



# 美国5G部署对航空飞行安全干扰问题引发业界争议

| 陈蕾

近来，随着美国5G中低频段资源陆续被拍卖，引起了航空业的担忧，认为在该频段部署的5G网络可能会对飞机的无线电高度计产生干扰，造成安全隐患。美国联邦航空局（FAA）于2022年1月13日发布了1500个飞行通告，用于标识可能存在的干扰，主要针对即将使用5G中低频段C波段服务的公共机场，包括FAA最近确定的50个设立5G缓冲区的机场。波音与空客也针对这个问题对美国政府发出了警告。

## 5G对无线电高度计干扰问题缘由

（一）5G中低频段对美国的5G商用部署尤为重要

5G将主要使用两种频段：中低频段（6吉赫兹以下）用于提供5G的连续覆盖、基本容量和高移动性；毫米波频段（24吉赫兹以上）用于优化5G传输速率和系统容量上限。由于美国5G中低频段大部分被军队及航空占用，

美国联邦通信委员会（FCC）早期主推5G毫米波频段。然而毫米波传播特性差，技术实现难度高，网络建设低效且成本高。欧洲和亚洲的一些国家在2018至2019年已经完成了5G频谱分配，5G中低频段商用部署速度超过了美国。为加速美国5G商用进程，FCC在2020年12月及2021年11月分别以809亿美元和219亿美元的价格完成了5G中低频段的拍卖。

（二）RTCA警告5G中低频段将对航空无线电高度计产生干扰

2020年4月，国际航空无线电技术委员会（RTCA）成立5G工作组，成员包括来自RTCA、FAA、飞机和无线电高度计制造商、欧洲民用航空设备组织（EUROCAE）等行业组织和航空运营商，评估5G对航空无线电高度计等机载设备的干扰。航空无线电高度计是飞行员在低能见度条件下进行进近和着陆的重要参照，飞机上的自动和手动飞行导航系统都依赖精确的无线电高度计数据输入，其工作频段是4.2至4.4吉赫兹，与美国的

5G中低频段的3.7至3.98吉赫兹十分接近。

经过评估，RTCA于2020年10月发布报告称，3.7至3.98吉赫兹频段的5G通信系统存在对各类民用飞机无线电高度计造成有害干扰的重大风险，这种干扰可能导致无线电高度计无法正常工作甚至提供错误信息，影响民用飞机上的仪表着陆系统、发动机与制动系统等，甚至导致灾难性事故。

## 航空业与电信业就5G干扰问题采取了不同应对措施

（一）FAA发布应对5G干扰的适航指令，波音与空客等提交限制机场5G网络的提案



根据RTCA的报告，FAA进行了风险评估，认为5G中低频段可能对所有配备无线电高度计的飞机造成干扰。为保证飞行安全，FAA于2021年12月7日针对运输和通勤类飞机以及直升机发布了两份适航指令，要求修订现有的飞机飞行手册和旋翼机飞行手册，当飞行通告识别出存在5G中低频段干扰时，禁止需要无线电高度计的操作，这可能会大幅降低航空运营能力。

随后，空客美国公司在2021年12月发布的一份声明中表示其与波音一直在与美国其他航空业利益相关者合作，以了解无线电高度计可能受到的5G干扰，并已在美国运输部提交了一份航空安全提案，限制机场与其他关键地区的5G蜂窝数据传输，以缓解

潜在风险。

（二）电信业认为干扰证据并不充分，运营商被迫放缓部署计划

FCC表示此前他们向航空界通报过中低频段5G网络的部署计划，并建议航空界对可能会影响的雷达高度计进行升级换代，替换掉当前的4.2到4.4吉赫兹频率，然而FAA和航空工业界并没有采取任何有效行动。美国无线电通信与互联网协会（CTIA）则表示5G是安全的，并指责航空业散布恐慌与歪曲事实，协会首席执行官表示推迟5G部署一年将损失500亿美元的经济增长。美国电信运营商AT&T和Verizon公司也表示，目前全球有40多个国家部署了数十万个中低频段5G基站，但并没有雷达高度计受影响的报告，FAA也没有提醒在这些国家运营的美国飞机或美国航空公司注意这些5G信号的影响。

尽管矛盾没有完全解决，但航空和电信业目前已达成“休战”协议。FAA于2022年1月7日公布的设立5G“缓冲区”机场名单声明中，电信运营商已经同意关闭部分机场的5G中低频段发射器，并在这些机场附近进行为期六个月的调整，例如将天线角度向下倾斜等，以尽量减少5G对飞机着陆的潜在干扰。

## 思考与启示

（一）5G是否会对飞机安全造成威胁仍存在争议，需要密切关注其发展动向

根据美国航空业和电信业的说法，

# 加拿大两所大学联合研发用于无人机的无线电力传输系统

| 石峰

在最近发表于《能源》杂志的一份研究报告中，加拿大蒙特利尔理工学院和舍布鲁克大学研究团队为22千瓦无人机开发了一种基于35GHz微波频率的低成本、紧凑型无线电力传输系统（WPTS）。

该WPTS系统的发射和接收组件的优化尺寸分别为108平方米和90平方米。线性极化矩形微带贴片天线阵具有高增益（13.4dBi）、高指向性（14dBi）和高效率（85%）等优势特点，其射频（RF）矩形天线（rectenna）系统在9~18dBm射频输入范围和3.5V直流输出电压限制条件下，能量转换效率为80%。

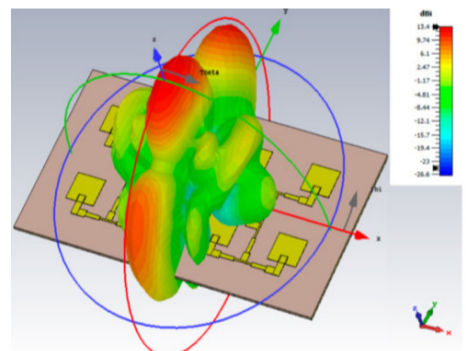
无线电力传输系统（WPTS）是一种成本效益较高的长航时电动无人机领域研究课题。目前，采用微波功率传输系统（MPTS）的电动无人机已达到高达95%的能源使用效率，而基于汽油能源的飞机能源使用效率仅为18%~23%。此外，由于采用MPTS系统的无人机没有任何机载储能系统要求，这些电动无人机的重量更轻，运行更安静，系统也更可靠。

无线MPTS系统（WMPTS）由两部分组件组成，即发射天线（Tx）和接收天线或矩形天线（Rx），其机制为Tx使用微波振荡器（磁控管或速调管/klystron）将直流电转换为微波功率，以高斯束成形方式向Rx自由辐射，然后再重新转换为直流电压。

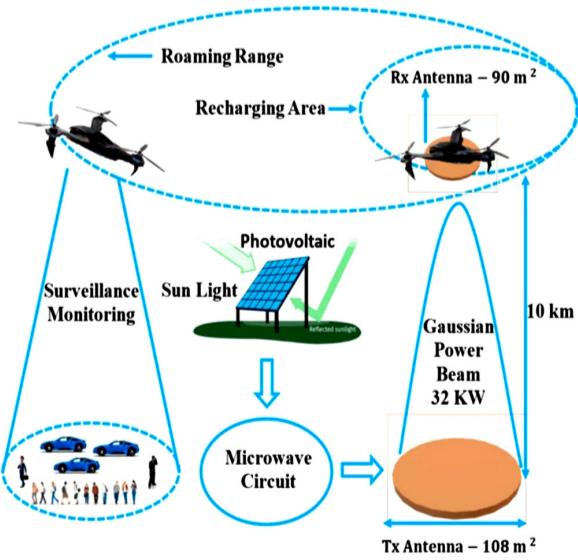
同时，为了增加矩形天线端的功率增益，WMPTS系统往往采用不同的矩形天线设计，如平面螺旋天线、偶极子天线、微带贴片和共面贴片天线等。另外，为了弥补单一天线低增益缺陷，系统在高频/毫米波频段内使用了微天线阵。常用的毫米波天线为2.45GHz、5.8GHz天线，常用的高频天线为24GHz、35GHz和94GHz天线。对于长距离传输需求来说，高频天线可有效缩减尺寸、降低成本和减少功

率损耗。

在本项研究案例中，研究团队为无人机22千瓦电驱动系统构建了WMPTS系统。系统包括光伏阵列，负责采集160千瓦太阳能，功率密度1000瓦/平方米，可



产生40千瓦直流电，转换效率为25%。随后，直流电被转换为微波，功率为32千瓦，在微带贴片Tx中的转换效率为80%。考虑到大气传输引起的功率损耗、矩形天线端的转换效率和10千米有效传输距离等限制条件，能够为22千瓦无人机传输32千瓦微波能量，传输平稳且不间断。



研究团队还基于两部天线的功率传输和接收能力测量了Tx和Rx的优化尺寸。对于32千瓦发射功率Tx来说，所需功率密度为300瓦/平方米，组件面积为108平方米；对于27千瓦接收功率Rx来说，组件面积为90平方米。矩形天线由一部天线、一个电压倍增用二极管、一个匹配电路和一个连接电路末端的1500欧姆直流电采集电阻组成。

结合WMPTS系统微波功率传输框图可以发现，4x2贴片Tx天线阵表面电流是线性极化的，反射系数值为-33dB，适合在35GHz频率下进行点对点功率传输。由Tx天线阵的辐射模式可以发现，通过主瓣的能量最大，增益和指向性最高。微带贴片Tx天线阵在0度时的增益和指向性分别为13.4dBi和14dBi，旁瓣增益小于-11dBi。

在高级设计系统(ADS)谐波平衡(HB)分析模拟器中，以10dBm的射频输入功率/35GHz频率进行的整流非线性电路仿真显示，当3.1V电压通过1500欧姆电阻时，最大输出直流功率为0.0065瓦。此外，随频率变化，整流电路的阻抗匹配到50欧姆电阻上。采用阻抗匹配(IM)技术的整流天线在19dBm时的最大射频-直流转换效率为82%，采用IM技术后，在9~18dBm的射频输入功率范围内，射频-直流转换效率达到80%以上。

加拿大研发团队在本项研究中，为22千瓦电动无人机设计了35GHz频段WMPTS关键架构，运行范围可达10千米。研发团队将160千瓦太阳能光伏阵列、容量32千瓦的微带贴片Tx天线和最大电阻为1500欧姆的电压倍增用二极管Rx整流器进行了集成。经试验证实，在9~18dBm射频输入范围内，该系统的能量转换效率超过80%，直流输出电压为3.1V。此外，两部天线的优化尺寸分别为108平方米和90平方米。

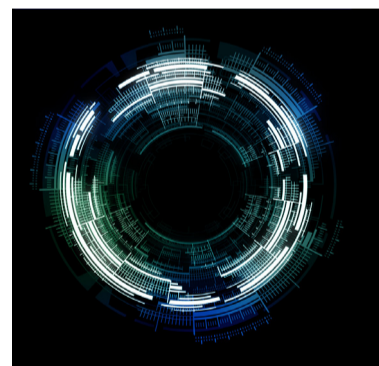
# 新算法可实现对量子器件进行高效准确的验证

在不久的将来，使用新的量子力学性质的技术可能变得很普遍。这包括使用量子信息作为输入和输出数据的设备，但由于固有的不确定性，还需要仔细验证。如果设备依赖于时间，而输出依赖于过去的输入，那么验证就更具挑战性。研究人员首次使用机器学习技术，通过在系统中加入某种记忆效应，大大提高了对依赖时间的量子器件的验证效率。

量子计算机经常登上科学媒体的头条，但大多数专家认为这些机器仍处于起步阶段。然而，量子互联网可能更为现实。与目前的互联网相比，量子互联网有显著的安全优势。但即便如此，这也依赖于尚未在实验室之外见到曙光的技术。虽然创建量子互联网设备的许多基本原理已经得到了解决，但要将这些产品付诸实用，还有许多工程上的挑战。但许多正在进行的研究正致力于创造设计量子设备的工具。

来自东京大学信息科学与技术研究院(Graduate School of Information Science and Technology at the University of Tokyo)的博士后研究员Quoc Hoan Tran和副教授Kohei Nakajima首创了一种工具，这种工具可以使验证量子器件的行为比目前更高效、更精确。他们贡献的算法可以通过简单地学习量子输入和输出之间的关系，重建一个随时间变化的量子工作原理装置。这种方法实际上在探索经典物理时很常见，但由于量子信息通常很难存储，所以也难以实现。

“基于输入和输出来描述量子系统的技术叫做量子过程层析成像。”Tran说：“然而，许多研究人员现在发现他们的量子系统表现出某种记忆效应，即当前状态会受到先前状态的影响。这意



味着对输入和输出状态的简单检查不能描述系统的时间依赖性。你可以在每次时间更改后重复对系统进行建模，但这将极大地降低计算效率。我们的目标是接受这种记忆效应并将其用于我们的优势，而不是强行克服它。”

Tran和Nakajima转向机器学习的一种叫做量子计算的技术来构建他们的新算法。这种算法将学习量子系统随时间变化的输入和输出模式，并有效地猜测这些模式将如何变化，即使是在算法尚未见过的情况下也是如此。由于它不需要像经验主义的方法那样了解量子系统的内部工作原理，它只需要了解输入和输出，所以该团队的算法可以 simpler，也能更快地产生结果。

“目前，我们的算法可以模拟某种量子系统，但假想中的设备在处理能力和记忆效果上可能有很大的差异。因此，研究的下一个阶段将是拓宽我们算法的能力，从本质上使一些东西更通用，从而更有用。”Tran说，“对量子机器学习方法可以做的事情，以及它们可能产生的假想装置感到兴奋。”该研究发表于《物理理论快报》(Physical Review Letters)。(赵书轩)

# 英国Space Power公司计划开发在轨激光能量传输技术

英国初创企业Space Power公司正与萨里大学开展合作，计划通过“空间研究和创新技术网络”(SPRINT)项目，开发在轨无线能量传输技术并进行演示验证。该项目资金总额达740万英镑(1010万美元)，预计在2023年之前开发可用于空间卫星的无线能量传输原型产品，并在2025年之前实现商业化。

关激光传输的初步可行性研究，将调查并验证可获得效率，测量激光传输的优势。研究人员还将收集数据，希望能够为小型卫星设计原型系统。

Space Power公司表示，无线能量传输将是有关空间基础设施的一项关键技术，可提供辅助电源并提高小型低轨道卫星效率。第一个产品将为即插即用系统，供卫星制造商用于低轨道卫星系统。通过照明光学和能量

传输的研究，希望将小型卫星的运行效率提高2倍至5倍。

使用激光为卫星供电有益于小型卫星、更简单的系统和更少的资源。目前，迫切需要更多电力来提供所需数据，以帮助人类解决气候变化、海洋污染和侵蚀以及电信问题，而无需更多、更大型卫星。(彩林)

