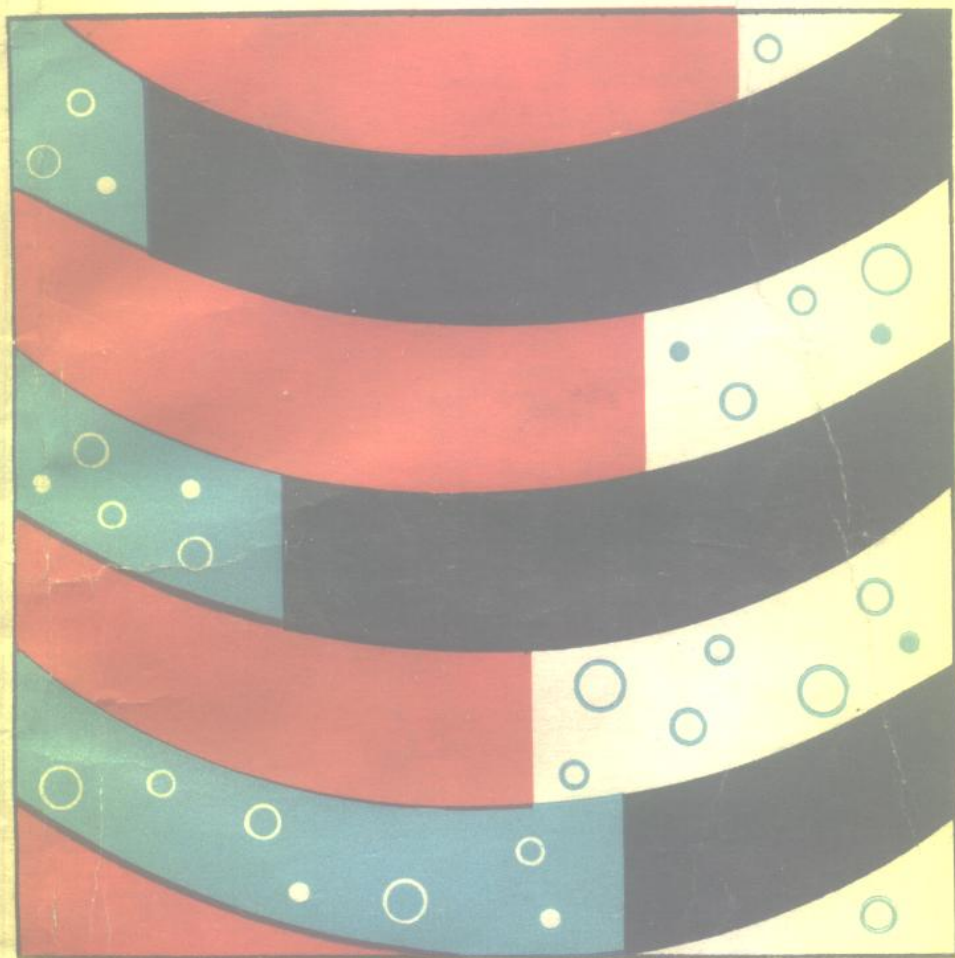


〔苏〕Г.С.卢托什金 著



油气水的收集与处理

石油工业出版社

30898

油气水的收集与处理

〔苏〕 Г.С.卢托什金 著

郝继红 译 王树椿 等校

石油工业出版社

内 容 提 要

本书论述了编制油田开发总体设计书的基本原则，矿场油气水收集与处理的现代科学概念，以及输送前的处理技术和工艺。同时，本书也详尽地研究了输送单相和多相流体的简单管线和复杂管线的水力计算，分离装置和水处理装置的安装与通过能力的计算。本书还研究了正相和逆相原油乳化液的形成和有效的破乳方法，并且对维持油层压力，提高采收率的回注淡水和油层水的处理也给予了关注。

本书可供石油院校有关专业师生和从事油田地面工程的工程技术人员学习参考。

参加本书校订工作的有王树椿同志、云成生同志和王梦舜同志。

СБОР И ПОДГОТОВКА НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ

Лутошкин Г.С.

《Недра》，1979

油气水的收集与处理

(苏) Г.С. 卢托什金著

郝继红译 王树椿等校

石油工业出版社出版

(北京安定门外外馆东后街甲36号)

北京顺义燕华营印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 12¹/₄印张 267千字 印1—1,800

1987年9月北京第1版 1987年9月北京第1次印刷

书号：15037.2827 定价：2.40元

序 言

现代油气开采管理要拥有大量的、各种各样的设施：既有原油输送前的开采、收集和处理，油田气的收集、净化和利用，油层水、污水和淡水注入油层前的处理等主要生产过程所用的许多设备，又有辅助设施和服务设施（如动力、通讯、机修厂和运输等所用的设备）。

设备和服务设施的复杂综合体应该与输至用户以前油气水收集和处理的技术和工艺发展的现代化水平相适应，并且保证油气开采管理连贯地工作，以便完成油气开采的日计划、月计划和年计划。

在石油工业蓬勃发展的情况下，进一步改善矿场收集系统和油气水处理设备的问题已迫在眉睫，最主要的是加快其安装和投产速度。

现在，油田上地面建设工程技术进步的特点，是使用以工业法制造的组装配式配套自动化设备。

新的工业化施工法使建设时间平均减少六分之一，并且加快了采油、集油和原油处理速度，大大改善了技术经济指标。

为此，最近五、六年来，苏联石油部各院校和设计局制定了一套组装设备标准系列并研制了各种工艺设备。

新的工业化施工法的特点是配套（包括矿场地面建设工程的全部系统和各个方面），并在现场安装由构件组成全部在工厂制造的工艺设备。

矿场设施采用组装配套设备标准系列,可以根据油井生产方式和油田开发工艺过程的变化增减组装-配套设备,改变一些设施的能力。

增减设备能力的灵活性和机动性是非常重要的,因为开发油田时必然加强注水,或者一部分生产井转为另一种采油方式,因此,需要改变增压泵站、原油处理装置、供水系统、小型天然气汽油设备的工作参数。

采用工厂预制的组装-配套设备能使油田迅速投入开发,避免轻馏分损耗以及供应不合格原油。

表1列出1971~1975年65个新油田用旧的普通方法和新式工业方法进行矿场地面工程建设的数据[●]。

表1

项 目	费用, 百万卢布		节 约 额 百 万 卢 布
	普 通 法	组装-配套法	
原油收集和计量	32.0	18.0	14.0
原油处理	34.0	11.0	23.0
注水	57.7	34.6	23.1
油层水处理	18.0	12.6	5.4
合 计	141.7	76.2	65.5

从表1看出,使用组装-配套设备不仅节约大量资金,而且能使油田开发速度加快三至四年。

在现代条件下,设计和建设油气开采企业时,对供水和水的利用极为关注,因为这些系统若建设得合理,就可以保证该企业的所有设施正常而安全地操作。

● Соколов Г. Д. Капитальное строительство в нефтяной промышленности. М., Недра, 1973.

为了保持油层压力、延长油井自喷期并提高采收率，很多油田往生产层内注水，还建造处理回注用水的净化装置和专用水源、水管线和泵站。

油田开发和生产时，对保持油气开采企业生产油层的清洁性要求很严格，要完全杜绝工业污水和油层污水进入水源的现象。为此，必须建造功能可靠而又尽量便宜的污水净化和回注的排水系统。

在《油气水的收集与处理》一书中，广泛研究并总结了有关矿场地面建设工程的各种问题。

从本书初版问世几年以来，在油气水矿场收集与处理的基础科学研究方面已取得显著成绩，创建了很多强有力的、高生产性能的新工艺过程和新设备，它们广泛应用于生产实际，并使苏联国民经济取得巨大技术经济效益。

这些年来所研究并应用在矿场上的众多有效的工艺和设备中，值得提出的有：

- 1.原油乳状液管内破乳。它能显著减少处理成合格原油的费用，并去掉以往使用的低效设备。

- 2.采用油气水密闭式高压收集系统。它能大幅度降低原油轻馏分的损耗并大大改善这些系统的全部工艺指标（减少管壁结蜡量、降低水力阻力、无压缩集气等）。

- 3.使用工厂预制的组装式自动化设备。它能使新开发的油田加速投产，并且大大减少矿场地面建设工程费用。

- 4.分离设备的安装图要合理，并计算分离器通过油气的能力。

- 5.考虑地势及其他因素，对输送油气混合物的管道进行水力计算。

当然，本书远远没有充分阐述所有这些问题。

其中包括必须致力于这样一些重要问题的研究，如管道混输油气水的计量精度；气液混合物输送管道的水力和热力计算；还有数量在逐年增加、并且将以显著快于采油速度继续增加的油层水的有效净化和利用问题。

本书仅仅引用并在科学基础上总结能阐明和分析过程的物理化学实质、机理以及过程最佳条件的资料，还研究标准设备的结构原理和一般计算法。

书中一些章节里以小号铅字印刷的部分内容，可作为深入研究的课题或作为书中计算公式的例题。

目 录

序 言	(i)
第一章 油田开发总体设计的基本原则	(ii)
§ 1 油田开发及矿场地面建设工程设计文件的编制	(1)
§ 2 油田开发两段综合流程和设计文件	(2)
§ 3 油田研究和试采阶段	(5)
§ 4 编制综合流程和开发设计文件所需要的原始数据	(6)
§ 5 油田开发技术经济指标	(7)
§ 6 设计油气水集输系统的基本要求	(10)
第二章 矿场上油、气和水的集输处理系统	(12)
§ 1 矿场油、气、水收集和处理装置概述	(12)
§ 2 老油田矿场油气水集输系统及其优缺点	(13)
§ 3 现代矿场油气水自动化密闭集输系统	(18)
§ 4 油、气、水矿场集输和处理系统的最佳化	(28)
第三章 油井产品(油、气、水)的计量	(36)
§ 1 油井产品的常规计量方法	(37)
§ 2 计量油井产量的现代化方法	(39)
第四章 管道工艺计算	(51)
§ 1 油田所用管线的分类	(51)
§ 2 油田管线设计的基本原则	(52)
§ 3 单相液体管线的水力计算基本公式	(54)
§ 4 单相液体简单和复杂管线的水力计算	(62)
§ 5 气液混合物在管线中流动时各种现象的物理本质	(71)

§ 6	输送气液混合物的管道的水力计算.....	(78)
§ 7	单相液体不等温流动时的管道计算.....	(93)
§ 8	原油流变性的基本概念及输送非牛顿液体的管道水力计算.....	(99)
§ 9	简单气管线的计算.....	(106)
§ 10	沿气管线走向的压力变化.....	(110)
§ 11	增加输送原油和原油乳状液的管道通过能力的方法.....	(111)
第五章	油、气管线通过能力降低的原因及其防止措施	
	管道腐蚀及防腐措施.....	(112)
§ 1	油管线内石蜡形成和沉积的原因.....	(112)
§ 2	设备和管道内盐的形成和沉积的原因.....	(116)
§ 3	气管线里形成烃塞、水塞和水化物塞的原因及其预防措施.....	(122)
§ 4	金属腐蚀的过程和机理.....	(144)
§ 5	矿场设备的腐蚀.....	(147)
§ 6	管道外防腐和内防腐的消极措施和积极措施.....	(149)
第六章	油气分离.....	(155)
§ 1	气相从原油里析出的机理(逐级脱气和接触脱气).....	(155)
§ 2	各种类型分离器的用途和结构特点.....	(161)
§ 3	影响分离器油气分离效果的因素.....	(171)
§ 4	按溶解系数计算分离器从油中分离出的气量.....	(172)
§ 5	卧式和立式重力分离器内天然气和原油通过能力的计算.....	(175)
§ 6	分离装置及其工作方式.....	(191)
§ 7	集油汇管的工况对分离过程的影响.....	(194)
第七章	原油乳状液的形成、分类和物理-化学特性	(196)
§ 1	原油乳状液及它在矿场采油输油时的形成条件.....	(196)
§ 2	天然乳化剂和表面活性剂在原油乳状液形成过程中	

	的作用	(200)
§ 3	原油乳状液按类型和分散度的分类	(204)
§ 4	原油乳状液的主要物理-化学性质	(206)
第八章	逆相原油乳状液——油包水型乳状液的破乳	(218)
§ 1	破乳剂在油包水型原油乳状液破乳中的作用	(218)
§ 2	破乳剂的分类及其主要特性	(221)
§ 3	对破乳剂的基本要求	(223)
§ 4	测定破乳剂效力的实验方法	(224)
§ 5	原油管道破乳	(228)
§ 6	紊流状态下输送不稳定乳状液的管道水力计算	(235)
§ 7	活动式破乳装置	(238)
§ 8	依靠从原油中分离出来的气体(鼓泡)实现原油乳状液破乳	(240)
§ 9	油水重力分离〔冷(不加热)沉降〕	(242)
§10	原油乳状液在离心机中的破乳	(244)
§11	乳状液通过固体亲水表面的过滤	(247)
§12	原油处理(脱水和脱盐)热化学装置	(249)
§13	电脱水器	(260)
第九章	传热的基本概念及原油乳状液破乳工艺中的换热器的计算	(264)
§ 1	导热的基本原理	(264)
§ 2	加热原油乳状液的换热器的计算	(280)
第十章	沉降罐通过液体能力的计算	(287)
§ 1	沉降罐内油水分离时发生的物理-化学现象	(287)
§ 2	提高沉降罐效果的设备和辅助部件	(291)
§ 3	沉降罐筛管分配器的水力计算	(294)
§ 4	防止沉降罐的乳化层形成稳定乳状液	(298)
第十一章	油矿储罐	(301)
§ 1	钢质储罐的用途、分类和结构特点	(301)

§ 2	钢质储罐的安装	(303)
§ 3	油罐呼吸时防止轻烃损耗的方法	(313)
§ 4	钢罐的防腐	(315)
§ 5	油罐大“呼吸”和小“呼吸”时原油轻馏分损耗计算	(317)
第十二章	商品油数量和质量的测量法	(322)
§ 1	计量商品油体积的商品油罐的标定	(322)
§ 2	油罐取样方法	(323)
§ 3	测量原油质量和数量的自动装置	(326)
§ 4	其他国家自动移交商品油的经验	(327)
第十三章	油层水的排放、净化及其利用	(331)
§ 1	油层水及其基本特性	(331)
§ 2	矿场油层污水；向油层回注污水的优缺点	(333)
§ 3	向油层回注污水的基本要求	(334)
§ 4	收集油层污水的开式系统和密闭系统	(340)
§ 5	正相原油乳液的破乳方法	(342)
§ 6	利用油层水时的环境保护	(354)
第十四章	淡水注入油层前的处理	(356)
§ 1	淡水的物理-化学特性	(356)
§ 2	对淡水质量的要求	(358)
§ 3	水处理的原理和流程	(359)
§ 4	油层注水的供水工艺流程	(367)
§ 5	注水井吸收能力的检验和控制方法	(369)
§ 6	保持注水井吸收能力的方法	(371)
§ 7	组装式自动化注水站的流程及调节供水的方法	(373)

第一章 油田开发总体设计的基本原则

§ 1 油田开发及矿场地面建设工程设计文件的编制

直到不久以前，每个新开发的油田需要编制两种设计文件：开发设计文件（或称开采工艺流程设计文件）和地面建设工程设计文件。首先是开采设计文件，其中主要解决下述问题：1）油井在矿场的分布系统（井网）；2）油田生产方式；3）油和水的年开采速度；4）油井开采方法；5）采收率的计算和对油层的处理方法。

根据上述指标，油田开发设计往往有5~6种开发方案（不同的井网和不同的油层处理方法），从中选出每采一吨原油投资最少而采收率最高的方案。根据综合指标，所选用的开发设计方案还要考虑原油收集、处理的设备。

上述开发设计完成以后，常常交给另一个设计院，根据它的资料再编制地面建设工程设计文件。在该设计中，既要结合当时油田的实际情况，又要根据油田未来的前景详细研究原油集输处理的有关问题。这样，编制地面建设工程设计文件要比编制开发设计文件晚得多，而且，采油企业的建设通常按临时意见和临时流程进行，在多数情况下，没有充分考虑这些意见和流程，也“没记入”所批准的地面建设工程设计之内。

按上述顺序编制和使用的文件，到现在往往还要编制补充设计文件，使原来针对具体油田编制的开发设计文件和地面建设工程设计文件更准确，并有所发展。

象这样将设计文件的编制和使用分为几个阶段，给设计开发指标和实际开发指标的对比造成很大困难，不能有根据地对完善油田开发和地面建设工程系统采取决策，最主要的是大大增加了设计费用，并且还得不止一次地改造矿场油、气、水收集和处理系统。

由于上述情况，现在逐渐研究和采用能克服以上缺点的两段综合流程和设计。

§ 2 油田开发两段综合流程和设计文件

现在，本行业各科学研究所对油田开发和矿场地面建设工程设计方面积累了丰富的能转入两段总体设计的经验。两段总体设计就是按顺序先进行流程综合设计，然后将油田开发问题和地面建设工程问题结合起来编制总体设计文件。先编制和使用油田（油层）开采综合流程，并且逐渐积累油田地质构造、油气储量的资料，再编制油田开发总体设计文件。

它包括：

油田开采工艺流程；

油田合理开发的技术经济依据；

地面建设工程施工图；

自喷井完钻后的开采设计。

在有计划的采油期内，有关机构（科学研究所编制者）根据采油和注水水平、钻井和油井投产量、平均产量等，在工艺流程和开发设计文件中明确规定每周期的年度指标。

综合流程和设计文件由以下几个主要部分组成：1) 油田的地质特征；2) 油田开采工艺；3) 油井生产技术和工艺；4) 钻井的组织和生产；5) 地面建设工程总体规划；6) 技术经济部分；7) 编制者对油田开发分析的检查。

1. 在“油田地质特征”部分里写出地质构造。叙述产油层的储油性质(渗透率、孔隙度、不均匀性等)；油、气和水在油层条件下以及在地面条件下的物理化学性质，写明油层的自然状态。

2. 在“油田开采工艺”部分里要阐明开发系统：1) 划分开发区块，选择油井分布图或井网，决定生产井、注水井、测压井和观测井的井数及其投产次序；2) 计算全部开采期间每年采出的油量、气量和水量；3) 阐明设计开采期内工艺指标的逐年变化动态(油、气、水的产量、油井总数的变化、油层压力和井口压力等)；4) 阐明为提高采收率而使用的原有方法(注水、注气)和新方法(注热载体、互溶液体，胶束溶液和表面活性剂)的驱油方式；5) 阐明检验和调整油田开采过程的措施；6) 阐明各种井的套管直径。

3. 在“油井开采工艺”部分里要说明如下几个问题：1) 油井开采方式合理性的根据；2) 油井从自喷方式转到机械法(深井泵、电动离心泵、气举法等)的期限；3) 决定油井开采初步需要的主要设备；4) 查明一口井的二个或二个以上油层能否同时采油及其采油量，还要查明能否同时注水(或注气)及其回注量；5) 油井开采过程中的综合研究工作。

4. 在“钻井的组织和生产工作”部分里说明如下问题：
1) 确定油田所需要的钻井装置数量；2) 提出油井的结构；
3) 在油田全部钻探期间组织钻井工作；4) 论证钻井和射孔时，

能使井的试井工作得以顺利进行以及确保油井高产的 钻开产油层的最佳条件；5) 阐明钻井过程中的综合研究工作；6) 计算油田钻井工作的基本投资和技术经济指标。

5. 在“矿场地面建设工程”总体规划部分里，要按地面建设工程的主要系统详细制定原则方案，其中包括：选择最佳井口压力；进行管道系统水力计算；确定计量每口井的流体的自动多井计量站的数目和最佳配置；丛式井泵站、增压泵站、油气水处理装置的合理分布；供水；排水；道路；通讯；工艺过程自动化等；与油田外的建筑工业和建筑材料、供电和供水、钻井和采油企业的生产供应基地建立联系；对海洋油田，还要选择水力工程设备；确定各水域安装设备的顺序和各时期工程投产顺序。

6. 在“技术-经济部分”部分中要明确：1) 开发、钻井、采油和地面建设工程主要技术经济指标和折旧费；2) 所研究各方案的技术经济指标；3) 根据钻井和地面建设工程综合指标及单位基本投资定额，计算总投资和地面建设工程工作量；4) 计算生产费用和劳动费用。

7. 在“编制者对油田开发分析的检查”部分里要包括油田开发过程中积累的资料，根据对油藏的地质结构及油流在岩石中渗流状态，提出对设计方案的必要修改和调整开发的必要措施。

编制者主要根据设计，即综合流程和开发设计中的工艺方案，通过对油田开发的分析而提出建议。

综合流程和设计是一期工程及其投入实验性工业开发或工业开发的文件。

这样，油田开发总体设计解决两个主要问题：一个是使工业储量的开采达到较高水平，另一个是设计和改造油气水

集输和处理系统时，大大降低损耗。

§ 3 油田研究和试采阶段

应该将从探井获得工业油流看作是任何一个油田生命史的开端。因此，在钻探井和生产井时，随着油田资料的积累，逐渐形成合理的油田开发系统。

所谓合理开发系统，就是当尽可能提高采收率时，以最少的经济费用保证计划采油。

在试验开发或工业试验开发纲要中，要对获取油田开发设计的关于油田地质-工业特点的补充材料，以及加速油田工业开发的首批措施加以论证。

因此，发现任何一个新油田，均可将其调查和开发过程分为四个阶段：

第一阶段——工业勘探，包括为了圈定油田面积而钻的探井、建设比较便宜的临时构筑物以及探井开始试采、进行局部综合研究工作、为编制试验开发设计文件积累原始资料、编制并采用适应性强的地面建设工程的流程。

第二阶段——继续积累制定油田开采和建设综合流程所需要的原始数据，开始钻生产井、测压井、观测井和注入井（指在采用维持油层压力法开发油田的地方）。根据试验开发设计文件，建设开发初期所需要的一期工程。

第三阶段——继续钻生产井，编制并实施油田开发总体设计文件，该阶段部分井组投产。

第四阶段——油田钻探结束，矿场设施配套建设完成，设计并建设辅助设施，大部分油井在此阶段投产。

§ 4 编制综合流程和开发设计文件 所需要的原始数据

科学研究所从地方地质管理局专题研究队和地质科学研究所获取编制油田开发综合流程的原始资料，这两个队对地层和钻完的探井以及投入试产或试验性工业生产的油井均进行仔细研究。收集到资料以后编制综合流程，然后编制油田开发总体设计文件。

新发现油田的地面建设工程完全根据该油田的综合流程和开发设计文件的资料进行。矿场地面建设工程包括油、气、水的各种集输系统管道、增压泵站的设备、原油处理装置、水处理装置、压缩机站和丛式井泵站。论证矿场地面建设工程系统时，所有问题都要紧密结合油田开发和油井生产的工艺过程仔细研究。

众所周知，井位决定了矿场地面工艺流程，另一方面，地面设备工作的工艺方式又影响开发过程。

为了在综合流程中，以后是在开发设计方案中正确选择安装于该具体油田的地面设备以及各种管道的标准尺寸，应该具备以下资料：

1) 直到油田开发完毕，油、气和油层水理想的年采出量；2) 油田全部开发期内，生产井井口压力理想的年度变化；3) 油井在油田的分布（井网）；4) 井深和温度沿井筒的变化；5) 油层水的组分，及在油层和地面的比重和粘度；石蜡、沥青质、环烷烃和胶质以及硫化氢和二氧化碳的含量；6) 开发过程中油气比的可能变化范围；油田气的组成及其密度；7) 油层水的物理化学特性（离子成分、比重、碱性、酸性和腐蚀活性）；8) 油田区域内的气候和气象条