

高等學校教學用書

蒸餾及精餾理論教程

苏联 C. A. 巴加屠罗夫著

石油工業出版社

高等学校教学用书

蒸馏及精馏理论教程

苏联 C.A.巴茄屠罗夫著

郭天民译 刘衍烈校订

苏联高等教育部批准作为高等学校教材

石油工业出版社

內 容 提 要

本書是以蒸餾與精餾過程的熱力學理論作為基礎的。書中用化學熱力學原理來解釋溶液與蒸氣的平衡及它們的性質，闡述蒸餾與精餾的理論、計算精餾塔的方法、恒沸點蒸餾以及抽提蒸餾等問題。

本書是石油加工工藝學方面的理論參考書，除作為石油高等學校教學教材外，也可供一般化工系學生和煉油廠及其他有關的化工廠工程師、技術員參考。

С. А. БАГАТУРОВ

КУРС ТЕОРИИ ПЕРЕГОНКИ

И РЕКТИФИКАЦИИ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСОНТЕХИЗДАТ)

1954年莫斯科版翻譯

統一書號：15037·85

蒸餾及精餾理論教程

郭天民譯 劉衍烈校訂

石油工業出版社出版(地址：北京六條橋石油工業部十號樓)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張18 $\frac{1}{2}$ * 364千字 * 印1—4,100冊

1956年9月北京第1版第1次印刷

定價(10)2.50元

目 錄

序 言	5
第一章 热力学平衡的理論基础	9
§ 1. 物体 (9) § 2. 物体的性質与状态 (10) § 3. 过程 (10) § 4. 系統 (11) § 5. 物相 (12) § 6. 量的性質与势的性質 (12) § 7. 相平衡 (13) § 8. 系統的組份 (15) § 9. 系統的自由度 (16) § 10. 热力学方法 (16) § 11. 相律 (17) § 12. 平衡过程或似靜过程 (18) § 13. 任一平衡循环热温比之和 (21) § 14. 嫡的原理 (23) § 15. 自發过程的方向 (26) § 16. 等压位 (27) § 17. 自由能 (29) § 18. 热力学系統的平衡条件 (30) § 19. 部分分子数量与化学位 (31) § 20. 蒸气压曲綫 (34) § 21. 临界点 (36) § 22. 克劳休斯-克萊普郎方程式 (38) § 23. 計算飽和蒸气压的方法 (39) § 24. 汽化潛热 (43)	
第二章 决定物質性質的热力学方法	44
§ 1. 逸度 (44) § 2. 計算气态系統逸度的方法 (46) § 3. 計算凝縮系統逸度的方法 (51) § 4. 标准状态 (52) § 5. 活度 (52) § 6. 溫度、压力与濃度对部分分子数量的影响 (54) § 7. 計算單組份系統性質的一般化方法 (58) § 8. 計算气体混合物性質的一般化方法 (63) § 9. 假临界常数的决定 (70)	
第三章 溶液	72
§ 1. 概念的定义 (72) § 2. 溶液的組成 (72) § 3. 重量分率 (73) § 4. 分子分率 (73) § 5. 体积分率 (74) § 6. 公斤分子与平均分子量 (75) § 7. 組成的換算 (75) § 8. 平均分子量与平均重率的計算 (76) § 9. 二元系統的公式 (79) § 10. 其他形式的濃度 (79) § 11. 將相对濃度	

变换成表示物相组成的其他形式 (81) § 12. 理想溶液的假设 (84) § 13. 道尔顿定律 (86) § 14. 拉乌尔定律与亨利定律 (88) § 15. 理想系统中的气-液平衡 (90) § 16. 泡点与露点等压曲线 (93) § 17. $y-x$ 平衡曲线 (96) § 18. 平衡曲线的计算与绘制 (98) § 19. 热焓平衡图 (101) § 20. 液态溶液的分类 (104) § 21. 以任何比例相溶解的液体 (104) § 22. 部分互溶的液体 (113) § 23. 组份相互溶解度很小的系统 (122) § 24. 高压下的气-液平衡 (128) § 25. 非理想溶液 (136) § 26. 二元系统的临界现象 (141) § 27. 冷凝与汽化的反现象 (150)

第四章 蒸馏的理论152

§ 1. 基本概念与定义 (152) § 2. 汽化与冷凝过程进行的方式 (154) § 3. 一次过程 (155) § 4. 按 A.M. 特列古波夫的方法作二元系统的一次汽化曲线 (163) § 5. 组份部分互溶系统相状态的一次变化 (164) § 6. 相状态的多次变化过程 (167) § 7. 具有单向相平衡曲线系统的渐次汽化 (170) § 8. 具有单向相平衡曲线系统的渐次冷凝 (172) § 9. 多组份系统中相状态的一次变化过程 (174) § 10. 多组份系统的渐次汽化 (178) § 11. 多组份系统的渐次冷凝 (180) § 12. 用饱和水蒸汽的蒸馏 (182) § 13. 用过热蒸汽的蒸馏 (186)

第五章 汽提蒸馏塔189

§ 1. 精馏过程的实质 (189) § 2. 塔操作的分析方法 (195) § 3. 物流从一个接触段过渡到另一个接触段时重量的变化 (196) § 4. 汽提蒸馏塔 (199) § 5. 汽提塔的物料平衡与热平衡 (201) § 6. 汽提塔的浓度方程式 (204) § 7. 汽提塔塔板上物相组成的决定 (210) § 8. 重沸器中所消耗的热量与溢流量之间的关系 (213) § 9. 最小溢流量 (214) § 10. 重沸器的最小热量 (216) § 11. 极限浓度 (217) § 12. 汽提塔的最少塔板数 (222) § 13. 汽提塔理论塔板数的计算

(225) § 14. 用 $y-x$ 圖作汽提塔的計算(228) § 15. 已知系統在汽提塔中全部精餾問題的分析(230)

第六章 提濃精餾塔.....240

§ 1. 塔的描述(240) § 2. 提濃塔的物料平衡与热平衡(242) § 3. 提濃塔部分冷凝器中所除去热量的变化(245) § 4. 提濃塔的濃度方程式(248) § 5. 提濃塔塔板上物相組成的決定(253) § 6. 部分冷凝器中所除去的热量与蒸气流及液流重量之間的关系(257) § 7. 提濃塔中的最小溢流量(258) § 8. 提濃塔部分冷凝器中所除去的最少热量(260) § 9. 極限濃度(262) § 10. 提濃塔的最少塔板数(263) § 11. 提濃塔理論塔板数的計算(271) § 12. 用 $y-x$ 圖作提濃塔的計算(274) § 13. 已知系統在提濃塔中全部的精餾問題的分析(276)

第七章 完整的精餾塔.....291

§ 1. 塔的描述(291) § 2. 完整塔的物料平衡与热平衡(292) § 3. 完整塔进料段的計算(297) § 4. 进料段計算的圖解-分析法(302) § 5. 完整塔塔板数的計算(304) § 6. 用 $y-x$ 圖作完整塔的計算(306) § 7. 原料的热状态与相状态对濃度綫位置的影响(312) § 8. 进料位置的改变对塔板总数的影响(316) § 9. 当塔的进料是过热蒸气时, 进料段的計算(322) § 10. 当塔的进料是沒有加热到沸点的液体时, 进料段的計算(323) § 11. 部分冷凝器中所除去的热量的計算(324) § 12. 冷迴流(325) § 13. 塔頂循环迴流(327) § 14. 側綫循环迴流(328) § 15. 用热焓圖對於具有两个进料的精餾塔的計算(330) § 16. 压力的选择(338) § 17. 迴流量的选择(339) § 18. 良好的冒泡条件以及塔板形式的选择(341) § 19. 溢流管(349) § 20. 塔壳体上的短管裝置(351) § 21. 塔板的水力計算(352) § 22. 塔的直径和它的生产率(364) § 23. 塔板的效率(368)

第八章 間歇精餾.....374

§ 1. 过程的特点与进行的方式(374) § 2. 餾出物組成保持不

变的間歇精餾(377) § 3. 蒸鍋 換热 表面的 决定(395) § 4. 餾出物組成改变时的間歇精餾(397)

第九章 有过热蒸汽存在时的精餾.....393

§ 1. 引言(399) § 2. 理論的叙述(401) § 3. 汽提塔中过热蒸汽操作的分析(402) § 4. 汽提塔在有过热蒸汽存在时操作的計算示例(411) § 5. 提濃塔中过热蒸汽操作的分析(417) § 6. 提濃塔在有过热蒸汽存在时操作的計算示例(427) § 7. 有过热蒸汽存在时全塔操作的分析(435) § 8. 全塔在有过热蒸汽存在时操作的計算示例(437) § 9. 由几乎不揮發的殘液中蒸出溶剂过程的計算(444)

第十章 复杂系統的精餾.....453

§ 1. 引言(453) § 2. 分离复杂系統的原理流程(453) § 3. 复杂系統精餾計算的基本特点(455) § 4. 关键組份的概念(458) § 5. 离开部分冷凝器頂部蒸气的溫度以及塔中压力的决定(459) § 6. 塔底溫度的决定(461) § 7. 利用相对揮發度系数計算复杂系統中的相平衡条件(462) § 8. 對於复杂塔从一个接触段到另一个接触段的分析計算(465) § 9. 蒸气流与液流的重量沿塔高度变化的考虑(473) § 10. 复杂塔中最适宜的进料位置(475) § 11. 最小迴流重量(479) § 12. 最小迴流重量的簡化計算法(485) § 13. 进料板上組成的簡化計算法(486) § 14. 复杂塔的最少塔板数(490)

文献.....493

目 錄

序 言	5
第一章 热力学平衡的理論基础	9
§ 1. 物体 (9) § 2. 物体的性質与状态 (10) § 3. 过程 (10) § 4. 系統 (11) § 5. 物相 (12) § 6. 量的性質与势的性質 (12) § 7. 相平衡 (13) § 8. 系統的組份 (15) § 9. 系統的自由度 (16) § 10. 热力学方法 (16) § 11. 相律 (17) § 12. 平衡过程或似靜过程 (18) § 13. 任一平衡循环热溫比之和 (21) § 14. 嫡的原理 (23) § 15. 自發过程的方向 (26) § 16. 等压位 (27) § 17. 自由能 (29) § 18. 热力学系統的平衡条件 (30) § 19. 部分分子数量与化学位 (31) § 20. 蒸气压曲綫 (34) § 21. 临界点 (36) § 22. 克劳休斯-克萊普郎方程式 (38) § 23. 計算飽和蒸气压的方法 (39) § 24. 汽化潛热 (43)	
第二章 决定物質性質的热力学方法	44
§ 1. 逸度 (44) § 2. 計算气态系統逸度的方法 (46) § 3. 計算凝縮系統逸度的方法 (51) § 4. 标准状态 (52) § 5. 活度 (52) § 6. 溫度、压力与濃度对部分分子数量的影响 (54) § 7. 計算單組份系統性質的一般化方法 (58) § 8. 計算气体混合物性質的一般化方法 (69) § 9. 假临界常数的决定 (70)	
第三章 溶液	72
§ 1. 概念的定义 (72) § 2. 溶液的組成 (72) § 3. 重量分率 (73) § 4. 分子分率 (73) § 5. 体积分率 (74) § 6. 公斤分子与平均分子量 (75) § 7. 組成的換算 (75) § 8. 平均分子量与平均重率的計算 (76) § 9. 二元系統的公式 (79) § 10. 其他形式的濃度 (79) § 11. 將相对濃度	

变换成表示物相组成的其他形式 (81) § 12. 理想溶液的假设 (84) § 13. 道尔顿定律 (86) § 14. 拉乌尔定律与亨利定律 (88) § 15. 理想系统中的气-液平衡 (90) § 16. 泡点与露点等压曲线 (93) § 17. $y-x$ 平衡曲线 (96) § 18. 平衡曲线的计算与绘制 (98) § 19. 热焓平衡图 (101) § 20. 液态溶液的分类 (104) § 21. 以任何比例相溶解的液体 (104) § 22. 部分互溶的液体 (113) § 23. 组份相互溶解度很小的系统 (122) § 24. 高压下的气-液平衡 (128) § 25. 非理想溶液 (136) § 26. 二元系统的临界现象 (141) § 27. 冷凝与汽化的反现象 (150)

第四章 蒸馏的理论152

§ 1. 基本概念与定义 (152) § 2. 汽化与冷凝过程进行的方式 (154) § 3. 一次过程 (155) § 4. 按 A.M. 特列古波夫的方法作二元系统的一次汽化曲线 (163) § 5. 组份部分互溶系统相状态的一次变化 (164) § 6. 相状态的多次变化过程 (167) § 7. 具有单向相平衡曲线系统的渐次汽化 (170) § 8. 具有单向相平衡曲线系统的渐次冷凝 (172) § 9. 多组份系统中相状态的一次变化过程 (174) § 10. 多组份系统的渐次汽化 (178) § 11. 多组份系统的渐次冷凝 (180) § 12. 用饱和水蒸汽的蒸馏 (182) § 13. 用过热蒸汽的蒸馏 (186)

第五章 汽提精馏塔189

§ 1. 精馏过程的实质 (189) § 2. 塔操作的分析方法 (195) § 3. 物流从一个接触段过渡到另一个接触段时重量的变化 (196) § 4. 汽提精馏塔 (199) § 5. 汽提塔的物料平衡与热平衡 (201) § 6. 汽提塔的温度方程式 (204) § 7. 汽提塔塔板上物相组成的决定 (210) § 8. 重沸器中所消耗的热量与溢流量之间的关系 (213) § 9. 最小溢流量 (214) § 10. 重沸器的最小热量 (216) § 11. 极限浓度 (217) § 12. 汽提塔的最少塔板数 (222) § 13. 汽提塔理论塔板数的计算

(225) § 14. 用 $y-x$ 圖作汽提塔的計算(223) § 15. 已知系統在汽提塔中全部精餾問題的分析(230)

第六章 提濃精餾塔.....240

§ 1. 塔的描述(240) § 2. 提濃塔的物料平衡与热平衡(242) § 3. 提濃塔部分冷凝器中所除去热量的变化(245) § 4. 提濃塔的濃度方程式(243) § 5. 提濃塔塔板上物相組成的決定(253) § 6. 部分冷凝器中所除去的热量与蒸气流及液流重量之間的关系(257) § 7. 提濃塔中的最小溢流量(258) § 8. 提濃塔部分冷凝器中所除去的最少热量(260) § 9. 極限濃度(262) § 10. 提濃塔的最少塔板数(263) § 11. 提濃塔理論塔板数的計算(271) § 12. 用 $y-x$ 圖作提濃塔的計算(274) § 13. 已知系統在提濃塔中全部的精餾問題的分析(276)

第七章 完整的精餾塔.....291

§ 1. 塔的描述(291) § 2. 完整塔的物料平衡与热平衡(292) § 3. 完整塔进料段的計算(297) § 4. 进料段計算的圖解-分析法(302) § 5. 完整塔塔板数的計算(304) § 6. 用 $y-x$ 圖作完整塔的計算(306) § 7. 原料的热状态与相状态对濃度綫位置的影响(312) § 8. 进料位置的改变对塔板总数的影响(316) § 9. 当塔的进料是过热蒸气时, 进料段的計算(322) § 10. 当塔的进料是沒有加热到沸点的液体时, 进料段的計算(323) § 11. 部分冷凝器中所除去的热量的計算(324) § 12. 冷迴流(325) § 13. 塔頂循环迴流(327) § 14. 側綫循环迴流(328) § 15. 用热焓圖对于具有两个进料的精餾塔的計算(330) § 16. 压力的选择(333) § 17. 迴流量的选择(339) § 18. 良好的冒泡条件以及塔板形式的选择(341) § 19. 溢流管(349) § 20. 塔壳体上的短管裝置(351) § 21. 塔板的水力計算(352) § 22. 塔的直径和它的生产率(364) § 23. 塔板的效率(368)

第八章 間歇精餾.....374

§ 1. 过程的特点与进行的方式(374) § 2. 餾出物組成保持不

变的間歇精餾(377) § 3. 蒸鍋換热表面的决定(395) § 4. 馏出物組成改变时的間歇精餾(397)

第九章 有过热蒸汽存在时的精餾.....393

§ 1. 引言(399) § 2. 理論的叙述(401) § 3. 汽提塔中过热蒸汽操作的分析(402) § 4. 汽提塔在有过热蒸汽存在时操作的計算示例(411) § 5. 提濃塔中过热蒸汽操作的分析(417) § 6. 提濃塔在有过热蒸汽存在时操作的計算示例(427) § 7. 有过热蒸汽存在时全塔操作的分析(435) § 8. 全塔在有过热蒸汽存在时操作的計算示例(437) § 9. 由几乎不揮發的殘液中蒸出溶剂过程的計算(444)

第十章 复杂系統的精餾.....453

§ 1. 引言(453) § 2. 分离复杂系統的原理流程(453) § 3. 复杂系統精餾計算的基本特点(455) § 4. 关键組份的概念(458) § 5. 离开部分冷凝器頂部蒸气的溫度以及塔中压力的决定(459) § 6. 塔底溫度的决定(461) § 7. 利用相对揮發度系数計算复杂系統中的相平衡条件(462) § 8. 對於复杂塔从一个接触段到另一个接触段的分析計算(465) § 9. 蒸气流与液流的重量沿塔高度变化的考虑(473) § 10. 复杂塔中最适宜的进料位置(475) § 11. 最小迴流重量(479) § 12. 最小迴流重量的簡化計算法(485) § 13. 进料板上組成的簡化計算法(486) § 14. 复杂塔的最少塔板数(490)

文獻.....493

序 言

石油与石油产品的加工是由許多具有一定严格順序、操作条件稳定、性質上不同的單元生产过程所構成。这些生产过程的程序是要改变起始原料的性質，目的是要以最少的劳动力、能量与材料来获得适应於技术条件与标准的产品。这些單元过程的例子是液体的加热与汽化、蒸气的冷凝、溶液的吸收、提取与精餾、混合物的沉降、过滤与离心等等。每一个这种單元过程都要在适当型式的設備中来实现。例如石油厂中的加热要採用管式爐与換热器，冷却与冷凝則要用各种型式的冷却器与冷凝器，吸收与精餾——塔式设备等。

主要的加工工艺过程(在每个具体情况下都是單元过程对原料所起作用的总和)是石油工学研究的对象，並且根据起始原料的性質和目的产品的品質来設計。由於产品的多样性和不同类型石油原料性質上的特点，使我們必須把石油工学分成几部分，各部分分別根据原料性質与最終产品性質上的特征把相近的一类工艺过程联合起来。

我們的任务並不是要去作石油工艺各部分的分类，但是指出这一点很重要，就是在每一个部分中主要的工艺过程都是把某些單元过程結合起来，安排成一定的系統与順序，而这些單元过程大多数對於石油工艺的各个部分都是共同的。

石油高等学校中“石油加工过程与設備”这一門課程的目的就是要研究这些對於各个石油工艺部分有代表性的單元过程的理論，确定設備(进行單元过程的設備)的操作情况以及計算設備尺寸和構成設備的方法。

在“石油加工过程与設備”这一門課程中蒸餾与精餾的理論

佔着主要的地位，它是本課程中研究得最深入与最仔細的部分，研究了它使我們能够很好地熟悉分析石油加工过程的一般方法。研究蒸餾与精餾的理論，要涉及广泛的基本概念，这些概念在以后研究其他相近的單元过程时也要用到。因此在石油高等学校中蒸餾与精餾理論的叙述放在“石油加工过程与設備”課程的其他部分之前。这个傳統还是 A. M. 特列古波夫教授在三十年代之初奠定的，直到現在已經根深蒂固，並且如今在所有石油高等学校中都已公認了。

为了要得到在質量上滿足於技术条件与标准的石油加工产品，在塔式裝置中借助於精餾来分离它們已經成为必要的条件，因此精餾塔几乎成为每个石油厂裝置中不可缺少的一部分。因此根据严格拟定出的精餾塔操作理論来作出經濟上最适宜的設計具有特殊的重要性。精餾塔在工業与實驗室条件下的計算、設計、操作的分析以及熟練的運轉是和一整串的問題有关的。这些問題即液态与气态混合物的性質，它們的汽化与冷凝过程，当它們接触时的物質与能量的交换，这种交换在不同情况下进行的深度等等。所有这些問題要得到解决，需要从相应的物理化学，化学工艺学与化学热力学的領域內吸取各种数据与知識。

圍繞着蒸餾与精餾过程理論的科学基础而产生的問題，在不同的情况下，可以以不同的深度来研究。这些問題中有一些已經經過深入与細致的研究，而另一些还只具有初步很不完善的数据，只能近似地确定被研究現象的實質。在有一些情况下从相应有关的領域中吸取了知識，就足够对現象作出准确的量的估計，而在另一些情况下由於所拥有的数据不够充分并且研究得不够完全，不得不只作初步近似的定性估計。例如从化学热力学中吸取了适当的知識，就能够創造出構成蒸餾与精餾过程热力学理論的严格基础，而塔中汽化与扩散机理的問題所

拥有的知識還不足以對所發生的過程作嚴格的定量估計。

事實上，精餾塔中的精餾過程是在蒸氣流與液流緊密接觸的條件下進行的，於是就引起了物相相互作用，能量交換與物質交換的複雜景象。這種複雜現象的性質可以初步地表示為雙方面的物質交換與能量交換，而量的估計則以理想接觸段的假設作為基礎。曾經企圖更深入地研究接觸段上物質交換與能量交換過程的動力學本質，但是直到現在還沒有建立起充分的論證和可靠的關係能使我們用動力學關係來描述過程的進行，以代替用靜力學表達過程的理論塔板法。因此在設計精餾塔時應當把理論數據與取自實驗室試驗或取自實際設備的經驗指標結合起來，並綜合先進工作者的實際操作經驗。

在以下各章中將闡述蒸餾與精餾過程的熱力學理論，關於它的發展與加深我們主要要歸功於蘇聯學者 A. M. 特列古波夫教授，C. H. 奧布良德奇可夫教授的工作以及 A. И. 斯柯勃羅，B. K. 阿美利加及其他學者們的研究。這些研究家的工作闡明了蒸餾與精餾過程的理論已經從純粹實際經驗（可以說手工藝的）的水平提高到現代科學的水平。A. M. 特列古波夫的著作“蒸餾與精餾理論”，在他去世後，於1946年印出了第三版，這本書在二十年的期間中一直是石油工程師的必讀書籍。其中最有意義的一部分——初創的複雜系統精餾的理論——是 A. M. 特列古波夫教授多年來研究的成果。也應當指出，A. M. 特列古波夫在有過熱蒸汽存在的精餾理論這個領域內的研究，對於說明這個複雜的問題有許多幫助；他在分析精餾塔的操作方案和操作情況這方面的研究以及其他一些也很重要的工作，確定並修正了許多不正確的概念。C. H. 奧布良德奇可夫教授曾經對分離石油混合物的精餾塔的計算理論與方法完成了重要的工作，他曾研究了在一般情況與特殊情況下有過熱蒸汽存在時的精餾理論，提出了他自己獨創的複雜塔計算法。A. И. 斯

柯勃罗的著作给出了过热蒸汽在汽提塔中最正确的工作景象，並研究了在精餾石油混合物时分离精确性的問題。在B. K. 阿美利加的工作中，特別应当指出他对全塔进料段計算方法的研究，直到現在就这个領域中曾發表过的文献来看，仍然是最好的。

H. И. 噶里派林所著的“蒸餾与精餾”(1947年)一書以及A. Г. 卡薩特金所著的教科書“化学工艺的主要过程与設備”中相应的章节在明确与發展精餾的理論上起着出色的作用。

第一章 热力学平衡的理论基础

蒸馏与精馏过程理论的科学基础是关于热力学平衡的学说。在物理化学及化学热力学教程中这个学说的基本概念与陈述是从一般的观点上来说明的，並沒有專門涉及到直接屬於这些个别过程的一些問題。由於平衡学说特別重要，因此闡明这个理论的基本概念及它的結論是有意义的。这些概念与結論對於蒸馏及精馏过程理论科学基础的發展具有重大的意义。

研究現象的严格的、演繹的热力学方法要求对一系列基本概念与名詞下出准确而完全的定义，这些概念与定义在热力学本身以及在所有直接应用到它的領域中被广泛地利用。虽然这些概念与名詞看起来大家都是知道的，但是清楚而精确地通曉它們的內容，則需要認真的思考，这些条件是完全必要的，沒有它們就不可能研究以后所敘述的內容。因此最好先来研究一下这些基本概念与名詞，根据文献中最恰当的、能把內容包括进去的說法[1,3,10,15]来給它們下定义。

§ 1. 物 体

成为热力学研究对象的具有一定体积並以一系列物理与化学性質所表征的物質称为物体。物体可以是物理上均一的或非均一的，这决定於表征物体的物理性質在所有各部分是否一致。完全一样，物体在化学上可以是均一的或非均一的，要看它是只由一种分子組成呢还是由不同的分子組成。例如，天然石油气是化学非均一的物体，因为它是甲烷、乙烷、丙烷与其他个别气体的混合物；而乙醇則是化学上均一的，因为它只由一种分子組成，其中碳、氢与氧互相作化学上的結合。但是天

然石油气与乙醇在物理上都是均一的物体，因为在所有各部分物理性质的数值都是一样的。

§ 2. 物体的性质与状态

所有表征物体的特征，而它们的数值可以用实验方法来测定时，称为物体的性质。物质的物理性质是比容、蒸气压、温度、混合物中某一组成物的含量等等，它们被称为物体状态的参数，因为物理性质数值的总合是表征物体状态的唯一方法。事实上，如果不用数值来表明物体所有各部分的性质，就不能用别的方法来决定物体的状态。由这个定义来看很明显，只要有一个性质起变化，就会引起整个物体状态的改变。

这里对物体热力学性质的这一个重要特点先暂停一下。物体性质数值的每一个总合描绘出某一个已经完全决定的物体的状态，至于物体是通过什么途径达到这个状态的，并没有任何关系。物体的性质是它状态的函数，如果后者这样或那样地被固定了，那末物体所有的性质，现在都具有被这个状态严格决定了的而且是唯一的数值。例如制取异丙苯的方法（这种方法知道的有几种）并不是它的性质，而它在已知温度时的比容或蒸气压在热力学的意义上来说是异丙苯的性质。系统性质数值的总合决定了它的热力学状态，反之，每一个一定系统的平衡状态对应于系统的唯一性质数值的总合，同时指出这一点很重要，就是所建立的关系是单值关系。

物质基本性质的知识在进一步阐明定义及概念上具有一定的意义，它是所有工程师从事工作的必要条件。

§ 3. 过程

物体状态任一物理或化学的变化称为过程。例如气体比容的增加是它的膨胀过程的指标，而物体温度的升高则表征它的