



石化工程 整体化管理与实践

孙丽丽 等著



化学工业出版社



石化工程 整体化管理与实践

孙丽丽 等著



 化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

石化工程整体化管理与实践/孙丽丽等著. —北京: 化学工业出版社, 2019.3

ISBN 978-7-122-33831-0

I. ①石… II. ①孙… III. ①石油化工-化学工程-综合管理 IV. ①TE65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 021777 号

责任编辑: 任睿婷 杜进祥

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 王素芹

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 中煤 (北京) 印务有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 25½ 字数 499 千字 2019 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 198.00 元

版权所有 违者必究

序 言

石化工业是我国国民经济的重要基础产业，它为我国社会经济发展提供了能源和原材料保障。我在石化领域工作了五十五年，见证了中国石化工业从无到有、从小到大、从大到强的发展历程。进入 21 世纪以来，我国石化工业的发展不断加快，生产规模日益扩大，已经成为全球第二大炼油国，乙烯产能产量位居世界第二，合成树脂、合成纤维、合成橡胶的产能产量已跃居世界第一。

在我参与国家级重大石化项目建设期间，亲历开工建设了一大批大型石化工程项目和石化产业基地。这些项目普遍具有技术复杂、专业领域宽、关联范围广、工程投资大、建造周期长和质量安全环保要求高的特点，大多采用我国自主研发的技术，项目实施过程中在项目规划、执行和管理方面均存在诸多难题。要解决这些难题，不但需要完成一系列工程技术创新，更需要系统化的管理方法。在这些国家级重大石化项目中，中国石化工程建设有限公司做出了重大贡献，他们承担的工程技术研发、规划设计和工程总承包工作都取得了圆满成功。孙丽丽同志作为我国首座单系列千万吨级炼厂等多项重大工程的总负责人，展示了卓越的技术创新和工程管理才能，她作为该公司总经理，带出了一支团结协作、业务精湛、意志顽强、善作善成的高素质队伍。我深切地感觉她和她的团队有必要把多年实践的项目管理成功经验进行梳理与总结，于是建议她在百忙之中抽时间进行认真的总结和凝练，让宝贵的经验给石化界同仁分享。为此，她系统总结了大量工程实践经验，在系统工程理论指导下，提出了“融合共生”的管理思想，创立了石化工程整体化管理模式，并运用该管理模式主持建成了多项标志性重大石化工程，取得了显著的经济效益和社会效益，多次获得国家科技进步奖，其中两项获得特等奖，并多次获全国优秀工程勘察设计金奖、全国工程总承包金钥匙奖和菲迪克优秀工程奖等国内国际奖项。如今我已经从石化工程建设的一线上退下来了，但是我一直在关注着石化产业的发展，看到这些年轻的领军者取得这么大的成绩，感到由衷的高兴。特别是看到孙丽丽带领她的团队把成功的实践经验进行凝练总结整理成书出版，让更多的同行学习借鉴，这是一件令人高兴的好事，这必将为石化行业的高质量发展起到示范引领作用。

本书是一部全面、系统、具体、生动地论述石化工程管理理论和实践的著作，始终体现着项目建设与生态环境、社会利益融合共生的发展理念，具有以下四个显著特点。

一是系统性强。本书对工程规划、工程转化、工程设计、工程建设直至交付

的石化工程全生命周期的管理进行了全面系统的阐述。


二是创新性强。本书所提出的“融合共生”管理思想和整体化管理模式新颖鲜活，反映了中国石化工程建设公司成功实施重大科研成果的工程转化和国内外重大工程项目建设的逻辑规律，提出了许多独具创新性的管理方法。

三是实践性强。本书在大量工程实践中从不同角度精选出鲜活生动的典型案例，既有利于更好地理解理论方法，又具有很强的示范效应。

四是时代感强。本书将数字化作为“融合共生”管理的基础和支撑，并为整体化管理赋能，彰显了以云计算、大数据、物联网、人工智能为代表的信息化时代的鲜明特征。

本书是一部优秀的工程管理专著，对石油化工行业及其他流程工业的工程项目建设具有普遍的学术价值和使用价值。可供工程咨询、工程设计和工程建设管理人员学习参考，对工程项目管理科学研究和高等院校工程管理学科教学也有较好的参考价值。

中国工程院院士：



2019年1月于北京

前 言

我国石化行业经过近 20 年的高速发展，在产业布局和产业链配套方面已经日趋完善，石化行业发展已经跨越了规模增长，进入到追求高质量发展的阶段。在此发展进程中，我国按照“宜油则油、宜烯则烯、宜芳则芳”的理念，开工建设了一大批大型现代化炼厂、现代化乙烯厂和现代化芳烃厂等石化产业基地。这些大型项目具有技术新、规模宏大、集成度高、关联范围广、建造周期长、节能环保要求苛刻等特点，是复杂的系统工程，其技术创新转化水平和工程管理模式的先进与否，决定着项目的建设水平和生产运营的竞争力。面对新的挑战，中国石化工程建设有限公司基于系统工程理论，依托这些重大工程实践，不断创新应用先进的工程技术和管理方法，提出了“融合共生”的管理思想，应用信息技术成果，构建了整体化工程管理模式，将技术研发、工厂规划、工程设计、装备制造、施工建设、产品交付、投产试车等工程各环节融为一体，实施全生命周期整体化管理，减少界面损耗、实现整体价值提升。在整体化管理模式的发展与完善中，设计建成了我国首座单系列千万吨级炼厂、世界第二大高酸天然气净化厂、首套百万吨级乙烯工程和首套自主技术芳烃联合装置以及煤化工、油气仓储等多项重大工程，为推动我国石化产业绿色发展做出重要贡献。工程实践表明，石化工程整体化管理模式具有既自成体系又深度融合、动态关联一致的巨大优势，很好地解决了石化工程这个复杂巨系统的不确定性和一系列技术创新的难题，大幅提升了科学技术的工程转化水平和工程建设的实施能力。这些项目投产后都取得了很好的经济效益和社会效益，获得多项国家科技进步奖以及优秀咨询、优秀设计和优秀工程总承包等奖励，培养了一大批优秀的工程技术和管理专家。在此过程中，中国石化工程建设有限公司也得到了全面发展，品牌价值和行业影响力不断提升，受到业界的充分肯定和高度评价。此外，我们也不断开拓境外市场，设计建成的沙特延布炼厂、马来西亚 RAPID 炼油及泰国聚丙烯等项目均取得优异的成绩，成为响应国家“一带一路”倡议的重大成果和石化工程“走出去”的国家新名片。

2018 年正值中国石化工程建设有限公司成立 65 周年，为了继承和发扬 65 年来的优良传统，积极践行“一起，做更好的”的核心价值观和“敢为人先、追求卓越”的企业精神，进一步提升科学管理水平，从源头上为石化行业打造高质量发展的工厂“基因”，我们在整理、凝练和提升的基础上，组织编写了《石化工程整体化管理与实践》一书。本书结合石化工程项目特点，对石化工程整体化

管理模式进行了全面系统的阐述，尤其是系统论述了以工程设计为枢纽，创新融合集约化、协同化、集成化、过程化和数字化管理方法，形成“五位一体”整体化管理模式的逻辑架构、核心内涵、具体做法和应用案例以及发展趋势。该模式具有以下五个方面的创新成果：一是创新集约化工厂规划设计方法，实现资源配置以及工厂建设与安全环保等协同治理的集约化目标；二是创新协同化工程研发方法，实现工程转化在研发、设计、制造和施工的全过程整体效能最优；三是创新集成化设计方法，发挥其在项目执行过程中的枢纽作用，打破专业和领域之间的壁垒，促进项目管理从繁杂到有序、从分散到集中，实现了整体高效管理；四是创新过程化风险管控体系，实现过程风险识别、监测和源头治理，化解风险叠加的矛盾，保障工程的安全高效建设；五是构建以数字化为支撑的工程平台，将工程的技术与管理信息转变为结构化和非结构化数据，经由信息流进行表达、传输和处理，为项目工程管理赋能，实现精益管理。本书汇聚了石化工业无数奉献者的科学管理创新成果，从多个侧面重点突出地反映了石化工程建设行业的管理水平和最新进展。

本书由孙丽丽等著，参加编写的人员还有：张秀东、郑立军、吴德飞、范传宏、李进锋、蒋荣兴、李蕾、鹏飞、张华、彭颖、黄孟旗、姜明、苗月忠、计立明、陈艳民、徐健松、程伟华、孙成龙、秦永强、吴群英、王强、饶隽、王倩、张旭、孙守彬、张幼华、杨炯、张晓红、蹇江海、门宽亮、兰天路、李啸东、周桂娟、卫刚、潘子彤等，中国石化工程建设有限公司还有很多专家参与了部分内容的编写和研讨。参加编写的人员都是长期奋斗在科研、设计和项目管理一线的专家，具有较高的理论水平和丰富的实践经验。本书在编写过程中，得到了王基铭院士、徐承恩院士、杨启业院士、强茂山教授及石化行业内诸多专家学者的指导和帮助，化学工业出版社也给予了大力支持，付出了很大的辛劳，谨在此表示衷心的感谢！本书还参阅了许多国内外专家和学者的论著，也引用了一些同行的研究成果，在此一并致谢。

本书的专业涉及面广，内容复杂，囿于水平有限，书中可能存在各种不足和疏漏，敬请广大读者批评指正。

孙丽丽

2018年12月

目 录

第 1 章 绪论

1

- 1.1 石化工业及工程项目特点 1
 - 1.1.1 石化工业的特点 1
 - 1.1.2 石化工程项目的特点 5
- 1.2 石化工程项目管理方法的演化 7
 - 1.2.1 国际项目管理方法的演化 7
 - 1.2.2 我国项目管理方法的演化 9
 - 1.2.3 我国石化工程项目管理方法的演化 11
- 1.3 石化工程整体化管理 13
 - 1.3.1 基本概念 13
 - 1.3.2 基本特征 14
 - 1.3.3 体系要素 15
 - 1.3.4 逻辑模型 20
 - 1.3.5 基本内涵 21
 - 1.3.6 应用效果 22
- 1.4 石化工程项目管理发展趋势与展望 23
 - 1.4.1 现代项目管理发展趋势 23
 - 1.4.2 石化工程项目管理展望 24
- 参考文献 25

第 2 章 石化工程项目方案规划集约化

26

- 2.1 概述 26
 - 2.1.1 集约化理论发展历程 26
 - 2.1.2 方案规划集约化的内涵 26
 - 2.1.3 方案规划集约化的方法和内容 28
- 2.2 总流程规划集约化 30
 - 2.2.1 总流程规划集约化目标和方法 30
 - 2.2.2 总流程规划集约化的过程实施 31
- 2.3 总平面布置集约化 45

2.3.1	总平面布置集约化目标和方法	45
2.3.2	总平面布置集约化的过程实施	46
2.4	能量利用集约化	52
2.4.1	能量利用集约化目标和方法	52
2.4.2	能量利用集约化的过程实施	54
2.5	蒸汽动力系统设计集约化	61
2.5.1	蒸汽动力系统设计集约化目标和方法	61
2.5.2	蒸汽动力系统设计集约化的过程实施	62
2.6	环保治理集约化	67
2.6.1	环保治理集约化方法和原则	67
2.6.2	环保治理集约化的过程实施	69
	参考文献	85

第3章 石化工程项目协同化

86

3.1	概述	86
3.1.1	项目协同化的特点	86
3.1.2	项目协同化的发展过程	88
3.1.3	项目协同化的意义	88
3.1.4	项目协同化的方法	89
3.2	石化工程项目工程转化协同	90
3.2.1	工程转化的过程及特点	90
3.2.2	工程转化协同的要素	91
3.2.3	工程转化组织协同	91
3.2.4	工艺工程转化协同	93
3.2.5	关键设备工程转化协同	99
3.2.6	特殊流程控制协同	105
3.3	石化工程项目设计过程协同	107
3.3.1	设计过程的特点	107
3.3.2	设计过程协同的要素	108
3.3.3	设计内部协同	108
3.3.4	设计与外部相关方协同	116
3.4	石化工程项目设计采购施工试车的协同	120
3.4.1	设计采购施工协同的要素	120
3.4.2	设计与采购协同	121
3.4.3	设计与施工协同	123

3.4.4	采购与施工协同	126
3.4.5	施工与预试车协同	126
3.4.6	设计与投料试车协同	127
	参考文献	127

第4章 石化工程项目集成化

130

4.1	概述	130
4.1.1	项目集成化的发展过程	130
4.1.2	项目集成化的作用	131
4.1.3	项目集成化的内容	132
4.2	石化工程项目设计集成化	134
4.2.1	设计集成化的内涵及特点	134
4.2.2	设计集成化的目标	135
4.2.3	设计集成化的方法	136
4.2.4	设计集成化的实施	137
4.3	石化工程项目建造集成化	148
4.3.1	石化工程项目采购集成化	148
4.3.2	石化工程项目施工集成化	165
4.4	石化工程项目管理集成化	174
4.4.1	项目目标集成化	175
4.4.2	项目组织集成化	176
4.4.3	项目过程集成化	178
4.4.4	项目管理集成化信息平台	183
4.4.5	项目管理要素集成化	185
4.4.6	项目管理集成化的实施	192
	参考文献	197

第5章 石化工程项目管控过程化

199

5.1	概述	199
5.1.1	管控过程化的目的意义	199
5.1.2	管控过程化方法的发展变化	200
5.1.3	石化工程项目管控过程化方法的发展展望	200
5.2	石化工程项目技术管控过程化	201
5.2.1	项目技术管控过程化的内容	201
5.2.2	项目技术过程风险识别	202

5.2.3	项目技术管控过程化的实施	203
5.3	石化工程项目质量管控过程化	218
5.3.1	项目质量管控过程化的策划	219
5.3.2	项目质量管控过程化的实施	226
5.3.3	项目质量管控过程化的绩效评估	233
5.3.4	项目质量管控过程化的持续改进	235
5.4	石化工程项目 HSE 管控过程化	238
5.4.1	项目 HSE 管控过程化的策划	239
5.4.2	项目 HSE 管控过程化的实施	249
5.4.3	项目 HSE 管控过程化的绩效监视和测量	255
5.4.4	项目 HSE 管控过程化的持续改进	257
5.5	石化工程项目进度管控过程化	259
5.5.1	项目进度管控过程化的特点与原则	259
5.5.2	项目进度管控过程化的方法	260
5.5.3	进度计划的编制	262
5.5.4	进度计划的控制	269
5.6	石化工程项目费用管控过程化	274
5.6.1	费用管控过程化的内容	274
5.6.2	石化工程项目的费用构成	276
5.6.3	费用估算	277
5.6.4	费用控制	280
	参考文献	286

第 6 章 石化工程项目数字化

288

6.1	概述	288
6.1.1	基本概念	288
6.1.2	石化工程项目信息化发展现状和趋势	288
6.2	石化工程项目数字化管理方法	289
6.2.1	石化工程项目数字化关键要素	289
6.2.2	石化工程项目数字化构建方法	290
6.3	石化工程项目设计管理数字化	291
6.3.1	智能设计	291
6.3.2	典型的集成环境下的工程设计	303
6.4	石化工程项目材料与采购管理数字化	307
6.4.1	石化工程项目材料与采购管理数字化需求	307
6.4.2	典型的材料与采购管理数字化平台构建	308

6.5	石化工程项目施工管理数字化	311
6.5.1	石化工程项目管道施工管理数字化需求	312
6.5.2	典型的管道施工管理数字化平台构建	312
6.5.3	虚拟可视化施工管理	315
6.6	石化工程项目完工管理数字化	317
6.6.1	石化工程项目完工管理数字化需求	317
6.6.2	典型的完工管理数字化平台构建	318
6.7	石化工程项目管理数字化	319
6.7.1	项目主数据库系统	319
6.7.2	计划进度检测系统	319
6.7.3	项目成本控制系统	319
6.7.4	风险管理系统	320
6.7.5	工程项目电子文档管理系统	320
6.8	石化工程项目数字化交付	325
6.8.1	制定数字化交付策略	326
6.8.2	建立标准化类库	327
6.8.3	建立工厂分解结构	330
6.8.4	制定数字化交付方案	330
6.8.5	项目数字化交付管控流程	332
6.8.6	项目验收	333
6.9	石化数字化工厂建设	334
6.9.1	以集成化设计为源头的数字化工厂建设技术路线的特点	334
6.9.2	数字化工厂的框架结构	335
6.9.3	数字化工厂平台构建	335
6.10	石化智能工厂的发展趋势	339
6.10.1	智能工厂的特征	339
6.10.2	智能工厂的能力	340
6.10.3	智能工厂的重点建设内容	341
6.10.4	新技术的发展趋势	342
6.10.5	智能工厂的展望	342
	参考文献	343

7.1	首套千万吨级炼厂项目	344
-----	------------	-----

7.1.1	项目简介	344
7.1.2	项目集约化管理方法的应用	345
7.1.3	项目协同化管理方法的应用	350
7.1.4	项目集成化管理方法的应用	351
7.1.5	项目过程化管理方法的应用	355
7.1.6	项目数字化管理方法的应用	360
7.1.7	应用效果	361
7.2	首套自有技术芳烃项目	362
7.2.1	项目简介	362
7.2.2	项目集约化管理方法的应用	363
7.2.3	项目协同化管理方法的应用	366
7.2.4	项目集成化管理方法的应用	367
7.2.5	项目过程化管理方法的应用	370
7.2.6	项目数字化管理方法的应用	373
7.2.7	应用效果	374
7.3	天然气净化厂项目	375
7.3.1	项目简介	375
7.3.2	项目集约化管理方法的应用	376
7.3.3	项目协同化管理方法的应用	379
7.3.4	项目集成化管理方法的应用	381
7.3.5	项目过程化管理方法的应用	384
7.3.6	项目数字化管理方法的应用	388
7.3.7	应用效果	391
	参考文献	392

绪 论

石化工业是流程工业，是以石油或天然气为原料，经过化工过程而制取石油化工产品的工业，是我国国民经济的重要基础和支柱产业，为社会经济发展提供能源和原材料保障。石化工业的经济总量大，产业关联度高，在我国国民经济体系中占有重要地位。作为石化工业重要组成部分的原油加工业和乙烯及其衍生物制造业，生产了大量的交通运输燃料、化肥、基本有机原料与衍生物，以及三大合成材料（塑料、纤维和橡胶）等石化产品，广泛应用于国民经济、人民生活、国防建设等各个领域，在发展工业、农业、科学技术和巩固国防中发挥了重要作用。信息、电子、汽车产品的零部件中，60%以上来自石化产品。

我国石化工业的发展经历了从无到有、从有到优、从优到精的发展历程。建国初期，炼油工业的生产能力仅有17万吨/年，1958年在兰州建成了第一座百万吨级炼厂，1964年全国炼油能力达到了1000万吨/年，1983年达到了1亿吨/年，1996年达到了2亿吨/年^[1]。21世纪以来，我国炼油工业的发展不断加快，炼油能力已从2005年的3.5亿吨/年提高至2017年的8.2亿吨/年，成为仅次于美国的全球第二大炼油国，也是同期全球炼油能力增长最快的国家^[1]。乙烯工业从20世纪70年代引进第一套30万吨/年的生产装置开始起步，经过几十年的快速发展，2002年乙烯生产能力突破500万吨/年，2009年突破1000万吨/年^[1]，2017年达到2320万吨/年，我国乙烯、丙烯的产能产量位居世界第二，芳烃(PX)、合成橡胶、合成树脂、合成纤维的产能产量已位居世界第一。

1.1 石化工业及工程项目特点

1.1.1 石化工业的特点

石化工业是一种高风险的行业，其投资大、技术复杂、原料和产品大多易燃易爆，技术、经济和安全风险都比较高。综合分析，我国石化工业具有以下几个特点。

(1) 装置大型化、基地化

21世纪以来,世界石化工业发展迅速,产业结构调整力度不断加大,发展重心已转向亚洲和中东地区,产业集中度进一步提高,装置规模趋于大型化。据美国《油气》杂志报道,2000年以来,世界炼油工业关闭了大量小型炼油厂,改扩建和新建了一批大型炼油厂,炼油厂数量大幅下降,炼油能力略有增加。2009年世界炼油厂数量由2000年的742座降至661座,炼油能力由2000年的40.65亿吨/年增至43.60亿吨/年,炼厂平均规模由2000年的547万吨/年增至660万吨/年。

21世纪初,我国开始建设现代化炼厂和现代化乙烯厂。截至“十二五”末,我国已建成1000万吨/年以上的炼油基地26个,80万吨/年以上乙烯基地17个。单系列装置规模不断扩大,常减压装置规模达到1500万吨/年、重油催化裂化装置规模达到480万吨/年、加氢裂化装置规模达到400万吨/年、催化重整装置规模达到400万吨/年、柴油加氢装置规模达到410万吨/年、渣油加氢装置规模达到400万吨/年、乙烯装置规模达到100万吨/年、聚丙烯装置规模达到40万吨/年,工厂的技术经济指标明显提升,装置大型化的优势充分显现。

为了进一步优化资源配置,充分发挥炼油的规模优势,按照“宜油则油、宜烯则烯、宜芳则芳”的理念,建成了一批大型炼化一体化基地(见表1-1)。“十三五”期间,我国继续优化产业布局,推进产业集聚发展,提升产业集约化、规模化、一体化水平,开工建设广东惠州、广东茂湛、浙江宁波、福建古雷、大连长兴岛、上海漕泾、河北曹妃甸等石化产业基地。

表 1-1 我国主要大型炼化一体化基地 单位:万吨/年

序号	地区	企业名称	炼油能力	乙烯生产能力	芳烃生产能力
1	环渤海	燕山石化	1100	71	
2		天津石化	1380	120	33
3		齐鲁石化	1400	80	
4	长三角	上海石化	1400	70	84
5		扬子石化	1600	80	80
6		金陵石化	2100		60
7		镇海炼化	2300	100	52
8	珠三角	茂名石化	2350	100	
9		惠州炼化	2200	220	85
10	华南	福建炼化	1400	100	85
11		海南炼化	920		60
12		泉州石化	1200	100	80
13	华中	武汉石化	850	80	

续表

序号	地区	企业名称	炼油能力	乙烯生产能力	芳烃生产能力
14	东北	抚顺石化	1100	94	
15		吉林石化	980	70	
16		辽阳石化	900	20	76
17	西北	兰州石化	1050	70	
18		独山子石化	1000	122	
19		乌鲁木齐石化	850		100
20	西南	四川石化	1000	80	65

注：数据截至 2017 年 12 月 31 日。

(2) 技术密集，产业关联度高

作为流程工业，石化工业综合应用了一系列工艺技术、工程技术和建造技术。技术来源广泛，技术选择难，集成难度大。相关技术的先进程度，决定了石化工业的发展水平。比如，为了提升石油资源的综合利用效率和轻油收率，提升炼油工业的整体效益水平，我国开发应用了系列催化裂化技术、系列加氢裂化技术、劣质重油加工技术、炼厂轻烃综合利用技术、炼化一体化技术等。为了实现清洁汽油生产，使油品质量达到国 V、国 VI 标准，中国石化开发应用了催化汽油吸附脱硫技术 (S Zorb) 和烷基化技术。石化装置中的重大装备 (如工业炉、反应器、压缩机、大型储罐等) 的设计与制造技术，也对石化产业的发展产生重要影响。中国石化工程建设有限公司、中国第一重型机械有限公司、中国第二重型机械有限公司联合中国石化的使用单位研制的超大、超厚 (内径 5400mm、壁厚 340mm) 渣油加氢反应器，是实现渣油加氢装置大型化的核心装备。过程控制系统 [DCS (分布式控制系统)/FCS (现场总线控制系统)] 是实现生产过程控制、监视、报警、报表打印和生产管理的核心控制系统。正在兴起的智能工厂技术则要综合利用信息化、数字化、网络化、智能化技术的集成应用，以实现设计、生产管理和经营管理的智能化。在石化装置的建设过程中，还要应用许多先进的施工安装技术，如中国石化形成的“四大一特”施工安装技术 [即大型设备吊装技术、大型传动设备 (机组) 安装技术、大型储罐安装技术、大型 DCS 自动化集散控制系统安装与调试技术和特种材料焊接技术]，对提升施工安装效率和水平，保证施工安装质量，发挥了重要作用。

石化工业是一个关联度非常广的产业，通过炼油、乙烯等重大工程项目的建设，既可实现本产业的快速发展，又能带动汽车、电子、建材、机械制造等相关产业发展。石化工程项目既需要先进、可靠、耐用的专用设备和电气仪表等石化装备，又需要应用先进的网络技术和信息技术，因而对机械、电子等相关产业技术有较大的促进作用，能够带动其快速发展和优化升级。同时，石化工业所生产的合成树脂、合成橡胶、合成纤维、精细化学品以及化工新材料等产品，可广泛

应用于国民经济发展的各个领域，对其产生较强的支撑、辐射、带动和提升作用。石化工业与各相关产业相辅相成、互相促进、共同发展。

(3) 安全风险大，管理要求高

石化装置的物料、介质和产品大多是易燃、易爆的危险化学品，很多装置及设施的操作条件为高温、高压、深冷。石化企业在生产、储存、运输过程中存在的危险因素有火灾、爆炸、中毒、辐射、高处坠落、机械伤害、噪声、腐蚀等，且生产过程高温高压，安全风险比较大，生产管理要求非常高。

① 物料危险性高。石化装置中，从原料到产品，包括工艺过程中的半成品、中间体、催化剂、溶剂、添加剂等，绝大多数属于可燃、易燃性物质，还有爆炸性物质，如原油、天然气、汽油、煤油、液态烃等。它们又多以气体和液体状态存在，极易泄漏和挥发。有些物料是高毒和剧毒物质，如苯、甲苯、氰化钠、硫化氢、氯气等，如果处置不当或发生泄漏，容易导致人员伤亡。石化生产过程中还要使用、产生多种强腐蚀性的酸、碱类物质，如硫酸、盐酸、烧碱等，容易导致设备管线的腐蚀。一些物料还具有自燃、暴聚特性，如金属有机催化剂、乙烯等，在生产过程中，许多加热温度都达到或超过了物质的自燃点，一旦操作失误或因设备失修，极易发生火灾爆炸事故。

② 工艺条件苛刻，工艺过程危险性高。石化生产工艺技术复杂，运行条件苛刻，易出现突发灾难性事故。在石化生产过程中，需要经历很多物理、化学过程和传质、传热单元操作，有些过程控制条件异常苛刻，如高压、高温、深冷、真空等。如高压聚乙烯的聚合压力达 350MPa，涤纶原料聚酯的生产压力仅为 0.1~0.2kPa；乙烯装置蒸汽裂解反应的温度高达 1100℃，而下游深冷分离过程的温度在 -100℃ 以下。

③ 有些工艺介质的腐蚀性强，对设备、管线的损害较大。石油化工生产过程中的腐蚀性主要来源于：在生产工艺过程中使用一些强腐蚀性物质；在生产过程中有些原料和产品本身具有较强的腐蚀作用；生产过程中的化学反应也会生成许多新的具有不同腐蚀性的物质，如硫化氢、氯化氢、氮氧化物等^[2,3]。设备和管道的腐蚀会导致设备和管道加速减薄、变脆，大大降低设备、管道的使用寿命。严重情况下，会导致泄漏或火灾爆炸事故。

为了应对腐蚀问题，对设备、管道、阀门等提出了严格的防腐要求，包括材质防腐、工艺防腐和涂料防腐等。在装置设计和运行过程中，要进行腐蚀风险分析和腐蚀适应性评估，并将评估结果应用于腐蚀风险管理控制的全过程，包括装置的设计选材、腐蚀监测技术的优化及检维修策略优化、操作过程中的腐蚀介质含量及操作参数的控制、防腐检查与失效分析等。

需要特别强调的是，石化装置和设施的本质安全、本质环保是保证石化企业“安稳长满优”运行的基础，必须在工艺过程、技术方案、设备材料选择、监控系统设置及建造质量保证等方面严格把关。