

智能家居与 网关新技术

裴小燕 王元杰 温 锋◎主编

中国工程院 刘韵洁 院士推荐

北京邮电大学 王卫东 教授支持

华为、中兴、英特尔、高通 等公司专家参与



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

智能家居与 网关新技术

裴小燕 王元杰 温 锋◎主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

智能家居与网关新技术 / 裴小燕, 王元杰, 温锋主

编. — 北京: 人民邮电出版社, 2017.4

ISBN 978-7-115-45138-5

I. ①智… II. ①裴… ②王… ③温… III. ①住宅—
智能化建筑—普及读物②计算机网络—普及读物 IV.
①TU241-49②TP393-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第046219号

内 容 提 要

本书从电信运营商的角度, 全面介绍了智能家居、智能软硬件、家庭网关、企业网关、智能网关、虚拟网关、互联网电视、智能机顶盒、云计算、大数据、物联网、人工智能、5G技术、AR、VR、NB-IoT、LoRa 等方面的相关知识; 适合从事家庭和中小企业接入建设维护人员、智能家居软硬件研发人员、智能家居业务开发人员阅读, 适合即将从事多媒体通信技术、信息处理技术、通信工程技术、计算机应用技术领域的初级科研和工程技术人员阅读, 也可以供中高等院校相关专业师生参考。

-
- ◆ 主 编 裴小燕 王元杰 温 锋
责任编辑 李 静
责任印制 彭志环
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
固安县铭成印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5 2017 年 4 月第 1 版
字数: 382 千字 2017 年 4 月河北第 1 次印刷
-

定价: 78.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

编 委 会

主 编

- 裴小燕 中国联通技术部技术战略处经理
王元杰 中国联通山东省分公司网络管理中心
温 锋 中国联通研究院终端与测试实验室

副主编

- 丁 海 中国联通研究院终端与测试实验室
张 沛 中国联通网络技术研究院家庭互联网研发中心主任
董伟杰 中兴通讯股份有限公司固网终端总工
张 波 华为技术有限公司
文卫芳 英特尔（中国）有限公司
关向凯 高通无线半导体技术有限公司

委 员

- 周晓霞 中国联通技术部技术战略处
贾 川 中国联通技术部技术战略处
孟 领 中国联通市场部视频及融合产品处
龙 戎 中国联通市场部视频及融合产品处
李永太 中国联通山东省分公司网络管理中心
张立彬 中国联通山东省分公司网络管理中心
徐晓军 中国联通山东省分公司网络与信息安全部
高兆法 中国联通山东省分公司信息化事业部
刘 庆 中国联通山东省分公司集团客户事业部

序

信息技术的发展，使人们对信息网络的依赖度不断提升。如今网络几乎无处不在，在家里、在单位、在公共场所，网络唾手可及。殊不知，对于有线接入，网关是一个重要的接入口。

20 世纪 90 年代初是我国互联网发展的初期，人们通过电话线接入网络，用户拥有一台电脑、一根电话线、一个内置或外置的调制解调器（Modem），通过拨打 ISP 的接入号连接到网络，那时接入速率可能只有 6~7kbit/s，那时的调制解调器算是家庭网关的雏形。

90 年代中后期，人们开始用 ADSL（Asymmetric Digital Subscriber Line，非对称数字用户线）上网，家里有一个 ADSL Modem，还是通过电话线，但是语音和上网互不干扰，接行速率也提高到几十千比特每秒，升级优化到 VDSL 接入速率提高到几兆比特每秒甚至几十兆比特每秒。这时家里的 Modem 可以被称为接入网关。

自 2010 年起，FTTH（光纤到户）逐渐成为国内宽带接入市场的主流建设模式。2013 年 8 月 17 日，国务院正式发布“宽带中国”战略，提出：到 2020 年宽带网络全面覆盖城乡，固定宽带家庭普及率达到 70%。

“宽带中国”战略的实施、推进，使信息化、数字化与智能化的浪潮进一步向家庭领域延伸，家庭信息化的发展趋势不可阻挡。家庭网络是指通过有线或无线的方式，在家庭内部建立起集家庭控制网络和多媒体信息网络于一体的家庭信息化平台，实现信息设备、通信设备、娱乐设备、家用电器、自动化设备、家居设施（照明及水、电、气、热等表设备等）、家庭安防设施（监控及家庭求助报警等设备）等家居设备的互联、管理以及信息化资源的共享和控制。

2016 年，国家“十三五”规划纲要提出，加强现代信息基础设施建设，推进大数据和物联网发展，积极推动智慧城市及智能家居的建设。而智能家居的建设需要依赖物联网、大数据、云计算、人工智能等下一代信息技术，云计算、大数据、物联网、人工智能的迅速发展，让海量智能家居终端快速联网成为可能。目前，我国智能家居市场处于启动期，不少研究机构预测，智能家居是下一个亿万元级的市场。

家庭网关，也就是智能家居控制器，承担着整个系统的数据采集、协议转换、数据转发、控制下达、存储配置功能。家庭网关是智能家居系统的核心，它能够将家中许多相对独立的灯光照明、家用电器、可视对讲、安防报警、视频监控等终端产品组合成一个统一的系统，从而方便地进行本地操作，也可通过互联网或无线网络实现远程控制。

智能网关在家庭智能化中扮演着连接和控制中心的角色，成为电信运营商、互联网企业以及一些核心家电厂商展开市场角逐的重点。

《智能家居与网关新技术》一书从电信运营商的角度，全面介绍了智能家居，包括

智能软硬件、家庭网关、企业网关、智能网关、虚拟网关、互联网电视、智能机顶盒、云计算、大数据、物联网、人工智能、5G 技术、AR、VR、NB-IoT 等方面的相关知识。

该书的作者都是通信行业从业者，在繁忙的工作之余，能静下心来将业界的资讯和工作经验融合为一体，创作成书，与大家分享，实属难得。该书适合通信行业中从事家庭网络的人员研读，对其他从事智能家居的从业人员也有一定的参考价值。相信该书的出版对撬动智能家居市场有一定的帮助。

中国工程院院士、中国联通科技委主任



前言

如果你看过科幻电影《钢铁侠》，或许会被影片中小罗伯特·唐尼的家震撼到：他可以双手在空中操作电脑，电脑呈现出来的全息影像能够直接显示在眼前，他的管家也是一部机器，他可以直接通过语音下达各种指令，甚至还能和这个机器管家聊天。

也许你会想：如果我的家也是这样，该多好啊！其实你可以更大胆地进行想象，想象激动人心的前景：当你还在回家的路上，就可以开启家中的热水器、空调、电饭锅；冰箱会提示你缺少晚饭材料，接着通过手机下单，送货上门了；每天晚上，所有的窗帘会定时自动关闭；入睡前，在床头边的面板上，你触动“晚安”模式，就可以控制室内所有需要关闭的灯光和电器设备，同时安防系统自动开启处于警戒状态……

以上只是智能家居中的一小部分。对你来说，或许对智能家居不陌生，因为很多影视作品中就有相关画面；对你来说，或许对智能家居很陌生，不过没关系，你可以充分发挥想象力，要知道我们对美好家居的梦想正在逐步走进现实。

实现智能家居的梦想，离不开各种智能软硬件的支持，本书将带你进入智能硬软件的世界，包括已经在用的和即将问世的。其中网关就是为智能家居系统量身打造的一款智能设备。它的定位十分明确，就是要对家中的智能设备进行集中控制和管理，承担智能家居系统管家的责任。

正如《三国演义》第一回所讲“天下大势，分久必合，合久必分”，网关虽小，但功能也经历了由简到繁、由繁到简的过程，即从普通网关进化为智能网关、虚拟化网关，从家庭网关衍生出企业网关。眼下，智能网关还在发展，其操作系统谁来主宰尚不明朗；虚拟网关也在演变，家庭部分瘦身到何种程度，哪些功能放到云端，云端网络如何组织也在争鸣，这为读者留下了想象的空间。

也许你已经发现了，智能家居正在逐渐改变我们的生活，让我们对家庭娱乐有了全新的体验。谈到家庭娱乐，当然离不开电视，现如今我们通过电视不仅可以看直播、点播、回看，而且可以上网、玩游戏，这就是互联网电视，本书对互联网电视、机顶盒和周边产品也进行了介绍。

由于网关设备型号、种类繁多，机顶盒的厂家、型号不尽相同，因此在相关设备网络部署、业务提供和业务应用环节中，如何有效地进行运维管理是个至关重要的问题。各位读者不用担心，针对这部分内容，在本书中我们也将娓娓道来。

在智能家居中，各种家庭设备需要连接到网关，继而接入互联网，这当然离不开通信技术，本书将对智能家居涉及的各种技术进行详细讲解。

梦想无止境，技术永向前。5G、AR、VR等新技术必将造福我们的生活，值得期待，在本书最后一章中，你也可以看到它们的身影。

总之，通过本书，你将可以学习到智能家居、智能软硬件、家庭网关、企业网关、

智能网关、虚拟网关、互联网电视、机顶盒、云计算、大数据、物联网、人工智能、5G、AR、VR、NB-IoT 等方面的相关知识。本书适合从事家庭和中小企业接入建设维护人员、智能家居软硬件研发人员、智能家居业务开发人员阅读,适合即将从事多媒体通信技术、信息处理技术、通信工程技术、计算机应用技术领域的初级科研和工程技术人员阅读,也可以供中高等院校相关专业师生参考。

在本书编著的过程中,我们得到了各级领导和朋友的帮助,在此感谢。感谢北京邮电大学电子工程学院副院长王卫东教授,对本书的架构和章节安排提出了高屋建瓴的建议,并对本书的文稿进行了审定,提出了宝贵建议,感谢中国工程院刘韵洁院士为本书作序。

由于编者水平有限,书中难免有瑕疵,还望各位读者多多指教。如有问题,可以联系本书责任编辑和编者。

编者

2017年2月1日

目 录

第1章 智能家居	1
1.1 智能家居的概念	2
1.1.1 智能家居	2
1.1.2 智慧家庭	3
1.2 智能家居依赖的技术	5
1.2.1 云计算	5
1.2.2 大数据	11
1.2.3 物联网	14
1.2.4 人工智能	18
1.2.5 智能硬件	23
1.3 智能家居的入口	28
1.4 智能家居组成	30
1.5 智能家居控制功能	31
1.6 智能家居领域参与者	31
1.7 智能家居应用	37
1.8 智能家居发展	38
第2章 网关	40
2.1 网关的发展背景	41
2.2 网关的定义	41
2.3 网关的功能	42
2.4 网关的分类	43
2.4.1 分类方式	43
2.4.2 总体类型	45
2.4.3 总体对比	45
2.5 网关的构成	45
2.5.1 硬件层	46
2.5.2 驱动层	53
2.5.3 操作系统层	53
2.5.4 应用层	56
2.6 网关关键技术	56

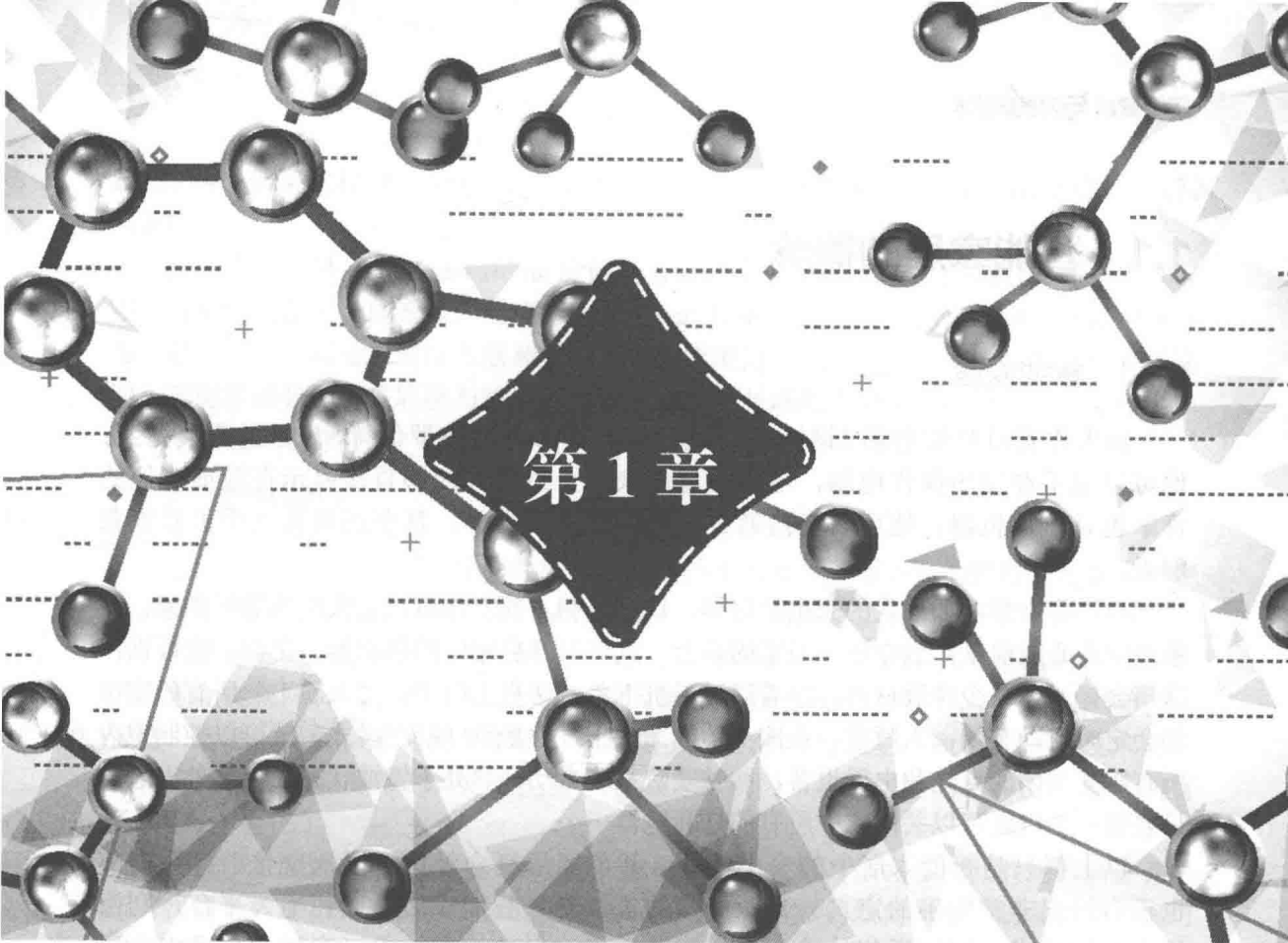
2.6.1	网关连通及业务组织技术	56
2.6.2	网关的管理技术	59
2.6.3	网关的 QoS 技术	61
2.6.4	网关的安全性技术	63
2.6.5	网关的中间件技术	64
2.6.6	设备发现和资源共享技术	65
第 3 章	家庭网关	68
3.1	家庭网关概念	69
3.2	家庭网关功能	70
3.3	家庭网关智能化	74
3.4	家庭网络发展需求	76
3.4.1	家庭业务	76
3.4.2	家庭网络演进/趋势	78
3.4.3	家庭网络增值业务智能化	80
第 4 章	智能网关	84
4.1	智能网关产生的背景	85
4.2	智能网关的发展	86
4.3	智能网关的概念	87
4.4	智能网关的影响	89
4.4.1	网络延伸	89
4.4.2	业务或服务	90
4.4.3	开放应用环境	92
4.4.4	用户和入口	93
4.4.5	大数据的关键采集点	94
4.4.6	产业链影响和智能网关的社会化可能性	95
第 5 章	虚拟网关	97
5.1	虚拟化概念	98
5.1.1	软件定义网络 SDN	98
5.1.2	网络功能虚拟化 (NFV)	102
5.1.3	SDN/NFV 的关系	103
5.2	虚拟网关发展	104
5.3	虚拟网关概念	106
5.4	虚拟网关业务关系	108
5.5	虚拟网关部署应用	109
5.5.1	虚拟网关的部署方案	109
5.5.2	虚拟网关应用场景	110

第6章 企业网关	113
6.1 企业用户	114
6.2 企业网关概念	115
6.2.1 企业网关产生背景	115
6.2.2 企业网关的定位	116
6.2.3 企业网关主要功能	116
6.2.4 企业网关服务特点	119
6.2.5 企业网关对运营商价值	120
6.2.6 企业网关的驱动因素	120
6.2.7 企业网关经验分析	120
6.2.8 企业网关发展趋势	121
6.3 企业网关应用	121
6.3.1 低端型应用场景	121
6.3.2 高端型应用场景	122
第7章 互联网电视	126
7.1 IPTV 和 OTT	127
7.1.1 起源	127
7.1.2 概念	127
7.1.3 发展现状	129
7.1.4 OTT TV 与 IPTV 的不同	129
7.2 4K 电视	132
7.2.1 相关概念	132
7.2.2 发展历程	136
7.2.3 发展近况	137
7.2.4 面临挑战	139
7.3 互联网电视术语	139
7.3.1 OTT 业务	139
7.3.2 TV 业务	139
7.3.3 直播	139
7.3.4 点播	140
7.3.5 时移	140
7.3.6 增值业务	140
7.3.7 Android	140
7.3.8 TV 增值业务运营平台	140
第8章 智能机顶盒	141
8.1 机顶盒概念	142

8.1.1	机顶盒设备形态	142
8.1.2	机顶盒组成	144
8.2	机顶盒硬件	144
8.2.1	基本硬件	145
8.2.2	外设设备	148
8.3	机顶盒软件	151
8.4	机顶盒技术要求	153
第9章	管理与运维	155
9.1	管理功能	156
9.2	远程管理系统架构	157
9.2.1	TR-069 系列协议	157
9.2.2	远程管理系统的网络位置	158
9.2.3	远程管理系统的逻辑结构	159
9.3	远程管理系统平台接口	160
9.3.1	南向接口	160
9.3.2	北向接口	161
9.4	终端远程管理应用场景	162
9.4.1	管理范围	162
9.4.2	不同终端管理方案	162
9.5	中国联通智能网关管理平台	163
9.6	中国联通家庭网关常见问题	165
第10章	智能设备安全解决方案	171
10.1	渗透测试	172
10.2	安全技术建议	173
10.3	家庭互联网安全解决方案	173
10.4	防范措施	174
10.5	安全隐私设计准则	175
第11章	家庭联网技术	177
11.1	接入网技术	178
11.1.1	接入网概念	178
11.1.2	铜线接入	182
11.1.3	光纤/同轴电缆混合接入	186
11.1.4	光网络接入方式	187
11.2	短距无线联网技术	194
11.2.1	无线技术基础	194
11.2.2	WLAN 技术	196

11.2.3	DECT/CAT-iq 技术	199
11.2.4	蓝牙技术	200
11.2.5	ZigBee 技术	203
11.2.6	UWB 技术	204
11.2.7	Z-Wave 技术	206
11.2.8	无源 RFID	208
11.2.9	红外数据传输	210
11.2.10	近场通信	210
11.3	短距有线联网技术	211
11.4	移动通信技术	213
11.4.1	移动通信技术基础	213
11.4.2	移动通信发展历程	215
第 12 章	技术发展趋势	223
12.1	IPv6 技术	224
12.2	5G 技术	226
12.2.1	发展	226
12.2.2	5G 概念	227
12.2.3	5G 技术指标	227
12.2.4	5G 场景	228
12.2.5	5G 网络架构	229
12.2.6	5G 关键技术	230
12.2.7	发展	234
12.3	LPWAN	235
12.3.1	背景	235
12.3.2	概念	236
12.3.3	分类	236
12.3.4	未来	241
12.4	无源 Wi-Fi	241
12.5	LiFi	242
12.6	AR 和 VR	243
12.6.1	虚拟现实	243
12.6.2	增强现实	244
12.6.3	全息技术	245
12.7	家庭互联网发展趋势	246
12.7.1	家庭生活各方面逐渐信息化	246
12.7.2	家庭业务需求多样化	246
12.7.3	家庭网络从接入转向家庭组网	246
12.7.4	智慧家庭需要可管理化	247

12.7.5	家庭设备形态不断演化	247
12.7.6	家庭设备将由实体到实体+虚拟转变	247
12.7.7	家庭业务边界扩大化和模糊化	247
附录	专业术语	248



智能家居

“十三五”规划纲要提出，加强现代信息基础设施建设，推进大数据和物联网发展，积极推动智慧城市及智能家居的建设。目前，我国智能家居市场仍处于启动期，不少研究机构预测，智能家居是下一个亿万元级的市场。

1.1 智能家居的概念

1.1.1 智能家居

如果你看过科幻电影《钢铁侠》，就一定会被影片中小罗伯特·唐尼的家震撼到：他可以双手在空中操作电脑，电脑呈现出来的全息影像能够直接显示在眼前，他的管家也是一部机器，他可以直接通过语音下达各种指令，甚至还能和这个机器管家聊天。

也许你会想，如果我的家也是这样，该多好啊。其实你可以更大胆地进行想象，想象激动人心的前景：当你还在回家的路上，就可以开启家中的热水器、空调、电饭锅；冰箱会提示你缺少晚饭材料，接着通过手机下单，送货上门了；每天晚上，所有的窗帘都会定时自动关闭；入睡时，在床头边的面板上，你触动“晚安”模式，就可以控制室内所有需要关闭的灯光和电器设备，同时安防系统自动开启处于警戒状态；在你外出之前只要按一个键就可以关闭家中所有的灯和电器……

以上都只是智能家居中的一小部分，智能家居概念经历了多次变化，行业内部也没有给出非常明确的定义。专业一点的说法是：智能家居是以住宅为平台，利用综合布线技术、网络通信技术、安全防范技术、自动控制技术、音视频技术将家居生活有关的设施集成，构建高效的住宅设施与家庭日程事务的管理系统，用于提升家居安全性、便利性、舒适性、艺术性，并实现环保节能的居住环境。通俗一点的说法是：智能家居就是那些能够通过手机、平板电脑、笔记本、PC 或房子里其他自动系统帮助家庭更高效远程监管家中的生活电器、家人健康、住宅安全、多媒体娱乐等各方面的产品或工具，这里面包括智能家电、智能影院、智能安防设备、智能联网设备等。

也就是说，首先，它们都要在一个家居中建立一个通信网络，为家庭信息提供必要的通路，在家庭网络操作系统的控制下，通过相应的硬件和执行机构，实现对所有家庭网络上的家电和设备的控制和监测。其次，它们都要通过一定的媒介平台，构成与外界的通信通道，以实现与家庭以外的世界沟通信息，满足远程控制/监测和交换信息的需求。最后，它们的最终目的都是为满足人们对安全、舒适、方便和符合绿色环保的需求。

智能家居又称智能住宅，近似的概念有智慧家庭（Smart Home）、家庭自动化（Home Automation）、电子家庭（Electronic Home、E-home）、数字家园（Digital Family）、家庭网络（Home Net/Networks for Home）、网络家居（Network Home）、智能家庭/建筑（Intelligent Home/Building）。在我国香港和台湾等地区，还有数码家庭、数码家居等称法。尽管名称五花八门，它们之间既出现交叉、重合的应用，也有所区别，但它们的含义和所要完成的功能大体是相同的。

值得注意的是几个词语的区别，Intelligent 是“智能”的意思，Smart 是“智慧”的意思，Intelligent（智能）和 Smart（智慧）有着本质的区别：智能重点对应的是结构化

数据、传感器采集数据、电脑可识别处理；智慧重点对应的是非结构化数据，比如声音、图像等。

严格意义上讲，Intelligent Home 应翻译为智能家居，Smart Home 应翻译为智慧家居。不过目前大家常说智能家居，对应英文是 Smart Home。另外，由于 Smart Home 也翻译为智慧家庭，这就造成智能家居和智慧家庭经常混为一谈。而严格来说，两者是有区别的。智能家居强调的是联接与控制，把一些硬件单品联动控制起来，只是智慧家庭里面的一个基础组成部分。

1.1.2 智慧家庭

当前，随着智能终端、互联网技术、通信技术的发展和服务业的升级，智慧家庭产业在我国得到了迅速的发展，智慧家庭被视为下一个蓝海。

智慧家庭是智慧城市的最小单元，是以家庭为载体，以家庭成员之间的亲情为纽带，结合物联网、云计算、移动互联网和大数据等新一代信息技术，实现低碳、健康、智能、舒适、安全和充满关爱的家庭生活方式。智慧家庭是基于新一代信息技术的智慧化家庭综合性服务平台，是家庭智能设备、物联网、高速信息网络和应用服务的有机融合。

从技术角度讲，智慧家庭以物联网、宽带网络为基础，依托移动互联网、云计算等新一代信息技术，实现服务的智能化提供、人与家庭设施的双向智能互动。智慧家庭可看作是信息技术在家庭环境的应用落地。

从产品角度讲，智慧家庭以产品形态多样化、操作智能化和互联互通化为标志，产品横跨众多应用领域，是信息消费的最直接载体。按产品层次分，涵盖了基础软硬件产品、组网设备、智能终端、智能家电、智能家居、集成平台和系统，以及作为各类应用服务人机接口的软件产品。

从服务角度讲，智慧家庭通过家庭内部、家庭与社区、家庭与社会的信息互联互通和智能控制，提供各类面向家庭的娱乐、生活消费和社区公益等综合应用服务，实现舒适、安全和便捷的家庭生活方式。

近年来，我国智慧家庭产业持续快速发展，产业集聚效应初步显现，创建了广东基地、浙江基地、湖北基地、四川基地、福州基地、厦门基地、济南基地、青岛基地和大连基地 9 个数字家庭应用示范产业基地。涵盖网络运营、智能终端及数字化家用电子产品制造、数字家庭应用服务等在内的全产业链体系基本形成，相关技术与产品的研发和应用取得显著进展。随着我国网络基础设施的不断发展完善、智能终端不断创新涌现、应用服务加快推广普及，我国智慧家庭产业具有广阔的发展空间。

智慧家庭应用与服务持续催生新型消费需求，进而促进技术创新，带动产业整体发展和转型升级。先进技术的应用和创新产品的研发，又为智慧家庭应用与服务的进一步提升和拓展提供了更好的基础，从而形成技术与产业相互促进、协同发展的良性循环。

智慧家庭生态体系在传统软硬件的基础上，整合了关键技术和应用服务，以云端平台为服务载体，拓展数字视听娱乐、多媒体互动、安防与远程控制、智能家居与节能、社区服务等多种应用。智慧家庭典型生态体系如图 1-1 所示。