

# Research on Low Power Wide Coverage Wireless Transmission Technology in the Internet of Things Environment

Wei Zhang

China Mobile Communications Group Hebei Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050021, China

## Abstract

In today's era of rapid development of information, the Internet of everything has become an important trend in the future development of science and technology and society. The Internet of Things (IoT) connects various sensors, devices and systems through a wireless communication network, forming a huge network system, making it possible for information exchange and processing between objects. Among them, how to achieve the wireless transmission technology with low power consumption and wide coverage in the Internet of Things environment has become one of the key problems, which is directly related to the economy, stability and efficiency of the whole Internet of Things system. Therefore, the exploration and development of wireless communication technology suitable for the Internet of Things has become the focus of the current academia and industry.

## Keywords

Internet of Things; wireless transmission technology research strategy; channel; network

## 物联网环境下低功耗广覆盖无线传输技术研究

张伟

中国移动通信集团河北有限公司, 中国·河北 石家庄 050021

## 摘要

在当今信息飞速发展的时代,万物互联已经成为未来科技和社会发展的重要趋势。物联网(Internet of Things, IoT)通过无线通信网络连接各种传感器、设备和系统,形成一个庞大的网络体系,使得物体之间的信息交换与处理成为可能。其中,如何在物联网环境中实现低功耗广覆盖的无线传输技术成为关键难题之一,其直接关系到整个物联网系统的经济性、稳定性和效率。因此,探索并研发适合物联网的无线通信技术成为当前学术界和产业界共同关注的焦点。

## 关键词

物联网;低功耗广覆盖无线传输技术研究策略;信道;网络

## 1 引言

随着物联网技术的快速发展,无线传输技术已成为其核心组成部分。为了满足物联网设备的大规模连接和广泛覆盖的需求,研究低功耗广覆盖的无线传输技术显得尤为重要。论文探讨物联网环境下低功耗广覆盖无线传输技术的研究策略,并引入一些算法数据进行阐述。

## 2 无线传输技术的现状与挑战

在当前物联网(IoT)迅速发展的背景下,无线传输技术面临着双重挑战,即低功耗和广覆盖。随着各种智能设备的普及,连接数量急剧增加,这对无线通信提出了更高的要求。为了实现数以亿计设备的有效连接,必须显著提高无线信号的覆盖范围,使得设备之间能够无缝通信,不再受地理

环境的限制。这意味着需要开发出涵盖广泛区域且信号稳定的传输技术。然而,提升覆盖范围往往会导致功耗的增加。许多物联网设备都是依赖于电池供电,尤其是在要求长时间运行的场景中,如环境监测、智能农业等。因此,降低功耗显得尤为重要。设备使用寿命的延长不仅能够减少维护成本,同时也能有效降低碳足迹,符合可持续发展的理念。因此,技术研发者面临的任务是如何在这两者之间找到最佳平衡点。

## 3 低功耗广覆盖无线传输技术的研究策略

### 3.1 技术路线

低功耗广覆盖(LPWAN)无线传输技术是支撑物联网(IoT)发展的关键基础设施。在物联网环境下,各种设备需要进行数据交互并持续收集信息,这对其能源效率和通信范围提出了极高的要求。针对这一需求,众多技术创新者开发出了具有高能效和广泛覆盖能力的技术,其中LoRa、NB-IoT等就是佼佼者。通过这些先进无线传输技术的应用,

【作者简介】张伟(1983-),男,中国河北蔚县人,硕士,工程师,从事传输、信息系统集成研究。

可以实现数据采集与控制的同时降低整体运营成本及环境足迹。低功耗局域网 (LoRa) 是由 Semtech 公司发明并推广的一项专为 LPWAN 设计的技术。相较于传统的短距离传输技术, LoRa 通过采用扩频技术实现了超远距离无线通信。其工作频率通常处于 Sub-GHz 波段, 并且利用窄带宽技术大幅度减少能耗与数据流量, 在低数据速率应用下尤其优秀。这意味着, 即使是电池供电的设备, 在长达几年, 甚至更久的时间里都可以保持有效的通讯而不需更换电池。作为未来物联网应用的关键技术之一, NB-IoT 已经逐渐被大众所熟知。它是对当前移动蜂窝网络的一种扩展版本, 专为物联网应用优化设计。尽管 NB-IoT 与 LoRa 在功耗和覆盖特性上有许多相似之处, 但与新兴的第五代移动通信技术 (5G) 紧密相连, 它是随着全球移动通信的发展趋势而产生的先进通信技术之一。与传统移动蜂窝网络相比, 它拥有更高的容量和更优化的性能, 可以实现在大规模城市地区的高效率覆

盖。更值得一提的是, NB-IoT 技术不仅可以利用现有的成熟的基础设施进行部署, 而且还支持更加高效的端到端数据传输以及低延迟的特点, 使其成为物联网中广泛应用的理想选择。与此同时, 它也更好地融入了新技术特性以适应不断发展的 5G 生态系统, 比如大规模天线技术、小型化蜂窝技术、更灵活的频谱使用等。此外, 由于其部署依赖于先进的通信技术, 因此它提供了更高的安全性和稳定性保障。尽管这些技术各具优势, 但根据特定应用场景的不同, 它们的实施效果也有较大差异。比如在偏远地区和大型农业区域应用 LoRa 时可能表现更佳, 因为它的传输范围广, 不受城市或密集人口的限制。相比之下, 在需要较高数据速率的城市环境中, 部署以 NB-IoT 为基础的系统可能更为合适。最终选择哪种方案还需要考虑到应用领域的具体需求、地理环境、已有网络资源以及技术投入等综合因素。物联网无线如图 1 所示。



图 1 物联网无线

### 3.2 关键技术

为了研究和优化无线传输的关键技术, 并在此基础上提升整个网络的效率和稳定性, 我们主要关注了调制方式、编码方法、信道编码及频谱高效利用策略这几个领域, 同时还要兼顾降低干扰的技术。这些关键技术紧密关联, 协同优化构成了无线网络的强大支撑。无线通信的基础是以数字信号进行传输的信息携带机制。现代通信中, 广泛应用于长距离、宽带传输中的调制方案有 QAM (正交幅度调制)、PM-QAM (相移键控-QAM), 以及更先进的高维调制方式。例如, 256QAM、512QAM 等在数据容量、信号功率及噪声敏感度之间找到了良好的平衡点。通过提升调制速率或增加符号长度来优化调制方式的容量效率, 同时使用智能天线系统, 可以动态调整天线阵列的方向来提高信噪比、增强数据传输的安全性和保密性。

在信号被发射后到达接收端的过程中, 信道可能受到各种噪声影响。因此引入编码技术尤为重要。主要目标之一

是确保即使在低质量信道环境下, 信息的可靠传递也不受阻。现代的前向纠错 (FEC) 编码技术、LDPC (low-density parity-check) 低密度奇偶校验码等在提升传输效率方面表现出优异性能, 它们可以减少所需的重传次数, 进而降低能耗。在特定场景下, 引入基于机器学习的自适应编码和调制 (ACM) 算法也成为一种趋势, 这些算法能根据链路的动态变化实时调整调制方式, 自动优化数据率和信噪比, 使得传输速率与接收端能力更契合, 显著提高了整体系统效率和用户体验。频率资源的有限和高价值是无线电通信的一大挑战。因此, 提高频谱的利用率成为技术发展的重要方向。软件定义无线电 (SDR) 的引入使得灵活使用频谱资源成为可能, 通过对空闲信道的有效利用, 避免了频谱静态分配带来的资源浪费。与此同时, 多载波技术如正交频分复用 (OFDM) 则能进一步提升频谱效率。此外, 在多个小面积范围内实现多小区间的协作通信, 如采用小基站 (micro cells)、微微基站 (pico cells) 及毫微微基站 (FemtoCells), 可以更好

地满足不同区域用户对服务的要求,减少整体频谱使用中的瓶颈问题。

### 3.3 关键因素

#### 3.3.1 数据传输协议的选择

协议的选择在物联网(IoT)应用中至关重要,它直接影响到系统的能耗、覆盖范围以及整体性能。各类传输协议如LoRaWAN、Zigbee和NB-IoT等,各自具有独特的优势和适用场景。LoRaWAN被广泛用于长距离和低功耗的通信需求,尤其是在城市和乡村广泛覆盖方面表现出色。其所采用的LoRa调制技术,可以有效地穿透障碍物,使信号在复杂环境下保持稳定,因此非常适合需要广域覆盖的应用,如农业监测和智能城市建设。相较而言,Zigbee则更适合近距离的低功耗无线通信。它通过形成网状网络,不仅提高了网络的可靠性,还增强了信号的传输能力,特别适用于家居自动化、工业监控和医疗设备等场景。这种网状结构使得多个设备之间可以高效地协同工作,大幅提升了覆盖能力与灵活性。NB-IoT则是在现代移动通信网络中崭露头角的协议,能够在广泛的地理区域内支持高密度设备连接,特别适合于城市的各类密集应用,如智能停车、智能表计等。这一协议的设计理念在于对带宽和能源效率的优化,使得设备能够在低功耗的情况下实现稳定的数据传输。

#### 3.3.2 能量管理

有效的能量管理不仅是低功耗设计的核心要素,也是推动物联网设备可持续发展的重要保障。为了实现低功耗,采用低功耗模式是首要手段,如休眠和唤醒机制。这些模式允许设备在不需要进行数据传输或处理时进入深度休眠状态,从而显著降低能耗。当有重要任务时,设备能够迅速被唤醒,完成必要的操作后再次进入休眠状态,这种切换机制确保设备运行的高效性。此外,能量采集技术也在构建自供电系统方面起着关键作用。通过利用可再生能源,例如太阳能和风能,设备能够在环境中获取所需的能量,进一步延长其工作时间。能量采集系统可以整合多种能源来源,例如通过装置小型太阳能电池板或微型风力涡轮,为电子元件提供电力。这种设计不仅减少了对传统电源插座的依赖,还使得设备在偏远地区或难以接入电网的情况下继续正常工作。合理设置设备的工作与休眠周期也是实现低功耗设计的必要条件。通过数据分析和预测算法,制造商可以优化设备的使用时间,确保其在最需要的时候处于活动状态,而在闲置时充分降低能耗。

#### 3.3.3 信道与网络资源优化

在物联网的广覆盖通信中,信道和网络资源的合理配置是确保设备高效运行的重要保障。随着设备数量的激增,对无线通信资源的竞争愈发激烈,如何有效管理和分配这些资源成为一个亟待解决的挑战。通过实施动态频谱分配技

术,设备可以根据实时环境需求灵活调整所用频段。这种方法不仅能够保证每个设备在不同通信条件下拥有一个稳定的信道,而且还能有效降低各种干扰的影响,从而显著提高数据传输的效率。动态频谱管理还使得网络更具适应性,能够快速响应用户需求和设备状态变化,提升整体服务质量。在此基础上,边缘计算技术的引入,则为物联网设备提供了另一种途径来优化资源使用。通过在靠近数据源的位置进行数据处理,边缘计算能够减少需要发送到云端的数据量。由于数据处理在本地进行,减少了长距离数据传输的需求,从而在一定程度上降低了网络带宽的占用和功耗。此外,边缘计算还可以有效减轻中心服务器的负担,使其能集中处理更为复杂或关键的任务,从而实现资源的高效利用。通过结合动态频谱分配和边缘计算,物联网设备不仅能在多变的环境中保持高效稳定的通信,还能大幅度节约能源,延长设备的使用寿命。

#### 3.3.4 网络拓扑结构

在网络通信中,拓扑结构是一种关键因素,它直接影响着信号的传播和能耗情况。不同的拓扑结构,如网状网络或星型网络,在不同的应用场景下发挥着各自独特的优势。特别是在多节点的物联网应用中,网状网络的优势愈发凸显。其通过节点间的互联,能够有效地增加覆盖范围,同时增强整个网络的抗干扰能力。这种特性使得网状网络成为许多物联网应用的理想选择。除了覆盖范围和抗干扰能力的提升外,网状网络还展现出了在低功耗应用方面的优势。通过此种结构,可以实现对多个终端的简便管理,并能够通过中心设备控制多个终端的通信过程。这为物联网应用的管理和维护带来了诸多便利。

## 4 结语

物联网环境下低功耗广覆盖无线传输技术的研究对于推动物联网的发展具有重要意义。为了实现这一目标,需要研究适用于物联网环境的无线传输技术,优化关键技术,并引入智能算法进行算法优化。通过不断的研究和实践,我们可以为物联网的发展提供更高效、更可靠的无线传输技术。

### 参考文献

- [1] 郑飞,吴斯栋.窄带物联网标准化概述和性能测试[J].中国自动识别技术,2020(5):69-72.
- [2] 魏玉峰.智能家居物联网网关的设计与实现[D].沈阳:沈阳理工大学,2018.
- [3] 徐石雄,曹秋挺.一种物联网Wi-Fi设备的网络接入设计方案[J].物联网技术,2021,11(7):42-43+47.
- [4] 唐振中,郑思,熊正东,等.基于Wi-Fi Halo的无线工业物联网应用[J].无线互联科技,2021,18(2):13-14.
- [5] 何勇.NB-IoT低速率窄带物联网通信技术现状及发展趋势[J].长江信息通信,2021,34(4):196-198.