

无线感应电力传输技术在智能建筑中的应用

刘伟

(贵州大学勘察设计研究院有限责任公司)

【摘要】在当今数字化时代,智能建筑的发展已成为建筑行业的一个重要趋势。为了实现智能建筑的高效运行和便捷使用,无线感应电力传输技术被广泛应用。文章重点探讨了无线感应电力传输技术在智能建筑中的应用,从技术原理到具体应用场景,通过一系列研究分析,旨在为智能建筑领域的发展提供理论支持和实践指导。

【关键词】无线感应;电力传输技术;智能建筑;应用

中图分类号: TU855

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.08.045

The Application of Wireless Induction Power Transmission Technology in Intelligent Buildings

LIU Wei

(Guizhou University Institute of Engineering Investigation & Design Co., Ltd.)

【Abstract】In today's digital era, the development of intelligent buildings has become an important trend in the construction industry. In order to realize the efficient operation and convenient use of intelligent buildings, wireless induction power transmission technology is widely used. This paper focuses on the application of wireless induction power transmission technology in intelligent buildings, from technical principles to specific application scenarios. Through a series of research and analysis, it aims to provide theoretical support and practical guidance for the development of intelligent building field.

【Keywords】wireless induction; power transmission technology; intelligent building; application

1 引言

随着人们对生活品质和工作效率的不断追求,智能化技术的应用成为实现建筑可持续发展的关键。无线感应电力传输技术作为一项创新的能源供应方式,正逐渐成为智能建筑中的重要组成部分。不需要传统电线连接,即可实现电力传输的特点,该技术为智能建筑的设计提供了灵活性与便利性。

2 无线感应电力传输技术概述

2.1 技术原理和基本工作原理

无线感应电力传输(Wireless Inductive Power Transfer, WIPTS)基于电磁场的原理,通过两个或多个谐振线圈间的耦合作用实现能量的传递。它利用共振现象,在发送端和接收端的线圈中产生相同频率的振荡形成共振,从而在一定距离内高效地传递能量。当电源连接至发射线圈,产生的交变电流生成交变磁场,而放置于该磁场中的接收线圈则因感应作用产生电流,实现电能的无线传输。

2.2 技术分类和发展历程

无线感应电力传输技术根据传输距离和方式可

分为三类:非辐射性(近场)、辐射性(远场)以及谐振式。其中,非辐射性WPT主要应用于短距离传输,如电动牙刷充电;辐射性WPT适用于较远距离传输,但效率相对较低;谐振式WPT是目前研究和应用最为广泛的,它通过共振提高传输效率,实现了中等距离内的高效能量传输。

2.3 优势和局限性

无线感应电力传输技术的主要优势在于为设备提供便利的能量补给方式,无须直接的电线连接,增加了使用上的灵活性与安全性。它还支持可移动性和设备的无缝集成设计,有助于创造更为整洁和优化的空间布局。但目前该技术的局限性也不容忽视,如传输效率随距离增加而显著降低,且对设备位置的准确性要求较高。此外,干扰问题、成本因素以及国际标准化等也是需要克服的难题。

3 智能建筑概述

3.1 智能建筑的特点

智能建筑通过集成控制系统、传感器网络和自动控制技术,能够实时监测和响应内部和外部的环境变化。其特点包括节能高效、操作智能化、维护成

本低和居住舒适度高。

3.2 智能建筑的发展趋势

随着物联网(IoT)技术的飞速发展,智能建筑正逐步向更为集成化和智能化方向发展。未来的智能建筑预计将更多地采用可再生能源,如太阳能和风能,以实现能源自给自足。同时,通过大数据分析和人工智能算法,智能建筑将能更好地预测居住者的需求,提前调整环境和服务以提升居住体验。此外,数字孪生技术的应用将使建筑的管理和运维更加高效,实现全生命周期的成本优化。

3.3 智能建筑的主要功能和应用场景

智能建筑的主要功能包括但不限于自动气候控制、光照调节、安全监控、健康管理和紧急响应系统。在应用场景方面,智能建筑广泛应用于住宅、办公楼、商业中心、医院和学校等。例如,在智能家居中,居住者可以通过智能手机应用远程控制家中的温度、照明和安全系统;在智能办公楼中,系统可根据员工的工作习惯自动调节室内环境,提高舒适度和工作效率。公共建筑和城市设施中的智能设计则更注重人流管理、能源效率和应急反应能力,以满足公众的需求和安全。

4 无线感应电力传输技术在智能建筑中的应用

4.1 在智能家居系统中的应用

4.1.1 家庭自动化和智能控制

无线感应电力传输技术在家庭自动化和智能控制中发挥着重要作用。该技术能够减少居家环境中杂乱无章的电线,并提高设备的美观性和可移动性。通过嵌入式无线充电接口,家具甚至地板都可以成为充电站,为智能手机、平板电脑等设备提供电力。此外,无线技术还可以与家庭自动化系统集成,实现对照明、加热和其他家用电器的远程控制,从而提高能源效率和居住者的舒适度。

4.1.2 无线充电设备

随着无线感应电力传输技术的不断进步和普及,在智能家居系统中,各类无线充电设备已成为日常生活的一部分。这些设备利用磁感应原理或电磁共振技术来传递能量,物理连接,为智能设备的充电

提供了极大的便利性和灵活性。典型的无线充电设备包括专用的充电垫、充电坞以及集成了无线充电模块的家具等。为了更直观地理解无线充电设备的性能,表1展示了一些常见无线充电设备的参数。

表1 常规无线充电设备性能参数对比表

设备类型	输出功率/W	效率/%	距离/cm	充电时间/h
无线充电垫	5~10	70~80	<1	2~3
无线充电器	10~15	60~90	<5	1.5~2
集成家具	可变	50~70	<3	根据设备而定

注:数据取决于具体设备型号和技术规格,充电时间基于典型智能手机从0%至100%的充电需求。

从表格中可以看出,无线充电垫虽然具有较高的效率和适中的输出功率,但由于其工作距离较短,使用场景受到一定限制。无线充电器则提供较高的输出功率和较长的工作距离,适合需要快速充电的设备。集成家具因为设计上的多样性,其输出功率和效率可以根据具体的应用场景进行调整,但通常效率较低,可能不适合追求快速充电的用户。充电时间这一指标对于用户来说至关重要,它直接关系到设备的使用便捷性。例如,一个无线充电垫可能需要2h~3h充满一部手机,而高功率的无线充电器可能只需要1.5h~2h。当选择无线充电解决方案时,用户应考虑自己的具体需求,比如充电速度、设备位置的灵活性以及预算。

4.2 在商业和办公场所的应用

4.2.1 无线充电桌面

在现代商业和办公环境中,办公桌面的空间被视为宝贵资源,而无线充电技术的应用恰好解决了电源插座有限和电线杂乱无章的问题。通过在桌面下嵌入无线充电模块,各类兼容设备如智能手机、平板电脑乃至笔记本电脑都可以实现随时放置即充电的便捷体验。这不仅增强了办公室的整洁与美观,也提高了工作效率,因为用户无须寻找并插上充电线,也不必担心忘记携带充电器。

为了更具体地了解无线充电桌面带来的效益,公式如式(1)所示:

$$P = n \times E \tag{1}$$

式(1)中: P 代表一定时间内一个办公室里所有设备的总充电功率, n 是同时充电的设备数量,而 E 是每个设备的充电效率。假设一个无线充电器的效率为60%,一个10W的设备可能需要15W的输入功率来达到所需的输出功率。

4.2.2 无线感应灯具

无线感应灯具不受传统电线布局的限制,可以灵活安装在任何位置,非常适合于难以布线老建筑或者临时搭建的会议和展览空间。此外,无线感应灯具通常采用高效能的LED作为光源,具有更长的使用寿命和更低的维护成本。

为了描述无线感应灯具的性能,可以通过以下公式来展示其亮度与功率之间的关系:

$$L = \frac{P}{\frac{E_p}{\eta}} \quad (2)$$

式(2)中: L 表灯具发出的光亮度(单位为流明lm), P 灯具消耗的电功率(单位为瓦特W), E_p 是特定环境下期望的光效(单位为流明每瓦lm/W),而 η 表示灯具的实际光效(单位为流明每瓦lm/W)。这个公式表明,在已知期望光效的情况下,要获得特定的亮度水平,需要根据实际光效调整消耗的电功率。

以一个具体的无线感应灯饰为例,如果期望的光效 E_p 为60lm/W,而灯具的实际光效 η 为80lm/W,则该灯具在消耗1W功率时可产生80lm的亮度。通过这种方式,可以轻易计算出在任何给定的期望光效下所需的功率,从而优化能效并降低运营成本。

4.3 在公共建筑和城市设施中的应用

4.3.1 无线充电停车位

在现代城市中,电动汽车的普及带来了对充电基础设施的需求。无线充电停车位是解决这一问题的创新解决方案。这些停车位利用地下嵌入的感应线圈,当电动车停至指定位置时,便可以无接触地接收电能。这不仅提高了停车设施的附加价值,还鼓励了电动汽车的使用,有助于减少城市中的碳排放和环境污染。为了说明无线充电停车位的效率,公式如下:

$$C = P \times t \quad (3)$$

式(3)中: C 表充电量(单位为千瓦时,kWh), P 传输功率(单位为千瓦,kW),而 t 是充电时间(单位为小时,h)。假设一个无线充电停车位的传输功率为15kW,一辆电动车需要充20kWh的电,那么充满电所需的时间为:

$$t = \frac{C}{P} = \frac{20kWh}{15kW} \approx 1.33h \quad (4)$$

式(4)表明:在约1.33h内,电动汽车可以充满所

需的电量。这样的充电速度对于日常停车和短暂休息时间来说是相当合适的。

4.3.2 无线感应公共区域照明

公共区域的照明一直是城市能源消耗的重要组成部分。无线感应照明系统作为智能城市建设的一部分,利用感应技术或太阳能来实现高效、节能的照明解决方案。这些系统通常包括带有感应器的灯具,能自动根据环境光线和行人活动来调整亮度,从而实现智能化管理。

以某典型应用场景为例,可以使用下面的公式计算节能效果:

$$E_{\text{savings}} = E_{\text{traditional}} - E_{\text{wireless}} \quad (5)$$

式(5)中: E_{savings} 代表节能能量(单位为千瓦时,kWh), $E_{\text{traditional}}$ 是传统照明系统的能耗,而 E_{wireless} 是无线感应照明系统的能耗。此外,由于减少了布线工作,安装成本也大大降低。同时,这种系统还能降低维护成本,因为灯具的使用寿命更长,且无须频繁更换光源。

5 结语

综上,无线感应电力传输技术在提升建筑能源供应效率、改善使用体验方面具有巨大潜力。通过本文的探讨,深入了解了该技术的原理、应用场景以及优势与挑战。尽管目前仍存在着一些技术和实践上的限制,但随着科技的不断进步和应用经验的积累,相信无线感应电力传输技术在智能建筑中的作用将会得到进一步地发挥和拓展。

参考文献

- [1] 孙熙家,代红.基于物联网技术的智能建筑管理系统研究[J].无线互联科技,2024,21(3):9-11.
- [2] 刘成山.智能城市中无线传感器网络的应用与挑战[J].科技创新与应用,2023,13(35):181-184.
- [3] 李苗.基于物联网的新型智能建筑用电节能设计与研究[J].电气技术与经济,2023(7):31-33.