

# 无线输电：作别插座时代



本报记者 彭训文

专家表示，这样的实验意味着人类可能实现大规模、中长距离的无线输电，并使之商业化。正如三菱重工在一份声明中所说：“我们确信，这次实验表明无线输电商业化已经成为可能。”

但真正要实现这个梦想，还需要解决诸如传输效率等问题。“10千瓦的电力，经过500米的传输距离后，只是点亮了一只LED灯。我们都知道LED灯的功率很小，这就说明在传输过程中，相当大部分的能量发散掉了。”中科院电工研究所研究员廖承林在接受采访时说。

更有意味的是，三菱重工和JAXA均选择利用微波传送电能，这恰好印证了日本因为能源短缺而一直深耕太空太阳能发电的战略。三菱重工同时表示，这一技术将会被用于太空太阳能发电系统(SSPS)。该公司计划在2030年至2040年运用该技术，将太空的发电装置获得的电能通过微波向地面传输。据估算，如果使用直径两三公里的巨大太阳能电池板进行太空发电，将能达到一台常用的百万千瓦装机容量容量的核电机组发电水平。

当然，其面临的难题将会更多。不仅传输效率要进一步提高，微波传输路径需要缩小，发电站的输出功率还必须非常大。“可能达到兆瓦级。”中科院上海微系统与信息技术研究所研究员俞凯表示。

尽管困难重重，但就是这样“一小步”，有历史意义，因为这可能是人类未来高效利用电能、太阳能的“一大步”。

### 三技术实现输电无线化

无线输电，指不经过电缆将电能从发电装置传送到接收端的技术。今天，我们的电话、网络等通信技术早已实现了从有线到无线的飞跃，为什么无线输电还相对滞后？

事实上，早在19世纪上半叶，人类就有了用无线方式输送电力的想法。最早可以追溯到美国科学狂人尼古拉·特斯拉。

那时，电磁铁问世不久，电磁感应现象也刚被发现，特斯拉设计了一个简单的无线输电装置：把一个线圈连接在电源上，作为发射器传输能量；另一个线圈连着灯泡，作为能量接收器。通电后，发射器能够以10兆赫兹的频率振动，另一个线圈连着的灯泡将被点亮。这便是著名的“特斯拉线圈”的由来。

特斯拉的设想在理论上是可行的，但实际操作面临着这样一个难题：如何提高传输效率？因为电磁波在自由空间传输能量的过程中会向四面八方散发，特别是微波，散射在空间，能量衰减更快。这成为无数科学家在接下来的百余年里研究的瓶颈。

直到2009年，美国麻省理工学院物理学家

马林·绍利亚契奇还没有准备好做这一难题的“终结者”，因为他在发明一项功效卓著的无线输电系统前，曾经一连3个晚上被手机“电量不足”的“滴滴”声吵醒，他继而想到：“为什么墙里的电不能直接传输给我的手机呢？”

这便是电磁共振无线输电技术的由来。按照此理论，只要让电磁能发射器同接收设备在相同频率上产生共振，它们之间就可以进行能量互换。

利用这一原理，绍利亚契奇和他的团队成功地在一盏距发射器2.13米开外的60瓦电灯点亮，且传输效率大幅提高。自此，全世界很多科学家开始基于这一实验展开了后续研究。有专家表示，这种技术可以实现10米左右距离的室内无线输电。

而对于一些低功率近程的电能传送来说，电磁感应无线输电技术无疑更为适合。因为通过电磁感应，发射线圈和接收线圈之间可以利用磁耦合来传递电能。当然，这种距离要求非常近，约在1厘米以下，可以用相互“贴着”来形容。

此外，如果要实现高功率远程电力传送，则只能依靠微波或激光的远场辐射技术来进行。因为无线电波波长越短，其定向性越好，弥散越小。

日本科学家们最近所取得的突破，即基于微波的这一特性。正如中科院电工研究所研究员刘国强所解释的，“利用微波源，把直流电转变为微波，然后将微波能量聚焦起来，由天线发射出去，再被接收天线收集，经微波整流器整理后重新转变为直流电输出。”

### 跑赢无线输电竞赛

近年来，有线输电的成本和污染呈增长趋势，而各类能源引发的战争及公共危机也越来越多。无线输电技术研究商业运用的风起云涌，事实上已经在推动着各国加大对这一领域的投入力度。

按照输电距离来分，无线输电技术

的发展趋势大体可分为三个方向：其一是商业化前景更好的近距离无线输电，主要包括新能源汽车、家电等；其二是中长距离的无线输电，例如在高山、森林、海岛、沙漠等地进行无线输电。其三是在太空太阳能输电方面，新世纪以后，日本、美国、俄罗斯、欧洲、印度等国家和组织，都相继提出了在未来建设空间太阳能电站的计划。

3月21日早上8时20分，一岁两个月的小阿豆在妈妈王琳琳女士的带领下登上了海南航空HU7604航班波音737-800型客机。不同于以往的飞行，这次飞行是中国民航首次使用由地沟油转化而来的生物燃油进行商业载客，小阿豆成为这架绿色航班的最小旅客。

### “绿色航班”首飞 飞行体验没啥不同

张宇是海航HU7604航班的乘务长，21日当天，她陪同156名乘客经历了此次飞行，飞行途中她耐心细致地向乘客介绍生物燃油的相关情况。

客舱中，乘客们轻松地愉快地交谈着。谈及飞行体验，乘客钟女士面带微笑地告诉记者，跟普通航班并没有什么不同，起飞时好像还稳一些。航班起飞前海航就已经电话告知她这次飞行使用的是生物燃油，“这是一次很有意思的体验。”

驾驶舱里，执行此次飞行的海南航空副总裁蒲明说：“今天的飞行很顺利，生物燃油在飞机驾驶、操控等方面和传统石油燃料没有任何区别。很高兴今天能够执飞本次航班，见证中国民航和环境保护事业具有里程碑意义的时刻。”

飞机平稳降落，乘客们结束了绿色飞行。这架属于海南航空公司的波音737飞机使用的生物燃油是由中石化从中国餐馆收集的餐饮废油转化而来，经过加氢处理后与普通航空油按照1:1的比例调和而成，并已经过长达5年的研发和安全检测。

追溯我国地沟油变航空油的全过程可发现：2009年，中国石化启动生物航空油研发工作，成功开发出具有自主知识产权的生物航空油生产技术；2013年4月24日，中国石化1号生物航空油在上海虹桥机场由东航成功完成技术试飞；2014年2月12日，中国石化获得中国民航局颁发的中国第一张生物航空油适航许可证，可投入商业化应用。

### 废弃油脂变宝 十年来规模化使用

地沟油如何变废为宝？

答案就在中国石化炼化杭州石化生产基地中，这里有国内第一条地沟油转化为生物航空油的生产线，包括储料罐、反应池、蒸馏塔等生产装置。

这一生产线于2011年9月建成，却不同于原有的加氢脱氧技术。据北京航空航天大学发动机系博士程源介绍，地沟油成分和航空油有较大差别，地沟油含有较多脂类，而航空油为多组分氢化化合物的混合物，需对地沟油做加氢处理。同时，由于地沟油原料成分比较复杂，转化为生物航空油，需进行一定的除氧过程，转化为一种中间化工品。

据参与航空煤油项目中试阶段的浙江大洋生物科技集团研发中心主任工程师王国平介绍，这个地沟油变航空油的技术工艺流程共分三步。

首先，使用催化剂进一步对地沟油脱水脱氧，从而成为初步的生物柴油。其次，将生物柴油通过催化剂在高温高压的条件下进行加氢处理。这一步十分关键，能使生物柴油转变为多种有机物的混合物，其中就含有作为最终目标的航空煤油。最后，将上一步骤得到的混合物在分馏塔中分馏，利用这些有机物沸点不同的特性，最终分馏出包括航空煤油在内的多种产物。

其实，在世界范围内，生物燃油投入航空商业运营的成功范例并不少。2011年英国汤姆森航空公司用废弃油提炼出航空燃料且试航成功，该技术领先中国近3年。目前，欧洲80%的废弃油脂已被制成生物燃油，欧洲已成为全球最大的生物燃油市场，但国内还未大规模投入使用。中国科学院广州能源研究所副所长马隆龙预测，“再过10年，我们能够看到航空生物燃料的商业规模化使用。”



装有生物航空油的车辆开往机场

### 助力清洁飞行 碳排放减少一半多

如今，环保话题已深入人心，节能减排是航空事业所追求的一大目标。生物航空油是目前努力的方向之一。与传统石油基航空煤油相比，它的最大优势是降低二氧化碳排放量。波音公司调查显示，飞机改用生物航空油可使二氧化碳排放量减少50%-80%，这将使飞机飞得更清洁。原因在于炼制、燃烧化石燃料会产生大量温室气体，而生物燃料则属于非化石能源，不含芳烃、硫和重金属等，可谓真正的“清洁能源”。

为何目前全球航空业使用生物燃料的比例仍不足1%呢？“价格、价格还是价格”，芬兰航空公司副总裁卡迪·伊哈麦基给出了答案。据了解，以国际标准测算，生物航空油的生产成本是原航空煤油的2至3倍，航空成本在航空公司的总成本中所占的比例高达35%。

对此，有航空公司人士表示，如果没有国家补贴等政策支持，生物航空油的价格肯定居高不下，这会严重影响航空公司购买的积极性。

然而，绿色低碳发展已成为全球共识。在中国民航局计划司巡视员吉原看来，生物航空油是未来全球航空燃料发展的重要方向。他表示，“我国是年消费量2000多万吨的航空燃料消费大国，石油资源总有一天会被采完。”

国际航空运输协会预测，2030年生物航空油将达到航空总量的30%，这意味着生物航空油在我国发展前景广阔，且其投入使用将有助于我国实现2020年单位国内生产总值二氧化碳排放下降40%至50%的目标。



乘坐本次绿色航班的三位美国旅客。

中国一厂家生产的应用无线输电技术的“无尾电视”。



日本科学家近日用于无线输电实验的相关设备。

在3.6万千米的太空中，一座表面布满了光伏面板的太阳能发电卫星静静伫立，将收集到的太阳能源源不断地传回地球，向城市供电。实际上，它的转化效率比在地球上高出10倍，而且永不间歇。这种似乎只存在于科幻片，或者《三体》等科幻小说中的场景，如今有了实现的可能。

最近，日本科学家接连发布微波无线输电技术的最新成果。而在国内，我国科学家近年来也不断在公交车、高铁、“无尾电视”、手机等领域实现无线输电的各项突破。

人类作别插座的时代来真的来临了吗？下面，让我们追寻电能的踪迹，探寻国内外科学家们如何摆脱电线，将电能安全送达目的地。

### 百米无线点灯创历史

说起输电，你也许马上会想到粗壮的高压线，或者家里那些“剪不断，理还乱”的各式插座、电线。近年来，随着科学技术的进步发展，科学家们对无线输电研究的进一步深入，一些改变正在发生。

就在两周前，日本宇宙航空研究开发机构(JAXA)宣布，研究人员利用微波，将1.8千瓦电力以无线方式，精准地传输到55米距离外的一个接收装置。虽然这样的电力只够用来启动一个电热水壶，但消息一经发出，便引发人们的广泛关注。

仅1天后，日本三菱重工也宣布，科研人员将10千瓦电力转换成微波后输送，其中部分电能成功点亮了500米外接装置上的LED灯，成为迄今为止日本成功实验中距离最长、电力最大的一次。



美国麻省理工学院6人工作小组实现了两边相隔两米的铜线圈间的无线电力传输，并点亮了一个灯泡。

如何跑赢这场无线输电技术的竞赛，据本报记者观察，我国在结合自身实际基础上，将力量主要集中在短距离无线输电领域，进行着“积小胜为大胜”的技术积累。

早在2010年国际消费电子展上，海尔集团就推出了世界上首台“无尾电视”——电视后面的电源线、信号线、网络线等“尾巴”都被割掉了。这是无线电力传输技术首次成功应用于电视接收终端。如今，这种技术在我国在手机、移动电源、冰箱、厨房小家电等生活产品中已广泛试水。

“我们正在一个全新蓝海里快速划船。”中兴新能源汽车公司副总裁田锋则如此形容国内无线输电技术发展速度。

去年，该公司在湖北省襄阳市构建了中国第一条无线充电公交线路，全球首台无线充电社区巴士也在成都上线。来自成都公交的实际使用数据显示，只需耗时不到8分钟，所充电量即可满足新能源公交车一圈8公里的行驶线路，充电整体效率达90%。同年底，“大功率无线充电技术”项目首次进入我国“863计划”新能源汽车项目指南，电动汽车无线充电技术迎来重大发展机遇。

杨庆新则对高铁无线供电情有独钟。作为天津工业大学工程电磁场与磁

技术研究团队的负责人，去年，他领导研制的高速列车无线电能传输技术，被中国科学技术协会列为10项引领未来的科学技术之一。

这种悬挂式发射线圈技术，发射端被固定在铁路上方。接收端被置于列车顶部，代替了传统的受电弓滑板和接触网滑动取电的方式，发射端与接收端之间允许存在数十厘米的间隙，不仅极大提高了绝缘强度和受流质量，而且从根本上解决了因为磨损、覆冰而断电的问题，被认为有望革新高铁列车供电模式。

可以预料的是，经过在小功率、短距离无线输电上的技术积累，我国科学家将努力成为世界无线输电技术研究的生力军。当然，要真正实现人类无线化，实现大功率、长距离无线输电甚至是太空太阳能无线传输，人类仍有一段很长的路要走。不过，科学家们正在不断点亮新的路灯，它们终将光照未来！



首创无尾电视 不用电源线 信号线 网络线

无尾电视

## 中国欲成无线输电生力军

本报记者 彭训文