View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Xiamen University Institutional Repository

学校编码：10384　　分类号_____密级
学号：　200431004　　UDC

厦门大学

硕　士　学　位　论　文

基于 μCOS-II 的嵌入式微机保护装置的研究

The Research on Embeded MicrocomputerProtection Device Based on μCOS-II

王　威

指导教师姓名：余　臻　副教授
专　业　名　称：控制理论与控制工程
论文提交日期：2007 年 5 月
论文答辩时间：2007 年 6 月
学位授予日期：2007 年　月

答辩委员会主席：
评阅人：

2007 年 6 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，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

厦门大学博硕士论文摘要库

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

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

伴随着我国经济的飞速发展，各行业对电力的需求也日益增大，并且对供电质量的要求也越来越高。通过加强对电力系统的监控，达到改善供电质量的要求变得刻不容缓。微机保护技术对于电力系统的监控意义重大。尤其是近几年来计算机领域的软硬件技术的快速发展，更是给微机保护技术带来了新的活力。

微机保护技术是指通过实时的监控被保护对象的电压电流值，根据相应的算法判据得出被保护对象是否发生电力故障，再根据故障的类型做出相应的保护动作，以此达到保护对象的目的。

以往的微机保护装置的软件设计因要特别考虑实时性，大都使用汇编程序编写，代码维护困难。本装置通过采用汇编语言与 C 语言混合编程以及将μCOS-II 嵌入式操作系统引入到微机保护装置当中，兼顾了软件编写上的效率以及代码维护的问题。另外微机保护装置的研究难点在于保护算法的改进，要改进保护算法必须要有相关的算法检验平台，本装置的实现可为将来保护算法的研究提供软硬基础平台。

本文涵盖的内容包括系统装置的硬件设计、软件设计、保护算法研究、通讯协议分析以及μCOS-II 嵌入式操作系统在 MCU 中的移植内容。

关键词：微机保护；μCOS-II；通讯协议

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

With the rapid development of economy of our country, the requirement of the electric power increase quickly in all enterprises, and the demanding of the electric quality is becoming more and more at the same time. So it becomes a serial problem for improving the electric quality by enhancing the controlling and scouting the electric power system. The technology of the protecting by microcomputer is very important for controlling and scouting, special the fast development in software and hardware technology for microcomputer by recently years, it shows more and more energy.

The technology of the protecting by microcomputer is that real time scouting the object's voltage and current that wanted to be scouted by people used the devices that the microcomputer inside, and then bases some mathematic formula to judge whether the electric failure happen, finally operates correspond step to protect the object that needed to be protected depending on which kinds of the electric failures.

Anciently, because of caring the aspect of the real time, so many these kinds software designed using the Assembler language, though it may cause the problem of maintenance the code. The software of the device is designed by C and Assembler languages and includes a real time operation system. Both them will make the software no only be more efficiency but also easily maintenance. On the other hand, one of the difficulties in studying the technology of the protecting by microcomputer is the improving the arithmetic of the protecting, and if want to improve the arithmetic of the protecting, it must need a test plat roof. The realization of the device can provide the software and hardware test plat roof for testing the arithmetic of the protecting.

The contains of the paper cover the software of the device, the hardware of the device, the arithmetic of the protecting, the protocol of the communications, and how to port the embed operation system of μCOS-II to 80C196KC system.

Key Words: Protect With Microcomputer; μCOS-II; Communication Protocol

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 引 言 1

1.1 问题的提出 1

1.2 研究内容 1

1.3 研究价值 1

1.4 本文的组织 1

第二章 概 述 3

2.1 嵌入式系统概念介绍 3

2.2 嵌入式发展的趋势 4

2.3 微机保护的概念介绍 4

2.3.1 微机保护的历史 5

2.3.2 我国微机保护的发展史 5

第三章 硬件设计相关内容 7

3.1 系统框架介绍 7

3.1.1 电源模块 8

3.2 系统模块 8

3.2.1 CPU 介绍 8

3.2.2 CPU 资源分配介绍 11

3.2.3 通讯接口电路 12

3.2.4 GAL 芯片介绍 13

3.2.5 数模转换(A/D)与采样保持电路 16

3.2.6 看门狗电路 19

3.2.7 液晶显示接口电路 19

3.3 输入输出模块 20

3.3.1 开关量输入电路 20

3.3.2 继电器输出电路 21

3.3.3 采样电压电流 I-V 电路 22

3.3.4 其它电路 23

厦门大学博硕士论文摘要库

3.4 印刷电路板制作注意事项 23
3.4.1 EMC 的基本概念 24
3.4.2 保护措施 24
第四章 软件设计相关内容 27
4.1 μCOS-II 的移植与系统整合 27
4.1.1 实时系统的概念 27
4.1.2 μCOS-II 的简介 31
4.1.3 μCOS-II 运行机理概述 31
4.1.4 开发平台的介绍 32
4.1.5 C 语言与汇编语言的混合编程 32
4.1.6 μCOS-II 的移植 35
4.2 各个功能模块的相关代码 39
4.2.1 液晶显示模块的编程介绍 39
4.2.2 SPI 总线芯片编程介绍 43
4.3 保护算法的分析 45
4.3.1 基本原理 45
4.4 通讯协议的分析 46
4.4.1 通讯协议的确定 47
4.4.2 报文分析 54
4.4.3 CRC16 校验 57
总 结 59
5.1 取得的成果 59
5.2 展望与存在问题 59
附 录 60
参考文献 62
致 谢 64

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

1 Chapter 1 Foreword 1

1.1 Problem 1

1.2 Content of the Paper 1

1.3 Value of the Research 1

1.4 The Structure of the Paper 1

2 Chapter 2 Exordium 3

2.1 Concept of Embed System 3

2.2 Develope Trend of Embed System 4

2.3 The Basic Concept of Protecting with Mico-Computer 4

2.3.1 History of Protecting with Micro-Computer 4

2.3.2 History of Protecting in our Country 5

3 Chapter 3 The Content of Hardware Design 7

3.1 Introduction of System Frame 7

3.1.1 The Modules of Power 8

3.2 System Modules 8

3.2.1 Introduction of the CPU 8

3.2.2 The Distribution of CPU Resource 11

3.2.3 The Circuit of Communication 12

3.2.4 Introduction of the GAL Chip 13

3.2.5 The Circuits of A/D and Sample/Hold 16

3.2.6 The Circuit of Watchdog 18

3.2.7 The Circuit of LCD 19

3.3 The Modules of Input and Output 19

3.3.1 The Circuit of IO Input 19

3.3.2 The Circuit of Relays Output 20

3.3.3 The Circuit of Sampling Current and Voltage 21

3.3.4 Other Circuits 22

3.4 The Notice of Making PCB 22

3.4.1 The Basic Concept of EMC 23

3.4.2 Safeguard 23

4 Chapter 4 The Content of Software Design 25

厦门大学博硕士论文摘要库

4.1 Porting of mCOS-II and System Integrating 25
4.1.1 Concept of Real Time System 25
4.1.2 The Introduction of mCOS-II 29
4.1.3 Summarize of the Running Mechanism mCOS-II 29
4.1.4 Introduction of Flatform 30
4.1.5 Programme Mixed by C and Assembler Language 30
4.1.6 The Porting of mCOS-II 33
4.2 The Software Codes of Function Modules 37
4.2.1 Introduction of LCD Modules Programme 37
4.2.2 Introduction of Programme on SPI Bus Chip 41
4.3 Analyze Protect Arithmetic 43
4.3.1 Basic Theory 43
4.4 The Analysing of the Communication Protocol 44
4.4.1 The Selection of Communication Protocol 44
4.4.2 The Analysing of Message 51
4.4.3 CRC16 Check 54
5 Chapter 5 Closing Remarks 56
5.1 Achievement 56
5.2 Problem and Prospect 56
Reference 59
Thanks 61

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 引 言

1.1 问题的提出

对于本专业的研究生，算法领域的研究，由于实验条件的限制，通常停留在计算机仿真的水平之上。为了能够使高校的理论研究更贴近于实际，并且能尽快的转化为实际的生产力，故提出能否开发出一些实际硬件平台来检验理论研究成果这一课题。一方面可以节省科研经费，另一方面通过对平台的开发，可以增加学生的动手实践能力。

另外由于在微机保护领域，算法的研究已经达到了一定的水平，能够满足大部分的工程需要，企业将不会投入过多的资源进行理论算法改进，故算法的研究速度也有所放慢甚至停滞不前。在这种情况之下高校的理论研究优势将可以得到较大的发挥，所以本论文选择该课题进行研究。

1.2 研究内容

能够初步实现微机保护装置软硬件设计的相关内容，硬件部分包括 LCD 显示模块、通讯模块、继电器输出模块、开关量输入模块以及模拟量采集模块。软件部分包括实时操作系统的引入、通讯协议的实现、以及初步保护算法的实现。

1.3 研究价值

该装置初步搭建了进行保护算法研究所需要的软硬件基础框架。特别是成功的引入μCOS-II 操作系统，使得嵌入式的软件开发变得简单起来，为后续的开发者奠定了较好的基础。

1.4 本文的组织

本文将从以下六个方面对该设计进行讨论：

第一部分总体概念。该章节对嵌入式以及微机保护的基本概念做一下总体的介绍。

厦门大学博硕士论文摘要库

第二部分硬件设计。该章节对微机保护装置的硬件组成以及基本原理进行详细介绍。

第三部分软件设计。该章节详细介绍了构成该装置的相关软件设计内容，特别是嵌入式操作系统的移植以及各个相关硬件部分的初始化代码如 PLD 与 LCD 等等。

第四部分关于保护算法的简介。

第五部分关于通讯协议分析。该章节对电力部门几种经常使用的通讯协议进行比较，以此说明进行协议分析的方法与过程。

第六部分全文总结。

厦门大学博硕士论文摘要库

第二章 概 述

2.1 嵌入式系统概念介绍

随着我国社会信息化时代的来临，丰富多彩的数字产品已经开始继 PC 机之后进入人民生活的各个领域，并且逐步形成一个充满商机的巨大产业链条，“后 PC 时代”来临。随着“后 PC 时代”的来临，嵌入式系统越来越广泛的被运用于社会的各个领域，与我们的生活变得越来越息息相关。嵌入式技术成为当今信息技术发展的热点。

嵌入式系统可以描述为：以应用为中心，软硬件可裁减的，适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等综合性严格要求的专业计算机系统[2]。

与通用计算机系统相比，嵌入式系统具有以下几个特征：

1.面向特定的应用场景。其软硬件设计可以量体裁衣，去除冗余。而通用计算机则是一个通用的、统一的平台，它需要能够满足各种应用的需求，因而使用效率将不能够达到最大。

2.得到多种处理器类型和体系结构的支持。通用计算机采用少数的处理器类型和体系结构，其相关处理器技术掌握在少数大公司手里；而嵌入式系统可以采用多种类型的处理器和体系结构，比较容易获得相关技术资料。目前主流的体系结构有 ARM，MIPS，PowerPC 和 SH 等。

3.有实时性和可靠性要求的场合。普通的桌面系统因为其使用领域不同，不需要很强的实时性，甚至也不需要很高的可靠性，因为它可以通过简单的重新启动的操作方式来恢复错误。而对于应用在控制领域的实时操作系统，特别是与人生命息息相关的控制领域，这种处理错误的方式是不可忍受的，因此要有严格的可靠性要求。而嵌入式系统恰好能够满足其要求。

4.系统大小可剪裁。普通的操作系统因其要满足各种应用需要，常常带有庞大的驱动程序库，种类繁多的系统功能，因此常常体积庞大，并且运行起来要耗费巨大的硬件资源，如 ROM 与 RAM，并且对于处理器的速度也有一定的要求。而嵌入式操作系统，可以根据需要进行裁减以及配置，达到几 KB 的规模，所需

厦门大学博硕士论文摘要库

要的硬件资源较少，并可根据实际需要挑选相应的 CPU 处理速度，故应用范围广泛[1]。

通过以上比较可以看出 嵌入式系统，应用前景十分广阔。

2.2 嵌入式发展的趋势

过去，由于条件所限，大部分的嵌入式系统硬件结构复杂，需要用户自行外扩总线，连接如 ROM、RAM、通讯口等等的电路。系统设计在硬件方面花费较大，并且整机的可靠性、抗干扰性方面也有待提高。随着硬件技术的不断发展，如今的微控制器内部往往集成了几乎一个嵌入式系统所必须拥有的所有硬件资源，使得硬件设计的成本与难度降低，嵌入式整机的开发工作已从传统的硬件为主变为以软件为主[2]。

嵌入式软件包括嵌入式操作系统、嵌入式软件开发工具和嵌入式中间构件。其中嵌入式操作系统是嵌入式软件的基础和龙头，嵌入式操作系统的使用将使嵌入式系统的开发发生翻天覆地的变化。因此嵌入式操作系统将是未来“后 PC”时代研究的热点。

2.3 微机保护的概念介绍

随着电子技术和计算机技术的发展，电力系统的继电保护也突破了传统的以继电器为主要执行机构的系统构成方式，出现了以数字微处理器为核心的电力系统继电保护形式。我们把以数字微处理器为核心构成的电力系统继电保护称为电力系统微机保护。

电力系统的继电保护基本要求包括了：可靠性、选择性、快速性、灵敏性。可靠性指的是要求保护系统在被保护对象发生故障的时候能够可靠的进行保护。选择性是指在发生电力故障的时候，保护装置能够在最靠近故障点的地方进行保护动作，使因故障产生的损失最小。快速性是指保护装置能够在故障产生的时候快速的进行动作，保护电网暂态稳定性。灵敏性是保护装置可靠动作的需要[3]。

厦门大学博硕士论文摘要库

2.3.1 微机保护的历史

上世纪初随着电力系统的发展，继电器开始广泛应用于电力系统的保护。这个时期可认为是继电保护技术发展的开端。到上世纪 20 年代初，距离保护装置出现。

50 年代，微波中继通讯开始应用于电力系统继电保护。同时在继电保护原理的发展过程中，构成继电保护装置的元件、材料等发生了巨大的变革。从机电式保护装置，到晶体管式继电保护装置，再到集成电路式继电保护装置。

在 20 世纪 60 年代末期，在美国与澳大利亚的一些学者的倡导之下，提出了能否利用小型计算机构成继电保护的构想。但是由于当时计算机价格昂贵，同时也无法满足高速继电保护的技术要求，因此在微机保护方面没有取得实质的应用。但由此开始了对计算机继电保护理论算法和程序结构的大量研究，为后来的继电保护的发展奠定了理论基础。

计算机技术在 70 年代初中期出现重大突破，大规模集成电路技术的飞速发展，使得微行计算机与微型处理器进入实用阶段。70 年代后期，出现了比较完善的微机保护样机，并投入到电力系统当中试运行。

80 年代微机保护在硬件结构与软件技术等方面日趋成熟并已在一些国家推广与应用。

90 年代电力系统的微机保护已经全面发展到微机保护时代，它是继电保护技术发展历史过程当中的第四代[3]。

2.3.2 我国微机保护的发展史

我国的微机保护研究起步于 20 世纪 70 年代末期、80 年代初期，尽管起步晚，但是由于我国继电保护工作者的努力，进展却很快。经过 10 年左右的奋斗，到了 80 年代末，计算机继电保护，特别是输电线路微机保护已达到了大量实用的程度。我国对计算机继电保护的研究过程中，高等院校和科研院所起着先导的作用。从 70 年代开始，华中 理工大学、东南大学、华北电力学院、西安交通大力自动化研究院都相继研制了不同原理、不同型式的微机保护装置。1984 年原华北电力学院研制的输电线路微机保护装置首先通过鉴定，并在系统中获得应用，揭开了我国继电保护发展史上的新一页，为微机保护的推广开辟了道

厦门大学博硕士论文摘要库

路。在主设备保护方面，东南大学和华中理工大学研制的发电机失磁保护、发电机保护和发电机－变压器组保护也相继于 1989 年、1994 年通过鉴定，投入运行。南京电力自动化研究院研制的微机线路保护装置也于 1991 年通过鉴定。天津大学与南京电力自动化设备厂合作研制的微机相电压补偿式方向高频保护，西安交通大学与许昌继电器厂合作研制的正序故障分量方向高频保护也相继于 1993 年、1996 年通过鉴定。至此，不同原理、不同机型的微机线路和主设备保护各具特色，为电力系统提供了一批新一代性能优良、功能齐全、工作可靠的继电保护装置。因此到了 90 年代，我国继电保护进入了微机时代。随着微机保护装置的研究，在微机保护软件、算法等方面也取得了很多理论成果，并且应用于实际之中[3]。

目前，微机保护技术已经趋于成熟，各种类型的微机保护装置已在全国各大电网中投入运行。随着时间的推移微机保护所拥有巨大的潜力必将越来越被人们所认可。

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 for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库