

科技发展研究

第 36 期

(总第 390 期)

上海科技发展研究中心

2014 年 11 月 19 日

编者按：随着各项技术的成熟以及对无线充电需求的增加，无线充电技术领域的发展日益引起各方关注。本期简报基于上海市软科学研究基地—前沿技术发展研究中心的有关成果，研究分析无线充电技术的技术原理、标准和发展现状、趋势。供参考。

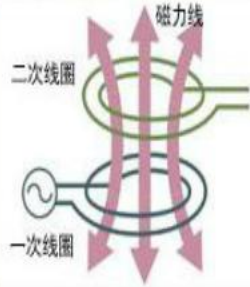
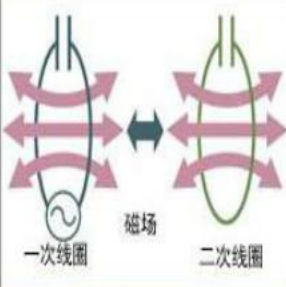


全球无线充电技术及其发展态势分析

无线充电技术 (**Wireless Charging Technology**) 是指不通过导线而是通过电磁感应、电磁共振、射频、微波、激光等方式经由空气介质实现非接触式电能传输的技术。相较于传统的电力传输，无线充电技术无需布线和充电端子，具备较高的便捷性。随着电力电子器件、功率变换和控制技术的发展，无线充电技术在转换率、低辐射等方面逐渐取得突破，目前无线充电已经在电动牙刷、电动剃须刀、无绳电话等部分家电产品中实现实用化，现在其应用范围又扩大到了智能手机领域及电动汽车和列车领域，未来无线充电技术将不断扩展到医疗、电力、航空航天、节能环保等更多领域。

一、无线充电关键技术取得突破，高效率是未来主攻方向

一是四类技术基本成熟，磁共振方式应用前景看好。按可供电范围的差异，可将目前无线充电技术分成电磁感应方式、电场耦合方式、磁共振方式和电波接收方式（如表 1 所示）。其他新技术也在不断涌现，如日本村田制作所提出的借助开关技术大幅提高无线充电系统整体电力传输效率的技术——“直流共振方式”，目前尚在研发中。

表 1 主要的无线充电技术

类型	电磁感应方式	磁共振方式	电场耦合方式	电波接收方式
概要				
可供电距离	数mm~10cm左右	数cm~数m	数mm~数cm	数十cm~数m (用于家中的终端)
可供电电力	数W~数kW	数W~数kW	数W~数百W	1W以下
电力利用效率	70~90% (剩余部分主要转换为热量)	40~60% (剩余部分转换为热量(磁场)和电波(电场))	60~90% (剩余部分转换为热量)	相当低(剩余部分转换为电波)
使用频率	10kHz~数百kHz	数百kHz~数十MHz	数百kHz~数MHz	Hz~微波
涉足企业	Powermat、三洋电机、精工爱普生、昭和飞机工业等众多企业	长野日本无线、高通、索尼、WiTricity等	竹中工务店、村田制作所等	英特尔、日本电业工作、Powercast等

(资料来源: いよいよ離陸するワイヤレス給電[J]. 日经技术在线, 2011-07-26.)

当前最成熟、最普遍的是电磁感应方式，近几年必定是无线充电的主流模式。磁共振方式因其具有自由度较大、无辐射和无电磁干扰的优点，未来应用前景最好，被认为是最有希望广泛应用于电动汽车的一种方式。业内已在探讨采用即使供受电器方向不一致也能供电的磁共振方式，利用十字路口路旁纵向设置的供电器向汽车下方设置的受电器充电；或是在高速公路的中央分离带设置供电器，为行驶在高速公路上的汽车进行“行驶供电”，由此将带来公路等社会基础设施领域的巨大变革。但是磁共振方式的充电距离与其线圈本身的 Q 值

相关，因此对材料具有较高要求。

二是高效率是未来主要突破方向。四类技术均面临随着距离增加而电力利用效率下降的问题。电磁感应方式从微小电力到 100kW 以上的大电力均可实现传输，充电效率大概在 70%左右；磁共振方式可实现向数十厘米至数米距离的无线传输电力，在远离供电底座的垂直方向上拥有较高的自由度，但距离增加会降低充电效率，约为 40%~60%；电场耦合方式的传输距离较短，充电效率约为 70%左右；电波接收方式适用于大范围且不易受环境影响的电能传输，传输效率也较低。因此提高无线充电的效率成为未来主要突破方向。

三是应用研发与商业化是各研发主体布局的热点。目前各研发主体均已在无线充电技术领域展开布局，加速其应用研发和商业化。发展最为成熟的电磁感应方式已进入市场开拓阶段，Powermat、三洋电机、精工爱普生、昭和飞机工业、Fulton Innovation 等众多企业在汽车、轻轨等方面进行技术开发。高通、WiTricity、索尼、长野日本无线、TDK 等企业和研究机构正在推进汽车等多领域的磁共振充电技术研发。村田制作所则用约 3 年时间进行电场耦合方式的技术开发和提高，构筑了以基本专利为中心的专利网，试制完成了为平板终端及电子书等便携式终端提供无线充电的充电台。电波接收方式较为领先的有英特尔、日本电业工作、Powercast 等，Powercast 研制的微型高效接收电路可以捕捉从墙壁弹回的无线电波能量，在随负载做出调整的同时保持稳定的直流电压，其已与飞利浦公司签署合作协议，进一步推进商业化。

二、无线充电产业刚刚起步，各大企业布局加速

一是无线充电技术产业及市场情况。无线充电技术现已在包括智能手机、PC 电视、电动汽车等多个领域实现应用，无线充电方案已

基本成熟，现在重点关注的是成本和兼容性。据市场研究公司 IHS iSuppli 数据分析，2011 年全球无线充电设备销售收入达 8.858 亿美元，比 2010 年增长 616%，随后几年呈急剧增长态势；预计 2014 年配备无线充电功能的设备出货量将由 2010 年的 360 万台增长 65 倍，增至 2.35 亿台，市场规模将增至 180 亿美元；2015 年将达到 240 亿美元左右。



图 1 无线充电技术产业的市场规模发展趋势 (2009-2015 年)

(资料来源: IHS iSuppli)

二是主要优势企业。随着无线充电技术的成熟和应用范围的扩展，各大企业纷纷开展研究并取得成果。在电磁感应技术方面，高通公司在收购新西兰奥克兰大学创建的风险企业 HaloIPT 后，基于这一领域的大量专利进行“感应电力传输”技术开发，2012 年与法国雷诺公司就开发纯电动车用无线充电技术签署备忘录，在伦敦使用雷诺公司和英国 Delta Motorsport 公司的 50 辆电动汽车开展电磁感应方式无线充电实证试验。在磁共振技术方面，由 MIT 研究小组成立的 WiTricity 拥有 175 个磁共振相关专利，其开发的无线充电技术在输出功率为 3.3 千瓦、传输距离为 20 厘米的情况下，综合效率达 90%；

同时与 Delphi、三菱汽车、IHI、丰田等皆有合作开发，并向半导体公司联发科 (MediaTek) 授权提供磁共振技术。在电场耦合技术方面，这一领域较为领先的包括日本竹中工务店、村田制作所等，其中竹中工务店基于电场耦合开发的无线电力传输技术支持水平方向的错位，并且不使用铁氧体及利兹线圈，由此可降低产品的重量及成本。

三是技术标准。各类无线充电技术标准竞争激烈，目前全球无线充电技术标准主要有 Qi 标准、A4WP 标准和 PMA 标准三种。基于电磁感应方式的 **Qi** 标准，由无线充电联盟 WPC (Wireless Power Consortium) 制定，是唯一向所有厂商都开放的标准。Qi 采用较小的感应线圈，能够较容易地在较高频率下传输能量；但是由于充电距离较短，因此在实际使用中不够灵活。目前，Qi 标准从移动终端向高功率的数码产品，甚至基础设施无线充电设备领域不断扩展，全球市场上已有 562 款 Qi 认证产品，包括产品和组建。WPC 联盟成员已达 200 多家，包括 Convenient Power、Fulton Innovation、美国国家半导体、奥林巴斯、飞利浦、高通等，涵盖电池、消费电子、设备制造、基础设施等众多领域。基于磁共振方式的 **A4WP** 标准，全称 Alliance for Wireless Power，由高通、三星以及 Powermat 共同创建，为包括便携式电子产品和电动汽车在内的电子产品无线充电设备设立技术标准和行业对话机制，推进磁共振方式无线充电技术标准化。由于该联盟成立较晚，目前采用 A4WP 技术标准的产品不多。为提高传输效率，A4WP 采用了更大的输出线圈，能同时为多台设备充电；同时由于设定了精确的共振频率，使得微弱的感应磁场也能为设备充电，从而扩大了充电范围；A4WP 还可以根据充电设备的数量和缺电状况自动调整能量分配方案，以实现节能目的。目前 A4WP 联盟已有超过 40 个成员，包括三星、Qualcomm、Broadcom、Gill Industries、英特尔和 SK Telecom 等。基于电磁感应方式的 **PMA** 标准，全称 Power

Matters Alliance, 2012年由Duracell Powermat公司(宝洁与无线充电技术公司Powermat合资经营)发起制定,致力于为符合IEEE协会标准的手机和电子设备打造无线充电标准。PMA标准充电方式有两种:一是内建无线充电芯片,二是采用WiCC无线充电卡,充电卡只需安装在移动设备的电池上,缺点是不能直接用在无法拆卸电池的设备上。PMA联盟目前包括美国联邦通讯委员会(FCC)、AT&T、Starbucks、三星、Broadcom、LG、华为、Google等100多家企业,涉及通信、消费设备、汽车、零售等多行业领域。2013年10月高通也加入PMA联盟,协助开发能同时支持低频电磁感应及高频电磁谐振两种无线充电技术的新规格产品。

除企业联盟外,美国、欧洲和日本等标准化机构或相关协会团体也抓紧推进无线充电技术标准,探索在多领域的实用化。国际电工委员会(IEC)和国际标准化组织(ISO)的共同工作组“PT61980”正在推进电动汽车领域的无线充电技术标准化;日本总务省、JARI(日本汽车研究所)、JSAE(日本汽车技术会)、JEITA(日本电子信息技术产业协会)等都在进行无线充电技术的研究和标准制定工作。

三、我国无线充电技术发展现状

总体看来,我国无线充电技术虽然起步晚于国外,但现阶段基本上与国际处于同一发展水平,即快速成长期,已有一批企业投入技术研发并不断扩大应用领域。

一是技术研发快速发展。2011年山东省青岛市科技发展战略研究所、山东科技大学、青岛科技大学、海尔集团超前技术研究中心共同绘制完成了“无线电力传输产业技术路线图”,从资源基础、研发需求、技术壁垒、行业需求、产业目标等方面描绘了无线电力传输产业发展的路径。同时,一些企业通过独立或是合作研发,在无线充电

技术上取得重要突破并已投入使用，2013 年硅展科技公司研发并拥有自主知识产权的“INPOFI 智能无线充电技术”在美国国际消费电子展上获得零售商热门奖，这项技术具备无辐射、高电能转化效率、热效应微弱等特性，填补了国内在无线充电技术方面的空白；比亚迪取得了应用电磁感应技术的非接触感应式充电器专利；中兴通讯与东风汽车开展合作，并于 2014 年正式启动我国第一条投入商用的无线充电公交示范线，其中大功率无线充电技术完全使用我国自主知识产权，率先实现新能源汽车无线充电技术产业化。

二是标准起草加快推进。中国有着全球最大的消费电子市场，但国内尚无规范的无线充电技术标准，目前国家和企业层面都在加快推进无线充电技术标准的制定。从国家层面来看，2011 年，中国通信标准化协会启动了有关无线充电技术和标准的研究，其《近场无线充电技术研究》已获报批，已完成《无线电源设备电磁兼容标准性要求和测量方法》、《短距离及类似设备电磁照射符合性要求和评估方法》、《无线电源设备技术要求和测试方法 第 1 部分：通用要求》报批稿；2012 年，中国国家标准化管理委员会批准了第一个无线充电国家标准计划——电子信息产品低功率无线充电技术规范；全国信息技术标准化委员会也启动相关工作，由中国电子、桑菲通信、电信研究院、海尔等 9 家企业和机构组成标准起草小组，进行频率、协议方面的研究以及标准草案的起草。从企业层面来看，“INPOFI 无线充电联盟”接纳了包括手机、平板电脑、相机等企业通过战略合作协议方式加入，共享 INPOFI 智能技术方案。但硅展科技公司要想在国际上推广自己的 INPOFI 智能无辐射充电技术标准，势必受到多方阻击。因此政府对推动自主无线充电技术标准、打破国外技术垄断具有至关重要的作用。

三是参与国际竞合能力亟待增强。从关键领域看，国外无线充电

技术最主要的领域是充配电及电能存储、磁体材料、电动汽车；国内有将近一半比例集中于充配电及电能存储，其他领域分散而零碎，特别是电动汽车领域较少。从区域发展来看，目前中国市场上有 25% 左右的无线充电专利来自于日本、中国台湾、美国、韩国、德国等地区。此外，广东、江苏、北京、浙江、上海、山东等六个地区无线充电专利申请数量占据中国本土申请总量的 80% 左右。从竞争机构看，国内前 20 强中，有国外企业 9 个、国内企业 5 个（国家电网、海尔、中兴通讯、奇瑞汽车等）、大学 6 个（天津工业大学、东南大学、浙江大学、重庆大学、华南理工大学、清华大学）。相比较而言，国内企业的实力较弱。

执笔人：祝 毓

整 理：杨 帆

责任编辑：王 冰 编辑：汤天波 联系电话：64311988-466 传真：64315005
地 址：淮海中路 1634 号 412 室 邮政编码：200031 电子邮件：fzxx@stcsm.gov.cn