

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

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，在同一物体内部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°C 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 $800—900^{\circ}\text{C}$ ，在铂铑催化剂作用下生成一氧化氮；（2）一氧化氮氧化，在 $150—180^{\circ}\text{C}$ 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。氮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°C 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°C 、压力为 $50\text{Kg}/\text{cm}^2$ 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 $120\text{—}130^{\circ}\text{C}$ 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。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 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 矿石经粉碎、溶解、澄清、过滤、蒸发和结晶，分离出结晶的 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，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 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，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；

(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°C — 80°C 、 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°C 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°C 、 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

温度为 360—420℃，反应器有固定床和硫化床两种，反应气体需经净化得到产品乙烯。乙烯化学性质活泼，易起加成、氧化及聚合等反应，是重要的化工原料，可用来生产氯乙烷、乙醇、环氧乙烷、乙二醇、乙醛、醋酸乙烯酯、乙苯、苯乙烯等有机合成原料，广泛用于塑料、纤维、橡胶、树脂、溶剂、表面活性剂、涂料、增塑剂的生产中，还可用作致冷剂、麻醉剂及催熟剂。参见第一卷中的“乙烯”。

【苯的生产】工业生产方法有：（1）由重整汽油及裂解汽油分离苯，用液-液萃取法分出芳烃，再精馏得到苯、甲苯和二甲苯；（2）脱烷基制苯，可用催化脱烷基法或热脱烷基法，二者流程相似，主要差异是反应器构造不同；（3）甲苯歧化法，除可制得苯外，同时还得到用途比甲苯大的二甲苯；（4）从炼焦副产分离苯，将煤焦化过程中得到的焦炉煤气经油吸收分离，得到芳烃混合物，再用硫酸处理或催化加氢除去混合物中的烯烃及含硫化合物，得到粗苯、甲苯和二甲苯，用精馏法分离出苯。苯易发生取代或加成反应，生成乙苯、苯乙烯、异丙苯、苯酚、苯磺酸、氯苯、硝基苯、苯乙酮、环己烷等产品，其衍生物广泛用作制备染料、塑料、药物、农药、合成树脂、橡胶和纤维的基本原料。苯也是良好的溶剂，但毒性较大，已逐渐被较安全的溶剂所取代。参见第一卷中的“苯”。

【环氧乙烷的生产】生产方法有两种：（1）氯醇法。先将乙烯和氯气通入水中反应，生成 2-氯乙醇，再用碱（通常为石灰乳）与 2-氯乙醇反应，生成环氧乙烷；（2）氧化法。用空气或氧气与乙烯反应直接制环氧乙烷。用载于 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 或碳化硅上的银为催化剂，

钙盐等为辅催化剂，反应在列管式反应器内进行。用于制造乙二醇、抗冻剂、合成洗涤剂、乳化剂、塑料等，也可用作仓库熏蒸剂和材料的气体杀菌剂。参见第一卷中的“环氧乙烷”。

高分子化工

【聚合物】又称高分子化合物。由一种或几种结构单元主要通过共价键连接起来的化合物。聚合物的分子量一般达 10^4 — 10^6 。组成大分子的基本结构单元称为链节。分子链中重复结构单元的数目，称为链节数或聚合度。按聚合物分子主链组成，聚合物可分为碳链聚合物（主链完全由碳原子构成）、杂链聚合物（主链除碳原子外，尚有氧、硫、氮等杂原子）、元素有机聚合物（主链主要由硅、硼、铝、氧、氮、硫和磷等原子组成）。按聚合物的结构，可分为均聚物（由一种单体，或由一种以上单体以规则次序连接在一起的聚合物）、共聚物（由一种以上的单体通过加成聚合形成的聚合物）和交联聚合物（两个或两个以上的聚合物，在一点或多点上交联在一起，但不是端点相互连接的聚合物）。

【单体】能起聚合反应生成高分子化合物的简单低分子化合物。例如，聚乙烯就是由乙烯为单体聚合制得的聚合物。单体可分为：（1）单官能基单体；（2）双烯烃单体；（3）有环单体；（4）缩合型单体。缩合型单体自身不能发生聚合反应，但可以与其他物质进行“缩合”而形成聚合物。

【引发剂】聚合助剂之一。可使单体分子活化成单体自由基，并按自由基型聚合机理进行聚合。加入少量即可使反应在较温和条件下进行。引发剂易分解成自由基，这种初级自由基有很高的反应活性，与单体相遇，马上起反应而形成单体自由基，从而引发了自由基链反应。工业上常用的二个体系：（1）热引发体系，这类引发剂在加热时分解成初级自由基，主要是过氧化物类，如过氧化苯甲酰和偶氮化合物类，如偶氮二异丁腈；（2）氧化-还原体系，在过氧化物引发剂中加入二价铁盐等还原剂就构成了氧化-还原引发体系，如过氧化氢-亚铁盐，这种引发剂能在较低的温度下产生初级自由基。选用引发剂，除考虑安全、毒性、使用温度范围和对聚合物着色等因素外，主要的是引发剂的活性。引发剂的活性以半衰期表示，半衰期是指在一定温度下，引发剂分解至起始浓度的一半所需要的时间。半衰期愈短活性愈高。

【聚合催化剂】聚合助剂之一。离子型聚合反应是借助催化剂的作用，使单体活化为带正电荷或负电荷的活性离子，然后按离子型反应机理进行聚合。阳离子聚合反应所用的催化剂为电子接受体——亲电试剂，如含氢酸（ H_2SO_4 ），路易士酸（ BF_3 、 AlCl_3 以及 FeCl_3 ）、金属烷基化合物（烷基铝）。阴离子型聚合反应所用催化剂为电子给予体——亲核试剂，如碱金属、金属有机化合物，碱金属的氢氧化物等。配位阴离子聚合反应（又称定向聚合），采用齐格勒-纳塔催化剂，这是一类具有特殊定向效能的催化剂。齐格勒-纳塔催化剂是过渡金属卤化物与有机金属化合物的络合物，其中常用的是烷基铝-四氯化钛。

【聚硅氧烷】又称聚硅醚，聚有机硅氧烷的简称。由硅和氧原子重复交替组成分子主链，侧链上含有各种有机基团。聚硅氧烷的分子结构形式取决于有机基与硅原子的比值 (R/Si)，当 $R/Si > 2$ 时，为低分子量的直链或支链结构的液体；当 $R/Si = 2$ 时，为单环结构的低聚体或高分子量的直链粘滞塑性体；当 $R/Si < 2$ 时，为交联结构的高聚物或稠环、螺环及球环结构的低聚体。硅氧硅键是形成聚硅氧烷的基本键型。硅氧硅键的合成方法有：(1) 水解缩聚法。包括两个反应过程，首先是水解过程，即有机硅单体内与硅相连的官能团在水介质中断裂，生成中间产物——有机硅醇，其次是缩聚过程即硅醇脱水缩聚成聚硅氧烷；(2) 杂官能团缩聚法。利用两种含不同硅官能团的有机硅单体，使其相互作用而制取聚硅氧烷；(3) 催化重排法。硅氧硅键在催化剂作用下断裂重排，聚合成聚硅氧烷。根据聚硅氧烷的形态和用途可分为硅油、硅树脂和硅橡胶三大类。硅油是线型结构的油状液体。硅树脂为线型聚合物，在加工成型过程中，进行交联固化反应成为热固性网状立体结构。硅橡胶为线型结构，平均分子量一般在 40—80 万，在加入过氧化物和加温下，则生成网状硅橡胶分子。无论是液体、固体或弹性体的聚硅氧烷都具有电绝缘性、憎水性、耐氧化、耐寒性、耐热性及生理惰性。在工业上有广泛的应用。硅油可用作纸张、织物等的防水处理剂，脱模剂和医药、食品工业的抑泡剂。有机硅树脂主要用作耐热的电绝缘漆，耐热、耐气候老化的涂料等。有机硅橡胶可用作飞机的密封材料，飞机、火箭发动机喷口处的烧蚀材料。还可用作医用高分子材料。

【高分子材料热性能的测试】主要包括：(1) 线膨胀系数。温度升高 1°C 时，一厘米高分子材料伸长的厘米数。常用的测试设备是千

分表石英管膨胀计。平均线膨胀系数表示高分子材料在某一温度区间的线膨胀特性。测定高分子材料在一定温差下长度的变化值，就可算出平均线膨胀系数；（2）导热系数。表示材料热导性能的大小。测定导热系数多采用稳定热流法；（3）玻璃化温度。高分子材料由高弹态向玻璃态转化时的温度。常用膨胀计法和温度——变形曲线法进行测定；（4）耐寒性。表示高分子材料在低温下，保持使用性能的程度。一般以脆化温度代表，所谓脆化温度，是在某一低温下，向材料施加应力，仅很小变形就因其脆性而被破坏，这一温度就称为脆化温度。软片材料耐寒性测试方法用低温冲击压缩试验及低温对折试验；板、片材料用低温冲击弯曲试验及低温伸长试验；（5）耐热性。指高分子材料在受热作用下，仍保持其物理机械性能及使用性能的最高温度。常用的测试材料耐热性的方法是马丁耐热试验法。马丁耐热试验法是使试样处于等速升温的环境中，在一定的静弯曲力矩作用下，测定达到一定弯曲变形时的温度；（6）熔融指数。各种热塑性高分子材料在熔融状态的流动性能，以高分子材料熔体在一定温度和压力下，十分钟内通过标准毛细管的重量值来表示。用熔融指数仪进行测定；（7）分解温度。高分子材料的大分子裂解时的温度。用热失重法或压力法进行测试；（8）耐燃烧性。高分子材料在燃烧时保持其使用性能的程度。常用间接火焰法和直接火焰法测试。

【老化】高分子材料在加工、贮存和使用过程中，由于受到内、外因素的综合作用，性能逐渐变坏，以至最终丧失使用价值的现象。老化是一种不可逆的变化，主要的变化有：外观、物理化学性能、机械性能及电性能的变化。高分子的结构及其组成对材料的耐老化性能起决定性作用。高分子材料老化的外界因素有氧气、阳光

及热等。老化试验的方法有自然老化试验法（大气、仓库贮存、埋地、海水浸渍等）及人工老化试验方法（人工气候、热老化、湿热老化、臭氧老化，盐雾腐蚀及霉菌老化等）。高分子材料的老化是根据其性能及微观结构的变化来评定的。防止高分子材料老化的方法：（1）在高分子材料中添加防老化剂，抑制光、热氧等外界因素对材料的作用；（2）物理防护，使高分子材料与外界隔离；（3）材料改性，提高材料本身对外因作用的稳定性。

电 化 工

【电解工业】将直流电通入电解槽中的电解质溶液或熔融电解质，使电解质在两个电极上（或电极旁）发生化学变化，以制备所需的产品。电解过程需具备电解质、电解槽、直流电供给系统、分析控制系统和产品的分离回收装置。电解的主体设备是电解槽。电解槽中用两块导体（金属或石墨）作为电极（分阳极和阴极），电极与槽中电解质溶液或熔融电解质直接接触，为防止阳极区和阴极区的电解产物相混合，通常在两极间加上可使离子透过的隔膜。电解时在电极上发生的过程有电子传递、气体释放、金属腐蚀、金属析出及氧化物生成等类型。电极上析出的产物取决于电极及电解质的性质、电解液的浓度及极化作用等因素。电解工业在国民经济中起着重要作用，许多有色金属和稀有金属的冶炼及许多金属的精炼都是采用电解方法实现的。另外有电解食盐水溶液制取氢氧化钠、氢气和氯气；电解水制取氢气和氧气；用电解氧化法

制取各种氧化剂；用电解法处理污水可消除环境污染并可回收金属材料等。电解工艺近年来发展较快，主要发展方向是节约电能和提高资源的利用率。

【电镀】用电化学方法使金属化合物还原为金属并沉积在金属或非金属制品的表面上，形成符合一定要求的金属镀层，以提高制品表面的抗腐蚀性能、装饰性能或改善制品表面的机械性能等。电镀时通常把待镀制品作为阴极（与直流电源的负极相连），所镀金属或合金的板或棒作为阳极（与直流电源正极相连），电镀槽中的镀液含有被镀金属的盐类及一些其他物质（缓冲剂、络合剂及添加剂等）。当接通电源并控制一定的条件（包括温度、电流密度及pH等），被镀制品表面上就会逐渐镀上一薄层金属或合金。欲获得高质量的镀层需要有优良的电镀装置和设备以及合理的工艺条件。另外，镀前需要对工件表面进行整平、抛光、去脂及除锈等处理工作，非金属工件电镀前，应使其表面形成导电层。制品电镀后还需经过钝化、去氢等处理过程。电镀层依其功能不同可分为：防护镀层（防止或减缓金属制品的腐蚀）；防护-装饰镀层；功能镀层（如作为记忆元件的磁性镀层、吸收太阳能的黑铬镀层等）及修复镀层（使磨损的机械部件经电镀修复）。电镀是许多工业部门的重要组成部分，大量的金属和非金属制品和飞机、汽车及轮船的配件都需要经过电镀加工以提高其使用价值和经济效益。

【氯碱工业】基本无机化工之一，以食盐为原料，用电解法生产烧碱、氯气、氢气以及一系列氯产品。1800年开始对电解食盐制碱的方法进行研究。1833年确定了电解过程的基本定律——法拉第

定律。1888 年工业上实现了隔膜法电解食盐水生产烧碱和氯气。1968 年金属电极代替石墨阳极用于工业生产。1975 年离子交换膜电解槽投入工业运转。当前，正研究固体聚合物电解质和 α -氧化铝隔膜法。电解制碱是一个典型的电化学过程。氯碱工业有三种生产方法：隔膜电解法、水银电解法和离子膜电解法。目前，中国主要采用隔膜电解法。隔膜法是在电解槽的阳极和阴极之间设置隔膜，隔膜允许离子迁移，但隔开阳极和阴极的电解产物。隔膜法采用石墨或金属阳极，阴极材料为铁，隔膜用石棉或掺入氟树脂的改性石棉制成。从阳极室引出氯气，从阴极室引出氢和含食盐的氢氧化钠溶液。隔膜法生产过程包括盐水精制、电解、氯气及氢气干燥，稀碱液浓缩和固碱等工序。水银电解法包括电解和解汞两部分。仍采用石墨或金属阳极，阴极则用汞。在阳极上析出氯，在阴极上钠离子放电并与汞生成钠汞齐。将钠汞齐从电解室引入解汞室，钠汞齐与水生成汞、氢氧化钠和氢气。生成的汞送回电解室循环使用。离子膜法是用选择性的离子交换膜隔开阳极和阴极，离子交换膜只允许钠离子和水透过。在阳极室得到氯，在阴极室得到氢和基本不含食盐的氢氧化钠溶液。

【化学电源】利用化学反应使化学能与电能相互转换以达到换能或贮能的装置。早在 1800 年，意大利科学家伏打用铜片与锌片夹着浸满硫酸的纺织呢制成了世界上第一个化学电源，称伏打电堆。化学电源的主要参数有：电池容量（电池可输出的电量）和电池能量密度（电池输出的电能与电池的重量或体积之比）。化学电源的类型有：原电池（一次电池）、蓄电池（二次电池）和燃料电池。原电池是在电极上发生化学反应，将化学能直接转为电能的换能装置，一般以较活泼的金属为负极，较不活泼的金属为正极。放

电时，负极发生氧化反应给出电子，电子通过导线流入正极，正极发生还原反应。蓄电池是利用电极上发生化学反应把充电电流携带的电能转换或化学能贮存起来以后在放电时发生逆向的化学反应把化学能转换成电能。铅蓄电池是常用的蓄电池，它以一组充满海绵状灰铅的铅板作为负极，一组结构相似的充满 PbO_2 的铅板为正极。这两组电极板在电池内交替排列并浸泡在硫酸溶液中。当蓄电池放电时，负极上的铅被氧化成 Pb^{2+} 并立即以 PbSO_4 的形式沉积在铅板上；正极上的 PbO_2 被还原成 Pb^{2+} ，也以 PbSO_4 形式沉淀下来。铅蓄电池在充电时，使逆反应进行。燃料电池是将氢及烃类燃料送入电池内，令其进行电化学燃烧，将伴随化学反应的能量作为电能取出。

硅酸盐工业

【水泥熟料】以石灰石和粘土为主要原料，经高温煅烧后再粉碎成一定颗粒组成的粉料，主要是指硅酸盐水泥熟料。其主要化学成分为氧化钙 (CaO)、二氧化硅 (SiO_2)、少量氧化铝 (Al_2O_3) 和氧化铁 (Fe_2O_3)。主要矿物组成为硅酸三钙、硅酸二钙、铝酸三钙和铁铝酸四钙。硅酸盐水泥熟料加适量石膏共同磨细后，即成硅酸盐水泥。用于制造水泥。

【玻璃】由溶体过冷而成固体状态的无定形物体。一般是透明的。化学成分复杂，没有固定熔点，加热时会逐渐软化，直到完全变

成液体。通常指的玻璃是硅酸盐玻璃。此外，还有硼酸盐、磷酸盐、氟化物为主的玻璃。按用途可分为普通玻璃、乳浊玻璃、有机玻璃和有色玻璃及特种玻璃等。普通玻璃称钠钙玻璃，主要由氧化钠和氧化钙与过量二氧化硅的混合物组成，近似化学式为 $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$ 或 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ ，通常是由石英砂、长石、纯碱和石灰石为主要原料，并加入少量的澄清剂，如硝酸盐和白砒同用，以及硫酸盐等。主要用于制造玻璃瓶、玻璃管和门窗玻璃等。乳浊玻璃是在原料中加入乳浊剂，如萤石、冰晶石、磷酸钙等，呈乳白半透明的玻璃，它使光线散射，不能完全透过，因而光线变得柔和，主要用于照明器材和需要透光而不见物体的设备。有机玻璃是由有机高分子化合物甲基丙烯酸甲酯经聚合后，而制得透明如玻璃的无色固体，质轻，不易碎裂，耐光，主要用于制造光学和照明工具，如仪表盘、外科照明灯和航空窗玻璃等。有色玻璃是在原料中加入着色剂，如氧化物（氧化钴、氧化铜）和胶态金、银、铜等，可用作装饰、信号和滤光玻璃，还有在原料中加入含有钛、锆、钒、铈等氧化物的特种玻璃。

【着色玻璃】在原料中加玻璃着色剂熔制而成的玻璃。主要分为两大类：（1）分子着色玻璃，如蓝色、紫色、绿色、乳白色等，着色剂一般是氧化物，如氧化钴（蓝色）、二氧化锰（紫色）、氧化铜（紫色）、二氧化锡（乳白色）等；（2）胶体着色玻璃，如金黄、银黄、铜红、硒红玻璃等。着色剂分别为胶态的金、银、铜和硒化镉-硫化镉等。这些玻璃对可见光有一定的选择性吸收，吸收光谱不同，呈现出的颜色也不同。用途极广，主要用于艺术装饰、有色信号和各种滤光器。

【玻璃纤维】一种由熔融玻璃拉成或吹制的无机纤维。主要成分为二氧化硅、氧化钙、氧化硼、氧化镁、氧化钠等。根据玻璃中碱含量的多少可分为无碱玻璃纤维（氧化钠 0—2% 属铝硼酸盐玻璃）、中碱玻璃纤维（氧化钠 8—12%，属含硼或不含硼的钠钙硅酸盐玻璃）和高碱玻璃纤维（氧化钠 13% 以上，属钠钙硅酸盐玻璃）。玻璃纤维比有机纤维耐高温、不燃、抗腐蚀、隔热、隔音和电绝缘性能好。但性脆、耐磨性较差。主要用作绝缘材料、工业过滤材料、吸音材料和建筑材料，还可用作增强材料，用来制造增强塑料、橡胶、石膏、水泥等制品。

【石英玻璃】由二氧化硅组成的玻璃。用水晶、硅石、硅氧化物为原料，高温熔化或化学气相沉积而成。有透明和不透明两种，按纯度分为高纯、普通纯和掺杂三类。可制成管、棒、板、块和纤维；可加工成各种形状的仪器、器皿，也可切割、研磨、抛光成棱镜、透镜等光学零件。掺入少量杂质可制得特殊性能的新品种如超低膨胀、荧光石英玻璃等。石英玻璃耐高温，膨胀系数低，耐热性、化学稳定性和电绝缘性能好，并能透过紫外、红外线。广泛用于半导体、电光源、光导通讯、激光技术、光学仪器、实验室仪器等以及国防科技产品。

【光学玻璃】制造光学仪器用的特殊玻璃。具有一定的光学常数、优良的透明性、高度的均匀性和化学稳定性。狭义的光学玻璃是指无色光学玻璃。广义的光学玻璃还包括有色光学、激光、石英光学、抗辐射、紫外、红外光学、纤维光学、声光、磁光等玻璃。由光学玻璃构成的部件是光学仪器中的关键性原件，可用于制造光学仪器中的透镜、棱镜、反射镜及窗口等。

【微晶玻璃】又称玻璃陶瓷和结晶玻璃。由晶相和残余玻璃相组成的质地致密、无孔、均匀的熔结体。由玻璃加入一定量的成核剂（有时也不加），再经加热或光照处理，使玻璃体内均匀地析出大量微细的晶粒，而制成的透明或不透明陶瓷状的材料。晶体尺寸一般小于 $0.1\mu\text{m}$ ，晶体含量可达 50—90%（体积）。这类玻璃的机械强度、化学稳定性、电性能均优于普通玻璃，而生产工艺和使用原料却与普通玻璃相似，成为 20 世纪 60 年代以来迅速发展的一种新型玻璃。通常按玻璃基质的组成，分为硅酸盐、铝硅酸盐、硼硅酸盐、硼酸盐、磷酸盐微晶玻璃五大类。它们性能指标取决于晶体的种类、含量、大小及玻璃相的种类。主要用于航空、核工业、火箭等方面的工程结构材料，也用作电绝缘、光学和建筑材料。磁性微晶玻璃可作电子计算机的记忆元件。

【抗辐射玻璃】光学玻璃的一种，包括防辐射玻璃和耐辐射玻璃。防辐射玻璃主要是对 γ 射线和 X 射线有较大吸收能力的玻璃。当 γ 射线或 X 射线进入防护玻璃时，由于玻璃内部产生光电效应，生成正负电子对，同时产生激发态和自由态电子，使射入的 γ 射线或 X 射线能量减少，穿透能力下降，起到了防护作用。耐辐射玻璃主要指在 γ 射线作用下不易着色的光学玻璃。普通玻璃受高能射线辐射后产生自由电子，它与玻璃内部的缺位结合形成色心，同时也可使原子核移位，破坏正常的结构，也产生色心，使玻璃着色。主要用于原子能工业、核医学和同位素试验室等方面的窥视窗材料。

【光导纤维】又称光学纤维，简称光纤。一种由玻璃或石英制成的，

能传输光信息的一种能力很强的器件。也有少数是由合成树脂制成的高分子光导纤维，如聚甲基丙烯酸甲酯和聚乙烯等。一般的光纤由导光的纤芯及其周围的透明色层所组成，色层外还涂有一层金属或其他材料的外套。根据传输模式的不同，可分为单模光纤和多模光纤。单模光纤纤芯直径小，大约 $3\text{—}10\mu\text{m}$ ，色层较厚，纤芯和色层折射率差小 ($\Delta=0.0005\text{—}0.01$)。光向前传输的路径少，只允许沿光纤轴芯的一束光传输，在空间形成电磁场分布的模式单纯（光波是一种电磁波）。传输频带宽，载荷信息容量大，在光纤通信中最有发展前途的一种光纤。多模光纤纤芯直径大，大约 $50\text{—}200\mu\text{m}$ ，色层较薄，折射率差大 ($\Delta=0.01\text{—}0.02$)。传输的路径多，形成电磁场分布的模式多式多样，有时可达到千种模式同时在一根光纤中传输。传输频带宽不如单模光纤，应用比较普遍。

【水泥】 见建筑材料中的“水泥”。

【搪瓷】 金属表面上覆盖珐琅层的制品。在金属胚胎上涂敷一层或多层珐琅浆，经干燥烧制成的复合材料。中国约在公元 8 世纪就能掌握铜搪瓷的生产工艺。15 世纪中叶（明代景泰年间）开始能生产精细的铜胎搪瓷工艺品——景泰蓝。19 世纪初出现以铸铁为坯胎的铸铁搪瓷，开创了工业用搪瓷的新纪元，后又发展钢搪瓷、铝搪瓷。搪瓷品种繁多。按所用金属基材可分为黑色金属搪瓷和有色金属搪瓷两大类；按制品用途分，有日用和非日用搪瓷两大类；按制备工艺分，有一次搪瓷和两次或多次搪瓷；若以瓷釉特点命名，有耐酸搪瓷、低熔搪瓷和微晶搪瓷等。具有一定的机械强度，质轻，较强的密着性，易于洗涤和一定的化学稳定性及光

滑美观的表面等。广泛用作日用和医疗器皿，化学和食品等工业中的耐腐蚀设备以及高级装饰品等。

【陶瓷】质地较粗的一种陶瓷制品，广义陶瓷即无机非金属材料。早在公元前 5000—300 年的新石器时代中国就有了带红色、灰色或黑色的彩陶。到东汉时期出现了瓷器，隋唐时代瓷器的使用已很普遍，制品以青釉（即青瓷）为主。唐代三彩陶瓷（唐三彩）最为著名。陶瓷包括普通陶瓷和特种陶瓷。普通陶瓷又称传统陶瓷，主要是以粘土为主要原料，经制坯烧成的。一般没有光泽，透明度低，可上釉或不上釉，没有清彻音响。按用途可分为日用陶瓷、建筑陶瓷、艺术陶瓷、化工陶瓷和电陶瓷。广泛用于建筑、化学、电力、机械等工业以及日用和装饰等方面。特种陶瓷又称高级陶瓷，由于天然硅酸盐原料中含杂质较多，不能满足特种陶瓷性能上的要求，故常用其他非硅酸盐类化工原料或人工合成原料，如氧化物（氧化铝、氧化锆、氧化钛等）和非氧化物（氮化硅、碳化硼等）制造，其原料、组成、性能和用途都超出了普通陶瓷的范围。广泛用于无线电、原子能、火箭、半导体等工业。

【高温结构陶瓷】用于某种装置或结构物中，能在高温条件下承受静态或动态的机械负荷的陶瓷。具有高熔点，较高的温度强度和较小的高温蠕变性能，以及较好的耐热震性、抗蚀性、抗氧化性和结构稳定性等。包括高温氧化物和高温非氧化物两大类。前者指熔点高于 1728°C 的氧化物（如氧化硅晶体）或某些复合氧化物（如氧化铝、氧化锆、氧化镁、氧化钙和氧化钽等），其特点是高温下化学稳定性好，尤其是抗氧化性能好，但弱点是脆性大，耐机械冲击性差；后者包括氮化物、碳化物、硅化物、硼化物等，与

氧化物比较，难熔化合物的热导率较高，热膨胀系数较低，因此具有良好的抗热震性。氮化硅与碳化硅还有较高的强度，硬度仅次于金刚石，耐磨性好，是很好的热机材料。

【高频绝缘陶瓷】又称装置陶瓷。在电子设备中用于安装、固定和保护元件，作为载流导体的绝缘支撑，以及各种集成电路基片的陶瓷。具有介电常数小，介电损耗低，机械强度高，以及较高的介电强度、绝缘电阻和热导率等。常用的有高铝瓷、滑石瓷等。随着电子工业的发展，尤其是厚膜、薄膜电路及微波集成电路的问世，对封装陶瓷和基片提出了更高的要求，已有很多新品种，例如氧化铍瓷、氮化硼瓷等。目前正研究发展氮化铝瓷和碳化硅瓷，它们的共同特点是热导率较高。

【铁电陶瓷】电介质材料的一种，某些电介质可自发极化，在外电场作用下自发极化能重新取向的现象称铁电效应。具有这种性能的陶瓷称铁电陶瓷，主要由钛酸盐、锆酸盐和锡酸盐等组成，具有电滞回线和居里温度。在居里温度点，晶体由铁电相转变为非铁电相，其电学、光学、弹性和热学性能等均出现反常现象，如介电常数出现极大值。可分为高介电铁电陶瓷，如钛酸钡-锡酸钙和钛酸钡-锆酸钡和低介电铁电陶瓷，如钛酸钡-锡酸钠等。用于制造电容器、继电器、换电器以及超小型电子和通讯设备的元件等。

【耐火材料】一种无机非金属材料制品。一般指能耐 1580℃ 以上温度的材料。具有一定的高温力学强度，良好的体积稳定性、耐热震性、高的载重软化点和抗渣性等。按化学组成和抗渣性，可分为酸性、半酸性、中性和碱性四类。按耐火度可分为普通

(1580°—1770℃)、高级(1770°—2000℃)和特级(2000℃以上)耐火材料。用硅质、粘质、高铝质、铬质、镁质、白云石质、含碳质、含锆质和由这些材料组成的复合耐火制品以及由各种氧化物、氮化物、硼化物、碳化物、硅化物等制成的特殊耐火材料,是冶金、玻璃、水泥、陶瓷、石油化工、动力和国防等工业部门构筑高温设备必需的材料。

【分子筛】具有均匀的多孔径微孔结构,而能将不同大小的分子分离的固体吸附剂,是一种天然或人工合成的沸石型水合铝硅酸盐。其化学式为: $M_x [Al_y Si_z O_2 (y+z)] \cdot mH_2O$, 式中 M 为中和骨架电性的金属离子,通常是 Na^+ 、 K^+ 和 Ca^{+} 等。式中 m 为分子筛结构中水分子的摩尔数,这些水分子可以加热除去,使分子筛内表面增大。微孔结构大小可在沸石加工时进行调节,例如 4 Å 型分子筛是一种铝硅酸钠,微孔的直观直径大约为 4.5 埃 (Å),能吸附直径 4 埃的分子。又如 5 Å 型分子筛是一种铝硅酸钠,微孔的直径大约为 5.5 埃,能吸附直径 5 埃的分子。广泛应用于液体和气体的干燥、脱水、分离、回收和净化等,还可用作催化剂。

【沸石】又称泡沸石,是许多含水的钾、钠以及钙、锶、钡的铝硅酸盐矿物的总称。沸石具有比其他天然硅酸盐和铝硅酸盐更为空旷的骨架结构,晶体比较松弛,晶格空隙比较大。一般是浅色,玻璃光泽,硬度 3.5—5.5,除天然产物外,还可由人工制成。将沸石小心加热可逐渐失去水分,甚至完全失水,而其基本结构并不破坏。沸石所含的水可被其他液体,如酒精、氨等所代替,其中的正离子也可与其他金属正离子交换。按骨架形式分为方沸石、层沸石和链沸石三类,可用作天然离子交换剂、分子筛和催化剂载

体等，也可用于制造天然的隔音、隔热、质轻的建筑材料。

【滑石】一种层状或致密块状集合体的天然硅酸盐，化学式为 $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot (\text{OH})_2$ 或 $3\text{MgO} \cdot 4\text{Si}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。一般为白色、浅绿色、苹果黄色和浅黄色，质软有滑腻感，玻璃光泽，比重 2.7—2.8，莫氏硬度为 1。化学性质不活泼，薄片有挠性，无弹性。滑石粉广泛用于油漆、纸张、橡胶和塑料制品的填加剂，还是痱子粉、爽身粉和化妆品等的主要成分，农业上用作各种农药的稀释粉料。滑石还可作为建筑材料的耐火砖等。

【硅酸盐水泥】又称普通水泥或波特兰水泥，是以硅酸钙和铝酸钙为主要成分的水泥总称。一种由石灰质和粘土质原料的粉状混合物在 1450°C 左右煅烧成水泥熟料后，加入少量石膏共同磨细而成。强度较高，水泥标号在 425 以上，最高达 625 号。土木和建筑工程中最常用的一种水泥。根据其性质不同可分为高强硅酸盐水泥、快硬硅酸盐水泥和防潮硅酸盐水泥。高强硅酸盐水泥简称高强水泥，其标号在 625 以上，主要适用于配制高标号混凝土、装配式钢筋混凝土、钢丝网水泥结构、预应力混凝土等。高强水泥的比表面大，容易风化变质，应及时使用或妥善储存。快硬硅酸盐水泥简称快硬水泥，主要适用于紧急抢修工程、冬季施工，以及制造混凝土预制构件等。防潮硅酸盐水泥简称防潮水泥，具有防潮性、可塑性好的优点，能延长水泥储存期，也宜于水路运输。制成的混凝土具有较好的抗渗性和抗冻性。用途与普通水泥相同。

合成树脂与 塑料工业

【工程塑料】可作为工程材料和代替金属制作机器零部件等的塑料。其主要品种有聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯、聚苯醚、ABS树脂，热塑性的聚酯、和聚氨脂、聚砒、聚芳砒、聚苯硫醚、及其他芳杂环聚合物等。也有人将氟树脂、超高分子量聚乙烯和所有热塑性的增强塑料，及其他以此为基础的高分子共混物和改性的材料包括在内。主要特性是：密度小，比强度高，化学稳定性好，电绝缘性优良，耐磨、耐热性和尺寸稳定性高，抗冲击、抗疲劳性能优良。广泛应用于工程结构，机械部件和化工设备等工业，还应用于宇宙航行、火箭、导弹等方面。

【天然树脂】现存树木或已死树木的分泌物埋在土中所化成的物质，主要由植物或少数由动物获得。按树脂的基本组分可分为三大类：（1）纯树脂。由萜类物质及粗香精油组成的树脂状物质，一般不溶于水，而溶于有机溶剂，如松香等；（2）树胶树脂。由多糖类物质组成，可溶于水或遇水溶胀，而不溶于醇及有机溶剂，如乳香等；（3）含油树脂。含较多的精油，是能溶于油中的树脂。按树脂的形成历史可分为化石树脂、半化石树脂和新鲜树脂，后者是最重要的天然树脂的来源。主要用作涂料、造纸、绝缘材料、胶粘剂、医药、香料等生产；有些可作装饰工艺品的原料（如琥珀）等。由于合成树脂的发展，天然树脂应用日趋减少。

【合成树脂】又称人造树脂。由单体经聚合或缩聚而成的树脂。为粘稠液体或加工可软化的固体，受热时通常有熔融或软化的温度范围，在外力作用下可呈塑性流动状态，性能与天然树脂相似。品种繁多。按主链结构有碳链、杂链和非碳链之分，但一般常按热行为有热塑性和热固性之分。生产原料来源丰富，早期以煤为基础的焦油产品和电石乙炔为主，目前以石油和天然气为原料的乙烯、丙烯、苯、甲醛及尿素占绝大部分。在生产方法上采用本体聚合、悬浮聚合、乳液聚合、溶液聚合、熔融聚合和界面缩聚等。往往有独特的物理、化学和电性能。广泛应用于制造塑料、合成纤维、涂料、粘合剂、绝缘材料等。其重要性和发展都远远超过天然树脂。

【酚醛树脂】酚类和醛类缩聚而成的树脂性物质的统称。通常指由苯酚或其同系物（如甲酚、二甲酚）和甲醛作用而得的液体或固体产品。其中以苯酚—甲醛树脂最重要。分热塑性和热固性两类。热塑性酚醛树脂为浅色至暗褐色脆性固体，溶于乙醇、丙酮等溶剂中，长期具有可溶可熔性，仅在六甲基四胺或聚甲醛等交联剂存在下才固化，主要用于制造层压塑粉、清漆和胶粘剂。热固性酚醛树脂可根据需要制成固体、液体和乳液，都可在热或（和）酸作用下，不用交联剂即可交联固化。可用于制造各种层压塑料、压缩粉、清漆、耐腐蚀塑料、胶粘剂和改性其他高聚物。

【环氧树脂】含有环氧基团的树脂的总称。主要由环氧丙烷和多酚类（如双酚 A）等缩聚成的热固性树脂。品种繁多，其中双酚 A 型树脂是最主要的品种。它随分子量或聚合度不同，其性状呈粘

稠液体到脆性固体。分子结构中双酚 A 成分赋予树脂以坚韧性和耐热性，醚键赋予其耐化学药品性和粘合性，羟基和环氧基使其具有粘合性与多种固化剂的反应性。它是一类综合性能优良的多品级树脂，粘合性高，收缩性低，具优良的电性能、力学性能和耐化学药品性能等。可用作金属材料和非金属材料（如陶瓷、玻璃、木材等）的粘合剂（粘合力强，俗称万能胶），并在机械、电子、建筑、化工等工业部门中广泛用作涂料、浇铸品、模塑件、胶粘剂的复合材料。

【脲醛树脂】简称 UF，又称尿素甲醛树脂。尿素与甲醛缩聚而制得的热固性树脂的总称，一类重要的氨基树脂。原料为尿素和 37% 的甲醛水溶液，合成的树脂是线型结构。为保证树脂能固化，甲醛与尿素的摩尔比必须大于 1。在加工成型时发生交联，得到不溶、不熔的制品。成本低廉、颜色浅、硬度高、耐油、有较好的绝缘性，但耐候性和耐水性较差。它是开发较早的热固性树脂之一。主要用于制造模压塑料、日用品和电器零件，还可用于板材和胶粘剂，纸和织物的浆料，贴面板及建筑工业上的装饰板等。

【聚碳酸酯】简称 PC，学名 2, 2—双（—4—羟基苯酚）—丙烷聚碳酸酯。一种热塑性树脂。几乎无色至黄色透明固体，无毒，无臭，玻璃化温度为 149℃，结晶熔点 220—230℃，比重 1.2，以双酚 A 型使用最为普遍。有优异的冲击韧性，是工程塑料中最好的一种。有良好的介电性能及耐热、耐寒性和成型加工性能。工业生产主要有充气化法和酯交换法。可用注射、挤出和热成型等加工方法制成板、棒等型材和各种实用制品，也可用吹塑、流延等方法制成薄膜。可用于机械、汽车的零部件、电动工具外壳、电

气仪表零件等。利用其透明性可作透明食品罐头盒、防弹玻璃、公共场所的门窗玻璃、飞机挡风罩等，在医疗卫生和食品工业等方面也有广泛应用。

【聚砜】主链上含有砜基的热塑性树脂。若其中 R 为芳基，称聚芳砜；主链中含有醚键的聚砜，称为聚醚砜。它们良好的工程塑料，具有优良的力学性能、抗蠕变性、硬度和耐磨性，并具有较高的玻璃化转变温度，可在 150—200℃ 温度范围内长期使用。它具有优良的耐化学腐蚀性，对酸碱盐都较稳定。但在酮类、酯类及卤代烃等极性溶剂的作用下易发生应力开裂。工业生产方法是使 4, 4'-二氯二苯砜和双酚 A 钾盐反应。反应条件温和、成本低。可用于制作电性能优良的电子器件和印刷电路基材，还可以用作汽车中的特殊零部件和耐温 180℃ 的自动传动装置等。

【三聚氰胺-甲醛树脂】又称蜜胺树脂。由三聚氰胺、甲醛和稳定剂经缩聚反应而制得的热固性树脂。其分子是以醚键或亚甲基连接的线型或分枝结构。在 130—150℃ 左右加热固化成不溶不熔的固体，在酸催化下可增大固化速率，但在 50℃ 以下，使用强酸催化也很难固化。三聚氰胺含三个氨基，其中六个活泼氢，可与三个分子的甲醛等当量反应。增加甲醛与三聚氰胺的摩尔比，升高温度和降低 pH 值，均可增加反应速率。它具有良好的性能、无色透明、耐光、耐沸水、无毒、有较高的力学性能，在 -20—100℃ 下性能稳定。用于高级涂料、粘合剂、纤维和纸的加助剂。其制品有象陶瓷一样的耐污染性，广泛用于制作轻质餐具。丁醇改性的三聚氰胺—甲醛树脂在 150℃ 下烘干后，能制成透明而坚硬的漆膜，广泛用于装饰板的制造。

【聚乙烯】 乙烯的聚合物，简称 PE。单体乙烯是从石油产品热裂解再经分离纯化而得。聚乙烯无毒无臭，手感似蜡，具有优良的耐低温性能，化学稳定性好，能耐大多数酸碱的侵蚀，常温下不溶于一般溶剂，吸水性小，电绝缘性能优良，但耐老化性能差。它的性能主要取决于分子结构和密度，采用不同的生产方法可得不同密度（ $0.91—0.96\text{g}/\text{cm}^3$ ）的产物。按密度可分为高密度聚乙烯、低密度和线型低密度聚乙烯。按合成方法可以分为高压、低压和中压聚乙烯三种。聚乙烯用途十分广泛，主要用来制造薄膜、容器、管道、电线电缆、日用品等，并可作为电视、雷达等的高频绝缘材料，产量约占塑料总产量的 $\frac{1}{4}$ ，居首位。

【聚丙烯】 丙烯的聚合物，简称 PP，是一种热塑性树脂。单体丙烯可由石油产品裂解或炼厂尾气分离提纯而得，通常为半透明无色固体，无毒无臭。由于结构规整而高度结晶化，故熔点高达 167°C 、耐热，制品可用于蒸气消毒是其突出的优点。密度 $0.90\text{g}/\text{cm}^3$ 是最轻的通用塑料。耐腐蚀，强度、刚性和透明性都比聚乙烯好。缺点是低温韧性较差，脆折温度高（ 8°C 左右），易老化，但可分别通过改性和添加抗氧剂予以克服。广泛用于制作容器、包装袋、薄膜等包装运输材料，大量用于汽车、建筑、化工、医疗、农业和家庭用品等方面。它的成纤性良好，可制成聚丙烯纤维等。

【聚苯乙烯】 苯乙烯的均聚合物，简称 PS。是一种热塑性树脂。无色、无臭、无味而有光泽的透明固体。苯乙烯单体活性高，极易在热作用下形成自由基，进行自由基聚合，或在自由基引发剂、离子型催化剂存在下聚合生产。由于原料易得、性能好、成本低，所

以发展较快。其产量在塑料中居第三位。具有优良的绝热、绝缘性能，有卓越的透明性。最大缺点是低温脆裂，长期使用温度为0—70℃，但可用橡胶改性，以提高冲击强度。还能与多种单体生成共聚物，通常以其单体名称间加“-”相连命名，例如丙烯腈-苯乙烯树脂（AS）。主要用于加工成塑制品、建筑材料、汽车附件、无线电和电视机壳体、日用品、管材、仪表及玩具等。

【聚氯乙烯】简称PVC。是塑料品种中仅次于聚乙烯的第二大品种，约占塑料总产量的15%。成本低，可加入不同量的增塑剂，生产软质、硬质的多种聚氯乙烯制品。有优良的耐酸碱、耐磨、耐燃烧及绝缘等性能，但光、热稳定性差，在100℃以上或光照下可析出氯化氢，引起变色发黄，力学和化学性能迅速下降，加工时需加入稳定剂。溶于环己酮、四氢呋喃、硝基苯、二氯乙烷以及丙酮—苯混合溶剂中。生产方法以悬浮聚合法为主。产物分均聚物和共聚物统称氯乙烯树脂。加工可制成各种型材和制品，如软管、电缆、薄膜、涂层制品、泡沫制品、透明片材、糊状制品、硬管和板材、门窗等。

【聚四氟乙烯】俗称塑料王。四氟乙烯的聚合物。有粒状、粉状和分散液三种，固体比重2.1—2.3，成型品具有色泽洁白、半透明、蜡状感等特点。可在高温下长期使用，-268℃低温下短期使用。介电性能优异，不受工作环境、温度、湿度和工作频率的影响。在高温下也不与强酸、强碱和强氧化剂起作用，即使在“王水”中煮沸也无变化。润滑性，特别是自润滑性很好。主要缺点有冷流性，在负荷高速条件下尺寸不稳定。刚性、耐磨和压缩强度较差，耐辐射性和加工性不好。主要用于原子能、航天、电子、电气、化

工、机械、仪器仪表、建筑、纺织、食品等工业，广泛用作耐高低温、耐腐蚀材料、绝缘材料、防粘涂层等。

【聚甲基丙烯酸甲脂】俗称有机玻璃。甲基丙烯酸甲脂(MMA)聚合而制得的热塑性树脂。具有较强的耐碱、耐老化性能和较高的强度，透光度在塑料中最佳。缺点是表面不耐磨蚀，可采用对表面加敷涂层或表面交联处理加以解决。由本体聚合，制得的无色固体，是最优异的有机透明材料，透光率 $>92\%$ 、密度 $1.19\text{g}/\text{cm}^3$ ，耐光老化性极好，户外放置数年不着色、不易破碎。广泛用于制造光学仪器、照明灯具、航空玻璃等透明材料。由悬浮聚合制得的PMMA是球状颗粒，主要用作挤压制品、假牙；乳液聚合制得的胶乳，可制造皮革涂饰剂，也可做涂料。

【玻璃纤维增强塑料】又称玻璃钢。用树脂作粘合剂，玻璃纤维作增强材料而制成的复合材料。分为热固性和热塑性两类。由于它具有质轻、强度高、耐腐蚀等优点，所以发展很快。原材料中的玻璃纤维是用玻璃球熔融后经多孔漏板拉制而成的。常用的树脂为不饱和聚酯树脂、环氧树脂和酸碱树脂等。这种增强塑料的基本性能由所用纤维规格而定。为了改善玻璃纤维与树脂的粘合，纤维应用硅烷类偶联剂进行处理。主要用于造船、建筑业、化工耐腐蚀容器管道和飞机工业以及车辆、机械和日用消费品等方面。

【聚丙烯酰胺】丙烯酰胺的聚合物。是水溶性热塑性树脂。通常有粉状和粘稠胶水溶液两种形式。一般采用氧化—还原剂引发，使丙烯酰胺进行低温水溶液聚合，经干燥、粉碎制得合乎应用要求的线型高分子量产物。具有良好的增稠、减阻和失水作用，并具

有优良的絮凝特性。主要用于土壤和水泥的改良剂、钻井泥浆常用的添加剂、矿石浮选剂、纸张增强剂、纱处理剂、糖浆脱色剂和增稠剂，以及固定酶和电泳用的凝胶等。

【泡沫塑料】又称微孔塑料。以树脂为基材制成的内部具无数微小气孔的塑料。有两种制法：(1) 机制法，在形成时进行机械搅拌；(2) 化学法，在形成时用起泡剂发泡。几乎各种塑料均可作成泡沫塑料。微孔间互相连通的称为开孔型泡沫塑料，互相封闭的称为闭孔型泡沫塑料。具有质轻、隔热、吸音、减震、耐潮、耐腐蚀等特性，且介电性能优于基材树脂。广泛用于的绝热和隔音材料、轻质高强度的夹层材料、化工中的管道、容器等的保温材料、建筑中屋顶墙壁等，以及汽车、飞机座垫、日用家具、塑料拖鞋、泡沫人造革等。

橡 胶 工 业

【胶乳】又称乳胶。一般指聚合物微粒分散于水中形成的胶体乳液。习惯上将橡胶微粒的水分散体称为胶乳，树脂微粒的水分散体称为乳液。分为天然、合成和人造胶乳三类。天然乳胶由橡胶树割胶流出，呈乳白色，固含量为 30—40%，橡胶粒径平均为 $1.06\mu\text{m}$ ，主要用于海绵制品、压出和浸渍制品。合成胶乳通过乳液聚合制得，固含量为 20—30%，如聚丁二烯乳胶、丁苯乳胶等，主要用于地毯、造纸、纺织、印刷、涂料及胶粘剂等。人造乳胶是溶液聚合生成的胶液（如异戊橡胶）中加入水和表面活性剂，使橡胶

微粒分散于水中，然后蒸除溶剂制得，用途与合成胶乳相似。胶乳制品的生产是橡胶工业的一个重要部分，它的生产工艺与干橡胶的加工完全不同，不需庞大的重型机械及繁多的工序，配合剂均以水分散体形式加入胶乳中制成配料胶乳，然后在凝固剂作用下胶凝，湿凝胶经过沥滤、干燥、硫化后制得产品。生产方法主要有浸渍、发泡、注模和压出法四种，此外还有电沉积、微孔模型浇注法等，但应用不广。胶乳制品的生产可实现配料机械化、送料管道化、工艺连续化和检测自动化。

【天然橡胶】天然的弹性高分子化合物。由种植的巴西三叶橡胶树割取的胶乳制得，基本化学成分为顺-聚异戊二烯。某些野生橡胶如马来树胶、杜仲胶等，其化学成分为反-聚异戊二烯，但产量甚少。橡胶树在表层被割开时，树皮内的乳管被割断，胶乳从树上流出。胶乳中含有 35% 左右的橡胶成分。从橡胶树采集的胶乳，经稀释后加酸凝固、洗涤、压片、干燥而制成市售的天然橡胶，它的成分为 91—94% 的橡胶烃，其余为蛋白质、脂肪酸、灰分、糖类等非橡胶成分。橡胶烃主要由异戊二烯组成，其中顺-1, 4-异戊二烯 98—100%，顺-3, 4-异戊二烯 0—2%，不饱和度 95—98.5%，平均分子量 20—30 万。具有弹性好、强度高、无一定熔点、加工性能良好、易与填料及配合剂混合，可与多数合成橡胶并用。天然橡胶为非极性橡胶，在非极性溶剂中溶胀，其耐油、耐溶剂性差。因含大量不饱和双键，化学活性高、易于交联和氧化，耐老化性能不佳。广泛用于制造橡胶制品如轮胎、胶鞋、胶管、胶带、电线和电缆的绝缘材料等。

【合成橡胶】又称人造橡胶。用人工方法由单体聚合而制成的高弹

性高分子化合物。合成橡胶是现代世界上重要的三大合成材料之一。原料主要是石油、天然气和煤，世界产量已大大超过天然橡胶。其中产量最大的是丁苯橡胶，约占合成橡胶的 50%，其次是顺丁橡胶约占 15%，这些都是通用橡胶。另外还有产量较小，具有特殊作用的合成橡胶，如耐老化的乙丙橡胶、耐油的丁腈橡胶、不燃的氯丁橡胶、透气性小的丁基橡胶等。还有不用化学方法交联，而是利用高分子链间作用力交联的热塑性弹性体，如 SBS 橡胶（苯乙烯—丁二烯—苯乙烯三嵌段共聚物）。广泛用于轮胎和橡胶制品等工业。

【硅橡胶】又称硅弹性体。由环状有机硅氧烷开环聚合或不同的有机硅氧烷以适当比例共聚而制成的一种线性高分子弹性体。与一般橡胶不同，分子主链不是由相互连接的碳原子组成，而是由彼此相同的硅原子和氧原子组成。硅原子上的有机基团可以是 —CH_3 、 $\text{—C}_2\text{H}_5$ 或 $\text{—C}_6\text{H}_5$ 等，相应称作甲基、乙烯基或苯基硅橡胶。耐高低温（ -60°C — 250°C ）、耐臭氧、耐油及良好电绝缘性能。有高温硫化型（硫化温度 10°C — 200°C ）、室温硫化型和加工型之分。高温硫化型用作苛刻条件下的电线、电缆绝缘层、密封件、导管、凳月鞋等。因其无致癌性、有较高的抗凝血性和生物相容性，已大量用于制作人体内外用的导管、插管、人工关节等。室温硫化型用于精密铸造的弹性模具、牙科印模材料及航天器耐烧蚀涂料及电子器件的密封保护等。加工型用于电子器件灌注涂覆，也是人体内软组织充填、颜面整形的理想材料。

【氟橡胶】又称氟弹性体。主链或侧链的碳原子上含有氟原子的一种合成高分子弹性体，是含氟聚合物或共聚物。品种很多，通

常以共聚物中含氟单元的氟原子数来表示,例如:氟橡胶 23 是偏二氟乙烯和三氟丙烯的共聚物,氟橡胶 26 是偏二氟乙烯和六氟丙烯的共聚物等。具有耐高温、耐油、耐化学腐蚀的特点。主要缺点是耐低温性能较差、密度较大、价格较高。为改善加工性能、耐压缩、耐蒸汽、耐寒性等,又相继研制出硅氟橡胶、亚硝基氟橡胶、膦腈氟橡胶、氧醚橡胶和四氟乙烯丙烯橡胶等品种。氟橡胶在航天、航空、汽车、石油化工等方面是必不可少的特种合成橡胶。主要用于制造耐高温、耐油、耐化学腐蚀的垫片、密封圈等密封件。

【丁苯橡胶】丁二烯和苯乙烯的共聚物,简称 SBR。苯乙烯的含量一般为 23.5%,最高可达 85%,根据苯乙烯含量以及活化剂、乳化剂、改性剂、终止剂和转化率的不同,聚合物的性质可以在很宽范围内变化。按聚合方法不同分为两类:(1)乳液聚合,是产量最大的通用型合成橡胶,成品分为丁苯干胶和丁苯胶乳,干胶加工性能与天然橡胶相似,只是硫化时硫磺用量和硫化速度均比天然橡胶低,硫化后的干胶耐磨、抗撕裂、耐老化等性能优于天然橡胶,但强度较低,主要用于制造轮胎、胶管、胶鞋和胶粘剂,丁苯乳胶是乳液浓缩成高固体物含量(40—70%)的胶乳,可直接使用,做天然胶乳的代用品和制海绵橡胶,也用作非橡胶制品,如用以浸渍纤维和织物等,可改善其防水、防皱、耐磨和手感等,在合成胶乳中丁苯胶乳的总耗量为 80%;(2)溶液聚合,以丁基锂为催化剂,在非极性溶剂中合成,分嵌段共聚物(热塑性橡胶)和无规共聚物两类。溶液聚合无规丁苯橡胶性能好,特别适宜制浅色或透明制品,也可制成充油橡胶。

【丙烯酸酯橡胶】以丙烯酸烷基酯为主要单体的弹性体。按单体组区分，主要有：丙烯酸乙酯—氯乙基乙烯醚、丙烯酸乙酯—丙烯腈、丙烯酸丁酯—丙烯腈三类。以丙烯酸丁酯与丙烯腈的共聚物为主，用乳液聚合，经盐析、干燥而得。具有耐高温、耐油、抗臭氧和耐紫外线等特殊性能，但不耐水，耐寒、耐有机酸和无机酸、耐碱性能差。主要用于汽车和机车的各种耐油密封圈、衬垫和油封以及耐热、耐高温制品等。

【丁腈橡胶】丁二烯与丙烯腈的共聚物，简称 NBR。多采用乳液聚合。分高温（25—50℃）和低温（-5℃）两种。低温聚合时分子排列比较规整。性能好，所以商品丁腈橡胶一般都是低温聚合。淡黄色，比重为 0.91—0.986，耐油、耐老化性能较好。丙烯腈含量越多，耐油性越好，但耐寒性相应下降。可在 120℃ 的空气中或在 150℃ 的油中长期使用，有良好的耐水性、气密性及优良的粘稠性。广泛用于各种耐油橡胶制品、耐油垫圈、套管、软包装、软胶管、印染胶辊、电缆胶材料等，是汽车、航空、石油、复印等行业中必不可少的弹性材料。

【乙丙橡胶】乙烯和丙烯的共聚物，简称 EPR。乙烯和丙烯共称二元乙丙橡胶（EPM），加入少量二烯类单体共聚则称三元乙丙橡胶（EPT）。单体原料乙烯、丙烯主要来自石油炼厂气的裂解和石油的裂解，也可取自天然气或焦炉气，在齐格勒-纳塔催化剂作用下，经聚合而得。分子主链为饱和结构，不含双键，因此具有耐老化、耐臭氧、耐化学腐蚀、耐高温和优异的电性能。主要用于汽车部件、耐热运输带、胶管、衬里、电线电缆和建筑防水材料。缺点是硫化速度慢，粘着性和耐油性差，与其它橡胶相容性差，耐润

滑性不好。

【氯丁橡胶】氯丁二烯聚合制得的弹性体，简称 CR。分子量 2—9.5 万，相对密度为 1.15—1.25，玻璃化温度为 $-40\text{—}-50^{\circ}\text{C}$ ，在 $230\text{—}260^{\circ}\text{C}$ 分解。单体氯丁二烯（2—氯—1,3—丁二烯）有两种工业制法：（1）以乙炔为原料，在氯化亚铜—氯化铵溶液的催化作用下，生成乙烯基乙炔，再与氯化氢加成，生成氯丁二烯；（2）以丁二烯为原料，经高温氯化、异构化、脱氯化氢而制得。单体经乳液聚合可制得氯丁橡胶。它具有良好的综合性能，具有耐油、耐热、耐氧化和耐臭氧等特性。但其相对的密度比较大（1.23—1.25），常温下易结晶变硬，贮存性不好（室温下约 1 年），耐寒也差。广泛用于耐水防燃电缆，耐热运输带、耐油耐腐蚀胶管、胶带，以及胶粘剂、密封材料等。

【异戊橡胶】异戊二烯的弹性聚合物，含 90—95% 顺—1,4—聚异戊二烯的一种合成橡胶。因其结构和性能与天然橡胶近似故又称合成天然橡胶。在齐格勒-纳塔催化剂存在下，经溶液聚合而制得。能在拉伸状态下结晶。具有很好的弹性和耐寒性，以及很高的抗张性和耐氧化性，玻璃化的温度为 -68°C 。但生胶强度、粘着性、加工性能，以及硫化胶的抗撕裂强度、耐疲劳性等均稍低于天然橡胶。主要用于轮胎生产，除航空和重型轮胎外，均可代替天然橡胶。

【顺丁橡胶】含有 95% 以上顺式—1,4—聚丁二烯的合成橡胶，简称 BR。在齐格勒-纳塔催化剂存在下，溶液聚合而制得，产量仅次于丁苯橡胶居第二位。与天然橡胶和丁苯橡胶相比，耐寒性、耐

磨性和弹性特别优异，动负荷下发热少、耐老化性好、易与天然、氯丁和丁腈橡胶并用。根据顺式—1,4 含量不同，顺丁橡胶可分为低顺式（30—40%）、中顺式（90%）和高顺式（96—99%）三类。高顺式分子间力小，分子量高，因而链柔顺性大、玻璃化温度低（ -110°C ），常温负荷时呈无定形态，承受外力时有很高的形变能力，是弹性和耐寒性最好的合成橡胶。由于分子链比较规整，拉伸时可以获得结晶补强，加入炭黑也可获得显著的补强效果，是一种综合性能较好的通用橡胶。特别适于制造汽车轮胎和耐寒制品，以及各种胶鞋、胶布、海绵胶等。但加工性能较差、抗撕裂强度偏低。

【丁基橡胶】异丁烯与异戊二烯的共聚物，简称 IR。在催化剂（如三氧化铝）和 -98°C 下经溶液聚合而制得。异戊二烯的含量一般是 1.5—4.5%。无臭无味，比重 0.91。玻璃化温度为 -67 至 -69°C ，不溶于乙醇和丙酮。具有良好的化学稳定性和热稳定性，最大的优点是气密性和水密性好。它对空气的透过率为天然橡胶的 $1/7$ 、丁苯橡胶的 $1/5$ ，而蒸气的透过率则为天然橡胶的 $1/200$ 、丁苯橡胶的 $1/140$ 。主要用于制造内胎、蒸气管、水坝底层以及垫圈等各种橡胶制品。丁基橡胶的聚合是以正离子反应进行的，反应温度低，速度快，放热集中，聚合物的分子量随温度的升高而急剧下降。因此排出聚合热，控制反应在低温下进行是生产的关键性问题。为改善丁基橡胶共混性差的缺点，将丁基橡胶溶于烷烃或环烷烃中，在搅拌下进行卤化，得到卤化丁基橡胶，它特别适用于做无内胎的轮胎内密封层和胶粘剂等。

【氯醇橡胶】由环氧氯丙烷均聚或环氧氯丙烷与环氧乙烷共聚制得

的合成橡胶。不溶于一般溶剂，溶于环己酮、吡啶、氯苯、硝基苯、四氢呋喃等。是一种耐油、耐热、透气性很低的特种橡胶。均聚型氯醇橡胶的分子链中不存在双键，因此耐老化和耐臭氧性能很好。又因分子链中存在易旋转的醚键，所以弹性好、耐油并耐挠曲。侧基中氧原子的存在提供了耐油、耐溶剂、耐燃烧、耐透气及粘合性。它的综合性能较丁腈橡胶或氯丁橡胶好，成本比氟橡胶或硅橡胶低得多。共聚型分子链中，由于存在不带极性侧基的氧乙烯链节，增加了弹性和低温挠曲性，脆点可降低到 -45°C ，但耐油和耐透气性不如均聚氯醇橡胶。均聚物用于汽车零件、耐油耐热胶管、耐氟利昂冷冻胶管及胶垫、飞机用密封圈。共聚物用于耐寒、耐油密封垫圈。

【再生橡胶】又称再生胶。废旧和磨损的橡胶制品和已硫化或烧焦的边角料，经化学、热及机械加工处理后，使硫化胶的网状破坏，有效地将其重新塑化再生，成为再次配合、加工和硫化的弹性材料。适用于制造特种或质量不高的橡胶制品。一般掺在天然橡胶或合成橡胶中使用，以改善橡胶的加工性和粘合性，缩短混炼时间，节约能源。也可部分代替橡胶，以降低产品成本，改进制品的耐自然老化、耐油、耐酸碱等性能。根据原料来源，有外胎、内胎和胶鞋等。可用于制胶管、鞋跟等，胶粉与沥青掺合后，可用于筑路、覆盖房顶、铁路轨道枕垫，也可与黑色塑料合用，改善耐冲击性和耐疲劳性。但再生胶耗能多、成本高、废胶污染环境，因此市场日益缩小。

化 纤 工 业

【人造纤维】化学纤维的一种，以天然高分子化合物（如纤维素、蛋白质等）或其衍生物为原料，经化学处理和机械加工而制得的化学纤维。具有与天然纤维相似的性能，有良好的吸湿性、透气性和染色性，手感柔软，富有光泽，是一种重要的纺织材料。根据化学组成可分为：（1）纤维素纤维，如粘胶纤维、铜铵纤维和醋酸纤维等；（2）蛋白质纤维，如酪素、大豆蛋白和玉蜀蛋白等；（3）硅酸盐纤维，如玻璃纤维等。还有其他纤维，如海藻纤维等。广泛用于作内衣、外衣的面料和装饰布等。

【铜铵纤维】又称铜纤维。人造纤维的一种。以植物杆茎为原料经化学处理提炼得到的纤维素溶解在铜铵溶液中，纺制而成的再生纤维素纤维。纺丝方法有：绞式、离心式和连续式三种。铜铵纤维在外观、手感和柔软性方面与蚕丝很近似，颜色洁白，光泽悦目，柔韧性大，富有弹性和极好的悬垂性，其他性质与粘胶纤维相似。适于织成薄如蝉衣的织物和针织内衣，穿着舒适。铜铵纤维曾一度失去竞争能力，目前因铜和氨的回收方法有较大改进，工艺简单，无污染，又重新引起人们注意。常用作高级的丝织原料。

【醋酯纤维】又称醋酸纤维或醋酸纤维素纤维，简称醋纤。以醋酸纤维素为原料，经纺丝制得的人造纤维。可分二型醋酯纤维和三

醋酯纤维两类：(1) 二型醋酯纤维，以三醋酯纤维素部分皂化所得的二醋酯纤维素为原料，经纺丝加工制得，吸湿性能良好，回潮率为 6%，能用分散染料染色，并具有良好的穿着性能，长丝光泽优雅、手感柔软、有良好的悬垂性，酷似真丝，适于制作内衣、浴衣、妇女服装和室内装饰织物等，制成的短纤维用于与棉、羊毛或合成纤维混纺，但湿态的强度降低；(2) 三醋酯纤维，以纤维素完全乙酰化所得的三醋酯纤维素为原料，经干法纺丝制得，性能与二型醋酯纤维相似，耐光和耐热性较好，染色性能较差，回潮率仅为 30%，但耐磨性差，一般制成短纤维，可用作人造毛。

【蛋白质纤维】又称再生蛋白质纤维或人造蛋白质纤维。用动物和植物蛋白质为原料制成。主要品种有酪素蛋白质纤维、大豆蛋白质纤维和花生蛋白质纤维及玉米蛋白质纤维等。物理和化学性质与羊毛相似。如弹性、亲水性和染色性酷似羊毛，从纤维外观上很难与羊毛区分，在某些性质上甚至还优于羊毛。例如羊毛在洗涤时会剧烈皱缩，容易受虫蛀，蛋白质纤维在水洗时却不皱缩，大多数品种不受虫蛀，容易保存。但强度一般较低，湿强度更差，因而应用不广。

【聚酰胺纤维】通称耐纶，又称尼龙或酰胺纤维，中国称锦纶。指主链含有重复的酰胺基团的一类线型高分子。以聚酰胺为原料，经熔体纺丝制得的一类合成纤维。其中以全脂肪族聚酰胺纤维产量最大，主要品种有聚酰胺 6 和聚酰胺 66 或尼龙 6 和尼龙 66 (66 是指重复单元中己二胺和己二酸所含碳原子数)。具有弹性好、耐疲劳、可染性、耐腐蚀、耐磨、耐虫蛀、密度低等优良性能。是最早开发的合成纤维。以生产长丝为主，采用熔体纺丝制备。可与

棉、羊毛及其他纺丝纤维混纺，以提高产品的强度和耐磨性。还可制成轻、薄并有良好强度的产品，广泛用于制袜、地毯、内衣、衬衫等，尤其是袜类用途占居优势。还用于轮胎帘子线、降落伞、绝缘材料、渔网、绳索等。

【聚丙烯纤维】又称丙纶。以聚丙烯为原料纺丝制得的合成纤维，是化学纤维中最轻的一种。强度高，耐磨和耐腐蚀性良好，对无机酸、碱稳定性好，不发霉、不怕虫蛀等。但具有染色较困难、耐光性差、静电大、耐燃性差等缺点。产品有长丝、短纤维、异形丝、鬃丝、切割丝、膜裂丝等。主要用于装饰用布和工业领域，如各种家具布、地毯、建筑增强材料和滤布，也可用于制各种内、外衣、游泳衣、运动衫、袜子和絮棉等。

【合成纤维】化学纤维的一种，用合成高分子化合物为原料制得的化学纤维的总称。合成纤维品种繁多。按大分子主链结构可分为碳链合成纤维和杂链合成纤维两类：（1）碳链合成纤维，大分子主链上全由碳原子构成，如聚氯乙烯、聚丙烯腈、聚丙烯和聚乙烯醇缩甲醛纤维等；（2）杂链合成纤维，在大分子主链上除含碳原子外，还含有氧、氮、硫等杂原子，如聚酰胺纤维和聚酯纤维。另外可按应用功能进行分类，如高温耐腐蚀纤维（如聚四氟乙烯）、耐高温纤维（如聚苯并咪唑）、高强度纤维（如聚对苯甲酰胺）、高模量纤维（如碳纤维），以及耐辐射、抗燃烧、高分子光导纤维等。与人造纤维相比，一般强度较好，吸湿率小，染色较难。生产方法可分为成纤聚合物的制备、纺丝成型和后处理三大工序。合成纤维是世界上重要的三大合成材料之一，除具有化纤的一般优越性能，如强度高、质轻、易洗快干、不怕霉蛀等外，不

同合成纤维各具某些独特性能。合成纤维可纯纺也可混纺、交织，用做衣料和室内装饰品。特殊性能的合成纤维主要用于航天器、飞机、火箭、导弹等的绝缘材料、特殊防护材料以及外科缝线等。

【粘胶纤维】又称粘纤。是人造纤维的主要品种。植物的杆茎经磺酸化反应制得的纤维素磺酸酯，溶于稀碱溶液，后经过凝固再生纺制的一种再生纤维素纤维。主要原料为木材、短绒、甘蔗渣、麦杆和芦苇等。乳白色至蓝白色，光泽强烈，强度和延伸度较高。通常有长纤维和短纤维两种：长纤维称为粘胶人造丝，供纺织工业和棉织工业用；短纤维为粘胶人造毛或人造棉，供纯纺或混纺，用于做内衣、外衣及各种装饰制物。此外还有强力粘胶纤维，有较高的强度，且导热性能好，受热后强度损失小，与橡胶有较好的粘结性，适用于制作轿车轮胎的帘子线。

【聚氯乙烯纤维】又称氯纶。一种聚氯乙烯纤维。以聚氯乙烯为原料，湿法或干法纺丝制得的合成纤维。具有自熄性，为一般天然纤维、化学纤维所不具备，具有较好的保暖性、绝缘性且化学稳定性高，耐磨性好，但耐热、耐光性和导热性差，不能熨烫，不能用蒸汽消毒、沸水洗涤和高温染色，不可燃。主要改性产品有偏氯乙烯纤维、过氯乙烯纤维和氯乙烯的各种共聚纤维等。以短纤维和鬃丝为主，可用于作舞台幕布、家具装饰织物、过滤材料等。由于易产生静电，制成的内衣可减轻神经痛和风湿痛，宜于制作针织内衣、运动衫、睡袋垫料等。偏氯乙烯纤维和过氯乙烯纤维主要用于过滤材料及防火装饰织物。

【聚乙烯醇纤维】又称维尼纶。以聚乙烯醇为原料湿法纺丝，再经

热处理和甲醛处理制得聚乙烯醇缩甲醛纤维。具有耐酸碱、耐霉、柔软、保暖等性能，强度 3.5—5 克/旦，伸长率 25—40%，吸湿率达 5%，在合成纤维中是比较高的，故有合成棉花之称。但耐热性差，软化点只有 120℃。重要的改性品种是氯乙烯—聚乙烯醇接枝共聚纤维，通称维氯纶，它兼有聚氯乙烯纤维和聚乙烯醇缩甲醛纤维的优点。维尼纶在工业中可用于制作帆布、防水布、滤布、运输带、包装材料、渔网等。高强度、高模量长丝可用作运输带的骨架材料、各种胶管、胶鞋衬里材料及自行车胎帘子线。可与棉混纺，制做各种衣料、针织品；但耐热性差，制得织物不挺括，不能在热水中洗涤。

【聚氨酯纤维】又称氨纶。以聚氨酯为原料经干法或湿法纺丝制得的合成纤维。具有类似橡胶丝的高弹性回复率和高断裂伸长性，但强度较低。可纯纺或混纺，用于制作弹性编织物或纺织物，如各种内衣、运动衣、袜口以及医疗织物、宇航服等。

【聚四氟乙烯纤维】又称氟纶或特氟纶。由聚四氟乙烯为原料，经纺丝或制成薄膜后切割或原纤化而制得的一种聚烯烃纤维。强度和延伸率高，化学稳定性好、耐腐蚀性优于其他合成纤维；表面有蜡感，磨擦系数小（0.01—0.05），实际使用的温度为—180—260℃，加热至 300℃时，强度显著下降。具有较好的耐气候性和抗挠曲性。但染色性与导热性差，耐磨性也不好，膨胀系数大，易产生静电。主要用于作高温粉尘滤带、强腐蚀性的过滤气体或液体的滤材、阀的填料、密封带、自润滑轴承、火箭发射台的苫布、人造血管和军用外衣等。生产方法分为：乳液纺丝、糊料挤出纺丝、熔体纺丝等。

【碳纤维】由聚丙烯腈纤维、粘胶纤维等经碳化而制得，含碳量高于 90% 的高分子纤维。按原丝种类可分为聚丙烯腈基、沥青基、粘胶基及酚醛基等。聚丙烯腈和粘胶原丝主要采用湿法纺丝制得，沥青和酚醛原丝则采用熔体纺丝制得。碳纤维的轴向强度和模量高，无蠕变，耐疲劳性好，比热及导热性介于非金属和金属之间，热膨胀系数小，有很高的化学稳定性和良好的导电、导热性。缺点是耐冲击差，容易损伤，在热强酸作用下发生氧化，与金属复合时会发生金属碳化和电化学腐蚀。有长丝、短纤维、短均纤维等，可加工成织物、毡、席、带及其他材料。常加入树脂、金属、陶瓷和混凝土等，构成相应的复合材料，是宇宙航行、喷气技术以及工业耐高温、防蚀领域中的优良材料。

【聚酯纤维】以聚酯为原料经熔体纺丝制得的一类合成纤维。主要品种是聚对苯二甲酸乙二酯纤维，中国称涤纶。是一种比较理想的纺织原料，它对伸长、压缩、弯曲等形变的弹性与羊毛接近，由于大分子链的刚性比较大，弹性模量高，纤维不易变形，加工的织物洗后不皱，可以不熨烫。强度比棉花高 1 倍，比羊毛高 3 倍，具有化学稳定性、高强度、高回弹性、良好的耐热、耐晒和耐磨性。但染色性能和吸湿性能差，加工时易产生静电。可通过与其他组分共缩聚或与其他聚合物共熔纺丝以及纺制复合纤维等改性途径加以解决。短纤维可以纯纺，也可以与天然纤维以及其他化学纤维混纺。长丝可加工制得弹力丝，也可制轮胎、传送带、滤布、鱼网等。

溶剂·增塑剂

【化学试剂】又称试剂或试药。一类具有各种标准纯度，用于教学、研究、分析测试，并可作为某些新型工业所需要的纯和特纯的功能材料和原料的精细化学品。化学试剂的品种繁多，分类方法尚无统一规定。大多数国家按应用范围来划分，如通用试剂、标准试剂等，也有按组成来分类的，如无机试剂、有机试剂、生化试剂、同位素标记试剂等。每类下面分若干亚类，如无机试剂可分酸、碱、盐、氧化物、单质等。除上述两种分类法外，还可按纯度分为高纯试剂、优级纯试剂、分析纯试剂、化学纯试剂。并将纯度等级标在容器上，以使用户选择。高纯试剂主体成分含量应接近 99.99% 以上，杂质含量以百万分率 (ppm) 计。优级纯试剂指主体成分含量高，杂质含量严格控制的试剂，如优质冰醋酸中 CH_3COOH 含量在 99.8% 以上。分析纯试剂指主体成分较高，杂质含量控制较次于优级纯的试剂，如分析纯冰醋酸中， CH_3COOH 含量在 99.0% 以上。化学纯试剂杂质含量略高于分析试剂。可用于一般实验研究。由于制备原因，并非每种试剂都具备四种纯度，各试剂指标也不一定相同。很多化学试剂都有毒，易燃、易爆，使用时必须注意。

【增塑剂】能使硬质聚合物（塑料、橡胶等）增加加工成型时的可塑性和流动性能，并使成品具有柔韧性的有机“物质”。或能增加

涂料的涂层和粘合剂的粘合层的柔韧等性能的有机物质。通常是粘稠液体或容易熔化的固体。品种很多，从化学结构看，大部分是酯类化合物，如苯二甲酸酯类、磷酸酯类、亚磷酸酯类、聚酯类、环氧酯类和脂肪酸酯类等。工业上多用邻苯二甲酸酯类和磷酸酯类。具有相溶性、不挥发性、耐寒、耐水、耐油、耐热、耐光、无味、无嗅、无色、无毒、阻燃及耐污染等特性。实际上能全部满足这些特性的增塑剂是没有的，因此要按产品用途、特性选用适当的增塑剂，也可并用两种以上的增塑剂，以弥补各自的缺点，或发挥它们各自的特长。

【阴离子表面活性剂】表面活性剂的一类。分子溶于水发生电离后，与亲油基相连的亲水基带阴电荷的表面活性剂。在水中能生成憎水性的阴离子。由于它们带的电荷正好与阳离子表面活性剂相反，一般两者不能混合使用，否则会产生沉淀，失去表面活性；但可与非离子或两性表面活性剂配合使用。品种很多，按阴离子的化学结构可分为羧酸盐、硫酸盐、磺酸盐类等。羧酸盐类的典型代表品种是肥皂，属脂肪酸的金属盐，通式为 RCOOM ，普通洗涤用肥皂有油酸、硬脂酸等钠盐或钾盐，原料油脂可用动物油、椰子油、棕榈油、米糠油等。硫酸盐类通式为 $\text{R}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{SO}_3\text{Na}$ ，具有良好的润湿、分散、乳化和洗净能力，但亲水基 $-\text{O}-\text{SO}_3\text{Na}$ 中的碳原子不与烷基中碳原子直接相连因而稳定性较差，重要品种有烷基硫酸盐。磺酸盐类是产量最大的阴离子表面活性剂，通式为 $\text{R}-\text{SO}_3\text{Na}$ ，亲水基 $-\text{SO}_3\text{Na}$ 中硫原子和烃基中的碳原子直接相连，比硫酸盐稳定，是主要的工业和民用洗涤剂，重要品种有烷基苯磺酸盐，常用作洗涤剂、乳化剂、分散剂和润湿剂等。

【阳离子表面活性剂】表面活性剂的一类。分子溶于水发生电离后，与亲油基相连的亲水基带阳电荷的表面活性剂。在水中能生成憎水性的阳离子。亲油基一般是长链烃基。亲水基绝大多数为含氮原子的阳离子，少数为含硫或含磷原子的阳离子，它不具有表面活性，通常是单个原子或基团，如氯、溴、醋酸根离子等。实际使用的阳离子表面活性剂主要由氮原子组成的阳离子，品种很多，按阳离子的化学结构分为，季铵盐型和胺盐型。应用最广泛的是季铵盐型阳离子表面活性剂，即 NH_4^+ 的四个氢原子被有机基团取代通式为 $\text{R}_1\text{R}_2\text{N}^+\text{R}_3\text{R}_4$ 。四个 R 基中，一般只有 1—2 个 R 基是长碳氢链，其余 R 基的碳原子数大多为 1—2 个。 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 可为烷基、苄基、吡啶基。结构都是不对称的，例如溴化十六烷基、三甲基铵和氯化十八烷基二甲基苄基铵等。常用作纤维柔软剂、抗静电剂、金属表面缓蚀剂、染料固色剂、矿石浮选剂等。不受介质 pH 的影响，始终保持带有正电荷的表面活性部分。主要用于织物染整助剂和消毒剂，还可用作纤维防水剂和抗静电剂等。

【非离子表面活性剂】表面活性剂的一类。分子溶于水后，不发生电离的一类表面活性剂，其表面活性部分不是离子。分子中亲油基常是碳原子数为 8—18 的烃链，亲水基常是在水中不电离的羟基或聚氧乙烯基。溶于水或有机溶剂中，呈中性分子或胶束状态。它在酸性、碱性及电解质溶液中均较稳定，并可与任何种类表面活性剂配合使用不发生沉淀。按亲水基种类可分为聚氧乙烯型和多元醇型两大类。聚氧乙烯型用含有活泼氢原子的亲油基原料和环氧乙烷进行加成反应而制得。大多数溶于水，主要用于洗涤剂、乳化剂、消泡剂等。因性能优良，用途广泛，原料丰富，成本低，重要性日益增大。例如对 (1, 1, 3, 3—四甲基丁基) —苯基醚

(简称 Triton X-100) 是多元醇型由含有多个羟基的多元醇与高级脂肪酸生成的酯类化合物, 主要用作食品、化妆品的乳化剂、稳泡剂和柔软剂。

【两性表面活性剂】较新型的一类表面活性剂。分子溶于水发生电离后, 与亲油基相连的亲水基同时带有阴、阳两种电荷的表面活性剂。亲油基一般是长碳链烃基, 亲水基中的阳离子由鎇基或铵基组成。实际应用的品种主要是氨基酸型和甜菜碱型, 氨基酸型分子中的阴离子为羧基, 阳离子为铵盐, 随介质 pH 的变化而显不同的表面活性, 常用的原料为高级脂肪伯胺、丙烯酸甲酯、丙烯腈和氯乙酸等, 如十二烷基二甲基氨基乙酸 (简称 DDMAA)。甜菜碱型分子中的阴离子为羧基、阳离子季铵基, 原料为烷基二甲基叔胺和氯乙酸钠。两性表面活性剂只在酸性介质中与阳离子表面活性剂易成沉淀。它具有良好的洗涤、分散、乳化、杀菌、柔软纤维和抗静电等性能。可用作织物整理助剂、染色助剂、干洗表面活性剂和金属缓蚀剂等, 但价格较贵。

【活性炭】木炭、焦炭或骨灰等无定型碳, 经高温活化处理或低温碳化灼烧处理后, 具有多孔结构和表面活性, 及对气体、蒸汽或胶态固体有强大吸附能力的炭。一般制成粉状和颗粒状。每克表面积可达 1000—5000 平方米, 比重为 1.9—2.1, 含碳量 10—98%。活化方法有气体或水蒸气活化和化学活化法。常用的活化剂, 前者为二氧化碳和水蒸气等; 后者则为碳酸盐、硫酸盐和硝酸盐等。用途甚多, 如气体的吸收、分离和净化; 化学合成的催化剂和催化剂的载体; 糖液、油脂、甘油、药剂的脱色和净化等。

【吸附】固体或液体表面对气体或溶质的吸着现象，固体或液体被称为吸附剂，被吸附的物质称为吸附质。根据吸附剂与吸附质表面分子间结合力的性质可分为物理吸附和化学吸附。物理吸附是分子间力相互的吸引，吸附热较小，易脱附，并不改变其原来的形状；吸附是可逆的，如活性炭对气体的吸附。化学吸附是化学键力相互的吸引，吸附热较大，吸附常是不可逆的，如气相催化加氢中镍催化剂对氢的吸附等。常用的吸附剂有活性白土、硅藻土、活性炭、硅胶、活性氧化铝、分子筛和合成树脂等。吸附质的平衡吸附量首先取决于吸附剂的化学组成和物理结构，同时与体系的温度和压力以及该组分和其他组分的浓度或分压有关。吸附在工业上主要用途有气体和液体的深度干燥，食品、药品、有机石油产品的脱色、脱臭，有机异构物的分离，空气分离以制取富氧空气，从废水或废气中去除有害物质等。

【离子交换剂】能与溶液中阳离子或阴离子进行等物质的量交换的物质。通常指用于离子交换操作的一类不溶、不熔的细粒固体。液体离子交换剂是一类具有离子交换功能的有机液体，作为萃取剂用于萃取操作。固体离子交换剂具有网状空间结构的骨架，以连接可电离的交换基团。离子交换剂分无机交换剂，如沸石、麦饭石、磷酸锆等；有机离子交换剂，如磺化煤和各种离子交换树脂等。对交换剂的要求是交换容量大，选择性高，对化学、热、机械和辐射的稳定性好，交换率高，溶胀性小。可用作溶液中非电解质的吸附剂和某些有机化学反应的催化剂，它的干品还用作有机液体的脱水剂。

【离子交换树脂】分子中含有活性基团，具有网状结构的一种高分

子化合物，能同溶液里的其他物质进行离子交换的树脂。其分类有多种，例如按照分子中含有酸性基团或碱性基团，分为阳离子交换树脂和阴离子交换树脂；根据酸性基团或碱性基团的强弱不同，分为强酸、弱酸、强碱和弱碱性离子交换树脂；根据用途不同分为选择交换用、脱色用、吸着用、氧化还原用等；根据母体的化学结构不同分为苯乙烯型、丙烯酸型等。一般是颗粒状或球型固体，不溶于水和其他普通溶剂。与含有某种离子溶液接触时，即发生离子交换作用。应用后逐渐失去离子交换能力，经过再生后仍可恢复交换作用。广泛应用于水、糖溶液和抗生素的净化，金属的回收，离子的分离和用作有机合成的催化剂等。

【催化剂】又称触媒。能改变化学反应速度而在反应后本身组成和重量保持不变的物质。通常所说的催化剂是加快反应速度的称为正催化剂，减慢反应速度的称为负催化剂或缓化剂。催化剂可使反应循阻力较小的途径进行，降低所需的活化能，使反应加速。负催化剂的作用通常是毒化反应系统中原有的催化剂或截断反应链。同一催化剂对不同的反应具有不同的选择性。催化剂虽然能加速化学反应，但它不能改变化学平衡常数。催化剂可以是气态（氧化氮）、液态（酸、碱、盐溶液）或固态（金属、金属氧化物），还有些以胶体状态存在（生物体内的酶）。在催化剂工业中主要是固体催化剂。工业催化剂有两种分类法：（1）按材质分类，如金属、金属氧化物、硫化物、络合物和酸碱催化剂等；（2）按功能分类，如石油化工、石油炼制、无机化工、环境保护催化剂等。催化剂在工业上特别是有机化工和石油化工中用途最为广泛，例如合成法制氨、接触法制硫酸、石油氢化等都需用催化剂。

【助催化剂】催化剂中的一类。本身不具有催化活性，但能增强催化剂的活性的物质。按功能的不同可分为三类：（1）结构型，用于增进活性组分的比表面积或提高活性构造的稳定性，如合成氨用的铁—氧化钾—氧化铝催化剂中的氧化铝；（2）调变型，可使活性组分的本性起修饰作用，因而改变其比活性，如铁—氧化钾—氧化铝中的氧化钾；（3）毒化型，能使某些引起副反应的活性中心中毒，从而提高反应的选择性，如在某些用于烃类转化反应的催化剂中，加入少量碱性物质以毒化催化剂等。助催化剂和催化剂一样，其组成和重量在反应前后不变。

【催化剂载体】又称担体。指能增加催化剂的有效表面的多孔物质。一般使催化剂吸附在适当载体的表面，使制成的催化剂具有合适的比表面、机械强度和催化效率。常用的载体有氧化铝、硅胶、活性炭及某些天然产物，如浮石、硅藻土等。另外也指能引起中间产物的生成，而达到催化作用目的的物质，例如醋酸和氯在阳光的照射下作用，生成一氯醋酸，需加入少量的硫或红磷或碘作为载体。为满足反应工程特性的要求，应选用适合造型的载体。常用的有粉末状、球状、条状、环状等，也有三叶状、蜂窝状等异型载体。

【金属催化剂】以金属为活性组分的催化剂。常见的是周期表中第Ⅷ族金属和IB族金属的固体催化剂。按催化剂的活性组分是否负载在载体上可分为两类：（1）负载型，金属组分负载在载体的催化剂，用以提高金属组分的分散度和热稳定性，使催化剂有合适的多孔结构、形状和机械强度；（2）非负载型，按组分又可分为单金属和合金两类。通常以骨架金属、金属丝网、金属粉末、金

属颗粒、金属蒸气膜等形式应用。如骨架镍催化剂，广泛用于加氢反应中。按催化剂活性组分是一种或多种金属元素可分为：单金属催化剂和多金属催化剂。金属催化剂主要用于氨的合成、一氧化碳加氢、烃类蒸气转化、催化重排、环氧化以及工业废气净化等。

【络合催化剂】通过配位作用能使反应物分子活化的催化剂。其原理是通过改变配合物中金属配位数或配位基，使反应分子（至少一种）进入配位结构中而被活化。通常分为均相络合催化剂、负载型络合催化剂、金属原子簇络合催化剂。

【酸碱催化剂】因物质的酸、碱性质而发生催化功能的催化剂，能使反应物转变为离子型活化过渡状态，从而发生催化作用。按催化剂使用状态不同，可分为液体酸碱催化剂和固体酸碱催化剂，前者多用于液相催化反应系统，多数为化学药剂，一般具有腐蚀性，在反应结束时要将催化剂与反应混合物分离；后者是流体反应物与固体催化剂各自成相，生产工艺简单，使用广泛。按酸碱性质分两大类：（1）质子酸碱催化剂，能放出质子者为酸催化剂，能接受质子者为碱催化剂；（2）路易斯酸碱催化剂，能接受电子者为酸催化剂，能给出电子者为碱催化剂。广泛用于水合、脱水、水解、酯化、聚合、缩合、解聚以及烃类的裂解、异构化、烷基化等反应中。

【表面活性剂】又称界面活性剂。它在加入量很少时，就能显著降低溶液的表面张力或二相间界面的张力，并能改进溶液的增溶、乳化、分散、润湿、发泡和洗涤等作用的物质。肥皂是使用最早的

表面活性剂之一。以烷基苯磺酸盐为主要组分的合成洗涤剂，在应用性能和成本方面都比肥皂优越，发展迅速，品种繁多，大量在生产和生活中应用。各种表面活性剂的结构具有共同的特点，即分子中由极性的亲水基团与非极性的疏水基团两部分所组成。按分子结构的不同可分为离子型、非离子型和两性三类，而离子型又可分为阴离子表面活性剂和阳离子表面活性剂。以阴离子表面活性剂产量最大，主要包括肥皂和合成洗涤剂，非离子型居第二位。通常不是单一成分，而是按不同用途由一种或数种表面活性剂再加各类助剂、增白剂和香料配制而成。表面活性剂具有润湿或反润湿、乳化或破乳、起泡或消泡以及增溶、分散、洗涤、防腐蚀、抗静电一系列物理化学作用。常用作洗涤剂、乳化剂、分散剂、润滑剂、起泡剂和杀菌剂等。

【胶体】 又称胶质。能形成胶态和溶胶的物质。在胶体体系中，胶体质点成为一相，周围的介质为另一相。胶体质点分散于液体介质中的体系即为胶体分散体系；固体质点分散于液体介质中的胶体分散系称为溶胶，如氢氧化铁溶胶、硫溶胶、金溶胶等。气体为分散介质的胶体分散系称为气溶胶，如烟和雾。泡沫、泥浆也属分散体系，但质点较大，稳定性差，易破坏。制备胶体的方法有两种：（1）分散法，即将粗大物料磨细；（2）凝聚法，将分子或离子聚集成胶体粒子。分散法又分为研磨法、超声波法、胶溶法、电弧法等。生命现象与胶体有密切联系，此外在所有工农业生产中几乎都与胶体有关。

【金属氧化物催化剂】 以金属氧化物为主要催化活性组分的催化剂。在工业上用得最多的是过渡金属氧化物，它们一般为非化学

计量化合物,存在着负离子或正离子缺位,形成特定的活性中心;分子结构中的某些金属-氧键的强度,能通过电子转移的机理而使反应物活化。广泛用于氧化还原型机理的催化反应,包括氧化、脱氢、加氢、氧化脱氢、氨化氧化、氧氯化等反应。在金属氧化物催化的氧化反应中,有多种活化的过渡态生成,如 O_2^- 、 O^- 、 O^{2-} ,它们表现出不同的反应活性。根据组成上的不同可分为单一氧化物或混合氧化物催化剂。后者存在有几种形式;(1)生成复合氧化物,如尖晶石、重晶石、含氧酸盐-杂多酸等;(2)形成固溶体,如氧化铁-氧化铬、氧化钒-氧化磷等;(3)相互分开的混合物,通过协同效应产生催化作用。在氧化物催化剂中,多含有催化剂载体,如氧化铝、硅胶等。

化 肥 工 业

【化肥工业】化肥(化学肥料简称)是以矿物、空气或海水等为原料经化学(物理)和机械加工制成的含有一种或几种农作物生长需要的营养元素的肥料。化肥工业是生产化肥的生产部门。主要生产氮肥、磷肥、钾肥、复合肥料、中量元素肥料、微量元素肥料和掺混肥料等。建设化肥工业需要具备各种条件,诸如要有合成氨工业、硫酸工业和采矿工业与之配套;要有能源、机械、材料工业,运输业和其他工业部门的配合;要有经严格训练的科技人员、管理人员和工人;要有较大的建设资金。世界化肥工业的发展很不平衡,主要集中在发达国家和中国。氮肥生产(见氮

肥)的主要原料是合成氨,少量来自煤气工业和其他工业回收的副产氨。其主要品种有无机酸的铵盐、硝酸盐、尿素(见尿素)、液氨和氰氨化钙(见氰氨化钙肥料)等。磷肥生产(见磷肥)的主要原料是磷矿石,生产方法有酸法和热法。其主要品种有重过磷酸钙(见重过磷酸钙肥料)、过磷酸钙(见过磷酸钙肥料)、钢渣磷肥和熔融钙镁磷肥等。钾肥生产(见钾肥)的主要原料是沉积钾盐(见钾石盐、无水钾镁矾和光卤石等)和一些含钾的井水、湖水和卤水等。一般的生产方法是将原料进行富集精制加工,富集方法有浮选法、溶解结晶法、重液分离法、冷溶法和热溶法等。其主要品种有氯化钾、硫酸钾和无水钾镁矾等。复合肥料(见复合肥料)生产的主要原料是一些基础肥料和中间产品(如硝铵、硫铵、尿素、过磷酸钙、重磷酸钙、氯化钾、硫酸钾等等)。生产方法是将原料用化学方法或(和)混合方法制成混合肥料,经造粒后得到成品。掺混肥料生产的原料是以单元肥料或复合肥料为原料,生产方法通过简单的机械混合制成,在混合过程中无显著化学变化。

【尿素】又称碳酰二铵或脲。以氨和二氧化碳合成的一种主要的氮肥。工业上生产尿素方法由氨和二氧化碳(合成氨厂的副产品)为原料,在高温(180—200℃)、高压(13.8—24.6MPa)和氨与二氧化碳摩尔比2.8—4.5条件下进行合成反应。其反应分两步进行:(1)氨与二氧化碳作用生成氨基甲酸铵(简称甲铵);(2)甲铵脱水生成尿素。白色针状或柱状结晶。熔点132.7℃。易溶于水,几乎不溶于乙醚和氯仿。含氮量为44—46%。主要用作化学肥料,肥效与氮肥作用相同,施用于水田作物中,要比硝态氮肥的肥效好。工业上还可用作制造脲醛树脂、聚氨酯的原料,在医药、炸

药、制革和颜料等亦有广泛用途。

【硝酸铵肥料】含氮、磷两种营养元素的复合肥料。生产方法有转化法和中和法两种。转化法以四水硝酸钙为原料，与碳酸铵溶液反应，生成硝酸铵和碳酸钙沉淀，经过滤，其滤液加工成硝酸铵产品；中和法是在 0.4—0.5MPa 和 175—180℃ 下操作，将浓度为 50—60% 硝酸用氨中和至 pH 为 7 左右，制得 80—87% 硝酸铵溶液，然后用真空蒸发或降膜蒸发的方法浓缩到 95—99%，最后造粒成产品。纯品为白色结晶，含铵态氮和硝态氮各半，含氮量为 32—35%。易溶于水、易吸湿和结块。常温下稳定，对碰撞、打击或摩擦均不敏感。易发生热分解，高温、高压和在氧化物存在下会引起爆炸。常施用于气温较低地区的旱田作物上，比硫酸和尿素等铵态氮肥的肥效快且效果好。

【过磷酸钙肥料】又称普通过磷酸钙或过磷酸石灰，简称普钙。工业上生产普钙的方法由硫酸分解磷矿粉，并经机械加工而制得。硫酸分解磷矿粉反应分两步进行：先是硫酸与部分磷矿反应生成磷酸和硫酸钙；然后第二步是生成的磷酸与另一部分磷矿反应生成过磷酸钙。灰白色或深灰色粉末或颗粒。过磷酸钙含有效的 P_2O_5 14—20%。主要有用组分是磷酸二氢钙的水合物和硬石膏及少量的游离磷酸。微溶于水。不易吸湿和结块。在潮湿空气中能结块。可直接用作磷肥，包括追肥、基肥和种肥。亦可作为制造复合肥料的配料。

【重过磷酸钙肥料】简称重钙。工业生产方法以磷矿粉与磷酸为原料，其用量配比，可根据需要控制产品中五氧化二磷与氧化钙的

摩尔比来实现，通常为 0.95—1.0。反应温度在 60—70℃，反应时间 30 分钟，料浆在合成室内停留 5—20 分钟，固化物料经切碎后送至熟化仓库，熟化 3—4 周后即可出厂。灰白色粉末，有吸湿性，受潮后易结块。主要组分是磷酸二氢钙的水合物和少量游离磷酸。是一种高浓度肥效高的磷肥，可用作追肥、基肥和种肥。

【磷酸铵类肥料】磷酸（包括多磷酸）与氨经中和反应并加工制成的氮、磷复合肥料。磷酸铵类肥料可分为三类：（1）正磷酸铵类，是产量最大的一类，包括磷酸一铵、磷酸二铵和两者的混合物，生产方法是由磷酸与氨反应生成磷酸一铵、二铵和磷酸三铵，因磷酸三铵不稳定，制成的正磷酸铵肥料实际上是磷酸一铵和二铵和混合物；（2）多磷酸铵，是正磷酸铵和不同聚合度磷酸铵盐的混合物，它们多数用于制造流体复合肥料，生产方法有两种，一种是由多磷酸与氨中和加工制成。另一种由浓度为 52—54% P_2O_5 的磷酸与氨中和，利用中和反应热使反应物料在接近熔融盐状态下脱水，使磷酸铵聚合；（3）磷酸铵与其他氮肥配制成的复合肥料，生产方法也有两种，一种由磷酸加硫酸，或磷酸加硝酸的混合酸与氨中和加工制成，另一种在磷酸铵生产的造粒过程中加入硫酸铵、硝酸铵、氯化铵或尿素等的干粉料、浓料浆或熔融料。该复合肥料包括硫磷酸铵、氯磷酸铵、硝磷酸铵和尿素磷酸铵。磷酸铵类肥料几乎适用于所有土壤和作物，有效成份浓度高，不易吸湿结块。它是化肥中产量最大和最受欢迎的复合肥料。

【微量元素肥料】含有一种或几种微量特种营养元素的肥料。包括含硼、锌、铜、锰、钼等微量元素的肥料。工业生产中主要原料是无机盐类或氧化物、一些矿物质、冶金的副产物或废料，其生

产方法与无机化工产品的生产方法相同。根据不同特种营养元素分类为：（1）硼素肥料，简称硼肥，主要有硼酸、硼砂和硼镁肥等，硼能促进作物生长，增强抗病虫能力，土壤中缺硼将导致作物生长阻碍，甚至嫩叶发黄枯死等，可用作基肥、种肥、追肥等；（2）锌素肥料，简称锌肥，主要有硫酸锌和含有微量锌的厩肥和草木灰等，土壤中缺锌将导致植物发育不良，严重时会发生病害，可用作根外追肥和浸种等；（3）铜素肥料，简称铜肥，主要有硫酸铜和硫酸铁矿渣等，土壤中缺铜时植物发育不良，氧化过程减弱，易患耕作病或白瘟病，施用时可与其他肥料混用；（4）锰素肥料，简称锰肥，主要有硫酸锰、硝酸锰等可溶性锰盐和草木灰、泥炭、厩肥，钢渣磷肥中也含有微量锰，植物缺锰时将导致叶绿素含量降低或发生灰斑病等，施用时可与其他肥料混用；（5）钼素肥料，简称钼肥，主要有钼酸铵和钼酸钠等，钼元素能促进豆科植物的根部根瘤的发育和根瘤菌、固氮菌的固氮能力，缺钼的土壤施用硝酸态氮肥时，会阻碍硝酸盐还原，施用时可与其他肥料混用作种肥。此外，还有铁、钴、钒、碘等微量元素肥料。

【硝酸磷肥】含有氮、磷两种营养元素的复合肥料。工业上生产方法很多，主要是以浓度为 50—60% 硝酸分解磷矿粉，将分解液冷却到 10 至 -5℃，硝酸钙以结晶形式析出，分离钙后的母液用氨中和，中和料浆经蒸发、造粒、干燥和筛分即得产品。产品的主要组分为磷酸二钙、磷酸铵和硝酸铵。通常为灰色颗粒。易吸湿结块。含氮量 18—20%，含五氧化二磷量 12—15%。肥效与氮肥和磷肥相似。

【腐植酸类肥料】用含有腐植酸的自然资源（包括土壤有机质、泥

炭、褐煤、风化煤以及湖泊和海洋沉积物等)为原料,制得的含有腐植酸以及营养元素(如氮、磷、钾)和某些微量元素的化学肥料。生产方法有空气氧化法、硝酸氧化法、酸析法、直接氨化法、碳酸铵法和发酵法等。例如煤经人工氧化(用空气、臭氧或硝酸处理)可形成再生腐植酸;煤用硝酸轻度氧化所得产物称为硝基腐植酸;酸析法是用酸提取,脱去部分矿物质,再用稀碱液萃取,萃取液加酸酸化,得到腐植酸沉淀。根据腐植酸在溶剂中的溶解度,可分为三类:(1)溶于丙酮或乙醇部分称为棕腐植酸;(2)不溶于丙酮部分称为黑腐植酸;(3)溶于水或稀酸的部分称为黄腐植酸,又称富里酸。在农业上将腐植酸与氮、磷、钾等元素结合制成腐植酸肥料。例如用氨中和腐植酸可制成腐植酸铵肥料;含氮、磷、钾元素化合物与腐植酸结合制成腐植酸氮、磷、钾肥料等。常用还有硝基腐植酸铵、腐植酸钾或钠的水溶液和粉剂等化肥。具有使肥料增效、改良土壤、刺激作物生长、改善农产品质量等功能,可用作土壤改良剂和植物生长激素。如硝基腐植酸铵可作水稻育秧调酸剂,腐植酸镁、腐植酸锌和腐植酸尿素铁分别在补充土壤缺镁、玉米缺锌、果树缺铁上起着良好的效果。

农 药 化 工

【农药】用来防治危害农作物的病菌、害虫和杂草及调节植物生长的药剂。广义地说,除化肥外,凡是可提高和保护农作物、林木、

畜牧和渔业生产及环境卫生的化学药品都称为农药。根据用途、作用和组成的不同进行分类：(1) 按用途可分为杀虫剂、杀菌剂、杀螨剂、杀线虫剂、杀鼠剂、除草剂、脱叶剂和植物生长调节剂等；(2) 根据组成可分为化学农药、植物性农药、生物性农药等；(3) 根据加工型式可分为粉剂、乳剂、糊剂、胶体剂、熏蒸剂、烟雾剂和油剂以及微粒剂等。大多数为液体或固体，少量为气体。不同的农药其药效作用也不尽相同，有的即可杀虫又可杀菌，有的具有杀虫、灭菌和除草等多种作用。加工农药的形式应根据害虫或病虫害的种类以及农药本身的物理性质的不同而采用不同的方法，如可制成粉末喷散、水溶液、悬浮液、乳浊液喷射，还可形成蒸气或气体熏蒸等。农药对人畜都有一定的毒性，使用不当会造成危害。使用过程中，应严格按照规则进行操作，注意安全。

【植物生长调节剂】 又称植物生长刺激素，简称植物激素。一种促进或抑制植物生长的化学药剂。根据用途可分为催熟剂、保鲜剂、催芽剂、脱叶剂、抑制剂等。可用以促使生根、发芽、发育、早熟，防止落花、落果；也可用以提高植物蛋白质、糖的含量，增强植物的抗旱、抗寒、抗盐碱和抗病的能力；有的可促进植物生长，有的可抑制发芽、整枝脱叶和消灭杂草等。对不同的植物或同一植物的不同生育期，施用同种调节剂或不同浓度的调节剂，效果可以完全不同。在使用时必须严格掌握。常用的有乙烯利、马拉酰肼、赤霉素、萘醋酸、吲哚丁酸、九二〇、七〇二和 2, 4 一滴等。由于植物激素对植物生产的效应较复杂，其作用机理难以为人们所了解，对化学结构与生物活性关系的直接推断较困难，因而限制新型植物激素的开发利用和发展。

【除草剂】又称除莠剂。用于防治杂草及有害植物的药剂。杂草是种植业一大危害，手工除草劳动强度大，机械除草又有可能伤害作物本身。化学除草具有防治效果高、对作物安全、省力、有利于农业机械化和农作物增产特点。按除草的用途可分为（1）灭生性除草剂或非选择性除草剂，能杀死一切植物，仅用于非农田的除草，如铁路、公路、仓库附近、森林防火道的灌木或杂草等，例如氯酸钠、亚砷酸等；（2）选择性除草剂，包括单子叶除草剂，和双子叶除草剂，单子叶除草剂能灭除单子叶杂草如狗尾草，而对双子叶作物如棉花则无害，如苯胺除草剂等，双子叶除草剂，能灭除双子叶杂草如蒲公英，而对单子叶作物如稻、麦等则无害，例如 2, 4 一滴等。根据原料不同可分为无机除草剂、有机合成除草剂和微生物除草剂等。常加工成粉剂、乳剂和颗粒剂等。其作用方式有触杀和内吸式。新型除草剂都具有高效、低毒、选择性强和使用安全的特点。

【杀线虫剂】防治植物线虫病害的药剂。线虫是一种难以防治的有害低等动物。杀虫机理是药剂通过线虫呼吸系统进入虫体，使害虫中毒或死亡。化学性质较稳定，残效期较长，一般具有对植物无药害，不污染环境，对人、畜低毒安全等特点。多属熏蒸剂。由于较易于挥发，使用时不能进行表面喷洒，应埋在土层中。常用药剂有滴滴混合剂（一种 1, 3—二氯丙烯和 1, 3—二氯丙烷的混合物）和氯化苦（学名三氯硝基甲烷）等。为提高药效，其发展方向主要是生产非挥发性的触杀剂和内吸剂等药剂产品。

【杀菌剂】对真菌或细菌有杀灭和抑制其生长或对孢子产生有抑制能力的药剂。按其作用可分为三大类：（1）保护剂或防御剂，保

护物体不受病菌侵害的杀菌剂；(2) 铲除剂，能直接杀灭病菌的杀菌剂；(3) 治疗剂或化学治疗剂（包括内吸性和非内吸性的防腐剂），治疗植物病害的杀菌剂。按原料来源和主要成分可分杀为无机菌剂，如硫酸铜、硫黄粉等；有机合成杀菌剂，如有机铜杀菌剂（三氯酚酮、铜皂等）、有机汞杀菌剂（如磺胺汞、乙汞化氯等）、有机氯杀菌剂（如五氯酚等）、有机硫杀菌剂（如代森锌、克菌丹等）；酚类和醛类杀菌剂，如苯酚、甲醛等；磺胺杀菌剂，如氨基苯磺酸等；硫氰杀菌剂，如二硝散等。工业上使用杀菌剂以保护纺织品、涂料和塑料等作为保护剂。农业上使用杀菌剂对作物、种子和土壤以及农具等进行消毒。以喷雾和喷粉的方式使用。

【杀螨剂】用于毒杀蛛形纲中螨类（如棉红蜘蛛、疥螨）的药剂。大多数有机合成杀虫剂都具有杀螨作用，凡是对螨类毒杀有效，而对其他害虫效果不高或无效的药剂统称杀螨剂。主要属于有机氯类药剂。具有化学性质稳定，不易分解，可与多种杀虫剂混用，残效期长，杀螨能力强，一般使用浓度对人畜安全，对植物无药害和对天敌及益虫影响小等特点。由于螨类和昆虫之间的形态的差异，使螨类对杀虫剂更易产生抗性，则需要专效的杀螨剂如杀螨砒、螨卵酯和杀螨酯等。在农业上可配合拟除虫菊酯使用，收效比较显著。

【微生物杀虫剂】一种微生物在代谢过程中产生的杀菌和杀虫的药剂。具有传播力强，选择性好，残留毒性少，防治效果高，使用浓度低和用药成本省的特点。人类在农业生产中有意识地利用有益微生物，以保护植物的生长。其有效物质包括细菌孢子、真菌孢子、抗生素等如春雷霉素和苏云金杆菌等。具有广谱活性，对

农业和卫生害虫、螨类以及动物体内寄生虫都有很高的防治效果。

【杀虫剂】能毒杀昆虫等有害动物、保护农作物正常生长的药剂。按来源和化学成分可分为三大类：(1) 无机杀虫剂，如砷酸钙、氟硅酸钠等；(2) 有机杀虫剂，如有机磷杀虫剂（如乐果、敌百虫等）、有机氯杀虫剂（如六六六、滴滴涕等）、有机硫杀虫剂（如硫二苯胺等）、有机氟杀虫剂（如氟乙酰胺等）、有机氮杀虫剂（如胺甲萘等）；(3) 植物杀虫剂，如除虫菊素、鱼藤酮等。按其杀虫作用不同可分为胃毒剂、触杀剂、熏蒸剂、内吸剂、引诱剂、不育剂和忌避拒食剂等。在使用时，要对其理化性质、毒性、作用机理、主要防治对象有所了解，做到科学合理使用。杀虫剂研究领域发展最快的是以除虫菊酯，随着合成方法不断改进，杀虫谱不断扩大，已成为杀虫剂的一大支柱，有待发展的是克服拟除虫菊酯的抗性、降低毒性、合成兼具杀螨活性的新品种。

【杀鼠剂】用来毒杀鼠类的药剂。一般可分为无机杀鼠剂（如磷化锌、硫酸亚铊等）和有机杀鼠剂（如安妥、氟醋酸钠等）。属杀虫剂类的胃毒剂。作用机理是在害虫取食时，将药剂吞进消化道或将带药剂的汁液吸进消化道，然后穿透消化道壁进入体腔，被虫体吸收而致中毒死亡。例如最常用磷化锌杀鼠剂，既能被害虫吞食，又能被害虫吸收。它在空气中能吸收潮气而放出磷化氢气体，具有一般家畜、家禽都讨厌的气味，而鼠类不忌避，当老鼠取食后，与胃酸发生反应，产生磷化氢而致中毒死亡。使用时采用毒饵方式，或撒布鼠道上经鼠爪粘沾、舐食入口。由于具有较强的毒性，必须注意安全防护，要远离儿童，严防人、畜中毒。

【拟除虫菊酯】从白花除虫菊花中提取的天然除虫菊素，经结构上的改变而合成的一类仿生农药。为广谱性杀虫剂。具有强烈的触杀活性，并有胃毒、杀卵、拒食和驱避作用。若用药量少，虽对环境污染轻微，残效期适中，但无内吸和熏蒸作用。按其対光的稳定性不同可分为对光不稳定药剂和对光稳定药剂两大类：对光不稳定药剂，在自然条件下容易分解失效，只能用于室内防治卫生和杀灭储粮害虫，而不能应用于田间；对光稳定药剂，由于具有高效低毒、低残留及优异的杀虫效力等特点，能广泛地应用于防治农业害虫。常用的产品有二氯苯醚菊酯、氯氰菊酯、溴氰菊酯、氰戊菊酯和功夫菊酯等。

【久效磷】学名磷酸 0，0—二甲基—0—（1—甲基—2—甲胺甲酰基）乙烯基酯。含有顺式和反式两种异构体，其比例为 10：1。是具内吸性，兼有强烈触杀作用和胃毒作用的有机磷杀虫剂。纯品为白色结晶，微带酯味，熔点 53°—55℃。工业品为红棕色粘稠状液体（半固体），熔点 25°—30℃。可与水混溶，溶于丙酮和乙醇，难溶于煤油。对酸稳定，但对光和热不稳定。有腐蚀性。杀虫谱广。药效期长。用于防治稻螟、稻螟蛉、稻苍虫、稻纵卷叶虫、叶蝉、稻飞虱、抗性蚜虫、棉铃虫、红蜘蛛、棉红铃虫等多种害虫。因对人畜有剧毒，使用时必须注意安全。

【滴滴涕】又称二二三。简称 DDT。学名双对氯苯基三氯乙烷。一种有机氯杀虫剂。具有强胃毒和触杀作用的杀虫剂。纯品是白色结晶。熔点 108—109℃。常温下稳定。在 195℃分解。工业品为白色或浅灰色或浅黄色的固体，熔点 87℃，挥发性小，不溶于水，能溶于乙醇、丙酮、煤油等多种有机溶剂。化学性质稳定，但遇

碱性物质易分解失效。在农业上是优良杀虫剂之一。可加工成粉剂、可湿性粉剂、乳剂或油剂等使用，对红铃虫、卷叶虫、蟑螂、蚊、蝇、臭虫等很有效。对人、畜急性毒性较小，但它能积累在动物体内脂肪中，分解速度缓慢，属于有残留毒害的农药。有些国家禁止或限制在果树、蔬菜、牧草和饲料中使用。

【敌百虫】一种有机磷杀虫剂。学名 1—羟基—2, 2, 2—三氯乙基膦酸—0, 0—二甲基酯。具较强胃毒作用和触杀作用的高效杀虫剂。纯品为白色结晶粉末，熔点 83—84℃，稍有气味，挥发性小。工业品为白色或淡黄色固体，熔点约 70℃，含有效成分 90% 以上，有轻微气味。易溶于水，可溶于苯、醇和大多数氯化烃，不溶于脂肪烃。在空气中易潮解，固体状态稳定，但在水溶液中逐渐分解失效。尤其在碱性溶液和高温下（550℃）分解很快。对人、畜低毒，不易被皮肤吸收。可加工成粉剂或乳剂使用。效力高、残效短。对昆虫纲中双翅目、鳞翅目、鞘翅目害虫很有效，适于防治粮食、棉花、果树、蔬菜、油料、烟草、茶叶等各种作物害虫，以及家庭和环境卫生害虫及家畜体内外寄生虫、钉螺、蚂蟥等都有效。

【敌敌畏】一种有机磷杀虫剂。学名 2, 2—二氯乙烯基二甲基磷酸酯。具有强烈胃毒作用和触杀作用以及一定熏蒸和渗透作用的杀虫剂。纯品是无色至琥珀色油状液体，有芳香味，挥发性较强。稍溶于水，能与大部分有机溶剂混溶。工业品是黄色油状液体，一般纯度为 90—98%，有轻微的芳香味。一般在贮存中较稳定，但遇碱易分解而失效。对人、畜毒性中等。具有速效、低残毒和残效期短的特点。杀虫范围广，适用于防治棉花、果树、蔬菜、甘

蔗、烟草、茶和桑等作物上的多种害虫，如棉蚜、甜菜叶跳虫、烟草蚜、樱桃实蝇等。对蚊蝇等家庭卫生害虫也有特效。

【甲基对硫磷】又称甲基—1605。学名硫代磷酸—0, 0—二甲基—0—对硝基苯基酯。具有触杀和胃毒作用及一定熏蒸作用的有机磷杀虫剂。纯品为白色针状晶体，熔点 35—36℃，有臭味。工业品为黄棕色油状液体，有蒜臭味。不溶于水和石油，易溶于乙醇、丙酮、苯、二氯乙烷等有机溶剂。在中性或弱酸性中较稳定，遇碱性溶液能迅速分解。可加工成粉剂、可湿性粉剂和乳剂使用。对人、畜毒性很大，属剧毒性农药。杀虫谱广，常用于防治棉花、果树、水稻和温室害虫。使用时要严格遵守剧毒农药的操作规程，以免发生人畜中毒和药害。有些国家业已禁用。

【甲萘威】又称西维因，简称胺甲萘。学名甲胺基甲酸—1—萘酯。具有触杀和胃毒作用以及杀卵功能的高效杀虫剂。纯品为白色结晶，熔点 142℃。工业品为粉红色或灰色固体，纯度在 95% 以上，熔点 140—142℃。微溶于水，溶于大多数有机溶剂。对日光或热都稳定，遇碱易分解失效。可加工成粉剂、可湿性粉剂和乳剂使用。对人、畜毒性低。残效期较长有良好内吸作用。杀虫谱广，对粮、棉、油、果树、蔬菜和烟草等各种作物上的咀嚼式口器和刺吸式口器害虫有良好的防治效果。

【波尔多液】Bouillie bordelaise 的译名。主要组分为碱式硫酸铜，具有保护作用的中等毒性的无机铜制剂，属于无机杀菌剂。不透明悬浮液，呈松绿色，几乎不溶于水。不宜贮存，以免药液发生沉淀，而影响其使用效果。粘着力强，喷在植物表面后形成一层

薄膜，防止病菌侵入植物体内，起着保护和杀菌作用。可防治稻热病、棉花叶斑病、植物和蔬菜的霜霉病及烟草炭疽病等。在发病前喷洒有效，发病后使用则效果不大。施用时应根据不同对象而配制不同石灰浓度的药液，以便对症下药。一般由硫酸铜、生石灰和水按比例 1 : 1 : 100 制成。

【代森锌】国外商品 dithaneZ—78 的译名。学名乙撑双二硫代氨基甲酸锌。具有保护作用的杀菌剂。淡黄色或灰色粉末，稍带臭鸡蛋味。不溶于水，能溶于吡啶。有吸湿性，对热、光、湿气和碱性介质不稳定，分解出二硫化碳而失效。在铜盐溶液中也分解。一般加工成粉剂和可湿性粉剂喷撒使用。对人、畜低毒，但对粘膜有刺激作用。对植物无药害。用于防治麦类、烟草、果树、蔬菜和豆类的病害如麦类的各种锈病、烟草立枯和赤星病、萝卜、白菜黑白斑病等。

【唑菌酮】又称粉锈宁、三唑酮或百里通。学名 1—(4—氯苯氧基)—3, 3—二甲基—1—(1, 2, 4—三唑—1—基)—2—丁酮。高效内吸性杀菌剂，兼有保护、治疗和铲除作用。纯品为无色结晶。微有挥发性。熔点 82.3℃。难溶于水，易溶于环己酮和二氯甲烷等有机溶剂。化学性质稳定。还具有熏蒸作用。残效期长。对人、畜低毒，无残毒，使用安全。抑菌谱较广，主要用于防治蔬菜、谷物、咖啡、苹果、梨和柑桔等作物白粉病和锈病。

【多菌灵】又称棉萎灵、氨基酯苯并咪唑或苯并咪唑—44 号。学名 N—(2—苯并咪唑基)—氨基甲酸甲酯。高效内吸杀真菌剂。纯品为白色粉末，工业品为淡褐色到浅棕色粉末。熔点 280℃。不溶

于水，微溶于丙酮、氯仿等有机溶剂，可溶于无机酸和醋酸等有机酸并形成相应的盐。化学性质较稳定，在光照和空气中稳定。有较强的内吸渗透性，可被作物根部和茎叶吸收，兼有预防和治疗作用，还有速效和长效的特点。残效期长。对人畜低毒。抑菌谱广，对水稻、小麦、棉花、油菜、果树、蔬菜和豆类等作物的多种真菌病害都有防治和增产效果。

【2, 4—滴】又称 2, 4—D。学名 2, 4—二氯苯氧基乙酸。一种激素型除草剂和植物生长刺激剂。纯品为白色晶体，无臭，熔点 141°C 。工业品是略带酚气味的白色晶体，熔点 138°C 。常温下性质稳定。难溶于水，溶于多种有机溶剂。其钠盐和铵盐都易溶于水，但酯类不溶于水。常加工成钠盐、铵盐或酯类的液剂、粉剂、乳剂和油膏等使用。如 2, 4—D 钠盐和 2, 4—D 丁酯有很强的内吸作用，可被植物的根、茎、叶吸收进入作物体内，破坏作物体内的新陈代谢，抑制植物生长，直至死亡。可用于水稻、麦类、玉米、高粱、花生和蔬菜等杂草防除和刺激生长。如防除禾谷类作物田中的双子叶杂草，防止果实如蕃茄等早期落花、落果，防止白菜贮运期脱叶等。

【丁草胺】又称灭草特或去草胺。学名 N—丁氧甲基—2—氯—2, 6—二乙基乙酰替草胺。一种选择性芽前除草剂。其原理是药剂通过植物幼芽和根的吸收，在杂草内部抑制蛋白质合成，从而抑制杂草的芽和根的生长，最终导致杂草死亡。工业品为具有微芳香味的琥珀色液体，熔点 -5°C ，分解温度 165°C ，难溶于水，能溶于乙醚、丙酮、苯、乙醇等多种有机溶剂。抗光解性能好。低毒性，对皮肤和眼有轻微的刺激。杀虫谱较宽，对稗、水莎草科

杂草高效，对鸭舌草、牛毛草、节节草等有明显的抑制作用。由于具有可燃性，在使用时应避免明火和高温。

【莠去津】 又称阿特拉津。学名 2—氯—4—乙胺基—6—异丙胺基均三氮苯。一种具内吸传导性和高度选择性的广谱除草剂。其原理是通过杂草根系内吸传导而产生毒杀作用，导致杂草枯死。纯品和工业品都是无色结晶，无臭味。溶于水。化学性质稳定。在酸或碱性介质中加热后才能水解。无腐蚀作用。残效期短。对人、畜毒性小。施于土壤中易被雨水淋洗渗透至深土层，则对深根杂草的防除效果较好。施用时应根据土质、有机质含量、杂草种类和密度决定用药量，尤其对水稻和棉花等易产生药害的作物，更应严格控制使用量。

【氟乐灵】 又称茄科宁。学名 2, 6—二硝基—N, N—二丙基—4—三氟对甲苯胺。一种选择性芽前土壤处理除草剂。其原理是依靠药剂挥发产生的气体在土壤中扩散而起杀草作用。具有内吸和触杀作用。纯品为橙色晶体，熔点 48.5—49℃。工业品的熔点高于 42℃。不溶于水，能溶于大多数有机溶剂。易挥发，对光敏感，受紫外光照射时易分解。无腐蚀性。对人、畜低毒。在土壤干燥条件下能保持较长的残效期，但对已出土的杂草无效。适用于棉花、花生、大豆等大粒种子作物除草，还可用于豆类、马铃薯、甜菜、蔬菜及果树等防治单子叶禾本科杂草及双子叶阔叶杂草。使用时用量不可过高，以免发生药害。

【草甘膦】 又称镇草宁或镇草定。学名 N—膦酸甲基甘氨酸。纯品为白色晶体。熔点 200℃，约在 230℃ 熔化并伴随分解。溶于水，

不溶于其他有机溶剂。属低毒广谱内吸传导型的除草剂。其作用原理是使植物花粉母细胞的染色体减数分裂发生紊乱，并能干扰植物的氨基酸和苯基丙氨酸的合成，导致植物杀伤。对一年生和多年生杂草防治非常有效。由于残效期短，不影响下茬作物，即使施药后马上播种对作物也很安全。

制 药 化 工

【制药工业】化学药品的生产部门。由原料药生产和药物制剂生产两部分组成。在中国，制药工业也包括传统中药的生产。化学药品根据生产方法和原料来源不同可分为化学合成药、生物化学药、植物化学药、抗生素和半合成抗生素等。许多国家将生物制品如血清、疫苗、血液制品等也列入制药工业范畴。此外，兽药也属于制药工业的产品。化学合成药（见化学合成药）、生物化学药（见生物化学药）、植物化学药（见植物化学药）和抗生素、半合成抗生素（见抗生素）等的生产方法根据品种不同而各异。有全合成法，有发酵法兼用提炼技术，有合成法兼用生物技术，有发酵产品再进行化学加工，也有主要采用分离提纯方法。制药生产一般特点是生产流程长、工艺复杂；产品质量标准高；物料净收率很低、副产品多和三废多；药品品种多、更新快、难度大及周期长等。因此为了保证药品质量，确保病人用药安全、有效。原料药和制剂产品的质量必须符合国家药典标准，药品生产和经营

企业均要符合国家药品管理法的管理规范规定实施。必须具备有与所生产药品相适应的技术人员、厂房、设备、检验仪器和良好的卫生环境等；直接接触药品的容器或包装材料，必须符合药用要求；药品须经质量检验合格方得出厂。对生产和销售劣药、假药者都要承担法律责任。今后制药工业将随着新技术、新材料、新试剂不断出现和酶工程日益发展，新药物的研究将从化学合成药转向以传统药用植物的植物化学药和具有高生理活性的生物化学药方向发展，将出现一个有机合成与酶催化合成相结合的新技术领域，制药工业的生产技术水平将发生重大变化。

【化学合成药】以结构较简单的化合物或具有一定基本结构的天然产物为原料，经过一系列化学反应过程制得医用的原料药。生产方法大致分为三种：（1）全化学合成，如磺胺药和各种解热镇痛药的合成是用基本化工原料和化工产品经各种不同化学反应制得；（2）半合成，如甾体激素类（见激素）、半合成抗生素（见抗生素）、维生素 A、E 等（见维生素 A、维生素 E）是以具有一定基本结构的天然产物作为中间体进行化学加工而制得；（3）化学合成结合微生物（酶催化）合成，如维生素 C（见维生素 C）、氨基酸等的合成。化学合成药的发展已有一百多年历史，世界上临床应用的化学合成药物品种已多达数千种，其品种、产量和产值等均在制药工业中占首要地位。

【生物化学药】又称生化药物。广义指从动物、植物和微生物等生物体中提取的具有生理活性的化学物质，狭义指从动物的组织、器官、腺体、体液、分泌物及骨、皮和毛等提取的原料药，故亦称为脏器生化药物。例如从动物甲状腺分离提取甲状腺素（见甲状

腺素)，从猪、牛胰脏中提取出胰岛素（见胰岛素），从猪、羊和牛的脑垂体后叶中提取的脑垂体激素（见垂体后叶素）等。生化药物生产方法包括提取、盐析、有机溶剂分级沉淀、等电点沉淀、结晶和重结晶、酶解、渗析和吸附等。生化药物按化学结构和治疗功能可分为氨基酸、多肽、蛋白质、酶及辅酶、激素、维生素、多糖、脂类和核酸及其降解物等。生化药物由于来自有机体，成分多属生物大分子，易为人体直接吸收和参与新陈代谢，能调节、补充、恢复和维持人体正常功能，因此其药物疗效好，副作用小、针对性强。

【植物化学药】从药用植物中提取、分离而获得的一类具有明显生理活性的化学药物。绝大部分是化学纯物质，可作为原料药加工成为药物制剂供临床应用。生产方法多属于物理、化学提取分离过程，例如溶剂萃取法、离子交换法、水蒸气蒸馏法和沉淀法等。为达到提纯目的，必要时采用吸附层析、离子交换层析和分配层析法等。植物化学药主要包括生物碱类、甙类、萜类和糖及蛋白质等。它们均由药用植物为原料经提取、分离和提纯或精制而得纯品。例如从洋金花（茄科植物）提取生物碱——东莨菪碱；可用于中药麻醉、防晕；从毛花洋地黄（玄参科植物）提取甙类——异羟基洋地黄毒甙，可用于治疗心力衰竭、心房纤维颤动；从天花粉（葫芦科植物）提取蛋白质，可用于中期妊娠引产和治疗恶性葡萄胎和绒癌。中国目前生产的植物化学药（原料）近几百种，药用植物资源很丰富，长期以来对传统中药、民间草药进行多学科协作研究，创制了多种中国独特的植物化学药品。

【抗生素】又称抗菌素。某些微生物在代谢过程中所产生的，对于

其他微生物具有选择地抑制生长或杀灭作用的化学物质，是制药工业中一类重要的原料药。有些抗生素还具有抗恶性肿瘤、抗辐射作用；对一些较大的过滤性病毒也有抑制作用。自 1940 年青霉素开始应用于医疗以来，发现和发明的抗生素已有几千种，但常用于临床的不超过 100 种。生产方法主要由生物合成和物理、化学提取两个过程组成。简单流程如下：菌种→孢子制备→种子培养→发酵→发酵液处理→提取精制→成品检验包装。抗生素一般分为三类：（1）从化学结构分类，可分为 β -内酰胺类（如青霉素）、氨基糖甙类（如链霉素、庆大霉素等）、四环类（如四环素、土霉素等）、大环内酯类（如红霉素、曲古霉素等）、多肽类（如多粘菌素 B、E 和杆菌肽 S 等），此外还有氯霉素、新生霉素等；（2）从生物来源分类，可分为来自高等植物和动物体的，最重要来源是各种微生物，如青霉素、多粘菌素、链霉素和桔霉素等；（3）从作用对象分类，可分为抑制革兰氏阳性和阴性细菌的、抑制原虫的、抑制结核杆菌和肿瘤细胞等各种抗菌素。抗生素在临床治疗中占有重要地位。尤其在治疗细菌感染疾病时疗效显著。如青霉素钾盐、普鲁卡因盐用于临床已有 50 年之久，是控制敏感金黄色葡萄球菌及肺炎双球菌引起的败血症和肺炎等病的有效药物。各种抗生素在临床上均有程度不同的副作用，如过敏、听觉受阻和二重感染等。要根据适应症严格选用药物，切不可滥用。

【维生素】又称维他命。为维持生物生长和代谢所必需的一类在化学结构和生理作用上各不相同的有机物，是一类重要的化学合成药。根据维生素的化学结构复杂程度不同，其生产制作工艺也不相同，通常有三种方法：（1）全合成法，它是维生素的主要生产方法，以基本有机化工产品为原料，进行化学合成，例如维生素

C 可采用葡萄糖、黑乙酸菌为起始原料,经氧化发酵、缩合再氧化等反应,最后与甲醇钠作用的全合成法制得;(2)半合成法,是利用具有某些基本结构的天然化合物作为中间体进行修饰,例如维生素 A 是以香茅草油天然化合物中的柠檬醛为中间体的半合成法制得,维生素 E 亦是利用天然的柠檬醛或 α -蒎烯等作中间体进行半合成;(3)微生物合成法,是利用某些微生物进行发酵培养,然后分离提纯,该方法较少采用。根据维生素的溶解性质不同可分为脂溶性和水溶性两类:脂溶性维生素,包括维生素 A、D、E 和 K 等。维生素 A,又称抗干眼醇(见维生素 A)。维生素 D,又称钙化醇或骨化醇(见维生素 D)。可分离出维生素 D₂、D₃、D₄ 和 D₅ 四种,主要是维生素 D₂ 和 D₃。维生素 E,又称生育酚(见维生素 E)。其次是水溶性维生素,包括 B 族维生素和维生素 C。B 族维生素中有 B₁、B₂、B₄、B₆、叶酸、生物素和泛酸等。维生素 B₁,又称硫胺素或硫胺(见维生素 B₁)。维生素 B₂,又称维生素 G 或核黄素(见维生素 B₂)。维生素 B₄,学名 6-氨基嘌呤磷酸盐。由丙二酸二乙酯和甲酰胺等原料合成。存在于茶叶和甜菜汁中。用于防治各种原因引起的白细胞减少症。维生素 B₆,又称吡哆醇。由甲氧基乙酸甲酯、丙酮与氰乙酸乙酯等合成。存在于蔬菜、脂肪、谷粒和鱼等中。主要用于妊娠呕吐、避孕药,放射病和抗癌药引起的恶心、呕吐等。叶酸,又称维生素 B_C 或维生素 M(见叶酸)。泛酸,又称维生素 B₅,由 β -氨基丙酸和 α 、 γ -二羟基- β 、 β -二甲基丁酸等合成。存在于动、植物组织中,在肝、肾、酵母和麦坯中含量丰富。生物素,又称维生素 H(见生物素)。另一种水溶性维生素 C,又称抗坏血酸(见维生素 C)。

【维生素 A】又称抗干眼醇。一种脂溶性维生素。制作方法有多种。

除用鱼肝油作原料提取外，也可由 β -紫罗兰酮、一氯醋酸乙酯和甲基乙烯酮等合成。黄色晶体。熔点 $62—64^{\circ}\text{C}$ 。不溶于水和甘油，溶于乙醇、氯仿和乙醚。在空气中易氧化，遇光易分解变质。存在于动物性食物中，特别在肝脏、鱼肝油、蛋黄、乳汁、咸水鱼中含量丰富。其前身胡萝卜素存在于多种植物中，如胡萝卜、青菜、玉米、番茄中，动物吸收入体内，转化为维生素 A。在医药上用于维生素 A 缺乏症，如夜盲症、干眼病、角膜软化症和皮肤粗糙等。尚可防治儿童发育不良。

【维生素 D】 又称钙化醇或骨化醇。可分离出维生素 D_2 、 D_3 、 D_4 和 D_5 四种，主要是维生素 D_2 和 D_3 。维生素 D_2 是由麦固醇经紫外光照射转化而成，维生素 D_3 是由 7-脱氢胆固醇经紫外光照射转化而成。白色针状结晶。无臭无味。不溶于水，易溶于普通有机溶剂。在空气或日光下易变质。维生素 D_2 熔点 $115—118^{\circ}\text{C}$ ，维生素 D_3 为 $84—88^{\circ}\text{C}$ 。广泛存在于动物体中，含量最多的是脂肪丰富的鱼类肝脏，也含于牛乳、肝、蛋黄和奶油等中。主要用于防治佝偻病、骨软化症。

【维生素 E】 又称生育酚。一种脂溶性维生素。制作方法由三甲基氢醌与叶绿醇等缩合而成。它有四种活性型，即 α 、 β 、 γ 、 δ -生育酚，其中以 α -型最有效。微黄色粘稠油状液体，不溶于水，易溶于乙醇、乙醚、丙酮等。比重 0.950 ($25/4^{\circ}$)。存在于植物性食品中，尤其玉米、小麦芽胚油、花生、大豆及其他植物油中含量较多，动物性食品含量不多。主要用于先兆流产、习惯性流产、早产儿或脂肪吸收障碍引起之缺乏症以及某些心血管病等。

【维生素 B₁】又名硫胺素或盐酸硫胺。制作方法由 2-甲基呋喃和丁烯腈或由 β -乙氧基丙酸乙酯和甲酸乙酯等原料合成。白色晶体或结晶粉末。熔点 248℃（分解）。溶于水，不溶于乙醚和苯。存在于酵母、米糠、麦麸、花生、瘦肉和大豆中。临床上最常用的维生素 B₁ 为人工合成的盐酸硫胺、新维生素 B₁ 和呋喃硫胺。适用于维生素 B₁ 缺乏症、高热、甲状腺机能亢进、全身感染、糖尿病和多发性神经炎等治疗。

【维生素 B₂】又称核黄素。制备方法是以 3, 4-二甲基苯胺与 D-核糖缩合，经催化氢化后与苯胺偶合，再与巴比妥酸环合的合成而制得，亦可采用发酵法生产。黄色结晶性粉末。熔点 282℃（分解）。微溶于水。不溶于乙醚、氯仿、丙酮和苯。微臭，味微苦。存在于绿色蔬菜、黄豆、稻谷、小麦、酵母、肝、心及乳类中。在医药上用于复合维生素或维生素 B₂ 制剂，还用于糖衣片和胶囊的黄色着色剂。

【叶酸】又称维生素 M 或维生素 B_C。叶酸起初系从肝脏浸出液中提取，现采用合成法生产。合成法由 2, 4, 5-三氨基-6-羟基嘧啶、 α , β -二溴丙醛及对氨基苯甲酰谷氨酸在醋酸缓冲液中反应，经精制后制得的。亦可先合成蝶啶核，然后与对氨基苯甲酰谷氨酸缩合而得到。淡橙黄色结晶或薄片。易溶于乙酸、酚、吡啶等溶液，不溶于乙醇、醚、丙酮、氯仿和苯。存在于绿叶植物、肝脏、肾和酵母中。主要用作抗贫血药。它是体内细胞生长和繁殖所必需的物质。

【生物素】又称维生素 H。一般制法是由半胱氨酸或庚二酸为原料

经系列的反应而合成。无色针状晶体。熔点 232—233℃。溶于水和乙醇，不溶于石油醚和氯仿等。以化合物形式存在于牛乳、蛋白、肝、肾、胰和酵母中。仅适用于维生素缺乏症。

【维生素 C】 又称维他命 C 或抗坏血酸。药用的维生素 C 是人工合成的。合成方法有多种。一般是以葡萄糖为原料经催化加氢制成 D-山梨醇，再与黑酯菌氧化发酵，生成 L-山梨糖，与丙酮缩合生成双丙酮山梨糖，再经氧化和酯化生成 2-酮-L-葡萄糖酸甲酯，最后与甲醇钠作用生成抗坏血酸钠，与盐酸加热制得维生素 C。白色结晶体，熔点 190—192℃，易溶于水，微溶于乙醇，不溶于乙醚、苯、氯仿、石油醚和油类及脂肪。存在于各种新鲜蔬菜和水果中。在医药上主要用于对坏血病的预防或治疗，以及用于因抗坏血酸不足而引起的贫血、生长发育停滞、龋齿和牙龈脓肿等疾病。

【胰岛素】 胰岛素是胰岛 β -细胞所分泌的蛋白质激素，由两条肽链，51 个氨基酸组成。白色结晶。熔点 233℃（分解）。易溶于稀酸、稀碱，不溶于水、乙醇、乙醚。胰岛素可从猪、牛、羊等食用动物胰脏中提取。提取胰岛素的工艺过程一般经历将猪、牛和羊宰杀后剥离、提取和过滤，得到的滤液经氨化、酸化及浓缩阶段，然后将浓缩液脱脂、盐析，将上浮胰岛素取出得到粗制胰岛素，最后进行精制获得结晶胰岛素。胰岛素是治疗糖尿病的常用药。主要应用于胰岛素依赖型、重、中型糖尿病人以及合并酮症酸中毒与高渗性非酮症昏迷等并发症。亦适用于治疗神经性食欲不振及纠正细胞内缺钾。因胰岛素易被消化酶破坏，故口服无效，必须注射给药。1965 年中国科技工作者首次用化学方法合成了具有全部生物活性的结晶牛胰岛素，开辟了人工合成蛋白质的新时

代。

【磺胺类药物】含有磺胺基团的合成抗菌药的总称。一类具有抑菌活性的化学合成药。磺胺药的生产方法一般以乙酰苯胺为起始原料，经氯磺酸氯磺化制成对乙酰氨基苯磺酰氯。对乙酰氨基苯磺酰氯再经氨水胺化、碱液水解和盐酸中和最后制得对氨基苯磺酰胺，即磺胺(SN)。根据其衍生物不同可分为两类：(1)磺胺嘧啶，简称SD。其制法是在N、N'-二甲基甲酰胺中，依次加入三氯化磷和乙烯基乙醚进行加成反应，其加成物与磺胺脒在甲醇钠中进行环合反应，制成磺胺嘧啶钠盐，再经酸析和精制得到成品（此外还有磺胺甲基嘧啶和磺胺噻唑等）；(2)磺胺脒，简称SG，其制法是将磺胺与硝酸胍、纯碱熔融，经精制处理后制成磺胺脒（此外还有酞磺胺噻唑和酞磺胺醋酐等）。磺胺类药物具的性质稳定、易于组织生产、价格低廉、服用方便等优点，在抗菌药物中始终占有重要地位。磺胺药物抗菌谱较广，对于多种球菌如脑膜炎双球菌、溶血性链球菌、肺炎球菌及某些杆菌如痢疾杆菌、大肠杆菌、鼠疫杆菌等等都有抑制作用，对某些真菌（如放射菌）和疟原虫也有抑制作用。临床上用于治疗流行性脑膜炎、上呼吸道感染、泌尿道感染、肠道感染、鼠疫、疟疾等。

【呋喃类药物】含有呋喃基团的合成抗微生物药物总称。根据治疗作用不同可分为呋喃唑酮、呋喃妥因和呋喃西林等。(1)呋喃唑酮，又称痢特灵，制作方法以乙醇胺为原料，与尿素缩合得到 β -羟乙基脒，经硝化环合，其产物用铁粉还原后再与5-硝基-2-糠乙醇二乙酸酯及甲醛缩合即可制得，为黄色结晶状粉末，熔点255℃（分解），无臭、味苦，微溶于水、乙醇和氯仿，有较广的抗菌谱

的杀菌剂，用于治疗细菌性痢疾和肠炎以及尿道感染；(2) 呋喃妥因，又称呋喃坦啶，制作方法由水合肼与脲素、丙酮缩合，再与氯乙酸乙酯环合，经水解后与 5-硝基糠醛二乙酸酯缩合制得，为橙黄色针状晶体，无臭，味苦，熔点不低于 258°C （分解），极微溶于水或乙醇，也不溶于氯仿，用于治疗各种敏感细菌引起的尿路感染，对以大肠杆菌引起的急性尿路感染，疗效较好；(3) 呋喃西林，学名 5-硝基-2-呋喃醛缩氨基脲，制作方法由糠醛经硝化、酯化、水解后制得 5-硝基糠醛，再与盐酸氨基脲缩合而制得，为黄色结晶状粉末，无臭，味苦，熔点 $236\text{—}240^{\circ}\text{C}$ （分解），可溶于水，不溶于乙醚和氯仿，对多种细菌有抑制或杀灭作用，口服毒性大，可用于外科局部或表面消毒。

【绒毛膜促性激素】孕妇尿中的一种水溶性腺激素，来自胎盘绒毛膜。制作方法是将初孕妇尿经吸附、醋酸钠提取、乙醇沉淀和利凡诺溶液处理以及沉淀洗涤、干燥等而制得。无色或淡黄色粉末。溶于水，不溶于有机溶剂。应用于治疗习惯性流产，男性垂体机能不足所致的性机能过低症、隐睾症、闭经和月经不调等症。亦可治疗不育症。

【肾上腺素】又称副肾素。主要是肾上腺髓质分泌的激素。可从家畜（牛、羊）的肾上腺髓质中分离提取或用化学合成方法制备。合成方法是以邻苯二酚为原料，在三氯氧磷作用下，与氯乙酸反应生成酯，然后再与甲胺反应生成肾上腺素酮，经催化或电解还原而制得。无色或类白色结晶性粉末。无臭，味苦。微溶于水，不溶于乙醇、乙醚和氯仿。熔点 $206\text{—}212^{\circ}\text{C}$ （分解）。临床上用于心跳骤停、过敏性休克、支气管哮喘和局部鼻粘膜充血等。

【垂体后叶素】含有缩宫素及少量的加压素二种多肽激素,是从猪、羊和牛的脑垂体后叶中提取的水溶性有效成份。常用的原料为猪脑垂体后叶。工业制法:先将原料剥取后叶,干燥并磨成粉末,用丙酮和乙醚浸取洗涤(在 25℃,搅拌 4h),再用醋酸提取,经过滤后的清液加入氯叔丁醇,并用冰醋酸调 pH 值,最后过滤、灭菌,即得垂体后叶素注射液成品。淡黄色或淡灰色粉末,有特殊臭味。临床上用于治疗引产、产后出血、肺出血、食道和胃底静脉曲张破产出血,亦可治疗尿崩症和手术后肠麻痹等。因能被消化液破坏,不宜口服。

燃 料 化 工

【燃料化学工业】以煤、石油、天然气、油页岩等化石燃料(矿物燃料)为原料的化学加工工业。燃料化工主要包括石油炼制工业、石油化工、煤化工、天然气化工和页岩油工业等几个方面。制法是将化石燃料(见化石燃料)经过热加工或催化加工使其发生物理和化学反应过程,制成系列的燃料产品。获得的燃料产品有两大类:一为化学品类,包括煤气、合成气、乙炔、烯烃类和苯系类产品,它们为基本有机化工、高分子化工、精细化工以及合成氨工业等提供原料,也包括用于冶金工业的焦炭;另一类为油品类,包括喷气燃料、汽油、柴油、燃料油和润滑油等,它们为

机械动力部门和交通运输部门提供各类润滑剂和液体燃料。石油炼制工业是将原油通过石油炼制过程加工为各种石油产品的工业（见石油炼制）；石油化工是以石油为原料生产化学品的工业，广义上也包括天然气化工（见天然气化工）；煤化工是以煤为原料，经化学加工使煤转化为气体、液体和固体燃料以及化学品的过程（见煤干馏、煤气化、煤液化）。页岩油工业是以油页岩为原料生产页岩油作为主要产品的工业部门（见油页岩）。燃料化工作为能源和化学品生产，在国民经济中占有很重要的地位，甚至对世界政治和军事也有很大的影响。

【化石燃料】又称矿物燃料。埋藏于地层中的不同地质年代的植物、动物遗体在漫长的地质时期中经过温度、压力和微生物的作用而形成的一类可燃性矿物。包括煤、石油、天然气、油页岩和油砂等。按物态可分为固体燃料，包括煤、油页岩（见煤和油页岩）和油砂等；液体燃料，包括原油或石油（见石油）；气体燃料，包括天然气（见天然气和煤成气）。化石燃料是世界最重要的能源资源，也是生产各种石油产品和化工产品的重要原料。加工这类原料的工业如煤化工、石油炼制、石油化工及天然气化工等在国民经济中均占有极其重要的地位。矿物燃料资源是有限的，其在地球上全部的储藏量也仅够几百年的开采利用，其能源的主导地位最终必会被新能源所代替。

【合成燃料】应用物理或化学等方法将两种或两种以上的燃料合成而制出的燃料。一般分为合成液体和合成气体燃料。合成液体燃料包括由焦油砂、油页岩经干馏使其有机重质烃类化合物受热分解生成的类似天然石油的液体燃料，以及应用合成法或直接液化

法将煤制成一种石油状的液体燃料，另外尚包括不产生有毒废气及低污染的合成乙醇，它是最有可能得到广泛发展和应用的合成液体燃料之一。合成气体燃料是从煤、泥煤或油页岩制得的天然气代用品。由于生产过程的高成本、高能源消耗及基本原料不合理分布等限制，这种燃料生产目前尚未能达到商品化。但在一些原料丰富地区，它还是有很大应用价值。氢能源因具有无污染、无温室效应和可循环再生的特点，已成为替代矿物燃料和气体燃料的理想能源。制氢方法是在催化剂作用下，利用太阳能光解水制成氢，是实现太阳能转化与贮存的最好途径，也是新能源开发与合成的主要发展方向之一。

【胶体燃料】又称悬浮燃料。可燃性的固质粉末悬浮于液体燃料中而形成的燃料。这种燃料可喷射燃烧，具有液体燃料的特点。通过加入一定的稳定剂，外观呈泥浆状，具有似塑性流体的特性。在能源紧张、石油资源越来越贫乏的情况下，将大量的一定细度的煤粉均匀混在燃油中的混合胶体燃料作为以煤代油，是节约燃油的一种有效措施，越来越受到人们重视。这种混合胶体燃料可用作轮船和机车等燃料油。用锂、硼、铍、镁和铅等粉末与液体燃料混合配成的燃料，在燃烧过程中能产生很大的热量，可用作高能燃料。

【混合液体燃料】又称煤浆燃料。由煤、石油焦与液体混合而成，液体组分包括重油、焦油、水和甲醇以及从煤、油页岩衍生的合成燃料。主要包括油煤浆和水煤浆，还有甲醇、焦油和重油石油焦浆等。油煤浆是在重油中均匀混有大量的煤粉颗粒的燃料，呈现出似塑性流体的特性。水煤浆是由煤粉、水和添加剂三者混合

而制成的煤基液体燃料，具有液体燃料的流动性，可完全取代燃料油。煤浆燃料可用作加压气化炉的燃料，亦可作锅炉和窑炉的燃料。

【焦炭】固体燃料的一种。由煤等经高温干馏（即焦化）所得的可燃固体产物。根据干馏温度、煤种类和用途的不同，有高温焦、中温焦、低温焦、冶金焦、煤气焦炭和铸造焦等。此外还有石油焦、沥青焦等（见石油焦、焦油沥青）。银白色或灰黑色，质坚多孔，其有机质中碳含量高于 96%（质量），挥发分 0.8—1.0%（质量），热值约 29MJ/kg。主要用于钢铁和有色金属冶炼和铸造，可用作气化造气和化工原料，也可用作燃料。

【木炭】在隔绝氧气的情况下，将木材加热至高温，出现不同于燃烧过程的一些变化，使木材释放出气体，并流出焦油，而剩余物即是木炭。其化学成分几乎为纯粹的碳。燃烧时可持续较长时间，产生比木材更多的热量，且清洁无烟尘。用途极广，除用作重要燃料外，还可用作气体吸附剂，具有吸附作用的活性炭，就是一种微细孔穴的粉末状的木炭。另外还可作过滤器，当空气通过木炭的孔穴时，可被捕集除去空气中某些有毒气体和化合物，起着净化空气作用。防毒面具即是应用这种特性而制成的。

【瓦斯】一般泛指气体，如称毒气瓦斯，有时专指煤气为瓦斯（见煤气）。通常所说的瓦斯是指矿井瓦斯，又称矿井煤气。它是随着煤炭生产过程而释放出的大量与煤伴生的可燃气，其主要成分是甲烷，是一种高效、高热值和清洁的气体燃料及化工原料。

【煤化工】以煤为原料，经化学加工使煤转化为气体、液体和固体燃料以及化学品的过程。主要包括煤的气化、液化、干馏，以及煤焦油加工和电石乙炔化工等。早在十九世纪已形成较完整的煤化学工业体系。到了二十世纪，许多以农林产品为原料的有机化学品多改为以煤为原料生产，煤化工逐渐成为化学工业的重要组成部分。第二次世界大战后，由于石油化工迅速发展，许多化学品的生产又从以煤为原料转移到以石油和天然气为原料，从而削弱了煤化工在化学工业中的地位。煤化学加工过程即是通过热加工和催化加工，使煤转化为各种燃料和化工产品。例如通过煤焦化来制取冶金用焦炭、焦炉煤气和高温煤焦油；煤气化可生产城市煤气和各种燃料气以及合成气；通过煤低温干馏和煤直接液化和间接液化等过程主要生产液体燃料；通过煤的其他直接化学加工则生产腐植酸、活性炭、磺化煤及褐煤蜡等。中国煤炭储量和产量均居世界前列，煤化工的发展前景将是不可估量的。

【煤的高温干馏】又称炼焦。煤的热加工方法之一。把煤置于炼焦炉中，在隔绝空气的条件下加热到 900—1100℃ 的高温，经过干燥、软化、膨胀、熔融、固结收缩和分解等复杂的物理变化和化学变化，生成焦炭、焦炉煤气、煤焦油、粗苯和氨等产品的过程。在工业生产条件下，一吨烟煤高温干馏可得到的主要产品有：焦炭 720—780 公斤，焦炉煤气（主要成分是氢、甲烷、一氧化碳和乙烯等）300—340 立方米，煤焦油（主要成分是萘、菲、荧蒽、芘、芘、芴、蒽、咔唑、2—甲基萘、氧芴、茚、1—甲基萘、酚、甲酚、联苯、喹啉、异喹啉、二甲酚等）35—42 公斤，粗苯（主要成分是苯、甲苯、二甲苯、三甲苯及二氧化硫、环戊二烯等）14—18 公斤，氨 2.5 公斤以上，硫黄 3—6 公斤。高温炼焦主要用于生

产冶金焦炭。产生的焦炉煤气发热量为 3500 大卡/标准立方米,供城市民用。其它化学产品都是重要的化工原料。

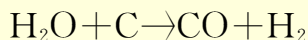
【煤的低温干馏】将煤放在干馏炉中,在隔绝空气的条件下加热至 500—600℃,经分解得到半焦、低温煤焦油、煤气及氨等产物的过程。比高温干馏所得的焦炭产量大,占焦化产品 80% 以上。半焦炭中还含有 10—20% 的挥发物。半焦炭主要用作动力锅炉和民用的燃料以及化工原料等。低温干馏还可获得较多的低温焦油,约占焦化产品的 5—10%,其化学成分较复杂,主要用作塑料、染料、医药和炸药的原料。如经中压加氢后也可制取轻油、柴油、汽油和煤油等多种石油制品。煤气的主要成分是甲烷、一氧化碳和氢等,可直接作燃料,还可作化肥、合成橡胶等的原料。高温干馏和低温干馏的区别不仅加热温度不同,而且使用的原料煤和产品的性质都有很大的区别。前者以烟煤为原料,而后者多用褐煤、长褐煤、气煤等为原料。所用的干馏设备也不同。

【煤气】由煤、焦炭、半焦炭等固体燃料和重油等液体燃料经干馏或气化等过程所得气体产物之总称。按生产方法一般可分为干馏煤气和气化煤气。干馏煤气包括高、中、低温干馏煤气。主要成分是烷烃、烯烃、芳烃、一氧化碳和氢气等可燃气体,并含有少量二氧化碳和氮气等不可燃气体。热值较高,约为 4000—6000 千卡/标准立方米。气化煤气包括发生炉煤气(或称空气煤气)、水煤气和半水煤气等。主要成分是一氧化碳和氢,并有大量的二氧化碳和氮气等。热值较低,约为 1000—3000 千卡/标准立方米,故称低热值煤气。此外还有高炉煤气等。煤气可用作工业窑炉、锅炉和民用燃料,煤气中的一氧化碳和氢气是重要的化工原料,可

用于合成氨、合成甲醇等。由于煤气中含剧毒的一氧化碳，生产和使用时应注意安全。

【发生炉煤气】又称空气煤气。气体燃料的一种。是煤与空气或空气与水蒸汽在发生炉内进行不完全燃烧所产生的混合气体。其组成随所用原料煤和气化剂的不同而异。以无烟煤为原料，空气为气化剂时，气体组成（体积）为：氢气（12%）、一氧化碳（29%）、甲烷（3%）、二氧化碳（4%）、氮（51.6%）、其他烃类（0.4%）。如果用氧气代替空气，则煤气中一氧化碳增高，热值也相应提高。从气化炉得到的粗煤气经简单的净化处理，除去焦油、粉尘后，即可用作冶炼炉、玻璃窑炉、炼焦炉、锅炉的燃料。如进一步净化除去硫化物等，则可用作燃气涡轮机的燃料。

【水煤气】气体燃料的一种。将水蒸汽吹过赤热的煤或焦炭，在约1000℃时反应所产生的混合气体。主要反应为：



工业上大多用水蒸汽和空气轮流吹风的间歇法或用水蒸汽和氧一起吹风的连续法生产。主要组成是氢（45%）和一氧化碳（44%），还有少量二氧化碳（5%）、氮和甲烷等（6%）。其热值为2500—2800千卡/标准立方米。此外，还有用水蒸汽和空气一起吹风所得的半水煤气。水煤气除用作燃料外，还可用作合成氨、合成液体燃料、有机合成、氢气制造等原料。

【焦炉煤气】又称焦炉气。气体燃料的一种。是煤在炼焦炉内进行干馏时所产生的可燃气体。其组成为：氢气（60%）、甲烷（25%）和一氧化碳（5%），还含有少量的氮（5—6%）、二氧化碳（2%）

和乙烷、乙烯等碳氢化合物（2%）。其组成和产率因炼焦煤质和焦化过程不同而有差别。一般每吨干煤可产生焦炉煤气 300—350 标准立方米。热值为 4100—4500 千卡/标准立方米。适合于作工业炉的燃料和城市煤气。焦炉煤气含氢量高，分离后用于合成氨，其他成分如甲烷和乙烯等，亦可用作有机合成的原料。焦炉气为有毒和易爆气体，空气中爆炸极限为 6—30%（体积），生产中应注意安全。

【煤焦油】煤经干馏而得到的褐色至黑色的油状产物。根据干馏条件的不同，又分高温煤焦油和低温煤焦油。高温煤焦油中除大量沥青外，主要是芳烃及杂环化合物。已被鉴定的化合物有 400 余种，大多数含量甚微，含量在 1% 以上的仅十余种，其中萘是最主要的成分，平均约含 10%。这些化合物是染料、医药、香料、农药的原料，沥青质可制电极焦、碳素纤维等重要产品。低温煤焦油约占焦化产品的 5—10%，与高温煤焦油不同的是相对密度通常小于 1.0，芳烃含量小，烷烃含量大，其组成与原料煤有关。低温煤焦油经高压加氢后可制取轻油、柴油、汽油或煤油等产品，是人造石油的重要来源之一。

【煤焦油皂液】又称臭药水。由煤焦油和硬肥皂和苛性钠等配制而成的混合液。具有煤焦油臭味。作环境消毒用，用于病人用具及排泄物的消毒。

【煤酚皂溶液】又称来苏儿。是含 50% 煤酚、17.3% 植物油和 2.7% 氢氧化钠的水溶液。黄棕至红棕色的粘稠液体。具煤酚的臭气。其 1—5% 的水溶液广泛应用于手、器械和排泄物的消毒。现已逐步

被其他更好的消毒剂取代。

【沥青（焦油）】一种有机胶凝材料。根据来源可分为煤焦油沥青和木焦油沥青等。煤焦油沥青是煤焦油初步分馏后，沸点大于 360℃ 的残留物；木焦油沥青是木焦油蒸馏后的残留物。主要由碳氢化合物组成，也有少量含氧、硫或氮的化合物。是一种黑色、且具有光泽的高粘度液体、半固体或固体。有臭味。熔化时易燃烧且有毒。具有弹性和良好的粘结性、防水性和防腐性。可作为防水、防腐材料及制造炭素材料的原料。广泛用于铺筑路面和制造涂料、油毛毡、电极等，也用作煤砖粘合剂及木材防腐剂。

【焦油酸】煤焦油中所含酸性物质的总称。一般用烧碱处理煤焦油，分出钠盐溶液后，再经通入二氧化碳而得。主要是酚类及其同系物，有臭味和腐蚀性，例如苯酚（沸点 181℃、熔点 43℃，在焦油中含有 0.070%），邻、间及对甲酚（沸点分别为 191℃、202℃ 和 202℃，熔点分别为 31℃、12℃ 和 36℃）及 3,5-二甲基苯酚（沸点 220℃，熔点 64℃）。邻、间、对甲酚和 3,5-二甲基苯酚在焦油中总含量为 1.45%。苯酚是酚醛树脂及其他树脂的重要原料，甲酚主要用作消毒剂及杀菌剂，二甲苯酚可用作消毒剂、溶剂、杀虫剂和杀菌剂、增塑剂和润湿剂，并用于制造药物和染料。

【焦油碱】焦油中所含碱性物质的总称。一般用稀硫酸处理煤焦油，分出硫酸盐溶液后，再用氢氧化钠处理而得。主要是吡啶类。有特殊臭味。溶于稀矿物酸溶液。例如吡啶（沸点 115℃，在焦油中含有 0.08%）， α 、 β 、 γ -皮考啉（甲基吡啶，沸点分别为 129℃、144℃ 和 145℃），2,4-及 2,6-二甲基吡啶（沸点分别为 158℃

和 144°C), 2, 4, 6—三甲基吡啶 (沸点 172°C), 以上六种在焦油中含量为 0.16%。还有喹啉 (沸点 237°C , 在焦油中含量为 0.17%), 异喹啉 (沸点 243°C), 2—甲基喹啉 (即喹哪啶, 沸点 247°C), 吡啶 (沸点 346°C)。高沸点焦油碱可用于制造酸浸抑制剂, 也用作有机合成的原料。

【煤渣】煤和焦炭经过燃烧所剩余的残渣。主要成分为氧化硅、氧化铝、氧化铁、氧化镁和氧化钙等。根据其成分的不同, 可用于制造水泥、砖和耐火材料等。有些可用于制造氧化铝或提炼镓、锗等稀有金属。例如用煤渣和石灰可制成煤渣砖。

【煤的气化】煤或焦炭、半焦炭等固体燃料, 在高温常压或加压条件下, 与气化剂反应, 转化为气体产物和少量残渣的过程。气化剂主要是水蒸汽、空气 (或氧气) 或它们的混合气体。根据工艺条件和气化剂的不同, 可得到空气煤气 (又称发生炉煤气)、水煤气和半水煤气等不同产品。煤的气化方法目前应用的主要有三种: (1) 鲁奇法, 即固态排渣鲁奇加压气化的方法。此法产生发热量为 2700—3000 大卡/标准立方米的粗煤气。粗煤气中主要成分为二氧化碳、一氧化碳、氢和甲烷。粗煤气经脱除焦油、酚、含硫化合物及降低二氧化碳等工序, 可制得发热量为 3500—4000 大卡/标准立方米的中热值煤气。可作炊事燃料, 也可用作生产合成氨、甲醇等的原料; (2) 柯柏斯—托切克气化炉法, 所得的煤气中没有难处理的焦油、酚及其他副产品。适用于生产合成氨、甲醇和合成石油等产品; (3) 温克勒气化法, 特点是焦油和重碳氢化合物全部被气化。煤气的发热量为 2600 大卡/标准立方米。主要成分为一氧化碳和氢, 适用于生产合成氨和甲醇等产品。各国广泛

用劣质煤作造气原料，通过煤的气化使之变为运输方便、发热量高的优质气体燃料。

【煤的液化】将煤转化为液体燃料——石油代用品的过程。煤的液化可分为两类：（1）直接液化（又称加氢液化），把煤在氢气和催化剂作用下通过加氢裂化转变为液体燃料的过程；（2）间接液化，以煤为原料先气化制成合成气，然后通过催化剂作用将合成气转化为烃类燃料、醇类燃料和化工产品的过程。各国正在研究的液化工艺主要有：（1）溶剂精炼煤（SRC）法，是将煤用溶剂制成浆液送入反应器，在高温和氢压下裂解成较小的分子，按加氢深度的不同，分为 SRC-I 和 SRC-Ⅱ 两种（I 法加氢量少，产品以分子量的低灰分、低硫、强粘结性的固体燃料——溶剂精炼煤为主；Ⅱ 法加氢量大，产品以分子量较低的液体燃料——轻油、燃料油为主）；（2）氢-煤法，借助高温和催化剂的作用，使煤在氢压下裂解成小分子的烃类液体燃料；（3）埃克森供氢溶剂（EDS）法，借助供氢溶剂的作用，在一定温度和压力下将煤加氢液化成液体燃料；（4）费托（F-T）法，工业上已应用多年的间接液化法，先通过煤的气化制出以一氧化碳和氢为主的煤气，再在一定温度、压力和催化剂作用下生产出汽油和其他烃类产品。煤的液化产品是低硫、低灰的洁净优质燃料，进一步加工精制可获得高级汽油和许多宝贵的化工原料。

【煤的综合利用】指煤在使用过程中，采用各种方法，把煤中有价值的物质尽可能地回收和利用，以提高煤的经济效益。主要是通过干馏、气化、液化等加工方法，除得到焦炭、气体和液化燃料外，还可得到如煤焦油、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、乙烯、乙

炔、粗苯、氨、硫黄、甲苯、二甲苯、环戊二烯、吡啶、萘、蒽、菲、酚、甲醇、醛和沥青等基本化工原料。可用于化肥、塑料、人造橡胶、合成纤维、树脂、染料和医药等产品，以及炭素制品如石墨、碳纤维的制造，并可提取稀有及放射性元素如锆、镓和铀等。综合利用的途径有：（1）就地发电或炼焦，组成各种联合企业；（2）冶金企业可建立炼焦—钢铁—动力—化工等联合企业；（3）煤炭就地气化或液化大大减少运输量，提高煤炭的热能利用率。综合利用还可减少废气、废渣和废液对环境的污染。

感光材料工业

【感光材料】利用物质在光照下发生物理或化学变化的性质而制作的记录影像的材料总称。采用明胶卤化银或非银盐光敏材料辅以其他助剂制备感光乳剂，并以透明片基或不透明纸基为感光乳剂层的支持体，经过物理的、化学的综合工艺过程制造而成的。以卤化银为感光物质的称为银盐感光材料，以其他材料为感光物质的称非银盐感光材料，如铬盐、重氮盐感光材料。根据用途可分为电影胶片、照相胶片、科技胶片、特种胶片和感光纸等。随着科技的进步，非银感光材料的范围不断扩大，不仅可见光可作为影像记录的辐射源，紫外线、红外线、X-射线、 γ -射线和电子束等均可作为影像记录辐射源，还有一些影像记录材料对热和压力敏感，有时也归入感光材料范畴。因此，感光材料已形成了信息

记录材料体系，又新增了光致变色材料，光发色、光漂白感光材料、热记录材料、感压记录材料和电子记录材料等，作为信息记录介质，还将在计算机和信息存贮中具有特殊的重要性。

【感光乳剂】又称照相乳剂。见光能发生化学变化的乳剂。卤化银感光材料的基本组成部分，系光敏性卤化银微晶分散于明胶水溶液中所形成的乳剂。将乳剂均匀涂布于片基上，干燥后即成感光材料。感光乳剂经射线照射后能发生微弱的化学变化而形成潜影，经显影后才能变为可见影像。高感光度摄影感光材料用碘溴化银乳剂，印刷用感光材料和相纸用的是氯溴化银乳剂。感光乳剂中除卤化银外，还含有使感光胶片药膜坚固的坚膜剂、抑制灰雾上升或感光度下降的稳定剂，以及能扩展感光范围的增感剂，在彩色胶片的感光乳剂中，还含有能生成有色物质的成色剂。感光乳剂的生产分为四个阶段：（1）配液，将制备乳剂所用的多种原料先配成一定浓度溶液；（2）乳化和物理成熟，先往乳化反应釜中加入明胶溶液，然后按规定速度加入硝酸银溶液和卤化碱金属溶液，反应生成的卤化银以微小的晶体均匀分散在明胶溶液中，这一过程称乳化过程。然后在一定温度下继续搅拌，使部分微晶溶解，利用介质中卤化银的过饱和状态使微晶继续生长，并达到一定尺寸，这一过程称物理成熟过程；（3）沉降水洗，采用高分子沉降剂使感光乳剂凝聚沉降，再水洗除去水溶性盐类；（4）化学成熟，乳剂经水洗后还需在一定温度下与微量的化学增感剂反应一定时间，使卤化银微晶的表面上产生极微小的感光中心，从而使感光度得以大幅度提高，这一过程为化学成熟过程。化学成熟后的感光乳剂经冷凝后贮存于冷库，需要时再加热熔化，并添加一些感光乳剂添加剂即可进行涂布而制成感光材料。

【银盐感光材料】以卤化银作为光敏物质的感光材料。由于其感光度比非银感光材料高很多，且感色范围宽，因此在感光材料中占主要地位。由两部分构成：（1）感光乳剂层，由卤化银的微晶和明胶以及其他化合物组成；（2）片基，将感光乳剂均匀涂布于片基上，同时在感光乳剂上再涂以保护膜，即为卤化银感光材料。可按不同方法分类。按成像的色调分为黑白感光材料和彩色感光材料；按所用片基分为胶片（胶卷）、干版和照相纸；按感光特性分为负性感光材料、正性感光材料和反转感光材料。按用途分有胶卷、照相纸、电影胶片、射线胶片、红外胶片、缩微片、航空胶片和印刷片等。

【片基】又称支持体。表面涂布感光乳剂而制成感光片的片状基层材料。通常硬片用平整而光学性能良好的玻璃作片基，用于制造干版。软片用透明塑料作片基，如硝酸纤维素片基、三醋酸纤维素片基和聚苯二甲酸乙二醇酯片基以及聚碳酸酯片基等，用于制造胶片。照相纸则用一种洁白并经过特殊加工的纸张作片基，有钡底纸基和涂塑纸基。

【感光纸】以纸为片基，表面涂有感光乳剂的加工纸的总称。见光即能发生变化，经曝光和一定的化学处理能在纸面得到固定的影像。包括印像纸、放大纸、晒图纸和复印纸等。用于照片的印晒、放大、晒图及复印等。

【感光片】在各种片基表面涂以感光乳剂的感光材料。用玻璃作片基的称作硬片或干版；用透明塑料作片基的称作软片或胶片。干

版有幻灯版、光谱版、印刷制版用版、天文摄影用版、显微摄影用版和人像版等。软片主要有黑白胶片和彩色胶片。用于摄影、电影摄制、医疗、考古、航空、遥感、公安、军事、现代印刷工艺、文件和图像的复制和缩小等。

【感光胶片】又称软片或胶片。用透明塑料作片基的感光片。一般分为三类：电影胶片、照像胶片和技术胶片。用于拍摄电影、复制电影拷贝、照像、航空摄影、X-光摄影和技术摄影。

【彩色感光材料】曝光后经冲洗加工能得到彩色影像的卤化银感光材料。其结构比黑白感光材料更为复杂，需要有几种性能不同的感光乳剂层和间隔层叠加而构成。彩色胶片的结构，其自上而下的层次为：（1）明胶保护层，约 $1\mu\text{m}$ 厚的明胶膜，保护乳剂层免受擦伤；（2）感蓝乳剂层，是一层未经光学增感的感蓝乳剂，不感受红绿光，在乳剂层中含有能形成黄色染料的成色剂；（3）黄滤光层，能吸收蓝光而使红绿光通过，这样可使上下两层乳剂不受蓝光干扰。该层通常由明胶和胶体银制成，它只在曝光的瞬间起作用，在冲洗时全部褪色，在漂洗液中生成亚铁氰化银而溶于定影液中；（4）感绿乳剂层，含有能形成品红染料的成色剂；（5）中间隔层，为了很好地分层，实际上三层乳剂间都涂一层极薄的明胶隔离层；（6）感红乳剂层，含有能形成青染料的成色剂，彩色胶片的三层乳剂层中都分别含有能生成所感色光的补色染料；（7）胶体银防光晕层，为防止曝光时未被乳剂吸收的多余的光，向上返回乳剂层而造成能降低清晰度的光晕，胶体银为深棕色，只在曝光瞬间起作用，在漂白定影后溶解除去；（8）底层，一般由明胶或由树脂和有机溶剂组成，使乳剂层牢固地粘附于片基

上；(9)片基，一般采用三醋酸纤维素树脂；(10)背面层，可涂有防静电及防卷曲等助剂。主要有彩色负片、彩色正片、彩色反转片和像纸。用于照像、航空摄影和空间摄影，特别是资源勘探、鉴别植物和识别军事伪装等。

【成色剂】本身不是染料，而是制备彩色感光材料的染料中间体。感光材料曝光后，在显影时彩色显影剂与卤化银作用生成彩色显影剂的氧化产物和金属银，前者再与成色剂作用而生成相应的有色物质。种类很多，如青蓝成色剂 F546、青绿成色剂 F654、品红成色剂 Z169、浅黄成色剂 F535 等。主要用作感光乳剂添加剂。

【感光性树脂】利用某些聚合物具有光分解的特性，或某些单体具有光聚合或光交联的特性而产生图像的非银感光材料。制备方法有：(1)使高分子化合物本身带有感光性官能团，在光照时产生分子间的交联反应，经溶剂处理后，或制成浮雕图像；(2)在 高分子化合物中加入感光性化合物，在光照时与高分子化合物反应；(3)由有光聚合能力的烯类单体直接光聚合而成。广泛用于印刷工业中制版、用作光致抗蚀剂、紫外光固化涂料、光敏油墨和光固化粘结剂等。

【静电复印材料】借助光导敏感材料在曝光时按影像发生电荷转移而存留静电潜影，经一定的干法显影、影像转印和定影而得到复印件的非银感光材料。常用的光导材料有：(1)无定形硒光导体，具有良好的光电导性，重复使用寿命可高达几十万次，是静电摄影中应用最多的光导材料；(2)氧化锌光导体，继无定形硒光导体后应用较广的另一种光导材料。由于其暗电阻很低，静电电荷

释放很快，以至无法显影，故常把它分散在高电阻率的树脂粘合剂中，这种光导体价格远比硒光导体便宜；（3）硫化镉，置于有机粘合剂中作为光导体，灵敏度高，反差高，光导元件可半永久性地保存；（4）有机光导体，较理想的是聚乙烯咔唑，有机光导体大多光敏性较差，但透明性、耐水性、柔软性和被染料增感的特性方面较好。除用于复印技术外，在缩微、射线照像和全息技术、计算机终端显示等信息记录和信息显示方面都获得应用。

【光刻胶】又称光致抗蚀剂。由感光树脂、增感剂和溶剂为主组成的对光敏感的混合液体。经光照射后，在曝光区能很快地发生光固化反应，使得这种材料的物理性能，特别是溶解性、亲合性等发生明显变化。经适当的溶剂处理，溶去可溶部分，即得到所需图像。根据感光树脂的化学结构，光刻胶可分为三类：（1）光聚合型，用烯类单体在光作用下生成自由基，自由基再引发单体聚合生成聚合物，具有形成正像的特点；（2）光分解型，用含有叠氮醌类化合物的材料，经光照后发生光分解反应，由油溶性变为水溶性，可制成正性胶；（3）光交联型，用聚乙烯醇月桂酸酯等作光敏材料，在光的作用下，分子中的双键被打开，并使链和链之间交联，形成一种不溶性的网状结构，而起到抗蚀作用。这是一种典型的负性光刻胶，广泛用于印刷电路和集成电路的制造以及印刷制版等过程。为进一步提高分辨率以满足超大规模集成电路工艺的要求，采用波长更短的辐射作为光源。由此产生电子束、X-射线和深紫外刻蚀技术和相应的电子束刻蚀胶、X-射线刻蚀胶和深紫外线刻蚀胶，所刻蚀的线条可细至 $1\mu\text{m}$ 以下。

【感光性树脂凸版】又称感光聚合物印版。系采用光聚合型感光性

树脂（一般由一种高分子物质为基材，配以相应的光敏化合物，包括交联剂、增感剂等制成）制成的凸版。感光层的组分按材料可分为：（1）单体高分子；（2）单体和不饱和聚酯；（3）多烯与多硫醇；（4）高分子与卤化银组成的体系。感光性树脂凸版可分为液体型和固体型两种：液体型是指感光性树脂经光固化成型而制成印刷版，主要用于报纸印刷；固体型是指在支持体上涂有固体感光层，用在商业印刷行业。1952年美国 Time 公司开发的尼龙版是最早的树脂凸版，从此报业界逐步从使用铅版的热型转向利用树脂版的冷型。

【光盘】又称激光唱片。类似于磁盘，用于记录和存贮信息。发展光盘存贮系统的中心问题是开发实用的记录介质。凡是被激光照射后会发生物性或物态变化导致薄膜的折射率、反射率或透射率变化的物质均可作为光盘的记录介质。较成熟的是在聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）基版上沉积碲合金薄膜，并将它密封在“夹心饼”结构中。读/写光束透过 1mm 厚的 PMMA 基版会聚到碲合金薄膜上烧蚀出微孔，再经处理，记录信息。近年来所研究的可擦除重复记录光盘，主要集中在磁光记录材料和晶态、非晶态变相材料两方面。最接近实用的是具有铁磁性或亚铁磁性的薄膜。光盘用于图像和音响记录。

染料、颜料、涂料工业

【着色剂】指能使塑料、橡胶、涂料等物料具有色彩的物质。通常包括颜料和染料。一般要求在加工成型时本身不起变化，不和所着色的材料或其他辅助材料起作用，并有优良的耐晒、耐气候等性能。

【天然染料】取自动物、植物或矿物的染料。一般可分为：（1）动物染料，由动物获得，例如由胭脂虫的干体提出的胭脂红；（2）植物染料，由植物获得，例如由靛叶中提取的靛蓝、姜黄中提出的姜黄素、茜草中提出的茜素；（3）矿物染料，由矿物获得，如赭石。现几乎全被合成染料所取代。

【合成染料】又称人造染料或煤焦油染料。主要从煤焦油（或石油加工产品）分馏产物经化学加工制得。由于最早的合成染料是以苯胺为原料制得，故又称苯胺染料。具有色谱齐全，色彩鲜艳，耐洗、耐晒等优良性能。种类很多，有两种分类方法：（1）根据染料分子的化学结构，可分为偶氮染料、硝基染料、亚硝基染料、蒽醌染料、靛蓝染料、硫化染料、酞菁染料、三芳基甲烷染料、次甲基染料和含有氮杂环结构的染料（如噻唑染料、吡嗪染料、噁嗪染料、噻嗪染料和喹啉染料等）；（2）根据染料品种对某些纤维的应用性能和应用方法，可分为酸性染料、碱性染料、分散染料、冰染染料、阳离子染料、直接染料、活性染料、硫化染料、荧光

增白剂等。主要用于各种纤维的染色，如棉、丝、毛、麻等天然纤维和粘胶、聚酯、涤纶、锦纶、腈纶等化学纤维，也广泛用于纸张、木材、皮革、塑料、涂料、油墨、感光材料、食品、医药、化妆品和指示剂等方面。近年液晶、热敏、压敏、增感等元件及太阳能利用、激光等所用的功能性染料也得到开发和应用。

【直接染料】能在中性或弱碱性介质中加热煮沸直接上染棉纤维的一种染料。是凭借直接染料与棉纤维之间的氢键和范德华力而上染纤维。色谱齐全，有不同的耐晒和耐洗牢度。主要分三类：(1)耐晒直接染料 耐晒牢度在 5 级以上，其化学结构种类较多，有尿素型、三聚氯氰型、噻唑型、多偶氮型、二噁嗪型及酞菁型等，如直接耐晒黑 G；(2)铜盐直接染料 由偶氮型染料经铜盐处理而得，由于染料与铜离子形成稳定络合物，提高了耐晒牢度，如直接铜 GL；(3)直接重氮染料 分子中带有芳伯胺基，上染后在棉纤维上再进行重氮化，并与偶合组分偶合，以加深纤维上染料的颜色，如直接耐晒黑 GF。直接染料的制法是将芳香族伯胺重氮化，并与其它芳香族胺类、酚类或吡唑啉酮类偶合，成为单偶氮染料。此时把芳香族伯胺作为偶合组分制得的氨基偶氮化合物进一步重氮化，如果同样地进行偶合，则生成双偶氮染料。一般，直接染料经如此反复进行重氮化和偶合，可制得具有 3—5 个偶氮基的直接染料。直接染料广泛用于棉纤维染色，也用于粘胶、真丝纤维的染色及制革、造纸工业的着色。

【还原染料】旧称瓮染料。须先还原而后进行染色的染料。不溶于水，在碱性溶液中用保险粉进行还原，成为可溶于水的隐色体，被纤维吸收后再经空气氧化，转变成原来不溶于水的化合物而显色。

色谱齐全，有较好的全面坚牢度，耐晒和耐洗牢度尤为突出。按化学结构分为：（1）靛类染料，包括靛蓝和硫靛的衍生物（前者只有蓝色，后者色谱较全），人工合成是以苯胺为原料，在氢氧化钠和硫酸亚铁存在下与氯乙酸缩合，再在氢氧化中加氨基钠，加压熔融闭环，最后用空气氧化，即得靛蓝；（2）蒽醌、蒽酮类染料，是蒽醌、蒽酮的衍生物，染品色泽鲜艳，坚牢度好，例如还原蓝 RSN，工业上采用 2-氨基蒽醌为原料，经氢氧化钾-氢氧化钠混合碱熔缩合而制取；（3）可溶性还原染料，是把不溶性还原染料中的羰基还原，然后转变成硫酸酯。由蒽醌、蒽酮类染料制得的叫溶蒽素染料，由靛族类染料制得的叫溶靛素染料，如溶蒽素蓝 IBC，溶靛素桃红 IR。还原染料用于棉、麻、粘胶和维纶等纤维的染色。

【硫化染料】一类不溶于水的含硫染料。由芳香族胺类、酚类或硝基物与硫磺或多硫化钠通过硫化反应生成的染料。染色时需经硫化钠或其他还原剂将染料还原为可溶性隐色体才能上染纤维，然后经氧化显色恢复成原来的不溶状态而固着在纤维上。因此，硫化染料也是一种还原染料。能染单色，也可拼色。耐晒耐洗牢度较好，耐磨坚牢度较差。颜色不够鲜艳，色谱中缺少红色、紫色，适合染浓色。工业生产方法有：（1）烘焙法，将原料芳胺、酚类或硝基物与硫磺或多硫化钠在高温下焙烘，以制取黄、橙、棕色硫化染料；（2）煮沸法，将原料芳胺、酚类或硝基物与多硫化钠在水中或有机溶剂中加热煮沸，以制取黑、蓝、绿色硫化染料。主要品种有硫化黑 BN、硫化蓝 BN 和硫化还原蓝等。硫化黑染料的最大缺点是在久藏后能导致纤维脆损，故已被其他染料代替。主要用于植物纤维的染色。

【酸性染料】一类在酸性染浴中进行染色的染料。分子中含有可溶性酸性基团，如磺酸基、羧酸基和羟基等。色泽鲜艳，色谱齐全。按化学结构可分为偶氮型、三苯甲烷型、蒽醌型、氧蒽型、亚硝基型和吡唑啉酮型等。按染色性能和染浴的酸性可分为：（1）强酸性染料，又称酸性匀染染料，要求在强酸浴中进行染色，匀染性好，不易产生斑染，但耐洗、耐晒性差，染后手感不好，且因在强酸浴中染色，对毛类强度损伤大，如酸性红 G；（2）弱酸性染料，又称耐缩绒性染料，能在弱酸性介质中染羊毛，对羊毛无损伤，色光较深，坚牢度好，但匀染性差，如弱酸性艳蓝 RAW；（3）酸性媒介染料，用某些金属盐（如铬盐、铜盐）为媒染剂处理后，在织物上形成金属络合物的酸性染料，媒染手续较繁，但染品耐洗、耐晒及耐摩擦牢度较好，如酸性媒介黑 T；（4）酸性络合染料，染料分子与金属原子按 1 : 1 络合组成的染料，需在强酸浴中染色，又称重强酸染料，染品耐晒、耐光性能优良，如酸性络合黄。以匀染性染料天蓝 R 为例，其制法是将溴氨酸（1-氨基-4-溴-2-磺酸基蒽醌）与环己胺在硫酸铜存在下加热，使其缩合成。酸性染料主要用于羊毛、蚕丝和锦纶等染色，也可用于皮革、纸张、墨水等方面。

【中性染料】又称 1 : 2 型金属络合染料。由配位金属原子（如铬、钴等）与母体染料分子以 1 : 2 螯合而成。能在中性或弱酸性溶液中染色，故称中性染料。借助于氢键、范德华力与纤维结合，不损伤织物，也不影响手感。但因染料分子中不含如磺酸基等水溶性基团，染料的溶解度较差。若在染料的分子中引入非离子水溶性基团，则可提高其溶解度。这些基团有：

-SO₂NH₂、-SO₂CH₃、-SO₂NHR 以及-NHCOR 等亲水性较弱的基团。具有较好的湿处理牢度和优越的日晒牢度，匀染性好，但色泽不及 1 : 1 型酸性金属络合染料鲜艳。中性染料的制法，以中性黑为例，先由 2-氨基苯酚-4-磺酰胺重氮化，与 1-乙酰氨基-7-萘酚偶合，然后再用水杨酸铬钠络合而成。可染羊毛、锦纶、维纶等纤维。

【活性染料】又称反应性染料。染色时能与纤维发生化学反应的染料。分子中含有能与纤维素纤维中的羟基和蛋白质纤维中的氨基发生反应的活性基团，染色时与纤维形成化学键结合，成为“染料-纤维”一个整体，使耐洗、耐磨牢度提高，有一定的耐晒牢度。色谱齐全，色泽鲜艳，匀染性及湿处理牢度好，成本低。按活性基的不同，主要有两类：三嗪型（如活性艳蓝 X-BR）及乙烯砷型（如活性黑 KN-B）。这两类是世界上产量最大的活性染料。其他还有氯嘧啶型、羟乙基砷硫酸酯型等。还出现了膦酸型活性染料（如 Procion T）。活性染料的生产方法有两种：（1）以含有氨基的母体染料与活性基团缩合而成；（2）先制成带有活性基团的中间体，然后按一般酸性蒽醌染料或一般偶氮染料合成。广泛用于棉、麻、粘胶、丝绸、羊毛等纤维及混纺织物的染色和印花。

【冰染染料】又称不溶性偶氮染料。一类在冰冷却下，于织物上生成的不溶于水的偶氮染料。染色时，将织物先用偶合组分（色酚）溶液打底，再通过冰冷却的重氮组分（色基重氮盐）溶液，即在织物上直接发生偶合反应而显色。生成固着的偶氮染料，从而达到印染目的。由于色酚和色基的分子内不存在可溶性基团，因此所形成的偶氮染料不溶于水，这是它和一般偶氮染料的不同点。

色谱齐全。日晒牢度、耐氯牢度及水洗牢度较高,但不耐氧漂。色泽比还原染料鲜艳,但染色牢度不如还原染料。色酚中大多数是由 2-萘酚-3-甲酸与苯系或萘系的胺类缩合而成,如色酚 AS 的合成。色基的合成即是一般的苯胺类衍生物的合成法,如蓝色基 B 的合成,这些胺类色基再经重氮化,制成稳定的固体重氮盐用于显色。冰染染料品种如快色素红 FGH、快磺素盐 G 等。主要用于纤维素纤维的染色和印花,也可用于制备有机颜料。

【酞菁染料】具有取代卟吩(由 4 个吡咯环通过 4 个碳原子构成的杂环化合物)结构的各类染料的总称。因它是由邻苯二甲酸制得的蓝色色素,故命名为酞菁。曾作为具有最高牢度的蓝色至绿色颜料而得到发展。酞菁分为不含金属的酞菁和含有金属的酞菁。金属酞菁有两种类型:一类是含铜、铁、锌、钴、铂等,这些金属原子与四个氮原子中的两个以原子键结合,与另外两个原子以配价键结合,这类叫稳定型,即使用浓硫酸处理,金属也不容易脱掉,稍溶于有机溶剂,可在高温真空下升华;另一类是钾、钠、铁、镉、镁、钨等,只与两个氮原子结合成盐,遇酸或水,金属很容易脱掉,在高温真空下也不升华。酞菁分子中的四个苯环易发生取代及磺化。由酞菁衍生的染料有直接染料、硫化染料、还原染料、酞菁素、活性染料及特殊水溶性染料等。染色品种鲜艳。酞菁在工业上是由邻苯二甲酸酐或邻苯二甲腈合成的。酞菁染料可用于棉、蚕丝、纸张的染色。

【氧化染料】芳香胺类和氨基酚类在纤维上经氧化而形成的染料。这种染料溶于水后本身为无色或呈浅色,不能直接在纤维上染色,需要以芳胺为原料,在纤维上经复杂的氧化和缩合反应,使生成

深色不溶性染料而牢固地附着于纤维上而达到染色的目的。例如苯胺盐等在棉纤维上经氧化，生成黑色的氧化染料苯胺黑。牢度很好，耐洗耐晒，色光虽不鲜艳，但色谱较广。以黄色到褐色、灰色，从蓝色到黑色，其复配产品还有紫色。这类染料大多数为苯胺和氨基酚类衍生物，能被氧化形成深色醌类物质。可用于纤维素纤维、羊毛、皮革等的染色。氧化染料另一个主要用途是用作毛发染料，此时用的氧化剂是对皮肤刺激性小、浓度约为 3% 的过氧化氢。在色基中，作为白发染色，过去多用对苯二胺。由于染发色调的多样化，如染成金色、栗色等，且要求对皮肤刺激性小，故使用多种化合物，例如二胺基苯、二氨基甲氧基苯等，这些正在进行使用研究。

【缩聚染料】又称可溶性硫化染料。能与树脂初缩体和纤维分子发生共缩聚反应而成聚合物的染料。染料分子含有硫代硫酸基，在未经缩聚前仅对棉纤维有亲和力。当经硫化钠或硫脲处理后，在纤维上生成不溶于水的大分子缩合物（二硫化物或四硫化物），成为非离子型染料时便能被涤纶所吸附。所以在缩聚后能同时对棉纤维和涤纶纤维上色，使涤/棉织物印成均一色泽。所用的树脂初缩体一般为氨基树脂，可用脲醛树脂和三聚氰胺甲醛树脂。这种染料结构新颖，色泽鲜艳，固色率高达 90% 以上。有较好的湿处理牢度，染色性能好，但耐气候牢度较差。适用于棉、涤纶、锦纶、麻和羊毛等多种纤维的染色和印花。主要用于染浓色产品。品种有缩聚嫩黄 7G、缩聚黄 3R 和缩聚黑 GT 等。

【分散染料】一种以分散体形式染色的非离子型染料。在水中溶解度很小，要用分散剂将不溶于水或难溶性染料调制成分散性溶液，

再在纤维中扩散吸收进行染色。染料的分子结构简单，分子量较低，分子中不具有磺基、羧基等亲水性基团，而常含有一定数量的硝基、偶氮基、氨基、氰基、卤素、羟基、烷氧基和乙酰氧基等极性基团。主要有偶氮型和蒽醌型两大类，约占分散染料品种的 85% 和全部色谱颜色。此外还有硝基二苯胺型、苯乙烯型及苯并咪唑型、喹酞酮型等含杂环结构的分散染料。其色泽大多为黄色和橙色，例如分散深蓝 HGL、分散耐晒桃红 B 等。工业上生产分散深蓝 HGL 一般用 2, 4-二硝基-6-溴苯胺为重氮组分，用亚硝酰硫酸进行重氮化，与 2-乙氧基-5-乙酰氨基-N, N-二乙酰氧乙基苯胺偶合而成，再按分散染料后处理方法加工成商品染料。分散染料主要用于涤纶、锦纶、丙纶、腈纶和聚酯纤维及混纺织物的印染。

【阳离子染料】在水溶液中能离解形成带阳离子的有色基团和阴离子的染料。带阳电荷的基团与发色团以一定形式相连接，阴离子赋予染料以一定的溶解度，对染色性能影响很少。阴离子有氯离子、醋酸根、磷酸根和甲基硫酸根等。有的是加氧化锌成复盐商品。因为分子结构中阳离子部分具有碱性基团，故又称碱性染料或盐基性染料。按化学结构可分为两种；（1）隔离型，染料分子中阳离子基团与共轭体系之间为隔离基所分离，这类染料的耐热和耐晒性能优良，但鲜艳度和着色力较差，常用于染中、浅色，偶氮型和蒽醌型即属此类；（2）共轭型，染料分子中阳离子基团处于共轭体系中，这类染料色泽鲜艳，着色力高，但某些品种的耐晒和耐气蒸牢度较差。大部分阳离子染料如吡嗪、噁嗪、菁类和三芳基甲烷类染料均属此类。常用的品种多为共轭型的，并具有杂环结构，如阳离子嫩黄 7GL 和阳离子桃红 FG 等。可用重氮偶

合或氧化偶合法和季铵化生产。主要适用于腈纶的染色和印花。

【荧光染料】能发生荧光的染料。分子中大多含有苯环或杂环，并含有共轭双键的化合物。不溶于水，溶于有机溶剂。可使织物染色后发出荧光。色泽鲜亮。例如红橙、酸性曙红、荧光黄和红汞及某些分散染料等。主要用于印花，还可用作某些特种标志及军事追踪等。

【荧光增白剂】又称光学增白剂或白色染料。一种无色的荧光染料。这种染料在纤维上能将吸收的紫外光转变成蓝色的荧光，与原有的黄光互为补色成为白光，使被染物提高白度和光泽。在化学结构上具有环状的共轭双键体系，并引入杂环作为基本骨架，在空间结构上有良好的共平面性。杂环化合物中的杂原子及取代基均对荧光效果有不同影响。常用的荧光增白剂按化学结构可分为二苯乙烯型、香豆素型、吡唑啉型、苯并氧氮杂茂型和萘二甲酰亚胺型等。其合成方法，以 4, 4' -三氮唑基二苯乙烯型荧光增白剂为例，是以 DSD 酸为原料，经重氮与 2-氨基-5-萘磺酸偶合，再在硫酸铜-氨催化下氧化，即得产品。增白剂已广泛用于纺织、造纸、肥皂、油脂、洗涤剂、橡胶、塑料、颜料和油漆等方面，有时也用于处理其他有色物体使其色彩更鲜艳。

【压敏和热敏染料】受到压力能显色的染料称作压敏染料。根据结构可分为三苯甲烷苯酞类、荧烷类、吩噻嗪类、吲哚苯酞类和螺吡喃类等。制造时将无色的染料例如氨基孔雀绿内酯置于微胶囊中，涂布于纸张背面，当纸面因书写或打字使背面受压部位的胶囊破裂，其中的染料溶液流到下层涂有酸性陶土的底纸上而迅速

显色。可用于无色复写纸。广泛用于一般公务传票、各种证券等。热敏染料指常温下稳定，受热后能与显色剂发生化学反应而产生一定颜色的特殊染料。例如化学型的热敏记录纸，是将成色剂和显色剂二种成分以固体状态均匀微细分散在已涂布的担体上。发色成分可分为金属螯合物类、有机酸金属盐和无色染料（如吡啶^⑥螺吡喃类、茋烷类等）。显色剂可采用水不溶性酸性物质（如双酚 A 类化合物）。主要用于复制及传真、台式电子计算器等所用的热敏记录纸。

【特种染料】专门用于纺织印染以外的其他领域的染料。一般有：（1）油溶染料，可溶于油脂、石油、蜡和其他有机溶剂而不溶于水的染料，主要是无磺酸基、羧酸基的偶氮染料和金属络盐染料，有磺酸基的酸性染料或直接染料的金属络盐，以及三苯甲烷类和吖嗪类等碱性染料、蒽醌染料和酞菁染料，用于油脂、蜡烛、塑料、鞋油、油漆和复写纸等的着色，例如油溶黑和油溶烛红等；（2）皮革染料，用于皮革染色，主要是一些酸性染料、酸性媒染染料、碱性染料和某些品种的直接染料；（3）发用染料，适用于人发染色的染料，例如多氨基或（和）羟基的芳香族化合物，常用的商品乌尔士 D 即对苯二胺；（4）发光染料，一种利用外部能源刺激可使之发光的染料，用于发光涂料；（5）食用染料。参见“食用色素”。

【染料中间体】又称中间体。泛指以煤焦油或石油产品如苯、甲苯、萘和蒽等芳烃为基本原料生产的用于制造染料和有机颜料的各种芳烃衍生物。随化学工业的发展，其应用范围已扩展到制药、农药、火炸药和信息记录材料，以及助剂、表面活性剂、香料、塑

料和合成纤维等部门。品种很多，早期的中间体如硝基苯、苯胺、苯酚、氯苯和邻苯二甲酸酐等。主要有苯系中间体、甲苯系中间体、萘系中间体和蒽醌系中间体四大类，另外还有相当数量的杂环中间体。因用途广泛，已发展为基本有机中间体。最重要的有邻（或对）硝基氯苯、邻（或对）硝基甲苯、2-萘酚、蒽醌和1-氨基蒽醌等。由这些中间体出发，再经一系列有机合成单元过程，又可制得各种结构复杂的中间体。

【食用色素】又称食用染料。能使食品和饮料着色并对人体健康无害的染料。必须经过严格的毒理评价，品质指标符合国家卫生标准。可分为天然色素和人工合成色素。常用的天然色素有姜黄（由姜黄属草本植物的块茎制成）、叶绿素铜钠（由茶叶或干燥的蚕沙抽提出叶绿素经加工制得）、酱色（由甘蔗、饴糖等糖类制成）、甜菜红（由红甜菜用水抽提浓缩制得）、红花黄（由红花用水浸提浓缩制成）、辣椒红素（由辣椒中提取）、 β -胡萝卜素（由植物提取或化学合成）和红曲（将红曲霉菌接种于大米上培养制成）。我国允许使用的人工合成色素有苋菜红、胭脂红、柠檬黄及磺化靛蓝。

【颜料】具有使其他物质着色的能力的粉末状有色或白色物质称为颜料。条件是：（1）不溶于溶剂（水、油或其他有机溶剂，也包括展色剂）；（2）不溶于被着色物质；（3）与溶剂和被着色物质都不发生反应。要求有适当的遮盖力、着色力和高分散度、鲜明的颜色和对光的稳定性等。颜料和染料的区别在于染料可溶于介质中，而使被染物品全部着色；颜料不溶于介质中，仅仅使物品表面着色。根据来源可分为天然颜料和合成颜料。天然颜料多为矿

物性的，如朱砂、红土、雄黄、铜绿等；也有植物性的，如藤黄。合成颜料种类很多，可分为无机颜料和有机颜料。无机颜料如铅白、钛白、红丹和铬黄等；有机颜料有偶氮颜料、色淀、酞菁颜料和喹吖啶酮颜料等。按功能分，又有防锈颜料、发光颜料、示温颜料、体质颜料、中国画颜料和油画颜料等。广泛用于油漆、油墨、橡胶、塑料和搪瓷等工业，以及纤维的印花和着色。

【金属颜料】用各种金属粉末制成的颜料。具有遮盖力，且涂膜具有类似金属样的效果。不被水或有害气体侵蚀。还可隔断紫外线或红外线，防止涂膜分解。常用的有铝粉（俗称银粉）、铜粉、青铜粉（俗称金粉）、不锈钢粉等。铝粉用于油漆、油墨。金粉只作装饰用。铝粉、锌粉和不锈钢粉都具有防腐蚀作用。

【体质颜料】又称填充颜料。一种惰性颜料。无遮盖力和着色力。能增加涂膜厚度和体质，有的还可提高涂膜的耐久性、耐磨性和耐水性。也作为其他涂料或颜料的增量剂。常用的有碳酸钙、白土、石棉粉、白炭黑、膨润土、滑石粉、重晶石、云母和沉淀硫酸钡等。

【荧光颜料】又称发光颜料。在紫外光照射下能发出荧光或磷光的有机颜料。分两大类：（1）水溶性荧光染料溶于树脂中制成的颜料，主要是碱性染料，如碱性嫩黄、碱性玫瑰红等；（2）带有荧光的水不溶性有机颜料，如分散荧光黄 FFL 和分散荧光黄 H5GL 等。色谱齐全，可用于塑料、油墨、涂料及文化用品。

【色淀】又称沉淀色料。由水溶性的有机染料（如酸性染料、直接

染料和碱性染料) 经与沉淀剂作用生成的水不溶性有色颜料。形成色淀的方法因染料的性质不同而有差异。原染料的浓度、反应温度、介质的 pH 值、搅拌情况都将影响色淀的色调和性能。通常制成钡盐、钙盐或磷钼钨酸沉淀。例如酸性染料经常用氯化钡或氯化钙溶液处理, 可生成染料的磺酸钡 (或钙) 盐沉淀; 碱性染料用磷钼钨酸处理, 也可生成色淀。纯的色淀色泽鲜艳, 色谱较全, 着色力高, 使用少量即可调制其他颜料的色彩, 不溶于普通溶剂, 有高的分散度和耐晒性。用于油漆、油墨、橡胶和塑料等的着色。

【油质清漆】 又称油基清漆。含有油、树脂和溶剂的一类清漆。将干性油和树脂加热熔融聚合, 加入催干剂, 用溶剂溶解而制成的涂料。所用的油有桐油、亚麻仁油、梓油和豆油等, 有时也用鱼油。树脂可用天然树脂, 如达玛树脂松香等, 但多用合成树脂, 如酚醛树脂、醇酸树脂等。溶剂主要用挥发性汽油、煤油和松节油, 有时也用苯或甲苯等。涂于物体表面可形成干燥较快、光泽好、坚硬而又有弹性的透明漆膜。分类方法有多种: 根据清漆中油对树脂比例的大小, 可分为长油度、中油度和短油度清漆; 根据所用树脂可分为天然树脂清漆、合成树脂清漆、纯油清漆和油改性合成树脂清漆; 根据漆膜的干燥方法可分为自干清漆和烤干清漆, 后者漆膜较硬, 耐水性、耐大气性和耐化学腐蚀性都较好。常见的有醇酸清漆、酚醛清漆等。用于涂刷木结构和门窗。

【硝基漆】 俗称喷漆。指以硝酸纤维素为成膜物质的清漆、喷漆或磁漆。由硝酸纤维素、树脂、溶剂、稀释剂和增塑剂等制成。常用喷枪喷涂于物体表面, 故名喷漆。干燥快, 光泽好, 能耐机油。

常用的有用于金属表面的硝基清漆、木器清漆、内用硝基瓷漆和外用硝基瓷漆（汽车喷漆）等可用于涂饰汽车、飞机、仪表和家具等。

【合成树脂涂料】以合成树脂为主要成膜物质的涂料。由主要成膜物质（各种合成高聚物）、成膜添加剂（如催干剂和分散剂等）、次要成膜物质（如颜料和填充剂等）、溶剂和稀释剂等组成。具有优良的涂膜性能，如光泽、丰满度、硬度、弹性、耐候和耐化学腐蚀等。种类很多，通常有两种分类方法：（1）按主要成膜物质分类，有醇酸树脂漆、酚醛树脂漆、氨基树脂漆、过氯乙烯漆和乙烯树脂漆（氯乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、氯乙烯-偏二氯乙烯共聚物）、环氧树脂漆、聚氨基甲酸酯漆，元素有机漆和橡胶漆（氯丁橡胶、丁苯橡胶、丁腈橡胶）等；（2）按涂料所用分散介质分类，可分为溶剂型、水型、无溶剂型（粉末涂料、辐射固化涂料、液态无溶剂涂料）。广泛用于工业、建筑、飞机制造、航天工业、化工、船舶和木器等领域。

【特种涂料】用作特殊目的的涂料。主要有：（1）防火涂料，可延迟木材等可燃性材料燃烧用的涂料，可分为两类，一类是发泡型，可使涂层表面在接近火焰时膨胀一二百倍，形成内含非可燃气体的炭化隔离层，而达到阻燃目的；另一类是非发泡型，由氧化锑和氯化石蜡等卤化物配合而成的涂料，遇火焰时二者反应产生非挥发性的三氯化锑，它可捕集在燃烧过程中起重要作用的氢游离基和羟基游离基，从而达到防火目的；（2）防锈涂料，保护金属表面免受自然因素侵蚀的一种底漆，由防锈颜料（有锌系、铝系、金属粉和铬盐等）和成膜物质（有油基树脂、醇酸、环氧和聚氨

酯等树脂)组成,常用的有用于铝合金的铬黄酚醛底漆、锌黄环氧底漆,用于钢铁表面的红丹油性防锈漆和高锌底漆等;(3)防霉涂料,可以防止霉菌生长的涂料,是在以乳化漆、硝基漆、乙烯树脂涂料、油性涂料、酚醛树脂涂料和醇酸树脂涂料为主的常温干燥型涂料中,加少量灭菌剂或防霉剂而成的涂料,过去多用有毒的油酸苯基汞等有机汞盐作防霉剂,现已采用无毒或低毒的防霉剂如双三丁基氧化锡、三乙基氯化锡、环烷酸铜皂、五氯酚铜、四氯间苯二氰、对氯间二甲苯酚、氟化钠、红丹和硫酸铜等;(4)防污涂料,一种专用的船舶涂料,涂料中含有防污剂(氧化亚铜、有机锡化合物等),涂在船壳的水线以下,防止海藻和贝类附着;(5)发光涂料,受荧光、紫外线、X-射线和电子射线等高能射线照射后,能放出可见光的涂料,通常是用发光材料(锌、钙、钡、锶的硫化物等)、活化剂和涂料配制而成,用于广告、各类标志和仪器等。

【调和漆】又称调合漆。人造漆的一种。按所用漆料组成可分为油性调和漆和磁性调和漆两类。调和漆是以颜料、填料与漆料经研磨后再加入溶剂、催干剂及其他辅助材料制成。所用的漆料如亚麻油、梓油一般都需经过预聚合为聚合油,否则漆膜干燥不良并使许多性能变坏。此涂料已调制完毕,可直接使用。干后的漆膜附着力好,质量较厚漆好一些,但漆膜仍较软,适用于质量要求不高的涂层,如建筑物的内外涂装,以及家具和车辆表面等。

胶粘剂工业

【胶粘剂】又称粘合剂。能使一物体表面与另一物体表面结合在一起的物质。是以粘料（又称基料）为主剂，配合各种助剂，如固化剂、固化促进剂、增塑剂、增韧剂、防老剂、增粘剂、防腐剂、消泡剂、稀释剂和填料等配制而成。但也有例外，例如氰基丙烯酸酯，可以只用单体作为胶粘剂使用。按照胶粘剂的主要成分可分为：有机胶粘剂和无机胶粘剂，有机胶粘剂又可分为天然胶粘剂和合成胶粘剂；按固化形式可分为溶剂型、反应型、热熔型和热固型；按强度可分为结构型、半结构型和非结构型。广泛用于工业、交通、建筑各个工业部门及日常生活中。

【天然胶粘剂】由天然有机物制成的胶粘剂。多数是水溶性或水分散性，无毒或低毒。按其化学组成可分为三类：（1）蛋白质胶粘剂，植物蛋白和动物蛋白制成的胶粘剂，按其来源主要有骨胶、鱼胶、血朐胶、酪朐胶和植物蛋白胶等；（2）碳水化合物胶粘剂，植物中的淀粉、纤维素、阿拉伯树胶和海藻酸钠等制成的胶粘剂，如淀粉胶粘剂、纤维素胶粘剂和复合多糖类胶粘剂（有阿拉伯树胶、黄蓍树胶、刺槐树胶等）；（3）其他天然树脂胶粘剂，如木质素、单宁、生漆、松香、虫胶和沥青等。它们别具特色，各有不同的化学组成和胶接性能。天然胶粘剂来源广泛，加工便利，但强度较低，不耐潮湿和霉菌。在家具、文教用品、工艺品制造、建筑、包装及武器制作等方面用量仍很大。

【合成胶粘剂】以合成聚合物或预聚体、单体为基料制成的胶粘剂。制造时除聚合物外，尚需加入固化剂、增柔剂、无机填料和溶剂等辅料。由于聚合物的表面自由能较低，容易润湿大多数被粘物的表面，并且可以通过物理或化学变化由液态转变为固态，是理想的粘接材料。其机械强度和耐介质性能远优于天然胶粘剂，但耐热和耐老化方面不如无机胶粘剂。合成胶粘剂有固态和液态两种形式：固态的多制成薄膜（胶膜）或粉末（胶粉）；液态的则有单组分、双组分或多组分之分。使用前将各组分按一定比例混合均匀后再涂敷粘接。根据合成胶粘剂基料的类型可分为合成树脂胶粘剂、合成橡胶胶粘剂和橡胶—树脂型胶粘剂。其中合成树脂胶粘剂的消耗量最大。由于工业部门，尤其是航空工业的发展需要，合成胶粘剂迅速发展，至 80 年代合成胶粘剂的产量已占胶粘剂总量的 70—80%。合成胶粘剂主要用于制造复合材料（胶合板、人造板、玻璃钢），用量约占合成胶粘剂总量的一半。此外，在轻工、纺织、建筑、机械、电子、交通、航空、航天、医疗等部门以及日常生活中的用量也在日益增加。

【耐热胶粘剂】一般认为属于下列情况者均可称作耐热胶粘剂：（1）在 121—176℃ 下长时期使用或在 204—232℃ 下可使用 2—4 万小时；（2）在 260—371℃ 下使用 200—1000 小时；（3）在 371—427℃ 下使用 24—200 小时；（4）在 538—816℃ 下使用 2—10 分钟。耐热胶粘剂种类很多，特点各异。按化学组成可分为有机高分子系列和无机高分子系列。前者包括环氧类（如氨苯砜固化环氧、脂环族环氧、环氧-酚醛等）、有机硅类（如聚有机硅烷、改性有机硅氧烷等）、杂环高分子类（如聚酰亚胺、聚苯并咪唑等），以

杂环系胶粘剂性能最为优异。后者的主要成分为氧化锆、氧化硅、氧化铝、铜、石墨、陶瓷合金等，其中以氧化锆为主要成分的粘合剂胶接强度最高。胶粘剂的制作方法各不相同，例如聚酰亚胺胶粘剂 PI 是由芳香族四酸二酐与芳香族二胺缩聚而成。陶瓷胶粘剂是由氧化镁、氧化锌、氧化锆、氧化铝等及碱金属氢氧化物和硼酸等在高温（800—1000℃）熔融成熔料，熔料骤然冷却后粉碎，研成粉末，加入 30% 的水及 0.5—1% 的水溶性高分子材料作增稠剂以及各种填料配制而成。主要用作结构胶粘剂粘结耐高温部件及宇宙飞船等结构层压材料粘合剂以及磁（导）线用的天线等。

【压敏胶粘剂】 又称不干胶。一种涂于基材上能长期保持粘性，只要施加轻度指压即能与多数固体表面牢固粘合的胶粘剂。通常是以高聚物为基料，配以增粘剂、软化剂、填充剂和防老剂等制成溶液或乳液，涂布于可挠性基材上，即制成各种材质的压敏胶带。主要有两类：（1）橡胶型压敏胶，以天然橡胶、聚异丁烯和丁基橡胶为主要原料，为提高其耐热性和持久性，多将橡胶部分硫化，另外加入树脂胶料以提高其粘着性；（2）聚丙烯酸树脂型压敏胶，以丙烯酸酯类为主要原料，最大优点是耐老化性好，这类发展较快。此外热塑性弹性体也是有前途的压敏胶原料。制法各异，以丙烯酸酯型压敏胶粘剂为例，将丙烯酸酯 100 份、丙烯腈 8 份、N-正丁氧基甲基丙烯酰胺 4 份、十二烷基硫醇 0.2 份、乙醇 5 份，在 60℃ 通氮搅拌 30 分钟，加入偶氮二异丁腈 0.2 份即制得。若制成胶带，基材可用纸、布、橡胶或塑料薄膜、金属箔及复合材料等。压敏胶使用方便，广泛用于包装、电器绝缘、医药、标签和日常生活各领域。

【厌氧胶粘剂】隔绝空气才能聚合固化的胶粘剂。其特点是有氧气存在时是液态的，可长期不固化，隔绝空气后便能固化，与被粘物牢固结合。它是以甲基丙烯酸酯类如多缩乙二醇二甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酸羟乙酯或羟丙酯、多元醇甲基丙烯酸酯及小分子量的聚氨酯和甲基丙烯酸酯等为主体，配以改性树酯、引发剂、促进剂、阻聚剂、增稠剂和染料等组成。将以上各组分按规定的比例配合成一个单组分胶液，它既能在室温下固化，又可以有一定的贮存期。厌氧胶的耐温、耐溶剂及耐酸碱性都较好，且具有较好的胶接温度，尤其对较活泼的金属如铁、钢等，固化速度快，粘结强度高，但对较不活泼的金属如铬、锌、锡及不锈钢等，以及非金属材料如玻璃、陶瓷和塑料等，固化速度慢，胶结强度低。另外，不适于对疏松或多孔材料如泡沫塑料等的粘接。在机械制造业用于紧固螺栓、轴套装配、填隙密封等方面。

【结构胶粘剂】指能承受较大应力，而且其粘结强度应该大于或至少接近被粘材料本身的强度，使粘合部位不致成为结构整体中的薄弱环节的胶粘剂。它并不限于金属胶粘剂，木材和混凝土等建筑物的结构用胶，工程塑料、增强塑料及其他特种材料所组成的蜂窝结构，车辆、造船、飞机制造及宇宙飞行器结构件上用的胶粘剂都是结构胶粘剂。对结构胶粘剂除要求具有良好的剪切强度外，对剥离强度、挠曲、扭曲、冲击等横向的应力也有较高要求。此外还有对耐热性、耐寒性、耐油性、耐水性等特殊要求，因此要求单独找出一种具有综合性能的结构胶粘剂是困难的。目前实际应用于这方面的是在热固性树脂中掺混橡胶和其他树脂的胶粘剂。可作掺混用的聚合物有丁腈橡胶、氯丁橡胶、尼龙、聚乙烯醇缩乙醛与有机硅等。也有热固性树脂相互掺混的情况。

【应变胶粘剂】制作和粘贴电阻应变片的一类特种胶粘剂。要准确传递应变，应符合一系列要求：在一定温度、湿度和应变值下，对各种应变性材料均有较好的胶结强度；弹性模量高，塑性形变小；胶必须固化完全，收缩率小，热膨胀系数与试件接近；无腐蚀性，化学稳定性好；高的绝缘电阻；耐震动，耐冲击；固化温度和压力低；工艺简便；贮存期长。应变胶的分类：按使用温度范围可分为超低温、常温、中温、高温应变胶；按其使用条件可分为水下、地下、地面、真空、高空、高压、强磁场、高能辐射等应变胶；按化学组成成分分为硝化纤维素、氰基丙烯酸酯、聚酯、环氧、聚酰亚胺、有机硅、橡胶、磷酸盐等类型，其性能各有所长，根据不同用途选择不同型号产品。对于各种应力应变测量及各种传感器的制造，应变胶是影响其准确度和可靠性的关键材料之一。广泛应用于机械、航空、化工、原子能、商业等部门的测量、控制和称量工作自动化过程中。

【热熔胶粘剂】一种不含溶剂和水的，加热呈液态，室温冷却即固化的胶合剂。产品形式有颗粒状、块状、带状、棒状及粉末状。其组成为：（1）起主要粘合作用的高聚物，包括聚乙烯及其共聚物、聚酰胺类、聚酯类、聚醋酸乙烯类、纤维素衍生物、聚甲基丙烯酸甲酯类、聚乙烯基醚类、聚氨酯类及聚碳酸酯类等；（2）增粘性树脂，包括松香及其衍生物、萜烯及改性树脂、石油树脂和苯乙烯系树脂等；（3）蜡类，包括石蜡、微晶蜡和合成蜡等；（4）其他配合成分，如抗氧剂、填料及增塑剂等。工业规模制造热熔胶粘剂有间歇法和连续法，前者主要是釜式生产，后者是挤出法生产。这类胶粘剂优点是固化快，不用溶剂，无污染，涂胶量可控

制，使用方便，成本低廉。缺点是耐热性欠佳，胶接有时会受季节的影响，粘结强度低，耐化学品，特别是耐有机溶剂性较差。广泛用于书籍装订、包装、胶合板、木工等领域，还用于建筑、制鞋、汽车、衣料及电器零件等方面。

【微胶囊胶粘剂】是微胶囊技术在胶粘剂领域中的应用。将粘合剂通过微胶囊化包覆在微米级（平均 100 微米）的胶囊中制得的胶粘剂。微胶囊的制法有表面聚合法、现场聚合法、载体分离（凝聚）法和内包物交换法等。所用的粘合剂系由甲基丙烯酸酯单体、树脂、固化促进剂和稳定剂所组成。使用时将微胶囊型胶粘剂与被粘物互相摩擦，使微胶囊破坏，胶粘成分便活化，放置 5—10 分钟就显现出粘结力，从而进行粘接。对金属、玻璃、水泥及木材等多种材料显示出优良的粘结性能。主要有以下几类：溶剂（水）挥发型、粘着型、反应型、厌氧型和瞬干型胶粘剂。这种胶粘剂的优点是：（1）将双组分型胶粘剂简化为单组分型；（2）可以做到快速固化；（3）可把胶粘剂做成粉状或薄膜；（4）无污染。主要用于各种零件（电器机械、汽车和铁路车辆等）的组装、包装材料的粘接、墙纸的粘贴等。

【导电胶粘剂】具有优良导电性能的胶粘剂。将导电性能良好的金属粉或炭黑大量掺混于胶粘剂中配制而成。可代替金属焊，通过胶接使连接处能导电，并具有一定的胶接强度。作为胶粘剂以环氧树脂为佳，此外还有丙烯酸酯、聚氨酯和改性酚醛树脂等类型。掺合的金属粉有金、银、铜、铁、镍、铝等，通常使用以银粉为主，极少量的炭黑或经过特殊处理的铜粉。用于液晶、金属膜抗阻器等方面。配方举例：A 组分环氧树脂及增韧剂 14 份；B 组分

咪唑啉固化剂 2 份；C 组分电解银粉 45 份。固化条件：压力 0.5 公斤/厘米²，60℃5 小时。

【导磁胶粘剂】具有导磁性能的胶粘剂。系在树脂胶粘剂中添加羰基铁粉使之导磁。基本配方如下：18.5 份 618 环氧树脂、4.5 份顺丁烯二酸酐、77 份羰基铁粉。可用于胶接变压器铁芯。

【耐低温胶粘剂】能在 -100℃ 以下具有优良胶接强度和密封性能的胶粘剂。有环氧、聚氨酯、酚醛、丁腈、有机氟和聚酰亚胺等类型，其中以前二者应用较多。制作及使用方法，以聚氨酯型耐低温胶粘剂为例，将聚氨酯预聚体 100 份，3, 3'-二氯-4, 4'-二氨基二苯甲烷 10—20 份，按比例混合均匀，使用时将胶粘剂涂于金属材料上，迭合后在接触压力下，于 100℃ 固化 4 小时。适用于液氢、液氧、液氮及液化天然气等低温气体容器的胶接和密封，还可用作飞机和宇宙飞船等的结构胶粘剂。

【光敏胶粘剂】吸收光后能聚合固化，并在与之相接触的材料之间能产生胶接力的粘合剂。主要组分有：（1）光固树脂，决定胶粘剂性能的成分，目前主要采用具有优良胶接性能的环氧丙烯酸酯、氰基丙烯酸酯；（2）稀释剂，常用的有多元醇丙烯酸酯如季戊四醇多丙烯酸酯、三羟甲基丙烯酸酯和 1, 6-己二醇双丙烯酸酯等；（3）光敏剂，在特定波长的光照射下容易被激发产生游离基或离子，引发树脂聚合而固化的化合物。光敏剂起着传递能量的作用。常用的有二苯甲酮、苯偶姻及醚类。光敏胶的优点是固化快，使用方便，固化设备简单，无溶剂，毒性小。局限性是被粘物体中必须有一种是透光性材料。通常多用于光学材料胶接。

【医用胶粘剂】医疗领域用的胶粘剂。根据对人体组织胶接对象的不同所用的胶粘剂的种类亦不相同。如：

(1) 软组织用的胶粘剂，有 α -氰基丙烯酸烷基酯系、明胶系、血浆系、有机硅系、聚甲基丙烯酸羟乙酯系、氯乙烯乳液系和火棉胶系；

(2) 硬组织用的胶粘剂，有甲基丙烯酸酯系、聚氨酯系、环氧系、聚羧酸系、磷酸锌水泥系。

医用胶粘剂应满足以下要求：(1) 与人体组织的适应性，对人体局部组织的危害必须是在可接受的限度内，例如不能有剧烈的炎症反应、异物反应、过敏反应，不能有致癌、致畸、致突变作用；(2) 能胶接水润湿的表面；(3) 能在医疗允许条件下进行快速胶接。可用作牙科龋齿填充剂，骨骼密封料，皮肤、血管及消化道粘接及伤口用胶布，代替缝合等。医用胶粘剂目前真正广泛采用的还很少，大部分仍处于研究开发阶段。

香料及化妆品工业

【香料】具有挥发性并能用以调配香精的芳香物质的总称。香料的应用历史悠久，古代除用于敬天祭神外，也用于祛邪治病和防腐。古代埃及寺院由司祭在日出时焚树脂香，日中时焚没药，日没时焚烧由几种物质混合组成的香料，将它制成小锭状，叫做基费衣，是埃及著名的薰香，它的香气可使精神镇静，并有催眠作用。中

国焚香或用香草薰藏衣服历史已久,使用的麝香是举世闻名的。每种香料都有自己特殊的香味,经调配后即得到某种综合的香味,这就是调合香料。最早记载的调合香料是由相同重量的没药、枫子香、纯乳香和苏合香配制而成的薰香。香料按其来源可分为天然香料和合成香料;按其用途可分为日用化学品用香料、食用香料、烟草用香料和工业用香料等。广泛用于化妆品、食品、香烟制品、涂料、皮革、纺织、墨水、牙膏、鞋油、建材、肥皂、溶剂和医药等。此外,还开辟了许多特殊的新的用途,例如保安香料(用于煤气的检测,察觉煤气的泄漏,主要成分为有机硫化物的赋臭剂)、环境香料(室内芳香剂、除臭剂和烟雾剂等)、引诱剂(主要是昆虫信息素和忌避剂等),例如叶醇是白蚁的集合信息素;6-(E)-壬烯醇、6-(E)-壬烯酸甲酯是地中海蝇的性信息素;丁香油的主要成分甲基异丁子香酚、藜芦醚酸是东洋果蝇和瓜蝇的引诱剂;苯乙醛是棉红铃虫的忌避剂;甲酸橙花酯是壁虱的忌避剂等。

【天然香料】从泌香动物的分泌物或芳香植物的叶、茎、干、树皮、花、果、籽和根等提取的有一定挥发性、成分复杂的芳香物质。根据来源可分为动物性香料和植物性香料。动物性香料为数很少,都是从稀少动物身上提取的香气物质,来源困难,价格昂贵,最著名的有:(1)麝香,它是中国西藏和北部高原地带及尼泊尔产的雄性麝的腹部香腺的分泌物,它的发香成分叫作麝香酮,是一种大环酮,其酞剂用于高级调和香料的保香剂中;(2)灵猫香,是埃塞俄比亚的一种麝香猫分泌腺的分泌物,主要发香成分是灵猫酮,其他成分有吲哚、甲基吲哚等,纯的灵猫酮具有一种非常臭的气味,只是在极稀薄时才发出悦人的香味;(3)海狸香,栖息

在西伯利亚、加拿大、北美一带海狸分泌腺分泌的一种棕黄色粘稠状香气物质，主要发香物质是海狸香素；（4）龙涎香，是抹香鲸的肠内结石，一般是从海上浮游物或被海水冲上岸来的物质中采取的，蜡状，似琥珀的黄色至暗褐色，香气成分是龙涎香醇，其分解物中的琥珀氧化物和 γ -紫罗兰酮是主要香气物质，制成酊剂用于高级调和香料的保香剂中。植物性香料种类繁多，从芳香植物提取而得，主要成分有萜烯、芳烃、醇、醛、酮、醚、酯和酚类等，按其来源、制备方法和状态分以下几种：（1）精油，见“精油”；（2）花香香精，由香花提取的香精，例如将茉莉、玫瑰、白兰等鲜花在最适宜的季节采集下来，立刻用溶剂经多次萃取处理，再除去植物蜡而得，从鲜花所得的香精一般不超过 1%，因此价格昂贵；（3）树脂，是由不同的植物分泌出来的粘状物质，根据粘度的不同分为硬、软树脂和香脂、香胶等；（4）辛香料，把具有芳香和刺激性气味的草根、树皮、果实等制成干燥粉末，作为药味用于食品中以改进食品风味，现在辛香料不仅有粉末状的，还有精油或油树脂等各种形态。有些天然香料已可用合成品代替，天然香料虽不像以前那样重要，但仍然是高级调合香料不可缺少的原料。

【精油】 又称香精油、芳香油或挥发油。由植物蒸馏而得到的有香味的油状物。多数精油不溶或微溶于水，存在于芳香植物的花、果实、种子、树皮、根茎、草叶或树干中。其主要成分是以异戊二烯（ C_5H_8 ）为基本单位的萜烯和倍半萜烯化合物，但也有些精油含有大量的非萜烯成分，例如甜桦油，其中的 98% 为水杨酸甲酯，大茴香油的 90% 为茴香脑，丁香油的 95% 以上为丁子香酚。多数精油是萜烯和非萜烯的复杂混合物。制法有三：（1）蒸馏法，将

采集的植物的花、叶、果、茎或根等装入蒸馏釜中，先通入蒸气加热，使水和精油成分蒸出，冷凝后把精油分离出来即得，但有些精油的成分溶于水，如玫瑰油，用此法除得到精油外，还得到玫瑰水；（2）压榨法，柑橘类精油多用此法制取，此法现已列入浓缩果汁的制造过程中；（3）提取法，当不适合用水汽蒸馏法或精油含量低时用此法提取，其特点是不加热在低温下进行，除提取挥发成分外，也能提取重要的、不挥发性呈味分子。前者对于花精油很重要，后者对于食品香料是很有效的方法。已知约有三千种精油，其中商品化生产的约有 150 种。除花外，一般香气植物各部分含同一类型精油，但锡兰肉桂例外，它的根、皮、叶含三种不同的精油。幼小的植物一般产生更多的油，老植物则产生更多的树脂。

【香料浸膏】用挥发性非极性溶剂（己烷、石油醚）从花精油提取、浓缩后的混有植物蜡等的固体或半固体天然香料，如茉莉浸膏、菊花浸膏等。可直接作香料，或再用乙醇提取浸膏中的香气成分制成净油。用溶剂从树胶、树脂和香脂中提取出来的有粘性的浓缩物叫香树脂，习惯上亦称浸膏。均可用于调合香料。

【合成香料】用有机合成方法制得的香料。包括全合成香料、半合成香料和单离香料。以煤焦油产品和石油产品为原料合成的称全合成香料，如由乙炔、丙酮合成的芳樟醇；用精馏、萃取、晶析、化学处理等物理或化学方法从精油中分离出比较纯的香成分称单离香料，如由芳叶油分离出的芳樟醇、由薄荷油分离出的薄荷脑、由丁香油分离出的丁香酚、从山苍籽油分离的柠檬醛；由单离香料或精油中的萜烯化合物经化学反应衍生而得的称半合成香料，

如从柠檬醛制得的紫罗兰酮、从蒎烯合成的松油醇等。单离香料和半合成香料的品种大多也可用全合成法制得，但香气质量有微妙差异。合成香料的生产不受自然条件的限制，产品质量稳定，价格较廉，而且有不少产品是自然界不存在而独具香气的，如苯甲醛（具苦杏仁味）和苯乙醛。有些合成物质的香味与天然香料相似，如紫罗兰酮的香味与紫罗兰一样，苯乙醇的香味与玫瑰香相同。有些合成化合物具有天然产物的香味，但二者的化学结构完全不同，如乙酸苯甲酯具茉莉香味，而其结构与茉莉酮毫无共同之处。合成的有麝香气味的物质亦如此。中国生产合成香料所用的原料主要有香茅油、山苍籽油、芳樟油、黄樟油、柏木油、松节油、蓖麻油、杂醇油、芳烃和酚类等。开发合成香料主要有三方面：（1）天然产物的合成，如牻牛儿醇、鸢尾酮等；（2）大宗精油原料的加工，如松节油、香茅油；（3）有机化工原料的利用，如煤焦油产品、石油化工产品等。

【香精】又称调合香料。是用乙醇水溶液、丙二醇、甘油等无毒溶剂将天然香料和合成香料按适当比例调合在一起，再经过精制和熟化等过程，使之成为具有一定香型的产品，即香精。香精的香气较单一的香料更能符合要求。香精大致由以下几种香料素材调配而成：构成目的香气主体的主香剂和与主体香料相称的调和剂、修饰香调的变调剂、表现出微妙特征的辅助剂和为调整挥发性及保香性加入的定香剂。香精的调合常常是靠人的嗅觉来鉴别。按香味大体分为花香型、果香型、幻想香型、酒味型、烟草型和牛奶味型等香精。按用途可分为食用、烟草用、化妆品用、工业用香精等。

【化妆品用香料】基础化妆品、头发化妆品和美容化妆品等使用的香料。绝大部分都是调合香料。其香气基本上由主香剂、调和剂、变调剂、辅助剂和定香剂组成。以紫丁香型调和香料的配方为例：主香剂形成香气的主体和轮廓，有萜品醇、羟基香茅醛、茴香醛；调和剂起调和效果，使香气浓郁，有 β -苯乙醇、乙酸苄酯、 α -戊基肉桂醛、二甲基苄基原醇；变调剂和辅助剂是一种使用少量即可奏效的暗香成分，可使香气更加美妙，有苏合香酯、肉桂醇、香兰素、酮麝香；定香剂使全体香料紧密地结合在一起且使挥发速度保持均匀的成分，有异丁子香酚、吲哚。由于化妆品用的调合香料和化妆品的基质都是由化合物组成的混合物，有时二者会互相影响发生变质现象。因此香精被用于不同种类的化妆品时，即使同样类型的香气，成分也多少有些差异，使用时应进行稳定性试验，应考虑是否会使色素褪色、变色，pH 偏碱性的制品对酯类化合物是否会发生水解，无机物中微量金属能否引起香原料分解等问题。

【头香】又称顶香。是香精中人们最先嗅到的部分。组成头香的香料都是沸点低、扩散力相当强的香料。这些原料大多是醛、酮及一些酯类。消费者比较容易接受头香香韵的影响，但头香绝不是香水或香精的特征香韵。头香中大部分香料的香气是令人愉快的，如柑桔型香料、果味香料、玫瑰油和青香味香料属之。

【体香】又称中段香韵。香精中最主要的部分，它代表了该香精香气的主要特征。它是紧跟在头香后面的香韵。这组香料一般有比较适中的沸点和挥发性，在评香纸上的留香时间约 2—6 小时，同时在某一加香介质中，要能够在较长时期内保持稳定和一致，在

香气上要能够承上启下。用茉莉、玫瑰、铃兰、丁香、康乃馨等花香以及醛类、辛香料等制成。

【尾香】又称残香或基香。香精中的残留香气。其好坏标准是留香时间长，香气和谐一致者为佳。这组香料主要是由挥发度低的橡苔、檀香、香根、广霍香、柏木等木香成分，以及起定香作用的麝香、灵猫香、海狸香、龙涎香、香豆素等香料组成的。用作尾香部分的香料最初发出的香气并不能使人产生快感，但是经过一段时间后，就变成很有魅力的香气。

【化妆品工业】化妆品是清洁和美化人们的面部、皮肤以及毛发等处的日常用品。化妆品工业包括以下几方面：（1）护肤和护发化妆品，如雪花膏、润肤霜、香波、护发素、发蜡等；（2）美容化妆品（彩色化妆品），如胭脂、唇膏、眉笔、指甲油、面膜等；（3）美发化妆品，如烫发剂，染发剂等；（4）药物化妆品，兼有治疗效果，如痱子水、防晒水（霜）、防裂膏、粉刺霜、抑汗粉、祛臭粉、药物牙膏等；（5）保持环境卫生和个人清洁的化妆品，如空气清新剂、香水、剃须后化妆水等。化妆品工业在国民经济中的作用与意义是不容忽视的。特点是发展速度快，积累资金多，市场广阔。

【护肤化妆品】为经常保持皮肤健康，减缓由于内因（年龄、体质等）和外因（湿度、温度、风、阳光等）条件的变化对皮肤的影响，以保持和促进皮肤的健康和美观为目的的化妆品。按其机能可分为 5 类：（1）洗涤化妆品。目的是从外部除去污垢及过剩的皮脂，如肥皂、洗洁膏、浴油；（2）化妆水。利用它对皮肤的清

洁、补充水分及促进皮肤生理功能正常进行的作用，达到保护皮肤的目的；（3）乳液类。使角质层中的水、保湿因子、脂质成分保持平衡；（4）膏霜类。机能与乳液类相同，但含油分较多；（5）护肤面膜类。在皮肤上暂时形成一层薄膜，使皮肤处于保湿状态，以改善皮肤的机能，利用剥离面膜洗涤皮肤，促进血液循环。此外还有加入营养成分如维生素、激素、人参等的营养霜、按摩膏等。

【护发化妆品】洗发后使头发柔软，易于梳理（干梳、湿梳），赋予光泽，抗静电，并有一定修复受损头发作用的化妆品。一般认为，香波的主要成分是阴离子表面活性剂，洗发后会使头发带更多的负电荷，从而产生静电，梳理不便。而护发素的基础是阳离子季铵盐，在使用过程中它中和了残留在头发上的带阴离子的分子，并留下一层均匀的单分子膜，从而起到护发作用。主要组成成为阳离子表面活性剂（如烷基三甲基氯化铵等）、增脂剂（白油、羊毛脂、植物油等）、其他添加剂（水解蛋白等）及防腐剂。香波发展除考虑其调理性和安全性外，同时还注意天然性。洗发和护发功能兼备的调理香波亦已流行。

【美容化妆品】用于眼、唇、颊及指甲等部位，以达到掩盖缺陷、美化容貌目的的化妆品。主要有：（1）唇膏。以油、脂、蜡为基体，混以色素制作而成，用来点敷嘴唇，使其具有健康红润的色彩，色泽较多，分珠光、非珠光、防裂、变色等品种；（2）眉笔。采用油、脂、蜡和颜料配制而成，可制成笔状或推管式，常见的有灰、黑、棕等色泽，用来修饰眉毛；（3）睫毛膏。流行的有两类，一类是将极细的碳黑分散于蓖麻油中，另一类是含胶质的，可

弥补睫毛较短、细、淡的不足；(4) 眼影粉（膏）。由滑石粉、无机色素、金属皂、防腐剂和胶粘剂制成，用来涂在眼盖部分，可扩大眼框轮廓，使眼框下陷，利用阴影重新塑造眼部，使双目更加有神，有蓝、灰、绿等色；(5) 胭脂。由颜料、粉料、粘合剂和香料等混合压制而的一种粉饼，用来敷于面颊，使面色变得红润健康；(6) 指甲油。是一种较难制造的化妆品，主要成分有成膜物、树脂、增塑剂、溶剂和色素，用来修饰美化指甲，色泽丰富，有珠光和非珠光之分；(7) 面膜。制品有乳剂状、液体状、胶状和粉状，一般以生产胶状面膜居多，胶状面膜的原料有甲基纤维素、羧甲基纤维素、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯吡咯烷酮/聚乙烯醇类共聚物（PVP/PVA）、羧基乙烯聚合物、聚丙烯酸树脂、聚乙烯醇、三叶胶的胶乳、明胶、果胶和糊精等，面膜的主要作用是清洁面部、减轻皱纹、营养、漂白皮肤和治疗粉刺等。

【美发化妆品】起保护和美化头发作用的化妆品。主要有卷发剂和染发剂二类：(1) 卷发剂。为改变头发结构形态所使用的某种化学制剂，可使头发卷曲的化学品很多，其中以巯基乙酸（盐）或称硫代乙醇酸（盐）应用最广；(2) 染发剂。根据染色的牢度可分为暂时性、半永久性和永久性三类，暂时性染发剂所用的染料有偶氮苯、蒽醌、三苯甲烷、吩嗪或苯醌亚胺等；半永久性染发剂主要用硝基苯二胺、硝基胺基酚、氨基蒽醌及它们的衍生物；永久性染发剂主要用对苯二胺、氨基酚、对甲苯二胺和邻甲苯二胺等。此外，美发化妆品还有发蜡、发胶和摩斯等。

【药物化妆品】兼有治疗或卫生作用的化妆品。在化妆品中加入一些药物，使起一定的预防或治疗作用，用于防治头皮搔痒、头皮

屑多、粉刺、雀斑、皮肤皴裂、防晒、祛臭、抑汗、防痒等。各类制品的组成因功能而异。如香水、头水类的原料主要有能起消毒、杀菌、止痒、去屑作用的聚氧丙烯(20 摩尔)-甲基葡萄糖苷、柠檬酸、盐酸奎宁等,并配以香精、酒精等制成;痱子水中含有杀菌止痒、止痛、消炎药物,例如去痱花露水中,可含有硼酸、水杨酸、麝香草酚、薄荷脑、丙二醇、乙醇、香料等;祛臭液可用十六烷基三甲基季铵氯盐和烷基苄基二甲基季铵盐作祛臭剂;抑汗化妆品的关键成分是收敛剂,常用铝盐和锌盐;防晒膏中多含有能吸收紫外线的有机物,如氨基甲酸酯类、水杨酸酯类等。

林产、油脂及其他化工工业

【农林产品化学加工】以农林产物为原料经化学加工得到的各种有机化工产品。主要有:(1)纤维素水解产品,将木材、稻草、芦苇等在酸催化作用下发生水解,使纤维素、半纤维素转化为单糖,并与不能水解的木质素分离,再经加工,可得到糖醛、木糖醇、乙酰丙酮等,是重要的化工原料、溶剂和食品添加剂;(2)淀粉发酵产品,如用含淀粉的植物或农林废料等水解的糖液,经发酵,可制得甲醇、乙醇、杂醇油、丙酮、正丁醇和乳酸等产品,再如农林废料经稀酸水解后所得的含戊糖溶液、亚硫酸制浆废液以及食品工业中的含糖废液,加入菌种进行酵母增殖后,经分离、干燥,得到饲料酵母,是营养丰富的饲料添加剂;(3)木材化学加工产品,木材经干馏分解后,得到甲酸、甲醇和醋酸等。此外,将木

材直接进行化学加工，可得到浮油（妥尔油）、松节油和松香等化工原料。

【油脂】脂肪族羧酸与甘油形成的酯。在动植物中分布极广。一般在常温时为液体的称为油，如豆油；为固体或半固体的称为脂，如可可脂，但二者并无严格区别，猪脂也称猪油。油脂主要成分为多种脂肪酸的甘油三酯，还有少量游离脂肪酸、磷脂、甾醇、色素和维生素等。制法有压榨法、溶剂提取法和熬煮法等。用化学方法合成的油脂叫做合成油脂。根据来源可分为植物油、动物油和鱼油等。液态油类根据它们在空气中能否干燥的情况分为干性油、半干性油和非干性油。根据油脂的性能可分别供作食用或作为轻工业或化学工业的原料，如制造肥皂、脂肪酸、甘油、油漆、油墨等。

【油脂加工】以油脂为原料生产甘油和一系列脂肪酸及各种衍生物的过程称为油脂加工。不同种类油脂的特性由其所含脂肪酸决定，因此不同种类的油脂加工可制得不同的脂肪酸及一系列衍生物。以蓖麻油为例，经水解可得蓖麻油酸（含蓖麻酸 80—90%，其余为油酸、亚油酸和硬脂酸等）和甘油，蓖麻油和甲醇经酯交换得蓖麻酸甲酯和甘油。蓖麻酸是 12-羟基十八烯-9-酸，可经裂解、加氢或脱水制成许多产品，是有很高使用价值的油脂脂肪酸。蓖麻油可制土耳其红油（又称太古油或磺化蓖麻油），是一种阴离子表面活性剂，有优良的乳化性能，可用作农药乳化剂、印染润湿剂、纤维柔软剂等。蓖麻油酸可制造增塑剂和润滑油添加剂，也是制造癸二酸、庚醛、仲辛醇、癸二腈、癸二胺和尼龙 1010 等产品的重要原料。蓖麻油可脱水成脱水蓖麻油，其性质接近桐油，可用

于制造干性漆。蓖麻油还可加氢成氢化蓖麻油，可代替川蜡和地蜡，在制造化妆品和医药软膏中起特殊作用。甘油是化妆品、国防和医药等工业的重要原料。

【发酵工业】利用生物催化剂，即游离或固定的活细胞或酶，生产生物化工产品的工业。除日常生活中关系最密切的酿造工业外，利用微生物发酵的主要产品有：（1）氨基酸类，已生产的有丝氨酸、苏氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、谷氨酸、精氨酸、赖氨酸和脯氨酸等；（2）酶制剂，有使葡萄糖水解生成麦芽糖的细菌 β -型淀粉酶，加酶洗衣粉中的碱性蛋白酶，能有效地治疗胃痛、腹泻，并有极好祛痰效果的酸性蛋白酶与一种中性蛋白酶制成的复合酶制剂，治疗血栓的链激酶，促使油漆快干的漆酶，生产多种抗菌素的放线菌等。微生物酶已广泛用于制药、食品、日化和纺织等领域。

【蛋白质塑料】以蛋白质为基本成分的塑料。例如酪朊塑料、大豆蛋白质塑料等。用于制造钮扣、带扣和编织针等日用品及玩具等。

【鞣剂】能使干时坚硬、遇水易腐的皮毛（带毛的动物皮）或裸皮（去毛的动物皮），通过皮内蛋白质与鞣料结合转变为干时柔韧、经久耐用的革的鞣皮物质。鞣剂可分为无机鞣剂和有机鞣剂两大类。无机鞣剂是具有鞣革性能的无机盐，如铬、铝、锆、铁、钛和锑等的碱式盐，以及非金属如磷、硅和硫等的化合物。常用的有铬鞣剂、铝鞣剂、锆鞣剂和它们的络合鞣剂。此外钛鞣剂、偏磷酸钠、硅酸盐和稀土鞣剂等也有少量的应用。有机鞣剂包括植物鞣剂（由植物中提取的鞣质加工而成，俗称栲胶）、油鞣剂（如鲸鱼

肝油和烷基磺酰氯)、醛鞣剂(多用甲醛和戊二醛)和合成鞣剂(又称合成丹宁)。广泛应用于皮革工业。

【鞣质】又称丹宁酸、鞣酸。一般为没食子酸或间双没食子酸中羧基与糖分子中羟基缩合而成的酯类化合物。存在于栎科、漆科等植物的树皮与果实中,以及某些寄生于植物的昆虫所产生的虫瘿中。中国的五倍子中含有70%丹宁酸,可由五倍子中提取。淡黄或棕黄色粉末,在空气中颜色逐渐变深。有强吸湿性。略有气味、涩味。极易溶于水、乙醇、丙酮、热甘油,不溶于苯、氯仿、乙醚、石油醚、二硫化碳、四氯化碳。在210—250℃分解。用作媒染剂、鞣革、制造墨水与没食子酸、纸张和丝绸的上胶、锅炉防垢、啤酒和葡萄酒的澄明剂、橡胶的凝结剂,医学上用作收敛剂、止血剂和重金属解毒剂等。

【合成鞣料】用化学方法合成的鞣料的总称。主要有由酚、萘等磺化后用甲醛缩合制成的芳香族合成单宁一类鞣料,还有烷基磺酰氯、氨基树脂、戊二醛等鞣料。

【黑火药】中国古代的四大发明之一。是将硝酸钾(75%)、硫黄(10%)及木炭粉(15%)等按比例磨碎混合而制得的粉状或粒状的火药。其特点是:(1)用一点点火星即可容易地点燃,而且可以瞬时发火,但不爆轰,所以被列入“低级”炸药;(2)对撞击十分敏感;(3)稳定,无需担心自然分解,可以长期贮存;(4)属于烟火药,燃烧后产生大量烟雾,烟中含有大量有毒成分——二氧化硫,因此在通风不良的场所,如隧道内,不能使用。在军事和工业方面很长时间主要是使用这种火药,即使现在,仍用作制

造安全导火索、猎枪药和烟火的火药原料，尚无代用品。

【液体炸药】液体爆破材料。通常指象硝化甘油那样的液态炸药。液体炸药利用其自身流动的特点，可用于难以使用固体炸药的场所进行爆破。但由于其安定度和感度等原因，在贮存和使用上存在困难。实际使用的不是单一化合物，而是与液体的氧化剂（如浓硝酸）和可燃剂（如硝基甲烷、硝基苯等）混合使用。最理想的是在用前分别处理、搬运和贮存，使保持钝化状态，使用前再经简单处理作成炸药。著名的液体炸药如潘克拉斯太特（四氧化二氮和硝基苯、苯、甲苯或汽油混合物）和海尔荷非特（浓硝酸和二硝基苯或三硝基甲苯混合物），它们的爆炸强度很高，但因其组分具有高度腐蚀性而不受欢迎。现在只有美国的军用炸药奥斯脱拉特（主要成分为硝基甲烷）作为炸药使用。主要用于火箭燃料。

【猛炸药】以爆轰形式对外界做功的一类炸药。属高速炸药。需借助较强的作用或起爆药的作用才能引起爆炸。爆炸能量大，爆速高，爆破效应好。可用于装填弹药、军事和民用爆破。

【塑性炸药】高猛度的结晶炸药。由猛炸药、粘结剂和增塑剂制成。如猛炸药奥克托金可以在熟化的或加成聚合的塑性材料中捏合。所用的塑性材料有聚异丁烯和聚丁二烯等，它们作为粘结剂，再配以增塑剂如癸二酸二辛酯，能使结晶炸药聚合而模制成一定形状，其他如铝粉也可被结合在一起。所以产品的形状是任意的，而且可以赋予它规定的机械性质，包括类似橡胶的弹性。塑性炸药还可以加工制成薄片状。塑性炸药也包括黑索金和凡士林或其他

类似塑胶状的胶化了的液体硝基化合物。在正常的大气温度下采用模压成型的炸药亦称塑性炸药。塑性炸药军事上便于工兵作业。

【烟火药】主要是利用其燃烧反应产生有色光、红外辐射、高热、高压气体、气溶胶烟幕或者发出声响效果（嚎叫声、口哨声和装药的突然爆开声），并在此过程中自身消耗掉的弱爆炸性物质。属于低速炸药。由氧化剂（氯酸盐、高氯酸盐、硝酸盐、铬酸盐和过氧化物或氧化物等）、可燃物（易燃的金属粉、木炭、硫、硅和硅化物以及金属或金属硫化物等）和粘合剂（虫胶、松香和酚醛树脂等）组成。有色光剂中附加火焰染色剂如硝酸锶（红光）、硝酸钡（绿光）、硝酸钠（黄光）和氧化铜（蓝光）等。通常将烟火药分为发光剂、闪光剂、有色光剂和曳光剂。可用于军事或非军事目的。

【铵油炸药】为多孔硝铵球体和少量轻油的简单混合物。成本低廉，性能好，但耐水性差，且爆炸后产生大量有毒气体。用作工业炸药。