



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

密级：公开

论文类型：应用研究

工程硕士学位论文

基于 WinCE 的
电力收费系统设计与实现

Based on WinCE System Design and
Implementation of Electric Charge System

培 养 单 位：信息科学与技术学院

专 业 领 域：计 算 机 技 术

学 生 姓 名：李 华

校 内 导 师：王 学 军 教 授

校 外 导 师：程 煜 研 究 员

二〇一六年六月

独 创 性 声 明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得石家庄铁道大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

签 名：_____ 日 期：_____

关于论文使用授权的说明

本人完全了解石家庄铁道大学有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向有关部门送交论文的复印件和电子版本，允许论文被查阅和借阅，同意学校将论文加入《中国优秀博硕士学位论文全文数据库》和编入《中国学位论文全文数据库》。本人授权石家庄铁道大学，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文，可以公布论文的全部或部分内容。(保密的论文在解密后应遵守此规定)

作者签名：_____ 日 期：_____

导师签名：_____ 日 期：_____

摘 要

用电是我们日常生活中很普遍的行为，因此电费收取的过程是关系到国计民生的重要事情，同时也是一件牵扯层面众多的事情。目前我国城市居民住相对集中因此收取电费问题解决相对简单，但在县乡一级由于居民居住相对分散，信息化程度较低导致电费收取过程往往很不方便。针对该实际问题，论文研究内容以河北南网地区县乡一级的电力收费问题为对象，对实际问题进行深入考察调研，同时在研究过程中与当地国家电网部门共同合作开发。最终设计出一套能够解决当地实际情况的电力收费系统。

论文设计的电力收费系统分成两个部分，现场收取电费的收费终端和电力公司电费收取管理系统。其中收费终端的设计是论文核心部分，收费终端是基于 WinCE 系统的嵌入式设备，其硬件采用了三星 s3c2440 控制器作为其控制芯片，SDRAM 芯片作为其内存部分，Nand-flash 芯片作为其数据存储部分，外围硬件包括无线通信模块、嵌入式打印模块和非接触式读卡模块等；收费终端系统采用了微软旗下的 WinCE 系统，并且经过合理的系统剪裁与配置定制出符合收费终端需求的嵌入式系统；在定制的 WinCE 系统下选择 C#语言进行系统软件开发，移动终端中的数据采用 Sqlite 数据库进行存储。电力公司电费收取管理系统主要负责对收费终端上传上来数据的解析和存储。

目前，论文所研发设计出的系统已经在邯郸峰峰矿区、沧州任丘等多地投入使用。解决了这些地区以往电费收取过程中现场收费后不能够及时将收费数据上传和不能找零等问题。采用嵌入式移动终端设备在实际领域的应用可以非常方便解决传统行业中的实际问题，论文所设计的系统有很强的实际应用价值，并且该系统具备可复制性和移植性能够方便将其应用到其他行业，解决更多的实际问题。

关键词：WinCE；嵌入式；软件开发；硬件设计；GPRS 通信

Abstract

Due to the extensively usage of electricity in our daily life, electricity charge plays a vital role in the national welfare and the people ' s livelihood, and involves various aspects. Compared with the simpler electricity charge in urban areas resulting from the relative concentration of urban residents, relatively scattered residence in counties and towns and the lower informatization lead to much inconvenience during electricity charge. Aimed at this practical problem, the paper targets the electricity charge in counties and towns involving South Hebei Power Network, and makes a thorough investigation and study, cooperates with departments of the local State Grid, and finally achieves a charging system solving the real problems of local area.

The charging system is divided into two parts, namely the field charging terminal and the power company charge management system. As the core part of the thesis, the charging terminal is embedded equipment based on WinCE system. The hardware uses Samsung S3C2440 controller as its control chip, SDRAM chip as part of its memory, Nand-flash chip as data storage, and the peripheral hardware includes wireless communication module, embedded module and contactless card reader module etc.; charging terminal system uses a WinCE system of Microsoft, and in order to meet the reasonable needs of embedded system charging terminal system, the customized cutting and configuration is designed; in a customized WinCE system under the C# language software development, data in a mobile terminal is stored according to Sqlite Database. The charging management system of electric power company is mainly responsible for the analysis and storage of the data collected from the terminal.

At present, the design of the system has been applied in Feng Feng Mining Area of Handan, Renqiu of Cangzhou and many other places, solving such problems as undelayed data uploading after charging and no small change during electricity charge. The application of embedded mobile terminal equipment in practical fields offers much convenience in dealing with practical problems in some traditional industries, the system designed in this paper has strong practical application value,

and the replicability and portability of the system can be easily applied to other other industries to solve more practical problems.

Key words: payment of electricity bills; WinCE; embedded operating system; GPRS communication

目 录

第一章 绪 论.....	1
1.1 选题依据.....	1
1.2 国内外研究现状.....	2
1.2.1 国外嵌入式技术发展现状.....	2
1.2.2 国内嵌入式技术发展现状.....	2
1.3 论文主要研究内容.....	3
1.4 本论文章节安排.....	4
第二章 相关技术介绍.....	6
2.1 嵌入式技术.....	6
2.1.1 概述.....	6
2.1.2 特点.....	6
2.1.3 常见嵌入式系统.....	6
2.2 WinCE 系统.....	7
2.2.1 WinCE 系统概述.....	7
2.2.2 WinCE 特点.....	8
2.2.3 WinCE 的结构分析.....	8
2.3 开发工具.....	9
2.3.1 QT 平台.....	9
2.3.2 VS&C#.....	9
2.4 嵌入式数据库.....	9
2.5 本章小结.....	10
第三章 需求分析.....	11
3.1 系统设计原则.....	11
3.2 系统功能需求分析.....	12
3.2.1 硬件需求分析.....	12
3.2.2 软件需求分析.....	13
3.2.3 通信需求分析.....	14
3.3 系统非功能需求分析.....	15
3.4 本章小结.....	16
第四章 系统设计.....	17

4.1	系统整体结构.....	17
4.2	收费终端硬件设计.....	18
4.2.1	整体设计.....	18
4.2.2	主控部分模块.....	19
4.2.3	GPRS 通信模块.....	21
4.2.4	打印机模块.....	22
4.2.5	读卡模块.....	22
4.2.6	其它硬件部分.....	23
4.3	收费终端软件设计.....	23
4.3.1	查询电费.....	23
4.3.2	收取电费.....	24
4.4	收费终端数据库设计.....	25
4.5	本章小结.....	31
第五章	系统实现.....	32
5.1	WinCE 系统的定制.....	32
5.2	WinCE 系统模拟器开发.....	33
5.3	移动收费终端收费程序.....	34
5.3.1	登录部分.....	34
5.3.2	系统主界面.....	36
5.3.3	系统收费部分.....	38
5.3.4	系统查询部分.....	39
5.4	本章小结.....	40
第六章	系统测试.....	41
6.1	系统及软件测试.....	41
6.2	现场测试及问题解决.....	42
6.3	本章小结.....	43
第七章	结论与展望.....	44
7.1	结论.....	44
7.2	展望.....	44
	参 考 文 献.....	46
	致 谢.....	49
	个人简历、在学期间的研究成果及发表的学术论文.....	50

第一章 绪 论

1.1 选题依据

“电”是一个国家发展中至关重要的能源，不论从国家层面的全局管理还是到老百姓的日常生活都是必不可少的。因此电费收取是关系到国计民生和国家发展的重要工作，所以对电力收费的研究是具有很大实际意义的工作^[1]。我国目前针对民用电费收费形式种类众多，主要包括预付费电表收费、插卡收费、智能电网等诸多先进的收取电费方式。但同时在我国县乡一级还存在着很多老旧电表用户，对其收取电费需要首先进行电表的标码查抄然后将标码汇总到电力局核算中心，再将电费算出来后还需要电力局收费人员去进行电费收缴，收费人员拿着打印出来的欠费单到县乡指定地方定时进行收费，并且收费过程中找零钱很不方便，极大影响了电费收取工作的效率。

所以本论文根据国家电网河北南网分公司下属部分县级供电部门的实际需求，以及响应国家目前提倡的农村电力全面实施“社会化代替交费”的方针设计出一种能够方便县乡一级用户的电力收费系统，不仅可以方便居民交纳电费，同时还可以极大的方便电力局收费人员进行收费。

通过论文设计的电力收费系统可帮助县乡一级电力收费从以往的由电力局收取转变成“社会化代替交费”模式，可以将电力局收费的工作转移到社会中，这样减轻了电力局在收缴电费中的工作，同时增加了电费收缴的多样式，为电费收缴改革探索一条新的道路，并且可以在不能大范围更换电表的县乡地区提供一套先进的电费收费方式。论文设计的电力收费系统是基于嵌入式收费终端的系统，该系统具有较强的可复制性，可以在其他行业应用，该设计具备很强的复制性和适应性。所以综上进行一套基于移动终端的收费模式具有很好的实用性和便利性，故选取该课题作为论文的研究内容。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外嵌入式技术发展现状

目前世界上主流的嵌入式系统诸如 LINUX、WinCE、安卓等都是由国外公司或研究单位设计出来，所以基于嵌入式系统的硬件设备国外领先于国内的发展水平。并且在近十年全世界范围内基于嵌入式的硬件设备有了飞速的发展，极大的影响了我们的日常生活，相关的产品遍布我们周围^[2]。

其典型产品包括：智能手机、银行的 ATM 机、汽车导航设备、超市的自动售货装备等。国外有众多在嵌入式方面有着强大技术实力的企业和公司。日本

的 NEC 公司是著名的硬件芯片公司，近些年该公司基于 LINUX 系统的嵌入式收费终端设备在世界众多大型超市中销售量超过 300 万台，并且该公司还涉足交通行业、汽车电子等行业。总部坐落于美国的苹果公司是一家众所周知的超级跨国公司，在 2015 年 12 月下旬，有调研公司分析苹果公司在上一年成为欧美地区最大的智能手机提供企业，其股票几年内屡创新高。该公司的核心业务智能手机便是嵌入式硬件设备，其自己研发的 IOS 系统在硬件中有着极强的稳定性和可靠性，这使得该公司凭借智能手机成为世界级的超级公司。

Alienware 公司是另一家坐落在美国的大型嵌入式硬件公司，该公司目前主要以设计基于便携式嵌入式产品系统为主要发展方向，其设计的系统涵盖电力、交通、航空等领域，通过简单的便携式嵌入式设备可以通过智能化、信息化极大的提高各行业执行效率，这其中就包括电力缴费系统。

在 2014 年基于嵌入式系统的硬件产品产值已突破了十万亿美元，并且研究机构对未来三年的市场进行分析得出嵌入式硬件产品会有一个超高速的发展阶

段，相应的各种嵌入式硬件产品会在越来越多的行业出现并且带动各个行业的智能化信息化建设^[3]。

1.2.2 国内嵌入式技术发展现状

国内近些年在嵌入式系统上的发展也有了长足的进步，一大批基于嵌入式技术的企业逐渐发展壮大。

小米公司是雷军在 2010 年成立的科技公司其主要产品小米手机便是嵌入式硬件产品，小米手机的操作系统为定制的安卓系统。最近小米公司除了继续对

智能手机进行研发，还研发设计了一系列的嵌入式产品包括小米盒子、小米空气净化器。

其他嵌入式企业比较有名的还有华为、魅族、振中等，虽然这些做嵌入式系统的公司目前发展极好但是缺乏自己的嵌入式系统，都是在利用目前已经成型的嵌入式系统，缺乏核心的技术内容。虽然国产操作系统也有诸如麒麟、红旗等一系列但都是基于 LINUX 内核下的操作系统，缺乏有着核心竞争力的操作系统^[4]。同样在硬件方面，国内各大公司都是基本采用基于 ARM 架构下的硬件芯片并没有自己国内生产的可以移植嵌入式系统的硬件芯片，相比操作系统更加缺乏核心竞争力。

针对国内嵌入式发展的诸多弊端，国家层面出台了一系列的对应方案，在 2012 年有工业和信息化部出台了《集成电路产业“十二五”发展规划》特别指明要在将来十年的时间内在核心技术方面有重大突破，并且相关产业产值增长一倍以上，能够出现一批可以和国外企业相抗衡的国内企业^[6]。在国家的诸多好政策的激励下在嵌入式以及芯片方面出现了很多重大突破，其中隶属于清华紫光集团的展讯科技有限公司在芯片制造方面取得很大进展，制造出一系列芯片并不断进行研发，中兴也在今年提出要研发中兴 OS 系统和中兴自主芯片。通过国内的一流企业的不断努力相信不久的将来在嵌入式领域我国会有一系列的重大突破和进展，也将带动众多的应用型企业发展进而将嵌入式产品应用到各行各业，推动国家的智能化信息化进程发展。

1.3 论文主要研究内容

论文主要研究内容是设计基于嵌入式 WinCE 系统的移动收费终端设备，配合电力局电费核算软件形成一套电力收费系统。通过该系统能够解决目前县乡一级电力收费中存在这收费数据不能及时上传、不能找零钱、收费时间地点过于固定的一系列问题，利用先进的技术将传统的收缴电费过程变得信息化智能化。方案具体是在电费社会化代替交费方针下，在每一个乡或村中建立一个交电费的站点，收费站承包给当地负责收费的人员，通过利用系统设计的移动收费终端向当地居民进行电费收取，按收取的总金额提取相应的费用，既方便了当地居民交电费也增加了相应的就业岗位。

论文所研究的重点是设计移动收费终端，主要内容有(1)定制剪裁合适的 WinCE 系统满足移动收费终端的需求；(2)根据移动收费终端的需求进行其硬件

设计,选择合适的 CPU、内存控制芯片和存储数据芯片;(3)根据收费情况设计移动收费终端的外围硬件设备(读卡模块、通信模块、打印模块等);(4)在定制好的 WinCE 系统上进行收费程序的开发,开发主要利用 C#语言和 Sqlite 数据库;(5)收费终端和电力局内后台应用程序之间的通信以及后台应用程序对数据的存储。论文通过对以上主要内容的研究完成一整套可以实际应用的电费收费系统。

所研究的内容一方面可以解决实际的县乡一级电费收费中的问题,并且研究内容在河北南网多个县推广使用,具有很好的实际意义。另一方面研究内容设计的移动收费终端综合了软硬件多个领域的知识,具有较强的学术价值。同时该套系统具有可复制性和移植性,能够在多个领域使用, also 具有很好的商业价值。

1.4 本论文章节安排

论文根据系统研究的内容共分为七个章节,具体章节安排内容设置如下:第一章内容主要介绍了基于 WinCE 系统的电力收费系统的设计开发背景,并介绍了国内外的发 展情景,进而得出系统研究主要内容,为后期系统设计指明方向。

第二章内容主要对全文研究的系统中涉及到的技术原理方面内容进行解析和探讨,对后文中系统具体研发设计做好合理的过渡。

第三章内容主要对该系统进行了功能、可行性等多方面的可行性分析,并对系统中涉及到的各类使用客户的需求进行了系统的分析,进而得出系统下一步开发所需要的具体方向和内容,保证系统开发符合用户需求的原则。

第四章内容主要对整个系统进行设计,分别进行系统中的硬件设计和软件设计,围绕系统的主要功能进行软硬结合的设计保证需求分析中的功能可以在设计中全部实现。

第五章内容主要是系统实现,对设计好的系统进行实际运行保证系统在运行过程中正常稳定,并对系统所需要的 WinCE 系统剪裁和移植做了相关的描述和分析。

第六章内容主要是系统测试,通过系统的运行中出现的问题对整个系统中的不同方面进行全方位测试,最终实现整体系统能够在实际工作中不出现错误。

第七章展望了基于 WinCE 系统的电力收费系统的发展趋势,并进行了总结,将其中的优点部分进行了分析,对部分提出了修改和改进的意见。

1.5 本章小结

本章内容对基于 WinCE 下电力收费系统的选题进行了分析和研究，同时对国内外在嵌入式领域的研究进行了介绍。并对目前我国县乡一级电力收费存在着的实际问题进行了分析，提出了合理的解决方案。最后对整篇论文的结构进行了分析和介绍。

第二章 相关技术介绍

本章内容重点是介绍开发基于 WinCE 下电力收费系统的相关技术，包括嵌入式系统的软硬件内容、开发工具和数据库等内容。

2.1 嵌入式技术

2.1.1 概述

按照国际电子工业协会的说明，将用于对硬件设备进行监控、辅助以及配套使用的装置和设备定位为嵌入式系统^[7]。其他较为普遍的定义嵌入式系统是可以进行在特定的环境进行应用的专业电脑。在日常之中我们更多地将其当成一种应用，通过控制芯片 CPU 对包括内存存储、硬件数据存储等硬件组成部分进行控制，并且可以在硬件 CPU 移植相应的操作系统。目前嵌入式系统 主要在消费电子行业、汽车电子行业、可穿戴电子设备以及手持设备等众多领域有着很多的应用^[8]。

2.1.2 特点

嵌入式产品在硬件上一般采用 ARM 的架构的 CPU，ARM 架构的 CPU 采用精简指令集具备运算器和其他多功能寄存器，可以在芯片级的架构里集成众多硬件配置，这样能够方便嵌入式系统的开发^[9]。嵌入式在软件的层面上主要可以移植多种多样的嵌入式系统，在硬件中移植进去嵌入式系统将相当于让嵌入式设备具备了智能化，可以更加的方便进行产品的设置和研发^[10]。

2.1.3 常见嵌入式系统

嵌入式系统是一种“完全嵌入到受控器件内部，为特定应用而设计的专用计算机系统”^[11]。

嵌入式操作系统也是操作系统的一种，但和我们常用的 PC 机上的电脑操作系统不同的是，其可以进行剪裁根据具体的要求进行相应的移植，所以嵌入式

操作系统的特点在于灵活、体积小、适用范围广的特点。目前主流的嵌入式操作系统有 IOS、安卓、WinCE、LINUX、 μ C/OS 等。

(1) linux

LINUX 操作系统是基于 UNIX 演变而来，其主要特点是开源系统内核源代码公开，开发者可以根据系统的内核进行自己的开发，因此 LINUX 系统主要成绩在于其系统开源可以满足不同需求，同时不被商业化可以更好地体现软件世界里面的自由精神。目前 LINUX 有众多的版本，例如红帽子、debian、国产的优麒麟等，包括安卓系统也是基于 LINUX 内核开发的系统^[12]。

(2) uC/OS-II

uC/OS-II 是一个轻量级的操作系统，主要应用在 ARM 架构的硬件设备上，其源代码以 C 语言为主汇编语言为辅，是基于优先级调度的可抢占的实时操作系统。目前可以支持 Motorola、Philips、Samsung 等公司的 CPU。该系统体积很小适合一些对硬件需求较少的项目中，但其不开源导致其应用范围较小，整体的应用有限^[13]。

(3) PalmOS

PalmOS 是 Palm 公司为方便本公司产品自行设计的操作系统，主要应用在公司传统产品 PDA 上。该操作系统于 1996 年问世后已经获得了世界各国的众多支持者^[14]。PalmOS 操作系统主要应用在 32 位处理器上，其主要特点是用简单的图形界面实现对系统逻辑的管理，极大的方便使用者用较少的操作完成信息的采集。PalmOS 在设计的时候便经过了最优的处理，在程序运行后保证硬件处理能够尽量少的被依赖。同时该系统全部提供了相应的接口，方便开发者在系统上开发相应的程序。

2.2 WinCE 系统

2.2.1 WinCE 系统概述

WinCE 系统是能够剪裁定制，并且具备多线程、跨平台的嵌入式操作系统。其是从 Windows 95 操作系统发展而来，具有更强大的图形化界面、通信处理能力和对物理内存深入处理的功能^[15]。WinCE 系统主要可以满足在有限的硬件资源下进行系统级的操作，其主要应用在定制相关的嵌入式产品，比如工业控制、汽车电子、家用电子产品等。WinCE 系统支持的硬件种类非常多，可以将系统

移植到多种架构的 CPU 中，同时对于外围电路的接口很全面可以对鼠标、键盘、串口设备、网口设备、USB 设备和音、视频设备全部兼容。它还具备台式机上 windows 系统所提供的编程接口，很好的方便程序员的程序开发^[16]。

2.2.2 WinCE 特点

微软公司发行的 WinCE 系统继承了台式机上 Windows 操作系统的诸多优点，并且具有低成本、效率高等优势。可以在不同领域发挥其功能，其主要特点有：(1)占用硬件资源少。(2)支持多种不同的 CPU 硬件架构。(3)集成多种通信协议。(4)多种开发平台。(5)实时性好。(6)系统的文件架构。(7)智能的电源控制。(8)可定制的用户界面。

2.2.3 WinCE 的结构分析

1、内存架构

WinCE 系统可以保证程序方便的调用硬件资源，保证通过系统自身访问硬件的 RAM 和 ROM，其内存管理包含以下三个方面：

(1)虚拟内存控制；(2)硬件存储控制；(3)堆栈管理控制^[17]。

2、设备驱动程序结构

WinCE 系统对于设备驱动主要分成两个类别：单体驱动与分层驱动，一般来说大部分的 WinCE 系统下的设备驱动都是分层驱动。为了方便系统对于驱动的管理微软对各类的内部设备提供了多个样本的 PDD 层驱动，以及对外接设备和 SD 卡等外围存储设备的 FAT 系统，极大的方便了开发者的开发效率^[18]。

2.2.4 WinCE 嵌入式系统支持

(1) 高度模块化

针对不同的项目需要对系统进行剪裁，这样能够保证占用最少的硬件资源。因此 WinCE 系统具有很好的模块化功能，其核心为 NK.bin 文件主要起到调度和内存控制功能，其余的部分都在模块中实现^[19]。诸如图形化界面(gwes.cxe)，文件系统(filesys.exe)等，WinCE 系统存储了大量相关的驱动只需要相应的调度就行，模块化的设定工作可以使用 PlatformBullder 完成，方便开发者添加和删除。

(2) 应用集成

WinCE 系统自带很多已经得到授权的应用程序主要包含：office 组建，音频播放软件等，可以直接在系统中调用^[20]。

(3) 多语言和国际化支持

WinCE 系统对字体支持非常强大，全部集成了 UNICODE 字符集。对输入最复杂的中日韩三国语言的输入法有很好的支持，可以在该系统下使用桌面 Windows 系统的输入法输入字符。

(4) 图形用户界面

WinCE 系统具备 WindowsAPI、图形设备接口、用户界面等内容。方便开发者在系统层面进行图形化界面的编程。

(5) 安全

WinCE 系统为用户安全提供了可靠地安全数据存储、标准加密、网络安全。可以让用户在系统下安全的使用应用程序。

2.3 开发工具

2.3.1 QT 平台

QT 平台主要是一个能在不同架构 CPU 下进行应用程序开发的平台，该平台主要基于 C++语言，目前众多公司在嵌入式系统开发中都采用 QT 平台作为其研发平台，该平台下完成的项目具有可移植性和可复制性极大地方便研发人员的使用。

2.3.2 VS&C#

C#是微软公司发布的一种面向对象的、运行于.NET Framework 之上的高级程序设计语言。并定于在微软职业开发者论坛(PDC)上登台亮相。C#是微软公司研究员 Anders Hejlsberg 的最新成果。C#看起来与 Java 有着惊人的相似：它包括了如单一继承、接口、与 Java 几乎同样的语法和编译成中间代码再运行的过程。但是 C#与 Java 有着明显的不同，它借鉴了 Delphi 的一个特点，与 COM(组件对象模型)是直接集成的，而且它是微软公司.NET Windows 网络框架的主角^[21]。

2.4 嵌入式数据库

系统采用的是 SQLite 数据库，SQLite 是美国硅谷研发团队利用 JAVA 语言研发出来的嵌入式数据库。它完全开源，用户可以从网上下载到其源代码。目

前该数据能够在多个不同的嵌入式系统中使用并且保证数据处理的速度，同时该数据可以进行对大部分硬件芯片的移植^[22]。

该数据库从诞生便定义为嵌入式移植数据库，在目前的各种智能平台设备上都会用到该数据库，其具有完整的数据库结构并且可以免费使用，同时占用空间小，性能强大。

2.5 本章小结

本章节主要将后文中涉及到的主要技术进行分析和总结，保证后文中的出现的主要技术都可以在本章节内找到，具体涉及到嵌入式、嵌入式系统以及开发平台和系统数据库等方面内容。

第三章 需求分析

本章主要是针对系统的需求做出了分析，对于系统的设计进行了讨论和分析，让整个系统在设计的过程中有依照。

3.1 系统设计原则

为了实现基于 WinCE 的电力收费系统在实际应用中的实用性以及高效性和保证系统能够符合电力公司对电力缴费的标准和政策，同时需要保证该套系统在具体应用中能够符合操作人员和对象客户的实际需，并且考虑到系统后期的升级和其他系统配合使用过程中的接口问题以及系统的安全性和可靠性的方面。综上所述，在对本系统进行需求分析的时候需要考虑如下的原则：

(1) 实用性原则

本系统最终需要解决供电部分收费人员收取电费的问题，需要直接面对使用者和操作者，这需要系统再设计的过程中提前进行针对电力部分的需求分析，保证系统在应用中能够符合面向收取电费人员的工作需求，这包括系统整体功能、系统在应用中是否易于搭建操作环境、对使用人员培训的难易度等方面。

(2) 先进性原则

根据世界上各国一些比较成功电力缴费的经验，使用比较便利移植在硬件中的嵌入式系统，使用较为先进的操作方式，让以后信息技术的发展从一开始就站在一个比较高的水平上，逐渐的融入到社会发展的潮流中来。

(3) 开放性和可扩展性原则

在进行电力缴费系统设计的时候，方案主要是围绕体系结构以及软件平台这两个方面，不管是选型还是设计开发都要充分的考虑到行业标准和开放这两个重要的原则。不管是系统的开发还是系统的设计上都要按照相关的标准来进行，按照一定的模块标准，遵循标准的基础上再进行创新，与此伴随，这个系统还可以建立或建成，未来将建成对接和资源共享。

(4) 成熟性原则

系统设计的目的就是要挑选成熟产品应用在该架构之中，并利用先进的科学手段并符合现实要求。未来不再把这个系统当成是技术的实验基地，我们不

能只是一味的追求新的科学技术，防止新的科学技术在发展上存在一些不足造成不好的后果。

(5) 经济性原则

进行一整套电力缴费系统的研发和设计需要大量的经费作为支撑，尤其是系统在实际中应用应该还需要考虑到维护、升级等情况，所以进行系统的经济方面需求分析是必不可少的。

(6) 安全可靠原则

电力收费系统的建设有一个很关键的条件，就是要具有一定的安全性，在进行整体的设计工作和集成工作的时候首先要想到可靠和安全，后台要有强大的安全的系统作为支持，与此同时还要进行政府信息化。

3.2 系统功能需求分析

在对问题进行调查的基础上是为软件分析时期的任务工作服务的，借助有效的方式来对问题作出合理的分析，进行需求分析主要的目的就是来看出系统需要完成的工作内容，并不是完成的质量和过程。系统最为主要的功能就是让工作完成有一定的保障。

3.2.1 硬件需求分析

在实际的电费收缴过程中最终要落实到县电力局层面，这要让系统操作过程符合县电力局员工的操作水平，还需要保证设备符合县级环境易于维护和修理。并且要求收费终端具备打印出收费单据的功能，和收费数据能够跟电力局中心站实时数据传输。所以对系统硬件的要求主要有这样几个方面：

(1) 进行控制作用的芯片要有较高的运算速度，让运行的系统可以达到一定的工作效率，不能有在使用过程中死机的现象。

(2) 让控制芯片可以进行移植操作系统对用户界面进行可视，操作的过程要尽量简易化。

(3) 进行存储工作的芯片要保障有足够的存储空间，因为需要储存一些用户进行缴费的信息。

(4) 系统数据在进行传输的过程中要借助合理的系统来进行无线传输工作，要保障可以把准确的数据及时的送达国家电网系统。

(5) 电力部门要有合适的打印机，不但要有打印的功能，还要尽量节省空间。

3.2.2 软件需求分析

针对于论文设计的系统中的软件部分需求主要体现在收费终端中移植在硬件中的操作系统的需求，在操作系统上面向客户的应用程序功能需求和应用程序中数据库使用的需求分析。

(1) 定制 WinCE 系统的需求

在硬件中移植的嵌入式系统需要具有所占内存小，但系统所需要的硬件和软件的功能都要支持。这就需要对原生态有的 WinCE 系统进行剪裁去掉系统中不需要的部分，保留必要的内容，具体剪裁的内容在第五章详细介绍。

(2) 应用程序功能需求

系统软件功能需求主要集中在几个主要流程包括系统收取电费流程和用户查询收缴电费流程，同时还需要考虑系统登录用户的权限问题，保证多用户登录具有不同的权限方便系统后期管理。接下来具体分析这几个方面的需求：

系统登录：充电缴费的系统不但要简单，而且要具备安全性，面对不同的用户需求和出现的问题不断的进行完善。具体权限分配如图 3-1 所示：

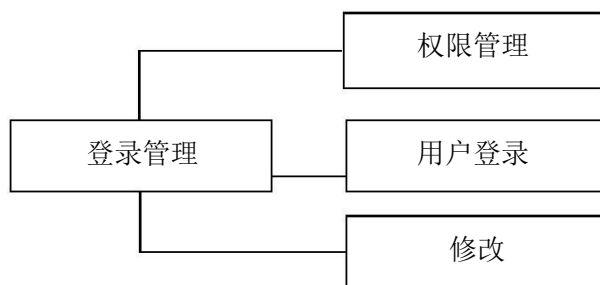


图 3-1 登录部分需求内容

在进入系统的用户登录的板块中包含了用户登录和权限管理以及修改这三个模块，主要的作用是对用户登录信息进行识别，看用户登录信息是否正确，同时还有权限管理以及分配，当出现错误的数据时要进行及时的修改。

电费查询管理模块：

系统中针对客户需要加上查询系统主要方便对客户历史交费情况有一个明确的查询，确保中断可以对以前的缴费信息进行查询，防止出现一些不必要的错误，查询的方式有很多中，可以用用户名来进行查询，也可以按照日期和编号来进行查询。

在进行查询的时候要借助互联网查询缴费的金额或者是将要缴纳的费用以及用户姓名等其他的一些有关信息让用户可以看到。

电费收费管理模块：

在整个的缴费系统中最为关键的部分就是电费收费模块，这个模块要便于操作，还要具有安全性，对于那些不必要的步骤要适当的减少，在进行缴费的时候要把缴费金额和顾客信息统一起来，做好核实工作。在软件中呈献给客户的界面要出现缴纳的金额和未来需要缴纳的金额以及客户姓名等信息来提供给用户查询。

(3) 系统数据存储需求

针对于系统所需要的查询和缴费数据需要存储，由于软件系统是建立在嵌入式系统中，所以需要采用一个轻量级的数据库。根据实际技术层面和经济层面的考虑系统采用 Sqlite 数据库。在数据库中需要建立以下数据表：用户权限表、客户当月电费表、当月未交费客户表、当月已交费客户表、客户历史电费表、历史未交费客户表、系统配置表等。

3.2.3 通信需求分析

系统在通信方面需要考虑到两个大的方面，一个是系统内部软、硬件之间的数据和指令的通信，另一个方面要考虑到便携式移动收费终端和电力中心站之间的数据交互。同时还需要考虑到因为系统核心功能是电费收缴所以需要对其传输数据进行加密，保证数据安全。

(1) 收费终端与中心站之间的通信需求

分析收费终端和中心站之间的通信需求需要考虑到实际电费收费人员需要收费的环境往往是农村偏远地区没有网线同时需要考虑电费收费的实时性，所以采用 GPRS 通信方式进行收费终端和中心站之间的数据交互。所以需要在收费终端上安装 GPRS 无线通信模块进行数据传输，同时在电力中心站安装上 GPRS 数据收发装置负责接收下面收费终端的数据上传。通过 GPRS 方式进行数据的传输可以保证在有线网不发达的地区能够进行数据的实时传输，同时无线传输可以避免防止线路被破坏有效的提高传输效率。

(2) 系统内部硬件直接的数据通信需求

在收费终端内部需要考虑到不同模块之间的通信，诸如：无线模块和主控芯片之间的数据交互，微型嵌入式打印机和主控芯片之间的数据交互等。在硬件设计中系统采用串行通信的方式，因为主控芯片具有多个串口的资源同时系统所选用的模块也具有串口通信方式，故通过该方式可以有效的进行收费终端内部的数据传输交互。

(3) 系统通信安全需求

系统主要功能是关于收取电费，这里面涉及到大量用户的资金问题所以需要
对通信部分的安全严格要求，保证数据在移动收费终端和电力局中心站之间传
输中不外泄同时保证数据加密。数据传输可以不适用公网传输使用专门 APN
可以保障系统的安全性，成立属于自己的无线局域网的主要目的就是可以杜绝
外界的影响。

传输数据的加密需要采用专门的数据格式进行，对收发数据进行格式上的
保密同时对每一帧数据加上校验位保证数据传输中的可靠，数据格式在第五章
详细阐述。

3.3 系统非功能需求分析

系统非功能需求主要针对系统非主要功能但又关系到系统运行或操作中的
需求，针对本系统主要需要对以下几个部分进行考虑分析。

第一个就是系统中的数据要有一个良好的平台进行支撑。

在网络使用畅通的状况下，系统数据平台要具有安全性，传输也要及时，
系统中所包含的数据信息比较的多，所以要有良好的使用平台作为保障，尽量
避免会出现的各种问题。

第二个就是平台在使用的过程中要保障具有一定的稳定性，系统在整个使
用的过程中需要借助有关的平台来进行运行，平台要具有安全性和稳定性，确
保输出的数据是正确的，平台也要定期进行升级，不断的延展新的方式。

第三个方面保证系统的可移植性，系统虽然是面向电力收费方面，但整套
系统在完成后需要可以面向其他领域使用，这需要在设计过程中考虑到参数配
置标准化在以后移植中易于操作。

第四个方面是系统呈现给客户的使用界面要清晰，在移动收费终端中采用
的是触摸屏需要调节其合理的分辨率保证客户的使用方便。具体需求见表 3-1
所示：

表 3-1 人机交互界面需求表

需求内容	具体内容
特点	外表美观，有比较强大的实用功能
具体参数	7 寸液晶屏 800*600 分辨率

第五个问题就是系统平台要具备安全性，我们所提出的这个系统主要是针对电力部门所研发的，所以必须要有很高的安全性，在每个等级中都会有一个保密系统，对用户访问设定权限，控制好不同方式进行登录的用户身份核查工作。

第六个方面要保障数据的优质，优质的数据可以方便于用户对数据作出分析。

综合以上六个方面可以对非功能性需求进行分析如表 3-2 所示：

表 3-2 系统非功能性需求分析表

非功能需求特性	具体内容
健壮性	这款产品比较的健壮，同时还具有有效性
可靠性	产品质量经过测试显示合格
性能，效率	功能比较的先进，使用效率比较高
易用性	在使用的过程中非常方便
清晰性	程序中的代码和窗体都比较的清晰
安全性	这个系统会对所有的用户进行核查，具有一定的安全性
兼容性	系统具有良好的兼容性
可移植性	具有非常好的移植性。

3.4 本章小结

第三章内容是对整个系统的需求进行分析，主要包括基于 WinCE 电力收费系统中的功能性需求和非功能性需求进行合理的分析，为整体系统的下一步设计提供合理的方向和设计的思路。系统以后章节关于系统的整体设计都是基于本章的需求分析进行。

第四章 系统设计

本章内容是整个论文的系统设计章节，根据第三章对系统的需求分析进行基于 WinCE 电力收费系统的整体设计，包括系统的框架设计和系统软硬件设计以及系统中数据库设计等内容。

4.1 系统整体结构

基于 WinCE 电力收费系统是一套综合系统，其主要功能是实现通过移动收费终端进行电费的收费，这之中需要涉及到移动收费终端、电力局电费核算中心站之间的数据交互和数据传输。其数据都是通过 GPRS 无线方式进行传输，其具体示意图如图 4-1 所示：



图 4-1 电力收费系统示意图

整个基于 WinCE 电力收费系统主要包括三个部分内容：

(1) 收费移动终端的设计

移动终端的设计是系统的核心内容，也是论文研究的重点内容。收费终端在整个系统中直接面向客户，将用户需要查询的数据向电力中心站进行申请或将缴纳电费数据进行上传。该终端为嵌入式产品所以其设计包括了硬件设计、软件设计和系统移植等多个内容。

(2) 电力中心站

电力中心站负责将数据进行收发功能，中心站将客户使用的电费情况进行发布后，移动收费终端可以通过 GPRS 网络进行数据的查询和交费后将数据上传到中心站，其主要起到了连接收费终端后数据服务器的作用，这部分设计主要包括接口问题和数据格式问题。

(3) 电力中心数据库

该部分是数据存储部分，电力中心站数据库将每月用户的电费情况存储通过电力中心站提供的接口可以让移动收费终端进行数据查询，并且将移动收费终端上传的数据通过中心站进行存储。

系统在实际交费过程中，收费人员通过移动收费终端向客户进行收费，先将客户的编号输入到移动终端的收费程序中，收费程序将数据通过无线模块上传至电力中心站，电力中心站对数据进行格式分析验证后将需要查询的数据从数据库查询到并下发至移动收费终端，移动收费终端将数据验证解析后把查询数据反馈给用户，用户根据返回需缴纳电费数据进行缴费，缴费后移动收费终端缴费数据通过无线模块上传至电力中心站，电力中心站进行数据验证解析后将数据存储到电力中心数据库进行保存。这期间的每次数据交互都需要进行收发数据的回执确认。

4.2 收费终端硬件设计

4.2.1 整体设计

基于 WinCE 电力收费系统中的移动收费终端外观设计采用自主设计外观结构，这样可以方便添加相应的硬件模块，比传统的采用成型的 POS 机模式自由度和可变化性都增加了很多。

硬件部分设计采用 ARM 架构的三星 2440 控制芯片作为其主控芯片，显示屏采用 7 寸的触摸屏，输入方式采用 USB 接口的小键盘结合触摸屏，硬件内存部分使用 SDRAM 来进行程序运行后的数据处理，硬件系统中存储部分使 NAND FLASH 和 SD 卡结合的方式，其中 NAND FLASH 用来保存剪裁的 WinCE 系统

和基于 WinCE 系统下的程序，SD 卡主要进行应用程序中数据库的保存和一些配置文件的保存，通信部分采用 GPRS 模块进行数据的收费，硬件部分还需要搭配微型嵌入式打印机打印收费凭证，同时加上读卡模块方便用户交电费，最终设计好硬件部分的供电部分和晶振就完成了本系统中移动收费终端的硬件框架结构。移动收费终端的硬件框架结构如图 4-2 所示：

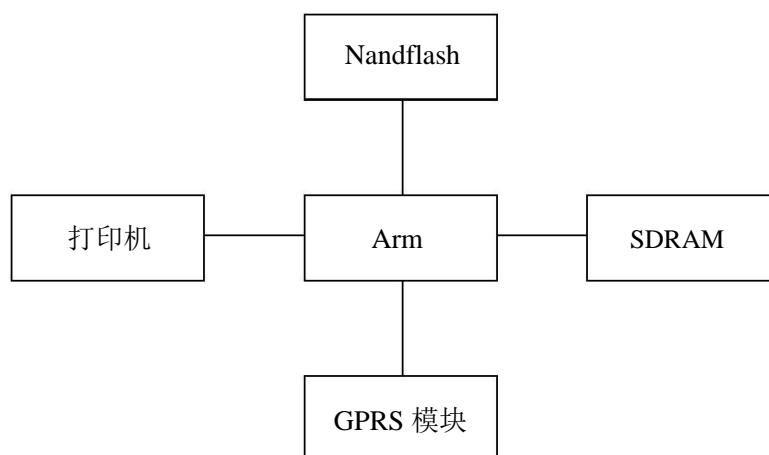


图 4-2 移动收费终端硬件框架结构图

4.2.2 主控部分模块

主控部分模块主要包括系统处理器、系统内存和系统存储部分，该模块这几部分是移动收费终端的核心硬件部分。其中处理器芯片采用基于 ARM 架构的三星 S3C2440 芯片，该芯片是嵌入式系统中非常常用的芯片，可以移植各类不同的嵌入式系统，同时该芯片具有多种接口包括：USB 接口、IIS 接口、串口、485 接口、显示屏接口和 JTAG 接口等。和主控芯片连接最紧密的是内存芯片移动收费终端采用 128MB 的 SDRAM，三星 S3C2440 芯片通过 32 个管脚和内存芯片连接其中通过地址寻址能够有 4G 空间，内存中将该空间分成多个区域进行数据处理可以提高系统在执行过程中的速度。NAND FLASH 用于存储系统中较大的数据，但调用执行的速率低于 SDRAM 中数据的使用。其中图 4-3 为三星 S3C2440 主控芯片管脚图、图 4-4 为 SDRAM 和主控芯片之间的连接图、图 4-5 为 NANDFLASH 和主控芯片之间连接图。

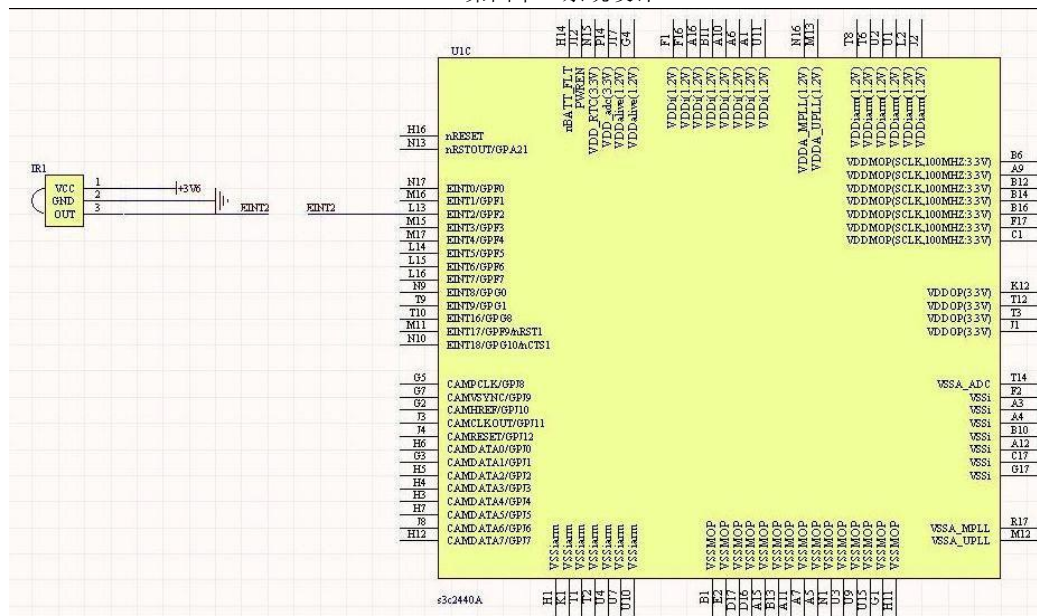


图 4-3 移动收费终端硬件框架结构图

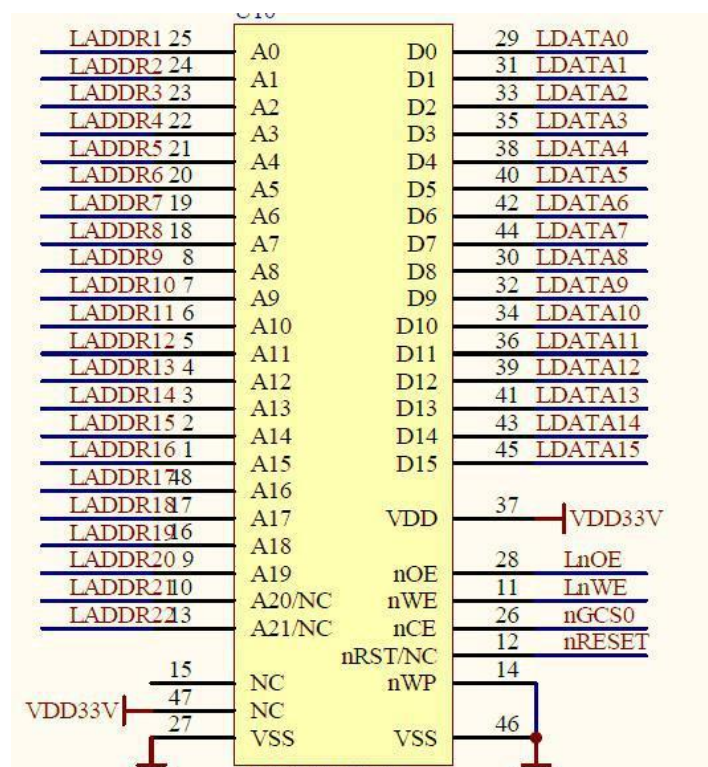


图 4-4 SDRAM 和主控芯片连接图

4.2.3 GPRS 通信模块

The diagram illustrates the hardware connection between an STM32F103C8T6 microcontroller and an SD card. The microcontroller's SPI3 interface pins are connected to the SD card's data and clock lines. Specifically, SPI3-MISO (pin 7) connects to SD_Dat0 (pin 8), SPI3-MOSI (pin 2) connects to SD_CMD (pin 2), SPI3-SCK (pin 5) connects to SD_CLK (pin 5), and SD_CS (pin 1) connects to SD_Dat2 (pin 4). The 3V3 power pin of the microcontroller is connected to the SD card's Vdd (pin 4) and a 104 capacitor to ground. The SD card's Vss pins (pins 3 and 6) are connected to ground.

图 4-6 NANDFLASH 和主控芯片连接图

4.2.4 打印机模块

移动收费终端中需要在客户完成缴费的过程后，将客户缴费信息呈现给客户，所以需要在硬件设计中加上嵌入式微型打印机，每当客户完成交费后打印机自动打印出客户刚才的缴费内容。嵌入式微型打印机采用“洪熙 DF-25”型号，该打印机为热敏打印机提供给主控芯片串口连接，同时该打印机具有低功耗的有点并且可以在不工作的时候自动休眠，该型号打印机广泛应用在银行、超市、油气站等领域，图 4-7 为洪熙 DF-25 微型嵌入式打印机和主控芯片之间的连接图。

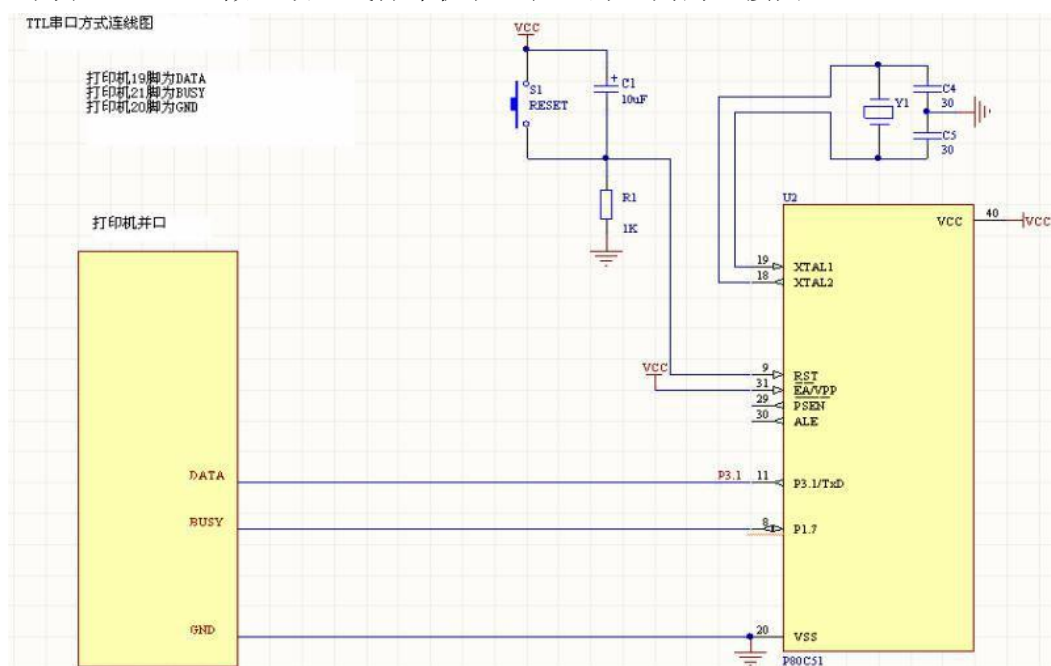


图 4-7 洪熙 DF-25 和主控芯片连接图

4.2.5 读卡模块

移动收费终端在收取电费过程中需要客户输入自己的编号，但客户编号往往有十余位之多所以在移动收费终端硬件中加入读卡模块，提前将用户编号写入卡中，然后通过读卡模块读取卡中数据这样极大的方便了缴费用户，同时也缩短了收费时间。本系统中读卡模块使用的是安兴—K301 型号，该读卡模块为非接触式读卡模块采用射频的技术进行卡片识别，并且提供 232 串口和 IIC 接口极为方便和主控模块配合使用，图 4-8 为安兴—K301 型号读卡模块和主控芯片之间的连接图。

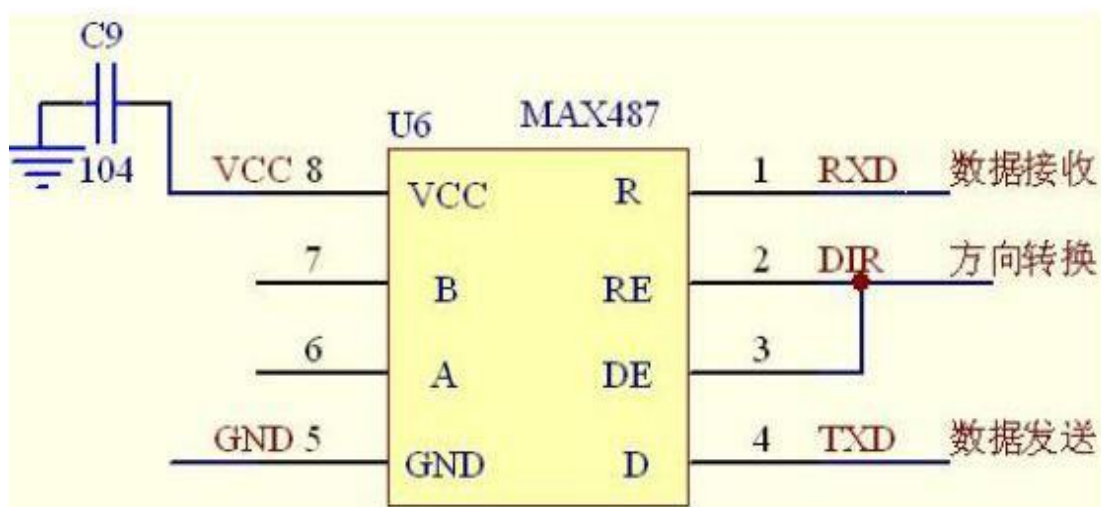


图 4-8 安兴—K301 型号读卡模块和主控芯片之间的连接图

4.2.6 其它硬件部分

移动收费终端中硬件部分除了上述几个主要核心部分还需要电源部分、晶振部分、键盘模块和触摸屏连接电路。其中电源部分提供 5V 电压和 3.3V 电压供电的两种供电方式，虽然主控芯片有内部晶振但是还是为其设计外接晶振 12MHZ，键盘模块选用 USB 接口通过 USB 接口和主控芯片连接，触摸屏选取电容屏方便用户使用过程中准确的选中屏幕上的内容。

4.3 收费终端软件设计

移动收费终端软件部分设计主要包括两个方面，一个是用户对自己电费使用情况的查询，另一个是对用户收取电费。软件部分的设计主要完成这两个部分的流程设计和程序代码设计，同时需要考虑到软件部分在运行中对硬件进行控制。

4.3.1 查询电费

查询电费主要是通过用户的客户编号进行查询，其流程如图 4-9 所示：

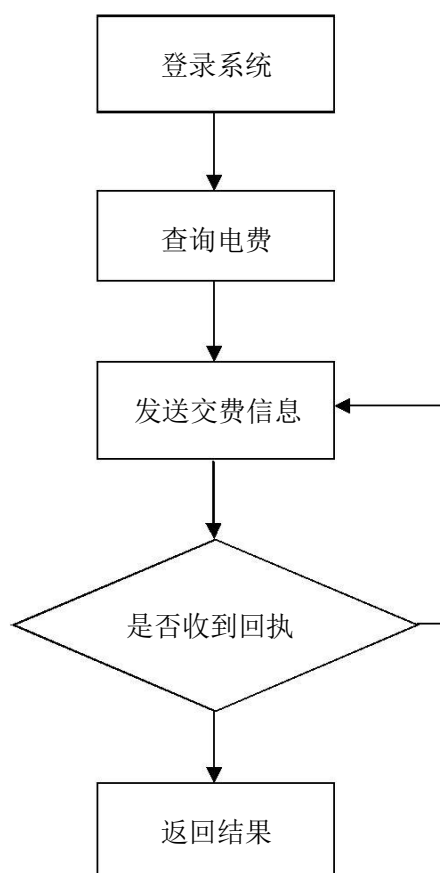


图 4-9 查询电费流程示意图

在进入基于 WinCE 系统下的软件程序后可以选择查询电费应缴情况，将客户编号通过键盘或者读卡模块输入到移动收费终端，移动收费终端将需要查询的客户编号通过 GPRS 通信模块进行传输，电力中心站收到后将需要查询的客户编号提交到电力数据库中查询，将查询结果再通过电力中心站发给移动收费终端，收到后将数据解析呈献给客户，流程结束。

4.3.2 收取电费

查询电费主要是通过用户的客户编号进行查询，其流程如图 4-10 所示：

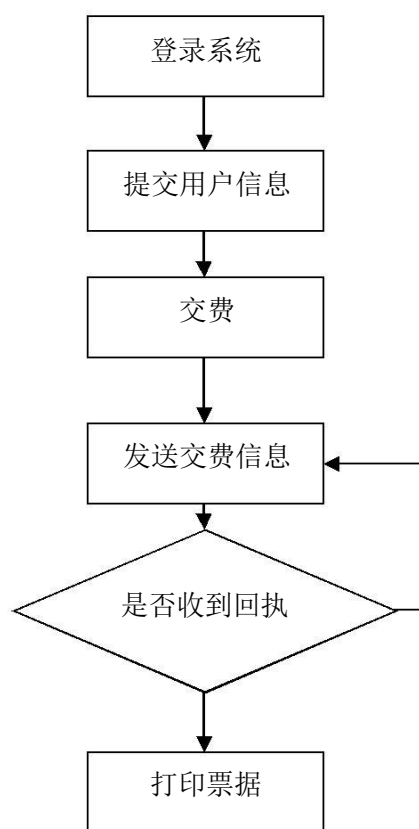


图 4-10 查询电费流程示意图

在进入基于 WinCE 系统下的软件程序后可以选择收取电费，将客户编号通过键盘或者读卡模块输入到移动收费终端，移动收费终端将需要查询的客户编号通过 GPRS 通信模块进行传输，电力中心站收到后将需要查询的客户编号提交到电力数据库中查询，将查询结果再通过电力中心站发给移动收费终端，收到后将数据解析呈献给客户，然后根据查询结果进行电费收取，收取后将收费数据输入到移动收费终端，移动收费终端将数据通过 GPRS 通信模块进行数据传输，电力中心站收到后将需要将客户缴费数据在电力局数据库中进行更新，在讲回执信息返给移动收费终端，移动收费终端收到后将数据解析呈献给客户，流程结束。

4.4 收费终端数据库设计

移动收费终端数据库设计依据根据第三章的需求分析，主要包括移动收费终端的权限登录表、本地区用户表、本月已缴费用户表、本月未缴费用户表、

之前未缴费用户表、系统参数表。收费终端的数据库中数据是通过电力中心站将电力中心站数据传输后写入。以上各表具体设计如表 4-1 至表 4-6 所示：

表 4-1 权限登陆表

数据库字段名	描述	数据形式	规定长度	索引
YDZD-name	登录 ID	STRing	35	有
YDZD-passwor	系统密钥	STRing	35	无
YDZD-time	本次登录	STRing	35	无
YDZD-by1	备用字段 1	STRing	35	无
YDZD-by2	备用字段 2	STRing	35	无
YDZD-glqx	权限标示	Unsigned int	4	无

权限登录表主要字段具有登录 ID、系统密钥、本次登录系统时间、权限标示和备用字段组成。因为一台移动收费终端可能有多个用户使用所以加入权限表示这样能够区分不同的使用者方便管理者对移动收费终端的使用。

移动终端因为具有收费功能所以其登录系统要具有一定的安全防护特性，对登录要有较为严格的安全防护性。每台终端的使用者信息需要在设备出厂前设定好，将需要使用到的用户登录名和密码存储在相应的数据库的表中，用户在登录的时候将自己的用户名和密码输入后，程序将用户输入的密码和用户名与数据库中的用户名密码进行比对，如果密码和用户名都存在与数据库中并且内容相符合则允许登录，否则提示用户名或密码错误。除了通过对密码用户名的检查以为，还在数据库加入了唯一性的密钥，该密钥符合 MD5 加密算法，保证收费终端的机器号和用户名密码以及登录时间的唯一性，这样可以基本杜绝不法分子通过暴力破解的方法进入收费终端系统的行为，为了预防极个别不法分子的恶意行为，还在该数据库表中加入了登录时间统计，以防出现非法登录后可以查询登陆的时间，用来排查。

表 4-2 本地区用户表

数据库字段名称	描述	数据形式	规定长度	索引
BDQ-ID	交费账号	STRing	35	有
BDQ-name	客户姓名	STRing	100	无
BDQ-Time	交易日期	Data/time	35	无
BDQ-name	电表上月表码 1	STRing	100	无
BDQ-name	电表当月表码 1	STRing	100	无
BDQ-name	电表上月表码 2	STRing	100	无
BDQ-name	电表当月表码 2	STRing	100	无
BDQ-name	电表上月表码 3	STRing	100	无
BDQ-name	电表当月表码 3	STRing	100	无
BDQ-name	本月电表度数 1	STRing	100	无
BDQ-name	本月电表度数 2	STRing	100	无
BDQ-name	本月电表度数 3	STRing	100	无
BDQ-name	电价	Unsigned int	4	无
BDQ-name	客户余款	Unsigned int	4	无
BDQ-name	需交电费	Unsigned int	4	无
BDQ-name	当月余款	Unsigned int	4	无

本地区用户表包括交费账号、客户姓名、交易日期、电表上月表码 1、电表当月表码 1、电表上月表码 2、电表当月表码 2、电表上月表码 3、电表当月表码 3、本月电表度数 1、本月电表度数 2、本月电表度数 3、电价、客户余款、需交电费、当月余款这些字段。

表 4-3 本月已缴费用用户表

数据库字段名称	描述	数据形式	规定长度	索引
BDYJ-ID	交费账号	STRing	35	有
BDYJ-name	客户姓名	STRing	100	无
BDYJ-Time	交易日期	Data/time	35	无
BDYJ-name	电表上月表码 1	STRing	100	无
BDYJ-name	电表当月表码 1	STRing	100	无
BDYJ-name	电表上月表码 2	STRing	100	无
BDYJ-name	电表当月表码 2	STRing	100	无
BDYJ-name	电表上月表码 3	STRing	100	无
BDYJ-name	电表当月表码 3	STRing	100	无
BDYJ-name	本月电表度数 1	STRing	100	无
BDYJ-name	本月电表度数 2	STRing	100	无
BDYJ-name	本月电表度数 3	STRing	100	无
BDYJ-name	电价	Unsigned int	4	无
BDYJ-name	客户余款	Unsigned int	4	无
BDYJ-name	需交电费	Unsigned int	4	无
BDYJ-name	当月余款	Unsigned int	4	无

本月已缴费用用户表包括交费账号、客户姓名、交易日期、电表上月表码 1、电表当月表码 1、电表上月表码 2、电表当月表码 2、电表上月表码 3、电表当月表码 3、本月电表度数 1、本月电表度数 2、本月电表度数 3、电价、客户余款、需交电费、当月余款这些字段。

表 4-4 本月未缴费用用户表

数据库字段名称	描述	数据形式	规定长度	索引
BYWJ-ID	交费账号	STRing	35	有
BYWJ-name	客户姓名	STRing	100	无
BYWJ-Time	交易日期	Data/time	35	无
BYWJ-name	电表上月表码 1	STRing	100	无
BYWJ-name	电表当月表码 1	STRing	100	无
BYWJ-name	电表上月表码 2	STRing	100	无
BYWJ-name	电表当月表码 2	STRing	100	无
BYWJ-name	电表上月表码 3	STRing	100	无
BYWJ-name	电表当月表码 3	STRing	100	无
BYWJ-name	本月电表度数 1	STRing	100	无
BYWJ-name	本月电表度数 2	STRing	100	无
BYWJ-name	本月电表度数 3	STRing	100	无
BYWJ-name	电价	Unsigned int	4	无
BYWJ-name	客户余款	Unsigned int	4	无
BYWJ-name	需交电费	Unsigned int	4	无
BYWJ-name	当月余款	Unsigned int	4	无

本月未缴费用用户表包括交费账号、客户姓名、交易日期、电表上月表码 1、电表当月表码 1、电表上月表码 2、电表当月表码 2、电表上月表码 3、电表当月表码 3、本月电表度数 1、本月电表度数 2、本月电表度数 3、电价、客户余款、需交电费、当月余款这些字段。

表 4-5 之前未缴费用户表

数据库字段名称	描述	数据形式	规定长度	索引
ZQW-ID	交费账号	STRing	35	有
ZQW-name	客户姓名	STRing	100	无
ZQW-Time	交易日期	Data/time	35	无
ZQW-name	电表上月表码 1	STRing	100	无
ZQW-name	电表当月表码 1	STRing	100	无
ZQW-name	电表上月表码 2	STRing	100	无
ZQW-name	电表当月表码 2	STRing	100	无
ZQW-name	电表上月表码 3	STRing	100	无
ZQW-name	电表当月表码 3	STRing	100	无
ZQW-name	本月电表度数 1	STRing	100	无
ZQW-name	本月电表度数 2	STRing	100	无
ZQW-name	本月电表度数 3	STRing	100	无
ZQW-name	电价	Unsigned int	4	无
ZQW-name	客户余款	Unsigned int	4	无
ZQW-name	需交电费	Unsigned int	4	无
ZQW-name	当月余款	Unsigned int	4	无

之前未缴费用户表包括交费账号、客户姓名、交易日期、电表上月表码 1、电表当月表码 1、电表上月表码 2、电表当月表码 2、电表上月表码 3、电表当月表码 3、本月电表度数 1、本月电表度数 2、本月电表度数 3、电价、客户余款、需交电费、当月余款这些字段。

表 4-6 系统参数表

数据库字段名称	描述	数据形式	规定长度	索引
CS-ZDID	设备代码	Unsigned int	4	有
CS-SBIP	设备 IP	STRing	25	无
CS-ZXZIP	中心站 IP	Unsigned int	4	无
CS-WCtime	完成日期	Data/time	4	无
CS-GDFY	规定费用	Unsigned int	4	无
CS-TXTIME	提醒时间	Data/time	8	无
CS-wz	位置	STRing	100	无

系统参数表包括设备代码、设备 IP、中心站 IP、完成日期、规定费用、提醒时间、位置这些字段。通过对系统参数表的数据改变可以让移动收费终端能够适应不同的地区。

4.5 本章小结

第四章的主要内容是基于 WinCE 电力收费系统的整体设计，其中包括对系统的框架分析以及具体的硬件方面、软件程序方面、数据库方面、网络方面等设计。通过本章的设计可以让系统在设计过程中有了整体的框架，方便后面的具体设计实现。

第五章 系统实现

5.1 WinCE 系统的定制

本系统中移动收费终端的操作系统是基于 WinCE 系统所以需要根据之前的需求分析进行 WinCE 系统的定制。只要将定制好的操作系统移植到移动收费终端制造才能进行余下工作的完成，所以定制 WinCE 系统是本设计的重要内容。

对嵌入式操作系统 WinCE 进行定制剪裁工作一般有四个方面的流程：第一个流程是对 WinCE 源码的编译部分，第二个流程是新系统产生部分，第三个部分是将必要的文件复制到新系统中，最后一个阶段是生成最终需要移植到硬件中的文件。经过四个阶段最后可以得到移动收费终端需要移植的 NK.bin 文件，该文件烧写到主控芯片中便完成了系统的移植。其具体流程如图 5-1 所示：

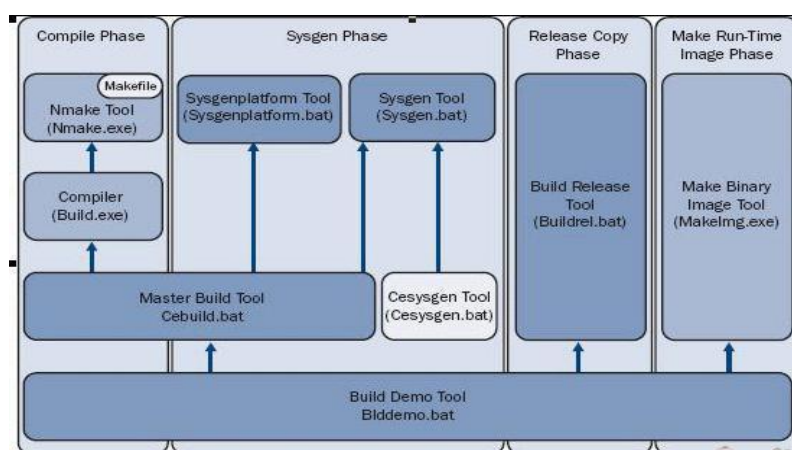


图 5-1 WinCE 系统定制阶段图

在图 5-1 之中可以发现，编译的过程需要使用 Cllkemo.bat 文件完成

从图中可以看出，整个编译都是通过调用 Blddemo.bat 来实现的，实际上也是这样，编译 WinCE 就是用 Blddemo.bat，只不过后面可以跟不同的参数。编译阶段和系统产生阶段由 Cebuild.bat 完成，文件拷贝阶段由 Buildrel.bat 完成，最后的生成映像阶段由 Makeimg.exe 完成。下面介绍一下各个阶段。

(1) 对 WinCE 源码的编译部分阶段

该阶段是通过对系统的公共和私有的路径进行配置，把里面相关的程序编译生成 DLL 文件用于后面的调用方便，该阶段耗时很长往往会有多个小时的时间。

故次阶段往往是针对项目下较大的改动整体的时候使用，其他时候不会需要这个阶段，通常在一般项目中该阶段可以跳过。

(2) 新系统产生部分阶段

这个阶段是生成定制 WinCE 系统中较为关键的步骤，需要进行定制的系统要在 VS 中的 PB 工具里面选择合适环境变量，将不需要的部分删除配置需要的环境变量内容，完善定制的 WinCE 系统中出现的各类调用库文件，把生成的 SDK 与出现的库文件进行连接。

(3) 将必要的文件复制到新系统中阶段

将定制好的 WinCE 系统缺少的文件按需求进行复制，将所有必不可少的文件都复制到定制好的 WinCE 系统之中。

(4) 生成 NK.bin 文件

本阶段生成可以移植到硬件设备中的定制化的 WinCE 文件 NK.bin，将该文件生成意味着系统定制完成。

5.2 WinCE 系统模拟器开发

在系统定制完成后，进行系统内程序开发还需要按着定制的 WinCE 系统完成一个模拟器，因为 WinCE 系统内的程序编写不同于 WINDOWS 下的程序编写不能有效的进行调试，必须要放在硬件设备中但这样会使得一部分软件程序不能检测每一步的过程，故开发一个 WinCE 模拟器将定制系统在里面运行可以方便后期开发程序的调试。

进行基于 WinCE 模拟器的开发，首先通过 PB 平台里面的提示，对 BSP 进行配置：包括硬件设备的选择，调试内容的选择等，配置结束后需要进行模拟 WinCE 系统的生成，正确生成后可以将上一节内容生成的 NK.bin 文件下载进去，之后再简单的配置一下属性如图 5-2 所示。

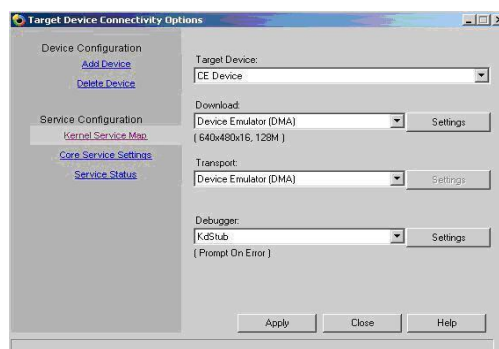


图 5-2 配置模拟器特性

生成的 NK.bin 既可以在模拟器中运行，如图 5-3 模拟器中 WinCE 系统运行，该模拟器是在开发环境下的即 Windows 系统中运行，所以进行程序的调试变得简单，在 VS 上直接生成的应用程序进行下载到模拟器的 WinCE 系统中便可以打开运行，在模拟器中可以将除了与硬件连接部分的内容进行模拟调试，这样比将程序放到硬件中调试的省去了大量的时间，并且可以在模拟器中实现程序的安步调试方便快捷。

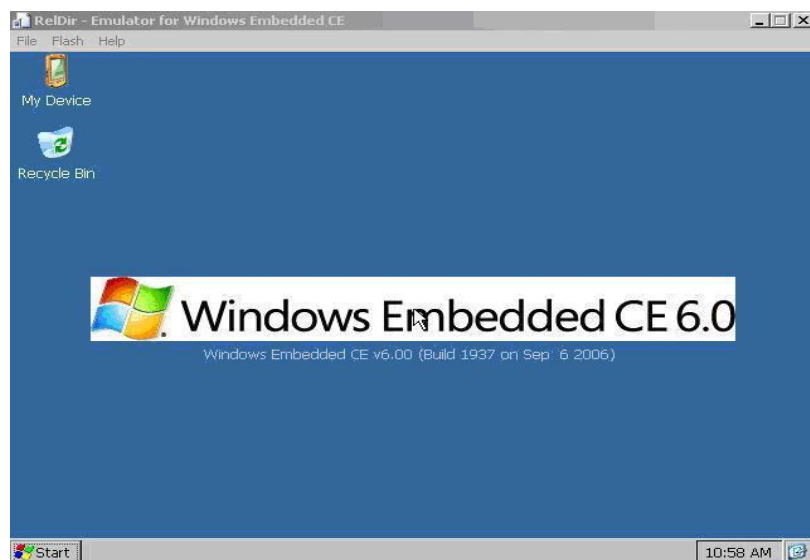


图 5-3 WinCE 模拟器运行

5.3 移动收费终端收费程序

5.3.1 登录部分

系统登录部分是移动收费终端进行人机交互的第一个部分，该部分起到了检验用户权限的功能，通过上一章节设计的数据库，把客户的登录名密码在输入框输入，通过 SQL 语句进行检测符合的可以进入系统主界面，如果查询信息不再数据库则提示错误。同时根据用户权限不同进行相应的权限内容赋予登录用户。

移动收费终端系统登陆模块界面如图 5-4：



图 5-4 系统登陆界面

登录模块流程图 5-5:

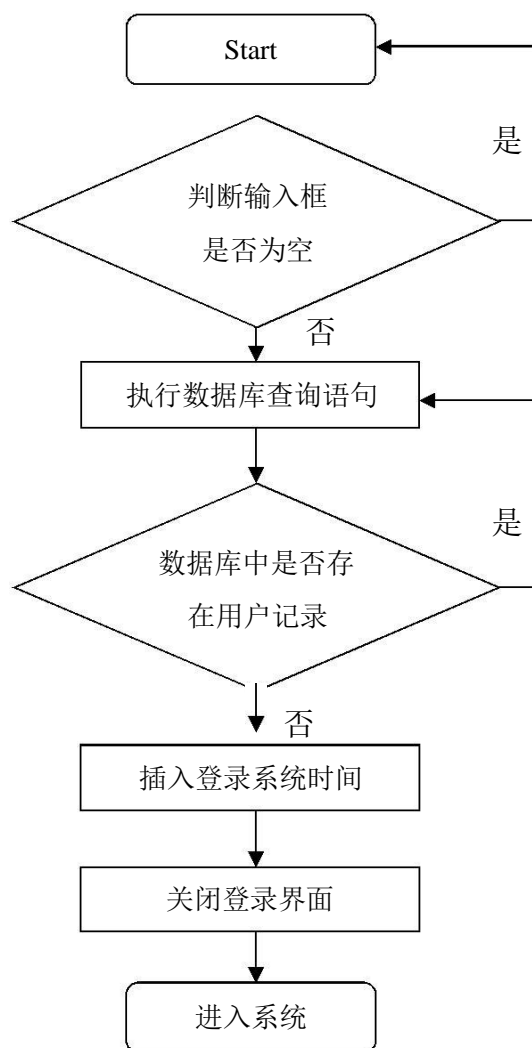


图 5-5 登陆流程图

主要代码:

```
private void btn_DL()
{
    EnableWindow(Handle, false);
    if (txtYHM.Text == "")
    {
        //MessageBox.Show("用户名不能为空!", "警告",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Asterisk,
        MessageBoxDefaultButton.Button1);

        //*****MessageBox.Show*START*****
        FrmMessageBox msg = new FrmMessageBox(0x01, "温馨
        提示", "    用户名不能为空!");
        GGInfo.strCurrentCZYBH = txtYHM.Text.Trim();//操作员编号

        GGInfo.intCurrentCZYJE = intJE;
        GGInfo.strCurrentCZYBH = txtYHM.Text.Trim();//操作员编号
```

5.3.2 系统主界面

移动收费系统主界面如图 5-6 所示:



图 5-6 移动收费终端主界面

通过登录部分进行主界面后(如图 5-6 所示), 程序需要加载各个硬件模块资源包括系统数据库等, 主界面包括各种电费收取方式和人工热线、帮助文档等

内容。用户可以通过触摸屏选取自己需要的模块进行使用。系统在一段时间没人使用后防止被闲杂人等误操作，系统在主界面加入了定时屏保的功能。

调用无线模块及屏保部分主要代码：

```
GGInfo.bCurrentZDSB = true;

GPRS.GprsConnectState = "CONNECT_FAIL";
GPRS.GprsResult = 0; //准备重新连接 GPRS
runMethod.SetValue();

labSM.Text = runMethod.AZDZ + " Ip:" + runMethod.ClientIp
+ " Addr:" + runMethod.ZDAddr + " sIp:" + runMethod.ServerIP + " V" +
GGInfo.Edition;

this.btnSQDF.Focus();

private int intFalg = 0;
tb_sqdfrzb sqdfrzb = new tb_sqdfrzb();
tb_sqdfrzbMethod sqdfrzbMethod = new tb_sqdfrzbMethod();
TxSJTMMethod txsjtm = new TxSJTMMethod();
SQLiteDataReader sqldr;
//*****

//windows 程序自动锁屏功能的实现

//登录进入主界面时，在规定的时间内没有做任何操作，系统就
注销(就像电脑的屏保)。

/*[StructLayout(LayoutKind.Sequential)]
public struct LASTINPUTINFO
{
    [MarshalAs(UnmanagedType.U4)]
    public int cbSize;
    [MarshalAs(UnmanagedType.U4)]
    public uint dwTime;
}

[DllImport("coredll.dll")]
public static extern bool GetLastInputInfo( ref
LASTINPUTINFO plii);
```

5.3.3 系统收费部分

图 5-7 系统收费界面

图 5-8 系统缴费界面

在进入系统收费界面以后(如图 5-7 收费系统界面所示), 客户需要在文本框内输入自己的卡号或者通过读卡输入, 输入和收费终端编号进行上传至电力收费中心站, 中心站将返回数据在下面显示(如图 5-8 缴费界面所示), 客户根据电费欠费情况进行缴费, 工作人员将费用输入后点击确认缴费, 收费终端将数据上传至电力中心站进行数据更新, 同时返回确认数据。

主要代码:

```
byte[] temp = Rxsjtm.CheckFrame(tmp);
```

```

RxSJT Rxsjt = Rxsjtm.R08f5(temp);
if ((0xaa == Rxsjt.int8YesNo) | (0xa5 == Rxsjt.int8YesNo))
    ssjfb.strKHBH = Rxsjt.strKHBH.Trim();

GGInfo.intCurrentCZYJE -= txsjt.intJFJE;//上传缴费数据
this.txtBoxSM.Text = GGInfo.strCurrentCZYBH + "
" + (GGInfo.intCurrentCZYJE / 100).ToString().Trim() + " 元";//刷新缴费情况
intFalg = baseMethod.ExecuteSql("update tb_Login set intFlag = " +
GGInfo.intCurrentCZYJE + " where strYHM =" +
GGInfo.strCurrentCZYBH.Trim()+"");// + " and strMM ="
+ this.txtYSDLMM.Text.Trim());
{
    if (0x00 == intFalg)
    {
        RunLog.WriteRun("缴费成功:ssjf" + GGInfo.strCurrentCZYBH.Trim() + " 金
额: " + GGInfo.intCurrentCZYJE.ToString().Trim(), "SFJE");//写日志

```

5.3.4 系统查询部分



图 5-9 用户查询界面

在进入系统用户查询界面以后（如图 5-9 用户查询界面所示），移动收费终端通过无线模块可以将该地区所有用户电费收缴数据下载，用户在该界面可以进行对自己的电费情况查询。

主要代码:

```

    if (number > start + 10)
        lblDXT.Text += (start + 10).ToString();
    else
        lblDXT.Text += number.ToString();

    str_sql = "select strkhbh as 客户编号,strLXFS as 联系方式,strkhmc as 客户名称,strdfny as 电费年月,cast(intdj as real)/100000 as 电价,cast(intscbm as real)/100 as 上次表码,";

    str_sql += "cast(intbcbm as real)/100 as 本次表码,inthjdl as 合计电量,cast(inthjdf as real)/100 as 合计电费,cast(intscjc as real)/100 as 上次结存,cast(intwyj as real)/100 as 违约金,";

    str_sql += "cast(intYJJE as real)/100 as 应缴金额, cast(intbczc as real)/100 as 本次暂存, strjfsj as 缴费时间, int8jlsx as 记录属性,";
    str_sql += "intjlxx as 记录序号 , intnote as 备注,";

    str_sql += "strYDXZ as 用电性质,cast(intscbm2 as real)/100 as 上次表码 2,cast(intbcbm2 as real)/100 as 本次表码 2,cast(intscbm3 as real)/100 as 上次表码 3,cast(intbcbm3 as real)/100 as 本次表码 3,";

    str_sql += "cast(intscbm4 as real)/100 as 上次表码 4,cast(intbcbm4 as real)/100 as 本次表码 4,cast(intscbm5 as real)/100 as 上次表码 5,cast(intbcbm5 as real)/100 as 本次表码 5,cast(intDYCS as real) as 打印次数,strLSHM as 流水号码";

    str_sql += " from tb_sqdfrzb";
    //手动设置列样式
    //SetGridStyle(this.dataGrid1);
    if (txtJFSJ.Text != "")

```

5.4 本章小结

第五章内容是系统实现主要是完成系统主要功能的设计与研发工作,对系统具体的内容进行完善可行性的设计,包括对 WinCE 系统的定制和剪裁,并且对系统软件部分几个模块的界面和代码都做了说明介绍,同时对系统所需要的接口也进行了分析。

第六章 系统测试

系统设计完成后在进行实际应用前必须进行整体测试，通过对系统的测试可以发现设计过程中没有发现的各样的问题，进而进行改正后保证系统在投入实际应用中可以正常运行。

基于 WinCE 系统的电力收费系统的测试包括硬件部分的测试和软件部分测试以及通信测试等几个方面，所以在测试过程中需要全面设计测试方案和测试流程并且考虑到几个方面的互相影响和交互。

6.1 系统及软件测试

收费终端中使用的是 WinCE 系统，其终端内的程序也是基于 WinCE 系统故进行软件测试需要在 WinCE 系统下完成。但由于 WinCE 系统是嵌入式系统在其上进行测试往往不方便，所以根据要求在常用的 windows 系统下定制出模拟的 WinCE 系统，然后再进行相应的软件测试。

WinCE 系统的模拟器定制可以在其开发环境 VS2005 中完成，通过其专门的插件按照定制系统的内容完成需要测试的 WinCE 模拟平台。然后根据实际硬件情况定制，模拟器配置如图 6-1 所示。



图 6-1 模拟器配置

定制完成的 WinCE 模拟器后，还要把实际剪裁的 WinCE 内核加载在里面，然后把用 C#完成的程序执行测试，程序在模拟器中运行界面如图 6-2 所示：

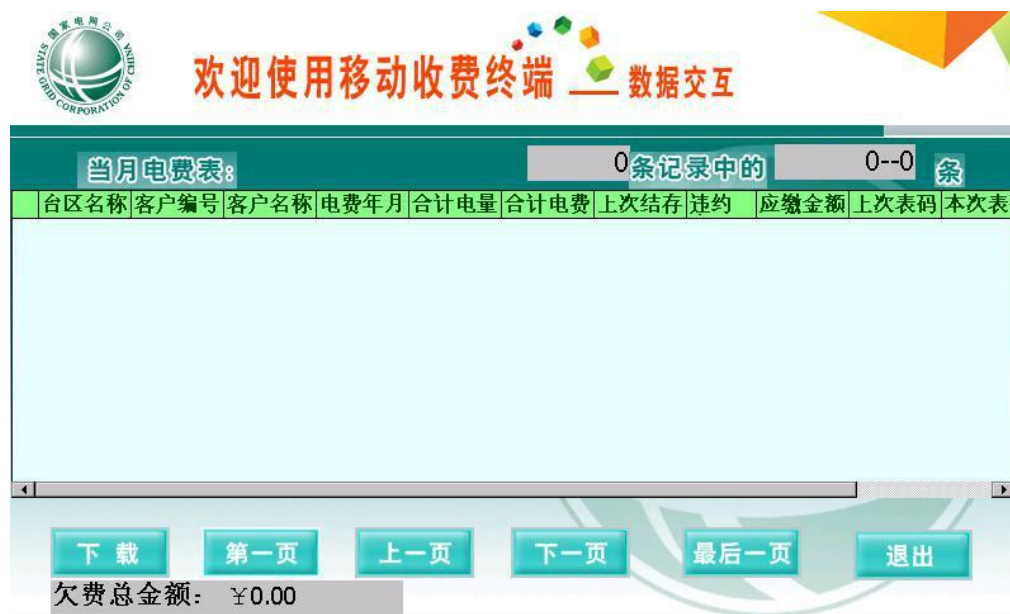


图 6-2 程序模块测试

通常对于软件测试主要通过黑盒测试、白盒测试两个方面进行。其中黑盒测试也被称作为软件系统工程的测试，针对于本系统测试就是对系统中收费和其他功能进行测试，检测本系统每一个模块的流程是不是能按要求进行，同时检测各模块之间的关联是不是正常；另一个方面白盒测试则是通过代码的方式对系统程序进行检测。

6.2 现场测试及问题解决

将移动收费终端在实际中应用是测试的必不可少环节，只有投入使用后才会发现一系列的问题包括硬件后软件的多重问题才能检测到。以下是在实际中某村使用一个月后测试得到的问题并附有解决方案。

(1) 信号网络问题

信号不稳定问题是目前各种无线设备都面临问题。尤其是在农村地区，具体网络信号传输是基于 GPRS 网络，这就涉及到移动公司的具体信号塔传输装置以及天气因素等众多因素。为解决信号不稳定问题，我们公司采用比较稳定的无线传输模块，并且在最近采购多家厂商提供的天线进行测试选择出功能最

好的天线，保证信号的稳定。并且在上传数据时，加上了压缩功能减少数据量，尽可能少的被信号问题制约。目前已经采购多种型号天线进行测试。

(2) 触摸屏出现不好控制问题

解决方案：根据返厂终端中出现的触摸屏问题，发现主要由于触摸屏和主板接线问题，为解决该问题计划在下次去升级的时候将连接部位的热缩管换成绝缘胶带，保证接触稳定。

(3) 键盘问题

解决方案：由于以前有一批键盘焊接质量问题，经过几次返厂维修和现场更新已经更换部分键盘，对于余下的可能存在隐患的键盘也在下一次升级过程中进行更新。并且将键盘与主板的连接线换成屏蔽线减少连键问题。

(4) 电池续航问题

电池续航问题估计原因是没打开充电开关，没有正常充电。具体可以到现场进行测试。

(5) 上传信息不全问题

原因由于开始的终端程序设计中存在小漏洞。经过调整已经解决，并且对部分终端进行更新程序，在下一次的升级过程中可以全部更新。

(6) 部分终端出现人为损坏情况

出现两台屏幕被砸碎，系人为原因需要加强对设备的管理看管工作。

6.3 本章小结

本章是整体系统的测试章节，是整体系统进行实际应用前的检测。测试主要包括 WinCE 模拟器的定制、系统软件测试、系统硬件部分测试和系统实际应用测试几个方面共同组成，通过制定合理的测试解决方案并通过测试检测到相应的问题并解决，本章节是系统完成到实际应用的最后环节。

第七章 结论与展望

7.1 结论

通过以上章节介绍和设计可以完成基于 WinCE 系统的电力收费系统，该系统主要可以实现通过收费终端进行电费收缴工作。该系统主要工作有以下几个部分：

(1) 收费终端的设计与完成，收费终端采用嵌入式设计理念，其硬件部分采用基于 ARM11 架构的控制芯片作为收费终端控制核心和采用 SDRAM 作为其内存采用 NandFlash 作为其数据存储，并通过串口与嵌入式微型打印机、GPRS 无线通信模块等外接设备连接。其软件部分采用 C#语言在植入硬件存储芯片中的 WinCE 系统中完成程序设计，通过软件程序进行对硬件的控制。

收费终端具体功能包括通过系统界面中提示流程可以协助客户进行收缴电费和电费缴费情况查询、可以将收费数据通过 GPRS 上传至电力缴费中心站、可以通过嵌入式微型打印机客户数据打印出来作为凭证。

(2) WinCE 系统的剪裁和移植，收费终端中使用的 WinCE 系统需要符合本设计的特点和终端硬件结构，所以需要对本 WinCE 系统进行合理的剪裁把本系统需要部分功能保存其他部分内容裁切得到一个小“体积”的嵌入式系统，这样可以节约出相对宝贵的硬件资源。

(3) 整体系统的设计，基于 WinCE 系统的电力收费系统具体实现需要完成将收费终端和电力中心站之间的数据通信，系统设计中完成了数据传输硬件部分的设计以及传输数据格式的规范保证数据传输过程中的数据安全。

最后对基于 WinCE 系统的电力收费系统进行了实际的测试，发现并解决了在实际应用中的一系列问题，该系统目前在河北南部电网已经投入实际应用，具体在沧州任丘市、邯郸峰峰市都已经开始进行实际的电费收缴工作。

7.2 展望

该系统在电力缴费应用上获得了成功之后，但是还可以进一步的进行该系统的升级和提高，主要有以下几个方面：

(1) 嵌入式系统的升级，目前系统采用的是 WinCE 系统作为收费终端的操作系统，但是 WinCE 系统存在收费高和源代码不开源的问题，并且涉及到微软的版权事项，所以并不利于今后整体系统的升级。故将移植在硬件中的 WinCE 系统更换成目前市面上的开源系统(Linux 或 UCOS)更有利于整体系统的发展并且可以极大的降低版权费用。

(2) 整体系统的进一步完善，目前系统虽然可以很好的应用在实际当中，但是还有一些地方需要进行完善，例如加入系统的读卡模块，让客户不用记住自己的交费号码可以极大的提高交费速度；加入多样的交费内容，因为系统主要面向县乡，所以可以加入水费交费等内容，将系统进一步完善。

(3) 提高系统处理速度，包括数据传输和系统程序执行速以及硬件处理速度。在实际使用中，每提高一秒都可以提高用户对本系统的满意度，所以对程序以及数据格式进行算法的优化，进而提高系统的执行速度。

本系统虽然目前应用在电力交费中，但系统所完成的框架结构并不局限于此，可以应用到众多行业之中，通过该整套系统能够快速的应用到不同的行业，其商业价值极大，并且能够推动各行业的信息化建设。

参 考 文 献

- [1] 黄东魏等编著.3G 终端及业务技术[M].机械工业出版社.2009.10
- [2] 倪勇,陈沉编.嵌入式系统应用[M].电子工业出版社.2010.8
- [3] 张春虎. 中国电力产业市场化改革研究: 以广东省电力产业为例.暨南大学出版社[M].2009.7
- [4] S3C2440 Datasheet [I]. Samsung 公司芯片资料, 2006
- [5] 段彬. 基于 Windows CE 的嵌入式组态界面设计[J]. 可编程控制器与工厂自动化 (PLC FA), 2010 (9): 85-87
- [6] 李鹏飞,吴太成.桥梁健康监测技术研究综述[J]预应力技术,2011(01):29-31
- [7] 曾刚,彭楚武,贺蓉一种远程集中抄表系统的设计与实现[J].湖南大学学报(自然科学版),2001,28(1):69-73.
- [8] [美]Randal E.Bryant.深入理解计算机系统[M].龚奕利, 雷迎春, 译.北京: 中国电力出版社.2006.11
- [9] 杜国祥,石俊杰.SQLite 嵌入式数据库的应用[J]. 电脑编程技巧与维护, 2010(14):43-47
- [10] 卫春红, 朱欣娟.信息系统分析与设计 西安电子科技大学出版社.2008.
- [11] 韩宝俊, 卢建华, 闵华松. WinCE 下串口通信模型设计与实现[J]. 计算机工程与设计 2008, 29(8): 1997-1999
- [12] 胡伟. ARM 嵌入式系统基础与实践[M]. 北京: 航空航天大学出版, 2006: 220-310
- [13] 毕卫红.基于电力载波的远程电能抄表系统的设计[J].中国科技博览.2009(1):3-4.
- [14] 现勇. Visual C++ 串口通信技术与工程实践[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002
- [15] 陈衡, 侯善敬. 电力设备故障红外诊断[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [16] 詹群峰, 李灵杰, 叶利福等. 基于嵌入式 Linux 的音频系统 [J]. 计算机系统应用,2009,(10):204-207.
- [17] 赵明. 基于 ARM 的嵌入式系统平台研究与开发[D].南京:南京工业大学,2008.
- [18] 林炎,张友益.Windows 平台下构建嵌入式 Linux 交叉编译环境[J].单片机与嵌入式系统应用,2013,(2):74-78.
- [19] 符意德, 陆阳. 嵌入式系统原理及接口技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 20-51
- [20] 王剑飞,程耀瑜.基于 S3C2440 的嵌入式 Linux 系统移植[J].电子测试,2012,(11):84-89.

- [21] 陈云南. 一种基于 ARM 芯片的实时操作系统中断机制[D].武汉: 华中科技大学,2011.
- [22] 刘文,徐磊,盛文婷等.基于 ARM 平台的 Linux 内核分析与移植研究[J].现代计算机,2011,(7):72-74.
- [23] 沈其聪,李有根.21 世纪高等院校电子信息与电气学科系列规划教材通信系统教程[M].机械工业出版社,2008 年 01 月第 1 版
- [24] 袁满,孙永东,李鹏飞等.移动计算[M].哈尔滨工业大学出版社,2008,10
- [25] 成春旺.监控系统中基于 GPRS 的无线数据传输系统的研究与实现[D].北京邮电大学硕士学位论文,2006
- [26] 孙卫平等编著.单片机系统开发实例经典[M].冶金工业出版社,2006,4
- [27] 郎登何主编. ASP.NET (C#2008) 项目开发案例教程[M].机械工业出版社.2010,3:16-23
- [28] 李佳. ARM 系列处理器应用技术完全手册[M].北京:人民邮电出版社,2006:36-40.
- [29] 迟雪华. 基于 GPRS 无线远程抄表系统的研究与设计[D].南京: 南京理工大学图书馆,2010.
- [30] 严一平.虚拟仪器技术的发展与趋势.上海计量测试[J],2005,3:16-23
- [31] 莫雨.Windows CE 大排档[M].北京: 北京航空航天大学出版社, 2011
- [32] 王田苗. 嵌入式系统设计与实例开发[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [33] 庄宗辉, 薛毓强, 连瑞红.嵌入式数据库 SQLite 在远程监控系统中的应用[J].现代电子技术, 2007(08):62-64
- [34] 韦东山.嵌入式 Linux 应用开发完全手册[M].北京:人民邮电出版社,2008:335-336.
- [45] 唐敏, 宋借. 嵌入式数据库 SQLite 的原理与应用 [J]. 电脑知识与技术, 2008(04):600-603
- [36] 张建畅, 陶会荣, 王建超等.基于 WinCE 的嵌入式系统注册表的研究[J].微计算机信息, 2008, 24(52):44-46
- [37] 李志丹.嵌入式软件调试方法研究[J].计算机与数字工程, 2012(07):157-159
- [38] 符意德, 陆阳. 嵌入式系统原理及接口技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 20-51
- [39] 蔡莉白. 嵌入式操作系统 WindowsCE 的研究与应用[D]. 厦门: 厦门大学, 2006
- [40] 张敏,张纯伟.基于 RS-232 标准的一种实用串行通信协议的设计和实现[J].电脑知识与技术, 2009, 5(6):1369-1371
- [41] 史震宇.基于嵌入式数据库 SQLite 的交通信息采集单元[M].天津: 天津大学, 2007
- [42] Housner GW.Et al.Structure control:past,present,and future:ASCE,Journal of engineering

mechanics,1997,11 (2):76-80

[43] 郭朗. 基于 ARM 的嵌入式系统设计[D]. 成都: 电子科技大学, 2007

[44] Flores R A , Gu I Y H , Bollen M H J . Positive and negative sequence estimation for unbalanced voltage dips[C]. IEEE Power Engineering Society General Meeting, Toronto, Canada, 2003, 4(13-17): 2488-2502.

[45] Ari Takanen,Petri Vuorijärvi,Marko Laakso,Juha Rönning. Agents of responsibility in software vulnerability processes[J]. Ethics and Information Technology, 2004,6(2) .

[46] S. Rycroft,M. Tully. Building an information security Meta Standard[J]. BT Technology Journal, 2007,25(1)

[47] Five common but questionable principles of multimedia learning [J] Richard E.Mayer.

[48] Bowen PL, Rohde FH. Fifth international research symposium on accounting information systems. International Journal of Accounting Information Systems, 2005: 109-112.

[49] Alan Baddeley.The Episodic Buffer:a New Component of Working Memory [J].Trends in Cognitive Sciences,2000,4(10).

[50] Graeme Keith Rocher. The Definitive Guide to Grails[J]. Apress, 2006, No.1: 3~4

致 谢

在论文即将完成之时，感慨万千，回想整篇论文的完成非常感谢撰写本论文中提供帮助的人，尤其感谢指导教师王学军教师，从最初的选题到最终论文完成，在指导教师耐心指导下，顺利完成本文的撰写，同时感谢刘展威教授等铁道学院的老师。在此过程中，指导教师严谨的工作方式、严格的要求对我产生深深影响，对我日后工作以及未来发展起到重大作用，非常感谢指导教师。

在石家庄铁道大学的学习期间是我人生中一个非常重要的阶段，在校的几年时间铁院老师从各个方面对我的教育和表率作用让我受益终生，在校期间和老师同学们一起的学习和生活让我铭记于心久久难忘。

我将以更加努力工作与成绩答谢帮助过我的所有人。

个人简历、在学期间的研究成果及发表的学术论文

张通（1985-），男，石家庄工程职业学院，讲师，研究方向:嵌入式、软件工程，单片机。

张通，杨婧. 基于 BS 架构的药品监督管理信息系统的设计与实现，电子制作，2012 年 10 期.

张通，刘兵兵. 高校教师工资管理系统的研究与设计，电子制作，2012 年 11 期. 张永昌，张通. 基于 STM32 单片机的智能家居系统设计，电子技术与软件工程，2015 年 14 期.

杨婧，张通. 系统设计学生选题系统设计与实现，电子技术与软件工程，2013 年 06 期.