

学校编码: 10384  
学 号: 20051302497

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_  
UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

Ethernet/IP 通信适配器硬件设计

Hardware Design of Ethernet/IP Adapter

吴昌才

指导教师姓名: 刘瞰东 副教授

专 业 名 称: 系 统 工 程

论文提交日期: 2008 年 5 月

论文答辩时间: 2008 年 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评阅人: \_\_\_\_\_

2008 年 5 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

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1. 保密（ ），在      年解密后适用本授权书。
2. 不保密（  ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：                      日期：      年      月      日

导师签名：                      日期：      年      月      日

## 摘 要

工业以太网是近年来的研究热点，相对于我国在现场总线技术上的落后现状，我们不应该在这个领域再次落后。本文论述与上海捷准工业自动化公司合作开发的 Ethernet/IP 通信适配器，即是符合工业以太网 Ethernet/IP 协议的工业控制现场仪器。其应用主要包括两个方面：(1) 集成在传统的工业设备上，作为工业控制系统中信息管理层与现场设备层之间的沟通桥梁；(2) 作为独立的设备，是 Ethernet/IP 工业互联网组网的基础设备，不同协议的工业设备、工业控制系统通过与 Ethernet/IP 工业互联网通信适配器的连接，便可实现数据集成、协议转换<sup>[43]</sup>。

本文首先介绍工业以太网的发展概况及其关键技术，并简要描述了国际上现有的几个比较典型的工业以太网协议：Modbus-IDA 工业以太网、Ethernet/IP 工业以太网、ProfiNet 工业以太网、FF HSE 工业以太网。并详细介绍了 Ethernet/IP 以太网技术，包括：Ethernet/IP 的协议模型，应用层协议 CIP。

Ethernet/IP 通信适配器作为工业以太网控制系统中的中介点，其对实时性、可靠性皆有很高的要求，必须构建稳定、强健的硬件平台作为其基础。由此，本文设计了以 S3C2410A 微处理器为核心的硬件系统。硬件设计充分利用 S3C2410A 出色的内核性能及丰富的外围设备接口，构造出带有以太网、USB、RS232、LCD、I/O 扩展接口的硬件平台。本文完成了从原理图设计、PCB 设计等工作，并借助工具对最终的硬件系统进行底层测试，经检测表明，Ethernet/IP 通信适配器有良好的稳定性、可靠性、实时性。

最后，对课题研究进行总结，指出一些有待进一步提高和改进的地方。

**关键词：** Ethernet/IP 工业以太网 嵌入式 ARM CIP

## Abstract

The industry Ethernet is the focus of industrial research in recent years. Compared to our outdated technology in Fieldbus field, we should strengthen the research in this field. This dissertation elaborates the development of Ethernet/IP communication processor, which is industrial control local instrument conforming the industry Ethernet Ethernet/IP agreement, which cooperate with Shanghai Hurco Industrial automation Company. The application of the industry Ethernet Ethernet/IP mainly includes two aspects: (1) On the traditional integrated industrial equipment, as communication bridge between the level of information management in the industrial control system to the level of local instrument.(2)As the independent equipment, it is the Internet network's foundation equipment of Ethernet/IP industry, in this situation, the different agreement's industrial equipment and the industrial control system realize the data integration, the protocol conversion through connecting to the Internet communication controller of the Ethernet/IP industry.

The dissertation introduces the development survey and core technique of Industry Ethernet Network, and simply describes some of the existing typical International Industry Ethernet Protocols, including Modbus-IDA Industry Ethernet, Ethernet/IP Industry Ethernet, ProfiNet Industry Ethernet, FF HSE Industry Ethernet. The dissertation also elaborates on Ethernet Technique about Ethernet/IP, including protocol model and application layer protocol CIP of Ethernet/IP.

As the mediation point of Control System, Ethernet/IP Communications Processor has high requirements on real-time performance and reliability so that it has to establish a stable and sturdy hardware platform as foundation of Communication Processor. Hereby, this article designs a hardware system based on the core of S3C2410A Microprocessor. The hardware system makes best of the excellent Kernel performance and abundant peripheral equipment interface and constructs the hardware platform with Ethernet,USB,RS232,LCD and I/O expand interface. This article illuminates the design work of principle drawing and PCB and so on, and also do the substrate test to the final hardware system in virtue of instruments. The test result shows that Ethernet/IP

Communications Processor has excellent stability, reliability and real-time performance.

In the end, the dissertation gives the summary of the research and the points which need further improvement.

Key Word: Ethernet/IP Industrial Ethernet embedded ARM CIP

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 目 录

|  |           |
|--|-----------|
| <b>第一章 绪 论 .....</b>                     | <b>1</b>  |
| 1.1 课题背景介绍.....                          | 1         |
| 1.2 工业以太网国内外研究动态.....                    | 2         |
| 1.2.1 以太网存在的主要问题及解决方法.....               | 2         |
| 1.2.2 工业以太网发展趋势.....                     | 3         |
| 1.3 研究课题的意义.....                         | 5         |
| 1.4 本文主要结构.....                          | 5         |
| <b>第二章 工业以太网技术 .....</b>                 | <b>7</b>  |
| 2.1 以太网概述.....                           | 7         |
| 2.2 工业控制网络的发展趋势.....                     | 8         |
| 2.3 工业以太网的特点及要求.....                     | 10        |
| 2.4 工业以太网的关键技术.....                      | 13        |
| 2.4.1 通讯确定性和实时性技术.....                   | 13        |
| 2.4.2 系统稳定性技术.....                       | 14        |
| 2.4.3 系统互操作性技术 OPC.....                  | 15        |
| 2.4.4 网络安全性技术.....                       | 17        |
| 2.4.5 总线供电技术.....                        | 18        |
| 2.4.6 本质安全与安全防爆技术.....                   | 18        |
| 2.5 典型工业以太网.....                         | 19        |
| 2.5.1 Modbus-IDA 工业以太网.....              | 21        |
| 2.5.2 Ethernet/IP 工业以太网.....             | 23        |
| 2.5.3 FF HSE 工业以太网.....                  | 24        |
| 2.5.4 ProfitNet 工业以太网.....               | 25        |
| 2.6 本章小结.....                            | 27        |
| <b>第三章 Ethernet/IP 工业以太网技术.....</b>      | <b>28</b> |
| 3.1 工业以太网协议 Ethernet/IP 简介.....          | 28        |
| 3.2 Ethernet/IP 协议模型及协议内容.....           | 29        |
| 3.2.1 物理层和数据链路层.....                     | 29        |
| 3.2.2 网络层和传输层.....                       | 29        |
| 3.2.3 控制及信息协议(CIP).....                  | 30        |
| 3.3 工业以太网的实时性机制.....                     | 43        |
| 3.4 本章小结.....                            | 44        |
| <b>第四章 Ethernet/IP 通信适配器硬件设计与实现.....</b> | <b>45</b> |
| 4.1 硬件系统总体架构.....                        | 45        |
| 4.2 电源设计.....                            | 45        |
| 4.2.1 5V 电源电路原理设计.....                   | 46        |
| 4.2.2 3.3V 电源电路原理设计.....                 | 49        |
| 4.2.3 1.8V 电源电路原理设计.....                 | 50        |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 4.3 复位电路设计.....                   | 50        |
| 4.4 S3C2410A 构成的主电路及其工作时钟.....    | 51        |
| 4.4.1 S3C2410A 简介.....            | 51        |
| 4.4.2 系统工作时钟.....                 | 52        |
| 4.5 外部存储器的扩展.....                 | 54        |
| 4.6 以太网通讯接口设计.....                | 55        |
| 4.6.1 以太网电路原理.....                | 55        |
| 4.6.2 以太网芯片 CS8900A-IQ3 功能描述..... | 56        |
| 4.7 串行通讯接口设计.....                 | 58        |
| 4.8 主从 USB 接口设计.....              | 58        |
| 4.9 外部 I/O 扩展接口设计.....            | 59        |
| 4.10 本章小结.....                    | 60        |
| <b>第五章 PCB 板图设计.....</b>          | <b>61</b> |
| 5.1 PCB 设计的一般原则.....              | 61        |
| 5.2 常见的几种电磁干扰.....                | 63        |
| 5.2.1 传导干扰.....                   | 63        |
| 5.2.2 串音干扰.....                   | 63        |
| 5.2.3 辐射干扰.....                   | 63        |
| 5.3 PCB 及电路抗干扰措施.....             | 63        |
| 5.4 PCB 设计中遇到的若干问题及其解决方法.....     | 65        |
| 5.5 本章小结.....                     | 66        |
| <b>第六章 硬件测试方法及测试结果.....</b>       | <b>67</b> |
| 6.1 硬件设计及样板制作中遇到的问题解决方法.....      | 67        |
| 6.2 硬件调试工具及方法.....                | 67        |
| 6.2.1 JTAG 在线仿真原理.....            | 67        |
| 6.2.2 应用 ADS1.2 及 AXD 测试硬件功能..... | 68        |
| 6.3 本章小结.....                     | 71        |
| <b>第七章 结论与展望.....</b>             | <b>72</b> |
| <b>参考文献.....</b>                  | <b>74</b> |
| <b>致 谢.....</b>                   | <b>76</b> |



# Contents

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Chapter 1 Introduction.....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1 Background and Significance of the Research .....                     | 1         |
| 1.2 The study development at home and abroad of Industrial Ethernet ..... | 2         |
| 1.2.1 The subject matter and the solution of Industrial Ethernet .....    | 2         |
| 1.2.2 Trend of development of Industrial Ethernet.....                    | 3         |
| 1.3 The significance of the Research .....                                | 5         |
| 1.4 The Structure of this paper.....                                      | 5         |
| <b>Chapter 2 Introducton of Industrial Ethernet .....</b>                 | <b>7</b>  |
| 2.1 Outline of Industrial Ethernet .....                                  | 7         |
| 2.2 Trend of Industrial Ethernet.....                                     | 8         |
| 2.3 Characteristic and Request of Industrial Ethernet .....               | 10        |
| 2.4 The key technology of Industrial Ethernet.....                        | 13        |
| 2.4.1 Determinism and Real-time technology .....                          | 13        |
| 2.4.2 Stability technology .....  | 14        |
| 2.4.3 System Interoperability technology -OPC .....                       | 15        |
| 2.4.4 Ethernet Safty technology.....                                      | 17        |
| 2.4.5 Power On Ethernet.....  | 18        |
| 2.4.6 Essence safty and Explosion-proof technology .....                  | 18        |
| 2.5 Typical Industrial Ethernet.....                                      | 19        |
| 2.5.1 Modbus-IDA.....   | 21        |
| 2.5.2 Ethernet/IP .....   | 23        |
| 2.5.3 FF HSE.....   | 24        |
| 2.5.4 ProfitNet.....  | 25        |
| 2.6 Chapter Summary .....   | 27        |
| <b>Chapter 3 Introduction of Ethernet/IP .....</b>                        | <b>28</b> |
| 3.1 Summary of Ethernet/IP .....  | 28        |
| 3.2 Protocol's model and content of Ethernet/IP .....                     | 29        |
| 3.2.1 Physical layer and Data link layer .....                            | 29        |
| 3.2.2 Network layer and Transport layer .....                             | 29        |
| 3.2.3 Control and Information Protocol.....                               | 30        |
| 3.3 Real-time Mechanism of Industrial Ethernet .....                      | 43        |
| 3.4 Chapter Summary .....   | 44        |
| <b>Chapter 4 Hardward Design of Ethernet/IP Adapter .....</b>             | <b>45</b> |
| 4.1 Structure of Hardware design .....                                    | 45        |
| 4.2 Power Design.....   | 45        |
| 4.2.1 5V Power Design .....   | 46        |
| 4.2.2 3.3V Power Design .....   | 49        |

|                         |  |           |
|-------------------------|--|-----------|
| 4.2.3                   | 1.8V Power Design .....                                    | 50        |
| 4.3                     | Reset schematic .....                                      | 50        |
| 4.4                     | Main schematic with S3c2410A and Clock's schematic .....   | 51        |
| 4.4.1                   | Introduction of S3C2410A.....                              | 51        |
| 4.4.2                   | System Clock .....   | 52        |
| 4.5                     | Memory Expansion.....                                      | 54        |
| 4.6                     | Ethernet communication connector .....                     | 55        |
| 4.6.1                   | Ethernet schematic .....                                   | 55        |
| 4.6.2                   | Introduction of CS8900.....                                | 56        |
| 4.7                     | Serial Design.....   | 58        |
| 4.8                     | Hose and Slave USB Design.....                             | 58        |
| 4.9                     | Expand I/O Design.....                                     | 59        |
| 4.10                    | Chapter Summary .....                                      | 60        |
| <b>Chapter 5</b>        | <b>PCB Design.....</b>                                     | <b>61</b> |
| 5.1                     | The Principle of PCB Design.....                           | 61        |
| 5.2                     | Electromagnetic interference .....                         | 63        |
| 5.2.1                   | Conducted interference .....                               | 63        |
| 5.2.2                   | Crosstalk interference .....                               | 63        |
| 5.2.3                   | Radiated interference .....                                | 63        |
| 5.3                     | Method of Anti-interference .....                          | 63        |
| 5.4                     | The problem and solution of PCB design .....               | 65        |
| 5.5                     | Chapter Summary .....                                      | 66        |
| <b>Chapter 6</b>        | <b>Method and Efection of Hardware Test.....</b>           | <b>67</b> |
| 6.1                     | The Problem and solution of Hardware Design and Test ..... | 67        |
| 6.2                     | Mothed and Tool for Hardware Test .....                    | 67        |
| 6.2.1                   | Principle of JTAG .....                                    | 67        |
| 6.2.2                   | Hardware test by ADS and JTAG .....                        | 68        |
| 6.3                     | Chapter Summary .....                                      | 71        |
| <b>Chapter 7</b>        | <b>Summarization and Prospect .....</b>                    | <b>72</b> |
| <b>Reference.....</b>   |  | <b>74</b> |
| <b>Acknowledge.....</b> |  | <b>76</b> |

## 第一章 绪论

### 1.1 课题背景介绍

20世纪90年代以后随着现场总线控制技术的逐渐成熟、智能化与功能自治性的现场设备的广泛应用,嵌入式控制器、智能现场测控仪表和传感器等方便地接入了现场总线。

现场总线控制系统(FCS)是顺应智能现场仪表而发展起来的。它的初衷是用数字通讯代替4—20mA模拟传输技术,但随着现场总线技术与智能仪表管控一体化(仪表调校、控制组态、诊断、报警、记录)的发展,在控制领域内引起了一场前所未有的革命。控制专家们纷纷预言:FCS将成为21世纪控制系统的主流。

然而在控制届对FCS进行概念炒作的时候,却注意到它的发展在某些方面的不协调,其主要表现在迄今为止现场总线的通讯标准尚未统一:8种现场总线经过14年的纷争,最后IEC的现场总线标准化组织经投票,通过以下这8种现场总线成为IEC61158现场总线标准,即:FF H1, Control Net, ProfiBus, InterBus, P-Net, World FIP, Swift Net, FF之高速Ethernet即HSE<sup>[23]</sup>。这8种现场总线互不兼容,这也使得各厂商的仪表设备难以在不同的FCS中兼容。此外,FCS的传输速率也不尽人意,以基金会现场总线(FF)正在制定的国际标准为例,它采用了ISO的参考模型中的3层(物理层、数据链路层和应用层)和极具特色的用户层,其低速总线H1的传输速度为31.25kbps,高速总线H2的传输速度为1Mbps或2.5Mbps,这在有些场合下仍无法满足实时控制的要求。又如广泛用于汽车行业的Can总线系统,其最高的传输速率为1Mbps/40米;这些现场总线受通讯距离制约较大。由于上述原因,使FCS在工业控制中的推广应用受到了一定的限制<sup>[5]</sup>。

以太网具有传输速度快、低耗、易于安装和兼容性好等方面的优势,由于它支持几乎所有流行的网络协议,所以在商业系统中被广泛采用。但是传统以太网采用总线式拓扑结构和多路存取载波侦听碰撞检测(CSMA/CD)通讯方式,在实时性要求较高的场合下,重要数据的传输过程会产生传输延滞,这被称为以太网的“不确定性”。研究表明:商业以太网在工业应用中的传输延滞在2~30ms之间,这是影响以太网长期无法进入过程控制领域的重要原因之一。因此对以太网的研究

究具有工程实用价值，从而产生了一种新型的针对工业控制领域的以太网—工业以太网。

## 1.2 工业以太网国内外研究动态

Ethernet 进军工业自动化的主要动力是：①成本低；②速度的提高，因普遍应用所形成的硬件资源、软件资源和广泛支持。Ethernet 是世界上应用最多的网络，超过 93%的网络节点为 Ethernet<sup>[36]</sup>。

工业以太网与普通的商用以太网不同，在产品的设计时，材质的选用、产品的强度、适用性以及实时性、可互操作性、可靠性、抗干扰性和本质安全等方面要能满足工业现场的需要。

### 1.2.1 以太网存在的主要问题及解决方法

Ethernet 用于工业自动化有以下 4 个问题需要解决。

#### 1.2.1.1 实时性问题

实时性就是信号传输足够快加上确定性。Ethernet 采用 CSMA/CD 碰撞检测方式，网络负荷较大时，网络传输的不确定性不能满足工业控制的实时要求。Ethernet 发展的现实是：交换式 100M Ethernet 已广泛应用，能提供足够的带宽和减少冲突；全双工网络和具优先权的传送机制得保证确定性。经研究表明：典型的工业应用，峰值负载为 10M Ethernet 的 5%，在 100M Ethernet 网络负载为 0.5%，而 Ethernet 只有当负载达 40%以上时才会有明显的延迟现象<sup>[4][21]</sup>。

在 100M Ethernet 网中，发送一个包延时超过 2ms 的状况，5 年也不会发生一次。美国电力研究院的实验结果可保证 4ms 以内。

#### 1.2.1.2 Ethernet 如何满足现场环境问题

Ethernet 所用的接插件、集线器、交换机和电缆等是为办公室应用而设计的，不符合工业现场恶劣环境的要求。在工厂环境中，Ethernet 抗干扰性能较差。若用于危险场合，它不具备本安特性，也不具备通过信号线向现场仪表供电的性能。

随着网络技术的发展，上述问题正在迅速得到解决。为了解决在不间断的工业应用领域，在极端条件下网络也能稳定地工作的问题，美国 Synergetic 微系统公司和德国 Hirschman 公司专门开发和生产了导轨式收发器、集线器和交换机系

列产品，安装在标准 DIN 导轨上，并有冗余电源供电，接插件采用牢固的 DB-9 结构。

现在的工业 Ethernet 现场总线采用一种称为连接装置(linking device)类似带开关的集线器结构，很好地解决了 Ethernet 的时间确定性问题。目前,Profibus、DeviceNet、ControlNet 和 LonWorks 等都打算使用 Ethernet。这些公司都在研究通过隧道(Tunnel) 的简单传输机构，使用 Ethernet 传送报文。

#### 1.2.1.3 在工业控制中使用 Ethernet 如何获得技术支持。

由于采用与商用 Ethernet 相同的技术，因此具有最广大的支持网络和资源。为了促进 Ethernet 在工业领域的应用国际上成立了工业 Ethernet 协会和 IAONA，并与美国 ARC Advisory Group AMR Research 研究中心和 Gartner Group、AMR Research 研究中心和 Gartner Group 等机构合作，开展工业 Ethernet 关键技术的研究。美国电气工程师协会（IEEE）正着手制定现场装置与 Ethernet 通信的新标准该标准。该标准让网络直接看到对象(Object)。这些工作为 Ethernet 进入工业自动化的现场级打下了基础。

#### 1.2.1.4 Ethernet 与网络安全问题

在工厂运用互联网技术并不意味着工厂网络一定要连接到互联网。采用网络的工厂，连入互联网均使用 TCP/IP。这样就面临互联网类似的安全问题。安全隐患：病毒、工业间谍、黑客、软件 BUG、恐怖主义。

一些提高安全性的方法：物理连接管理提高安全性：PLC 操作系统是专有的，不易受到黑客、病毒的侵略。RAS、VPN 提供远程访问：硬件身份识别。可提供多种安全机制：用户密码、数据加密、防火墙等。随着生物信息技术的发展，指纹、声音等生物信息将提高网络的安全性。

### 1.2.2 工业以太网发展趋势

由于以太网具有应用广泛、价格低廉、通信速率高、软硬件产品丰富、应用支持技术成熟等优点，目前它已经在工业企业综合自动化系统中的信息层与控制层得到了广泛应用，并呈现向下延伸直接应用于工业控制现场的趋势。从目前国际、国内工业以太网技术的发展来看，目前工业以太网在控制层已得到广泛应用，并成为事实上的标准。未来工业以太网将在工业企业综合自动化系统中的现场设

备之间的互连和信息集成中发挥越来越重要的作用<sup>[6]</sup>。

工业以太网技术作为后起之秀，迅速抢占着其它总线形式的市场，推动其发展的两大动力是：光纤环网的应用、分布智能装置仪表。

光纤环网解决了两大问题：第一，轻松解决了在化工、矿业等极端条件的本质防爆问题，这一下子将以太交换设备向前推动了一个层次，使以太网可以到达工业现场层，第一次成为真正的 FieldBus；第二，通过环网的冗余提高以太交换的可靠性，从而使工业以太网第一次可以应用对可靠性要求较高的应用环境中。

而分布智能的装置仪表，解决了所谓以太传输时滞不确定性的诟病。首先，光纤环网的千兆交换速度，已经使绝大部分工业控制数据在可接受的时间内交换，对于大部分的工业生产信息，在 100ms 的时滞都是可以接受的。而如果所有的控制均需要通过集中的方式进行，显然这个时滞又太大了。可喜的是，工业控制装置和智能仪表正在向分布式发展。这种发展趋势，导致大量的本地控制指令不需要通过冗长的总线来传输，而是由仪表或装置的本地计算完成，这就不需要通过数据交换的方式苛刻地要求工业以太网的确定时延。

目前还有大量的现场总线标准，但没有任何一种标准比工业以太网更具生命力。其中最显著的原因就是灵活的组网结构、广泛的厂商支持和开放的交换协议体系，即便没有 IPV6 技术的普及，工业以太网也可以提供上百万数据源的高速交换，这是目前的其他总线给予的<sup>[7][21]</sup>。目前，转向生产集成工业以太网技术的仪器仪表、装置的厂家是十分明智的，可以预见，在未来的十年，工业以太网将不断统一各种标准，使企业生产信息交换的结构变得上下统一，简单高效。目前还有大量的现场总线标准，但没有任何一种标准比工业以太网更具生命力。其中最显著的原因就是灵活的组网结构、广泛的厂商支持和开放的交换协议体系，即便没有 IPV6 技术的普及，工业以太网也可以提供上百万数据源的高速交换，这是目前的其他总线无法给予的。

随着以太网通信速率的提高、全双工通信、交换技术的发展，为以太网的通信确定性的解决提供了技术基础，从而消除了以太网直接应用于工业现场设备间通信的主要障碍，为以太网直接应用于工业现场设备间通信提供了技术可能。为此，国际电工委员会 IEC 正着手起草实时以太网(Real-time Ethernet, RTE)标准，旨在推动以太网技术在工业控制领域的全面应用。针对这种形势，我国的一些科

研院所在国家“863”计划的支持下，开展了 EPA(Ethernet for PlantAutomation)技术的研究，重点是研究以太网技术应用于工业控制现场设备间通信的关键技术。

### 1.3 研究课题的意义

本文研究的 EtherNet/IP 通信适配器集成在传统工业设备上，传统工业设备可实现向 EtherNet/IP 工业互联网设备的升级；作为独立设备，EtherNet/IP 通信适配器是 EtherNet/IP 工业互联网组网的基础设备，承担着高效传输工业控制现场实时数据和配置信息的重任。EtherNet/IP 通信适配器实现通用工业协议 CIP 与标准 TCP/IP 互联网相结合，产生了全新工业互联网体系结构(IEC61158/IEC61784)。采用 EtherNet/IP 通信适配器，国内企业在组建 EtherNet/IP 工业互联网时可以自由选择传统的控制技术与设备，自动化产品供应商可以完全平等的、自主、自由地选择 TCP/IP 互联网芯片和开发平台，开发符合各种工业应用的 CIP 工业互联网产品，不再受限于特定的某家国外公司。在突破西方发达国家对 EtherNet/IP 工业互联网技术垄断的同时，在 EtherNet/IP 工业互联网设备的开发、制造和组建上，中国厂商和全球范围内的厂商站在的同一起跑线上，中国用户不仅能够使用操作简单、维护简单、功能全面和成本低廉的 EtherNet/IP 工业互联网，而且直接受益于标准 TCP/IP 互联网的持续创新、功能增强和成本降低等带来的好处，具有十分显著的社会效益。特别重要的是，本项目的实施将突破西方发达国家的技术贸易壁垒，填补我国在 EtherNet/IP 工业互联网技术研究和产品开发方面的空白，具有十分显著的科技、经济和社会效益。

工业以太网的研究才刚刚开始，还没有形成统一的工业以太网标准；在工业控制的转型期，对我国的工控行业追赶国际先进的工业控制技术是一个非常好的机遇。本文所研究的 Ethernet/IP 通信适配器，就是要实现工业以太网应用于工业现场基于以太网的通信适配器，实现远程监控、访问及数据的传输，探索以太网用于工业控制现场，期望对我国工业以太网的研究与发展有积极的作用。

### 1.4 本文结构

第一章：介绍了课题的背景，工业以太网发展的一些现状，以及研究开发工业以太网系统的意义。

第二章：介绍了工业以太网的发展，现有的几种典型的工业以太网协议。

第三章介绍了 Ethernet/IP 工业以太网技术，并简要描述了 CIP 协议。

第四章介绍 Ethernet/IP 通信适配器的硬件原理设计。

第五章介绍 Ethernet/IP 通信适配器的 PCB 设计。

第六章介绍 Ethernet/IP 通信适配器的测试方法、测试效果和测试中遇到的一些问题及其解决方法。

第七章结语

厦门大学博硕士论文摘要库



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