

海湾扇贝引种工程及其综合效应

张福绥, 何义朝, 杨红生

(中国科学院海洋研究所, 山东青岛 266071)

[摘要] 回顾了海湾扇贝 (*Argopecten irradians*) 引种的社会与学术背景、引种、产业化和种质复壮等过程, 探讨了引种工程的经济、社会效益及其产生的综合效应。20世纪70年代末, 为了缓解我国黄渤海海域养殖业面临滑坡的态势, 我们选定并引进了美国的海湾扇贝。在实现人工繁育技术系列化和养殖过程全人工化的基础上, 世界上第一个海湾扇贝养殖业从此成为我国浅海养殖的支柱产业之一。引种工程在东海和南海也得以拓展且颇见成效。养殖群体的种质复壮, 为该产业持续发展奠定了“种质”基础。尚未发现海湾扇贝在中国海形成自然种群, 表明该项引种工程不会对本地种的种质和资源造成负面影响。其生态环境效应主要体现在因产生大量生物性沉积而导致的自身污染, 但与近年的栉孔扇贝大规模死亡并无直接的因果关系。该项引种工程瞄准了国家需求, 产生了巨大经济、社会效益, 提高了我国贝类研究在国际上的地位。海湾扇贝引种工程意义重大, 前景广阔, 并将产生持续、深远的综合效应。

[关键词] 海湾扇贝; 引种工程

1 海湾扇贝引种工程回顾

20世纪70年代末, 我国黄渤海海域的浅海养殖出现了一系列的问题, 如海带 (*Laminaria japonica*) 价格大幅度下降, 在山东南岸沿海甚至全部停产; 70年代兴起的紫贻贝 (*Mytilus galloprovincialis*) 养殖业, 因产品销路不畅也难以发展; 栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 尚处于试养阶段。因此, 沿海许多养殖单位无所适从, 海水养殖业面临严重滑坡的态势。正是在这种情况下, 我们选定并引进了美国的海湾扇贝。

选定引进对象是引种工程的第一步。与陆地及内陆水域相比, 海洋生态环境更为复杂且难以控制, 因此, 全球大型海洋生物引种成功的例证并不多见。海湾扇贝是产于美国大西洋沿岸的一种野生贝类, 以其生长快速著称。在系统研究软体动物地理学和生态学理论的基础上, 通过对社会、经济、海洋环境与生物学等多方面比较分析, 推论海湾扇

贝引进我国并实现产业化是可能的。其一, 理论上, 北半球大西洋西部边缘海与太平洋西部边缘海水温差均较大, 有利于相互双向引种; 其二, 栖息在这样环境的海湾扇贝适温范围广 ($-1^{\circ}\text{C} \sim 31^{\circ}\text{C}$), 有利于在我国沿海推广; 其三, 海湾扇贝生长快, 比我国原扇贝养殖生产周期缩短一年以上, 可降低生产成本; 其四, 海湾扇贝养殖产品可以出口。在美国华盛顿大学赵晋德教授和中国科学院海洋研究所曾呈奎院士、刘瑞玉院士及吴超元教授等支持帮助下, 于1981~1982年先后3次引进亲贝。

研究结果表明, 海湾扇贝与紫贻贝相似, 在黄渤海一年也有两个繁殖期, 不同之处在于它适应的温度略高, 生长期较短^[1]。据此, 在春季通过升温促进性腺成熟及控温育苗导致早出苗以延长海上生长期, 突破了当年育苗当年养成的技术关键, 建立了控温育苗工艺 (图1)。同时, 在育苗和养成技术等方面有所创新。如育苗方面, 筛选分离出种

[收稿日期] 1999-08-02; **修回日期** 1999-10-08

[基金项目] 国家科技攻关项目 (85-925-19-01, 96-922-02-04)

[作者简介] 张福绥 (1927-), 男, 山东省昌邑县人, 中国工程院院士, 中国科学院海洋研究所研究员

类配套、适温性不等的优质饵料藻种：等鞭金藻 (*Isochrysis galbana*) 3011 (18℃ ~ 28℃)、等鞭金藻 8701 (13℃ ~ 18℃)、小球藻 (*Chlorella* sp.) 及塔胞藻 (*Pyramimonas* sp.) 等；研制成适于不同海区类型的采苗器：细棕绳苗帘和聚乙烯网片适用于开放型海区；聚乙烯网片也适用于封闭型海区。苗种中间培育方面，提出了新的大型细目网袋保苗法，塑料筒与网袋结合保苗法等；在养成方面，对一些重要养殖参数，如养殖水层 (-2.5 m)、笼内养殖密度 (每个扇贝占用笼内空间 300 ~ 350cm³)、收获季节 (11 ~ 12 月份)^[1] 等进行了优化。建立了养殖历谱，实现了海湾扇贝人工繁育与养成技术系列化^[2]，从而走向全人工养殖。并尽快将全套技术传授给广大养殖者，形成强大的生产力。生长快、效益高的海湾扇贝很快得到有关部门和广大渔民的重视，养殖生产发展迅速，形成世界上第一个海湾扇贝养殖业，从此成为我国浅海养殖的支柱产业之一。至 1996 年全国主要产区累计产量为 150 多万 t (图 2)，产值约达 60 亿元，产品多销往美国及西欧等。

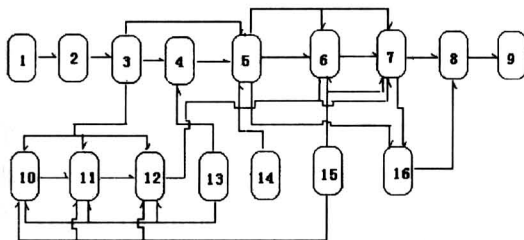


图 1 海湾扇贝工厂化育苗工艺流程示意

Fig.1 Flow chart of industrial breeding techniques of bay scallop

1-提水设施; 2-沉淀池; 3-净化设施; 4-加温池; 5-海水调温调盐池; 6-亲贝育苗肥池; 7-采卵与育苗池; 8-苗种中间培育设施; 9-商品苗计数销售; 10-饵料生物保种室; 11-饵料二、三级培养池; 12-饵料培养池; 13-锅炉; 14-淡水池; 15-充气设施; 16-苗种暂养池

海湾扇贝引种的成功除为我国增添了一个新的养殖对象外，还为海水养殖业构建了新的养殖模式。其一，海湾扇贝与海带轮养，胶州湾试养结果表明，能降低产业成本，扭亏为盈^[3]；在烟台四十里湾的试验提高经济效益 132%^[4]。近年来，为了改善养殖环境，越来越多的海带养殖区与海湾扇贝实行了轮养。其二，海湾扇贝与对虾混养^[5]，养虾池混养海湾扇贝后，明显改善虾池水质，有利

于对虾生长，可额外增收扇贝。如在天津沿海，与海湾扇贝混养的对虾比单养对虾产量提高 10.7% ~ 27.7%，经济效益提高 36.7% ~ 50.6%^[6]。该模式已拓展到辽宁、河北、天津、江苏、浙江等省市，并为以后我国虾贝混养模式的进一步发展奠定了理论与实践基础。有效实用的海湾扇贝控温育苗技术作为常规生产工艺，也促进了栉孔扇贝等贝类育苗技术的进步。

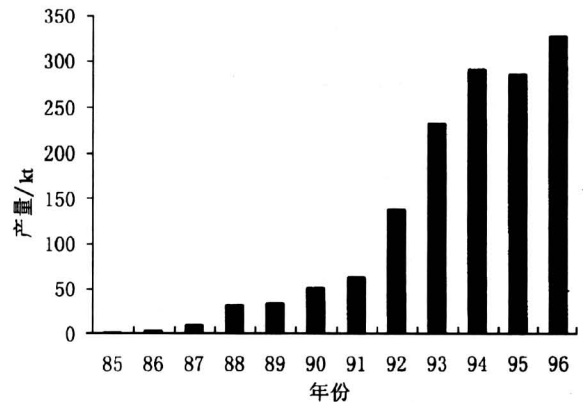


图 2 中国主要产区海湾扇贝养殖年产量

Fig.2 Productions of bay scallop in principal culture sea areas in China from 1985 to 1996

2 海湾扇贝的引种复壮

随着海湾扇贝全人工育苗养殖年代的增加，在生产中逐渐暴露出一些问题，如生长速度减缓，寿命缩短，个体小形化，病害时有发生，如幼虫面盘解体病和成贝外套膜收缩病等。尽管产生上述诸问题的原因涉及多方面，如养殖密度过大、病原体侵入等，但尤为重要的是与连续多代近亲交配，导致遗传漂变、抗逆能力减弱不无关系。海湾扇贝不同种群在磷酸葡萄糖变位酶基因位点遗传结构与性状的研究结果证实，美国沿海 5 个野生种群具有 7 个等位基因，除内湾封闭环境的野生种群外，其它野生种群间等位基因频率分布无显著差异；养殖种群呈现遗传退化，仅具有 4 个等位基因，等位基因频率分布分化显著，杂合性降低^[7]。为解决上述问题，作者重新引进了海湾扇贝亲贝，以便更新原已衰退的养殖群体。通过育苗与养成对比试验，证实新引进的扇贝群体生物学性状明显优越。1993 年 4 月利用新引进的亲贝人工培育出一批苗种，并将其分散到不同海区。在相同条件下与原海湾扇贝的苗

种进行养成试验。试验结果表明：新引进海湾扇贝颜色比原海湾扇贝深，在肉柱得率（提高10.7%）、抗逆能力、附着力等方面均有提高，就壳高与体重而论，至7月17日新引进海湾扇贝壳高与体重均比原海湾扇贝壳小得多，至12月7日（140天）前者壳高与体重分别比后者大4.5%与34.5%（图3）（张福绥等，1997）^[8]，应当指出，该结果是在原海湾扇贝苗比新引进海湾扇贝苗提早32天培育的情况下取得的。据此实验结果，在有关单位的配合下，1994年培育出约50亿新引进的海湾扇贝稚贝，在全国范围内完成了海湾扇贝养殖群体的种质更新，为实现该养殖业持续健康发展奠定了“种质”基础，也为今后我国水产界引种工作起了示范作用。

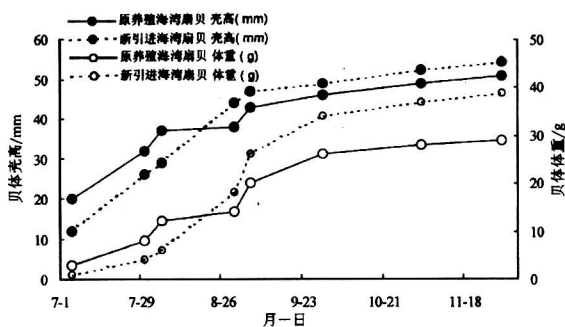


图3 莱州湾原海湾扇贝与新引进海湾扇贝生长比较

Fig.3 Comparison of body weight and shell height between originally cultured and newly introduced bay scallop (*Argopecten irradians*) in Laizhou Bay

3 海湾扇贝引种工程的拓展

作为海湾扇贝引种工程的后续工作，1991年12月从美国南佛罗里达大学引进海湾扇贝的南方亚种——墨西哥湾扇贝 (*A. irradians concentricus*) 稚贝 222 粒；翌年 6~7 月稚贝养成至性腺成熟，采卵培育出一批引进中国后的子一代稚贝^[9]，并先后在广西、海南、广东等地进行养成驯化和育苗等实验。鉴于华南沿海地区春夏雨水多，近岸水域盐度低于墨西哥湾扇贝的适盐下限（18%）^[10]，浊度较高，最低水温一般都在 15℃ 以上等因素，制定并实施了秋季育苗、冬春夏养成、台风来临前收获的技术方案。选择岛屿及离岸数海里、盐度较

稳定的海区养殖驯化。育苗与养成均取得较好的结果。现在，广西涠洲岛与防城港市及海南临高等处均建有育苗场从事苗种培育，养殖产业已经稳步发展。可以预测，一旦第一批上规模的养殖示范区得以实施，墨西哥湾扇贝养殖将会在南海大范围推广。

从佛罗里达引进的墨西哥湾扇贝，曾于 1993~1994 年两次在山东沿岸养成驯化，均因不耐冬季低温（2.5~3℃）而死亡。1995 年 12 月又从该亚种地理分布区北限的北卡罗莱纳州引进一批亲贝（可称为北方种群的墨西哥湾扇贝），源于此批亲贝的后代，经 1996 年与 1997 年连续两个冬季低温期的海上养殖驯化，越冬终获成功。1998 年在山东各海区试养结果表明，该扇贝附着能力比海湾扇贝强；至当年 11 月份，部分试验海区养殖的扇贝平均壳高可达 4~5 cm，平均体重 29~37 g，显示有一定开发前景。

东海南鹿岛海域养殖驯化试验始于 1998 年。同年 6 月在该岛常温培育出第一批北方种群的墨西哥湾扇贝稚贝，9 月分苗到养成笼，能够安全越冬，翌年 4 月体重已达 21.4 g。该岛海域一年中有 220 天水温达到 15℃ 以上，预计育苗后第二年可达到商品规格。

从生物学与地理生态学角度分析与驯化养殖实验证明，南方种群的墨西哥湾扇贝（佛罗里达坦帕湾产）在南海养殖，北方种群的墨西哥湾扇贝在东海养殖是适宜的；前者已经在南海北部湾及海南岛进入产业化养殖阶段，后者在东海南鹿岛海域已经正常生活，繁殖后代，且后代生长良好。

至此，海湾扇贝引种工程，已经拓展到我国渤、黄、东、南海各大海区（图 4）。

4 引种工程对本地种资源和种质的影响

海湾扇贝引进中国以来，至今尚未发现其自然种群，包括一些滋生大叶藻（海湾扇贝幼苗自然附着基）的海区。从表观上分析，海湾扇贝养殖群体或养殖到翌年 3~4 月用于人工繁殖的亲贝，分别在年底收获时或人工繁殖前离开养殖海区，从而使其失掉春季在自然海区中繁殖的机会；当年育苗养殖扇贝中个体较大者在秋季繁殖期（8~9 月）也能繁殖后代，并有少量稚贝（称之为秋苗）附着在网笼上，年底壳高达 1~3 cm，收获时这批秋苗

也随网笼一起上岸。但是，在大规模养殖作业过程中，总会有一定数量的海湾扇贝（或随网笼一起）落至海底，实现春季繁殖，也会有一定数量的秋苗附着于网笼以外的其它附着基上。因此，上述分析难以解释海湾扇贝不能形成自然种群的真正原因。进一步研究结果表明，海湾扇贝原产地——美国大西洋沿岸的水文环境虽与我国黄渤海沿岸大致相似，但两海域生物环境差异甚远，特别是在底栖动物区系中，基本上找不到共有种。引进的海湾扇贝必然遭受我国海域生物环境的严重胁迫，极易被许多肉食性大型动物捕食，最常见者有红螺（*Rapana venosa*）、海星（*Asterias amurensis*）、三疣梭子蟹（*Portunus trituberculatus*）、日本鲟（*Charybdis japonica*）等，而这些动物在黄渤海，特别在扇贝养殖区的海底甚为习见。在研究和生产实践中我们发现，这些敌害动物主要是在春季繁殖期（红螺、海星的幼虫变态阶段）或稍后的时期（幼蟹期）进入扇贝苗种中间培育笼及养成笼中，依靠捕食扇贝或网笼上的某些附着生物维持生活。

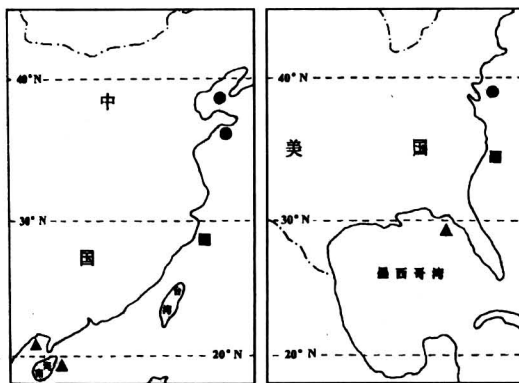


图4 海湾扇贝引种示意图

Fig.4 Diagram of the introduction of *Argopecten irradians irradians* and *A. i. concentricus* from USA seas to China seas

- *Argopecten irradians irradians*
- North population of *A. i. concentricus* from North Carolina
- ▲ Southern population of *A. i. concentricus* from Tampa Bay, Florida

海湾扇贝之所以能够在中国海持续养殖，首先得益于人工批量繁殖的后代，全国育苗场每年要培育出近 1×10^{11} 粒稚贝；其次是养殖网笼给扇贝提供了一个较为安全的生境，大幅度缓解敌害的捕

食；其三是尚未发现具有明显致病的寄生生物，1993年在山东和辽宁采集的海湾扇贝标本中未发现原核动物（prokaryote）及其它真核动物（eukaryote），亦未见到类立克次氏体（Rickettsia-like）及类衣原体（Chlamydia-like）等生物和与海湾扇贝死亡可能有关的卡氏派金虫（*Perkinsus karlsoni*），仅发现单孢子虫类 Haplosporidia 的原生动物^[11]。

综上所述，引进的海湾扇贝对所在海区动物群体的影响只能是分享饵料、溶解氧、空间等环境条件，不会像红螺进入黑海、绒螯蟹（*Eriocheir sp.*）进入欧洲、大瓶螺（*Ampullaria gigas*）进入华南农田等那样，对当地的生物群落及生态环境构成极大的危害。而海湾扇贝引种工程在养殖功能和生态环境管理方面颇具特色，不仅能在中国海有效地形成养殖群体，产生巨大的经济和社会效益；而且能够人为控制其数量，不会像长牡蛎（*Crasostrea gigas*）那样形成难以控制自然群体，因此不致造成因“生物入侵”而使所在海域原有生物资源遗传基因“污染”和生态系统的破坏。因此，这样的引种工程应视为更理想、更成功的。

5 引种工程的生态与环境效应

业已形成我国海水养殖支柱产业的海湾扇贝，与本国的栉孔扇贝、紫贻贝、长牡蛎以及海带等，构成了黄渤海浅海筏式养殖的主要对象，在整个养殖系统中，各自占有一定的区域、生物量份额和生态位，它们彼此间相互作用并共同影响其赖以生存的环境。其中，海湾扇贝主要养殖于内湾及流速较小的近岸浅海，而栉孔扇贝多养于相对水深流急的远岸海域。

从营养收支角度来看，扇贝等滤食性贝类摄食浮游生物、有机碎屑等，无须人为投入营养，收获产品等于从大海支取营养，1997年我国贝类产量占海水养殖总产量的82.3%，据估计，利用海区氮13 397 t，磷1 273 t；排放氮715 t，磷109 t。因此，在合理的养殖模式和养殖密度条件下，不但不会对环境造成污染，而且还能成为一种“生物屏障”。然而，在我国海水养殖发展进程中，不少养殖产业是在缺乏系统理论和技术研究的情况下大规模启动的。在海湾扇贝引种工程规模化的同时，对局部环境产生的负面效应也日显突出。扇贝等滤食性贝类对环境的影响主要包括：对养殖海区水流的

影响,生物过滤作用而导致的生物性沉积以及对养殖海区生物多样性的影响等,其中生物性沉积物的大量产生和再悬浮作用最为重要^[12]。

1997~1998年,全国仅因栉孔扇贝大规模死亡而导致的直接经济损失高达40亿元以上,不少海区的贻贝也发生大批死亡,而养殖在同海区的海湾扇贝生长良好。栉孔扇贝大规模死亡仅仅是我国浅海养殖业发展中出现的一系列重大生态问题中的现象,而养殖海区环境恶化才是其中的根本^[13,14]。环境恶化来源于陆源污染物排放和自身污染。对于后者决不可等闲视之,早在70年代,日本学者对虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)的养殖容量研究取得了一系列的成果,为解决大量死亡等问题提出了可靠的理论依据^[15]。欧美各国学者相继进行了贝类养殖海区养殖容量的研究。因此,海湾扇贝引种工程也在一定程度上推动了我国贝类养殖容量等理论的研究^[16~18]。筏式养殖系统养殖容量的研究已在桑沟湾^[19]、烟台四十里湾(杨红生等)等海区得以进行,但尚有不少问题急需解决,所得的数据也需进一步验证。

6 海湾扇贝引种工程的前景展望

我国政府已把21世纪我国16亿人口食品安全问题提到了历史日程。从节约粮食和能源角度出发,发展滤食性贝类养殖与缓解我国16亿人口食品安全问题战略是一致的。因此,海湾扇贝引种工程前景广阔。为实现海湾扇贝引种工程持续、高效发展,必须实现包括海湾扇贝本身在内的养殖贝类良种化,养殖环境清洁化和养殖技术生态工程化。

目前,我国进行养殖的苗种绝大多数都没有经过系统的人工选育,其遗传基础还是野生型的,生长速度、抗逆能力乃至品质质量都急需经过系统的人工选育而加以改进。必须实现贝类养殖对象的良种化,从根本上解决目前因种质衰退而造成的一系列问题^[20,21]。据调查,目前扇贝等贝类养殖主要集中于水深在15 m以内的浅海海区,而这些海区往往又受陆源污染最为严重。为了实现贝类养殖业的可持续发展,减轻贝类等养殖对近岸海区的影响,养殖范围必须向外方发展,实施“外延稀养”(或称离岸养殖)战略^[14]。未来的海水养殖将采取先进的养殖技术和设施,将养殖区域拓展到20 m水深的海区,局部可达30~40 m水深的海区(如长岛等)。利用养殖生态学理论,研究远岸海区养

殖海湾扇贝新技术,建立养殖容量评估技术、病害综合防治及养殖环境生态调控等技术,通过养殖系统优化技术和“清洁生产”养殖模式的研究,寻求养殖、生态和环境三者之间的协同,推进浅海贝类养殖业的持续发展。

海湾扇贝引种工程,拓展到全国各大海区,产生了巨大经济和社会效益,同时又提高了我国贝类研究在国际上的地位,正如世界水产养殖学术权威人士所说:海湾扇贝引进到中国是一项最令人兴奋、最成功而具历史意义的引种工程^[22]。因此,海湾扇贝引种工程意义重大,前景广阔,其综合效应是持续、深远的。

参考文献

- [1] 张福绥,马江虎,何义朝,等. 胶州湾海湾扇贝饱满度的研究[J]. 海洋与湖沼, 1991, 22(2): 97~103
- [2] 张福绥,何义朝,刘祥生,等. 海湾扇贝(*Argopecten irradians*)引种、育苗及试养[J]. 海洋与湖沼, 1986, 17(5): 367~374
- [3] 张福绥,何义朝,马江虎,等. 海湾扇贝与海带轮养试验报告[J]. 海洋科学, 1987, (6): 1~6
- [4] 曲世科,李芳岷,宋乐成. 海带与海湾扇贝轮养技术试验报告[J]. 齐鲁渔业, 1990, 27(2): 12~18
- [5] 刘永兴,秦友义,王世恩. 虾池混养海湾扇贝试验报告[J]. 齐鲁渔业, 1992, 29(2): 15~16
- [6] 韩祯鐸,安福春. 论天津市海水养殖现状[J]. 现代渔业信息, 1990, 7(5): 27~29
- [7] 薛钦昭, Sheila Stiles, 张福绥, 等. 海湾扇贝不同种群在磷酸葡萄糖变位酶基因位点的遗传结构与性状[J]. 海洋与湖沼, 1999, 30(4): 381~390
- [8] 张福绥,何义朝,亓玲欣,等. 海湾扇贝引种复壮研究[J]. 海洋与湖沼, 1997, 28(2): 146~152
- [9] 张福绥,何义朝,亓玲欣,等. 墨西哥湾扇贝的引种和子一代苗种培育[J]. 海洋与湖沼, 1994, 25(4): 372~377
- [10] He Y, Zhang F. Effect of salinity on embryo and Larval development of the bay scallop *Argopecten irradians concentricus* [J]. Chin. J. Oceanol. Limnol., 1998, 16(1): 91~96
- [11] Chu Fu L, Burreson E B, Zhang F, et al. An unidentified haplosporidian parasite of bay scallop *Argopecten irradians* cultured in the Shandong and Liaoning provinces of China [J]. Dis. Aquat. Org., 1995, 25: 155~158

- [12] 杨红生, 周毅. 滤食性贝类对养殖海区环境影响的研究进展 [J]. 海洋科学, 1998, (2): 42~44
- [13] 张福绥, 杨红生. 山东沿岸夏季栉孔扇贝大规模死亡原因的分析 [J]. 海洋科学, 1999a (1): 44~46
- [14] 张福绥, 杨红生. 栉孔扇贝大规模死亡问题的对策和应急措施 [J]. 海洋科学, 1999, (2): 38~42
- [15] 小林信三. 喷火湾のウニとその养殖許容量調査報告書 [R]. 北海道水産資源技術開発協会, 1978.53
- [16] 李庆彪. 养殖扇贝大量死亡与环境容纳量 [J]. 国外水产, 1990, (2): 9~11
- [17] 唐启升. 关于养殖容纳量及其研究 [J]. 海洋水产研究, 1996, 17 (2): 1~5
- [18] 杨红生, 张福绥. 浅海筏式养殖养殖容量研究进展 [J]. 水产学报, 1999, 23 (1): 84~90
- [19] 方建光, 匡世焕, 孙慧玲, 等. 桑沟湾栉孔扇贝养殖容量的研究 [J]. 海洋水产研究, 1996, 17 (2): 18~31
- [20] 曾呈奎. 大力加强海洋生物技术研究 [J]. 海洋科学, 1999, (2): 1~2
- [21] 曾呈奎, 相建海. 海洋生物技术 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1998, 661
- [22] Chew K K. Global bivalve shellfish introductions [J]. World Aquaculture, 1990, 21 (3): 9~22

Introduction Engineering of Bay Scallop and Its Comprehensive Effects

Zhang Fusui, He Yichao, Yang Hongsheng

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Shandong Qingdao 266071)

[Abstract] In this paper, the social and academic background of introducing the bay scallop *Argopecten irradians* and the processes of the introduction, industrialization and restoration of germplasm are reviewed, its economic and social benefits and effects on the resource of native species, ecology and environment of farming areas are discussed, and prospects of the introduction engineering are forecasted. In the late 1970s, to relieve the decline in Bohai Sea and Huanghai Sea mariculture industry, the U.S. bay scallop was introduced as a restorative measure. On the basis of the development of a series of successful artificial breeding and grow-out technology, the world's first scallop culture industry had its footing in China's shallow sea regions. The bay scallop transplants in the South China Sea and East China Sea also showed satisfactory results. The restoration of germplasm to cultured stock of bay scallop brought about the sustainable development of the scallop culture industry.

The natural bay scallop populations have not been found in the farming areas of China, so there is no hazard of adverse effects of bioinvasion. The ecological and environmental effects of introduction engineering are the large-scale biodeposition where it is farmed, resulting in self-pollution. However this has no direct relationship with the incidence of mass mortality of *Chlamys farreri* reported in recent years. Above all, the introduction engineering of the bay scallop, targeted to meet the national socio-economic needs, has brought about immense socio-economic benefits, and uplifted the international status of China's shellfish research. It is expected that the introduction engineering of the bay scallop has bright prospects of its sustainable development as an industry and will bring about profound and lasting benefits to the country's marine economic development.

[Key words] bay scallop, introduction engineering