

高效油气集输 与处理技术

苗承武 编

石油工业出版社

北京)

高效油气集输与处理技术

苗承武 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书在总结我国近年来油田地面工程建设和设计成果与经验的基础上,阐述了以提高效益、节能降耗、降低投资为目的的高效油气集输与处理技术的机理和应用实践,讲述了各种高效油气集输流程、高效集输与处理工艺技术和高效设备,列举了当前国内外在该领域采用的新技术、新工艺、新设备,以及在选择和推广应用这些新技术时应注意的问题。

本书可供从事油田生产技术管理、油田地面工程设计和建设的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

高效油气集输与处理技术 / 苗成武 编

北京:石油工业出版社,1997 1

ISBN 7-5021-1874-

I. 高 …

II. 苗 …

III. ① 油气集输 ② 油气集输 - 处理

IV. TE86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 22048 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行。

*

850×1168 毫米 32 开本 5¼ 印张 136 千字 印 1—2000

1997 年 1 月北京第 1 版 1997 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1874-8/TE·1580

定价: 9.00 元

前 言

当前陆上石油工业已进入“以效益为中心，加快改革与发展”的新时期，油田开发面临着“增效益、创水平”的艰巨任务。以油气集输与处理系统为主体的油田地面工程，直接影响油田开发的水平和效益。油田地面工程坚持以“效益为中心”，必须首先抓住油田油气集输与处理系统这个“龙头”，以高水平、高效益的油气集输与处理系统带动整个地面工程，确保油田开发的整体效益。

高效油气集输与处理技术是有利于节能降耗、降低投资和提高工程效益的工艺技术，它对保证油田地面工程整体技术水平起着至关重要的作用。多年来，由于石油行业领导的重视，各油田在开发高效油气集输与处理技术方面作了大量的工作，创造出了丰富多彩的高效成果，包括高效工艺技术和高效设备，丰富了油气集输工艺理论与实践。继续开发和应用这些新技术、新设备，以提高地面工程整体水平和效益，是我们地面工程技术人员的重要任务。

为了推进高效技术的发展，在中国石油天然气总公司开发生产局及有关方面的大力支持下，编写了本书。本书在总结各油田应用高效油气集输与处理技术实际经验的基础上，力求从理论与实践的结合上阐述高效工艺技术的基本依据和应用效果，介绍国内外在这方面的新技术、新水平，以推进这些新技术在各油田的推广应用。

本书在编写过程中，得到周成勋、黄新生、俞伯炎等同志以

及规划设计总院有关领导和部门的协助与支持，在此表示感谢。书中引用了一些油田开发和应用新技术的实例，吸收了有关方面的若干技术资料^①，在此一并致谢。

作者

1996年8月于北京

① 主要资料有：

- a. 中国石油天然气总公司基建局，规划设计总院．国内外石油地面工程设计技术水平调查报告，1992；
- b. 中国石油天然气总公司，石油学会．石油工业节能技术成果专辑，1991；
- c. 中国石油天然气总公司．油气田开发新技术汇编，1996。

目 录

第一章	概述	(1)
第一节	油气集输与处理技术简介.....	(1)
第二节	推广高效油气集输与处理技术的重要性	(8)
第二章	高效油气集输流程	(17)
第一节	不加热集输流程	(17)
第二节	中压多级分离流程	(38)
第三节	“无泵无罐”流程	(45)
第四节	“一级半”流程	(46)
第五节	全密闭集输流程	(48)
第三章	高效工艺和设备	(57)
第一节	高效油气分离技术	(57)
第二节	高效原油脱水技术	(69)
第三节	高效输油技术	(80)
第四节	高效污水处理技术	(93)
第五节	高效注水技术.....	(106)
第六节	油气计量及自动控制技术.....	(114)
第七节	原油稳定技术.....	(128)
第八节	轻烃回收技术.....	(137)
第四章	高效工艺和设备的优化组合	(153)
第一节	正确选用高效工艺和设备.....	(153)
第二节	系统优化.....	(156)
参考文献		(162)

第一章 概 述

油气集输与处理技术的工艺和设备，往往构成油田地面工程的主体和技术主流，是油田建设中的主要生产设施。油田地面工程所采用的油气集输工艺技术、所确定的工程建设规模和总体布局，对油田开发生产的可靠性、建设水平和生产效益是至关重要的，而高效油气集输与处理系统对于确保油田开发建设水平、提高油田的开发效益又起着十分重要的作用。

第一节 油气集输与处理技术简介

一、油气集输与处理技术及其在油田开发建设中的地位

油气集输与处理系统是将油田油井生产的油气产物加以收集、处理直至输送到用户的全过程的主题体现，它主要包括以下六个方面的内容：

(1) 油气收集和输送：将各油井产物用管道汇集到计量、分离、处理站进行处理并进而输送到用户；

(2) 油气分离或油气水分离：将油井生产的油、气、水在一定条件下分离开并使其分别进一步处理；

(3) 原油脱水：将乳化原油破乳并分离出水，使原油含水符合出矿原油标准；

(4) 原油稳定：将原油中的易挥发的轻组分脱除，使原油饱和蒸气压符合出矿原油标准，降低原油在储存条件下的损耗；

(5) 轻烃回收：通过一定的加工手段脱除天然气中的液烃，保证天然气的正常管道输送，回收天然气中有用的液烃成分；

(6) 油气计量：包括单井油、气和水的计量以及油气在处理过程中、外输至用户前的计量。

通过以上的主要过程，保证了油田的正常生产秩序，使油田得以正常开发。油气集输与处理系统是实施油田开发手段的重要措施和中心环节，它是地面工程的“龙头”，也是地面工艺技术的“核心”。地面工程技术的关键部分往往集中在集输与处理系统，而地面工程的技术水平也往往由集输与处理技术代表性地体现出来，油气集输与处理系统的建设工程量和投资一般约占整个地面工程的40%~50%。因此，集输与处理系统的好坏直接影响油田开发建设水平。

油田地面工程要适应油田发展的需要，油气集输与处理系统必须适应油田开发各阶段的需要，保证油田在各阶段都能采出足够多的油、气，而生产过程中的各种能耗要尽量少，以集输与处理系统的高效率保证地面工程的高效益，从而保证油田开发的高效益。可见，油气集输与处理技术在油田开发生产中占有不可忽视的重要地位。

二、油气集输流程及其发展历史

油气集输与处理技术包括油气分离、原油脱水、原油稳定、油气计量、天然气处理轻烃回收等单项工艺技术和反映这些技术系统构成的油气集输流程。

油气集输流程是反映自井口产出的油气经过集输、分离、计量、脱水、稳定及其他处理，直至生产出合格的油、气产品的全部工艺过程，它是油、气集输处理系统的骨干和代表。

油气集输流程是随着油田开发的进步逐步发展和完善起来的。我国自本世纪初发现并开发油田以来，其油气集输处理流程的发展经过了五个阶段。

1. 单井集油阶段（10至30年代初）

从发现延长油田（1907年）、出矿坑油田（1905年）至开发玉门油田初期（30年代初），油田开发基本上是单井集油、单井拉油方式，工艺过程简单，油、气仅简单分离，要油不要气，原油采用沉降脱水除砂。这个阶段为不成系统的简单工艺。

2. 选油站阶段 (30 年代末至 50 年代)

随着玉门油田扩大开发,地面工程开始形成较完整的系统:数口井的油气产物一起收集在一个站(即选油站)上进行油气分离,原油在开式罐中沉淀脱水后泵输到集油站装车外运。油田油气收集处理以管线和有关设备构成了一个开式流程——选油站流程。这种流程因俄罗斯巴鲁宁首次采用,又称巴鲁宁流程。50 年代开发的克拉玛依油田也基本上采用这种流程。

3. 密闭收集阶段 (60 年代至 70 年代初)

随着大庆油田的开发实践,创造了单管密闭、排状井网“串型”流程即萨尔图流程。以后,胜利、大港、辽河等油田相继发现和开发,并结合各自油田的实际情况开发采用了各种类型的“米”字型井网“小站”流程,即单井进计量站集中计量、联合站集中油气分离、脱水处理的集输流程,其特点是油井产物密闭混输到联合站,属于密闭收集,但到联合站的脱水处理是开式的。

这一时期为集输流程大发展的时期,集输工艺设备、加热保温方式、处理工艺和设备等都有许多创新,形成了各具特色的集输处理流程。特别值得一提的是实验成功并推广应用了各种不加热集输(常温集输)流程,使高含蜡原油的集输实现了重大突破。

4. “三脱三回收”阶段 (70 年代中至 80 年代)

70 年代中期,石油部门领导提出并积极倡导油田油气集输处理系统要做到“三脱三回收”,即原油脱水、脱气、天然气(伴生气)脱轻烃,回收天然气中的轻烃、处理后的采出水和污水中的原油;使油田做到“出四种产品”,即符合出矿标准的原油、轻烃、天然气和处理后的采出水。自那时起,已开发的老油田按这些要求进行改造,新油田按这些要求进行建设,经过十几年的努力,通过引进和开发,解决了原油稳定、天然气处理回收轻烃等方面的技术关键问题,在原油脱水、污水处理方面也研制开发了许多新技术、新设备,使各油田在原来只能进行原油脱

水、污水处理的基础上扩充了原油脱气、天然气脱轻烃，提高了油气水处理的深度，至 80 年代末期全国各主要油田都实现了“出四种合格产品”的要求，使油气集输流程和集输处理技术更加完善。

5. 高效集输阶段

进入 90 年代以来，我国已开发的主要油田都已进入了高含水采油期，节能降耗成为油田开发生产中至关重要的问题，油气集输流程和集输处理工艺、设备更为突出地强调高效节能。油气集输处理技术进入高效发展的新时期。

三、油气集输流程的分类

油气集输流程有许多种分类方法和称呼方法，这里给出最常见的两种分类方法。

1. 按集输布局方式对集输流程分类

按集输管网及有关设施布局的不同，集输流程有以下几类：

(1) 单井进站、计量站集中计量、联合站集中处理流程（图 1-1）。

特点是由若干组辐射状管网构成，油气混合集输，在大站（联合站或集中处理站）集中生产出油、气等产品。这是当前应用最普遍的流程，通称小站流程。这种流程有按计量站、接转站、联合站（或集中处理站）“三级布站”，以及按计量站（或计量接转站）、联合站“二级布站”等不同的站场布局形式。

(2) 选油站流程，即单井进站、选油站油气分离、油气分别集中处理流程（图 1-2）。

特点是形成以选油站为中心的辐射管网，油、气较早地分离成单相而分别集输，基本上为开式的、油和气分输流程。

(3) 串形流程，即油气单井计量、集中混输至大站进行分离和处理（图 1-3），这种流程因首次在萨尔图油田应用，通称萨尔图流程。

特点是各井组成串型、排状管网，油气混输，油气计量分散在各井，在大站集中处理。这种流程由于对各油井形成的回压差

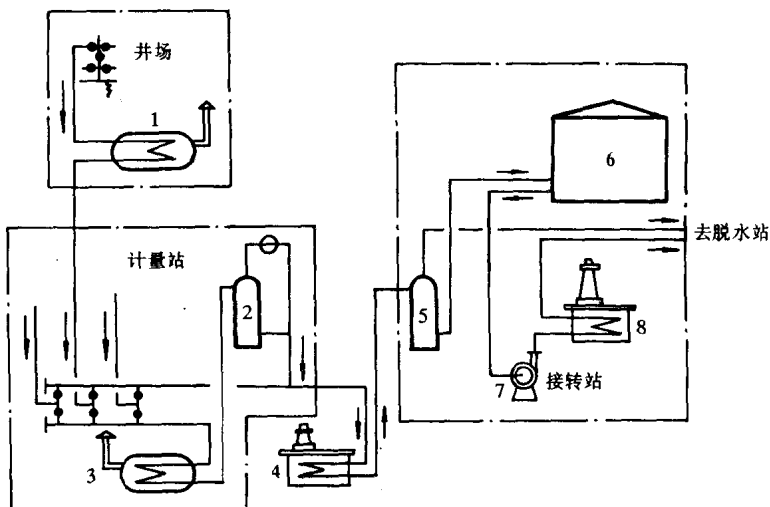


图 1-1 单井进站、集中计量、集中处理流程示意图

1—井场水套加热炉；2—计量分离器；3—计量前水套加热炉；4—干线加热炉；
5—油气分离器；6—缓冲油罐；7—外输油泵；8—外输加热炉

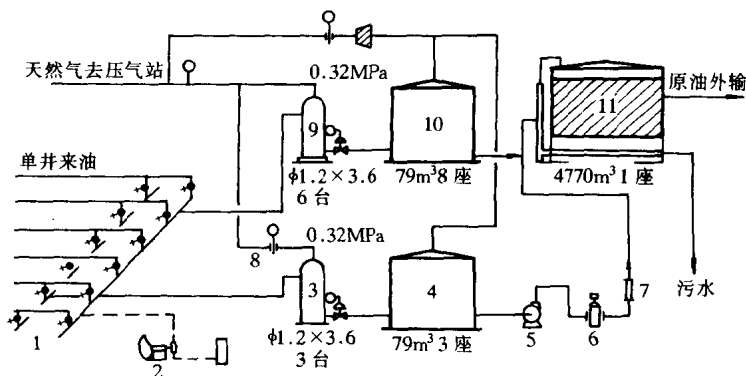


图 1-2 选油站流程示意图

1—总机关；2—破乳剂加入泵；3—计量分离器；4—计量罐；
5—计量泵；6—刮板流量计；7—含水分析仪；8—孔板流量计；
9—生产分离器；10—储油罐；11—脱水罐

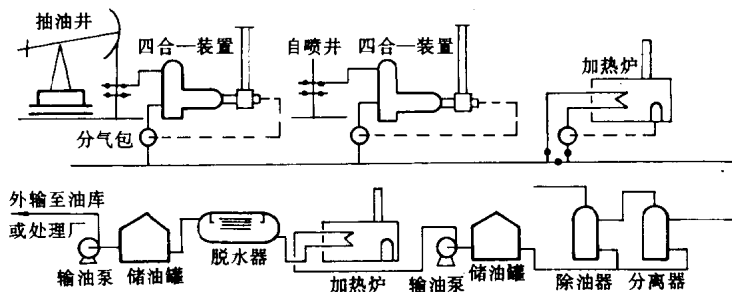


图 1-3 萨尔图流程

异较大，难于较长时间适应油田开发生产，现已很少采用。

2. 按集输加热保温方式对集输流程分类

由于我国油田绝大部分属高凝、高粘原油，大部分油田集输处理需要加热保温，按加热保温方式的不同，基于小站流程可分为以下三类：

(1) 单管流程，即单井加热保温、小站集中计量、大站集中处理流程（图 1-4）。

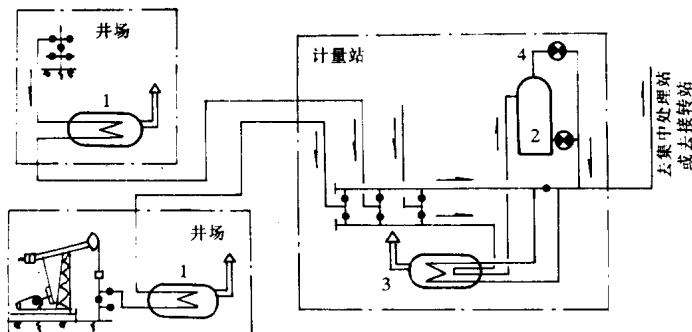


图 1-4 单管流程示意图

1—井口水套加热炉；2—计量分离器；3—计量站水套加热炉；4—计量仪表

特点是在各油井口设加热炉（一般是水套炉）对油气加热，必要时还要在计量站、集输干线中间设点加热以保证正常集输处理。

近年来开发的不加热集输工艺，采取必要的新技术措施，井口不再加热（取消井口加热炉）也能正常集输，从而使流程大大简化（图 1-5）。

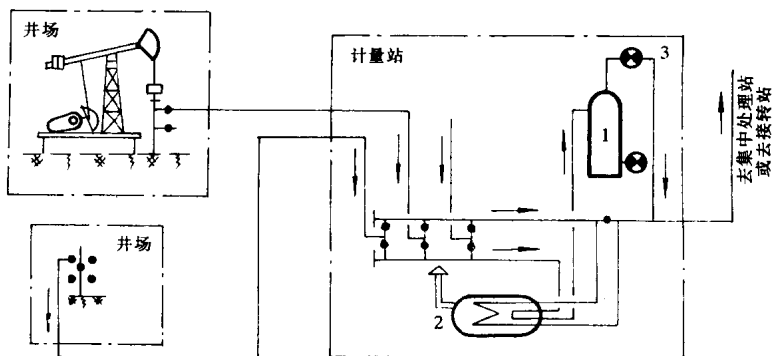


图 1-5 井口不加热单管流程示意图

1—计量分离器；2—计量前水套加热炉；3—计量仪表

(2) 双管流程，即双管掺液（水或油）加热保温流程（图 1-6）。

特点是井口至计量站两根管线，一根集输油气，一根输送热液（油或水），热油掺入井口保证必要的集输温度。所掺液体可由大站或接转站输向计量站再分配到各井。

(3) 三管流程，即三管热力伴随流程（图 1-7）。

特点是井口至计量站有三根管，一根集输油气，一根输送热水，另一根即热回水管对油气管线伴热保温。伴随用的热水由大站或接转站供至计量站，再分配至各井。

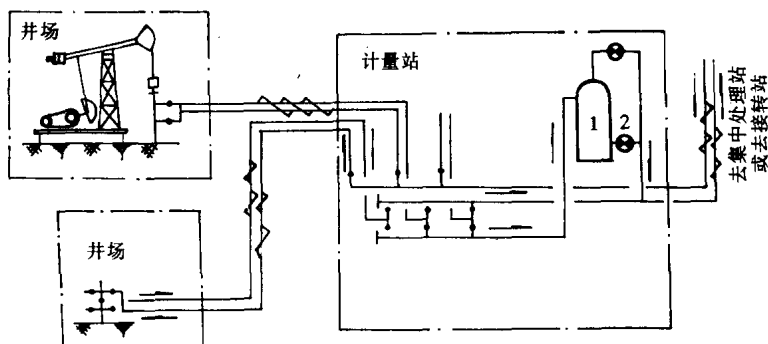


图 1-6 双管流程示意图

1—计量分离器；2—计量仪表

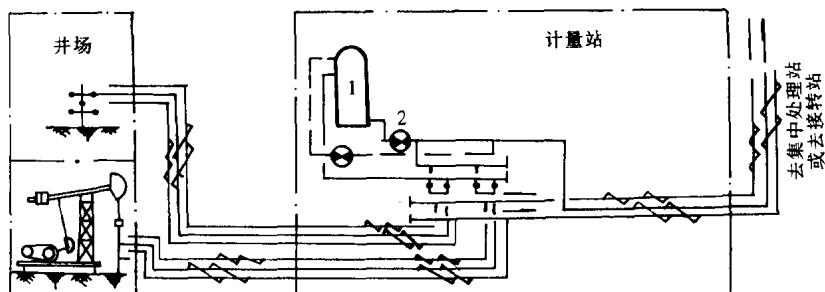


图 1-7 三管流程示意图

1—计量分离器；2—计量仪表

第二节 推广高效油气集输与处理技术的重要性

一、开发与应用高效油气集输与处理技术的现实意义

高效油气集输与处理系统有两层含义，一是能耗低，系统具

有较高的效率；二是工程量少、投资省，具有较高的生产经济效益。

当前，开发和应用高效系统，包括高效集输流程和各项高效集输与处理工艺技术具有十分重要的意义：

(1) 油田开发能耗越来越高，面临着水、电、气等所用能源紧缺的局面，影响着油田开发生产。

电耗：随着油田生产总液量的增加，油田集输处理、注水、供水等系统的动力耗电大幅度增加。原油生产用电单耗逐年增加，“八五”期间由“七五”末的 $83.7\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ 油提高到 $135.82\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ 油（见表 1-1）。

表 1-1 全国油田生产能耗增长情况

年 分	油气生产能耗 MJ/t ($10^4\text{kcal}/\text{t}$)	增长率 %	油气生产用电单耗 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$	增长率 %
1988	2956.4(70.7)		69.1	
1989	3148.7(75.3)	6.5	74.9	7.8
1990	3454.0(82.6)	8.5	83.7	10.4
1991	3893.1(93.1)	14.0	106.7	21.6
1992	3922.3(93.8)	0.8	118	9.6
1993	4039.4(96.6)	3.0	124.06	5.0
1994	4068.7(97.3)	0.7	130.36	4.8
1995	4240.1(101.4)	4.2	135.82	4.0

气耗：目前各油田平均集输耗气在 $15\sim 35\text{m}^3/\text{t}$ 油，全国平均 $16\text{m}^3/\text{t}$ 油左右。随着油田含水率的提高，集输原油耗气也在增加，而随着油田进入高含水采油，伴生气产量则可能有所下降，气的矛盾会越来越突出。

水耗：油田含水逐年增加，使注水用水量大幅度提高。“七五”期间，油田综合含水由 67.1% 增加到 77.4%，油田注水量增加 90.5 万 m^3/d ，油田用水也增加 90 万 m^3/d 以上。“八五”

期间油田综合含水增加到 81.06%，注水量增加 38 万 m^3/d （由 190 万 m^3/d 增加到 228 万 m^3/d ），油田生产用水又增加 30 万 m^3/d 以上。

油田生产能耗也在大幅度增长，“八五”期间油田生产单耗提高了约 70%（表 1-1）。能耗的大幅度提高不但加大了油田生产成本，而且增加新的能源又需要大量的投入。

采用高效油气集输与处理系统是解决上述电、气、水等能耗增加所带来的矛盾的重要措施。例如，经过“六五”、“七五”的努力，推广不加热集输见到实效，“七五”末不加热集输总井数已占总生产井数的 40% 左右（约 6000 多口），每年节气约 5 亿 m^3 。由于采取措施提高了油气集输流程密闭程度，使全国油气损耗降低了 0.467%，达到了 0.924%，相当于节约原油 65 万 t/a 。

（2）随着油田开发难度的逐年提高及物价上涨等因素，建成一定产能的油田建设投资在逐年提高，全国平均百万吨产能投资由“七五”末的 9.3 亿元，提高到 1995 年的 20 多亿元。有的低产油田高达 30 亿元（见表 1-2）。

表 1-2 开发建设 100 万 t/a 产能所需投资（平均）

年 份	“七五”	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
全国平均	8.30	8.07	9.38	12.25	12.14	14.25	17.31	20.13	20.12
东 部	7.92	7.87	8.95	11.56	11.20	12.35	15.43	18.5	19.48
渤海湾	8.12	8.67	9.21	12.04	11.20	12.29	14.07	18.6	17.84
西 部	11.90	9.41	11.76	18.74	16.68		22.7	22.0	19.48

注：东部是指大庆、胜利、华北、辽河、大港、河南、中原、吉林、江汉、江苏、冀东等油田，渤海湾是指胜利、华北、辽河、大港、中原、冀东等油田。

通过简化流程和采用新工艺技术来减少建设工程量，降低建设投资，是提高油田开发效益的重要措施。

二、高效油气集输与处理系统的标准

高效油气集输与处理系统应做到“两低、两高”，即低能耗、低投资、高效益、高水平。

1. 总体目标

油田地面工程技术发展的总体目标，在不同时期应有不同的侧重。当前油田开发技术已进入一个新的发展阶段，油田地面工程技术也要向深层次、新高度发展。作为地面工程“龙头”的油气集输与处理系统，70年代曾提出“三脱、三回收、出四种合格产品的目标，经过十几年的努力，油气集输与处理工艺日趋完善，各油田已基本上实现了“三脱三回收”，绝大多数油田也能生产出基本合格的“四种产品”。今后除继续按这个目标的要求进行完善以外，技术水平应再进一步提高，油气集输主体工艺的总体要求应以“三全、两配套、一化”为新目标。“三全”即油、气、水系统全密闭，油、气、水产物全处理，油、气、水质量全合格；“两配套”即配套高效低耗工艺、高效节能设备；“一化”即生产管理自动化。其中，以高效低耗工艺和高效节能设备配套的高效工艺系统是近期工作的重点。我们应进一步解放思想、更新观念、联系实际、抓住关键，大力采用新技术，使地面工艺技术水平上一个新的台阶。

2. 主要指标

近期高效油气集输与处理系统的具体指标见表1-3。为了保证油田生产系统运行的整体水平，对与油气集输和处理紧密相关的其他系统也提出高效的要求指标（见表1-4）。

表 1-3 高效油气集输与处理系统的主要指标

序 号	指 标 名 称	指 标 含 义	指 标
1	油气集输密闭率	$\frac{\text{密闭流程生产的原油产量}}{\text{全油田原油产量}}$	100%
2	原油稳定率	$\frac{\text{稳定处理原油产量}}{\text{全油田原油产量}}$	100%