 天然气加工过程的分析与综合	342
11.1 过程系统模拟的基本概念	343
11.1.1 基本定义	343
11.1.2 系统的模拟	343

11.2 系统结构的表示方法.....	346
11.2.1 组成系统各单元间的关系.....	346
11.2.2 图的矩阵表示法.....	347
11.3 化工大系统的分解.....	349
11.3.1 相邻矩阵的变换分解法.....	349
11.3.2 布尔矩阵分隔法.....	351
11.3.3 基于事件矩阵的识别方法.....	353
11.3.4 偶图法.....	354
11.3.5 环路子系统的裂解——环路物流矩阵分解法.....	356
11.3.6 信号流路图法.....	359
11.4 系统综合.....	364
11.4.1 分解法.....	365
11.4.2 试探法.....	367
11.4.3 直接最优法.....	372
11.4.4 调优法.....	374
附录.....	377

第一篇 天然气加工过程的热力学基础及相平衡计算

第一章 天然气组成及加工方向

本章叙述天然气的来源、种类、化学组成；讨论不同化合物对天然气的影响及为什么要加工天然气；介绍通用的天然气加工过程和天然气作为石油化工原料的基本方向。

1.1 天然气的来源和种类

天然气是埋藏在地下，通过气井开采出来的烃类和少量非烃类混合气体的总称。它在不同的地质条件下生成、运移，于一定的温度、压力下储集在地下构造中。天然气主要由轻烃组成，诸如甲烷、乙烷、丙烷和丁烷，含有少量较重的烃类化合物，且伴有其他非烃类组分。

根据化学组成的不同来分类，天然气可分为干性天然气和湿性天然气两种。分别简称为干气和湿气。也有以气体含 C_3 以上烃类的多少，区分为富气和贫气。此外，国内外有关天然气工业文献中屡见不鲜的术语——酸性天然气，即指其中含显著量的 H_2S 和 CO_2 的气体。对此，国内外尚没有统一的确切的划定标准。本章参考文献^[1]结合我国国情，参照国外数据，对上述名词定义如下：

干气 每一基方^①井口流出物中， C_5 以上重烃液体含量低于13.5立方厘米的天然气。

湿气 每一基方井口流出物中， C_5 以上重烃液体含量超过13.5立方厘米的天然气。

富气 每一基方井口流出物中， C_3 以上烃类液体含量超过94立方厘米的天然气。

贫气 每一基方井口流出物中， C_3 以上烃类液体含量低于94立方厘米的天然气。

酸性天然气 含有显著量的 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。

也可以根据矿藏条件的不同来分类，天然气可分为气井气、油田气和凝析井气。分别介绍于下：

气井气 气藏中天然气体通过采气井开采出来的气体称为气井气。这种气体属于干性气体，其中甲烷含量较高，乙烷、丙烷以上的烃含量较少。例如我国四川某些地区的天然气含甲烷量高达97.62%，故为干气。

^①基方：基准立方米的简称。指在压强为 $98.07 \times 10^5 Pa$ 、温度为 $20^\circ C$ 下计量的气体立方米数。

油田气 系指在油藏中与原油呈相平衡接触的气体，包括游离气和溶解在原油中的溶解气两种。油田气是天然气的一种，从化学组成来说油田气属于湿性天然气。油田气是与石油伴生的，开采时与原油一起采出，气油比（米³气/吨原油）一般在20~500范围内。我国大庆、胜利油田的气油比约为40~60，大港油田约为150~200，有的油田气油比很小，每开采一吨原油只有几米³气体。油田气采出的特点，一是其组成和气油比因油田和开采条件而异，一般含有较丰富的丙、乙烷以上组分；二是不能按需要量来开采，总是随石油的开采以一定气油比而采出。以往对油田资源的利用不够充分、合理，浪费较大。例如，伴生气较多的油田气常放空；油、气生产工艺不密闭，油气损耗很大；原油不经稳定，油田气不经回收轻烃，而使大量宝贵的石油化工自然资源被烧掉或蒸发损失掉。因此，在油田开发过程中，必须及时对油田气进行集输、加工和利用，减少油气生产损耗，充分、合理利用油气资源，提高油田生产效益。

凝析气田天然气 在矿藏中以气体状态存在，但具有高含量可回收烃液的另一种气田。甲烷、乙烷、……直到C₁₀烷烃的烃类混合物在1 500米以下的地下是以气相存在的。井内压力一般很高，约有9 807~41 189kPa，温度约为30~80℃。开采后在地面经节流，压力降到4 903.5~6 865kPa，由于降压，会发生“反凝析”现象（对此，将在第三章中详细讨论之），凝析出液体烃，称之为气田凝析油，此时开采出来的气体称为凝析气田天然气。

1.2 天然气的化学组成与各项技术规定

天然气主要由轻烃，诸如甲烷、乙烷、丙烷和丁烷组成，并伴有其他非烃类组分和较重的烃类化合物。甲烷是天然气的主要组分，且有乙烷、丙烷、丁烷以及戊烷以上的组分存在，这些组分以及其他较重烃类组分的相对量随气藏的类型而变。一般地说，在高压气藏或含油气藏中，可观察到较高含量的重烃。未经加工的粗天然气中存在少量的非烃类化合物，诸如氮气、硫化氢、二氧化碳；痕量的氦气、氧硫化碳以及硫醇。在矿藏条件下，气藏流体为水所饱和，故水也是粗天然气的一种组分。表1—1~表1—4给出国内外一些地区油田气及某些气田的天然气组成。

表1—1 大庆油田分区油田气组成表

产 气 地 区	天然气组成（摩尔%）										
	CO ₂ + H ₂ S	N ₂	C ₁	C ₂	C ₃	iC ₄	nC ₄	iC ₅	nC ₅	C ₆	C ₇
喇嘛甸	0.12	0.46	91.05	1.64	2.70	0.56	1.67	0.38	0.71	0.47	0.26
萨 北	0.12	1.12	86.86	2.70	4.52	0.70	2.24	0.41	0.89	0.33	0.08
萨 中	0.11	0.11	83.00	4.61	6.13	0.74	2.50	0.40	0.77	0.41	0.19
萨 南	0.18	0.96	79.17	6.96	7.52	0.78	2.27	0.40	0.86	0.48	0.14
杏 北	0.15	1.61	75.40	9.28	8.68	0.90	2.74	0.35	0.76	0.29	0.07
杏 南	0.20	0.55	68.26	10.58	11.20	1.35	4.61	0.60	1.31	0.66	0.36

表1—2

我国某些油气田天然气的典型组成

油 气 田 名 称	天然气组成, % (体积)										
	CH ₄	C ₂	C ₃	iC ₄	nC ₄	iC ₅	nC ₅	C ₆ +	CO ₂	H ₂ S	N ₂ 其 他
胜利油田	86.6	4.2	3.5	0.7	1.9	0.6	0.5	0.3	0.60		1.1
胜利油田气井气	90.7	2.6	2.8	0.6	0.1	0.5	0.5	0.2	1.3		1.1
胜利油田气井气	97.7	0.1	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1			
大港油田	76.29	11.0	6.0	4.0				—	1.36	—	0.71
下辽河油田	81.5	8.5	8.5	5.0					1.0		3.0
台湾铁砧山	88.14	5.97	1.95	0.43	0.36	0.15	0.09	0.14	2.26		

由以上表列数据可知, 天然气由于其生成的地质条件不同, 不同地区、不同储集层深度, 其天然气组成也不同。即使同一储集层, 不同井口采出的气体组成也可能不同, 而且随着储集层储量的递减, 其气体成分也随之改变。天然气一般被认为是直链或支链烷烃的气体混合物。在常压和20℃时, 甲烷、乙烷、丙烷、丁烷为气态, 戊烷以上为液态。大多数天然气的主要成分是气态烃 C₁~C₄, 庚烷以上的烷烃含量极少。天然气中的烷烃系列从丁烷起有同分异构体, 即烃化合物具有相同的化学组成和分子量; 由于分子排列结构的不同, 因而同分异构体的性质不同。

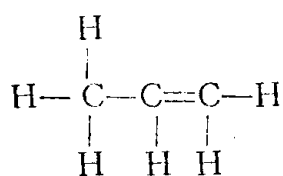
在大部分天然气中只可能存在痕量的不饱和烃, 它们是:

C₂H₄——乙烯

结构式 (丙烯)

C₃H₆——丙烯

C₄H₈——丁烯



我们偶然也发现, 在天然气中含非常少量的环状烃化合物——环烷烃和芳烃。典型的有:

C₅H₁₀——环戊烷

结构式

C₆H₁₂——环己烷

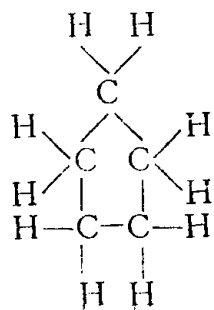


表1—3

四川某些气田天然气的组成

气田名称	产气地层	天然气组成, % (体)										视临界温度 K	视临界压力 kg/cm ² (绝)	现场分析						
		重					轻							硫化氢 克/标米 ³	二氧化碳 克/标米 ³					
		甲烷	乙烷	丙烷	异丁烷	正丁烷	异戊烷	正戊烷	总计	二氧化碳	硫化氢					不饱和烃	一氧化碳	氢	氮	氧
庙高寺	嘉二 ²	96.42	0.73	0.14	0.04				0.91	无	0.69				1.93	0.05	191.8	47.35	10.510	
傅家庙	嘉三	95.77	1.10	0.37	0.16				1.63	0.08	无			0.07	2.24		191.3	46.96	无	
宋家场	阳三 ²⁻⁴	97.17	1.02	0.2					1.22	0.47	0.01			无	1.09	0.04	192.0	47.30	0.122	
阳高寺	阳三 ²	97.81	1.05	0.17					1.22	0.44	无			无	0.48	0.05	192.3	47.36	0.052	
兴隆场	嘉三	96.74	1.07	0.32	0.07	0.09	0.076			0.045				0.008	1.54	0.042	192.1	47.09		
自流井	阳三~阳二	97.12	0.56	0.07						1.135	0.020			0.002	1.06	0.032	192.0	47.49		
威远	震旦系	86.80	0.11							4.437	0.879				8.10	0.316	190.8	47.57	13.528	74.484
卧龙河(1)	嘉四 ²	94.12	0.88	0.21	0.05		0			3.970	0.030		0.041	0.11	0.49		198.5	48.88		
卧龙河(2)	嘉二 ³	95.97	0.55	0.10	0.01	0.02	0.02	0.02		0.35	1.52		—	0.006	1.39	0.03	193.9	47.87	23.44	6.81
中坝(1)	须二	91.15	5.8	1.59	0.71		0.20			0.54				0.05	0.10		203.2	47.48		
中坝(2)	雷三	82.98	1.69	0.68	0.72		0.76			4.51	6.75			0.05	0.67		213.7	51.10		
八角场	大三	90.99	3.49	1.89	1.07		1.21			4.25							204.9	46.85		
相国寺	石炭系	97.62	0.92	0.07	0.00		—		0.99	0.16	0.01			0.013	1.13	0.076	191.2	47.19	0.023	3.077

表1—4

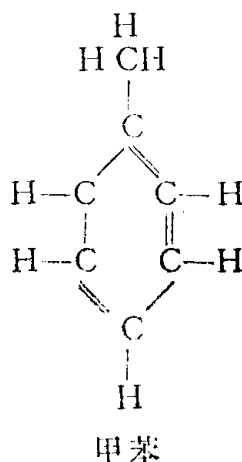
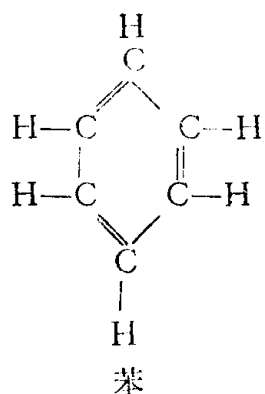
国外某些重要气田的天然气组成

国 名	产 地	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄ ⁺	N ₂	O ₂	CO ₂	H ₂ S	He	RSH COS CS ₂ mg/Nm ³		
荷 兰	格 罗 宁 根 1) 2)	81.5	3.15					14.5	0.02	0.8					
		81.5	2.8	0.38	0.2			14.8							
英 国	北海、来曼海岸	94.0	3.2	0.6	0.2	0.1	0.1	1.3		0.5					
西 德	斯洛赫特伦 多 灵 根 南 奥 登 堡	82.0	2.7	0.4	0.2			14.0		0.7		0.06			
		80.2						7.5		7.1	5.0	0.05			
		75.0						5.0		9.0	11.0				
法 国	拉 克 圣 福 斯 特	69.4	2.9	0.9	0.6	0.3	0.4	微		10.0	15.5		107.0	285	142
		77.8	3.0	0	0.9	0.5	1.2	0.4		8.5	5.8			200	
意 大 利	波 河 平 原 科 特 马 久 瑞	97.0	1.6	0.9				0.3		0.2					
		89.9	4.4	1.6	0.8	1.6		1.7							
奥 利 地	1) 亚 登 克 拉 亚 2)	92.9	2.2	0.7	0.3	0.1	0.7	0.5		1.9	0.6				
		82.33	0.78	0.19	0.13	0.09	0.55	0.95		13.15	1.83				
加 拿 大	奥 科 托 克 斯 阿 尔 伯 塔	52.26	0.70	0.05	0.07	0.03	0.05	3.11		10.48	33.25		114	86	57
		64.4	1.20	0.7	0.8	0.3	0.7	0.7		4.8	26.3		43	100	0

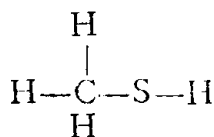
续表

国名	产地	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	C ₆ H ₁₄ ⁺	N ₂	O ₂	CO ₂	HF ₂ S	He	RSH COS CS ₂ mg/Nm ³
美国	得克萨斯	57.69	6.24	4.46	2.44	0.56	0.11	7.5		6.0		15.0	— 86
	佩尔逊	81.57	5.82	1.85	1.03	0.45	0.28	0.50		6.9		1.6	27 10 —
	路易斯安那·蒙罗	94.7	2.8					2.3		0.2			
	得克萨斯, 阿马里罗	72.9	19.0					7.7		0.4			
	肯塔基, 阿斯兰德	75.0	24.0					1.0					
苏联	乌林郭斯克	97.8	0.10	0.03	0.002	0.01		1.7		0.3			
	奥伦堡	82.2	5.32	2.16	1.25	0.72	4.8			1.4			
	阿拉布尔斯克	83.8	5.2	1.3	1.05	0.8		5.06		1.0		1.3	
	列宁格勒斯克	80.9	6.0	1.6	1.0	0.5		2.8		1.2			
	卡拉达科斯克	93.2	2.1	1.2	1.0	1.2		0.5		0.80			
伊朗	马斯杰德、伊苏莱曼	62.8	0.7	0.2	0.1	0.1	0.1			11.0		25.0	428 1710 C
	阿格捷里	66.0	14.0	10.5	5.0	2.0		1.0		1.5			
卡塔尔	依德尔	74.9	8.3	4.5	2.0	0.9	微	2.0		6.4		1.0	
阿布扎比	布哈沙	68.5	11.1	7.9	4.8	1.8	0.5	0.3		4.9			
沙特阿拉伯	亚库姆	59.29	16.99	7.85	2.62	0.87	0.22	0.43		10.13		1.60	
阿尔及利亚	哈西特尔	79.5	7.5	2.5	5.0			5.5	(包括 CO ₂)				

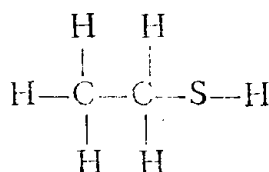
所含芳烃结构式



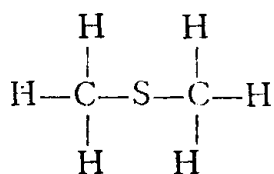
一般地说，天然气中还含有非烃类，诸如氮气、二氧化碳、硫化氢、氢气、氦气、水蒸汽以及硫醇、硫化碳、硫醚、二硫化碳等有机硫化物。



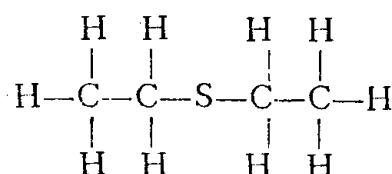
甲硫醇



乙硫醇



甲硫醚



乙硫醚

上述非烃类化合物的含量因气田不同而有很大的变化。

现在，我们讨论不同化合物对天然气性质的影响。

氮气 (N_2) 系完全惰性气体。不对天然气产生任何影响。应当指出，高含氮的天然气常常具有较高的氮含量。此如表 1—4 所见。我国四川某些气田气含氮。氮仅比氢重，具有极大的流动性，极低的液化温度 (-268°C)；具有对放射性的抵抗能力等等。因而在工业和科学研究上都有广泛的应用。目前世界上氮的生产，绝大部分都来自天然气（不具有含氮天然气资源的国家，则主要从空气中提取氮）。通常氮含量在 0.3% 以上的天然气即为氮资源。美国的氮资源约为 51.8 亿米³。目前西方市场销售的氮，95% 由美国和加拿大提供。

硫化氢 (H_2S) 该化合物是天然气含硫的主要原因。 H_2S 是最危险的工业气体之一，组成高于 0.06% 即会使人致死。如果在工业或民用燃料气中有 H_2S 存在，是不能容忍的。此外，在有水存在的情况下，可造成设备严重腐蚀。硫化氢也是某些天然气反应催化剂的毒物，造成催化剂失活，影响产品和中间产品的质量。基于上述，必须从粗天然气中除去 H_2S 。

二氧化碳 (CO_2) 这一化合物是像 H_2S 一样的酸性气体。二氧化碳不助燃，因此它

无助于天然气的热值,相反,CO₂含量过高会影响天然气的热值。二氧化碳在水存在下也会有腐蚀性。在商品天然气中,最大允许的二氧化碳的浓度为2%。在低温处理时,二氧化碳需要除去,以防止在低温条件下有固态二氧化碳生成。无需设置专门的操作单元除去二氧化碳,在绝大多数处理过程中,除去H₂S的同时也将除去CO₂。

硫化碳(COS)这种化合物经常出现在含高浓度H₂S的粗天然气中。硫化碳具有一种令人生厌的性质,它可以与脱硫剂——乙醇胺生成一种不可再生的化合物,因此,造成化学试剂消耗的大量增加。

甲烷(CH₄)是天然气的主要组分。

乙烷(C₂H₆)为所有天然气中烃类含量较多的组分。与甲烷相比,乙烷具有相当高的发热值。例如,一大气压理想气体乙烷的高发热值为65 904kJ/m³;甲烷的高发热值则为37 621kJ/m³。

丙烷(C₃H₈)为天然气中的重要组分之一。如果它在未经加工的天然气中的含量高于3%,可将丙烷作为液态产品回收,作为液体燃料或石油化工原料。

异丁烷(i-C₄H₁₀)此类化合物通常作为液态产品提取。可用作制造高辛烷值汽油的组分。

正丁烷(n-C₄H₁₀)此类化合物通常作为液态产品提取,一般用它作为车用汽油的掺和剂。

戊烷及重烃化合物(C₅⁺)此类化合物仅以少量出现在天然气中。在输送条件下,它们多呈液态。戊烷以上烃类化合物为凝析油的主要组分。回收戊烷和更重的烃化合物,为生产汽油所需要的添加剂提供了一个很好的来源。

硫醇(RSH)是很难闻的一类化合物,极少量的硫醇可用作有味气体使用。

矿场生产的天然气作为一种商品提供给用户作燃料或化工原料,必须具有一定的质量,符合一定的标准。各国由于天然气资源、矿场处理的技术水平、供销状况及有关的经济政策等各不相同,其商品天然气标准也不尽相同。

由于化工生产所需的原料气对有害杂质特别是硫及其化合物含量要求比较严格(如制氢、合成氨、合成甲醇、乙炔等生产过程要求原料气中的总硫含量一般为1~2mg/m³)、通常须作二次处理才能符合要求,而且这部分气量相对较小,故在制定商品天然气标准时多以符合燃料要求为依据。主要从保证天然气输配系统的安全运行,减少设备、管线腐蚀,满足环境保护和卫生以及良好的燃烧性能几方面规定了对商品天然气的质量要求,其主要技术规定讨论如下:

最小热值 为了使天然气消耗者能恰当地确定其加热设备,此规定是十分必要的。热值是以单位体积或重量天然气的高发热量或低发热量表示之。此项规定主要是控制天然气中N₂和CO₂等不可燃组分的含量。北美各国一般要求商品天然气高热值不低于35 379~37 263 kJ/英基方(英基方系指在1.0133×10⁵Pa、15.5℃下计量的立方米数)。

烃露点 天然气的烃露点,即一定压力下天然气中第一滴烃液体析出时的平衡温度,它与天然气的压力及组成有关。为防止天然气在输送管线中有液态烃凝结,目前许多国家都对商品天然气规定了脱油除尘的要求,规定了在一定压力下天然气的最高允许