

NINGXIQTIAN TIANRANQI

CHULI JISHU YANJIU YU YINGYONG

凝析气田天然气 处理技术研究与应用

文军红 吐依洪江 等著



黄河水利出版社

凝析气田天然气处理 技术研究与应用

文军红 吐依洪江 等著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书较全面地介绍了近期国内外天然气集输处理的相关技术,以及雅克拉采气厂在凝析气集输处理方面的技术成果和经验认识,是采气厂多年生产经验的积累和升华,是全厂技术人员智慧的结晶,对后期生产具有重要的指导意义。本书既有天然气处理的通用技术介绍,也突出了凝析气集输处理的特性。本书既可作为国内外凝析气集输处理的技术交流书籍,也可作为企业内部的培训教材,以帮助新员工快速便捷地掌握天然气处理和轻烃回收的相关技术与技能。

图书在版编目(CIP)数据

凝析气田天然气处理技术研究与应用/文军红等著. —郑州:黄河水利出版社,2011.5

ISBN 978 - 7 - 5509 - 0049 - 3

I. ①凝… II. ①文… III. ①凝析气田 - 天然气 - 油气集输 - 处理 IV. ①TE86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 070935 号

组稿编辑:简群 电话:0371 - 66026749 E-mail:w_jq001@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:16.5

字数:305 千字

印数:1—1 000

版次:2011 年 5 月第 1 版

印次:2011 年 5 月第 1 次印刷

定价:45.00 元

前 言

为进一步提升员工素质,搭建凝析气田天然气处理技术交流学习的平台,雅克拉采气厂特组织编写《凝析气田天然气处理技术研究与应用》一书。

本书较全面地介绍了近期国内外天然气集输处理的相关技术,以及雅克拉采气厂在凝析气集输处理方面的技术成果和经验认识,是采气厂多年生产经验的积累和升华,是全厂技术人员智慧的结晶,对后期生产具有重要的指导意义。本书既有天然气处理的通用技术介绍,也突出了凝析气集输处理的特性;既可作为国内外凝析气集输处理的技术交流书籍,也可作为企业内部的培训教材,以帮助新员工快速便捷地掌握天然气处理和轻烃回收的相关技术与技能。

本书共包括八章,各章节紧密衔接,并结合雅克拉采气厂生产现状和生产实例,逐层深入地阐述天然气处理各个环节的典型技术。

第1章介绍了雅克拉采气厂凝析气田和天然气处理工艺概况,并对涉及凝析气和天然气处理的相关概念进行了较全面的介绍。

第2章介绍了油气集输工艺、油气混输管路特点和雅克拉采气厂凝析气田的一级布站油气混输管路技术特点。

第3章、第4章和第5章分章节较全面详细地介绍了凝析气净化工艺技术、凝析气轻烃回收工艺技术和凝析油稳定工艺技术。

第6章和第7章分别介绍了凝析气集输系统的水合物防治和气田防腐技术。

第8章介绍了凝析气田开发处理的井站一体化的数字化、自动化控制系统和相关仪器仪表。

本书第1章由文军红编写,第2章由吐依洪江、付秀勇编写,第3、4、5章由文军红、李明、刘雄伟、代维、童亮、胡志兵编写,第6、7章由文军红、吴成均、梁根生、杨刚、贺蕾、张玉蕾编写,第8章由陈朝、罗辉、周国英、崔新辉、李川、侯东阳编写。全书由文军红、吐依洪江统稿。

在本书的编写过程中,雅克拉采气厂领导进行了全程跟踪指导,全厂技术人员积极参与,踊跃收集和整理相关资料。本书从筹备到统稿、校稿和定稿,历时一年时间,历经多次修改最终完成。期间,各级领导和全体编写人员都倾注

了大量的心血,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,本书中难免存在缺点和错误,望读者斧正。

作 者

2010 年 11 月

目 录

前 言

第1章 概 述	(1)
1.1 雅克拉采气厂发展历程及油气储量	(1)
1.2 雅克拉采气厂天然气处理概况	(2)
1.3 凝析气藏特征	(4)
1.4 天然气的组成与分类	(8)
1.5 天然气处理与加工的含义	(10)
1.6 天然气及其加工产品的质量要求	(11)
1.7 天然气的相关概念	(15)
1.8 天然气体积计量条件	(16)
1.9 轻烃产品的物理性质	(17)
第2章 凝析气集输工艺技术	(18)
2.1 油气集输工艺概述	(18)
2.2 雅克拉-大涝坝凝析气田集输工艺技术	(31)
第3章 凝析气净化工艺技术	(36)
3.1 天然气脱水	(36)
3.2 天然气脱汞	(57)
3.3 天然气脱酸	(62)
第4章 凝析气轻烃回收工艺技术	(71)
4.1 轻烃回收工艺技术概况	(71)
4.2 雅克拉-大涝坝集气处理站轻烃回收工艺技术	(104)
4.3 雅克拉-大涝坝集气处理站工艺操作的技术难点	(111)
第5章 凝析油稳定工艺技术	(116)
5.1 凝析油稳定工艺	(116)
5.2 雅克拉集气处理站凝析油稳定工艺	(132)
5.3 雅克拉集气处理站凝析油稳定工艺技术难点及措施	(134)
5.4 大涝坝集气处理站凝析油稳定工艺	(139)
第6章 凝析气集输系统水合物防治	(145)
6.1 天然气水合物形成机理	(145)

6.2	天然气水合物形成条件预测方法	(148)
6.3	天然气水合物常用的防治措施	(157)
6.4	雅克拉-大涝坝地面集输系统水合物防治措施	(163)
第7章	凝析气田集输系统防腐技术	(173)
7.1	集输管线 CO ₂ 腐蚀机理与影响因素	(173)
7.2	CO ₂ 腐蚀预防与治理	(178)
7.3	冷箱汞腐蚀机理与影响因素认识	(192)
7.4	大涝坝集气处理站稳定塔重沸器腐蚀及治理	(198)
第8章	天然气处理自动控制技术	(203)
8.1	雅克拉-大涝坝集气处理站集散控制系统	(203)
8.2	安全控制保护系统介绍	(214)
8.3	雅克拉-大涝坝凝析气田 SCADA 系统	(218)
8.4	PLC 及其在关键机组的控制系统上的应用	(229)
8.5	现场仪表	(234)
附 件		(254)
参考文献		(256)

第1章 概述

按矿藏分类,天然气可分为气田气、油田气和凝析气田气3类。凝析气除含有大量的甲烷、乙烷外,还含有一定数量的丙烷、丁烷、戊烷及戊烷以上的烃类,烃类含量较高。

雅克拉采气厂凝析气田的凝析油具有低密度、低黏度、低含硫的特征,凝析气具有高压、高产、富气、低含硫的特征,并不同程度地含 CO_2 和汞。其油气特征决定了处理工艺具有较高的技术含量,本书中将对这些处理工艺技术进行系统阐述。

1.1 雅克拉采气厂发展历程及油气储量

雅克拉采气厂位于塔里木盆地北缘,地处库车县境内,距库车县城 45 km,成立于 2001 年 3 月 20 日,其前身为 1996 年成立的新星公司采油大队,管理着雅克拉、大涝坝、轮台、巴什托等油气田,共有含油气面积 58.18 km^2 ,探明天然气地质储量 318.10 亿 m^3 ,可采储量 183.00 亿 m^3 ;探明凝析油地质储量 951.04 万 t ,可采储量 347.63 万 t ;探明原油地质储量 131.00 万 t ,可采储量 32.75 万 t (见表 1-1)。

表 1-1 雅克拉采气厂所辖油气田储量一览表

油气田	层位	面积 (km^2)	探明地质储量			可采地质储量		
			原油 (万 t)	凝析油 (万 t)	天然气 (亿 m^3)	原油 (万 t)	凝析油 (万 t)	天然气 (亿 m^3)
雅克拉	K	38.60		442.00	245.57		147.34	132.60
大涝坝	E_3s 和 K_1bs	8.80		444.20	48.20		177.60	36.15
轮台	K_1bs	4.32		64.84	22.08		22.69	13.69
巴什托	C_1b 矿权内	6.46	131.00		2.25	32.75		0.56
合计		58.18	131.00	951.04	318.10	32.75	347.63	183.00

雅克拉采气厂凝析气田构造图如图 1-1 所示。

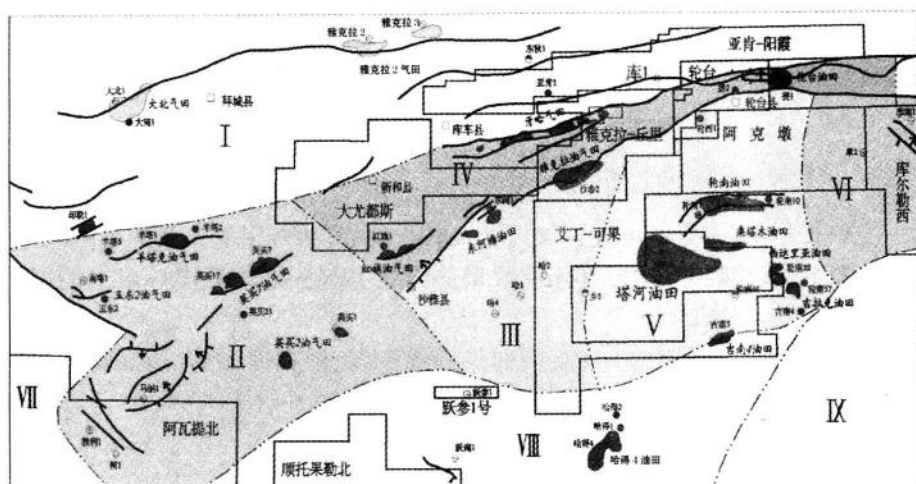


图 1-1 雅克拉采气厂凝析气田构造图

2005 年,随着雅克拉-大涝坝凝析气田的正式开发,雅克拉采气厂迅速发展为集凝析气田开发及油气开采、处理和储运于一体的综合性采气厂(2005 ~ 2009 年雅克拉采气厂大事记见本书附件)。

雅克拉采气厂现有生产井 35 口,注水井 2 口,产油水平 993 t/d,产气水平 330 万 m³/d,综合含水 28.45%,综合气油比 3 318 m³/t,平均注水 43.5 m³/d,注水压力 19 MPa。油气当量产量由 2005 年的 38.55 万 t 升至 2009 年的 150.24 万 t,已突破百万吨。

雅克拉采气厂 2005 ~ 2009 年年累产量见表 1-2。

表 1-2 雅克拉采气厂 2005 ~ 2009 年年累产量一览表

年份	2005	2006	2007	2008	2009
天然气(亿 m ³)	2.62	6.07	6.75	9.61	10.29
凝析油(万 t)	12.07	24.01	28.12	32.00	33.07
液化气(万 t)	0.17	3.27	5.04	5.21	5.36
轻烃(万 t)	0.11	2.06	2.64	2.60	3.14

1.2 雅克拉采气厂天然气处理概况

雅克拉采气厂现有 3 座高压集气处理站、1 座集油站和 1 座污水处理站,各处理站油气处理能力见表 1-3。

表 1-3 雅克拉采气厂各处理站油气处理能力一览表

序号	站场名称	设计负荷	投产时间	实际负荷
1	雅克拉集气处理站	天然气:260 万 m ³ /d	2005 年 11 月	天然气:280 万 m ³ /d
		凝析油:17 万 t/a		凝析油:548 t/d
2	大涝坝集气处理站	天然气:25 万 m ³ /d × (1 ± 20%)	2005 年 9 月	天然气:42 万 m ³ /d
		凝析油:8 万 t/a × (1 ± 20%)		凝析油:190 t/d
3	轮台 S3 集气处理站	天然气:50 万 m ³ /d	2007 年 7 月	天然气:27 万 m ³ /d
		凝析油:9 万 t/a		凝析油:86 t/d
4	巴什托集油站	伴生气:3.5 万 m ³ /d	2009 年 3 月	伴生气:0.73 万 m ³ /d
		凝析油:7 万 t/a		凝析油:46.8 t/d
5	雅克拉污水处理站	污水:500 m ³ /d	2008 年 9 月	污水:125 m ³ /d

1.2.1 雅克拉集气处理站简介

雅克拉集气处理站由胜利石油设计院设计、中原油建公司施工、华夏监理公司监理,于 2005 年 3 月 14 日正式开工建设,2005 年 11 月建成投运。其设计日处理天然气 260 万 m³,年产凝析油 17 万 t、液化气 5.2 万 t、轻油 4.9 万 t,是集油气计量、天然气脱水、天然气脱汞、制冷回收轻烃、凝析油稳定、西气东输于一体的大型综合型处理装置。产品主要为凝析油、天然气、轻烃、液化气。其中,干气主要输往库车大化、鑫泰公司、炭黑厂和西气东输工程,凝析油管输至雅克拉装车末站外运,液化气和轻烃既可采用就地装车外运,也可采用管输至雅克拉装车末站。

该站现有进站生产单井 13 口,分别为 YK1、YK2、YK5H、YK6H、YK7CH、YK8、YK9X、YK10、YK11、YK12、YK13、YK14、YK15。

1.2.2 大涝坝集气处理站简介

大涝坝集气处理站由中原设计院设计、胜利油建公司承建,于 2005 年 9 月 8 日建成投产。其天然气设计处理量约为 25 万 m³/d,凝析油设计处理量约为 8 万 t/a,是集油气计量、天然气脱水、天然气脱汞、制冷回收轻烃、凝析油稳定于一体的大型综合型处理装置。产品主要为凝析油、天然气、轻烃、液化气。其中,干气主要输往库车大化,凝析油管输至雅克拉装车末站外运,液化气和轻烃既可采用就地装车外运,也可采用管输至雅克拉装车末站。

大涝坝凝析气田现有进站生产单井 10 口,分别为 S45、DLK1X、DLK2、

DLK3、DLK4、DLK5、DLK6、DLK9、DLK10X、DLK11。

1.2.3 轮台 S3 集气处理站简介

轮台 S3 集气处理站由胜利石油设计院设计、胜利油建公司承建,于 2007 年 7 月 26 日建成投运,设计日处理天然气 50 万 m^3 ,凝析油 300 m^3 。集气站主要处理轮台气田 S3 构造生产井的天然气和凝析油,地面集输系统采用一级布站、高压两级节流加热输送工艺,天然气采用注甲醇防冻、J-T 阀浅冷脱烃的简易处理工艺。

油气经处理后管输至轮台门站、东辰甲醇厂和塔河油田集气总站;分离、闪蒸处理后的凝析油进入高架罐储存,再经高架罐脱水后装车外运。目前,轮台 S3 集气处理站进站生产单井为 7 口,分别为 S3-1、S3-2H、S3-3H、S3-5H、S3-6H、S3-7H、YL2-1、YL2-3H;YL2-2H 即将进站生产。

1.2.4 巴什托集油站简介

巴什托集油站由胜利油田工程设计咨询公司设计、中原建安公司承建、中原设计院监理公司监理,于 2009 年 3 月 31 日建成投运。巴什托集油站位于新疆维吾尔自治区喀什地区巴楚县西南部琼库恰克乡和阿拉根乡,塔克拉玛干沙漠西北缘;天然气设计处理量 3.5 万 m^3/d ,凝析油设计处理量 7 万 t/a 。

该站主要处理巴什托区块单井生产的天然气和凝析油,经站内集气分离、处理,得到产品伴生气和未稳定凝析油。伴生气经简单轻烃回收后经火炬燃烧;原油经站内原油储罐储存装车外运。目前进站生产单井有 BK2、BK3、BK4H、BK7、BK8。

1.3 凝析气藏特征

1.3.1 凝析气藏定义

据《油气藏开发常用名词解释》:在高温高压条件下,烃类呈气态存在,开采时因压力、温度的降低,反转凝析出液态烃(凝析油),凝析油的含量大于 50 g/m^3 ,这种气藏叫凝析气藏,也称凝析油气藏或凝析油藏。

据《石油天然气勘探技术标准汇编》:在初始储层条件下流体呈气态,储层温度处于压力-温度相图的临界温度与最大凝析温度之间。在衰竭式开采时,储层中存在反凝析现象,地面有凝析油产出。

由以上对凝析气藏的定义看出,目前凝析气藏还没有完整统一的定义标准,

进而也说明了其特殊复杂性,但总的来说,凝析气藏基本特点为:在原始地层条件下,天然气或凝析油呈单一气相存在,并在一定的压力范围内符合反凝析(又称逆凝析)规律。

反凝析现象定义:通常情况下,物质在等温压降的过程中,液相会向气相转变,称为蒸发现象。凝析气藏在储层压力等温下降到露点压力以下时,出现反凝析现象,随着压力的继续下降,凝析液反而不断增多,达到一个最大点时,反凝析现象终止。由最大反凝析压力点继续降压是正常蒸发,凝析液量会逐渐减少。

1.3.2 凝析气藏分类

1.3.2.1 按露点在压力-温度相图中的位置划分

常规凝析气藏:储层温度距流体压力-温度相图的临界温度点较远,露点压力随凝析油含量增多而增高。

近临界态凝析气藏:在初始储层条件下流体呈气态。储层温度从露点线一侧接近储层流体的临界温度。露点压力随凝析油含量增多而下降。在衰竭式开采时,储层中反凝析现象特别严重。

1.3.2.2 按凝析油含量划分

凝析气藏按凝析油含量划分标准如表 1-4 所示。

表 1-4 凝析气藏按凝析油含量划分标准

类型	凝析油含量(g/m^3)
特高含凝析油凝析气藏	>600
高含凝析油凝析气藏	250 ~ 600
中含凝析油凝析气藏	100 ~ 250
低含凝析油凝析气藏	50 ~ 100

1.3.3 凝析气藏特征

凝析气藏典型相图如图 1-2 所示。

与一般的气藏相比,凝析气藏地层凝析油气体系存在特殊性。从相态特征可以看出,凝析气藏具有显著的复杂性和特殊性:

(1)在开发过程中,随着储层压力降到露点压力以下,凝析气发生相态变化,产生气、液两相,且各相组成、物性参数、饱和度以及储层有效渗透率也随压力下降而不断发生变化。

(2)凝析气藏的压力都属高压或特高压,因而对钻井设备、井口装置、地面分离集输加工等工艺技术和设备的要求高,技术复杂。

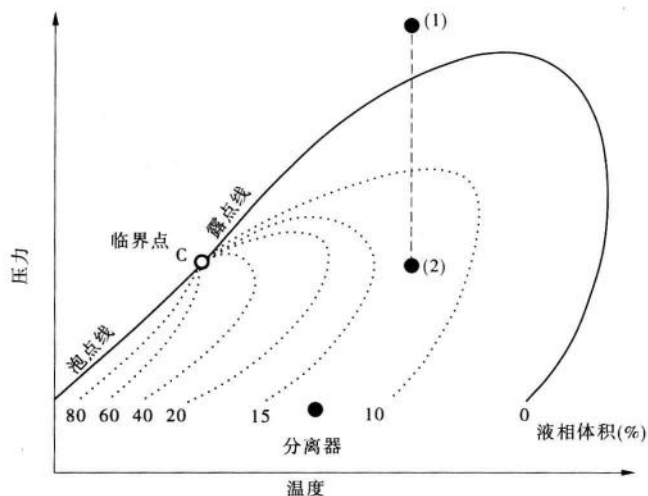


图 1-2 凝析气藏典型相图

(3)凝析气藏开发要根据凝析油含量高低、油和气的储量、储集结构特征、油气物理和化学性质,确保油气都有较高的采收率、具有开发经济效益,结合当前工艺技术的可行性等因素,确定合理的开发方法和技术。

(4)对凝析气藏的开发,由于凝析油气之间流体动力学特点,油气界面移动的控制技术难度较大。

(5)近临界态凝析气藏具有压力高,温度高,埋藏深,凝析油含量特别高且随深度而变化,压降过程中相态变化剧烈,类型确定难度大等特点,是目前开发难度大、工艺技术要求复杂的一种油气藏类型。

1.3.4 凝析气藏的流体特征

1.3.4.1 雅克拉凝析气藏

(1)天然气性质:根据雅克拉区块上气层天然气气样分析可得, C_1 平均含量 86.36%, C_2 平均含量 5.11%, C_3 平均含量 1.79%,平均相对密度 0.648。 CO_2 含量为 1.56%~2.68%,平均含量 2.07%。 H_2S 平均含量 4.36 mg/m^3 。

从下气层天然气气样分析得出, C_1 平均含量 85.45%, C_2 平均含量 5.31%, C_3 平均含量 2.07%,平均相对密度 0.66。 CO_2 含量为 1.81%~3.11%,平均含量 2.33%。 H_2S 含量为 2.12~13.09 mg/m^3 ,平均含量 6.82 mg/m^3 。

(2)地面原油性质:雅克拉凝析气田上气层凝析油相对密度为 0.797 6~0.809 3 g/cm^3 ,平均 0.801 8 g/cm^3 ,运动黏度为 1.73~3.0 mm^2/s ,平均 2.26 mm^2/s ,含硫量为 0.11%~0.25%,平均 0.18%,含蜡量为 0.96%~3.67%,平

均 3.0% ; 下气层凝析油相对密度为 $0.7915 \sim 0.8025 \text{ g/cm}^3$, 平均 0.7977 g/cm^3 , 运动黏度为 $1.90 \sim 2.16 \text{ mm}^2/\text{s}$, 平均 $2.02 \text{ mm}^2/\text{s}$, 含硫量为 $0.1\% \sim 0.29\%$, 平均 0.15% , 含蜡量为 $2.32\% \sim 4.6\%$, 平均 3.93% 。

根据原油物性分类标准,雅克拉凝析气田上、下气层原油性质都具有“三低一高”的特点,为低密度、低黏度、低含硫、高含蜡的轻质原油。

(3) 地层水性质:目前雅克拉凝析气田亚格列木气层 5 口井取得合格水分析样,氯离子含量在 $6.38 \text{ 万} \sim 9.47 \text{ 万 mg/L}$, 平均 7.89 万 mg/L ; 总矿化度在 $10.38 \text{ 万} \sim 15.51 \text{ 万 mg/L}$, 平均 12.934 万 mg/L ; 地层水密度 1.091 g/cm^3 , pH 值 5.9, 呈弱酸性, 属封闭环境下高矿化度地层水。

1.3.4.2 大涝坝凝析气藏

(1) 天然气性质:大涝坝气层各产层天然气性质非常接近。气藏甲烷含量在 $79.06\% \sim 84.36\%$, 平均为 82.61% 。 $C_1/(C_2 + C_3)$ 均小于 9, 在 $5.2 \sim 8.54$; C_2 以上烃类含量为 $10.08\% \sim 19.23\%$, 平均为 13.41% 。 CO_2 含量介于 $0.15\% \sim 0.88\%$, 平均为 0.61% 。 N_2 含量介于 $2.97\% \sim 4.66\%$, 平均为 3.86% 。 H_2S 含量在 $1.58 \sim 10.95 \text{ mg/L}$, 平均为 5.37 mg/L 。

(2) 地面原油性质:大涝坝凝析气藏原油相对密度在 $0.7775 \sim 0.8140 \text{ g/cm}^3$, 平均为 0.7734 g/cm^3 ; 动力黏度在 $1.72 \sim 3.52 \text{ MPa} \cdot \text{s}$, 平均为 $2.66 \text{ MPa} \cdot \text{s}$; 含硫量在 $0.01\% \sim 0.04\%$, 平均为 0.039% ; 含蜡量在 $8.15\% \sim 30.35\%$, 平均为 13.96% , 属于低密度、低黏度、低含硫、高含蜡的轻质原油。

(3) 地层水性质:大涝坝 1、2 号气藏地层水密度 $1.16 \sim 1.18 \text{ g/cm}^3$, 氯离子含量在 $151285 \sim 203317 \text{ mg/L}$, 总矿化度在 $248984 \sim 334565 \text{ mg/L}$, 水型均为 CaCl_2 型, 属于高矿化卤水。

1.3.4.3 轮台 S3-1 凝析气藏

(1) 天然气性质:轮台 S3-1 凝析气藏甲烷含量在 $76.58\% \sim 81.98\%$, 平均为 79.57% 。 CO_2 含量在 $0.14\% \sim 0.93\%$, 平均为 0.34% 。 H_2S 含量在 $2.21 \sim 5.01 \text{ mg/L}$ 。

(2) 地面原油性质:轮台 S3-1 凝析气藏原油相对密度在 $0.7635 \sim 0.8196 \text{ g/cm}^3$, 平均为 0.7925 g/cm^3 , 动力黏度小于 $2.66 \text{ MPa} \cdot \text{s}$, 初馏点 $46 \sim 109^\circ\text{C}$, 含蜡量 $0.37\% \sim 9.87\%$, 含硫量 $0.01\% \sim 0.35\%$, 含盐量平均 220 mg/L , 属于低密度、低黏度、低含硫、高含蜡的轻质原油。

(3) 地层水性质:轮台凝析气藏 S3-1 区块地层水密度 $1.081 \sim 1.088 \text{ g/cm}^3$, pH 值 6.8, 氯离子含量在 $57000 \sim 87000 \text{ mg/L}$, 总矿化度在 $93000 \sim 143000 \text{ mg/L}$, 水型均为 CaCl_2 型, 属封闭环境下高矿化度地层水。

1.3.5 凝析气藏开发生产规律

目前雅克拉采气厂所管理的3个主要凝析气藏均采用衰竭式开发。衰竭式开发气田一般可以分为4个阶段。一是试采阶段,该阶段气田生产的主要目的是取得开发所需的资料。二是上产阶段,即气田投入开发的准备阶段,气田根据开发方案,开始建站打井,产量会快速上升。三是稳产阶段,该阶段是气藏工业性正规开采的主要阶段。一个气藏开采经济效益的好坏,在很大程度上取决于稳产阶段的开采效果。按合理的程序开发气藏,稳产阶段采气规模大,采气速度快,处理程度高,持续时间长,地层能量消耗大,井口油压下降快。四是产量递减阶段,进入该阶段,气井产量会下降较快,油压较低,直接影响到进站生产或气井停喷。

衰竭式开发气井的生产规律有以下几个特征:

- (1)气井产量下降。
- (2)气井井口压力降低。
- (3)气油比将会上升。

(4)含水层逐渐升高,随地层水的推进,气井产出水的性质也会从凝析水逐渐变成地层水。

1.3.6 凝析气对集输处理的影响因素

随着地层压力的下降,单井进站压力将不断下降,当压力达不到多级降压节流分离的要求时,则需要对现有流程进行改造,进站气体增压后方可进入现有流程。

天然气中含水量增加,将增加脱水单元的负荷,需根据实际情况对干燥塔的再生时间进行及时调整,防止低温单元发生水合物冻堵。

随着边水的推进,边部井见地层水,造成凝析油中含盐量大幅度上升,尤其是大涝坝凝析气田中地层水矿化度高,容易造成重沸器结盐,需进行周期性洗盐作业。

随着含蜡量的提高,分子筛高温加热碳化,从而造成分子筛失活。

1.4 天然气的组成与分类

1.4.1 天然气的组成

天然气是烃类与非烃类组成的复杂混合物。大多数天然气的主要成分是气态烃类,此外还含有少量的非烃类气体。天然气中含有的烃类通常以甲烷为主,

还有乙烷、丙烷、丁烷、戊烷以及少量的己烷以上烃类。天然气中含有的非烃类气体,一般为少量的、数量不等的氮气、二氧化碳、水蒸气、硫化氢以及微量的惰性气体如氦、氩、氙等。天然气中的水蒸气一般呈饱和状态。

天然气的组成并非固定不变,不仅不同储集层中采出的天然气组成差别很大,甚至同一储集层中不同生产井采出的天然气组成也不尽相同。

1.4.2 天然气的分类

天然气的分类方法目前并不统一,各国都有自己的习惯分类方法。常见的分类方法大致如下:

(1)按产状分类,可分为游离气,即纯气田气;溶解气,即油溶气及水溶气、固态水合物气以及致密岩石中的气(即致密砂岩中的气、黑色页岩中的气及煤层中的气)。

(2)按经济价值分类,可分为常规天然气和非常规天然气。常规天然气是指在目前经济技术条件下可以进行工业开采的天然气,主要是伴生气(也称原油伴生气、油田伴生气或油田气)和气田气(也称气井气)。非常规天然气是指在目前经济技术条件下尚未投入工业开采的天然气,主要是水溶气、致密岩石中的气、水合物气等。

(3)按来源分类,可分为与油有关的气,包括油溶气、油热解气和与煤有关的气;天然沼气,即微生物作用产生的气;深源气,是指来自地幔挥发性物质的气;化石气,是指地球形成时残留在地壳中的气,如深海海底的水合物气矿。

(4)按组成分类,可分为干气和湿气,贫气和富气。至于干气和湿气、贫气和富气的划分标准,国内外目前尚不一致,即使国内也不完全相同。现仅举国内的分法以供参考。

对于由气井井口采出的,或由矿场分离器分出的天然气而言,其划分方法如下。

①干气:每立方米气中戊烷以上烃类按液态计小于 13.5 cm^3 (另一种分法为小于 10 mL) 的天然气。

②湿气:每立方米气中戊烷以上烃类按液态计大于 13.5 cm^3 (另一种分法为大于 10 mL) 的天然气。

③贫气:每立方米气中丙烷以上烃类按液态计小于 94 cm^3 (另一种分法为小于 100 mL) 的天然气。

④富气:每立方米气中丙烷以上烃类按液态计大于 94 cm^3 (另一种分法为大于 100 mL) 的天然气。

通常,人们还习惯上将脱水前的天然气称为湿气,脱水后露点降低的天然气

称为干气;将回收天然气液前的天然气称为富气,回收天然气液后的天然气称为贫气。

(5)我国的习惯分类方法,是把天然气分为伴生气、气田气和凝析气。

①伴生气:指在地下储集层中伴随原油共生,或溶解在原油中,或呈游离气存在,与原油同时被采出的天然气。伴生气一般多为富气,主要成分是甲烷、乙烷,以及一定数量的丙烷、丁烷及戊烷以上烃类。

②气田气:指在地下储集层中呈均一气相存在,采出至地面后仍为气相的天然气。气田气都是贫气,主要成分是甲烷,还有少量乙烷、丙烷、丁烷和非烃类气体。

③凝析气:指在地下储集层中呈均一气相存在,在开采过程中当压力降低至露点压力以下时会发生反凝析现象而析出凝析油的天然气。凝析气除含有甲烷、乙烷外,还含有一定数量的丙烷、丁烷、戊烷及戊烷以上烃类,直至天然气油和柴油馏分等。

1.5 天然气处理与加工的含义

天然气处理:指为使天然气符合商品要求或管道输送要求而采取的那些工艺过程,诸如脱除酸性组分(H_2S 、 CO_2 等)、有机硫化物和其他杂质(水、烃类、固体颗粒等)以及热值调整、硫磺回收和尾气处理(环境保护的要求)等过程。

天然气加工:指从天然气中分离、回收有用组分,使之成为产品的那些工艺,诸如天然气液化、天然气凝液回收、从天然气中提取氮等稀有气体的过程均属于天然气加工的范畴。

虽然天然气处理和加工所用的方法可能相同,但两者的区别在于其目的不同。在我国,还习惯上把天然气的脱硫、脱水、硫磺回收和尾气处理等称为净化。

天然气加工与原油加工的含义也是有区别的。原油加工是指采用物理的或化学的方法由原油获得一系列产品的过程,而天然气加工只是指采用物理的方法从天然气中获得产品的过程。对于那些采取化学方法从天然气中获得产品的过程,则另属于天然气化工的范畴。

当前,天然气的加工深度和天然气凝液的生产能力是衡量一个国家天然气工业发展水平的重要标志之一。回顾天然气凝液回收的发展过程,大致可分为以下4个阶段。

1.5.1 井口气油时代(1910~1920年)

由井口分离器分离出的伴生气经压缩、冷凝和分离后即可得到井口气油,也称套管头气油。其产品组成不定,也不稳定。这一阶段只是对伴生气进行简单