

# 智能电网引领智能家居及能源消费革新

林军

厦门盈趣科技股份有限公司 福建省厦门市 361026

**【摘要】**伴随着科技与经济的进步，加上全球各地对节省能源、减少浪费与减少碳排放的重视，全球范围内的智慧电力系统的构筑已经取得了众多实质性的进步，并且正在推动科技与行业方向的转型。借助于高速、双向、实时和集成等特性的通信技术，我们有能力实现各种智能电子设备、保护系统以及用户之间的网络连接。借助先进的检测手段，我们有可能收集到电力系统的即时数据，然后把这些数据融入智慧电力系统的各个环节中。通过运用先进的数据采集、即时跟踪与数据处理方法，我们有可能在智慧型电网内部对每一部分做出评估、检查与预见，同时制定与实施合适的战略，从而减轻、缓和或防止电力供给的中断与电力品质的影响。这篇文章会研究如何由智能电网驱动的智能家庭和能源消费的创新。

**【关键词】**智能电网；智能家居；能源消费革新

Smart grid leads the smart home and energy consumption innovation

Lin Jun

Xiamen Yingqu Technology Co., Ltd And Xiamen City, Fujian Province 361026

**【Abstract】** With the progress of science and technology and economy, and the importance placed on saving energy, reducing waste and reducing carbon emissions around the world, the construction of smart power system around the world has made many substantial progress, and is promoting the transformation of technology and industry direction. With high-speed, bidirectional, real-time, and integrated communication technologies, we have the ability to achieve a variety of intelligent electronic devices, protection systems, and network connections between users. With advanced detection methods, it is possible to collect immediate data from the power system, and then integrate that data into all aspects of the smart power system. By using advanced data collection, real-time tracking and data processing methods, it is possible to evaluate, inspect and foresee each part of the smart grid, and develop and implement appropriate strategies to mitigate, mitigate or prevent the interruption of power supply and the impact of power quality. This article will examine how smart homes are driven by smart grids and innovations in energy consumption.

**【Key words】** smart grid; smart home; energy consumption innovation;

通过智能化的电力系统，我们可以有效地指导用户的用电活动，从而防止电力系统出现过载，提升其运营的稳定性和效益。通过电力系统与居民的交流，我们有助于鼓励居民积极投身于智慧电力系统的构建及运营，从而给予他们优质的服务，并且推动了对于传统家庭能源使用的思维方式的深刻转型。电力消费者已经转变为电力生产和使用的一体化实体。电力的利用方式已经从被动转变为主动。能源管理已经从本地化、远程化和离线化转变为在线化。此篇论文会针对智能家庭的能源生成、使用和监督三个环节，深入研究如何在智能家庭环境下实现能源的创新。

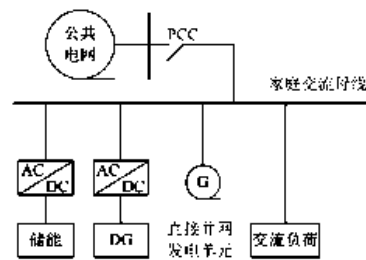


图1 智能家庭交流供电示意图

## 1.1.2 家庭微电网纯直流供电模式

直流供电模式在家庭微电网中的应用，主要包括将DG、储能设备等设备连接到DC/DC变流器，然后将外部电源通过AC/DC方式输送到家庭的直流母线。主要的家用电力是直流电力，而其他的交换电力则是通过逆变器连接到直流电源。图2展示了智能家居的直流供电方案。

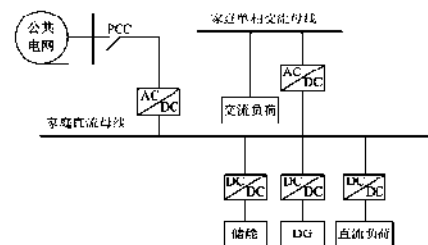


图2 智能家庭直流供电示意图

## 一、智能电网带动了家庭微电网的实现

### 1.1 家庭微电网供电模式革新

智慧电力网络是一个开放的能源体系，新型能源的飞速进步推动了家庭同时承担用电和发电的双重职责，家庭供电系统也从单一的直流电网络转变为多元化的供电方式。

#### 1.1.1 家庭微电网交流供电模式

DG、储能设备等在家庭中的安装，可以通过逆变设备连接到交流电源，然后由公用接口断路器进行操作，实现微型家庭网络的同步与脱网，进一步向全体家庭的交流需求输送连续的交流电。图1展示了智能家庭的交互式供电方案。

虽然家庭微电网的直流供电模式和直流使用的习惯相符，但是对于含有分布式电源的家庭微电网的运行管理却非常困难<sup>[1]</sup>。

对于家用微型电力系统的输送方式,直流输送方式的管理更为便捷。DG 的运作仅受直流电压的影响,因此无需关心各 DG 之间的协同问题,这使得环流抑制更具优势。此外,储能装置还有能力直接对 dg 和负载的变化进行补偿。

### 1.1.3 交/直流混合供电方案在家庭微型电网中的应用

家庭微电网的交/直流混合电力供应方案涉及两种不同的电力输送方式:直流电力输送方式主要连接到可调节的直流电桥和电力使用部分,而交流电力输送方式则连接到可调节的交流电力设备和交流电力使用部分。如图 3 所示,这就是一个关于智慧家庭交/直流电力混合电力的展示。新兴的交直流混合供电方式,不只是极其有利于光伏、风扇等各类适用于家庭的分布式电源的连接,还能直接为交流负载和直流负载提供电力<sup>[2]</sup>。

三种家庭微电网的供电策略,成功地改善了智慧家庭的能源利用方法:我们可以在房顶和墙壁上布置太阳能发电机,同时,也可以在一层开阔的庭院里放置小型的风能发电机。借助冷、热、电的联合供应设备,我们可以在炎热的夏季为家庭提供降温 and 取暖,进而达到高效的能源使用方式。另外,家庭也有可能安装合适的储能装置,这不仅能满足家用储能、电力调度,以及在发生故障时对关键负载的连续供应,同时也有助于增加对清洁能源的使用。

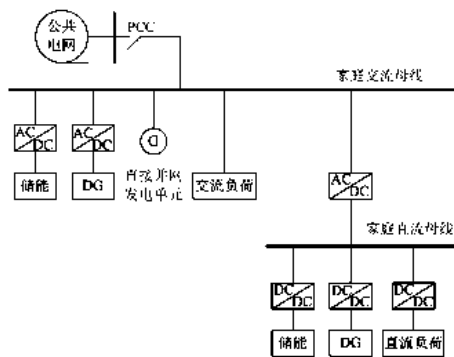


图 3 展示了智能家庭的交直流混合供电方式。

Fig. 3 Smart home hybrid AC/DC power supply

### 1.2 实施智能家庭微电网能源控制中心

家用能源管理中心是实现家用微型电力系统连接的关键操作工具。本文提出了一个智能化的家庭能源管理系统的构想,该系统不仅具备各类分布式发电设备、负荷以及公共电网的电力连接接口,还包含了大量的通讯网络接口<sup>[3]</sup>。另外,该系统还拥有并网/离网的控制功能、分布式发电的稳定输出、微型电网与配电网的互动性等多种优点,可以对分布式电源的发电、配电网的供电以及用户的用电进行集成的管理,以实现最优的能源使用效益,为智能家庭带来了更加便捷的电力供应解决方案。图 4 揭示了智慧型家居的能源控制中心的功能分配。



图 4 展示了智能家庭能源管理中心的功能架构。

A functional block diagram of a home energy control center is depicted in Figure 4.

家用微型电力系统是一个独立且能够进行灵活调整的部件,它不仅和其他电力系统同步工作,还能在其他电力系统出现问题或者需要独立工作的情况下,独立工作。具备自主的能源监测与保护功能的智慧家居能源管理中心,在配电网出现问题时,将会主动侦察并关闭该配电网,这样可以维持家庭微型电力系统的能量均衡,进而保证了整体系统的安全与稳健。图 5 揭示了家用微型电力系统的操作架构。

家庭微电网控制中心负责监控家庭微电网的电压、频率和谐波等数据,并对相关设备进行调整控制,以确保家庭电力供应的质量。同时,对间歇性的分布式发电能力进行平稳管理,为用户提供稳定且高质量的电力,实现分布式电源的便捷接入。

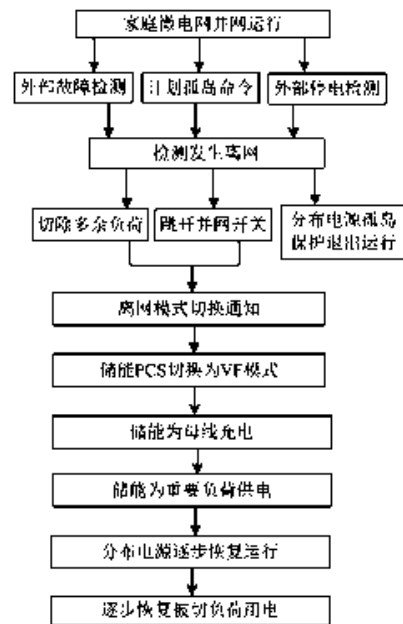


图 5 智能家庭并/离网切换流程图

Fig. 5 Smart home on/off switch flow chart

## 二、智能电网下智能家居计量方式革新

尽管传统的家庭电力测量主要依赖于电力表,然而,这种传统的电力表在实现基础测量的同时,并未提供节约能源的电力管理服务。伴随着智慧电力系统的进步,产生了一种名为智慧电力表,它把双向交流、实时电力报价、负载管理等多种功能整合到电力系统的运营中,这标志着我们在电力测算的智慧化方面取得了关键的一步。由于智能电表的出现,传统的抄表系统(AMR)得以升级为更先进的量测体系(AMI)。尤其值得一提的是,这种智能电表融合了室内网络的功能,可以实现对室内用电器具的监控,从而提高了用户的用电管理效率。

然而,尽管智能电表具备双向测量功能,但它仍无法获取单个用电设备的详细用电信息。伴随着众多尖端的传感器、通讯工具和嵌入式处理器的广泛使用,传统的电力测量手段正经历巨大的转型。而且,电力测量这一智能性的工具,也有可能借助于互联网的运行来达成。在此类创新的测量方法里,智能电表的检测与运算两个核心职责已经独立出来,检测职责仍然位于各个用电节点的各类测量装置内,但是电力运算职责已经主要向前推进。测试工具能够在当前位置

获取的电压电流信息传输到互联网,接着通过 AP 对其进行整合运算与分析,最终产出每一个测试位置的测试结果。此类基于当地取样和远距离运算的电力测量技术被命名为网络电力测量,也被简单地称为网络测量,而图 6 则展示了家用测量技术的演进。

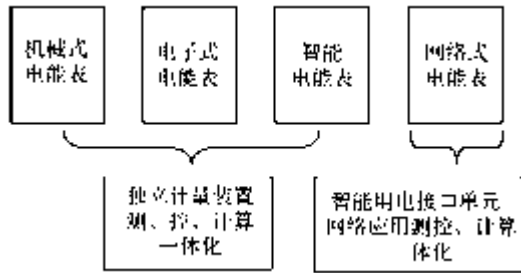


图 6 电能计量方式演变

Fig. 6 Evaluation of power energy metering

通过网络测量,我们成功地处理了智能电表在用电管理方面的一系列挑战,其中最重要的是无法准确地衡量和监控室内用电设备的能源使用和运作情况,同时也面临着找出和定位盗用电力的困扰,而且,它还无法提供足够的支援来满足需求的反馈和灵活的负载调整。利用网络测量技术,我们能够向用户和电力供应商提供更多的电力信息,更具弹性的监测手段,以及更高级的交互服务。

### 2.1 网络计量方案

图 7 展示了网络计量系统在逻辑上可以被划分为测量层、网络层和计算层。



图 7 网络计量基本结构

Fig. 7 Structure of network measurement

所有的电力测量设备都位于测量层,这包括用户设备和电视、空调等设备。测量设备的核心职责在于对电流电压进行高速捕获与分发,同时也负责接收计算机层面的控制命令。测量终端有多种形态,既可以是单独的设备,也可以是嵌入在空调、插座、开关或电力设备中的智能模块。

由快速且稳定的通信系统组建的网络层。通过互联网,我们将测量设备的电流和电压的时间和空间顺序发送至计算机,然后将这些电力的运算数据反馈给所有的测量设备。

在计算层,我们接收并处理从网络层发送的电流和电压的时间和空间序列,根据各种需求,我们能够灵活地计算每个节点的电能数据。此外,我们也能够对线路的损耗、电能的品质等因素进行全面地分析,并监控电网中的异常或者事故,从而实现对电网的更强大、更高效的监控。

电力测量软件和相关的硬件设备组成了计算层,它们的位置会因为使用的环境的差异而变化,并且呈现出各种不同的实体状态。比如,在家庭网络测量系统里,一个可以安装在用户节点的测量终端,它的展示方式是一个拥有测量、运算和通讯功能的智能开关,这样就能够对家中所有设备的测量数据进行计算和处理。在建筑物/社区的网络测量系统里,可能存在一台或多台电脑。在更广泛的网络测量系统里,有

可能存在由众多服务器构建的大规模数据中心。

### 2.2 网络计量应用

在进行网络测量的设备上,由于不再具有计算功能,因此它的架构显得更加精简,尺寸也随之减轻,进一步降低了整个系统的复杂度。我们可以选择利用寄生式传感器或者整合了测控和通信技术的智能芯片来执行测量任务,这些芯片能够被广泛地融入空开、开关、插座和电力设备中,因此在电网中的分布范围更为广泛。

图 8 呈现了一个实际运行的网络测量案例,其中,智能插座和智能开关作为设备节点的测量端口,用于监测电器的电力消耗和运行状态。智能空调作为一种电力检测工具,其功能在于对用户的全部电力进行管理和监督。

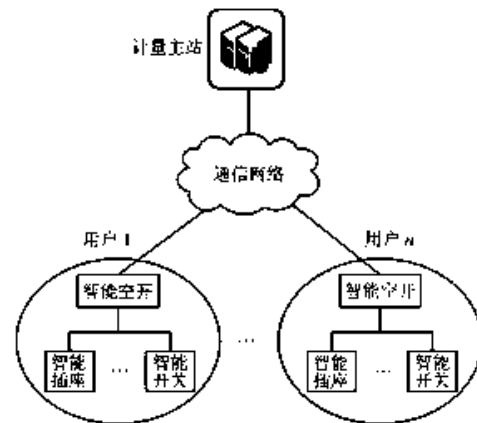


图 8 网络计量系统

Fig. 8 Network measurement system

图 9 揭示了一个由检测、交流等组件组合而成的智能单元,这个单元作为一个测试设备,已经被整合到智能单元里。智能插座和智能开关与下行部分通过 WiFi 连接,而上行部分则通过光纤与测量主站进行连接。这些区域是用户的自动化电力输入端,它们为网络度量应用提供了关键的度量信息。



图 9 集成测控功能的智能空开

Fig. 9 Integrated network measurement air switch outlet

显然,通过网络计量,我们已经将计量监控的覆盖面扩大至家庭的电力系统以及使用的电器,从而达成对电器的即时观察,并且有效地识别和追踪盗取电力的行径。利用智能空调、智能插头、智能开关等技术,将使用者与电力设施相联系,达到了电力设施的网络化与数字化,构建出广泛的电力与信息交流平台,向使用者提供涵盖电力消耗的各种详细的电力资讯。借助持久的数据收集,我们有能力构建用户的能源消耗模型,深入研究他们的用电习惯。通过对用电数据的解读,我们可以协助他们改变用电策略,提升用电效益,减少用电开销,从而满足他们在经济和交互用电上的需求。

在互联网的测量场景下,电力测量已经演化成一种依赖全局的用电节点的智能用电连接的网络使用,这给传统的电力测量带来了革命性的影响。与包括智能电表在内的传统测量手段相比,其有着显著的优势,详见表 1。



表1 网络计量与传统计量对比

Table 1 offers a contrast between network and customary gauging.

表1 网络计量与传统计量对比

Table 1 Comparison of network measurement and traditional measurement

	传统计量	网络计量
计量点设置	一户一表	覆盖全部用电节点
计量数据	总用电量	总用电量、设备用电量
计量装置	电表	智能用电接口单元
用电设备在线监测	不具备	具备
窃电监测	不具备	具备
与户内网络连接	不支持	支持
需求响应	不支持	支持
双向交互	不支持	支持
物联网应用	不支持	支持

利用传感器、互联网通讯、内置计算机等先进科技的网络测量，为达到家庭节约能源以及经济适用电力的目标，提供了一种既经济又高效的策略。此外，将网络测量和智能家庭的内部网络整合和统一，在推动这两种方式的执行上发挥了相辅相成的作用。利用网络测量技术，将智能家庭的内部网络和电力供应商的AMI系统相连，构建了用户和电力网络的双向实时交流。

### 三、家庭能效管理的实现

#### 3.1 家庭能效管理新特征

随着分布式发电和需求反馈技术的进步，家庭作为能源消耗的最后环节，表现出了如下关键特性。

电力消费已经从被动转变为主动。观察电力网络，用户的需求被视为一个可以控制的资产，这对于调整供应和消费的平衡具有积极的影响。观察用户的视角，电力使用是一种经济行为，他们可以积极配合电力公司的电价政策，改变他们的电力使用模式，进而获取真正的经济收益。需求响应计划可以满足消费者在能源采购上的基础需求，并且具备降低或者转移高峰期电力需求的能力，从而帮助电力企业最大限度地降低资金和运营成本。电网的透明性、开放性以及友好的交互性，使得电网与用户的信息能够公开共享，同时也能适应各种电源和用户的接入，这有助于推动用户积极地参与到电网的运营调整中。

消费者必须对电力系统的运行状况作出即时反馈，并且需要实时调整他们的用电策略。因此，用户的能源使用和调控已经从本地转移到了远程，由离线转为了在线。

伴随着智慧电网的不断拓宽和深化，数以亿计的家庭能源控制器（或者网关）设备即将开始部署并应用。如何实现大规模的智慧终端的集成连通，以便让用户可以方便地参与到电网的操作和调整中，以及满足他们对于能源的远程控制以及实时在线的需求，这些都是电力企业必须面临的关键挑战。

#### 3.2 家庭能效管理的实现

##### 3.2.1 云加端架构模式

为应对前述要求，我们在此论文中引入“云+端”的能源管理框架，具体可参见图10。

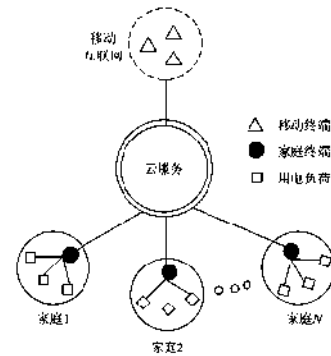


图10 “云+端”架构模式

Fig. 10 Cloud + terminal architecture

以“云+端”的技术构架模式进行能源管理的架构设计，其基础是一个由互联网构筑的能源服务中心，并配备了数以亿计的家庭能源管理和智能移动终端。这些大规模的终端可以通过自愿注册的形式连接至能源服务云，从而使得家庭能源管理的云端化得以实施。这个模型由三个部分构成：能源服务云、家用能源管理设备以及在线能源顾问。

##### (1) 能源服务云

能源服务云，这种基于云计算技术的系统，其主要职责是为大规模家庭能源管理设备和移动设备提供稳定的连接和快速地访问，同时也负责保存用户的能源效率信息。能源服务云拥有多种功能，包括用户管理、预先服务连接、在线状态监控和与电力公司的数据沟通。

##### (2) 家庭能源管理终端

内置在家用能源管理终端（或者是能源网关）中的嵌入式自动化控制系统，不仅可以实现对本地设备的连接和家用微型电力系统的控制和管理，而且也必须实现和能源服务云的连通。这个系统涵盖了设备用电的数据测量和可视化模型，分布式电源的实时监控和管理，需求侧能源的使用计划设定，家用电器的控制，能源效率的分析以及节能建议等多项功能。

##### (3) 掌上能源管家

掌上能源管家，这款AP，位于智能手机或平板电脑上，为您提供了一个最实时、最方便的能源管理帮助。通过移动互联网，掌上能源管家可以对远程家庭能源进行操作，具体包括观察远程设备的运行情况、实时监测并操控远程分布式电源、执行远程能源使用方案、操控远程家电并发出远程警告等功能。

##### 3.2.2 “云+端”模式通信策略

“云+端”的核心技术在于从云端到端的通信策略和数据传输方法。除了需要满足双向、即时以及快速的功能，通讯计划还应该保证其系统的交互性能，这包括其开放、公正以及规范。

##### (1) 终端到云端通信方案

Socket接口在网络中扮演着一种跨平台的应用程序进程通信方法，通过使用Socket，我们能够创建一个能够在不同的操作系统和网络协议之间进行分布的处理系统。Socket通过客户端/服务端(C/S)模式来实现网络进程之间的交互，其中客户端与服务端各自代表两个应用程序进程。当客户端向服务端提出服务请求时，服务端会作出相应的反馈。

socket客户端的所有终端（包括家庭和移动终端）一旦开始运行，就会自动通过注册和验证步骤与云服务器建立联系。如果成功完成了注册，那么此连接就会维持以一种永久的联系模式中，无论哪方在需要传输信息的情况下，都能够

立即利用此连接。图 11 揭示了利用 Socket 技术实现的从设备端口至云端的数据交换步骤。

(2) 终端到终端通信方案

为了应对用户在线的能源管理需求,我们采取了云端和端口的的方式,实现了从远程移动设备到家庭设备的点对点的连接通信策略,该策略在图 12 的三个步骤中得以展开。

按照终端到云端的通信标准流程,第一步和第二步完成了通信过程。此刻,手机设备与家用设备已经与云服务相连。在需要对家庭电器设备进行远程管理或获取信息的情况下,传统的手段是利用云服务来实现两端信息的交换。该策略的不同之处体现在第三步,即利用云端技术,从已上网的家电设备中获得暂定的注册地点,然后利用此暂定的地点。利用 TCP/IP “点对点”通信方式与家庭设备建立交流对话,从而实现从移动设备到家庭设备的“端到端”直接连接,降低云服务器传输的负担,满足智能电网通信的高效和实时性需求。

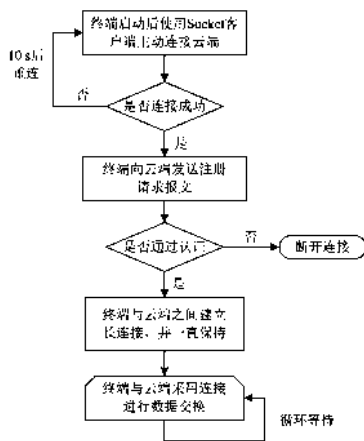


图 11 终端到云端通信方案

Fig. 11 Terminal to cloud communication scheme

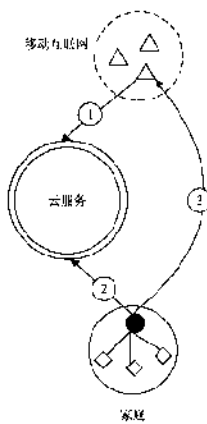


图 12 终端到终端通信方案

参考文献

[1]杨少华,张莹,赵晓波.“互联网+”背景下智能电网及智能家居融合研究[J].电力信息与通信技术,2016(4):35-38.  
 [2]王康春.“互联网+”背景下智能电网及智能家居融合研究[J].工程技术:文摘版,2016(7):00272-00272.  
 [3]冯俊华.智能电网引领家居生活“中国梦”[J].商业文化,2014(20):164-164.  
 作者简介:林军;男;1979年4月;汉族;山东省牟平县;硕士学位研究方向:智能家居。

Fig. 12 Terminal to terminal communication scheme

3.3 在新的模型中,家庭的能源效率管理所带来的变化

“云+端”的方式让智能家居的能源管理设备自愿地加入能源管理平台中,这样就减轻了因为众多的家庭能源管理设备接入而导致的管理问题。电力消费者可以通过其在线服务,远程管理家用电器的使用,或者调节发电设备的输出功率。此类方法把家庭的能源效益管理引入到更大范围的移动互联网中,让用户可以在任何时间和任何地点进行电力的调整,并且通过智能手机等移动设备,达到对能源效益的“掌握”。为了达到节约能源的目的,我们需要对其进行即时的监测,这就像图 13 所示。



图 13 掌上能源管家

Fig. 13 Ubiquitous network pocket energy butler

此外,将家中的本地测试数据以及用于效率计算的所有计算资源都迁移到了能源服务云,从而达到了效率数据、计算资源和效率管理的“云化”。采用此方式,可以精简家用电器的构建,降低生产费用,对广泛普及和执行极为有益。此外,“集聚效应”的出现也是可能的。能源服务云汇聚了众多具备相似负荷容量和特性的用户,通过对这些用户的电力消耗、负荷特性等数据的分析,我们能够更有效地为用户提供节能建议。

四、结语:

总的来说,当前智能电网技术的持续进步推动了我国在智能家居和能源消费领域的重大转型。持续创新的分布式发电技术和家庭微电网技术,在原有的传统能源集中的基础上引发了深远的变革。随着时间的推移,能源制造商和使用者的不同程度也日益凸显。智能电网也随着时代的进步逐渐转型为传感技术和通信技术。推动我国智能家居的深度发展,在智能电网的环境中,成功地降低了家庭的能源使用,进一步推动了人们的用电方式向更高级别的智能化转变。