

丁 浩 蔡德瑾 王育琪 編著

# 化工工艺设计

上海科学技术出版社

31.17  
103

# 化工工艺設計

丁 浩 蔡德瑾 王育琪 編著

上海科學出版社

## 內 容 提 要

本書較系統地介紹了化工厂車間工藝設計工作的基本知識。

全書分三篇：第一篇介紹設計概論；第二篇為設計舉例；第三篇列出設計常用的以及較散見的数据與資料。

本書可供化工院校教學參考用，亦可供工厂及設計單位的工程技術人員參考。

## 化 工 工 藝 設 計

丁 浩 蔡德瑾 王育琪 編著

---

上海科學技術出版社出版（上海瑞金二路450號）

上海市書刊出版業營業許可証出093號

---

商務印書館上海廠印刷 新華書店上海發行所發行

開本 850×1156 1/27 印張 17 1/27 插頁 2 排版字數 453,000

1964年8月第1版 1965年7月第2次印刷

印數 8,701—11,200

統一書號 15119·63 定價(科六) 2.80元

## 写在前面

“毕业設計”是高等工业学校培养学生的最后一个极其重要的教学环节。在进行毕业設計时,学生要探討一些比較复杂的技术問題,要考虑这些問題的相互影响,因此只应用某一专门課程中的知識是不够的。我們从事教学工作以来,在指导化工工艺专业学生进行毕业設計的过程中,深切感到有編写这方面教学参考用书的需要。本书編写的目的是企图比較系統地介紹化工厂車間工艺設計內容,并附有无机工业和有机工业車間工艺設計的举例。我們希望,本书对从事化工厂設計或操作的同志亦能有所裨益。

全书共分三篇。第一篇介紹設計概論,內容有緒論以及設計准备工作和生产方法的选择、物料計算、生产工艺流程設計、能量計算、設備設計与选择、車間布置設計、化工管道設計、非工艺設計項目、設計說明书和概(預)算书等十章;第二篇設計举例,內容有年产 20,000 吨苛化燒碱車間工艺設計及年产 1500 吨醋酸乙酯車間工艺設計,包括工艺流程和操作条件的选择与論証、物料衡算、热量衡算、設備的計算与选择以及工艺流程图的繪制;第三篇設計参考資料,列出常用的和較散見的設計数据和資料,可供設計时参考。

由于我們水平有限,編写時間比較匆促,而化工設計所涉及的范围又十分广泛,书中一定有不少缺点和錯誤,請同志們提出批評和匡正。

丁 浩 蔡德瑾 王育琪

# 第一篇

---

## 設計概論

# 目 录

写在前面

## 第一篇 设计概论

绪 论	1
第 一 章 设计准备工作和生产方法的选择	8
第 二 章 物料计算	14
第 三 章 生产工艺流程设计	17
第一节 概述	17
第二节 生产工艺流程示意图	18
第三节 生产工艺流程草图 and 生产工艺流程图	19
第四节 工艺流程设计技术	21
第 四 章 能量计算	25
第一节 概述	25
第二节 热容、状态热、化学反应热等的计算	28
第三节 加热剂、冷却剂及其他能量消耗的计算	47
第四节 能量消耗综合表	52
第 五 章 设备设计与选择	53
第一节 概述	53
第二节 传热设备	56
第三节 传质设备	61
第 六 章 车间布置设计	65
第一节 车间布置设计总则	65
第二节 车间布置设计技术	67
第三节 车间布置的步骤与方法	78
第 七 章 化工管道设计	81
第一节 管道设计的内容和方法	81
第二节 管子与管道附件	82
第三节 管道计算	92

第四节	管道的保温、热膨胀及其补偿 .....	95
第五节	管道的安装 .....	106
<b>第八章</b>	<b>非工艺设计项目 .....</b>	<b>125</b>
第一节	概述 .....	125
第二节	建筑条件 .....	125
第三节	卫工条件 .....	127
第四节	电气条件 .....	129
第五节	自动控制条件 .....	130
第六节	设备机械设计条件 .....	133
<b>第九章</b>	<b>设计说明书 .....</b>	<b>136</b>
第一节	概述 .....	136
第二节	初步设计和技术设计说明书 .....	136
第三节	施工图设计说明书 .....	139
<b>第十章</b>	<b>概(预)算书 .....</b>	<b>141</b>
第一节	概述 .....	141
第二节	工艺设备及安装工程费用内容 .....	143
第三节	工艺设备及安装工程概(预)算书编制办法 .....	144

## 第二篇 设计举例

<b>第十一章</b>	<b>年产 20,000 吨苛化烧碱车间工艺设计 .....</b>	<b>149</b>
第一节	设计任务 .....	149
第二节	生产工艺流程设计 .....	149
第三节	物料衡算 .....	161
第四节	蒸发系统的经济性 .....	171
第五节	热量衡算 .....	182
第六节	设备计算和选择 .....	185
第七节	生产工艺流程图 .....	195
<b>第十二章</b>	<b>年产 1500 吨醋酸乙酯车间工艺设计 .....</b>	<b>196</b>
第一节	设计任务 .....	196
第二节	生产方法的选择 .....	196
第三节	初步物料衡算 .....	197
第四节	生产工艺流程图设计 .....	205
第五节	设备设计和热量计算 .....	206
第六节	修正后的物料衡算 .....	314
第七节	生产工艺流程图 .....	319

第三篇 設計参考資料

第十三章 厂址選擇和工厂总平面图設計 .....	323
第十四章 参考資料 .....	327
I. 某些較常用的物理化学常数 .....	327
II. 各种換算表 .....	348
III. 化工材料規格 .....	361
IV. 耐腐蝕材料和塑料性能 .....	392
V. 安全技术 .....	433
参考文献 .....	439
国际原子量表(1961年) .....	444



# 緒 論

化学工业是国民經济中重要的一环，它同国民經济的各个部門有着密切的关系。化学工业对促进农业、輕工业、重工业、交通运输业、国防尖端、以及文化和科学技术的发展起着重要作用。在提高人民生活水平的各方面化学工业同样起着重要的作用。

解放前，我国化学工业几乎是空白点，只有在少数沿海地区建立一些支离破碎的化工厂，根本談不上什么化学工业系統。解放后，在党的正确领导下，在短短的十余年內，我国化学工业已取得了史无前例的巨大成就。我国的肥料工业、基本化学工业、染料工业、医药工业等已經具备一定規模。化学工厂已遍布全国。同时在不少地区还建立了規模較大的现代化的化学工业基地。所有这些为化学工业今后进一步的发展奠定了良好的基础。

随着化学工业的发展，要求化工研究、設計、施工和生产水平迅速提高。对設計人員來說，要做好設計，必須具备正确的設計思想和相应的技术与經驗。

正确的設計思想和相应的設計技术不仅对設計新厂有用，而且对于已經投入生产的工厂，如何正确操作設備、发现并解决生产中的問題、提出改善工艺过程以及提高生产效率的各种措施，都是十分必需的。

化工設計工作是一門政治、經濟、技术三者相結合的科学。它必須从我国社会主义建設的根本利益出发；从符合国家的政治方針和技术政策出发；必須慎重考虑如何最合理、最有效地运用国家的財富和資源；必須以积极的精神尽可能吸取科学技术上最新成就，达到技术上最先进，經濟上最合理的要求。

設計人員必須經常深入現場，不断总结提高。只有这样，才能做出符合我国社会主义建設需要的良好設計來。

## 一、化工厂設計概述

化工設計单位所作的化工厂設計一般分三种，即：通用設計、“因地制

宜”設計和工程設計。

通用設計是為全國或一定地區推廣使用而編制的設計。當建廠使用此設計時，須結合當地具體情況進行修改。現在設計單位對通用設計一般均不強調，進行得也較少。

“因地制宜”設計是在採用通用設計時，根據建廠地區的具體情況對通用設計修改補充後所編制的設計。

工程設計是在沒有通用設計時為新建企業所編制的設計。

上述三種設計，按建廠規模大小又分大中型企業和小型企業的設計。每種設計又分以工廠為單位和以車間為單位的兩種設計。

### (一) 設計任務書

設計任務書是在設計之前發給設計人員的指令性文件。它是設計工作的根本依據。它的任務是給設計工作提出有關設計的原則、要求和指示。

設計任務書應由建設工程有關的主管單位進行編制。但由於化工產品的品種多，工藝流程複雜，外部聯繫廣泛，因此也常吸收設計單位或委託設計單位進行編制。編制設計任務書是一項具有高度思想性的工作。在設計任務書中，原則指示規定得愈明確具體，設計亦就愈能符合上級的意圖和要求。只有正確的設計任務書，才有正確的設計。

通用設計的任务书一般应包括下列内容：

- (1) 設計項目名稱；
- (2) 設計項目的適用地區；
- (3) 產品品種、規模、使用的原料及生產方法；
- (4) 主要車間(工段)的技術決定；
- (5) 主要技術經濟指標(包括投資及成本估算)；
- (6) 水、電、汽及燃料的供應條件，廢水的排除及淨化條件；
- (7) 設計範圍及配合關係；
- (8) 設計階段、設計分工、設計進度及設計審批要求；
- (9) 對技術資料的要求。

“因地制宜”設計和工程設計的任务书一般应包括下列内容：

- (1) 進行設計的依據(上級確定任務的文件或指示)；
- (2) 廠區或廠址；
- (3) 產品規模和產品規格(如產品名稱、品種、規格、年產量和其他特

殊要求)；

- (4) 原料的供应、技术规格和燃料种类；
- (5) 水、电、汽的主要供应来源；
- (6) 与其他工业企业的关系（包括在基建施工方面及生产上的关系与协作）；
- (7) 建厂期限和工厂各期之生产规模；
- (8) 设计单位、设计进度及设计阶段的规定；
- (9) 其他如操作规程的建议，或科学研究报告等。

设计任务书中一般均附有说明书，以论证设计任务书中的重要部分，如产品方案、生产规模、技术经济等。

## (二) 设计阶段

设计阶段的划分，一般按工程规模的大小、工程的重要性、技术的复杂性、设计水平的高低可以分为三个阶段、二个阶段和一个阶段等三种情况。

凡属重要的大型企业，技术比较复杂或生产比较新型的工厂，为了保证设计质量，一般可分三个阶段进行设计，即初步设计、技术设计和施工图三个阶段。

一般技术上比较成熟的中小型企业，为了简化设计，缩短设计时间，可分为二个阶段设计。二段设计又分二种：第一种为技术设计和施工图二个阶段，第二种为扩大初步设计和施工图二个阶段。后者是将技术设计的主要部分并入初步设计中成为扩大初步设计。

在技术上比较简单，生产规模较小的工厂或个别车间，而且设计比较成熟者，可直接进行一个阶段的设计，即施工图的设计。

总之，设计阶段的划分，须视上级的要求、工程的具体情况、以及设计力量大小和设计成熟与否等条件来决定。现设计单位大多采用二段设计，即扩大初步设计和施工图设计。

兹将初步设计、技术设计和施工图设计扼要叙述于后。

初步设计是根据设计任务书，对设计项目进行全面研究，找出既在技术上可能，经济上也合理的最符合要求的设计方案。在初步设计阶段应编写初步设计说明书。

技术设计一般是根据已批准的初步设计，解决初步设计中的主要技术问题，使之进一步明确化、具体化。在技术设计阶段，编写技术设计说明

书和工程概算书，扩大初步設計內容和技术設計內容接近，它應該滿足初步設計和技术設計二个阶段的要求，但設計說明书內容可淺于技术設計而深于初步設計，根据技术設計，即可进行一切不需要施工藍图的各項准备工作，包括工厂設備及主要基建材料的加工訂貨和施工准备工作等。

施工图設計是根据已批准的技术設計或扩大初步設計进行的，它是进行施工的依据，为施工服务。在此設計阶段的設計成品是詳細的施工圖紙和必要的文字說明书以及工程預算书。

### (三) 初步設計

初步設計的結果是：編写出初步設計說明书。

以工厂为单位的初步設計說明书一般包括下列內容：

(1) 总論部分。闡述本設計在貫徹国家技术方針路綫上的正确性和經濟上的合理性等等。其內容一般包括：設計目的、設計原則、設計条件、生产規模及发展远景、厂址选择、生产方法、車間組成、原材料来源、产品銷售、水电汽供应、輔助生产設施、資源的綜合利用、生产的配合、建厂生产的有利条件、协作关系、定員及劳动生产率、产品成本、基建投資、技术經濟指标、要求上級明确或解决的問題。

(2) 总图运输部分。簡要闡述总平面图的布置以及布置原則，必要时同时列出几个方案以作比較。在运输方面，主要叙述厂內外运输的合理性等。附全厂总平面图，必要时增加鳥瞰图。

(3) 工艺部分。主要闡述全厂总生产流程和以車間为单位的工艺設計說明书。其中主要包括車間生产規模、生产方法、工艺流程、定額表、安全技术等。附生产工艺流程图和主要設備簡图。

(4) 建筑部分。主要闡述全厂各生产車間、輔助車間、构筑物、以及生活室的處理原則，附主要建筑物和构筑物草图。

(5) 闡述全厂輔助生产設施的基本技术決定，包括机修車間、电修車間、全厂生产控制及生产控制車間、中央化驗室、全厂倉庫等。

(6) 闡述厂內供排水、廢水处理、軟化水和冷凝水系統等方案的選擇，厂內供电及供热系統的選擇，全厂采暖通风設計原則，必要时亦应闡述生产廢热的利用方案等。附供水管网图、排水管网图、供电綫路图、供热管网图、弱电裝置系統图等。

(7) 闡述有关厂前区的基本技术決定。

上述介紹的只是初步設計說明书的一般情况。至于大中型企业及小

型企业,通用設計及“因地制宜”設計均可按其具体情况作适当增减.

至于以車間为单位的設計,則可省去有关全厂性設計部分.

#### (四) 技术設計和扩大初步設計

在技术設計和扩大初步設計阶段应編写出技术設計或扩大初步設計說明书以及工程概算书.

技术設計和扩大初步設計說明书其項目和初步設計大致相同、但其深度則比初步設計深. 例如工艺部分中应有各車間主要設備的選擇說明及計算依据、車間平剖面布置图、詳細的設備一覽表、設備总图等;建筑部分必須闡述設計中采用的建筑結構、基础工程及施工条件等基本技术決定,全厂各建筑物和构筑物技术設計图紙等.

#### (五) 施工图設計

本阶段設計的成品主要是为施工服务的各类施工图紙以及工程預算书. 施工图紙包括:設備制造图;設備安装图;管道安装图;土建施工图;供电、供热、供水、排水、弱电装置綫路安装图等等. 另外还有施工說明书、主要材料汇总表等.

### 二、車間工艺設計部分

上面是化工厂总体設計的概况,化工厂的总体設計是由各个車間設計所构成,車間設計是总体設計的組成部分.

一个化工厂的总体設計也好,一个車間設計也好,都是由化工工艺設計和其他非工艺設計(包括土建、采暖通风、水道、电气、动力、自动控制等)所組成. 而化工設計人員主要是担負工艺設計部分. 其中尤以車間工艺設計为主. 因此,車間工艺設計是本书的中心內容.

車間工艺設計部分一般包括下列諸設計項目:

- (1) 生产方法的选择;
- (2) 物料計算;
- (3) 生产工艺流程設計;
- (4) 能量計算;
- (5) 設備設計与选择;
- (6) 車間布置設計;
- (7) 化工管道設計;

- (8) 其他非工艺設計項目的考虑；
- (9) 設計說明书的編写；
- (10) 概(預)算的編制。

茲將各設計項目簡述如下：

工艺設計人員接受設計任务后，必須充分研究和領会設計任务书的精神和实质，作好一切必要的設計准备工作后，即可开展工艺設計工作。

首先，選擇生产方法及其工艺路綫，这是最重要的設計开端。必須对所有生产方法作全面分析，作出合理的决定。

物料計算是建筑在物料衡算的基础上的。即引入某一过程或某一設備中的物料重量必等于离去的物料重量(包括損失在內)。据此即可求出物料的重量、体积和成分等数据。最后可汇总成原料消耗綜合表。通过物料計算，設計工作即可由定性轉入定量阶段，可以正确地进行能量計算、設備計算和生产工艺流程設計。

生产工艺流程設計是以图解的形式表示出整个生产过程的全貌。由原料轉变为成品需要經過哪些过程及設備，这些設備相互之間的关系与衔接，以及它們的相对位差如何，并对流程图作出詳細的叙述。一般來說，生产工艺流程設計开始最早而結束得最晚。

能量計算的根据是能量衡算，即进入过程的能量等于过程进行結果所获得的能量，亦即能量的收入等于能量的支出。根据能量衡算的結果，可以确定傳入或傳出的热量，加热剂或冷却剂的消耗量，同时結合設備設計，可算出設備傳热面积。最后可得出能量消耗綜合表。能量計算一般在物料計算后結合設備設計一起进行。

設備的設計与選擇主要是确定保証一定生产能力的設備的主要尺寸；或者相反，根据一定的尺寸确定其生产能力。設備的主要尺寸中也包括傳热面积大小，因此“設備設計”和“能量計算”常結合在一起进行。設備設計的最后結果得出“設備示意图”和“設備一覽表”。

車間布置設計主要解决厂房及場地的配置和設備的排列。一个完整的車間一般包括：生产各工段、动力机器間、机修間、变电配电間、降温通风間、倉庫与堆置場、化驗室、行政-福利室等。車間布置的要求就要对上列工段和房間作出整体布置和厂房輪廓設計。整体布置和厂房輪廓設計大体就緒后，即可进行設備的排列与布置工作。車間布置常同建筑及其他非工艺設計項目发生密切关系，設計工作常是交錯进行的。在施工图阶段，尚有設備安裝設計。

化工管道設計大部分工作量都在施工圖階段。其內容有：管道設計（包括各種介質管道材料、管壁厚度、管徑計算和選擇以及管道的配置等）；管道地溝斷面條件，位置的確定；管道架設方法；管架、保溫等設計。

當車間工藝設計告一段落後，其他非工藝設計項目包括：設備的機械設計、自動控制、土建、總圖、採暖、通風、水道、電氣、動力、經濟等就要着手進行。而設計的根據，即是由工藝設計提供有關條件。因此在進行工藝設計的同時，就要考慮其他非工藝設計條件，這樣使得其他非工藝設計能更合理更好地為生產工藝服務。

車間工藝設計的最終成品是設計說明書和有關的圖紙。各設計階段分別進行編寫。

概算是根據技術設計或擴大初步設計的內容，大概計算每項工程項目建設費用的文件。概算是在技術設計或擴大初步設計階段編制的。預算是根據施工圖的內容，計算每項工程項目建設費用的文件。預算是在施工圖階段編制的。

本書以後各章將針對以車間為單位的工藝設計部分作全面敘述。

# 第一章 設計准备工作和 生产方法的选择

車間工艺設計的内容在緒論中已述及，包括：生产方法的选择、物料計算、生产工艺流程設計、能量計算、設備計算、車間布置設計、化工管道設計、其他非工艺設計項目的考虑、設計說明书的編写、概(預)算的編制等。要出色地完成整套的車間工艺設計，做好設計准备工作是重要的环节。

車間工艺設計准备工作的含意是比較广泛的。学习好党和政府的方針政策、搜集并掌握一定的有关設計資料、深入群众深入現場吸收多方意見、学好一定的設計技术、安排設計力量、設計各工种进行全面配合、安排好設計进度、設計工具作好准备等等都属設計准备工作范疇。总而言之，为順利开展設計工作創造一切必需的条件。这里我們对搜集設計資料一項作重点介紹。

当接受設計任务后，必須認真周密地研究設計任务书。正确領会上級的意图，构思設計对象的輪廓，考虑如何搜集为設計所需的一切設計資料。

設計对象的具体情况是不同的。有些品种已經大規模生产的；有些品种尚属中間試驗阶段；也有些品种国内尚未試驗和生产，只有文献資料可查。但是不論属于何种情况，为順利开展設計工作，必須搜集有关各种生产方法的資料：

1. 各种生产方法及其工艺流程。
2. 各种生产方法的技术經濟比較，包括：
  - (1) 产品成本；
  - (2) 原料和主要材料的用量及供应的可能性；
  - (3) 水电汽的用量及供应；
  - (4) 副产品的利用，廢水廢物的处理；
  - (5) 生产技术是否先进，装备簡單抑复杂；
  - (6) 生产自动化、机械化程度；



- (7) 基本建設投資；
- (8) 建筑占地面积和展开面积；
- (9) 主要基建材料用量及供应的可能性；
- (10) 設備制作的复杂程度及供应的可能性等。

掌握了这些生产方法的資料后，就可以着手进行分析。必須对该种产品的現有生产方法，所提出的新方法，以及尚未实现的方法作出全面分析。反复考虑主观和客观的条件，最后找出技术上最先进，經濟上最合理，符合我国国情，切实可行的生产方法。

選擇生产方法及其工艺流程是极为重要的，因为它决定整个生产在技术上是否先进，經濟上是否合理，并为决定設計好坏的关键性因素。

必須全力以赴，认真做好設計工作的第一步——選擇合理的生产方法。

根据确定了的生产方法及其工艺流程，全面进行搜集为設計所需的一切資料。

按工艺設計各項目的內容列出搜集資料的提綱。据此逐項进行搜集。資料提綱一般包括下列內容：

#### 1. 物料計算：

- (1) 生产步驟和化学反应(包括主、副反应)；
- (2) 各步驟所需原料、中間体的規格和物理-化学性质；
- (3) 成品的規格和物理-化学性质；
- (4) 各生产步驟的产率；
- (5) 每批加料量或单位時間进料量。

#### 2. 工艺流程图与流程叙述。

#### 3. 热量計算和設備設計：

(1) 設備的容量、单位生产能力、結構、主要尺寸、材料等；設備制造图；

(2) 为热量計算所需的物理-化学常数包括比热、各种潜热、生成热、燃燒热等；

(3) 为計算傳热过程所需的导热系数、給热系数、傳热系数等数据；

(4) 为計算流体动力过程所需的参数，如粘度、管道阻力、阻力系数、过滤常数、离心分离因数等；

(5) 为計算扩散过程所需的参数，如  $I-x$  数据、干燥速度曲綫、 $y-x$  平衡数据、傳质系数等；