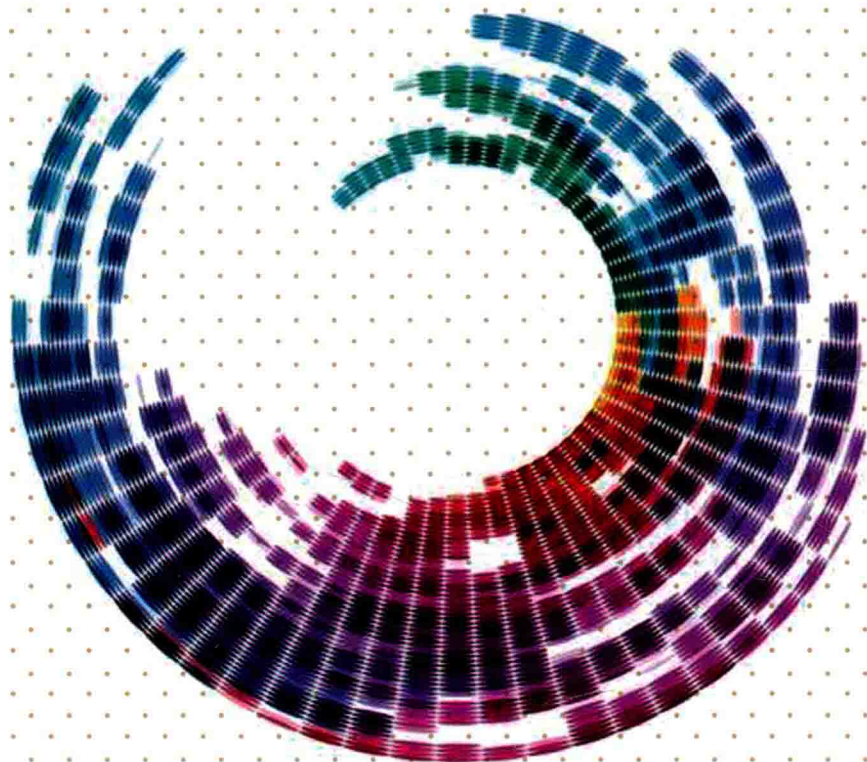


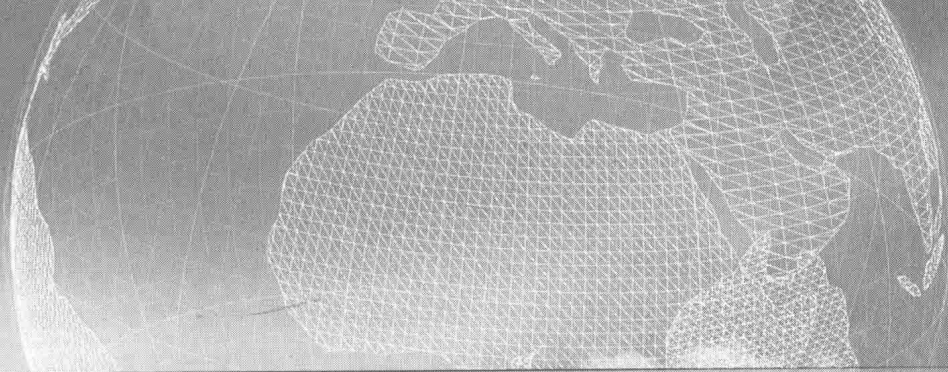
# 智能家庭 物联网系统

毛明毅 陈志成 黄庆福 吕建军 著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS





# 智能家庭 物联网系统

毛明毅 陈志成 著  
黄庆福 吕建军



机械工业出版社

本书以实际开发出来的智能家庭物联网系统为例,全面系统地介绍了智能家庭物联网系统的分层架构,包括家电数据采集与传感控制层、网络传输及云平台数据服务层和远程移动应用管理层。介绍了智能家电控制器的设计、家庭网关的设计、常用网络通信协议、网络云服务及家电信息分析处理方法、移动终端远程管理家电的方法以及各层之间的接口规范。

本书可作为电路设计和软件设计的工程师,物联网、智能家居等领域的企业技术人才以及相关专业的高校教师、研究生的参考资料。

## 图书在版编目(CIP)数据

智能家庭物联网系统/毛明毅等著. —北京:机械工业出版社,2015.10  
ISBN 978-7-111-51456-5

I. ①智… II. ①毛… III. ①互联网络—应用—家庭生活 ②智能技术—应用—家庭生活 IV. ①TS976.9—39

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第212758号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:吕潇 责任编辑:吕潇

版式设计:霍永明 责任校对:张玉琴

封面设计:陈沛 责任印制:乔宇

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2015年11月第1版第1次印刷

169mm×239mm·12.75印张·253千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-51456-5

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

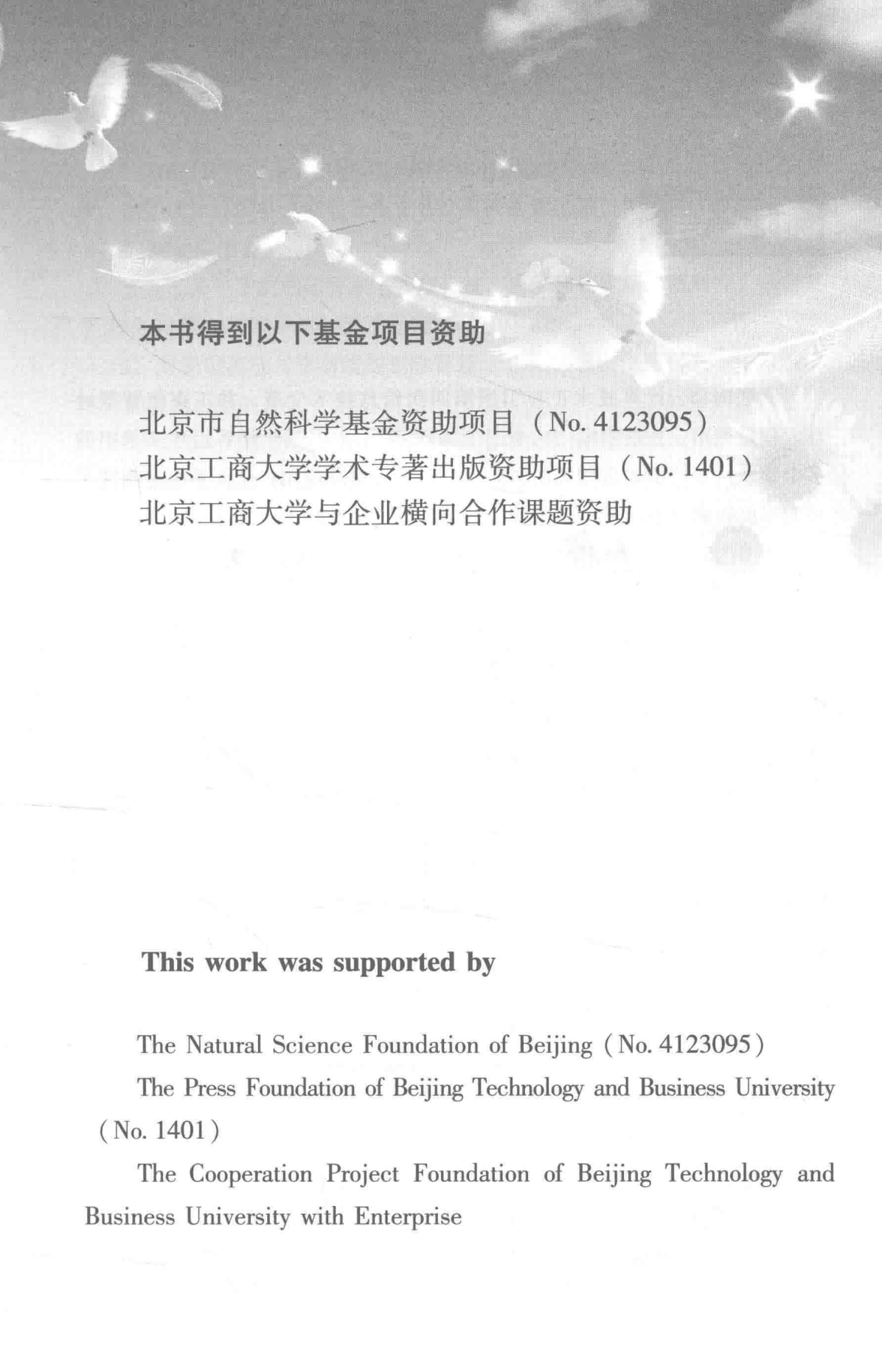
机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com



本书得到以下基金项目资助

北京市自然科学基金资助项目 (No. 4123095)

北京工商大学学术专著出版资助项目 (No. 1401)

北京工商大学与企业横向合作课题资助

**This work was supported by**

The Natural Science Foundation of Beijing (No. 4123095)

The Press Foundation of Beijing Technology and Business University  
(No. 1401)

The Cooperation Project Foundation of Beijing Technology and  
Business University with Enterprise

# 前 言

物联网和云计算技术正在引领第四次信息技术变革，并正在使智慧地球、智慧城市、智能家庭“由概念变为现实”。本书基于作者近年来承担的多个物联网与智能家庭相关的科研项目，结合实际应用，全面系统地阐述了智能家庭物联网系统的总体架构、系统设计、关键技术以及具体实现。

本书内容自 2008 年开始研究与开发，主要包含如下方面。

## 1. 系统架构方面

设计了基于物联网的智能家庭整体端到端解决方案。重点研究了基于物联网架构的智能家庭网络系统，设计了智能家庭的三层架构：

- 1) 家电数据采集与传感控制层；
- 2) 网络传输及数据服务平台层；
- 3) 远程移动应用管理层。

基于三层架构，分别研究开发了相应的硬件及软件。

## 2. 硬件开发方面

设计并研发了智能家电控制器。开发出了两个关键硬件设备：

1) 家电控制终端（智能插座）。该插座主要包含三个方面的功能：继电器开关控制功能、室内短距离无线通信功能、红外遥控通信功能（用于远程遥控诸如电视频道、空调温度等参数）；

2) 家庭统一通信网关，实现与各个智能插座之间的室内通信连接，然后上报到网络服务器，能够稳定有效地进行通信。

## 3. 网络平台方面

建立了家电数据传输及网络信息服务平台，主要包含：

1) 实现了把家庭用户的数据上传到统一的网络平台进行保存，便于远程查询和控制的功能；

2) 在一定程度上, 实现了对若干家电信息进行数据分析(挖掘)的功能, 能够统计分析各个家电设备在各个时段的用电量, 用于节能提示等。

#### 4. 移动应用方面

开发了基于手机的远程家电管理系统。由于移动应用的便捷性, 项目基于 Android 系统智能手机开发了远程家电管理 APP, 实现了:

1) 对家电信息(设备增加删除管理、开关状态、频道信息、用电情况等)的查询、控制;

2) 定期对节能情况进行提醒, 便于用户合理使用家电。

#### 5. 接口标准方面

设计了家电终端、网络平台、手机应用方面的 API。依据物联网的三层架构, 从三个方面拟定了家电信息采集与控制接口、网络服务平台接口、移动应用开发接口。为该领域的应用开发人员提供了重要的参考设计。

#### 6. 关键技术方面

突破了家电领域“通用性”和“精细化”的控制技术。在以往的远程家电控制系统中, 只能控制“开关”, 并不能真正地远程控制电视机的具体频道、空调的具体温度、电饭煲的具体时间等参数(除非预先在家设定好这些参数, 远程控制电源打开后, 家电设备自行工作在相应的频道和温度之下)。而本项目研发的“家电终端设备(智能插座)”不仅仅具备电源开关、无线通信功能, 更为重要的是, 在设计中加入了通用全向红外设备, 在综合分析了当前多种家电设备的基础上, 研发了支持当前绝大多数红外协议的“编解码模块”, 由于家用电器的插头都必须插在电源上, 无论何种新生产的家电, 还是老旧的不能上网的家电, 只要插头插在“智能插座”上, 就具备了远程开关、精细化的参数控制管理功能。

#### 7. 知识产权与人才培养方面

发表了相关论文, 培养了多名高校研究生。作者自 2008 年开始进行智能家居领域的研究, 指导多名高校研究生参与项目的研究与开发并顺利毕业, 先后发表了 10 余篇论文、申请多项软件著作权。

本书由毛明毅负责主要内容的撰写与统稿, 也是支持本书研究的基金项目



目和横向课题的项目负责人。陈志成是本书内容的方案研究者、关键技术指导者，也是基金项目和横向课题的联合承担者，并且参与了部分章节内容的撰写工作。黄庆福、吕建军参与部分章节内容的研究开发和撰写工作。在此也感谢曾为本书的前期研究开发做出贡献的同学、同事和朋友，他们是谭少辉、蒋元恒、余聪敏、高靖、于璐琪。作者在从事本书相关的研究与开发工作中，得到了多位领导、同事、专家、教授的指导和帮助，他们主要是西北工业大学（原中国人工智能学会副理事长）何华灿教授、李冬梅、刘艳峰、钟刚等，在此一并表示衷心感谢。

本书内容研究先后得到了企业横向合作课题（名称：基于物联网的智能家电管理系统，2010~2012年）、北京市自然科学基金项目（名称：基于物联网的智能家庭架构设计及其应用系统研究，编号：4123095，2012~2013年）的资助。

本书的出版得到了北京工商大学学术专著出版项目资助（名称：智能家庭物联网系统，编号：1401），在此对北京工商大学各级领导的关心、支持和帮助表示感谢，得到了机械工业出版社的热情支持，尤其是编辑老师对本书认真仔细的工作，特此表示感谢！

随着网络信息技术的快速发展，物联网技术正在向各个领域普及应用，智能家居将是一个具有很大技术空间和市场空间的领域。本书主要内容是作者负责的科研项目总结，同时也吸收了国内外学术界和工程技术界的一些研究成果，其相关知识产权属于原作者，在此一并致以衷心感谢。由于作者技术水平和研究需求有限，书中难免存在不足之处，恳请专家、读者批评指正。

作者  
2015年6月

## 作者简介

**毛明毅**：1974年生，女，江西南昌人。西北工业大学博士毕业，现为北京工商大学计算机与信息工程学院教师，副教授；中国人工智能学会基础专业委员会委员。主持或参与多项国家级、省部级、以及横向课题，发表论文50余篇，拥有多项专利和软件著作权，已出版专著《面向对象空间逻辑》。研究方向是物联网与信息系统、人工智能与逻辑推理。



毛明毅

**陈志成**：1973年生，男，四川渠县人。清华大学计算机科学与技术学科博士后出站，英国访问学者。先后担任北京邮电大学世纪学院计算机系教授、华为技术有限公司高级技术专家。现任中国人工智能学会基础专业委员会常务委员、中国通信学会云计算专家咨询委员会委员、中国信息协会大数据分会理事、中关村大数据产业联盟工业大数据专委会主任、北京格分维科技有限公司总经理。主持或参与多项国家级、省部级、以及横向课题，发表论文多篇、拥有多项专利和软件著作权。主要研究方向是物联网、云计算、大数据、智能制造、智能家居、智慧医疗等。



陈志成



**黄庆福**：1985年生，男，江西赣州人。北京工业大学硕士毕业，先后在多家科技公司担任高级技术专家，主要研究方向为机械自动化、物联网、智能家居，发表论文多篇。现工作于安徽云盾信息技术有限公司杭州分公司，从事于密码学的信息安全产品研发工作。



黄庆福

---

**吕建军**：1973年生，男，山西人。四川大学计算机学院博士毕业，高级技术专家，负责计算机网络与信息系统相关技术和产品的设计与研发，主要研究方向为通信协议、物联网技术，主持和参与多项项目，发表论文多篇。



吕建军

# 目 录

前 言

作者简介

<b>第 1 章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 信息技术日新月异 .....	1
1.1.1 信息化 .....	2
1.1.2 网络智能化 .....	2
1.1.3 因特网发展 .....	4
1.2 物联网发展及应用 .....	5
1.2.1 国外物联网发展现状 .....	5
1.2.2 国内物联网发展现状 .....	7
1.2.3 物联网主要应用领域 .....	8
1.3 智能家庭发展情况 .....	10
1.3.1 智能家庭研究背景 .....	10
1.3.2 智能家庭研究现状 .....	11
1.3.3 智能家庭发展趋势 .....	12
1.4 研究目的与内容 .....	13
1.4.1 研究目的与意义 .....	13
1.4.2 本书主要研究内容 .....	14
1.4.3 解决的关键问题 .....	15
1.5 本章小结 .....	16
<b>第 2 章 物联网系统架构与技术</b> .....	<b>17</b>
2.1 什么是物联网 .....	17

2.1.1	物联网的概念	17
2.1.2	物联网属性特征	18
2.2	物联网三层架构	20
2.2.1	感知层	20
2.2.2	网络层	21
2.2.3	应用层	22
2.3	信息处理流程	22
2.3.1	数据采集	23
2.3.2	信息加密解密	24
2.3.3	信息传输	25
2.3.4	信息处理	26
2.3.5	工作流程	27
2.4	物联网关键技术	29
2.4.1	传感器感知技术	29
2.4.2	智能通信网关技术	31
2.4.3	短距离通信技术	32
2.4.4	长距离通信技术	32
2.4.5	可穿戴式技术	33
2.4.6	实时定位技术	33
2.4.7	云计算与大数据技术	34
2.5	本章小结	35

### 第3章 智能家居物联网系统设计 37

3.1	智能家居整体网络系统设计	37
3.1.1	IHNS 整体系统架构	37
3.1.2	IHNS 分层系统架构	37
3.2	IHNS 远程家电管理实现	39
3.2.1	家电管控系统实现方案	39
3.2.2	远程管理设备方法	40
3.2.3	集中控制器系统设计方案	40

3.3 智能家庭网络系统技术方案 .....	41
3.3.1 IHNS 技术路线图 .....	41
3.3.2 IHNS 关键技术创新 .....	42
3.4 本章小结 .....	43

## 第4章 IHNS 家电数据采集系统..... 44

4.1 家电数据采集方案设计 .....	44
4.1.1 家电数据采集总体设计 .....	44
4.1.2 智能插座方案设计 .....	45
4.1.3 路由转换器方案设计 .....	46
4.1.4 红外解码方案设计 .....	47
4.1.5 上位机软件方案设计 .....	48
4.2 智能家庭插座设计 .....	49
4.2.1 设计与实现目标 .....	49
4.2.2 智能插座电源设计 .....	50
4.2.3 智能插座电路设计 .....	53
4.2.4 智能插座软件设计 .....	55
4.3 智能家庭网关设计 .....	56
4.3.1 设计与实现目标 .....	56
4.3.2 智能网关电源设计 .....	57
4.3.3 智能网关电路设计 .....	57
4.3.4 智能网关软件设计 .....	64
4.4 Modbus 通信与中继设计 .....	67
4.4.1 Modbus 通信格式 .....	67
4.4.2 智能管理系统地址设置 .....	73
4.4.3 相对 Modbus 的优化协议 .....	74
4.4.4 网络拓扑结构 .....	76
4.4.5 通信机制及流程 .....	80
4.4.6 智能家庭管理系统中继器 .....	81
4.5 红外通信编码与解码 .....	83

4.5.1 红外通信介绍 .....	83
4.5.2 红外通信编码 .....	83
4.5.3 红外通信解码 .....	88
4.5.4 红外通信电路设计 .....	89
4.5.5 上位机软件设计 .....	92
4.6 Wi-Fi 模组控制器方案设计 .....	94
4.6.1 RT5350 Wi-Fi 模组外设介绍 .....	95
4.6.2 基于 RT5350 Wi-Fi 模组的电路设计 .....	95
4.6.3 基于 openWrt 的软件配置 .....	99
4.7 本章小结 .....	104

## 第 5 章 IHNS 网络服务云平台 ..... 105

5.1 智能家庭服务云平台设计 .....	105
5.1.1 平台总体组成概况 .....	105
5.1.2 后台管理主要模块 .....	107
5.2 云平台数据库设计 .....	108
5.2.1 家电设备数据库 .....	108
5.2.2 信息处理数据库 .....	110
5.2.3 网络服务数据库 .....	114
5.3 分布式大数据技术 .....	116
5.3.1 构建 Hadoop 分布式系统 .....	116
5.3.2 基于 MapReduce 并行计算 .....	117
5.3.3 基于决策支持系统分析 .....	117
5.4 本章小结 .....	120

## 第 6 章 IHNS 远程网络管理系统 ..... 121

6.1 远程家电网站环境 .....	121
6.1.1 软件开发与运行环境 .....	121
6.1.2 硬件推荐配置环境 .....	121

6.2 家电管理网站功能设计 .....	122
6.2.1 网站总体功能模块设计 .....	122
6.2.2 远程管控家电流程 .....	122
6.3 管理网站功能操作 .....	123
6.3.1 网站首页 .....	123
6.3.2 用户注册登录 .....	124
6.3.3 产品购买 .....	125
6.3.4 管理用户 .....	127
6.3.5 预置电器管理 .....	128
6.3.6 设备管理 .....	129
6.3.7 用电数据分析 .....	130
6.3.8 新闻公告维护 .....	131
6.4 本章小结 .....	132

## **第7章 IHNS 移动终端应用系统 .....** 133

7.1 移动终端应用开发 .....	133
7.1.1 移动应用开发环境 .....	133
7.1.2 移动终端类型要求 .....	133
7.2 移动应用功能设计 .....	134
7.2.1 系统主要功能设计 .....	134
7.2.2 注册登录模块设计 .....	134
7.2.3 家电设备管理设计 .....	134
7.2.4 家电设备控制操作 .....	136
7.2.5 用电统计分析模块 .....	136
7.2.6 手机新闻订阅 .....	137
7.3 IHNS 移动应用实例 .....	137
7.3.1 手机新闻首页 .....	137
7.3.2 注册登录模块 .....	138
7.3.3 用户信息维护 .....	138
7.3.4 家电设备管控 .....	140



7.3.5 用电分析统计 .....	141
7.4 本章小结 .....	141
<b>第8章 IHNS 的 API 设计 .....</b>	<b>142</b>
8.1 接口规范设计概述 .....	142
8.1.1 为什么要设计接口 .....	142
8.1.2 IHNS 接口设计分类 .....	143
8.2 数据采集及控制端接口 .....	143
8.2.1 主要数据结构定义 .....	143
8.2.2 控制器控制命令接口 .....	149
8.3 数据处理及网络服务端接口 .....	150
8.3.1 数据库访问接口 .....	150
8.3.2 网络服务接口 .....	151
8.4 手机客户端接口 .....	152
8.4.1 电视机控制类接口 .....	153
8.4.2 手机操作设备类接口 .....	154
8.4.3 遥控摄像头类接口 .....	154
8.5 本章小结 .....	155
<b>第9章 智能家庭新技术 .....</b>	<b>156</b>
9.1 智能家庭新趋势 .....	156
9.1.1 硬件模块化 .....	157
9.1.2 软件通用兼容化 .....	157
9.1.3 云服务与大数据 .....	158
9.1.4 人工智能 .....	159
9.1.5 信息安全 .....	159
9.2 智能家庭通信技术 .....	162
9.2.1 更宽更快的频带使用 .....	162
9.2.2 通信路由 .....	163

---

9.2.3 低功耗技术	163
9.3 家庭机器人	165
9.3.1 智能家庭机器人概念	165
9.3.2 机器人保姆	165
9.4 智能家庭综合控制系统	168
9.4.1 智能控制	168
9.4.2 智能安防	169
9.4.3 智能终端	170
9.4.4 智能家政服务	172
9.4.5 智能监护医疗	172
9.4.6 智能家庭 O2O	173
9.4.7 新概念智能家庭	174
9.5 本章小结	177
<b>第 10 章 总结与应用</b>	<b>178</b>
10.1 研究工作总结	178
10.2 研究应用路标	179
<b>参考文献</b>	<b>181</b>

# 第 1 章

## 绪 论

本章从总体上介绍信息技术与物联网及智能家庭的发展趋势，说明本书选题的目的意义、研究内容。

- 1.1 信息技术日新月异
- 1.2 物联网发展及应用
- 1.3 智能家庭发展情况
- 1.4 研究目的与内容
- 1.5 本章小结

### 1.1 信息技术日新月异

人类社会的发展历史经历了从农业时代到工业时代，再到信息时代的变迁，任何一个时代的到来都引起了人类社会的深刻变革<sup>[1]</sup>。当蒸汽机把人们从农业时代带入了工业时代，对于个人来说，每个人的生活、思维方式都发生了翻天覆地的变化；对于社会而言，无论政治、经济、文化，也都进入了一个全新的局面。可以说工业时代对农业时代的改变是完全彻底的，这就是跨时代的意义。

1946 年第一台计算机的诞生，标志着人们从工业时代逐渐进入信息时代，在过去的 60 多年中，信息技术已经显著地影响了工业时代的各行各业。信息技术以它广泛的影响和巨大的生命力，风靡全球，成为科技发