

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: X2013232175

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

# 住宅小区能源管理系统的设计与实现

Design and Implementation of Energy Management System  
for Residential District

陈丽琳

指导教师姓名: 曾文华 教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2016年9月

论文答辩日期: 2016年11月

学位授予日期: 2016年12月

指导教师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2016年9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

近些年来，为了实现对住宅小区内能源的智能化控制，住宅小区能源管理系统已经成为研究的热点问题。国内外的部分大型公司已经提出了它们的相关设计产品，并在部分地方进行试点。然而，在我国小区智能化进程中，由于受到大部分城区能源网络比较老化的限制，全面推广小区智能化遇到了诸如能源网络改造量大、时间久、成本高等问题。本文是针对我国旧式小区能源网络而提出的一款住宅小区能源管理系统（HEMS），在不需要对现有的能源网络进行大幅度改造的前提下，实现住宅内能源使用的远程管控。

本课题主要是结合住宅小区能源管理的相关需求并实地进行调研，根据软件开发理论和项目管理理论进行了设计，本文基于 Myeclipse 平台，结合了 SQL Server2005、Struts、Spring 等技术来进行系统实现，首先对相关技术进行了简要的概述，进而从可行性、非功能和功能等方面进行了分析，在此之上，从概要、详细和数据库等方面对系统进行了设计。在系统实现部分，依次从系统实现环境、数据库的实现和基于 B/S 的住宅小区能源管理系统的实现三方面进行展开，其中基于 B/S 的住宅小区能源管理系统的实现大体分为能耗动态监测、能耗统计分析、节能潜力分析、节能考核分析、节能考核监督、节能信息服务、能耗预警、系统管理等模块，为了提高程序维护的简便性，本文在对数据库进行访问时，设计了一个 Data 类，同时提高了重复利用的代码数量，提高了工作效率。

本项目所设计的系统方便了住宅小区能源的管理，提高了工作效率，实现了住宅小区能源管理的“集中管理，分布存放，实时使用，高效可靠”要求，利用计算机技术和网络技术来将住宅小区能源信息进行处理，从而有效地、彻底地改变传统的住宅小区能源管理模式，提高住宅小区能源管理的安全性和高效性，方便住宅小区能源进行管理。

**关键词：**住宅小区；能源管理；B/S 架构

## Abstract

In recent years, in order to realize the intelligent control of the residential district, the energy management system has become a hot issue. Some domestic and foreign Large Firm have proposed their related design products, and in some places to carry out pilot. However, in the process of community intelligence, due to the limitation of the aging of the energy network in most of the city, the comprehensive promotion of residential area intelligent encountered such as the energy network reconstruction project, time, high cost of the problem. In this paper, a residential district energy management system (HEMS) is proposed, which is based on the old residential energy network. In this paper, we do not need to carry out large scale transformation of the existing energy network to realize the remote control of residential energy use.

This thesis is based on the research of energy management in residential quarters. According to the theory of software development and project management theory, this paper is based on Myeclipse platform, combined with Server2005 SQL, Spring, Struts and other technologies to achieve the system. Firstly, the related technologies are analyzed. In the system implementation part, in order to improve the efficiency of the program, we design a based on B/S, which is based on the of the system, which is based on B/S, which is designed to improve the efficiency of the program. In order to improve the efficiency of the program, we design a Data class.

The system designed by this project is easy to manage, improve the work efficiency, achieve the management of residential district energy management, distributed storage, real-time use, efficient and reliable, the use of computer technology and network technology to the residential area can source information processing, so as to effectively, completely change the traditional residential district energy management model, improve the safety and efficiency of residential energy management, convenient residential district energy management.

**Key words:** Residential District; Energy Management; B/S Architecture

## 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景和意义 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	3
1.3 论文主要研究内容 .....	4
1.4 论文结构安排 .....	4
<b>第二章 相关技术介绍</b> .....	<b>6</b>
2.1 ASP.NET 介绍 .....	6
2.2 MVC 模式 .....	7
2.3 UML 系统建模 .....	9
2.4 SQL Server2008 数据库 .....	10
2.5 本章小结 .....	10
<b>第三章 系统需求分析</b> .....	<b>11</b>
3.1 系统总体需求概述 .....	11
3.2 系统功能需求分析 .....	12
3.2.1 系统整体需求分析 .....	12
3.2.2 能耗动态监测 .....	14
3.2.3 能耗统计分析 .....	15
3.2.4 节能潜力分析 .....	16
3.2.5 节能考核监管 .....	17
3.2.6 节能信息服务 .....	18
3.2.7 能耗预警 .....	19
3.2.8 系统管理 .....	20
3.3 系统非功能需求 .....	25
3.4 本章小结 .....	26
<b>第四章 系统设计</b> .....	<b>27</b>
4.1 系统设计目标 .....	27

4.1.1 设计目标.....	27
4.1.2 设计原则.....	28
<b>4.2 技术架构设计 .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3 系统功能结构设计 .....</b>	<b>33</b>
<b>4.4 系统功能模块设计 .....</b>	<b>33</b>
4.4.1 用户权限设计.....	33
4.4.2 数据库操作功能设计.....	34
4.4.3 用户界面工厂设计.....	35
4.4.4 能耗动态监测设计.....	36
4.4.5 能耗统计分析设计.....	37
4.4.6 节能潜力分析设计.....	39
4.4.7 节能考核监督设计.....	41
4.4.8 节能信息服务设计.....	43
4.4.9 系统管理设计.....	43
<b>4.5 系统数据库设计 .....</b>	<b>45</b>
4.5.1 数据库总体设计.....	45
4.5.2 数据库逻辑结构设计.....	46
4.5.3 数据库表结构设计.....	47
<b>4.6 本章小结 .....</b>	<b>50</b>
<b>第五章 系统实现 .....</b>	<b>52</b>
<b>5.1 系统运行环境 .....</b>	<b>52</b>
<b>5.2 系统功能的实现 .....</b>	<b>52</b>
5.2.1 能耗动态监测实现.....	52
5.2.2 能耗统计分析实现.....	54
5.2.3 节能潜力分析实现.....	56
5.2.4 节能考核监督实现.....	58
5.2.5 节能信息服务实现.....	60
5.2.6 系统管理实现.....	62
<b>5.3 数据库访问及性能优化 .....</b>	<b>63</b>
5.3.1 数据库访问.....	63

5.3.2 性能优化.....	64
5.4 本章小结 .....	63
<b>第六章 系统测试 .....</b>	<b>66</b>
6.1 系统测试概述 .....	66
6.2 系统测试环境 .....	66
6.3 系统测试内容 .....	67
6.4 测试结果分析 .....	72
6.5 本章小结 .....	72
<b>第七章 总结与展望 .....</b>	<b>73</b>
7.1 总结.....	73
7.2 展望.....	73
参考文献.....	75
致    谢.....	78



## Contents

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Background and Significance .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Overview of Domestic and Foreign .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Main Content.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Organizational Structure.....</b>	<b>4</b>
<b>Chapter 2 Related Technology Introduction.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 ASP.NET Introduction.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 MVC Pattern .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 UML system modeling .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 SQL Server 2008 Database.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Summary.....</b>	<b>10</b>
<b>Chapter 3 System Requirements Analysis.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Overview of The Overall System Requirements .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 System Functional Requirements Analysis.....</b>	<b>12</b>
3.2.1 System Overall Demand Analysis .....	12
3.2.2 Dynamic Monitoring Of Energy Consumption .....	14
3.2.3 Statistical Analysis Of Energy Consumption.....	15
3.2.4 Energy Saving Potential Analysis .....	16
3.2.5 Energy Conservation Assessment And Supervision .....	17
3.2.6 Energy Saving Information Service .....	18
3.2.7 Energy Consumption Early Warning .....	19
3.2.8 System Management .....	20
<b>3.3 System Non Functional Requirements.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 Summary.....</b>	<b>26</b>
<b>Chapter 4 System Design.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Design Goals and Principles.....</b>	<b>27</b>

---

4.1.1 Design Goals .....	27
4.1.2 Design Principles .....	28
<b>4.2 Technical Architecture Design .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3 System Function Structure Design .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4 System Function Module Design .....</b>	<b>33</b>
4.4.1 User rights design .....	33
4.4.2 Database operation function design .....	33
4.4.3 User interface factory design .....	34
4.4.4 Design of dynamic monitoring of energy consumption.....	35
4.4.5 Energy consumption statistical analysis design .....	37
4.4.6 Energy saving potential analysis and design .....	38
4.4.7 Energy saving assessment and supervision design .....	40
4.4.8 Energy saving information service design .....	42
4.4.9 System management design .....	42
<b>4.5 System Database Design .....</b>	<b>44</b>
4.5.1 Overall database design .....	44
4.5.2 Database logical structure design.....	45
4.5.3 Database table structure design.....	46
<b>4.6 Summary .....</b>	<b>49</b>
<b>Chapter 5 System Implementation.....</b>	<b>51</b>
<b>5.1 System Operating Environment .....</b>	<b>51</b>
<b>5.2 System Function Realization.....</b>	<b>51</b>
5.2.1 Realization of dynamic monitoring of energy consumption.....	51
5.2.2 Statistical analysis of energy consumption .....	53
5.2.3 Energy saving potential analysis .....	55
5.2.4 Implementation of energy saving assessment and supervision.....	57
5.2.5 Energy saving information service realization.....	58
5.2.6 Implementation of system management .....	62
<b>5.3 Database Access And Performance Optimization.....</b>	<b>63</b>
5.3.1 Database Access .....	63

---

5.3.2 Performance Optimization .....	64
<b>5.4 Summary.....</b>	<b>65</b>
<b>Chapter 6 System Test .....</b>	<b>66</b>
6.1 System Testing Overview.....	66
6.2 System Test Environment .....	66
6.3 System Test Content.....	67
6.4 Test Result Analysis.....	72
6.5 Summary.....	72
<b>Chapter 7 Conclusions and Outlook .....</b>	<b>73</b>
7.1 Summary.....	73
7.2 Outlook.....	73
<b>References .....</b>	<b>75</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>78</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 研究背景和意义

随着经济的发展和社會信息化进程的进一步推进,各行各业各领域都在不同程度上应用信息化手段来提高自身的工作效率和市场竞争力。目前在经济的快速发展与社会在进行信息化发展的进程过程中,各行各业各领域都在不同程度上应用信息化手段来提高自身的工作效率和市场竞争力<sup>[1]</sup>。根据目前国家对于信息化发展的战略要求,采用一些比较先进的流行的计算机相关技术和相应的网络管理技术,充分的开发利用各种有用的信息资源,实现资源的共享与沟通。另外一方面,信息化能够节约社会资源,有效推动经济发展和社会发展<sup>[1]</sup>。信息化时代的企业要能够在激烈的社会主义市场经济环境下立于不败之地,企业建设一定要密切联系信息化建设,甚至企业兴旺发达的全过程都离不开信息化建设,企业网站的建设一旦发挥其宣传效力,就可以在更广泛的领域宣传其产品、服务和品牌,企业电子商务可以有效整合和管理上下游的客户资源,企业生产流程的全程录像及其反馈,可以在短时间内有效提高企业质量管理,企业电子通讯的畅通无阻盘活企业内外生产环节的交流,保证企业可持续发展,强化企业市场竞争力必须要依靠信息化建设<sup>[2]</sup>。

在进行相应的能耗监测管理的过程中,主要是将相应的单位的能耗相关数据信息,经过相应的汇总及其相应的统计分析之后存储到数据库中,然后通过数据库来实时的获取单位、地区及其行业能耗及其能效方面的一些水平,通过建立相应的预测预警分析机制,自动化的实现能耗方面的节能问题。

随着我国城镇化的进度越来越快,在进行城市的建设过程中采用一些先进的技术使得建设的速度加快,这种建设过程中对于人们的生活水平有了非常大的提高及其提升。城市中大型的建筑的面积也在不断的增加,相应的大型建筑在正常运转时所需要的电,气,水等相关方面的一些能源,在进行消耗的过程中使用量是越来的越大了。据统计,我国的大型公共建筑每年仅耗电量就为 900 亿度电,其总面积约为 5 亿平方米,则单位面积的耗电量为每年 180 度电,这个数值要远远大于其他建筑用电量<sup>[1]</sup>。这还不包括用气,用水等的能耗统计进来。根据这些数据,我国大型建筑单位面积所消耗的能源是非常大的,并且还在呈上升趋势。

这样的情况不符合可持续发展规划，我国的供能系统也无法长久的承受。

为落实科学发展观，向可持续发展道路转变，国家对于节能方面的控制的重视程度已经是越来的越高了。国务院节能方面的一些文件中需要在节能方面采取一些措施与手段来进行节能方面的控制。北京市从 2006 年起陆续建立了政府机构用电用热计量系统（覆盖市级 54 家政府机构），建筑住宅小区能源平台，合同能源管理信息系统，在进行处理的过程中，工业方面的一些重点是利用相应的能源方面的状况直接进行能源方面的上报处理，固定资产投资项目节能评估信息系统等信息化平台。在北京市各区县政府中，海淀区、石景山区、大兴区已完成了部分节能在线监测服务平台的建设。

能耗监测系统的重要目的是获取能耗数据，通过对能耗数据的分析，可以从宏观的角度了解一栋建筑或是一片区域的能耗状况和耗能特征。以这些分析结果为参考，一方面可以为政府决策部门在出台节能政策时提供数据支持<sup>[2~4]</sup>。通过构建节能在线监测系统，可以更加准确，实时，有效的采集分析一个区域内的能耗数据。为高效的对城市运行提供能耗监测以及对节能减排，系统改造等系统工程提供详实的数据参考。

但是，在节能减排提上日程之前，我国前期很长一段时间内没有对能耗监测引起足够的重视。能耗监测的主要方式还是以人工为主<sup>[5]</sup>。这种方式虽在前期在一定程度上满足了政府决策部门对能耗数据采集的要求，但是它的缺点在当前快速的发展趋势下也越来越多的暴露出来，如采集周期长，人力成本高，数据流通比较慢，错误纠察机制缺失等等<sup>[6]</sup>。基于此，研发设计一套节能在线监测系统的必要性不言而喻。

能耗监测系统一般由三个主要的部分组成：能耗的采集、能耗的传输和能耗的存储分析。能耗的采集由电能相关方面的表，远传水相关方面的表，远传气相关方面的表，数据采集器等底层传感器类设备完成。数据的传送主要是根据不同的通信方式的特点与实际需求相匹配，有以太网传输，CAN 等等<sup>[7~8]</sup>。数据的分析和存储主要通过监控中心的数据库来完成。当前，针对一些存储数据量比较大的数据库系统，比如一些 SQL Server 相关方面的数据库、Oracle 相关方面的数据库等相关的功能已经是非常的完善。这些功能完全可以满足节能在线监测系统的存储要求。嵌入式与传感器和通信领域的结合，使得数据的采集速度和传输速度以及可靠性都得到了极大的提升。

## 1.2 国内外研究现状

国外节能在线监测业务起步较早,这是由于上个世纪开始出现的能源危机促使各个国家一方面寻找新型的可替代能源,另一方面采取行动对能耗数据进行监测,对能源的使用进行统计分析从而更好的分配和使用能源,从而避免造成不必要的浪费。1961年,日本已经制定“特定工厂控制组织法”,从90年代以来,在一些特定的工厂方面,日本已经制定了一些相关方面的法律法规。

另外美国从70年代开始也展开了针对建筑的能源与能耗的数据统计,以此为基础,大力推进城市的节能改造,其监测的数据包括了气、水、电等常见的能耗量,同时还包含单位面积消耗的能量等信息<sup>[11]</sup>。美国作为这方面的先驱,在摸索的过程中耗费了许多的物力、财力、人力以及时间。而之后的其它国家都是以美国的建设模式作为蓝本进行参考、模仿。以印度为例,印度就以美国的能耗监测系统作为模板,在其首都—新德里的几十幢高层建筑进行能耗统计,根据得到的数据有针对性的提出了一系列行之有效的节能措施<sup>[12]</sup>。美国在线能耗监测和节能减排方面走的更早,更远一些,使其在数据存储和数据分析方面有更多的经验。其成熟的数据库具有容量大、数据分类信息全、统计精确等一系列的显著特点。

相比传统的手工以及计算机辅助的管理时代,信息系统在信息化背景下发展的非常的快,随着国家在信息相关方面的信息技术及其计算机网络方面的一些技术的不断发展与处理,也得到了快速的发展<sup>[12]</sup>。国外信息化的建设步伐迈得比较大,随着集成电路以及计算机网络等相关技术的不断发展,企业住宅小区能源管理软件也从最初的基于DOS技术平台的单型企业住宅小区能源管理软件逐渐发展成为比较智能化的具有分析能力的企业住宅小区能源管理软件。

在我国,一些软件公司为了适应市场的需求,推出企业住宅小区能源管理的解决方案,这在一定程度上缓解了传统企业住宅小区能源管理方法效率低的难题。当前,我国国内企业住宅小区能源管理系统存在的主要问题是:

(1) 对系统的研究方向较为单一,仅停留在对系统的管理的研究,而缺乏对企业住宅小区能源状态的研究。

(2) 系统兼容性较弱,其开发语言只能在特定平台和指定企业住宅小区能源下运行。

(4) 系统的局限性较强,开发出来的系统只能某个行业或某一方面的企业

住宅小区能源能使用，而无法大面积适用于其他公司，通用性较差。

### 1.3 论文主要研究内容

本课题主要是来源于企业对于住宅小区能源的一种远期的规划，在这个住宅小区能源管理项目中根据上级主管部门的具体要求，规划企业住宅小区能源管理系统。

课题主要是针对的实现各种功能，提出相应的解决方案，主要是解决企业目前的住宅小区能源管理模式中存在的信息交流机制不足的问题，设计与实现一套针对企业的住宅小区能源管理系统，提高住宅小区能源的管理效率。

(1) 在文献检索以及综述阶段，该阶段主要是阅读大量的住宅小区能源管理方面的论文，对论文就行规划，保证企业住宅小区能源的顺利运行。

(2) 通过对目前企业的住宅小区能源模式进行分析，针对企业中住宅小区能源的流程信息化进行分析，总结实际的工作中所存在的工作利弊问题，提出符合企业信息化的工作流程。

(3) 调查与分析阶段。该阶段主要是走访与调研，收集企业目前住宅小区能源过程中的实际情况，形成相应的调研报告，并且向有关部门进行汇报。

(4) 对设计的住宅小区能源管理软件进行开发，按照软件工程的开发流程进行设计与实现，并编写相应的代码对软件进行测试与应用。

### 1.4 论文结构安排

本文主要通过分析目前住宅小区能源管理的发展现状，针对目前住宅小区能源管理系统的管理情况，设计和实现了一套功能较为完善、稳定性好的基于 B/S 模式的住宅小区能源管理系统。本文的组织结构及相关安排如下：

第一章：绪论。通过分析国内外的信息化建设，分了目前住宅小区能源管理的过程中还会存在的一些相关的问题及其需要解决的难点问题，鉴于此提出本课题的研究背景，接着提出课题的研究目的、内容和意义，并且论述了住宅小区能源管理系统软件开发的技术在国内外的研究现状。

第二章：介绍本课题住宅小区能源管理中使用到的技术。对课题中使用的 ASP.NET 结构设计、MVC 框架技术和数据库管理软件 SQL Server 2008 等技术

分别进行了详细的介绍。

第三章：对住宅小区能源管理系统的要求进行阐述和介绍。从运行可行性、经济可行性和技术可行性等方面对住宅小区能源管理系统的可行性进行了相关介绍和分析；进而对系统中主要功能模块的需求进行了剖析和阐述，然后对非功能性模块的设计原则与注意事项进行了阐述。

第四章：主要是对软件系统设计进行了分析和设计。首先分析住宅小区能源管理系统的设计目标，其次分解处理了其功能结构设计；最后，确定其数据库方面的程序的设计流程。

第五章：首先确定住宅小区能源管理系统的实现环境，其次展示住宅小区能源管理系统的各个模块的流程图，再次从实证角度展示实现的效果，最后对于关键的代码也进行了分析。

第六章：采用软件工程的测试方法对系统进行了详细的功能、性能方面的测试。

第七章：住宅小区能源管理系统的总结和展望。总结了住宅小区能源管理系统的成果，并且分析了住宅小区能源管理系统中存在的问题，为进一步完善系统做了展望。



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.