

中国石化员工培训教材

集 输 工



JISHUGONG

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写
本书主编 万世清

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

中国石化员工培训教材

集 输 工

中国石化员工培训教材编审指导委员会 组织编写

本书主编 万世清

中国石化出版社

内 容 提 要

《集输工》为《中国石化员工培训教材》系列之一，内容主要包括相关基础知识、油气分离、原油脱水、原油稳定、原油输送工艺、集输常用设备、原油计量化验、含油污水处理、仪表自动化、腐蚀与结垢、工程制图以及站库安全知识等。

本书是油田油气集输生产人员进行员工岗位技能培训的必备教材，也是专业技术人员必备的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

集输工 / 中国石化员工培训教材编审指导委员会组织编写.
—北京: 中国石化出版社, 2013. 2
中国石化员工培训教材
ISBN 978 - 7 - 5114 - 1917 - 0

I. ①集… II. ①中… III. ①油气集输 - 技术培训 - 教材 IV. ①TE86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 006883 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 24.5 印张 608 千字
2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

定价: 72.00 元

中国石化员工培训教材

编审指导委员会

主 任：李春光

委 员：戴 锭 谭克非 章治国 初 鹏

吕长江 张卫东 吕永健 徐 惠

张吉星 雍自强 寇建朝 张 征

蒋振盈 齐学忠 翟亚林 耿礼民

吕大鹏 郭安翔 何建英 石兴春

王妙云 徐跃华 孙久勤 吴文信

王德华 亓玉台 周志明 王子康

序

中国石化是上中下游一体化能源化工公司，经营规模大、业务链条长、员工数量多，在我国经济社会发展中具有举足轻重的作用。公司的发展，基础在队伍，关键在人才，根本在提高员工队伍整体素质。员工教育培训是建设高素质员工队伍的先导性、基础性、战略性工程，是加强人才队伍建设的重要途径。

当前，我们已开启了建设世界一流能源化工公司的新航程，加快转变发展方式的任務艰巨而繁重，这对进一步做好员工教育培训工作提出了新的更高要求。我们要以中国特色社会主义理论为指导，紧紧围绕企业改革发展、队伍建设和员工成长需要，以提高思想政治素质为根本，以能力建设为重点，积极构建符合中国石化实际的培训体系，加大重点和骨干人才培训力度，深入推进全员培训，不断提高教育培训的质量和效益，为打造世界一流提供有力的人才保证和智力支持。

培训教材是员工学习的工具。加强培训教材建设，能够有效反映和传递公司战略思想和企业文化，推动企业全员学习，促进学习型企业建设。中国石化员工培训教材编审指导委员会组织编写的这套系列教材，较好地反映了集团公司经营管理目标要求，总结了全体员工在实践中创造的好经验好做法，梳理了有关岗位工作职责和 workflow，分析研究了面临的新技术、新情况、新问题等，在此基础上进行了完善提升，具有很强的实践性、实用性和较高的理论性、思想性。这套系列培训教材的开发和出版，对推动全体员工进一步加强学习，进而提高全体员工的理论素养、知识水平和业务能力具有重要的意义。

学习的目的在于运用，希望全体员工大力弘扬理论联系实际的优良学风，紧密结合企业发展环境的新变化、新进展、新情况，学好用好培训教材，不断提高解决实际问题、做好本职工作的能力，真正做到学以致用、知行合一，把学习培训的成果切实转变为推进工作、促进改革创新的实际行动，为建设世界一流能源化工公司作出积极的贡献。



二〇一二年七月十六日

前 言

根据中国石化发展战略要求，为加强培训资源建设、推进全员培训的深入开展，集团公司人事部组织梳理了近些年培训教材开发成果，调研了企业培训教材需求，开展了中国石化员工培训课程体系研究。在此基础上，按职业素养、综合管理、专业技术、技能操作、国际化业务、新员工等六类，组织编写覆盖石油石化主要业务的系列培训教材，初步构建起中国石化特色的培训教材体系。这套系列教材围绕中国石化发展战略、队伍建设和员工成长的需要，以提高全体员工履行岗位职责的能力为重点，把研究和解决生产经营、改革发展面临的新挑战、新情况、新问题作为重要目标，把全体员工在实践中创造的好经验好做法作为重要内容，具有较强的实践性、针对性。这套培训教材的开发工作由中国石化员工培训教材编审指导委员会组织，集团公司人事部统筹协调，总部各业务部门分工负责专业指导和质量把关，主编单位负责组织培训教材编写。在培训教材开发和编写的过程中，上下协同、团结合作，各级领导给予了高度重视和支持，许多管理专家、技术骨干、技能操作能手为培训教材编写贡献了智慧、付出了辛勤的劳动。

《集输工》教材是面向油田集输工，针对集输工岗位所需知识、技能而编写的培训教材。教材的编写本着以职业活动为导向、以职业技能为核心、统一规范和科学实用性的原则，结合《集输工职业资格等级标准》要求，内容力争涵盖初级、中级、高级、技师、高级技师的操作技能和相关理论知识。培训适用对象为集输工岗技能操作人员。本书较充分考虑了集团公司油田集输工艺特点、设备及最新技术的发展现状，并重点考虑安全生产需要，旨在提高操作人员的安全风险意识、自我保护能力和规范化操作意识。

《集输工》教材由石油工程管理部、油田勘探开发事业部和胜利石油管理局负责组织编写，主编万世清（胜利油田），副主编王晓丽（胜利油田）、任吉娟（胜利油田）。其中概述及第七章第四节由常贵宁编写；第一章、第十一章由王晓丽编写；第二章、第三章由任吉娟编写；第四章、第七章第二节、第八章由万世清编写；第五章由孙秀敏编写；第六章、第七章第三节由贺康编写；第七

章第一、五节及第十章由赵庆霞编写；第九章由徐惠娟编写；第十二章由檀秀平编写。在编写过程中得到了胜利油田郭景洲、刘吉东、王玉江、李学忠、张刚等人的审阅与帮助。本教材已经集团公司人事部、石油工程管理部 and 油田勘探开发事业部审定通过，主审李泽华，参加审定的人员有刘玉、陈通，审定工作得到了江汉油田的大力支持。中国石化出版社对教材的编写和出版工作给予了通力协作和配合，在此一并表示感谢。

由于本教材涵盖的内容较多，不同企业之间也存在着差别，编写难度较大，加之编写时间紧迫，不足之处在所难免，敬请各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

目 录

概 述	(1)
第1章 基础知识	(5)
1.1 原油和天然气	(5)
1.1.1 原油	(5)
1.1.2 天然气	(9)
1.2 水力学	(10)
1.2.1 概述	(10)
1.2.2 常用基本概念及相关计算	(10)
1.2.3 水静力学基本方程式及其意义	(13)
1.2.4 水动力学基本方程式及其意义	(14)
1.2.5 压强及其表示方法	(15)
1.3 传热学	(16)
1.3.1 概述	(16)
1.3.2 热传导传热	(16)
1.3.3 对流传热	(17)
1.3.4 辐射传热	(17)
1.4 电工	(17)
1.4.1 电工基本概念	(18)
1.4.2 简单电路知识及计算	(19)
1.4.3 直流电与交流电	(21)
1.5 计量	(23)
1.5.1 法定计量单位	(23)
1.5.2 计量器具	(24)
1.5.3 测量方法与误差	(26)
第2章 油气分离	(31)
2.1 原油和天然气的相平衡	(31)
2.1.1 气液相平衡的基本概念	(31)
2.1.2 原油和天然气的相平衡	(33)
2.1.3 影响相平衡的因素	(34)
2.2 原油和天然气的分离	(35)
2.2.1 分离方式和操作条件的选择	(35)
2.2.2 油气两相分离器	(37)
2.2.3 油、气、水三相分离器	(45)
2.2.4 HBP - 高效油气水砂分离器系列	(48)

2.3 分离器的技术参数及操作维护	(49)
2.3.1 油气分离器的技术参数及安装	(49)
2.3.2 分离器的操作与维护	(51)
第3章 原油脱水	(57)
3.1 概述	(57)
3.1.1 原油中水的存在形式	(57)
3.1.2 原油净化的必要性	(57)
3.2 原油乳状液	(58)
3.2.1 原油乳状液的类型	(58)
3.2.2 乳状液的鉴别方法	(59)
3.2.3 原油乳状液形成过程	(59)
3.2.4 原油乳状液的性质	(61)
3.2.5 减轻原油乳化程度的措施	(63)
3.3 破乳剂	(64)
3.3.1 化学破乳剂的破乳机理及类型	(64)
3.3.2 原油脱水对破乳剂的要求	(65)
3.3.3 影响破乳脱水效果的因素	(66)
3.3.4 原油破乳剂的加入	(67)
3.4 原油脱水的基本方法	(70)
3.4.1 原油脱水原理	(70)
3.4.2 常用原油脱水工艺	(70)
3.4.3 原油脱水设备	(76)
3.5 常用原油脱水流程	(86)
3.5.1 热化学沉降脱水流程	(86)
3.5.2 电化学沉降脱水工艺流程	(87)
3.5.3 密闭脱水工艺流程	(88)
第4章 原油稳定	(89)
4.1 原油稳定概述	(89)
4.1.1 原油稳定目的	(89)
4.1.2 原油稳定深度的要求	(89)
4.2 原油稳定工艺	(89)
4.2.1 原油稳定原理	(89)
4.2.2 闪蒸稳定	(90)
4.2.3 分馏稳定	(92)
4.2.4 原油稳定的主要工艺参数	(92)
4.3 原油稳定的主要设备	(93)
4.3.1 稳定塔	(93)
4.3.2 螺杆压缩机	(99)
4.3.3 往复活塞式压缩机	(104)

第5章 含油污水处理	(114)
5.1 含油污水处理基础知识	(114)
5.1.1 油田采出水水源	(114)
5.1.2 油田含油污水的性质	(115)
5.1.3 含油污水和注入水的水质	(115)
5.2 含油污水除油方法及设施	(117)
5.2.1 污水处理常用除油方法	(117)
5.2.2 污水处理常用设施	(120)
5.3 污水过滤	(126)
5.3.1 过滤机理	(126)
5.3.2 过滤工艺	(126)
5.3.3 过滤设施	(127)
5.4 含油污水处理工艺流程	(133)
5.4.1 工艺流程组成	(133)
5.4.2 含油污水处理流程分类	(134)
第6章 原油计量化验	(137)
6.1 原油计量方法	(137)
6.2 原油计量操作	(137)
6.2.1 测量用具和测量方法	(137)
6.2.2 立式金属罐计量术语	(141)
6.2.3 立式金属油罐液位、温度测量	(142)
6.3 原油化验取样	(144)
6.3.1 管线取样	(144)
6.3.2 油罐取样	(147)
6.4 原油含水量测定	(149)
6.4.1 仪器设备	(150)
6.4.2 溶剂	(150)
6.4.3 试验步骤	(150)
6.4.4 试验结果表示	(151)
6.4.5 技术要求	(151)
6.5 原油密度测定	(152)
6.5.1 石油及液体产品密度的测定方法	(152)
6.5.2 原油密度的测定	(153)
6.6 油量计算	(156)
6.6.1 动态油量的计算	(156)
6.6.2 油品静态油量的计算	(161)
第7章 集输常用设备	(165)
7.1 泵	(165)
7.1.1 泵的分类	(165)
7.1.2 离心泵	(165)

7.1.3	螺杆泵	(183)
7.1.4	其他类型泵	(187)
7.2	加热设备	(192)
7.2.1	加热炉及其分类	(192)
7.2.2	管式加热炉	(192)
7.2.3	水套加热炉	(198)
7.2.4	相变加热炉	(204)
7.2.5	燃烧器	(207)
7.2.6	加热炉热效率的计算	(213)
7.2.7	加热炉运行工况调节	(217)
7.2.8	提高加热炉效率的措施	(220)
7.2.9	换热器	(220)
7.3	油罐	(223)
7.3.1	油罐的分类	(223)
7.3.2	金属油罐	(225)
7.3.3	油罐附件	(228)
7.3.4	储油罐的操作与维护	(230)
7.3.5	油罐紧急着火的扑救	(234)
7.3.6	油罐常见故障原因及处理	(236)
7.3.7	某原油罐呼吸阀结霜被抽瘪	(236)
7.4	阀门	(237)
7.4.1	阀门的分类与标识	(237)
7.4.2	常用阀门及结构	(242)
7.4.3	阀门的操作使用	(246)
7.4.4	阀门的基本性能及质量检验	(250)
7.5	电动机	(251)
7.5.1	电动机的分类	(251)
7.5.2	三相异步电动机的结构	(252)
7.5.3	三相异步电动机的工作原理	(254)
7.5.4	三相异步电动机的铭牌数据、参数	(254)
7.5.5	电动机的三相电接法	(258)
7.5.6	三相异步电动机的拆装	(260)
7.5.7	三相异步电动机的常见故障及处理	(261)
7.5.8	某电动机轴承温度过高故障排除分析	(264)
第8章	原油输送工艺与站库管理	(265)
8.1	常温输送工艺	(265)
8.1.1	站库工艺流程	(265)
8.1.2	泵站的工作特性	(267)
8.1.3	管道的压力能	(268)
8.1.4	管道的工作特性曲线	(270)
8.1.5	泵站-管道系统的工作点	(271)

8.2	加热输送工艺	(273)
8.2.1	热油管道的沿程温降	(273)
8.2.2	热油管道的水力计算	(276)
8.3	集输站库试运投产与管理	(277)
8.3.1	试运投产前准备	(277)
8.3.2	站内试运	(277)
8.3.3	系统联合试运投产	(280)
8.3.4	联合站的投产操作	(281)
8.3.5	集输站库流量调节	(283)
8.4	集输站库常见事故与处理	(284)
8.4.1	站内管道泄漏跑油	(284)
8.4.2	站内管道憋压	(285)
8.4.3	站内管道凝管	(285)
8.4.4	某输油站工艺管网憋压事故分析	(286)
8.5	油气损耗及降耗措施	(287)
8.5.1	油气损耗的原因	(287)
8.5.2	降耗措施	(289)
第9章	集输仪表与自动化	(292)
9.1	集输常用仪表	(292)
9.1.1	压力测量仪表	(292)
9.1.2	温度测量仪表	(299)
9.1.3	流量计	(304)
9.1.4	液位计	(309)
9.2	集输自动化系统	(313)
9.2.1	基本知识	(313)
9.2.2	系统构成	(313)
第10章	集输设备管道防腐防垢	(315)
10.1	金属腐蚀与防护	(315)
10.1.1	金属腐蚀的定义	(315)
10.1.2	金属腐蚀的分类	(315)
10.1.3	防腐蚀方法	(318)
10.1.4	储罐防腐	(324)
10.1.5	钢制管道的防腐	(328)
10.2	结垢	(329)
10.2.1	结垢的危害	(329)
10.2.2	结垢产生的原因	(329)
10.2.3	结垢的预防措施	(329)
第11章	油气集输工程制图	(331)
11.1	概述	(331)
11.2	油气储运工程制图的基本规定	(331)

11.2.1	比例	(331)
11.2.2	图线	(332)
11.2.3	风向玫瑰及方向针	(332)
11.2.4	坐标网	(333)
11.2.5	标高	(334)
11.2.6	标题栏	(335)
11.2.7	技术说明	(335)
11.2.8	管道标注	(336)
11.2.9	设备和建(构)筑物的编号及标注	(337)
11.3	油气储运工程制图常用图例	(338)
11.3.1	总平面布置设计常用图例	(339)
11.3.2	工艺流程设计常用图例	(340)
11.3.3	工艺流程设计过程检测(或调节)就地仪表常用图例	(342)
11.3.4	管线安装设计常用图例	(345)
11.4	油气集输站库工艺流程图的绘制及识读	(347)
11.4.1	工艺流程图的绘制方法	(347)
11.4.2	工艺流程图的识读	(348)
11.5	油气集输站库管道工艺安装图的绘制及识读	(350)
11.5.1	管道安装图的绘制方法	(350)
11.5.2	管道安装图的识读	(352)
11.5.3	管线安装立体图	(354)
第12章	站库安全	(356)
12.1	油气站库防火防爆知识	(356)
12.1.1	燃烧	(356)
12.1.2	防火防爆	(356)
12.2	油气站库安全用电	(359)
12.2.1	电气事故分类	(359)
12.2.2	安全用电	(359)
12.2.3	触电急救知识	(360)
12.2.4	防止触电事故的技术措施	(361)
12.2.5	安全用电注意事项	(361)
12.3	劳动保护及用品	(362)
12.3.1	劳动保护的原则	(362)
12.3.2	劳动保护用品	(362)
12.4	防雷	(364)
12.4.1	雷电的形成及危害	(364)
12.4.2	防雷电的基本措施	(364)
12.5	防静电	(365)
12.5.1	静电的产生及分类	(365)
12.5.2	防止静电的安全措施	(365)

12.6	防毒	(366)
12.6.1	油蒸气防毒	(366)
12.6.2	化学药剂防毒	(366)
12.6.3	硫化氢防毒	(367)
12.7	消防知识	(368)
12.7.1	消防工作知识	(368)
12.7.2	灭火的基本方法	(368)
12.7.3	常用灭火器	(370)
12.7.4	常见火灾的扑救	(371)
12.8	站库的安全设施	(372)
12.9	油气站库安全生产注意事项	(372)
参考文献		(374)

概 述

集输工是油田从事集油、输油工作的一个工种。工作地点大都在采油厂的联合站、计量站、接转站，主要工作任务是将井口采出的油气水混合液集中计量、供热后，泵输(或直压)进入联合站集中脱水、脱气、脱盐处理，是油田生产过程中原油及其伴生气的收集、处理和输送环节。

油气集输是继油田勘探、油田开发、采油工程之后的很重要的生产过程。从地下采出的油是一种可能含有水、伴生气、盐、泥沙等杂质的混合物。集输工就是将采出来的石油通过多种分离手段进行加热、稳定、脱水、脱气处理，生产出合格的原油、天然气、水等产品，然后由外输计量工交给油气储运公司外输外销。

所以概括地说，集输工的工作范围是以计量站为起点，以油库、天然气处理站、污水站为终点，计量站、接转站、联合站为主要工作场所。

由于我国油田分布广泛，地下油藏情况千差万别，每个油田所处的自然环境、社会环境不同，油藏性质、原油特性、油气组分、工艺流程等都有很大差别。虽然各油田油气集输工的工作对象不同，但是最终都要生产出合格的油气水产品。

油气集输的工艺流程有很多共同之处。例如，油井产出物中往往含有原油、水、砂等物质，必须进行脱水、除砂等净化处理。要把油井产出物中的液体和气体进行分离，这种分离液体和气体的过程称为油气分离。油气在分离之前管道中呈现液、气两相流动状态，如果含有砂粒等杂质，则管线中呈多相流动状态。为了减少原油的蒸发损耗，在矿场还要对原油进行稳定处理，去除原油中的轻质组分。

油气集输的主要工作范围可以用图 0-1 来表示。

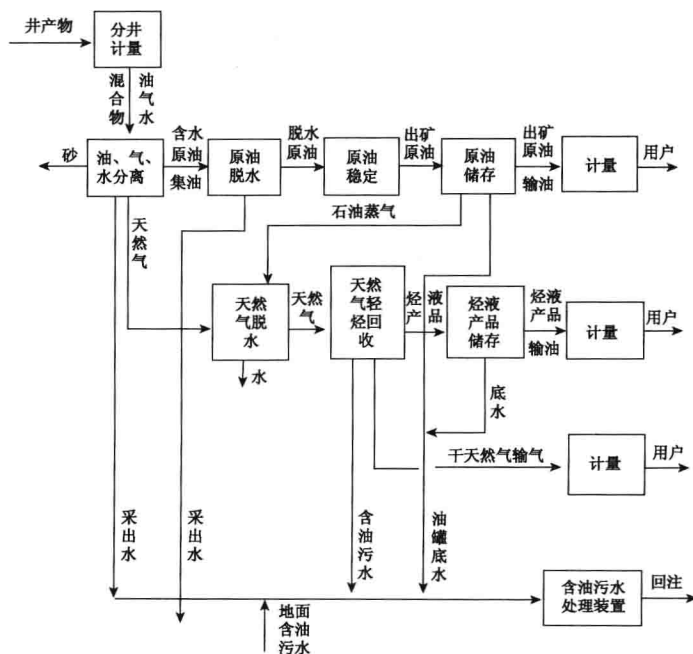


图 0-1 油气集输工作范围框图

为了把分散在油田各油井的油气集中起来，各油田会根据各自的具体情况而采取不同的集输工艺流程。从油井到计量站可采用单管流程，也可采用双管伴热流程、掺稀油降黏流程，流程也分全密闭流程和非密闭流程。联合站内原油脱水工艺分三相分离器脱水、沉降罐脱水、化学脱水、电脱水、热化学联合脱水等方式，这些不同的工艺流程根据原油性质、含水率高低等条件和要求来确定。

总之，集输工的主要工作内容可以概括为：将油田油井采出液进行收集、输送和初加工，对油气集输工艺设施、设备进行日常的运行管理、操作和维护，保质、保量地完成油气水分离任务，生产出原油、天然气、水等合格产品。

1 岗位职责及工作内容

根据 2006 年修订的《石油石化工种目录(617)》的定义，集输工是指操作、维护油气集输工艺设备，收集、计量、储存井站原油、天然气，并进行油气分离处理、加热、外输的人员，其适用范围为集油、泵、加热炉、脱水、脱氧岗位。

1.1 岗位职责

- (1) 负责油气集输岗位生产流程的操作、巡回检查、管理；
- (2) 负责录取各种运行参数；
- (3) 负责对生产工况进行分析、检查、调整；
- (4) 负责对机械设备的操作、使用、监测；
- (5) 负责搞好值班室及所分管设备、工艺场区的环境卫生；
- (6) 负责对一般事故进行分析和处理。

1.2 工作标准

- (1) 对油气集输工艺流程达到“精”、“通”、“熟”、“懂”；
- (2) 及时、准确地录取各种运行参数；
- (3) 对生产状况进行及时分析，认真检查；
- (4) 及时发现计量、仪表故障；
- (5) 环境卫生做到“三清”、“四无”、“五不漏”；
- (6) 合理调整各项参数，完成生产任务，保证技术指标，达到平稳、安全、经济运行。

1.3 工作内容

1) 单井计量

对单井采出物中的原油、天然气、水进行计量，为油田生产提供动态资料。

2) 集油、集气

将单井计量后的油、气、水混输到计量站、接转站、联合站。

3) 油气水分离

将油气水混合物分离成液体和气体，将液体分离成含水原油及含油污水，必要时分离出固体杂质。

4) 原油脱水

将含水原油破乳、沉降、分离，使原油含水率符合标准。

5) 原油稳定

将原油中的易挥发轻组分($C_1 \sim C_4$)脱出，使原油饱和蒸气压符合标准。

6) 原油储存

将合格原油储存在油罐中，保持原油生产和销售的平衡。

7) 天然气脱水

脱出天然气中的水分，使其在输送和冷却时不会生成水化物。

8) 天然气轻烃回收

脱出天然气中的烃液，保证天然气管线输送时不析出烃液。

9) 烃液储存

将液化石油气、天然气液分别储存在压力罐中，保持烃液生产和销售的平衡。

10) 输油、输气

将原油、天然气、轻烃经计量后外输或配送给用户。

2 集输工的特点

1) 工作对象密闭

油气集输工艺流程现在基本上都是密闭流程，油气水都是在密闭管道、储罐内流动，不出事故或异常情况一般是见不到介质的。这就要求集输工能够通过工艺流程设备上的各种仪表来掌握生产运行状况，对运行趋势做出分析和判断，完成各种生产操作。

2) 要求知识面较宽

集输工需要掌握原油、天然气、污水等介质的基本组成、分类、理化性质，另外还包括材料学、流体力学、传热学、电工、制图等专业知识与技能。

3) 生产连续，需要倒班

跟油田生产一样，集输系统的生产运行是连续的，无论哪一个环节发生故障都会或多或少地对全局生产产生影响。

4) 高温高压

油气集输介质是在高温高压工艺流程中运行，一旦泄漏就会极易引起着火、爆炸、中毒等事故，具有较高危险性。要求员工必须具有防火、防爆、防泄漏意识，能够应急处理各种异常事件和故障，避免发生人身伤害事故。

3 常见集输流程

收集油井产出的油、气、水混合物，通过管道连续输送到计量站、接转站、联合站进行处理，获得符合质量标准的产品，这些过程称为集输工艺流程。集输流程通常由油气收集、加工处理、输送和储存等环节组成。油田集中处理站的主要功能就是将各油井所产原油进行脱水、脱气、脱盐、稳定，生产出商品原油的场地。从油井到集中处理站的流程称集油流程，从集中处理站到油库的流程称输油流程。