

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2019.06.012

基于 E 类放大器的电场耦合式水下无线电能传输系统设计

高 镇¹,于广强¹,刘 宁²

(1. 天津大学电气自动化与信息工程学院,天津 300110; 2. 国家海洋技术中心,天津 300110)

摘要: 针对单级 LC 谐振型电场耦合式水下无线电能传输 (electrical-field coupled power transfer, ECPT) 系统的输出功率低、谐振容量小、频率漂移大等关键问题,设计一种更适于海水环境下的无线电能传输系统。该系统基于 CLC-S 调谐网络,综合 E 类放大器效率高、频率高等优点,实现较大的功率输出。利用 Maxwell 有限元仿真软件,对海水环境下耦合机构的电容值进行了有限元分析。通过对水下耦合机构进行试验,分析负载品质因数 Q 、归一化频率 μ 对水下无线电能传输系统的影响规律,可为水下 ECPT 系统设计提供参考。

关键词: 无线电能传输;水下 ECPT 系统;电场耦合;AUV 无线充电;E 类放大器;CLC-S 调谐网络
中图分类号: TM724 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-1980(2019)06-0560-08

Design of electric-field coupled underwater wireless power transfer system based on class E amplifier

GAO Zhen¹, YU Guangqiang¹, LIU Ning²

(1. School of Electrical Automation and Information Engineering, Tianjin University, Tianjin 300110, China;
2. National Ocean Technology Center, Tianjin 300110, China)

Abstract: Aiming at the key problems of single-stage LC resonant electric-field coupled underwater power transfer (ECPT) system with low output power, small resonance capacity and large frequency drift, a more suitable wireless power transfer system in seawater environment is designed. The system is based on the CLC-S tuning network, which combines the advantages of high efficiency and high frequency of the class E amplifier, and achieves a large power output. The capacitance value of the coupling mechanism in seawater environment was solved by Maxwell finite element simulation software. Through the experiment of underwater coupling mechanism, the influence law of load quality factor Q and normalized frequency μ on underwater wireless power transfer system is analyzed. The experimental results provide an important reference for the design of underwater ECPT systems in the future.

Key words: wireless power transmission; underwater electric-field coupled power transfer system; electric field coupling; AUV wireless charging; class E amplifier; CLC-S tuning network

自主式水下航行器 (autonomous under-water vehicle, AUV) 作为探索海洋空间的重要器材,由于巨大的科技和军事价值,其发展一直为世界各国海洋强国所关注。目前,AUV 的供电方式主要是自身携带的锂离子电池和燃料电池。其主要缺陷在于工作时间较短,且需要频繁地回收和投放,难以长时间执行航行和深海环境监测任务,在一定程度上限制了 AUV 的自主性和灵活性^[1-3]。因此,水下无线电能传输技术的研究就显得尤为关键。

电场耦合式电能传输 (electrical-field coupled power transfer, ECPT) 技术是指在电能的传输过程中,在发

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFF0208400)

作者简介: 高镇(1982—),男,副教授,博士,主要从事无线通信研究。E-mail:zgao@tju.edu.cn

引用本文: 高镇,于广强,刘宁. 基于 E 类放大器的电场耦合式水下无线电能传输系统设计[J]. 河海大学学报(自然科学版),2019,47(6):560-567.

GAO Zhen, YU Guangqiang, LIU Ning. Design of electric-field coupled underwater wireless power transfer system based on class E amplifier[J]. Journal of Hohai University(Natural Sciences), 2019, 47(6): 560-567.

送能量侧和接收能量侧分别设置电极,通过极板间产生的电场来传输能量的技术^[4-5]。Lu 等^[6]提出了一种适于电动汽车无线充电的电能传输系统,在传输距离为 150 mm 时,最大输出功率为 2.4 kW,这正好满足了 AUV 无线电能传输对于大功率供电的需求。因此,将无线充电技术应用到水下 AUV 的充电续航中具有重要意义。

本文的组织结构如下:首先介绍水下 ECPT 系统的基本结构,分析 E 类功率放大器的基本原理以及参数设计流程,针对 ECPT 系统的 CLC-S 调谐网络进行阻抗分析,给出电压增益的数学模型;然后,对于水下耦合机构进行数学建模,利用有限元仿真软件对水下耦合机构电容值及电场分布进行求解;最后,通过搭建水下无线电能传输系统实验平台,分析品质因数 Q 与归一化频率 μ 对系统的电压增益、输出功率的影响规律。

1 水下 ECPT 系统设计

ECPT 系统的组成部分主要有初级发送电路、耦合单元和次级接收电路,如图 1 所示。在发送回路中包括直流电源、高频逆变电路、调谐电路,在接收回路中包括整流电路、滤波电路和负载。耦合单元由发射极板和接收极板构成,中间填充介质为海水。由于 E 类放大器开关管数目较少,导通损耗也就较低,更适于在高频条件下运行,这样可以降低补偿电感值,更有利于提升 ECPT 系统的传输能力。调谐电路采用 π -S 型谐振网络,与 LC 串联谐振电路相比,阶数较高的 CLC 复合型谐振回路具有电压泵升的作用,这就使得耦合机构的电压高于逆变网络的输出电压,有效地解决了 E 类逆变器 MOSFET 管的低压需求和耦合机构的高压激励需求之间的矛盾,既降低了开关管的电压等级,又保证了较高的传输功率^[7-8]。

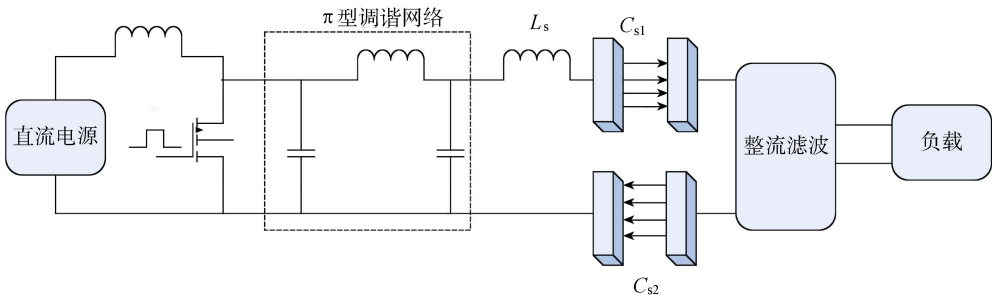


图 1 ECPT 系统结构
Fig. 1 Structure of the ECPT system

2 ECPT 电路拓扑分析

2.1 E 类放大器工作原理

经典 E 类功率放大器的电路拓扑如图 2 所示。当开关管导通时,电流从开关管流过,谐振回路包括谐振电感 L 、谐振电容 C 、负载电阻 R ,此时谐振频率为

$$f_{01} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \tag{1}$$

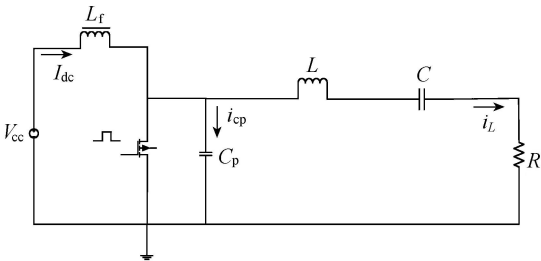


图 2 经典 E 类放大器电路
Fig. 2 Classic Class E amplifier circuit

当开关管关断时,旁路电容 C_p 充电,谐振回路由 C_p 和 L 、 C 、 R 串联而成,此时谐振频率为

$$f_{02} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{LCC_p}{C} + C_p}} \tag{2}$$

因此,开关管的驱动信号频率 f 应满足 $f_{01} < f < f_{02}$ 。设 PWM 驱动信号的周期为 T ,开关管的漏源极电压在一个周期内可以表示为

$$v_{ds} = \begin{cases} 0 & 0 < \theta < \pi \\ \frac{1}{\omega C_p} \int_{\pi}^{\theta} i_{cp}(\theta) d\theta & \pi \leq \theta < 2\pi \end{cases} \tag{3}$$

式中: v_{ds} ——开关管的漏源极电压; ω ——驱动信号基波角频率; i_{cp} ——电容的充电电流; θ ——角度, $\theta = \omega t$ 。

当 E 类放大器工作在最佳状态时,开关管在导通瞬间满足 2 个条件:零电压导通 (zero voltage switching, ZVS) 和零电压导数导通 (zero derivative switching, ZDS),即

$$\begin{cases} v_{ds}(2\pi) = 0 \\ \left. \frac{dv_{ds}}{d(\omega t)} \right|_{\omega t = 2\pi} = 0 \end{cases} \tag{4}$$

为了使 E 类放大器工作在最佳状态,工程设计中一般选取品质因数 $Q = 5 \sim 20$ 。谐振电感的 Q 表示为

$$Q = \frac{\omega L}{R} \tag{5}$$

根据品质因数 Q 、直流电源 V_{cc} 、输出功率 P_0 、开关频率 f ,可得到 ECPT 系统的各个参数,见文献[9-11]。

2.2 调谐网络分析

结合 E 类放大器建立图 3 所示的水下无线电能传输系统,为了分析方便,这里将整流环节和负载电阻一起等效为 R ,其值等于 $8R_L/\pi^2$ 。输入直流电源 V_{cc} ,扼流电感 L_f ,旁路电容 C_1 (其电容值为 MOSFET 开关管寄生电容和外加补偿电容之和),谐振电感 L ,谐振电容 C_2 ,补偿电感 L_s ,耦合机构的等效电容为 C_{s1} 和 C_{s2} ,这里统一写作 C_s ,满足 $1/C_s = 1/C_{s1} + 1/C_{s2}$ 。

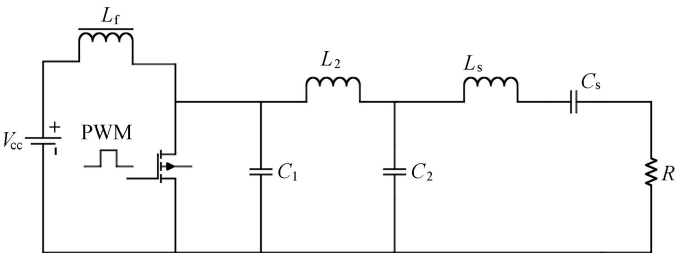


图3 ECPT 系统的电路结构

Fig. 3 Circuit structure of the ECPT system

经过串并联阻抗变换,可将 ECPT 系统转换为图 2 的经典 E 类放大器的电路结构,当电路出于完全谐振状态时,满足 $\omega_0^2 L_2 C_1 = \omega_0^2 L_2 C_2 = \omega_0^2 L_s C_s = 1$,则调谐网络的输入输出电压增益为

$$|M_v| = \left| \frac{V_L}{V_{c1}} \right| = \frac{R}{j\omega L_2 - \omega^2 C_2 L_2 \left(j\omega L_s + \frac{1}{j\omega C_s} + \frac{\tan\delta}{\omega C_s} + R_w + R \right) + \left(j\omega L_s + \frac{1}{j\omega C_s} + \frac{\tan\delta}{\omega C_s} + R_w + R \right)} \tag{6}$$

$$R_{cs} = \frac{\tan\delta}{\omega C_s} \tag{7}$$

式中: R_w ——水下耦合机构的等效海水电阻; R_{cs} ——PVC 介质的串联电阻; V_L ——负载电压; V_{c1} ——漏源极电压; δ ——介质损耗角。

定义系统的负载品质因数 Q_L 、归一化频率 μ 、电容比值 a 、电阻比值 b 分别为

$$Q_L = \frac{1}{\omega C_s R} \quad \mu = \frac{\omega}{\omega_0} \quad a = \frac{C_s}{C_2} \quad b = \frac{R_w}{R} \tag{8}$$

可将式(6)进一步简化为

$$|M_v| = \frac{1}{\sqrt{Q_L^2[\mu^4 - (a + 2)\mu^2 + 1]^2 + (1 - \mu^2)^2(Q_L^2 \tan \delta + 1 + b)^2}} \tag{9}$$

3 水下耦合机构

3.1 耦合电容选择

对于水下无线电能传输系统而言,耦合机构的设计是提高输出功率和效率的关键。常见的耦合机构有 2 种形式:圆盘形平行板电容器和圆筒型电容器^[12-16],如图 4 和图 5 所示。平行板电容器结构简单,由上下 2 块铜板组成,分别为发射极板和接收极板。面积为 S ,距离为 d 的平行板电容器的电容值可以表示为

$$C = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 S}{d} \tag{10}$$

式中: ε_r ——介质的相对介电常数; ε_0 ——真空的介电常数; S ——耦合极板的面积; d ——极板间距。

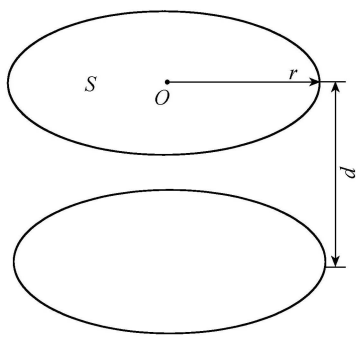


图 4 平行板电容器

Fig. 4 Parallel plate capacitor

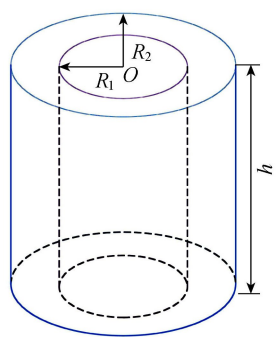


图 5 圆筒型电容器

Fig. 5 Cylindrical capacitor

圆筒型电容器由内外 2 个同心圆柱体构成,每对耦合机构由内筒和外筒组成,外筒为发射极板,内筒为接收极板,内圆柱体是固定的,外圆柱体是可旋转的,通过更换不同的外筒来改变耦合极板之间的传输距离。对于图 7 所示的圆筒型电容器,当圆柱体高度 $h \gg d$ 时,其总等效电容值为

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_r \varepsilon_0 h}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \tag{11}$$

式中: h ——圆柱体的高度; R_1 ——内圆柱体的半径; R_2 ——外圆柱体的半径; r ——圆盘半径。

对于圆盘形平行板电容器而言,要求上下极板严格对齐,有稍微地偏差则会带来交叉耦合,耦合机构的电容值一般在 pF 量级,会增大耦合机构电容值的偏差,带来系统的失谐,进而影响水下电能传输的质量。圆筒型电容器则适用于旋转应用领域,AUV 对接技术多采用平台式对接,该种形式与飞机在航空母舰上的降落情形相似。因此,本文将选择一对单独圆盘组成平行板电容器进行研究。

3.2 水下耦合机构模型

针对 AUV 无线充电的应用背景,设计了如图 6 所示的平板型水下耦合机构。电容器由 2 个半径为 51 mm 、厚度为 3 mm 的铜质圆盘组成,铜盘嵌入在 PVC 材料的凹槽之内,周围有 4 个安装孔,通过螺杆连接保证严格对准。由于 2 个电容器相同,现就其中一个进行分析。与空气有所不同,空气是良好的绝缘介质,然而海水中富含各种导电离子,无法与铜盘构成电容器,因此,海水并不适合作为单独的电介质,在铜盘与海水的接触一侧覆着一层厚度 $d_1 = 1\text{ mm}$ 的 PVC(聚氯乙烯)介质,另一侧通过灌环氧隔离海水引出连接导线。这里将海水视为导体,当 2 对极板存在电压差时,海水中的离子会产生定向移动,表现为有电流“流向”接收极板。于是耦合电容器的极板中间分为两部分,每部分可看作一个平行板电容器,然后其等效电容就相当于 2 个电容器的串联。根据串联情形可以得到水下的耦合机构的总电容满足: $1/C = 1/C_1 + 1/C_2$,则总电容的值为

$$C_{s1} = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 S}{2 d_1} \tag{12}$$

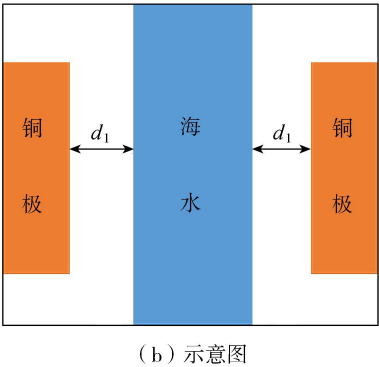
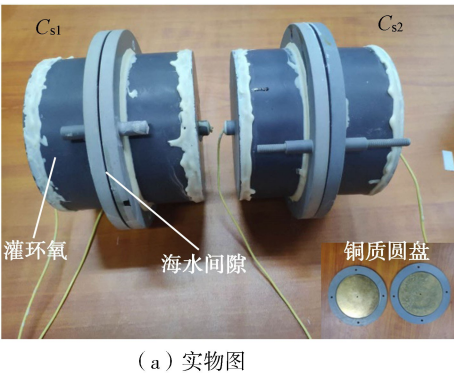


图 6 耦合机构
Fig. 6 Coupling mechanism

3.3 水下耦合机构有限元求解

为了研究水下耦合电容器的场强分布,利用 Ansoft 公司的有限元软件 Maxwell 对图 6 水下耦合机构进行 3D 建模,上极板激励电压设为 5 V,下极板电压 0 V,铜板上覆着 1 mm 的 PVC 介质,平行板电容器的中间充斥着电导率为 0.04 S/cm 的海水,图 7 为海水环境耦合机构的电场分布图。可以看出,电场强度主要集中分布在 PVC 介质内部,可近似看作匀强电场,电场强度为 2.6198 kV/m,在平行板的边缘场强向周围扩散,当圆盘直径远大于海水间隙时,可忽略电场的边缘效应。在海水间隙的内部,电场强度几乎处处为零。由式(12)计算,耦合机构的电容理论值为 108.4 pF。通过 Maxwell 软件对耦合机构进行有限元计算,得到海水间隙和空气间隙为 1 ~ 50 mm 时耦合机构电容值,其结果如图 8 所示。随着空气间隙增加,耦合机构电容值急剧下降,而随着海水间隙距离的增加,耦合机构的电容值趋于稳定,且比空气中大,这也验证了耦合机构建模的有效性。

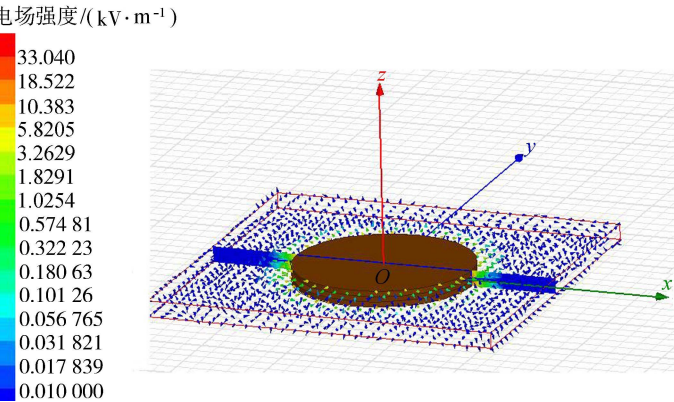


图 7 电场强度矢量分布

Fig. 7 Strength vector distribution of the electric field

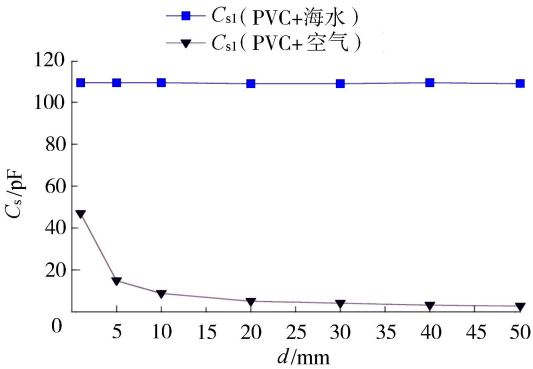


图 8 电容值与海水间隙关系

Fig. 8 Relationship between capacitance value and seawater gap

4 水下 ECPT 系统平台

4.1 实验平台与参数设计

基于上述仿真分析,搭建了如图9所示的水下 ECPT 系统。实验电路主要包括驱动电路、E 类放大器谐振电路、水下耦合机构和负载。该系统的输入直流电源 $V_{cc} = 12\text{ V}$, MOSFET 的型号为 IRF640N, $V = 200\text{ V}$, $R_{ds} = 0.18\text{ }\Omega$, $I_d = 18\text{ A}$ 。驱动信号由单片机的 IO 口产生,可以产生频率为 0 ~ 1 MHz 的占空比为 50% 的脉冲信号,由光耦芯片 6N137 隔离主谐振回路,经驱动电路转化为可以控制 MOSFET 场效应管的开关的控制信号。由于传输频率较高,电感线圈采用空心漆包线绕制

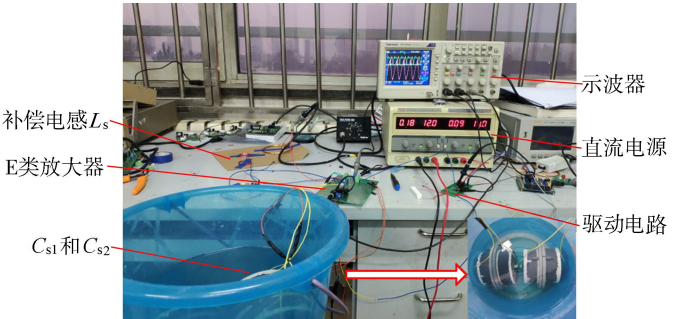


图 9 水下 ECPT 系统

Fig. 9 Underwater ECPT system

而成以降低损耗。耦合机构由 2 块厚度为 3 mm 的铜质圆盘组成,铜盘的外表面覆着一层 1 mm 的 PVC 材料以隔绝海水,2 块圆盘由塑料螺柱紧密固定且严格对齐,浸没在电导率为 40 mS/cm 的盐水中来近似模拟海水环境进行本次实验。水下实验的元器件参数见表 1。

表 1 元器件参数
Table 1 Component parameters

参数值类型	V_{cc}/V	Q	f/kHz	$L_t/\mu\text{H}$	L_s/mH	C_1/nF	$L_2/\mu\text{H}$	C_2/nF	C_{s1}/pF	C_{s2}/pF	R_L/Ω
理论值	12	11.7	500	300	1.88	3.52	33	3.52	109.0	109.0	500
实验值	12	11.7	500	300	1.90	3.60	33	3.60	108.2	110.5	500

4.2 水下传输特性分析

本文选取谐振频率 $f=500\text{ kHz}$ 和负载电阻 $R_L=500\text{ }\Omega$ 的元件参数进行水下实验,水下传输距离为 2 mm,示波器型号为 TDS2004C,示波器测量的波形如图 10 所示,其中蓝色脉冲为 MOSFET 的栅源极波形,黄色曲线为 MOSFET 的漏源极波形,紫色曲线为负载两端的电压波形。可以看出,系统逆变器的 MOSFET 场效应管工作在零电压状态,负载两端呈现出较低畸变度的正弦波。 $V_{cc}=12\text{ V}$, $I_{dc}=0.18\text{ A}$,系统的输入功率 $P_{in}=2.16\text{ W}$ 。峰值电压 $U_L=22.4\text{ V}$,输出功率 $P_0=125\text{ mW}$,电压增益 $M_v=0.47$ 。减小负载品质因数 Q ,电压增益在 $Q=5.8$ 时,电压增益在 $M_v=0.65$ 左右,电压增益随品质因数 Q 的变化曲线如图 11 所示。输出电压并未得到显著提升,产生这种情况的原因有:(a)实际电路中电感和电容的寄生参数在频率较高时会消耗一部分能量且 MOSFET 存在发热损耗;(b)海水下不同频率的损耗机制、最优传输频率尚有待研究;(c)水下耦合机构的电场强度会随着传输距离下降,且海水电阻会消耗一部分能量。因此,在水下无线电能传输系统的设计中应考虑进一步优化耦合机构的设计。

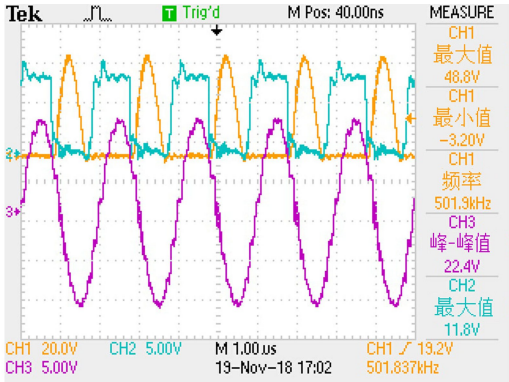


图 10 负载输出电压 ($Q=11.7$)

Fig. 10 Load output voltage ($Q=11.7$)

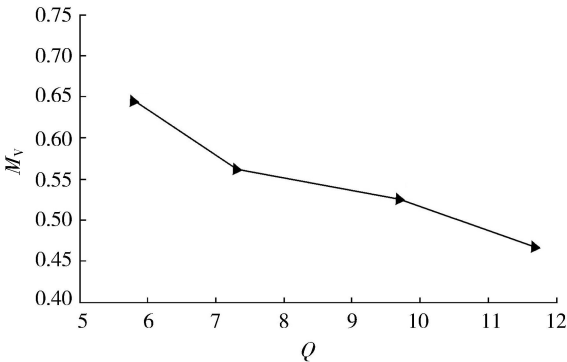


图 11 水下实测 M_v - Q 曲线

Fig. 11 Underwater measured M_v - Q curve

当 MOSFET 的开关频率发生改变时,系统会出现严重的失谐现象,如图 12 所示,归一化频率 $\mu=0.8$,即开关频率 $f=400\text{ kHz}$,此时 MOSFET 管漏源极波形呈现较大的尖峰,负载两端电压也出现较大的纹波,这无疑会增加系统的不稳定性。由图 13 可以看出,水下实验环境下的电压增益仅为 $M_v=0.12$,相比于谐振频率

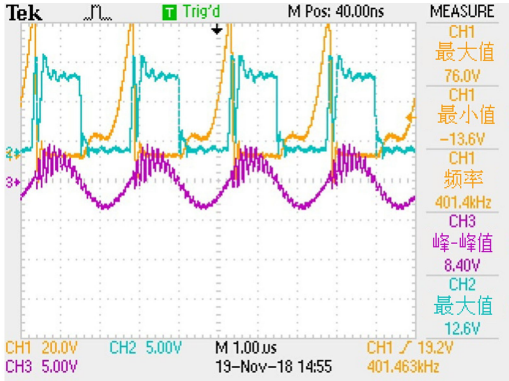


图 12 失谐状态负载输出波形 ($\mu=0.8$)

Fig. 12 Output waveform under detuned load ($\mu=0.8$)

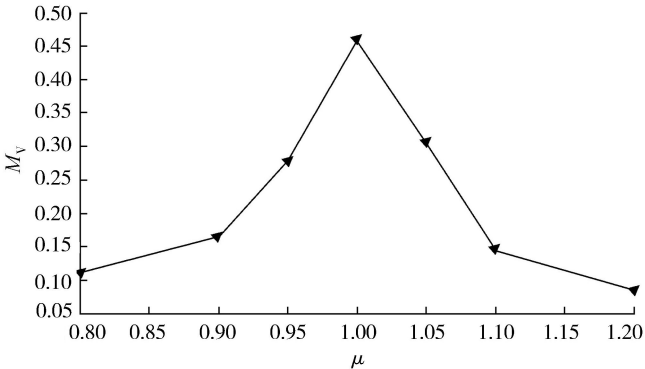


图 13 水下实测 M_v - μ 曲线

Fig. 13 Underwater measured M_v - μ curve

点下降了73.3%,因此,频率稳定性对于ECPT系统的传输至关重要,在偏离系统的谐振频率时,电感与电容的电抗不再相互抵消,系统的传输效率急剧下降。通过选取不同的开关频率,得到电压增益的频率响应特性曲线,如图13所示。由于电感电容对于频率的变化较为敏感,在设计E类放大器的无线电能传输系统时要考虑实现对谐振频率的稳频控制,以避免调谐失真。

5 结 语

结合E类功率放大器设计了一种适用于海水环境的电场耦合式无线电能传输系统,利用CLC-S调谐网络有效地增大了发射端的电压以最大化输出功率。在模拟海水环境下的实验表明,所设计的系统能够有效提高输出功率。与此同时,实验也发现一些新的现象:一是减小负载品质因数 Q 虽能有效增大输出电压,然而海水电阻的无功损耗导致输出电压产生较大衰减,需考虑降低水下耦合机构的等效串联电阻来提高输出功率和传输效率;二是E类放大器对于归一化频率 μ 的变化较为敏感,需通过频率的自动调谐控制以保持较高的输出功率。这些问题都是下一步工作的研究重点。

参考文献:

- [1] 羊云石,顾海东. AUV水下对接技术发展现状[J]. 声学及电子工程, 2013, 110(2): 43-46. (YANG Yunshi, GU Haidong. The development status of AUV underwater docking technology[J]. Acoustics and Electronic Engineering, 2013, 110(2): 43-46. (in Chinese))
- [2] URANO M, TAKAHASHI A. Study on underwater wireless power transfer via electric coupling[C]//IEEE International Meeting For Future of Electron Devices. Kansai(IMFEDK). New York: IEEE, 2016: 46-47.
- [3] 牛王强. 水下无线电能传输研究进展[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2017, 9(1): 46-53. (NIU Wangqiang. The state of the art of underwater wireless power transfer[J]. Journal of Nanjing University of Information Science and Technology (Natural Science Edition), 2017, 9(1): 46-53. (in Chinese))
- [4] 高镇,李雨朦,景晴晴,等. 电场耦合式水下无线电能传输系统的耦合机构[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2018, 46(4): 366-370. (GAO Zhen, LI Yumeng, JING Qingqing, et al. Study on the coupling structure of underwater wireless power transmission system via electric coupling[J]. Journal of Hohai University (Natural Sciences), 2018, 46(4): 366-370. (in Chinese))
- [5] 苏玉刚,周川,闫琳,等. 基于电场耦合方式的无线电能传输技术综述[J]. 世界科技研究与发展, 2013, 35(2): 177-180. (SU Yugang, ZHOU Chuan, LYU Lin, et al. Reviews on wireless power transmission technique based on electrical field coupled mode[J]. World Sci-Tech R & D, 2013, 35(2): 177-180. (in Chinese))
- [6] LU F, ZHANG H, HOFMANN H, et al. A double-sided LCLC-Compensated capacitive power transfer system for electric vehicle charging[J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 2015, 30(11): 6011-6014.
- [7] DAI J, LUDOIS D C. A survey of wireless power transfer and a critical comparison of inductive and capacitive coupling for small gap applications[J]. IEEE Transactions on Power Electron, 2015, 30(11): 6017-6029.
- [8] ZHANG H, LU F, HOFMANN H, et al. Six-plate capacitive coupler to reduce electric field emission in large air-gap capacitive power transfer[J]. IEEE Transactions on Power Electron, 2018, 33(1): 665-675.
- [9] 苏玉刚,徐健,谢诗云,等. 电场耦合型无线电能传输系统调谐技术[J]. 电工技术学报, 2013, 28(11): 189-194. (SU Yugang, XU Jian, XIE Shiyun, et al. A tuning technology of electrical field coupled wireless power transfer system[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2013, 28(11): 189-194. (in Chinese))
- [10] YUSOP Y, SAAT S, HUSIN H, et al. Analysis of 1MHz class-E power amplifier for load and duty cycle variations[J]. International Journal of Power Electronics & Drive Systems, 2016, 7(2): 358-368.
- [11] LU K, NGUANG S K, JI S, et al. Design of auto frequency tuning capacitive power transfer system based on class-E2 dc/dc converter[J]. IET Power Electronics, 2017, 10(12): 1588-1595.
- [12] THEODORIDIS M P. Effective capacitive power transfer[J]. IEEE Transactions on Power Electron, 2012, 27(12): 4906-4913.
- [13] 苏玉刚,谢诗云,唐春森,等. LCL复合谐振型电场耦合式无线电能传输系统传输特性分析[J]. 电工技术学报, 2015, 30(19): 55-60. (SU Yugang, XIE Shiyun, TANG Chunsen, et al. Transmission characteristics analysis of LCL composite resonant electric field coupled radio energy transmission system[J]. Journal of China Electrotechnical Society, 2015, 30(19):

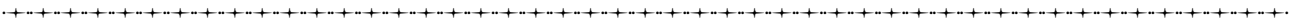
55-60. (in Chinese))

[14] CHAO L, AIGUO-PATRICK H, NIRMAL K C, et al. Nair coupling study of a rotary capacitive power transfer system[C]//IEEE. Proceeding of 2009 IEEE International Conference on Industrial Technology. New York:IEEE,2009: 1-6.

[15] LIU Chao, HU A P, NAIR N C. Modelling and analysis of a capacitively coupled contactless power transfer system[J]. IET Power Electronics, 2011, 4(7): 808-815.

[16] LIU Chao, HU A P. Steady state analysis of a capacitively coupled contactless power transfer system[C]//IEEE. Energy Conversion Congress and Exposition. New York: IEEE, 2009: 3233-3238.

(收稿日期:2018-11-27 编辑:张志琴)



· 简讯 ·

水利科技工作座谈会在河海大学召开

2019 年 10 月 23 日,由水利部国际合作与科技司主办,河海大学、江苏水利厅承办的水利科技工作座谈会在河海大学召开。水利部副部长陆桂华出席会议并讲话。水利部国际合作与科技司司长刘志广主持会议。江苏省水利厅厅长陈杰,水利部国际合作与科技司副司长吴宏伟、规划计划司副司长乔建华、财务司副司长付涛、人事司副司长王新跃,河海大学党委书记唐洪武、校长徐辉、副校长郑金海出席会议。

陆桂华副部长肯定了党的十九大以来水利科技工作取得的成效,并对下一步水利科技工作提出了明确要求。他强调要积极践行“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路,围绕“水利工程补短板、水利行业强监管”水利改革发展总基调,坚持问题导向、目标引领,瞄准“三个面向”,抓好顶层设计,明确工作定位,落实工作职责,不断深化科技管理改革,优化科研创新平台建设,强化先进实用技术成果的推广应用,提升科技创新引领作用,为保障国家水安全和实现水治理体系和治理能力现代化提供有力的科技支撑和保障。新时期水利科技工作要有新思路、新气象、新作为、新举措、新成效。要进一步深化水利科技体制改革,着力解决制约科技创新的体制机制问题,建立充满活力的水利科技创新管理体制和运行机制。要加强作风和学风建设,弘扬新时代水利精神和科学家精神,严肃规矩纪律,形成良好的学术风气和创新氛围。要注重人才培养,加快培育一大批具有国际水平的科技领军人才、青年科技人才和高水平创新团队。要加强国际交流与合作,围绕“一带一路”等国家战略,统筹用好国际国内两种创新资源,加快水利科技“引进来”“走出去”。

唐洪武书记对与会专家和领导表示欢迎。他指出,本次座谈会在河海大学召开,既是学校进一步深化对接水利科技工作的契机,也为学校提供了与行业领导专家进一步互动交流的平台。河海大学将在水利部指导和各兄弟单位的支持下,聚焦高质量发展,聚力内涵建设,进一步凝练学科方向,优化学科专业布局,加强水利创新人才储备,以水利重大科技问题为牵引,全面提升支撑服务能力,不断提高行业话语权,充分发挥人才、学科优势,谋划和参与“十四五”水利科技发展规划,服务系统治水重大需求,共同推动水利科技创新再上新台阶,为水利改革发展提供强有力的支撑。陈杰厅长代表江苏水利厅对各位领导以及兄弟省市区各位同志的到来表示诚挚欢迎。他指出,水利部在江苏召开全国水利科技工作座谈会,是对江苏水利工作、特别是水利科技工作的极大鼓舞和有力鞭策,江苏将积极学习借鉴兄弟省份工作经验,紧紧围绕省委省政府“高质量发展走在前列”的部署,以新时代治水方针为指引,以系统治水为导向,以河湖长制为统领,以生态河湖行动为抓手,以“补短板、强监管、提质效”为基调,全力打造“六大水利”,全面提升水利科技工作水平。

水利部国际合作与科技司向会议提交了题为《理清工作思路 坚持创新引领 全力做好新时期水利科技工作》的工作报告。江苏水利厅、长江水利委员会、河海大学等 8 家单位作了会议典型交流发言,徐辉校长代表学校作《坚持围绕行业办学 持续提升创新能力 为水利科技发展贡献河海力量》发言。与会代表进行了分组讨论,并现场考察了江苏省智慧城市建设和南京水利科学研究院铁心桥实验基地。

流域管理机构,部直属有关单位,部属科研机构,各省、自治区、直辖市水利(水务)厅(局),各计划单列市水利(水务)局和其他有关高校负责同志和科技管理部门负责同志参加了会议。

(本刊编辑部供稿)