

高等学校教学参考书

化工过程及设备教学参考

張洪沅等編

內 部 发 行



中国工业出版社

高等学校教学参考书

化工过程及设备教学参考

张洪沅等編

本书对“化工过程及设备”课程各教学环节的有关教学问题，作了较详细的叙述和讨论。全书共分总论、课堂讲授、习题课、实验课、课外作业与自学指导及课程设计等六章。书中各章均首先说明该教学环节的作用、内容的安排及其与其他教学环节之间的相互配合关系，然后结合该章的具体内容，介绍教学方法。课堂讲授是教学过程中起主导作用的环节，因此本书以较多的篇幅对各单元过程的教材如何组织和进行讲课，作了讨论。

本书供大专学校与中等专业学校的教师作为“化工过程及设备”课程的教学参考用书。

本书由成都工学院化工原理教研组张洪沅、侯香模、傅炳街、周肇义、陈书鑫等编写，何玉昆、张洪沅审校。

化工过程及设备数学参考

张洪沅 等编

*

化学工业部图书编辑室编辑(北京安定门外和平北路四号楼)

中国工业出版社出版(北京胜胡同路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可出字第110号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张7·字数147,000

1964年7月北京第一版·1964年7月北京第一次印刷

印数0,001—1,940·定价(科五)0.80元

*

统一书号: K15165·2993(化工-264)

出版說明

“化工过程及設備教学参考”一书由成都工学院化工原理教研組張洪沅教授等在总结該院教学經驗的基础上編写的。本书的出版是为“化工过程及設備”課程的任課教师，特别是青年教师教学时的参考，并有助于开展本学科教学法的研究，以不断提高教学水平。

由于組織編写这种类型的教学参考书还是初次，經驗不足，暫作为內部发行。希讀者对本书提出宝贵意見，以便再版时修訂提高。

化学工业部教育司

1963年9月

編輯大意

本書是編者在学习了党的教育方針和对近几年来的教学工作进行了初步总结的基础上，根据在本門課程的教学中学得的一些經驗和体会，編写而成。本书原系作为成都工学院化工原理教研組培养青年師資参考之用，后在有关业务领导部門的关怀和支持下，将其內容加以丰富与扩充而成。

本书的取材考虑了下列問題：

1. “化工过程及設備”是化工系統各專業的一門基础技术課。本課程的特点与任务是使学生在化学工程的学习上打好基础，也就是應該將課程中最基本的、最主要的理論知識和实际知識有效地传授給学生，使学生能逐步树立正确的科学思考方法和独立的工作能力，为学习工程技术理論、專業知識和新的科学技术成就，打好巩固的理論基础。

2. 講課是教学过程中的基本环节，它对本門課程的学习起着主导的作用。講課中应着重講授本門学科最基本、最主要的內容，闡述这些內容的重要意义及其內在的邏輯联系。本书中对講課的基本內容和安排，根据編者的体会，作了介紹和討論。

3. 学生从課堂上接受知識到能够独立运用知識，需要經過反复实践和鍛炼的过程，所以講課与各个教学环节，如习题課、課外作业、实验課、課程設計等的配合就非常重要。这些环节中，习题課是教学进程中培养学生运用理論知識的开始。它帮助学生驗證、消化和巩固所学基本理論知識，并使学生学习如何运用这些知識去处理和解决实际問題的方法。在习题課一章中介紹了一些題目作为例子，借供参考。

4. 实验課的作用除驗證和巩固所学理論外,还應該訓練学生掌握基本操作技能和理論联系实际的学习方法以及思考方法。本书在实验課的討論和安排中,重視了上述作用和其他教学环节的配合問題。实验課进行的基地是实验室,而实验室同时又是教师进行科学研究工作的場所,因此实验室的建立在保证教学与科学研究的条件上有着极其重要的作用。本书对有关实验室的建立提了一些参考意見。

5. 課程設計是个帶有总结性的教学环节。它培养学生运用本門課程及有关課程中所学到的理論知識和技术知識解决化工过程及設備設計的独立工作能力。本书专辟一章对課程設計的内容与指导方法作了介紹和討論。

6. 学生之能否巩固和灵活运用所学得的知識,显然与学生的課外作业和自学有着不可分割的联系。因此学生的課外作业和自学是教学工作中不可忽視的一个环节。本书在这方面提供了一些看法,作为参考。

7. 教学大綱和教材为进行教学的基本文件。本书的編写是以成都工学院和其他几个学校現行的本門課程五年制的教学大綱作为依据,結合华东化工学院等院校所編“化工过程及設備”高等学校試用教科书及前高等教育出版社出版的“化学工业过程及設備”高等学校教学用书,而編写的。

本书在短期內編写而成。因限于編者水平,书中錯誤之处在所难免,望讀者提出批評,并予指正。此外,本书在編写的过程中,得到学院及基本化工系党、政負責同志的支持与关怀以及教研組同志們的帮助,在此一併深致謝意。

編 者

1962年3月

目 录

出版說明

編輯大意

第一章 总 論

- 1—1 “化工过程及设备”课程的性质与任务 1
- 1—2 各教学环节的安排 3

第二章 課堂讲授

- 第一节 概述 6
 - 2—1 課堂讲授的目的与任务 6
 - 2—2 講課內容的組織与講授 6
- 第二节 課程各单元的基本要求和講課的安排 9
 - 2—3 緒論 9
 - 2—4 流体动力过程 11
 - 一、流体力学基础 11
 - 二、流体輸送机械 19
 - 三、气溶胶的分离 28
 - 四、悬浮液的分离 36
 - 2—5 传热过程 43
 - 一、传热理論及设备 43
 - 二、蒸发 58
 - 2—6 传质过程 66
 - 一、传质过程导論 66
 - 二、气体的吸收 68

三、液体的蒸馏	75
四、溶剂萃取（液—液萃取部分）	84
五、固体的干燥	91

第三章 习题课

第一节 概述	104
3—1 习题课的目的与作用	104
3—2 习题课的内容	105
3—3 习题课进行的一般方式	105
第二节 习题课的安排	106
第三节 各单元习题课示例	109
3—4 绪论	109
3—5 流体动力过程	113
一、流体力学基础	113
二、流体输送机械	121
三、气溶胶的分离	124
四、悬浮液的分离	126
3—6 传热过程	128
一、传热理论及设备	128
二、蒸发	137
3—7 传质过程	142
一、传质过程导论	142
二、气体的吸收	144
三、液体的蒸馏	147
四、溶剂萃取（液—液萃取部分）	150
五、固体的干燥	153

第四章 实验课

4—1 实验课的目的和要求	158
---------------------	-----

第一节	实验课的内容和安排	158
4—2	实验课的内容和时数	158
4—3	实验的安排	159
第二节	实验前的准备和实验课的进行	163
4—4	实验前的准备	163
4—5	实验课的进行	165
第三节	关于建立实验室的一些意见	167

第五章 课外作业与自学指导

第一节	课外作业	169
5—1	课外作业的目的及其与各教学环节的关系	169
5—2	课外作业题目的安排	169
5—3	对学生课外作业的要求与批改	171
第二节	自学指导	172
5—4	自学指导概述	172
5—5	思考题举例	173
5—6	对学生自学的督促与检查	178

第六章 课程设计

第一节	概述	180
6—1	课程设计的目的与要求	180
6—2	课程设计的题目与内容	181
6—3	课程设计的准备工作	182
6—4	课程设计进行的步骤	182
第二节	课程设计的指导	185
6—5	设计题目的拟定与分配	185
6—6	设计进行中的答疑和阶段检查	185
6—7	指导各类型设计题目示例	187
一、	关于精馏设备的設計	187

二、关于干燥设备的設計	192
三、关于吸收设备的設計	198
四、关于蒸发设备的設計	204
6—8 进行課程設計所需時間的估計	209
附件：課程設計的某些主要中文參考資料	211

第一章 总 論

1—1 “化工过程及设备”课程的性质与任务

“化工过程及设备”（又称化工原理）是一门在教学计划中带有承上启下意义的基础技术课程。它建立在数学、物理、物理化学、工业化学等课程知识的基础上，而要为化工各专业课程的学习打好坚实的基础。因此，本门课程的基本任务是：

1. 掌握化工过程的基本原理、典型设备的构造、性能及操作原理；
2. 掌握这些过程和典型设备的基本计算方法；
3. 寻找适宜的操作条件，探索强化过程的方向及改进设备的途径。

本课程，作为一门讲授原理及设备的基础技术课，在内容上与专业的工厂装备有些相似，但本课程所研究的是化学工业生产过程中共有的基本过程的基本原理、设备及其计算方法，而专业的工厂装备课程是结合专业工艺过程的特点和要求，对有关工厂装备的原理、结构及计算进行研究的。故本课程与专业的工厂装备课程的关系是前修和后修课程的联系关系。

工程技术课不仅要阐述理论，而且还要应用这些理论以解决工程的实际问题，或者为解决这些问题创造条件。应该指出，从了解基本理论到应用这些理论，以解决工程上的实际问题，须要经过锻炼与实践的过程。例如，对本门课程来

說，在流体力学基础中，把柏努利方程式搞清楚并不怎么困难，但是要应用柏努利方程式来解决各个方面的流体輸送問題，就不那么简单。因此，本門課程的教学，除将化工各单元过程中最基本、最主要的理論內容传授給学生，并将其講深講透外；还要結合到各个教学环节，通过学生的亲身实践，培养学生具有以下几方面的工作能力，从而把知識真正“学到手”。

1. 培养学生具有能从工程技术观点出发，以考虑和处理問題的能力 工程技术上处理問題与基础科学中的研究方法有共通的地方，但也有不同之处。研究工程問題时不仅要从理論上探索它的可能性，同时还要考虑它在技术上的可能性与經濟上的合理性。例如对某一传质过程，不仅要研究它的相平衡关系，即理論上是否可能，还要研究如何实现，即应当在生产上采用甚么設備。如果增大气速能提高設備生产强度，則不仅要考虑其有利的一面，同时还要考虑增大气速后，有增大流体摩擦阻力損失的不利的影响。因此，在本課程中，常提出許多“最宜”概念（如最宜流速，最宜回流比，最宜轉数，最宜管径等）。这种最宜的条件就是适应工程技术的要求而产生的，它是应用基本原理以决定过程的合理操作条件与正确进行設備設計的重要依据。

2. 培养学生能熟练进行化工基本运算的能力 在化工生产中，物料和能量的消耗、合适的操作条件以及設備的尺寸等，都是需要通过一定的計算来确定的，因此，計算能力的培养显然甚关重要。同时还应看到，进行化工計算与解答数学和物理問題也还有不同之处。解答数学物理的問題，一般地是在于如何針对研究的对象列出和解出方程式，其中某些参变量的特征通常是已知的。但在化工計算中，对如何求

符 征数据并在計算中加以应用，常常显示为关键性的問題。例如，在計算中，需要确定某种物理性质的数据或者需要預知某些系数，如摩擦阻力系数、給热系数、传热系数等。此外，在某些問題的計算上還須采用一些特种計算方法，如試差法、图表計算法等。因此，正确进行这方面的鍛炼和熟練計算工具的使用方法，就成为学习本門課程的重要内容之一。

3. 培养学生具有一定的实际操作技能的鍛炼 要达到本課程的上述要求，不仅要掌握理論知識，而且还要具有一定的实际技能。实验不仅在驗證理論和巩固知識方面起着很大的作用，即通过实验，能使学生对教材中所闡述的理論和各种实际現象有更深刻的印象，从而有可能牢固地掌握它們；同时在实验过程中，还鍛炼了学生的实际操作技能，为将来在工厂中进行操作，測取数据，或在实验室作科学研究，打下一定的基础。

1-2 各教学环节的安排

課堂教学是学校教学的基本形式，因而講課是一个重要的教学环节。通过講課，要对化工过程及設備的原理进行分析，探討它們的一般計算方法，闡明这些問題間的內在联系，并說明其发生和发展的过程，从而，教給学生以具体的知識而同时又教給学生掌握知識的方法。这些都是掌握本課程所必需的，同时也是基本的問題。但是應該看到，要达到本課程基本任务的要求，不是仅仅通过講課就能做到的，还必須有其他教学环节的配合，如习题課、实验課、課程設計以及課外作业等。这是因为講課只能起传授知識，引导思維，提供材料，教給学生学习方法的作用，而学生在接受知

識后，还需要經過一段“消化”、整理的刻苦自学过程，才有可能初步掌握知識。而要加深所掌握的知識，还必須在實踐中作進一步的努力。在學生的學習和反復實踐中，還須把學生的積極努力與教師的督促檢查和启发引導結合起來。因此，教師對學生的自学輔導和測驗、考查與考試，都是教學環節中不可缺少的部分。

上述各個教學環節是有機聯系，相互配合的。它猶如一根鏈條，不容許其中有任何的薄弱環節。因此，要完成教學計劃所給予本門課程的任務，就必須加強各個教學環節的教學工作，並作出適當的安排。

至於具體教學時數的多少，內容如何，以及各教學環節間的相互配合關係如何，這些均應在教學日曆上有所體現。然而化工專業的教學計劃，在總時數和周學時上，均略有不同，因此難以擬出一個比較通用的教學日曆。下表僅表示各個單元教學時數及各教學環節的大致安排情況。如果冷凍和深度冷凍不在本門課程中講授，則全部內容的講課時數為115—125學時，習題課32學時。顯然，這些數字不是固定不變的，而須根據當時的具體情況，在教學計劃規定的學時內，作靈活的適當的調整。

各教学环节安排表

章次	章 名	讲 课	习 题 课		課 外 作 业	
		学 时 数	次 数	学时数	次 数	学时数
	緒 論	2	1	2	1	2
1	流体力学基础	14—16	3	6	3	12
2	流体輸送机械	7	1	2	1	4
3	气溶胶的分离	7	1	2	1	6
4	悬浮液的分离	6—8	1	2	1	6
5	物料的搅拌	2	—	—	—	—
(第一阶段) 流体动力过程实验 18—24学时						
6	传热理論与設備	16—18	3	6	4	20
7	蒸 发	8—10	1	2	1	4
8	結 晶	2	—	—	—	—
(第二阶段) 传热过程实验 8—10学时						
9	传质过程导論	4	1	2	1	2
10	气体的吸收	10—12	1	2	2	10
11	液体的蒸餾	10	1	2	2	10
12	溶剂萃取	6—8	1	2	1	6
13	吸附及离子交换	3	—	—	—	—
14	固体的干燥	10	1	2	2	8
15	固体流态化	5	—	—	1	4
(第三阶段) 传质过程实验 18—24学时						
16	冷 冻	6	1	2	1	4
17	深度冷冻	6	1	2	1	4
18	固 体 粉 碎	4	—	—	—	—
总 計		127—137	18	36	24	110

第二章 課堂講授

第一节 概 述

2—1 課堂講授的目的与任务

課堂講授（講課）是教學過程中基本的，起主導作用的環節，它有帶動其他教學環節與引導學生積極學習的作用。它的任務是：

1. 傳授本門課程基本的、主要的內容，闡明這些內容的重要意義以及它們之間內在的邏輯聯繫。

2. 提供學生以學習材料和思考的線索，教給學生掌握知識的方法。

因此，通過講課，應將化工單元過程的基本原理、主要設備及其基本計算方法等方面的內容，清晰而系統地教給學生，並通過對這些問題的发生和发展过程以及它們之間的相互联系等的討論，激發學生的科學思維，教給學生以掌握知識的方法，從而起着引導與組織學生學習的作用。同時再通過與其他教學環節的配合，使學生能理解和運用這些知識，為今後專業課的學習和進行實際工作打下堅實的基础。

2—2 講課內容的組織与講授

作好講課內容的組織是講好課程的基础，它對講課效果的好壞，起着重大的作用。對於課程的講授究竟應如何組織教材，如何講，很難有一個統一的答復。以下僅就我們工作

中的体会，提供一些不成熟的意見，作为参考。

1. 应以教学大綱为主要依据，并全面考虑各教学环节的配合来組織教材 教学大綱是根据课程的性质和任务拟定的。因此，它是組織教学内容的根本依据。但是，教学大綱上的基本要求并不是只靠講課一个环节所能达到的，而是根据内容的性质分別在講課、自学、习题課、作业、实验、課程設計等各环节中实现的。因此，在講課内容的确定上，首先，应从教学大綱的要求、講課的目的与任务以及各教学环节的配合等来考虑，适当地作出选择。其次，应从学生的实际情况出发，根据“少而精”、“因材施教”的精神，規定講課内容上的深度和广度。这是一項深入細致的工作，教师既不能凭主觀愿望教給学生过多的材料，引起学生的“消化不良”；也不能为“适应情况”，力求精簡，以致形成“有骨无肉”。此二者不但不能滿足教学大綱的要求，还可能造成教学上的混乱。第三，是在講課内容的选择上，虽然应以通用教材为主要依据，但亦应根据需要适当地补充内容，因为現代科学技术在日新月异地不断发展着，所以这样的补充是十分必要的。但是，选材應該慎重，不能超过教学大綱的要求范围和脫离学生的实际水平。

2. 应圍繞课程的基本要求来組織讲課内容和讲授 一般說来，講課内容的組織应根据各单元过程要求解决的基本問題，然后圍繞这些問題把材料組織起来，按照一定的教学原則和可接受的形式，把知識传授給学生。这样作，一方面是有利于学生明确各章的目的和中心問題，且便于体现各部分内容間的科学联系，从而有助于学生系統地和巩固地掌握本門課程的知識。另一方面，采用从問題的提出到問題的解决这一方式来組織講課内容，比較易于体现科学本身的发展和