

基本有机合成专业概论讲义

成都工学院

基本有机合成教研组编

1960.9

緒論

基本有机合成工业是发展有机化学工业的基础，它的发展是国家工业化的重要标志之一。它的任务是把最简单最便宜的原料如煤、天然气、石油气、农副产品用各种方法加工处理成为其它有机合成工业（如合成橡胶、合成纤维、塑料、染料、医药等）所需要的原料及半成品；同时也为国民经济的其它部门提供多种产品（如农药、溶剂、洗涤剂、冷冻剂、抗冻剂等）。

本工业主要是生产脂肪族有机合成产物，其生产方式通常是采用连续的生产过程。为了强化这些过程，通常是采用催化剂。过程的特点是在高温高压或在真空、深度冷冻的条件下进行的。

由于科学技术的发展，在国民经济各部门中，无论是工业、农业、交通运输业、国防、尖端科学技术以及在人民日常生活中都日益需要愈来愈多的有机合成产品。这个任务落在我们肩上了。

一基本有机合成工业的任务

远在1956年党的八次全国代表大会的政治报告决议中就专门指出：“……必须积极建立和发展我国重工业中目前还缺乏的或者薄弱的而又是最急需的部分如……有机合成化学工业……的建设等等。”这就充分的说明发展有机合成工业对我国工业的发展具有多么重大的意义。在当前化学工业发展的任务是：

首先，积极支援国民经济的基础——农业的发展。应该指出，只有保证重工业农业的优先发展，才能发展化学工业。

其次是积极支援轻工业的发展，并为轻工业闹闹第二原料基地

第三是积极配合工业和交通运输业的发展，并为尖端技术的发展作好准备。

在促进国民经济化学化、在支援农业的发展方面，基本有机合成工业具有特别重要的意义，实现农业四化的任务向基本有机合成工业提出了各项要求，例如拖拉机和农业机械的橡胶轮胎就需要大量的合成橡胶，提高农作物的增长速度，增加粮食的单位面积产量，这就需要大量的化肥和农药，此外基本有机合成工业目前所采用的主要原料（煤、天然气、石油气等）能完全代替用于技术目的的

食用原料（谷物、馬鈴薯、食用植物油等）并可制得更为丰富的产品。

在提高人民物质文化生活方面，基本有机合成产品也起着很大的作用，例如堅牢美观的合成纤维、鮮艷奪目的彩色軟片、多种塑料制品、日用橡胶制品（胶鞋等）各种染料等等都是以基本有机合成产品为基础而制得的。

现代许多工业部门的技术进展，在很大程度上取决于是否研究并掌握使用新的合成材料、电绝缘材料和耐腐蚀材料，而合成燃料添加剂对近代发动机的有效运转更具有决定性的意义，所有这些物质的原材料都可以从大量的基本有机合成产品中进一步加工而制得。

祖国建设事业飞跃发展为基础有机合成工业的发展开辟了广阔的道路。

二、基本有机合成工业发展的概况

基本有机合成工业是一门新兴的工业，它已成为化学工业中最重要的部门之一。在最近二三十年间，它的发展速度与其它工业部门（包括整个化学工业）比较，在世界各国、尤其是社会主义国家，都是增长得最快的部门之一，这一事实从全世界基本有机合成产品总产量（单位百万吨）的增长情况就不难得到清楚的说明：

1925年	-----0.4
1937年	-----2
1950年	-----9~10
1955年	-----12~13
1957年	-----15~18

在苏联最近十年间基本有机合成工业的发展速度更是惊人，从1950~1955年间，苏联全部工业的产量增长为85%，重工业增长91%，化学工业增长100%以上，而基本有机合成工业则增长了247%以上，根据苏联1959~1965年宏伟的七年计划，到1965年化学工业产品的总产量约增加2倍，合成纤维约增加11~13倍，塑料和合成树脂将要提高7倍，合成橡胶的生产将提高到2.4倍，在这七年中合成聚合物材料将得到特别广泛的发展，因此作为它的原料的基本有机合成工业就得到迅速的发展。

我国拥有极其丰富的基本有机合成工业的原料；其中煤的储量佔世界第一位，石油和天然气的蕴藏量就目前已發現的资源来看，也是极为丰富的，特别是四川省的天燃气，不論在储量或质量上都是世界罕有的，但是在半殖民地半封建的舊中国，整个国民经济都处于被掠夺被压迫的落後状态，基本有机合成的生产或研究工作，完全是一个空白点。

解放以后，在党和政府的正确领导下，基本有机合成工业得到迅速的發展，还在国民经济恢复时期和第一个五年计划期间，党和国家就为这门工业的建立进行了一系列的准备工作，在苏联无私的援助下，吉林最先兴建起我国第一个以煤的气化和以电石为基础的有机合成工业基地，其次在錦西、上海、沈阳、長春等地，开展了一系列的研究工作和新产品的中小型試制工作，积极为大規模的生产建設作了充分的准备，从1956年起，又分別在大連、天津、成都、上海等地的各高等院校中設置了基本有机合成专业，並在广大地区大力开展了资源的勘查工作，特别是从1958年以来，随着国民经济的跃进，我国的基本有机合成工业已经从无到有，走向成長壮大迅速發展的新阶段，吉林、兰卅、上海、天津、太原、長寿等地已分別建立起综合利用煤、电石和石油气的大型基本有机合成工业体系，現已能生产醋酸、甲醇、甲醛、氨、烯、氯丁橡胶、丙烯腈等十种發展有机工业的产品，同时综合利用四川的天燃气，已經成为一項迫不急待的任务，从今年春季以来，在重庆、自貢、永川等地广泛开展了以天燃气制造合成橡胶为主导的各种基本有机合成产品的試制与擴大試驗工作，一系列利用天燃气制造有机合成产品的工厂都正在加速建設中。

同其它工业的發展一样，党在發展基本有机合成工业的方针政策仍然是采用两条腿走路大搞群众运动的方法，因地制宜的全面开花，大中小同时并举，土洋并举，而且在目前主要是以中小型的發展为主，以土为主，由于这一方针的貫徹，全国已出現了一个全民办化学工业的新局面，应该強調指出，大批的小土群和小洋群的建立，对迅速擴大产品品种，增加产量，不断推动技术革命和技术革新的发展起着极为主要的作用，在不長的工作实践中，我国人民已經找到了一条高速發展化学工业的道路，从而打破了办化学工业的神秘观念和唯条件論的說法。

為了適應生產建設的需要，近年來科學研究和耕已遍佈全國，初步形成了體系和中心，高等學校設置本專業的數目也急劇增加。目前，無論在理論工作、生產工藝和生產建設方面，都獲得了顯著的成果，特別是在黨的八屆八中全會反右傾鼓干劲的號召鼓舞下，更進入了一個新的發展時期，以強化生產過程為中心的技術革新運動在化工戰線上得到廣泛地開展，基本有機合成工業不但採用了新技術新工藝，而且原料的綜合利用，一步合成法的研究、特殊性能新品種的試制，也都得到了大 Δ 的促進，相應地強化生產過程的理論研究，也得到了大普及大發展大提高，十一年來我們已經經歷了奠基的階段，不久即將全面地迅速地大發展。

應該着重指出，堅持黨的領導，堅持黨的社會主義建設總路線和一整條兩條腿走路的方針，堅持群眾性的技術革命運動以及其它兄弟國家的无私援助，對於基本有機合成工業的發展，起着決定性的作用，因此對於每一個技術幹部來說，必須正確掌握黨的方針政策，積極學習，才能完成這一光榮的使命。

三、基本有機合成專業概論的內容和學習方法。

在基本有機合成工業的生產過程中，由於反應的複雜性和產品的多樣性，所以對於每一生產過程都有一定的特殊要求，例如用列別捷夫法生產丁二烯時，產物中包括有60種以上的物質，因此為了分離與淨制其中所要求的產品及有價值的付產品，必須採用不同的物理或化學過程，或者同時使用這些過程，在工業生產中，除了採用一些一般的方法如冷凍、吸收、萃取、精餾外，還常常用到一些更複雜更細緻的方法如化學吸收、超吸附、恒沸蒸餾、多組分混合物精餾、萃取提餾等。

此外，大部分的原料、半成品與產品是易燃物質，易和空氣或其它物質混合而發生爆炸，同時，它們往往也具有毒性。

現代化學工業對其工業用水，也有一定的特殊要求，為了保證勞動人民的健康，對污水也要進行特殊的處理。

綜上所述，由於基本有機合成工業生產的特異，這門課的內容除講述工藝學的基本概念及工業用水外，着重講述了某些重要生產的工藝流程及生產條件，以及產品的性質、用途，同時生產中主要原料的來源，在本課程中也占有重要地位。

開設本課程的目的、是為了給同學們了介一般的工業知識和專業的基本知識、毫無疑問、它對今後的基礎課和專業課的學習、對生產勞動和科學研究工作都是非常重要的。同學們在學習這門課程中、要緊要的以毛主席思想為指導、以辯證唯物主義的觀點看待和分析一切問題、同時應結合我國實際、學習其他國家尤其是蘇聯的先進經驗、但是也不應忽視我國老廠的現有經驗、另外、還必需經常注意各種文獻、不斷提高理論水平、掌握最新技術成就和發展方向、在最短時期內、把自己培養成為一個又紅又專的技術幹部。

本課程由下列各章組成：

1. 基本有機合成工藝重要概念及定義
2. 基本有機合成工業的原料
3. 以天然氣為基礎的合成
4. 以乙炔為基礎的合成
5. 以乙烯為基礎的合成
6. 工業用水

通過以上各章的講述、為今後學習基礎課和專業課、為參加科學研究及生產勞動打下良好的基礎。

4401. 37. 陳和道. 9.8.

第一章 基本合成工艺的发展概念及定义

化学工艺学主要是以化学、物理和物理化学的概念为基础，同时它又广泛地渗透到工程实际问题，因此它广泛地运用到这方面的规律和术语。从工业的高度出发，它又具有专门的概念。工艺学利用着物理——化学的规律，并确定这些规律在实际运用中的范围限度。并进行必要的修正，从实际中去丰富和提高我们的理论，从之理论上的结论和原则、常数和公式，又指导着我们去努力争取达到最大经济合理的最高标准。因此明确工艺学中的一些重要概念，了解这些概念的本质，从而进行合理的工艺计算，提示改进方向，这对从事工艺专业的工作者而言是重要而必不可少的环节。

1. 工艺计算之特点

工艺计算为工艺设计之首要和必需的就是决定反应物质数量关系的物料计算，它包括计算原料和辅助材料的消耗，以及产品、半成品和生产排出的废料等，而计算的最重要的根据就是按照相应的反应历程来进行。其次就是工艺过程或操作单元的热量计算，以及计算设备的工艺尺寸、结构强度等。然而必须指出工艺计算具有它固有的特点：

(1) 有时在工艺计算中，常利用对比的方法来引用某些物理——化学的概念及各种常数，比如在以后的化工原理中常提到的相似理论等。在利用文献中之实验数据设计计算资料时，也常运用内插法和外推法，且有时结合实践还操作也重大的改变和补充。

(2) 在我們一般所要求的化学计算中，主要是应用纯化学物质之计算，然而对工艺计算而言，必须根据原料和成品的分析数据，不仅要计算原料和组成品的数量关系，还得计算其组成。

(3) 必须考虑到能够影响反应速度的全部化学、物理和物理化学三条件以及其它辅助操作方面，设备大小、生产能力以及工作时间的利用率等（工作时间的利用率包括工作制和每年有多少工作日等）。当其考虑过程强化时，必须抓着设备之主要矛盾，因为它是它们妨碍设备的最大利用。

(4) 在许多情况下，工艺计算是复杂的，其原因是必须反映出复杂的连续过程（如过程是循环的、连流的、综合性的等）之每一阶段或某一部分的情况。

(5) 工艺计算广泛的利用近似的和经经验性的公式、图表和其它简化

的计标方法，往往须要利用实验或实际经验的数据，才能进行工程的计标。在度量单位上，也不仅利用化学和物理的单位，而且也应用工业和经济上的单位。

(6) 工艺计标，有时也容许一定的许可误差，同时在具体的采用数据时，往往还得考虑安全因素在内，比如设计乙炔压缩机时，其强度常常按操作压力之10倍设计。吸收过程之计标时，实际吸收剂的用量常取理论用量的1.1~1.2倍等。

以上述不难看出，工艺计标有其独特之处，常为工艺工作者计标时必须考虑之因素。

2. 产品产率：

物料计标的主要任务之一就是表示产品的产率，而产率有所理论产率、实际产率、单程产率之分：

理论平衡产率係考虑到了化学条件的影响，反应已达到平衡按化学计标可能达到的最大产率。例如在常压和大气压下1克分子的乙醇和1克分子醋酸反应，反应达平衡后，混合物中将含有0.67克分子的醋酸乙酯、0.67克分子的水、0.32克分子乙醇、0.33克分子醋酸，则醋酸乙酯对乙醇的理论平衡产率为： $\frac{0.67}{0.68} = 98.53$ ，对醋酸的理論平衡产率为： $\frac{0.67}{0.67} = 100\%$ ，应该指出，在工业实际上这个名词是用得极少的。

实际产率和单程产率，是工业实践上用得最多的。现举一例来说明它们的含义：如反应



我们不考虑此反应是否达到平衡，如100克分子乙炔和90克分子氢气混合物通过反应一次以后据分析我们得到了含乙烯50克分子乙炔20克分子的混合气体则：

$$\text{乙烯之实际产率} = \frac{50}{100-20} = \frac{50}{80} = 0.625 = 62.5\%$$

$$\text{乙烯之单程产率} = \frac{50}{100} = 0.5 = 50\%$$

产品的产率一般是对单位原料的消耗量来说的，倘若在生产过程中有数种反应物，则在谈到对原料而言的产率时就必须指出是对那一种原料，比如上例中，可以是对乙炔也可以是对氢而言，而我们的计标正是对乙炔而言的。

除产率而外，还有个重要的概念就是转化率，它的含义指一定量的原

料通过反应后，有多少参加了反应（包括付反应在内）仍然用上述乙炔加氢反应为例，其对乙炔而言的转化率为

$$\text{转化率} = \frac{100-20}{100} = 0.8 = 80\%$$

3. 设备的生产能力及设计能力：

根据生产过程的物料平衡及按平衡而作出的工业计称，就可能求得设备的生产能力。设计能力指一般係指：不论设备和生产条件如何，而单位时间内实际所生产出来的产品量。

设计能力係指：设备设计时，在所采取的最适宜条件下，可能达到的生产能力。

在资本主义社会中，由於腐朽的社会制度决定了它不可被避免受到经济危机，在其工厂中，设备的设计能力和生产能力之间呈现出极大的不协调现象，往往其生产能力仅为设计能力的40~50%；在我们的社会主义社会中，最能充分发挥设备的作用，当家作主的劳动者，以共产主义的同志创造性的工作着，因此不仅是生产能力常达到设计能力，而且许多情况下超过设计能力。产3万辆解放牌汽车的第一汽车制造厂，不在国家投资的情况下，经过工人、技术人员的共同努力使生产能力提高到15万辆/年吗？由此可见，生产能力与设计能力并非一成不变。人的主观能动作用有决定性的作用。

4. 过程强度、反应速度、空间速度和接触时间：

产品产率与反应物在设备中停留时间之比称为过程强度，它与反应速度成正比的关系，而反应速度係指在单位时间内，发生了反应的原料的百分比而言。在某些循环过程中，从提高过程强度这一观点出发，常并不要求反应物通过设备一次后即达到最大产率。例如以合成氨的生产为例，假如反应物在设备中停留时间为两分钟时，产品的产率达25%。如停留时间为一分钟，产品的产率达20%。虽然后者的产率比前者为低，但是后者的过程强度比前者高得多。从提高设备的处理量，提高生产能力出发，我们希望的是维持后一种情况下操作，而不是维持前者的条件，这就是为什么在合成氨的生产中，常是维持其转化率在15~20%的情况下操作的原因。随着过程强度的提高，在任一设备中可得到更多的产品，这样就可节省基建投资，并减少操作修理及其它费用。

工艺学中另外一个重要的概念是空间速度和接触时间，这两个概念在非均相催化反应中常会遇到，而均相催化反应在基本有机合成中是

最多的，空间速度它表示反应气体在单位时间内从单位体积催化剂上通过的多少，以下列形式表示

$$\text{空间速度} = \frac{\text{反应气体之体积(标准状态下)}}{\text{小时} \cdot \text{催化剂之体积}}$$

而接触时间与空间速度成倒数关系，它的含义为单位体积之反应气

通过单位体积的催化剂，所需要的时间，即表示反应气与催化剂相接触的时间的长短，它的表示为：

$$\text{接触时间} = \frac{1}{\text{空间速度}} = \frac{\text{小时} \cdot \text{催化剂之体积}}{\text{反应气体之体积}} \times 3600 (\text{秒})$$

5. 劳动生产率和工程的经济指标：

工艺工程强度的基本和最远目标，乃是劳动生产率的问题，劳动生产率是企业中每一工人在单位时间内所生产的产品数量而表示，提高劳动生产率是国民经济发展最重要的任务，劳动生产率的提高是我们进步的基本尺度。正如列宁所说：劳动生产率，归根到底是保证新社会制度胜利的最重要和最主要的条件……。资本主义可以被彻底战胜，而资本主义一定会被彻底战胜是因为社会主义能造成新的，更高得多的劳动生产率。

必须指出，应把劳动生产率和劳动强度加以严格的区别，后者是指单位时间内劳动力的消耗量，前者的提高是依靠改善劳动组织和生产过程而恢复生产高度机械化，自动化等而达到的。因此，不断提高我们的技术水平，开展社会主义劳动竞赛，及时推广先进经验，实行劳动保护，消灭生产事故等，从而，提高劳动生产率，是更快好省的建設社会主义的一个重要任务，此问题必须从各方面引起生产者的足够重视。

工艺工程的经济指标对于说明工艺过程在工业上的应用前途及其一步的发展远景方面，在大多数情况下有着重大意义。每一技术设计的经济部份包括基础、辅助设备、附属设备等各项工程所需的基本投资的计划和产品成本的计划，很显然，尽可能的降低基础费用，保证工程质量，降低产品成本，从矛盾中找出合理的经济指标，是工程设计人员的重要任务。

6. 物料平衡和热量平衡：

生产过程的物料平衡是物料计划的基础上编制的，而物料计划则主要是根据反应的化学方程式进行的，所有的物料平衡均基于质量不灭定律，进入反应过程的物质恒等于反应后所得的产品，半成品和废

料编制物料平衡时，可采用单位原料或单位产品作基准，或是按一个设备或工序进行编制。

根据物料平衡可以计算出在某给定基准下之原料消耗量以及成品、半成品和废料量等，此外还可检查物料统计、分析和测定是否正确。

热量平衡按照上述类似的原则，即能量不定律编制的。

热量平衡的输入项目中常包括：①放热反应放出的热量，②经过加热的反应物所带走的热量，③由外界加入反应过程中之热量。

在输出项目中常包括：①吸热过程所吸之热量，②反应产物所带走的热量，③对周围介质的热损失。

在大多数情况下，热量平衡并不如物料平衡那样精确，这些平衡计算后方劳动力的消耗和其他收支项目的计算编制成经济平衡表。以举规模为6000吨/年的乙醛氧化生产醋酸的氧化塔之物料衡算和热量衡算为例以说明其编制（具体计算不在这里举出如读者需要可参看N. N. 尤克尔斯基著“基本有机合成工艺学”P400页）

进塔物料：①氮气：12.17 kg/小时 其中氮含量97.55% 氧含量2.45%

②氧气：260.67 kg/小时 其中O₂—98.25% N₂—1.75%

③催化剂溶液：12.41 kg/小时 其中醋酸锰—3.5% 醋酸—70% 水—26.5%

④工业乙醛：652.54 kg/小时 其中乙醛—99.58% 1—0.1% 水—0.19% 三聚乙醛—0.1% 丁烯醛—0.03%

出塔物料：①废气：46.42 kg/小时 其中乙醛—3.13% CO₂—52%

O₂—9.47% N₂—35.4%

②粗醋酸：891.38 kg/小时 其中醋酸—96.73% 甲酸—0.35%

乙醛—0.35% 水—1.64% 醋酸甲酯—0.58%

三聚乙醛—0.07% 醋酸锰—0.05% 丁烯醛—0.03%

二醋酸酐—0.2%

则物料平衡表如下：

进塔物料		出塔物料	
氮气	12.17 kg/小时	粗醋酸	891.38 kg/小时
氧气	260.67 "	废气	46.42 "
催化剂+工业乙醛	664.95 "		
总计	937.79 "		937.80 "

进塔热量：①氮气带入

7377卡/小时

② 氧氣帶入	1570 千卡/小時
③ 反應熱	1073000 "
④ 催化劑和乙醛帶入	8940 "
出塔熱量: ① 粗醋酸帶出	30710 "
② 廢氣帶出	630 "
③ 冷卻水換出	1031100 "
④ 周圍損失	26100 "

則熱量平衡表如下:

進塔熱量		出塔熱量	
N ₂	73 千卡/小時	粗醋酸	30710 千卡/小時
O ₂	1570 "	廢氣	630 "
反應熱	1073000 "	冷卻水換出	1031100 "
催化劑+工業乙醛	8940 "	損失	26100 "
合計	1088583	合計	1088583

生產過程的各種方式

1. 間歇過程及連續過程:

間歇過程的特徵是: 在設備的某一部位上 進行此項過程的各個步驟, 而過程的化學、物理條件(溫度、壓力、濃度、反應物間的數量以及反應速度等)是隨時而而變化的, 這些化學和物理條件在設備的第一點上, 都隨時間而變化。一次操作完結後, 把產品卸出, 再裝入新反應物以重復操作。

連續過程的特點是: 過程的各個階段系在連續設備內或在一個設備的各個不同部分內同時進行, 而實現過程各階段的條件並不隨時而而改變, 所以對連續過程來說, 在設備各一點上, 過程進行的條件是恆定的。換句話說連續過程從空間的觀點看來是穩定的過程, 而間歇過程則是不穩定過程。

連續過程方面間歇過程比較有下列各項優點

實際上連續過程的概念也常應用於綜合過程, 就是反應物產品的裝卸不是連續的, 而是分成許多分段分次進行的, 但整個過程是連續不斷的。如固體物質的浸取、溶解、洗滌即屬此類過程。

連續過程方面間歇過程比較, 有下列各項優點:

(1) 原料及成品的裝卸工作中斷及停歇現象(綜合過程除外)。

(2)有实行大规模机械化自动化的可能。

(3)过程进行时有较大的稳定性及均匀性,操作条件有同一性。

(4)大大提高设备的生产能力和劳动生产率,并减少基建投资。

(5)能更好的知识热能的利用。

此外连续过程正有一些特殊的优点,例如易于平稳的逐步的加入反应剂和改变反应介质,易于限制热或其他因素对反应剂作用的时间,比如有时要求反应物必须迅速的离开反应区或要求迅速的改变反应物的浓度等。这些有时是间歇过程所不能达到的。

由于连续过程有上述优点,所以近代都尽量用连续过程代替间歇过程。

但应指出,在少数情况下,主要是在规模较小和贵重产品的生产中连续过程可能不如间歇过程经济。在这种情况下,採用间歇过程是有意义的。

并流、逆流和错流过程:

并流过程的特点是各反应物间或热流与物流间的运动方向一致。相反的逆流过程是各反应物间或热流与物流间的运动方向是彼此相反的。

和以上者不同,各反应物间或热流与物流间的运动方向成一定角度则称错流过程。

顺流、逆流和错流等过程只有对于多相过程才有意义,因为单相过程,实际上並沒有两种流体。

顺流和并流过程相比较者具有以下特点:

顺流过程:①反应者在设备入口处有较大的温度差和浓度差,②而依过程局部的具有较大的密度(整个设备中平均密度则较小)。
②在设备的出口处过程进行的条件比较温和(无过热,过冷或过热等危险)。

逆流过程:①过程进行得更完全。

②过程的平均推动力(取决于反应物间的浓度或温度差)较大而设备尺寸较并流小。

一般而论,逆流过程是最常採用的。当用溶剂从固体中提某一组成部或以气体中吸收某一组成部份时,採用逆流过程进行更为完全。当加热干燥或煅烧时,採用逆流则传热过程进行得更为迅速。

但应指出的是，在相当多的场合下，采用顺流过程则是合适的，比如当干燥许多在高温下易分解的盐类或有机物质时，或不希望溶剂过冷等过程，则多半采用顺流。因为这些过程要求有温和的出口条件。

有时受某种工艺条件所规定也采用顺流和逆流配合的过程，这比如多程的列管换热器即是。

3. 循环过程：

在生产过程中往往需要把未起反应的物料多次送回（全部或部分）和新的反应物混合后，再重新进入循环系统的开端。这种过程称作循环过程：循环的概念可以是对某一个设备，对反应物的某一物流或组成部分而言，亦可指整个生产过程而言。

在化学工业中循环过程应用很广，比如有机合成工业中用 CO 和 H_2 合成甲醇、甲烷的热氢化等以及无机工业中的用 N_2 和 H_2 合成氨都是典型的循环过程。一般说来在溶解、吸收等过程中的溶剂、吸收剂则常是循环使用的。循环过程能使反应进行得更完全，并且反应是在恒定的物理化学条件下进行的。

在某些情况下，采用循环过程还另着另外的目的，这就是引入惰性物质以降低反应物浓度或降低反应温度、或者是为了充分利用热载体的热能。

循环过程也有下面的缺点：即循环物料中惰性气体将不断累积或溶剂中杂质将不断增加，因而影响工艺过程的进行或使产品被污染，这样就要求将部份物料或溶剂放掉或进行再生。

4. 再生：

在许多化工过程中常使用物质的“再生”，其含义系指将反应过的物质转变为原始状态而重复加以利用，再生的例子很多，特别是在催化过程中的催化剂在长期使用后往往需要将其活性恢复，在许多过程中的溶剂、吸收剂，在气体或水净制中的纯净剂、离子交换树脂等，使用久了都要再生。

5. 生产过程的技术经济合理性：

在组织工业生产时除要考虑到工艺过程的可能与合理外，还必须考虑到技术经济上的可能与合理。

在不同的国家由于其不同的条件和限制（比如原料、技术水平等）生产的组织可以采用不同的方式，就是同一的国家在不同的时间和地区，也可能和应该采用不同的方式。

在具体选择生产方式的时候除考虑一般概念性的原则以外，还必须通过具体的技术经济计算与论证，必须通过各种不同方案的比较，这些计算和论证，包括工业的分析（厂区和厂址的选择）、生产规模设计部分的资料投、单位产品成本劳动生产率，单位产值的投资等。

在选择生产方式时，特别应该注意的应考虑到我们社会主义的生产目的和科学技术的发展趋势，在可能情况下应尽可能采用最先进的科学技术成就，因为只有这样才能使我国生产建立在先进的技术之上，才能生产出更多的产品，满足人们日益增长的需要。

但更不应该忘记我国技术经济还不十分发达的特殊情况，因选择生产方式和规模时不能死搬硬套的求洋求大。应该具体情况具体分析，应该贯彻党的土洋并举，大中小并举的两条腿走路的方针，应该既看标眼前的具体的经济账，更要标长远的经济和政治账。总之一切都应符合多快好省的总路线的原则。

第二章 基本有机合成工业的原料

各种天然物质(必须含碳)如天然气、石油、煤和动物及植物性的物质(木材、粮食、脂肪等)均可作为基本有机合成工业的原料。

此外在许多生产中还使用各种无机物质作为原料。如氨、碱、氧、氮、氢等。这些物质都是以成品形式运入基本有机合成工厂，或者是在工业范围与主要生产无关的专门车间内生产的。因此上述无机物的原料问题不拟加以介绍。

至于含碳~~原料~~必须加以详细的叙述。首先应该提出以外食用原料代替食用原料(如粮食、脂肪等)是发展基本有机合成工业的主要趋向。应该把食用产品直接用于改善人民的物质福利。我国有丰富的煤、石油、天然气尤其是四川有着极其丰富的天然气资源。因此它是我国发展基本有机合成工业最主要的原料。

木材也是原料的来源，但其加工方法非常特殊，并且是水合醇工业和木材化学工业的对象。因此，我们只提一下木材能做有机物质生产的原料就行了。

以下将分别探讨天然气、石油、煤等主要原料的来源及其加工方法。

一 天然气及其加工

天然气是基本有机合成工业重要原料之一，常常大量的存在于自然界。此外，在石油产地也常积聚天然气。并在开采石油时这些气体就分离出来，即所谓“石油气”。

天然气是由甲烷及其同系物组成，其中可能含有氮、二氧化碳、硫化氢、及氮杂杂质。天然气可分为干的和湿的两种。

干天然气的特点是其中的甲烷含量很高(80~99%)，如四川某地天然气中甲烷含量达98.82%，罗马尼亚的天然气中甲烷含量达99.8%，高级烃的含量较少。

下表所列是四川某地天然气的组成：

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	饱和烃	CO	H ₂	N ₂	H ₂ S	
97.33%	0.49%	0.17%	0.10%	0.27%	0.08%	0.08%	0.19%	10~1800 mg/m ³	

干天然气是甲烷的主要来源，而且可直接用于各种合成。

湿天然气中除甲烷(60~70%)外，还有相当数量的高级饱和烃。其组成随产地不同变动很大，甚至和季节、地质有关。

天然气中含有 H_2S 杂质，故有臭味。其物理常随组成的不同而异，且受温度和压力影响。

从油田回石油一起采出的天然气和纯气由采出的天然气均是烷烃所组成的。它的主要物理化学性质列于下表：

特 性	甲烷	乙 烷	丙 烷	异丁烷	正丁烷
化 学 式	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	$i-C_4H_{10}$	$n-C_4H_{10}$
分 子 量	16.032	30.046	44.062	58.077	58.077
密度(g/l) (760mm汞柱时)	-182.5	-172.5	-187.5	-145.0	-135.0
沸 点($^{\circ}C$) (760mm汞柱时)	-161.3	-88.6	-42.2	-10.1	-0.5
气体比重(与空气相比)	0.554	1.038	1.523	2.007	2.007
760mm汞柱及 $0^{\circ}C$ 时气体比重(g/l)	1.4	0.746	0.510	0.385	0.385
气体与空气混合时的着火点($^{\circ}C$)	680-750	530-605	510-580	475-550	475-550
爆炸极限 (容积%)					
下 限(低限)	5.35	3.2	2.3	1.8	1.9
上 限(高限)	14.9	10.5	9.5	8.4	8.5

天然气的化学性质非常稳定，但它与空气或氧气相混合，易产生爆炸性混合物。它在空气中的爆炸浓度范围为 5~16% (体积)。当它的浓度超过上限时遇火花或达到燃点均立即燃烧。燃烧过程中天然气逐渐消耗，其含量也随之减少，此时必定经过爆炸区间，仍然有发生爆炸的可能。因而在使用时必须谨慎，注意安全。

天然气综合利用范围极广，途径很多，总的说来，可分为几个方面：一是用作化工合成原料；二是用作合成石油；三是用作工业燃料和民用燃料。

在化工综合利用中，对基本有机合成工业来说可由天然气制成乙炔，再通过乙炔制成氯丁、丁苯、丁腈、丁钠等合成橡胶；乙炔加工可制成聚氯乙炔，过氧乙炔其合成塑料；及制取丙烯^脂、聚丙烯腈等合成纤维。此外以天然气直接氧化还可制成甲醇、甲醛、丙酮、氧氯化