

信息学院智慧能源中心在电力电子国际权威期刊TPEL发表两项重要成果

ON 2020-07-02 文章来源 信息科学与技术学院 CATEGORY 新闻

近日，我校信息学院智慧能源中心（CiPES）在电力电子领域权威学术期刊IEEE Trans Power Electron（TPEL）上发表两项最新成果，分别针对“如何在宽电压范围内实现高效车载充电”及“如何优化电场耦合无线充电系统的电路模型”提出了新的解决思路。

在电动车的运行过程中，电池组电量的下降将会导致电池组端电压的下降。如何在宽电压范围内实现对电池组的高效车载充电，是电动车充电技术的一个研究重点。王浩宇教授课题组提出了一种基于相移调制的新型谐振变换拓扑。该拓扑引入了两个匹配的变压器，原边通过两个半桥逆变器并联，副边串联后连接至共用整流桥。该变换器始终工作在谐振频率下，通过调节两个半桥之间的相移，实现了超宽的输出电压范围(10-420V)。与传统方案相比，该方案在实现超宽的输出电压范围的同时，确保了功率管工作在软开关状态，可显著减小开关损耗，提高整个电路的转换效率。该文章以“Phase-Shift Modulated Interleaved LLC Converter with Ultra-Wide Output Voltage Range”为题发表。此外，该工作通过引入等效电感电流和等效电容电压的概念，将两变压器耦合成一个等效模型，有效地简化了分析过程。通过数值分析方法可求解出耦合模型的电压增益。解耦后的模型等价于两个半桥LLC谐振变换器，各个功率管在开关瞬间的电流可通过该模型求解，从而确定软开关状态。该模型在理论上和实验中均得到了很好的验证。提出的建模方法也可推广到其他多变压器的场合中，可有效简化理论分析。王浩宇课题组2019级博士生薛波为第一作者，王浩宇教授为通讯作者，梁俊睿教授、2018届学士曹骥、2018届硕士李志清为共同作者，上科大为第一完成单位。本研究得到了国家自然科学基金、上海市启明星计划的支持。

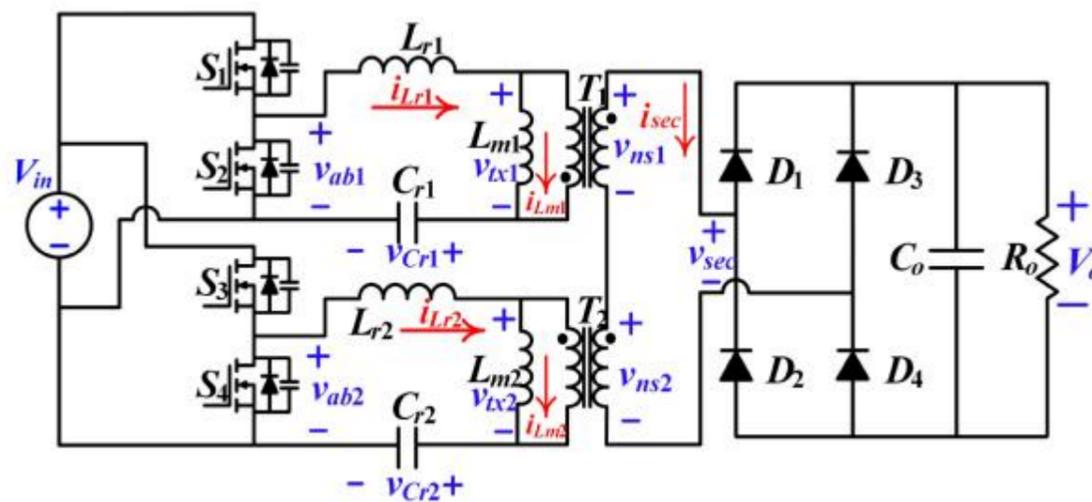
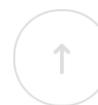


图1：提出相移调制LLC谐振变换器拓扑



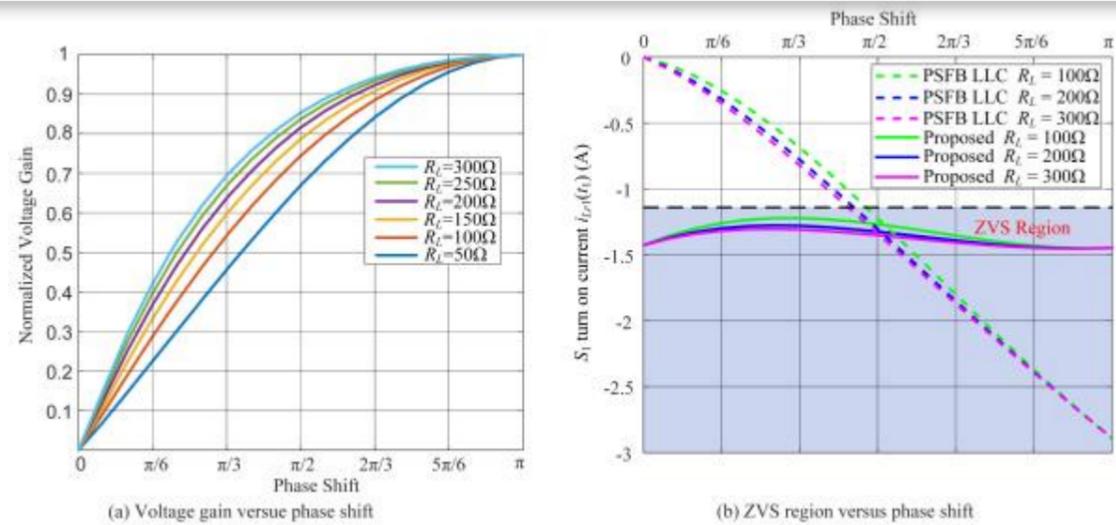


图2：不同移相下电压增益和软开关区域

在无线电能传输技术领域，傅旻帆教授课题组提出了一种适用于电场耦合无线充电系统中的电路模型。近年来，无线能量传输技术在传感器、便携式设备、电动汽车等领域得到了广泛的应用。基于磁场的电感耦合（IPT）和基于电场的电容耦合（CPT）技术更适合中距离高效率的无线充电应用（见图3）。CPT技术由于其独特的优势（不受金属异物的影响、不需要磁芯、成本低等）受到了广泛关注。CPT系统中包含由两对金属极板组成的耦合器。从电路的角度出发，耦合器通常使用两个分立电容建模。但是，CPT系统的补偿网络对元件参数有着较高要求。从物理的角度出发，两对金属极板包括六个耦合电容。当对系统体积有严格要求时，六个耦合电容均不可忽略。因此，通用且简单的耦合器模型可以极大地简化电路分析与系统设计。当前一些研究选择使用感应电流源模型来表征耦合器中的六个耦合电容（见图4），但是该模型存在着变耦合的问题。因此，若选择使用该模型设计电路，系统的谐振频率将会随着耦合的变化而变化。同时，基于此模型的系统必须使用叠加定理和幅值的传递函数进行分析。为了解决这一问题，研究人员从模型的实用性和物理含义的角度出发，提出了感应电压源模型来对耦合器进行建模。该模型对耦合器进行解耦，把耦合器中与位置无关的储能能力和与位置有关的传能能力进行了区别，解决了耦合器的变耦合器问题。傅旻帆课题组2017级硕士研究生王世颖是第一作者，傅旻帆教授为通讯作者，梁俊睿教授为共同作者，上科大为第一完成单位。该项研究得到了上海市科委扬帆计划(19YF1433700)以及上海科技大学启动基金的支持。

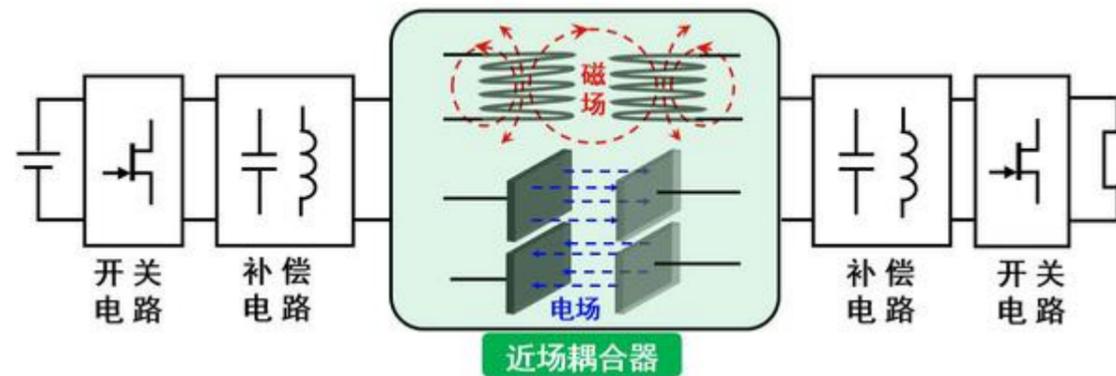


图3：近场无线电能传输系统

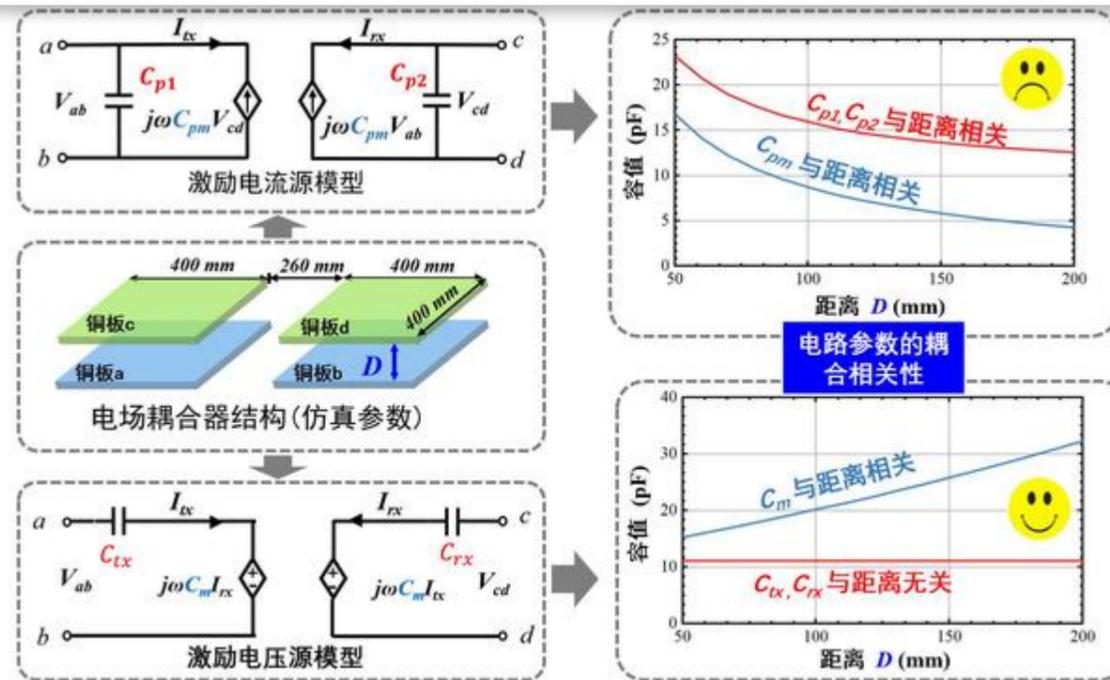


图4: 激励电压源模型和激励电流源模型参数的耦合相关性比较

文章链接:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9112715>

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9040655>

分享到

