

化工厂的设计与改造

——典型例选及其解析

●全国“星火计划”丛书●

刘道德等编著
周新法审订

中南工业大学出版社

化工工厂的设计与改造

——典型例选及其解析

刘道德等 编著
周新法 审定

中南工业大学出版社

【湘】新登字 010 号

化工工厂的设计与改造

刘道德等编著 周新法审定

责任编辑:秦瑞卿

*

中南工业大学出版社出版发行
核工业中南230研究所印刷厂印装
湖南省新华书店经销

*

开本:850×1168 1/32 印张:14.75 字数:378千字

1995年8月第1版 1995年8月第1次印刷

印数:0001—4000

*

ISBN 7-81020-765-2/O · 080

定价:16.00元

本书如有印装质量问题,请直接与生产厂家联系解决。

内 容 简 介

化工厂设计是化工工艺专业和多个配套专业合作完成的。本书全面论述了化工工艺设计,简要分述了各配套专业设计,并且详细介绍了设计的前期工作和化工厂的改造。对每个单元项目设计,都以典型例子作引导,然后结合理论与实践予以解释分析。因此,该书具有实用、易学、设计知识全面等特点。

本书可作为化工、石油、轻工、食品、制药、建材、冶金和与其工艺配套专业(化机、土建、配电、自控、电信、给水排水、通风、供热、环保、技术经济等)学生的教材,也可作为有关专业工程技术人员的参考书。

前 言

化工生产，可以看作是化工原料通过一系列物理的、化学的变化而转化为化工产品的过程。其变化的时间、空间条件，则由化工厂的厂房与设备提供。化工厂设计是化工工艺专业为主体的多学科、多专业的综合系统工程。对此，有的化工设计院拟定了“工艺专业介绍提纲”。该“提纲”包括五个方面的内容：①化工工艺；②工艺系统；③化工工程；④化工生产特点对化工工艺专业的要求；⑤化工工艺专业对其他专业的要求。本书第二篇，依次论述了“提纲”的主要内容，还补充了“设计说明书的编写”一章，介绍了编写说明书的基本知识。为了各专业更好地配合、更协调地进行设计工作，书中特别阐述了“化工工艺配套项目的设计基础”（第三篇）。

本书总结了过去的设计经验，提出了“工艺上可靠、经济上合理、技术上先进、系统上最优”的设计原则。这本书的体例，与其姊妹篇——《化工设备的选择与工艺设计》的一样，各项设计仍以典型示例作引导，然后进行解析。初步实践表明，通过示例有利于直接而迅速地有关设计方法；通过解析，不仅可以加深对示例的理解，还可以拓宽知识面。这种体例还可把专业理论与工程实践紧密结合，有助于设计人员更科学、更完善地完成设计任务。

参加本书编写的有刘道德（设计概论，第四、五、八、九、十二、十五、十七、十八、十九、二十九章），何俊德（第一、二章）、刘又年（第三、六章），周锡堂（第七章），李文生（第十、

十四章)，张涛（第十一、二十一章），陈树芸（第十三、二十八章），徐福祥（第十六章），伍洪泽（第二十章），郑晓明（第二十二章），周乐（第二十三章），李凤苓（第二十四、二十五章），廖立民（第二十六章），夏学仁（第二十七章）。全书由刘道德主编，周新法高级工程师审定。

在编写出版过程中，得到了领导的鼓励、同志们的帮助，还有钟宏、樊学宗、杨桂荣、何锦秋、邓文高、朱敏和刘道明等同志给予了热情的支持，作者深表谢意。

由于水平有限，书中的缺点和错误在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

1994. 6.

目 录

设计概论

0.1 化工厂设计的目的和要求	(1)
0.2 化工项目设计的分类和内容	(2)
0.2.1 设计的分类(2)	
0.2.2 设计的内容(3)	
0.3 设计的步骤	(5)
0.3.1 设计前期工作(5)	
0.3.2 设计阶段工作(7)	
0.3.3 设计后期工作(9)	
0.4 设计资料的收集	(10)
0.4.1 搜集资料的内容(10)	
0.4.2 规范资料(14)	
0.4.3 资料来源(15)	
0.4.4 搜集设计资料的原则和步骤(16)	

第一篇 设计前期工作

第一章 项目建议书与建厂报告

1.1 投资估算与建厂报告示例	(17)
1.1.1 投资估算示例(17)	
1.1.2 建厂报告提纲示例(18)	
1.2 项目建议书与建厂报告概述	(18)
1.2.1 基建规模的划分(19)	
1.2.2 项目建议书的深度(20)	
1.2.3 项目建议书的内容(20)	
1.2.4 建厂报告内容简介(30)	

第二章 可行性研究与设计任务书

2.1 可行性研究	(32)
2.1.1 项目财务分析示例(32)	
2.1.2 可行性研究基本知识(44)	
2.1.3 项目总投资估算(47)	
2.1.4 社会效益评价(50)	
2.2 设计任务书	(51)

- 2.2.1 毕业设计任务书示例(51) 2.2.2 设计任务书知识(52)

第三章 厂址的选择及总平面设计

- 3.1 厂址选择及总平面设计示例 (53)
- 3.1.1 已知条件(53) 3.1.2 示例分析(53)
- 3.2 厂址选择基本知识 (55)
- 3.2.1 厂址选择的原则(53) 3.2.2 厂址选择的程序(56)
- 3.3 总平面设计基础 (58)
- 3.3.1 概述(58) 3.3.2 总平面设计的程序(59) 3.3.3 平面布置(60) 3.3.4 竖向布置(61) 3.3.5 管线综合布置(61) 3.3.6 绿化布置(62) 3.3.7 总平面设计的技术经济指标(63)

第二篇 化工工艺设计

第四章 生产方法的选择和工艺流程图

- 4.1 生产方法的选择 (64)
- 4.1.1 味精厂生产方法选择示例(64) 4.1.2 生产方法选择解析(67)
- 4.2 工艺流程图 (68)
- 4.2.1 工艺流程图示例(68) 4.2.2 工艺流程图解析(68)

第五章 物料衡算

- 5.1 物料衡算示例 (75)
- 5.1.1 无返料物料衡算示例(返程法)(75) 5.1.2 无反料物料衡算示例(顺程法)(76) 5.1.3 有返料物料衡算示例(78)
- 5.2 物料衡算概述 (81)
- 5.2.1 物料衡算的作用(81) 5.2.2 物料衡算的分类(82) 5.2.3 回收率(84)
- 5.3 物料衡算的方法和步骤 (85)
- 5.3.1 物料衡算的方法(85) 5.3.2 物料衡算的步骤(86)

第六章 能量衡算

- 6.1 能量衡算示例 (90)

6.1.1 已知条件(90)	6.1.2 热量衡算(91)
6.2 能量衡算解析	(96)
6.2.1 单元设备热量衡算(97)	6.2.2 系统热量平衡关系(100)

第七章 催化反应器的设计

7.1 固定床反应器设计示例	(101)
7.1.1 设计条件(101)	7.1.2 设计计算(102)
7.1.3 计算结果(105)	
7.2 流化床反应器计算示例	(106)
7.2.1 计算条件(106)	7.2.2 计算过程(107)
7.2.3 计算结果(108)	
7.3 催化反应器设计解析	(109)
7.3.1 固定床反应器简介(110)	7.3.2 流化床反应器简介(112)
7.4 催化剂的选择	(114)

第八章 换热器的工艺设计

8.1 夹套—蛇管式换热器设计示例	(118)
8.1.1 设计条件(118)	8.1.2 选定方案(118)
8.1.3 设计结果(121)	
8.2 换热器设计解析	(122)
8.2.1 概述(122)	8.2.2 传热速率方程及其计算(123)
8.2.3 间歌换热器内的液体温度与时间的关系(126)	

第九章 生产设备流程设计与管道及仪表流程图

9.1 生产设备流程设计示例	(129)
9.1.1 设计条件(129)	9.1.2 生产设备连接系统图阶段设计(129)
9.1.3 管道及仪表流程图阶段设计(130)	
9.2 生产设备流程设计解析	(130)
9.2.1 概述(130)	9.2.2 生产设备流程设计技术(132)
9.2.3 设备连接系统图和管道及仪表流程图的内容(134)	
9.3 生产设备连接系统图的绘制	(134)
9.4 管道及仪表流程图的绘制	(140)
9.5 生产工艺流程示意图和物料流程图	(142)
9.5.1 生产工艺流程示意图(142)	9.5.2 物料流程图(142)

0.1 化工厂设计的目的和要求

化工厂设计的目的是：根据原料的特性，以及工业生产中的先进经验或科学研究中的新成果，设计适宜的工艺流程；选择合适的工艺条件和设备，并进行合理的设备配置；设计适用的厂房结构，确保生产的正常进行；配备必要的劳动定员，以满足正常生产的需要。

新设计的化工厂，必须做到工艺上可靠，经济上合理，力争达到技术上先进、系统上最优，既能为未来的生产获得较高的技术经济指标创造条件，又能为生产工人提供良好的工作条件，而且不污染周围的环境，还能使建设投资能最大限度地发挥作用，取得良好的效果。

为了实现上述目的，保证设计质量，新设计的化工厂应当满足下列基本要求：

(1) 确定的设计原则和设计方案，应当符合国家工业建设的方针和政策。

(2) 设计的工艺流程应具有一定的先进性，又具有实现的可靠性；对资源应该尽量做到综合利用。

(3) 应该选用先进、高效、可靠而易于维修的设备，配备必要的设备维修设施，以保证设备能够正常地和持续地进行运转。

(4) 生产设备、结构元件和建筑构件，应力求做到通用化和标准化，以减少基建投资、节省建设时间，并维修方便。

(5) 设计的项目具有较高的机械化和自动化水平。

(6) 在保证生产车间有足够的操作面积和检修面积，有物料畅通的运输、原材料和中间产品的储存设施的基础上，设备的配置应力求紧凑合理。

(7) 供水、供电、运输、材料供应、修配业务，以及公共住宅等服务性的建筑物，应尽可能地与其它企业协作，共同投资解决。

(8) 应该具有必要的技术安全和劳动保护措施，厂房环境应便于清扫净化，噪音区间须采取消声措施，“三废”处理应符合国家的环保法规。

(9) 设计还考虑到建厂地区的施工条件和力量，以保证化工项目的建设能按计划地进行施工。

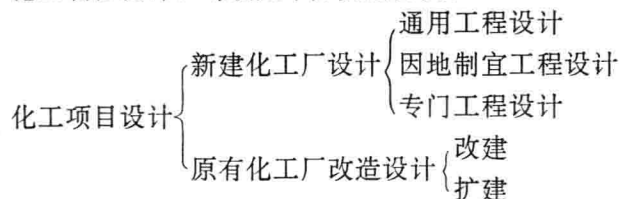
(10) 设计的化工厂应能获得最佳的技术经济指标和最大的经济效益，使建设投资能发挥最大限度的效益，并能尽快地回收，以利建设资金的周转。

化工厂的设计是一项非常复杂而细致的工作，它是以化工专业为主体，由多种不同专业如土建、化机、给排水、通风采暖、电气、仪表和企业管理等协作完成的。

0.2 化工项目设计的分类和内容

0.2.1 设计的分类

化工项目设计，可按如下分类法分类：



其中通用工程设计是指为推广使用而编制的设计。一般说来，在一个地区内，甚至全国范围内都可直接使用它或把它稍作修改便可建厂。因地制宜工程设计是指以通用工程设计为基础，根据建厂地区的具体情况进行补充、修改、完善的设计。专门工程设计是指在没有通用工程设计时对新建项目所进行的设计。

新建化工厂设计，除按适用范围分为通用工程、因地制宜工程和专门工程设计外，还可按工厂规模的大小分为大型企业、中型企业和小型企业的设计。

0.2.2 设计的内容

化工厂设计是以化工工艺为主体，其他有关专业相辅相助的整体设计。在设计过程中，要解决一系列未来的建厂和生产问题，内容很多，通常是分成以下几个部分。

0.2.2.1 总论和技术经济

总论部分应简明扼要地论述主要设计依据、重大设计方案结论、企业建设综合效果、问题和建议等，各专业共同性的问题也在总论部分综述。

技术经济部分包括主要设计方案比较、劳动定员和劳动生产率、基建投资、流动资金、产品成本及盈利、投资贷款偿还能力、企业建设效果分析以及综合技术经济指标等。

0.2.2.2 工艺部分

这是化工厂设计的主要部分，其中包括原料和矿石供应情况、工艺试验结果及其评述、设计所采用的工艺流程和指标、主要设备的选择和计算、设备配置的特点、管道布置的情况以及辅助设施等。

0.2.2.3 总图运输部分

包括企业总体布置、工业场地总平面布置、企业内外交通和原料、产品的贮运情况。

0.2.2.4 土建部分

包括主要建筑物和构筑物的设计方案，行政和福利设施、职工住宅规划以及建筑维修等。

0.2.2.5 电力和热工

电力部分包括供电、配电、电力传动、照明以及自动化仪表与电讯等。

热工部分包括工业锅炉房、热电站、水处理、柴油机发电站、压缩空气与真空系统等。

0.2.2.6 给排水和采暖通风

给排水部分包括水源、水净化、循环水等给排水系统。

采暖通风部分包括主要生产车间、辅助生产车间及生活福利设施的采暖通风系统及其有关设施。

0.2.2.7 机修设施

包括机械、电气修理车间的组成、主要机修设备的选择和安装。

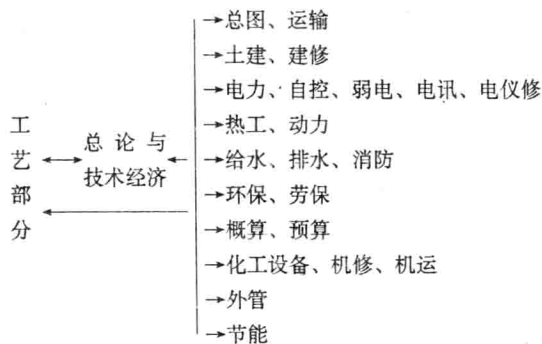
0.2.2.8 环境保护

包括对废水、废气、废渣和尾矿等的治理工艺过程和对噪音、振动等的防治措施，评价企业建设前的环境背景和建设后对环境的影响，说明化工厂的环境保护管理机构，环境监测体制、手段、主要仪器及当地环保部门的意见等。

0.2.2.9 概算与预算

包括化工厂各项工程的概算或预算，综合概算或预算，以及总概算或总预算书。

设计内容中各部分之间的关系如下所示：



0.3 设计的步骤

化工厂设计，可分为设计前期工作、设计阶段工作和设计后期工作，如表 0-1 所示：

表 0-1 化工厂的设计步骤

设计阶段	各设计阶段的工作	
设计前期	按项目建议书，进行建厂调查 可行性研究与厂址选择 设计任务书编制	
设计阶段	初步设计 技术设计 施工图设计	扩大初步设计 施工图设计
设计后期	施工 竣工验收 试车生产 扩建与改建	

0.3.1 设计前期工作

0.3.1.1 项目建议书

项目建议书主要说明项目建设的必要性，同时也初步分析项

目的可能性。它是投资决策前对建设项目的轮廓设想，是根据国民经济发展长远规划和工业布局的要求，结合自然资源和现有生产力分布，在进行初步的广泛的调查研究的基础上提出来的。

0.3.1.2 可行性研究

可行性研究是对新建、改建和扩建工程的一些主要问题，如市场需求、资源条件、工业布局、产品品种、工艺流程、建设规模、外部条件、基建投资、建设进度、经济效果、竞争能力等，从技术和经济以及环境保护等方面，通过分析计算和方案比较，对建设项目进行科学论证和综合评价，为投资决策提供可靠的依据。

0.3.1.3 设计任务书

设计任务书是在设计之前发给设计人员的指令性文件，它为设计工作提出有关设计原则、要求和指示，是设计工作的根本依据。

设计任务书应由与建设工程有关的主管单位进行编制，有时也吸收设计单位或委托单位进行编制。只有正确的设计任务书，才有正确的设计。因此，编制时，一定要认真负责。

0.3.1.4 厂址选择

厂址选择要根据国民经济建设整体规划的要求进行，可分为确定建厂范围和选定具体厂址两个阶段。前者是在现场踏勘、搜集基础资料的基础上，进行多方案分析比较，提出厂区范围报告，报送领导机关审批，此项工作有的在建厂调查及可行性研究阶段即已完成；后者是根据所确定的厂区范围，进一步落实建厂条件，提出2~3个具体厂址方案，并分别作出工艺总平面布置草图，通过技术经济分析与比较，确定具体厂址。

厂址选择得当与否，对企业的建厂投资、建设速度、生产发展、经济效益、环境保护及工农关系等都会带来很大的影响。选择任务，一般由主管部门组织勘测、设计、施工等单位成立的厂址选择工作组来具体完成。

0.3.2 设计阶段工作

0.3.2.1 初步设计

初步设计是根据设计任务书或可行性研究报告的批文，对设计的项目进行全面分析研究，所作出的技术先进、安全适用、经济合理以及三废得以治理的最佳方案。

初步设计内容一般应包括如下方面：

(1) 总论。阐述本设计在贯彻国家技术方针政策路线上的正确性和经济上的合理性等，并提出要求上级明确或解决的问题。

(2) 总图运输。说明总平面图的布置以及布置原则，在运输方面，主要叙述厂内外运输的合理性等。

(3) 工艺设计。主要阐述全厂总生产流程和以车间为单位的工艺设计，其中主要包括：车间生产规模、生产方法、物料衡算、能量衡算、工艺流程、定型设备选择、非定型设备的工艺设计、设备配置、管道计算和配置，以及与工艺设计配套项目的考虑（如生产过程参数的检测与自动化控制、主要辅助设施等）。

(4) 建筑设计。主要阐述全厂各车间、辅助车间的建筑物和构筑物以及生活室的处理原则，并配以建修车间。

(5) 给排水设计。阐述厂内给排水、废水处理、软化水和冷凝水系统等方案的选择，及消防设计。

(6) 供电设计与电信设计。

(7) 供汽与空压站、氮氧站、冷冻站设计。

(8) 生产控制设计。

(9) 其它辅助生产设施。包括机修车间、电修车间、仪表修车间、中心化验室、全厂仓库等。

(10) 采暖通风、劳动保护设施。

(11) 节能，行政及生活区规划。

(12) 环境保护及综合利用、三废治理措施和评价等。

(13) 总概算。

初步设计有比较详细的设计说明书,并附有标注物料流向、流量的工艺流程图(见第四章),有反映车间设备联系的设备连接系统图(见第九章),有表示车间设备配置的平面图和剖面图,有管道布置图,还有供订货用的设备清单和材料清单,有全厂的组织机构及劳动定员等。初步设计要呈报上级主管部门审批。

0.3.2.2 技术设计

技术设计一般是根据已经批准的初步设计,解决初步设计中尚未解决而需要进一步研究解决的一些技术问题。例如:特殊工艺流程方面的试验、研究和确定,新型设备的试验、制造和确定,重要代用材料的试验和确定,某些技术复杂而需要慎重对待的问题的研究和确定。

技术设计的内容与初步设计大致相同,只是根据工程项目的具体情况作些增减,编写技术设计说明书和工程概算书。

0.3.2.3 扩大初步设计

对于技术上比较成熟,又有设计经验的中小型工程项目,为了简化设计程序,加快设计进度,缩短设计时间,而将初步设计与技术设计合并为扩大初步设计。这个设计的内容深度与技术设计相同,或者稍浅一点。扩大初步设计经过审批后即可着手施工图设计。

0.3.2.4 施工图设计

施工图设计是在已批准的技术设计或扩大初步设计的基础上进行的,它是进行施工的依据。

施工图设计的主要任务是要完成详尽的各类施工、安装制造图纸、必要的文字说明书及工程预算书。其中,图纸部分包括:管道及仪表流程图(见第九章),厂房平、立面布置图,设备制造图,设备安装图,管道安装图,土建施工图,供电、供热、供排水、仪表控制线路、弱电安装线路安装图等,以及设备一览表,管道安装材料明细表和施工说明等。

施工图设计中,化工工艺专业绘制的施工图通常有: