

WiTricity 借助磁共振实现灵活的无线充电

WiTricity 的工程师正使用多物理场仿真进行无线能量传输技术的创新研发，希望新技术的充电效率和距离能超过现有方法。

作者: LEXI CARVER

您不妨想象一下，回家后，只需将手机、笔记本电脑和蓝牙（Bluetooth）耳机丢到厨房餐桌上，它们就能实现自动充电；或者您只需把电动汽车开到车库的充电垫上，第二天早上就能充满电；又或者医生突然告诉您，最近研发出了一种无需使用电源线或更换电池的新型医学植入物，能够完美替代您身体内正使用的那个旧型植入物。

无线能量传输正将这些场景和其他一些应用变为现实，它支持以无线方式对各类电气器件进行充电。位于马萨诸塞州沃特敦市的 WiTricity 公司专注于研发基于磁共振的无线充电技术，目前已推出迄今为止最方便消费者使用的电力无线传输技术。Marin Soljatic 教授带领一组研究人员在麻省理工学院（MIT）创建了 WiTricity 公司，研发的无线充电方法支持同时对多个设备进行充电、远距离充电以及能够穿透木材、塑料、花岗岩以及玻璃等物体进行充电。丰田、英特尔、梭拉特等公司已获授权在他们的产品中使用这项技术，例如混合-电动汽车、智能手机、可穿戴电子产品和心脏泵等。

» 磁共振延长了传输距离

在其他无线能量传输选项中，设备需要精确放置在非常靠近（通常需要直接放在）充电电源的充电板或充电底座上，单个电源线圈仅支持对单个器件进行充电。现在，WiTricity 的工程师正借助磁共振的力量来对这些限制进行重新思考。

他们的“高度共振无线能量传输”系统主要依赖于



图 1: 上: WiTricity 技术背后的概念, 包括线圈、控制电源输出和管理的电子设备、用于保证电源和采集设备之间正确电源输出的无线通讯。下: 此项技术支持通过不同的材料表面进行充电 (左); 可以通过谐振中继器延长无线充电距离 (右)。

交流电通过线圈时所产生的振荡时变磁场，其中，通过线圈的交流电被作为电源。将一个功率放大器连接到电源线圈上，通过控制功率大小和工作频率来驱动磁场水平。

采集设备作为接收器来采集磁场，其中包含另一个调谐到与电压相同频

率的线圈（见图 1）。接收器中的磁场将磁能转换回射频交流电，经调谐后，它可以作为一个新的受电子设备控制的本地电源。

WiTricity 技术与其他方法最大的差异在于磁共振的使用。当两个线圈都被调谐到相同的共振频率

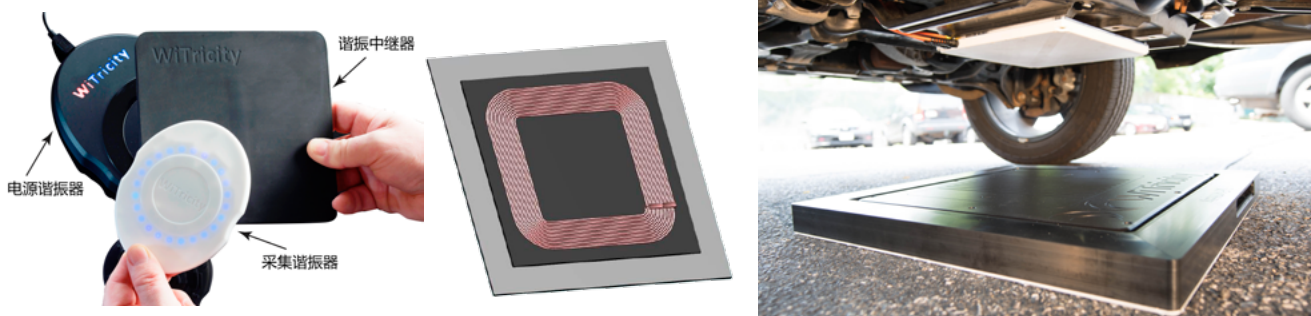


图 2: 左: 采集谐振器、谐振中继器和电源谐振器。中: WiTricity 设计用于消费电子应用的电源共振器。右: 停在充电板上正在进行无线充电的电动车。

时，接收线圈能以极低的损耗采集到最大的能量，电源和采集设备无需放在一起或完全对齐就能实现能量的传输。

“运动及放置的灵活性是一大优势。接收线圈无需与设备直接接触；例如，开车时，您可以直接将手机放到靠近收集设备的杯托上，不需要放在充电垫上，” WiTricity 公司联合创始人 Andre Kurs 解释道，“您可以同时为所有设备充电，包括对电源要求各异的不同电子设备。”

无线范围的扩展也非常容易：每个共振中继器中都包括另一套电路，线圈可以放置在电源和接收器之间，使能量可以“跳跃”到更远的距离（见图 2）。

即使电源和接收器之间存在阻碍，比如人体和混凝土墙，还是可以进行

高效的能量传输。

» 模拟无线能量传输中的电磁学

为了在设计中实现最高效率，Kurs 和他的团队分析了相同共振频率线圈中的多个变量，比如线圈匝数、直径以及需要的能量输入。从早期开发阶段开始，他们就依赖于计算机仿真来测试各个关键细节、验证设计以及优化系统。Kurs 使用 COMSOL Multiphysics® 软件模型，分析了不同线圈配置的电磁及传热性能，因此能够快速验证新设计。

不同的充电配置是将这一技术部署在更多设备上的一个障碍，举个例子：汽车与智能手机就需要使用不同的充电装置。

“我们涉及的应用范围非

常广，原型机试样和测试不仅耗时，而且花费很高，在竞争如此激烈的市场中，设计错误就会让你落后很多，这是我们无法承受的，” 他说道，“我们可以在 COMSOL 中快速低成本地验证设计，这使我们能够在开发真实设备之前先对我们的设计概念进行虚拟测试。”

他为每个应用创建了不同的仿真设定，包括一些电磁相关组件，例如线圈绕组、用于引导电磁场的异形铁氧体和金属表面、用于屏蔽敏感电子设备的平板，

以及可能扰乱磁场的大型物体，比如汽车底盘。

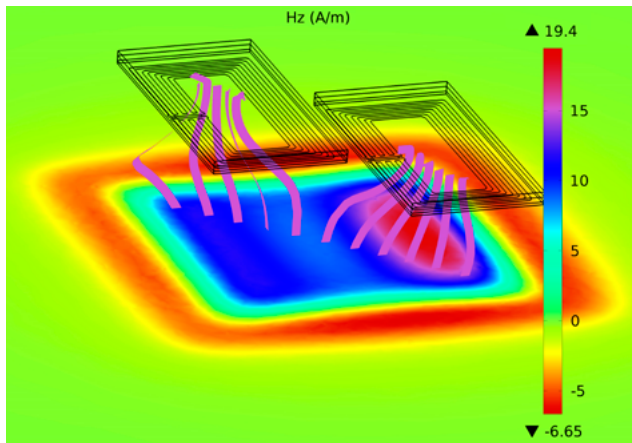
然后 Kurs 使用多物理场仿真进行分析，由于设备、线圈变形，以及扰动物体所吸收的电能对电磁和传热性能的影响（见图 3 上）。

他从结果中提取了线圈参数，用于指导电气设备的设计以及预测不同组件中的功率耗散和热载荷（见图 3 下）。团队相应调整了设计，根据尺寸、重量以及热约束确定了线圈放置及功率大小的可行范围。

“仿真帮我们解决了那些无法通过测试分

“我们可以在 COMSOL 中快速低成本地验证设计，这使我们能够在开发真实设备之前先行对概念进行虚拟测试。”

—ANDRE KURS, WITRICITY 公司联合创始人



Left: Surface loss (mW/cm²), Right: Core loss (mW/cm³),

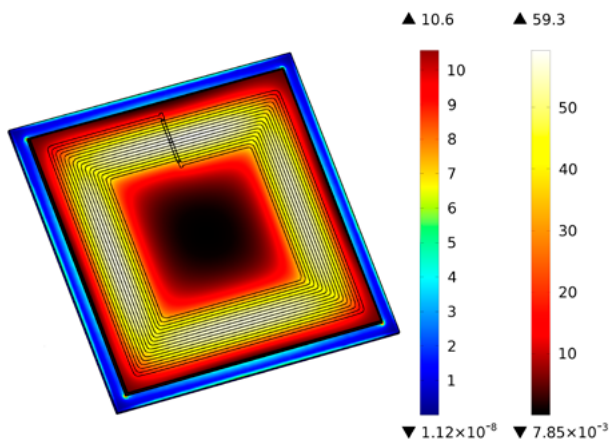


图 3: 用于消费电子应用的电源共振器仿真结果, 显示了磁场水平(上)和功率损耗(下)。

离出的影响, 比如功率耗散和传热,” Kurs 评论道, “COMSOL 的灵活性对我们的帮助特别大; 我们围绕它开发出了一系列的仿真 App, 这样不论我们的工程师是否会使用 COMSOL, 也不论他们是否理解整个模型, 都可以快速测试及验证设计。

» 在极近的地方, 保持安全距离

因为这类设备通常就在人体附近或与人体有接触, 电子设备制造商必须保证产品发射的电磁场符合相关安全规范。WiTricity 无线传输需要的电磁场通常较弱, 但对于每个新应用, 他们都必须首先检查

它的合规性。

为了保证磁场水平以及它所带来的体温变化符合相关规定, 团队又运行了几个 COMSOL 仿真来研究靠近设备的不同人体组织。他们的模型计算了基于充电系统工作频率的电场, 确认结果与 FCC 安全指导一致(见图 4)。

» 对快速增长的无线充电行业的再思考

WiTricity 基于磁共振的设计相对其他无线充电技术是一项重大进步, 他们通过易于消费者使用的产品实现了可靠的无线能量传输。这需要感谢他们在 COMSOL Multiphysics 中进行的仿真工作, WiTricity 团队能够在开发昂贵的原型机之前, 先行优化设计以实现更高的效率和更远的充电距离。

WiTricity 公司不仅是带来重大变革的无线能量传输技术的领跑者, 还是无线电力联盟 (A4WP) 的董事成员, 这是一个致力于开发“全球无线生态系统”及打造无线充电标准的组织。Intel 是联盟的另一名董事成员, 已获授权使用 WiTricity 的技术来开发一款新型的无线桌

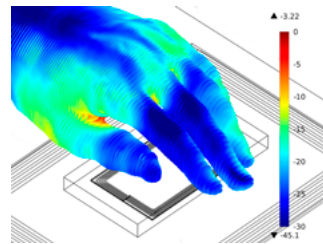


图 4: COMSOL 仿真显示了充电手机上方人手中的比吸收率 (SAR)。SAR 测量了吸收并转化为热的电磁能。结果单位根据 FCC 规定设为 dB (0 代表 FCC 规定的极限值)。

面系统。A4WP 是一个汇集了各行业顶尖公司的创新组织, 用全新的方式来思考无线能量: 他们正构想这样一种未来, 我们将能通过日常生活中常见的各种表面, 比如书桌、杯托、甚至厨房台面对我们现在极度依赖的各种电子设备充电。☺



Andre Kurs, WiTricity 公司联合创始人