

油田工人自学丛书

油 气 集 输

周 陆 等 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要叙述了国内油田石油及天然气的收集、转输、分离、脱水、含油污水处理等工艺过程的基本知识和主要设备的构造原理、技术性能和使用、维护管理等技术。将油气集输过程中的一些简单计算、自动化、管道及设备的防腐、防垢以及安全生产问题也作了较详细说明。

本书可作为工人技术培训教材，在内容上比较系统、通俗。也可供广大石油工作者参考。

油田工人自学丛书

油 气 集 输

周 陆 等 编

石油工业出版社出版

(北京安定门外外馆东后街甲36号)

北京昊海印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 24印张 531千字 印1—2,000

1987年6月 北京第1版 1987年6月北京第1次印刷

书号：15037·2658 定价：3.45元

目 录

绪 论	(1)
一、油气集输工作在油田生产中的地位	(1)
二、油气集输工作者的主要任务	(2)
三、油气集输工程的主要内容	(4)
第一章 油气集输基础知识	(6)
第一节 石油的主要性质	(6)
一、重度、密度、比重	(7)
二、原油的粘度和凝固点	(8)
三、原油的可燃性	(11)
四、石油产品爆炸极限	(13)
五、石油产品比热与热值	(15)
六、石油的气化现象	(16)
第二节 天然气的主要性质	(18)
一、天然气的重度、密度和比重	(18)
二、天然气的膨胀与压缩性质	(20)
三、天然气的粘度和湿度	(21)
四、天然气的可燃性	(22)
五、天然气的爆炸性	(23)
第三节 石油开采常识	(25)
一、石油生成和聚积	(25)
二、石油勘探	(27)
三、钻井	(29)
四、完井	(31)
五、替喷	(32)
六、石油的开采方法	(34)

第二章 油气集输工艺	(41)
第一节 油气集输工艺流程概述	(44)
一、常见的油气集输工艺流程.....	(44)
二、开式集输流程与密闭集输流程.....	(60)
三、油气集输工艺的发展方向.....	(65)
第二节 计量站与集油站	(70)
一、计量站和集油站(转运站)的任务.....	(70)
二、计量站工艺.....	(72)
三、集油站(转油站).....	(77)
四、计量站和集油站的一般要求.....	(89)
五、计量站和集油站的试运、投产.....	(92)
第三节 原油脱水与原油稳定	(98)
一、乳化液.....	(99)
二、原油脱水工艺.....	(101)
三、原油电脱水设备.....	(107)
四、脱水站的操作管理.....	(125)
五、影响脱水过程的因素.....	(132)
六、脱水器常见故障.....	(133)
七、原油稳定.....	(141)
第四节 含油污水处理	(147)
一、含油污水处理的意义和方法.....	(147)
二、污水处理常用设施.....	(151)
三、含油污水处理的工艺流程.....	(163)
四、污水处理站的管理.....	(166)
五、污水处理新技术.....	(173)
第五节 原油库	(178)
一、原油库的分类.....	(178)
二、油库工艺流程.....	(180)
三、油库的装车系统.....	(189)

第三章 油气集输系统的常用设备	(207)
第一节 泵	(207)
一、泵的基本知识.....	(207)
二、离心泵的工作原理及表示方法.....	(209)
三、离心泵的构造.....	(214)
四、离心泵的技术性能.....	(231)
五、离心泵的安装和试运.....	(248)
六、离心泵的操作、保养和检修.....	(253)
七、几种常用离心泵介绍.....	(267)
八、其它常见泵.....	(272)
第二节 加热炉	(310)
一、传热基础知识.....	(310)
二、油田常用加热炉.....	(316)
三、加热炉的操作及管理.....	(322)
四、加热炉的维修.....	(331)
五、加热炉的热效率及热负荷.....	(334)
第三节 锅炉	(336)
一、概述.....	(336)
二、站库常用锅炉.....	(342)
三、锅炉的使用操作.....	(350)
四、锅炉的维护与保养.....	(362)
五、锅炉故障及故障排除.....	(364)
第四节 油罐	(370)
一、油罐的分类.....	(370)
二、金属油罐.....	(373)
三、非金属油罐.....	(387)
四、油罐附件.....	(392)
五、油罐的使用与管理.....	(397)

第五节 油气分离器	(403)
一、分离器的分类	(403)
二、分离器的构造及原理	(404)
三、分离器的附件	(411)
四、油气分离效果	(414)
五、分离器的操作与管理	(415)
第六节 风机	(418)
一、压风机	(420)
二、鼓风机和通风机	(433)
第七节 油气集输系统常用电器设备	(438)
一、电动机	(438)
二、电动机的启动设备	(457)
三、站库的变配电装置	(467)
四、继电保护装置	(475)
第四章 油、气、水的计量	(486)
第一节 概述	(486)
一、计量的精度和误差	(486)
二、油田计量等级的划分	(490)
三、油气计量的方法	(492)
第二节 流量计	(495)
一、压差式流量计	(496)
二、容积式流量计	(533)
三、速度式流量计	(552)
第三节 分离器计量	(559)
一、分离器玻璃管量油	(559)
二、玻璃管电极量油	(563)
三、波纹管测气	(565)
四、干簧管分离量油测气	(569)
五、翻斗计量	(572)

六、使用仪表计量	(577)
第四节 其它计量方法	(578)
一、立式圆柱形罐和长方形罐的计量	(578)
二、几种特殊形罐的计量	(583)
第五节 化验	(587)
一、原油密度的测定	(587)
二、原油含水测定	(594)
三、水中杂质(悬浮物的测定)	(597)
四、水中铁(总铁、三价铁、二价铁)的测定	(598)
五、污水中含油的测定	(601)
第五章 油气集输系统自动化	(609)
第一节 概述	(609)
第二节 变送器	(611)
一、气动变送器	(612)
二、常见电动变送器	(624)
第三节 调节器	(630)
一、QTL和QTM型调节器	(632)
二、04型气动调节器	(633)
三、DTL型调节器	(633)
四、气动色带指示仪	(634)
第四节 调节阀	(636)
一、气动调节阀	(637)
二、电动调节阀	(641)
第五节 几种常用的自动控制原理	(642)
一、油气分离器的液面或压力调节	(642)
二、电脱水器油水界面自动调节	(644)
第六章 工艺管线及其简单计算	(646)
第一节 管线的热力计算	(652)
一、管线的散热量	(652)

二、热油管线轴向温度变化公式·····	(654)
第二节 输油管线的水力计算·····	(655)
一、管线容量计算·····	(655)
二、管线载流量计算·····	(655)
三、等温等径油管线水力计算·····	(657)
四、不等径管的水力计算·····	(660)
五、不等温输油管线水力计算·····	(663)
第三节 其它管线的水力计算·····	(666)
一、气管线的水力计算·····	(666)
二、一般供热管线·····	(669)
三、一般水管线·····	(671)
第四节 管线强度的计算·····	(671)
一、管子壁厚的计算·····	(671)
二、管道强度核算·····	(673)
三、管道允许的跨度计算·····	(674)
第五节 管件、阀门的一般知识·····	(676)
一、阀门型号表示方法·····	(676)
二、常用阀门的选用知识·····	(680)
三、管件·····	(684)
第七章 管道、设备的防腐及防垢·····	(688)
第一节 金属管线、设备的腐蚀·····	(688)
第二节 金属管线及设备的防腐·····	(691)
一、隔离层防腐蚀·····	(691)
二、阴极防腐·····	(693)
三、选用防腐材料·····	(693)
第三节 油田常用的防腐方法·····	(694)
一、使用防腐漆防腐·····	(694)
二、沥青防腐层·····	(696)
三、阴极防腐·····	(699)

四、管线、设备的内防腐·····	(702)
第四节 管线及设备的防垢·····	(705)
一、锅炉(热水炉)的防垢·····	(705)
二、油气集输管网,设备的结垢问题·····	(716)
三、污水系统的防垢·····	(718)
第八章 油气集输过程的安全知识 ·····	(722)
第一节 安全防火知识·····	(722)
一、石油燃烧条件·····	(722)
二、石油集输过程的火灾和爆炸危险性·····	(723)
三、转油站和油库的防火、防爆要求·····	(724)
四、汽车、火车进入站库站的注意事项·····	(726)
五、对水上运输石油的安全要求·····	(727)
第二节 防雷、防静电知识·····	(729)
一、雷电的破坏作用·····	(729)
二、避雷设备的安装·····	(730)
三、设备接地的目的·····	(732)
四、设备接地的安装·····	(733)
第三节 灭火知识·····	(735)
一、灭火的基本方法·····	(735)
二、用水灭火注意事项·····	(736)
三、泡沫灭火器·····	(737)
四、其它灭火器·····	(739)
五、油罐灭火方法·····	(743)
六、油罐车、油船着火扑救·····	(744)
第四节 安全用电知识·····	(745)
一、安全用电常识·····	(745)
二、触电·····	(747)
三、触电的急救·····	(747)
四、脱离电源后的急救·····	(748)

第五节 中毒现象的防止与急救·····	(752)
一、防止中毒的方法·····	(752)
二、中毒后现场的急救·····	(752)
附表：法定计量单位换算 ·····	(753)
主要参考文献 ·····	(755)

绪 论

一、油气集输工作在油田生产中的地位

石油是埋藏在地下几百米，甚至几千米深的油层中。钻井工作者用钻机把地层打通。采油工作者把油气引到地面上来，这时石油和天然气还只是分布在油田的井口处，它是未经净化的油、气、水以及其它杂质的混合物。

油气集输工作者的任务，是把分布在油田各井口处未经处理的石油和天然气的混合物，用一定的方法收集起来，经过计量，然后汇集到集油站，经过油气初步分离，转输到联合站（脱盐厂、脱水站）。在联合站，油气经过加热分离、脱水、原油稳定，污水经过沉降、过滤，天然气经脱轻质油、脱水变成四种合格产品：原油、天然气、净化水、轻质油。然后，分别输送出去。

原油经过油库，外输计量，直接输送到炼油厂或通过长输管道、火车槽车、汽车罐车等输送到各用油单位。

污水净化后输到注水站，回注到地下或打到各用水单位；天然气和轻质油输送给压气站或化工厂。

油气集输工作是保证整个油田正常生产的重要环节和主要手段。油、气站库是整个油田生产的咽喉和心脏。在工作中稍有疏忽，就可能造成生产事故，甚至站毁人亡，使整个油田生产瘫痪，给国家造成严重损失。

油气集输工作的好坏，还会影响到油田以外的生产单位

(如炼油厂、化工厂、长距离原油运输管理单位、原油拉运和储存单位、油港等)。原油脱水、脱盐质量不好,不仅要使原油在储运加工过程中造成浪费,而且加速了设备、容器、管线的腐蚀。在石油炼制过程中,由于原油中有水,水和原油一起在加热炉内被加热到 300°C ,进入到蒸馏塔后,便会急速产生气化,水气化后体积要增加1700倍,是原油因气化体积增加的15倍,这样不但要影响石油炼制过程中的正常操作和产品质量,而且,由于塔内压力急剧上升,容易使塔体产生爆炸事故。

因此,油、气的站和库是油田生产的要害部位,油气集输工作者必须刻苦学习油气集输技术,保证站、库天天安全生产。

二、油气集输工作者的主要任务

油气集输工作者的任务,概括起来有以下几点:

(1) 最大限度满足油田长期合理开发和开采的要求。制定出合理的油田开发方案,以及根据相应的采油技术把地下的油气混合物采出地面,仅此还不能满足油田长期高产稳产的要求,还必须有一系列的油气集输设施,这些设施包括油气集输管网、机泵、压缩机、风机、油罐、分离器、加热炉等等。并且,要保证这些设施安全可靠地运行,保证不间断地把油井所生产出来的产物处理成合格的油矿产品输送出去。

此外,油田在开发过程中是在不断变化着的,不仅油井的产液量、产油量、产气量、产水量、含沙量在变化,还涉及到油井的压力、油田的总井数、井距都在不断的变化着。所以油气集输工作者还要采用先进合理的油气集输工艺和设

备，适应这些不断变化着的情况，保证油井回压在允许范围内作到需要采出多少就能处理多少，并且安全地输送出去，做到生产平衡。对特殊情况，具备应变能力。

(2) 给国家提供高标准的合格产品

油气集输工作者，除了要在数量上最大限度地满足油田长期合理开发和开采的要求外，在质量上还必须满足提供符合标准的合格产品。石油部颁发的《油田开发条例》第六十九条中明确指出“油气集输流程要保证油、气、水等产品达到质量标准。……油气集输流程一定要密闭，中间不开口，减少油、气损耗。不断提高油气初加工深度和综合利用程度，逐步做到原油脱水，原油脱气，伴生气脱油；回收采出水，回收采出水中的原油，回收轻质油；能够出稳定原油、干气、净化采出水和轻油等四种合格产品。”做到三脱三回收一稳定，出四种合格产品。

(3) 在管理和设备选用中，要尽力减少能源的消耗。

油田的油气集输工作涉及面广，从井口到站库，一直到油气输出油田。对油田每口井每台设备来说是一个小的节约点，而整个油田集合起来就是个很惊人的节约数字。因此，节约能源对油气集输是一个很重要的任务。它主要包括以下几个方面：

- 1) 要尽可能合理地使用地层能量，减少能量的消耗。
- 2) 要尽可能地减少油气损耗。油气集输过程中的损耗包括储存时蒸发损耗，各种设备滴漏损耗，操作管理过程的跑、冒、滴、漏损耗等。
- 3) 提高输油设备的机泵效率。

4) 提高各种集输工艺管网系统效率。

5) 提高各种加热炉、锅炉、换热器效率,减少各种管网、设备、容器的热损耗等。

6) 不断推广新技术新工艺,提高能源综合利用。

(4) 安全生产。

无论在选用油气集输工艺时,还是在油气集输工艺的施工及操作管理过程中,都必须首先考虑到安全生产。油气集输工作的许多生产环节,都是油田生产的重要咽喉,加上石油和天然气又都是易燃易爆物质,而许多油气集输工作场所又是油、气、电、火俱全的场所,所以从事油气集输工艺的规划、施工、操作、检修、生产管理过程中,必须制定出切实可行的安全措施,并认真执行。对油气集输工人来说,要认真执行工人岗位责任制和操作规程,养成良好的安全生产习惯。

(5) 在油气集输过程中,要尽量采用新技术新工艺。

在选用油气集输工艺时,要考虑到安全可靠、经济合理、适应性强的原则,保证操作管理方便、技术水平先进、投资少、见效快、用人少、效益高。

三、油气集输工程的主要内容

油气集输涉及到的技术问题很多主要有以下六个方面的内容:

(1) 石油和天然气的主要性质及生产知识。

(2) 叙述油田油气集输工艺流程及各个环节的工艺,如:计量站的工艺、集油站的工艺、脱水工艺、污水处理工艺、油库的工艺等。

(3) 油田油气集输工艺过程所用的主要设备，包括各种机泵、加热炉、锅炉、油罐、分离器以及有关的电气设备等。

(4) 介绍油气集输过程中的计量仪表等。

(5) 介绍油气集输过程中的简单计算和自动控制。

(6) 介绍油气集输生产过程的安全知识。

第一章 油气集输基础知识

第一节 石油的主要性质

石油是多种碳氢化合物的混合物为主体的可燃性液体。所谓碳氢化合物，就是指它的分子中只有碳氢两种原子组成的化合物。碳氢化合物包括的种类极多，一般由分子中含碳原子多少为排列顺序，如在一个碳氢化合物分子中，由一个碳原子和四个氢原子组成的，这种化合物就叫甲烷。化合物分子由两个碳原子和六个氢原子组成的就叫做乙烷。三个碳原子和八个氢原子组成的化合物就叫丙烷。四个碳原子和十个氢原子组成的化合物就叫丁烷。超过十个碳原子时，人们干脆就叫它十一烷、十二烷、十三烷、十四烷……。

在一般常温和常压情况下，在 $C_1—C_4$ （也就是甲烷—丁烷）都呈气体状态存在，就叫天然气。 $C_6—C_{17}$ （也就是乙烷到17烷）都呈液体状态存在，就叫石油。 C_{17} 以上碳氢化合物大都呈固体状态存在。戊烷由于它的沸点是 $36.1^{\circ}C$ ，也就是温度稍微高点或者围周压力稍微低点，它就变成气体；在温度稍微低点，压力稍微高点它就变成液体；所以无论在石油或天然气中都有它的踪影。

从油井出来的原油，不仅包含有石油、水、天然气、氧气、硫、氮、盐、胶质、沥青质而且还含有碳、泥、砂等机械杂质。就石油本身来讲，不同的油矿产生的石油含的轻质成份（ C_5 、 C_6 、 C_7 ）和重质成分（ C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} ）比例也不同。其原油性质差别也比较大，甚至同一个油矿不同井

生产出来的石油也不一样。一般情况下原油呈棕色、褐色；含轻馏分量大的原油呈绿色；有些油井出来的原油大部分是凝析油，呈无色透明的液体。也有的油矿原油重馏分含量大，原油呈黑色。从化学组成来说，其原油组成碳占83%—87%、氢占10—14%。按其物理组成不同一般把原油分成沥青基、中间基、石蜡基三大类。原油主要成分为沥青质的称为沥青基，高含蜡的称为石蜡基，介于二者之间的叫中间基，我国各油田大部分为石蜡基原油。

一、重度、密度、比重

(1) 重度。严格的说石油及石油产品的重度是指在标准条件下，单位体积石油及其产品在真空中的重量称为该石油及其产品的重度。在我们国家(还有苏联和东欧一些国家)标准条件是指温度为 20°C ，压力为一个标准大气压。所以重度用 γ_{20} 表示：

$$\gamma_{20} = \frac{G}{V}$$

式中 G ——石油及其产品在真空中的重度，公斤；

V ——石油及其产品在 20°C 时的体积，米³；

γ_{20} ——石油及其产品的重度，公斤/米³。

在美国、英国等一些国家，标准条件是指温度为 60°F (相当于 15.6°C)，压力是一个绝对大气压。

有时在实际生产中，石油体积单位用升，重度单位用公斤/升，这时的换算如下：

$$1\text{公斤/升} = 1000\text{公斤/米}^3$$

(2) 密度。石油及石油产品的密度，是指在标准温度(20°C)时，单位体积内所含的质量。