

“十三五”国家重点图书出版规划项目

# 智能炼化建设

——从数字化迈向智慧化

吴青◇编著



中国石化出版社

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

“十三五”国家重点图书出版规划项目

# 智能炼化建设

——从数字化迈向智慧化

吴青 编著

中国石化出版社

## 内 容 提 要

《智能炼化建设——从数字化迈向智慧化》从炼化产业概况，信息化与炼化产业信息化，信息化新技术的发展情况，对炼化产业在生产模式、管控决策模式和营销模式的变革与影响，以及国内外炼化企业在流程工业智能工厂建设方面的卓越实践等五个方面，在对比分析和研究了离散工业数字化及其升级的实践以及智能制造与信息化、网络化融合的经验基础上，首次创新性地提出并论述了炼化企业为何和如何通过“数字化—智能化—智慧化”三步曲，不断夯实数字化基础，瞄准智慧化目标，持续建设并完善智能化核心从而实现流程工业的新一代智能制造目标。

全书涉及云计算、大数据、物联网、移动通讯、区块链、虚拟现实、人工智能、工业互联网、工业控制系统(PLC、DCS、FCS)、工控与信息安全、资源敏捷优化与先进计划、全产业链的协同优化、QHSE的监控与溯源以及包括工厂数字化交付和无缺陷开车在内的“数字炼化—智能炼化—智慧炼化”构架、内容、核心技术的介绍，对提高我国炼化企业信息化应用水平，加深并促进“两化融合”，大力提高石油资源与企业资产利用率，推动炼化企业信息化智能化发展与转型升级，实施数字化建设并迈向智能化、智慧化，进而实现智能优化制造、新一代智能制造将起到重要的参考、借鉴和促进作用。

本书适合从事石油化工领域的企业管理人员、生产技术人员，以及相关科研、教育领域的专业人员参考阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

智能炼化建设：从数字化迈向智慧化 / 吴青编著.  
—北京：中国石化出版社，2018.7  
ISBN 978-7-5114-4837-8

I. ①智… II. ①吴… III. ①智能技术—应用—石油  
炼制—工业企业管理 IV. ①F407.22-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 177291 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：北京市朝阳区吉市口路9号

邮编：100020 电话：(010)59964500

发行部电话：(010)59964526

http://www.sinopec-press.com

E-mail: press@sinopec.com

北京富泰印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

787×1092毫米 16开本 29.75印张 749千字

2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷

定价：239.00元

此书作者吴青曾是我的博士研究生。他自入读前至今数十年，浸淫于炼化工艺技术的科研和生产，对“智能炼化”建设逐渐形成了独到的见解。

“智能炼化”在当前已渐获普遍关注。发达国家近年纷纷实施“再工业化”和“制造业回归”战略，着力打造信息化背景下国家制造业竞争的新优势。在中国，伴随国民经济发展进入“新常态”，打造基于工业互联网的“智能炼化”，对于经济发展的作用进一步凸显。《中国制造2025》明确提出，“新一代信息技术与制造业深度融合，正在引发影响深远的产业变革，形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点。”

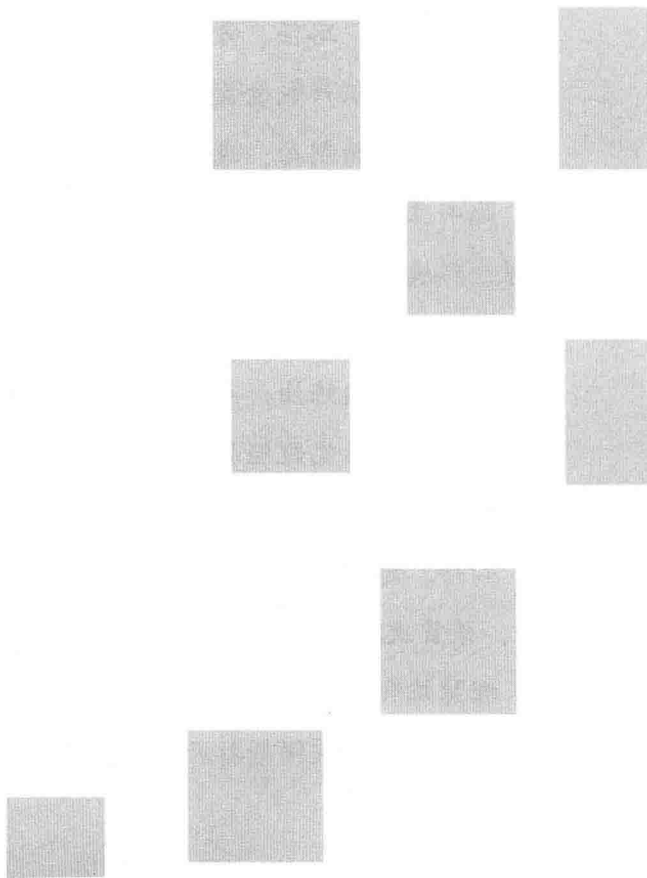
众所周知，国内近年关于“智能炼化”的建设和推动工作尚属初创，社会各方面对“智能炼化”建设必要性、紧迫性、艰巨性以及推动“智能炼化”建设的方向、重点、路径、方法仍存在很多不同认识和看法。同时，因产业基础薄弱，标准和知识产权缺失、关键器件依赖进口、集成服务能力弱、核心技术受制于人等问题的制约，我国“智能炼化”建设进程尚未走向深入。

此书立论基于一个新的观点，即中国的炼油产业发展总体来说受到资源、能源、环境和安全的约束，但是约束产业发展的根源可归结为信息化跟不上产业化(工业化)步伐、信息化与产业化两化融合深度不足。作者尝试以这一全新的观点分析国内炼油产业的发展，并思考解决的途径。此书立足于“智能炼化”管理体系的成功实践经验，以“两化融合”引领企业智能化进程为立足点，在深入探讨“数字炼厂”的基础上，开展基于工业互联网的工业大数据集成创新的经验、心得、思考，认为炼化企业“智能炼化”建设的目标是为了实现“智慧炼化”，并首次提出“智慧炼化”建设三部曲，即以数字炼化为基础，智能炼化为核心，智慧炼化为目标的分步策略。这些问题的探讨，为我国同行业“智能炼化”建设中的诸多未决问题打开了一扇创新之窗，可在国内同行业内推广应用。

相信吴青的这一著作能够起到抛砖引玉、启迪思考的作用，让读者对“智能炼化”建设有更深认识，引发更多新的思考，为中国“智能炼化”建设工作添砖加瓦。若能如此，当是幸事。

是为序。

中国科学院院士：何鸣元



炼油化工工业作为流程工业中最重要的制造业组成部分，是经济社会发展的支柱产业和实体经济的重要基石。经过几十年的发展，我国炼油工业无论是在产业布局、加工规模与基地化园区化发展、装置结构与加工原油适应性，以及产品数量、结构与质量升级、清洁生产与节能环保、HSE与替代燃料等方面，还是在催化剂与加工工艺、技术装备与工程化、管控信息化以及智能化发展等各个方面均取得了长足的进步。持续多年的高速发展，使得炼化产业的总体规模大幅提升，我国的炼油加工能力和乙烯产量均已稳居世界第二，综合实力不断增强，不仅对国内国民经济和社会发展做出了重要贡献，也成为支撑世界经济发展的重要力量与组成部分。

但是，我们也清醒地看到，中国经济发展进入新常态以后，炼油业也面临着诸多问题与挑战，例如，如何化解产能过剩问题；如何应对资源约束、高效化资源优化利用以及产品质量升级和产品结构转型升级的问题；如何加快实现炼化一体化、基地化园区化发展与区域优化、布局优化的问题；如何做好节能减排、低碳绿色化的社会和谐与可持续发展的问题等。这些问题与挑战可以高度概括为“资源、能源、环境与安全”对炼化产业的约束与制约问题。

与发达国家、世界先进水平相比较，我国炼油工业从技术层面上说，已经具备了传统工业化中机械化、电气化、自动化的基本特征，总体差距不是很大，但在信息化方面还是有些差距的，主要表现在工业化阶段所要求的全面自动化还没有完全或全部完成，这在一些小企业和部分老企业以及某些装置、单元(如一些环保装置)上显得尤其突出；而从信息化阶段要求的数字化即计算机化和网络化、模型化来说，我国炼化产业与之相比的差距就较远了，更不要说再与信息化智能化发展后进行比较了。工业化和信息化都只是手段，工业化主要是通过技术进步实现大规模工业化生产，从而极大地创造财富。而信息化则主要通过将先进的信息技术和其他技术进行集成、融合，从而大力提升、改造传统产业，使企业达到“科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥”等目标，也就是“资源高效化转化、过程低碳绿色化”，最终实现跨越式发展。

与离散工业有很大不同，流程工业的炼油化工行业有很多显著特点：来自

世界不同产地或同一区块但性质变化的原油(石油)进入加工企业,经过预处理、混合[通常如此,由数种或数十种原油(料)混合]后进入第一套生产装置(如常减压装置),分离成多种中间物料供下游不同的装置或单元加工、处理。通过加工企业不同装置、单元的物理与化学反应,也就是通过“信息流”“能量流”的作用过程,“物质流”发生了变化,原油变成了中间产品和最后合格的成品如汽煤柴油、芳烃、润滑油、焦炭、硫黄等。这样的过程实际上无论是工艺还是中间产品或最后的成品都是相对固定的,无法像离散工业那样可以对产品进行单个(件)的计量,产品生产过程是连续、不可分割的,某一套装置、单元的加工过程出现问题将会影响整个企业的产品(数量、质量),产品以及产品生产过程复杂,且往往机理不很清楚、不单一明了,通常比较难以建立数学模型或数字化。由于炼化企业通常是由一系列不同装置、单元组成的,原油资源还受国际政治、军事、经济、市场等因素影响而复杂多变,性质往往变化较大,生产条件、工况随之波动较大,加上产品市场也是变化多端、瞬息万变,炼化生产过程的各类参数需要随时调整,但由于原油(料)性质(特别是组成与结构)、设备性能参数、工艺参数、产品质量等数据信息难以做到实时或全面的监测、监控,炼化企业的测量(数字化)和建立数学模型较难,管控、决策优化也比较困难,且全系统、产业链的优化绝不是各装置、单元最优结果的简单叠加。

导致上述问题以及使得炼化产业面临“资源、能源、环境与安全”挑战的最突出的原因之一还是炼化信息化的水平和能力跟不上产业发展的步伐。虽然下述各种系统的内容上均有不同程度的进步与发展,但现有的炼化信息化基本上还停留在20世纪90年代初就已经提出并推广的“三层次构架”模式中,即底层的控制系统,如可编程控制器(PLC)、集散型控制系统(DCS)、现场数据总线(FCS)和紧急停车(ESD)系统、安全仪表系统(SIS)、火灾及气体监测系统(FGS)、储运自动化系统(MAS)、压缩机组控制系统(CCS)等,以及优化系统如先进控制(APC)系统、实时优化(RTO)系统;中间层的MES系统,包括工厂信息管理系统(PIMS)、短期生产计划、作业排产和调度(APS)、实验室信息管理系统(LIMS)以及满足生产特殊需求,如数据调理和校正、运行数据统计、公用工程平衡管理、物料平衡等方面的信息化系统;顶层经营决策系统,如企业资源计划(ERP)系统、供应链管理(SCM)系统等。这些信息化系统、项目基本上都相对独立、集成性偏差,特别是DCS与MES之间一直是薄弱环节,而发端于财务计算机管理系统、经历了物料需求计划(MRP、MRPII)、配置资源计划系统(DRP)的融合发展,分别由MRPII演变而成的企业资源计划(ERP)系统、由DRP演变成的供应链管理(SCM)系统,对MES、DCS等生产系统相关信息化的融合、指导关系很弱,信息化与工业化的融合程度不高。

当今社会正处在一个由工业社会过渡到信息社会的加速转型时期，经济新常态、全球经济一体化发展趋势等在很大程度上加剧了市场竞争的严峻性。特别是2008年国际金融危机发生后，美国、德国等工业发达国家纷纷实施“再工业化”战略，重塑制造业竞争新优势，核心就是支持和推动智能制造发展，积极抢占新一轮产业竞争的制高点。与此同时，以移动互联网、物联网、云计算、大数据、新一代人工智能等为代表的信息科技革命迅猛与爆发式发展对人类社会发展与进步的影响极其深远，信息技术的迅猛发展为我国炼油化工工业实现由大到强的转变以及面对问题挑战等带来了难得的机遇。美国的“先进制造业国家战略规划”(AMP)与“工业互联网(Industrial Internet)”、德国的“面向2020的工业4.0战略(Industry 4.0)”、日本的“e-Japan战略”和中国的“中国制造2025”等宏伟战略，充分体现与展示了世界各国政府对计算机信息化技术的高度重视与殷切期盼，也与解决炼化产业面临的“资源、能源、环境与安全”约束一起，构成了炼化信息化智能化发展以及“两化融合”、深化应用的原动力。在工业4.0、“中国制造2025”等国家战略以及“智能制造装备专项”等计划指引、推动下，特别是互联网的广泛应用，在改变人类生活方式的同时，也给炼化产业带来了“生产模式、营销模式和管控决策模式”的革命性的变化。

互联网使生产制造过程中各种设备和信息日益网络化。“两化”深度融合形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点，传统的离散制造业+互联网将走向“数字化、网络化和智能化”的制造——新一代智能制造。无数的事实也证明，发展也会倒逼转型升级，所以集成、整合、融合以及创新总是引领时代发展，炼化企业信息化及其智能化转型升级是提升炼化产业整体竞争力的核心技术与实现炼化产业高效化和低碳绿色化的最重要抓手，是提质增效的有效途径。也正因如此，炼化企业信息化及其智能化转型升级目前发展得如火如荼，也使得未来的炼化企业将从根本上改头换面。

在炼化企业运行模式方面，原料的多变性、物理化学变化过程的复杂性、连续性与难以数字化描述，加工过程与经营计划的决策分析以及解决上述约束问题，大多情况下还是严重依赖富有经验的知识型炼化工程师，急需炼化企业的智能化发展与转型升级。鉴于产业的特殊性、复杂性和企业个体特点等因素，炼化信息化智能化升级的信息化评估模型、清晰的信息化需求与科学的实施方法论、具体实施策略和良好实践经验与启示等是信息化智能化发展项目能否取得成功、达到目的的关键与核心。

作者认为，面对经济新常态和经济发展方式从追求数量到对发展质量提升追求的转变以及中国社会主要矛盾的新变化，炼化产业也进入了“新时代”：信息化新技术、“两化融合”和深化互联网+应用等正在改变炼油、石化产品的市场

格局和用户消费行为，市场竞争更趋激烈，炼化生产、管控和营销的变革等“新变化”推动着炼化企业开创“新征程”——瞄准智慧炼化建设目标实施炼化企业数字化发展与转型升级，从生产、经营和管控等领域的全产业链的全局与系统优化，不断提高炼厂生产经营效益，让资源、能源利用更加高效化，过程更加清洁化即低碳绿色化，已经成为炼化产业发展的方向与重点并在努力推进、实施中。

炼化行业的信息化智能化发展与转型升级就是从数字炼化经由智能炼化最后迈向智慧炼化的过程，而数字化是基础，智能化是核心，智慧化是目标，所以智能炼化建设是一个分步实施的过程。炼化企业的智能炼化建设，就是应用包括物联网、大数据、人工智能等新技术，实现横向上从原油生产、运输、仓储到炼化生产、油品仓储、物流、销售的整个供应链的协同优化，使生产和供应及时响应市场变化，实现智慧供应链；纵向上基于石油分子工程与管理技术，实现炼厂的计划优化、调度优化、全局在线优化，最终实现资源的敏捷优化，全产业链的协同优化，QHSE的溯源与监控。

根据炼化产业、炼化信息化发展及其智能化发展的趋势分析以及国内外炼化企业开展信息化智能化升级的案例分析，结合实践体会而提出炼化企业的智能工厂建设(智能炼化建设)目标是为了实现智慧炼化。为了实现智慧炼化的目标，体现炼化企业产业链价值最大化，在具体实施策略上可以分成三个阶段进行：

首先，数字炼化是基础，所以必须夯实数字化基础，建设、完善第一阶段的数字炼化工作。人、设备、操作运营数字化，流程自动化和管理信息化是数字炼化的核心应用。通过数字炼化建设将实现工厂运营可视化，提高生产与销售系统管理效率。

其次，智能炼化是核心。在实现了数字炼化建设后，正如智能制造的发展一样，数字炼化转型升级到第二阶段即智能炼化建设阶段。本阶段核心的目标是炼化生产的高效化和低碳绿色化，而生产运营知识化和最优化是本阶段即智能炼化的主要应用。智能炼化强调企业模型体系建设，包括生产系统计划优化与调度优化模型、生产操作优化模型、设备预测性分析模型、仓储物流优化模型、客户聚类分析模型等。石油分子工程与管理、工业与销售大数据分析等是企业模型建立的新技术，也是目前炼化企业的应用重点。

基于优化模型，智能炼化将实现生产计划、调度、操作的优化控制，实现设备全生命周期管理和可预测性维护，优化全厂用能系统，实现销售与物流一体化优化，建立智能加油站。

最后，即第三阶段的目标是智慧炼化建设。炼化企业最终要实现全价值的

优化，需要建立智慧供应链。通过智慧供应链实现从原油采购到产品市场销售整个产业链各个环节的可视、协同和优化，实现价值最大化。对于炼厂生产和产品销售，还应从各环节成本优化出发，实现炼厂和销售各环节成本优化，包括生产可变成本管理与价值最大化，库存优化与销售价值的最大化。

炼化企业面向生产过程的控制系统将逐渐发展为智能、自主的控制系统，是“QHSE 监控与溯源”的基础。该系统能够智能感知生产工况的变化并自适应决策控制回路的设定值，从而使得回路控制层的输出对设定值的跟踪及时、快捷，且对运营状况和控制系统的性能能够做到“可视化、远程、移动式、自动”监测、监控，确保生产加工过程的安全、可靠、优化且绿色低碳化运营，与其他的智能自主控制系统相互协同，能够实现全产业链协同优化。

而在企业的管控决策层面，也将逐步发展成为智能优化决策系统以及智能自主控制与智能优化决策一体化的先进系统，从而为资源敏捷优化和全产业链的协同优化奠定坚实基础。这两个系统除了上述的智能自主控制系统的特点以外，由于它们与智能决策系统实现了一体化成为一种新的先进系统，因此可以实现新一代的智能制造即智慧炼化目标：通过实时感知市场（原油、产品、能源等）信息、生产条件与实际运行工况等全局信息，按照“资源高效转化、过程低碳绿色化”的总原则，对包括“规划目标、计划调度、生产运行、生产与控制指令”等在内的全部目标进行系统优化。综合应用“人、机”决策系统协同以及“可视化、远程、移动”等手段监测监控决策过程的动态变化，结合自学习和自动化决策，实现动态环境的精准、实时、优化的决策。

所以：

(1) 炼化工业面临着新的竞争态势，包括多变的市场、国内外炼化企业与可再生及新能源替代者、产品质量升级压力、新技术应用等多方面，也即“资源、能源、环境和安全”对炼化产业的约束与制约问题，主要原因是信息化发展水平滞后于工业化发展水平，“两化融合”不深、不足。因此，苦练内功，找准原因创新发展，是企业生存的关键。而瞄准智慧炼化建设目标，实现炼化企业的数字化智能化全面发展与转型升级，是炼化企业应对约束挑战与新态势的最主要抓手和最重要突破口。

(2) 运用信息化及其新技术，深化“两化融合”和互联网+应用，不断推动“生产模式、营销模式和管控决策模式”的变革，重塑“供应链、产业链和价值链”，对炼化产业进行改造、提升，使之焕发新的生机与活力。

(3) 夯实数字化基础，保障数据获取与传输的高效性、准确性；制定统一的数据标准，保证数据的准确性、唯一性；技术与管理相结合，严把关，高要求，从数据源头到末尾过程控制。数字化基础向网络化、智能化发展，实施卓

越数字炼化建设，既使得工程师们将以自动化、计算机、通信为主的计算资源与以炼化产业为主的物理资源深度融合、协同，使得系统在适应性、自主性、可靠性、安全性、可用性以及效率、功能等诸方面大力发展，也带动管控决策系统向智能自主控制、智能优化决策和智能优化决策与控制一体化的发展方向迈进。

(4) 智能炼化建设涉及工程、科研、原油采购与运输、炼化生产、仓储物流、市场营销等多个环节。卓越智能炼化建设可以“数字炼化为基础、智能化建立为核心、智慧化建设为目标”的分步策略，充分利用现有信息系统，集成、融合、整合各种信息资源与相关技术，实现信息资源价值最大化，通过信息技术提升炼化企业的综合竞争能力。

(5) 智能炼化建设没有统一的模式，需要结合各自企业信息化现状和发展愿景，参考同行卓越智能炼化建设的实践经验，采用科学的智能化信息化评价模型、实施方法论完成顶层设计和实施策略、路线，应以经济效益为核心，突出典型的信息化系统建设并满足“资源高效转化、过程低碳绿色化”目标要求，实现短期速赢，达成新一代智能制造。

炼化企业实施智慧炼化建设，一定会重塑炼化产业的新未来。

# 目 录

第一章 炼油产业现状及其发展 .....	( 1 )
第一节 世界炼油产业现状及其发展 .....	( 2 )
一、世界炼油产业现状 .....	( 3 )
二、世界主要地区炼油行业发展特点 .....	( 13 )
三、世界炼油产业发展前景 .....	( 16 )
第二节 中国炼油产业现状与发展 .....	( 18 )
一、中国炼油工业的现状 .....	( 19 )
二、中国炼油工业的发展 .....	( 33 )
第三节 中国海油炼化产业现状及其发展 .....	( 41 )
一、中国海油炼化产业现状及特点 .....	( 41 )
二、中国海油炼化产业发展面临的主要问题 .....	( 42 )
三、中国海油炼化产业发展探讨 .....	( 44 )
四、小结 .....	( 54 )
第二章 信息化及其新技术的发展与影响 .....	( 56 )
第一节 信息化现状及其发展 .....	( 58 )
一、信息化及其起源 .....	( 58 )
二、信息化发展 .....	( 62 )
三、信息化新技术及其发展 .....	( 67 )
四、石油分子工程与管理 .....	( 78 )
五、工业互联网 .....	( 79 )
第二节 信息化智能化发展的国家战略与计划 .....	( 80 )
一、德国工业 4.0 .....	( 81 )
二、美国智能流程制造与工业互联网 .....	( 89 )
三、“中国制造 2025”国家战略 .....	( 95 )
四、其他一些国家和企业的信息化智能化发展战略 .....	( 97 )
五、德、美、中、日四国的相关国家战略的异同 .....	( 99 )
第三节 信息化及其新技术对炼化产业的影响 .....	( 102 )
一、信息化对炼化产业影响的归类 .....	( 102 )

二、信息化对生产模式转变与变革的影响 .....	(104)
三、信息化对营销模式转变与变革的影响 .....	(109)
四、信息化对管控模式转变与变革的影响 .....	(109)
五、启示 .....	(110)
<b>第三章 炼化信息化及其智能化升级 .....</b>	<b>(115)</b>
<b>第一节 信息化的层次模型结构 .....</b>	<b>(116)</b>
一、经典的三层模型结构 .....	(116)
二、信息化各层内容的演变 .....	(118)
三、炼化信息化的技术进步、应用与发展 .....	(134)
<b>第二节 炼化企业信息化智能化发展水平评估 .....</b>	<b>(138)</b>
一、典型炼化信息化项目的应用与启示 .....	(138)
二、炼化信息化的智能化发展水平评估 .....	(149)
<b>第三节 炼化企业信息化智能化升级 .....</b>	<b>(160)</b>
<b>第四章 智能炼化建设之数字化基础 .....</b>	<b>(165)</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>(167)</b>
一、数字化工厂的起源 .....	(167)
二、数字炼化的概念及其内涵升级 .....	(169)
三、数字炼化的三大环节 .....	(172)
四、数字炼化主要功能与地位 .....	(173)
五、数字化工厂与数字炼化的进展 .....	(174)
<b>第二节 数字炼化的总体构架 .....</b>	<b>(176)</b>
一、数字炼化总体构架的主要目标 .....	(176)
二、数字炼化的总体构架 .....	(186)
<b>第三节 数字炼化的主要系统说明与部分关键技术 .....</b>	<b>(199)</b>
一、主要系统的要求与说明 .....	(199)
二、数字炼化的部分关键技术 .....	(203)
<b>第四节 工程建设项目的全数字化交付 .....</b>	<b>(205)</b>
一、概述 .....	(205)
二、全数字化交付的平台与流程 .....	(207)
三、全数字化交付的标准、质量、规范与软件 .....	(208)
四、重大技术与管理注意事项 .....	(210)
五、以业务需求为导向的逆向数字化建模 .....	(216)
<b>第五节 数字炼化的建设与应用 .....</b>	<b>(218)</b>

一、数字炼化的建设 .....	(218)
二、数字炼化的应用 .....	(221)
三、夯实数字化基础 .....	(229)
第六节 数字化发展与升级 .....	(238)
一、从智能制造角度看数字化的发展与升级 .....	(239)
二、从数字炼化经智能炼化到智慧炼化 .....	(239)
<b>第五章 智能炼化建设之智能化核心</b> .....	(244)
第一节 离散工业智能工厂建设 .....	(245)
一、智能工厂的基本概念 .....	(246)
二、智能工厂的基本框架 .....	(248)
三、智能工厂建设总体原则 .....	(248)
四、智能工厂建设内容 .....	(249)
第二节 炼化行业智能工厂建设经验 .....	(251)
一、国外炼化企业智能炼化的探索与实践 .....	(251)
二、国内石化行业对智能工厂建设的探索与实践 .....	(255)
第三节 智能炼化建设 .....	(268)
一、发展智能炼化的原动力 .....	(268)
二、智能炼化的定义 .....	(272)
三、智能炼化的整体思路 .....	(276)
四、智能炼化的系统构架 .....	(279)
五、智能炼化的功能模块 .....	(281)
六、关键技术与实施考虑 .....	(284)
七、中国海油智能炼化具体实践 .....	(289)
第四节 智能炼化的特质信息化系统简述 .....	(292)
一、关于生产管控层面的主要信息化系统 .....	(292)
二、生产管理与监督层的主要信息化系统 .....	(295)
三、智能化供应链管理与辅助决策系统 .....	(305)
<b>第六章 智能炼化建设之智慧化目标</b> .....	(309)
第一节 智慧炼化 .....	(310)
一、关于智慧炼化的概念与主要功能 .....	(311)
二、智慧炼化的参考模型 .....	(313)
三、参考模型的充分性验证 .....	(315)
四、智慧炼化关键技术 .....	(316)

五、应用案例 .....	(324)
六、小结 .....	(326)
第二节 智慧化特质的信息化系统 .....	(327)
一、石油分子工程与分子管理 .....	(328)
二、资源敏捷优化与先进计划系统 .....	(337)
三、全产业链协同优化 .....	(353)
四、QHSE 的溯源与监控 .....	(365)
第三节 工控与信息安全策略及设施 .....	(372)
一、信息安全管理及策略 .....	(372)
二、工控安全设施 .....	(381)
三、“彩虹安全防御体系” .....	(398)
第四节 智慧炼化建设 .....	(405)
一、智慧炼化建设工作 .....	(405)
二、智慧炼化应用构架 .....	(407)
三、智慧炼化应用蓝图设计 .....	(408)
四、智慧炼化技术架构设计 .....	(413)
五、智慧炼化数据架构 .....	(414)
六、推进智慧炼化建设的其他建议 .....	(415)
第七章 智能炼化建设之综合应用 .....	(426)
第一节 智能炼厂建设 .....	(427)
一、九江石化概况 .....	(429)
二、智能炼厂建设经验 .....	(429)
三、智能炼厂建设特点 .....	(431)
四、行业推荐经验 .....	(432)
五、其他 .....	(433)
第二节 智能制造与信息化发展 .....	(433)
一、镇海炼化信息化概况 .....	(434)
二、经营管理平台 .....	(434)
三、生产营运平台 .....	(435)
四、基础设施与运维平台 .....	(436)
五、信息化建设主要成就 .....	(437)
六、信息化工作的体会 .....	(439)
第三节 创新智慧炼化建设实现新一代智能制造 .....	(441)

一、石油分子信息库及其应用项目 .....	(441)
二、炼厂生产计划与调度排产协同优化解决方案(系统) .....	(443)
三、最大化生产芳烃(BTX)的新一代智能制造(智能优化制造)技术 .....	(445)
第四节 3D 信息化建设案例 .....	(447)
一、概况 .....	(447)
二、兰州石化信息化建设案例 .....	(448)
第五节 “两化融合”创新发展 .....	(450)
一、聚焦形成合力，推进信息化与员工知行相融合 .....	(450)
二、聚焦先进管用，推进信息化与企业管理相融合 .....	(451)
三、聚焦智能提升，推进信息化与生产运营相融合 .....	(451)
第六节 信息化促进营销模式变革 .....	(451)
一、以信息技术为依托，全面提升企业经营管理水平 .....	(452)
二、以互联网平台为支撑，深化应用，探索、促进业务模式创新 .....	(452)
三、注重信息化投入，打造智能化库站 .....	(453)
四、支付移动化，提高油站运行效率 .....	(453)
第七节 信息化智能化发展塑造炼化产业新未来 .....	(455)
后    记 .....	(459)

# 第一章

## 炼油产业现状 及其发展