

基于 BP 人工神经网络的大沽河湿地 海水水质综合评价*

徐 勇^{1,2} 赵 俊¹ 过 锋¹ 乔向英¹ 张 艳¹ 陈聚法^{1①}

(1. 农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 山东省渔业资源与生态环境重点实验室
中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071; 2. 中国海洋大学化学化工学院 青岛 266100)

摘要 水体环境包含多个影响因素, 因素间大多具有非线性相关性, 为了能够客观地对大沽河湿地海水水质进行综合评价, 以神经网络为基础, 利用溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类 5 个指标作为评价因子, 建立了 5×5×1 拓扑结构的 BP 人工神经网络模型, 通过该模型对大沽河湿地水质进行综合评价。同时采用单因子评价方法、内梅罗指数法对该海域环境状况进行评价, 以期更好的对比评价 BP 人工神经网络模型的优缺点。BP 人工神经网络模型评价结果显示, 大沽河河道内站点的水质均为劣Ⅳ类水质, 入海河流断面及其周边海域也达到了Ⅲ类及以上水质标准。调查海域无机氮含量超标严重, 劣Ⅳ类及以上站位的数量占总调查站位的 59.3%, 富营养化状态明显。通过单因子评价法、内梅罗指数法、BP 人工神经网络 3 种评价方法对大沽河湿地水质进行评价, 发现Ⅲ类及以上水质站位占总调查站位比例分别为 89%、96%、56%。与单因子评价法、内梅罗指数法相比, BP 人工神经网络模型设计合理、评价结果科学可靠, 是一种更加快捷、客观全面及实用的水体质量评价方法。

关键词 大沽河湿地; BP 人工神经网络; 海水水质; 综合评价

中图分类号 S938.8 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2015)05-0031-07

科学构建水质评价方法, 是我国海洋环境安全评估研究的重要内容。但由于对水质风险的理解不同及区域差异, 水质安全评价指标的选取和评价等级的划分就各有不同(胡昌军, 2013)。目前水质安全评价的主要方法有层次分析评价法、主成分分析评价法、模糊数学评价法等, 然而这些方法的结果与评价指标密切相关, 其评价结果受到主观限制因素的影响较大, 在实际应用中存在一定的限制性(尹海龙等, 2008a)。

人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)是根据人脑神经网络结构及功能而建立的一种信息处理系统(从爽等, 1998; 李雪等, 2010), 能够在结果与前提条件之间建立一定的联系, 适于二者间无明确关系数据的评价。BP(Back Propagation)网络模型为反

向传播网络模型, 因其工作状态稳定, 算法先进, 成为 ANN 中最具代表性且被广泛应用的一种模型。它由输入层、输出层和隐含层 3 个层次组成, 不同层神经元之间均为单向互连。若输出结果与预期输出存在误差, 则会调整为反向传递并将误差值按连接路径逐层反向传播, 并修正各层连接权值。当不同训练模式均满足要求时, 则训练完成(Hanbay *et al*, 2008; 李雪等, 2010)。由于 BP 人工神经网络模型具有高度非线性映射特点, 能够有效减小主观因素的影响, 因而其被广泛用于环境质量、生态系统评价等领域(Ferreira *et al*, 2011; Kuo *et al*, 2007; Palani *et al*, 2008; 杨琴等, 2006)。基于目前尚无针对大沽河湿地水质的 BP 神经网络综合评价模型, 本研究尝试从水体石油烃、无机

* 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室开放基金资助项目(2012003)。徐 勇, E-mail: xuyong@ysfri.ac.cn

① 通讯作者: 陈聚法, 研究员, E-mail: chenjf@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2014-11-24, 收修改稿日期: 2015-01-20

氮、活性磷酸盐、溶解氧、化学耗氧量等因素建立BP神经网络评价方法,并与单因子评价方法、内梅罗指数法进行对比,以期为大沽河湿地环境保护和管理规划提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

大沽河流域面积 7511.5 km²,是胶东半岛最大的河流。其年均径流量、降水量分别为 6.31×10³ m³、734.24 mm,5–9月降水量占年降水总量的80%左右,是胶州湾营养盐、重金属等污染因素的主要输入源(周召千等,2008)。大沽河湿地面积约 400 km²,位于大沽河下游,具有人工湿地与自然湿地的双重属性,为胶东地区典型的河口海湾型湿地。另外,大沽河湿地潮间带、浅海区域也是我国滩涂贝类的重要增殖区。本研究共设调查站位 27 个(图 1)。水体中石油烃、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、化学耗氧量含量均按照《海洋监测规范》(GB17378.4–2007)相关方法测定。

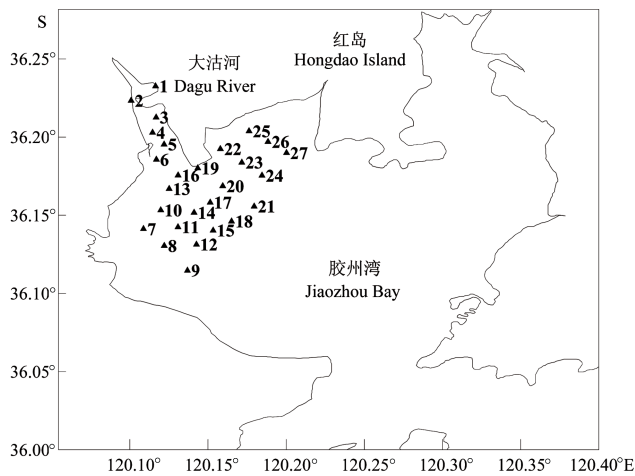


图 1 调查区域和采样站位
Fig.1 Surveyed area and sampling sites

1.2 BP神经网络评价方法

1.2.1 评价标准 本次采用《GB 3097–1997》作为BP神经网络模型的评价标准,对大沽河湿地水体中石油烃、无机氮、活性磷酸盐、溶解氧、化学耗氧量5个指标进行综合评价。在《GB 3097–1997》中石油烃、活性磷酸盐两个因子没有明确划分2类标准,为更好的对分类结果进行综合评价,利用取平均值法对这两个指标的2类标准进行划分,具体划分标准见表1。

表 1 水质评价基本项目标准
Tab.1 Basic assessment standards of sea water quality

Sea water quality 海水水质标准(mg/L)					评价等级
溶解氧	化学需氧量	磷酸盐	无机氮	石油烃	Order of evaluation
DO	COD	PO ₄ ³⁻	DIN	TPHs	
6	2	0.015	0.2	0.025	I
5	3	0.0225	0.3	0.05	II
4	4	0.003	0.4	0.03	III
3	5	0.045	0.5	0.5	IV
2	6	0.06	0.6	0.7	劣IV

1.2.2 训练样本的建立及数据归一化处理 建立BP网络模型需要足量的样本数,如果训练样本数太少会导致最终的BP神经网络模型实用性不强,识别结果不够理想,因而需要对样本进行扩充以保证所建立模型的可靠性及正确度(楼文高,2002)。本研究对每个水质指标的分级区间内随机生成110个样本,5个因子共获得2750个样本,从而保证BP神经网络模型的适用性、鲁棒性(杨芳等,2008)。由于BP人工神经网络的输出值在0–1之间,所以需将以上5个参数的样本进行归一化处理。数据归一化处理公式参照杨洁等(2004)方法进行。

1.2.3 BP神经网络模型学习 本研究BP神经网络评价模型输入层为5个神经元,其对应于表1中5项污染因子。输出层采用1个神经元,其5类因子的综合输出目标值为0.2、0.4、0.6、0.8、1,以对应于5类评价等级(李雪等,2010)。隐含层神经元数量的确定采用目前较为普遍的Kolmogorv定理(董长虹,2005;赵振宁,1996)确定隐含层单元数,根据Kolmogorv定理经反复模拟,最终确定隐含层神经元个数为5,因而创建的网络模型结构为5×5×1。接下来利用Newff函数建立BP神经网络模型,其中trainlm为训练函数,learngdm为网络学习函数,mse为性能函数。输入层、隐含层之间的传递采用logsig函数,隐含层、输出层之间的传递采用purelin函数,通过trainlm函数得出训练结果。本研究设定训练次数为5×10⁴次,学习速率为0.05,训练误差达到1×10⁻⁶。通过表2的训练结果可以发现,梯度为0.0002,训练误差达到1×10⁻⁸,实际输出值与预期值的相对误差均低于1%,以上结果均满足训练要求。因而,本研究建立的BP人工神经网络模型运行稳定、可靠性强,能够满足大沽河湿地水质评价要求。

1.3 单因子评价法

单因子评价法是通过对照水体中各因素监测结果与其判定标准确定水质类别,并选取各因子的最差

表 2 BP 网络训练样本与学习结果

Tab.2 Training sample and learning result of BP network

评价等级 Order of evaluation	期望输出值 Desired output	网络输出值 Actual output	相对误差 Relative error	均方根误差 RMSE	梯度 Gradient
I	0	0.0005	0.0005		
I	0.2	0.2002	0.0002		
II	0.4	0.4001	0.0001	3×10 ⁻⁸	0.0002
III	0.6	0.6000	0.0000		
IV	0.8	0.7998	0.0002		
V	1.0	0.9998	0.0002		

类别作为评价结果(尹海龙等, 2008b)。本研究采用《海水水质标准》(GB3097-1997)对水质状况进行评价。

1.4 内梅罗水污染指数法

利用内梅罗水污染指数法对大沽河湿地水质进行评价(Nemerow, 1974), 其数学表达式为:

$$P = \sqrt{\frac{P_{\max}^2 + P_{\text{avg}}^2}{2}} \quad (1)$$

$$P_i = \frac{c_i}{s_i} \quad (2)$$

式中, P 为内梅罗综合评价指数; P_{\max} 为 P_i 的最大值, P_{avg} 为 P_i 的平均值。内梅罗水质污染指数等级划分如表 3 所示。

表 3 内梅罗污染指数等级划分

Tab.3 Water pollution degree based on Nemerow pollution index

水质等级 Pollution degree	I	II	III	IV	劣IV
P	$P \leq 0.6$	$0.6 < P \leq 1.0$	$1 < P \leq 2.6$	$2.6 < P \leq 5$	$P > 5$

2 结果与分析

以大沽河湿地海域 27 个站位(图 1)为例, 将石油烃、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、化学耗氧量 5 项污染因子的监测数据(表 4)进行归一化处理(杨洁等, 2004)。将归一化后的数值作为输入值, 通过 BP 人工

表 4 BP 网络海水水质评价模型测试实例

Tab.4 Sea water quality assessment model testing case of BP network

站位 Station	溶解氧 DO(mg/L)	化学需氧量 COD(mg/L)	磷酸盐 PO ₄ ³⁻ (mg/L)	无机氮 DIN(mg/L)	石油烃 TPHs(mg/L)	网络输出 Output	水质等级 Water quality
1	8.98	9.41	0.3880	0.5782	0.0955	0.8252	劣IV
2	8.63	12.85	0.3655	0.6581	0.0892	0.8348	劣IV
3	8.93	8.99	0.2939	0.7534	0.0750	0.8348	劣IV
4	8.82	8.65	0.2545	0.8296	0.0734	0.8348	劣IV
5	8.83	10.75	0.2026	0.8908	0.0121	0.8372	劣IV
6	9.16	10.58	0.1759	0.9867	0.0734	0.8348	劣IV
7	9.10	1.46	0.0157	0.9392	0.0203	0.4136	III
8	9.16	1.21	0.0133	0.8453	0.0185	0.4013	III
9	9.11	1.16	0.0101	0.6747	0.0145	0.4041	III
10	9.42	1.27	0.0129	0.9000	0.0151	0.4055	III
11	9.74	1.16	0.0104	0.8118	0.0156	0.4041	III
12	8.88	1.05	0.0087	0.7489	0.0166	0.4015	III
13	10.06	1.10	0.0242	0.7928	0.0198	0.3585	II
14	9.34	1.14	0.0182	0.0667	0.0262	0.0572	I
15	9.44	1.20	0.0129	0.6022	0.0335	0.4074	III
16	10.03	4.01	0.1028	1.0123	0.0435	0.6279	IV
17	9.84	2.57	0.0373	0.6051	0.0479	0.4638	III
18	9.54	1.07	0.0187	0.4565	0.0514	0.2786	II

续表 4

站位 Station	溶解氧 DO(mg/L)	化学需氧量 COD(mg/L)	磷酸盐 PO ₄ ³⁻ (mg/L)	无机氮 DIN(mg/L)	石油烃 TPHs(mg/L)	网络输出 Output	水质等级 Water quality
19	9.59	1.09	0.0171	0.2925	0.0093	0.1593	I
20	9.36	1.04	0.0132	0.2971	0.0198	0.1707	I
21	9.66	0.93	0.0073	0.3049	0.0277	0.1839	I
22	9.20	1.10	0.0143	0.2864	0.0209	0.1667	I
23	9.29	1.01	0.0127	0.2943	0.0191	0.1676	I
24	9.37	0.89	0.0101	0.3114	0.0161	0.1751	I
25	9.31	1.31	0.0256	0.3020	0.0166	0.1626	I
26	9.72	1.15	0.0163	0.3187	0.0162	0.1849	I
27	9.83	0.97	0.0145	0.3342	0.0156	0.1836	I

神经网络模型训练得到输出值,通过水质评价基本项目标准(表 1)进行水环境质量评价。

从 27 个站位生态环境综合评价结果的分布上看, BP 网络评价结果为 1-6 号站位水质最差,为劣 IV 类水质; 16 号站位为 IV 类水质, 7-12、15、17 号站位为 III 类水质; 13、18 号站位为 II 类水质, 其余均为 I 类水质。III 类及以上水质站位数量占总调查站位的 56%。从地理位置上看, 大沽河河道中 6 个站位污染最为严重, 其河道下游 15、16、17 三个站位的污染程度达到 III 类及以上污染水平。位于洋河入海口的 7-12 站位, 其 BP 网络评价结果为 III 类污染。而在受径流影响较小的东北部调查海域 BP 网络评价结果均为 I 类标准。从平面分布来看, 污染程度较重区域均在近岸的排污口及河口附近, 这些区域易受工业排污、生活废水及养殖废水影响, 汇集大量的污染物, 导致该水域海水污染程度非常严重。随着离岸距离的增加, 污染程度有逐渐减少的趋势。由整体趋势看, 大沽河湿地水质污染程度自大沽河入口向潮间带方向呈现辐射状减小趋势。由此说明, 大沽河湿地主要为点源污染, 污染源为入海废水。

由单因子评价结果(表 5)可以发现, 调查海域 16 个站点水质为劣 IV 类, 其他站位水质均为 II 类及以上程度污染, III 类及以上水质站位比例为 89%。单因子指数评价法以各污染指标最差类别作为判定水质类别依据, 在该海域决定单因子评价结果的是无机氮、磷酸盐两个因素, 从而导致单因子评价结果高于 BP 网络评价结果。调查海域无机氮含量超《海水水质标准》(GB3097-1997) II 类标准站位为 26 个, 劣 IV 类站位为 16 个, 占总调查站位的 59.3%, COD、活性磷酸盐劣 IV 类站位比例分别为 22.2%、22.2%, 无机氮是该调查海域主要污染指标。无机氮、活性磷酸盐含量较高, 主要由 3 个方面导致的。首先调查站位大多位于大沽

河口, 受大沽河入海径流影响明显。同时此区域也是胶州湾重要的水产养殖区域, 生物作用强烈, 营养盐的循环速率较大, 无机营养盐丰富。除此之外, 周边众多池塘养殖废水的排放无疑也是水中营养盐的重要来源之一。综合来讲, 调查区域处于海湾较浅的养殖区, 能够接纳周边主要河流带来的工农业废水、生活污水和养殖排水, 同时离湾口又远, 水交换率小且交换周期较长, 因此这些站位所处海域海水的营养盐含量较高, 富营养化状态非常明显。

内梅罗指数评价法结果显示(表 6), 大沽河湿地 25 个站位水质均为 II 类及以上污染程度, 其中劣 IV 水质站位为 7 个, IV 类水质站位 6 个, III 类站位 13 个, III 类及以上水质站位比例为 96%。与单因子评价方法相比, 内梅罗指数法相对能更准确的反映各项水质指标的污染状况。主要因为内梅罗指数法既考虑了最大污染因子, 同时又兼顾了各项污染因子平均值, 从而减少单项最大污染因子的影响, 增强了评价结果的可靠性。

跟单因子评价结果相比, BP 人工神经网络评价结果优于单因子评价结果。这主要是由于 BP 人工神经网络是对评价因子进行多次训练之后得出的综合评价结果, 而单因素评价法过分突出污染最重因子的权重, 忽略其他水质指标, 因而 BP 人工神经网络模型所获得的评价结果更加客观、可信, 接近实际。在污染因子浓度较高情况下, 内梅罗指数法与 BP 网络评价法结果相差不明显; 但在污染因子浓度相差较大的情况下, 内梅罗指数法评价结果偏高。内梅罗指数法虽然兼顾了最高值、平均值的影响, 但在评价指标数量较多或者评价指标数值差异较大时, 会过分放大最高值的作用, 削弱平均值对最终结果的影响力度。所以, 与以上两种方法相比, BP 人工神经网络评价方法既综合考虑了各种污染因子与水质标准的隶属

表 5 单因子评价法水质评价结果

Tab.5 Single-factor water quality evaluation results

站位 Station	溶解氧 DO	化学需氧量 COD	磷酸盐 PO ₄ ³⁻	无机氮 DIN	石油烃 TPHs	单因子评价 Single factor evaluation
1	I	劣IV	劣IV	劣IV	III	劣IV
2	I	劣IV	劣IV	劣IV	III	劣IV
3	I	劣IV	劣IV	劣IV	III	劣IV
4	I	劣IV	劣IV	劣IV	III	劣IV
5	I	劣IV	劣IV	劣IV	I	劣IV
6	I	劣IV	劣IV	劣IV	III	劣IV
7	I	I	III	劣IV	I	劣IV
8	I	I	I	劣IV	I	劣IV
9	I	I	I	劣IV	I	劣IV
10	I	I	I	劣IV	I	劣IV
11	I	I	I	劣IV	I	劣IV
12	I	I	I	劣IV	I	劣IV
13	I	I	III	劣IV	I	劣IV
14	I	I	III	I	I	III
15	I	I	I	劣IV	I	劣IV
16	I	IV	I	劣IV	I	劣IV
17	I	II	IV	劣IV	I	劣IV
18	I	I	III	IV	III	IV
19	I	I	III	II	I	III
20	I	I	I	II	I	II
21	I	I	I	III	I	III
22	I	I	I	II	I	II
23	I	I	I	II	I	II
24	I	I	I	III	I	III
25	I	I	III	III	I	III
26	I	I	III	III	I	III
27	I	I	I	III	I	III

表 6 内梅罗指数评价法评价水质结果

Tab.6 Water quality evaluation results of Nemerow pollution index

站位 Station	P_i					内梅罗指数 Nemerow index	水质等级 Water quality
	DO	COD	PO ₄ ³⁻	DIN	TPHs		
1	0.0	3.1	12.9	1.9	0.3	18.96	劣IV
2	0.0	4.3	12.2	2.2	0.3	17.96	劣IV
3	0.0	3.0	9.8	2.5	0.3	14.46	劣IV
4	0.0	2.9	8.5	2.8	0.2	12.59	劣IV
5	0.0	3.6	6.8	3.0	0.0	10.12	劣IV
6	0.0	3.5	5.9	3.3	0.2	8.93	劣IV
7	0.0	0.5	0.5	3.1	0.1	3.46	IV
8	0.0	0.4	0.4	2.8	0.1	3.11	IV
9	0.0	0.4	0.3	2.2	0.0	2.48	III
10	0.0	0.4	0.4	3.0	0.1	3.30	IV
11	0.0	0.4	0.3	2.7	0.1	2.98	IV
12	0.0	0.4	0.3	2.5	0.1	2.75	IV

续表6

站位 Station	P_i					内梅罗指数 Nemerow index	水质等级 Water quality
	DO	COD	PO_4^{3-}	DIN	TPHs		
13	0.0	0.4	0.8	2.6	0.1	2.95	IV
14	0.0	0.4	0.6	0.2	0.1	0.94	II
15	0.0	0.4	0.4	2.0	0.1	2.25	III
16	0.0	1.3	3.4	3.4	0.1	5.28	劣IV
17	0.0	0.9	1.2	2.0	0.2	2.40	III
18	0.0	0.4	0.6	1.5	0.2	1.77	III
19	0.0	0.4	0.6	1.0	0.0	1.14	III
20	0.0	0.3	0.4	1.0	0.1	1.15	III
21	0.0	0.3	0.2	1.0	0.1	1.16	III
22	0.0	0.4	0.5	1.0	0.1	1.12	III
23	0.0	0.3	0.4	1.0	0.1	1.13	III
24	0.0	0.3	0.3	1.0	0.1	1.18	III
25	0.0	0.4	0.9	1.0	0.1	1.35	III
26	0.0	0.4	0.5	1.1	0.1	1.24	III
27	0.0	0.3	0.5	1.1	0.1	1.28	III

程度,又使分类标准更加细致,并且数据更加具有连续性,从而使评价结果更加准确科学。另外, BP 网络评价方法运算速度快、建模简单,可以对大量的样本进行训练学习,方便快捷。

3 结论

本研究以大沽河湿地海域为研究区域,以该海域的溶解氧、营养盐、化学需氧量以及石油烃为评价因素,通过创建 BP 人工神经网络模型综合评价该区域水质污染状况。

以人工神经网络为基础,建立了 $5 \times 5 \times 1$ 结构的大沽河湿地 BP 神经网络水质评价模型。该模型对大沽河湿地水质综合评价结果显示,大沽河河道站点水质都为劣IV类水质,入海河流断面及其周边也达到了III类及以上水质标准。调查海域无机氮含量超标严重,劣IV类及以上站位的数量占总调查站位的59.3%,富营养化状态非常明显。因而,应该采取有效措施,降低养殖废水、工农业污水排放量,避免水质恶化,提高大沽河湿地水质质量,从而保证湿地区域的生态环境安全。

应用单因子、内梅罗指数法、BP 人工神经网络3种评价方法对大沽河湿地水质进行评价,结果显示,III类及以上水质站位比例分别为89%、96%、56%。BP 人工神经网络评价方法能够综合考虑各种污染因子与水质标准的隶属程度,降低最大污染因子对总体指标的影响力,提高各项指标平均值的权重,评价结

果更加客观、合理,同时分类标准进一步细致化,数据更加具有连续性,从而使评价结果更加准确科学。

综上所述,本研究建立的 BP 人工神经网络模型运行稳定、可靠性强,能够满足大沽河湿地水质评价要求。

参 考 文 献

- 从爽. 面向 Matlab 工具箱的神经网络理论与应用. 合肥: 中国科技大学出版社, 1998, 1-29
- 尹海龙, 徐祖信. 我国单因子水质评价方法改进探讨. 净水技术, 2008a, 27(2): 1-3
- 尹海龙, 徐祖信. 河流综合水质评价方法比较研究. 长江流域资源与环境, 2008b, 17(5): 729-733
- 李雪, 刘长发, 朱学慧, 等. 基于 BP 神经网络的海水水质综合评价. 海洋通报, 2010, 29(2): 225-230
- 杨芳, 原松. 基于 BP 神经网络的水环境质量评价模型的研建. 人民长江, 2008(23): 46-48
- 杨洁, 吴贻名, 万飏, 等. 汉江水质综合评价的 BP 网络方法. 武汉大学学报(工学版), 2004, 37(1): 51-54
- 杨琴, 谢淑云. BP 神经网络在洞庭湖氨氮浓度预测中的应用. 水资源与水工程学报, 2006, 17(1): 65-70
- 周召千, 刘素美, 戚晓红, 等. 胶州湾潮滩沉积物-水界面交换对海湾营养盐的影响. 海洋环境科学, 2008, 27(5): 422-426
- 赵振宇. 模糊理论和神经网络的基础与应用. 北京: 清华大学出版社, 1996
- 胡昌军. 双隐层 BP 神经网络模型在区域水安全评价中的应用. 水资源与水工程学报, 2013, 24(3): 196-200
- 海水水质标准(GB3097-1997). 北京: 环境科学出版社, 1997
- 海洋监测规范(GB17378.4-2007). 北京: 中国标准出版社, 2000

- 董长虹. MATLAB 神经网络与应用. 北京: 国防工业出版社, 2005
- 楼文高. BP 神经网络模型在水环境质量综合评价应用中的一些问题. 水产学报, 2002, 26(1): 90–96
- Ferreira NC, Bonetti C, Seiffert WQ. Hydrological and water quality indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture*, 2011, 318: 425–433
- Hanbay D, Turkoglu I, Demir Y. Prediction of wastewater treatment plant performance based on wavelet packet decomposition and neural networks. *Expert Systems with Applications*, 2008, 34: 1038–1043
- Kuo JT, Hsieh MH, Lung WS, *et al.* Using artificial neural network for reservoir eutrophication prediction. *Ecol Model*, 2007, 200(1–2): 171–177
- Nemerow NL. *Scientific stream pollution analysis*. McGraw Hill, 1974
- Palanis, Liong SY, Tkalich P. An ANN application for water quality forecasting. *Mar Poll Bull*, 2008, 56(9): 1586–1597

(编辑 江润林)

Integrated Quality Assessment of Dagu River Wetland Sea Water Based on Back Propagation (BP) Artificial Neural Network

XU Yong^{1,2}, ZHAO Jun¹, GUO Feng¹, QIAO Xiangying¹, ZHANG Yan¹, CHEN Jufa¹①

(1. Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture, Key Laboratory of Fishery Resources and Eco-Environment, Shandong Province, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100)

Abstract Most water environmental factors have a nonlinear correlation. To assess sea water quality, the Back Propagation (BP) artificial neural network model was established based on the concept and principle of artificial neural network. Taking DO, COD, DIN, PO_4^{3-} and petroleum as the evaluation factors, the BP neural network was established to evaluate the water quality for Dagu River wetland. The results indicated that the sea water quality of Dagu River was worse than the class IV water quality standard, and the water quality of its surrounding area were or exceeded the class III water quality standard. The survey sea area was mainly affected by inorganic nitrogen and phosphate. The study found that the number of inorganic nitrogen content that exceeded IV levels accounted for 59.3% of all respondents, and that eutrophication was obvious. These results indicated that BP neural network method was reasonable in design and higher in generalization compared with single factor evaluation and Nemerow pollution index, and that it is an objective, effective and practical environmental quality evaluation method. Thus, BP artificial neural network was a better level of fast, handy and valid ability to evaluate the sea water quality.

Key words Dagu River wetland; BP artificial neural network; Sea water quality; Integrated assessment

① Corresponding author: CHEN Jufa, E-mail: chenjf@ysfri.ac.cn