化 学 工 业

化 工 技 术

【化学工程研究方法】化学工程以物理学、化学和数学的原理为基础，应用各种实验手段，并与化学工艺相配合，来解决装置大型化和新产品、新工艺的工业化问题。化工过程涉及的物料种类繁多，物性各异；过程的几何边界复杂；过程中的质量传递、热量传递、动量传递及化学反应以多种形式存在且相互影响。化学工程的研究对象十分复杂。化学工程研究的第一阶段在实验室中进行，研究化学反应及其条件、产品的分析及分离方法和设备腐蚀等问题。根据实验室的研究结果，进行技术、经济等方面的综合评估，若得出有利的结论，便可进入以建立生产装置为目的的化学工程研究阶段。这一阶段包括小试和中试等步骤。基本的研究方法分为逐级放大法、数学模型法、部分解析法和相似放大法。逐级放大法是一种经验方法，着眼于外部联系和综合研究，放大过程费时耗资，但是由于本法不需要对过程有透彻地了解，适于难以了解本质的过程。数学模型法是以化学工程及化学反应工程的理论为指导的研究方法。所谓数学模型就是一组数学方程，在可行的工艺条件范围内确定参数，算出相应的反应结果，计算经济

需要全本请访问 www.ertongbook.com

效益，通过比较选择最优的工艺条件和反应器的结构及尺寸。数学模型法将过程分解后逐一进行研究，同时掌握它们的相互关系，因而可比较透彻地了解总过程的规律。随着计算机在化工领域的广泛应用，数学模型法将会愈来愈多地被采用。部分解析法是当对某一过程的化学反应和传递过程有一定的了解，但又不足以建立数学模型时，即可运用理论知识进行分析，找出化学反应的特殊性和工程问题的特殊性，然后根据工程经验把两种特殊性结合起来，找出放大规律。相似放大法是以相似论为基础的一种放大方法。一般只适于传递过程的放大。可大幅度地简化实验，只要小模型与大装置的物理过程是相似的，就可保证放大的可靠性。

【化工分析】分析化学在化工生产中的应用。包括对化工生产中的原料、辅助原料、中间产品、最终产品、副产品以及生产过程中各种废物的分析检验方法。通过分析结果，可评价原料和产品的质量，检查工艺过程是否正常，从而正确组织生产，最合理地使用原料和燃料，及时发现生产中的问题，减少废品，提高产品质量。分析方法的速度和准确度要满足生产要求。分析时，要采集有代表性的样品，并考虑到杂质的干扰，因为工业物料是不纯净的。化工分析是多种分析方法的综合应用，化学分析是最通用的基础分析方法，另外，还要涉及各种仪器分析方法以及物理性质测定法。按完成分析所需的时间和所起的作用不同，化工分析方法分为：(1) 快速分析法，能迅速得到分析数据，主要用于控制生产过程的关键部位；(2) 标准分析法，有较高的准确度，所得的分析结果用于工艺计算、财务核算和评价产品质量。

【化工热力学】热力学应用于化学工程领域而形成的一门学科。化

工热力学根据热力学定律的基本原理，研究化工过程中各种能量的相互转化和有效利用以及变化过程达到平衡的理论极限条件或状态。利用化工热力学可计算体系的热力学性质。通过计算体系状态变化对热力学性质的影响，可判断过程进行的可能性；确定多元素的相平衡条件以及平衡时的组成、温度和压力之间的关系；了解各种工艺条件对化学平衡转化率的影响。计算体系经历一个过程时热力学性质的变化，可确定过程的功和热，为提高能量利用率提供依据。可见，化工热力学是化工过程开发、设计和生产的重要理论依据和有力的工具。化工热力学的研究方法分经典热力学方法和分子热力学方法。经典热力学方法从宏观的角度研究大量分子组成的系统达到平衡时所表现出来的宏观性质，以实验数据为基础，进行宏观性质关联，从某些宏观性质推算另一些宏观性质。分子热力学从微观角度出发，运用统计方法研究大量粒子群的特性。

【动量传递】流体在流动时，速度较快的部分的分子与速度较慢的部分的分子之间的动量交换过程。与质量传递和热量传递并列为化学工程学中三种基本传递过程。当物系中存在速度梯度和物质交换时才能发生动量传递。动量传递可由分子的微观运动引起，也可由旋涡混合造成的流体微团的宏观运动引起。动量传递以流体力学为基础。动量传递速度由动量通量来表示，即单位时间单位面积上所传递的动量。对动量传递过程规律的研究与热量传递和质量传递的研究一样，常采用衡算法。动量衡算是以动量守恒定律为依据的。

【质量传递】物质中一个或几个组分由高浓度区向低浓度区的转移

过程。质量传递的方式：(1) 分子扩散，由于分子的热运动，使一种或多种物质在静止的或滞流运动的同一相内或不同相间的扩散；(2) 对流扩散，由于物质微粒的对流而产生的，在运动（包括湍流运动）的相内进行，发生在流体与固体表面之间或不互溶的两运动流体之间。对流传质的速度不仅与质量传递的特性因素密切相关，而且与动量传递的动力学因素相关。质量传递的中心问题是确定浓度分布和传质速率，具有代表性的传质模型是停滞模型、渗透模型和表面更新模型等。在化工生产中，质量传递不仅是均相混合物分离的物理基础，而且也是反应过程中几种反应物互相接触以及反应产物分离的主要机理。研究质量传递的规律对传质设备及反应器的设计都是至关重要的。质量传递在环境工程、生物医药工程及航天技术中也起着很重要的作用。

【热量传递】由于温差而产生热量从高温区向低温区转移的过程。与动量传递和质量传递并列为化学工程学的三种基本传递过程。在化工生产中的物料升温、冷却或保温等都涉及热量传递。热量传递有三种基本方式：(1) 传导传热，在同一物体内或连接紧密的不同物体之间，由于有温差存在，热量自动地从高温处向低温处传递，它是依靠物质的分子、原子或电子的移动或（和）振动来传递热量的；(2) 对流传热，流体内部由于流体质点相对位移而将热量由高温处传递到低温处；(3) 辐射传热，又称热辐射，以电磁波形式传递能量，某一高温物体发射的辐射能量被另一个低温物体吸收后，又重新转变成热能的过程。生产实际中，传热过程往往是两种或三种基本传热方式的组合。热量传递的计算问题大致分为两类：(1) 计算给定时刻的空间某区域内，温度随空间位置的变化，以确定合理的工艺条件；(2) 计算传热速率，以确

定设备的尺寸。

【化工单元操作】又称化工过程。由各种化工生产操作概括而得的、具有共同的物理变化特点的基本操作。化工生产中常见的单元操作可归纳为：(1) 流体动力过程的操作，如流体输送、过滤、沉降及固体流态化等；(2) 传质过程的操作，如吸收、蒸馏、精馏和萃取等；(3) 传热过程的操作，如制冷和加热等；(4) 机械过程的操作，如粉碎、筛选和固体输送等。对单元操作的研究是以物理化学、化工热力学及传递过程为理论基础的，着重研究实现各种单元操作的过程和设备。单元操作的研究方法有实验研究方法和数学模型法。化工单元操作的研究不但对化工，而且也对石油、冶金和原子能等工业起重要的作用。

【膜分离】传质分离过程的单元操作之一。膜的广义定义是两相之间的一个不连续区间。膜可为气态、固态或液态。常用的有固体聚合物膜和液膜。固体合成膜的形成方法可用聚合物挤压、聚合物溶液干燥和就地聚合和缩合形成聚合膜等。用于工业分离的合成膜可制成片状、管状和中空纤维状等。合成膜分离过程有微过滤、超过滤、反渗透、气体渗透分离、渗析及电渗析等。完成这些膜分离过程需要采用不同类型的膜和施加不同形式的外界能量。膜分离设备有多种结构形式。膜的分离作用是借助膜的选择渗透作用使混合物分离。物质通过膜的分离过程是比较复杂的。不同物理化学性质的物质渗透情况各不相同。不同的膜，渗透机理各异。建立起的膜传递模型以传递机理或不可逆热力学为基础。液膜为一层很薄的液体，可把两种组成不同而又互溶的溶液隔开，并通过选择渗透、化学反应、萃取和吸附等作用而分离一种或一类

物质。液膜通常由溶剂和表面活性物组成，还可添加流动载体。液膜的形状有隔膜形和球形。膜分离过程具有简单、高效、快速、无相变和常温操作等优点，膜分离技术已在各个工业领域及科学研究中得到广泛应用。

【化学反应工程】化学工程的一个分支，主要研究化学反应过程的规律和反应器的传递规律及反应器中的传递过程对反应结果的影响，并在研究的基础上建立数学模型，达到正确选择反应器的类型，合理设计反应器的结构、尺寸，确定最适宜的反应物浓度、流动状态和反应温度等工作参数的目的。在化学反应工程研究中，按相态分类可分为：均相反应过程、气固相反应过程、气液相反应过程和气液固相反应过程。按操作条件可分为：高温反应过程和低温反应过程等。化学反应工程在使化学反应过程实现工业化，使工业反应过程优化和安全生产中起着重要作用，并在其他工业部门中有广泛的应用。

【化学反应器】进行化学反应过程的设备。在化工生产过程中，化学反应器的性能及其操作使用对产品的产量和质量，以及对原料及能量的消耗有重要的影响。反应器的结构和型式与化学反应过程的类型和性质有密切关系。反应器的类型，按反应器的结构型式，可分为槽式（釜式）、管式和塔式反应器；按反应器内物料相态，可分为均相和非均相反应器；按操作方式，可分为间歇式、半间歇式和连续式反应器；按反应过程的换热状况，可分为等温、绝热和非等温非绝热反应器。在生产中，根据化学反应的特点，选择适宜的反应器是十分重要的。

【化工机械】化工机器和化工设备的总称，是化工厂中的主要生产工具。化工机器指主要作用部件处在经常运动的机械，如离心机、粉碎机和过滤机等。化工设备指主要作用部件是静止的或很少运动的机械，如容器（槽、罐、釜）、塔器、反应器、换热器和吸附设备等。化工机械的优劣决定着化工产品的产量、质量和生产成本。与其他行业的机械相比，化工机械必须适应化工生产的特殊条件，如高温、高压、易燃、易爆、腐蚀和连续运转等。

基本无机化工

【无机化工】无机化学工业的简称。化学工业的一个重要分支。无机化工包括：无机酸工业（主要生产硫酸、硝酸、盐酸、磷酸和硼酸等）、氯碱工业（生产烧碱、氯气和纯碱等）、化肥工业（生产氮肥、磷肥、钾肥和复合肥料等）和无机精细化工（生产各类无机盐、试剂、助剂等）。无机化工生产原料广泛，甚至许多工业部门的副产品和废物，也是无机化工的原料。无机化工的特点：（1）是化学工业中发展较早的部门，为单元操作的形成和发展奠定了基础；（2）主要产品是用途广泛的基本化工原料；（3）与其他化工产品相比，无机化工产品的产量较大。今后的发展方向是采用低能耗工艺、原料的综合利用和不断开发新产品。

【硫酸工业】基本化学工业之一，主要产品有浓硫酸、稀硫酸、发

烟硫酸和液体三氧化硫等产品。早期的硫酸工业采用铅室法生产，由于铅室法不能生产浓硫酸，且设备腐蚀严重，因而已被淘汰。目前，硫酸的主要生产方法是接触法，方法原理是借助固体催化剂，用空气中的氧直接氧化二氧化硫。生产过程包括：原料予处理、二氧化硫的制备、二氧化硫炉气的净制、二氧化硫催化转化、三氧化硫的吸收和尾气处理等工序。生产原料有硫磺、硫铁矿及其他金属硫化物、石膏和硫化氢等。我国硫酸生产以硫铁矿原料为主。用硫铁矿为原料生产硫酸时，先将矿石破碎和配矿，然后送入焙烧炉进行焙烧，硫铁矿在 900℃左右的温度下生成二氧化硫。将含有二氧化硫的炉气净制，除去矿尘和对后续工序有害的物质。然后使炉气进入转化器中，在钒催化剂作用下氧化为三氧化硫。再将三氧化硫引入吸收塔，用浓硫酸水溶液或发烟硫酸吸收即可得到硫酸产品。含有二氧化硫和酸雾的尾气，经过处理后排空。硫酸的用途广泛，是多种工业生产的基本原料，主要用于化肥、冶金、石油化工等方面。目前，硫酸工业的发展主要表现在扩大生产规模，采用先进技术，节约能源和消除环境污染等方面。

【硝酸工业】基本化学工业之一。工业硝酸分稀硝酸（含 50—70％的硝酸）和浓硝酸（含 96—98％的硝酸）。本世纪初采用电弧法生产硝酸。在电弧作用下，使氮和氧直接化合成一氧化氮，再进一步加工成硝酸。由于电弧法耗电量大，未能得到广泛地应用。1913 年合成氨法诞生，氨的产量迅速增长，用氨为原料合成硝酸成为硝酸生产的主要方法。氨催化氧化制取稀硝酸的方法分三步完成：（1）氨的氧化，氨和空气按一定比例混合，温度为 800—900℃，在铂铑催化剂作用下生成一氧化氮；（2）一氧化氮氧化，在 150—180℃下，一氧化氮进一步氧化得到二氧化氮；（3）二氧化氮的吸

收，二氧化氮用水吸收生成稀硝酸和一氧化氮。吸收过程中生成的一氧化氮可循环使用。氨氧化制取稀硝酸的工艺流程按操作压力分为：常压法、加压法和综合法。近年来，大型的硝酸生产装置大多采用加压流程。工业上浓硝酸的生产方法分为：(1) 间接浓缩法，硝酸浓度为 68.4%时，硝酸与水形成共沸混合物，若在蒸馏时加入脱水剂如硝酸镁、浓硫酸等，即可得到浓硝酸；(2) 直接合成法，以氨为原料制取一氧化氮，用氧气使一氧化氮部分氧化为二氧化氮，再用浓硝酸氧化残余的一氧化氮，然后在－10℃下使二氧化氮叠合并冷凝成液态的四氧化二氮，再将液态的四氧化二氮和稀硝酸按一定比例混合，在温度为 70℃、压力为 50Kg/cm^2 的条件下通入 99.8%的氧气，反应后生成含 25%四氧化二氮的发烟硝酸，经解吸即可得到 98%的浓硝酸。硝酸是基本化学工业的主要产品之一，在化肥、炸药、染料和塑料等工业中具有广泛地应用。

【盐酸工业】基本无机化工之一。盐酸的生产方法：(1) 硫酸钠法，将食盐和硫酸在机械炉或转炉中进行反应即可得到盐酸；(2) 副产法，将有机合成工业中作为副产品的氯化氢气体，先用稀盐酸吸收得粗盐酸，再经气提过程脱除有机物后，即可得到 30%的盐酸；(3) 合成法，将电解食盐水得到的氯气和氢气直接合成氯化氢，然后用水吸收即可，这是工业上生产高纯度盐酸的主要方法。氯化氢的合成是在合成炉内进行的。合成炉是由钢板焊成倒锥形或圆筒形外壳，下部装有能边喷射边混合边反应的燃烧器。燃烧器为同心钢套管，内管通氯气，外管通氢气，使氯气在氢气中燃烧。生成的氯化氢从炉的上部排出，经空气冷却器冷却到 120—130℃后送入吸收塔，与由尾气洗涤塔来的稀盐酸由上而下地并

流，在吸收塔底部可得到氯化氢浓度为32—35%的盐酸。吸收塔排出的尾气进入尾气洗涤塔的底部与顶部喷淋下来的水逆向流动，生成的稀盐酸返回吸收塔使用。洗涤塔排放气中的氯化氢含量应小于30PPM。盐酸是重要的化工原料，广泛用于制造氯化物、染料、医药、食品、印染、皮革和冶金等行业，也用作萃取剂、金属表面清洗剂和离子交换树脂再生剂等。

【纯碱工业】基本无机化工之一。纯碱又称苏打或碱灰，化学名称为碳酸钠。制造纯碱的方法分为索尔维法、联合制碱法和天然碱加工法。索尔维法又称氨碱法，1861年由法国人索尔维提出，以食盐和石灰石为原料，借助氨的媒介作用制取纯碱。氨碱法的生产工序分为：石灰石煅烧、盐水精制、吸氨、碳酸化、碳酸氢钠过滤、煅烧和母液蒸馏等。氨碱法的优点是原料易得、成本低廉、生产连续、产品纯度高等。缺点是盐的利用率低，生产中排放含大量悬浮固体的废液，污染环境。联合制碱法又称侯氏制碱法，1942年由中国著名化学家侯德榜提出。联合制碱法是把合成氨生产和纯碱生产组成联合体，氨作为原料输入，产品是纯碱和氯化铵。合成氨生成的二氧化碳用于氨盐水的碳酸化，不再需要石灰窑以及蒸氨回收设备。与氨碱法比较，联合制碱法的优点是原料利用率高、流程短、无大量废液和废渣排出。缺点是设备腐蚀严重。天然碱加工法，又分为一水碳酸法、倍半碳酸钠法和碳化法等三种。倍半碳酸钠法是将倍半碳酸钠（$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$）矿石经粉碎、溶解、澄清、过滤、蒸发和结晶，分离出结晶的$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$，再经煅烧、筛分而得碳酸钠产品。一水碳酸法是将倍半碳酸钠矿石经煅烧，使其中的碳酸氢钠分解，然后经溶解、澄清、过滤和蒸发析出$Na_2CO_3 \cdot H_2O$，再经

脱水、干燥即可得到纯碱。碳化法是将十水碱晶体，经粉碎、溶解、澄清处理后进行碳酸化，然后再经过滤、干燥和煅烧即可得纯碱。目前，纯碱生产中，索尔维法占主导地位，并且正在研究无废物流程及废物利用、节约能源、降低成本的改进方法。纯碱工业在国民经济中占有重要的地位。纯碱是重要的化工原料，广泛用于玻璃、造纸、搪瓷、纺织、制皂、石油化工、合成纤维、染料、冶金、化肥、医药和食品等工业。

【合成氨工业】基本无机化工之一，在国民经济中占有重要的地位。自 1754 年发现氨之后，从实验室研究到实现利用氮气和氢气直接合成氨的工业化生产，大约经历了 150 年，直到 20 世纪初，由哈伯采用高温、高压和在催化剂作用下，才将氮气和氢气合成制成了氨。合成氨的生产工艺流程取决于合成气制备的原料和方法，以及合成气的净化方法和合成塔的设计等因素。一般包括三个步骤：(1) 原料气的制备，氮气取之于空气，氢气的制取采用焦炭、无烟煤、天然气和重油等原料与水蒸气及空气作用的气化方法；(2) 原料气的净化，原料气中的硫化物、一氧化碳和二氧化碳会使氨合成催化剂中毒，因此在合成氨之前，必须把原料气中的这些有害组分脱除；(3) 氨的合成，将净化后的氢、氮混合气压缩，在铁催化剂和高温条件下合成为氨。合成塔是合成氨厂的核心设备，是一种结构复杂的反应器。为防止在高温高压下氢气对钢材的腐蚀，氨合成塔由耐高压的封头、外筒和装在筒内的耐高温的内件组成。内件包括催化剂筐和换热器。铁催化剂装在筐内，氨合成反应在此进行。换热器可采用型式有连续换热式、多段间接换热式和多段冷激式。氨是化肥工业和基本有机化工的主要原料。合成氨工业的发展主要在以下几个方面：(1) 原料路线的改变；

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(2) 生产规模的大型化；(3) 热能的综合利用；(4) 生产过程采用计算机控制；(5) 技术的开发和革新，如原料气制造方法的发展、气体净制技术的发展和氨合成塔的革新等。

【无机盐工业】无机化工的一个分支，具有品种多、用途广和生产方法多样等特点。无机盐系指由金属离子或铵离子与酸根阴离子组成的物质。无机盐工业的范围至今尚没有统一的概念。中国的无机盐工业包括的无机化工产品约 1000 多种，除盐类产品外，还包括一些单质、某些元素的化合物、某些无机酸及碱和无机合成产品。无机盐工业的原料有天然资料和一些工、农业的副产品及废物。无机盐工业要应用化合、酸解、碱解、电解、复分解和氧化还原等各种类型的反应过程。所用的单元操作包括粉碎、流体输送、混合、浸取、萃取、蒸发、蒸馏、结晶、过滤和干燥等。

基本有机化工

【基本有机化工原料】用于合成有机化工产品的原料。应当来源丰富而价廉。根据来源可分为天然燃料、农林产品及其副产品和无机原料。天然燃料包括天然气、原油和煤等。天然气的基本成分为碳氢化合物，其中以甲烷为主，还有乙烷、丙烷、丁烷及其他重质气态烃类，并常含有氮、氢、二氧化碳、硫化氢等。除用作燃料或制造炭黑外，还作为合成氨、乙炔、氢氰酸、甲醇、合成石油和其他有机化合物的原料。原油是直接从油井中开采出来的

一种呈褐色粘稠的可燃性矿物油，是多种烃类（烷烃、环烷烃、芳烃）的混合物。烃类加工可得到汽油、煤油、柴油、润滑油、固体石蜡及沥青等产品，是制造溶剂、塑料、合成橡胶、合成纤维的原料。煤除作燃料外，经干馏得到的煤焦油中含有多种芳烃成分，如酚类、吡啶类及多环芳烃等，是精细化学品的烃类原料来源。农林产物及其副产物包括油脂、松节油、棉子、玉米芯等。无机原料包括水、空气、食盐、石灰石、一氧化碳、二氧化碳等。

【基本有机化工产品】尚无明确的定义。一般可理解为：在各种工业生产过程中，从制造、加工到最终产品所涉及的各种有机化学品。因此，从广义上讲，原料、中间体、试剂、冷介质、热介质等，均属有机化学工业产品。按产品用途分，主要有三个方面：（1）生产合成橡胶、合成纤维、塑料和其他高分子化工产品的原料，即聚合反应的单体如丙烯酸、氯乙烯等；（2）其他有机化学工业，包括精细化工产品的原料，如乙醇、丙酮等；（3）用于某些直接消费的产品，如溶剂、冷冻剂、防冻剂、载热体，气体吸收剂，以及直接用于医药的麻醉剂、消毒剂等。

【卤化】有机化合物分子中引入卤素的反应过程。卤化反应可分为氯化、溴化、碘化和氟化。工业上以氯化最普遍，以工业氯化为例，氯化过程有两类：（1）非催化氯化，按其反应机理分为自由基反应（取代氯化多属此类，工业上可利用热能或光子来引发自由基反应）和离子反应（加成氯化多属此类，一般在极性溶剂中进行）；（2）催化氯化，常用的催化剂有两类，一类是金属氯化物（催化剂载体有活性碳、浮石、硅胶、氧化铝等），另一类是金属氧化物。卤化过程常用的卤化剂有卤素、卤化氢、次卤酸钠、次

卤酸、光气（碳酰氯）、硫酰氯、三氯化磷、五氯化磷、N-溴代丁二酰亚胺等。在有机化工中氯化用于制备工业溶剂（如一氯甲烷、三氯甲烷等）、冷冻剂（如氟利昂）、有机合成中间体（如氯乙烯、氯苯、氯丙醇等），广泛用于溶剂、杀虫剂、医药、植物生长激素的制造。

【硝化】向有机化合物分子中引入硝基的过程。脂肪族化合物硝化时有氧化-断键副反应，工业上很少采用，工业上应用较多的是芳烃的硝化。常用的硝化剂有各种浓度的硝酸、硝酸和硫酸的混合物（即混酸）、硝酸和醋酐的混合物等。硝化方法主要有：稀硝酸硝化、浓硝酸硝化、在浓硫酸中用硝酸硝化、在有机溶剂中用硝酸硝化和非均相混酸硝化等。硝化产品硝基烷烃是优良的溶剂，并可作为溶剂添加剂和燃料添加剂，硝基化合物也是有机合成的重要原料，用于合成炸药、医药、表面活性剂、染料中间体等。有些硝基化合物是单质炸药，如2，4，6-三硝基甲苯（梯恩梯）。

【甲苯的生产】甲苯存在于煤焦油和某些石油中。工业生产的方法有三种：（1）用硫酸洗除煤焦化副产的粗苯馏分中不饱和烃和杂质，再经碱中和、水洗、精馏，可得到纯度很高的甲苯；（2）催化重整油采用二甘醇、环丁砜、N-甲基吡咯烷酮等溶剂进行萃取以回收芳烃，经精馏得高纯度甲苯；（3）裂解汽油经两段加氢脱除二烯烃、单烯烃和微量硫，再经萃取、精馏，可得到纯度99.5%以上的甲苯。甲苯易发生氧化、硝化、磺化、卤化等反应，因此除用作溶剂外，还是生产合成染料、合成纤维、炸药、药物等的原料。甲苯的膨胀系数大，凝固点低，还可用于制造低温温度计。参见第一卷中的“甲苯”。

【萘的生产】萘存在于煤焦油和石油中。萘的工业生产，在20世纪50年代以前由蒸馏煤焦油时得到的200—250℃馏分（称萘油馏分）经碱洗、酸洗，作为分离萘的原料。然后分离提纯：先经蒸馏，蒸出苯、甲苯、二甲苯及部分茚等轻馏分，得到凝固点为78℃、纯度为96%的工业萘。再经酸洗和蒸馏，得到含硫小于0.1%、凝固点为79℃的精萘。精萘经升华得白色结晶萘。50年代后开发从石油重芳烃馏分中甲基萘脱烷基制萘，经蒸馏除去苯、甲苯、二甲苯等轻馏分，再进一步精馏提纯，即得成品石油萘，石油萘纯度达99.73%，熔点高于80℃。萘容易发生氧化、加氢、取代（卤化、磺化、硝化）等反应。主要用于生产邻苯二甲酸酐、橡胶加工助剂、杀虫剂、鞣革剂等。它的衍生物是合成染料、树脂、药物等的重要中间体。参见第一卷中的“萘”。

【丙酮的生产】丙酮主要存在于植物界的精油，人尿和血液及动物尿中都含有少量丙酮，糖尿病患者的尿中丙酮的含量异常地增多。过去用淀粉发酵法制得，现代工业合成法主要有：（1）异丙醇脱氢法。将催化剂负载于惰性载体上，在管式反应器中进行反应，温度在400—600℃，此法目前在丙酮生产中还占一定地位；（2）异丙苯法。丙烯与苯在磷酸或三氯化铝催化下烷基化生成异丙苯，异丙苯在碱稳定剂存在下加温加压氧化成过氧化氢异丙苯，后者再在酸性条件下分解成苯酚和丙酮，此法所得的丙酮是重要工业产品苯酚的联产物，成本低，具有重要的经济意义；（3）丙烯直接氧化法。在催化剂存在下，在液相中用空气（氧气）将丙烯直接氧化成丙酮，此法在工业上尚未推广应用。丙酮是用途广泛的溶剂，也是合成树脂、药物及橡胶等的重要原料。参见第一卷中的

“丙酮”。

【醋酸的生产】工业生产广泛采用的方法有：(1) 乙醛氧化法。以液态乙醛为原料，用氧气或空气为氧化剂，在 50°—80℃、0.6—1.0MPa 和醋酸锰催化剂存在下，于鼓泡塔式反应器中反应，氧化液先经蒸发分离出其中的催化剂，然后再脱去轻组分和重组分，即得到成品醋酸，缺点是反应介质对设备有腐蚀性；(2) 甲醇低压羰基化法。采用铑的羰基化合物和碘化物组成的催化剂，使甲醇和一氧化碳在水-醋酸介质中，于 175℃左右和低于 3.0MPa 的条件下反应，即得到醋酸，产物先后经脱轻组分和脱水塔处理，再经精馏提纯即得成品醋酸，此法原料价廉、操作条件缓和、工艺简单、产品质量好，但也存在反应介质的腐蚀性问题。此外，乙醇发酵法仍用于食用醋的生产。醋酸主要用于生产醋酸乙烯、醋酐、醋酸酯、醋酸盐及醋酸纤维素等，并用作农药、医药、染料等工业的溶剂和原料。醋酸盐是很重要的有机酸盐，广泛用作催化剂、织物染色及皮革鞣制工业中的助剂。参见第一卷中的“醋酸”。

【苯酚的生产】目前苯酚绝大部分是通过合成方法生产，主要有：(1) 磺化法。用硫酸使苯磺化得苯磺酸，再用亚硫酸钠使之中和成苯磺酸钠，后者经碱熔生成酚钠，用二氧化硫与酚钠反应便制得苯酚，适用于小规模生产；(2) 异丙苯法。先在 80—130℃、0.4—0.6MPa 下用空气将异丙苯氧化成过氧化氢异丙苯，用膜式蒸发器或闪蒸塔等将过氧化氢异丙苯蒸发分离，然后在酸催化剂下进行分解，最后用多塔精馏可得 99.5%的苯酚。这样得到的苯酚可用于生产酚醛树脂等一般用途，但不能满足制药和制双酚 A 的要

求，为此必须采用恒沸精馏、萃取精馏、萃取等操作。苯酚能和碱成酚盐，芳核上可进行卤化、磺化、硝化、亚硝基化、烷基化、酰基化、羧基化及重氮盐的偶联反应。苯酚是非常重要的化工原料，主要用于制造酚醛树脂、卤代酚，也是合成药物、染料、香料及树脂等的基本原料。苯酚的稀水溶液可直接用作防腐剂和消毒剂。参见第一卷中的“苯酚”。

【乙炔的生产】工业制备的乙炔因含有少量磷化氢等杂质而有大蒜臭味和毒性，易燃易爆，但乙炔在丙酮溶液中是稳定的，因此将乙炔压入装满吸收丙酮后的石棉等多孔物质的贮罐中贮存和运输。乙炔的工业生产方法有：(1) 碳化钙法（电石法）。是古老而至今仍沿用的方法，即将电石与水在乙炔发生器中作用而制得乙炔；(2) 烃类热裂解法。从天然气、轻油、原油等烃类经高温裂解即可得到乙炔。工业生产使用的方法还有电弧法、部分氧化法、等离子技术、浸没燃烧法、伍尔夫炉蓄热裂解法等。乙炔的化学性质很活泼，易起加成、氧化、聚合及金属取代等反应。生成许多重要化学品，也是制造合成橡胶、合成纤维和塑料的原料，还可生产多种工业溶剂。在氧气中燃烧可产生强光和高温（3500℃左右），可用于照明、焊接及切割金属（氧炔焰）。参见第一卷中的“乙炔”。

【乙烯的生产】少量乙烯存在于植物体内，大量得自石油热裂解气和焦炉煤气。工业上的生产方法有：(1) 石油烃高温裂解，裂解方法以管式炉裂解法最重要，裂解得到的混合气再经分离，可得纯度为 99.95％的乙烯；(2) 乙醇脱水，是早期采用的方法，脱水用的催化剂为载于焦炭的磷酸、活性氧化铝或 ZSM 分子筛，反应

需要全本请访问 www.ertongbook.com