

提起电磁轨道炮，很多人印象中的可能还是美国电影《变形金刚2》里，美军军舰上装备的电磁炮轰击金字塔上霸天虎的镜头，其巨大威力给人留下深刻印象。现实中，作为一种“改变规则”的未来武器，多国都在致力于电磁轨道炮的研发。最近，日本海上自卫队试验舰“飞鸟”号舰尾出现的电磁轨道炮炮塔引发外界关注，这是日本舰载电磁炮系统的首次完整公开亮相。

主笔 赵世峰

## 日本研发进入第二阶段

近日，一位日本网友在社交平台X上发布的几张被认为是日本海上自卫队横须贺基地的照片，意外曝光了日本研发中的新型电磁轨道炮。相关照片显示，日本海上自卫队试验舰“飞鸟”号舰尾出现了电磁轨道炮的新型炮塔。据介绍，“飞鸟”号是日本海上自卫队专门测试新武器的平台，2023年电磁轨道炮的首次试射便是在“飞鸟”号上进行的。

日本防卫省下属防卫装备厅2023年10月17日在社交媒体X上发文称，日本在海上进行了“世界上首次”电磁轨道炮试射。日本防卫装备厅发布的视频展示了从不同角度拍摄的电磁炮发射画面，尽管细节未公开，但据称炮弹穿透了两层以上的钢板。根据日方说法，这种电磁炮主要通过发射高速弹丸用以打击海上和空中目标，未来可能发展出陆基和舰载两种版本。

资料显示，日本防卫装备厅2016年开始研发电磁加速系统，2021年制成40毫米口径的中型电磁炮。美国“动力”网站称，日本的这种电磁炮可发射重320克的钢制弹丸，弹丸初速度可达2230米/秒(6.5马赫)，炮口动能可达5兆焦耳。日本防卫装备厅声称，目标是最终使发射炮口动能达到20兆焦耳。报道称，这种电磁炮可能装备在日本未来的27DDG驱逐舰上，27DDG是日本现役“摩耶”级驱逐舰的下一代型号。

《日本经济新闻》2022年初报道，日本防卫省将研发用于拦截敌方导弹的电磁发射技术。时任日本防卫大臣岸信夫表示，2022年度着手正式研发电磁炮。报道称，日本防卫省在2022年的财政预算中提出包括65亿日元(约合3.3亿元人民币)的专项拨款，用于轨道炮设备的原型开发，声称电磁炮将是日本加强威慑能力的一环。

日本《产经新闻》当时援引一名防卫省官员的话报道，美国开发电磁炮“已经达成技术目标”，但在研制舰载小型大容量电源装置方面陷入困境。报道称，日方以私营企业为主，在电源技术开发方面领先美国。日本防卫装备厅表示，希望借助民间技术推动电源小型化，期待开发出高能量密度的电池以及更耐高压的功率控制器件。为配合电磁炮项目，日本防卫省打算进一步向电源装置研制投入资金。

《日本经济新闻》去年4月22日报道，日本防卫装备厅表示，电磁炮开发计划已进入第二阶段，虽然目前还未达到可以列装的程度，但因为电磁炮备受关注，希望可以尽快投入使用。在2023年度预算中单列了160亿日元(约合8.2亿元人民币)用于开发电磁炮的连续发射技术，据称这一过程需要4到5年时间。

日本防卫装备厅的一名高级官员曾表示，美国承包商未来有可能加入日本的电磁炮计划。这将使得美国军方通过间接方式重启电磁炮开发。此前，美国军方的电磁炮研发在2022年被叫停。

## 美国电磁炮半道下马

电磁轨道炮是一种利用电磁场来发射炮弹的武器，它能够提供传统火炮无法实现的发射速度。电磁炮的主要优势包括：相对于传统武器能够实现高超音速；因为使用电能加速，所以可以很方便地调节炮口初速；炮弹尺寸小，难以被发现和

# 连年投入预算，“接棒”美国研发 日本的电磁炮“上舰”了



日本“飞鸟”号试验舰舰尾的电磁轨道炮。

拦截；成本远低于制导导弹，这也让以低成本拦截高超音速武器成为可能。

但电磁炮的研发目前面临天花板。电磁炮耗电惊人，需要庞大的供能组件，目前40毫米口径电磁炮的供电电源有4个集装箱那么大，未来电磁炮无论是舰载还是在地面部署，都需要针对其搭载平台进行定制化开发，而电源小型化是必然要攻克的难关。

另外，电磁炮还有射程不够远、炮管快速冷却难等问题需要解决。而且，电磁炮的炮弹在几毫秒内加速到每秒2000米以上，加速度巨大，产生的热量和摩擦会对内弹道造成损耗。

美国在现代电磁炮领域起步最早，上世纪70年代初就开始了相关研究，据称1980年美军的电磁炮已经能把300克的炮弹加速到每秒4000米。2005年，美国海军重启电磁炮研究，并于2007年1月16日完成首次公开测试。2010年12月10日，美国海军成功试射了由英国BAE系统公司研制的“闪电”电磁炮。设计指标显示，“闪电”电磁炮可将炮弹加速至每秒2500米，可打击180公里外的目标。

美国海军当时提出的目标是，计划研制一种可将炮弹初速度加速至7马赫、最大射程超过400公里的高功率电磁炮，研制成功后将配置在当时尚未服役的“朱姆沃尔特”级隐身驱逐舰上，全面提升该舰的对陆、对海攻击及防空能力。

2019年，美国海军测试了一种新型轨道炮，这种电磁炮成功地将弹丸加速到了每小时7400公里(6马赫)。但受制于上述研发瓶颈，美国军方致力于电磁炮开发若干年，却始终难以实现实用化。2021年，五角大楼宣布美国海军的武器研发重点转向激光武器，部分电磁炮技术和资料在2018年前后被移交给日本。2022财年，美国停止在电磁炮项目上的经费投入，意味着实质性冻结了电磁炮项目。

美国《防务新闻》的一篇报道曾谈到美军电磁炮项目面临的技术困境。美国海军在2018年就尝试将电磁炮部署到军舰上，但当时电磁炮的射程根本无法让军舰在敌方导弹覆盖外打击目标。传统火炮一般发射600次后才需要更换一次炮管，但在电磁炮测试中，美军发现这种炮管发射十几次后就必须更换。美国国会和五角大楼合计算了成本后，最终让电磁炮项目下马。

## 俄研发运用不同路径

除了美国和日本，俄罗斯、印度、土耳其等国也在着手进行电磁轨道炮的研发设计。

俄罗斯的研发由俄科学院高温联合研究所沙图拉分所承担，最初电磁炮只能发射15克的炮弹，2018年已经能以10马赫的初速度发射100克的弹丸。俄罗斯所采

取的研发路线与美国不同，美国科学家使用固体电枢轨道加速器，而俄罗斯使用的等离子电枢。

俄《消息报》2018年初报道，俄科学院高温联合研究所的工作人员找到了将等离子轨道炮威力提高5倍的方法，借助电磁场系统可将射弹助推至接近宇宙速度。俄科学院高温联合研究所沙图拉分所实验室主任弗拉基米尔·波利修克介绍称，科学家和工程师能够设计并制造新的储能电容器，其功率足以将质量为100克的物体助推至超过3000米/秒的速度。

波利修克说：“科学家在两年内将设备功重比提高了5倍——从0.8兆焦耳提高到4.8兆焦耳，已为依靠脉冲感应储能器的轨道炮试验做好准备。这种供电方式能以更高速度将能量导入等离子体，这会提高等离子活塞的温度并相应地提高速度。”不过，目前的难题仍是炮管管道制造技术，管道必须经受住巨大的热和动力负荷。波利修克说：“这类轨道炮的最大速度不超过3000米/秒，最大速度下助推器管道的寿命为1至3次发射。”

此外，据印度国防新闻网站2022年10月发布的消息，印度成功研制出国产电磁轨道炮，其炮口初始动能达到10兆焦耳。这款电磁轨道炮由印度国防研究与发展组织武器研发中心研制，对重量为80克、120克、250克、500克，口径从12毫米到45毫米的不同弹丸进行了测试。在发射中，弹丸速度超过2000米/秒。

2018年6月，土耳其一家名为Yeteknoloji的公司公开了其研发的ahi-209电磁轨道炮。公开资料显示，ahi-209电磁炮的炮口初速可达6马赫，可发射重170克、口径16毫米的专用钨合金箭形弹药，可轻松击穿75毫米厚钢板。该公司的宣传视频显示，ahi-209电磁炮两次开火射击的间隙仅为30秒，可见是在牺牲一定发射功率的情况下，大幅改进了快速充能功能，使其具备了连发射击能力，具有一定的实战价值。

除了ahi-209电磁炮，土耳其Aselsan公司在研发更大功率的TUFAN电磁轨道炮，曾在2017年的英国防务展上展出过，可根据作战需要，搭载到海、陆作战平台上。Aselsan公司称，土军计划未来将电磁轨道炮应用于地面反装甲、海上反舰甚至防空和反导作战方面。



日本“飞鸟”号试验舰及其舰尾出现的电磁轨道炮。