

智慧社区 精细化治理丛书

丛北华

编著

# 智慧社区 物联网系统



ZHIHUI SHEQU  
WULIANWANG XITONG



上海科学技术出版社



非外借



从北华



# 智慧社区 物联网系统

## 内 容 提 要

“智慧社区精细化治理丛书”是对城市智慧社区的精细化、标准化、规范化建设与治理进行系统阐述的专业书籍。本书从智慧社区的发展脉络出发,结合物联网自身技术的发展路径,分析和总结了智慧社区不同发展阶段对物联网系统的技术要求,并围绕社区治理现代化以及城市数字化转型,探讨了支撑未来智慧社区建设的物联网新技术。全书共分为5章,包括智慧社区与物联网概述、物联网体系架构和技术体系、智慧社区物联网系统设计、智慧社区物联网系统安全以及未来智慧社区的物联网新技术等内容。

本书适用于政府相关管理部门、社区工作者、智慧社区研究者和相关企业技术人员,也可作为高等院校智慧城市、社区治理、公共管理、电子政务等相关专业学生的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

智慧社区物联网系统 / 丛北华编著. — 上海: 上海科学技术出版社, 2022. 1

(智慧社区精细化治理丛书)

ISBN 978-7-5478-5553-9

I. ①智… II. ①丛… III. ①物联网—应用—社区管理—研究—中国 IV. ①D669.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第227060号

### 智慧社区物联网系统

丛北华 编著

上海世纪出版(集团)有限公司  
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海市闵行区号景路159弄A座9F-10F)

邮政编码 201101 www.sstp.cn

上海盛通时代印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 9.5

字数 200千字

2022年1月第1版 2022年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-5553-9/D·9

定价: 68.00元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题, 请向印刷厂联系调换

智慧社区精细化治理丛书

## 编撰委员会

### 主 编

韩 新

### 副主编

丛北华 周晓芳 王维莉

### 编 委

(以姓氏笔画为序)

马梦菲 叶伙荣 冯冰洋 齐 力 孙少华 李子铨 李晓恋  
吴松洋 吴轶轩 时 宇 张 旺 张红忠 张美璟 范勤勤  
林 翔 周昌志 房彦锋 秦春磊 徐会军 徐韵如 黄凤彬  
谢启苗 雷 琰 鲍 亮

# 丛书前言

城市社区是城市的基本单元,是人民群众赖以生存的生活和精神家园。大力推进城市社区建设,充分发挥社区在发展经济、繁荣城市、稳定社会、服务群众中的重要作用,不仅是提升城市竞争力、增强城市亲和力、塑造城市个性魅力、提高城市综合实力的重要途径,也是新形势下实现城市现代化的必然要求。

近年来,我国普遍开展智慧城市建设。发展智慧城市的核心理念是以人为本,提供智能化便民服务,让数据多跑路,让办事群众少跑腿,将“智慧”概念渗透到城市的各个领域,如智慧交通、智慧城管、智慧医疗、智慧环保、智慧社区等,使公共服务完备化、公共治理系统化、人民生活便利化,不断提高城市居民的幸福感和获得感。社区作为智慧城市的基本构成模块,各级政府都在积极加快推进“智慧社区”建设,以切实解决社区信息收集渠道相对落后、缺少综合服务方式、缺乏现代科技支撑力度等问题,最大程度发挥城市社区自身所具有的服务于民的基础管理作用。

当前,全面推进城市数字化转型已成为我国各大城市主动服务新发展格局的重要战略。从“城市是生命体、有机体”的全局出发,用数字化方式创造性解决智慧社区建设和发展难题的需求日益加大。但目前人们对智慧社区的理解和认识尚不统一,社区精细化治理的技术仍不成熟,规划和建设数字化转型背景下智慧社区的系统方法一直在探索研究中。特别是,面对2020年年初突如其来的新冠肺炎疫情,以人工智能、大数据、云计算等为核心制定的一系列精细化科学应对方案,积极助力社区的疫情防控,成为此次严重公共卫生危机事件阻击战中的亮点。为了满足和促进社区全方位发展需要,在上海市科委科研项目“人工智能赋能智慧社区综合管理平台关键技术研究及示范(项目编号:19dz1209600)”支持下,我们策划出版了这套“智慧社区精细化治理丛书”,旨在总结国内外智慧社区的建设经验,顺应智慧城市发展规律,积

极探索智慧社区“整体性转变、全方位赋能、革命性重塑”的创新理念,回应人们对美好生活的新一轮期待。

本丛书系统介绍了智慧社区的基本概念,国内外智慧社区基本情况和发展趋势,物联网、大数据、人工智能在智慧社区构建过程中的技术体系和技术要点,并通过应用场景和具体案例进行了展示和说明。丛书体现了智慧社区建设理念的更新和转变,探讨了精细化治理在智慧社区中的创新应用模式,展望了未来智慧社区的发展策略和愿景,相信对积极推进我国智慧城市健康发展、全面提升城市治理体系和治理能力现代化水平、创造人民城市数字化美好生活体验,具有很好的参考价值和借鉴作用。

本丛书包括5分册:由同济大学韩新等编著的《智慧社区导论》《智慧社区应用场景与典型案例》为综合性的内容,前者为智慧社区的一般性论述,后者着重介绍智慧社区的主要应用场景和相关案例;由同济大学丛北华编著的《智慧社区物联网系统》、公安部第三研究所周晓芳等编著的《智慧社区大数据》和上海海事大学王维莉等编著的《人工智能赋能智慧社区》则分别围绕物联网、大数据和人工智能赋能应用展开。

对于本丛书,读者可以阅读全套5分册,进行综合、系统的学习,从而对智慧社区有一个全方位的了解;也可以根据工作需要和专业背景只选择某一分册阅读,掌握智慧社区规划和建设的某一专项内容和某一种专业技术方法。本丛书阅读对象主要是从事社区治理和人工智能相关工作的技术人员,高等院校、科研院所相关专业和领域的教师、学生、研究者也可以将其作为参考书;本丛书对政府管理人员了解智慧社区基本知识及其管理工作也会有一定帮助。

在本丛书编写过程中,作者收集了国内外相关领域的大量资料,参考了新加坡、日本、美国和欧洲一些国家以及我国台湾和香港地区的先进经验,总结了我国智慧社区建设的丰富实践,采纳了人工智能领域和城市治理领域的最新研究成果。同时得到了林伟教授、丁健青教授、曹先艳博士等专家以及融创中国控股有限公司等单位的大力帮助,他们提供了相关领域的研究成果和案例、审阅了文稿,并提出了宝贵的意见和建议,在此一并致谢。

由于本丛书篇幅较大,跨越多个学科和门类,且人工智能相关前沿技术还在探索发展中,加之作者水平有限,不足及疏漏的地方在所难免,敬请读者批评指正。

韩 新 同济大学

2021年8月

# 前 言

2008年IBM公司提出了“智慧地球”理念,建议投资建设新一代的智慧型信息基础设施,并于2009年进一步提出了“智慧城市”概念,使其成为智慧地球应用领域之一,也是智慧地球概念实践的基本单元。自此,智慧城市开始在全球范围内得到高度关注,中国也同步开展大量智慧城市的实践。在此过程中,社区以其适当的空间尺度与相对完整的体系结构受到越来越多的关注,智慧社区开始成为智慧城市的重要应用领域,从而形成了“智慧地球—智慧城市—智慧社区”实践体系,以及与智慧地球、智慧城市一脉相承的智慧社区概念。

智慧社区是一个动态发展的概念,是技术革命的结果。当前,以物联网、大数据、人工智能等新技术为代表的数字浪潮席卷全球,物理世界和与之对应的数字世界正形成两大体系平行发展、相互作用。新技术的加持,促使社区向智慧化方向转型发展,也重新定义了智慧社区。其中,物联网是智慧社区的重要基础设施,决定着智慧社区发展的深度和广度。

智慧社区通过物联网所设置各类传感器,能够将社区数据、信息快速传递和整合,进行数据监测、收集、整理、分析,通过数据挖掘手段对社区运行管控提出合理的科学依据并做出智慧响应,服务市民生活需求。目前在中国,一方面智慧社区建设已在社区信息基础设施网络化、生活服务便利化、社区管理和小区治理智能化、智慧应用场景多样化等方面,取得了很好的成效;另一方面在全面推进智慧社区的发展过程中,也遇到了诸多瓶颈问题如信息系统安全问题等。本书从智慧社区的发展脉络出发,结合物联网自身技术的发展路径,系统梳理出智慧社区不同发展阶段对物联网系统的技术要求,并围绕社区治理现代化以及城市数字化转型,探讨支撑未来智慧社区建设的物联网新技术,为读者深入了解智慧社区物联网的主要特点提供技术参考。

全书共分为5章,第1章通过分析智慧社区和物联网各自的起源、定义和发展历程,提出了智慧社区物联网的基本特征,为理解和掌握智慧社区物联网的结构体系和系统设计等主要内容奠定基础;第2章介绍了物联网的主流框架体系架构、四大关键技术体系和物联网的技术标准体系,指出了物联网发展面临的主要技术挑战;第3章从社区用户需求分析出发,介绍了适用于智慧社区的物联网系统体系结构,给出了系统功能结构设计方法,并提供了系统典型功能设计案例;第4章围绕智慧社区物联网信息安全的关键问题,介绍了物联网系统安全现状,分析讨论了物联网系统面临的各类安全风险,提出了智慧社区物联网系统安全防护体系及关键技术,并介绍了国内外物联网系统安全相关标准;第5章面向未来社区治理现代化的未来智慧社区建设新需求,介绍了未来智慧社区的总体技术框架,并对支撑未来智慧社区的新一代物联网技术——智能物联网(AIoT)、城市信息模型(CIM)、数字孪生城市分别进行了介绍、做了技术展望。

本书作者先后参与承担了上海市科委“人工智能赋能智慧社区综合管理平台关键技术研究及示范”等多个科研项目,书中有关章节即引用了这些项目的相关成果。同时,也参考了由中通服咨询设计研究院有限公司和中国通服智慧城市产业联盟联合编制的《理想智慧社区白皮书——数智驱动社区治理现代化》,以及由中国信息通信研究院发布的《数字孪生城市研究报告 2018》《数字孪生城市研究报告 2019》和《数字孪生城市白皮书(2020)》的部分内容。在本书的编写过程中,得到了同济大学韩新、公安部第三研究所周晓芳、上海海事大学王维莉、上海防灾救灾研究所孙少华的鼎力支持和热心帮助。至此书稿即将付梓之际,本书作者谨向审稿人及所有在撰写过程中给予支持的个人和单位致以衷心的感谢!

限于作者水平,书中难免存在不足之处,恳请专家、读者批评指正。

作者

2021年9月

# 目 录

<b>第1章 智慧社区与物联网概述</b>	<b>1</b>
1.1 智慧社区	2
1.1.1 智慧社区的起源	2
1.1.2 智慧社区的定义	3
1.1.3 中国智慧社区的发展	3
1.2 物联网	4
1.2.1 物联网的起源	4
1.2.2 物联网的定义	5
1.2.3 物联网相关概念辨析	8
1.2.4 物联网的应用与发展	11
1.3 智慧社区物联网的基本特征	22
<b>第2章 物联网体系架构和技术体系</b>	<b>25</b>
2.1 物联网的体系架构	26
2.2 物联网的技术体系	29
2.2.1 感知与标识技术	30
2.2.2 网络与通信技术	32
2.2.3 计算与服务技术	33

2.2.4	管理与支撑技术	34
2.3	物联网的技术标准体系	35
2.3.1	物联网总体标准	35
2.3.2	物联网共性技术标准	36
2.3.3	物联网应用技术标准	39
2.4	物联网技术发展面临挑战	41
<b>第3章</b>	<b>智慧社区物联网系统设计</b>	<b>43</b>
3.1	物联网系统用户需求分析	44
3.1.1	需求分析概述	44
3.1.2	需求分析流程	45
3.1.3	需求分析阶段产物	46
3.2	智慧社区物联网系统需求分析	51
3.2.1	政策依据	51
3.2.2	功能需求	52
3.2.3	性能需求	53
3.2.4	约束需求	54
3.3	智慧社区物联网系统体系结构设计	55
3.3.1	设计原则	55
3.3.2	智慧社区物联网系统体系结构模型	55
3.4	智慧社区物联网系统功能典型设计	60
3.4.1	设计范围与设计原则	60
3.4.2	逻辑架构	60
3.4.3	核心平台	61
3.4.4	典型功能设计	61
<b>第4章</b>	<b>智慧社区物联网系统安全</b>	<b>69</b>
4.1	物联网系统安全现状	70

4.2	智慧社区物联网系统安全风险分析	71
4.2.1	感知层安全风险	71
4.2.2	网络层安全风险	73
4.2.3	平台层安全风险	74
4.2.4	应用层安全风险	77
4.3	智慧社区物联网系统安全防护体系	79
4.3.1	智慧社区物联网系统安全体系架构	79
4.3.2	智慧社区物联网系统安全防护技术	80
4.4	智慧社区物联网系统安全新技术	86
4.4.1	区块链安全认证	87
4.4.2	边缘计算	87
4.4.3	轻量化终端安全防护技术	88
4.4.4	软件定义边界	90
4.5	物联网系统安全政策法规与标准化	91
4.5.1	政策法规	91
4.5.2	安全标准化	92
<b>第5章</b>	<b>未来智慧社区的物联网新技术</b>	<b>95</b>
5.1	未来智慧社区的建设新需求	96
5.1.1	打造“整体社区”	96
5.1.2	打造“15分钟智慧生活圈”	97
5.1.3	建设“韧性社区”	98
5.1.4	推动“社区自治”	99
5.2	未来智慧社区建设的总体技术框架	99
5.3	智能物联网	101
5.3.1	智能物联网的发展历程	102
5.3.2	智能物联网对物联网的新要求	103
5.3.3	智能物联网的关键技术	103
5.3.4	智能物联网的典型应用	106
5.4	城市信息模型	108

5.4.1	城市信息模型的发展历程	108
5.4.2	城市信息模型的概念辨析	108
5.4.3	城市信息模型的实现技术	110
5.4.4	城市信息模型的应用技术框架	111
5.4.5	城市信息模型数字底板数据模型	113
5.4.6	城市信息模型应用场景	115
5.5	数字孪生城市	118
5.5.1	数字孪生城市内涵	118
5.5.2	数字孪生城市的技术特征	119
5.5.3	数字孪生城市的技术框架与技术体系	120
5.5.4	数字孪生城市的总体架构与核心平台	124
5.5.5	数字孪生城市的应用场景	131
	<b>参考文献</b>	<b>137</b>

# 第 1 章

智慧社区物联网系统

## 智慧社区与物联网概述

智慧社区是充分借助物联网、云计算等先进技术,创造性地以市民和社区为核心,提出社区融合服务与市民融合服务的思想,整合市民生活中亟待解决和提升的各种服务设施与服务资源,打造城市居民生活“安全、安心、安定、安逸”的幸福家园,形成基于海量信息和智能过滤处理的新的生活、社会管理等模式,构建全新的社区形态。物联网是智慧社区的重要基础设施,决定着智慧社区发展的深度和广度。本章将分别介绍智慧社区与物联网的由来、基本概念、发展历程以及物联网技术应用对现代社会的影响,并总结概述智慧社区物联网的基本特征。

## 1.1 智慧社区

### 1.1.1 智慧社区的起源

智慧社区的概念与建设的雏形源于西方。20世纪80年代,美国总统宣布成立“智能化住宅技术合作联盟”,引导新技术进行住宅设计和建造。其后,一些地方自发开展了提升基层社区组织信息化水平的实践,一般称之为“社区数字化”或者“电子社区”。1992年,圣地亚哥大学的通信国际中心正式提出了“智慧社区”的口号,以应对20世纪后期快速的技术变化与复杂的社会经济挑战,并从1997年开始,出版了 *Smart Communities Guidebook* (《智慧社区指导手册》) 等成果。随着这一进程的推进,在欧洲、日本、东南亚等地区,智慧社区也应运而生。1998年日本提出了超级家庭总线技术标准(super home bus system, S-HBS)。1999年美国微软公司在中国抛出“维纳斯计划”,随后中国以TCL公司为首的一些电视生产厂家也开始了智能社区产品的探索。

2008年年底,IBM公司(International Business Machines Corporation,国际商业机器公司)首次提出“智慧地球”的理念;2009年,IBM公司进一步提出了“智慧城市”的概念,智慧城市是智慧地球的应用领域之一,是智慧地球概念在城市尺度下的实践单元。自此,智慧城市在全球范围内得到高度关注,中国也同步开展了智慧城市的实践工作,从早期1.0版本发展到现在3.0版本。在此过程中,社区因其适当的空间尺度与相对完整的体系结构受到广泛关注,智慧社区成为智慧城市的重要应用领域,从而形成“智慧地球—智慧城市—智慧社区”的实践体系,以及与智慧地球、智慧城市一脉相承的智慧社区概念。

### 1.1.2 智慧社区的定义

社区是由小区、家庭及社区居委会、业主委员会、物业公司、公共和商业服务公司等构成的社会共同体,是城市的基础单元。

智慧社区是指利用物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术,融合社区场景下的人、事、地、物、情、组织等多种数据资源,提供面向政府、物业、居民和企业的社区管理与服务类应用,提升社区管理与服务的科学化、智能化、精细化水平,实现共建、共治、共享管理模式的一种社区。

智慧社区是一个动态发展的概念,是技术革命的结果。在大力发展信息通信技术的时代背景下,“技术”赋予了社区“智慧”。“智慧”在社区中主要体现于所形成的“生活圈子”,即构成智慧社区的智慧小区和医疗卫生、派出所、城管、社区居委会等社会属性的单位,涉及居民、市政、治安、医疗、党建、党群、政务等诸多方面。

智慧社区是智慧城市建设不可或缺的组成部分。随着以物联网、大数据、人工智能等为代表的数字浪潮席卷全球,物理世界和数字孪生世界正形成两大体系平行发展、相互促进、不断融合的局面。数字新技术的加持,推动社区向智慧化方向高质量发展,并赋予智慧社区新的内涵。智慧社区是在城市、社区所累积数据从量变到质变,在感知建模、人工智能等信息技术取得重大突破的背景下,建设新型智慧社区的一条新兴技术路径,是社区智能化、运营可持续化的前沿先进模式,也是一个吸引高端智力资源共同参与,从局部应用到全局优化,持续迭代更新的社区创新平台。

### 1.1.3 中国智慧社区的发展

中国智慧社区遵循发展的一般规律,从20世纪80年代末开始,始终沿着智能化、数字化、智慧化的道路不断前进。中国智慧社区的发展方向如图1-1所示。

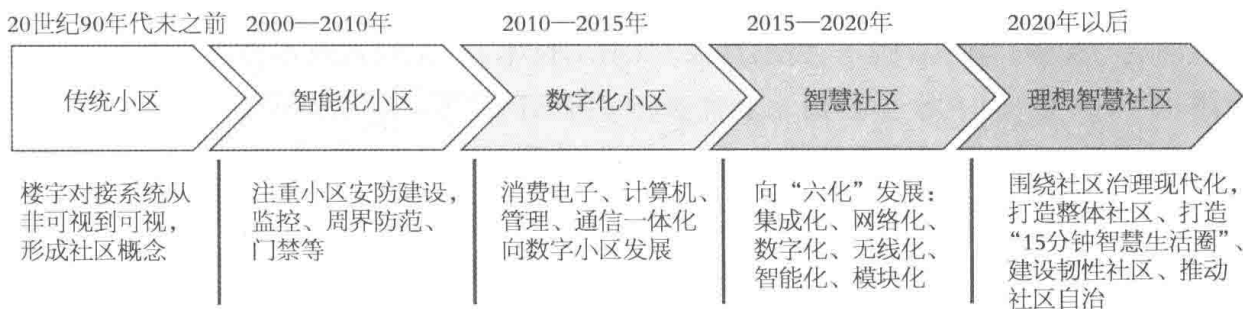


图1-1 中国智慧社区的发展方向

中国智慧社区的建设在智慧城市建设的带动下,从2012年作为智慧城市的典型应用,逐步发展到2014年作为智慧城市的必选项专项进行。2014年5月住房和城乡建设

部发布的《智慧社区建设指南(试行)》提出,到2020年,50%以上的社区实现智慧社区标准化建设,建立完善的社区服务体系、可持续发展的社区治理体系和智能化社会服务模式。

当前,中国智慧社区发展正响应新时代国家治理现代化战略大背景和城市治理“全周期管理”的新要求,积极拥抱新一代信息技术的技术变革,围绕社区治理现代化目标,积极推进未来智慧社区建设。

## 1.2 物联网

### 1.2.1 物联网的起源

“物联网”概念最早出现于比尔·盖茨于1995年出版的 *The Road Ahead* (《未来之路》)一书。该书提出了“物-物”相连的物联网雏形,只是当时受限于无线网络、硬件及传感器设备的发展,并未引起世人的重视。

1998年,美国麻省理工学院(Massachusetts Institute of Technology, MIT)创造性地提出了当时被称为产品电子码(electronic product code, EPC)系统的“物联网”构想。1999年,MIT Auto-ID实验室首先提出“物联网”的概念,其主要是建立在物品编码、射频识别(radio frequency identification, RFID)技术和互联网的基础上。当时对物联网的定义很简单,主要是指把所有物品通过RFID等信息传感设备与互联网连接起来,实现智能化识别和管理。也就是说,物联网是指各类传感器和现有的互联网相互衔接的一种新技术。

2005年,国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)在《ITU互联网报告2005:物联网》中正式提出了“物联网”的概念。该报告指出,无所不在的“物联网”通信时代即将来临,世界上所有的物体从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾都可以通过互联网主动进行交换。RFID技术、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。

2008年3月在苏黎世举行了全球首个国际物联网会议“物联网2008”,探讨了“物联网”的新理念和新技术,以及如何推进“物联网”发展。奥巴马就任美国总统后,与美国工商商业领袖举行了一次“圆桌会议”。作为仅有的两名代表之一,IBM公司首席执行官彭明盛首次提出“智慧地球”的概念,建议新政府投资新一代的智慧型基础设施,并阐明了其短期和长期效益。奥巴马对此给予积极回应:经济刺激资金将会投入到宽带网络等新兴技术中去,毫无疑问,这就是美国在21世纪保持和夺回竞争优势的方式。“智慧地球”的概念一经提出,就得到了美国各界的高度关注;甚至有分析认为,IBM公司的这一构想将

有可能上升至美国的国家战略,并在世界范围内引起轰动。

2009年8月7日,时任中国国务院总理温家宝到无锡微纳传感网工程技术研发中心视察并发表重要讲话,“在传感网发展中,要早一点谋划未来,早一点攻破核心技术”,提出了“感知中国”的理念,这标志着中国对物联网产业的关注和支持力度已提升到国家战略层面。之后,“传感网”“物联网”成为热门名词术语。2009年9月11日,“传感器网络标准工作组成立大会暨感知中国高峰论坛”在北京举行,会议提出了传感网发展的一些相关政策。2009年11月12日,中国移动与无锡市人民政府签署“共同推进TD-SCDMA与物联网融合”战略合作协议,中国移动将在无锡成立中国移动物联网研究院,重点开展时分同步码分多址(time division-synchronous code division multiple access, TD-SCDMA)与物联网融合的技术研究与应用开发。

2010年年初,中国正式成立了传感(物联)网技术产业联盟。同时,工业和信息化部也宣布将牵头成立一个全国推进物联网的部际领导协调小组,以加快物联网产业化进程。2010年3月2日,上海物联网中心正式揭牌。更为重要的是,温家宝总理在《2010年政府工作报告》中明确提出:要大力培育战略性新兴产业;要大力发展新能源、新材料、节能环保、生物医药、信息网络和高端制造产业;积极推进新能源汽车、“三网”融合取得实质性进展,加快物联网的研发应用;加大对战略性新兴产业的投入和政策支持。至此,物联网在中国发展步入了快车道。

### 1.2.2 物联网的定义

早期的物联网是以物流系统为背景提出的,以RFID技术作为条码识别的替代品,实现对物流系统的智能化管理。随着技术和应用的发展,物联网的内涵已发生了很大变化。

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”。其中有两层含义:其一,物联网的核心和基础仍然是互联网,是在互联网基础上的延伸和扩展的网络;其二,其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间来进行信息交换和通信。

物联网中非常重要的技术是RFID电子标签技术。以简单RFID系统为基础,结合已有的网络技术、数据库技术、中间件技术等,构筑一个由大量联网的读者和无数移动的标签组成的,比Internet更为庞大的物联网,这成为RFID技术发展的趋势。基于RFID技术所提出的物联网的概念,使用RFID技术作为物品身份识别的前端信息采集系统,建立起一个实现全球物品信息实时共享的网络,实现人与物之间、物与物之间的沟通,从而实现物品的“智能化”。

2005年ITU在突尼斯举行的信息社会世界峰会(World Summit on the Information Society, WSIS)上正式确定了“物联网”的概念,并随后发布了ITU *Internet Reports*