



23

大港油田科技丛书编委会编

油田地面工程设计与施工



石油工业出版社
PETROLEUM

INDUSTRY PRESS

大港油田科技丛书 23

油田地面工程设计与施工

大港油田科技丛书编委会编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了大港油田三十多年来油田基本建设技术发展历程, 典型工程技术的经验及存在问题。并叙述了大量的技术成果、推广应用情况、科研成果及设计、施工的实践效果。

本书共分上、下两篇: 上篇以油田地面建设设计技术为主, 包括原油集输工程、天然气工程、油田注水工程、含油污水处理工程、油田地面自动化工程、油田电力工程、油田加热炉、油田防腐技术、油田土建工程; 下篇以施工技术为主, 包括金属储罐施工技术、管道施工工艺、管道穿越、跨越施工技术、特殊施工技术、管道防腐技术、罐基础软地基处理、电力施工技术。

本书适合从事地面工程的科技人员及管理人员阅读, 也可供现场作业人员及技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

油田地面工程设计与施工/大港油田科技丛书编委会编.

北京: 石油工业出版社, 1999. 9

(大港油田科技丛书; 23)

ISBN 7-5021-2795-X

I. 油…

II. 大…

III. ①油田-地面工程-设计-经验-中国

②油田-地面工程-工程施工-经验-中国

IV. TE32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 60024 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)

北京密云红光印刷厂排版

石油工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 24.5 印张 620 千字 印 1—2300

1999 年 9 月北京第 1 版 1999 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2795-X/TE·2188

定价: 42.00 元

大港油田精神文明丛书总编委

主 任：王 鹏 姚和清

副 主 任：张德寿（常务）

主任委员：孙希敬 陈玉瑾 高兰成 朱敬成 郭德宝 张大德
俞叔武 于庄敬 薛士荣 刘志谦 王鹤龄 于树方
蒋永佑 华勇魁 于秋云 王兴隆 段新坎 黄建庆
李润寿 张国欣

大港油田科技丛书编委

主 任：孙希敬

副 主 任：张大德 于庄敬（常务） 薛士荣

委 员：吴永平 曲经文 周嘉玺 李文瑞 马世煜 毛立言
宋伯韬 周学仁 李学文 刘鸿斌 牟祥汇 孙宝绪
李 淦 王巧月

序

大港油田三十多年来在勘探、开发和建设方面都取得了长足的进步，物质文明和精神文明建设结出丰硕成果，创造了许多成功经验，这些都是广大职工共同努力，发扬艰苦奋斗、顽强拼搏、无私奉献的创业精神的结果。为了使这些成果和经验系统化、理论化，形成财富，促进油田勘探开发建设进一步发展，经济效益大幅度提高，大港油田领导提出编写大港油田“科技丛书”。这个安排引起油田党委的重视，经过认真研究，决定扩大“丛书”编写范围，于1997年5月油田党、政联合下发文件，决定编撰“大港油田精神文明建设丛书”，成立了精神文明建设丛书编委会，下设七个系列，“科技丛书”是其中之一，并成立了编委会。

“科技丛书”怎样写，以哪些读者为对象，写成什么样的书，对这些问题我们花费了较长时间，听取了各方面的意见，进行广泛深入讨论，逐渐形成了明确的指导思想。大家认为这套“丛书”应有独特的品质，它不同于教科书，不同于科普读物，不同于论文集，不同于经验总结（成果汇编），也不同于工具手册。要突出“科技”和“大港”两个特色。“科技”特色是总结大港油田三十多年极其丰富的科学技术实践和创造发明，做到有理论基础、方法原理、实用程序和实践成果，在“科技”特色的基础上，突出“大港”特色，写出大港发明创造的技术，在国内外有影响的技术，使用过的技术，试验过的技术，并有成功和失败的实例分析，还要讨论一些技术的实用性和发展方向，全书不是简单的技术描述和实际案例分析，而是一次再提高再创造，使读者特别是中青年科学技术人员和各级管理干部，还有非本专业的技术人员，有原理可查，有方法可学，有实例可看，有经验可借鉴，起到承上启下的作用。

这套“丛书”为广大读者提供大港油田科技发展的历程。大港油田三十多年的发展建设，经历了风风雨雨，有成功的经验和失败的教训，学会借鉴前人的经验和教训，少走弯路，杜绝重复劳动，对我们事业的兴旺发达和科技人员成长都有一定的好处。“丛书”还展示了大港油田的科技全貌，反映了大港油田的技术状况，为广大青年技术干部、各级管理人员和非本专业技术干部了解油田技术状况修通了高速公路。还应说明，活跃在大港油田勘探开发早、中期各条战线的技术骨干，现在多数已经退休，在工作上完成了交接。有许多退休老专家参加“丛书”的编撰工作，把他们多年积累的宝贵经验留下来，也算老专家们在技术上对大港油田的干部职工有了个好交代。这套“丛书”正式出版适逢大港油田勘探开发建设三十五周年之际，谨以此书献给为大港油田建设做出卓越贡献的人们。

这套“科技丛书”，按照油田的习惯说法，包括十个专业共24册约800万字。即：

- 第一册 勘探历程与经验
- 第二册 第三系石油地质基础
- 第三册 油气藏与分布
- 第四册 新区、新层系、新领域
- 第五册 地质实验技术
- 第六册 地震勘探资料采集技术

- 第七册 地震勘探资料处理和解释技术
- 第八册 大港油田开发实践
- 第九册 枣园高凝高粘中低渗断块油田开发
- 第十册 提高采收率技术
- 第十一册 油气藏探边测试方法与应用
- 第十二册 钻井工程技术 (1)
- 第十三册 钻井工程技术 (2)
- 第十四册 钻井工程技术 (3)
- 第十五册 滩海工程技术
- 第十六册 录井技术
- 第十七册 测井技术 (1)
- 第十八册 测井技术 (2)
- 第十九册 电泵采油与分层注水
- 第二十册 防砂工艺技术
- 第二十一册 压裂与酸化工艺技术
- 第二十二册 试油与油井大修
- 第二十三册 油田地面工程设计与施工
- 第二十四册 石油炼制

为了编撰好“丛书”，确保达到设计要求，使各分册有个好质量，编委会认真研究精心设计各册编写提纲，这是写好“丛书”的基础。安排章节的作者力争由学科带头人执笔，分册负责人全文贯通，提出修改意见、把关，负责完成初稿，这是保证“丛书”质量的重要环节。然后由编委会组织 6 至 7 名专家进行审查定稿。尽管这方面我们做了不少工作，由于水平有限，错误在所难免，敬请读者批评指正。

孙希敬

1999 年 2 月 4 日

前 言

大港油田基本建设，三十多年来大约经历了四个阶段：一是艰苦创业阶段，二是全面发展阶段，三是调整稳定阶段，四是新的开发阶段。这一发展的历程在1994年编写的“大港油田志”中有较详尽的阐述。从油田基本建设技术发展的角度来看，大约分为三个阶段：

1. 以大庆油田技术发展水平为基础，进行艰苦创业阶段（1964～1969年）

1964年华北石油勘探会战开始后，油田基本建设设计、施工队伍从大庆、青海、新疆等油田云集大港，开始了新区的艰苦创业。从1965年6月起，油田开始进行建设准备工作，修堤隔库、加固海堤、排水奠基、搭设临建，使会战大军有了立足之地，准备了大规模建设的战场。1966年开始以港东试验区的开发建设为中心，加快原油外输、供水、供电、道路等配套建设。由于设计、施工队伍大多来自大庆油田，所以在该试验区建设技术上以大庆油田当时的技术水平为基础，结合大港油田的具体特点，采用了二级布站单管加热集输流程。用当时常规建设技术先后完成了港东试验区88口油井、12座计量接转站、1座转油站、88km集油管线及大港到天津66.8km长输管道的建设。使大港油田地面建设有了一个从油井到集油站，油田加压站至原油外输至天津周李庄油库装火车外运的一套完整的集输油系统，初具了生产规模，为大港油田后来的开发建设奠定了基础，总结了经验。

2. 结合大港油田的生产特点，技术上全面发展阶段（1970～1980年）

有了港东试验区的开发建设经验，初步掌握了大港油田的实际特点，油田地面建设技术进入后十年全面发展的鼎盛时期。从1970年开始，先后在港西、唐家河、港中、周清庄、马西、羊三木、王徐庄、羊二庄、枣园、孔店、王官屯、板桥等油田及小炼油厂建设、天然气外输、供电网络调整扩建、水源建设等工程建设中，采用先进工艺流程、合理的布站方式、完善的系统配套，使油田建设有了突破性发展。

当时国家急需大量原油，国民经济处于困难的情况下，必须排除干扰，艰苦奋斗，采用国内先进技术，全面提高油田建设技术水平。在这一阶段通过工程建设突出发展了设计施工的十一大方面的技术：

1) 油气集输工程，根据油田各区块原油物性的特点，采用两级或三级布站，单管、双管、三管集输流程，十二座大站油、水、气处理及相应的配套工程，均采用了国内比较先进的处理流程及技术。

2) 大力调整供电网络，科学优化布站，确保安全、可靠供电。

3) 为确保油田注水和生产需要，开辟和建设了南部水源、港西水源及北大港南水源基地，开展污水处理新工艺、新设备研究工作，确保了生产、生活用水的水质要求。以离心泵注水为主，全面完成注水系统，确保油田稳产、高产。

4) 建设了以氨吸收制冷技术为主的天然气处理和加压工程，完善了天然气收集和外输工程，开始向天津市和沧州化肥厂供气，消灭了遍布油田的天灯（井、站天然气放空燃烧火炬）。

5) 通过试验研究，建成投产了轻质陶粒、珍珠岩、拔丝钢网片等三条生产作业线并以这三条生产原材料的作业线建设了无灰（水泥）陶粒大板生产线，提高了房屋建设预制化、装

配化水平。为国家节约了大量的水泥和钢材，确保了油田高速发展的建设需要。

6) 建设了管道沥青防腐生产线，并研制成功野外活动沥青防腐作业线，为确保长输管道防腐施工质量、加快施工速度创造了条件。

7) 开展了沿海软土地基处理研究，先后采用了灰土换置土、重锤夯填、灰土桩、砂桩、爆扩短桩、预制桩、钢筋混凝土灌注桩等不同地基处理方法。为油田房屋建设、大型油、水罐基础设计、施工奠定了基础，为国家节省了大量投资。

8) 在国家钢材、水泥供应十分紧张的情况，大量采用了非金属油水罐，先后设计、施工了 2000m³ 钢筋混凝土地下油罐 3 台，预制装配、预应力绕丝 3000m³ 半地下式钢筋混凝土油罐 11 台，预应力绕丝 3000m³ 半地下式砖砌油罐 3 台，5000m³ 砖砌油罐 3 台，并设计建造了各种砖砌储水罐十余台。在非金属油罐建设中大港油田当时在国内处于领先地位。为国家节省了大量钢材、水泥和投资，在国家经济困难的情况下，依靠技术创新来发展油田，具有很大的现实意义。

9) 在金属油、水罐的建设中，在原普遍使用的中心柱倒装施工工艺基础上，引进和研制了充气浮升倒装工艺和水浮正、倒装，沿罐周设抱杆倒装法施工工艺及液压顶升倒装罐施工工艺，先后建成了 3000m³、5000m³、1×10⁴m³、2×10⁴m³ 油罐数十台，大大提高了施工速度和节约了成本，荣获了中国科技大会奖两项。

10) 用顶穿、水力冲刷等方法完成了各种管线穿河流、铁路、公路的穿越工程，并设计施工了 285m 垂管跨越、100m 拱管跨越及采用了桁架式、平跨式河流跨越工程。不论其结构形式还是施工方法，均位居全国石油行业先进行列。

大港油田基本建设技术在这一阶段的发展和提高，为后来的油田建设，确保勘探、开发、生产的需要奠定了扎实的基础。

3. 全面引进新技术，高水平开发建设阶段（1981~1998 年）

这一时期的建设主要是王徐庄油田 647 断块、板桥油田九断块、唐山油田以及南部的段六拔、舍女寺油田、枣园油田新区块、官 104、官 195、官 142、官 162 等断块、板桥新区块、白水头、滩海地区等以及老区调整挖潜，八大系统的调整改造完善配套。

随着油田生产的不断扩大，国内新技术的不断发展，国外先进技术的引进，油田自己科研成果的转化推广，前 15 年建设实践的经验总结，使油田基本建设处于全新发展的阶段，是油田技术水平大提高的时期。这一阶段在技术上有十二方面的发展：

1) 随着油田生产的发展，给原集输油系统不断提出了新的课题和改造扩建的机遇。如何适应油田的发展需要并尽量采用先进技术，提高建设水平，成为主要目标。根据油田原油物性特点，大面积采用掺活性水双管流程，大力推广、研制高效设备、高效处理器。先后采用了二合一、三合一装置、三相分离器、各种类型高效脱水器、高效加热炉，筛选和生产高效药剂、选用各种高效机泵等，并在改建的油气处理站配套引进自动控制调频技术等，使现在的集输油、污水处理、注水、供电等系统实现了自控、高效、安全、可靠，进入同行业先进行列。在官 104 区块开发建设中，在设计、施工方面采用了十大先进技术，该工程荣获原石油天然气总公司科技进步二等奖、中华人民共和国建设部铜牌奖。

2) 注水系统实现了地下高、中压注水、单井增压流程，用自己开发和国外引进的高压、高效注水泵，实现了地层需要的注水要求。

3) 在天然气处理方面，对边远地区，建设大罐抽气、小型组装式轻烃回收装置，大站内增建较大的轻烃回收装置；对向天津、沧州化肥厂和自用气集中处理站进行了大规模的改造，

引进了国际上先进的深度制冷处理技术，大大提高了经济效益。用户得到了符合要求的净化天然气。

4) 板桥凝析油油田为了提高凝析油最终采收率，引进了国外天然气循环回注技术和装备，在大张坨试验区成功地解决了提高最终采收率的难题。

5) 随着油田含水率的不断提高以及低渗透油藏的不断开发，对注水水质的要求越来越严格，大力开展研制各种不同类型的污水处理装置，采用杀菌、隔氧、除垢等工艺，对清水、污水进行精细过滤，解决了低渗透油藏的注水水质达标要求。

6) 开辟新水源，油田原用水主要靠地下水，由于大量采集地下水造成很多问题，在这一时期开发建设了引滦河水入港工程、大港水库取水工程和开发东水源工程。采取精细过滤、快速沉淀、杀菌等技术措施，使水质达到生产、生活用水要求。

7) 采用国内先进技术和设备建设了三座 110kV 输变电系统，改造完善十余座 35kV 变电站及调整了供电网络，使油田供电实现了先进、安全、可靠，灵活调度。

8) 采用国内炼油行业新设备、新工艺、新技术建设了 $250 \times 10^4 \text{t/a}$ 的炼油厂，取得了良好的经济效益。

9) 建立了国家级防腐监测试验站，建成管道内防腐，黄、黑夹克及聚氨脂保温夹克包敷等四条生产作业线，使管道防腐预制、补口赶上国内先进水平。在油田区域性阴极保护、油水大罐电保护等方面做了大量调研、试验和实践工作，取得了较突出的成果。

10) 金属大罐施工采用塑料插板排水预压软地基处理，大罐横缝、竖缝自动焊接技术，以及电动导链、液压顶升等施工机具，使大型金属油罐施工可正装、倒装、自动升板等，大大提高了大型金属油罐施工的技术水平，并首次完成了 1000m^3 球罐施工，开拓了施工新领域，赶上了国内先进施工水平。

11) 大港油田地处河流纵横的滨海地带，各种管道的河流穿跨越多且复杂。在前述的技术基础上，又发展了千米龙门架跨越和 140m 悬索跨越技术及 1000m 海河河底下 20m 深的管道穿越。

12) 对特殊构筑物的建设，如百米电视差转塔、 3000m^3 油罐整体拖运搬迁、6 座微波传输塔、110kV 输变电路线路铁塔、炼油厂部分炼塔等的设计、制造、施工也都有了新的发展，达到国内较先进水平和创新。

油田基本建设，包括内容十分广泛。由于本系列丛书要求突出油田技术特点，所以本册内容中未包括油田矿区规划、矿区建设、公路桥梁建设、一般城市民用房屋和附属企业工程、通信工程、供热工程、环保工程等内容。又因本册内容较多，故将全文分为地面工程建设设计和地面工程施工上下两篇。

上篇第一章由刘维吉，第二章由曲昌萍、杨主民、杨胜碧、陈钢，张艳芳，第三章由张声林，第四章由王同生，第五章由张正友、张希涛，第六章由王振胜，第七章由李秀英、薛继明，第八章由袁振昆，第九章由付章宗等同志执笔，由贝鸣刚、张效岳、王同生、沈睢、王秀银、张学仲等同志审核。

下篇第一章由汤林旭、于鸿五、尤钧、马保志，第二章由金秀国、于鸿五、李长利，第三章由汤林旭、于鸿五、吴清含、马保志、王俊、高建国、张秀荣，第四章由张国州、赵志华，第五章由冯大诗，第六章由王光生，第七章由冯大诗等同志执笔。由汤林旭、于鸿五、崔铁群、宋伯韬等同志审核。

本分册由宋伯韬同志担任主编，由宋伯韬、孙希敬、金雄跃、贝鸣刚、杨德恒、汤林旭、

李竹芳、廖志民、汪毓元、万芳林、代表编委会审查定稿。

田中玮、肖顺怀、张传忠、耿宝丰、姜峰、刘宝臣、韩专、高述生、王巧月等同志在组织、汇总、编辑、修改方面做了大量工作。

《油田地面工程设计与施工》编写组

1999年8月

目 录

上篇 地面工程建设设计

第一章 原油集输工程	(3)
第一节 原油集输工艺	(3)
第二节 原油处理工艺	(10)
第三节 原油储运工程	(41)
第二章 天然气集输及处理工程	(50)
第一节 概况	(50)
第二节 天然气集输	(52)
第三节 天然气净化工艺	(54)
第四节 轻烃回收	(60)
第五节 板桥凝析油气田大张坨循环注气工艺	(66)
第六节 引进天然气处理装置	(70)
第三章 含油污水处理工程	(78)
第一节 概述	(78)
第二节 含油污水处理工艺流程	(79)
第三节 含油污水处理设备	(81)
第四节 常用的水处理药剂	(87)
第四章 油田注水工程	(89)
第一节 概述	(89)
第二节 油田注水水源、注水压力、水质标准及要求	(90)
第三节 注水井井口及配水间工艺流程	(93)
第四节 注水站工艺流程	(95)
第五节 清水过滤技术	(96)
第六节 提高注水系统效率采取的技术措施	(98)
第五章 油田地面工程自动化	(100)
第一节 仪表自动化专业的技术发展概况	(100)
第二节 油田地面工程仪表自动化	(101)
第三节 自控系统在油田地面工程的应用	(110)
第四节 港西油田自动化技术	(115)
第六章 油田电力工程	(121)
第一节 大港油田电力系统概况	(121)
第二节 油田变电站	(125)
第三节 油田架空输电线路	(131)
第四节 油田地面工程配电	(132)

第七章 油田加热炉	(134)
第一节 油田加热炉概况	(134)
第二节 油田加热炉类型、主要技术参数及计算	(136)
第三节 油田加热炉几种典型炉型	(141)
第四节 几种典型燃烧器	(146)
第五节 加热炉节能潜力分析	(148)
第六节 火炬燃烧装置简介	(151)
第七节 大型油站热力系统平衡	(152)
参考文献	(154)
第八章 油田防腐技术	(155)
第一节 油田防腐技术发展概况	(155)
第二节 油田主要腐蚀介质类型和腐蚀情况	(156)
第三节 油田地下管道防腐技术	(161)
第四节 油田储罐防腐技术	(173)
第五节 全国土壤腐蚀网大港中心站	(179)
第九章 油田土建工程	(182)
第一节 工业厂房建筑	(182)
第二节 软土地基处理	(186)
第三节 在软土地基上建大型储罐的设计与试验研究	(192)
第四节 构筑物工程	(198)

下篇 地面工程建设施工

第一章 金属储罐施工技术	(219)
第一节 概述	(219)
第二节 金属储罐施工工艺	(220)
第三节 球罐施工工艺	(247)
第四节 金属罐防腐技术	(254)
第二章 管道施工工艺	(258)
第一节 概述	(258)
第二节 钢制管道施工	(259)
第三节 铸铁管道施工	(264)
第四节 混凝土管道施工	(266)
第三章 管道穿、跨越及特殊工程施工技术	(268)
第一节 水平穿越机穿越公路、铁路施工	(268)
第二节 液压顶管施工	(270)
第三节 水力扩孔法穿越公路施工	(273)
第四节 拖拉穿越施工	(275)
第五节 悬索跨越工程整体起吊施工	(277)
第六节 拱管跨越施工	(279)
第七节 垂管跨越施工	(282)

第八节	定向钻穿越大沽沙河施工·····	(285)
第九节	大罐整体拖运移位技术·····	(287)
第十节	百米高塔吊装技术·····	(289)
第四章	管道防腐技术·····	(293)
第一节	石油沥青防腐技术·····	(293)
第二节	环氧粉末内喷涂施工技术·····	(296)
第三节	聚乙烯防腐层包覆施工技术·····	(298)
第四节	离心法管道砂浆衬里技术·····	(302)
第五节	钢管内壁挤涂砂浆衬里技术·····	(305)
第六节	挤涂内涂料防腐技术·····	(308)
第五章	储罐基础软土地基处理·····	(312)
第一节	概述·····	(312)
第二节	素土垫层置换法·····	(315)
第三节	灰土垫层置换法·····	(317)
第四节	砂石垫层置换法·····	(319)
第五节	水泥粉煤灰垫层置换法·····	(322)
第六节	砂桩法·····	(327)
第七节	塑料板排水法·····	(331)
第八节	钢筋混凝土预制桩·····	(338)
第九节	钢筋混凝土灌注桩·····	(342)
第六章	电气工程施工技术·····	(352)
第一节	线路施工技术·····	(352)
第二节	110kV 以下变电站施工技术·····	(363)

上篇 地面工程建设设计

第一章 原油集输工程

原油集输是指油田内油井产出物收集、净化处理和储运的过程。确定原油集输工艺，对油田生产的可靠性、安全性和经济性起着关键性的作用。原油集输工程是油田地面建设各系统工程的主导工程，它直接为油田的高产和稳产目标服务。

第一节 原油集输工艺

一、概述

原油集输系统工艺是根据油田的地质特点、采油工艺、原油及天然气物性和当地自然条件、建设条件等制定的。在油田试油、试采和产量不高的开发初期，一般采用建汽车拉油点、天然气就地做燃料和放空、油罐车拉油至大站集中处理的集输模式。当油田正式开发后，根据各油田的特点，再建油气集输系统。大港油田采用过的集输系统工艺有计量站集中计量，大站集中处理的二级布站工艺和计量站集中计量，转油站过渡，大站集中处理的三级布站工艺。根据单井产量、油气比、井口出油温度和压力以及原油物性等不同条件，大港油田单井集输原油的工艺有：井口加热单管集输流程，双管掺活性水集输流程，单管常温通球集输流程，三管伴热集输流程。

大港油田是典型的断块油田，油田区块零散、地质构造复杂，各区块、各油层原油物性差异较大，因此，目前国内各油田所采用的集输流程除开发稠油的蒸汽吞吐工艺和掺稀油流程外，其他各种工艺流程在大港油田都可找到。近两年来，油田所开发的枣35断块、沈家铺等油田原油物性越来越差，今后新发现的油田区块有可能使用蒸汽吞吐甚至更复杂的工艺流程。

大港油田截止到1997年底，共建成投产油井2000多口，计量站200多座，转油（接转）站30余座，联合站13座，原油外输计量站1座，原油装车外运油库1座，成品油库1座；建成集输管线约1600km，建成输油干线约210km；全油田已建成的原油集输能力 $500 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

二、原油集输工艺发展简介

大港油田油气集输工艺是随着油田勘探开发的发展而逐步发展和提高的。其发展过程可以分成以下三个阶段。

自1965年建设港东试验区开始到1976年可视为第一阶段。这个阶段的开发建设特点是以上产拿油为主。其表现是“重油、轻水、不管气”，地面工程建设不配套。在此阶段建成投产的油田有北大港（包括港东、马西、港西、唐家河、港中和周清庄油田等）、王徐庄、羊三木、羊二庄、孔店和王官屯等油田。北大港、王徐庄和羊二庄油田由于油品性质较好、油气比较高，其集输流程均为井口加热、计量站集中计量、接转站油气分离的开式流程。原油处理工艺采用开式两段脱水流程，即大罐沉降一段脱水、电化学二段脱水。羊三木、孔店、王官屯三个油田的油品性质较差，油气比很低，不具备井口加热条件，因而采用了热水伴热的三管流程。布站模式也是单井进站、计量站集中计量（或计量接转站集中计量和油气分离），

然后去联合站脱水的两级布站工艺，采用的原油脱水流程是：大罐沉降一段脱水，热化学二段脱水。

1977年至1982年为油田调整改造和保稳产的阶段。60年代末、70年代初投产的北大港和王徐庄油田，原油含水上升到50%~60%，单井产液量增加，原油粘度随着含水上升而增高，造成井口回压升高，因此大部分井由自喷井改为抽油机生产。同时由于伴生气产量的逐步减少，多数油井所产伴生气不够井口水套炉加热用，影响了油田的正常生产。经科研设计和现场生产人员一起进行试验研究，首先在港西油田试验成功了井口掺活性水降粘减阻的原油集输工艺，确保了油田的正常生产，减轻了工人的劳动强度。接着在北大港、王徐庄等油田大面积推广。另外，羊三木、孔店、王官屯三个油田的建设初期采用的三管伴热流程，由于保温层的防水问题没有得到解决，造成管线长期浸泡在水中，一则增加了集输系统的能耗，二则加速了管线的腐蚀，影响了这些油田的正常生产。因此，三管伴热流程逐步被改成了井口掺热水的双管流程。这个时期建成投产的新油田有枣园油田、板桥油田、马西深层等。

1982年至1997年为第三阶段。在80年代初，石油工业部针对油田开发建设和油气集输处理工艺先后提出了“三同时、四配套”和“简化前头、完善后头、中间不开口、三脱三回收、出四种合格产品”的要求。大港油田认真贯彻了这些方针，坚持新油田开发配套建产能，老油田改造上水平。这段时间新建小集、段六拨、舍女寺等油田和官104、房16等断块。这些油田都是集输、注水、污水处理一次配套建成投产，收到了良好的开发效果，其集输流程均为两级布站油气密闭集输工艺。在老油田改造方面坚持以节能降耗为中心，逐步用密闭流程取代了初期的开式流程。尤其是变频调速技术在集输工艺中的推广应用，为该工艺流程注入了新的活力，不仅起到了节能降耗的作用，而且解决了容器液位自动控制问题，为实现密闭集输工艺提供了可靠的保证。在原油处理方面，由于油田综合含水上升和掺水流程的推广，使进各集中处理站的液量成倍增长，增加了集输系统的负荷，各集中处理站一段脱水设备和加热能力都感到严重不足。经科研设计单位和生产管理单位技术人员的艰苦努力，先后试验成功了陶粒脱水器和游离水脱除器，从而缓解了大站脱水和加热设备能力不足的矛盾。在一些油田，使用陶粒脱水器和游离水脱除器，可以脱除大部分游离水，脱除的含油污水就地回掺或进行污水处理后就地回注，既减轻了输油系统的负担，又降低了集输和处理系统的能耗。进入90年代以后，全油田坚持以节能降耗为中心，以提高油田开发经济效益为目的，对绝大部分集中处理站进行了比较全面、彻底的技术改造。全油田密闭集油率达到100%，原油密闭处理率和稳定率在80%以上。改造后的处理站不仅在采用高效设备、提高经济效益上收到了良好效果，而且在确保安全生产、改善工人操作条件 and 生产过程自动化管理等方面都有很大提高。

随着国际国内形势的发展，计划经济逐步被市场经济取代，油价的波动直接导致油田经济效益的波动，油田要在这种形势下生存和发展，势必要在降低投资和节能降耗上下功夫。90年代末，国家越来越重视环保、安全，出台的一系列法律法规也将会改变油田地面建设的观念和资金投入方向。油田原油集输系统将会出现以效益和环保为中心的第四个发展阶段。

三、原油集输系统布站模式

为了把油田各单井的油气集中起来，并准确计量各单井产油量、气量和水量，需要根据各区块的实际情况和油品性质，采用不同的原油集输工艺，以达到充分利用油气资源、地层压力、节能降耗、方便管理的目的，大港油田原油集输工艺布站模式大致有下列三