

学校编码: 10384

密级\_\_\_\_\_

学号: 20520060153248

廈門大學

博 士 学 位 论 文

过氧钛氨基多羧酸配合物的配体选择氧化

Selective Ligand Conversions on Aminopolycarboxylate

Peroxotitanium Complexes

刘琼馨

指导教师姓名: 周朝晖教授

专业名称: 物理化学

论文提交日期: 2009年10月

论文答辩时间: 2009年12月

答辩委员会主席: 廖代伟教授

评阅人: 夏文生教授 马建华教授

黄志勇教授 叶剑良研究员 杨乐夫研究员

2009年12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( 周朝晖 )课题(组)的研究成果,获得( 周朝晖 )课题(组)经费或实验室的资助,在(周朝晖)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): 刘琼馨

2009 年 12 月 10 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 2012 年 12 月 30 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)：刘琼馨

2009 年 12 月 10 日



## 目 录

文中使用的缩写和代码.....	I
摘要.....	II
Abstract.....	IV
<b>第一章 绪论</b>	
1.1 钛过氧化配合物(PTC)简介.....	1
1.2 过氧化钛的物种研究.....	5
1.3 过氧化钛配合物在催化方面的应用.....	10
1.4 乙二胺四乙酸及其类似物的简介.....	13
1.5 选题依据和合成思想.....	17
<b>第二章 实验方法与条件</b>	
2.1 实验方法.....	19
2.2 实验试剂和仪器.....	19
2.3 X-射线单晶结构分析.....	20
2.4 键价计算.....	21
2.5 磁性分析.....	21
2.6 各种有机配体的结构、性质与用途.....	22
<b>第三章 过氧钛氨基多羧酸配合物的合成、表征及配体的转化研究</b>	
3.1 过氧乙二胺四乙酸钛配合物的合成、表征及配体的转化研究.....	25
3.1.1 过氧乙二胺四乙酸钛配合物的合成.....	25
3.1.2 过氧乙二胺四乙酸钛配合物的表征.....	26
3.1.2.1 过氧乙二胺四乙酸钛配合物的谱学分析.....	27
3.1.2.2 配合物的热分析.....	32

3.1.2.3	配合物的晶体结构分析.....	32
3.2.3	乙二胺四乙酸配体向乙二胺三乙酸配体转化讨论.....	38
<b>3.2</b>	<b>乙二胺四乙酸配体向二羟基乙二胺四乙酸的转化研究.....</b>	<b>39</b>
3.2.1	二羟基乙二胺四乙酸配体的合成.....	40
3.2.2	二羟基乙二胺四乙酸配体的表征.....	40
3.2.2.1	二羟基乙二胺四乙酸配体的谱学分析.....	40
3.2.2.2	配体的晶体结构分析.....	42
3.2.3	乙二胺四乙酸配体向二羟基乙二胺四乙酸的转化讨论.....	44
<b>3.3</b>	<b>过氧丙二胺四乙酸钛配合物的合成、表征及配体转化的研究.....</b>	<b>45</b>
3.3.1	不同 pH 和不同阳离子条件下过氧丙二胺四乙酸钛配合物的合成.....	45
3.3.2	不同 pH 条件下过氧丙二胺四乙酸钛配合物间的转化.....	47
3.3.3	过氧丙二胺四乙酸钛配合物的表征.....	47
3.3.3.1	过氧丙二胺四乙酸钛配合物的谱学分析.....	47
3.3.3.2	过氧丙二胺四乙酸钛配合物的热分析.....	52
3.3.3.3	过氧丙二胺四乙酸钛配合物的晶体结构分析.....	55
3.3.4	丙二胺四乙酸配体向丙二胺三乙酸配体转化讨论.....	62
<b>本章小结</b>	.....	<b>63</b>
<b>第四章</b>	<b>环己二胺四乙酸钛配合物的合成、表征及催化性能研究</b>	
<b>4.1</b>	<b>环己二胺四乙酸钛配合物的合成及表征.....</b>	<b>65</b>
4.1.1	环己二胺四乙酸钛配合物的合成.....	65
4.1.2	环己二胺四乙酸钛配合物的谱学和结构分析.....	66
4.1.2.1	配合物的谱学分析.....	66
4.1.2.2	配合物的热分析.....	70
4.1.2.3	环己二胺四乙酸钛配合物的晶体结构分析.....	72
4.1.3	合成讨论.....	76
<b>4.2</b>	<b>过氧环己二胺四乙酸钛配合物的催化性能研究.....</b>	<b>77</b>
4.2.1	实验步骤.....	79



4.2.2 反应时间对反应的影响.....	79
4.2.3 反应温度对反应的影响.....	81
4.2.4 催化剂用量对反应的影响.....	81
<b>本章小结</b> .....	<b>81</b>
<b>第五章 基与 EDTA 及其类似物为配体的多核钛配合物的合成及表征</b>	
<b>5.1 基于 EDTA 为配体的多核钛配合物的合成及表征</b> .....	<b>83</b>
5.1.1 基于 EDTA 为配体的多核钛配合物的合成.....	83
5.1.2 基于 EDTA 为配体的多核钛配合物的表征.....	84
5.1.2.1 红外光谱分析.....	84
5.1.2.2 热分析.....	85
5.1.2.3 晶体结构分析.....	85
<b>5.2 基于 EDTA 类似物为配体的多核钛配合物的合成及表征</b> .....	<b>91</b>
5.2.1 基于 EDTA 类似物为配体的多核钛配合物的合成.....	91
5.2.2 基于 EDTA 类似物为配体的多核钛配合物的表征.....	92
5.2.2.1 红外光谱分析.....	93
5.2.2.2 热分析.....	93
5.2.2.3 氧化物 XRD 谱图分析.....	94
5.2.2.4 晶体结构分析.....	96
<b>本章小结</b> .....	<b>102</b>
<b>第六章 苹果酸钴配合物的合成及表征</b>	
<b>6.1 苹果酸钴配合物的合成</b> .....	<b>104</b>
<b>6.1 苹果酸钴配合物的表征</b> .....	<b>105</b>
6.2.1 配合物的谱学分析.....	105
6.2.2 配合物的热分析.....	108
6.2.3 配合物的磁性分析.....	109
6.2.4 配合物的键价分析.....	111

6.2.5 配合物的晶体结构分析.....	111
<b>6.3 合成讨论.....</b>	<b>118</b>
6.3.1 苹果酸与金属钴的摩尔比与溶液 pH 值的影响.....	119
6.3.2 阳离子的影响.....	119
6.3.3 温度的影响.....	119
<b>本章小结.....</b>	<b>119</b>
<b>第七章 论文总结与展望</b>	
<b>7.1 论文总结.....</b>	<b>121</b>
7.1.1 红外光谱.....	121
7.1.2 核磁共振光谱.....	128
7.1.3 键长比较和讨论.....	128
7.1.4 键价分析.....	129
7.1.5 本文主要研究成果.....	130
<b>7.2 展望.....</b>	<b>134</b>
<b>附录 1.....</b>	<b>136</b>
<b>附录 2.....</b>	<b>146</b>
<b>参考文献.....</b>	<b>147</b>
<b>致谢.....</b>	<b>164</b>

---

## Table of Contents

<b>Abbreviation</b> .....	I
<b>Abstract (Chinese)</b> .....	II
<b>Abstract (English)</b> .....	IV
<b>Chapter One: Introduction</b>	
1.1 Introduction of peroxy titanium complexes.....	1
1.2 Previous studies on the kinds of peroxy titanium complexes.....	5
1.3 Applications in catalysis of peroxy titanium complexes.....	10
1.4 Introduction of EDTA and EDTA-type ligands.....	13
1.5 Topics selection and our idea.....	17
<b>Chapter Two: Experimental method and condition</b>	
2.1 Experimental method.....	19
2.2 Experimental reagents and equipments.....	19
2.3 X-ray diffraction analysis.....	20
2.4 Bond valence analysis.....	21
2.5 Magnetic properties analysis.....	21
2.6 Structures, nature and usage of all organic ligands we used in experiments .....	22
<b>Chapter Three: Synthesis and characterization of aminopolycarboxylate peroxy titanium complexes and selective oxidation of ligands on peroxotitanate</b>	
3.1 Synthesis and characterization of peroxy-titanium complexes based on H <sub>4</sub> edta and selective oxidation of H <sub>4</sub> edta to its triacetate on peroxotitanate.....	25
3.1.1 Synthesis of peroxy-titanium complexes based on H <sub>4</sub> edta ligand.....	25
3.1.2 Characterizations of peroxy-titanium complexes based on H <sub>4</sub> edta ligand.....	26

3.1.2.1 Spectroscopic analysis.....	27
3.1.2.2 Thermal decomposition.....	32
3.1.2.3 Structural analysis.....	32
3.1.3 Synthetic discussion.....	38
<b>3.2 Selective oxidation of ethylenediaminetetraacetate to N, N'-dihydroxy ethylenediaminetetraacetate.....</b>	<b>39</b>
3.2.1 Synthesis of N, N'-dihydroxy ethylenediaminetetraacetic ligand.....	40
3.2.2 Characterizations of N, N'-dihydroxy ethylenediaminetetraacetic ligand.....	40
3.2.2.1 Spectroscopic analysis.....	40
3.2.2.2 Structural analysis.....	42
3.2.3 Synthetic discussion.....	44
<b>3.3 Synthesis and characterization of peroxo-titanium complexes based on H<sub>4</sub>pdta and selective oxidation of H<sub>4</sub>pdta to its triacetate on peroxotitanate.....</b>	<b>45</b>
3.3.1 Synthesis of peroxo-titanium complexes based on H <sub>4</sub> pdta ligand under different pH and bases.....	45
3.3.2 Transformation of peroxo-titanium complexes based on H <sub>4</sub> pdta ligand.....	47
3.3.3 Characterizations of peroxo-titanium complexes based on H <sub>4</sub> pdta ligand.....	47
3.3.3.1 Spectroscopic analysis.....	47
3.3.3.2 Thermal decomposition.....	52
3.3.3.3 Structural analysis.....	55
3.3.4 Synthetic discussion.....	62
<b>Summary of this chapter.....</b>	<b>63</b>
<b>Chapter Four: Synthesis, structure and catalytic studies of peroxo titanium complexes based on H<sub>4</sub>cdta ligand</b>	
<b>4.1 Synthesis and structure of titanium complexes based on H<sub>4</sub>cdta ligand.....</b>	<b>65</b>
4.1.1 Synthesis of titanium complexes based on H <sub>4</sub> cdta.....	65
4.1.2 Characterizations of titanium complexes based on H <sub>4</sub> cdta ligand.....	66
4.1.2.1 Spectroscopic analysis.....	66
4.1.2.2 Thermal decomposition.....	70
4.1.2.3 Structural analysis.....	72

4.1.3 Synthetic discussion.....	76
<b>4.2 Applications in catalysis of peroxo titanium cdta complex.....</b>	<b>77</b>
4.2.1 Experimental section.....	79
4.2.2 Influence of time on the reaction.....	79
4.2.3 Influence of temperature on the reaction.....	81
4.2.4 Influence of catalyst content on the reaction.....	81
<b>Summary of this chapter.....</b>	<b>81</b>

## **Chapter Five: Synthesis, spectroscopic and structural characterization of multi-nuclear titanium complexes based on EDTA and EDTA-type ligands**

<b>5.1 Synthesis and structural of multi-nuclear titanium complexes based on EDTA.....</b>	<b>83</b>
5.1.1 Synthesis of multi-nuclear titanium complexes based on EDTA.....	83
5.1.2 Characterizations of multi-nuclear titanium complexes based on EDTA.....	84
5.1.2.1 Infrared Spectroscopic analysis.....	84
5.1.2.2 Thermal decomposition.....	85
5.1.2.3 Structural analysis.....	85
<b>5.2 Synthesis, spectroscopic and structural characterization of multi-nuclear titanium complexes based on EDTA-type ligands.....</b>	<b>91</b>
5.2.1 Synthesis of multi-nuclear titanium complexes based on EDTA -type ligands...91	
5.2.2 Characterizations of multi-nuclear titanium complexes based on EDTA-type ligands.....	92
5.2.2.1 Infrared Spectroscopic analysis.....	92
5.2.2.2 Thermal decomposition.....	93
5.2.2.3 XRD patterns of oxides.....	94
5.2.2.4 Structural analysis.....	96
<b>Summary of this chapter.....</b>	<b>102</b>

## **Chapter Six: Synthesis, spectroscopic and structural characterization of cobalt-malate complexes**

<b>6.1 Synthesis of cobalt-malate complexes.....</b>	<b>104</b>
--	------------

<b>6.2 Characterization of cobalt-malate complexes</b> .....	105
6.2.1 Infrared Spectroscopic analysis.....	105
6.2.2 Thermal decomposition.....	108
6.2.3 Magnetic properties analysis.....	109
6.2.4 Bond valence analysis.....	111
6.2.5 Structural analysis.....	111
<b>6.3 Synthetic discussion</b> .....	118
6.3.1 Influence of pH and Metal-to-ligand molar ratio.....	119
6.3.2 Influence of different cation.....	119
6.3.3 Influence of reaction temperature .....	119
<b>Summary of this chapter</b> .....	119
<b>Chapter Seven: Results and outlines</b>	
<b>7.1 Results and discussion</b> .....	121
7.1.1 IR spectra analysis.....	121
7.1.2 NMR spectra analysis.....	128
7.1.3 Structural analysis.....	128
7.1.4 Bond valence analysis.....	129
7.1.5 The main results in this thesis.....	130
<b>7.2 Prospect</b> .....	134
<b>Appendix 1</b> .....	136
<b>Appendix 2</b> .....	146
<b>Reference</b> .....	147
<b>Acknowledgements</b> .....	164

## 文中使用的缩写和代码

配合物	缩写	代码
乙二胺四乙酸	H <sub>4</sub> edta	
1, 2-丙二胺四乙酸	H <sub>4</sub> pdta	
反式环己二胺四乙酸	H <sub>4</sub> cdta	
羟乙基乙二胺三乙酸	H <sub>4</sub> eed3a	
D, L-苹果酸	H <sub>3</sub> mal	
1,10-邻菲罗啉	1,10-phen	
(NH <sub>4</sub> )[Ti(O <sub>2</sub> )(Hedta)]·2H <sub>2</sub> O		<b>1</b>
Na[Ti(O <sub>2</sub> )(ed3a)]·H <sub>2</sub> O		<b>2</b>
Na <sub>2</sub> (Hmal)·2H <sub>2</sub> O		<b>3</b>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [TiO(edta)]		<b>4</b>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> [edta(OH <sub>2</sub> )]Cl <sub>2</sub> ·1/2H <sub>2</sub> O		<b>5</b>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> [edta(OH <sub>2</sub> )](NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		<b>6</b>
(NH <sub>4</sub> )[Ti(O <sub>2</sub> )(Hpdta)]·H <sub>2</sub> O		<b>7</b>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> [Ti(O <sub>2</sub> )(pdta)H(pdta)(O <sub>2</sub> )Ti]·7H <sub>2</sub> O		<b>8</b>
Na <sub>2</sub> [Ti(O <sub>2</sub> )(pdta)]·1.5H <sub>2</sub> O		<b>9</b>
(NH <sub>4</sub> )[Ti(O <sub>2</sub> )(pd3a)]·H <sub>2</sub> O		<b>10</b>
[Ti(H <sub>2</sub> O)(cdta)]·2H <sub>2</sub> O		<b>11</b>
Na <sub>2</sub> [Ti(O <sub>2</sub> )(cdta)]·2H <sub>2</sub> O		<b>12</b>
K <sub>2</sub> [Ti(O <sub>2</sub> )(cdta)]·2.25H <sub>2</sub> O		<b>13</b>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [Ti(O)(cdta)]·1.5H <sub>2</sub> O		<b>14</b>
Na <sub>8</sub> [Ti <sub>4</sub> O <sub>6</sub> (edta) <sub>2</sub> ]Cl <sub>4</sub> ·26H <sub>2</sub> O		<b>15</b>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> [Ti <sub>6</sub> O <sub>9</sub> (edta) <sub>3</sub> ]·3H <sub>2</sub> O		<b>16</b>
[Ti <sub>8</sub> O <sub>8</sub> (eed3a) <sub>4</sub> (phen) <sub>4</sub> ]·16H <sub>2</sub> O		<b>17</b>
[Ti <sub>2</sub> O(O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (phen) <sub>4</sub> ]Cl <sub>2</sub> ·5H <sub>2</sub> O		<b>18</b>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [Co( <i>R</i> -Hmal)( <i>S</i> -Hmal)]·2H <sub>2</sub> O		<b>19</b>
[Co <sub>2</sub> ( <i>R</i> -Hmal)( <i>S</i> -Hmal)(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> ] <sub>n</sub> ·2nH <sub>2</sub> O		<b>20</b>
K <sub>4</sub> [Co <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> ( <i>R</i> -mal) <sub>2</sub> ( <i>S</i> -mal) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> ]·10H <sub>2</sub> O		<b>21</b>
<i>trans</i> -[Co( <i>R</i> -H <sub>2</sub> mal)( <i>S</i> -H <sub>2</sub> mal)(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ]·2H <sub>2</sub> O		<b>22</b>

## 摘要

钛与过氧化氢形成的配合物具有很好的催化性能,且基于过氧化钛配合物合成的钛基材料因其优良的催化、铁电、磁及光学性能而在许多领域有着广阔的应用前景。尽管前人在过氧化钛物种的分离、制备与性能研究方面已经做了很多有益地探索和尝试,但对过氧化钛物种的活性本质一直缺少实质性的探索,对其光谱和晶体结构缺乏详细的研究,且基于氨基多羧酸为配体的钛过氧化物进行详细研究的报道甚少。因此本文选择螯合性好的乙二胺四乙酸、1,2-丙二胺四乙酸、反式环己二胺四乙酸、羟乙基乙二胺三乙酸为配体,钛为金属源,同时引入邻菲罗啉的含氮配体,从合成化学的角度出发,合成、表征和热分析了一系列过氧钛氨基多羧酸配合物 **1 ~ 18**:

$(\text{NH}_4)[\text{Ti}(\text{O}_2)(\text{Hedta})]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (**1**),  $\text{Na}[\text{Ti}(\text{O}_2)(\text{ed3a})]\cdot \text{H}_2\text{O}$  (**2**),  $\text{Na}_2(\text{Hmal})\cdot \text{H}_2\text{O}$  (**3**),  
 $(\text{NH}_4)_2[\text{Ti}(\text{O})(\text{edta})]$  (**4**),  $(\text{NH}_4)_4[\text{edta}(\text{OH}_2)]\text{Cl}_2\cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$  (**5**),  $(\text{NH}_4)_4[\text{edta}(\text{OH}_2)](\text{NO}_3)_2$  (**6**),  
 $(\text{NH}_4)[\text{Ti}(\text{O}_2)(\text{Hpdta})]\cdot \text{H}_2\text{O}$  (**7**),  $(\text{NH}_4)_3[\text{Ti}(\text{O}_2)(\text{pdta})\text{H}(\text{pdta})(\text{O}_2)\text{Ti}]\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (**8**),  
 $\text{Na}_2[\text{Ti}(\text{O}_2)(\text{pdta})]\cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$  (**9**),  $(\text{NH}_4)[\text{Ti}(\text{O}_2)(\text{pd3a})]\cdot \text{H}_2\text{O}$  (**10**),  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})(\text{cdta})]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (**11**),  
 $\text{Na}_2[\text{Ti}(\text{O}_2)(\text{cdta})]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (**12**),  $\text{K}_2[\text{Ti}(\text{O}_2)(\text{cdta})]\cdot 2.25\text{H}_2\text{O}$  (**13**),  $(\text{NH}_4)_2[\text{Ti}(\text{O})(\text{cdta})]\cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$  (**14**),  
 $\text{Na}_8[\text{Ti}_4\text{O}_6(\text{edta})_2]\text{Cl}_4\cdot 26\text{H}_2\text{O}$  (**15**),  $(\text{NH}_4)_6[\text{Ti}_6\text{O}_9(\text{edta})_3]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (**16**),  
 $[\text{Ti}_8\text{O}_8(\text{eed3a})_4(\text{phen})_4]\cdot 16\text{H}_2\text{O}$  (**17**)和 $[\text{Ti}_2\text{O}(\text{O}_2)_2(\text{phen})_4]\text{Cl}_2\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (**18**)。探索了乙二胺四乙酸和丙二胺四乙酸分别选择氧化到乙二胺三乙酸和丙二胺三乙酸的反应及过氧钛氨基多羧酸配合物分别在催化氧化苯酚制备邻苯二酚及 Pechini 法制备  $\text{TiO}_2$  方面的应用。

为了详细了解水溶液中 pH 值、金属和配体比例以及不同阳离子对钴苹果酸配合物形成的影响和作用,我们还成功分离了一些新的钴苹果酸配合物的物种 **19 ~ 22**:

$(\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{R-Hmal})(\text{S-Hmal})]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (**19**),  $[\text{Co}_2(\text{R-Hmal})(\text{S-Hmal})(\text{H}_2\text{O})_4]_n\cdot 2n\text{H}_2\text{O}$  (**20**),  
 $\text{K}_4[\text{Co}_4(\text{OH})_2(\text{R-mal})_2(\text{S-mal})_2(\text{H}_2\text{O})_4]\cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (**21**)和

$\text{trans}-[\text{Co}(\text{R-H}_2\text{mal})(\text{S-H}_2\text{mal})(\text{H}_2\text{O})_2]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (**22**), 并对它们进行了结构和光谱表征,其中包括单核,双核以及四核的钴苹果酸结构。现将本文主要研究结果总结如下:

1. 在过氧化氢存在的条件下,以乙二胺四乙酸和丙二胺四乙酸为配体,四氯化钛为钛源,通过改变溶液 pH 值,合成了一系列过氧乙二胺四乙酸钛及过氧丙二胺四乙酸钛配合物 **1 ~ 10**,并对这些配合物进行光谱和结构表征以及热分析。研究发现过氧钛配合物都是作为五齿配体,通过两个氮原子和三个羧基氧原子与钛离子配位,其配位方式



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.

廈門大學博碩士論文摘要庫