浅析智能家居的有线技术形式和无线技术形式

分别介绍智能家居的有线技术形式和无线技术形式的种类，并对各种技术形式进行比较，通过对比总结各自的优缺点，选出最适合智能家居的技术形式，并分别介绍智能家居有线技术形式和无线技术形式的解决方案。

汪 海 王 强/北京维拓时代建筑设计有限公司
薛 勇 冯 俊/大连万达商业地产股份有限公司设计中心

汪 海/高级工程师

关键词/Keywords
智能家居·
有线技术形式·
无线技术形式·

0 引言

家居智能化是人们一直以来的梦想和追求，特别是近些年，随着社会和科技的发展，人们的购买力不断提高，同时智能家居产品的成本又不断降低，智能家居越来越普及，使得“智能家居”不再是一个遥远和属于少数人的名词。

目前国内外很多企业将大量的资金和人才投入到智能家居的研发和生产中，智能家居的产品已经非常丰富，技术也日新月异，但总体来说主要分为两种技术形式：有线技术形式和无线技术形式。但由于智能家居尚处于一个起步阶段，缺乏统一的行业标准，使得各家产品质量参差不齐，兼容性差。本文主要针对有线技术形式和无线技术形式的几种主流技术进行阐述和对比，比较其优缺点，选择合适的技术形式，并举例说明目前智能家居常用的组合方式。

1 有线技术形式和无线技术形式的种类及对比

1.1 有线技术形式

有线技术形式是一种总线控制方式，其性能稳定，功能齐全，可实现不同协议之间的转换，但其需要布线，扩展性差，适用于先装市场。目前应用较多的有线技术形式是KNX、RS 485、Ethernet和LonWorks等。

KNX是目前有线技术中最稳定、兼容性最好和应用最广的有线技术形式，它主要有以下几个特点：

1）稳定性好。KNX 支持多种物理通信介质，支持各种网络拓扑结构，带有冲突检测的CSMA机制能够有效地避免数据发生碰撞。

2）安全性高。KNX 系统属于分布式系统，通过组地址的方式使设备之间的通信非常简单，而且如果某个设备出错也不会对整个系统的正常工作造成影响。

3）开放性与互操作性。 KNX是唯一的全球性住宅和楼宇控制标准，并于2007年被批准为中国标准GB/Z 20965。因此不同厂家的产品都能互相兼容。

RS 485是针对RS 232传输速率低，逻辑电平高等缺点所研发的一种通信协议。它主要具有以下几个特点：

1）逻辑电平值降低。逻辑“1”以两线间的电压差为+(2～6) V表示（RS 232为+(3～15) V）；逻辑“0”以两线间的电压差为－(2～6) V表示（RS 232为－(3～15) V）。接口信号电平相比RS 232降低了，不易损坏接口电路的芯片，且该电平与TTL电平兼容，可方便与TTL电路连接。

2）抗干扰性好。RS 485接口是采用平衡驱动器和差分接收器的组合，抗共模干扰能力增强，即抗噪声干扰性好。

中国知网 https://www.cnki.net

3）多站能力。RS 485接口在总线上允许连接多达128个收发器，即具有多站能力，而RS 232接口在总线上只允许连接1个收发器，即只有单站能力。

虽然RS 485上述良好的优点使其取代RS 232成为首选的串行接口，但相较于KNX来讲，目前各家RS 485协议不统一，产品不兼容，不能互连。这是制约其发展的最大缺点。

以太网（Ethernet）是当今局域网采用的最通用的通信协议标准。它具有相当高的数据传输速率（目前已达到100 Mbit/s），运用了交互式和开放的数据存取技术，能在同一总线上运行不同的传输协议，但是以太网是基于载波监听多路访问及冲突检测（CSMA/CD）技术，随着智能产品种类的增加，以太网所承受的负载越来越重，会造成效率的降低。

现场总线（LonWorks）是一种工业数据总线，是自动化领域中底层数据通信网络。它具有通信功能，便于构成工厂底层控制网络，其通信标准公开，具备开放性，但其网络通信中数据包的传输延迟，通信系统的瞬时错误和数据包丢失，发送与到达次序的不一致等都会破坏传统控制系统原本具有的确定性，使控制系统的分析与综合变得更复杂，性能也受到负面影响，同时其传输速率也远不如以太网的传输速率。

以上几种智能家居无线技术形式的技术参数的比较如表1所示。

表1 几种智能家居有线技术形式的技术参数的比较

名称 / 技术参数	KNX	RS 485	以太网	LonWorks
最大传输速率	9.6 Kbit/s	10 Mbit/s	100 Mbit/s	78 Kbit/s/1.25 Mbit/s
传输范围/m	1 000	1 200	1 800	500～1 330
组网能力	强	中等	中等	强
安全性	高	差	差	差
稳定性	高	高	中等	中等
兼容性	兼容	不兼容	兼容	兼容

通过上述比较，可以发现几种有线技术形式的传输距离差不多，以太网的传输速率最快，但KNX系统相较于其他几种系统形式在稳定性、安全性和开放性等方面具有明显的优势，所以目前KNX应用最广泛。

1.2 无线技术形式

相较于有线技术形式烦琐的布线，无线技术形式的安装则更加灵活、简便，它无须复杂的布线、可扩展及可DIY，同时也适用于后装市场。目前应用较多的无线技术形式包括ZigBee、WiFi、Zwave、射频和EnOcean等。

ZigBee是目前无线技术形式中应用最广泛的系统形式，它可工作在2.4 GHz（全球流行）、868 MHz（欧洲流行）和915 MHz（美国流行）3个频段上，分别具有最高250 Kbit/s、20 Kbit/s和40 Kbit/s的传输速率，它的传输距离在10～75 m的范围内，但可以继续增加。它主要具有以下几个特点：

1）安全性高。采用AES加密（高级加密系统），严密程度相当于银行卡加密技术的12倍，可以较好地保障家庭智能体系不被入侵干扰。

2）稳定性高。组网采用蜂巢结构，每个设备都可以通过多个方向与网关通信，一个方向断线不会造成设备掉线，网络稳定性高。

3）组网能力强。网络容量巨大，理论节点65 300个，不仅可以覆盖家庭需要，应付智能小区、智能楼宇、智能酒店和智能工厂等也绰绰有余。

4）具有双向通信的能力。不仅可以发送命令给设备，设备同时也会把执行状态反馈回来，这对于终端使用体验至关重要。

5）低速率。ZigBee工作在20～250 Kbit/s的速率，分别提供250 Kbit/s（2.4 GHz）、40 Kbit/s（915 MHz）和20 Kbit/s（868 MHz）的原始数据吞吐率，满足低速率传输数据的应用需求。

6）功耗低。由于ZigBee的传输速率低，发射功率仅为1 mW，而且采用了休眠模式，当系统处于休眠模式时功耗仅有几微瓦，因此ZigBee设备非常省电。

WiFi技术是目前普及性最高的技术，它的优势在于传输速率快（可以达到54 Mbit/s）、产品成本低及组网简单，所以对于用户来说，基于WiFi的智能家居组合最为省事。但WiFi自身最大的劣势在于安全性非常低、无线稳定性弱和功耗大

中国知网 https://www.cnki.net

（WiFi的功耗一般在50～100 W），虽然组网比较简单，但组网能力较低，目前WiFi网络的实际规模一般不超过32个设备，对于目前的智能家居系统尚可满足，但随着科技的发展，各种电子商品应运而生，发展空间受到了一定的限制。

Zwave的数据传输速率为9.6 Kbit/s，适于窄带宽应用场合，其功耗低于WiFi，但它和WiFi存在相同的问题，节点较少，理论值为256个，但实际很多厂商只能做到容纳二三十个设备，并且Zwave采用树状组网结构，容易导致下端设备无法与网关通信。另外Zwave没有加密方式，安全性差，易受攻击。

射频技术是一种非接触的自动识别技术，目前已经非常成熟，所以准入门槛和成本相对较低，但其安全性和稳定性较差，只要在对码的过程中对其加以干扰，射频就会瘫痪失效。

EnOcean是一种基于无线能量采集技术的无线开关传感解决方案。除了低功耗、抗干扰能力强以外，它无须电源，可通过能量采集模块采集周围环境产生的能量，如机械能、光能等，然后将这些能量经过处理后用来供给EnOcean超低功耗的无线通信模块，实现真正的无电源。但目前EnOcean作为一种新兴的技术形式，其稳定性及可靠性不能完全得以保证。

以上几种智能家居无线技术形式的技术参数的比较如表2所示。

表2 几种智能家居无线技术形式的技术参数的比较

技术参数 \ 名称	ZigBee	WiFi	Zwave	射频	EnOcean
频率/Hz	2.4 G/868 M/915 M	2.4 G	868 M/915 M	300 k～300 G	315 M/868 M/902 M/928 M
协议标准	IEEE 802.15.4	IEEE 802.11	私有协议	ISO 14443 ISO 15693	IEC 14543－3－3
最大传输速率	250 Kbit/s	11～54 Mbit/s	9.6 Kbit/s	512 Kbit/s	125 Kbit/s
传输范围/m	75～300	100	30～100	1～10	30～300
组网能力	强	中等	中等	差	中等
安全性	高	差	差	差	中等
功耗	低	高	低	中等	低

从以上分析可以看出，在这几种主流的无线技术形式中，ZigBee不论在传输距离、组网能力，还是在安全性、功耗上都处于领先，随着智能家居的不断发展，高容量、低功耗的ZigBee技术将成为无线技术形式的领跑者。

2 有线技术形式和无线技术形式的解决方案

虽然KNX和ZigBee分别在有线技术形式和无线技术形式中拥有各自的优势，但现阶段我国仍没有统一的技术标准，加之智能家居产品的种类越来越多，单一的技术形式已不能满足现代智能家居的要求。目前国内大部分厂商都是采用两种或者两种以上的技术形式来形成一套完整的智能家居解决方案。下面就某智能小区的一个户型设计的有线和无线智能家居方案进行简单的介绍。

2.1 有线技术形式

本次有线方案中采用TCP/IP＋KNX组合的技术方式，主要利用TCP/IP传输速度快，KNX稳定性高等特点来实现智能家居的控制。系统示意图如图1所示。

图1中移动终端设备通过TCP/IP协议与交换机相连，交换机将TCP/IP协议转换为KNX协议，通过KNX技术控制各种智能模块，再由智能模块控制相应设备的状态。图2～图4为有线智能家居的户型平面图，图5为图例说明。

2.2 无线技术形式

本次无线方案中采用ZigBee＋WiFi组合的技术方式，利用WiFi传输速率快、可远程操控，

中国知网 https://www.cnki.net

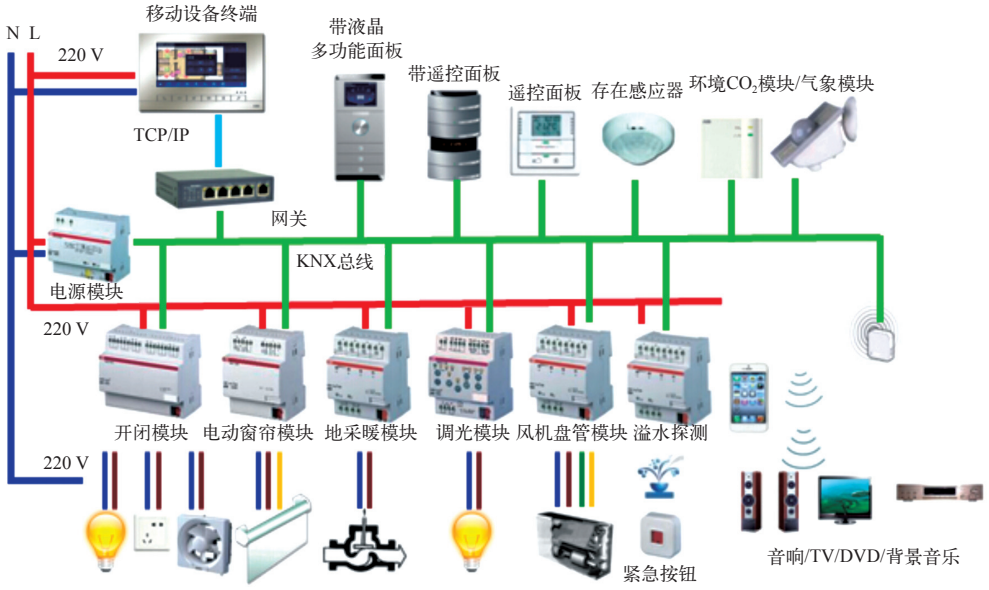

图1 有线技术形式的系统示意图

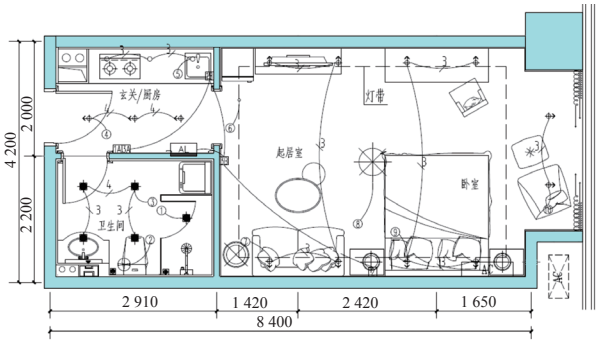

图2 智能家居有线技术形式的照明平面图

序号	图例	控制回路	安装高度
1	1A	控制回路④	底边距地1.3 m
2	1B	控制回路⑤	底边距地1.3 m
3	2	控制回路⑨⑩	底边距地1.3 m
4	3A	控制回路①②③	底边距地1.3 m
5	3B	控制回路⑥⑦⑧	底边距地1.3 m
6	AL	连接①－⑩	底边距地1.3 m

图3 照明控制回路说明

ZigBee安全性高，稳定性好的特点来实现无线智能家居的控制。系统示意图如图6所示。

图6中移动终端设备和智能家居通过无线网关将两者联系起来，即从移动终端至无线网关采用WiFi技术形式，从无线网关至各个控制模块采用ZigBee技术，再由各个控制模块分别控制相应设备的状态。图7、图8为无线智能家居的户型平

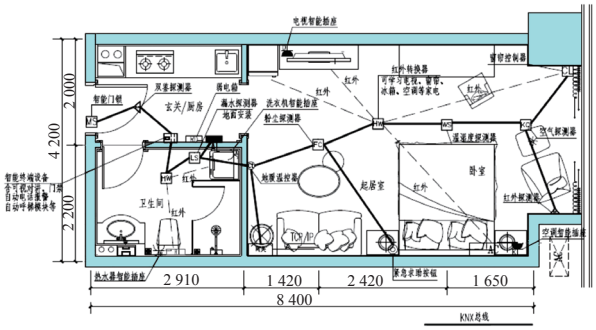

图4 智能家居有线技术形式平面图

序号	图例	控制回路	安装高度
1	⊠	户内弱电箱	底边距地0.5 m
2	MS	智能门锁	距地1.3 m
3	HW	红外转换器	吸顶安装
4	M	中央控制模块	距地1.3 m
5	Ct	地暖温控器	距地1.3 m
6	▭	智能终端设备	距地1.3 m
7	WS	温湿度探测器	吸顶安装
8	KQ	空气探测器	吸顶安装
9	CL	窗帘控制器	根据现场情况确定
10	◎	紧急报警按钮	距地1.0 m
11	IR	红外探测器	根据现场情况确定
12	▽	双鉴探测器	根据现场情况确定
13	LS	漏水探测器	地面安装
14	D	智能电视插座	距地0.3 m
15	K	智能空调插座	距地0.2 m，2.2 m
16	X	智能洗衣机插座（防溅型）	距地0.3 m
17	R	智能热水器插座（防溅型）	距地2.3 m

图5 图例说明

中国知网 https://www.cnki.net

图6 无线技术形式的系统示意图

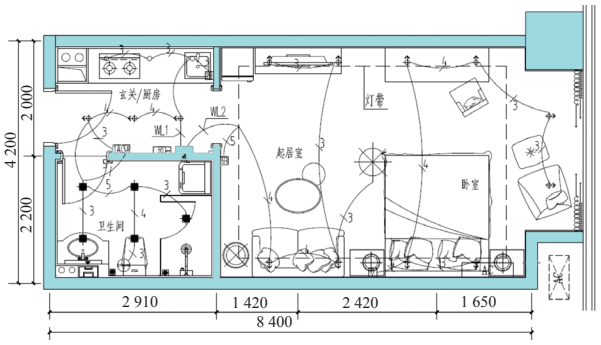

图7 智能家居无线技术形式的照明平面图

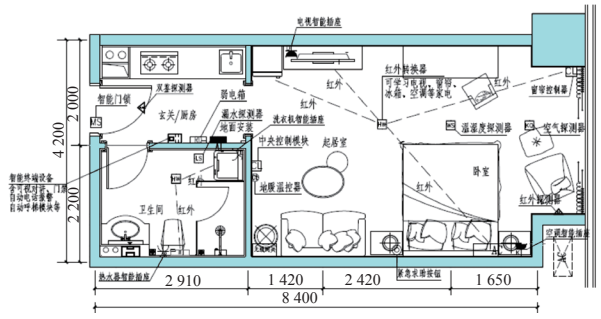

图8 智能家居无线技术形式平面图

面图。

3 结束语

从以上介绍中可以看出KNX和ZigBee是目前智能家居中应用最广泛的两种技术形式，它们分别代表了有线技术形式和无线技术形式，从各自的解决方案上可以看出组合式的方案能使智能家居系统更加灵活、方便，但同时它们还存在各自的缺点，例如有线技术形式的后期扩展，无线技术形式可能出现的“串网”等，那么如何将有线技术形式和无线技术形式的优点有机地结合起来，将是下一步努力解决的问题。

参考文献

[1] 徐振福．ZigBee技术在智能家居系统中的应用研究 [D]．北京：中国科学院大学，2014．

[2] 洪明．智能家居的体系结构及关键技术研究 [D]．北京：北京交通大学，2012．

[3] 孙浩．基于WiFi技术和Android系统的智能家居系统设计 [D]．北京：中国矿业大学，2014．

（收稿日期：2015－11－20）EA

中国知网 https://www.cnki.net