

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 22620061152396

UDC _____

廈門大學

硕士学位论文

河岸植被土壤系统对氮素削减的研究

Study on Nitrogen Retention
in Riparian Vegetation System

孟鲁伟

指导教师姓名: 曹文志 教授

专业名称: 环境管理

论文提交日期: 2009 年 5 月

论文答辩时间: 2009 年 6 月

学位授予日期: 2009 年 月

答辩委员会主席: 陈志彪 教授

评 阅 人: 张玉珍 教授级高工

陈松林 副教授

2009 年 5 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

摘要

随着经济发展和人口增加,世界范围内水体污染日趋严重,已经成为限制经济社会发展和威胁人类健康的重大环境问题。河岸植被土壤系统能显著减少地下水和地表水中的污染物进入水生生态系统。在我国南方丘陵地区,广泛种植的竹林是常见的次生植被群落,因此对河岸竹林土壤系统的深入研究,对于防治我国的环境污染和受纳水体的富营养化问题具有十分重要的理论和现实意义。

本文利用具有创新意义的土壤壤中流采集装置,结合水样氮素的分析与土壤反硝化实验,将河岸植被土壤作为一个系统,了解其内部的主要生物地球化学过程,确定系统对污染物削纳的机制和过程。主要结论如下:

(1) 由于林冠的截留,穿透雨开始时间会晚于背景降雨,时间会长于背景降雨,且雨量较小。随着雨量的增加,第2、3次降水过程林冠分别截留了0.8 mm、3.8 mm 降雨。穿透雨氮的含量比背景降雨高, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 含量为穿透雨量18.8~307.2%, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 为74.7~925%。

(2) 降雨过程中输入河岸植被土壤系统的氮绝大部分都被系统所削纳,其中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 效率为98.75~99.46%; $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 效率为85.92~99.81%,系统削纳的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 比例大于 $\text{NO}_3^-\text{-N}$,这可能是由于土壤颗粒和土壤胶体由于带负电荷,而对 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 具有很强的吸附作用,使得大部分可交换态 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 吸附于土壤胶体的表面,从而保存在土壤中,但当土壤对 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的吸附达饱和时,在入渗的作用下 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 还是可能被解吸,进而淋失出土体,进入溪流,土壤胶体对 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的吸附能力有限,因此, $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 易于被淋洗而进入地下水或通过径流、侵蚀等汇入溪流,造成对水体的污染。

(3) 实验区域反硝化速率主要受 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 、有机质等因素的共同影响。河岸植被土壤系统土壤具有相对较强的反硝化作用,系统反硝化作用去除的 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 占整个系统的比例要>4.57%,是系统氮素削纳的重要方式。

(4) 在此次研究中,河岸植被土壤系统出口水平均水质为 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度平均为12.58 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,因此可以达到一级排放标准,说明系统宽度基本适宜,在考虑施肥的条件下,系统宽度不适宜。

关键词: 河岸植被土壤系统; 氮素削纳; 反硝化作用

Abstract

With the development of economy and expansion of population, water pollution has become more serious, which has limited the economic and social development and threatened human's health. Riparian vegetation system has a good function to reduce the pollutant of surface water and ground water to enter aquatic ecosystems. The riparian systems which were full of bamboos were common secondary vegetation communities in hilly area of south China. As a result, the further study of bamboo-soil systems in riparian zone is very important to prevent environmental pollution and the eutrophication of recipient water.

This study took the riparian bamboo-soil as a system, and used the creative acquisition device to collect the soil interflow by combining the analysis of N in the water and the in-situ denitrification experiments, to find out the inside main biogeochemical process and make sure the mechanism and process of pollutants retention. The main conclusions are as follows:

1. The start time of through fall was latter than rainfall, but the duration time was longer and the quantity was small because of the canopy interception. The canopy interception of the second time and third time precipitation were 0.8mm and 3.8mm. Nitrogen in through fall was higher than that in rainfall. The ratio of NH_4^+ -N and NO_3^- -N to rainfall were 18.8~307.2%, 74.7~925% respectively.

2. Most of nitrogen enter the riparian vegetation system was retained in the system. The retention efficiency of NH_4^+ -N was 98.75~99.46%, that of NO_3^- -N was 85.92~99.81%. The system retained more NH_4^+ -N than NO_3^- -N, the main reason may be the soil. Because the soil particles and soil colloids were negatively charged, which can absorb NH_4^+ -N strongly and lead to the exchangeable NH_4^+ -N attach on the surface of soil colloids and retain in the soil finally. But once the soil is saturated with NH_4^+ -N, NH_4^+ -N may be desorbed with the infiltration, leak into the soil, and enter the river. Since the absorption capacity limitation of soil colloids to NO_3^- -N, it will leach into groundwater easily, or enter the river through runoff and erosion, pollute the water finally.

3. The rate of denitrification in study site was influenced mainly by the concentration of NO_3^- -N, organic matter and so on. Riparian vegetation system was high with denitrification, and NO_3^- -N retention by denitrification was more than 14.57 comparing to the whole system in our study site. Denitrification was an important way to retain N.

In our study, the average concentration of NH_4^+ -N in the outlet of riparian vegetation system was $12.58 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, which have reached the first discharge standard. The results proved that the width of riparian system was basic suitable. But under fertilization, the width was unsuitable.

Keywords: Riparian vegetation system; Nitrogen retention; Determination

目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
图索引.....	V
表索引.....	VI
CONTENTS.....	VII
LIST OF FIGURES	IX
LIST OF TABLES.....	X
1. 选题背景及意义	1
2. 国内外文献综述	3
2.1 河岸植被土壤系统的介绍	3
2.1.1 河岸植被土壤系统简介.....	3
2.1.2 河岸植被土壤系统的功能与作用.....	4
2.2 河岸植被土壤系统的研究进展	5
2.2.1 河岸植被土壤系统宽度确定.....	5
2.2.2 河岸植被土壤系统功能.....	7
2.3 河岸植被土壤系统水文化学过程	14
2.3.1 降雨情况下河岸植被土壤系统的水文过程.....	14
2.3.2 河岸植被土壤系统对降雨化学性质的影响.....	14
2.4 河岸植被土壤系统研究的展望	15
3. 论文研究目标、内容与技术路线	16
3.1 研究目标	16
3.2 研究内容	16
3.2.1 河岸植被土壤系统的理化性质.....	16
3.2.2 系统反硝化强度及影响因子.....	16
3.2.3 系统氮素消纳效率及主导机制.....	17
3.2.4 系统宽度的适宜性分析.....	17
3.3 研究技术路线	17
4. 研究区概况	18
4.1 自然概况	18
4.1.1 地理位置与地质地貌.....	18
4.1.2 水文气象条件.....	20
4.1.3 土壤和植被条件.....	21
4.2 社会经济概况	22
4.2.1 社会经济概况.....	22
4.2.2 土地利用与农业种植情况.....	23
5. 实验方案原理	25
5.1 土壤不同层次的水样取样监测实验方案	25
5.1.1 样地的选取.....	25
5.1.2 样品的采集.....	29
5.1.3 样品的分析测定.....	29
5.2 土壤反硝化强度实验设计	30

5.2.1 土壤反硝化测定方法.....	30
5.2.2 实验块地的选取.....	30
5.2.3 样品的采集.....	31
5.2.4 样品的分析测定.....	32
6. 实验结果与讨论	35
6.1 降雨水的性质	35
6.1.1 背景降雨与穿透雨雨量.....	35
6.1.2 背景降雨与穿透雨氮的含量.....	38
6.2 土壤理化性质	40
6.2.1 土壤的 pH 值.....	40
6.2.2 土壤含水量.....	40
6.2.3 土壤有机质的含量.....	41
6.2.4 土壤 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的含量.....	42
6.2.5 土壤 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的含量	42
6.3 土壤剖面下渗情况	42
6.3.1 土壤剖面不同层次下渗出现时间.....	42
6.3.2 系统的水文连接关系.....	48
6.3.3 系统水量平衡与物质平衡分析.....	48
6.3.4 系统氮素消纳负荷.....	53
6.3.5 小结.....	54
6.4 系统反硝化作用	55
6.4.1 系统反硝化作用测定结果.....	55
6.4.2 反硝化强度影响因素.....	56
6.4.3 系统反硝化作用的意义.....	59
6.4.4 小结.....	59
6.5 系统宽度的适宜性	60
6.5.1 系统宽度适宜性分析.....	60
6.5.2 考虑施肥的情景分析.....	60
7. 总结.....	61
7.1 主要研究结论	61
7.2 创新点	61
7.3 不足之处及研究展望	62
参考文献.....	63
硕士期间主要科研成果	70
致谢.....	71

图索引

图 2.1 河岸植被土壤系统自然地理特征与组成	4
图 3.1 技术路线	17
图 4.1 溪西村在龙岩市的位置	19
图 4.2 实验区域平面图	20
图 4.3 实验区域土地利用	24
图 5.1 遴选的河岸植被土壤系统类型和样点设计	25
图 5.2 不同层次土壤水样监测的采样点	26
图 5.3 不同层次地下水水流的监测设施的剖面示意图	27
图 5.4 不同层次地下水水流的监测设施	28
图 5.5 翻斗式雨量计	29
图 5.6 反硝化测试的采样点	30
图 5.7 反硝化培养罐及 PVC 管	32
图 5.8 吹扫捕集装置	34
图 6.1 第 2 次降雨过程背景降雨与穿透雨水量对比	36
图 6.2 第 3 次降雨过程背景降雨与穿透雨水量对比	37
图 6.3 穿透雨与背景降雨氮的浓度对比图	38
图 6.4 土壤含水量变化图	41
图 6.5 第 2 场降雨过程 10 min 水量对比	45
图 6.6 (a) 第 3 场降雨过程 30 min 水量对比	46
图 6.6 (b) 第 3 场降雨过程 30 min 水量对比	47
图 6.7 河岸植被土壤系统水分运动	49
图 6.8 河岸植被土壤系统氮素运动	52
图 6.9 同一位点两次反硝化实验土壤 NO_3^- -N 含量比与反硝化速率比	57
图 6.10 同一位点两次反硝化实验土壤有机质含量比与反硝化速率比	58

表索引

表 2.1 不同学者提出的适宜河岸带宽度值	7
表 2.2 河岸植被土壤系统对氮的非点源污染的削减效果和影响因子	10
表 4.1 新罗区气象要素表	21
表 5.1 各采样点分布及周围环境	26
表 5.2 实验地块设计	31
表 6.1 降雨过程数据	39
表 6.2 自然雨水与穿透雨理化性质	39
表 6.3 河岸带不同部位不同层次土壤理化性质	40
表 6.4 河岸带不同点位不同土壤层次的渗出水时间	43
表 6.5 河岸带渗出水量对比	48
表 6.6 各次降雨过程的保持在土壤系统中的水量表	51
表 6.7 各次降雨过程的保持在土壤系统中的氮量	53
表 6.8 河岸带竹林土壤系统削纳氮素的负荷	54
表 6.9 实验区域反硝化现场测定结果	55
表 6.10 国内外反硝化作用强度比较	56
表 6.11 反硝化位点土壤的理化性质	56
表 6.12 河岸竹林土壤系统反硝化日强度与氮迁移转化负荷的对比	59

CONTENTS

CHAPTER	PAGE
ABSTRACT IN CHINESE.....	I
ABSTRACT IN ENGLISH.....	II
LIST OF FIGURES.....	IX
LIST OF TABLES.....	X
1 BACKGROUND OF TOPIC SELECTION.....	1
2 REVIEW OF LITERATURE.....	3
2.1 Introduction of riparian vegetation system.....	3
2.1.1 Brief introduction of riparian vegetation system.....	3
2.1.2 Function of riparian vegetation system.....	4
2.2 Research progress of riparian vegetation system.....	5
2.2.1 Determination of the width of riparian vegetation system.....	5
2.2.2 Function of riparian vegetation system.....	7
2.3 Hydrochemical process of riparian vegetation system.....	14
2.3.1 Hydrochemical process of riparian vegetation system under rainfall.....	14
2.3.2 The effects of riparian vegetation system on chemical properties of rainfall.....	14
2.4 Research prospect of riparian vegetation system.....	15
3 OBJECTIVS CONTENT AND APPROACH.....	16
3.1 Objectives.....	16
3.2 Content.....	16
3.2.1 Physico chemical properties of riparian vegetation system.....	16
3.2.2 Determination of denitrification capacity and impact facts of riparian vegetation soil system.....	16
3.2.3 Nitrogen retention rate and dominant mechanism in riparian vegetation system.....	17
3.2.4 Suitability analysis of the width of riparian vegetation system.....	17
3.3 Approach.....	17
4 STUDY SITE.....	18
4.1 Natural general conditions.....	18
4.1.1 Geographical location, geology and landforms.....	18
4.1.2 Hydrology-weather conditions.....	20
4.1.3 Soil vegetation conditions.....	21
4.2 Social-economical conditions.....	22
4.2.1 Social-economical conditions.....	22
4.2.2 Land use and plant growth.....	23
5 EXPERIMENT DESIGN.....	25
5.1 Experiments for water sample from different lays.....	25
5.1.1 Selection of sample site.....	25
5.1.2 Sampling.....	29
5.1.3 Measurement of samples.....	29
5.2 Experiment Design of soil denitrification capacity.....	30

5.2.1	Brief introduction of the determination method for denitrification	30
5.2.2	Selection of sample site	30
5.2.3	Sampling	31
5.2.4	Measurement of samples	32
6	RESULTS AND DISCUSSION	35
6.1	Properties of rainfall	35
6.1.1	Comparison between natural rainfall and through fall amount	35
6.1.2	Comparison between Nitrogen content in natural rainfall and through fall	38
6.2	Physicochemical properties of soil	40
6.2.1	pH	40
6.2.2	Water content	40
6.2.3	Content of organic matter	41
6.2.4	Content of $\text{NH}_4^+\text{-N}$	42
6.2.5	Content of $\text{NO}_3^-\text{-N}$	42
6.3	Infiltration in soil profile	42
6.3.1	Start time of infiltration of different layers	42
6.3.2	Hydrological connection of riparian vegetation system	48
6.3.3	Water balance and mass balance in riparian vegetation system	48
6.3.4	Nitrogen load retention in riparian vegetation system	53
6.3.5	Conclusions	54
6.4	The results of denitrification experiment and analysis	55
6.4.1	Determination results	55
6.4.2	Impact factors	56
6.4.3	Significant of denitrification in the system	59
6.4.4	Conclusions	59
6.5	Suitability of the width of riparian vegetation system	60
6.5.1	Suitability analysis of the width of system	60
6.5.2	Scenarios of different fertilization	60
7	SUMMARY	61
7.1	General conclusions	61
7.2	Innovation	61
7.3	Outstanding questions and future work	62
	REFERENCE	63
	MAIN SCIENTIFIC RESEARCH ACHIEVEMENTS	70
	ACKNOWLEDGMENT	71

LIST OF FIGURES

Fig.2.1 The geographical features and components of riparian ecosystem	4
Fig.3.1 Study approach	17
Fig.4.1 Location of Xi Xi village	19
Fig.4.2 Horizontal plan of experiment region	20
Fig.4.3 Land use in experiment region	24
Fig.5.1 The selections of soil systems and sample sites designs in riparian vegetation	25
Fig.5.2 The sample sites of soil water for different layers by monitoring	26
Fig.5.3 The profiles of monitoring installations for groundwater in different layers	27
Fig.5.4 Monitoring installations for groundwater in different layers	28
Fig.5.5 Tipping-bucket rain-gauge	29
Fig.5.6 The sample sites of denitrification	30
Fig.5.7 Incubation jars of denitrification and PVC pipes	32
Fig.5.8 Purge and trap equipment	34
Fig.6.1 Background precipitation and through fall for the second precipitation	36
Fig.6.2 Background precipitation and through fall for the third precipitation	37
Fig.6.3 Comparison on concentration of the precipitation and penetrative rainfall	38
Fig.6.4 Variation of soil moisture content	41
Fig.6.5 Amount of infiltration water with ten minutes in the second precipitation process	45
Fig.6.6(a) Amount of infiltration water and rainfall within 30 minutes in the third precipitation process	46
Fig.6.6(b) Amount of infiltration water and rainfall within 30 minutes in the third precipitation process	47
Fig.6.7 Water balance of riparian vegetation system	49
Fig.6.8 Nitrogen balance of riparian vegetation system	52
Fig.6.9 Denitrification rate and nitrate content in the same site in two determinations	57
Fig.6.10 Organic content and denitrification rate in the same site in two determinations	58

LIST OF TABLES

Tab.2.1 The optimal width of riparian by different scholars	7
Tab.2.2 The removal effects and impact factors of non-point N as a function of soil system in riparian zone.....	10
Tab.4.1 Meteorological element table of Xinluo region	21
Tab.5.1 The distributions of sample sites and environment around	26
Tab.5.2 The design of sample plot.....	31
Tab.6.1 Data for recipitation.....	39
Tab.6.2 Physicochemical property of precipitation and through fall	39
Tab.6.3 Physicochemical property of riparian in different depth and distance from river.....	40
Tab.6.4 Effluent time of infiltration water in different soil layers with different site.....	43
Tab.6.5 Amount of infiltration water in riparian zone	48
Tab.6.6 Water content store in soil in different precipitation process.....	51
Tab.6.7 Nitrogen content store in soil in different precipitation process	53
Tab.6.8 Nitrogen load by transport and transformation in riparian bamboo-soil system	54
Tab.6.9 Determination results of situ denitrification in study area	55
Tab.6.10 Comparison of denitrification intensity in different countries.....	56
Tab.6.11 Physicochemical property of situ denitrification sites.....	56
Tab.6.12 Comparison between the intensity of denitrification and the load by transport and transformation in riparian bamboo-soil system.....	59

1. 选题背景及意义

随着经济发展和人口增加,世界范围内水体污染日趋严重,已经成为限制经济社会发展和威胁人类健康的重大环境问题^[1,2]。据调查,包括黄河、长江和珠江等在内的全国 700 多条河流中,70.6%受到了富营养化危害,36%的城市河段水体丧失了使用功能^[3]。

水体污染的途径总体上分为点源污染和非点源污染。点源污染可以通过排放前的污水集中处理得以有效控制,治理方法相对简单^[4,5];而非点源污染是由自然过程引发,并在人类活动影响下得以强化,具有类型复杂多样、随机性大、分布广泛等特点,其治理涉及的因素多、时间尺度长、投资要求大,在管理和控制上相对点源污染要困难得多^[6,7]。我国现今非点源污染的贡献率大大超过点源污染^[8],多年来对河流中的氮含量来源调查表明,我国受污染的河流中超过 70%的氮来自于流域内的非点源污染,其中东部地区的水体中,也有约 50%的氮来自农业非点源污染,因而,控制溪流水体的氮素污染应从控制非点源污染输入着手^[7,9,10]。

在我国农村地区,为了满足快速的人口增长和粮食安全的需要,农业生产大量施用化肥,这样虽然增加了作物的产量,但同时也引起了许多与农业化学物质有关的环境污染问题^[11-14],再加上农村过度开发陡坡地、畜禽养殖业规模化、集约化速度快而相应的处理设施不足等,给水体环境带来了潜在的、严重的危害。在我国东南亚热带地区,化肥等农业化学物质的施用量较大,其中氮等化学物质的输入量远大于农作物氮的产出量^[15],因为这些化学品中只有很少的一部分被农作物吸收,其余大部分残留在土壤中,成为潜在的非点源污染源。多余的氮等化学物质可通过一定的途径进入地表水、地下水、河口和近海等,导致了受纳水体的富营养化和水质严重退化^[16,17]。

河岸植被土壤系统位于河溪两侧,一般呈狭长状。由相邻生态系统向河溪传递的物质和能量,必然经过系统^[18,19]。许多研究表明自然的和人工的河岸植被土壤系统均可显著降低地下水和地表水进入水生生态系统污染物的浓度^[20-25],提供河流水质保护的最后一道屏障。为此科学家们也把治理由于非点源污染所造成的水体的污染的重点放在河岸植被土壤系统上^[22,25-28]。

目前,我国在河岸植被土壤系统削减非点源污染方面的研究取得了一定的进

展，出现了一些综述性的文章，主要的研究集中在对污染物经过系统前后的对比变化和系统的功效。然而，研究还存在一定的不足，主要表现在现有研究把河岸植被土壤系统当成黑箱处理，并不注重系统内部的生物地球化学过程和机制的了解，特别是系统地表径流、壤中流和浅层地下水等全水文通道内的生物地球化学过程和机制在削减非点源污染方面的作用没有得到充分的重视。

在我国南方丘陵地区，广泛种植的竹林是常见的次生植被群落，是一种常见的河岸植被土壤系统植被。因此对河岸竹林土壤系统的深入研究，对于防治我国的环境污染和接纳水体的富营养化问题具有十分重要的理论和现实意义。

2. 国内外文献综述

2.1 河岸植被土壤系统的介绍

2.1.1 河岸植被土壤系统简介

(1) 河岸植被土壤系统定义

河岸植被土壤系统的定义最早为行政管理人员所用,泛指靠近河边几十米内的区域。在学术界,首次对河岸植被土壤系统的定义出现在 20 世纪 70 年代末^[29-32],是指陆地上同河水发生作用的植被区域。之后,该定义被拓展为广义和狭义两种:广义是指靠近河边植物群落包括其组成、植物种类多度及土壤湿度等同高地植被明显不同的地带,也就是受河溪有任何直接影响的植被^[33];狭义指河水-陆地交界处的两边,直至河水影响消失为止的地带^[31-34]。目前大多数学者采用后一定义。

本论文综合各种定义,从自身的研究出发将河岸植被土壤系统定义为位于江河湖泊等水体周边的,受到地表水及地下水的影响,陆地生态系统向水生生态系统的过渡地段。本文讨论的河岸植被土壤系统类似于对系统的狭义理解。

(2) 河岸植被土壤系统的特性

由于河岸植被土壤系统特殊的位置,其受水生环境强烈影响,因此它们具有不同于一般陆地生境的独特空间结构和生态功能。

河岸植被土壤系统的位置

Swanson 等(1982)认为河岸植被土壤系统是陆地生态系统和水生生态系统间的三维交接区,受到陆地和水体在纵向、横向和垂直方向这三个维度上交互作用,其范围外至洪水到达的界线,上至系统植物林冠的顶端^[35](见图 2.1)。河岸植被土壤系统是介于河溪和高地植被之间的生态过渡带,是最典型的生态过渡带,具有明显的边缘效应^[36]。

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