

学校编码: 10384

密级\_\_\_\_\_

学号: 22420061152295

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

九龙江流域-河口 CDOM 吸收和荧光特性的  
季节性变化研究

Seasonal Variations of Absorption and Fluorescent  
Properties of CDOM in Jiulong River-Estuary System

王福利

指导教师姓名: 郭卫东 教授

专 业 名 称: 海洋化学

论文提交日期: 2009 年 8 月

论文答辩日期: 2009 年 8 月

2009 年 9 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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录	I
摘 要	VII
Abstract	IX
第一章 绪论	1
1.1 有色溶解有机物 (CDOM) 的研究概述	2
1.1.1 河流 CDOM 研究进展	3
1.1.2 河口及近海 CDOM 研究进展	4
1.2 九龙江 CDOM 研究概况	5
1.3 研究内容和目标	6
1.4 论文框架	7
参考文献	8
第二章 研究区域和方法	12
2.1 研究区域概况	12
2.1.1 九龙江及九龙江口	12
2.1.2 闽江	14
2.2 样品采集与分析方法	15
2.2.1 航次描述与采样情况	15
2.3 样品分析及数据处理	19
2.3.1 样品的预处理	19
2.3.2 CDOM 的吸收光谱分析及数据处理	19
2.3.3 CDOM 的三维荧光光谱 (EEMs) 分析	20
2.3.4 EEMs 的平行因子分析 (PARAFAC)	20
2.3.5 溶解有机碳 (DOC) 样品的分析	21
参考文献	22
第三章 九龙江流域-河口 DOC 的分布特征及影响因素	23

3.1	2008年4月九龙江口 DOC 的分布特征 .....	23
3.2	2008年7月九龙江流域 DOC 的分布特征 .....	25
3.3	2008年8月九龙江流域-河口 DOC 的分布特征 .....	25
3.3.1	西溪、北溪 DOC 的分布特征.....	25
3.3.2	河口 DOC 的分布特征.....	26
3.4	2008年11月九龙江流域-河口 DOC 的分布特征 .....	28
3.4.1	西溪、北溪 DOC 的分布特征.....	28
3.4.2	河口 DOC 的分布特征.....	28
3.4.3	湾口 DOC 的分布特征.....	30
3.5	2009年2月九龙江流域-河口 DOC 的分布特征 .....	32
3.5.1	北溪 DOC 的分布特征.....	32
3.5.2	河口 DOC 的分布特征 .....	33
3.6	2008年6月闽江流域 DOC 的分布特征 .....	34
3.7	九龙江流域-河口 DOC 分布的影响因素 .....	35
3.7.1	DOC 与陆源输入的关系.....	35
3.7.2	DOC 与盐度的关系.....	36
3.7.3	潮位变化对 DOC 浓度的影响.....	36
3.8	九龙江流域-河口 DOC 的季节性变化特征 .....	37
3.9	九龙江口 DOC 的入海通量 .....	38
3.9.1	九龙江口 DOC 入海通量估算.....	38
3.9.2	九龙江口 DOC 通量的季节变化及影响因素.....	39
3.10	小结 .....	40
	参考文献 .....	42
	<b>第四章 九龙江流域-河口 CDOM 的吸收特征 .....</b>	<b>44</b>
4.1	CDOM 的光吸收特性 .....	44
4.1.1	吸收系数 $a(\lambda)$ .....	44
4.1.2	光谱斜率 S 值计算波长范围的选择.....	44
4.2	吸收系数 $a_{280}$ 的分布特征 .....	45
4.2.1	九龙江流域(西溪、北溪) $a_{280}$ 的分布特征.....	45
4.2.2	九龙江河口及近海 $a_{280}$ 的分布特征.....	49

4.3 河口区吸收系数 $a_{280}$ 的季节变化 .....	52
4.4 $a_{280}$ 和 $S_{(275-295)}$ 值在河口混合过程中的行为 .....	53
4.5 $a_{280}$ 和 $S$ 值示踪不同流域 CDOM 的来源 .....	54
4.6 小结 .....	54
参考文献 .....	56
<b>第五章 九龙江流域-河口 CDOM 的荧光特征 .....</b>	<b>57</b>
5.1 PARAFAC 模型结果 .....	57
5.2 CDOM 荧光组分的分布特征 .....	62
5.2.1 九龙江流域(西溪、北溪)的 CDOM 荧光组分的分布特征.....	62
5.2.2 闽江流域 CDOM 荧光组分的分布特征.....	63
5.2.3 九龙江河口及湾口的 CDOM 荧光组分的分布特征.....	64
5.3 CDOM 荧光组分与 DOC 的关系 .....	66
5.4 CDOM 荧光组分的示踪特性 .....	68
5.4.1 不同流域 CDOM 的来源示踪.....	68
5.4.2 河口混合过程中荧光组分的变化.....	70
5.5 CDOM 荧光组分对污染影响的示踪 .....	71
5.6 小结 .....	72
参考文献 .....	74
<b>第六章 结语 .....</b>	<b>76</b>
6.1 主要研究成果 .....	76
6.2 本研究的创新点 .....	77
6.3 本研究的不足 .....	77
致谢 .....	78

## Contents

<b>Abstract.....</b>	<b>IX</b>
<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 The research summary of CDOM.....</b>	<b>2</b>
1.1.1 Research progress of estuarine CDOM.....	3
1.1.2 Research progress of estuarine and coastal CDOM.....	4
<b>1.2 Research situation of CDOM in Jiulong Estuary .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Research Topics And Goals .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 paper framework .....</b>	<b>7</b>
<b>Reference .....</b>	<b>8</b>
<b>Chapter 2 Research Area and Methods.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Research Area .....</b>	<b>12</b>
2.1.1 Jiulong River and Jiulong Estuary .....	12
2.1.2 Minjiang River .....	14
<b>2.2 Sample Collection and Analysis.....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Cruises and Sampling .....	15
<b>2.3 Sample Analysis and Data Processing .....</b>	<b>19</b>
2.3.1 Sample Pretreatment .....	19
2.3.2 Absorption Spectroscopy and Data Processing .....	19
2.3.3 EEMs Analysis of CDOM .....	20
2.3.4 Parallel Factor Analysis .....	20
2.3.5 DOC Sample Analysis .....	21
<b>Reference .....</b>	<b>22</b>
<b>Chapter 3 Distribution and Influencing factors of DOC in Jiulong River-Estuary .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Distribution of DOC in Jiulong Estuary in April 2008 .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Distribution of DOC in Jiulong Estuary in July 2008 .....</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Distribution of DOC in Jiulong River Estuary in August.....</b>	<b>25</b>
3.3.1 Distribution of DOC in Xi and Bei River .....	25
3.3.2 Distribution of Estuarine DOC .....	26
<b>3.4 Distribution of DOC in Jiulong River Estuary in November 2008.....</b>	<b>28</b>
3.4.1 Distribution of DOC in Xi and Bei River .....	28



3.4.2 Distribution of Estuarine DOC .....	28
3.4.3 Distribution of DOC in Bay .....	30
<b>3.5 Distribution of DOC in Jiulong River Estuary in February 2009.....</b>	<b>32</b>
3.5.1 Distribution of DOC in Bei River .....	32
3.5.2 Distribution of Estuarine DOC .....	33
<b>3.6 Distribution of DOC in Minjiang River Estuary in June 2008.....</b>	<b>34</b>
<b>3.7 Influencing factors of DOC distribution in Jiulong River Estuary.....</b>	<b>35</b>
3.7.1 Relationship between Terrigenous Input and DOC .....	35
3.7.2 Relationship between Salinity and DOC .....	36
3.7.3 Influence of Tidal Changes in DOC Concentration.....	36
<b>3.8 Seasonal Variation of DOC in Jiulong River Estuary.....</b>	<b>37</b>
<b>3.9 DOC Flux in Jiulong Estuary .....</b>	<b>38</b>
3.9.1 Estimation of DOC Flux in Jiulong Estuary.....	38
3.9.2 Seasonal Variation and Influencing Factors of DOC Flux in Jiulong Estuary .....	39
<b>3.10 Summary.....</b>	<b>40</b>
<b>Reference .....</b>	<b>42</b>
<b>Chapter 4 Absorption Characteristics of CDOM in Jiulong Estuary</b>	<b>44</b>
<b>4.1 CDOM Absorption Characteristics .....</b>	<b>44</b>
4.1.1 Absorption Coefficient $a(\lambda)$ and Spectrum Slope(S) .....	44
4.1.2 Choice of Absorption Coefficient Wavelength and Spectrum Slope (S) Calculation Wavelength Range.....	44
<b>4.2 Distribution Characteristics of absorption coefficient <math>a_{280}</math> .....</b>	<b>45</b>
4.2.1 Concentration Distribution Characteristics of $a_{280}$ in Xi and Bei Stream .....	45
4.2.2 Concentration Distribution Characteristics of $a_{280}$ in Jiulong Estuary and Coastal.....	49
<b>4.3 Seasonal Variation of Estuarine absorption coefficient <math>a_{280}</math> .....</b>	<b>52</b>
<b>4.4 <math>a_{280}</math> and <math>S_{(275-295)}</math> Value in the estuarine mixing process .....</b>	<b>53</b>
<b>4.5 <math>A_{280}</math> and <math>S</math> Tracing Different Sources of CDOM .....</b>	<b>54</b>
<b>4.6 Summary.....</b>	<b>54</b>
<b>Reference .....</b>	<b>56</b>

<b>Chapter 5 Fluorescence Characteristics of CDOM in Jiulong River Estuary .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 PARAFAC Model results .....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Distribution Characteristics of CDOM fluorescence Components .....</b>	<b>62</b>
5.2.1 Distribution Characteristics of CDOM fluorescence Components in Xi and Bei Stream .....	62
5.2.2 Distribution Characteristics of CDOM fluorescence Components in Jiulong River .....	63
5.2.3 Distribution Characteristics of CDOM fluorescence Components in Jiulong Estuary and Coastal .....	64
<b>5.3 Relationship Between CDOM Fluorescence Components and DOC .....</b>	<b>66</b>
<b>5.4 CDOM Fluorescence Components as Tracer .....</b>	<b>68</b>
5.4.1 Tracing Different Sources of CDOM .....	68
5.4.2 Variation of PARAFAC Components during the Estuaries mixing process .....	70
<b>5.5 CDOM Fluorescent Components Tracing Pollution Effects .....</b>	<b>71</b>
<b>5.6 Summary .....</b>	<b>72</b>
<b>Reference .....</b>	<b>74</b>
<b>Chapter 6 Conclusive Remarks .....</b>	<b>76</b>
<b>6.1 Main Research Results .....</b>	<b>76</b>
<b>6.2 Innovation of This Research .....</b>	<b>77</b>
<b>6.3 Limitations of This Research .....</b>	<b>77</b>
<b>ACKNOWLEDGMENTS .....</b>	<b>78</b>

## 摘要

本文通过对九龙江流域-河口 2008 年 4 月、8 月、11 月和 2009 年 2 月 4 个航次及闽江流域 2008 年 6 月 1 个航次的调查,研究了 DOC 和 CDOM 在九龙江和闽江流域及九龙江口的分布及其季节性变化特征,探讨了控制 DOC 和 CDOM 分布与变化的主要因素。主要研究结果如下:

(1) 2008~2009 年九龙江口各航次 DOC 分布特征十分相似,呈现西溪>北溪>九龙江口上游>九龙江口下游的特征。九龙江口上游 DOC 控制机理复杂,在混合作用初期(盐度 0~3.1) DOC 有明显增加,盐度大于 3.1 以后,其分布受物理过程所控制,浓度逐渐降低。水体中 DOC 的分布受盐度、潮位影响明显。2008 年 6 月整个闽江调查区域 DOC 含量范围为 1.44-2.13mg/L,平均含量 1.74mg/L。与同期九龙江北溪 DOC 含量大体相当。

九龙江口 DOC 入海年通量为  $2.45 \times 10^{10}$ g,其中洪季的 DOC 通量占总通量的 60.4%,九龙江 DOC 通量受人文活动影响明显。

(2) 九龙江(西溪、北溪) CDOM 吸收系数  $a_{280}$  在  $1.71-12.55 \text{m}^{-1}$  之间,  $S_{275-295}$  在  $13.5-22.1 \mu\text{m}^{-1}$ 。闽江  $a_{280}$  在  $7.08-11.51 \text{m}^{-1}$  之间;  $S_{275-295}$  在  $13.3-15.9 \mu\text{m}^{-1}$ ,  $a_{280}$  和  $S_{275-295}$  平均值均略高于九龙江。

九龙江河口及湾口  $a_{280}$  在  $0.82-10.52 \text{m}^{-1}$  之间;  $S_{275-295}$  介于  $11.6-32.6 \mu\text{m}^{-1}$  之间。 $a_{280}$  在九龙江口混合过程中基本上呈保守行为,主要受物理混合过程影响。

九龙江口各季节水体中 CDOM 的含量均随着盐度的增大而减小,且呈现一定的线性关系。总体而言,秋季水体 CDOM 含量最高,夏季、春季次之,冬季最低,越靠近低盐度区,季节变化越明显。

(3) 运用 PARAFAC 模型分析九龙江、闽江流域及河口 CDOM 样品的三维荧光光谱(EEMs),共识别出 6 个荧光组分,包括 4 个陆源类腐殖质组分 C1(245, 335/418nm)、C2(250, 360/481nm)、C3(240/270nm)、C6(220/422nm),1 个“海源”类腐殖质组分 C5(300/374nm)及 1 个类蛋白质组分 C4(225, 275/342nm)。

九龙江口各类腐殖质组分(C1、C2、C3、C5、C6)与盐度存在很好负相关性,基本呈保守混合行为。类蛋白质组分 C4 与盐度关系复杂,4 月航次和 2 月航次 C4

与盐度存在较好负相关性，而8月航次和11月航次C4与盐度无明显的相关性。

(4) 九龙江和闽江水体的荧光组分都以类腐殖质组分为主，其中闽江类腐殖质组分所占比例最大，其次是西溪，而北溪类蛋白质组分所占比例最高，指示北溪水质受人类活动输入的有机污染物的影响最大而闽江最小。上述结果表明，EEMs - PARAFAC不仅能很好地揭示不同流域溶解有机物的光谱特征，而且可有效地示踪河流中水质的有机污染状况。

**关键词：** 有色溶解有机物； 三维荧光光谱； 平行因子分析； 九龙江流域-河口

## Abstract

This study focuses on seasonal variation of DOC and CDOM in Jiulong Estuary and Minjiang River in spring, summer and autumn of the year 2008 and in Feb. of the year 2009 respectively. The research discussed the main factors affect the distribution and variation of DOC and CDOM, the main results as follows:

(1) During 2008 and 2009, distribution of DOC was similar among all voyages which was Xi stream >Bei stream >upriver Jiulong Estuary>downriver Jiulong Estuary. The mechanism of DOC controlling was complicated in upriver of Jiulong Estuary: at the beginning of mixture (salinity 0~3.1) DOC increased sharply; when salinity above 3.1, DOC decrease gradually by physical factors. The distribution of DOC in the water was easily affected by salinity and tides. DOC concentration was between 1.44 and 2.13mg/L during June of 2008 in Minjiang River, and the average of concentration was 1.74mg/L. The results observed in Minjiang River was similar to Bei stream. DOC flux is  $2.45 \times 10^{10}$  g annually, and in the flood season which count for 60% of the total flux. DOC flux easily affected by human activities.

(2) Absorption coefficient  $a_{280}$  of CDOM was 1.71-12.55 $m^{-1}$  and  $S_{275-295}$  was 13.5-22.1 $\mu m^{-1}$  in Jiulong River (Xixi and Beixi). However, in Minjiang River  $a_{280}$  was 7.08-11.51 $m^{-1}$  and  $S_{275-295}$  was 13.3-15.9 $\mu m^{-1}$ , which were a bit higher than in Jiulong River.

$a_{280}$  was 0.82-10.52 $m^{-1}$  and  $S_{275-295}$  was 11.6-32.6 $\mu m^{-1}$  in Jiulong Estuary and bay. Basically, Mixing process of  $a_{280}$  is conservative behavior which affected by physical process.

CDOM concentration was reverse relationship with salinity in all sampling seasons. In a word, in autumn CDOM had the highest value and in winter had the lowest; lower salinity areas had a obvious seasonal variation.

(3) Using PARAFAC model to analyze CDOM EEMs of Jiulong River-Estuary and Minjiang River. Six fluorescence components were identified which including four humic-like components of mainly terrestrial origin(C1(245, 335/418nm)、C2(250, 360/481nm)、C3(240/270nm)、C6(220/422nm)) and one marine humic component (C5(300/374nm)) and one protein-like component (C4(225, 275/342nm)).

C1, C2, C3, C5, C6 these five humic-like components which had a negative correlation with salinity, and mixing process of these components is conservative behavior. C4 was so complicated during the four voyages, when in April and February had a negative correlation with salinity while in August and November there was no relationship with salinity.

(4) humic-like components made the main component of CDOM fluorescence components in Jiulong River-Estuary and Minjiang River. Minjiang River had the largest percentage of humic-like components, however Bei stream had the highest value of protein-like component which indicated that human activities and organic pollution had a greater impact on Bei stream than Minjiang River. We can conclude that EEMs-PARAFAC model was not only can detect specific spectrums of CDOM, but also could trace pollutants in waters.

**Keywords:** Chromophoric Dissolved Organic Matter (CDOM); Excitation-Emission-Matrix Spectroscopy (EEMs); Parallel Factor Analysis (PARAFAC); Jiulong River-Estuary

## 第一章 绪论

河流连接着陆地和海洋两大生态系统，是陆源物质向海洋输送的重要途径，对海岸带及邻近的海洋系统影响深远<sup>[1-2]</sup>。河流的有机碳通量是流域内地貌、生态、水文过程的历史“见证”，更记录着人类活动（如砍伐森林、大规模农业耕作、采矿、灌溉、筑坝、跨流域调水等）对流域地表自然状态的改变<sup>[3]</sup>。

近海和河口区域是陆地和海洋的空间交界地区，存在陆地和海洋之间的相互作用过程，同时又是人口密集及经济高速发展地区，受到人类活动和自然过程的影响而处于一种动态变化的状态<sup>[4-6]</sup>。该区域由于耦合系统作用的复杂性和敏感性，环境胁迫极容易被放大，使该生态系统响应也容易被放大成为全球变化研究的典型和重点地区<sup>[7]</sup>。

流域、河流、河口以及近海生态系统通过水、沉积物和生源要素的循环以及溶解氧的变化等相互作用耦合为更复杂的大生态系统，系统的结构和功能层次增加，对全球变化等的响应具有成因和机制上多方式的反馈联系。这些变化造成对河流与河口的水分、沉积物和碳、氮、磷、硅等生源要素的输送时空模式、结构和通量的变化，从而引起河口和近海生物地球化学过程和机制的一系列变化，这种变化对河口、近海的生物种群的大小、密度、结构和行为会产生一定的影响<sup>[8]</sup>。在此耦合的流域、河流、河口以及近海的大生态系统尺度上，可以更清晰地研究水、沉积物和碳、氮、磷、硅等生源要素从陆地到海洋的迁移、转化、循环和环境归宿的过程和机制、相伴而生的溶解氧的系列时空变化，以及系统不同介质和载体之间的反馈过程和机制，有助于研究该耦合系统在全球变化和异常气候条件下的响应过程和机制以及适应性。但对于气候变化在内的全球变化与人类活动造成的河流、河口以及近海耦合生态系统响应的研究还不多见。

天然水中有色溶解有机物的组成和机理已经研究了数十年。随着碳循环研究的成熟，人们迫切需要进一步了解 CDOM 的性质及其在陆地向海洋输送过程中、在河流-河口耦合系统中的循环。早期 CDOM 性质的研究主要依赖于从水体中提取足够量的物质来做化学分析，但是提取后的 CDOM 的性质经常会发生变化。过去的十多年里，使用光谱分析来研究 CDOM 的浓度及化学性质的方法受到广

泛关注。新的测量和数据分析处理技术的发展有助于我们更好的理解 CDOM。最近主成分分析(principle component analysis, PCA)和平行因子分析(parallel factor analysis, PARAFAC)的应用为我们了解 CDOM 荧光团的来源及分布提供了新的见解<sup>[9-10]</sup>。

## 1.1 有色溶解有机物 (CDOM) 的研究概述

CDOM 是溶解有机物的主要成分, 其光谱特性可定性、定量地示踪有机碳在从流域经河口输送到近海过程中的分布变化规律。过去的研究较多偏重于河口区, 本论文将研究区域向上扩展到流域, 向下扩展到近海, 尝试在流域-河口-近海这样一个完整的耦合系统中研究有机碳从陆地向海洋的迁移和循环。

第一次关于 CDOM 综述是 Blough 和 Del Vecchio 对 1981 年以来世界各地沿岸水体中 CDOM 的光学性质、源汇及分布做了全面的阐述和解释<sup>[11]</sup>。第二次关于 CDOM 综述是 Nelson 和 Siegel 对外海水体中 CDOM 研究热点的阐释, 包括 CDOM 化学性质、方法的讨论, 卫星遥感应用的意义, 光化学, 光生物学等<sup>[12]</sup>。第三次关于 CDOM 综述是 Del Castillo 对卫星遥感在沿岸水体中应用, 包括对 CDOM 化学性质的全面总结, 提出了 CDOM 的吸收及荧光性质<sup>[13]</sup>。第四次关于 CDOM 综述是 Coble 对海洋水体中 CDOM 的性质和重要性进行了总体概括, 同时就使用 CDOM 光学性质和卫星遥感研究 CDOM 生物地球化学的性质和机制提出了新结果。

Coble(1996)首先运用三维荧光光谱(excitation-emission matrix spectroscopy, EEMS)处理加勒比海, 阿拉伯海和墨西哥湾的 CDOM 数据<sup>[14-15]</sup>。天然水体中 DOM 的 EEMs 由不同类型的相互重叠的荧光团组成, 仅依靠 EEMs 的“找峰”技术, 很难评价水体环境中 DOM 的机理<sup>[16]</sup>。Stedmon 等(2003)率先应用平行因子分析法(PARAFAC)的统计模型技术把 EEMs 分解成独立的荧光组分。与传统方法相比, PARAFAC 提供了更客观的方法来解释具有多维性质的 EEMs 数据系列。PARAFAC 模型已被用于研究沿岸水体中 DOM 的变化<sup>[17]</sup>; 观察海洋环境中 DOM 荧光性质受现场生产和光降解过程的影响<sup>[18]</sup>。

目前 CDOM 的研究主要集中在近岸、河口、河流和湖泊。总的来说, 河流的 CDOM 浓度较高, 如 Satilla 河的  $a(355)$ 可高达  $72.6\text{m}^{-1}$ ; 河口、近岸, 受河流



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