

山东省主要海水养殖区 环境评价与生态修复策略

刘广斌 宋娴丽 邱兆星 主编



中国海洋大学出版社

山东省主要海水养殖区环境评价与 生态修复策略

刘广斌 宋娴丽 邱兆星 主编

中国海洋大学出版社

· 青岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

山东省主要海水养殖区环境评价与生态修复策略 /
刘广斌, 宋娴丽, 邱兆星主编. —青岛: 中国海洋大学出版社, 2012. 5

ISBN 978-7-81125-847-9

I. ①山… II. ①刘…②宋…③邱… III. ①海水养殖—养殖场—环境生态评价—研究—山东省②海水养殖—养殖场—生态环境—环境治理—研究—山东省 IV.

①S967

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 081354 号

出版发行 中国海洋大学出版社
社 址 青岛市香港东路 23 号 邮政编码 266071
出版人 杨立敏
网 址 <http://www.ouc-press.com>
电子信箱 oucpress@sohu.com
订购电话 0532-82032573(传真)
责任编辑 由元春 邓志科 电 话 0532-85902349
印 制
版 次 2012 年 5 月第 1 版
印 次 2012 年 5 月第 1 次印刷
成品尺寸 144 mm×215 mm
印 张 6
字 数 150 千字
定 价 27.00 元

编委会

主 编	刘广斌	宋娴丽	邱兆星
编 委	邹 琰	李 莉	高 翔
	刘恩孚	王晓红	刘梦侠
	吴莹莹	李翹楚	

前 言

山东省是海水养殖大省,其得天独厚的自然条件、繁多的海水养殖种类、雄厚的科技和经济实力促进了海水养殖业的蓬勃发展。然而近年来,随着山东省海水养殖业的过度开发及自身污染,以及现代工业的高度发展所造成的环境影响,养殖区生态环境恶化等问题已成为制约海水养殖发展的重要因素,迫切需要海洋管理部门及时有效的指导和规范。

山东省海水养殖研究所相关人员组成研究小组,利用前期研究成果,结合历史资料以及补充调查、调研的数据,包括山东省各养殖区涉及县市的海水养殖最新统计数据、海洋环境公报等,对山东省池塘养殖、滩涂养殖、浅海筏式养殖等海水养殖生态系统类型进行了初步评估,选定了主要海水养殖区,评价了其生态系统的受损程度,探讨退化机制;结合国内外研究前沿,提出了切实可行的修复技术,为主要养殖区生态修复与保护提供科学依据,为山东省海水增养殖业的可持续发展提出了可参考的策略。

《山东省主要海水养殖区环境评价与生态修复策略》主要包括山东省海水养殖现状、重点养殖区选划与生态评价、重点受损养殖区受损机制研究与评价、重点受损养殖区修复策略建议四个部分。其中“山东省海水养殖现状”对池塘养殖、滩涂养殖、筏式养殖等海水养殖区进行了初步分析,由邹琰等编写;“重点养殖区选划与生态评价”选定了三种养殖方式的重点养殖区并对其健康状况进行了评价,由刘广斌、邱兆星等编写;“重点受损养殖区受损机制研究与评价”分析探讨了导致生态受损的主要影响因素并评价了各重点海水养殖区的受损程度,由刘广斌、宋娴丽等编写;“重点受损养殖区修复策略建议”针对受损及退化机制提出了三种主要养殖方

式的修复建议和策略,由宋娴丽等编写。

需要特别指出的是,“重点受损养殖区受损机制研究与评价”中采用了国家海洋局第一海洋研究所蒲新明副研究员、傅明珠副研究员和王宗灵研究员提供的养殖区环境评价体系,在此对他们的大力支持表示由衷的感谢。

因编者水平所限,书中疏漏在所难免,敬请读者批评指正。

编者
2011年6月

目 录

1	山东省海水养殖现状	(1)
1.1	山东省海水养殖概况	(1)
1.2	山东省海水养殖区域分布	(4)
1.2.1	黄河三角洲海水养殖区	(4)
1.2.2	山东半岛东北部海水养殖区	(5)
1.2.3	山东半岛南部海水养殖区	(7)
1.3	山东省主要海水养殖方式及养殖区分布	(8)
1.3.1	池塘养殖方式及主要养殖区	(10)
1.3.2	滩涂养殖方式及主要养殖区	(21)
1.3.3	筏式养殖方式及主要养殖区	(32)
2	重点养殖区选划与生态评价	(43)
2.1	重点养殖区界定标准与选定结果	(43)
2.1.1	界定标准	(43)
2.1.2	选定结果	(43)
2.2	重点受损养殖区界定标准与选定结果	(50)
2.2.1	界定标准	(50)
2.2.2	选定结果	(51)
2.3	生态评价	(74)
3	重点受损养殖区受损机制研究与评价	(77)
3.1	重点受损养殖区受损机制	(77)
3.1.1	三种养殖方式养殖区受损的共同机制	(77)
3.1.2	三种养殖方式养殖区受损的不同机制	(86)

3.2	重点受损养殖区受损评价体系	(93)
3.2.1	评价体系概述	(94)
3.2.2	评价目标与原则	(95)
3.2.3	评价模块与指标体系	(96)
3.2.4	评价标准与方法	(98)
3.2.5	评价结果与级别划分	(106)
3.3	重点受损养殖区受损评价结果	(106)
3.3.1	胶州湾重点养殖区	(106)
3.3.2	荣成湾重点养殖区	(119)
3.3.3	分析与讨论	(129)
4	重点受损养殖区修复策略建议	(137)
4.1	现有修复技术	(137)
4.1.1	物理修复技术	(137)
4.1.2	化学修复技术	(139)
4.1.3	生物修复技术	(141)
4.2	修复技术集成应用	(148)
4.2.1	增殖放流	(149)
4.2.2	人工渔礁	(151)
4.2.3	自然保护区	(151)
4.2.4	生态养殖	(152)
4.3	不同养殖方式的修复建议及策略	(158)
4.3.1	池塘养殖	(158)
4.3.2	滩涂养殖	(165)
4.3.3	筏式养殖	(168)
4.4	水产养殖生态修复技术展望	(172)
	参考文献	(174)

1 山东省海水养殖现状

1.1 山东省海水养殖概况

山东省地处黄河下游,濒临渤海和黄海,海岸线北起漳卫新河口,南至日照绣针河河口,长达 3345 km。因不同岸段所处自然地理条件各异,海岸地貌类型复杂多样,复杂的海岸线,多样的生态环境,造就了山东半岛丰富的生物多样性。可进行水产增养殖的生物资源有 680 多种,重要的经济水产种类有 110 多种。

随着人工育苗技术的突破和规模化养殖技术的完善,山东作为我国海洋产业的龙头,带动了我国海水养殖业的五次迅速发展:20 世纪 60 年代以“海带自然光育苗技术”为突破的海洋藻类养殖使我国由海藻胶的进口国变为世界上主要的供应国;20 世纪 80 年代以“对虾育苗技术”为突破的海洋虾类养殖使得荒滩变为了投资热土;20 世纪 90 年代以“扇贝筏式养殖技术”为突破的海洋贝类养殖开创了山东省耕海牧渔的新时代;20 世纪初以“鲆鲽鱼类工厂化养殖技术”为突破的海洋鱼类养殖使得持续稳定地向市场供应鱼类成为现实;近年来以“参、鲍工厂化及池塘养殖技术”为突破的海珍品养殖更是创造了单一种类产值过百亿的渔业经济奇迹。由此,我国渔业实现了“养殖高于捕捞”、“海水超过淡水”的两大历史性突破。目前,养殖方式多样和养殖种类齐全是山东省海水养殖的两大特点和优势。

20 世纪 90 年代,山东省政府提出了“以养为主,养捕并举”的产业调整政策,1994 年,全省养殖产量首次超过了捕捞量。与此同时,山东省海洋科技工作者在全国海水养殖界率先提出了“健康

养殖”的概念,在养殖方式及养殖种类方面取得了突破性进展。山东省的海水养殖方式多种多样,国内主要的养殖方式,如池塘(围堰)养殖、滩涂底播养殖、浅海筏式养殖、网箱养殖、盐田养殖、工厂化养殖等,几乎都是先在山东省试验开发和完善,然后逐步推向全国,“全国水产看山东”由此而来。

山东省的海水养殖品种主要包括:

鱼类:鲈鱼、大菱鲆、牙鲆、大黄鱼、军曹鱼、鲷鱼、美国红鱼、河豚、鲷鱼、石斑鱼、鳎鱼、黑鲟(许氏平鲷)、半滑舌鳎等。

甲壳类:凡纳滨对虾、日本囊对虾、中国明对虾、墨吉明对虾、三疣梭子蟹、青蟹等。

贝类:蛤、蛏、螺、蚶、牡蛎、鲍、贻贝、江珧等。

藻类:海带、裙带菜、紫菜、江蓠、麒麟菜、石花菜、羊栖菜、苔菜等。

其他:刺参、海胆、海水珍珠、海蜇等。

2009年,山东省海水养殖总产量已达到 3.81×10^6 t,占山东省水产品总产量的 50.6%;养殖面积达到了 4.4×10^5 hm²,占海、淡水养殖总面积的 64.3%;海水养殖产值达到了 383 亿元,占渔业经济总产值的 48.0%。

山东省主要养殖种类和养殖方式的产量及面积情况见图 1-1 和图 1-2。

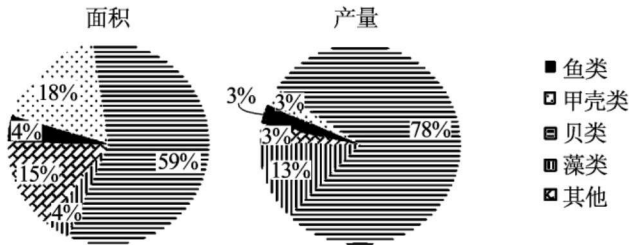


图 1-1 2009 年山东省主要养殖种类养殖产量及面积

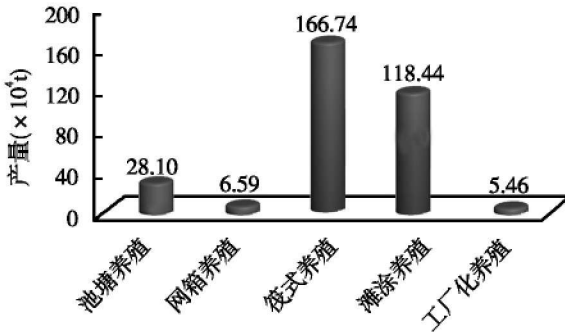


图 1-2 2009 年山东省海水养殖主要养殖方式产量

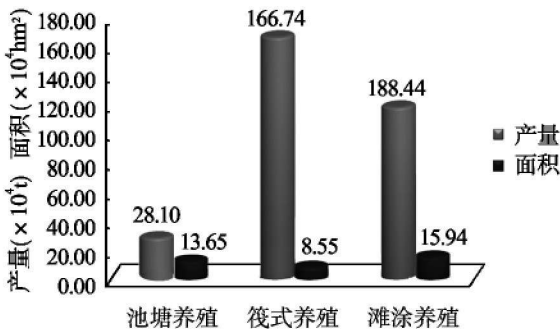


图 1-3 山东省三种主要海水养殖方式的养殖产量和面积

从图 1-1 可以看出,目前山东省主要养殖种类按照养殖面积大小,依次是贝类>甲壳类>其他>藻类>鱼类;按照产量大小,依次是贝类>藻类>甲壳>鱼类>其他。无论是从产量上还是养殖面积上都是以贝类为主要种类,均达到了 59% 以上。

从图 1-2 可以看出,在产量上,山东省海水养殖主要养殖方式以筏式养殖、底播养殖和池塘养殖为主,其产量从大到小依次是:筏式养殖>滩涂养殖>池塘养殖>网箱养殖>工厂化养殖。

从图 1-3 可以看出,山东省的三种主要海水养殖方式(池塘养殖、筏式养殖和滩涂养殖)中,养殖面积从大到小依次是:滩涂养殖

>池塘养殖>筏式养殖。

1.2 山东省海水养殖区域分布

山东省海水养殖区域分布见图 1-4。根据山东省海岸带、海域特征和不同海水养殖方式的分布特点,将全省海水增养殖海域分为黄河三角洲海水养殖区、山东半岛东北部海水养殖区、山东半岛南部海水养殖区。

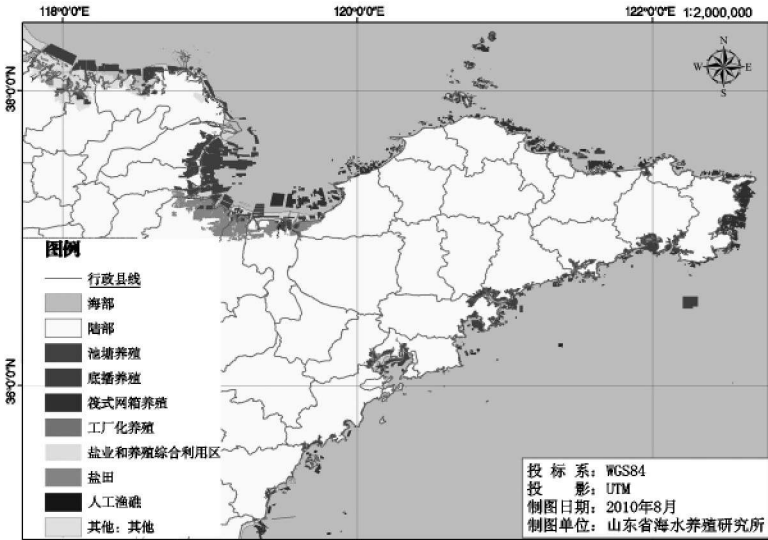


图 1-4 山东省海水养殖区域分布

1.2.1 黄河三角洲海水养殖区

黄河三角洲海水养殖区西起漳卫新河河口,东至莱州虎头崖。此段为粉砂淤泥质海岸,海岸坡度徐缓,平均水深不超过 20 m。尤其在莱州湾西部和渤海湾南部近岸,水深一般在 10 m 以内,海底平坦,底质多为黏土软泥和细粉砂。本区入海的河流较多,包括黄河、马颊河、徒骇河、小清河、弥河、潍河、胶莱河、沙河等十几条河流,近海水文变化受河流作用明显。该区域饵料生物充足,适合

多种贝类及鱼、虾、蟹繁殖和生长。

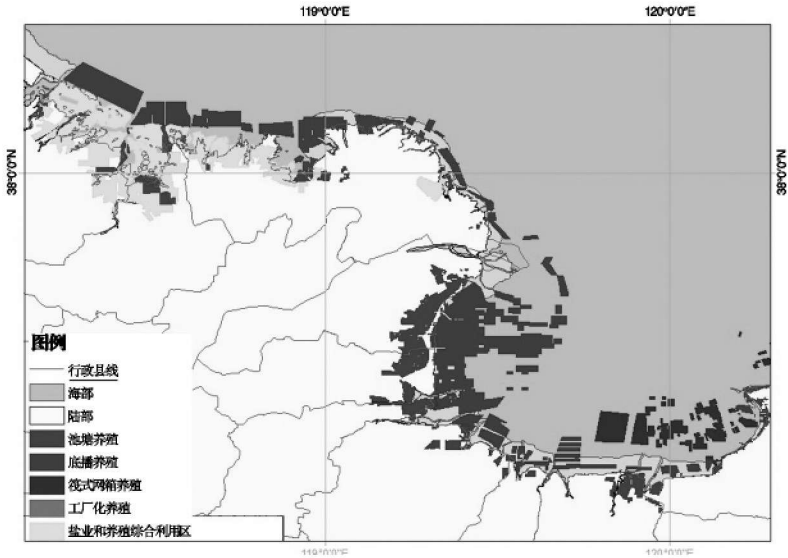


图 1-5 黄河三角洲主要养殖方式分布

此区域海水养殖以滩涂贝类底播、池塘虾蟹类养殖为主,其中贝类底播增殖产业优势明显,养殖面积达 $1.1 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 占全省底播养殖的 68.6%, 主要养殖四角蛤蜊、文蛤、青蛤、毛蚶、缢蛏等;池塘养殖面积 $4.6 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占全省池塘(围堰)养殖的 47.4%, 主要养殖种类有凡纳滨对虾、日本囊对虾、三疣梭子蟹、中国明对虾、刺参、卤虫等。盐田养殖面积共 $8.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 主要进行日本囊对虾、凡纳滨对虾与缢蛏混养。

1.2.2 山东半岛东北部海水养殖区

山东半岛东北部海水养殖区西起莱州虎头崖,东至荣成镆铘岛。海岸西部较平缓,东部较曲折,坡度较大,大部分为基岩港湾海岸。沿岸沉积物多系粗质砂,滩涂海域底质多为砂泥、砾石、岩礁。近岸水流较大,尤其在成山角附近,有一自南向北延伸的大型冲刷槽,水深达 70~80 m,此处山东半岛北部沿岸流与

沿黄海槽北上的黄海暖流汇合形成“锋区”，水温变化梯度较大，饵料生物丰富，著名的烟—威渔场和石岛渔场便在这里。近年来该区域江河径流量的减少，影响了营养物质的输送，对渔汛影响较大。

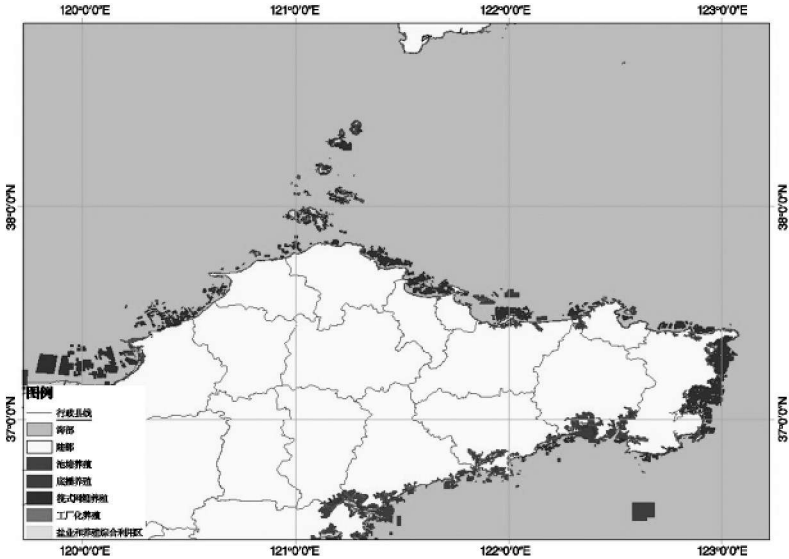


图 1-6 山东半岛东北部主要养殖方式分布

此区域以筏式养殖为主。筏式养殖面积 $5.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，占全省浅海筏式养殖的 59.1%。筏式养殖种类主要为海带、裙带菜、石花菜，皱纹盘鲍、栉孔扇贝、海湾扇贝、长牡蛎(太平洋牡蛎)等，网箱养殖松江花鲈、真鲷、大泷六线鱼等经济鱼类。2008 年，该区域底播养殖面积 $1.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，占全省底播养殖的 9.6%，增养殖刺参、皱纹盘鲍、虾夷扇贝等海珍品；池塘养殖 $0.8 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，占全省池塘(围堰)养殖的 8.2%，养殖日本囊对虾、凡纳滨对虾、三疣梭子蟹及刺参、鲍等。

1.2.3 山东半岛南部海水养殖区

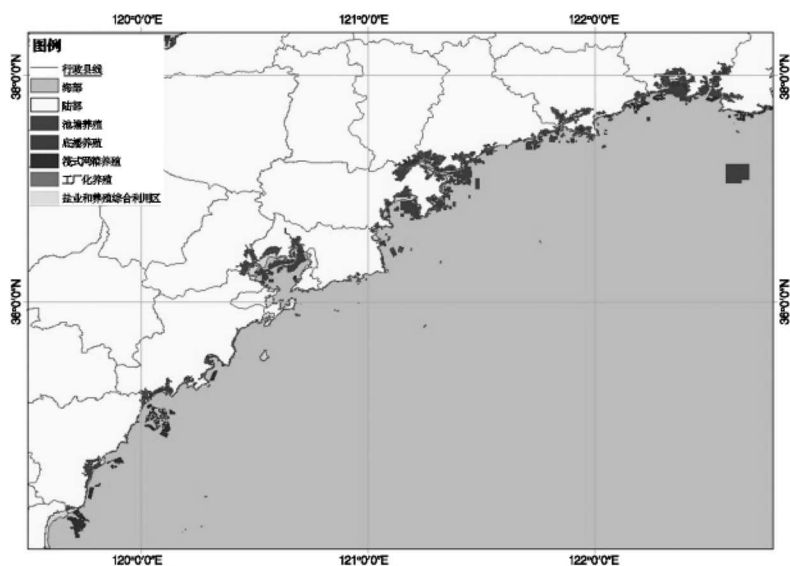


图 1-7 山东半岛南部主要养殖方式分布

山东半岛南部海水养殖区北起荣成镆铳岛,南至日照绣针河。该区地形地貌与山东半岛北部相似,大部分为基岩港湾海岸。入海河流比较多,如母猪河、乳山河、五龙河、李村河、大沽河、王戈庄河、付疃河、白马河、两城河等。在河口和海湾一带形成泥沙质滩涂。该区域是鱼、虾、贝、藻多品种综合养殖区。

2008年,本区域池塘养殖面积 $4.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占全省池塘(围堰)养殖的 44.3%;底播养殖面积 $3.4 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占全省底播养殖的 21.8%;筏式养殖面积 $1.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占全省筏式养殖的 15.4%。

综上所述,山东省各主要海水养殖方式在三大区域的面积分布情况见图 1-7,从图中可以看出,全省的底播养殖按面积大小分布情况依次为:黄河三角洲区域>山东半岛南部区域>山东半岛东北部区域;筏式养殖按面积大小分布情况依次为:山东半岛东北

部区域>山东半岛南部区域>黄河三角洲区域;而池塘养殖按面积大小分布情况依次为:黄河三角洲区域>山东半岛南部区域>山东半岛东北部区域。

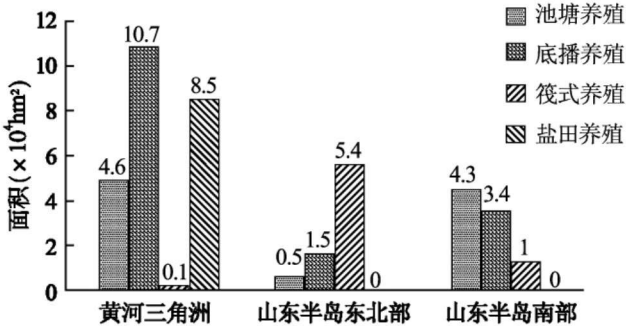


图 1-8 山东省各区域海水养殖方式对比

1.3 山东省主要海水养殖方式及养殖区分布

目前,国内主要的养殖方式在山东省都有分布,主要包括:池塘(围堰)养殖、底播(滩涂)养殖、浅海(筏式、网箱)养殖、盐田养殖、工厂化养殖。

池塘(围堰)养殖:是指在潮间带滩涂及海岸线以上区域进行海水围塘养殖。全省现有池塘(围堰)养殖面积 $1.4 \times 10^5 \text{ hm}^2$,主要分布在黄河三角洲、山东半岛南部等区域,绝大多数为潮上带和滩涂地区的土池围海养殖,还有少数岩礁基岩岸线的围堰筑坝养殖。多数采取自然纳潮取水方式,少数利用动力取水,大部分仍是大排大灌的半精养模式,养殖效益较稳定。池塘养殖主要种类有虾类(凡纳滨对虾、日本囊对虾、中国明对虾等)、蟹类(三疣梭子蟹、青蟹等)、刺参、海蜇,也有部分池塘养殖鱼类(松江花鲈、褐牙鲆、红鳍东方鲀、梭鱼、半滑舌鳎等)、贝类(菲律宾蛤仔、长牡蛎、缢蛏、青蛤、竹蛏等)。围堰筑坝养殖的主要种类有刺参、皱纹盘鲍

等。

底播(滩涂)养殖:是指利用滩涂、潮下带海底底面进行的护养或底播养殖(池塘围堰养殖除外)。一般0~ -20 m等深线为浅水养殖, -20 m等深线以深海域为深水养殖。目前山东省进行底播养殖的区域有 1.7×10^5 hm²,其中滩涂养殖面积占95.6%,主要分布于黄河三角洲地区及沿海海湾潮间带滩涂和0~ -15 m等深线浅海,种类主要有蛤类(菲律宾蛤仔、文蛤、四角蛤蜊、中国蛤蜊、青蛤、蓝蛤、紫石房蛤等)、蚶类(毛蚶、魁蚶等)、蛭类(缢蛭、竹蛭、大竹蛭等)、螺类(皱纹盘鲍、强棘脉红螺、玉螺等)等。岩礁底质的养殖主要在蓬莱至日照岸段的0~ -20 m等深线浅海,主要养殖种类有皱纹盘鲍、刺参、扇贝、强棘脉红螺等。

浅海(筏式、网箱)养殖:是指在0 m等深线以深水域进行的筏式养殖和网箱养殖。全省现有筏式养殖面积 8.6×10^4 hm²,绝大部分分布在烟台、威海、日照海域。筏式养殖主要养殖种类有贝类(栉孔扇贝、海湾扇贝、虾夷扇贝、紫贻贝、长牡蛎、皱纹盘鲍等)、藻类(海带、裙带菜、条斑紫菜、江蓠等)及刺参、海胆、三疣梭子蟹等。网箱养殖主要种类为鱼类(美国红鱼、许氏平鲉、黑鲷、真鲷、大泷六线鱼、褐牙鲆等),分为普通网箱和深水抗风浪网箱两大类型,全省现有普通网箱 1.2×10^6 m²,深水大网箱 2.4×10^6 m³。

盐田养殖:是指在滩涂或潮上带盐田中进行的池塘养殖。山东省盐业和养殖综合利用区面积较大,共 8.5×10^4 hm²,主要分布在黄河三角洲区域。此模式同时兼顾养殖和盐业生产的一、二级晒盐池,可养殖区域与制盐区域的面积比一般为20:1~25:1。2008年,主要养殖种类有:虾蟹类、贝类、卤虫等。

工厂化养殖:是一种现代集约化水产养殖方式,遵循工艺过程的连续性和流水作业性原则,依托养殖工程和水处理设施与设备,在生产中运用机械、电气、化学、生物及自动化等手段,对水质、水温、水流、溶氧、光照及饲料等各方面实行全人工控制,为养殖生物提供适宜生长的环境条件,达到高产、高效养殖的目的。山东省工厂化养殖沿海各地市都有分布,大多数利用地下海水和地下淡水、