

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: X2013231755

UDC\_\_\_\_\_

厦门大学

工程硕士学位论文

学生公寓用电管理系统的设计与实现

Design and Implementation of Electricity Management  
System for Student Apartment

肖鹏飞

指导教师: 董槐林教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2016年1月

论文答辩日期: 2016年2月

学位授予日期: 2016年6月

指导教师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2016年1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

为贯彻落实推进能源消费革命的新要求，必须深入落实工业领域电力需求管理。学校要对各公寓的用电情况进行量化管理，必须建立在一套电能精细化管理平台——学生公寓用电管理系统。

本系统分为 Web 端和 Android 端两部分，用户可以通过网页查看部门的用电情况，也可以通过手机查看相关用电情况。后台利用 Web Service 为前台多个版本提供统一接口，所有针对数据库的操作都通过 Web Service 实现。Web 端采用三层架构进行开发，Android 端采用 xUtils 框架进行开发。各子系统之间通过 Web Service 进行数据交互。各子系统分两种角色：学生和公寓管理员，以不同角色进入系统享有不同权限。

本系统采用高效的电能计量、嵌入式微控制器、无线通信等多种技术，并结合数据库管理技术，设计出一款全新的基于物联网的用电管理系统。该系统实现了电力公司、电力用户、电表三者间的数据交互，能有效提高电力公司的管理水平。

**关键词：**用电管理系统；Web 服务；Android 端

## Abstract

In order to implement the new requirements to promote energy consumer revolution, we must implement the industrial demand side management. Schools want to electricity consumption for each apartment quantify management, it must be based on a refinement of the power management platform—the Electricity Management System for Student Apartment.

The system is divided into two parts: Web terminal and Android terminal. You can view the use of electricity sector through the website, you can view the power usage by mobile phones also. Web Service provides a unified interface to the front versions. The Web terminal uses three-layer architecture, The Android terminal uses xUtils framework. Data between various subsystems interact through Web Service. Each subsystem has two roles: student and apartment manager, with different roles into the system and enjoy different privileges.

The thesis proposes a new design of Things intelligent power management system, which based on an efficient energy metering, embedded microcontrollers, wireless communications and combined with database management technology. The system enables data exchange power companies, power users, the meter among the three, can effectively improve the power company's management level.

**Key Word:** Electricity Management System; Web Service; Android Client

## 目 录

<b>第一章 引言</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目背景 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	1
1.3 本文的主要内容与结构 .....	3
<b>第二章 相关技术</b> .....	<b>5</b>
2.1 Web Service .....	5
2.2 Web 端相关技术 .....	6
2.2.1 C#程序语言 .....	6
2.2.2 三层架构 .....	7
2.3 手机端相关技术 .....	8
2.3.1 Android .....	8
2.3.2 xUtils 框架 .....	9
2.4 本章小结 .....	11
<b>第三章 系统需求分析</b> .....	<b>12</b>
3.1 业务需求 .....	12
3.2 系统功能需求 .....	12
3.3 用例分析 .....	14
3.3.1 查看当前用电信息 .....	16
3.3.2 查询历史用电信息 .....	17
3.3.3 控制电源开关 .....	19
3.3.4 设置电源的自动开关时间段 .....	20
3.4 系统性能需求 .....	22
3.5 本章小结 .....	23
<b>第四章 系统设计</b> .....	<b>24</b>
4.1 设计原则 .....	24

4.2 总体设计 .....	25
4.3 功能设计 .....	26
4.4 数据库设计 .....	30
4.5 本章小结 .....	32
<b>第五章 系统实现 .....</b>	<b>33</b>
5.1 服务端 .....	33
5.1.1 数据采集 .....	33
5.1.2 Web Service .....	34
5.1.3 客户端与服务器通信 .....	35
5.2 Web 客户端 .....	36
5.2.1 查看当前用电信息模块 .....	36
5.2.2 查询历史用电信息模块 .....	38
5.2.3 控制电源开关模块 .....	41
5.3 Android 客户端 .....	43
5.3.1 查看当前用电信息模块 .....	43
5.3.2 查看历史用电信息模块 .....	45
5.3.3 控制电源开关模块 .....	48
5.4 本章小结 .....	50
<b>第六章 总结与展望 .....</b>	<b>51</b>
6.1 总结 .....	51
6.2 展望 .....	51
<b>参考文献 .....</b>	<b>53</b>
<b>致谢 .....</b>	<b>55</b>

## Content

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Project Background.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Present Research Situation of Home and Abroad .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Main Content and Structure of this Thesis .....</b>	<b>3</b>
<b>Chapter 2 Related Technology.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Web Service.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Web Related Technology.....</b>	<b>6</b>
2.2.1 C# Programming Language .....	6
2.2.2 MVC .....	7
<b>2.3 Android Related Technology .....</b>	<b>8</b>
2.3.1 Android .....	8
2.3.2 xUtils Framework .....	9
<b>2.4 Summary .....</b>	<b>11</b>
<b>Chapter 3 System Requirement Analysis .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Business Requirement .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 System Functional Requirement.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Use Case Analysis .....</b>	<b>14</b>
3.3.1 View the Current Electricity Information .....	16
3.3.2 View the History Electricity Information .....	17
3.3.3 Control the Power Switch Module.....	19
3.3.4 Set the Power Automatic Switch Time Period.....	20
<b>3.4 System Performance Requirement .....</b>	<b>22</b>
<b>3.5 Summary .....</b>	<b>23</b>
<b>Chapter 4 System Design.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Design Principles .....</b>	<b>24</b>

<b>4.2 Overall Design</b> .....	<b>25</b>
<b>4.3 Functional Design</b> .....	<b>26</b>
<b>4.4 Database Design</b> .....	<b>30</b>
<b>4.5 Summary</b> .....	<b>32</b>
<b>Chapter 5 System Implementation</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1 Server</b> .....	<b>33</b>
5.1.1 Data Acquisition.....	33
5.1.2 Web Service .....	34
5.1.3 Client Communicates with the Server .....	35
<b>5.2 Web Client</b> .....	<b>36</b>
5.2.1 View the Current Electricity Information Module.....	36
5.2.2 View the History Electricity Information Module.....	38
5.2.3 Control the Power Switch Module.....	41
<b>5.3 Android Client</b> .....	<b>43</b>
5.3.1 View the Current Electricity Information Module.....	43
5.3.2 View the History Electricity Information .....	45
5.3.3 Control the Power Switch Module.....	48
<b>5.4 Summary</b> .....	<b>50</b>
<b>Chapter 6 Conclusions and Prospect</b> .....	<b>51</b>
<b>6.1 Conclusions</b> .....	<b>51</b>
<b>6.2 Prospect</b> .....	<b>51</b>
<b>References</b> .....	<b>53</b>
<b>Acknowledgements</b> .....	<b>55</b>

## 第一章 引言

### 1.1 项目背景

我国长期以来都采取人工抄读电表方式来读取交流电度表,该交流电度表利用的是感应式机械电度表。这种原始的人工抄表方法,劳动强度大,工作效率也降低不少。而且人工抄表周期往往较长,还伴随着一系列人工操作问题,不仅给用户带来不便,也不利于防治偷电行为、节能减排以及发展低碳模式。目前,大部分电业局、电力公司已基本使用计算机管理系统来管理用电营业,但是电力管理的基础内容——用电数据还是采用最原始的抄表方式,这种传统的方式显然过于落后。

从整个电力系统来看,我国已基本实现网络化,包括发电、配电、传输、区域变电所等各个环节的网络化连通,但终端用户还是采用人工抄表方式,没有连接到网络,这种传统的抄表方式严重影响了供电系统的现代化管理进程,制约着我国信息化、网络化发展。

针对传统的机械电表与普通的电子式电表根本无法满足现代智能电网的需求,提出了采用高效的电能计量、嵌入式微控制器、无线通信等多种技术,并结合数据库管理技术,研制出一款全新的基于物联网的电表系统。基于物联网的智能电表系统精度高、误差小。实现了电力公司、电力用户、电表三者间的数据交互,能有效提高电力公司的管理水平。并且用户也能通过该系统实时查看电能消耗情况,有助于节能。随着高校信息化发展政策,需要针对学生公寓设计开发用电管理系统,而随着 Android 智能手机的普及,使得本项目更易于使用。系统以 ASP.NET 作为 Web 端主要开发语言和 Java 作为手机端主要开发语言一起实现基于安卓智能平台的公寓用电管理系统的功能。

### 1.2 国内外研究现状

国内有很多企业提供电能管理相关的系统、服务、产品、解决方案。其中,中国电能服务致力于企业电能管理,搭建第三方电能服务平台;为电力用户的配

电设施、用电设施提供规划设计、选型采购、安装调试、运行监测、性能优化和维护保养等活动的专业服务<sup>[2]</sup>。电力服务业作为较新的现代服务行业，它的进步将带来一个庞大的产业链。

华应信息科技有限公司的 HYI-EMS 系统是结合了嵌入式硬件技术、计算机网络技术、现代化通讯等多项技术进行开发的系统<sup>[3]</sup>。对校园水电等各能耗进行实地收集、采样分析，画出各个监测单元的每分钟、每小时、每日、月度以及年度的能耗分析图，统计出各项耗能的费用，并以报表的形式将各项数据呈现出来。节约型校园能源监管平台系统采用的实时通信的技术，配合存储数据的数据库，学校的后勤行政管理人员通过查看 WEB 端实现无论任何时间地点都能对学校的水、电、气等各项能源数据情况进行监控与管理。这个系统主要由现场计量仪表、能耗管理器以及数据管理中心这三部分组成。能耗管理器通过输入输出接口模块与现场计量仪表对接，将仪表采集的能耗数据进行分析 and 储存，根据数据管理中心的需求上传数据。系统通过对流量信号及水耗量、供水管网压力的监测、分析，一旦管网出现异常情况，信息就能即时反馈，管理人员和值班人员迅速采取应对处理，从而可以最大限度的避免跑冒滴漏现象。利用该系统和用电指标的结合，可以实现学校的用电指标控制、用电量分析统计、费用结算，很方便的管控学校各部门量化用电<sup>[4]</sup>。

DSM(Demand Side Management)需求方管理就是在政府的系列政策引导下，结合有力的管理运作措施，促进能源供应公司、发电产商、电网公司以及用户的合作，达到供需双方共同参与管理的方式，减少能源消耗和用电资费的下降，使多方收益，最终实现减少能源消耗和保护环境的目的<sup>[5]</sup>。

在政府牵头下，2015年7月21日，工信部、国家发改委协同中国电力企业联合会召开了关于全国工业领域电力需求方管理的工作会议。该会议审议了电力需求方管理评价实施细则，推进了能源消费的新要求。

能源消费量长期位居第一的美国创建了电力需求方管理，它在应用和推进方面一直处于世界领先地位，引导电力需求方管理发展的新潮流<sup>[6]</sup>。现在欧盟、日本、加拿大、巴西等多个国家和地区也开始应用电力需求方管理。由于电力需求方管理这些国家的成功应用，取得一些列令人瞩目的效果：工程投入建设得到控制、电网运行经济可靠、用电缺口得到修补、电价涨幅得到控制、用户节约的能

源增加、环境质量得到改善<sup>[7]</sup>。

加拿大通过实施电力需求方管理削减高峰负荷近 170 万 kW。其主要措施是：对工业用户进行电力需求方管理的信息支持和金融鼓励。如安大略电力公司对每移峰 1kW 的项目，一次性补助 400 加元/年；对商业用户主要采用照明节电工程，电力公司对采用节能型灯管给予补助；对居民用电主要是协助政府制定建房节能标准，并要求对照明用电采用同商业用户一样的鼓励标准；制定明确的节能计划、行动计划，提高全员节能意识，健全节能组织与机构等<sup>[8]</sup>。

2003 年，美国能源部提出了“Grid2030 计划”，该计划的主要目的是构建一个安全可靠可以覆盖全美国的骨干电网，覆盖各个地区的区域性电网、小微电网等多层次的电力网络，并提出要建立“综合能源及通信系统体系结构”。该计划采用各种先进的技术，包括材料、超导体、电力电子、系统控制、地域测量、实时仿真、能源储备、再生能源发电、小型可靠地燃气轮机发电等技术，保障整个电网的稳定性和安全性，保证供电质量和供电稳定<sup>[9]</sup>。

国外电力企业几年前已经开始建设智能型电网，该电网采用一套完善的设备管理系统，完整的基础设施体系和电网信息化架构。在电网安全的前提下，通过对电网信息的客户需求方等管理系统的协调统筹，实时采集与电网运行调度，生产作业管理，同时兼顾电网可靠、经济运行，提升能源利用效能，提高电力集约化水平。国外电力企业生产管理信息化的程度经过了不断的丰富与发展，电力网络信息化已经与我国有较大的差距。

### 1.3 本文的主要内容与结构

本文介绍了某高校学生公寓用电管理系统的项目背景、研究现状，以及系统所使用的 Web Service、三层架构、Android 等相关技术。以这些为基础，本文以电力能源系统为目标进行系统业务需求分析、功能需求分析、用例分析、系统性能需求分析，然后进行系统总体设计、功能设计、数据库设计等，最终完成系统服务端数据采集、Web 客户端实现、Android 客户端实现。

全文共六章，组织结构如下：

第一章引言，从项目背景、国内外研究现状等来介绍为什么要研究公寓用电管理系统的设计与实现，以及目前国内外已有了一些研究成果和解决方案。

第二章相关技术，介绍了本系统所采用的三层架构、xUtils 框架、C#.NET、Android 等框架技术。

第三章系统需求分析，从业务需求、系统功能需求、用例分析、系统性能需求这四部分来描述公寓用电管理系统。

第四章系统设计，从设计原则、总体设计、功能设计、数据库设计这几个方面来分析用电管理系统的设计，对系统的需求和用例进行分析，提交有需求分析报告以及以角色为主的 UML 用例建模图、用例分析和活动图，以便于后期程序的开发<sup>[10]</sup>。

第五章系统实现，分别从 Web 端实现的功能模块和手机端实现的功能模块来展开用电管理系统的实现。根据业务需求分析和以角色为主的 UML 用例建模分析，设计系统的数据库表信息。根据用例分析和界面效果，编写了功能点文档以便于减少后期代码编写时因功能的不明确时间的浪费。

第六章总结与展望，首先总结本论文所做的工作、完成的功能，然后分析存在的一些问题。

## 第二章 相关技术

公寓用电管理系统所采用的技术有：后台利用 Web Service 提供统一接口；前台分为 Web 端和 Android 端：Web 端利用 C#的三层架构进行开发，Android 端利用 xUtils 框架进行开发。本章从 Web Service、Web 相关技术、手机端相关技术三方面进行介绍。

### 2.1 Web Service

随着网络运行理念、网络技术的发展，技术人员提出一种新的解决方案，利用 Web Service 进行网络应用集成<sup>[1]</sup>。Web Service 技术能提供统一访问接口，能使不同应用之间交换数据，而不用管应用是否运行在同一机器上、是否使用同一种语言、是否使用同一个平台，也无须借助专门的第三方软件。因此 Web Service 的使用减少了应用接口的花费，为业务提供了统一的解决方案。与此同时，Web service 是一个独立的平台，易于配置、发布应用程序，应用起来也非常简单方便。对于使用者来说，只需要知道 Web Service 提供了某一功能，调用它即可，而不需要关心其内部具体是如何实现的。

应用程序与 Web Service 之间通过网络进行访问，通常通过 HTTP 访问，应用程序只需发送正确的 HTTP 请求，Web Service 即会作出相应的 HTTP 响应。比如 Web Service 负责操作数据库，实现具体的增、删、改、查业务，而不管是 Web 应用程序还是 Android 应用程序，都可通过发送正确的 HTTP 请求（比如查询）给 Web Service，Web Service 作出相应的操作后，将结果通过 HTTP 响应的方式返回给应用程序，它们之间传递信息的格式通常使用 json 数据，因为 json 数据易于传输且易于解析，非常灵活方便。

Web Service 的体系结构是基于以下三个角色的：服务请求者、服务中介者、服务提供者。具体来说，Web 服务请求者就是利用 SOAP (Simple Object Access Protocol)协议向 Web 服务提供者发出请求来获得自己需要的服务；Web 服务提供者就是接收 SOAP 消息所发来的请求，为请求者提供自己已有的功能；Web 服务中介者类似管理者的角色，将服务请求者与服务提供者正确联系在一起，使得

Web 服务请求者能够获得正确的服务。图 2-1 表示三者之间的关系。

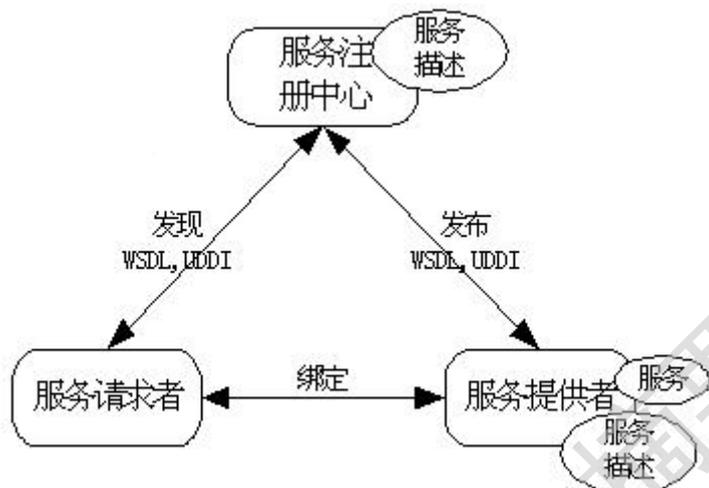


图 2-1 Web Service 体系结构图

## 2.2 Web 端相关技术

### 2.2.1 C#程序语言

C#是微软公司 Scott Willamette 和 Anders Hejlsberg 领导的开发小组发布的一种高级程序语言，它是一种面向对象程序设计语言，开发运行平台是.NET 平台<sup>[12]</sup>。所有的面向对象语言，比如 C#、Java，都有一定的共同点，比如单一接口、继承、与编译成代码再运行的过程和相近的语法，但是 C#与 Java 也有着显著不同之处。目前市场上主流的两种开发语言就是 C#和 Java，可谓各占半壁江山，基本上来说 Java 能做的事情，C#也都能做，毕竟面向对象的思想是一样的，只不过实现语法不一样而已。

C#是一种简单的、稳定的面向对象程序设计语言，与面向过程的 C 语言不同<sup>[6]</sup>。C#更贴近现实社会，更符合人类的思维方式，也类似人类语言一样，由“字——词——句——文”组成，即变量、表达式、语句、方法。利用 C#可开发 Winform 程序、也可开发 Web 应用程序，当然也可以开发移动应用程序<sup>[13]</sup>。C#最主要的就是让人有面向对象的思维方式。

### 2.2.2 三层架构

三层架构是基于模块化思想，根据功能将应用程序分解为三层，让每一层都完成自己的功能，实现高内聚低耦合，比如表示层只能访问业务层，而不能直接访问数据层，这样一旦出了问题，就很容易定位到原因，从而更快速解决问题。三层框架模型图如图 2-2 所示，其将应用程序划分为 Web 层（表示层）、业务逻辑层和数据访问层。

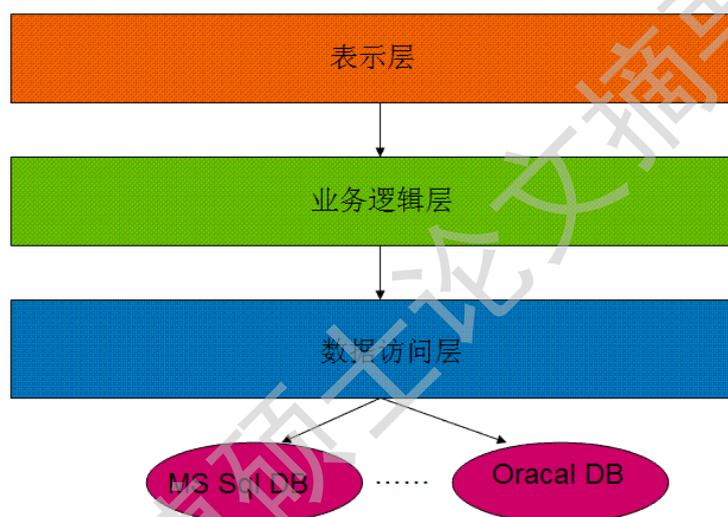


图 2-2 三层架构模型图

#### 1. Web 层

Web 层又称表示层是系统的 UI 部分，主要是指与用户交互的界面，即负责接收用户输入的数据和向用户输出处理后的数据。在表示层中，应当尽量不包括系统的业务逻辑，但有时候有考虑到应用效率，在向业务逻辑层传输用户输入的数据之前进行验证。由于表示层只做与外观显示相关的工作，一般使用前端开发工具(如 Java、VC)开发。

#### 2. 业务层

业务层负责业务逻辑处理，是系统的核心部分，用于做一些有效性验证的工作，如查询业务、数据添加、修改等。业务层是连接表示层和数据访问层的关键，表示层只能访问业务层，而不能直接访问数据层，根据用户的指令更新数据库或生成检索语句，然后把结果返回到 UI 界面供用户读取。

#### 3. 数据层

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts 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.