

胶东半岛海产养殖地下咸水分布特征及开发利用现状

张杰¹,程鑫¹,谭现锋²,毕建新¹

(1. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264004; 2. 山东省鲁北地质工程勘察院, 山东 德州 253072)

摘要:胶东半岛位于山东省胶莱河以东,区内海岸线全长约1700 km,沿海滩涂面积约500 km²。由于该区特殊的自然地理和地质环境条件,赋存有适宜海产养殖的地下咸水。该文依据大量的基础资料,阐述了胶东半岛区内海产养殖地下咸水的分布特征、富水地段资源量及开发利用现状,并针对开发利用中引发的地质环境问题提出了相应的保护建议,对于指导该区海产养殖地下咸水资源科学合理开发利用具有重要的意义。

关键词:海产养殖;地下咸水;分布特征;开发利用;胶东半岛

中图分类号:S965.1

文献标识码:B

胶东半岛位于山东省胶莱河以东,包括烟台市、威海市和青岛市3个地级市,濒临渤海、黄海,海岸线全长约1700 km,沿海滩涂面积约500 km²,海产资源丰富,海洋捕捞业为该区创造了良好的经济效益。近年来,由于海水不同程度遭受污染,近海和远洋捕捞收益下降,多数渔民开始利用沿海地带的地下咸水进行海产养殖,使沿海海产养殖业迅猛发展。利用地下咸水进行海产品养殖不仅能节约大量能源,而且海产种苗的成活率明显提高,目前胶东半岛对海产养殖地下咸水量的需求正在不断增加。

1 海产养殖地下咸水分布特征^①

1.1 地下咸水的界定

海产养殖地下咸水的界定目前尚没有一个统一标准,根据搜集了解到胶东半岛的各类海产品养殖的盐度和温度,该次论述的海产养殖地下咸水界定标准为:盐度(1 kg海水中所含溶解物质的总量)(3~40)×10⁻³(根据盐度与矿化度两者关系,其为咸水—盐水)、水温13~20℃,水质符合《渔业水质标准》(GB11607-89)^[1]的地下水。

1.2 地下咸水赋存类型及分布

胶东半岛海产养殖地下咸水资源主要呈带状分布于沿海地区,其赋存类型主要有2类:海产养殖松散岩类孔隙咸水、海产养殖碳酸盐岩类岩溶裂隙咸水。

1.2.1 松散岩类孔隙咸水

主要分布在莱州、牟平北部和文登、乳山、海阳、莱阳南部沿海平原前缘的河流入海口处,海水可沿河道上溯,呈楔状补给海产养殖地下咸水,一般海产养殖地下咸水区距海岸线的距离小于2 km。含水层岩性为细砂、粗砂和砂砾石,含水层厚度和埋深一般随第四系的厚度变化,从几米到几十米。根据现有水文地质资料,海产养殖松散岩类孔隙咸水富水地段主要有6处。

(1)莱州市朱由一三山岛孔隙咸水富水地段

分布在朱由一三山岛以西滨海地区,含水层岩性以砾砂为主,细砂、粗砂次之,厚度13.1~17.2 m,水位埋深4.2~23.1 m,渗透系数4.0~22.7 m/d,该地段大部分单井涌水量大于500 m³/d,只有在仓上村周围和朱家村西单井涌水量小于500 m³/d。水温13~16℃,盐度(3~34)×10⁻³,其中盐度大于15×10⁻³的咸水区主要分布于刁龙咀—朱由—朱旺的滨海地区,主要养殖大菱鲆、欧鳎、石鲈鱼、虾、螃蟹

* 收稿日期:2012-12-11;修订日期:2013-01-02;编辑:陶卫卫

作者简介:张杰(1983—),男,山西文水人,工程师,主要从事水工环地质工作;E-mail:kcyzhangjie@126.com。

①山东省第三地质矿产勘查院,毕建新、张杰等,山东省胶东半岛海产养殖地下咸水调查报告,2008年12月。

蟹、海肠、海参等海产品。

(2) 龙口市河口于家一周家孔隙咸水富水地段

分布在河口于家一周家滨海地区,含水层岩性以砾砂为主,粗砂、细砂次之,厚度 6.8~24.1 m,水位埋深 2.0~13.5 m,渗透系数 20.96~40.94 m/d,在河口于家一砣岛和黄河入海口滨海区单井涌水量大于 500 m³/d,其他地区单井涌水量小于 500 m³/d。水温 13~17℃,盐度(3~33)×10⁻³,其中盐度大于 15×10⁻³咸水区主要分布于河口于家西、砣岛和周家村北的滨海地区,主要养殖大菱鲆、海参等海产品。

(3) 牟平区马鞍山北一双岛港孔隙咸水富水地段

分布在马鞍山北一双岛港滨海地区,含水层岩性以细砂为主,粗砂次之,厚度 23.1~25.8 m,水位埋深 1.8~7.5 m,渗透系数 3.56~14.00 m/d,在云溪村北滨海区单井涌水量大于 500 m³/d,其他地区单井涌水量小于 500 m³/d。水温 13~15℃,盐度(3~34)×10⁻³,其中盐度大于 15×10⁻³咸水区主要分布于马鞍山北、云溪村北和双岛港西岸的滨海地区,主要养殖大菱鲆。

(4) 乳山市南黄孔隙咸水富水地段

分布在凤口集一洋村滨海地区,含水层岩性以粗砂为主,细砂次之,厚度 10.0~12.80 m,水位埋深 1.27~8.44 m,渗透系数 45.56~58.84 m/d,在浪暖口和洋村南滨海区单井涌水量大于 500 m³/d,其他地区单井涌水量小于 500 m³/d。水温 13~16℃,盐度(3~29)×10⁻³,其中盐度大于 15×10⁻³咸水区主要分布于全部滨海地区,主要养殖大菱鲆、舌鳎、海参、海肠等海产品。

(5) 海阳市潮里一留格庄孔隙咸水富水地段

分布在潮里和东远牛南部滨海地区,含水层岩性以粗砂为主,细砂次之,厚度 7.40~10.50 m,水位埋深 1.2~14.95 m,渗透系数 15.60~34.62 m/d,在潮里和东远牛滨海区单井涌水量大于 500 m³/d,其他地区小于 500 m³/d。水温 13~15℃,盐度(3~30)×10⁻³,其中盐度大于 15×10⁻³咸水区主要分布于潮里和东远牛西南的滨海地区,主要养殖大菱鲆。

(6) 莱阳市羊郡一海阳市行村孔隙咸水富水地段

分布在行村一滩港南滨海地区,含水层岩性以砾砂为主,细砂次之,厚度 12.8~13.2 m,水位埋深 2.10~10.30 m,渗透系数 15.54~31.48 m/d,在行村和西石咀滨海区单井涌水量大于 500 m³/d,其他

地区单井涌水量小于 500 m³/d。水温 14~15℃,盐度(3~26)×10⁻³,其中盐度大于 15×10⁻³咸水区主要分布于行村西和西石咀南的滨海地区,主要养殖大菱鲆、河豚、舌鳎、海参等海产品。

1.2.2 碳酸盐岩类岩溶裂隙咸水富水地段

主要分布在蓬莱衙前一山后李家的滨海丘陵地带,离海岸线较近,一般不超过 500 m,海水可沿构造破碎带补给海产养殖地下咸水。含水层岩性主要为石墨大理岩、透闪大理岩及白云石大理岩,厚度 20.0~24.0 m,水位埋深 2.10~29.60 m,渗透系数 4.47~18.75 m/d,在衙前和山后陈家一山后李家北部滨海区单井涌水量大于 500 m³/d,其他地区单井涌水量小于 500 m³/d。水温 13~16℃,盐度(3~32)×10⁻³,其中盐度大于 15×10⁻³咸水区主要分布于行村西和西石咀南的滨海地区,主要养殖大菱鲆、海参等海产品。

1.3 地下咸水资源量

根据胶东半岛实际水文地质条件特征,海产养殖地下咸水的补给来源主要为海水,因此,该次选用水文地质断面法对海产养殖地下咸水进行资源量评价。其公式为:

$$Q = K \cdot H \cdot I \cdot L$$

式中:K为含水层渗透系数(m/d),取各富水地段渗透系数的平均值;H为含水层厚度(m),取各富水地段含水层厚度的平均值;I为海咸水补给水力坡度,第四系富水地段水力坡度取 0.08~0.10,岩溶裂隙富水地段水力坡度取 0.15;L为海咸水补给断面宽度(m),从 1:5 万水文地质图上量取。

根据以上参数计算,胶东半岛海产养殖地下咸水资源量(补给资源量)为 224.63 万 m³/d。由于受开采条件和开采能力的限制,通过断面补给的地下水资源量不能全部开采出来,根据胶东半岛区内地下水淡水源地勘查工作经验,可开采资源量一般占补给资源量的 70%。因此,胶东半岛海产养殖地下咸水可开采资源量为 157.24 万 m³/d(表 1)。

1.4 地下咸水水质

根据调查,胶东半岛海产养殖地下咸水水化学类型均为 Cl-Na 水,与其补给来源为海水密切相关,地下咸水中离子组分以 Cl⁻,Na⁺ 为主,水化学动态相对稳定,表现出与海水成分的渐近性和一致性。咸水中大部分指标均符合《渔业水质标准》(GB11607-89)

表 1 胶东半岛海产养殖地下咸水资源量计算

富水地段	渗透系数 $K(m/d)$	含水层平均厚度 $H(m)$	水力坡度 I	过水断面宽度 $L(m)$	补给资源量 $Q(m^3/d)$	可开采资源量 $Q_{开}(m^3/d)$
莱州朱由一三山岛	14.03	11.88	0.10	22645	377439	264207
龙口河口于家一周家	34.11	11.45	0.10	17290	675277	472694
牟平马鞍山北一双岛港	6.40	22.66	0.08	11915	138237	96766
乳山市南黄	38.62	8.44	0.10	9550	311285	217899
海阳市潮里一留格庄	22.02	8.95	0.08	13450	212057	148440
莱阳羊郡一海阳行村	23.51	13.00	0.10	3250	99330	69531
蓬莱衙前一山后李家	11.61	22.00	0.15	11292	432630	302841
合计				89392	2246255	1572378

中各指标规定限值,但个别地段存在重金属的镉、铅、铜及石油类超标^[1]。

2 海产养殖地下咸水开发利用现状

2.1 海产养殖地下咸水开发利用情况

胶东半岛自 20 世纪 90 年代以来,沿海地区发挥区位优势,大力开发海洋资源,率先发展成为全省经济最发达,对外贸易最活跃的地区。目前在胶东半岛已有数十家海产养殖场利用地下咸水进行海产品养殖,主要分布在莱州市、龙口市、蓬莱市、牟平区、文登市、海阳市沿海地区,现有开采井约 3 300 眼,开采量约 176 万 m^3/d (表 2),大部分开采地下

表 2 胶东半岛海产养殖地下咸水开采量统计

位置	总井数(眼)	实际开采井数(眼)	单井开采量(m^3/h)	水位埋深(m)	开采量(万 m^3/d)	盐度(10^{-3})	水温($^{\circ}C$)
乳山南黄	300	150	20~50	4.2~8.5	14.50	20~26	14~16
海阳大回家潮里	10500	2000	10	10.0~19.5	48.00	17~29	14~15
龙口河口于家	20	10	30	3.3~7.8	0.70	30~33	14~15
海阳行村	120	40	40	3.5~8.1	3.80	16~26	14~15
莱阳羊郡	400	100	20~50	4.5~10.1	7.20	21~24	14~15
牟平大窑	30	10	20	1.5~4.0	0.50	22~34	14~15
开发区大季家	50	30	20~100	10.5~30.0	4.30	24~31	13~15
蓬莱潮水	60	40	20~100	4.0~20.0	5.80	25~30	15~16
莱州三山岛	300	150	20~50	11.0~19.0	14.40	19~28	14~16
莱州朱由	1500	800	20~50	5.0~11.5	76.80	28~33	14~16
合计	13280	3330			176.0		

孔隙咸水,开采井间距 50~300 m,孔深 20~50 m,单井出水量 500~1 000 m^3/d ,水温一般稳定在 13~16 $^{\circ}C$ 之间,地下咸水盐度为 $(10\sim30)\times 10^{-3}$,主要养殖鱼类和海参。只有蓬莱市东部沿海地区开采地下岩溶裂隙水,开采井间距 50~100 m,开采井深一般在 100~120 m,水温一般稳定在 13~16 $^{\circ}C$ 之间,地下咸水盐度为 $(26\sim30)\times 10^{-3}$,单井出水量 500~2 000 m^3/d ,主要养殖鱼类。

2.2 地下咸水富水地段开采潜力评价

根据胶东半岛海产养殖地下咸水各富水地段可开采量和现开采量,按分级标准(表 3)计算该区地下咸水富水地段的开采潜力指数,划分富水地段的开采潜力类型。

表 3 地下水开采潜力分级(区)标准

开采潜力指数 (P)	$P > 1.2$	$0.8 < P \leq 1.2$	$0.6 < P \leq 0.8$	$P \leq 0.6$
潜力划分	有开采潜力	采补平衡	超采	严重超采

潜力指数计算公式为:

$$P = Q_{可} / Q_{现}$$

式中: $Q_{可}$ —可开采量(万 m^3/d); $Q_{现}$ —现开采量(万 m^3/d)。

根据计算,胶东半岛全区海产养殖地下咸水资源开采潜力为采补平衡;但在莱州朱由一三山岛和海阳市潮里一留格庄富水地段为严重超采;莱阳羊郡一海阳行村富水地段为超采;其他富水地段均有开采潜力(表 4)。

2.3 引发的主要地质环境问题

地下咸水相对于海水洁净、致菌少、无污染或污染轻。采用地下咸水进行海产养殖不仅避免了因海水污染及自然灾害对海产养殖业带来的影响,提高了人为控制能力^[2];而且可以减少地下浅部咸水自然蒸发,抑制地下水盐分上升,从而防止土壤盐碱化。另外,开采地下咸水还可使咸淡水压力差缩小,使咸淡水间动力达到平衡,防止内陆淡水咸化的作用^[3]。当然,海产养殖地下咸水的开发也给胶东半岛带来一些地质环境问题。

2.3.1 海水入侵

20 世纪 90 年代以来,沿海河流下游入海口一带和沿海平原海水养殖现象比较普遍,直接导致海水上溯。而且人为将大量海产养殖地下咸水抽至内陆(养殖区),不采取有效的防渗措施,以致于形成较

表4 胶东半岛海产养殖地下咸水富水地段开采潜力评价

富水地段	总井数 (眼)	实际开采 井数(眼)	单井开采量 (m ³ /h)	已开采量 (万 m ³ /d)	可开采资源量 Q(万 m ³ /d)	潜力指数	开采潜力评价
莱州朱由—三山岛	1800	950	20~50	91.20	26.42	0.29	严重超采
龙口河口于家—周家	20	10	30	0.70	47.27	67.53	有潜力
牟平马鞍山北—双岛港	30	10	20	0.50	9.68	19.36	有潜力
乳山市南黄	300	150	20~50	14.50	21.79	1.50	有潜力
海阳市潮里—留格庄	10500	2000	10	48.00	14.84	0.31	严重超采
莱阳羊郡—海阳行村	520	140	20~50	11.00	6.95	0.63	超采
蓬莱衙前一山后李家	110	70	20~100	10.10	30.28	3.00	有潜力
合计	13280	3330		176.00	157.24	0.89	采补平衡

高的咸水位,使咸水向四周渗流扩散,产生了局部海水入侵。在海产养殖地下咸水开采区至海岸之间地带,造成原有的农作物减产或绝产;同时海水入侵也引发了多种疾病,使人民群众身体健康受到一定程度的影响^[4,5]。

2.3.2 水质污染

海产养殖场形成的污水一般就近排放至海域,一方面污染了近海海域水质,另一方面入渗污染了地下水,使近海个别地段地下水中的镉、铅、铜和石油类超标。

2.3.3 地质地貌景观破坏

海产养殖地下水的开采主要分布在沿海地带,目前还没有统一管理,现有的开采井和养殖大棚随意建设,杂乱无章,有的养殖场还损坏了原有的滨海防护林,破坏了原有的海岸带地质地貌景观^[4]。

3 地下咸水合理开发及保护措施

3.1 加大管理力度保护环境

建立相关的管理制度并逐步完善,在做好试点、取得经验的基础上对海产养殖进行统一规划管理,避免建设过程中对地质地貌景观特别是滨海防护林的破坏;制定有利于地质环境保护的政策,把地质环境保护纳入到海产养殖地下咸水开发之中,加大宣传力度和管理力度,不断提高海产养殖户的地质环境保护意识;针对将咸水引向内陆养殖的养殖池应采取防渗措施,养殖废水处理采用管道排放。

3.2 科学规划合理开采

胶东半岛海产养殖地下咸水各富水地段开采水平不一,开发处于自发无序状态,部分地区(例如莱州朱由—三山岛、海阳市潮里—留格庄等地)由于开采井过多,井距太近,造成开采井单井出水量明显下降,甚至有些较浅的开采井报废,给当地渔业生产造

成了巨大损失。因此,当地政府应加强引导,组织有关专家进行实地调查、分析、论证^[6],根据各富水地段海产养殖地下咸水开采潜力评价情况,从宏观上进行开采规划分区,使咸水资源最大程度的为当地经济发展服务;其中对莱州朱由—三山岛、海阳市潮里—留格庄和莱阳羊郡—海阳行村富水地段,应调整开采井间距,减少开采井数量,使海产养殖地下咸水的开采总量不超过其可开采资源量;对龙口河口于家—周家、牟平马鞍山北—双岛港、乳山市南黄和蓬莱衙前一山后李家富水地段,可适当增加开采井的数量,增大海产养殖地下咸水的开采量,但开采井间距要适当扩大。

3.3 加强监测生态养殖

对海产养殖地下咸水要定期检测水质情况,确保水质符合《渔业水质标准》,开展健康养殖,发展绿色环保产品;同时对养殖废水(尤其是含有残余饲料及排泄物污染的废水)应采用生物法净化处理,防止污水造成周边地下水水质及近海海域污染。对区内个别地段存在部分水质指标超标现象,及早进行相关调查评价和治理工作。

4 结语

胶东半岛海产养殖地下咸水资源主要呈带状分布于沿海地区,其赋存类型主要为海产养殖松散岩类孔隙咸水及海产养殖碳酸盐岩类岩溶裂隙咸水。其中,前者主要分布在莱州、牟平北部和文登、乳山、海阳、莱阳南部沿海平原前缘的河流入海口处;后者主要分布在蓬莱衙前一山后李家的滨海丘陵地带。据初步估算,胶东半岛海产养殖地下咸水可开采资源量为157.24万 m³/d,资源开采潜力整体为采补平衡。由于目前胶东半岛开发利用海产养殖咸水缺乏统一管理,引起该区部分地段发生海水入侵、水质

污染、地质地貌景观破坏等现象。建议今后建立相关的管理制度,统一规划管理,建立地质环境保护方案;同时对超采的地段进行控制开采,并根据实际情况设立监测网络,促进该地海产养殖地下咸水资源开发利用的可持续发展。

参考文献:

- [1] GB1160-89,渔业水质标准[S]. 1989.
[2] 史为良,杜瑜. 地下卤水、盐水和地表咸水在水产养殖中的应

- 用问题[J]. 淡水渔业,2006,36(3):53-55.
[3] 王长明. 平原有咸水区浅层地下水开发利用研究[J]. 长江科学院院报,2009,26(S1):118-122.
[4] 毕建新,贾承建,王仕昌. 山东省海(咸)水入侵演化趋势与防治对策探讨[J]. 山东国土资源,2010,26(3):6-12.
[5] 李小峰,张良月. 天津市浅层地下水咸水资源利用及其环境影响评价[J]. 地下水,2001,23(1):12-14.
[6] 陈晓虎,李华,侍建国. 天津市地下咸水资源特征及保护措施[J]. 中国水利,2010,13:43-45.

Distribution Characteristics and Present Conditon of Development and Utilization of Mariculture Saline – Groundwater in Jiaodong Peninsular

ZHANG Jie¹, CHENG Xin¹, TAN Xianfeng², BI Jianxin¹

(1. No. 3 Exploration Institution of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264004, China; 2. Lubei Geo – engineering Exploration Institute, Shandong Dezhou 253072, China)

Abstract: Jiaodong peninsular Locates in east of Jiaolai river in Shandong province. It has a coastline of 1700km and intertidal zone of 500km². Owing to special regional circumstances of physical geography and geology, saline groundwater in this area is very suitable for mariculture. According to basic information, distribution characteristics of saline groundwater, resource stock and present condition of development and utilization in water – rich zones have been introduced. Pointing to geological environment problems happened in this area, relative suggestions for development and utilization of underground water have been put forward. It will play a vital role in conducting scientific development and utilization of regional saline groundwater in mariculture.

Key words: Jiaodong peninsular; mariculture; saline groundwater; distribution characteristics; development and utilization; present condition