

学校编码: 10384  
学号: 22620081151582

密级\_\_\_\_\_

廈門大學

硕士学位论文

珠江口夏季缺氧现象的数值模拟研究

Numerical research on hypoxia in the Pearl River Estuary in  
summer

张璇

指导教师姓名: 江毓武 副教授

专业名称: 环境管理

论文提交日期: 2011年5月

论文答辩时间: 2011年6月

2011年 6月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈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其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（      ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于    年    月    日解密，解密后适用上述授权。

（      ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年    月    日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 目 录

目 录	I
摘 要	I
第一章 绪 言	1
1.1 研究意义	1
1.2 海洋生态动力学模型研究进展	2
1.3 国内生态动力学模型研究进展	4
1.3.1 珠江口生态模型的研究现状	5
1.4 本文研究内容和主要完成工作	5
第二章 珠江口生态动力模型的构建和验证	7
2.1 珠江口概况	7
2.2 模型介绍	8
2.3 模型设置与边界	9
2.3.1 模型设置	9
2.3.2 水动力模型基本方程	10
2.4 泥沙模式	13
2.5 生态模型方程及设置	13
2.5.1 生态模型方程表达式	13
2.5.2 海表边界与海底沉积边界处理	17
2.5.3 生态模型变量设置	18
2.6 模型验证	20
2.6.1 水动力模型验证	20
2.6.2 悬浮泥沙验证	26
2.6.3 水质模型验证	27
第三章 珠江口溶解氧的分布特征	29
3.1 冬季溶解氧的分布特征	29
3.2 夏季溶解氧的分布特征	30

3.3 溶解氧的周年变化趋势分析 .....	34
第四章 夏季珠江口溶解氧数值实验分析 .....	37
4.1 底泥耗氧的影响 .....	37
4.2 珠江口溶解氧收支情况分析 .....	38
4.2.1 物理过程 .....	39
4.2.2 生化过程 .....	41
4.3 陆源污染物对底层溶解氧分布的影响 .....	41
4.3.1 陆源有机物质的影响 .....	41
4.3.2 陆源营养物质的影响 .....	42
4.4 缺氧机理分析 .....	45
4.4.1 潮汐对溶解氧分布的影响 .....	46
第五章 结论 .....	49
5.1 本文主要工作和结论 .....	49
5.2 下一步工作和展望 .....	50
参考文献 .....	51
致谢 .....	54



# Content

<b>Content</b> .....	I
<b>Abstract</b> .....	III
<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	1
<b>1.1 Research background</b> .....	1
<b>1.2 Ecosystem model research progress</b> .....	2
<b>1.3 Ecosystem model research progress on board</b> .....	4
1.3.1 Ecosystem model research progress on PRE.....	5
<b>1.4 Contents of this research</b> .....	5
<b>Chapter 2 Ecosystem model construction in Pearl River Estuary</b> .....	7
<b>2.1 Introduction of Pearl River Estuary</b> .....	7
<b>2.2 Model introduction</b> .....	8
<b>2.3 Hydrodynamic model structure</b> .....	9
2.3.1 Model set up.....	9
2.3.2 Hydrodynamic model equations.....	10
<b>2.4 Sediment model structure</b> .....	13
<b>2.5 Ecosystem model structure</b> .....	13
2.5.1 Ecosystem model equations.....	13
2.5.2 Surface and bottom boundaries.....	17
2.5.3 Biological variables.....	18
<b>2.6 Model verification</b> .....	20
2.6.1 Hydrodynamic model verification.....	20
2.6.2 Suspended sediment verification.....	26
2.6.3 Ecosystem model verification.....	27
<b>Chapter 3 Oxygen distribution in the Pearl River Estuary</b> .....	29
<b>3.1 Oxygen distribution in winter</b> .....	29
<b>3.2 Oxygen distribution in summer</b> .....	30
<b>3.3 Annual variation of oxygen</b> .....	34
<b>Chapter 4 Numerical experiments of oxygen in summer</b> .....	37
<b>4.1 Effect of sediment oxygen demand</b> .....	37
<b>4.2 Analysis of oxygen balance</b> .....	38
4.2.1 Physical process.....	39

4.2.2 Biochemical process .....	41
<b>4.3 Impacts of land-based pollutants on oxygen .....</b>	<b>41</b>
4.3.1 Land-based organism .....	41
4.3.2 Land-based nutritions.....	42
<b>4.4 Hypoxia mechanism analysis.....</b>	<b>45</b>
4.4.1 Tide impacts .....	46
<b>Chapter 5 Summary .....</b>	<b>49</b>
5.1 Main work and conclusion.....	49
5.2 Future plan.....	50
<b>References .....</b>	<b>51</b>
<b>Acknowledgement.....</b>	<b>54</b>

厦门大学博硕士论文摘要库

## 图形索引

图 2.1 珠江口水深(水深单位: m).....	7
图 2.2 生态模型示意图.....	9
图 2.3 模型计算范围和网格.....	10
图 2.4 口门流量(单位: $\text{m}^3/\text{s}$ ).....	10
图 2.5 验证站点.....	21
图 2.6 潮位验证图(单位: m).....	22
图 2.7 流速流向验证.....	23
图 2.8 盐度验证.....	24
图 2.9 七月份平均盐度和流场.....	25
图 2.10 一月份平均盐度和流场.....	26
图 2.11 七月份平均表底层悬浮泥沙浓度(单位: $\text{kg}/\text{m}^3$ ).....	26
图 2.12 生态变量浓度验证(等值线: 计算值; 单点: 观测值).....	28
图 3.1 一月份平均溶解氧分布图(单位: $\text{mg}/\text{l}$ ).....	30
图 3.2 特征点与断面位置.....	31
图 3.3 七月份平均溶解氧分布(单位: $\text{mg}/\text{l}$ ).....	32
图 3.4 珠江口夏季底层溶解氧分布(观测值 <sup>(20)</sup> ).....	32
图 3.5 七月份平均 A、D 断面盐度.....	32
图 3.6 七月份平均 A、D 断面溶解氧(单位: $\text{mg}/\text{l}$ ).....	33
图 3.7 七月份平均 A 断面大碎屑分布(单位: $\text{mmol}_\text{N}/\text{m}^3$ ).....	33
图 3.8 七月份涨急时刻伶仃洋底层垂向扩散系数的对数值(单位: $\text{m}^2/\text{s}$ ).....	34
图 3.9 特征点溶解氧浓度、温度周年变化曲线图.....	35
图 4.1 不考虑底泥耗氧过程底部溶解氧分布图(单位: $\text{mg}/\text{l}$ ).....	38
图 4.2 三个海区溶解氧收支统计结果(Hadv: 水平运输; Vadv: 垂向运输; Depletion: 耗氧过程; Phot: 光合作用; Airsea: 大气复氧. 正值表示源, 负值表示汇).....	39
图 4.3 三个海区各生化耗氧过程对溶解氧消耗量统计( Resp: 浮游植物呼吸作用; Nitri: 硝化作用; SL: 矿化作用; SOD: 底泥耗氧).....	40
图 4.4 不考虑底泥耗氧且河流碎屑增加后底部溶解氧分布图(单位: $\text{mg}/\text{l}$ ).....	42

图 4.5 七月平均表层叶绿素浓度(单位: ug/l).....	43
图 4.6 陆源磷含量增加后七月平均表层叶绿素浓度(单位: ug/l).....	43
图 4.7 陆源磷含量增加后七月平均底层叶绿素浓度变化量(单位: ug/l).....	44
图 4.8 陆源磷含量增加后七月平均底层溶解氧浓度变化量(单位: mg/l) .....	44
图 4.9 七月份平均 D 断面盐度.....	45
图 4.10 七月份平均 D 断面垂向混合的对数(单位: m <sup>2</sup> /s).....	45
图 4.11 低平潮时伶仃洋 A 断面盐度和溶解氧分布.....	46
图 4.12 高平潮时伶仃洋断面 A 盐度和溶解氧分布.....	47

厦门大学博士论文摘要库

## 表格索引

表 2.1 珠江口输沙量(单位: 万吨/年).....	13
表 2.2 底泥中耗氧系数 $R_{SOD}$ 设定.....	18
表 2.3 生态变量初始值设置.....	19
表 2.4 河流生态变量设置.....	19
表 2.5 生态模型参数设置.....	19
表 2.6 模型均方根误差统计.....	27

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## List of Figures

Fig. 2.1 Topography of the Pearl River Estuary (Depth unit: m).....	7
Fig. 2.2 Schematic of the ecosystem model.....	9
Fig. 2.3 Model domain and the grids .....	10
Fig. 2.4 Discharge rate of the river outlets (unit: m <sup>3</sup> /s).....	10
Fig. 2.5 Hydrodynamic verification stations.....	21
Fig. 2.6 Elevation verification (unit: m) .....	22
Fig. 2.7 Current magnitude and direction verification.....	23
Fig. 2.8 Salinity verification .....	24
Fig. 2.9 Monthly averaged salinity and current pattern in July .....	25
Fig. 2.10 Monthly averaged salinity and current pattern in January .....	26
Fig. 2.11 Monthly averaged suspended sediment in July (unit: kg/m <sup>3</sup> ).....	26
Fig. 2.12 Biological variables verification.....	28
Fig. 3.1 Monthly averaged DO in January (unit: mg/l) .....	30
Fig. 3.2 Sampling stations and section positions .....	31
Fig. 3.3 Monthly averaged DO in July (unit: mg/l) .....	32
Fig. 3.4 Monthly averaged DO on the bottom in July (observed data) .....	32
Fig. 3.5 Salinity distribution of July average.....	32
Fig. 3.6 Oxygen distribution of July average (unit: mg/l) .....	33
Fig. 3.7 LDetN at profile A of July average (unit: mmol_N/m <sup>3</sup> ).....	33
Fig. 3.8 Logarithm of vertical viscosity at flood rush in July (unit: m <sup>2</sup> /s).....	34
Fig. 3.9 Annual variations of DO and temperature at the sampling stations .....	35
Fig. 4.1 DO concentration when SOD being neglected (unit: mg/l) .....	38
Fig. 4.2 DO budget in the three zones of PRE (Hadv: net horizontal advection and diffusion term; Vadv: net vertical advection and diffusion term; Depletion: DO depleting processes of all; Phot: photosynthesis; Airsea: reaeration. Positive values are source, negative values are convergences) .....	39
Fig. 4.3 The contribution of the main oxygen demanding processes in three seasons(Resp: phytoplankton respiration; SL: mineralization; Nitri: nitrification; SOD: sediment oxygen demand) .....	40
Fig. 4.4 The DO with twice river organism and without SOD (unit: mg/l).....	42
Fig. 4.5 July averaged surface chlorophyll concentration (unit: ug/l).....	43
Fig. 4.6 July averaged surface chlorophyll concentration with increased river	

phosphate load (unit: ug/l) .....	43
Fig. 4.7 July averaged distribution of chlorophyll change on the bottom when the river phosphate load increased (unit: ug/l) .....	44
Fig. 4.8 July averaged distribution of dissolved oxygen change on the bottom when the river phosphate load increased (unit: mg/l).....	44
Fig. 4.9 Salinity at profile D of July average .....	45
Fig. 4.10 Logarithm of vertical viscosity at profile D of July average (unit: m <sup>2</sup> /s).....	45
Fig. 4.11 Salinity and oxygen distribution at profile A at ebb slack tide .....	46
Fig. 4.12 Salinity and oxygen distribution at profile A at flood slack tide .....	47

厦门大学博硕士学位论文摘要



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](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库