

第八章、食品保藏高新技术

当前我国食品工业虽然其总产值在工业部门中的比重已由原来的第三位上升到第一位，但是它与其他工业门一样，具有高投入、高消耗、高成本、低技术、低质量、低效益的特点，货币对经济增长的贡献率高达 66.6 %，而这一比率在日本为 23 %，德国为 22 %，美国仅为 19.7 %；相反，科技在经济增长中的贡献率美国为 47 %，日本和德国高达 55 %，而我国为 30 %。

大力采用高新技术改造传统食品产业，特别是方便食品行业，提高产品的技术附加值，促进资源深加工产业的发展，具有十分重大的意义。

采用高新技术生产优质、味美、卫生、低廉的各类食品以满足现代人在吃的方面要吃方便的，富有营养的，独特风味和滋味的，有利于健康的以及包装精美，便于携带的各类食品。

一、食品生物技术

- 生物技术主要包括酶工程、发酵工程、细胞工程、基因工程和组织培养技术等。酶工程是最早、最广泛应用于食品工业中的一项技术，涉及到淀粉的深加工、果汁、肉蛋制品、乳制品加工等。
- 自1994年世界上第1种转基因食品保鲜延熟西红柿出现以来转基因食品发展非常迅速。目前，美国市场上销售的转基因食品达4000多种。转基因技术在食品工业中的应用主要在啤酒、酒精、氨基酸、酶制剂、食品添加剂、食品检测等行业，在啤酒行业中的应用是改造啤酒酵母，将a-乙酰乳酸脱羧酶基因克隆到啤酒酵母中表达，可降低双乙酰的含量而改善啤酒的发酵时间和风味，提高啤酒产量。在酒精行业中已成功将霉菌的淀粉酶基因转入酵母中使其能直接利用淀粉生产酒精，省却了高温蒸煮工序，比传统工艺节省了大量能源。
- 在酶制剂行业，基因工程技术可以大幅度提高酶的活性。据统计已有一半以上的工业用酶是用转基因工程菌产生的，目前生物技术在食品检测中也起着重要作用，比传统方法具有特异性强、灵敏度高、简便和快捷的优点。随着生物技术的发展，各种试剂盒和DNA芯片的应用，也将会在食品检测中得到广泛应用。
- 另外，目前已完成或正在进行基因组测序的食品微生物中食品级真菌有酿酒酵母、乳酸酵母、黑曲霉，食品级细菌有枯草芽胞杆菌、乳酸乳球菌、植物乳杆菌、保加利亚乳杆菌等。这些工作将对食品生物技术产生积极的影响。

二、超微粉碎技术

- 超微粉碎是近 20 年迅速发展起来的一项高新技术，能把原材料加工成微米甚至纳米级的微粉，已经在各行各业得到了广泛的应用已愈来愈引起人们的关注，虽然该项技术起步较晚，开发研制的品种相对较少，但已显露出特有的优势和广阔的应用前景。
- 将可食动植物、微生物等物料加工成粒径在 $10\text{ }\mu\text{m}$ （微米）以下的超微粉，具有很强的表面吸附力及亲和力，不仅容易消化吸收，而且有着很好的固香性、分散性和溶解性，如冻干水果粉、龟鳖粉、山楂粉、魔芋粉、香菇粉、海带粉、花粉及胎盘粉等，尤其是作为调味品使用的超微粉，其香味和滋味更浓郁，方便面调味包中的蒜粉、姜粉、胡椒粉、牛肉粉、鸡肉粉及香菇粉等配料采用超微粉后，其汤质有显著提高，若再加入一定量的魔芋超微粉，其口感更浓厚，回味和后味强。
- 此外可用麦麸微粉和大豆微粉生产高纤维素，高蛋白质的面包、面条及饼干等。

超微粉碎方法

- 超微粉碎技术是粉体工程中的一项重要内容，包括对粉体原料的超微粉碎，高精度的分级和表面活性改变等内容。据原料和成品颗粒的大小或粒度，粉碎可分为粗粉碎，细粉碎，微粉碎和超微粉碎的大概分类。各国各行业由于超微粉体的用途，制备方法和技术水平的差别，对超微粉体的粒度有不同的划分。
- 超微粉碎机一般为**无筛式粉碎机**，粉碎物料粒度由气流速度控制，粉碎粒度要求**95 %通过 0.15mm（100 目）**，一般用于特种水产饵料或水产开口饵料，超微粉碎通常由超微粉碎机、气力输送、分级机配套来完成。
- 超微粉碎通过对物料的冲击，碰撞，剪切，研磨，分散等手段而实现。传统粉碎中的挤压粉碎方法不能用于超微粉碎，否则会产生造粒效果。**选择粉碎方法时**，须视粉碎物料的性质和所要求的粉碎比而定，尤其是被粉碎物料的物理和化学性能具有很大的决定作用，而其中物料的硬度和破裂性更居首要地位，对于坚硬和脆性的物料，冲击很有效；而对中药材用研磨和剪切方法则较好。实际上，任何一种粉碎机器都不是单纯的某一种粉碎机理，一般都是由**两种或两种以上粉碎机理联合起来进行粉碎**，如气流粉碎机是以物料的相互冲击和碰撞进行粉碎；高速冲击式粉碎机是冲击和剪切起粉碎作用；振动磨，搅拌磨和球磨机的粉碎机理则主要是研磨，冲击和剪切；而胶体磨的工作过程主要通过高速旋转的磨体与固定磨体的相对运动所产生的强烈剪切，摩擦，冲击等等。

超微粉碎设备

- **机械冲击式粉碎机**粉碎效率高，粉碎比大，结构简单，运转稳定，适合于中、软硬度物料的粉碎这种粉碎机不仅具有冲击和摩擦两种粉碎作用，而且还具有气流粉碎作用，超细粉体产品冲击式粉碎机由于是高速运转，要产生磨损问题，此外还有发热问题，对热敏性物质的粉碎要庄意采取适宜措施。浙江睐州市特种粉碎设备厂生产的系列粉碎机加大风量输送物料，传热效果好，粉碎区域温度较低，可用于某些热敏性物料的粉碎川。
- **气流粉碎机**是以压缩空气或过热蒸汽通过喷嘴产生的超音速高湍流气流作为颗粒的载体，颗粒与颗粒之间或颗粒与固定板之间发生冲击性挤压，摩擦和剪切等作用，从而达到粉碎的目的。与普通机械冲击式超微粉碎机相比，气流粉碎机可将产品粉碎得很细，粒度分布范围更窄，即粒度更均匀；又因为气体在喷嘴处膨胀可降温，粉碎过程没有伴生热量，所以粉碎温升很低。这一特性对于低熔点和热敏性物料的超微粉碎特别重要。但也存在一此问题：设备制造成本高，一次性投资大，能耗高，能量利川率只有2%左右，般认为要高出其它粉碎方法数倍，因而粉体加工成本太大，这就使得它在这一领域的使用受到了一定的限制：同时难以实现亚微米级产品粉碎。

超微粉碎设备

- **普通球磨机**是用于超微粉碎的传统设备，其特点是粉碎比大，结构简单，机械可靠性强，磨损零件容易检查和更换，工艺成熟，适应性强，产品粒度小。但当产品粒度要达到 $201\mu\text{m}$ 以下时，效率低，耗能大，加工时间长。例如，将珍珠磨到几百目，要十几个小时。
- **振动磨**是用弹簧支撑磨机体，由带有偏心块的主轴使其振动，运转时通过介质和物料一起振动，将物料粉碎。特点是介质填充率高，单位时间内作用次数高（冲击次数为球磨机的 4-5 倍），效率比普通球磨机高 10-20 倍，能耗低数倍。通过调节振动的振幅，振动频率，介质类型。振动磨产品的平均粒径可达 $2-3\mu\text{m}$ 以下，对于脆性较大的物质可比较容易的得到亚微米级产品。振动磨日益受到重视，原因就是振动磨对某些物料产品粒度可达到亚微米级，同时有较强的机械化学效应，且结构简单，能耗较低，磨粉效率高，易于工业规模生产。
- **搅拌磨**是在球磨机基础上发展起来的，采用高转速和高介质充填率及小介质尺寸，获得了极高的功率密度，使细物料研磨时间大大缩短，是超微粉碎机中能量利用率最高，很有发展前途的种设备。搅拌磨在加工小于 $20\mu\text{m}$ 的物料时效率大大提高，成品的**平均粒度最小可达到数微米**。高功率密度（高转速）搅拌磨机可用于最大粒度小于微米以下产品，在颜料、陶瓷、造纸、涂料、化工产品中已获得了成功。目前高功率密度搅拌磨在工业上的大规模应用，有处理量小和磨损成本高两大难题。随着高性能耐磨材料的出现，相信这些问题都能得到解决。

三、超高压技术

- 传统的食品保存方法就是通过热加工，在 $65 \sim 140\text{ }^{\circ}\text{C}$ 灭菌，然而这一方法有一个致命的缺点，即热加工灭菌的同时也改变了食品的味道、风味和营养成分。
- 超高压食品加工被认为是最有潜力、最有希望的“美味食品的保藏方法”。食品超高压技术（**ultra—high pressure processing** 简称 **UHP**）是当前备受各国重视、广泛研究的一项食品高新技术。是将食品密封于弹性容器或无菌泵系统中，以水或其它流体作为传递压力的媒介物，在高压（**100MPa** 以上，常用 **400 ~ 600MPa**）下和在常温或较低温度下（一般指在 **100℃** 以下）作用一段时间，以达到加工保藏的目的，而食品味道、风味和营养价值不受或很少受影响的一种加工方法。

发展历程

关于高静压在食品保藏中的应用研究，最早是由 **Bert Hite** 在 **1899** 年提出的，**Bert Hite** 首次发现 **450MPa** 的高压能延长牛奶的保存期。

大量研究工作，证实了高压对多种食品及饮料的灭菌效果。从 **1895** 年到 **1965** 年，共有 **29** 种微生物被选作超高压杀菌的对象菌。直到八十年代中后期，高压处理技术在食品中的应用才开始引人注目。

1986 年，日本京都大学林力丸教授率先发表了用高静压处理食品的研究报告，引起日本食品工业界、学术界的高度重视。

1990 年 4 月，明治屋公司首创采用高压代替加热杀菌，由此生产的果酱（**High Pressure Jam**）投放市场，制品无需热杀菌即可达到一定的保质期，且由于其具有鲜果的色泽、风味和口感而倍受消费者青睐。

食品超高压处理的原理

食品加压处理的可行性，其关键在于采用如水之类液体作为传递压力的介质。在常温下，若给水施加高于 **1000MPa** 的压力，其状态便成为固态（**VI** 状态的冰）。这一压力便是实施高压处理的压力上限。

蛋白质压力变性的原因：迄今为止还没有关于高压对蛋白质一级结构影响的报道。二级结构是由肽链内和肽链间的氢键维持，一般高压有利于这一结构的稳定。三级结构是由于二级结构间相互作用而包接在一起形成球形，**高压对三级结构有较大的影响**。一些三级结构的球状蛋白体结合在一起形成**四级结构**，这一结构靠非共价键间的相互作用来维持，**对压力非常敏感**。蛋白质的高压变性起因于加压后溶液体积减少。高压下水和蛋白质等的结构都发生变化，水溶液整体体积减小。

食品超高压处理的原理

高压对液体的压缩作用，影响微生物原有的生理活动机能，甚至使原有功能破坏或发生不可逆变化。

① 水在高压下体积只被压缩 14% ，随之而发生的热量也很少。

② 蛋白质、淀粉原来的构造破坏、发生变性，酶失去机能，细菌也被杀死。

③ 食品中氨基酸、维生素、香气成分在高压下不发生变化。

高压可以引起细胞形状、细胞膜及细胞壁的结构和功能都发生了变化。

① 当压力增加到 405MPa 时，酿酒酵母的细胞核结构和细胞质中的细胞器基本上已经变形；

② 在 506MPa 下细胞核不能够再被识别；

③ 当压力得到 405MPa 时，核内物质从细胞中丢失；而当压力超过 405MPa 时：核内物质几乎完全丢失。

超高压灭菌作用特点

- 1) 作为一种物理方法在不加热或不添加化学防腐剂的条件下杀死致病菌和腐败菌，保障食品安全、延长食品货架期；
- 2) **HHP** 作为一种非热加工手段，在杀菌过程中没有温度的剧烈变化，不会破坏共价键，对小分子物质影响较小，能较好的保持食品原有的色、香、味以及功能与营养成分。
- 3) **UHP** 技术对杀灭芽孢效果似乎不太理想耐热细菌芽孢后，采用室温和 **400MPa** 静水高压处理，不能杀灭这些芽孢。
- 4) 由于糖和盐对微生物的保护作用，在粘度非常大的高浓度糖溶液中，超高压灭菌效果并不明显。
- 5) 由于处理过程压力很高，食品中压敏性成分会受到不同程度的破坏。
- 6) 其过高的压力使得能耗增加，对设备要求过高，初期投入成本比较高，一般食品工厂不利于工业化推广。

超高压灭菌的应用

- 一般而言，压力越高杀菌效果越好。但在相同压力下延长受压时间并不一定能提高灭菌效果。在 **400 ~ 600 MPa** 的压力下，可以杀死细菌、酵母菌、霉菌，避免了一般高温杀菌带来的不良变化，能完好保留食品中的营养成分，食品口感佳，色泽天然，安全性高，保质期长，是传统高温热力杀菌方法所不具有的优点。
- 目前，国外超高压灭菌已在果蔬、酸奶、果酱、乳制品、水产品、蛋制品等生产中有了一定的应用。在每 **cm²** 的肉食上施加大约 **6t** 重的压力进行高压灭菌，结果，其味跟原来一样，色泽也比原先更好看。日本明治屋食品公司将草莓、苹果和猕猴桃等果酱经软包装后在 **400 ~ 600MPa**、**10 ~ 30min** 条件下灭菌，产品的色泽和风味不变，保持了原有口感和 **VC**。
- **高压技术和其它技术相结合**，能更有效杀灭微生物，破坏酶，延长货架寿命。利用高压 **CO₂** 和高压技术相结合方法处理**胡萝卜汁**，用 **4.9MPa** 的 **CO₂** 和 **300MPa** 高静水压结合处理，可使需氧菌完全失活，多酚氧化酶、脂肪氧化酶、果胶甲酯酶残留活性分别低于 **11.3%、8.3%、35.1%**。可以应用于所有含液体成分的固态或液态食物，如水果、蔬菜、奶制品、鸡蛋、鱼、肉、禽、果汁和酱油、醋、酒

四、超临界 CO₂ 萃取技术

- 超临界 CO₂ 萃取技术是一种分离技术，是利用超临界温度和压力的 CO₂ 气体独有的特性来萃取或分馏由多种化合物组成的混合物。
- 二氧化碳气体被压缩到高于临界点状态时就表现出溶解力增加的兼有气体和液体双重特性的超临界流体，常用于：
 - 香料成分萃取：生姜油、大蒜素、洋蒜油及胡椒碱等；
 - 植物色素的提取：胡萝卜素、黄色素、叶绿素、兰色素及红色素制备；
 - 动植物有效成分的萃取：银杏叶中萃取银杏酮、鱼油中萃取 DHA 及 EPA 等；
 - 微量成分的去除：烟草中分离尼古丁，茶叶脱除咖啡因，柑橙汁脱苦，油脂脱臭及去除胆固醇等；
 - 以及米糠油、玉米油及小麦胚芽油等高级食用油脂萃取等。

超临界流体萃取的基本原理

任何一种物质都存在三种相态 - 气相、液相、固相。三相成平衡态共存的点叫三相点。液、气两相成平衡状态的点叫临界点。在临界点时的温度和压力称为临界压力。不同物质临界点所要求的压力和温度各不相同。超临界流体 (**Supercritical fluid** , **SCF**) 技术中的 **SCF** 是指温度和压力均高于临界点的流体, 如二氧化碳、氨、乙烯、丙烷、丙烯、水等。高于临界温度和临界压力而接近临界点的状态称为超临界状态。处于超临界状态时, 气液两相性质非常相近, 以至无法分别。

超临界流体萃取分离过程是利用超临界流体的溶解能力与其密度的关系, 即利用压力和温度对超临界流体溶解能力的影响而进行的。当气体处于超临界状态时, 成为性质介于液体和气体之间的单一相态, 具有和液体相近的密度, 粘度虽高于气体但明显低于液体, 扩散系数为液体的 **10 ~ 100** 倍; 因此对物料有较好的渗透性和较强的溶解能力, 能够将物料中某些成分提取出来。在超临界状态下, 将超临界流体与待分离的物质接触, 使其有选择性地依次把极性大小、沸点高低和分子量大小的成分萃取出来。并且超临界流体的密度和介电常数随着密闭体系压力的增加而增加, 极性增大, 利用程序升压可将不同极性的成分进行分步提取。当然, 对应各压力范围所得到的萃取物不可能是单一的, 但可以通过控制条件得到最佳比例的混合成分, 然后借助减压、升温的方法使超临界流体变成普通气体, 被萃取物质则自动完全或基本析出, 从而达到分离提纯的目的, 并将萃取分离两过程合为一体, 这就是超临界流体萃取分离的基本原理。

超临界 CO₂ 萃取

- 超临界状态下，CO₂ 对不同溶质的溶解能力差别很大，这与溶质的极性、沸点和分子量密切相关，具有如下规律：
 - 1. 亲脂性：低沸点成分可在低压萃取 (104Pa)，如挥发油、烃、酯等。
 - 2. 化合物的极性基团越多，就越难萃取。
 - 3. 化合物的分子量越高，越难萃取。

超临界 CO₂ 成为目前最常用的萃取剂，它具有以下特点：
1. CO₂ 临界温度为 31.1℃，临界压力为 7.2MPa，临界条件容易达到。

- 2. CO₂ 化学性质不活泼，无色无味无毒，安全性好。
- 3. 价格便宜，纯度高，容易获得，因此，CO₂ 特别适合天然产物有效成分的提取。

超临界流体萃取的特点

1. 萃取和分离合二为一，当饱含溶解物的二氧化碳超临界流体流经分离器时，由于压力下降使得 **CO₂** 与萃取物迅速成为两相（气液分离）而立即分开，不存在物料的相变过程，不需回收溶剂，操作方便；不仅萃取效率高，而且能耗较少，节约成本。

2. 压力和温度都可以成为调节萃取过程的参数。临界点附近，温度压力的微小变化，都会引起 **CO₂** 密度显著变化，从而引起待萃物的溶解度发生变化，可通过控制温度或压力的方法达到萃取目的。压力固定，改变温度可将物质分离；反之温度固定，降低压力使萃取物分离；因此工艺流程短、耗时少。对环境无污染，可循环使用，真正实现生产过程绿色化。

3. 萃取温度低，**CO₂** 的临界温度为 **31.265℃**，临界压力为 **7.18MPa**，可以有效地防止热敏性成分的氧化和逸散，完整保留生物活性，而且能把高沸点，低挥发度、易热解的物质在其沸点温度以下萃取出来。

4. 临界 **CO₂** 流体常态下是气体，无毒，与萃取成分分离后，完全没有溶剂的残留，有效地避免了传统提取条件下溶剂毒性的残留。同时也防止了提取过程对人体的毒害和对环境的污染，**100%** 的纯天然。

5. 超临界流体的极性可以改变，一定温度条件下，只要改变压力或

超临界流体技术在食品方面的应用

- 1. **在食品精油方面的应用**：目前已经可以用超临界二氧化碳提取茶叶中的茶多酚；提取银杏黄酮、内酯；提取桂花精和米糖油。从葵花籽、红花籽、花生、小麦胚芽、可可豆中提取油脂，这种方法比传统的压榨法的回收率高，而且不存在溶剂法的溶剂分离问题。
 - 2. **在保健品方面的应用**：用 **SCFE** 法从银杏叶中提取的银杏黄酮，从鱼的内脏，骨头等提取的多烯不饱和脂肪酸（**DHA**，**EPA**），从沙棘籽提取的沙棘油，从蛋黄中提取的卵磷脂等对心脑血管疾病具有独特的疗效
 - 3. **天然香精香料的提取**：用 **SCFE** 法萃取香料不仅可以有效地提取芳香组分，而且还可以提高产品纯度，能保持其天然香味。
- 如从桂花、茉莉花、菊花、梅花、米兰花、玫瑰花中提取花香精；从胡椒、肉桂、薄荷提取香辛料；从芹菜籽、生姜，莞荳籽、茴香、砂仁、八角、孜然等原料中提取精油，不仅可以用作调味香料，而且一些精油还具有较高的药用价值。啤酒花是啤酒酿造中不可缺少的添加物，具有独特的香气、清爽度和苦味。传统方法生产的啤酒花浸膏不含或仅含少量的香精油，破坏了啤酒的风味，而且残存的有机溶剂对人体有害。超临界萃取技术为酒花浸膏的生产开辟了广阔前景。

五、膨化技术

在生产休闲小食品、果蔬膨化食品、调味料（酱油、醋等生产的前处理）以及饲料等方面具有远大的发展前景。

膨化方法可分为物理法（如挤压蒸煮膨化法、油炸法、高压容器连续与不连续喷爆法、惰性气体膨化法等等）和化学法（如被膨化物料中添加膨松剂等）。

谷物、薯类及豆类物料常用**挤压蒸煮膨化法**、油炸法及喷爆法生产膨化食品，而果蔬类物料常用真空油炸法生产果蔬脆片，但是由于这些产品的含油量高，目前市场销售呈下降趋势。

近年来，利用惰性气体等先进方法生产苹果、桔子、香蕉、菠萝、草莓、桃、西红柿、胡萝卜、青椒等非油炸果蔬膨化食品，深受消费者的欢迎，今后膨化食品将向非油炸果蔬类、单层及多层不同馅料型、复合原料及复合风味型、真空镀铝薄膜小包装等方向发展。

挤压机与挤压膨化的基本原理

- 连续挤压蒸煮工艺的核心设备是挤压机，具有压缩、混合、混炼、熔融、膨化、成型等功能。挤压机腔体可以分成**3-5**个区，各区可以通过蒸汽或电加热，也可通过挤压摩擦加热，从而达到蒸煮物料的目的，物料在腔体中高温、高压的作用下，淀粉糊化、蛋白质变性。当物料通过挤压机腔体各区的时候，可溶性的风味物资和色素可以通过腔体在高压的作用下注入到物料之中。在挤压腔体的末端，熔融的物料通过在高压的作用下通过模板的模孔而挤出，由于压力的突然下降，水蒸汽迅速膨胀和散失，使产品形成多孔结构，然后膨化的物料被旋转刀切成一定大小的产品。
- 在早餐谷物食品生产中最常使用单螺杆挤压机和双螺杆挤压机，而双螺杆挤压机同单螺杆挤压机相比更具有优势，因为单螺杆挤压机对物料粒度、水分要求、组分要求严格，且容易产生物料倒流、螺杆易磨损等问题。

发展历程与现状

- 挤压膨化技术作为一种新型食品加工技术，在国外发展很快。早在1856年美国的沃得就 申请了关于食品膨化技术的专利，而直到20 世纪30 年代末才首次把膨化技术应用于生产谷物类方便食品。
- 传统的谷物食品加工方法来说 一般需经过粉碎、混合 、成型 、烘烤或油炸等生产工序， 每道工序均需配置相应设备， 生产流水线长 、占地面积大、工艺复杂、劳动强度大。而采用挤压膨化技术加工谷物食品时， 只需将原料初粉碎和混合后，即可在一台挤压机上完成蒸煮熟化、酶失活 、杀菌、成形 、预干燥等多道工序， 因而大大简化了工艺，降低了能耗，整个生产过程几乎没有损耗，制造成本明显降低， 且无污染。因此挤压膨化技术是一种多功能、高产量、高品质的新型食品加工技术。挤压膨化食品具有品种繁多、质地酥脆、美味可口、携带食用后方便、易于消化吸收等优点。作为一种休闲食品，膨化食品深受消费者尤其是青少年的喜 爱和欢迎。
- 挤压膨化技术所表现出的多种优越性以及淀粉等物质在挤压膨化过程中具有的独特的产品构型能力，奠定了挤压技术在谷物食品加工等多种 领域 中的应用基础 ，同时膨化产品具有的显著特点，又推动了挤压膨化技术在诸多加工领域中的应用。

挤压膨化产品的评定指标

- 1、挤压出口处的膨化度：对于许多产品，挤压物一旦被挤出模具，压力突然释放，水分便发生闪蒸，挤出物发生膨化。膨化的程度取决于产品的组成、产品离开模具时其内部的微观结构以及挤压条件（压力和温度）。因此，可以用膨化度来判定挤压产品的膨化程度，膨化度可以用挤出物的直径或面积与模具的直径或面积的比例来计算。
- 2、容积密度：挤压膨化产品的密度不仅取决于固体原料的性质而且也取决于产品中气体空间的大小。高度膨化的产品拥有大量膨化的空间，与气体容量小的产品相比，其容积密度大大降低。因此，利用容积密度可以判断固体原料的好坏和产品空间网络的疏密度。
- 3、机械特性：物理和流变性质决定了挤出产品的特点。这些可以用像弹性模数这样的基本参数来表示或通过实验测定数据如硬度和脆度来表征。可以用测定其基本性质的仪器（流变仪）或经验技术（质构仪或穿刺硬度剂）使挤压产品的特性定量化。

- 4、内部微观结构：挤压产品中各组分的排列导致了上述物理性质。最终产品中淀粉的状态，无论是部分糊化还是完全糊化都强烈影响着产品的物理特性。通常情况下，可以用显微镜（电子扫描显微镜）对挤压产品的内部结构进行评估。
- 5、蛋白质的质量：挤压蛋白的性质取决于挤压操作条件，尤其是挤压产品成型时的温度分布。高温处理会导致大多数蛋白质变性，这样会影响如黏度一类的物理性质。因此，对产品蛋白质性质的测定可以来确定操作的条件，从而提高膨化产品的质量。
- 6、淀粉的特性：在挤压产品中影响质量特性的淀粉性质包括水吸收指数、水溶指数、酶的敏感性。对这些指标取的测量有助于确定挤压操作的参数以及所用原料的类型。
- 7、蒸煮度：对于许多挤压产品，蒸煮度影响到产品的外部特性，如色泽、风味、外观以及物理性质：对于含有淀粉的产品，可以用被挤压物料中淀粉的性质来鉴定，通过用具有偏振光滤器的光学显微镜可以测量二次折射现象的消失；用 x 射线的衍射来测定淀粉晶状结构和特性的变化；淀粉热焓在温度升高或降低过程中的变化都可以用来对被挤压物料中淀粉的蒸煮程度进行量化。

挤压膨化技术在肉制品加工中的应用

以谷物类为主的挤压食品缺乏赖氨酸和含硫氨基酸，肉中富含赖氨酸和蛋氨酸，以肉类为主要原料制成的挤压膨化产品能有效提高膨化食品的营养价值。

- 目前市场上主要以挤压膨化鸡肉制品为主。以鲜鸡肉和玉米淀粉为原料，使用无外加热系统和固定螺杆转速的单螺杆挤压膨化机，生产挤压膨化休闲食品工艺流程：原料肉处理→混合成形→切分→干燥→粉碎→挤压膨化→切割成形→调味→包装→成品。综合考虑进料物料湿度、粒度和组成 3 个变量对糊化率和膨化度的影响，挤压膨化机进料的最佳参数为：物料湿度 18 %～22 %，物料粒度 12—16 目，鸡肉含量为 45 %—50 %。此时产品的糊化程度可满足产品质量要求，膨化度适中，产品组织状态较好。物料粒度过小时，物料与物料之间、物料与膨化机构件之间摩擦力小，温度较低，造成糊化率降低；物料过大时，在机内挤压混合不均匀，有的颗粒未被挤碎，受热不均匀，糊化也不均匀，从而导致糊化率降低；随着物料组成中鸡肉含量的增加，糊化率先增加后减少。
- 以鲜鸡肉和大米为原料生产鸡肉挤压膨化休闲食品，使用可以调节机筒温度和螺杆转速的双螺杆挤压膨化机，工艺流程：原料肉处理→混合→调节水分→挤压成形→压片→干燥→二次膨化→调味→包装→成品。考虑物料湿度、机筒温度和螺杆转速 3 个变量对糊化率影响的最佳挤压工艺条件为：物料湿度 35 %，机筒温度 123℃，螺杆转速 220r/min。随着物料湿度增加，挤出物糊化率也增加。在物料湿度为 35 %时糊化率达到最大；当物料湿度继续增大时，糊化率降低；如果物料湿度超过 40 %，挤出物成半流体状，并可见部分生淀粉。

国外对挤压膨化肉制品的研究

- 国外对挤压膨化肉制品已经做了大量的研究，主要有以下几种。
- **挤压膨化鸡肉制品：**使用双螺杆挤压膨化机，用机械去骨鸡肉和玉米淀粉、小麦麸质、大豆蛋白的混合物为原料生产挤压膨化休闲食品。实验发现，如果全部使用鸡肉会造成膨化机器机筒的阻塞。在玉米淀粉、小麦麸质和大豆蛋白这 3 种非肉成分中，使用玉米淀粉和机械去骨鸡肉混合后的挤压膨化效果最好。
- 挤压机模头的温度对机械去骨鸡肉和玉米淀粉混和物产品的组织特性有很大的影响，剪切力和拉伸剪切力都会随模头温度的上升而升高。

挤压膨化牛肉制品（加谷物）

- 用单螺杆挤压膨化机挤压膨化脱脂大豆粉、玉米粉和鲜牛肉混和物来制作膨化食品。以 20 % 的鲜牛肉，以及不同比例的去脂大豆添加量在产品的剪切力最小时的最佳工艺参数为：29.1 % 的进料湿度，2.96 % 的进料脂肪，22 % 的玉米粉，162℃ 的温度，产品的膨化率较高时，其密度和剪切力较小，电镜扫描有中空的气泡网；实验选择了 3 种组成：BF (牛肉 29 %，脂肪 5 %)、Bf (牛肉 29 %，脂肪 2.96 %) 和 bf (牛肉 20 %，脂肪 2.96 %)。用配方 Bf 膨化所得的休闲食品比配方 BF 和 bf 膨化所得的休闲食品更好一些，且感官评定也要软一些，剪切力的值也低；Bf 膨化所得的产品比 BF 膨化所得的产品的膨化率要大，油脂氧化的可能性也低一些。Bf 脂肪膨化所得的产品和 hf 膨化所得的产品的微观结构里有大的气泡，蛋白质在产品中的粘合程度较好；牛肉和大豆粉对氨基酸和脂肪酸的构成是有益的，产品中都含有蛋氨酸和赖氨酸，配方 BF 的产品中的 c18：0 和 C18：1 的含量要比另两种产品要高，而 C18：1 的含量相对要少；产品在 37℃ 下放置 150d，微生物仍然很少，都在标准之内，同时沙门氏菌也没有被检出。
- 用玉米粉（或白玉米粉与大豆纤维混合物）与牛肉粉一起膨化表明，挤压膨化的温度影响了变曲力、产品的感官、膨化率、颜色和组织剖面。产品保存期不受挤压时的温度和谷物的种类影响。大豆纤维添加对产品的特性和加工参数影响不显著。由于类胡萝卜素的存在，黄色玉米粉增加了产品黄色。如仅以肉为原料，产品形状就不会固定，或在机器的出料口不能连续地得到产品。当机筒温度低于 100℃ 时，发现产品没有熟化，螺杆的转速在 150 ~ 200r / min 时所得到的产品比 100 r / min 时得到的产品硬度大，在 50r / min 的转速下，产品也是不连续的。谷物的种类和加工的温度对产品的 TBA 值影响较小。
- 牛肉和玉米粉混和物挤压膨化的热物理学性质表明，膨化温度在 109℃ 时比 91℃ 所得到的产品水分含量要小，产品密度也较大。挤压膨化条件对呈热性没有显著影响，水分是

挤压膨化**鱼肉制品**（加谷物大米粉）

- 鱼肉是一个很好的动物蛋白的来源，使用挤压膨化来生产鱼肉和谷物类产品，具有较高的营养价值。
- 挤压膨化变量对单螺杆挤压膨化鱼肉和大米粉混合物的挤压参数的影响表明，产品膨化度和密度受到机筒温度的显著影响。机筒温度越高，产品膨化度值越大；其次是鱼肉的组成，鱼肉添加量增加的同时，产品的膨化度的值越小。机筒温度和进料湿度对产品的容积密度有显著的影响，随着温度升高，产品的密度是降低的；随着进料湿度的增加，产品的密度是增加的。同样鱼肉的组成和进料湿度对产品的硬度有显著的作用，而机筒温度对产品硬度影响较低；进料湿度越大，则产品的硬度越大，随着产品组成中鱼肉的增多，产品的硬度越大。挤压膨化鱼肉制品最适宜的加工工艺是：机筒温度 160°C ，鱼肉含量 12% ，进料湿度 27% 。此时产品的膨化率和表观密度较好，但硬度不好。成本较低的多骨鱼也可以生产这种挤压膨化产品。挤压膨化率为 $1.2—3.15$ 倍，表观密度为 $532\text{ kg} / \text{m}^3—1090\text{ kg} / \text{m}^3$ 。
- 加工参数研究表明，除了螺杆的转速外，进料湿度、机筒温度和鱼肉组成都对产品的性质（包括膨化率、密度、硬度和水溶性等指标）有极显著的影响。当机筒温度超过 180°C ，进料湿度低于 58% 时，产品的膨化率急剧升高，同时密度下降。当鱼肉含量为 5% ，进料湿度低于 52% 时，产品的硬度下降。当鱼肉含量为 $40\%—42\%$ ，进料湿度低于 55% ，产品的水溶性急剧升高，当其最大值是 11.5% 时的鱼肉组成是 41.37% ，进料湿度是 35% 。

- 挤压膨化生产鲮鱼与玉米粉、去脂大豆粉组成的休闲食品，26.9 %的进料湿度，160.1℃ 的温度和 4.95 %的去脂大豆粉，将会使产品的膨化率最大。进料中玉米粉占 74.74 %，加入 1 %的大蒜或洋葱，会在产品中被品尝出来，而产品中并没有鱼肉风味。研究同向旋转螺杆元件和进料组成，对双螺杆挤压膨化细鳞大马哈鱼肉和大米粉混合物的影响结果表明，螺杆元件的位置和间距对产品的品质有系统的影响，蛋白质没有淀粉的膨化效果好，当增加鱼肉的含量时，产品膨化率呈线性降低。
- 研究同向旋转双螺杆挤压膨化并高温油炸木薯—鱼肉或木薯—花生休闲食品的结果表明，螺杆最后两段的温度和螺杆转速为变量，进料相对湿度固定为 40 %，进料速度固定为 27g / min。同时提高转速和温度，则产品的膨化率增加，密度和剪切力降低。鱼肉膨化半成品的最佳工艺参数是：机筒温度 94 — 100℃，螺杆转速 220 — 400r / min；花生膨化半成品的最佳工艺是：机筒温度 95-100℃，螺杆转速 230 ~ 240r / min。机筒温度和螺杆转速影响消费者对产品的接受性。
- 亚洲消费者对鱼肉膨化休闲食品的香味、滋味和整体的接受性比美洲消费者好得多，而花生膨化休闲食品的整体可接受性在两种消费者之间区别不大。另外，还研究了挤压膨化休闲食品中 VE 和 VA 软脂酸酯的稳定性。使用 60 %的木薯淀粉和 40 %的鱼肉或去脂大豆粉，将鱼肉和花生的混合物挤压膨化所得的半成品，将木薯淀粉和鱼肉混合或将木薯淀粉和去脂大豆混合后膨化，然后将半成品用高温油炸膨化，极大地减少了这两种产品中的 VE 和 VA 软脂酸酯，鱼肉挤压膨化和花生挤压膨化半成品中的 VA 软脂酸酯分别减少了 48 %和 27 %。在产品中加入抗氧化剂 VE，最终的产品比半成品中的 VE 含量更多。

肉类挤压膨化展望

- 目前国内外对挤压肉制品的加工工艺的筛选主要选择了牛肉、鸡肉和鱼肉，对羊肉和火鸡 肉也做了一些研究 嘲，对猪 肉的研究较少。由于挤压过程在封闭的机筒内完成，并且时间短，而且加工过程是连续的，所以对挤压膨化过程的原理研究有一定的难度，对挤压过程中的动力学、热力学原理研究是一个难点；不同种类原料肉的加工工艺之间差别不是很大，主要是由机器种类决定。
- 挤压膨化主要使用单螺杆挤压膨化机和双螺杆挤压膨化机。很多单螺杆的机器对进料的粒度有一定的要求，所以双螺杆挤压膨化机在挤压膨化肉制品加工中的工艺要简单一些，而且进料的湿度和含油量范围要比单螺杆的大，所以双螺杆挤压膨化肉制品是研究的趋势。挤压机器的加热系统对产品的加工工艺也很重要 ，没有加热系统的自熟膨化机，在进料选择的范围上会更加狭窄。

膨化技术的发展

- 随着食品工业的发展，新技术和新工艺的出现以及人们生活水平的提高，挤压膨化技术及其设备也正朝着更好的方向发展，结合其它的食品加工技术来生产更受人们欢迎的低油、保健和天然食品。如低温、超低温膨化技术、化学膨化技术、超声膨化技术都有可能在不久的将来应用于实践，而微波膨化技术、烘焙膨化技术作为新型膨化技术已经引起人们的重视并逐步在生产中得到应用。有资料显示，真空油炸膨化技术对于改善食品的品质、降低油脂的劣化程度有很大的意义。
- 总之，随着人们生活水平的提高，利用挤压膨化技术生产膨化食品以及挤压膨化技术在其他领域的应用在我国具有十分广阔的前景。挤压膨化技术、微波膨化技术、烘焙膨化技术等部将是膨化技术的发展方向；真空油炸膨化技术则是保持油炸膨化技术生命力的一种有效的改良方法。进行膨化理论和技术的研究，开拓新的原料来源、开发新型挤压膨化设备、挤压膨化技术和其他食品加工技术的有机结合将是膨化技术发展的重点和热点。

六、微胶囊技术

微胶囊技术 (Microencapsulation) 的定义是微量物质包裹在聚合物薄膜中的技术，是一种储存固体、液体、气体的微型包装技术。具体来说是指将某一目的物（芯或内相）用各种天然的或合成的高分子化合物连续薄膜（壁或外相）完全包覆起来，而对目的物的原有化学性质丝毫不损，然后逐渐地通过某些外部刺激或缓释作用使目的物的功能再次在外部呈现出来，或者依靠囊壁的屏蔽作用起到保护芯材的作用

微胶囊的直径一般为 $1\sim 500\mu\text{m}$ ，壁的厚度为 $0.5\sim 150\mu\text{m}$ ，目前已开发了粒径在 $1\mu\text{m}$ 以下的超微胶囊。微胶囊粒子在某些实例中扩大到 $0.25\sim 1000\mu\text{m}$ 。当微胶囊粒径小于 $5\mu\text{m}$ 时，因布朗运动加剧而不容易收集；当粒径大于 $300\mu\text{m}$ 时，其表面摩擦系数会突然下降而失去微胶囊作用。一般胶囊膜壁厚度为 $1\sim 30\mu\text{m}$ 。化妆品中用的多为 $32\mu\text{m}$ 和 $180\mu\text{m}$ 。超薄壁微胶囊膜壁厚度为 $0.01\mu\text{m}$ 。国外微胶囊已用于遮盖霜、保湿剂、口红、眼影、香水、浴皂、香粉等中。微胶囊能够提高产品的稳定性，防止各种组分之间的相互干扰。

微胶囊技术已有 30 多年历史，只是近 10 年来，多项新型微胶囊化技术的采用和不同行业对微胶囊产品的特殊要求，使之越来越受到人们的重视，尤其是微胶囊技术用于不同食品的贮藏保鲜，使食品工业向前迈进一大步。

基本概念

微胶囊：指一种具有聚合物壁壳的微型容器或包物。其大小一般为 5-200 μm 不等，形状多样，取决于原料与制备方法。| **微胶囊化：**制备微胶囊的过程称为微胶囊化。| **微胶囊化技术：**指将固体、液体或气体包埋在微小而密封的胶囊中，使其只有在特定条件下才会以控制速率释放的技术。其中，被包埋的物质称为芯材，包括香精香料、酸化剂、甜味剂、色素、脂类、维生素、矿物质、酶、微生物、气体以及其它各种饲料添加剂。包埋芯材实现微囊胶化的物质称为壁材。

- **芯材：**可为油溶性、水溶性化合物或混合物，其状态可为粉末、固体、液体或气体。可包裹物的品种极其繁多，如交联剂、催化剂、化学反应剂、显色剂、给湿剂、药物、杀虫剂、矿物油、水溶液、染料、颜料、洗涤剂、食品、液晶、溶剂、气体、疏水化合物及无机胶体等。
- **壁材：**可用作微胶囊包裹材料的有天然高分子、半合成高分子和合成高分子材料，视所包裹物质（囊心物）的性质，油溶性囊心物需选水溶性包裹材料，水溶性囊心物则选油溶性包裹材料，即包裹材料应不与囊心物反应，不与囊心物混溶。高分子包裹材料本身的性能也是选择包裹材料所要考虑的因素，如渗透性、稳定性、溶解性、可聚合性、粘度、电性能、吸湿性及成膜性等。

微胶囊技术的特点

- 1、可以有效减少活性物质对外界环境因素（如光、氧、水）的反应
- 2、减少心材向环境的扩散和蒸发
- 3、控制心材的释放
- 4、掩蔽心材的异味
- 5、改变心材的物理性质（包括颜色、形状、密度、分散性能）、化学性质等

对于食品工业，可以使纯天然的风味配料、生理活性物质融入食品体系，并能保持生理活性，它可以使许多传统的工艺过程得到简化，同时它也使许多用通常技术手段无法解决的工艺问题得到解决。

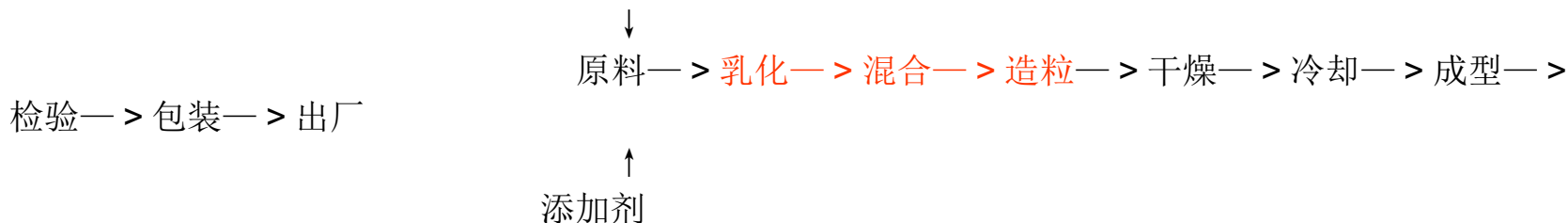
微胶囊的功能

- 1 粉末化 将不易加工贮存的气体、液体原料固体化，从而提高其溶解性、流动性和贮藏稳定性，如粉末香精、粉末食用油脂、粉末乙醇等。例如：将液体油脂作为心材，选择适当的壁材，运用微胶囊技术就可产生出固体粉末油脂，非常方便地添加于各种食品原料中。有报导说，在国外，目前约有数十种微胶囊产品的粉末油脂作为食品工业原料，应用于各类营养保健食品或功能型食品。
- 2 降低挥发性 防止风味成分的挥发，减少风味损失。
- 3 降低毒性 减少食品添加剂的毒理作用等，如硫酸亚铁阿司匹林等药物包裹后，可通过控制释放速度来减轻对肠胃副作用。对于制药工业来说，可采用微胶囊技术制造靶制剂，达到定向释放效果。
- 4 提高物质的稳定性（易氧化，易见光分解，易受温度或水分影响的物质）许多食品添加剂制成微胶囊产品后，由于有壁材的保护，能够防止其氧化，避免或降低紫外线、温度和湿度等方面的影响，确保营养成分不损失，特殊功能不丧失。
- 5 能使不相容成分均匀地混合，将可能相互反应的组分分别制成微胶囊产品，使它们稳定在一个物系中，各种有效成份有序地释放，分别在相应时刻发生作用，以提高和增进食品产品的风味和营养。例如酸味剂微胶囊化以后，可延缓对敏感成分的接触和延长食品保存期限。
- 6 掩味 某些营养物质具有令人不愉快的气味或滋味，这些味道可以用微胶囊技术加以掩蔽。这种微胶囊产品在口腔里不溶化，而在消化道中才溶解，释放出内容物，发挥营养作用。
- 7 隔离活性成分 能保持食品中微量营养素和生理活性物质对人体的活性作用。
- 8 控制心材释放和作用的时间和数量 微胶囊产品经由预先设计的溶解和释放的机理，可提供特殊的释放方式

在食品工业中的应用

- 在饮料工业中的应用如制造固体饮料。a、配方：阿拉伯树胶 160g, 食用钛白粉 70g，食用明胶 182g，白糊精 300g，桔子油香精 182g，胡萝卜素 57g，柠檬酸 380g，柠檬酸钠 45g，苯甲酸 36g，白砂糖 30，水适量。

b、工艺流程：白砂糖—>粉碎



- 在乳制品中的应用。乳制品中添加的营养物质具有不愉快的气味，其性质不稳定易分解，影响产品质量。将这些添加物利用微胶囊技术包埋，可增强产品的稳定性，使产品具有独特的风味，无异味，不结块，泡沫均匀细腻，冲调性好，保质期长。产品有果味奶粉、姜汁奶粉、可乐奶粉、发泡奶粉等。
- 在糖果中的应用。微胶囊技术可应用于糖果的调色、调香、调味以及糖果的营养强化和品质改善。糖果生产中的天然食用色素、香精、营养强化剂等物质易分解，利用喷雾干燥等方法将其微胶囊化以确保产品质量的稳定。

常用的壁材有水溶性食用胶、环状糊精、纤维素衍生物、明胶、酪蛋白等物质，用此法生产的糖果颜色鲜亮持久，产品货架期长。

- 在食品添加剂中的应用

(1) 酸味剂：用作微胶囊化酸味剂的壁材一般是氢化油，心材的释放借助于热和水。具体包括肉制品用酸味剂、面团品质改良剂（主要指抗坏血酸）、其它用途的酸味剂如磷酸。

(2) 风味与调味料：这方面是微胶囊技术在食品工业中应用最广的领域。最常见的如：柠檬油、薄荷油、蒜油、咖喱油等。

(3) 甜味剂：如阿斯巴甜。

(4) 色素：一些天然色素在应用中存在溶解性与稳定性差的问题，微胶囊化后不仅可以改变溶解性能同时也提高了她的稳定性

七、膜分离技术

- 膜分离指的是对溶液中不同溶质的分离，是一种分子级分离。根据被分离物质的分子量，选定相应材料及相应孔径的一种膜，对接触膜的溶液加上一个推动力（压力）。较小分子的溶质就会透过膜表面被分离出来，因此提纯、浓缩也就在这个过程中被完成。因为是压力作推动力的分离，所以膜分离过程中，不产生相变，可在常温下进行对一些沸物或近沸物的分离，对一些热敏物质或者说挥发性物质的分离都是不可缺少的方法。
- 膜是具有选择性分离功能的材料，利用膜的选择性分离实现料液的不同组分的分离、纯化、浓缩的过程称作膜分离。它与传统过滤的不同在于，膜可以在分子范围内进行分离，并且这过程是一种物理过程，不需发生相的变化和添加助剂。膜的孔径一般为微米级，依据其孔径的不同（截留分子量），可将膜分为微滤膜、超滤膜、纳滤膜和反渗透膜；根据材料的不同为无机膜和有机膜。无机膜主要是陶瓷膜和金属膜，其过滤精度较低，选择性较小。有机膜是由高分子材料做成的，如醋酸纤维素、芳香族聚酰胺、聚醚砜、聚氟聚合物等。
- 膜技术到本世纪60年代中期才应用到工业上，首先出现的是超滤（UF）、微滤（MF）然后才出现反渗透（RO）。

常用的膜分离过程

- **微滤（MF）** 又称微孔过滤，它属于精密过滤，其基本原理是筛孔分离过程。微滤膜的材质分为有机和无机两大类，有机聚合物有醋酸纤维素、聚丙烯、聚碳酸酯、聚砷、聚酰胺等。无机膜材料有陶瓷和金属等。对于微滤而言，膜的截留特性是以膜的孔径来表征，通常孔径范围在 $0.1 \sim 1$ 微米，能对大直径的菌体、悬浮固体等进行分离，作为一般料液的澄清、保安过滤、空气除菌。
- 微孔滤膜的应用范围主要是从气相和液相中截留微粒、细菌以及其他污染物，以达到净化、分离、浓缩的目的。具体涉及领域主要有：医药工业、食品工业（明胶、葡萄酒、白酒、果汁、牛奶等）、高纯水、城市污水、工业废水、饮用水、生物技术、生物发酵等。
- **超滤（UF）** 是介于微滤和纳滤之间的一种膜过程，膜孔径在 $0.05\mu\text{m}$ 至 1nm 分子量之间，是能够将溶液进行净化、分离、浓缩的膜分离技术，通常可以理解成与膜孔径大小相关的筛分过程。以膜两侧的压力差为驱动力，以超滤膜为过滤介质，在一定的压力下，当水流过膜表面时，只允许水及比膜孔径小的小分子物质通过，达到溶液的净化、分离、浓缩的目的。
- 膜的截留特性是以对标准有机物的截留分子量来表征，通常截留分子量范围在 $1000 \sim 300000$ ，故超滤膜能对大分子有机物（如蛋白质、细菌）、胶体、悬浮固体等进行分离，广泛应用于料液澄清、大分子有机物分离纯化。如今超滤技术已经涉及食品加工、饮料工业、医药工业、生物制剂、中药制剂、临床医学、印染废水、食品工业废水处理、资源回收、环境工程等众多领域。

膜分离技术及其应用

纳滤（NF）是介于超滤与反渗透之间的一种膜分离技术，其截留分子量在80 ~ 1000的范围内，孔径为几纳米，因此称纳滤。对于纳滤而言，膜的截留特性是以对标准NaCl、MgSO₄、CaCl₂溶液的截留率来表征，通常截留率范围在60 ~ 90%，相应截留分子量范围在100 ~ 1000，故纳滤膜能对小分子有机物等与水、无机盐进行分离，实现脱盐与浓缩的同时进行。纳滤的主要应用领域涉及：食品工业、植物深加工、饮料工业、农产品深加工、生物医药、生物发酵、精细化工、环保工业等。

- **反渗透（RO）**是利用反渗透膜只能透过溶剂（通常是水）而截留离子物质或小分子物质的选择透过性，以膜两侧静压为推动力，而实现的对液体混合物分离的膜过程。
- 反渗透的截留对象是所有的离子，仅让水透过膜，对NaCl的截留率在98%以上，出水为无离子水。在过滤过程中料液通过泵的加压，料液以一定流速沿着滤膜的表面流过，大于膜截留分子量的物质分子不透过膜流回料罐，小于膜截留分子量的物质或分子透过膜，形成透析液。故膜系统都有两个出口，一是回流液（浓缩液）出口，另一是透析液出口。在单位时间（Hr）单位膜面积（m²）透析液流出的量（L）称为膜通量（LMH），即过滤速度。影响膜通量的因素有：温度、压力、固含量（TDS）、离子浓度、黏度等。
- 反渗透具有产水水质高、运行成本低、无污染、操作方便运行可靠等诸多优点。能够去除可溶性的金属盐、有机物、细菌、胶体粒子、发热物质，也即能截留所有的离子，在生产纯净水、软化水、无离子水、产品浓缩、废水处理方面反渗透膜已经应用广泛。主要应用于水处理和热敏感性物质的浓缩，主要应用领域包括以下：食品工业、牛奶工业、饮料工业、植物（农产品）深加工、生物医药、生物发酵、制备饮用水、纯水、超纯水、海水、苦咸水淡化、电力、电子、半导体工业用水、医药行业工艺用水、制剂用水、注射用水、无菌无热源纯水、食品饮料工业、化工及其它工业的工艺用水、锅炉用水、洗涤用水及冷却用水

1、澄清纯化技术——超 / 微滤膜系统

膜分离过程是一种纯物理过程，具有无相变化，节能、体积小、可拆分等特点。对不同组成的有机物，根据有机物的分子量，选择不同的膜，选择合适的膜工艺，从而达到最好的膜通量和截留率，进而提高生产收率、减少投资规模和运行成本。

澄清纯化分离所采用的膜主要是超 / 微滤膜，由于其所能截留的物质直径大小分布范围广，被广泛应用于固液分离、大小分子物质的分离、脱除色素、产品提纯、油水分离等工艺过程中。超 / 微滤膜分离可取代传统工艺中的自然沉降、板框过滤、真空转鼓、离心机分离、溶媒萃取、树脂提纯、活性炭脱色等工艺过程。澄清纯化技术可采用的膜分离组件主要有：陶瓷膜、平板膜、不锈钢膜、中空纤维膜、卷式膜、管式膜。采用膜分离澄清纯化的优点：

- 1)、可得到绝对的真溶液，产品稳定性好；
- 2)、过滤分离收率高；
- 3)、分离效果好，产品质量高，运行成本低；
- 4)、缩短生产周期，降低生产成本；
- 5)、过程无需添加化学药品、溶媒溶剂，不带入二次污染物质；
- 6)、操作简便，占地面积小，劳动力成本低；
- 7)、可拓展性好，容易实现工业化扩产需求；
- 8)、设备可自动运行，稳定性好，维护方便。

2、浓缩提纯技术——纳滤膜系统

- 膜分离技术在浓缩提纯工艺上主要采用截留分子量在 100 ~ 1000Dal 的纳滤膜。纳滤膜的主要特点是对二价离子、功能性糖类、小分子色素、多肽等物质的截留性能高于 98%，而对一些单价离子、小分子酸碱、醇等有 30 ~ 50% 的透过性能，常被应用于溶质的分级、溶液中低分子物质的洗脱和离子组分的调整、溶液体系浓缩等物质的分离、精制、浓缩工艺过程中。
- 纳滤膜分离技术常被用于取代传统工艺中的冷冻干燥、薄膜蒸发、离子交换除盐、树脂工艺浓缩、中和等工艺过程。浓缩提纯技术可采用的膜组件主要有：卷式膜、管式膜。
- 主要的优点： 1)、能耗极低，节省浓缩过程成本； 2)、过程无化学反应、无相变化，不带入其他杂质及造成产品的分解变性； 3)、在常温下达到浓缩提纯目的，不造成有效成分的破坏，工艺过程收率高； 4)、可完全脱除产品的盐分，减少产品灰分，提高产品纯度； 5)、可回收溶液中的酸、碱、醇等物质； 6)、设备结构简洁紧凑，占地面积小； 7)、操作简便，可实现自动化作业，稳定性好，维护方便。

在食品行业的应用

- 生物发酵液过滤除菌及下游分离纯化精制；
- 中药浸提液过滤除杂及浓缩； 中药浸膏生产应用；
- 乳清废水处理；乳制品生产加工应用；果汁澄清脱色；
- 食品添加剂纯化浓缩；茶饮料澄清浓缩；
- 啤酒、葡萄酒、黄酒的精制加工；
- 天然色素提取液的除杂及浓缩；
- 氨基酸发酵液过滤澄清及精制，
- 糖液分离纯化及浓缩；果葡糖浆色普分离纯化；糖醇色普分离纯化；单糖、低聚糖及多糖的分离纯化及浓缩。
- 生物蛋白、多肽、酶制剂等酵液过滤澄清及精制。

膜系统

- 1、陶瓷膜系统：陶瓷膜的过滤精度涵盖微滤和超滤，微滤膜的过滤孔径范围在 $0.05\mu\text{m}$ 至 $1.4\mu\text{m}$ 之间，超滤膜的过滤精度范围可在 10KDa - 50KDa 之间，可根据物料的粘度、悬浮物含量选择不同孔径的膜，以达到澄清分离的目的。
- 陶瓷膜主要特点：无机膜具有耐高温、耐化学腐蚀、机械强度高、抗微生物能力强、渗透量大、可清洗性强、孔径分布窄、分离性能好；耐磨性好，耐高温适用于高温过滤过程使用寿命长；设备综合成本低，性价比高；浓缩倍数高，降低水使用量，减少废水排放；PH 耐受范围宽，耐酸、耐碱、耐有机溶剂及强氧化剂性能好；易清洗，可高温消毒、反向冲洗，适于除菌过滤过程；定期反洗系统全自动控制系统先进的排污系统 完善的清洗系统 独特的单台清洗系统 精确的浓缩和加水洗涤功能 连续式陶瓷膜系统，实现了连续进料、连续出滤渣和滤液。 目前已在化工与石油化工、食品、生物和医药等领域分离工艺获得成功应用。
- 已有主要应用领域：发酵液澄清技术，动植物提取物，酶反应（丙烯酰胺、对羟基苯甘氨酸等），有机酸（赖氨酸、L-乳酸、柠檬酸、核苷酸等）、 抗生素（青霉素、头孢菌素、红霉素、硫酸粘杆菌素、赤霉素、万古霉素等）发酵液过滤；茶叶浸提液澄清过滤；果汁除菌澄清过滤
- 中药提取液澄清技术，含油乳化液废水处理，调味品（酱油、醋等）的除菌澄清过滤；葡萄酒、生啤酒、黄酒等的除菌澄清过滤。
- 2、卷式膜系统（流体的过滤除杂精制及浓缩）
- 3、中空膜系统（水处理行业预处理）

膜系统图片



6 臭氧杀菌技术

- 采用大自然**空气或者氧气为原料以电子方式高频高压放电**产生高浓度臭氧，比氧分子多了一活泼的氧原子的臭氧，化学性质特别活泼，是一种强氧化剂，仅次于氟，能迅速分解有害物质，杀菌能力是氯的 **600 倍 — 3000 倍**，其分解后还原成氧气。在发达国家中早就得到了广泛应用，是杀菌消毒、污水处理、水质净化、食品储存、医疗消毒等方面的首选技术。
- 研究人员发现臭氧可以抑制癌细胞的生长；臭氧水有望成为最佳的果蔬杀菌剂，其杀菌效果明显优于次氯酸钠；臭氧可以有效地杀灭几乎对所有病菌如淋球菌、病毒、霉菌、真菌及原虫、卵囊都具有明显的灭活效果，且灭菌时间来说，迅速无比，是氯的 **300-600 倍**，紫外线的 **3000 倍**。它能在短时间内有效地杀灭大肠杆菌、蜡杆菌、痢疾杆菌、伤寒杆菌、流脑双球菌等一般病菌以及流感病毒、肝炎病毒等多种微生物。可杀死和氧化鱼、肉、瓜果蔬菜、食品表面能产生异变的各种微生物和果蔬脱离母体后继续进行生命活动的微生物，延长保鲜期。洗涤蔬菜瓜果，可以有效清除其表面的残留农药、细菌、微生物及有机物，解决农药给人们带来的隐患，避免了用洗洁净洗涤瓜果蔬菜带来的二次污染，能彻底杀灭水中的细菌，消除有机物，净化饮水，除去水中及被清洗物的异味、臭味。
- **利用臭氧对卡拉胶粉末进行 20 min 处理实验，结果表明臭氧不仅对卡拉胶有脱色的作用？**，而且细菌总数的杀灭率可达到 **95 %** 以上，对大肠菌群的杀灭率可达到 **98 %** 以上。
- 臭氧的灭菌机理，是因为臭氧可破坏病毒衣壳蛋白的四条多肽链并使 **RNA** 受到损伤；**Kim** 等报告，臭氧作用过程中，可使噬菌体中 **RNA** 被释放，电镜观察可见噬菌体被断裂成小的碎片。臭氧可与细菌细胞壁脂类双键反应，穿入菌体内部，作用于脂蛋白和脂多糖，改变细胞的通透性，从而导致细菌溶解和死亡。

- 臭氧的灭菌速度和效果是无与伦比的，它的高氧化还原电位决定了它对氧化、脱色、除味方面的广泛应用，有人研究指出，臭氧溶解于水中，几乎能够消杀水中一切对人体有害的物质，比如铁、锰、铬、硫酸盐、酚、苯、氧化物等，还可分解有机物及灭藻等。
- 总之臭氧杀菌，由于臭氧扩散性好，不易产生杀菌死角，可弥补紫外线杀菌存在天然缺点，对工作服、包装材料和器具等消毒时，食品企业应优先采用臭氧消毒。臭氧杀菌效果受浓度、温湿度、作用时间的影响，一般温度低，湿度大（相对湿度必须大于 70%），消毒效果好。消毒时间应根据需要消毒场所的容积大小、洁净度等级及臭氧发生器的发生量而定，要得到预期的消毒效果，在规定时间内必须能达到相应场所需要的浓度：**食品车间空气杀菌的臭氧浓度**要求达到 0.5 ~ 1.0ppm；车间设备工具、包装物杀菌应达到 5 ~ 6ppm；工作服消毒应达到 10 ~ 20ppm。工人下班或休息时，采用臭氧制成臭氧水对车间地面、工作容器等消毒；成品仓库、原料间、配料间等可采用臭氧空气消毒，并有驱赶老鼠、苍蝇等生物功效。工人下班后，可采用紫外线对冷却车间、包装车间及灌装车间环境消毒，预防工人休息期间空气中微生物滋生与繁衍。

臭氧在食品行业的应用

- (1)、生产车间空气杀菌消毒：生产车间的微生物污染是影响产品质量的极重要因素，臭氧不但可以有效地杀灭它们，并可有效去除车间异味。使用臭氧消毒能使生产车间的空气、地面、操作台、器具等物体表面细菌指标达标合格，而且一些肉禽内屠宰车间的异味也有明显降低。
- (2)、更衣室和工作服消毒：生产车间的大部分细菌，都能通过加工人员的工作服带入生产车间，严重时会导致大面积传播，应引起足够重视。食品加工企业大多数采用紫外线照射消毒，因紫外线照射的天然缺陷，消毒效果较差，而臭氧气体可渗透服装各个部位，故利用臭氧对工作服进行消毒是高效、简单的方法。
- (3)、生产用水、饮用水的杀菌净化：臭氧在水中了对细菌、病毒、微生物等杀灭率更高、速度更快，对水中有机化合物等污染物质去除彻底，而又不产生二次污染。这对食品加工用水有特别意义。通常生产用水采用氯制剂进行消毒，由于水源受到有机化学物污染日趋严重，氯制剂消毒后会产生氯仿、二氯乙烷、四氯化碳等氯化有机物而具有致癌性，欧盟国家已禁止使用氯系列长效消毒药剂。臭氧消毒处理后不产生二次污染化合物，且臭氧对细菌的杀灭率比氯制剂更高，杀灭速度大约是氯制剂的 300-600 倍。

- (4)、制备高浓度的臭氧水做为新型消毒剂：把高浓度的臭氧溶解于水中制成臭氧水具有极强的广谱杀菌效果，同时对各种农药、有机毒物、重金属离子都有极强的降解作用。高浓度的臭氧水在完成杀菌消毒及降解其它有害物质时，臭氧重新变成氧气，不留下残留物，无二次污染和任何副作用。
- (5)、食品冷库和保鲜冷库消毒：冷库的生物污染源主要是霉菌，它们对化学消毒剂有很强的耐受力，而且在低温条件下存活。实验证明：使用浓度为 **6-12PPM** 的臭氧连续 **3-4** 小时消毒，可以将包括抵抗力极强的未萌动孢子杀死。停机后封库 **24** 小时以上，细菌杀灭率达 **90%** 左右，霉菌杀灭率可达 **80%** 左右，现场测定停机 **48** 小时后，虽然臭氧早已分解完，但微生物数量还在不断下降，因此冷库的消毒最好安排在进货前 **3** 天左右进行。在食品保鲜中应用臭氧可以起到杀菌防霉与减缓新陈代谢的作用，同冷藏、空调、包装协同使用，更能提高食品的保鲜效果。

CFJ 高浓度臭氧发生器

- 适用范围：食品加工业，乳制品业，化妆品业，制药行业，等大型场所空间消毒灭菌行业。或者用于臭氧水制备，用于食品的生产，容器消毒和生产生活用水。纸浆，糖浆，纺织品的脱色，漂白。可取代氯，降低环境污染，实现造纸业的工业达标排放。企业和学校食堂的蔬菜淘洗，解毒以及厨具，餐具的清洗消毒。
- 机器类型 10g--- 公斤级。机器特点：采用高级材料作为放电介质。出口浓度高，电源稳定，冷却系统采用风水双冷方式，有效的提高了臭氧机的稳定工作，机壳采用全不锈钢外壳，经久耐用。臭氧产量在 500g/ 小时以上，臭氧出口浓度在 80mg/ 升，工作电压 220v，功率 4.5 千瓦，冷却方式采用风水双冷，外壳全不锈钢，有移动式和非移动式，使用寿命达 10000 个小时。



成都明日新城环保科技有限公司

- 是一家专业从事环保事业的新技术公司，公司研发和生产的新型臭氧发生器，已广泛应用于食品加工业、仓储业和水处理行业、酒店行业、水产养殖等十几个行业，大型**工业用臭氧发生器**（**1-100KG** 阵列单元式臭氧发生器）及相关配套设备已用于油田废水处理、化工废水处理。
- 公司自成立以来发展迅速，在西南地区食品及车间杀菌行业的市场占有率达到 **80%** 以上。并已辐射多个行业，特别在仓储及冻库杀菌行业实现了重大突破：与中粮集团成都粮科所合作开发的粮食除菌机已成功的应用在灾区高水份粮食的粮库杀菌，与成都瑞湖制冷开展了长期的行业经销合作，并实现了跨越式的增长。
- 在新技术领域，公司于 **2010** 年 **7** 月持有三项 **AOPO3**（基于臭氧的高级氧化技术）系统的发明专利，涉及石油、钢铁、焦化三个行业，强大的技术支撑为公司的发展创造了坚实的基础。公司现有石油大学教授、水处理博士、中科院博士为核心的顾问团队，在高级氧化技术及新能源利用等多个课题上展开研发，并在高级氧化技术的应用上取得突破：其技术先进，处理效果好，运营成本低的特点解决了现在多个行业高浓度、难降解有机废水的困扰为题。