

# 隔空充电：从概念到现实

■本报记者 秦志伟

“如科幻电影一般，拿着手机进入客厅，就能实现隔空充电。”日前，小米科技有限公司(以下简称小米公司)董事长兼首席执行官(CEO)雷军正式推出该公司首套自主研发的隔空充电系统。而在雷军发布这一消息的两个小时前，曾于2015年收购摩托罗拉手机业务的联想集团就发布演示视频，介绍了摩托罗拉的隔空充电技术。

相比于以往的无线充电，隔空充电距离真正意义上的“无线”更近了。

但在南京大学计算机科学与技术系副教授戴海鹏看来，摩托罗拉和小米公司的隔空充电还是一个概念性产品，短时间内难以面市。

“市场对无线充电需求巨大。”华南理工大学电力学院教授张波在接受《中国科学报》采访时预测，在相关技术及配套设施发展到一定程度时，“未来任何需要有线供电的产品，都有可能被无线充电技术全部或部分取代。”

## 隔空充电哪家强

“从目前公开的消息推测，这两款隔空充电技术很相似，但相关细节目前还不得而知。”戴海鹏在接受《中国科学报》采访时表示。

仅从摩托罗拉和小米公司公布的隔空充电技术宣传视频可以看出，两家技术均支持在一米范围外同时对多个设备充电以及边充边玩。而在前者最初公布的演示视频中，当异物阻挡后，隔空充电就会停止；后者的技术不仅不怕异物阻挡，甚至还可在移动中边走边充。

“一般认为，隔空充电就是不使用有线方式连接的、充电器与接收器间隔一定距离的无线充电技术。”戴海鹏介绍，简单且便于理解的隔空充电技术划分有三种：一是电磁



图片来源:unsplash

## 学术经纬

# 探索数据治理公私合作新模式

■梁正

### 编者按

清华大学智能法治研究院、清华大学人工智能国际治理研究院等来自清华大学的五家智库机构日前联合发起了数据利用与数据治理的系列论坛，第一期研讨会主题是“企业数据利用与治理”。清华大学公共管理学院教授、人工智能国际治理研究院副院长梁正在会上以“公私合作的数据治理模式”为主题做了相关介绍。



梁正

联合国全球脉动计划(United Nations Global Pulse)“数据和治理”负责人米拉·罗曼诺夫曾表示：“我们需要一个框架，允许政府相关部门和企业进行合作，以对公共利益作出适当回应。”

当前，各国正在积极谋求数据治理公私合作的新途径。不过，数据协作治理并不意味着政府的企业化抑或企业的政府化，而是需要各方在发挥自身优势的基础上，实现跨边界的合作。

我认为，可以用公私合作的数据治理模式来解决这一问题。这种模式包括数据价值的来源、企业数据利用治理的现状、治理的目标和遵循的原则，以及数据治理公私合作模式的发展方向等几个方面。

首先，要明确数据价值的来源。企业对数据的合理合法利用，一方面可以提升企业经营效率、改进产品和服务，为企业自身创造价值；另一方面可以改善消费体验、增加用户黏性，为消费者创造价值。与此同时，通过跨领域、跨平台的数据开放，还可以挖掘潜在商机、创新商业模式，开辟新的行业和价值来源。数字时代，除了数据的商业价值，我们还应高度关注数据的公共价值，或者说非商业的价值和效用。比如企业数据向政府开放。这样就可以提升行政决策能力和水平，又能提高行政执行的效

耦合方式，如电磁感应，代表有 Qi 标准，工作在数百千赫兹的低频频段，是目前的主流标准；二是磁场共振方式，代表有 Air-Fuel 标准，工作在兆赫兹频段，主要针对电动汽车领域；三是非耦合方式，通过无线进行电力传输的无线充电，包括射频、激光、超声、红外等。

在戴海鹏看来，目前公开的隔空充电技术基本实现真正高效远距离隔空充电，多个设备同时充电，且能够克服异物遮挡影响并支持移动充电。

这些年来，无线充电技术在家用电器设备、智能家居、医疗设备、工业机器人、物联网、水下探测设备、交通和航空航天等领域的研究成果越来越多。有学者统计，近十几年，该领域发表的相关文献总体呈现增长趋势，其中 2015 年出现快速增长。并且，在全球范围内，我国发表的相关文献最多。例如，在 2017-2019 年发表的无线充电技术相关的 1070 篇论文中，共有 15 篇高被引论文，中国研究成果达 8 篇。

研究人员在选取 2017-2019 年发表的 1070 篇文献进一步分析时发现，基于实际应用场景研究成果总量有 311 篇，其中以传感器、电子设备、电动汽车领域为主。

然而，自尼古拉·特斯拉开始，无线充电

技术经历了一百多年的探索，至今仍然未能达到兼顾远距离、高功率、安全的实用要求。

“目前的无线充电技术很难同时兼顾传输功率与传输距离。”同济大学一位专家告诉《中国科学报》，磁感应、磁共振充电技术发射端和接收端的能量转换效率较高，但难以实现远距离供电；射频、激光无线充电技术，由于电磁辐射，大部分能量损耗在传输过程中，或因安全、移动等限制了输出功率。

上述两款隔空充电归于戴海鹏所介绍的电磁感应类型。“但有别于传统厘米甚至毫米距离的近场电磁耦合无线充电技术，它们利用远场电磁耦合实现无线充电。”

戴海鹏进一步介绍道，远场电磁耦合技术在充电器端使用天线将能量以较高频率电磁波形式发送给终端设备，小米公司利用天线接收电磁波并进行能量转化。正是由于使用天线发射和接收电磁波，此项技术得以突破传统距离的限制。

## 场景和功率是关键

隔空充电技术虽然有市场需求，但关键还要看应用场景和充电功率。

根据小米公司公布的视频信息，其隔空充电功率为 5 瓦。“相比手机动辄数十瓦的充电功率，还是略显不足。”戴海鹏表示。

在他看来，其最大的潜在应用场景可能是智能家居领域，为一些智能门锁等小功率产品进行供电，特别是一些家用小型传感器。“这些传感器目前普遍功耗较低，因此导致测量范围、灵敏度等性能受到较大制约，提供的数据不够精确。”

小米公司随后公布了一些补充信息，表示其自主研发的隔空充电技术还可以为智能手表、手环等穿戴设备隔空充电，未来音箱、台灯等小型智能家居产品也可实现无线供电，摆脱线材的束缚。

而目前市场上在售的部分品牌智能手机无线充电的功率已达到 50 瓦，同时有进一步向高功率发展的趋势。例如，小米公司在 2020 年 10 月曾宣布其无线充电首次跨过 80 瓦大关，打破全球手机无线充电纪录。

不过，2 月 19 日，工业和信息化部发布了《无线充电(电力传输)设备无线电管理暂行规定(征求意见稿)》(以下简称征求意见稿)，规定适用于移动、便携式以及电动汽车(含摩托车)的无线设备，并要求移动和便携式无线充电设备应当工作在 100-148.5kHz、6765-6795kHz、13553-13567kHz 频段，且额定传输功率不超过 50 瓦，辐射参数应当满足《无线充电(电力传输)设备技术要求》。

如果上述文件在正式发布前保留这一要求，就意味着智能手机无线充电“功率竞赛”将于 2022 年 1 月 1 日终止。

除要考虑场景、功率外，隔空充电的成本也是问题，如小米公司的隔空充电技术



所需要的充电桩的造价。

戴海鹏表示，考虑到隔空充电涉及毫米波、调制、发射、相控阵天线等技术，整个系统的实现需要借助一系列高成本的元器件和技术专利。“即使产品面世，价格可能也在上千元乃至上万元级别，当前阶段难以真正将产品落地进入民用市场。”

## 电磁辐射不容忽视

值得一提的是，摩托罗拉最初公布的视频中，当用手遮挡发射器时，隔空充电立刻停止。“这是专门为用户健康开发的安全设置。”联想中国区手机业务部总经理陈劲对此解释称，“是工程设计的人机保护常识。”

随后，摩托罗拉再次更新了自家隔空充电技术视频。从视频中可以看出，在放置多种异物进行阻挡后，手机依然可以正常充电。

类似于隔空充电这种携带能量的高频电磁波对人体有害，是业界共识。

早在 2014 年，南京大学先进网络与数据科学研究所(LANDS)就开始关注无线充电过程中的电磁辐射安全问题，也是在我国率先提出并研究电磁辐射安全问题的科研团队。戴海鹏介绍道，已有众多学者致力于研究电磁辐射对人体生理健康的影响，并证实暴露的高电磁辐射对人体健康会产生危害，有可能导致精神疾病、组织损伤和脑肿瘤。

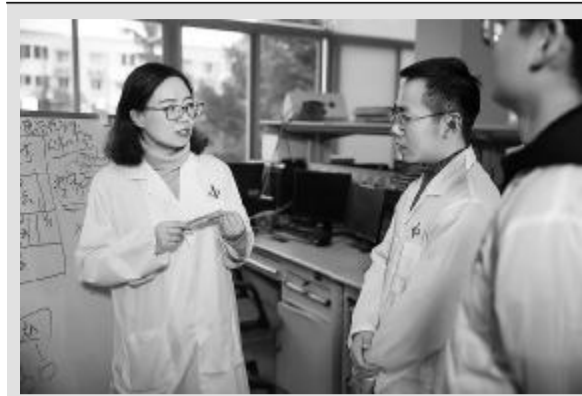
除此之外，相关研究也表明，孕妇和儿童更易受到电磁辐射的影响，且发现儿童的头部对电磁辐射的吸收能力超过成年人两倍，颅骨骨髓的吸收能力超过成年人十倍。

《电磁环境控制限值》是我国现行的电磁辐射环境质量标准，其对公众暴露控制限制、评价方法等均有要求。“对照世界上大部分国家都遵循的国际非电离辐射防护委员会推荐限值标准，我国执行的限值标准更为严格。”戴海鹏说。

随着电动汽车的发展和流行，我国在 2020 年发布了相应的标准。该标准规定了对电动汽车进行无线充电时，电动汽车内外的电磁环境限值和测试方法。

“不同的电器，电磁波的频率可能并不相同，但其辐射总量还是会叠加。”戴海鹏表示，这也是需要关注的问题。不过，“国内外电磁辐射标准都对不同频率电磁波辐射叠加影响有相应的衡量方法和阈值限制”。

## 一所一人一事



周璐春(左一)对研究生进行课题指导

### 周璐春

中科院光电技术研究所研究员、硕士生导师，从事自适应光学高分辨成像技术的相关研究工作，并取得一系列创新性成果，先后荣获 4 项省部级一等奖、1 项中科院杰出科技成就奖，并获取 17 项发明专利授权(其中第一发明人 7 项)。

“特别能吃苦，也特别能战斗”，这是团队成员们对中科院光电技术研究所研究员周璐春的评价。

周璐春一直在用实际行动，体现一个新时代女性科研工作者的“家国情怀”，为祖国的自适应光学高分辨成像领域奉献自己的光和热。

## 抓住机遇实现弯道超车

周璐春刚参加工作时，我国正面临自适应光学高分辨成像技术从实验室样机走向工程应用的重要转型时期，而她所在的波前控制器团队则全力以赴开展技术攻关。

当时，网络和计算机技术比较落后，完成一次设计验证的周期很长。为了按时完成任务，周璐春和同事每天都在与时间赛跑，工作到凌晨两三点钟是常事。经过不懈努力，研发团队最终通过采用现场可编程逻辑芯片+实时数字信号处理芯片的架构，将当时的波前控制器从十几块板卡的处理阵列压缩到单块板卡，实现了我国自适应光学波前控制器对国外同类技术的弯道超车。

同时，周璐春提出的多通道像素级并行处理技术将波前控制器的计算延时由原来的毫秒量级压缩到微秒量级，也为自适应光学技术应用到更大口径的望远镜系统中提供了可能性。

“我们没有雄厚的技术基础，为了赶上国外同行的脚步，只能利用每次技术变革的时机，抓住机遇实现弯道追赶并最终超越。”这是她经常和同事、学生讨论的话题。

为了能够抓住每一次可能出现的机遇，周璐春带领的团队一直紧跟 IT 技术的发展，实现了自适应光学波前控制器的一系列升级换代，处理能力从 61 单元提升到了几千单元，实现形式也由最初的一嵌入式平台升级为现在基于光纤延迟交换的多平台并行处理集群式控制系统，最终站到了和国外同行相同的起跑线上。

## 为了对得起“光电人”这个身份

为了避免人类活动对光学望远镜成像质量的影响，配备了自适应光学设备的望远镜通常位于人烟稀少的野外高原。在最紧张的时期，周璐春需要同时在几台设备间不停转场进行设备调试，经常独自一人坐夜班飞机赶往外场，通宵进行设备调试，调试完成后又赶早班飞机到下一个设备场地进行调试。

家人、朋友都对周璐春选择这种辛苦的工作方式感到不解，但她总是自豪地说：“这就是我们光电人的特点！”

为了能够对得起“光电人”这个身份，周璐春曾经连着两年，每年在我国的沙漠地区连续工作半年不回家；为了能够对得起“光电人”这个身份，在生小孩的前一天她还在和同事们一起调试设备，共同奋斗。

## 既是导师也是朋友

除了科研，身为导师的周璐春对学生来说，亦师亦友。每当新学生进所时，周璐春首先要做的就是和学生沟通，了解其发展意愿、学习目的和特长，然后结合当前电子行业的热门技术，选择对应课题让学生进行研究，因材施教。

由于学生研究的课题都是他们自己喜欢的，课题进展很快，毕业后也纷纷找到心仪的工作，或者申请到世界一流大学计算机学院进行深造。

而在生活上，良师周璐春又是学生的朋友。在学生眼中“基本没有周老师接不上的梗”。他们一起讨论体育、旅游、明星、段子，即使年龄相差了十几岁，也依然可以一起开玩笑、策划购物旅行计划。

除了学生，周璐春还是团队成员的知心朋友，是他们口中“最亲切的‘周姐’”。

作为团队负责人，她努力将每个成员的个人发展和工作需求完美结合，按需分配工作。同时，她还积极为团队小伙伴争取发声机会，让他们的努力能够被看到、被承认。

当团队成员在私人生活上遇到困难时，她总能及时伸出援手，助他们渡过难关。

刻苦钻研，不辞辛劳，深耕自适应光学高分辨成像领域；关爱学生，关心同事，构建和谐有爱的集体，这就是周璐春一个新时代女性科研工作者的力量。

(作者单位：中科院光电技术研究所)

特别能吃苦，也特别能战斗

——记中科院光电技术研究所研究员周璐春

■高国庆

(本报记者沈春蕾整理)