

学校编码: 10384
学号: X2008223011

分类号__密级__
UDC_____

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

基于 CAN 总线印刷环境测控系统设计

Design of Printing Environment Monitoring System

Based on CAN Bus

霍英杰

指导教师姓名: 罗键 教授

专 业 名 称: 控制工程

论文提交日期: 2012 年 10 月

论文答辩时间:

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

201 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，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的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

基于 CAN 总线印刷环境测控系统设计

摘 要

环境温湿度的稳定控制对印刷行业意义重大。一方面，可以提高印刷产品质量和生产效率，带来经济效益。另一方面，能有效的推动绿色印刷、健康印刷，带来巨大的社会效益。本文主要针对当今印刷行业对环境要求越来越高的情况，基于 CAN 总线设计了一套能实时监控印刷车间内温度、湿度、以及设备运行状况的多参数的测控系统。通过该系统的自动调节，使车间内中环境参数处于适合印刷的最佳值，为高质量印刷提供稳定可靠的环境。

本文的主要设计思想是构建印刷车间环境自动控制系统，由一台 PC 机与多个微控制装置组成主从式网络结构，采用 CAN 总线通信网络进行数据传输，并通过读取实时和历史环境参数值来监控印刷车间的运行情况。

本文详细阐述了印刷车间环境测控系统的工作原理、主要功能以及该系统的软、硬件实现方法。系统以 PC 机和 MCS-51 单片机同时作为上位计算机(两者能独立运行，可只选配一种)，MCS-51 单片机为下位机。主要由环境参数实时控制模块、数据采集模块、数据处理模块、通信模块和系统参数设定模块等几部分组成。其中，实时控制和数据采集功能由现场下位机来实现。利用温湿度传感单元 DS18B20 / HS1101 构成环境温湿度监测探头，实现实时数据采集。AT89S52 作为核心控制器进行数据分析处理并对现场设备进行驱动控制。通过控制 CAN 总线控制器 SJA1000、收发器 PCA82C250 构成 CAN 总线，利用 USB 控制器 PDIUSB12 将 PC 机与现场监控系统连接。上位机采用模糊大林算法完成数据处理并进行数据库管理和系统参数设定。另外，通过实验测试，基于 CAN 总线印刷环境监测控制系统温度误差不大于 0.5℃，湿度误差不大于 3%RH。

关键词：CAN 总线；单片机；环境监控

Design of Printing Environment Monitoring System Based on CAN Bus

Abstract

For the printing industry, the stability control of environmental temperature and humidity is of great significance. On one hand, it can improve printing products quality and production efficiency to bring economic benefits; on the other hand, it can be effective in promoting green and health printing to bring great social benefits. This paper, mainly aiming to today's printing industry demand that depends more and more on the environment, and basing on CAN bus, designs a set of the parameters of the measurement and control system which can give the real-time monitoring of temperature, humidity, and equipment operation condition to the printing shop CAN. Through the automatic regulation in this system, it makes the workshop and environmental parameters in the best value for suitable printing, and provides high quality with a stable and secure environment.

To the article, the main design idea is to build the printing workshop environment with the automatic control system, by the structure of a PC and some micro control device component master-slave network, data transmission by the CAN bus communication network, and by reading real-time and historical environment parameters, to monitor the running situation of the printing shop.

This paper describes the work principles, main function and the system hardware and software realization method of environment measure and control system in the printing workshop. This system use PC and MCS-51 Single chip microcomputer as host computer (both can operate independently, or can matching only one), MCS-51 chip for console computer. It mainly consists of real-time environment parameter control module, the data acquisition module, data processing module, communication module and system parameters set module. Among them, function of the real-time control and data collection are achieved by lower-position computer. Data collection is fulfilled by temperature sensor DS18820 and humidity HS1101 sensor as circumstance temperature and humidity monitor probe. AT89S52 as the core controller is used to analyze and process monitor signal and drive field temperature-humidity regulating equipments. It controls CAN bus controller SJA1000 and transceiver PCA82C250 to structure CAN bus communication system, and the host computer was connected with field monitor system though USB controller PDIUSB D12. The upper-position computer is used Dalling Algorithm as database management and system parameters set. In addition, through the test, based on CAN bus printing environment monitoring control system temperature error is less than 0.5 °C, humidity error less than 3% RH.

Keywords: CAN bus; Single chip microcomputer; circumstance monitor

目 录

第一章 绪 论	01
1.1 选题背景和意义	02
1.2 论文的研究内容与创新点	03
1.3 论文的组织结构及安排	03
第二章 开发技术及工具简介	05
2.1 CAN 总线控制系统介绍	05
2.1.1 CAN 总线工作原理	05
2.1.2 CAN 总线特点	05
2.2 单片机控制技术介绍	07
2.3 USB 通讯介绍	09
2.3.1 USB 的物理拓扑结构	09
2.3.2 总线逻辑拓扑结构	09
2.3.3 USB 的传输方式	09
2.4 VISUAL C++6.0 开发环境	11
2.5 ACTIVEX 技术及其控件编程	12
第三章 印刷环境监测控制系统的整体设计	13
3.1 印刷环境对印刷品质影响的分析	13
3.1.1 湿度与温度的关系	13
3.1.2 环境对纸张的影响	14
3.1.3 环境对油墨的影响	15
3.1.4 环境对承印物的影响	16
3.2 系统功能分析	16
3.2.1 印刷环境监测系统功能分析	16
3.2.2 印刷环境监测系统的整体结构	17
第四章 印刷环境监测系统硬件设计	18
4.1 下位机控制系统的硬件设计	18
4.1.1 直流供电电路	18

4.1.2 复位电路	18
4.1.3 执行机构电路	19
4.1.4 手动输入模块	19
4.2 数据采集模块电路设计	20
4.2.1 温度检测电路	20
4.2.2 湿度检测电路	21
4.3 CAN 总线接口电路	24
4.4 USB 接口驱动电路	25
4.5 上位机控制系统的硬件设计	26
4.5.1 主控键盘电路的设计	26
4.5.2 主控显示电路的设计	27
第五章 印刷车间环境测控系统软件设计	29
5.1 通讯模块程序设计	29
5.1.1 CAN 总线驱动程序设计	29
5.1.2 USB 驱动程序设计	33
5.2 下位机控制系统的软件设计	38
5.2.1 主程序设计	38
5.2.2 数据采集模块程序设计	39
5.2.3 中断接收程序	45
5.2.4 参数接收处理程序	47
5.3 上位机控制系统的软件设计	48
第六章 控制算法的研究	51
6.1 基本PID 控制算法分析	51
6.1.1 基本PID 控制原理	51
6.1.2 温度对象的 PID 控制数据分析	52
6.2 大林控制算法分析	54
6.2.1 大林算法介绍	54
6.2.2 温度对象的大林控制数据分析	55
6.3 模糊控制分析	56

6.3.1 模糊控制介绍·····	56
6.3.2 温度对象的大林控制数据分析·····	58
6.4 模糊大林算法设计·····	58
6.4.1 模糊大林算法控制器设计·····	58
6.4.2 模糊大林算法测试·····	61
第七章 PC 机监测软件设计·····	63
7.1 USB 通讯实现·····	63
7.2 主控界面功能设计·····	65
7.3 数据库设计与实现·····	68
第八章 总结与展望·····	70
8.1 印刷环境测控系统的主要成果·····	70
8.2 印刷环境测控系统的展望·····	70
参考文献·····	72
致 谢·····	74

Contents

Abstract.....	01
Chapter I Introduction.....	02
1.1 Background and Meanings of Research.....	03
1.2 Research Contents and Creativities of the Paper.....	03
1.3 The Structure and Arrangement of the Paper.....	03
Chapter II Introduction to the Development of Technology and Tools.....	05
2.1 CAN Bus Control System.....	05
2.1.1 Working Principles of CAN Bus	05
2.1.2 characteristic of CAN Bus.....	05
2.2 Introduction to Single Chip Microcomputer control technology.....	07
2.3 Introduction to USB communication.....	09
2.3.1 USB Physical Topology.....	09
2.3.2 Bus Logical Topology.....	09
2.3.2 USB Transmission Mode.....	09
2.4 Development environment of Visual C++6.0.....	11
2.5 ActiveX Technology and Its Control Programming.....	12
Chapter III Overall Design of the Printing Environment Monitoring System.....	13
3.1 Influence of Printing Environment on Printing Quality.....	13
3.1.1 Relationship Between the Humidity and Temperature.....	13
3.1.2 Influence of Environment on Paper.....	14
3.1.3 Influence of Environment on Ink.....	15
3.1.4 Influence of Environment on Print Substrate.....	16
3.2 Functional Analysis of System.....	16
3.2.1 Functional Analysis of the Printing Environment Monitoring System.....	16
3.2.2 Overall Structure of the Printing Environment Monitoring System	17
Chapter IV the Hardware Design of Printing Environment Monitoring System.....	18
4.1 Hardware Design of Console computer Control System.....	18
4.1.1 DC Power Supply Circuit	18
4.1.2 Reset Circuit	18
4.1.3 Actuators Circuit	19
4.1.4 Manual Input Module.....	19
4.2 Design of Data Acquisition Module Circuit.....	20
4.2.1 Temperature Detection Circuit	20
4.2.2 Moisture Detection Circuit.....	21
4.3 CAN Bus--interface Circuit	24

4.4 USB Drive Circuit	25
4.5 Hardware Design for Host computer System.....	26
4.5.1 Design for Master Keyboard Circuit	26
4.5.2 Design for the Main Control Show Circuit	27
Chapter V Software Design of Printing Environment Monitoring System.....	29
5.1 Program Design of Communication Module.....	29
5.1.1 CAN Bus-driver Program Design	29
5.1.2 USB Driver Program Design	33
5.2 Software Design of Console computer Control System	38
5.2.1 Main Program Design	38
5.2.2 Program Design of Data Acquisition Module	39
5.2.3 Interruptive Receiving Procedures	45
5.2.4 Program of Parameters Receiving Treatment	47
5.3 Software Design of host computer System	48
Chapter VI the Research of Control Algorithm Design.....	51
6.1 Basic PID Control Algorithm Analysis.....	51
6.1.1 The Basic Principle of PID Control.....	51
6.1.2 PID Control Data Analysis of the Object Temperature	52
6.2 Dahllin Control Algorithm Analysis	54
6.2.1 Introduction to Dahllin Algorithm.....	54
6.2.2 Dahllin Control Data Analysis of the Object Temperature.....	55
6.3 Fuzzy Control Analysis	56
6.3.1 Introduction to Fuzzy Control Analysis.....	56
6.3.2 Fuzzy Control Data Analysis of the Object Temperature.....	58
6.4 Fuzzy Dahllin Algorithm Design.....	58
6.4.1 Design of Fuzzy Dahllin Algorithm Controller.....	58
6.4.2 Test of Fuzzy Dahllin Algorithm.....	61
Chapter VII PC Monitoring Software Design.....	63
7.1 USB Communication Realization.....	63
7.2 Function Design of Master Control Interface.....	65
7.3 Database Design and Realization.....	68
Chapter VIII Summaries and prospects.....	70
8.1 Results of the Printing Environment Monitoring System.....	70
8.2 Prospects of the Printing Environment Monitoring System.....	70
Reference.....	72
Acknowledgments.....	74

第一章 绪论

印刷环境温湿度的稳定控制是提高印刷产品质量和生产效率的前提和基础。采用先进的数字传感技术,结合电子技术和计算机控制技术对印刷车间环境温湿度实现稳定的控制。不但可以优化印刷生产环境,提高产品质量,充分发挥先进进口设备的功能,还能推动绿色印刷、健康印刷,改变人们长期以来对印刷是黑手行业的偏见。改善印刷工作环境,为行业吸引人才。不但能产生巨大的经济效益,更重要的是能推动整个印刷行业发展的社会效益。

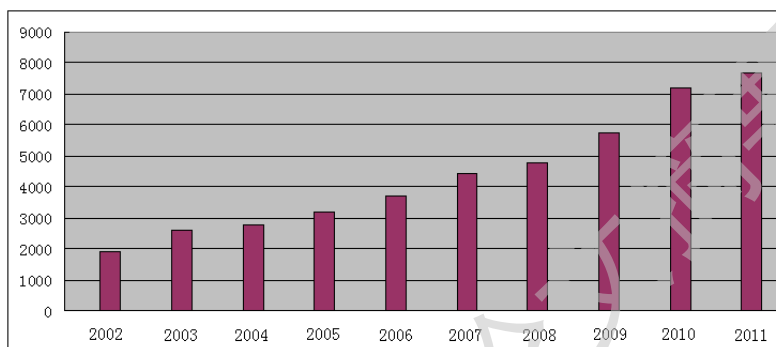
一方面,从提高印刷品质量和生产效率方面看。随着科技的进步,特别是随着计算机控制技术在现代印刷机上的应用,激光技术、纳米技术和高分子材料技术在印刷制版、排版上的应用,以及新技术在其它印刷器材上的应用,这些使得印刷工艺和材料有了飞跃式的发展,对提高印刷技术水平起来重要的作用。但是,印刷是个十分复杂的过程。在印刷的各个环节中,影响印刷产品质量的因素有许多。一味依赖国外进口的先进设备不但无法印制出最佳的产品,反而会增加不必要的印刷成本。经过对各种不良印刷品产生的原因进行分析和归纳后,发现印刷材料大部分对环境温湿度,特别是对温湿度的变化十分敏感。一般要求印刷车间在印刷生产过程中,根据实际实验结果,最佳印刷温度为 $21^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $55\% \pm 5\%$ 之间。胶印车间应该是恒温、恒湿,这样不但有利于防止纸张变形提高套印的精度,还能保证油墨的印刷适性^[1]。然而,国内大部分厂家在印刷生产过程中对印刷环境温湿度都没有进行严格、稳定的控制。有些厂家虽然注意到了车间环境的控制,安装了空调和加湿机,却忽视了印后车间。印好的产品相对干燥寒冷的印后车间进行加工时,会出现露白、断裂等问题。这样不但造成印刷过程中原材料的严重浪费,而且造成印刷产品质量不稳定。

另一方面,从社会效益方面来看。随着国民生活水平的提高,工作对于工人不再只是生存的手段,更是个人价值的体现。特别是 80 年代、90 年代的新生代工人,他们不仅关心薪资待遇,对于工作环境、自我健康也同样关心。然而现在许多国内印刷企业依然存在诸多问题。如,加班时间长、生产环境恶劣,特别是板房车间,长期充斥着刺鼻气味。为职工提供舒适、安静、自然的工作环境,将成为解决“用工荒”、“用工难”的有效措施^[2]。

1.1 选题背景和意义

我国印刷业一直保持着快速、稳定的发展，现已形成了包括书刊印刷、包装印刷、报纸印刷、商业印刷和特种印刷等产业门类。据统计，自 2001 年以来中国印刷行业总产值连续 10 年持续 10% 以上增长，2011 年全国印刷复制业的总产值达到 7700 亿元人民币。

表 1.2.1 中国印刷行业总产值（单位：亿元）



从数据上看我国印刷行业正处于飞跃式的发展阶段，但经历了世界经济危机的洗礼，印刷人深刻地体会到企业的经营方向和技术革新对企业生存的影响，也认识到了未来的发展方向。如果企业产品结构、质量、档次不高，生产方式传统一般将失去竞争的优势。因此，印刷企业经营必须在生产工艺的结构和方式上有所突破，由“粗放型”生产转为“精细型”。

然而，只注重使用技术含量高的生产设备和原材料还远远不够。还要在生产效率、产品质量、生产成本等方面优于其他工厂企业，以及新技术引进后工厂生产结构如何调整，充分发挥新技术、新设备的优势，竞争力才会增强。引进新技术不仅要掌握好经营方向，而且还要注意掌握合适的度，这是很重要的。新技术必须符合市场发展的趋势。十二五规划中指出“节能减排”为各行业工作重中之重。提高生产效能，提高产品质量和降低生产成本的同时实现节能降耗、绿色环保是企业未来发展的方向。

随着计算机控制技术的发展，印刷行业数字化发展速度也越来越快。数字连接、远程打样、CTP 技术、可变数据印刷等等都将成为未来印刷业发展的潮流。另外，人工操作劳动强度大、人员流动性大、用工成本高、生产效能低。产品质量也因人而异难以得到长期有效的控制，印刷行业采用自动化设备代替人工操作必将是大势所趋。

1.2 论文的研究内容与创新点

印刷环境监测系统借基于现场总线控制模型,实现了由各不同设备对由整个印刷厂区各个车间进行有效的分布式控制,保证每一个车间都能恒湿、恒温。并且各个下位机都能够分开进行人工设置独立工作,既可用于大型印刷长的信息化控制管理,又能满足大多数中小企业对胶印车间的环境要求、甚至某一车间的单一控制,具有一定的市场弹性,易于被各种类型印刷企业接受。出于降低成本实用性的考虑,主要采用了 51 单片机组建控制系统。在本课题研究中设计研制了上、下位机温湿控制器的硬件系统、软件系统、数据采集模块、CAN 总线接口电路和 USB 接口驱动电路等。为满足不同用户的需求,上位机还可根据具体需求不同而做相应改变采用 PC 机控制。下位机环境控制器具有两种工作形式,一是脱离监控主机独立地进行温湿度数据采集与控制,通过接口人工输入设定参数、显示和人工干预控制输出等功能;二是利用上位机 PC 机实现智能控制,下位机接收上位机的远程监控和管理,实现印刷厂区环境的智能化、网络化测控。

1.3 论文的组织结构及安排

第一章,绪论首先介绍了我国印刷业在快速、稳定的发展中,传统的印刷模式已不能适应社会发展的需要的背景下,结合电子技术、数字传感技术和计算机控制技术对印刷车间环境温湿度实现稳定的控制。不但可以优化印刷生产环境,提高产品质量,充分发挥先进进口设备的功能,还能推动绿色印刷、为行业吸引人才。阐述了开发印刷环境监测系统的必要性和可行性,随后介绍印刷环境监测系统的发展和现状,论文的研究意义,研究内容与创新点等。

第二章,介绍了开发本系统用到的开发技术及工具。首先,介绍了 CAN 总线控制系统,包括:CAN 总线工作原理、CAN 总线特点、然后介绍了单片机控制技术的发展和、技术指标、工作原理等。另外,还对 USB 通讯做了系统的介绍包括:USB 的物理拓扑结构、总线逻辑拓扑结构、USB 的传输方式等。最后对系统开发软件 Visual C++6.0 开发环境和 ActiveX 技术及其控件编程等知识做了介绍。

第三章,首先介绍了环境对印刷过程的主要影响因素,针对印刷过程确定了印刷环境监测系统的主要功能。接着介绍了环境监测系统系统的总体设计结构、系统的功能模块和系统的软硬件设计进行了详细的阐述。

第四章,主要介绍元器件的选取和硬件电路系统的设计。主要电路模块设计

包括：执行机构电路、手动输入模块、数据采集模块电路、CAN 总线接口电路和 USB 接口驱动电路等。

第五章，主要阐述印刷环境监控系统的软件设计，包括上位机和下位机控制系统的软件两部分。其中上位机主要包括，CAN 总线驱动程序设计和 USB 驱动程序设计。下位机控制系统主要有，主程序设计、数据采集模块程序设计、中断接收程序和参数接收处理程序等。

第六章，为保证系统控制的精度和速度，这一章对控制算法进行了深入的研究。首先是对常用的几种算法，基本 PID 控制算法、大林控制算法和模糊控制等进行了系统的分析，然后通过实验测试分析各种算法的优缺点，找出影响控制过程中精度和时间的因素。最后总结各种算法的优点将模糊控制和大林算法相结合设计出模糊大林算法。

第七章，对印刷环境监测管理软件平台作了介绍，主要包括 USB 通讯控制、控制界面和控制数据库三个基本模块。

文章最后对全文进行总结并对存在的不足提出解决了的思路。

第二章 开发技术及工具简介

2.1 CAN 总线控制系统介绍

现场总线控制系统是一种新型的自动化系统,具有的开放式的数字通讯功能的多点通信式工厂底层控制网络。它的应用使得自动化系统也同时具备了位于工业生产现场的网络化特征。区别于传统自动化控制系统,其完成各种自动化任务是在网络通的基础上进行的。在现场总线控制系统中,通讯系统才是控制的核心。控制的过程的实现几乎完全依赖于通讯过程。近年来计算机控制技术、网络通信技术、传感器技术的飞速发展,为现场总线控制系统的应用提供了技术基础。它已成为工业控制发展的新方向^[4]。本系统的模型借鉴现场总线的思想、吸收现场总线的技术特点,按照现场总线的思想来组织控制系统的实现。

CAN 是控制器局域网(Controllor Area Network)的简称,是由德国 BOSCH 公司 1983 年开发了的,并最终成为国际标准。CAN 的高性能和可靠性被广泛认可,是国际上应用最广泛的现场总线之一。并广泛应用于工业自动化、医疗设备、工业控制设备、农业等方面。CAN 属于现场总线的范畴,可采用双绞线、同轴电缆、光纤作为传输介质。最大通讯波特率可达 1Mbps,最大通讯距离可达 10km。是当今自动化领域技术发展的热点,它的出现为分布式控制系统实现各节点之间的实时通信提供了可靠的技术支持。CAN 总线是目前国际上应用最广泛的开放式现场总线之一。与一般的通信总线相比,CAN 总线的数据通信具有突出的可靠性、实时性和灵活性,它在汽车领域上的应用最为广泛,世界上一些著名的汽车制造厂商,如 BENZ(奔驰)、BMW(宝马)、volkswagen(大众)等都采用了 CAN 总线来实现汽车内部控制系统与各检测和执行机构间的数据通信。

同时,由于 CAN 总线的特点,其应用范围目前已不仅局限于汽车行业,已经在自动控制、航空航天、航海、过程工业、机械工业、纺织机械、农用机械、机器人、数控机床、医疗器械及传感器等领域中得到了广泛应用。

2.1.1 CAN 总线工作原理

当 CAN 总线上一个节点(站)发送数据时,它以报文形式广播给网络中所有节点。对每个节点来说,无论数据是否是发给自己的,都对其进行接收。每组报文开头的 11 位字符为标识符,定义了报文的优先级,这种报文格式称为面向

内容的编址方案。在同一系统中标识符是唯一的，不可能有两个节点发送具有相同标识符的报文。当一个节点要向其它节点发送数据时，该节点的 CPU 将要发送的数据和自己的标识符传送给本节点的 CAN 芯片，并处于准备状态；当它收到总线分配时，转为发送报文状态。

CAN 芯片将数据根据协议组织成一定的报文格式发出，这时网上的其它节点处于接收状态。每个处于接收状态的节点对接收到的报文进行检测，判断这些报文是否是发给自己的，以确定是否接收它。由于 CAN 总线是一种面向内容的编址方案，因此很容易建立高水准的控制系统并灵活地进行配置。我们可以很容易地在 CAN 总线中加进一些新节点而无需在硬件或软件上进行修改。当所提供的新节点是纯数据接收设备时，数据传输协议不要求独立的部分有物理目的地址。它允许分布过程同步化，即总线上控制器需要测量数据时，可由网上获得，而无须每个控制器都有自己独立的传感器。

2.1.2 CAN 总线特点

CAN 总线是一种串行数据通信协议，通信介质可以是双绞线、同轴电缆或光导纤维。最大通讯距离可达 10km，最大通信速率可达 1Mbps。CAN 总线通信接口中集成了 CAN 协议的物理层和数据链路层功能，可完成对通信数据的成帧处理，包括位填充、数据块编码、循环冗余检验、优先级判别等工作。CAN 具有的完善的通信协议可由 CAN 控制器芯片及其接口芯片来实现，从而大大降低系统开发难度，缩短了开发周期。另外，与其它现场总线比较而言，CAN 总线是具有通信速率高、容易实现、低成本、性价比高等特点。CAN 总线特点如下：

1. 可以多主方式工作，网络上任意一个节点均可以在任意时刻主动地向网络上的其他节点发送信息，而不分主从，通信方式灵活。利用这一特点也可方便地构成多机备份系统。

2. 网络上的节点可分成不同的优先级可以满足不同的实时要求。

3. CAN 总线采用非破坏性位仲裁总线结构机制，当两个节点同时向网络上传送信息时，优先级低的节点主动停止数据发送，而优先级高的节点可不受影响地继续传输数据，大大节省了总线冲突裁决时间；最重要的是在网络负载很重的情况下，也不会出现网络瘫痪的情况。

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