

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 200434053

UDC _____

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

海洋水质自动监测数据评价方法研究

Methodology of Seawater Quality Assessment

Using the Data from Oceanic Automatic Monitoring

吳惠璇

指导教师姓名: 张珞平 教授

专业名称: 环境科学

论文提交日期: 2007年5月

论文答辩时间: 2007年6月

学位授予日期: 2007年 月

答辩委员会主席: 欧阳通教授

评 阅 人: 余兴光 研究员

崔胜辉 副研究员

2007年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名

日期： 年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

海洋水质评价方法是水环境保护中不可缺少的一环，它能真实、客观地反映出海水水质的变化情况，有助于保护海洋环境，实现人类同环境的可持续发展。海水水质评价的结果不仅可以使人们充分了解海洋环境质量的情况，还可以为人类科学地管理海洋提供依据，同时也有利于海洋资源可持续地为人类服务。

随着自动化技术的发展，越来越多的自动监测设备被广泛应用于水质监测工作中。厦门环境监测站于 2004 年 7 月利用海上浮标式水质自动监测站进行海水水质监测。目前，对自动监测数据的处理和应用方法，仅仅使用其最小值、最大值和平均值来进行水质评价，这样对于能连续 24 小时监测的自动监测站获取的数据来讲，无疑是一种浪费，更不能发挥自动监测站的优势。

本论文要解决海洋水质自动监测数据的处理问题，并将其应用于海洋水质评价上。如何利用水质自动监测数据数量大的特点，寻找并建立一套简单、快速的海水水质评价方法，适用于海洋水质自动监测数据的评价和分析，从而充分发挥自动监测站在水质监测中的优势。海洋水质自动监测数据的分析和评价结果可以满足不同需求的人群了解海洋环境的需要。

通过文献研究，选择以下的海水水质评价方法：指数评价方法、概率统计方法、集对分析方法、物元分析方法以及尝试直接使用 Excel 自身的功能对海洋水质自动监测数据进行评价分析。对这五种方法评价得出的结果，根据水质评价方法能否真实、客观地反映出海水水质质量情况及其是否可以快速、便捷地加以使用的原则进行判断，进而确定是否适合于海洋水质自动监测数据的分析评价上。并以厦门海洋水质自动监测数据为例，进行应用。最后，确立了适合于海洋水质自动监测数据的分析评价方法如下：

第一，直接使用 Excel 功能（“IF”命令），对有相应国家海水水质标准的监测项目，进行数据处理分析，并得出海洋水质评价结果；

第二，概率统计方法与 Excel 功能“数据分析”中的“描述统计”方法相结合，对没有相应国家海水水质标准的监测项目进行数据处理分析，并作出相应的评价。

本研究提出的海洋水质自动监测数据处理和评价方法主要特点在于：

（1）为三种不同层次需求的人群，提供清晰的评价结果和海水水质评价结

论;评价结果的应用上:将概率统计方法与 Excel 功能“数据分析”中的“描述统计”方法相结合,为科研人员提供数据支持;Excel 功能的“IF”命令与概率统计方法的评价结果相结合,作为海水水质报告,可供决策者和大众使用;将易于理解的描述性的语言:如“优”、“良好”、“差”等应用到海水水质等级的划分上,并结合 Excel 中的“IF”命令,得出的结果可以让大众清楚地知道海水水质的好坏情况。

(2) 最终确定的适用于海洋自动监测数据处理和分析评价的方法都十分简单,并且通过 Excel 软件使计算过程快捷、方便。

关键词: 评价方法;海水自动监测数据;海水水质

Abstract

The methods for seawater quality assessment are an essential part of water environment protection. It can reflect the change of seawater quality, give a quantitative description of seawater quality, provide useful information, and make marine resource use toward sustainability. It is very useful for marine environment planning and management.

With the development of automatic technology, more and more automatic monitoring equipments have been used in seawater quality monitoring. But until now, only maximum, minimum and average values of automatic monitoring data were used for seawater quality assessment. It could not represent truly the seawater quality, and do not embody the advantages of automatic monitoring, the huge amounts of monitoring data.

How to enhance the advantages of automatic monitoring to use huge amount of automatic monitoring data better, how to apply the data to assess seawater quality, and how to find a simple and quick method to assess seawater quality using automatic monitoring data, it is necessary to set up an assessing method, and meet different needs from different groups of people who are interested in the marine environment.

By summarizing the literature and former research experience, Index Method, Probability Statistic Method, Set Pair Method, Matter Element Method and Excel Software were chosen for the treatment and assessment of automatic monitoring data. To reflect seawater quality truly and externally, assess huge data easily and quickly, and represent assessing results clearly, the results treated by the five methods mentioned above are reviewed to check if which one is good enough to assess the seawater quality using the automatic monitoring data in Xiamen Western Bay. After the comparison and discussion of different methods, the suitable methods are as follows,

First, the Excel Software (“IF” command) could be used directly to treat and analyze the monitoring indicators which have National Seawater Quality Standard;

Second, the Probability Statistic Method and Excel Software (“Describe Statistic” command) could be combined to treat and analyze the monitoring indicators which do not have National Seawater Quality Standard.

There are some advantages in the results of treatment and assessment of automatic monitoring data by using the methods mentioned above.

First, it can meet the different needs for different people. We try to use the descriptive language, like Excellent, Good, Moderate, and Worse etc., to make public understand the seawater quality of their surroundings. Some results are more scientific, which can help the scientists and technicians to understand the seawater quality. Some can help decision-makers to make decision to protect marine environment.

Second, the assessing methods proposed for automatic monitoring data are all very simple, easy, and quick to use by using Excel Software.

Key word: Assessing Methods; Automatic Monitoring Data; Seawater Quality

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

表索引.....	IX
图索引.....	XI
第一章 绪论	1
1.1 海水水质评价方法研究目的和意义	1
1.2 水质自动监测站历史及其应用	1
1.2.1 水质自动监测站历史及优点	1
1.2.2 水质监测站的应用情况	2
1.2.3 国内水质自动监测站的应用状况以及研究热点	3
1.3 本论文的研究目的和意义	5
第二章 水质评价方法的研究进展	7
2.1 国内常用的水质评价方法的研究和应用现状	7
2.1.1 指数评价法	7
2.1.2 分级评分法	8
2.1.3 概率统计法	9
2.1.4 层次分析法	10
2.1.5 物元分析法	11
2.1.6 灰色评价方法	12
2.1.7 人工神经网络	13
2.1.8 模糊数学方法	14
2.1.9 遗传算法	15
2.1.10 投影寻踪	15
2.1.11 集对分析方法	16
2.1.12 国内水质评价方法主要应用小结	17
2.2 国外常用的水质评价方法	18
2.2.1 水质指数评价方法	18
2.2.2 多变量统计方法	19
2.2.3 其他一些方法和模型	19
2.3 水质评价方法的总结	20
2.3.1 方法类型	20
2.3.2 方法比较选择以及用于自动监测数据的可行性	20
第三章 论文的技术路线和方法	22
3.1 研究目标	22
3.2 研究原则	22
3.3 研究内容	22
3.4 技术路线	23
3.5 研究方法	25

第四章 海洋水质自动监测数据评价分析方法选择与应用	27
4.1 厦门西海域和厦门水质自动监测站简介	27
4.1.1 西海域的功能作用.....	27
4.1.2 厦门水质自动监测站情况的简介.....	27
4.2 海水水质评价方法的选择和应用	29
4.2.1 方法选择.....	29
4.2.2 指数评价方法.....	30
4.2.3 概率统计方法.....	33
4.2.4 集对分析方法.....	40
4.2.5 物元分析方法.....	45
4.2.6 直接应用Excel功能对海洋水质自动监测数据进行分析	57
4.3 几种评价方法的结果讨论	62
4.3.1 集对分析方法和物元分析方法评价结果的对比分析.....	62
4.3.2 集对分析方法和标准型指数分析方法评价结果对比分析.....	63
4.3.3 集对分析方法和直接使用Excel功能（“IF”命令）评价结果对比分析	64
4.3.4 概率统计方法与Excel功能“数据分析”中的“描述统计”方法对比分析	65
4.3.5 最终确定的用于厦门海洋水质自动监测数据评价分析的方法.....	67
第五章 厦门海洋水质自动监测数据评价方法应用	68
5.1 应用目的	68
5.2 直接评价结果（为研究人员服务）	68
5.2.1 数据评价.....	68
5.2.2 评判方法.....	77
5.2.3 结论.....	79
5.3 海水水质报告（供决策者与大众使用）	79
5.4 简易、直观的评价结果（为公众服务）	80
5.5 小结	85
第六章 论文总结	86
6.1 总结	86
6.2 创新	86
6.3 未来工作方向及展望	87
参考文献	88
致谢	95

Content

LIST OF TABLE	IX
LIST OF FIGURES	XI
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Significance of Assessment Methods of Seawater Quality	1
1.2 History and Application of Water Quality Automatic Monitoring Station	1
1.2.1 History and advantages	1
1.2.2 Application of water quality automatic monitoring station	2
1.2.3 Progress and existing problem of water quality automatic monitoring station in China	3
1.3 Objectives and Importance of this Research	5
Chapter 2 Progress of Assessment Methods of Seawater Quality	7
2.1 History and Application of Water Quality Assessment Methods in China	7
2.1.1 Index Method	7
2.1.2 Grade Assessment	8
2.1.3 Probability Statistic Method	9
2.1.4 Analytic Hierarchy Method.....	10
2.1.5 Matter Element Analysis Method	11
2.1.6 Gray System Assessment Method.....	12
2.1.7 Artificial Neural Network Method.....	13
2.1.8 Fuzzy Set Method	14
2.1.9 Genetic Algorithm Method	15
2.1.10 Projection Pursuit Method	15
2.1.11 Set Pair Analysis Method.....	16
2.1.12 Brief Summary.....	17
2.2 Progress of Foreign Assessment Methods of Water Quality	18
2.2.1 Water Quality Index	18
2.2.2 Multivariate Statistical	19
2.2.3 Other methods	19
2.3 Summary	20
2.3.1 Different kinds of methods	20
2.3.2 Choice of methods and feasibility.....	20
Chapter 3 Contents, Approach and Methods of this work	22
3.1 Purpose	22
3.2 Principles	22
3.3 Contents	22
3.4 Approach	23
3.5 Methods	25

Chapter 4 Choice and Application of Analysing and Assessing Methods of Seawater Quality for Automatic Monitoring Data	27
4.1 Introduction to Xiamen Seawater Automatic Monitoring Station	27
4.1.1 Function of Xiamen Western Bay	27
4.1.2 Introduction to Xiamen Seawater Automatic Monitoring Station	27
4.2 Choice and Application of Assessment Methods of Xiamen Seawater Quality	29
4.2.1 Choice of mehtods	29
4.2.2 Index Method	30
4.2.3 Probability Statistic Method	33
4.2.4 Set Pair Method.....	40
4.2.5 Matter Element Analysis Method	45
4.2.6 Excel Software	57
4.3 Discussion	62
4.3.1 Comparison of the assessing results between Set Pair Method and Matter Element Method	62
4.3.2 Comparison of the assessing results between Set Pair Method and Index Method	63
4.3.3 Comparison of the assessing results between Set Pair Method and Excel Software (“IF” command).....	64
4.3.4 Comparison of the assessing results between Probability Statistic method and Excel Software (“Describe Statistic” command)	65
4.3.5 Suitable methods for the assessment of seawater automatic monitoring data	67
Chapter5 Application of Analysing and Assessing Methods for Automatic Monitoring Data	68
5.1 Application purposes	68
5.2 Results for Scientists and Technicians.....	68
5.2.1 Data Analysis and Assessment.....	68
5.2.2 Estimating Method.....	77
5.2.3 Conclusion	79
5.3 Seawater Quality Report for Decision-makers and Public	79
5.4 Simple Results for Public	85
Chapter6 Summary and Conclusions	86
6.1 Conclusions	86
6.2 Innovations	86
6.3 Prospect.....	87
Reference.....	88

表索引

表 2.1.1-1	单因子评价代表模式—污染指数法.....	8
表 2.1.1-2	单因子评价代表模式—标准型指数单元.....	8
表 2.1.1-3	综合指数评价法代表模式.....	9
表 2.1.2-1	分级评分法代表模式.....	10
表 2.3.2-1	三种水质评价方法对比(模糊综合、灰关联、物元).....	21
表 3.5-1	海水水质标准(GB3097-1997).....	25
表 4.1.2-1	厦门海洋水质自动监测数据(截取 2005 年 1 月 1 日部分数据为例).....	29
表 4.2.2-1	不同海水水质级别下 pH 和 DO 单项水质指数(标准型指数法).....	31
表 4.2.2-2	2005 年上半年海水水质评价结果(标准型指数法).....	32
表 4.2.2-3	2005 年上半年海水水质状况(标准型指数法).....	32
表 4.2.3-1	2005 年 1 月温度各种累积频率浓度值.....	35
表 4.2.3-2	2005 年 1 月电导率各种累积频率浓度值.....	35
表 4.2.3-3	2005 年 1 月盐度各种累积频率浓度值.....	36
表 4.2.3-4	2005 年 1 月叶绿素各种累积频率浓度值.....	37
表 4.2.3-5	2005 年 1 月浊度各种累积频率浓度值.....	38
表 4.2.3-6	2005 年 1 月 pH 和溶解氧各种累积频率浓度值.....	39
表 4.2.3-7	2005 年 1 月海水水质评价概率统计表(概率法—“从优”原则).....	39
表 4.2.3-8	2005 年 1 月海水水质评价概率统计表(概率法—“从劣”原则).....	39
表 4.2.4-1	2005 年上半年 pH 和溶解氧监测数据平均联系度计算结果和对应的水质级别(集对分析法).....	43
表 4.2.4-2	2005 年上半年海水水质状况(集对分析法).....	43
表 4.2.5-1	归一化方法之一处理后的海水水质标准.....	48
表 4.2.5-2	物元方法应用结果之一(以 2005 年 1 月监测数据为例).....	49
表 4.2.5-3	物元方法应用结果之二(以 2005 年 1 月监测数据为例).....	50
表 4.2.5-4	溶解氧数值处理后的海水水质标准.....	51
表 4.2.5-5	归一化方法之二处理后的海水水质标准.....	51
表 4.2.5-6	物元方法应用结果之三(以 2005 年 1 月监测数据为例).....	52
表 4.2.5-7	物元方法应用结果之四(以 2005 年 1 月监测数据为例).....	53
表 4.2.5-8	物元方法应用结果之五(以 2005 年 1 月监测数据为例).....	54
表 4.2.5-9	物元方法应用结果之六(以 2005 年 1 月监测数据为例).....	55
表 4.2.5-10	2005 年上半年海水水质状况(物元分析方法).....	55
表 4.2.6-1	利用 Excel“描述统计”功能对海洋水质自动监测数据进行处理分析输出结果对环境评价有用性分析.....	58
表 4.2.6-2	2005 年 1 月厦门海洋水质自动监测监测数据分析(Excel—“描述统计”功能).....	58
表 4.2.6-3	2005 年 1 月海水水质状况(Excel—“IF”命令—乐观看法).....	61
表 4.2.6-4	2005 年 1 月海水水质状况(Excel—“IF”命令—悲观看法).....	61

表 4.3- 1	集对分析方法和物元分析方法海水水质评价结果的对比分析.....	62
表 4.3- 2	集对分析方法和标准型指数方法海水水质评价结果的对比分析.....	64
表 4.3- 3	集对分析方法和直接使用 Excel 功能 (“IF”命令) 海水水质评价结果的对比分析.....	65
表 4.3- 4	2005 年 1 月温度各种累积频率浓度值.....	66
表 4.3- 5	2005 年 1 月厦门海洋水质自动监测站监测数值分析结果(Excel—“描述统计”功能)	66
表 5.2- 1	2005 年上半年叶绿素自动监测数据各种累积频率浓度值.....	69
表 5.2- 2	2005 年上半年叶绿素自动监测数据 Excel 功能“数据分析”中的“描述统计”方法分析结果.....	69
表 5.2- 3	2005 年上半年温度自动监测数据各种累积频率浓度值.....	70
表 5.2- 4	2005 年上半年温度自动监测数据 Excel 功能“数据分析”中的“描述统计”方法分析结果.....	71
表 5.2- 5	2005 年上半年电导率自动监测数据各种累积频率浓度值.....	72
表 5.2- 6	2005 年上半年电导率自动监测数据 Excel 功能“数据分析”中的“描述统计”方法分析结果.....	72
表 5.2- 7	2005 年上半年盐度自动监测数据各种累积频率浓度值.....	73
表 5.2- 8	2005 年上半年盐度自动监测数据 Excel 功能“数据分析”中的“描述统计”方法分析结果.....	73
表 5.2- 9	2005 年上半年浊度自动监测数据各种累积频率浓度值.....	74
表 5.2- 10	2005 年上半年浊度自动监测数据 Excel 功能“数据分析”中的“描述统计”方法分析结果.....	74
表 5.2- 11	2005 年上半年 pH 和 DO 自动监测数据各种累积频率浓度值.....	76
表 5.2- 12	2005 年上半年 pH 和 DO 自动监测数据 Excel 功能“数据分析”中的“描述统计”方法分析结果.....	76
表 5.2-13	2005 年上半年海水水质评价概率统计表 (概率法—“从优”原则)	77
表 5.2-14	2005 年上半年海水水质评价概率统计表 (概率法—“从劣”原则)	77
表 5.2-15	2005 年不同月份海水水质状况.....	78
表 5.3-1	2005 年上半年海水水质状况 (Excel—“IF”命令—乐观看法)	79
表 5.3-2	2005 年上半年海水水质状况 (Excel—“IF”命令—悲观看法)	79
表 5.4-1	不同海水等级下海域使用功能和保护目标 (GB3097-1997)	81
表 5.4-2	新的溶解氧等级划分表.....	81
表 5.4-3	新的 pH 等级划分表.....	81
表 5.4-4	海水水质评价结果—直接使用 Excel 功能 (“IF”命令与描述性等级)	82
表 5.4-5	2005 年上半年海水水质评价结果 (为公众服务)	82
表 5.4-6	2005 年上半年海水水质状况 (为公众服务)	83
表 5.4-7	2005 年不同月份海水水质状况 (为公众服务)	84

图索引

图 3-1	海洋水质自动监测数据评价方法研究技术路线图.....	24
图 4-1	厦门西海域海上浮标自动监测站.....	28
图 4-2	美国 YSI 公司 6600EDS 型多参数水质监测仪.....	29
图 4.2.3-1	2005 年 1 月温度累积平率分布图.....	34
图 4.2.3-2	2005 年 1 月电导率累积平率分布图.....	35
图 4.2.3-3	2005 年 1 月盐度累积平率分布图.....	36
图 4.2.3-4	2005 年 1 月叶绿素累积平率分布图.....	36
图 4.2.3-5	2005 年 1 月浊度累积平率分布图.....	37
图 4.2.3-6	2005 年 1 月 pH 累积平率分布图.....	38
图 4.2.3-7	2005 年 1 月溶解氧累积平率分布图.....	38
图 4.2.6-1	pH 单项水质等级(乐观看法)——Excel(“IF”命令).....	59
图 4.2.6-2	pH 单项水质等级(悲观看法)——Excel(“IF”命令).....	60
图 4.2.6-3	DO 单项水质等级——Excel(“IF”命令).....	60
图 4.2.6-4	综合水质等级——Excel(“IF”命令).....	61
图 4.3.4-1	2005 年 1 月温度累积频率分布图.....	66
图 5.2-1	2005 年上半年叶绿素累积频率分布图 1.....	69
图 5.2-2	2005 年上半年叶绿素累积频率分布图 2.....	69
图 5.2-3	2005 年上半年温度累积频率分布图.....	70
图 5.2-4	2005 年上半年电导率累积频率分布图.....	71
图 5.2-5	2005 年上半年盐度累积频率分布图.....	73
图 5.2-6	2005 年上半年浊度累积频率分布图 1.....	74
图 5.2-7	2005 年上半年浊度累积频率分布图 2.....	74
图 5.2-8	2005 年上半年 pH 累积频率分布图.....	75
图 5.2-9	2005 年上半年溶解氧累积频率分布图.....	76

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库