

第十一章 珍珠的深加工

珍珠的深加工是指利用珍珠的药用、美容和保健功效，将形状不规则、珠光不强和局部破损的等外珠或马氏珠母贝的珍珠层加工生产成珍珠粉（层末分）、珍珠水解液，进而开发成为各种美容化妆品、保健食品和药品。有人将珍珠粉定义为用海水天然珠或海水人工养殖珍珠的珍珠层加工而成的粉末，将珍珠层粉定义为用大珠母贝、珍珠贝、企鵝珍珠贝和马氏珠母贝贝壳内的珍珠层加工而成的粉末。科学研究表明，上述珍珠粉与珍珠层粉的物质组成及其含量非常接近，功效是一样的。本章中所述珍珠层粉主要是指用马氏珠母贝贝壳内的珍珠层加工而成的珍珠粉末，也包括用马氏珠母贝产天然珍珠和南珠中不适宜作饰品的等外珠加工而成的粉末。

一、珍珠层粉的制备

国内外粉碎机械很多，广泛地应用于选矿、冶金、建材、食品和药品等领域的固体粉碎。这些粉碎设备所采用的方法可归纳为以下四类：

①干式机械粉碎法：这种方法主要是用机械力（如碾、压、捣、砸等）直接将干燥的物料粉碎，主要用于粗料粉碎，很难大量制得超细粉末。

②溶剂法：这种方法是采用适量溶剂使被粉碎的物料溶化，通过某种特殊方式使物料快速结晶析出，从而达到粉碎该物料的目的。其缺点是必须采用溶剂，而且物料不同，溶剂亦异。另外，粉碎后的物料还要驱溶、烘干，工艺较复杂，且烘干后某些物料还可能结块，粒度可能变化。

③湿法粉碎：这种方法是将物料在适当的液体中用机械式射流方法粉碎。用这种方法制得的物料必须驱溶、烘干。为此，可能出现结块，粒度变大。

④气流粉碎：这种方法是用压缩空气将干燥物料带入粉碎室，与切向进入该粉碎室的高速气流相遇，物料、磨料之间互相碰撞、摩擦、剪切，使物料粉碎。粒度不同的粉粒其离心力不同，粗粒抛向周边粉碎，细粒经出料口流出。这种气

流粉碎设备的特点是，粉碎后的物料与空气一道从磨盘底部排出。磨体一般由普通钢或不锈钢制成。目前，较先进的磨盘是用高硬度陶瓷制成，上、下磨盘都是平盘，它可使物料的粒度小到 $5\mu\text{m}$ 以下。该设备的优点是生产连续，可以直接用于干料粉碎，粒度可调，生产能力大。

（一）利用常规粉碎方法制备珍珠层粉

【工艺流程】选壳→清洗→酸泡→水洗→消毒→干燥→粉碎→过筛→珍珠层粉。

【操作要领】选择珍珠层具有珍珠光泽的马氏珠母贝贝壳，按珍珠光泽强弱进行分类，用水洗掉贝壳表面的泥沙等污物，放入5%的稀盐酸中浸泡几天，并不时搅拌，直到贝壳角质层和棱柱层大部分发生脱落。然后用水洗去珍珠层上的余酸，并用0.5%的双氧水消毒数小时，再经自然阴干或烘干。根据市场需要，采用不同的粉碎机粉碎、过筛，从而得到不同细度的珍珠层粉。

上述珍珠层粉的制备是采用传统的常规粉碎技术加工而成的，常规的粉碎技术只能把固体物料的粒度粉碎到约 $45\mu\text{m}$ ，相当于325目。在这种技术条件下，珍珠中的无机矿物和有机质没有得到完全解离，难以被人体吸收利用。

（二）利用超细粉碎技术制备珍珠层粉

利用超细粉碎技术，可以使粉体中心粒径在 $10\mu\text{m}$ 以下，甚至达到 $1\mu\text{m}$ ，珍珠中的无机矿物和有机质基本得到解离，不仅能使其有效成分起效更加迅速、完全，而且还可以减少用量，大大提高珍珠的利用率。

迄今为止的超细粉碎方法主要是机械粉碎，它又分为湿法和干法两种方法，这其中湿法粉碎应用更广一些，粉碎效率也比干法粉碎高15%~20%。这是因为湿法粉碎是在液相介质中进行的，而液相介质（比如水）往往是一种表面活性剂。其较强的分散作用对高分散性粉末起稳定和聚合作用。机械粉碎的常用设备包括高速机械冲击式磨机、气流磨、振动磨、搅拌磨、胶体磨、盘磨机和球磨机等。

其中用得较普遍的有高频振动磨和超音速气流粉碎。

1. 高频振动磨 利用研磨介质在磨腔内产生的强裂冲击、摩擦、剪切等作用将珍珠层粉超细粉碎。

【工艺流程】分拣、清洗→初粉碎→真空干燥→超细粉碎→消毒→超细珍珠层粉。

【操作要领】

(1) 分拣、清洗将分拣、剥离的南珠珍珠层或天然南珠，放在超声清洗器中，以水为清洗介质，清洗 3~5min，清洗干净后晾干或者烘干。

(2) 初粉碎通过打磨、剪切的作用，使珍珠破碎，并在颗粒内部产生微裂纹和内应力，以利于后续超细粉碎。

(3) 真空干燥把经过初粉碎的珍珠层粉，置于真空干燥炉中，持续不断抽真空，调节温度为 60℃，干燥 1~2h。

(4) 超细粉碎将干燥的珍珠层粉输入经清洗过的高频振动磨中，通过连续致密的由剪切力、挤压力、研磨力组成的复合力场的作用，使珍珠层粉实现超细化，中心粒径可达 5~10 μm。由于磨腔外套有冷却装置，整个超细过程在接近室温下进行，且磨腔内衬无污染，故制得的超细珍珠层粉色泽好、品质高，保证了原有的活性成分不受破坏。

(5) 消毒将超细珍珠层粉用红外加热的方式进行消毒处理，以满足作为产品原料的要求。

2. 超音速气流粉碎技术 作为超细粉碎加工中的一种技术，是目前公认能获得最小微粒的机械粉碎方法之一，早在 1882 年出现第一台气流粉碎机至今已有 100 多年的历史。其原理在于将干燥无油的压缩空气通过拉瓦尔喷管加速成超音速气流，利用其产生的巨大动能，带动物料作高速运动，使粉体颗粒获得足够的粉碎碰撞能量，引起固体颗粒之间发生激烈的撞击和摩擦，以达到粉碎的目的。

经粉碎的颗粒被尾气气流带出，到达分级区，按气流分级的原理，分为粒度范围不同的粉体产品，最终由收集器收集。对于没有达到细度要求的物料，再回到粉碎室继续粉碎，直到粉碎至所需粒度并被收集为止。其工艺流程为：压缩空气→冷却降温→干燥→过滤净化→储气→制品→除尘→分级→粉碎→进料。由于粉碎过程是依靠粉体间的相互碰撞来实现的，所以粉碎过程几乎不发生磨损和由此而产生的杂质混入，可以根据待粉碎物料选择衬里物质，即使陶瓷之类坚硬的物料也可实现超细粉碎。从喷管喷出的高速气流在绝热膨胀过程中会引起温度下降，因此适应对热敏性物料粉碎，而且若采用 N_2 、 CO_2 等气体时，可进行特殊场合下惰性气氛中的粉碎。此外，该法所得的产品具有粒度细（可达几微米）、产品粒度分布窄、颗粒表面光滑（近于球形）、纯度高和活性大等优点。由于机械式粉碎机已不能完全满足人们对超细粉体物料越来越高的要求，加之其噪音及粉尘污染的严重性。近十年来，气流粉碎设备的应用量逐年增加，并在生产超细微粉方面有取代机械式粉碎机的趋势。目前，日本日曹公司生产的 U. Mizer 型超音速气流磨，其超声型缩扩喷嘴喷出的气流速度可达 2.5Ma 以上。国内四川空气动力技术开发高速部（原中国空气动力技术开发中心高速部）1985 年研制出超声速喷射式超微细粉碎与分级装置，至今已开发出 CP 系列 10 个型号超声速超微气流粉碎分级机，填补了国内空白。中国科学院三环粉体高技术公司 1991 年也研制成功 QLM-200 型对撞式闭环式全自动气流粉碎机，近几年又相继推出实验室用 QLM-100 型的年产 1000t 的 QLM-630 型气流磨，结束了我国粉碎装置依靠进口的局面。由于机械式粉碎机占我国微细粉制备行业所用物理粉碎设备的 95% 以上，所以超音速气流粉碎分级技术的应用推广是很有意义的。

气流粉碎的粉碎效果包括产品粒度、粒度分布、生产能力和能量利用率等。影响产品粒度的因素很多，除了粉碎机自身的结构、物料可粉碎性参数外，还与操作因素有关。对于一定的粉碎机和工质来说，粉碎效果是通过调节工质的压强

和加料的速度来改变的。

加料速度是气流粉碎的一个重要的参数，对于不同的气流粉碎机，有不同的最佳加料速度，对于不同的工质，也有不同的最佳加料速度。

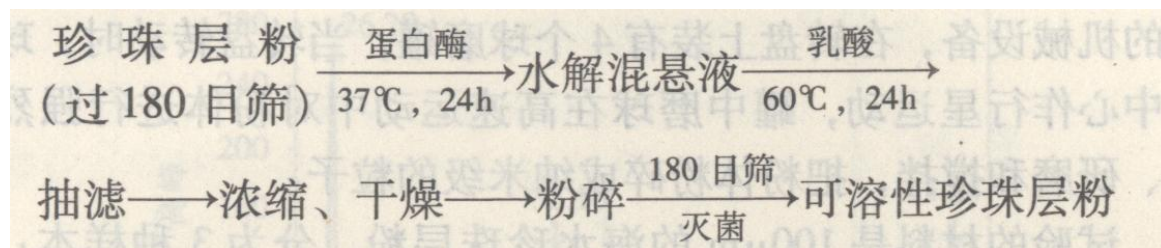
对于特定结构的气流粉碎机，随着压力的增大，产品粒度变细，但气流粉碎存在粉碎极限，即过高的粉碎压力带来的能耗的增加难以从产品粒度的进一步变细中得到补偿，所以应在产品粒度满足要求和经济上可行的情况下，选择合适的压力。

气流粉碎系统中能量要经过多次转换才用于粉碎，所以要减少工质输送过程中能量的损失，增加原料的处理量，可降低单位产品的能耗成本。

(三) 可溶性珍珠层粉的制备

为充分发挥珍珠的美容保健药用材料，将珍珠层粉通过酶水解等处理，获得可溶性珍珠层粉，可大大提高其吸收利用率。

1. 制备工艺



2. 操作要点

(1) 称取 1.0kg 过 180 目筛的珍珠层粉，加 1000ml 蒸馏水，加 5.0g 蛋白酶，37°C 恒温 24h，充分水解，95°C 加热 15min 灭活酶。

(2) 在不断搅拌下，缓缓加入乳酸于蛋白酶水解混悬液中，充分反应，抽滤，浓缩至 500ml，冷却结晶、干燥、粉碎即得可溶性珍珠层粉。

可溶性珍珠层粉为白色粉末，能充分溶于热水或冷水中，珍珠中的多种营养物质能被人体充分吸收，故能最大限度发挥其保健药用作用。

(四) 纳米珍珠层粉的制备

随着纳米科技的发展，纳米物质所表现出来的一些新异特性深深地吸引着人们，如表面效应、小尺寸效应、量子尺寸效应以及宏观量子隧道效应等，这些特征打破了人们对许多材料的传统应用观念。一般所说的纳米材料，作为一种材料的定义是把纳米颗粒限制到 $1\sim 100\text{nm}$ 的范围，珍珠层粉的纳米化是指珍珠层粉中粉体颗粒粒径达到 100nm 以下的工艺过程。湛江海洋大学早在2001年开展了珍珠层粉纳米化的科学试验，以下是纳米珍珠层粉的制备工艺及其表征方法的报道：

纳米粉体的制备方法可简单地分为物理制备方法、化学制备方法、物理化学方法。而海水珍珠层粉的纳米化不宜用化学方法，否则，补充实验材料和添加剂有可能改变珍珠层的成分，笔者采用机械的球磨方法制备纳米海水珍珠层粉。

制备的设备是QM系列行星式球磨机，它是混合、细磨和撞击的机械设备，在转盘上装有4个球磨罐，当转盘转动时，球磨罐中心作行星运动，罐中磨球在高速运动中对粉体进行强烈撞击、研磨和搅拌，把粉体粉碎成纳米级的粒子。

试验的材料是 $100\ \mu\text{m}$ 的海水珍珠层粉，分为3种样本：样本1，经球磨机干磨6h后所得；样本2，经球磨机湿磨6h后烘干所得；样本3，经球磨机湿磨8h后烘干所得。

采用料球比为1:15，料球的体积占玛瑙罐的 $\frac{3}{5}$ ，球采用 10mm 直径的玛瑙球，转速在 $380\text{r}/\text{min}$ ，工作时间分别为6h、8h，粉料采用干料、湿料两种。当研磨时间结束、自然降温后即取样。

1. X射线衍射分析

(1) 条件 采用x射线衍射分析，条件为：Cu—Ka，电压 36kV ，电流 20mA ，分析测试数据如图9~11。

(2) 数据计算 采用近似函数方法即谢乐公式计算以前，作以下统一约定：

①忽略微观畸变应力引起的谱线之形增宽的影响；

②实验仪器对谱线增宽约定为 0.12° ；

③假定晶体的形状都可按立方体处理， $K=0.89$ 。

选定具有完整性和典型性的（图 9、图 10、图 11）三处晶面的峰形参数作计算数据，按图 9 中的晶面角（26.20）、（33.10）、（45.85）的衍射峰，利用 Scherrer 公式计算出纳米海水珍珠层粉（样本 1）的平均粒度为 52nm；按图 10 中的晶面角（26.20）、（33.15）、（45.90）的衍射峰，利用 Scherrer 公式计算出纳米海水珍珠层粉（样本 2）的平均粒度为 50nm；按图 11 中的晶面角（26.15）、（33.10）、（45.80）的衍射峰，利用 Scherrer 公式计算出纳米海水珍珠层粉（样本 3）的平均粒度为 49nm。

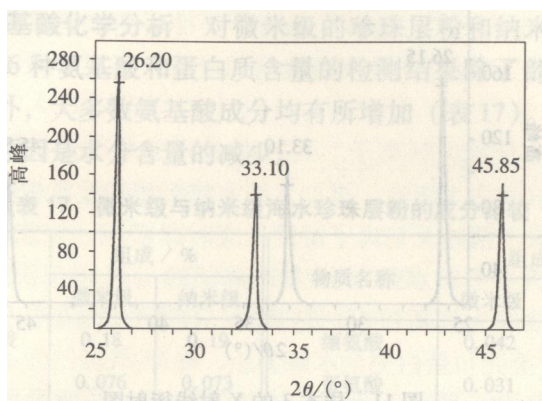


图 9 样本 1 的 X 射线衍射图

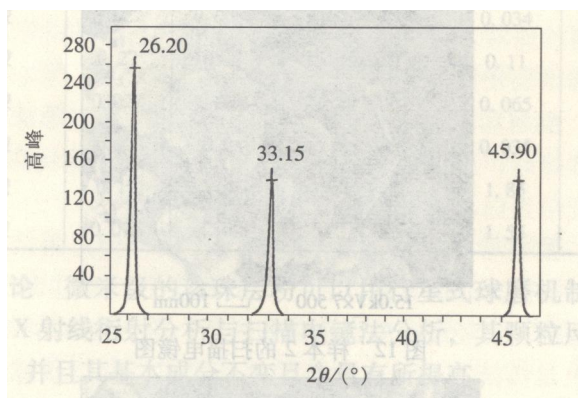


图 10 样本 2 的 X 射线衍射图

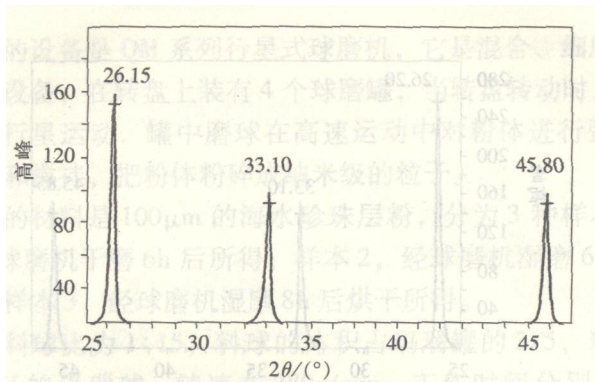


图 11 样本 3 的 X 射线衍射图

(3)测试分析结果 x 射线衍射分析结果表明，所选样品主要为灰石相。平均粒度分别为：样品 1 为 52nm，样品 2 为 50nm，样品 3 为 49nm。

2. 扫描电镜观察与照相 先将样品用超声波进行解离,对于样品 2 和样品 3, 分别采用放大倍数为 7500 倍和 15000 倍的扫描电镜观察并照相 (图 12、图 13)。结果表明，样品中的文石颗粒，主要粒径为 (50 ± 2) nm。与 Scherrer 公式计算的对应结果基本一致。

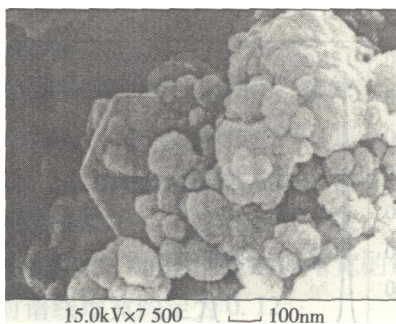


图 12 样本 2 的扫描电镜图

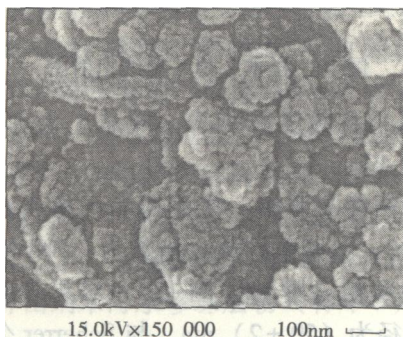


图 13 样本 3 的扫描电镜图

3. 氨基酸化学分析对微米级的珍珠层粉和纳米珍珠粉取样检测，16种氨基酸和蛋白质含量的检测结果除了部分氨基酸成分降低外，大多数氨基酸成分均有所增加（表17）。其成分微小变化的原因是水分含量的减少。

表17 微米级与纳米级海水珍珠层粉的成分比较

物质名称	组成 / %		物质名称	组成 / %	
	微米级	纳米级		微米级	纳米级
天门冬氨酸	0.18	0.19	缬氨酸	0.042	0.031
谷氨酸	0.076	0.073	蛋氨酸	0.031	0.018
丝氨酸	0.067	0.048	苯丙氨酸	0.056	0.033
组氨酸	0.022	0.0095	异亮氨酸	0.034	0.022
甘氨酸	0.27	0.19	亮氨酸	0.11	0.066
苏氨酸	0.027	0.016	赖氨酸	0.065	0.031
丙氨酸	0.27	0.24	脯氨酸	0.035	0.029
精氨酸	0.12	0.092	蛋白质	1.85	0.72
酪氨酸	0.077	0.048	水分	1.55	4.5

4. 结论微米级的珍珠层粉可以用行星式球磨机制备成纳米粉，经X射线衍射分析与扫描电镜法分析，其颗粒尺寸约为 $50\pm 2\text{nm}$ ，并且其基本成分不变且含量有所提高。

二、珍珠水解液的制备

固态珍珠层粉可直接添加到化妆品载体中，尽管使用方便，但相对说来，固态珍珠层粉人体不易吸收，即使粉碎成极细的颗粒，人体吸收率仅为29%左右，而经水解或酶解后，人体吸收率可在95%以上。

1. 珍珠层粉的水解 珍珠水解选择的酸很重要，不管是哪一类酸，其反应机制都是一样的，其工艺过程为：

(1) 加酸溶解 把加工过的珍珠粉用纯水调成糊状，再缓缓加入盐酸（乳酸），

并不断地均匀搅拌，直至珍珠粉全部溶解为止。

(2) 水洗除去钙离子 经过酸处理的珍珠液静置，待沉淀分层后，虹吸去上清液，再加入纯水将沉淀物反复洗数次，经草酸测定如果上清液无钙离子沉淀反应时即可。

(3) 壳角蛋白水解 除去钙离子的母液用布氏漏斗抽滤，得胶状物质即为壳角蛋白，它需加一定量的酸用沸水回流水解 24~30h，至壳角蛋白完全水解为止，冷却。

(4) 驱酸、脱色 水解珍珠液还必须加热驱除所含的氯化氢气体；再用活性炭脱色，得到的无色或略带黄色具有氨基酸香味的水解珍珠液。

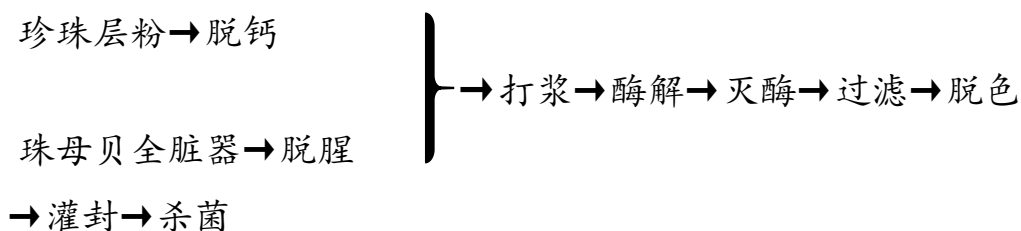
2. 珍珠层粉的酶解

(1) 酶解珍珠工艺过程，前半部分与酸水解珍珠一样，经过选择预处理，加工成珍珠粉，加酸溶解，水洗除钙离子，过滤转变成壳角蛋白。

(2) 酶解珍珠首选的酶制剂为蛋白酶。壳角蛋白加入酶制剂于恒温搅拌反应装置内，在一定的温度下，经过 5h 左右即转变为氨基酸，再经过灭酶、杀菌和脱色，得到酶解珍珠液。

以上是传统的珍珠水解液的生产工艺，是以珍珠层粉为原料，经“脱钙→洗涤→过滤→浓酸水解→驱酸→浓缩→脱色”等工序而成。这一传统工艺存在如下缺点：珍珠层粉经脱钙后所得的壳角蛋白的含量极少，仅占原料的 3%~4%，浓酸高温长时间水解可致原料中的有效活性成分受破坏；在生产上，酸法水解对设备腐蚀性大、污染环境，且能耗大。有鉴于此，吴红棉等对珍珠水解液的生产工艺作了两点改进：①在以珍珠层粉为原料的同时，加入部分珠母贝的全脏器为原料，珠母贝全脏器除含有丰富的蛋白质外，作为孕育珍珠的母体，必然含有珍珠的有效活性成分；②以条件温和的双酶水解法取代了传统的酸解法，从而在很大程度上保留了原料中的有效活性成分。

改进的工艺流程为：



壳角蛋白的酶解：用醋酸作软化预处理，然后用木瓜蛋白酶与胰蛋白酶作双酶，可使壳角蛋白得到较程度的水解。

酶解条件的选择：

①酶的用量以 1.5% 为佳，超过此用量酶解效果并无明显的增加。

②固形物的最适浓度为 10%。固形物含量低时，酶与基质接触少，水解程度低；固形物含量过高时，液体黏度增大，也会影响到酶与基质的相互作用，使水解程度降低。

③酶解的最适温度为 50℃，温度达 55℃ 时酶活性有降低的趋势。

④酶解反应的最适时间为 5~6h，超过 6h 酶解程度并无提高，且时间过长水解液会变质。

水解液脱色的工艺条件：用活性炭、硅藻土等吸附剂，脱色效果较好，吸附脱色剂的最适用量为 1.5%~2.0%。脱色时水解液 pH 以 6.5~7.5 时脱色效果好。

上述工艺在生产上的应用具有成本低、生产周期短、设备使用寿命长和能耗低等传统工艺无法比拟的优点。

三、珍珠深加工产品的应用

珍珠层一般由方解石或文石等 CaCO_3 矿物（无机相）和少量有机质组成。有机质的总含量约为 1.2%~3.3%，可分为水可溶有机质 (SM) 和水不可溶有机质 (IM)，其中水可溶有机质 (SM) 含量少，约占 0.03%~0.5%。珍珠层中的 SM 为糖蛋白、磷蛋白及一些简单蛋白质组成的异相混合物，此外还含有磷酸盐、硫酸盐和碳水化合物。珍珠层中的 IM 相对分子量大得多，且即使在强酸强碱的作用下也

不会完全溶解，据现有研究结果，一般认为 IM 主要由蛋白质和少量碳水化合物（几丁质）组成。还有极微量的有机小分子——类胡萝卜素。关于珍珠中的有效活性成分，不同的学者有不同的看法：陈贵卿(1993)认为珍珠的药用有效成分是珍珠中蛋白质水解的氨基酸、微量元素、牛磺酸及钙离子的综合效果；王文瑛等(1986)认为微量元素是珍珠药用的活性成分；王顺年(1985)、龚由彬等(1994)认为牛磺酸是珍珠中的有效活性成分；张元培等(1996)认为珍珠中三种起药物作用的有效成分为 α -珍珠素（活性珍珠钙）、 β -珍珠素（微量元素）及 γ -珍珠素（氨基酸）等。概括起来，珍珠的各种传统的有效活性成分有水解氨基酸、微量元素、牛磺酸及钙离子。

珍珠的抗衰老的功能已经过临床实验，此外，珍珠层具有抗氧化作用及其清除活性氧自由基的能力(高秋华，1999；李端，1996)，其功能与类胡萝卜素相似。张刚生认为，珍珠抗衰老的药用有效成分可能为其中的类胡萝卜素。

衰老的重要机能之一是由于自由基对生物组织分子的破坏，而类胡萝卜素可清除众多组织中有破坏作用的自由基。

类胡萝卜素抗氧化剂与组织内的各种其他保护性酶协调作用共同清除组织中的过量自由基，此外，珍珠中的类胡萝卜素有可能对组织中的其他保护性酶起保护作用，使它们清除自由基的活性提高，进而起到延缓衰老的作用。

（一）在化妆品中的应用

首先，制备纳米海水珍珠美容面膜。这种面膜（粉体）具有优异的吸收性、遮盖力、伸展力和附着力，能增强皮肤细胞新陈代谢能力，使皮肤细腻光滑，美白自然。这种新型美容面膜近来推入市场，深受欢迎。

1. 原料 一般而言，美容面膜（粉体）由功效粉体和充填粉体两部分组成。纳米海水珍珠美容面膜的功效粉体为纳米海水珍珠层粉，平均粒度达到纳米级，具有高比表面积和高活性等特点，其有益成分轻松穿透皮肤三层——表皮、真皮、

皮下组织的细胞间隙（皮肤细胞间隙为 50~60nm），到达皮肤深层，综合吸收率全面提高，有效抑制和调节皮肤异常分泌过盛的代谢、毛孔污物，滋润、营养皮肤，增强皮肤细胞新陈代谢能力，促进表皮细胞再生，减少细小皱纹，延缓皮肤衰老。

纳米海水珍珠美容面膜的充填粉体为高岭土、滑石粉、熟石膏粉和钛白粉。其作用为功效粉体的稀释剂，用于调节色调，同时赋予面膜的扩展性，增强遮盖力和附着力，对皮肤的汗液和皮脂有吸收性。以上性能与充填粉体的矿物组成、晶体结构紧密相连，下面简述它们之间的关系。

高岭土主要由小于 $2\mu\text{m}$ 的微小片状或管状高岭石族矿物组成。高岭石族矿物共有高岭石、地开石、珍珠石、0.7nm 埃洛石、1.0nm 埃洛石等五种，属 1:1 型层状硅酸盐（图 14）。即一个 SiO_4 四面体与一个 $\text{AlO}_2(\text{OH})_4$ 八面体层连接而成，层间为氢氧键连接。其基本结构单元沿晶体 C 轴方向重复堆叠组成高岭石晶体，相邻的结构单元层通过铝氧八面体的 OH 与相邻硅氧四面体的 O 以氢键相联系，晶体常呈假六方片状，易沿 {001} 方向裂解为小的薄片。质纯的高岭土具有白度高、质软，易分散悬浮于水中，莫氏硬度为 2.0~3.5，良好的可塑性和高的黏结性，较好的伸展力和吸收性。

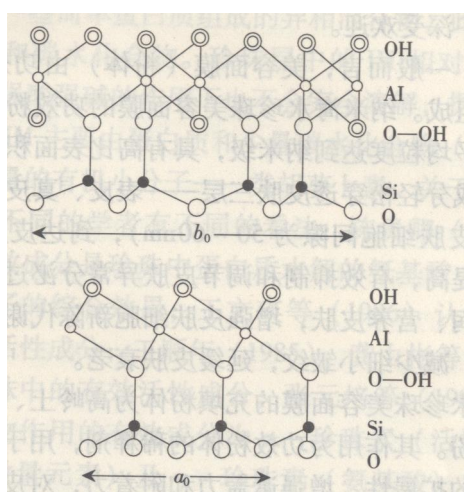


图 14 高岭石的晶体结构（高岭石沿 a 轴和 b 轴方向上的投影）

滑石 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ，是层状硅酸盐，晶体结构与高岭石相近，极易沿 {001} 方向裂解为小的薄片，莫氏硬度为 1，富有滑腻感，有良好的润滑性能。所用微米级滑石粉具有良好的吸附性（吸油量可达 49%~51%）和覆盖性，可以严密均匀地覆盖皮肤，滑石粉的伸展力最好。

熟石膏是用天然二水石膏经过一定的加热煅烧，使二水石膏脱水分解，得到以半水石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$) 为主要成分的产品。其分子结构紧密，粉体幼滑，表面光洁。溶于水后具有很强的可塑性，易于成型，不易散妆，具有良好的附着力。

钛白粉是一种具有许多优异特性的白色颜料，是用金红石、锐钛矿经硫酸法或氯化法生产的。金红石和锐钛矿中 Ti-O 化学键键能强，沿一定方向紧密堆积，晶体呈金刚光泽，硬度高 (6)，密度大 ($4.2 \sim 4.3 \text{g/cm}^3$)。所用超细粒钛白粉具有折射率高、白度高、亮度高和遮盖能力强等特性，较好地遮盖肌肤的色斑和不良的肤色。

此外，在原料中添加微量植物香精，可散发出百花芬芳的香气，给人以清新、爽快之感。

2. 制备工艺

(1) 将上述原料，即纳米海水珍珠层粉、高岭土、滑石粉、熟石膏粉和钛白粉按一定比例均匀混合；然后在 $140 \sim 150^\circ\text{C}$ 温度下持续 3h 进行杀菌消毒；接着冷却至室温，喷洒微量植物香精；经过检验，符合有关质量标准后进行包装。经检验机构检测，产品各项性能符合国家及行业有关标准。

(2) 把一定量的珍珠水解液添加到护肤类化妆品中，如膏霜、乳液和洗面奶等，能有效护理营养皮肤，防止皮肤老化，起到嫩肤、柔肤的作用。因珍珠含有 20 多种氨基酸，是细胞赖以生存并使细胞具有无穷生命力的物质。多种氨基酸可由肽键结合形成的多肽类物质，从而刺激蛋白质等大分子的生成合成，促使表皮

组织上皮细胞、角质细胞等多种细胞的增殖生长、分裂，重组皮肤内层，从而促进了皮肤的新陈代谢，促使细胞对营养更快的吸收。而且，珍珠所含的角质蛋白能和角质细胞的脂质共同构成保护天然保湿因子的细胞膜，很好地防止天然保湿因子的流失，也适当控制了水分从皮肤向外扩散，从而使角质层在一定时间内保持着一定的含水量。另外，珍珠中所含的多种微量元素可透过表层细胞的间隙和腺体被真皮吸收，从而起到了改善肌肤营养及循环，调节皮肤酸碱度和增强皮肤细胞弹性等作用。珍珠中的碱性磷盐有增加人体表皮细胞力的作用，对防止细胞衰老和变坏具有独特的效果。由于珍珠中其他有效物质的渗透，加强了酪氨酸活性的调节和控制，减缓了酪氨酸的转变及氧化，同时也调节了机体内分泌功能，使黑色素沉着得到改善，起到美白和祛斑效果。

(3) 添加一定量的超微细珍珠层粉到粉底、粉饼中，可制得珍珠类彩妆化妆品。可以抑制皮肤过多油脂的分泌、养颜美白，还特别能使颜面呈现一种玲珑鲜艳的色泽，让使用者更加生动美丽，这除了光的吸收、光的反射外，还基于光的干涉原理。当光线投射到含有粉体薄膜的脸上时，由于珍珠层粉中微小颗粒的缘故，会从薄膜表面和里面反射出两条光波的光线，再次在薄膜表面融合补强生成新的波长，形成新的光线，从而使膜面产生动人的光彩。珍珠层粉也可添加到唇膏中，它可防止嘴唇干燥、避免唇纹粗糙、令嘴唇保持光滑和弹性，在一定程度上也起到了消炎抗菌作用。

其他方面，珍珠也可以以一定的形式、一定的添加量添加到毛发类化妆品中。因毛发是一种蛋白质形成体，含 20 多种氨基酸成分和丰富微量元素，珍珠的活性成分可起到维护毛发健康、防止毛发脱落的作用。又因珍珠中含有微量元素铜，这对改善毛发质量也可起到很大的帮助。

以下是珍珠在化妆品中应用的配方实例：

【配方 1】 纳米珍珠美容面膜

组分	W/%
纳米珍珠层粉	10
滑石粉	12
熟石膏粉	12
高岭土粉	20
钛白粉	3
香精	少量

【配方 2】 珍珠美白润肤霜

组分	W/%
十六烷基聚氧乙烯醚	1.0
硬脂酸甘油酯	1.0
十六醇	5.0
角鲨烷	10.0
异十六烷基肉豆蔻酸酯	5.0
霍霍巴油	1.0
聚二甲基硅氧烷	0.2
维生素 E	0.1
尼泊金丙酯	少量
汉生胶	0.1
丁二醇	5.0
柠檬酸	0.1
柠檬酸钠	0.4
珍珠水解液	6.0
水	至 100

【配方 3】 珍珠养颜粉饼

组分	W/%
SiO ₂ 薄片	45.00
TiO ₂ 精制颗粒	8.00
氧化锌	2.00
滑石	10.00
丝云母	10.00
精制珍珠层粉	10.00
氧化铁红	1.00
氧化铁黄	3.00
群青	1.00
尼泊金甲酯	0.20
液体石蜡	5.00
角鲨烷	4.80

【配方 4】 珍珠洗发露

组分	W/%
月桂醇醚硫酸钠	20.00
甜菜碱	6.00
6501	2.50
ZPT	1.00
珍珠酶解液	10.00
季铵盐 80	0.30
瓜尔胶	0.40
十六烷基二甲基硅氧烷共聚物	0.60

泛醇	1.00
十六醇、十八醇	0.70
柠檬酸	适量
防腐剂	适量
氢氧化钠	适量
香精	适量
去离子水	至 100

【配方 5】 珍珠养颜洗面奶

组分	W/%
硬脂酸	1.00
甘油单硬脂酸酯	1.00
十六醇	5.00
卡波树脂 940	0.30
白矿油	4.00
二甲基硅油	2.00
维生素 E	0.50
珍珠酶解液	8.00
中草药提取液	5.00
甘油	6.00
三乙醇胺	0.30
防腐剂	适量
香精	适量
去离子水	至 100

(二) 在医药保健品中的应用

珍珠是一种传统的中药材，它的医疗保健作用更不容忽视。珍珠作为药品，自 20 世纪 90 年代中期开始，以珍珠入药的新药每年均以十多个的数量递增，仅 1998 年部颁标准就新增了 21 个以珍珠为主药的成方。在 2000 版药典中，仅新增的十多个藏药中，就有一半以上的成药中使用了珍珠，珍珠成药从 20 世纪 60 年代的 20 余种发展到现在已有近 200 种。传统中药认为：珍珠性味甘、咸和寒，有安神定悸、清热益阴和收口生肌等功能，它对内科、外科、儿科、眼科和妇科的某些疾病具有特殊的疗效。经现代医学及临床试用结果证明，长期服用珍珠粉能增强脱碘酶活性、增加促卵细胞成熟素和睾酮的分泌，使血雌二醇 / 睾酮值显著降低，睾酮 / 促黄体素显著上升，改变了血雌二醇、睾酮与促卵细胞成熟素的相关性，对垂体一性腺功能有明显影响，从而起到了增强记忆力、改善食欲和调节植物神经功能、延缓衰老等作用。珍珠对人体细胞还具有修复和再生作用，它能促使人体胶原细胞增长，而胶原细胞又能及时有效地填充空隙、粘连裂痕，把创面修补起来，促使肌体再生；珍珠所含有的蛋白质成分也可以在溃疡处形成保护面，使溃疡得以修复，所以内服外用珍珠粉对于治疗目赤翳障、湿疹、疮疖和消化性溃疡以及外用对单纯性中轻度宫颈糜烂、下肢溃疡等都有很好的疗效。另外，中医认为服用珍珠粉对医治神经衰弱、长期失眠有明显功效，对高血压患者有一定的降压作用，亦可改善缺铁性贫血症状，预防心血管疾病，改善心脏功能。难得的是，珍珠中所含的锶、硒物质还是少见的抗癌物质，它们能使人体血液干扰素增量，还能降低癌细胞电子电位，使其分裂增殖机能产生变化，从而抑制了癌细胞增生。

值得重视的是，因珍珠富含氨基酸及微量元素，还含有大量的钙、磷等，近年来它作为营养保健品亦同样受到了人们的青睐。现在，珍珠是卫生部批准的 20 余种可作为食品新资源使用的物质之一，使得珍珠在原有保健品基础上使用范围更加广泛。