

高等学校教学用书

化工过程及设备

上册

A. Г. 卡薩特金 著

化学工业出版社

高等学校教学用书

化工过程及设备

(俄文第六版译本)

上册

A. Г. 卡萨特金 著

王绍亭等 译

化学工业出版社

本書原曾根据 1950 年苏联出版的 А.Г. 卡薩特金著“化工过程及設備”第 5 版譯出，現根据 1955 年該書第 6 版补充修訂。原書經苏联高等教育部审定为化工学院及化工系教科書。

本書包括下列各章：流体力学和流体动力过程（液体的輸送，气体的压縮，气体及液体非均一系統的分离，攪拌），傳热和热过程（加热，冷却，冷凝和蒸發），物質傳遞和扩散过程（液体蒸餾，吸取法分离气体，浸取，干燥和結晶），冷冻过程（冷冻至低溫和深度冷冻）和机械过程（固体物料的粉碎，过篩和加料）。各章載有各过程的理論基础和計算方法，以及典型化工設備等。

譯本分上下二册出版。

本册翻譯者为丁惠华、王紹亭、李宝鈺、袁一、譚天恩。

А. Г. КАСАТКИН
ОСНОВНЫЕ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ
ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ

ГОСХИМИЗДАТ (МОСКВА • 1955)

化工过程及設備
(俄文第六版譯本)

上 册

王紹亭等 譯

化学工業出版社（北京安定門外和平北路）出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第 092 号

北京市印刷一厂印刷 新华書店發行

开本：787 × 1092 $\frac{1}{2}$

1958年 2 月第 1 版

印張：23 $\frac{1}{2}$

1958年 2 月第 1 次印刷

字数：482 千字

印数：1—2233

定价：(10)3.30元

書号：15063·0166

第 六 版 序

作者在編写“化工过程及设备”一書第六版时，因考虑到前一版是按“化工过程及设备”課程的教学大綱編写的，而且已翻譯成捷克、羅馬尼亞、波蘭、匈牙利、中国、朝鮮和德国等各国文字，所以力求仍保持原版的篇幅和編排次序。

“气体非均一系的分离”和“液体非均一系的分离”兩章加入了計算沉降速度的新方法（应用阿基米得准数）和确定沉降式及過濾式离心机的生产能力的新方法。

本書第三篇“扩散过程”的改变很大。專門添入了“物質傳遞”一章，闡述对于一切扩散过程均同等适用的物質傳遞一般方程式。这样就可以大大削減“吸取过程”一章的內容，并在“液体蒸餾”一章中作一些概括性的更改。

此外在本書中也修改了上一版中所發現的各不当之处。

A. Г. 卡薩特金

1467631

上册目录

第六版序

緒論	1
1. 化学工学的研究对象和本课程的任务	1
2. 过程的分类	2
3. 物料計算和能量計算	2
物料衡算的一般概念 成品率 生产能力 生产过程的强度	
能量衡算 功率和效率	
4. 物理量的因次	5

第一篇 流体动力过程

第一章 流体力学基础	7
(甲)流体静力学	7
5. 基本定义	7
物質的液态和气态 重度 密度 可压缩性 压强	
6. 流体平衡方程式	9
流体静压强 尤拉平衡微分方程式 流体静力学的基本方程式	
巴斯噶定律 連通器 液体作用于器底与器壁的压力	
(乙)流体动力学	14
7. 流体运动的基本因素	14
流体的流动速度与流量 粘度 液体的流动型态 水力半径	
稳定流与不稳定流	
8. 流体流动的基本方程式	22
流体的連續性方程式 尤拉运动微分方程式 奈維—斯托克斯	
运动方程式	
9. 柏努利方程式	26
10. 液体的流出	30
容器內保持一定液位时經過器底小孔的流出 容器內保持一定液	
位时从側壁上小孔的流出 容器內液面随时变动时的流出	
11. 相似論及因次分析法的基本原理	32
基本概念 相似定理 用相似方法轉換微分方程式 因次論	
的基本原理	

12. 層流时的流量公式	39
13. 流体动力相似	42
14. 导管中的阻力	44
阻力的一般方程式 流体在导管中作層流时的摩擦阻力 流体 在导管中作湍流时的摩擦阻力 管壁糙度对阻力的影响 局部 阻力的計算	
15. 管徑的选择	52
16. 导管中流体速度和流量的測定	54
压强計 測速管 节流流速計	
第二章 液体的輸送	59
17. 容积泵	59
單动泵 双动泵 差动泵 送液能力 容积效率 泵的 流量曲綫圖 泵筒的大小与泵的轉数	
18. 往复泵的压头高度与功率	64
汲入高度 空气室 泵的功率与效率	
19. 容积泵的構造	69
往复泵 迴轉泵	
20. 离心泵	72
操作原理 液体在泵內的运动 离心泵的基本方程式 汲入 高度 离心泵的送液能力、軸功率和效率 泵的特性曲綫 离心泵的相似 比轉数	
21. 离心泵的構造	79
泵的类型 离心泵和往复泵的比較	
22. 其他类型泵。虹吸管	82
渦流泵 酸蛋 噴射泵 空气升液器 虹吸管	
第三章 气体的压縮	88
23. 基本概念	88
絕热、等温与多变压縮和減压 机器的分类	
24. 往复压縮机	91
作用原理 压縮机的理論功圖与示功圖 多段压縮 压縮机 的生产能力 压縮机消耗的功率	
25. 往复压縮机的構造	99
往复压縮机的分类 單段压縮机 双段与多段压縮机 往复 式真空泵 旋轉压縮机和鼓風机 迴轉真空泵 往复压縮机 和真空泵的安裝	
26. 渦輪鼓風机及渦輪压縮机	107
操作原理和分类 压头 生产能力 功率与效率 渦輪鼓 風机与渦輪压縮机的構造	

27. 气体喷射泵及压缩机	113
蒸汽喷射泵及压缩机 水喷射泵	
28. 送风机	117
离心式送风机 轴流式(旋桨式)送风机 自然通风	
29. 气 柜	120
湿式低压气柜 干式低压气柜 高压气柜	
第四章 气体非均一系的分离	126
30. 气体非均一系	126
气体非均一系的性质及其分离方法	
(甲) 气体的流体力学法净制	127
31. 利用重力作用的气体净制	127
沉降速度 沉降设备的生产能力 沉降设备的构造	
32. 利用离心力净制气体	133
离心降尘器的作用原理 离心力和分离因数 沉降速度 旋	
风分离器的尺寸及其效率 旋风分离器的构造	
33. 湿法气体净制	140
湿法净制气体设备的构造 泡沫设备	
34. 气体过滤	144
气体过滤器的构造	
(乙) 气体的电净制法	147
35. 电净制的理论	147
电净制过程的物理原理 电流强度与电压 沉降速度 电能	
用量	
36. 电除尘器的构造	151
第五章 液体非均一系的分离	158
37. 液体非均一系	158
悬浮液 乳浊液	
(甲) 沉 降	159
38. 沉降与倾析	159
沉降速度 沉降器的生产能力	
39. 沉降器的构造	162
(乙) 过 滤	165
40. 概 述	165
过滤速度 滤渣的洗涤	
41. 过滤方程式	167
42. 间歇式过滤机	173
过滤机的分类 粒状过滤隔层过滤器 滤布过滤机 固定的	
刚性过滤隔层过滤器	

43. 連續式過濾机	183
外濾面式轉筒真空過濾机 內濾面式轉筒真空過濾机 圓盤真 空過濾机 鏈帶式真空過濾机 毯帶式過濾机 加壓連續式 過濾机	
(丙) 离心分离	191
44. 离心机的計算基础	191
离心力及分离因数 鼓內的液面 离心分离过程的特点 离 心机的生产能力 离心机轉軸的功率	
45. 离心机的構造	198
离心机的分类 間歇式离心机 連續式离心机	
第六章 物料的攪拌	208
(甲) 液体介質中的攪拌	208
46. 机械攪拌	208
攪拌过程中的流体动力相似 運轉功率 起動功率 影响所 需功率数值的各种因素	
47. 机械攪拌器的構造	216
平槳式攪拌器 旋槳式攪拌器 渦輪式攪拌器 特种攪拌器	
48. 气体攪拌	220
(乙) 在固体、散粒狀及糊狀物料中的攪拌 (混合)	221
49. 固体、散粒狀及糊狀物料的混合器	221
帶有轉动槳叶的混合器 螺旋混合器 混合筒	

第二篇 热 过 程

第七章 傳 热	224
50. 热傳导	224
溫度場与溫度梯度 傅立叶定律与导热系数 固体的导热系数 液体及气体的导热系数 热傳导微分方程式 在稳定热流时平壁的热傳导 在稳定热流时圓筒壁的热傳导 不稳定热流中的热傳导	
51. 热輻射	234
总論 斯蒂凡—波茨曼定律 克希霍夫定律 兩固体間的互 相輻射 气体的热輻射	
52. 对流傳热 (給热)	242
总論 給热定律 对流傳热微分方程式 热相似	
53. 給热的实验数据	249
在圓形直管中强制湍流的給热系数 过渡狀況的給热系数 圓 形直管中强制層流的給热系数 任意形狀管中的給热系数 弯	

管內的給热系数	为机械攪拌器攪拌的液体給热系数	流体对單管作强制垂直流动时的給热系数	流体对管束作强制垂直流动时的給热系数	流体自由运动时的給热系数	流体沿垂直面成膜狀流动时的給热系数	气体沿平壁强制流动时的給热系数	蒸气冷凝时的給热系数	液体沸騰时的給热系数	流体直接接触时的給热系数
54. 恒温傳热	輻射—对流的总給热	平壁的恒温傳热方程式	筒壁的恒温傳热方程式						
55. 变温傳热	流体流动的方向	流体并流时的傳热方程式	流体逆流时的傳热方程式	流体錯流时的傳热方程式	流体折流时的傳热方程式	流体流动方向的选择	温度随時間而变化时的傳热方程式	壁温	流体的平均温度
	比热和傳热系数改变时加热面积的計算	不稳定热交换过程的傳热方程式	損失于周圍介質中的热量						
第八章 加热、冷却及冷凝									
(甲) 加热									
56. 热源和加热方法									
57. 水蒸汽加热	直接蒸汽加热	間接蒸汽加热	冷凝水和气体的排除						
58. 热交换器	夾套式热交换器	蛇管式热交换器	套管式热交换器	列管式热交换器	列管式热交换器的流体阻力	螺旋狀热交换器	双管式热交换器	翅片管式热交换器	
59. 煙道气加热	燃料的性質	燃料燃燒过程的計算	爐的热量衡算和燃料的消耗量	爐膛的尺寸	燃燒温度	加热爐的構造			
60. 間接加热	矿物油加热	过热水加热	有机載热体加热	熔鹽加热	水銀和液体金屬加热				
61. 电热法	加热方法及加热裝置的类型	电阻爐	电阻爐的計算	感应电流加热法	介电加热法				
(乙) 冷却和冷凝									
62. 达到常温的冷却	自然散热冷却法	自动蒸發冷却法	加冰加水冷却法	用間壁冷却器的冷却法	冷却水的消耗量				

63. 間壁冷凝器中的蒸气冷凝	323
概念 水冷間壁冷凝器	
64. 混合冷凝器	327
混合冷凝器的構造 在混合冷凝器中水的受热 自冷凝器中抽	
出空气的体积 混合冷凝器的大小	
第九章 蒸 發	335
65. 蒸發的方法	335
概論 單效蒸發 多效蒸發 在帶有热泵的設備中的蒸發	
66. 多效蒸發裝置的物料衡算及热量衡算	343
蒸發裝置的物料衡算 蒸發裝置的热量衡算	
加热第一效蒸發裝置的蒸汽消耗量	
67. 蒸發裝置中的温度損失	349
溶液的蒸气压降低 (温度衰頹) 因流体靜压强而引起的溶液沸	
点温度升高 各效間导管中二次蒸汽的冷却 总温度損失	
68. 有效温度差在各效中的分配	352
有效温度差按蒸發裝置加热面积的总和为最小的条件分配于各效	
有效温度差按各效加热面积相等的条件分配于各效 有效温度差	
按已給的二次蒸汽温度分配于各效 效数的限度	
69. 影响蒸發器生产能力及生产强度的各种因素	358
蒸發器的傳热系数 液体的循环速度 影响蒸發强度的其他因	
素	
70. 蒸發器的構造	361
概論 蒸汽夾套和蛇管式蒸發器 臥式蒸發器 加热室在器	
內的豎式蒸發器 加热室在外的蒸發器 液膜蒸發器 强制	
循环蒸發器 热泵蒸發器	

緒 論

1. 化学工学的研究对象和本课程的任务

在我們周圍的自然界中，不断地进行着复杂且多种多样的变化和現象，这些变化或現象我們称之为自然过程。

在大多数情况下，自然过程都是異常复杂的；如使之向一定方向进行，要受很多因素的限制。研究自然过程，这就是物理学、数学、化学和其他科学的研究对象和任务。

根据研究自然过程所得到的結果而实现了許多工業过程，用以加工天然产物(原料)成为生产資料和消費資料。

將天然产物制成生产資料和消費資料的工業过程称为生产过程或工艺过程 (технологический процесс)。

研究工艺过程并寻找其实现的最有效方法，即是工学 (технология) 的研究对象。这一門科学是在十八世紀末年随大机器工業的發展而产生的，成为实用科学的一个独立部門。工学是研究物理学、化学、力学及其他諸科学之規律的实际运用，以更有效进行各种工艺过程的綜合性科学。

作为一門科学，工学在其發展途徑中蒐集了廣泛的理論和實驗材料，并根据这些材料加以綜合，研究出新的生产过程和改进原有的生产过程。

工学与自然科学不同，它是直接与生产联系着的，而大家都知道，生产永远不会停留在一点上，而总是处于改变和發展中的。所以，現代工業中任一个工艺过程的現有形式，無論何時都不能認為是最終形式。

在社会主义制度的条件下，工学遵循着国家当前的基本政治任务和經濟任务而發展，它决定于規定各工業部門發展方向及具体任务的國民經濟計劃。在化学工学方面，这些任务是：制定并采用新的工艺过程和强化現有的工艺过程，繁重和体力劳动作業的全面机械化，生产管理的自动化，改善劳动条件，降低原料、燃料和能量的消耗，充分利用副产品和生产廢料。

化学工学与机械工学不同的是，后者所研究的过程中被加工的物料仅改变其外形或物理性質，而化学工学所研究的过程中，原材料經過更深入的变化，不仅在物理性質上有改变，而且在物态和化学性質上也有变化产生。

工学之所以分为机械工学和化学工学，仅仅是相对的，因为實質上技术是一个整體，任一生产領域中的發明或改进，如果技术上可能，經濟上有利的話，都必然会引用到其他各个部門。

在化学工学中，依过程进行的条件和被加工物料的性質，采用着各种不同設備。決定設備形式最重要的因素是：参与过程的物質的化学性質，以及它們的物态、溫度、压力、热效应、热交換强度等等。

随着化学工業的發展，化学工学也分成了許多部分，每一部分包括一些性質相近的多少較狹仄範圍內的过程，这些过程只是某些工業部門才具有的。但不管化学工学的分

类如何，有一些过程和設備对各不同部門都是共同的。此外，不同的工艺过程也可以归併成若干类，这样就可对属于某一类諸过程的基本原理加以研究。

“化工过程及設備”課程的研究对象和任务是研究化学工学中一切部門所共有的过程以及这些过程的共同原理。本課程將研究工艺过程的理論和实际基础，計算方法，以及过程进行所用的典型設備和机器。

2. 过程的分类

到現在为止，化工过程还没有任何完全固定的分类方法。实际上根据过程进行的基本規律，可以合理地組合成下列几类：

- 1) 流体动力过程；
- 2) 热过程；
- 3) 扩散过程；
- 4) 冷冻过程；
- 5) 机械过程，即与处理固体有关的过程；
- 6) 化学过程，即被处理物料的化学变化过程。

其中每一类过程又可分为：

- 1) 間歇过程；2) 連續过程；3) 綜合过程。

間歇过程的特征是此过程的每一个阶段都在同一地点进行，状态不稳定，是随時間而变的。間歇过程是在間歇运轉的設備内进行的，最終产品每經一定時間后自設備中全部或部分卸出。卸料后，再加入一份新的原料，週而复始地循环操作。因为間歇过程的状态是不稳定的，故在被处理物料的任一点上，或設備的任一截面上，說明物質加工过程和状态的各物理量或参数（如温度、压力、濃度、比热、速度等）在过程进行中均随時間而改变。

連續过程的特征是所有各操作阶段都在同一時間进行，状态稳定，且連續卸出最終产品。連續过程是在連續运轉的設備中进行的。由于状态是稳定的，在被处理物料的任何一点，或在設備的任一断面上，其物理量或参数在过程进行的全部時間內实际上是不变的。

綜合过程或者是連續过程而其中个别操作阶段是間歇进行的，或者是間歇过程而其中有一个或几个阶段是連續进行的。

連續过程較之間歇和綜合过程，具有許多重要的优点，首先在于：

- 1) 可能实行过程的全部自动化和机械化，这就可以使手工劳动減到最少；
- 2) 所得产品质量均匀，因而也就提高了产品的质量；
- 3) 过程进行所需之設備紧凑，因此可減少設備投資以及修理費用。

所以，現在一切技术部門都力求將旧的間歇式生产过程改变为新的連續式生产过程。

3. 物料計算和能量計算

对任一生产过程，除了需消耗劳动力外，尚需要有1)被处理的物料；2)处理物料所

需能量；3)过程进行所利用的設備和机器。

参与生产过程的物料，不管是原料、半成品或成品，事实上总不可能是绝对純粹的，而是几个單質（組份）的混合物。

混合物的組成以重量百分数或重量分数表示。但在許多情況下为求工艺計算方便起見，物料及其混合物的組成不用一般的重量分数及重量百分数，而用分子百分数或分子分数（克分子分数）来表示。

物料衡算的一般概念 为了求得原材料的消耗量，成品率，設備大小及其生产能力，需要預先进行物料計算。計算的根据是物質不灭定律和以化学方程式所表示的化学計量关系。

按物質不灭定律，被处理物料的重量 G_1 应等于制造后所得物料的重量 G_2 ，即：

$$G_1 = G_2$$

但实际上在生产过程中总是有物料的損失，所以操作后所得产品重量总是小于被处理的原料重量，因之

$$G_1 = G_2 + G_n \quad (I)$$

式中 G_n 为物料損失，仟克。

方程式(1)称为物料衡算方程式。此式無論对于某一一定工序或整个过程，或是对于过程中某一阶段，都是同样适用的。

物料衡算或按全部参与过程的物質列出，或以任一某組份为基准列出。

例如，湿物料干燥过程中，以一个組份为基准的衡算，可按被干燥物料中干物質重量，或按物料中水分重量列出。

在列出一个化学过程的物料衡算时，必須应用表示該过程所进行反应的方程式。

物料衡算的数据通常多列为物料輸入及輸出表，有时为了更明显起見，除表以外尚輔以圖示，用一定比例来表示物質流动的多少。

物料衡算对保証工艺过程正确进行有很大的实用意义。在設計新的生产过程时，可使更正确地选择工艺流程和設備大小。在实际生产操作中，物料衡算可以揭示物料的非生产性損失，定出副产品及雜質的組成和数量，并指出減少副产品及雜質的途徑。

物料衡算反映出生产过程的完善程度和生产狀況。物料衡算列得愈完全，則該工艺过程也研究得愈細致；損耗及副产品愈少，則操作进行得愈为正确。

如果物料衡算列不出来，則表示該过程还研究得不够。如在物料衡算中有大量損耗，則証明过程是不完善的，应当加以改进。

成品率 过程进行所得成品量与被处理原料量之比，以百分数表示，称为成品率。

如果化学过程的进行在量的关系上可以用已知的化学計量方程式表示，則最終产品的成品率就是实际所得产品量和理論上应得产品量的百分比。理論上的量是完全按照反应計量方程式所得的量。

由于有損耗，成品率实际上总是小于100%。显然，成品率愈接近于100%，則过程愈完善，原料的消耗愈少，成品价格亦愈低。

如果还没有精确的化学过程方程式，則用別的方法表示成品率，即产品量或与原料总量相比，或与原料中任一物料的重量相比。在第一种情况，成品率永远小于100%；

在第二种情况，成品率可能小于，也可能大于100%。

生产能力 生产能力是设备和机器的一个主要特性。生产能力可以用单位时间(秒、分、小时、晝夜)内进入的物料量表示，或以单位时间内制造出的成品量表示。被处理的物料量可用下列单位表示：

- 1)重量单位—仟克，吨；
- 2)体积单位—升，米³；
- 3)件数—当处理成件的物料时用之。

例如，粉碎机和磨的生产能力通常以仟克/小时和吨/小时表示；汲送液体的泵生产能力以升/分、米³/秒、米³/分、米³/小时表示；塑料制品压制机，生产能力以件/小时、件/晝夜表示，等等。

当所有其他条件相同时，设备和机器的生产能力决定于其大小及其中所进行过程的速度。设备和机器愈大，过程进行速度愈快，则其生产能力愈高。

生产过程的强度 设备或机器的生产能力对于某一表示该设备或机器性能的基本单位之比称为过程强度。例如，蒸发器的强度以每小时每一米²加热面所蒸发的水分量表示，硫酸生产中，塔的强度以每一米³塔体积每晝夜所得硫酸量表示，等等。

过程强度的提高，可以减少同一生产规模所需的设备数量或缩小设备尺寸；相应地也就减小了基本建设、设备修理和保养的费用，同时提高了劳动生产率这一个基本的生产经济指标。

生产的强化，即增加生产过程的强度，是过渡到更高度的技术水平和提高劳动生产率最重要的任务之一。强化生产过程可使同一设备，同一装置，在同一单位时间内，由同一数量的操作人员，制得更多的产品。

能量衡算 在工艺过程中，物料的处理牵涉到能量(热能、机械能、电能等)的消耗。

为了确定能量的消耗量，需列出能量衡算。表1列出了主要换算当量，此当量是根据以下几个基本计算的量：

- 1)重力加速度=9.81 米/秒²；
- 2)热功当量=427仟克(力)米/仟卡；
- 3)米制马力=75仟克(力)米/秒；
- 4)仟瓦功率=102仟克(力)米/秒。

能量衡算是以能量不灭定律为基础而列出的。依照该定律，引入过程的能量应等于过程进行结果所得的能量；换句话说，在任何过程中输入的能量均应等于输出的能量。

实际上如将一切能量损失(这是任何生产过程中都不可避免的)计入，此等式关系仍可成立。

令

- Q_1 ——随物料进入过程的物理热量，仟卡；
- Q_2 ——自外界引入过程中的热量，仟卡；
- Q_3 ——由于过程进行的结果所放出的热量，仟卡；
- Q_4 ——随物料自过程中排出的物理热量，仟卡；
- Q_5 ——损失于外界的热量，仟卡。

則熱量衡算方程式的形式如下：

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 \quad (\text{II})$$

如果其中四個為已知的話，由此式可求出五個數量中的任一個。通常在設計時，必須由熱量衡算方程式求出需自外界引入的熱量，而在檢查運轉中的設備機器時，則由熱量衡算方程式確定熱量的損失。

功率和效率 除生產能力外，設備和機器還以功率表示其性能。功率是單位時間內消耗或獲得的功，通常以仟瓦或馬力表示。必須將消耗于機器主軸上的功率和帶動此機器的發動機功率區分開來。發動機的功率因它本身和各傳動機件都有能量損失，所以總應大於設備或機器主軸所消耗的功率。

因此，有效功或有效功率永遠小於實際上消耗的功或功率。有效功率 N 及包括了各項損失的實際消耗功率 N_e 之比，稱為機器或設備的效率：

$$\eta = \frac{N}{N_e} \quad (\text{III})$$

實際上效率永遠小於 1。效率愈接近於 1，則該設備或機器愈為完善。

4. 物理量的因次

參與工藝過程的物質具有各種不同的物理性質（密度、粘度等），而這些物質的狀態和過程進行條件又可以各種不同的參數（速度、溫度、壓力等）表示。這些物理量及參數都可以用不同的單位來量度。

因為所有物理量的量度結果取決於量度所用的尺度大小，所以為了確定諸物理量間量的相互關係，應事先規定用什麼單位制作為度量的基礎。

用一定單位制的基本量來表示某一物理量，稱為該物理量的因次（размерность）。依此，物理量的因次不僅與該量本身有關，而且與所採用的單位制有關。同一物理量在不同的單位制中可以具有不同的因次。

一個單位制的建立，系從三個基本而相互獨立的單位出發，即：長度單位、時間單位、質量或力的單位。根據所採用的長度和質量單位的不同，有兩種基本單位制：

1. CGS（厘米-克-秒）單位制，長度單位用厘米，質量單位用克，時間單位用秒；
2. MKS（米-仟克-秒）單位制，其中長度單位採用米，力的單位採用仟克（力），時間單位用秒。

使用量度單位時，決不應當將不同制度的單位參混使用。特別應當記住，在 MKS 制中仟克是力的單位，而不是質量的單位。

在工業實用上，經常是採用 MKS 單位制。

表 1 列出各種不同制度的力學量度單位。

在研究工藝過程時，往往可用物理量的因次來作一些歸納。為此最好將三個基本量——長度、時間和質量（或力）——不管採用什麼單位制，均可以一般形式表示為：
 L —長度， T —時間， M —質量， F —力。

任一物理量可以 CGS 制表示成下列形式：

$$\text{速度}[v] = [LT^{-1}],$$

各种制度的力学量度单位①

第 1 表

量	單 位		因 次 式	
	厘米, 克, 秒 (CGS) 制	米, 仟克, 秒 (MKS) 制	CGS 制	MKS 制
長 度	1 厘米	1 米	L	L
質 量	1 克(質)	仟克 = $\frac{\text{仟克(力)秒}^2}{9.80665 \text{ 米}}$	M	FT^2L^{-1}
时 間	1 秒	1 秒	T	T
速 度	1 厘米/秒	1 米/秒	LT^{-1}	LT^{-1}
加速度	1 厘米/秒 ²	1 米/秒 ²	LT^{-2}	LT^{-2}
力	1 达因 = 1 克(質)厘米/秒 ²	1 仟克(力)	LMT^{-2}	F
功	1 尔格 = 1 克(質)厘米 ² /秒 ²	1 仟克(力)米	L^2MT^{-2}	LF
功 率	1 尔格/秒 = 1 克(質)厘米 ² /秒 ³	仟克(力)米/秒	L^2MT^{-3}	LFT^{-1}
压 力	1 巴 = 1 达因/厘米 ² = 1 克(質)/厘米秒 ²	仟克(力)/米 ²	$L^{-1}MT^{-2}$	$L^{-2}F$

$$\text{加速度}[a] = [LT^{-2}],$$

$$\text{力}[f] = [MLT^{-2}],$$

$$\text{功率}[N] = [ML^2T^{-3}]$$

这些式子称为因次式, 其中的幂次也就是該物理量对所取基本物理量的因次。

將各种不同物理量用因次式表示, 是因次論的研究对象和任务, 其基本概念將在以后叙述。

① 本書以前各版以及各譯本中力(重量)的因次都写作 κL , 而沒有写成 κF 。本版以后也將如此。(原註)
本書譯本是以仟克表力的單位, 沒有写作仟克(力)——譯者註。

第一篇 流体动力过程

第一章

流体力学基础

化学工业生产过程中所处理的物料多半是液态和气态。流体力学（应用力学的一个部門）就是研究液体和气体平衡及运动规律的科学。

同样，利用流体力学的方法以使非均一系分离的过程：沉降、过滤、离心分离，以及搅拌等，在化学工艺过程中也应用极广。

进行流体力学过程时，需利用到：重力（在沉降及悬浮液的分离时用）、压力（过滤时用）和离心力（在离心分离时用）。这些过程在外表上虽然不同，但都是基于液体、气体和固体质点在一定介质中的共同运动规律，因此可以称为流体力学过程（гидравлический процесс）或流体动力过程（гидродинамический процесс）。

要研究这些过程，必须具备流体力学的基本知识。

（甲）流体静力学

5. 基本定义

物质的液态和气态 呈流体状态的物质其特征在于其质点几乎有无限的流动性，而且可以几乎毫无阻力的将其形状分裂或改变。

流体物质又分为液态和气态。凡物体几乎丝毫不能压缩，而且受热时膨胀极小，则此种物体的存在状态称为液态（капельно-жидкое состояние）；液体的密度几乎不随压强和温度而改变。

相反地，气态的特征是具有极显著的可压缩性，和较大的体膨胀系数。因此，气体的密度随温度与压强的变化而有很大的改变。气体的运动，只要其速度没有达到一定的限度，即没有达到音速，其规律仍与液体的运动规律类似。

当研究很多关于液体的静止和运动状态的理论问题时，在流体力学上都采用所谓理想液体（идеальная жидкость），即受到压强的作用绝对不被压缩，本身的体积也不随温度而改变，同时液体质点也没有内摩擦力。在流体力学中一般所指“理想液体”，具有不变的密度，而温度膨胀系数与质点的内部摩擦力都认为等于零。

重度 单位体积的液体或气体的重量，称为重度（удельный вес）（ γ ）。

令

G ——液体或气体的重量，仟克；

V ——液体或气体的体积，米³。