

国家自然科学基金资助课题
广东省自然科学基金资助课题

珍珠与贝类的 晶体结构和应用探索

陈俊豪 陈贵卿◎著



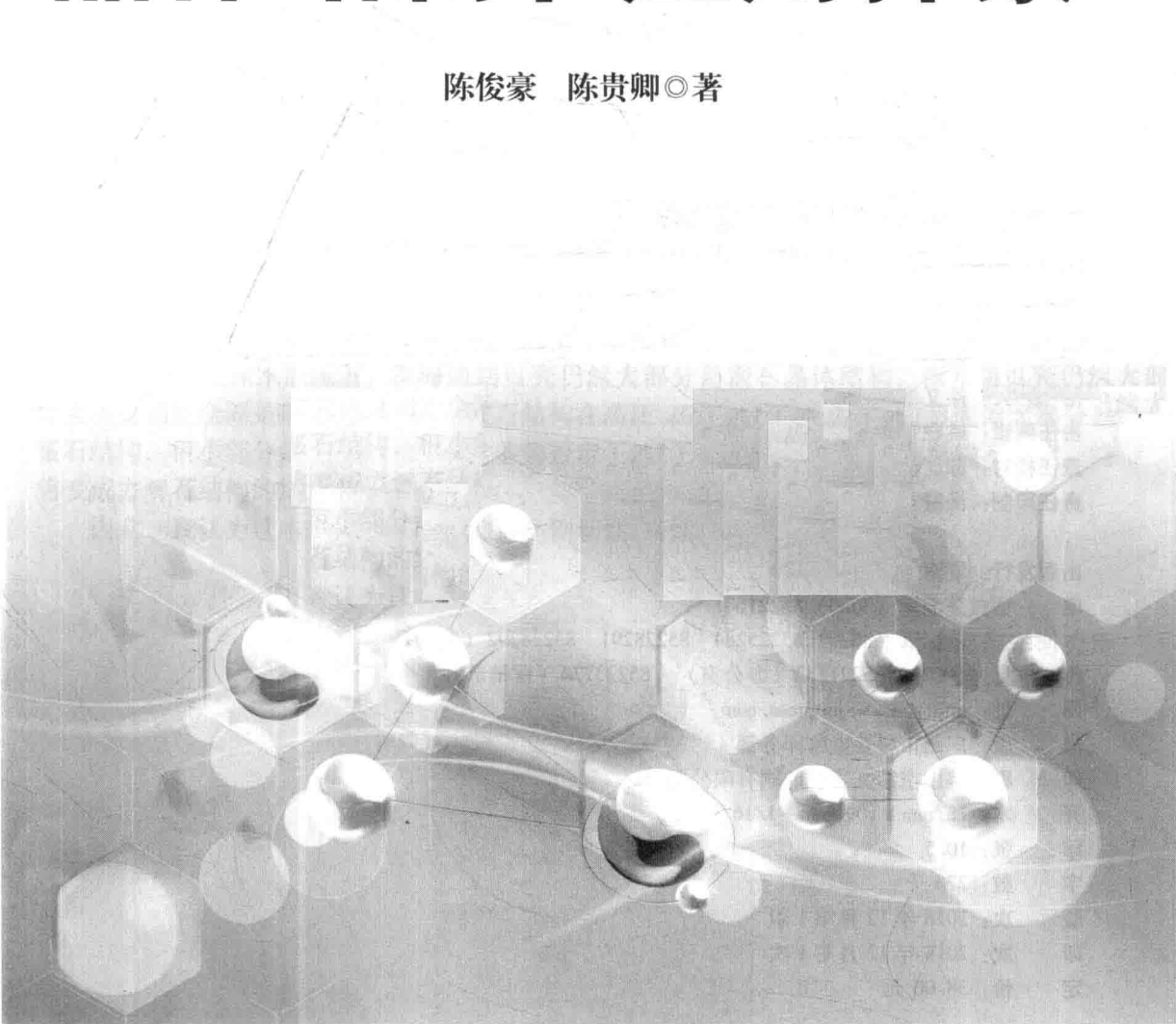
暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

国家自然科学基金资助课题

广东省自然科学基金资助课题

珍珠与贝类的 晶体结构和应用探索

陈俊豪 陈贵卿◎著



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

珍珠与贝类的晶体结构和应用探索/陈俊豪, 陈贵卿著. —广州: 暨南大学出版社, 2018. 12

ISBN 978 - 7 - 5668 - 2277 - 2

I. ①珍… II. ①陈…②陈… III. ①珍珠贝科—晶体结构测定 IV. ①Q959.215.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 299433 号

珍珠与贝类的晶体结构和应用探索

ZHENZHU YU BEILEI DE JINGTI JIEGOU HE YINGYONG TANSUO

著 者: 陈俊豪 陈贵卿

出 版 人: 徐义雄

责任编辑: 姚晓莉

责任校对: 苏 洁

责任印制: 汤慧君 周一丹

出版发行: 暨南大学出版社 (510630)

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

网 址: <http://www.jnupress.com>

排 版: 广州市科普电脑印务部

印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 10.5

字 数: 276 千

版 次: 2018 年 12 月第 1 版

印 次: 2018 年 12 月第 1 次

定 价: 38.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

序 一

我国现代的贝类科学研究是从20世纪贝类学的创始者和奠基人张玺教授（1897—1967年）开始的，至今已有80多年的历史了。可是在长期的工作中，缺少贝壳结晶学（Crystallography）的实验研究，只能引用外国学者的论述。到了20世纪80年代，才有陈俊豪、陈贵卿两位同志开始在珍珠贝类的研究中填补这一科学空白。

贝壳是由贝类的外套膜分泌生成的，一般由壳皮（角质层）、棱柱层和珍珠层构成，但因种类不同和器官差异而不完全相同。陈俊豪、陈贵卿两位同志的研究成果主要有：

（1）国内权威教科书《贝类学纲要》和所有资料，均认为贝类贝壳的珍珠层是霏石（aragonite）结构，棱柱层为方解石（calcite）结构，角质层仅由贝壳素（conchiolin）构成。但陈俊豪、陈贵卿的研究证明贝壳珍珠层绝大部分是霏石结构；棱柱层大部分不是方解石结构，而是霏石结构；角质层不仅含贝壳素，还含有许多方解石结构或霏石结构。

（2）否定了日本小林新二郎、渡部哲光1959年《珍珠の研究》中关于棱柱层珍珠（无光泽海水珍珠）是方解石结构的结论。

（3）发现牡蛎珍珠和牡蛎壳不具有霏石晶体结构，而是方解石结构和稀少的方解石—Ⅲ结构。发现珊瑚完全是霏石结构，这一点至今未见有前人报道。

（4）发现在深水高压下，深海团结贝壳仍然大部分是霏石晶体结构，深水生活的鹦鹉螺壳从里到外全部是霏石结构，说明霏石结构在高压下是稳定的；并发现古贝壳绝大部分是霏石结构，很小部分是方解石结构。这些都否定了地质结晶学认为霏石晶体结构不稳定，终将变成方解石结构的结论。

因此，我认为这本著作具有一定的科学创新性，愿与大家共同分享！

谢玉坎

中国科学院南海海洋研究所

2017年11月

序 二

由不同学科相结合所形成的边沿科学历来是研究工作的新生长点，物理学与生物学的结合便是这样的领域之一。陈俊豪和陈贵卿两位同志应用物理化学的方法，特别是采用 X - 射线粉末衍射的晶体结构分析方法研究珍珠和贝类，获得了一些有意义的新成果：

(1) 发现国家药典关于药用珍珠的鉴别方法是错误的。药典鉴别珍珠的方法是向珍珠粉末中加稀盐酸，产生大量气泡，滤过，滤液显钙盐的鉴别反应。这种方法无法将珍珠与其他物质如石灰、大理石、蛋壳等区别开。作者采用 X - 射线粉末衍射的晶体结构分析方法来鉴别珍珠和珍珠层粉，通过呈现的强烈的霏石标识谱线来判断。

(2) 否定了地质结晶学认为霏石晶体结构不稳定，终将成为方解石结构的结论。

①在深水高压下，深海团结贝壳大部分依然是霏石晶体结构，鸚鵡螺壳从里到外全部是霏石结构，说明霏石结构在高压下是稳定的。

②从古贝壳的 X - 射线粉末衍射结果看，古贝壳绝大部分是碳酸钙的霏石结构，晶格常数和晶胞体积与现代贝壳并没有什么差异，方解石结构含量极少，霏石结构并不因为年代久远而变成方解石结构。

③我国西藏、台湾省的澎湖群岛和意大利的西西里岛出产的文石宝石（主要是霏石结构）经历亿万年至今依然存在，就是霏石结构稳定的明证。

(3) 指出现有的“酸水解”理论的缺陷，并建立新的酸水解公式，从而解决了水解方法的关键问题——用酸量的计算。

(4) 发现了采用柠檬酸和草酸水解的明显优势。

(5) 探讨并解决了调味品和氨基酸产品的沉淀机理问题；解决了盐酸水解生产氨基酸存在的所有问题，提供了氨基酸生产新技术！

(6) 发现了海产品去除腥味的办法：将产品 pH 值调节到 4.4 ~ 4.6 的偏酸状态即可消除腥味。

我认为这本著作有创新内容，值得与读者共同分享！

王佩璇
北京科技大学
2017 年 11 月

前言

1978年我们从下放的工厂调入中科院南海海洋研究所，有幸拜访了国内外闻名的珍珠专家——谢玉坎、林碧萍伉俪。言及他的老师，我国生物学界泰斗童第周教授曾说：“只要将普通的物理学或化学知识运用到生物学研究，就是一流的成绩。”这句话留给我们很深刻的印象，令我们久久难以忘怀，指导了我们后半生的研究道路。

1980年，我的大学授课老师——国内外著名的结晶学家余瑞璜院士到暨南大学当校长顾问，指名调我们当助手。三年后余教授已近八旬，不再到暨南大学兼职，我们只能自立门户。

此时想起谢玉坎研究员的话，决心运用结晶学研究珍珠及有关课题。恰好国家成立了自然科学基金委员会，扶持自然科学研究。陈贵卿回访母校南京大学物理系，承蒙老师魏荣爵院士和冯端院士的指教。1984年我们向国家自然科学基金委员会申报项目“文石晶体的人工生长和珍珠的人工研制”，1985年获准资助4万元（批准号85084）。1987年我们向广东省自然科学基金委员会申报项目“碳酸钙同质异构体的相变及冰洲石的人工生长”，1988年获准资助1万元。1988年我们向国家自然科学基金委员会申报项目“人造珠核和艺术形像珍珠的结构和成像机理研究”，1989年获准资助5万元（批准号890xx）。这一下既解决了研究课题问题，又解决了科研经费问题，能够完成这一系列的研究，完全受惠于国家自然科学基金委员会！

我国现代贝类科学研究是从20世纪贝类学的创始者和奠基人张玺教授（1897—1967年）开始的，至今已有80多年的历史了。可是从前长期的工作中缺少贝壳结晶学（Crystallography）的实验研究，只能引用外国学者的论述，因为从事珍珠和贝类研究的只有生物和养殖专业的人员。到了20世纪80年代，从事物理结晶学专业的我们，才开始在珍珠贝类的研究中填补这一科学空白，获得一些新的成果：

（1）发现国家药典关于药用珍珠的鉴别方法是错误的。药典鉴别珍珠的方法是取珍珠粉末，加稀盐酸，即产生大量气泡，滤过，滤液显钙盐的鉴别反应。但是石灰、大理石和蛋壳等加稀盐酸后都会产生二氧化碳气泡，滤液都显钙盐的鉴别反应。我们认为鉴别珍珠和珍珠层粉只能采用X-射线粉末衍射的方法。如果呈现强烈的霏石标识谱线 $d = 0.340\text{nm}$ ， 0.270nm ， 0.198nm ，那就是“珍珠粉”；不出现这些谱线，就不是珍珠粉或珍珠层粉；如果同时还出现方解石谱线 $d = 0.3036\text{nm}$ ，那就是珍珠层粉。该谱线越强珍珠质量越差。

（2）国内权威教科书《贝类学纲要》和所有资料，均认为贝类贝壳的珍珠层是霏石结构，棱柱层为方解石结构，角质层仅由贝壳素构成。这成为国内外生物学界的共识。但我们的研究证明贝壳珍珠层绝大部分是霏石结构；棱柱层绝大部分不是方解石结构，而是霏石结构；角质层不仅含贝壳素，还含有许多方解石结构或霏石结构。

（3）日本小林新二郎、渡部哲光于1959年在《珍珠の研究》中提出棱柱层珍珠（无光泽海水珍珠）是方解石结构，国内外学者从无异议。我们近日将有核棱柱层珍珠作X-射线

粉末衍射,结果全部是霏石谱线,毫无方解石谱线,再次证明了日本和我国生物学界关于棱柱层珍珠的晶体结构理论是错误的。

(4) 发现牡蛎珍珠和牡蛎壳不具有霏石晶体结构,而是方解石结构和稀少的方解石-Ⅲ结构。发现了珊瑚完全是霏石结构。

(5) 否定了地质结晶学认为霏石晶体结构不稳定,终将变成方解石结构的结论。

①在深水高压下,深海团结贝壳大部分依然是霏石晶体结构,鸚鵡螺壳从里到外全部是霏石结构,说明霏石结构在高压下是稳定的。

②从古贝壳的X-射线粉末衍射结果来看,绝大部分是碳酸钙的霏石结构,晶格常数和晶胞体积与现代贝壳并没有什么差异,方解石结构含量极少,霏石结构并不因为年代久远而变成方解石结构。

③我国西藏、台湾省的澎湖群岛和意大利的西西里岛出产的文石宝石(主要是霏石结构)历经亿万年至今依然存在,就是霏石结构稳定的明证。

④大蚬壳珍珠层和棱柱层在地里埋藏千百年后霏石结构向更高的结晶程度——“单晶化”发展,使得谱线变强、变少、变窄。其他古贝壳绝大部分谱线完全符合卡片041-1475,甚至比现代贝壳还更少杂质,说明霏石晶粒是越久、越稳定。这进一步推翻了地质结晶学关于霏石晶体结构不稳定,终将变成方解石结构的结论。古贝壳方解石谱线比现代贝壳少,很可能是因为方解石结构不稳定,最终变成了霏石结构。

(6) 破除了“缺乏光泽的物体”就不是霏石结构的概念。例如,贝壳棱柱层和棱柱层珍珠都缺乏光泽,但都是霏石结构,只是因为不具良好的层状结构或层数太少使得它们缺乏珍珠光泽。

(7) 发现现有“酸水解”理论的缺陷,并为此建立新的酸水解公式,从而解决了水解方法的关键问题——用酸量的计算,水解酸重量 = (水解酸分子量/14.0067) × 原料蛋白质含量 × 16% × CC ÷ Y……(I),CC为“双陈水解强化系数”,它与所用水解酸的催化系数有关,与水解对象所含蛋白质数量和类型有关,还与水解温度、时间有关。

(8) 发现采用柠檬酸和草酸水解的巨大优势,探讨并解决了调味液和氨基酸液的沉淀机理以及盐酸水解生产氨基酸存在的所有问题,提供用柠檬酸和草酸水解生产氨基酸的新技术。

(9) 发现海产品去除腥味的办法:将产品pH值调节到4.4~4.6的偏酸状态即可消除腥味。

(10) 发现“双陈风化洞CC”。我们用电子探针探测了4种古贝壳样品,结果发现了许多空洞——“双陈风化洞CC”。我们希望它能够成为古文物检测年代的一点补充技术。

我们如今年逾八旬,愿将几十年的研究成果和资料,无条件、无保留写出来。我们相信,许多老年科技工作者,也有此心愿。这些成果和资料是人民的财富,如果随我们这一代人而去,实在可惜!贡献出来,利国利民!

目 录

序 一	(1)
序 二	(1)
前 言	(1)
第一章 珍 珠	(1)
第一节 珍珠的古今	(1)
一、珍珠史话	(1)
二、现代珍珠养殖	(2)
第二节 珍珠和珍珠光泽的成因	(3)
一、珍珠成因	(3)
二、珍珠光泽成因	(5)
第三节 珍珠的价值和用途	(5)
一、珍珠质量评价	(5)
二、珍珠的用途	(6)
第二章 珍珠贝（蚌）种类、珍珠种类和我国珍珠养殖概况	(10)
第一节 珍珠贝（蚌）种类	(10)
第二节 珍珠种类	(12)
一、按珠母贝（蚌）分类	(12)
二、按生长环境分类	(13)
第三节 我国珍珠养殖概况及养殖场寻访	(13)
一、我国珍珠养殖概况	(13)
二、珍珠养殖场寻访	(15)
第三章 像形珍珠	(17)
第一节 像形珍珠养殖	(17)
一、培育像形珍珠的珍珠贝（蚌）选择	(17)
二、手术时间	(17)
三、手术操作程序	(18)
四、养殖期	(18)
五、成珠的采收	(18)
第二节 像形珍珠珍珠核研制	(18)
一、珠核材料	(19)
二、滑石粉配方	(19)
三、珍珠层粉配方	(19)

四、讨论	(20)
第四章 珍珠、珍珠贝壳和常见贝壳的研究	(21)
第一节 无机成分	(21)
一、X-射线能谱仪(能量色散法——电镜能谱)分析	(22)
二、X-射线光谱仪(波长色散法——电子探针)分析	(23)
三、结果讨论	(24)
第二节 有机成分——氨基酸分析	(25)
一、引用一些实验结果	(25)
二、结果讨论	(26)
第三节 晶体结构	(26)
一、珍珠和珍珠贝壳的晶体结构	(26)
二、牡蛎珍珠和牡蛎壳的晶体结构	(47)
三、珍珠和贝壳的晶体结构类型	(53)
四、特殊条件下的贝壳晶体结构和鱼类、猪骨的晶体结构	(58)
五、应用X-射线探索古贝壳	(62)
六、晶格常数和晶胞体积的计算	(77)
七、结论	(83)
第五章 珍珠和珍珠层粉的鉴别	(87)
第一节 观赏珍珠的常识和鉴别	(87)
一、比重法	(87)
二、金相显微镜法	(88)
三、简单的鉴别方法	(91)
第二节 药用珍珠粉和珍珠层粉的鉴别	(91)
一、市场现状	(91)
二、2005年国家药典对珍珠粉的鉴别	(91)
三、我们鉴别珍珠粉与珍珠层粉的理论根据	(92)
四、我们的鉴别实践	(92)
第三节 珍珠类化妆品的鉴别	(93)
一、实验结果	(94)
二、注意事项	(95)
第六章 珍珠和珍珠层粉的加工研究	(96)
第一节 珍珠的漂白和染色	(96)
一、珍珠漂染使用的材料	(96)
二、漂白条件	(98)
三、珍珠的漂白工序	(98)
四、珍珠的染色程序	(100)
第二节 珍珠药用古今加工方法的比较研究	(101)
一、珍珠的古代处理方法回顾	(101)
二、珍珠的现代处理方法	(102)
第三节 珍珠和珍珠层粉的溶解研究	(102)

一、补钙问题	(102)
二、盐溶解法	(103)
三、酸溶解法——无机钙和有机钙	(103)
第四节 珍珠和珍珠层粉的酸水解研究	(110)
一、珍珠液、珍珠人参液和人体易吸收珍珠粉加工方法	(111)
二、盐酸水解珍珠(层)粉、花粉	(116)
第七章 珍珠贝类、常见贝类和水产品下脚料的开发研究	(120)
第一节 研究领域、资源概况和开发利用探讨	(120)
一、海洋世纪	(120)
二、资源概况	(120)
三、珍珠贝(蚌)和常见贝类、虾类的功能	(121)
四、贝类和水产品开发利用探索	(123)
第二节 柠檬酸、草酸和盐酸水解研究	(124)
一、珍珠贝氨基酸液和珍珠贝人参氨基酸液的生产方法	(124)
二、美鲜扇贝汁生产方法	(129)
三、虾青素对虾汁的生产方法	(131)
四、采用柠檬酸水解马氏珍珠贝肉生产调味液	(135)
五、草酸水解海红(贻贝)	(137)
六、盐酸水解研究	(137)
第三节 珍珠贝氨基酸液、美鲜扇贝汁和虾青素对虾汁主要创新点	(140)
第四节 珍珠贝氨基酸液、美鲜扇贝汁和虾青素对虾汁引用研究内容	(140)
一、采用水产品抗蛋白质冷冻变性剂	(140)
二、酸水解关键难题的探讨和水解酸用量公式的推导	(141)
三、中和	(144)
四、海产品去腥味和 pH 值的调节	(145)
五、产品配方(据陈贵卿、陈俊豪, 2010)	(146)
六、预计产量 V (体积)	(147)
七、产品的过滤问题	(148)
八、产品的沉淀问题	(148)
第五节 规模化生产的探讨	(149)
一、中型厂的厂房、设备和生产流程	(149)
二、大型厂	(152)
参考文献	(153)
致 谢	(155)

第一章 珍珠

珍珠是由外套膜的一部分细胞(上皮细胞)在结缔组织内形成珍珠囊、分泌珍珠质而产生的。在自然条件下,沙粒等外来物质的偶然侵入,给珍珠质分泌组织以有效的刺激,引起该组织的畸形增殖,并在结缔组织内形成珍珠,一天可能涂上好几层珍珠质——霏石结构,因此珍珠具层状结构。

我国权威的教科书《贝类学纲要》认为贝壳的构造一般可以分为3层:外层为角质层,中层为棱柱层,里层为珍珠质层,简称珍珠层,珍珠便是由珍珠层形成的。因此,研究珍珠必须研究珍珠层,研究珍珠层必须研究贝壳。所以,我们将珍珠和贝壳放在一起,仿照上面将贝壳分为三层进行探讨。每年全国剖贝(蚌)取珠后留下数十万吨的贝(蚌)肉,它们含更多的珍珠有效成分,是一笔巨大的财富。因此,我们也对贝体的提取进行了研究。

国内研究珍珠和贝壳的几乎都是生物学者或水产学者,不熟悉结晶学,对珍珠和贝壳晶体结构的研究是空白的,而日本和西方国家也未深入研究。业内一直认为贝壳中层(棱柱层)是方解石结构。笔者是物理专业的,1985年以后陆续发表文章,证明贝壳的晶体结构要复杂得多,绝大部分贝壳的棱柱层是霏石结构,而非方解石结构。可至今已30年,新近出版的书籍和网上的解释依然坚持错误说法。在此我们要大声疾呼:改正吧,不要让错误的理论流传及下一代!

第一节 珍珠的古今

一、珍珠史话

在中国历史上珍珠还曾被称为真朱、真珠、蚌珠、珠子和濂珠。珍珠的英文名称为 pearl,是由拉丁文 *pernulo* 演化而来的。它的另一个名字 *margarite*,则由古代波斯梵语衍生而来,意为“大海之子”。

珍珠晶莹凝重,圆润多彩,高雅纯洁,被誉为“宝石皇后”,自古以来为人们所喜爱。国际宝石界还将珍珠列为六月生辰的幸运石。具有瑰丽色彩和高雅气质的珍珠,象征着健康、纯洁、富有和幸福!

在西方的传说中,美神维纳斯出生于贝壳中,当贝壳打开的时候,从她身上滴下来的露水就变成了一粒粒晶莹剔透的珍珠。文艺复兴时期,著名画家波堤切利在《维纳斯的诞生》一画中,将女神置于一扇巨大的贝叶之上,从水底缓缓而出,女神抖落的水珠形成粒粒珍珠,洁白无瑕,晶莹夺目。丹麦人将珍珠与美人鱼联系在一起,美人鱼思念王子而不得,泪洒相思地,被守护在身边的贝母蚌珍藏起来,时间长了,眼泪就变成颗颗珍珠。中国民间也有“千年蚌精,感月生珠”“露滴成珠”等说法。

珍珠一直被认为是神送给大地的礼物。现代科学研究表明,珍珠产于某些软体动物如马

氏贝、珠母贝等珠贝(蚌)类(pearl oyster)中,因异物渗入壳内成为“珠胚”而形成珠状颗粒。这种珠状颗粒随着岁月流逝,就会因贝(蚌)分泌物的包裹而成为越来越大的珍珠。因此,一般而言,珠贝(蚌)越老,珍珠也越大,所以历来有“老蚌生珠”之说。

地质学和考古学的研究证明,在两亿年前,地球上就已经有了珍珠。我国是世界上利用珍珠最早的国家之一,是当之无愧的“珍珠之邦”。中国的珍珠史始于六千年前的大禹时代。据《海史·后记》记载,中国传说中五帝之一的大禹定“南海鱼草、珠玕大贝”为贡品。根据大禹的生活区域分析,当时的南海应该在今天的江南地区,珠玕与诸暨谐音,今天的珍珠之乡诸暨,或许就可能是文字记载中最早的产珠区。早在四千多年前,孔子的《书经(尚书)·禹贡》,就记载了约公元前 2200 年的夏禹时代,在淮河出产的淡水珍珠被称为“淮夷蠙珠”,并且已被列为“贡品”。在春秋时代,《韩非子·解老》记载:“和氏之璧,不饰以五采;隋侯之珠,不饰以银黄;其质至美,物不足以饰之。因此“和璧隋珠”成了我国古代最名贵的珍宝。到了秦汉时期,珍珠作为贵重贡物被献给朝廷。西汉元封元年(公元 110 年)在海南岛上设置了“珠崖郡”,《后汉书·孟尝传》记载了“合浦珠还”的故事。自秦汉以来,珍珠饰品更是迅速普及,帝王将相、达官贵人无不以珍珠装饰为荣。汉朝开始区分采珠区,将珍珠产区分为南北两地。北地以东北的牡丹江、混同江、镜泊湖等地的淡水珠为代表,史称北珠;南地以广西合浦地区北部湾海域所产的海水珠为代表,史称南珠。

珍珠有天然珍珠和人工珍珠之分,关于人工养殖的珍珠,我国宋代的庞元英所著的《文昌杂录》就曾记载:“谢景温云:有一养珠法,以今所作假珠(即珠核),择光莹圆润者,取稍大蚌蛤,以清水浸之,伺其口开,急以珠投之。频换清水,夜置月中……经两秋即成真珠矣。”这说明我国古代就已出现人工养殖珍珠的技术,南宋时还掌握了人工养殖像形珍珠的技术。然而,由于长期的内忧外患,我国人工养殖珍珠的技术最终失传并淹没在历史的长河中。

二、现代珍珠养殖

就在人工育珠技术在中国失传时,20 世纪初这项技术却在日本兴起。据悉,1890 年,日本人御木本幸吉根据类似我国古代养殖佛像珍珠的方法,将圆珠状珠粒粘在马氏珍珠贝的壳内,成功养殖出有核珍珠来,成为近代人工珍珠养殖业的开创者。随后,日本的珍珠养殖业迅速发展,至 20 世纪 20 年代末已独霸世界珍珠市场。

1962 年春,由熊大仁、吴教东等人组成河蚌养珍珠小组,熊大仁为技术指导,开展淡水珍珠养殖的研究。经过不断的努力和反复试验,熊大仁等人发明了“异种移植”培育淡水无核珍珠技术,培育出了我国第一批无核淡水珍珠,使我国淡水珍珠养殖业迅速发展,年产量大大超过被誉为“珍珠王国”的日本,揭开了我国人工养殖珍珠的新篇章,熊大仁被誉为“中国现代珍珠之父”。

另外,熊大仁等人还发现珍珠的色彩与细胞小片采取的位置有密切关系,根据他们的这一发现,江苏省一养殖场于 1966 年成功试验养殖了彩色珍珠。他还成功缩短了育珠周期,大大加快了珍珠的生产速度。

谢玉坎研究员担任过三亚珍珠研究所所长、中科院海南热带海洋生物实验站主任等职务。他负责的“合浦珠母贝人工育苗及其养殖珍珠研究”开创了国内外贝类人工育苗产业化的先例,获 1978 年第一次全国科学大会及中国科学院的重大科技奖;“大珠母贝的游离有核养殖珍珠和人工育苗”养成第一批大型珍珠,达到国际水平,获 1986 年广东省科技进步二等

奖。他主编的《南海海洋药用生物》获 1984 年中国科学院科技成果二等奖。他先后被评为“中国科学院野外台站先进个人”“海南省突出贡献的优秀专家”“中国科学院优秀研究生导师”。

还有许多研究单位和高校的学者为我国的珍珠养殖科学做出了巨大的贡献，我们也怀念他们。

第二节 珍珠和珍珠光泽的成因

一、珍珠成因

珍珠是一种古老的有机宝石，主要产在珍珠贝类软体动物体内，是由于内分泌作用而形成的。18 世纪末以来，科学工作者经过大量的研究，给出了科学的定义：珍珠是贝类外套膜的一部分细胞由于某种原因，在贝类体内形成珍珠囊并分泌类似贝壳的物质，围绕一个共同的核心沉积而成的圆球形或其他形状的物体。

给出这个定义的过程也是较为复杂和艰难的。首先是 100 多年前的科学家将珍珠切开，发现其中的核是吸虫、绦虫的幼虫头部和卵球，甚至是沙粒，这样就有了寄生虫形成珍珠的说法。之后，有人通过研究认为，珍珠是以寄生虫的残体为核，在周围形成所谓的珍珠囊，珍珠囊分泌珍珠质，附在核上，形成珍珠，这就是珍珠囊形成珍珠的说法。1913 年，尔维德司把切开的外套膜表皮细胞插入另一个贝（蚌）类外套膜表皮细胞内，使之形成珍珠囊，取得了人工培育无核珍珠的成功。1947 年，日本的松井佳一等发现外套膜上皮细胞发生病理变化时，会出现异常增殖，产生皱褶并凹陷形成珍珠囊，产生珍珠。日本学者根据中国宋代人工培育佛像珍珠的原理，用贝壳球状核包被外套膜片，插进外套膜内（其实是贴上另一幼龄蚌的外套膜小片），养成游离的正圆有核珍珠。通过这一系列研究，人们对珍珠的形成有了科学的认识。

（一）天然珍珠的成因

关于天然珍珠的成因，近百年来有许多科学家进行过研究，并提出了各种不同的见解。归纳起来，大致有三种。

（1）无核珍珠的内因说。由于外套膜的病变，一部分上皮细胞，从外套膜上脱落下来，陷入结缔组织之间，其增殖结果形成珍珠囊而产生无核珍珠。

（2）有核珍珠的外因说。由于外来物质如沙粒、寄生虫或其他物质，偶然落入贝壳与外套膜之间，外来物带着一部分外套膜上皮细胞陷入结缔组织中，形成珍珠囊，分泌珍珠质包被着外来物而成珍珠。这种珍珠都有一个核心，称为有核珍珠。

（3）畸形增殖说。珍珠质分泌组织由于受到外来刺激如机械的或化学的损伤之后，细胞发生变化，引起这一部分细胞的畸形增殖，并不需要外来物也能形成珍珠囊、分泌珍珠质，从而产生珍珠。

从以上三种说法，可以得出一个共同的结论，即珍珠是由外套膜的一部分细胞（上皮细胞），在结缔组织内形成珍珠囊、分泌珍珠质而产生的。在自然条件下，沙粒等外来物质偶然侵入，给珍珠质分泌组织以有效的刺激，引起该组织的畸形增殖，并在结缔组织内形成珍珠。

我们现在也从马氏贝天然珍珠的内核中发现了石英和三氧化二铝，证明它是由沙粒入侵

形成的。

(二) 人工养殖珍珠的成因

根据天然珍珠的成因理论,用人工的方法将幼龄贝(蚌)类的外套膜切成小片,移植到另一贝(蚌)类的组织中,被移植的外套膜小片经过一系列的变化之后,形成珍珠囊,分泌珍珠质而形成无核珍珠。此外,在移植外套膜小片的同时植入用蚌壳或其他原料制成的珠核,经过一系列变化,包围珠核形成珍珠囊,再分泌珍珠质,沉积在珠核的周围而形成人工有核珍珠。

1. 珍珠囊的形成

被移植的外套膜小片经过一段时间之后,其四周边缘与育珠贝的组织愈合(无核),或外套膜小片沿着珠核的表面裂殖逐渐将珠核包围,最后形成珍珠。珍珠囊形成之后,其表皮细胞的形态逐渐由高柱状变成扁平状,并开始分泌珍珠质。

从外套膜小片植入至珍珠囊形成所需时间与育珠贝的年龄、生理状况和环境因素(主要是温度)有着密切的关系。在适温范围内,温度愈高,珍珠囊形成愈快;反之,温度愈低,珍珠囊形成愈慢。一般水温在 15°C 时约需15天形成珍珠囊, 20°C 时约需12天, 25°C 时约需8天, 30°C 时约需6天。

冬季珍珠生长缓慢,珍珠质较密致,质量好。珍珠养殖时间长了容易形成拖尾巴珍珠,养殖时间短了容易形成薄皮珍珠,价值都不高。

2. 珍珠质的分泌

珍珠囊形成后开始分泌珍珠质。初期珍珠囊内分泌的是有机质(角壳蛋白),呈酸性;接着分泌珍珠质,构成棱柱层和珍珠层,呈中性。

3. 珍珠的形成

珍珠质分泌细胞所分泌出来的黏液基质经过一系列生化作用后,转变为具有一定硬度的角壳蛋白。

珍珠囊的表皮细胞含有核糖核酸(RNA)、碳酸脱水酶、多糖类和活性钙。其排出的钙,经过碳酸脱水酶的作用与来自贝体的二氧化碳结合,沉淀为碳酸钙,角壳蛋白再和碳酸钙结合而成为含霰石结晶的珍珠。

4. 珍珠的成长

珍珠初步形成后,随着时间的推移,珍珠囊的表皮细胞分泌的珍珠质渐多,珍珠质结晶范围扩大,在其外围渐次一层层地被珍珠层包围起来,珍珠层不断增厚,珠体直径也随之增大。珍珠的成长与珍珠囊分泌珍珠质的速度有关,而珍珠囊分泌珍珠质的量是受贝(蚌)体的生理状况和一系列环境因素影响的,其中主要因素是温度。在适温范围内,珍珠的成长速度,即珍珠质的沉积量,与水温的关系基本上成正比。水温愈高,珍珠质分泌的速度愈快,沉积愈多,珍珠生成就愈快;反之,则慢而少。

有人将无核珍珠的形成分为七个时期,即伤口愈合期、囊袋形成期、珠胚形成期、珍珠形成期、珍珠增厚期、珍珠成圆期和珍珠衰老期。珍珠衰老,是指养殖的珍珠若不及时采收,除了珍珠过大破膜脱落外,还可能由于育珠蚌的变化,分泌机能衰退,珠光也逐渐变成粉状白色、锈斑状黄色,暗淡无光。因此,皱纹冠蚌育珠2年左右,三角帆蚌育珠3年左右,就要及时采收珍珠,以保证珍珠的质量。

珍珠的形成过程是很复杂的,有的机制尚不十分清楚。

二、珍珠光泽成因

珍珠为什么这么漂亮? 矿物学书籍指出, 由薄片(层)集成的矿物概呈珍珠光泽, 如滑石、云母、石膏和珍珠等。书上又指出, 霏石(珍珠质的主体, 占珍珠成分的百分之九十以上)无色透明, 呈玻璃光泽, 断口呈油脂光泽。受光激发能发出磷光, 是双光轴晶体。由于霏石双折射效应, 一束入射光, 折射成寻常光和非寻常光两束光, 对每一层都有反射和双折射。珍珠是由多重薄层组成的, 因而就变成许多光束; 从珠核和各层反射出来的光, 又产生双折射效应, 变成无数束光束, 这些光束发生干涉形成美丽的珍珠彩虹, 加上它的玻璃光泽、油脂光泽和光磷光效应, 所含水分和具旋光性的多种氨基酸更增添了珍珠光泽, 于是珍珠就显得光彩四射、晶莹夺目。

牡蛎珍珠是方解石珍珠, 方解石也是无色透明的双光轴晶体, 呈双折射效应, 其层状结构也有珍珠光泽。有一些牡蛎珍珠比较小, 光泽和一般的小米粒霏石珍珠无异。没见过大和圆的牡蛎珍珠。一般认为牡蛎珍珠没有价值大概源于此吧!

第三节 珍珠的价值和用途

一、珍珠质量评价

(一) 大小

所谓“七分为珠, 八分为宝”, 一般直径在 6mm 以下的珍珠不被列入珠宝级珍珠的范畴, 7~9mm 的为消费者普遍喜爱, 10mm 的已经难得, 11mm 以上的则只有南洋珍珠、黑珍珠和白蝶贝珍珠。直径越大, 数量越稀少, 价值也往往成倍增长。

1985 年谢玉坎、林碧萍、胡亚平在三亚养出一颗长径达 26mm、短径为 15mm 的白蝶贝珍珠。

(二) 光泽

光线进入珍珠的层状结构后, 由于双折射效应、玻璃光泽、油脂光泽和光磷光效应, 珍珠就产生了光泽。珍珠层越厚、层数越多, 出射光束也越多, 珍珠光泽越好。

所谓“珠光宝气”, 光泽是珍珠的灵魂。无光、少光的珍珠就缺少了灵气。将珍珠平放在洁白的软布上, 能看到珍珠流溢出的温润的光泽; 而迎着光线看, 好的珍珠可以看到发出七彩的虹光, 层次丰富变幻, 甚至可以映照出人的瞳孔, 特别明亮的可列入 A 级; 反射光明亮、锐利、均匀、映像很清晰的为 B 级; 反射光明亮, 表面能见物体影像的为 C 级; 反射光较弱, 表面能照见物体, 但影像较模糊的为 D 级。

(三) 形状

看圆度, “一分圆一分钱”, 珍珠越圆价值就越高。以珍珠最长直径和最短直径差的百分比 $\leq 1\%$ 为正圆标准, $1\% \leq$ 直径差比 $\leq 5\%$ 为圆的标准, 在 $5\% \leq$ 直径差比 $\leq 10\%$ 之间的为近圆。品质由高到低依次是圆, 椭圆, 扁平, 异形等。异形珠另当论价。

(四) 颜色

不同民族对颜色有不同的爱好。按照中国人的习惯, 颜色最好的是银白、粉红和紫色等。每人都可根据自己的爱好来选择。

(五) 瑕疵

表面痘、斑、印、坑、点越少越好，一般在 0.5m 远外看不到瑕疵为可以接受的标准。A 级的标准为 100% 表面光滑，肉眼近看看不出瑕疵。

(六) 加工

无论是串成珍珠项链，还是与金、银、钻石等宝石搭配镶嵌，都要讲求色泽、形状、意境等的和谐美。

关于珍珠的评价有一整套的质量标准，相当麻烦。我们只要记得：大、光、圆，还有自己喜欢的颜色就行了！

二、珍珠的用途

(一) 珍宝、装饰品、工艺品、高档服装和戏服的原料

1. 珍珠的使用情况

清朝统治者把黑龙江产的淡水珍珠——北珠(满语为“塔娜”)看作珍宝，用以镶嵌在代表权力和尊荣的冠服饰物上。皇后、皇太后的冬朝冠，缀饰的北珠与其他珍珠约 300 颗，冠顶北珠 13 颗，其他珍珠 51 颗。余如耳饰、朝珠等，也用北珠镶嵌，以表示身份并显现皇家的权威。

珍珠可加工成各种工艺品，琳琅满目，璀璨夺目！用珍珠装饰的高档服装和戏服，典雅美丽，令人难忘。

珍珠是一种含有丰富高级脂肪醇的有机彩色宝石，能促进人体血液循环。若在手腕部位佩戴一款珍珠手链，在不断的推磨之下，能有效地促进手腕部位的血液循环，这种物理作用也是人们喜爱佩戴手链的一个重要原因。天然的珍珠有着五彩缤纷的颜色，在炎热的夏季佩戴，能带给人们一种清凉的感受，在腕间佩戴一款美丽精致的珍珠手链，人的心情也会变得轻松、舒畅。

珍珠项链、手链、胸针、头饰、耳环等，历来为妇女们所喜爱。在盛大的场合，贵妇和女明星们大多是佩戴珍珠项链或钻石，而非穿金戴银！女士们戴上珍珠项链，典雅高贵，风度优雅。

2. 珍珠的保存

珍珠含 4% 左右的水分，化学稳定性差。珍珠就是靠这水分使其闪亮生辉的，长期不使用的珍珠容易流失水分，经过六七十一年或一百年后就变成黄色了。珍珠饰品用久了为何会发黄呢？这是因为空气中的氧气会氧化腐蚀珍珠表层，损坏珍珠完美的层状结构，降低其反射光的能力，加以珍珠内部水分和氨基酸的流失，使得珍珠失去光泽。在日常生活中，珍珠不宜接触酸(醋)、碱、食盐、油烟、香水和有机溶剂。夏天人体流汗多，也不宜佩戴珍珠项链。每次佩戴珍珠后，用羊皮或细腻的绒布擦拭，勿用面纸，因为面纸的摩擦会磨损珍珠。珍珠长期不佩戴时要用高级中性肥皂或洗洁精轻轻洗涤清洁，然后晾干，不可在太阳下暴晒或烘烤，以免珍珠脱水。收藏时不能将珍珠与樟脑丸放在一起。不可长期将珍珠放在保险箱内，也不要胶袋密封。珍珠需要新鲜空气，每隔数月便要拿出来佩戴，让它们呼吸。珍珠若长期放在密闭空间中则容易变黄。

保存珍珠的盒里需保持一定湿度，这是珠宝商店常用的做法。要定期检查穿珍珠的丝线是否松脱，最好每 3 年重新穿一次，当然也要根据佩戴的次数而定。最可惜的是穿项链的尼龙线断了，珍珠项链就废了，找到尼龙线也无法再穿珍珠，因为珍珠的孔不到 1mm，很难

找到穿珍珠的针，即使用9号衣针也无法穿过。建议将尼龙线剪齐，沾些502胶，就可穿过珍珠孔，穿好后将线拉紧打两个死结，以保证其美观。

3. 珍珠变黄的处理方法

(1) 稀盐酸或双氧水处理。由于珍珠具层状结构，珍珠变黄以后，可用1%~5%的稀盐酸或双氧水浸泡，便可溶掉变黄的外层。然后立即将珍珠放在水中洗净，涂上珠宝磨光油，便可使珍珠重现晶莹绚丽、光彩迷人的色泽。但要特别注意的是，切勿将珍珠放在稀盐酸或双氧水中浸泡过久，以防珍珠遭受破坏。当然如果珍珠颜色已变到深层，就难以逆转了。

(2) 珍珠抛光。将珍珠置于木屑和石蜡碎中进行旋转抛光。也可用窄口塑料药瓶，置入珍珠、石蜡碎和木屑，固定在电风扇轴上，慢档旋转抛光。

(二) 珍珠的医疗效果

珍珠作为药物应用，在许多医药著作中都有详细论述，如《海药本草》《开宝本草》《本草纲目》《本草品汇精要》《本草从新》《中华人民共和国药典》《中药大辞典》等。

珍珠自古以来就是名贵中药，具有安神镇惊、强身健魄的作用，能够清热解毒、去翳明目。对于治疗神经衰弱、十二指肠溃疡、心脏病、小儿发热惊风、妇女血崩等有较好的疗效，是中医各科较为重要的良药。现代ESR技术已证明珍珠具有清除超氧阴离子自由基和羟基自由基的能力，确实具有延缓衰老的作用。

中医认为，珍珠味甘、咸，性寒，入心、肝经，有平肝潜阳、镇心安神、清热化痰、去翳明目、解毒生肌等作用。主治惊悸、癫痫、惊风、失眠、头痛等症，对上呼吸道充血、口腔炎症、肺病咯血等症也有效。一些常用中成药如六神丸、安宫牛黄丸中都含有珍珠成分。久负盛名的藏药——珍珠七十就是以珍珠为主药的。珍珠外用滴眼可治疗角膜薄翳，外敷可治疗烧伤、创伤、疮疡等，涂面部有润泽皮肤、除汗斑的作用。珍珠也是一种护肤佳品，中国明代名医李时珍写道：“涂面，令人润泽好颜色。涂手足，去皮肤逆胼。除面黥、止泄。”珍珠粉通过人体表皮细胞被吸收，能防止皮肤衰老。在现代珍珠被广泛使用在高级化妆品中，如珍珠霜、珍珠膏、珍珠面膜等。

珍珠为什么具有这么神奇的功效？珍珠的主要成分是碳酸钙，其化学成分大约为： CaCO_3 (91.6%)，水(4%)，有机质(3.8%)，铁、锌、镍、硒、锗等多种微量元素0.6%，其中的硒、锗等被认为具有防癌、抗衰老作用。根据现代科学研究，珍珠不仅含有18种蛋白质氨基酸，还含有较多的牛磺酸和鸟氨酸，牛磺酸是人体不可或缺的一种非蛋白质特殊氨基酸，是新生儿大脑发育的必需物质，在人体心脏中含量最高，在眼睛视网膜中含量也很多。牛磺酸可通过保护心肌而增强心脏功能，其与心脏的关系已成为全世界重点研究的课题之一。此外，牛磺酸对肺、肝脏、胃肠和眼睛等都有保护作用，还能提高人体免疫力，消除疲劳。眼药中大都含有牛磺酸，这就是以珍珠为眼药成分的部分原因。

钙是人体最重要的元素之一，也是最丰富的阳离子。我们曾将十几麻袋磨光的马氏珍珠贝壳放在潮湿的平房，三年后麻袋全烂掉，而珍珠贝壳连一个霉点也没有。换麻袋后三年，麻袋又全烂掉，而珍珠贝壳还是一个霉点也没有。

然而，珍珠最重要的药效还在于它的整体作用，包括以上多种有效成分及其综合功效，以及若干目前尚未查明的生理活性物质的药效，这才是任何其他药材所无法取代的。

珍珠层粉：将珍珠贝（蚌）壳（马氏珍珠贝壳、珠母贝壳、褶纹冠蚌壳、三角帆蚌壳等），磨去有色表层——角质层，余下珍珠层和棱柱层，水洗，烘干，粉碎成360目粉末，称为珍珠层粉，就是珍珠质碳酸钙。它广泛代替珍珠使用在医疗和化妆品等各领域。