

物联网工程专业系列教材

物联网技术 应用开发

主 编 王 浩 浦灵敏
参 编 陈邦琼 张学军



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

物联网技术应用开发

参 编 陈邦琼 张学军

中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书按照无线传感网络控制系统的开发流程分成七章,分别为物联网与智能家居,ZigBee 软硬件开发平台,ZigBee 无线网络开发基础,ZigBee 无线数据通信的设计与实现,基于 ZigBee 的温湿度采集、灯光及风扇控制系统,基于 ZigBee 的光照采集、窗帘控制系统,基于 ZigBee 的烟雾、红外检测远程短信报警系统。

本书内容体系完整,案例详实,叙述风格平实、通俗易懂,书中的程序实例已全部通过了苏州创健电子科技有限公司生产的物联网 ZigBee 开发套件的测试。通过对本书的学习,读者可以快速掌握和提高无线传感网络 ZigBee 协议栈应用层的开发能力和 Qt 上位机软件的实际应用水平,进而能够独立动手进行无线传感网络的设计与开发。

本书可作为工程技术人员进行物联网、无线传感网络应用与开发,Qt 图形界面设计,ZigBee 技术等项目应用与开发的参考用书,也可作为高等院校物联网、电子、计算机、自动化、无线通信等专业相关课程的教材。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站以及万水书苑下载,网址为:<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

物联网技术应用开发 / 王浩, 浦灵敏主编. — 北京:
中国水利水电出版社, 2014. 12
物联网工程专业系列教材
ISBN 978-7-5170-2683-9

I. ①物… II. ①王… ②浦… III. ①互联网络—应
用—高等学校—教材②智能技术—应用—高等学校—教材
IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第266693号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 陈洁 加工编辑: 袁慧 封面设计: 李佳

书 名	物联网工程专业系列教材 物联网技术应用开发
作 者	主 编 王 浩 浦灵敏 参 编 陈邦琼 张学军
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 14.5印张 319千字
版 次	2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	30.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前言

物联网是新一代信息技术的重要组成部分,随着信息科学和计算机的飞速发展,“物联网”被称为继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮。这使得物联网无线传感网络领域的相关人才成为了当今较为紧缺的人才。同时国内市场上有关无线传感网络开发方面的书籍也不少,但几乎没有一本是集物联网感知层、传输层和应用层三大技术于一体进行完整讲解和设计实现的。

物联网的一个基本特征就是无处不在、无所不知。物联网的目标是发展绿色全无线技术,包括感知、通讯等。不仅要求功耗极低,而且要求具备全无线覆盖、高可靠连接、强安全通讯、大组网规模、能自我修复等功能。具体到智能家居系统应用就是要求安装非常简单,维护和使用非常方便,扩展随心所欲。

ZigBee 是一种网络容量大、节点体积小、架构简单、低速率、低功耗的无线通信技术。由于其节点体积小,且能自动组网,所以布局十分方便;又因其强调由大量的节点进行群体协作,网络具有很强的自愈能力,任何一个节点的失效都不会对整体任务的完成造成严重影响,所以特别适合用来组建无线传感网络。

用 ZigBee 技术来实现无线传感网络,主要需要考虑通信节点的硬件设计,以及实现相应功能所需要的软件开发。德州仪器公司(TI)的 CC2530 无线单片机是用于 2.4 GHz IEEE 802.15.4、ZigBee 和 RF4CE 应用的一个真正的片上系统(SoC)解决方案,同时完全符合 ZigBee 技术对节点“体积小”的要求。此外, TI 还提供了 Z-Stack 协议栈,尽可能地减轻了软件开发的工作量。在上位机系统方面, Qt 提供了简单易用且功能强大的跨平台开发环境。

本书立足当前无线传感网络技术的发展趋势、核心技术及其在智能家居领域中的典型应用,将技术热点与实践应用紧密结合,以实际应用为中心,按照实际项目的开发流程,并结合智能家居典型开发项目案例,由浅入深、循序渐进地讲解无线传感网络控制系统的开发流程和实用技术。

本书按照无线传感网络控制系统的开发流程分成七章,分别为物联网与智能家居, ZigBee 软硬件开发平台, ZigBee 无线网络开发基础, ZigBee 无线数据通信的设计与实现, 基于 ZigBee 的温湿度采集、灯光及风扇控制系统, 基于 ZigBee 的光照采集、窗帘控制系统, 基于 ZigBee 的烟雾、红外检测远程短信报警系统。

第 1 章主要介绍了物联网的技术框架、智能家居的发展前景及与 ZigBee 技术的联系。

第 2 章主要对 ZigBee 开发平台进行了全面的讲解,包括 ZigBee 通信节点开发板、IAR 集成开发环境、相关驱动和协议栈的安装、Qt 跨平台开发环境等。

第 3 章主要分析了 ZigBee 技术的概念、特点、原理、发展前景及应用领域,重点介绍了 TI Z-Stack 协议栈的软件架构和开发基础。

第 4 章主要介绍了如何利用 Z-Stack 协议栈进行实际的无线数据通信实验,重点讲解了 ZigBee 协议栈数据通信中几个重要的函数和协议栈串口通信的实现方法。

第 5、6、7 章是本书的技术重点和难点,主要介绍了无线传感网络控制系统的设计和实

现过程，重点以温湿度传感器节点、光敏传感器节点、烟雾传感器节点和红外热释电传感器节点为例，介绍了节点的工作原理、步进电机、GPRS 模块等执行机构的驱动设计方法，以及协调器和终端节点协议栈程序的具体开发过程。此外，每章的最后一节都配有详细的 PC 端 Qt 人机界面控制系统的编程设计实现方法。

本书内容体系完整，案例详实，叙述风格平实、通俗易懂，书中的程序实例已全部通过了苏州创健电子科技有限公司生产的物联网 ZigBee 开发套件的测试，在此特别感谢宋林桂老师在硬件平台的搭建和测试中给予的帮助。通过对本书的学习，读者可以快速掌握和提高无线传感网络 ZigBee 协议栈应用层的开发能力和 Qt 上位机软件的实际应用水平。希望每位读者在学习完本书后能独立动手进行无线传感网络的设计与开发。

由于时间仓促及作者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作者

2015 年 1 月

目 录

前言

第1章 物联网与智能家居..... 1

1.1 物联网技术基础..... 1

1.1.1 物联网技术简介..... 1

1.1.2 物联网的应用前景..... 3

1.2 智能家居概述..... 6

1.2.1 什么是智能家居..... 6

1.2.2 智能家居发展的特点和方向..... 7

1.3 智能家居的功能、结构和特点..... 8

1.3.1 智能家居的功能..... 8

1.3.2 智能家居的网络结构..... 9

1.3.3 智能家居主要子系统功能描述..... 10

本章小结..... 12

第2章 ZigBee 软硬件开发平台..... 13

2.1 ZigBee 硬件开发平台..... 13

2.1.1 核心板硬件资源..... 15

2.1.2 底板硬件资源..... 16

2.2 ZigBee 物联网软件开发平台的搭建..... 19

2.2.1 IAR 集成开发环境简介..... 19

2.2.2 IAR 操作指南..... 25

2.2.3 驱动程序的安装..... 34

2.2.4 TI Z-Stack 协议栈的安装、编译和

下载..... 37

2.2.5 Qt Creator 跨平台开发环境的安装..... 39

本章小结..... 44

第3章 ZigBee 无线网络开发基础..... 45

3.1 无线通信基础..... 45

3.2 ZigBee 概念与特点..... 48

3.3 ZigBee 无线传感网络..... 49

3.4 几种短距离无线通信技术..... 50

3.5 ZigBee 技术应用领域..... 54

3.6 TI Z-Stack 软件架构..... 57

3.6.1 系统初始化..... 58

3.6.2 操作系统的执行..... 60

3.6.3 Z-Stack 项目文件组织架构..... 64

3.7 TI Z-Stack 开发基础..... 68

3.7.1 ZigBee 设备和网络通信类型..... 68

3.7.2 ZigBee 协议体系结构..... 69

3.7.3 ZigBee 网络基本概念..... 71

3.7.4 应用层开发基本概念..... 73

3.7.5 网络层开发基本概念..... 75

本章小结..... 80

第4章 ZigBee 无线数据通信的设计与实现..... 81

4.1 ZigBee 协议栈应用层关键函数解析..... 81

4.2 ZigBee 协议栈串口通信功能的实现..... 86

4.2.1 串行通信简介..... 86

4.2.2 串行数据传输..... 88

4.2.3 ZigBee 协议栈串口功能的应用实现..... 89

4.3 ZigBee 无线数据通信的实现..... 94

4.3.1 实验原理解析..... 95

4.3.2 ZigBee 单播通信的实现..... 102

4.3.3 ZigBee 串口无线透传功能的实现..... 106

本章小结..... 111

第5章 基于 ZigBee 的温湿度采集、灯光及

风扇控制系统..... 112

5.1 系统基本原理及硬件设计..... 112

5.1.1 DHT11 数字温湿度传感器简介..... 112

5.1.2 DHT11 硬件设计..... 113

5.1.3 DHT11 传感器驱动程序的设计..... 115

5.2 ZigBee 协调器程序功能实现..... 121

5.3 ZigBee 终端节点程序功能实现..... 123

5.4 下载和调试通信程序..... 128

5.5 PC 端 Qt 图形交互 ZigBee 采集控制

系统设计..... 128

5.5.1 ZigBee 采集控制系统功能设计..... 128

5.5.2 ZigBee 采集控制系统串口编程..... 130

5.6 PC 端 Qt 图形交互 ZigBee 采集控制

系统实现..... 133

5.6.1 ZigBee 采集控制系统窗体界面设计..... 133

5.6.2 ZigBee 采集控制系统窗体界面		7.1.2 气敏传感器驱动电路设计	183
功能实现	143	7.1.3 红外热释电传感器简介	183
本章小结	148	7.1.4 红外热释电传感器模块连接电路	184
第 6 章 基于 ZigBee 的光照采集、窗帘控制		7.2 GSM 与 GPRS	185
系统	149	7.2.1 GSM	185
6.1 系统基本原理及硬件设计	149	7.2.2 GPRS	186
6.1.1 光敏传感器简介	149	7.2.3 GPRS 模块	186
6.1.2 光敏传感器驱动电路设计	151	7.3 短信编解码	187
6.1.3 步进电机简介	152	7.3.1 AT 指令简介	187
6.1.4 步进电机控制接口电路	155	7.3.2 UCS2 短信编码	188
6.2 ZigBee 协调器程序功能实现	155	7.3.3 UCS2 短信解码	189
6.3 ZigBee 终端节点程序功能实现	157	7.3.4 通过超级终端进行 GPRS 通信测试	190
6.3.1 ZigBee 光敏终端节点程序功能实现	157	7.4 ZigBee 协调器程序功能实现	192
6.3.2 ZigBee 步进电机终端节点程序功能实现	159	7.5 ZigBee 终端节点程序功能实现	194
6.4 下载和调试通信程序	161	7.5.1 ZigBee 气敏终端节点程序功能实现	195
6.5 PC 端 Qt 图形交互 ZigBee 光照度采集控制系统实现	162	7.5.2 ZigBee 红外热释电终端节点程序功能实现	197
6.5.1 ZigBee 光照度采集控制系统窗体界面设计	162	7.6 下载和调试通信程序	198
6.5.2 ZigBee 光照度采集控制系统窗体界面功能实现	173	7.7 PC 端 Qt 图形交互 ZigBee 安防监测短信报警控制系统实现	199
本章小结	180	7.7.1 ZigBee 安防监测短信报警控制系统窗体界面设计	199
第 7 章 基于 ZigBee 的烟雾、红外检测远程短信报警系统	181	7.7.2 ZigBee 烟雾红外采集控制系统窗体界面功能实现	210
7.1 系统基本原理及硬件设计	181	本章小结	224
7.1.1 气敏传感器简介	181	参考文献	225

第1章 物联网与智能家居

本章学习目标

本章简要介绍物联网技术的概念、体系架构以及应用前景，让读者对物联网应用技术有一个宏观的了解，然后对物联网技术在智能家居领域中的应用进行重点介绍，让读者了解智能家居系统的功能、结构和特点，最后介绍智能家居系统中各个子系统的功能描述，并为后面章节所涉及的开发项目做好铺垫。通过本章的学习，要求读者掌握以下内容：

- 了解物联网技术的概念
- 掌握物联网的体系架构
- 了解智能家居系统的结构、功能和特点
- 掌握智能家居各个子系统的功能描述

1.1 物联网技术基础

1.1.1 物联网技术简介

1. 物联网技术概念

物联网的英文名称为“The Internet of Things”。顾名思义，物联网就是“物物相连的互联网”。通过传感设备，按约定的协议实现人与人、人与物、物与物全面互联的网络，这其中包含两层意思：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上延伸和扩展的网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间，进行信息交换和通信。因此，物联网的定义是：通过射频识别（RFID）、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物体与互联网相连接，进行信息交换和通信，以实现对物体的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

物联网是在互联网概念的基础上，将其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间，进行信息交换和通信的一种网络概念。这里对互联网和物联网作一个简单的比较：

互联网，又称因特网、网际网、万维网，其连接对象为计算机与计算机、人与计算机，是在人与计算机、计算机与计算机之间传递信息，其核心技术是：计算机技术、网络技术、信息处理与应用技术等。其主要产业是：通信制造与服务产业、计算机制造业、软件产业、集成电路产业、微电子产业等。

物联网，又称传感网、感知网、智慧地球等，其连接对象为人与物、物与物等。是在人

与物、物与物之间传递信息，其核心技术是：IPv6 技术、云计算技术、传感技术、RFID 智能识别技术、无线通信技术等。其主要产业是：微纳传感器产业、RFID 产业、光电子产业、无线通信产业、物联网运营产业等。

2. 物联网技术体系

从技术架构上来看，物联网可分为三层：感知层、网络层和应用层，如图 1-1 所示。

(1) 感知层由各种传感器以及传感器网关构成，包括温度传感器、湿度传感器、二维码标签、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS 等各种感知终端。它可以部署到世界上任何位置、任何环境之中，被感知和识别的对象也不受限制。感知层的主要作用是感知和识别对象，采集并捕捉信息。

(2) 网络层由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统和云计算平台等组成，它可以依托公众电信网和互联网，也可以依托行业专业通信网络。网络层主要负责传递和处理感知层获取的信息。

(3) 应用层是物联网和用户（包括人、组织和其他系统）的接口，它与行业专业技术需求相结合，实现广泛的智能化物联网应用解决方案。

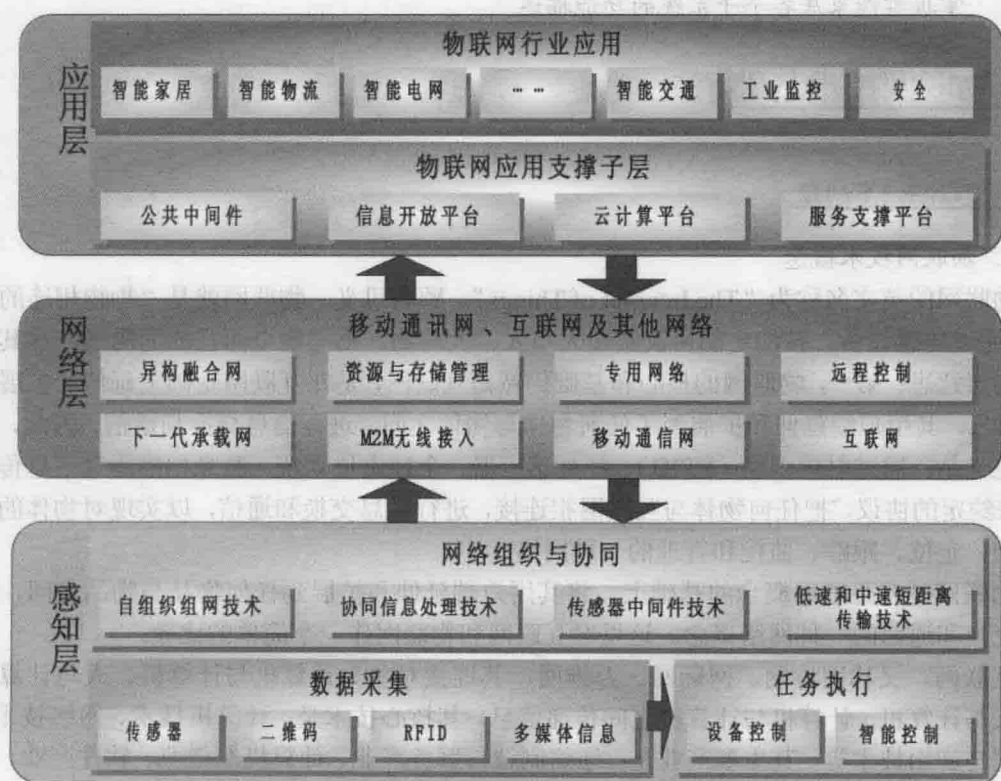


图 1-1 物联网技术体系架构

1.1.2 物联网的应用前景

“物联网”概念的问世，打破了之前的传统思维。过去的思路一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开：一方面是机场、公路、建筑物，而另一方面是数据中心、个人电脑、宽带等。而在“物联网”时代，钢筋混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施，在此意义上，基础设施更像是一块新的地球工地，世界的运转就在它上面进行，其中包括经济管理、生产运行、社会管理乃至个人生活。

相比互联网具有的全球互联互通的特征，物联网具有局域性和行业性特征。物联网的应用可以提升对物理世界、经济社会各种活动的洞察力，实现智能化的决策和控制，提高相关行业的经济效益，因此物联网将广泛用于工业领域、农业领域、智能电网、医疗领域、城市公共安全领域、环境监测领域，智能交通领域、智能家居领域等多个领域，如图 1-2 所示。

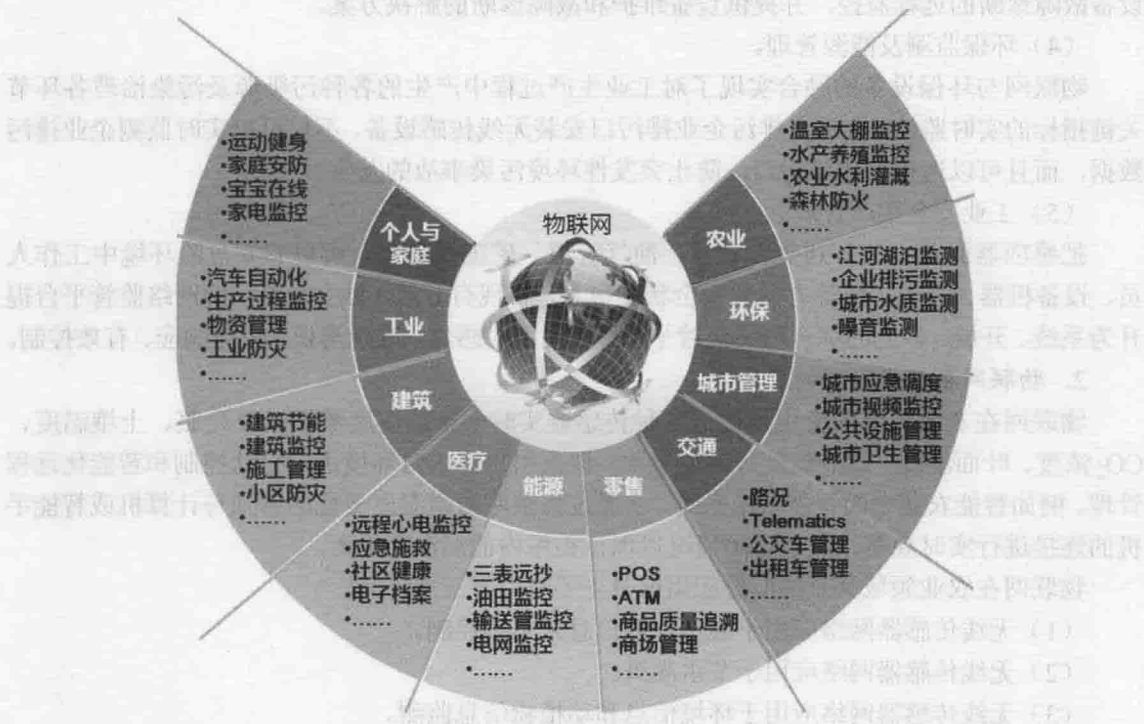


图 1-2 物联网在各领域中的应用

1. 物联网在工业领域中的应用

工业是物联网应用的重要领域，对于具有环境感知能力的各类终端，借助无线通信等技术可大幅提高制造效率，改善产品质量，降低产品成本和资源消耗，将传统工业提升到智能工业的新阶段。从当前技术发展和应用前景来看，物联网在工业领域的应用主要集中在以下几个方面。

（1）制造业供应链管理。

物联网应用于企业原材料采购、库存、销售等领域，通过完善和优化供应链管理体系，提高了供应链效率，降低了成本。空中客车（Airbus）通过在供应链体系中应用传感网络技术，构建了全球制造业中规模最大、效率最高的供应链体系。

（2）生产过程工艺优化。

物联网技术的应用提高了生产线过程检测、实时参数采集、生产设备监控、材料消耗监测的能力和水平。生产过程的智能监控、智能控制、智能诊断、智能决策、智能维护水平不断提高。钢铁企业应用各种传感器和通信网络，在生产过程中实现对加工产品的宽度、厚度、温度的实时监控，从而提高了产品质量，优化了生产流程。

（3）产品设备监控管理。

通过传感器和网络对设备进行在线监测和实时监控，实现了对产品设备操作使用记录、设备故障诊断的远程监控，并提供设备维护和故障诊断的解决方案。

（4）环保监测及能源管理。

物联网与环保设备的融合实现了对工业生产过程中产生的各种污染源及污染治理各环节关键指标的实时监控。在重点排污企业排污口安装无线传感设备，不仅可以实时监测企业排污数据，而且可以远程关闭排污口，防止突发性环境污染事故的发生。

（5）工业安全生产管理。

把感应器嵌入、装备到矿山设备、油气管道、矿工设备中，可以感知危险环境中工作人员、设备机器、周边环境等方面的安全状态信息，将现有分散、独立、单一的网络监管平台提升为系统、开放、多元的综合网络监管平台，实现实时感知、准确辨识、快捷响应、有效控制。

2. 物联网在农业领域的应用

物联网在农业领域的应用是通过各种传感器实时采集温湿度数据以及光照、土壤温度、CO₂浓度、叶面湿度、露点温度等环境参数，根据用户需求对环境进行自动控制和智能化远程管理。例如智能农业中的智能粮库系统，它通过将粮库内温湿度变化的感知与计算机或智能手机的连接进行实时观察，记录现场情况以保证粮库内的温湿度平衡。

物联网在农业领域具有的广泛应用前景主要有以下三点：

（1）无线传感器网络应用于温室环境信息采集和控制。

（2）无线传感器网络应用于节水灌溉。

（3）无线传感器网络应用于环境信息和动植物信息监测。

3. 物联网在智能电网领域的应用

电力工业是现代经济发展和社会进步的基础和重要保障，将物联网技术应用于智能电网、是信息技术发展到一定阶段的必然结果，对于电力工业应用物联网技术形成一种新型的智能电网。它将通信基础设施资源和电力系统基础设施资源进行整合，为电网发电、输电、变电、配电以及用电等环节提供了重要的技术支撑。有效提升了电网信息化、自动化、互动化水平，提高了电网的运行能力和服务质量。智能电网和物联网的发展，不仅能促进电力工业的结构转型

和产业升级,更能够创造一大批原创的具有国际领先水平的科研成果,打造千亿元的产业规模。

4. 物联网在医疗领域的应用

智能医疗系统借助简易实用的家庭医疗传感设备,对家中病人或老人的生理指标进行自测,并将生成的生理指标数据通过宽带网络或 3G 无线网络传送到护理人或有关医疗单位。可以准确掌握病人的病情、提高诊断的准确性,方便医生对病人的情况进行有效跟踪,提升医疗服务质量。同时通过传感器终端延伸,可以有效提高医院包括药品和医疗器械在内的医疗资源管理和共享,从而达到医院医疗资源的有效整合,提升了医院的服务效能。

5. 物联网在城市公共安全领域的应用

智能城市产品包括对城市的数字化管理和城市安全的统一监控。前者利用“数字城市”理论,基于地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)、遥感系统(RS)等关键技术,深入开发和应用空间信息资源,建设服务于城市规划、城市建设和管理,服务于政府、企业、公众,服务于人口、资源环境、经济社会的可持续发展的信息基础设施和信息系统。后者基于宽带互联网的实时远程监控、传输、存储、管理的业务,利用宽带和 3G 网络,将分散、独立的图像采集点进行联网,实现对城市安全的统一监控、统一存储和统一管理,这为城市管理和建设者提供一种全新、直观、视听觉范围延伸的管理工具。

6. 物联网在环境监测领域的应用

环境监测是环境保护和预防控制灾害的基础性工作之一,传统的监测手段只能解决局部监测问题,而物联网技术凭借其自动智能化处理在环境监测领域中应用的优势,能够大大提升环境保护和灾害预防的监控能力。它通过对实时地表水水质的自动监测,可以实现水质的实时连续监测和远程监控,及时掌握主要流域重点断面水体的水质状况,预警、预报重大或流域性水质污染事故,解决跨行政区域的水污染事故纠纷,监督总量控制制度落实情况。例如太湖环境监控项目,通过安装在环太湖地区各监控点的环保和监控传感器,将太湖的水文、水质等环境状态提供给环保部门,实时监控太湖流域水质等情况,并通过互联网将监测点的数据报送至相关管理部门。

7. 物联网在智能交通领域的应用

智能交通是将物联网系统与交通管理业务进行结合,利用先进的传感、通信以及数据处理等技术,构建一个安全、畅通和环保的交通运输系统。

智能交通系统包括公交行业无线视频监控平台、智能公交站台、电子票务、车管专家和公交手机一卡通五种业务。公交行业无线视频监控平台利用车载设备的无线视频监控和 GPS 定位功能,对公交运行状态进行实时监控。智能公交站台通过媒体发布中心与电子站牌的数据交互,实现公交调度信息数据的发布和多媒体数据的发布功能,还可以利用电子站牌实现广告发布等功能。电子门票是二维码应用于手机凭证业务的典型应用,从技术实现的角度,手机凭证业务是以手机为平台、以手机身后的移动网络为媒介,通过特定的技术实现完成凭证功能。车管专家利用全球卫星定位技术(GPS)、无线通信技术(CDMA)、地理信息系统技术(GIS)、3G 通信等高新技术,将车辆的位置与速度,车内外的图像、视频等各类媒体信息及其他车辆

参数等进行实时管理,有效满足用户对车辆管理的各类需求。公交手机一卡通将手机终端作为城市公交一卡通的介质,除完成公交刷卡功能外,还可以实现小额支付、空中充值等功能。

8. 物联网在物流领域的应用

物联网技术最早应用于物流与供应链行业,它使用 RFID 射频技术对仓储、物品运输管理和物流配送等物流核心环节进行实时跟踪、智能采集、传输以及处理等,提高了管理效率,降低了物流成本。

智能物流打造了集信息展现、电子商务、物流配载、仓储管理、金融质押、园区安保、海关保税等功能为一体的物流园区综合信息服务平台。信息服务平台以功能集成、效能综合为主要开发理念,以电子商务、网上交易为主要交易形式,建设了高标准、高品位的综合信息服务平台。

9. 物联网在智能家居领域的应用

智能家居是一个居住环境,是以住宅为平台安装有智能家居系统的居住环境,实施智能家居系统的过程就称为智能家居集成。它将各种家庭设备(如音视频设备、照明系统、窗帘控制、空调控制、安防系统、数字影院系统、网络家电等)通过程序设置,利用宽带、固话和 3G 无线网络,可以实现对家庭设备的远程操控。与普通家居相比,智能家居不仅提供舒适宜人且高品位的家庭生活空间,而且能够实现更智能化的家庭控制管理。

1.2 智能家居概述

1.2.1 什么是智能家居

智能家居的概念起源于 20 世纪 80 年代初,随着电子技术应用在家用电器当中,使得住宅电子化开始实施。80 年代中期,将家用电器、通信设备与安全防范设备各自独立的功能综合为一体,又形成了住宅自动化的概念。至 80 年代末,由于通信与信息技术的发展,出现了通过总线技术对住宅中各种通信、家电、安防设备进行监控与管理的商用系统,这在美国被称为 Smart Home,也就是现在智能家居的原型。

从 1984 年,世界上第一幢智能建筑在美国出现,引发欧美各经济发达国家先后提出各种智能家居解决方案,到 2000 年左右,智能家居的概念引入中国。通俗地说,智能家居是利用先进的计算机技术、网络通信技术、嵌入式技术、传感器技术、自动控制技术等,将家庭中的各种设备(如照明设备、环境控制设备、安防设备以及网络家电)通过家庭网关连接在一起。一方面,智能家居让用户有更方便的手段来管理家庭设备,比如,通过无线遥控器、智能手机、互联网或者语音识别方式控制家用电器,还可以执行场景模式操作,使多个设备形成联动;另一方面,智能家居内的各种设备相互之间可以通信,不需要用户干预也能根据事先设定的不同条件,相互之间进行识别和运行,从而给用户带来最大程度的高效、便利、舒适与安全。简言之,智能家居是以住宅为平台,兼备建筑、网络通信、信息家电、设备自动化,集系统、结构、服务、管理为一体的高效、舒适、安全、便利、环保的居住环境。

1.2.2 智能家居发展的特点和方向

1. 智能家居的发展历程

智能家居的发展大致经历了四代：第一代主要是基于同轴线、两芯线进行家庭组网，实现灯光、窗帘控制和少量安防设备控制等功能。第二代主要基于 RS-485 线，部分基于 IP 技术进行组网，实现可视对讲、安防等功能。第三代实现了家庭智能控制的集中化，主要实现包括安防、控制计量等业务功能。第四代基于全 IP 技术，利用 ZigBee 无线通信等技术，智能家居业务可根据用户需求实现定制化和个性化。

2. 智能家居技术种类

目前市场上比较可靠的智能家居技术主要有四类：集中布线技术、无线射频技术、电力载波技术、ZigBee 无线组网技术。

(1) 集中布线技术。

它主要应用于楼宇智能化控制，因为需要布线，所以信号相对稳定，比较适合楼宇和小区智能化等大区域范围的控制，但设备安装比较复杂、造价较高。

(2) 无线射频技术。

它利用点对点的射频技术，实现对家居和灯光照明的控制，安装设置相对比较方便，但系统功能相对较弱，控制方式也比较单一，且易受周围无线设备环境及障碍物的干扰，其主要应用于实现特定电器或灯光控制领域。

(3) 电力载波技术。

它无需重新布线，主要利用家庭内部现有的电力线传输控制信号，从而实现对家电和灯光的控制与管理，而且可以不断升级。功能实用，比较适合大众化消费。

(4) ZigBee 无线组网通信技术。

ZigBee 从布线上属于无线技术，具有布线简单、易扩展和易维护的特点。这使得 ZigBee 可以按照功能要求，构建含有任意多个节点的无线网络，通信传输可以在任意节点之间进行，可以有效节约人力、物力成本。另外，智能家居中各种不同功能的无线网络节点相互通信就需要保证网络节点的互通性及网络的标准化，而 ZigBee 技术正是一个专门针对这类应用的国际标准。它是一组基于 IEEE 802.15.4 无线标准研制开发的有关组网、安全和应用软件方面的通信技术，可以实现低功耗和高可靠性。

3. 国内外智能家居的特点

美国智能家居以数字家庭的数字技术改造为契机，偏重于豪华感，追求舒适和享受。但其能源消耗很大，不符合现阶段世界范围内低碳、环保和开源节流的理念。日本的智能家居是开发、设计、施工规模化与集团化，以人为本，注重功能，兼顾未来发展与环境保护。大量采用新材料、新技术，充分利用信息、网络、控制与人工智能技术，实现住宅技术现代化。德国的智能家居追求专项功能的开发，注重基本的功能性。韩国政府对智能小区和智能家居采取多项政策扶持，规定在汉城等大城市的新建小区必须具有智能家居系统。目前韩国全国 80% 以

上的新建项目采用智能家居系统,使用了像三星、LG 等知名的智能家居品牌各项智能控制设备。中国智能化住宅的发展,在经历了近 10 年的探索阶段之后,建筑面积目前已达到 400 亿平方米,预计到 2020 年还将新增 300 亿平方米。

4. 智能家居系统的发展方向

(1) 一体化系统集成。

智能家居在未来发展过程中,需要将家庭自动化管理、三表计量、安全防范监测、火灾报警以及设备监控等功能进行集成,从而提高家庭管理智能化水平。

(2) 节能环保。

智能家居结合现有技术降低功耗,减少对家庭和周围环境的污染,提高生活环境的质量,这些都是智能家居今后走入家庭必须考虑的问题。

(3) 智能化、网络化和人性化。

家庭智能化是当代高科技技术和生物学技术的高度综合和升华,其中网络化是信息技术、通信技术和计算机技术发展的必然趋势,是发展家庭智能化的一个重要条件,个性化体现了以用户为中心,在家庭构建按需所求的智能家居系统。

(4) 规范化、标准化。

目前国内的智能家居市场还在起步阶段,尚未形成统一标准。制造企业没有可以借鉴的经验,都是摸着石头过河,不同企业为了增加智能家居产品的含金量,往往参考工业上的 RS-485 等国家标准或行业标准,但这些传输协议和接口标准与外部网络产品不通用、不兼容,甚至无法融入到外部网络控制系统中,这就大大影响了智能家居市场的推广速度。因此规范化、标准化是智能家居跨速发展走入国际市场的必由之路。

1.3 智能家居的功能、结构和特点

1.3.1 智能家居的功能

智能家居系统主要包括智能家居中央控制管理(家庭网关)、家居环境控制子系统、背景音乐子系统、家庭影音与多媒体子系统、安防控制子系统、视频对讲子系统、灯光照明子系统等七大子系统,如图 1-3 所示。智能家居系统设计的主要任务就是将各功能子系统进行整合集成,提供智能化信息服务。总地来说其一般具有如下功能特点。

(1) 联网功能。家庭里多台主机可用一个号进入宽带,随时联网,方便学习、办公、通信、购物等。

(2) 安全防范功能。确保实时掌握家中安全状况,可以对煤气泄露、火灾、非法入室等安全问题进行实时监控,及时发出报警信息,便于随时抢救与防范,保护家庭财产与生命安全。

(3) 远程监控功能。用户可以使用 PC 机或者智能手机等终端设备对家庭中的一些基础设备进行远程控制管理,这样可以真实反馈当前家中电气设备的工作状态,一目了然。

(4) 智能交互控制功能。利用各种传感器对室内的温度、湿度、声音、光线以及其他对智能设备、家居环境进行控制，典型的例子是声控、光控技术。

(5) 可编程定时控制功能。通过定时器、控制器可以对家中的固定事件进行编程设定，例如定时开关窗帘、热水器、电视、音响、照明以及喂宠物等事件。

(6) 智能多媒体播放功能。可以将传统的音响系统延伸到家庭中的每一个房间和每一个角落，利用现有的网络化智能家居控制手段，如遥控器、集中控制器、网络开关等方式对音箱进行开关和音量调节，设置不同复杂程度的场景模式，以提供全方位丰富的家庭娱乐。

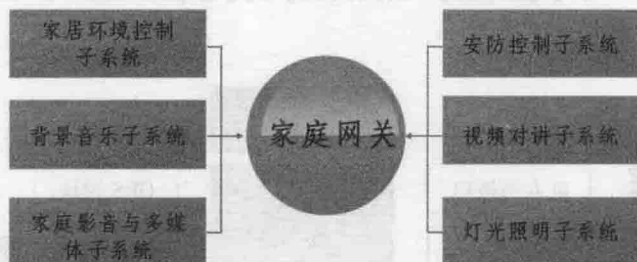


图 1-3 智能家居系统组成

1.3.2 智能家居的网络结构

在智能家居系统中，中央平台控制器是整个系统的核心，中央平台控制器通过无线的 ZigBee、WiFi 网络、GSM 网络或者其他的通信方式，完成对灯光、安防和家居环境监控系统的交互信息连接。用户可以通过中央平台控制器，完成对各个子系统的统一管理和数据采集，控制中心还需要有统一的家电联网接口，完成家电设备的组网，用户在户外可通过手机调控家中的电器和照明装置，也可及时得到家中的温度、亮度等环境信息以及防盗、防火、防煤气泄漏等报警信息。同时智能家居控制器可根据传感器采集到的环境信息，对家中的电器和照明装置进行智能化的控制。如图 1-4 所示为智能家居网络结构。

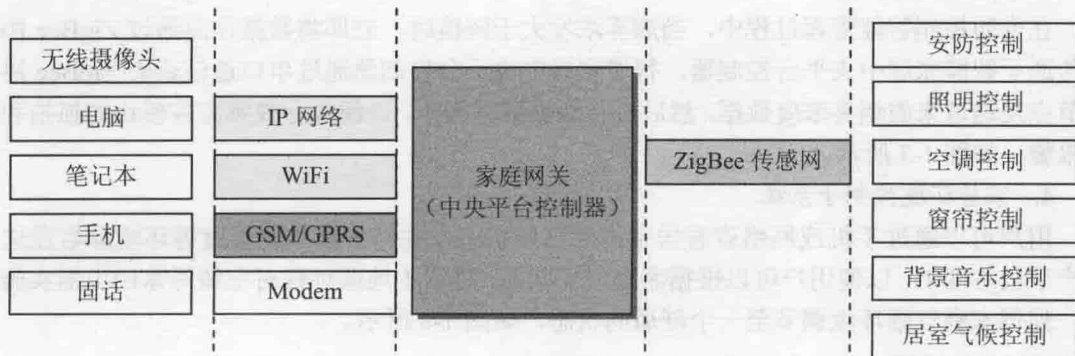


图 1-4 智能家居网络结构

1.3.3 智能家居主要子系统功能描述

1. 智能家居中央平台控制器（家庭网关）

智能家居中央平台控制器是整个系统的核心，作为家庭网关连接家庭内部网络与外部网络，并为外部网提供远程监控的功能。它是一个嵌入式的 Web 服务器，对内采用 ZigBee 无线通信，对外采用以太网和 GPRS 通信，用户通过电脑或手机连接互联网登陆 Web 服务器，可以查看或控制家电、窗帘、照明、室温、安防设备等家庭设备。控制器硬件包括处理器模块、存储模块、通讯模块、人机交互模块、调试模块以及丰富的扩展接口，如 A/D 接口、USB 接口、RS-485 接口等，如图 1-5 所示。

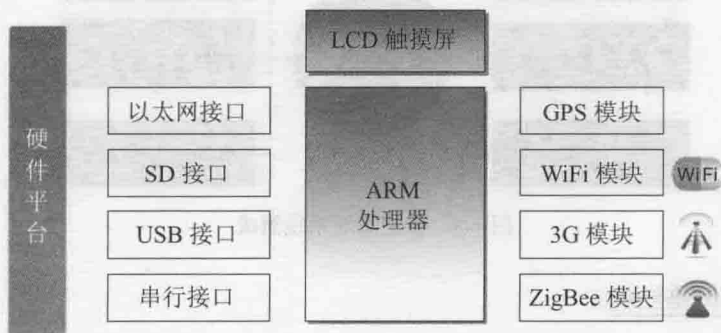


图 1-5 智能家居中央平台控制器组成

2. 灯光照明子系统

智能家居网关通过串口通信获取 ZigBee 协调器节点周期性发送过来的光照度数据，然后进行数据解析判断，如果当前环境状态亮度小于阈值，则发送开灯控制命令给协调器，并转发至灯光照明控制模块，实现开灯操作；反之，发送关灯控制命令给协调器，实现关灯操作，如图 1-6 所示。

3. 安防控制子系统

在安防控制智能管理过程中，当烟雾浓度大于阈值时，立即将数据信息通过 ZigBee 协调器传送至智能家居中央平台控制器，智能家居中央平台控制器通过串口通信获取 ZigBee 协调器节点发送过来的烟雾浓度数据，然后进行数据解析判断，以便执行视频监控模块的抓拍和短信报警，如图 1-7 所示。

4. 家居环境控制子系统

用户可以通过手机或网络查看居室内的气候状态，并将采集的温湿度等环境参数发送至用户手机终端上，以便用户可以根据家庭气候状态，进行本地或远程对空调等家用电器实施控制，使得家庭气候环境调节至一个舒适的状态，如图 1-8 所示。