

学校编码: 10384

密级_____

学 号: 21120051403168

厦 门 大 学

博 士 学 位 论 文

台湾海峡及邻近海域溶解无机与有机碳的时空分布
及其影响因素

Seasonal and Spatial Variation of Dissolved Inorganic and
Organic Carbon in Taiwan Strait and the adjacent Sea Area

林 辉

指导教师姓名: 胡明辉 教授

郭卫东 教授

专 业 名 称: 海 洋 化 学

论文提交日期: 2012 年 5 月

论文答辩时间: 2012 年 6 月

2012 年 6 月

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

目 录

摘 要	VII
Abstract	X
第一章 绪论	1
1.1 海水中溶解无机碳及海气 CO₂ 源汇格局	1
1.1.1 海水碳酸盐体系	1
1.1.2 陆架边缘海二氧化碳源汇格局	3
1.1.3 影响海水二氧化碳源汇变化的主要因素	5
1.2 海水中有色溶解有机物	7
1.2.1 有色溶解有机物的光吸收特性	8
1.2.2 有色溶解有机物的荧光特性	9
1.2.3 影响有色溶解有机物时空分布的主要因素	11
1.2.4 海洋环境中有色溶解有机物的时空分布	12
1.3 台湾海峡的区域特色与研究问题	14
1.4 本论文总体研究目标和主要研究内容	16
第二章 研究区域与方法	17
2.1 研究区域概况	17
2.1.1 台湾海峡	17
2.1.2 闽南粤东海域	19
2.1.3 厦门湾	19
2.2 样品采集、分析及数据处理	22
2.2.1 采样断面及站位设置	22
2.2.2 样品采集及测定方法	24
2.2.3 数据处理	28
第三章 碳酸盐体系研究	31
3.1 水文特征	31
3.1.1 台湾海峡水文特征	31
3.1.2 闽南粤东海域水文特征	37
3.1.3 厦门湾水文特征	45

3.2 台湾海峡的碳酸盐体系	47
3.2.1 分布特征.....	47
3.2.2 碳酸盐体系的主要影响因素	52
3.2.3 海气二氧化碳通量.....	60
3.3 闽南粤东海域的碳酸盐体系	61
3.3.1 分布特征.....	61
3.3.2 主要影响因素.....	67
3.3.3 海气二氧化碳通量.....	70
3.4 厦门湾的碳酸盐体系	71
3.4.1 分布特征.....	71
3.4.2 陆地径流溶解无机碳的输出通量	75
3.4.3 海气二氧化碳通量.....	76
3.4.4 主要影响因素.....	77
3.5 小结	81
第四章 溶解有机物及其光学性质研究	82
4.1 台湾海峡有色溶解有机物的吸收与荧光特性	82
4.1.1 有色溶解有机物的吸收光谱特征及其影响因素	82
4.1.2 有色溶解有机物的荧光光谱特征及其影响因素	89
4.2 闽南粤东海域水体中有机物及有色溶解有机物光学性质	111
4.2.1 总有机碳和溶解有机碳的分布特征及其影响因素	111
4.2.2 有色溶解有机物的吸收光谱特征及其影响因素	117
4.2.3 有色溶解有机物的荧光光谱特征及其影响因素	122
4.3 厦门湾水体中有机物及有色溶解有机物光学性质	136
4.3.1 总有机碳和溶解有机碳的分布特征及其影响因素	136
4.3.2 有色溶解有机物的吸收光谱特征及其影响因素	147
4.3.3 有色溶解有机物的荧光光谱特征及其影响因素	154
4.4 小结	170
第五章 结 语	172
5.1 主要研究成果	172

5.2 本研究的创新点	175
5.3 存在问题和研究展望	176
参考文献	177
在学期间主要研究成果	191
致 谢	192

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Abstract	-----	X
Chapert 1 Introduction	-----	1
1.1 DIC in sea water and marine CO₂ source/sink pattern	.....	1
1.1.1 Carbonate system in sea water	.....	1
1.1.2 CO ₂ source/sink pattern in marginal seas	.....	3
1.1.3 factors influencing the CO ₂ source/sink pattern	.....	5
1.2 CDOM in sea water	.....	7
1.2.1 Optical absorption properties of CDOM	.....	8
1.2.2 Fluorescence properties of CDOM	.....	9
1.2.3 factors influencing the distribution of CDOM	.....	11
1.2.4 Seasonal and spatial distribution of CDOM in marine environment	.....	12
1.3 Reginonal feature of the Taiwan Strait and research questions	.....	14
1.4 Objectives and contents of this dissertation	.....	16
Chapter 2 Study areas and methods	-----	17
2.1 Introduction to study areas	.....	17
2.1.1 Taiwan strait (TWS)	.....	17
2.1.2 Fujian-Guangdong coastal sea area	.....	19
2.1.3 Xiamen Bay	.....	19
2.2 Methods	.....	22
2.2.1 Investigation area and Sampling locations	.....	22
2.2.2 Sampling and determination of methods	.....	24
2.2.3 Statistical analysis	.....	28
Chapter 3 Study on carbonate system	-----	31
3.1 Hydrology features	.....	31
3.1.1 hydrology features of TWS	.....	31
3.1.2 hydrology features of Fujian-Guangdong coastal sea area	.....	37
3.1.3 hydrology features of Xiamen Bay	.....	45
3.2 carbonate system of TWS	.....	47

3.2.1	Distribution characteristics	47
3.2.2	Main influencing factors	52
3.2.3	Sea-air CO ₂ flux	60
3.3	Carbonate system of Fujian-Guangdong costal sea area	61
3.3.1	Distribution characteristics	61
3.3.2	Main influencing factors	67
3.3.3	Sea-air CO ₂ flux	70
3.4	Carbonate system of Xiamen Bay	71
3.4.1	Distribution characteristics	71
3.4.2	DIC transport flux by runoff	75
3.4.3	Sea-air CO ₂ flux	76
3.4.4	Main influencing factors	77
3.5	Summary	81
Chapter 4	Organic matter and optical properties of CDOM	-----82
4.1	CDOM and its optical properties in TWS	82
4.1.1	Optical absorption properties of CDOM and influencing factors	82
4.1.2	Fluorescence properties of CDOM and influencing factors	89
4.2	Organic matter and CDOM optical properties of Fujian-Guangdong costal sea areas	111
4.2.1	Distribution characteristics of TOC/DOC and its influencing factors	111
4.2.2	Optical absorption properties of CDOM and influencing factors	117
4.2.3	Fluorescence properties of CDOM and influencing factors	122
4.3	Organic matter and CDOM optical properties of Xiamen Bay	136
4.3.1	Distribution characteristics of TOC/DOC and influencing factors	136
4.3.2	Fluorescence properties of CDOM and influencing factors	147
4.3.3	Fluorescence properties of CDOM and influencing factors	154
4.4	Summary	170
Chapter 5	Conclusions	-----172
5.1	Summary	172
5.2	Innovative points	175

5.3 Problems and prospect	176
References -----	177
Publication -----	191
Acknowledgements -----	192

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

海洋作为地球上最大的碳库之一，在全球碳循环中起着非常重要的作用；溶解无机碳（DIC）和溶解有机碳（DOC）是海洋碳库的重要组成部分，它们在海洋中的分布、迁移和转化是海洋碳循环的关键环节。近海陆架区连接陆地与大洋，受陆源径流输入、人为活动扰动、高生物生产力、复杂的水动力过程等多种因素的共同影响，碳循环过程及其机制比较复杂。因此，开展陆架海区 DIC 和 DOC 时空分布及其影响因素的研究，对于揭示海洋中碳的生物地球化学循环的调控机制具有重要的典型意义。本论文选取台湾海峡及其邻近海域为研究区域，利用 2006 年 07 月~08 月、2006 年 12 月~2007 年 02 月、2007 年 4 月~5 月，2007 年 10 月~2008 年 1 月台湾海峡西部获取的 pH、碱度和有色溶解有机物（CDOM）的资料，2009 年 06 月、2009 年 08~09 月于闽南粤东海域以及 2009 年 2 月、5 月、8 月及 10~11 月于厦门湾获取的 pH、总碱度、DIC、TOC、DOC 以及 CDOM 等资料，对台湾海峡及其邻近海域、以及典型河口海湾海水中碳酸盐体系及溶解有机碳的时空分布及其影响因素进行研究，以期为进一步研究河口、近海碳的迁移转化及循环机制提供更完整的参考资料。主要研究成果如下：

(1) 台湾海峡西部表层水体全年总体表现为 CO_2 的汇，海气 CO_2 通量年均均为 $-1.29 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；春季、夏季、秋季和冬季平均海气 CO_2 通量分别为 -1.31 、 -0.34 、 -0.28 和 $-3.23 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

由于陆地径流以及水体垂直混合作用超过浮游植物活动的影响，春季、秋季和冬季近岸区域表层海水 $p\text{CO}_2$ 高于远岸区域；其中，秋季和冬季的近岸区域表现为净 CO_2 源（秋季： $1.95 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；冬季： $2.34 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ）。夏季由于浮游植物活动强度达到全年峰值的影响，近岸区域表层海水 $p\text{CO}_2$ 低于远岸区域，且表现为 CO_2 汇；而远岸区域表现为弱的 CO_2 源（ $\sim 387.6 \mu\text{atm}$ ）。此外，由于夏季闽江口附近浮游植物活动强度强于九龙江口附近海域，使得闽江口附近富含过饱和 CO_2 的表层海水的影响范围明显小于九龙江口。

(2) 2009 年 06 月和 08~09 月闽南粤东海域均表现为 CO_2 的源，海气 CO_2 通量分别为 0.016 和 $0.97 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。水团物理混合过程、浮游植物光合作用、上升流所携带有机物的矿化作用等是影响表层海水 $p\text{CO}_2$ 分布的主要因素；特别

是由于 08~09 月上升流强度和影响范围大于 06 月, 使得该季节水团混合、浮游植物以及有机物矿化对表层海水 $p\text{CO}_2$ 的影响程度均高于 06 月, 其贡献率分别为 39.6%、28.3% 和 22.7%。

(3) 厦门湾表层水体 $p\text{CO}_2$ 变化表现出显著的时空差异: 2009 年春季表层水体 $p\text{CO}_2$ 最低, 表现为净 CO_2 汇; 夏季、秋季和冬季均表现为 CO_2 源, 其中秋季达到全年的高值。有机物的好氧呼吸作用是春季和夏季九龙江河口淡水影响区域水体表层高 $p\text{CO}_2$ 的重要原因, 而高盐度区表层水体 $p\text{CO}_2$ 的分布则主要受河海水混合作用影响。

(4) 台湾海峡西部海域 CDOM 的光学特征表现出明显的时空变化特征: 夏季水体 CDOM 的吸收系数 α_{280} 和光谱斜率 $S_{275-295}$ 的均值分别为 1.10 m^{-1} 和 $30.6 \mu\text{m}^{-1}$; 而冬季吸收系数 α_{280} 和光谱斜率 $S_{275-295}$ 的均值分别为 1.47 m^{-1} 和 $26.7 \mu\text{m}^{-1}$; 这表明台湾海峡冬季 CDOM 的丰度及其芳香度和平均分子量亦显著高于夏季。同样, 近岸区域水体 CDOM 的丰度及其芳香度和平均分子量显著高于远岸区域。利用平行因子分析 (PARAFAC) 方法识别出台湾海峡西部水体 CDOM 有 5 种荧光组分, 其中 C1 (345, 245/484 nm)、C2 (330, 245/408 nm)、C4 (335, 275/432 nm) 为类腐殖质组分, C3 (275/348 nm) 和 C5 (240/356 nm) 为类蛋白质组分。台湾海峡西部海域 CDOM 的时空分布格局主要受水团运动的影响; 夏季近岸 ($S \leq 32.5$)、冬季近岸 ($S \leq 32.0$) 和冬季远岸 ($S > 32.0$) 区域水团混合作用的贡献率分别为 52.0%、46.2% 和 56.7%, 而夏季远岸区域 ($S > 32.5$) 水团运动的贡献率 (~32.5%) 与浮游植物的贡献率 (~35.9%) 接近。其中, 夏季主要受南海水输送的影响, 冬季主要受闽浙沿岸流和黑潮支流的影响, 而台湾海峡西岸大陆径流输入的影响小于 5%; 浮游植物的贡献率大约为 25% 左右。

(5) 2009 年 06 月以及 08~09 月闽南粤东海域水体中 TOC 主要受水团物理混合的影响; 而 DOC 则受水团物理混合和浮游植物活动的双重影响, 尤其在 08~09 月, 浮游植物活动成为影响 DOC 分布的主要因素。

08~09 月闽南粤东海域水体 CDOM 的平均含量高于 06 月, 而 06 月 CDOM 空间分布的差异性及来源变异性则高于 08~09 月。水体中 CDOM 有 5 种荧光组分, 其中组分 C1 (250, 345/454 nm)、C2 (230, 310/374 nm) 和 C5 (265, 425/478 nm) 为类腐殖质荧光组分, 组分 C3 (230/342 nm) 和 C4 (230, 275/322 nm) 属于类蛋白质荧光组分。该区域影响水体中 CDOM 分布的因素与台湾海峡西部有所差异;

浮游植物活动的影响明显高于水团的物理混合, 其中 06 月和 08~09 月浮游植物活动的贡献率达 50%~60%, 而水团的物理混合的贡献仅为 15%~25%; 但随着上升流影响程度加剧和范围的扩大, 水团物理混合贡献有所增强。

(6) 2009 年, 厦门湾水体中 DOC 是 TOC 的主要组成部分; 尤其是在秋季, 陆源径流输入以及浮游植物生长活动等是影响厦门湾 DOC 和 TOC 时空分布格局的主要因素。

2009 年, 厦门湾水体中 CDOM 分布存在明显的季节差异; 秋季 CDOM 平均含量最高, 空间变化也最大, 但来源相对固定、单一; 冬季 CDOM 含量最低, 空间变化最小, 但来源变异性较为复杂。水体中 CDOM 的荧光组分与闽南粤东海域类似, 也有 5 种荧光组分, 包括 3 种类腐殖质荧光组分 (C1: 250, 345/454 nm; C2: 230, 310/374 nm; C5: 265, 425/478 nm) 以及 2 种类蛋白质荧光组分 (C3: 230/342 nm; C4: 230, 275/322 nm)。九龙江是厦门湾 CDOM 的重要来源, 九龙江陆源输入的 CDOM 的年均贡献率约为 74.2%; 其中陆源输入贡献率秋季最高 (~83.6%), 春季最低 (~66.5%); 而浮游植物的影响比较有限, 其年均贡献率仅为 21.3%。

关键词: 碳酸盐体系; 有色溶解有机物; 荧光光谱; 台湾海峡及邻近海域; 厦门湾

Abstract

As one of the largest carbon pools, the ocean plays an important and decisive role in global carbon cycle, of which dissolved organic carbon (DOC) and dissolved inorganic carbon (DIC) are the important and main components, therefore, their distribution, transport and transformation are getting more and more attention of oceanographers. In this thesis, the distribution and influencing factors of organic carbon and carbonate system in the Taiwan Strait and its surrounding waters and adjacent estuaries were studied based on the following surveys: (1) four cruises in the Taiwan Strait (July to August 2006, December 2006 to February 2007, April to May 2007 and October 2007 to January 2008); (2) two cruises in the Southern Fujian and Eastern Guangdong coastal sea area (June, August to September 2009); (3) four cruises in Xiamen Bay (February, May, August, October to November 2009). The results are as following:

(1) The surface water in Western Taiwan Strait was the sink of carbon dioxide with annual CO_2 flux of $-1.29 \text{ mmol C/m}^2\cdot\text{d}$. The fluxes of spring, summer, autumn and winter seasons were -1.31 , -0.34 , -0.28 and $-3.23 \text{ mmol C/m}^2\cdot\text{d}$, respectively.

The $p\text{CO}_2$ of surface water in nearshore region was higher than that in offshore during spring, autumn and winter seasons, due to the much stronger influence by land runoff and vertical mixing process than phytoplankton activity in nearshore waters. This resulted the near shore region to be the sources of atmospheric CO_2 in autumn and winter, with the flux of 1.95 and $2.34 \text{ mmol C/m}^2\cdot\text{d}$, respectively.

However, in summer, due to the strongest phytoplankton activities, the surface water $p\text{CO}_2$ in nearshore region, which was the sink of atmospheric CO_2 , was lower than that ($\sim 387.6 \mu\text{atm}$) in offshore region. In addition, the areas affected by surface water with supersaturating CO_2 in Minjiang Estuary were obviously smaller than that in Jiulong Estuary during summer because of the stronger phytoplankton activities in Minjiang estuary.

(2) The water in Fujian-Guangdong coastal sea area was source of atmospheric CO_2 in June, August to September 2006 with flux of 0.016 and $0.97 \text{ mmol C/m}^2\cdot\text{d}$, respectively. As the three main factors to influence surface water $p\text{CO}_2$, the physical mixing process of water mass, photosynthesis of phytoplankton, mineralization of organic matter carried by upwelling were attributed to 39.6% , 28.3% and 22.7%

respectively from August to September, which were all higher than that in June due to the stronger upwelling.

(3) The surface water pCO_2 in Xiamen Bay varied greatly in different seasons, which was lowest in spring and highest in autumn. The surface water in Xiamen was sink of atmospheric CO_2 in spring while sources in other three seasons. The aerobic respiration of organic matter was the main influencing factor for high pCO_2 in spring and summer in freshwater area of Jiulong estuary, while the mixing of freshwater and seawater controlling the distribution of pCO_2 in high salinity area.

(4) The optical characteristics of chromophoric DOM (CDOM) in western Taiwan Strait varied greatly. The absorption coefficients (a_{280}) and average of spectral slope ($S_{275-295}$) were 1.10 m^{-1} and $30.6\ \mu\text{m}^{-1}$ in summer while those were 1.47 m^{-1} and $26.7\ \mu\text{m}^{-1}$ in winter, indicating that the abundance, aromaticity and average molecular weight of CDOM in winter were all significantly higher than that in summer. Similarly, the concentration, aromaticity and molecular weight of CDOM in near shore region were all obviously higher than that in offshore region. Using parallel factor analysis (PARAFAC), five fluorescent components were identified for the CDOM in this area. Three were humic-like components as C1 (345, 245/484 nm), C2 (330, 245/408 nm) and C4 (335, 275/432 nm), and the other two were protein-like components as C3 (275/348 nm) and C5 (240/356 nm). The distribution of CDOM in this area was mainly controlled by the mixing process of different water masses (i.e. the Zhe-min Coastal Current (ZCC) and the Kuroshio Branch Current (KBC) in winter and the South China Sea Water (SCSW) in summer) especially in nearshore zone (salinity ≤ 32.5 in summer and salinity ≤ 32.0 in winter) and offshore zone (salinity > 32.0 in winter). Contributions from local terrestrial CDOM inputs from several rivers along the western coast were small ($< 5\%$). However, the influence of phytoplankton activity within the offshore zone (salinity > 32.5) in summer surpassed that of water mass mixing.

(5) The TOC distribution was mainly controlled by the physical mixing process of water mass in Fujian-Guangdong coastal sea area in June, August to September 2009. The DOC distribution was controlled by both physical mixing process and phytoplankton activities, especially from August to September the latter became the main factor.

The absorption coefficients (a_{280}) of CDOM in June was lower than that in

August to September but the differences of spatial distribution and variability of sources were both higher than the latter. Five fluorescent components were identified for CDOM samples in this area, including three humic-like components, which were C1 (250, 345/454 nm), C2 (230, 310/374 nm) and C5 (265, 425/478 nm), and two protein-like components which were C3 (230/342 nm) and C4 (230, 275/322 nm). Different from that in the western Taiwan Strait, the contribution ratio of phytoplankton activities to CDOM in this area was up to 50 %~60 % while that of physical mixing process was only 15 %~25 %. However, the latter one could be higher with the increasing impact and scope of upwelling.

(6) The DOC was the main component of TOC in Xiamen Bay in 2009 especially in autumn. The river runoff and phytoplankton activities controlled the distribution of DOC and TOC in this area.

The concentration and spatial distribution difference of CDOM showed great variation between different seasons, with the highest abundance in autumn and lowest in winter. On the other hand, the sources of CDOM was single in autumn while multiple in winter. The fluorescent components in this area is the same as that of Fujian-Guangdong coastal sea area. As the main sources of CDOM in Xiamen Bay, the annual average contribution percentage of Jiulong River runoff could be up to 74.2 %, which was highest in autumn (~83.6 %) and lowest in spring (~66.5 %). On the contrary, the CDOM was just partly influenced by the phytoplankton activities and the annual contribution percentage was only 21.3 %.

Key words: Carbonate system; CDOM; Fluorescent spectroscopy; Taiwan Strait and adjacent sea area; Xiamen Bay

第一章 绪论

碳作为主要生源要素之一，以各种形态贯穿生命的全过程，在其能流、物流中起关键作用。作为生态系统最重要的物质循环之一，碳循环过程涵盖生物圈、地圈、水圈和大气圈。海洋中碳循环是海洋生态系统的基础，并在很大程度上决定了全球气候变化的趋势；海洋碳循环作为全球碳循环的重要组成部分，是影响全球变化的控制环节。因此，海洋中的碳及其循环是海洋生物地球化学研究的核心。

在全球范围内开展着以国际地圈生物圈计划 (IGBP)、国际人文因素计划 (IHDP)、世界气候研究计划(WCRP)和生物多样性计划 (DIVERSITES) 为核心的全球变化研究，均以碳循环的生物地球化学研究作为主要的研究方向；特别是国际地圈与生物圈计划 (IGBP) 中的全球海洋通量联合研究 (JGOFS)、国际全球大气化学计划 (IGAC)、全球生态系统动力学 (GLOBEC)、海洋生物地球化学和生态系统综合研究 (IMBER) 以及上层海洋与低层大气研究计划 (SOLAS) 均涉及到碳的海洋生物地球化学过程研究(殷建平等, 2006; 唐启升, 2001, 宋金明, 2000)。

1.1 海水中溶解无机碳及海气 CO₂ 源汇格局

1.1.1 海水碳酸盐体系

在工业革命以前的 65 万年中，全球大气 CO₂ 的平均浓度在 180~280 ppmv 之间波动。工业革命以来，人类活动对全球生态系统的破坏和改变严重扰动了全球各碳库间的平衡，特别是化石燃料燃烧等人类活动显著改变了全球碳循环 (Neftel et al., 1985; Falkowski et al., 2000; Sabine et al., 2004)。在工业化前的 8000 年里，大气 CO₂ 在几十年到百年尺度上的变化少于 10 ppm，而目前大气 CO₂ 的年增长率达到 1~2 ppmv。自 19 世纪 80 年代以来，大气 CO₂ 浓度从工业革命前的 280 ppmv (Indermuhle et al., 1999)，上升到现在的~380 ppmv (IPCC, 2007)；与此同时，全球气候变暖已经成为不争的事实，20 世纪全球平均气温升高了 0.3~0.6 °C (Houghton et al., 1990)，特别是近 50 年的线性变暖趋势达每 10 年 0.13

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