

自动谐振的电动汽车无线充电装置分析

孙春燕¹ 方宝义²

(烟台职业学院 中国山东烟台 264670)

摘要: 面对资源日益减少以及环境污染日益严重的现实状况,电动汽车以其功耗小、污染少的显著优势备受人们的关注和追捧,电动汽车的应用市场也不断拓宽。目前,电动汽车充电的方式多采用有线充电设备,虽然这种有线充电设备已经被广泛应用,但是有线充电仍然存在一些不足之处,如人员触电风险、装置磨损风险等,这些对于电动汽车的长远发展带来了一定阻力。这种形势下,利用无线充电装置改善了有线充电的诸多弊端,尤其是利用自动谐振电动汽车无线充电装置能够满足不同型号电动汽车充电的需求,这对电动汽车广泛应用和持续发展具有重要意义。因此,本文深入分析了电动汽车无线充电技术现状以及自动谐振电动汽车无线充电装置设计,以供相关人士参考。

关键词: 自动谐振;电动汽车;无线充电装置

引言

随着社会经济的不断增长,燃油汽车数量不断增加,对于环境的负面影响也逐渐增大,电动汽车作为燃油车的重要替代品具有广阔的发展前景。然而,电动汽车充电问题是影响其发展的关键因素,虽然电动汽车接触式无线充电技术不断进步,但是仍然对充电距离和相对位置有一定要求,这也给电动汽车无线充电带来很多不便之处。利用自动谐振电动汽车无线充电装置能够实现在不同型号汽车接入时实现初级回路的自动谐振,从而顺利完成充电任务,这对于提高电动汽车无线充电效率具有积极意义。

1 电动汽车无线充电技术现状

1.1 无线充电技术背景

随着世界经济突飞猛进的发展,能源消耗消耗量逐渐增加,尤其是化石能源消耗越来越大,呈现供不应求的实际状况,这给以化石能源为动力的燃油汽车带来很大阻力。同时,我国可持续性发展战略不断推进以及节能减排政策的落地,燃油汽车发展受到了一定影响。这种形势下,电动汽车发展成为重要趋势,电动汽车不仅具有能源消耗小、环境污染小的显著优势,还具有操作简单、行驶噪音小、上手容易等诸多优点,这也推动电动汽车实现了突飞猛进的发展。在电动汽车飞速发展的进程中,制约电动汽车发展的因素有不少,其中包括电池容量小、行驶速度慢、行驶里程有限等。为有效解决电动汽车行驶问题,可以通过更换电池和设置充电桩的方法来实现电动车续航,由于更换大容量电池需要投入成本比较大,而且存在不少安全隐患。为此,在不更换电池的前提下,进行电动汽车充电是实现电动汽车行驶的有效途径。在电动汽车充电过程中,主要可以分为有线充电和无线充电两种方式,由于有线充电时间比较长,效率比较低,而且充电桩数量比较有限,分布并不均匀,这导致电动汽车充电时常出现不方便的情况,而且有线充电桩通常处于露天条件下,很容易造成线路老化、漏电等现象,也会影响电动汽车的正常充电。相较于有线充电的诸多弊端,电动汽车无线充电有效改变了这一现状,尤其是无线充电具有安全隐患小、自动化程度高、充电方便,不受场地限制、损害率低等显著优势,这对于我国电动汽车行业发展和电动汽车推广具有非常积极的作用。

1.2 无线充电技术介绍

无线充电技术主要包括电磁感应式、电磁耦合式以及微波

式。其中,电磁感应式无线充电技术,主要是指利用电磁感应技术将两个无电气接触的线圈进行松耦合连接,从而实现无线传输电能。电磁感应技术推动非接触式电能传输技术实现新进展,对于科技进步和社会发展具有积极意义。但是,由于电磁感应式电能传输受到技术因素影响,导致接收线圈接收能量受到距离影响并且在这个过程中会出现能量损耗,尤其发射线圈和接收线圈距离如果变大,那么传递效率会迅速变小,而电动汽车无线充电需要比较大功率且可以远距离的充电,显然电磁感应式无线充电无法适用电动汽车无线充电。磁耦合谐振式无线电能传输技术,主要是指通过电磁共振的原理,合理设置一次侧线圈和二次侧线圈参数,促使两者之间产生互感,让发射线圈和接收线圈形成相同的谐振频率并处于紧密联合的状态,从而实现发射线圈到接收线圈定向传输电能。磁耦合共振式无线电能传输技术具有传输功率大、传输效率高、传输距离远、安全性能高等诸多优势,这也推动此项技术在电动汽车无线充电领域迅速得到充分应用并实现快速发展。

电动汽车无线充电技术是推动电动汽车行业发展的重要助力,如何探究更多高效快速的无线充电技术成为重要课题。尤其是伴随电动汽车的飞速发展,电动汽车无线充电领域发展前景十分广阔。

1.3 无线充电技术现状

近年来,电动汽车无线充电技术在各个国家的推动下得到了显著发展,美国、以色列、韩国等国家都研究了电动汽车无线充电系统,推动无线充电技术实现了更大进步。我国在电动汽车无线充电技术领域也进行了深入研究,其中不少研究小组研究了关于无线充电相关系统和技术,推动电动汽车无线充电技术实现了新突破。对于电动汽车无线充电中各类问题,当前研究如下:松耦合变压器方面,

无线电能传输中松耦合变压器是非常关键的部分,当前研究学者设计了一种三线圈耦合谐振传输模型,在以往两个线圈中间增加了一个中继线圈,让线圈传输距离更远,让无线充电更自由。同时,无线充电耦合线圈结构的优化以及中继线圈的升级,推动无线充电技术得到显著提升。当前电动汽车无线充电技术中的线圈多采用单个平面线圈,其主要结构有方形和圆形两种。两线圈结构主要是指无线电能传输系统是由两个线圈组成,在这个系统中发射线圈通入高频电流,接收线圈连接用电设备,合理调整发射线圈与接收线圈的参数,可以使两个线

圈之间产生谐振,从而让电能从发射线圈传送到接收线圈,再由接收线圈提供给用电设备。四线圈结构的磁耦合谐振式无线电能传输系统具损耗小、传输效率高、储能多等显著优势,但是也存线圈之间距离需要精准控制、装置体积重量比较大等劣势。

2 自动谐振的电动汽车无线充电装置分析

2.1 磁耦合谐振式无线电能传输系统主要结构

磁耦合谐振式无线电能传输系统主要结构包括:AC/DC 整流器、高频 DC/AC 逆变器、发射线圈、接收线圈、车载整流器。在这一系统中,AC/DC 整流器将电网中 220V/50Hz 电转变成直流电,并利用高频 DC/AC 逆变器转变成高频交流电,高频电流通过发射线圈产生耦合磁场,接收线圈可以借助耦合磁场产生高频交流电,从而通过整流和滤波产生直流电以满足电动汽车充电需求。通常情况下,为实现电动汽车充电需要标准,在原副线圈增加补偿电容,可以让原副线圈实现谐振状态,从而提高线圈之间传递电能功率和效率。由于这一系统的结构决定是其传输速度比较慢、传输效率比较低,在适当环节加装多元件谐振网络,能够提高传输效率,从而降低传输能量损耗,让电动汽车无线充电传输效率符合要求。

2.2 拓扑结构对无线电能传输系统的影响

通过研究显示,影响磁耦合电能传输功率和效率的因素有多方面,如线圈内阻,两个线圈之间的耦合系数、线圈电感等。其中线圈的长度、横截面积以及电导率等方面不同,对于无线电能传输也会带来不同影响。同时,由于电动汽车充电过程中电流和电压并不恒定,充电时期会影响负载阻值大小。不同拓扑结构对于无线电能传输的输出功率和传输效率也具有差异性。以 S-S 拓扑结构和 S-P 拓扑结构为例,S-S 拓扑结构相较于 S-P 拓扑结构传输功率更高,能够满足电动汽车充电功率的最低需求额,而 S-P 拓扑结构由于功率相对来说比较低,无法满足日常电动汽车充电的需求。可见,电动汽车无线充电应用 S-S 拓扑结构比较适合。同时,S-S 谐振拓扑结构和 S-P 谐振拓扑结构负载阻值不同也会对无线电能传输功率带来不同影响。其中由于 S-P 谐振拓扑结构传输功率随负载阻抗增大呈现逐渐减少趋势,导致 S-S 谐振拓扑结构大于 S-P 谐振拓扑结构的最大传输功率。虽然这两种拓扑结构传输效率差不多,但是 S-P 谐振拓扑结构传输耦合系数更大,对于系统要求更高,而且 S-S 谐振拓扑结构小于 S-P 谐振拓扑结构最大传输功率的耦合系数。可见,S-S 谐振拓扑结构在无线电能传输效率与传输效率方面具有优势,更适用于电动汽车无线充电。

2.3 线圈对无线电能传输的影响

磁耦合谐振式无线电能传输系统中发射线圈和接收线圈是关键部分,只有合理设计发射线圈和接收线圈,把控线圈谐振频率和品质因素等方面,才能保证无线充电效率。尤其是线圈形状及尺寸等方面不同都会给无线电能传输带来很大影响,对圆形接收线圈和方形接收线圈综合分析,以选择合适的线圈提高无线充电性能。经过深入研究分析显示,线圈形状对于无线充电效率产生直接影响,通过在线圈其他参数不变的情况下改变线圈形状研究得出,方形线圈比圆形线圈磁通密度更高,可见,方形线圈在电动汽车无线充电效率更高。同时,接收线圈的不同尺寸对于无线电能输出也有直接影响,由仿真结果得知,

当接收线圈尺寸小于发射线圈时,接收线圈上的磁通密度最大。可见,在进行无线电能传输过程中,应选择小于发射线圈的方形线圈作为汽车底盘接收线圈,才能得到良好电能传输效果。此外,线圈位置对于无线充电效率也产生直接影响,尤其人为因素导致两个线圈无法对正产生水平偏移,很可能会影响充电效率。同时,汽车底盘高低过高或过低也会影响汽车的充电效率和正常行驶,这些都会导致电动汽车无线充电中原负线圈出现不同的位置,从而对无线充电效率带来直接影响。通过实验表明,接收线圈与发射线圈之间的垂直距离在 140mm 距离内,可以保持 85%以上的无线充电效率,如果发射线圈和接收线圈水平发生水平偏移,原副线圈偏移尺寸在接收线圈尺寸 30%范围内可以有效传输电能,但如果偏移范围超过接收线圈尺寸的 40%,则会迅速降低无线充电效率。

2.4 实现自动谐振无线充电功能的结构

自动谐振的电动汽车无线充电装置中,利用交直流转换电路模块高频逆变器电路模块、电容补偿电路模块、幅度检测电路模块等结构,能够实现不同电动汽车的自动谐振无线充电功能。其中,这一系统结构主要利用单片机比较高频逆变器电路输出的不同电流,并根据耦合回路中初级回路谐振时的所需补偿电容,从而减少次级回路对初级回路的电抗影响,促使初级回路可以实现自动谐振进而完成不同电动汽车的充电需求。

结束语:

总而言之,电动汽车是时代发展的必然趋势,电动汽车不仅节约了大量石油资源,更能够有效减少空气污染。在国家政策和社会各界的推动下,电动汽车发展十分迅速,充电装置是电动汽车发展的关键条件,只有不断提高充电装置的便捷性和安全性,才能为电动汽车发展提供重要保障。可见,积极推进自动谐振无线充电装置发展,对于电动汽车发展至关重要。因此,探究自动谐振电动汽车无线充电装置设计具有十分现实的意义。

参考文献:

- [1]徐振宇,李帅,陈勇,王文娜.对电动汽车无线充电过程中降低辐射方法的研究[J].电气传动,2022,52(10):51-56.DOI: 10.19457/j.1001-2095.dqcd22157.
- [2]付文财.电动汽车无线充电效率研究及充电装置设计[D].辽宁工业大学,2021.DOI:10.27211/d.cnki.glngc.2021.000126.
- [3]王相雯,汝玉星,吴戈,林世坤,田小建,蔡振龙.自动谐振的电动汽车无线充电装置[J].时代汽车,2021(01):81-83.
- [4]陈诚,姜映红.基于磁共振耦合的激光射束驱动无线充电装置设计[J].激光杂志,2020,41(09):201-205.DOI:10.14016/j.cnki.jgzz.2020.09.201.

孙春燕,女,汉族,1977-5,山东烟台人,烟台职业学院,讲师,研究生学历,硕士学位。

研究方向:汽车电器和新能源汽车方面。

方宝义,男,汉族,1976-10,山东烟台人,烟台职业学院,副教授,本科学历,硕士学位,研究方向:职业教育和工匠人才培养方面。

基金项目:烟台职业学院 2022 年度校本科研项目

课题名称:电动汽车谐振式无线充电系统研究

课题编号:2022XBYB005