



中国石油天然气集团公司统编培训教材

工程建设业务分册

油气田注水及污水处理 工程设计

《油气田注水及污水处理工程设计》编委会 编



石油工业出版社

中国石油天然气集团公司统编培训教材

工程建设业务分册

油气田注水及污水处理工程设计

《油气田注水及污水处理工程设计》编委会 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了油气田注水工程地面系统组成、注水流程、注水管道、注水设备、注水井井口装置、注水系统等油气田注水设计相关知识,还介绍了油气田污水处理工艺、含油污水处理相关专业文件、平面布置、污泥处理、金属腐蚀、结垢和微生物控制等油气田污水处理设计知识。

本书可作为从事油气田注水及污水处理的设计、施工、操作人员培训用书,亦可供相关院校师生参考阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

油气田注水及污水处理工程设计/《油气田注水及污水处理工程设计》
编委会编. —北京:石油工业出版社, 2016. 3

中国石油天然气集团公司统编培训教材

ISBN 978-7-5183-0690-9

I. 油…

II. 油…

III. 油气田-含油废水-污水处理-教材

IV. ①X741②X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 104022 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号楼 100011)

网 址: www. petropub. com

编辑部: (010) 64523580

图书营销中心: (010) 64523633

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

2016 年 3 月第 1 版 2017 年 1 月第 2 次印刷

710×1000 毫米 开本: 1/16 印张: 19. 25

字数: 331 千字

定价: 68.00 元

(如出现印装质量问题, 我社图书营销中心负责调换)

版权所有, 翻印必究

《中国石油天然气集团公司统编培训教材》

编 审 委 员 会

主任委员：刘志华

副主任委员：张卫国 金 华

委 员：刘 晖 胡永庆 翁兴波 王 跃
马晓峰 闫宝东 杨大新 吴苏江
赵金法 方朝亮 古学进 刘东徐
张书文 雷 平 郑新权 邢颖春
张 宏 侯创业 李国顺 杨时榜
张永泽 张 镇

《油气田注水及污水处理工程设计》

编 委 会

主 任：白玉光

副 主 任：杨庆前 李崇杰 杨时榜

委 员：陈 广 辛荣国 于国锋 孙 申

陈中民 赵彦龙 徐 鹰 刘春贵

朱广杰 李松柏 孟 博 李明华

刘晓明 周 平 陶 涛 魏斯钊

《油气田注水及污水处理工程设计》

编 审 人 员

主 编：屈建华

副 主 编：黄 强 伦伟杰 张侃毅

编写人员：于红侠 王 超 王春刚 王伟瑜

王皖琼 代 玉 田丽端 齐国林

宋 丹 李 龙 李 阳 杨 健

苏艳丽 张祯婧 周小强 钟 虹

赵晓梅 贾庆鹏 夏新宇 戚亚明

赖德贵 翟 波 谭博寅

审定人员：张佃敏 谢卫红

序

企业发展靠人才，人才发展靠培训。当前，集团公司正处在加快转变增长方式，调整产业结构，全面建设综合性国际能源公司的关键时期。做好“发展”、“转变”、“和谐”三件大事，更深更广参与全球竞争，实现全面协调可持续，特别是海外油气作业产量“半壁江山”的目标，人才是根本。培训工作作为影响集团公司人才发展水平和实力的重要因素，肩负着艰巨而繁重的战略任务和历史使命，面临着前所未有的发展机遇。健全和完善员工培训教材体系，是加强培训基础建设，推进培训战略性和国际化转型升级的重要举措，是提升集团公司人力资源开发整体能力的一项重要基础工作。

集团公司始终高度重视培训教材开发等人力资源开发基础建设工作，明确提出要“由专家制定大纲、按大纲选编教材、按教材开展培训”的目标和要求。2009年以来，由人事部牵头，各部门和专业分公司参与，在分析优化公司现有部分专业培训教材、职业资格培训教材和培训课件的基础上，经反复研究论证，形成了比较系统、科学的教材编审目录、方案和编写计划，全面启动了《中国石油天然气集团公司统编培训教材》（以下简称“统编培训教材”）的开发和编审工作。“统编培训教材”以国内外知名专家学者、集团公司两级专家、现场管理技术骨干等力量为主体，充分发挥地区公司、研究院所、培训机构的作用，瞄准世界前沿及集团公司技术发展的最新进展，突出现场应用和实际操作，精心组织编写，由集团公司“统编培训教材”编审委员会审定，集团公司统一出版和发行。

根据集团公司员工队伍专业构成及业务布局，“统编培训教材”按“综合管理类、专业技术类、操作技能类、国际业务类”四类组织编写。综合管理类侧重中高级综合管理岗位员工的培训，具有石油石化管理特色的教材，以自编方式为主，行业适用或社会通用教材，可从社会选购，作为指定培训教材；专业技术类侧重中高级专业技术岗位员工的培训，是教材编审的主体，

按照《专业培训教材开发目录及编审规划》逐套编审，循序推进，计划编审300余门；操作技能类以国家制定的操作工种技能鉴定培训教材为基础，侧重主体专业（主要工种）骨干岗位的培训；国际业务类侧重海外项目中外员工的培训。

“统编培训教材”具有以下特点：

一是前瞻性。教材充分吸收各业务领域当前及今后一个时期世界前沿理论、先进技术和领先标准，以及集团公司技术发展的最新进展，并将其转化为员工培训的知识和技能要求，具有较强的前瞻性。

二是系统性。教材由“统编培训教材”编审委员会统一编制开发规划，统一确定专业目录，统一组织编写与审定，避免内容交叉重叠，具有较强的系统性、规范性和科学性。

三是实用性。教材内容侧重现场应用和实际操作，既有应用理论，又有实际案例和操作规程要求，具有较高的实用价值。

四是权威性。由集团公司总部组织各个领域的技术和管理权威，集中编写教材，体现了教材的权威性。

五是专业性。不仅教材的组织按照业务领域，根据专业目录进行开发，且教材的内容更加注重专业特色，强调各业务领域自身发展的特色技术、特色经验和做法，也是对公司各业务领域知识和经验的一次集中梳理，符合知识管理的要求和方向。

经过多方共同努力，集团公司首批39门“统编培训教材”已按计划编审出版，与各企事业单位和广大员工见面了，将成为首批集团公司统一组织开发和编审的中高级管理、技术、技能骨干人员培训的基本教材。首批“统编培训教材”的出版发行，对于完善建立起与综合性国际能源公司形象和任务相适应的系列培训教材，推进集团公司培训的标准化、国际化建设，具有划时代意义。希望各企事业单位和广大石油员工用好、用活本套教材，为持续推进人才培训工程，激发员工创新活力和创造智慧，加快建设综合性国际能源公司发挥更大作用。

《中国石油天然气集团公司统编培训教材》

编审委员会

2011年4月18日

前言

随着我国石油工业的发展和人们环保意识的增强，油气田注水工程及污水处理工程技术日益受到各方面的重视。

油田注水是利用注水井把水注入油层，以补充和保持油层压力。油气田污水处理是根据油田采出水不同的水质，采用相应的处理技术，将采出水处理达标，以满足回注、外排或其他要求。

基于地面注水系统及污水处理的重要性和现状，迫切需要一本专门介绍油气田注水及污水处理相关知识的培训教材，为相关人员认识和了解油田注水及污水处理提供参考。在中国石油天然气集团公司相关部门的安排下，组织编写了本培训教材，目的是使地面油气田注水及污水处理的设计、施工、操作人员掌握油气田注水及污水处理地面工程的相关基础理论。本书在内容上从实际出发，突出国内油气田注水及污水处理地面工程的特点，同时吸取国外先进技术和其他行业部门的有益成果，是一套科学性、实用性、可操作性的工程设计手册。

全书共分2篇22章，分别为第一篇油气田注水设计，包括概述，注水工程地面系统组成及注水流程，注水站，配水间及注水井井口装置，注水管道工艺，注水设备及管材选型，注水系统能耗及节能，注水系统的腐蚀与防护技术，健康安全环保（HSE），管道相关知识，管道及站场试运投产；第二篇油气田污水处理工程设计，包括概述，含油污水处理专业知识，油田污水处理工艺选择，沉降分离工艺，自然沉降，混凝沉降及除油，过滤，含油污水处理工程工艺设计，平面布置，污泥处理，金属腐蚀、结垢和微生物控制。第一章由张侃毅、贾庆鹏编写，第二章由贾庆鹏、王超、赵晓梅编写，第三章由贾庆鹏、李阳、赵晓梅编写，第四章由李龙、李阳、翟波编写，第五章由李龙、苏艳丽、翟波编写，第六章由李龙、钟虹、王超编写，第七章由张侃毅、贾庆鹏编写，第八章由夏新宇、贾庆鹏编写，第九章由戚亚明、贾庆

鹏编写，第十章由赖德贵、李龙编写，第十一章由张侃毅、贾庆鹏、李龙编写，第十二章由伦伟杰、杨健编写，第十三章由王春刚、王伟瑜编写，第十四章由代玉、于红侠编写，第十五章由代玉、田丽端编写，第十六章由代玉、宋丹编写，第十七章由代玉、周小强编写，第十八章由代玉、齐国林编写，第十九章由伦伟杰、王春刚编写，第二十章由伦伟杰、谭博寅编写，第二十一章由杨健、张祯婧编写，第二十二章由杨健、王皖琼编写。屈建华、黄强担任本书主编，负责全书的策划、组织、审查和统稿工作。

本书在编写过程中，参考了相关领域专家、学者和工程技术人员的著作和研究结果，在此表示诚挚的感谢！

由于世界科学技术发展日新月异，新的技术不断出现，本书在使用中仍需提高完善。由于本书涉及技术领域广泛，编者水平有限，因此书中内容难免有错误和疏漏之处，恳请专家及读者批评指正，并提出宝贵意见。

《油气田注水及污水处理工程设计》编委会

2015 年 12 月

说明

本教材可作为中国石油天然气集团公司所属从事油气田注水和污水处理系统设计、生产等单位进行培训的专用教材，其主要是针对从事油气田注水和水处理系统设计工作的中高级技术人员编写的，也适用于生产单位操作人员的技术培训。为便于正确使用本教材，在此对培训对象进行划分，并规定了各类人员应该掌握或了解的主要内容。

培训对象主要划分为以下几类：

(1) 专业设计人员：包括各设计单位从事油气田注水、污水处理系统的设计人员。

(2) 现场作业人员：各生产单位油区、站场从事油气田注水及污水处理系统的维修及操作人员等。

(3) 相关技术人员：包括建设单位相关人员、监理工程师、施工单位技术及质量人员。

各类人员应该掌握或了解的主要内容：

(1) 专业设计人员：要求熟悉第三章、第四章、第五章、第六章、第七章、第十三章、第十四章、第十九章、第二十章内容，了解第八章、第九章、第十章、第十五章、第十六章、第十七章、第十八章和第二十一章相关内容。

(2) 现场作业人员：要求掌握了解第二章、第三章、第四章、第五章、第六章、第九章、第十二章、第二十章及第二十二章相关内容。

(3) 相关技术人员，要求了解第一章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十九章及第二十章的相关内容。

各单位在教学中要密切联系生产实际，在以课堂教学为主的基础上，还应增加施工现场的实习、实践环节，从而提高教学效果。

目 录

第一篇 油气田注水设计

第一章 概述	3
第一节 注水在油田生产建设中的地位和作用	3
第二节 注水专业基本知识	4
第三节 注水工程设计过程的任务	6
第四节 注水工程设计过程应遵循的标准和规范	9
第二章 注水工程地面系统组成及注水工艺	11
第一节 注水工程地面系统组成	11
第二节 注水流程	12
第三章 注水站	16
第一节 注水站分类	16
第二节 注水站规模及布局	16
第三节 站址选择与竖向布置	17
第四节 注水站工艺流程设计	22
第四章 配水间及注水井井口装置	30
第一节 注水井井口装置工艺	30
第二节 注水配水间工艺	33
第五章 注水管道工艺	37
第一节 注水管道的布置和选线	37
第二节 注水管道的敷设	38
第三节 注水管道的穿跨越	41
第四节 注水管道的工艺计算	42

第六章 注水设备及管材选型	55
第一节 注水泵的性能及选用	55
第二节 阀门的种类规格及选用	58
第三节 注水管材的选取	60
第七章 注水系统能耗及节能	62
第一节 注水系统的能耗	62
第二节 注水系统效率计算	64
第三节 注水系统的节能技术	67
第八章 注水系统的腐蚀与防护技术	74
第一节 管道、设备的腐蚀及控制	74
第二节 腐蚀测量技术	80
第九章 健康安全环保 (HSE)	83
第一节 健康与安全	83
第二节 环保措施	85
第十章 管道相关知识	86
第一节 管道焊接与检验	86
第二节 管道清管、试压与干燥	88
第十一章 管道及站场试运投产	90
第一节 试运投产准备	90
第二节 工艺站场验收与试运	91
第三节 试运投产方案的编制	95

第二篇 油气田污水处理工程设计

第十二章 概述	101
第一节 污水的产生和脱水工艺	101
第二节 油田污水处理利用的意义	105
第三节 污水的组成及性质	107
第四节 水质标准简介	115
第十三章 含油污水处理专业知识	121
第一节 含油污水处理专业设计文件编制内容	121

第二节	含油污水处理专业应遵循的标准、规范与技术规定	127
第十四章	油田污水处理工艺选择	129
第一节	处理方法分类	129
第二节	工艺流程	132
第三节	污水处理新进展	137
第十五章	沉降分离工艺	139
第一节	颗粒沉降原理	139
第二节	混凝原理	140
第三节	沉降构筑物分类和选用	144
第十六章	自然沉降	147
第一节	斜板与斜管隔油罐	147
第二节	竖流式沉降罐	153
第十七章	混凝沉降及除油	156
第一节	混凝沉降	156
第二节	气浮选	172
第三节	旋流分离除油	176
第四节	粗粒化除油	186
第十八章	过滤	191
第一节	滤罐的类型和选用	191
第二节	过滤原理	193
第三节	过滤罐反冲洗	197
第四节	常用滤罐的设计	204
第五节	几种常用过滤器	211
第十九章	含油污水处理工程工艺设计	216
第一节	设计规模	216
第二节	设计流量	218
第三节	工艺流程设计的基本原则	224
第四节	工艺流程表示方法和选择	225
第五节	站内泵房与管道设计	233
第六节	站内管道设计	241

第七节 污油罐、回收水池热负荷计算	250
第二十章 平面布置	252
第二十一章 污泥处理	255
第一节 污泥的来源与特性	255
第二节 污泥处理方法及流程	258
第三节 污泥浓缩	259
第四节 污泥脱水	263
第五节 污泥滤饼处置	268
第六节 含油污泥无害化处理及资源化利用	269
第二十二章 金属腐蚀、结垢和微生物控制	275
第一节 金属腐蚀	275
第二节 结垢	280
第三节 微生物控制	282
参考文献	289



第一篇 油气田注水设计

