

# 垂直发射系统—— 军舰上的“导弹集装箱”

■李 媛 王小军

现代海军舰艇最引人注目的特征之一，是甲板上整齐排列的方形或圆形发射口——垂直发射系统(VLS)。这套系统如同军舰上的“导弹集装箱”，能够让战舰灵活搭载不同类型导弹，执行多样化作战任务。从区域防空到反舰打击，从对陆攻击到反潜作战，垂直发射系统已经成为现代水面舰艇的核心作战系统，彻底改变了海战样貌。

## 从倾斜发射到垂直发射

在垂直发射系统出现之前，海军舰艇主要采用倾斜式发射装置，这种发射方式存在明显缺陷：发射装置占用大量甲板空间，携带导弹数量有限；发射前需要转向并对准目标，反应时间长；一套装置只能搭载单一类型导弹，任务灵活性不足。20世纪60年代，苏联海军率先开始探索舰载垂直发射技术。1967年下水的苏联克列斯塔级巡洋舰是世界上首批装备垂直发射系统的舰艇。不过，这套早期的垂直发射系统的设计过于简单，只是将陆基垂直发射系统S-300搬到舰上。

在苏联尝试舰载垂直发射技术后，美国迅速跟进。20世纪70年代，美国海军推出一种结构更简单、通用性更强的舰载垂直发射系统——Mk-41，并将其安装在提康德罗加级巡洋舰上。Mk-41采用“8单元模块化结构+甲板下舱室布置+统一导弹储运发射箱”设计，是一款比较成熟的舰载垂直发射系统，能发射多种导弹，与苏联早期的“一型一弹”垂直发射系统完全不同。同一发射单元还可以根据任务改装，用于发射不同类型的导弹，具备了“导弹集装箱”的雏形。

此后，苏联/俄罗斯又开发了独具特



德国萨克森级护卫舰上的Mk41垂直发射系统发射“海麻雀”导弹瞬间。

色的左轮手枪式垂直发射系统(如S-300F“堡垒”系统)，采用旋转式发射装置。欧洲国家开发了“西瓦尔”垂直发射系统，专为“紫苑”系列防空导弹设计。

## 军舰战力“倍增器”

现代垂直发射系统作为军舰战斗力“倍增器”，核心优势首先体现在前所未有的通用性上。以美国Mk-57垂直发射系统为例，它能够兼容防空导弹(包括标准-2、标准-6、改进型“海麻雀”)、反舰导弹(如“鱼叉”)、对陆攻击导弹(如“战斧”)和反潜武器等。这种通用性使得军舰能够在出海前或任务中灵活调整导弹配置，应对多种威胁。例如，在防空压力大的区域可多配置防空导弹，在对陆打击任务中则可增加巡航导弹数量。

除了通用性，垂直发射系统还提高了舰载武器的布置效率和舰艇的快速反应能力。与倾斜发射装置只能布置在甲板上不同，垂直发射系统大多布置在甲板下方，极大地提高了舰上的空间利用

率，降低了舰体的雷达散射截面积。更重要的是在面对饱和攻击时，垂直发射系统可在极短的时间内发射多枚导弹，拦截来自不同方向的威胁，这种快速反应能力在现代反舰导弹速度不断提高的背景下尤为重要。

在技术路径上，垂直发射系统主要分为热发射和冷发射两种方式。热发射是导弹在发射井内直接点火，依靠自身动力飞出。美国Mk-41主要采用这种方式，优点是不需要额外动力系统，结构相对简单；缺点是发射井需要耐高温设施和复杂的排焰通道。冷发射是通过高压气体将导弹弹体弹出发射井，到达一定高度后再点火。俄罗斯的垂直发射系统多采用这种方式，优点是对发射井损伤小，可重复使用率高；缺点是系统设计复杂，安全风险稍高。现代垂直发射系统往往结合两种技术优点，能兼容热发射和冷发射导弹。

垂直发射系统并非孤立运作，而是与舰载雷达、火控系统、作战管理系统深度融合。例如，美国的“协同交战系统”可使配备垂直发射系统的舰艇共享

雷达数据，实现超视距拦截。这种集成化还带来了“A射B导”能力：一艘舰艇发射导弹，另一艘舰艇或飞机提供制导，从而大大扩展了作战范围。垂直发射系统在这样的网络化作战体系中扮演着“导弹集装箱”角色，是分布式杀伤链的关键节点。

## 大尺寸与智能化未来

随着导弹技术发展，未来的垂直发射系统将朝着更大尺寸方向发展，以容纳高超声速武器、激光武器电源等。例如，美国正在开发的“超大尺寸垂直发射系统”直径将达87英寸(约220厘米)，是现有系统的近两倍。同时，“一坑多弹”技术将进一步发展。Mk-41已经具备“一坑四弹”装填技术，未来将在一个单元内混装不同类型小型导弹，实现“一坑多弹”混合装填。

在智能化方面，人工智能技术将改变垂直发射系统的运作方式。未来的系统能够自动划分威胁优先级，优化导弹分配方案；预测导弹失败概率，并提前采取预防措施；根据剩余导弹数量智能规划交战策略，并与无人平台协同，实现有人-无人协同作战。

此外，垂直发射系统也将进一步与定向能武器和无人系统融合。未来军舰可能将垂直发射系统与激光武器、微波武器等定向能武器进行整合，使其搭载为这些武器提供能量的储能模块，或发射为激光指示目标的无人机。更具前景的发展方向是与无人系统结合，目前美国已测试从垂直发射系统发射“弹簧刀”巡飞弹的可行性。未来垂直发射系统可能发射无人机群、无人艇或潜航器，执行侦察、干扰甚至攻击任务。

垂直发射系统的发展历程，是海军武器系统从单一功能向多功能、从专用化向通用化演进的一个缩影。这座军舰上的“导弹集装箱”不仅提升了舰艇的火力密度和反应速度，更重要的是为海军提供了前所未有的作战灵活性。

据外媒报道，部分委内瑞拉安全人员日前表示，其在美军抓捕马杜罗的秘密行动中，疑似遭到高功率次声波武器攻击，出现鼻出血、呕吐、身体无法移动等症状。武器专家称，这些症状与暴露于高功率次声波后人体出现的症状吻合。随后，美国总统特朗普在电视采访中承认，美军在该行动中使用了“秘密声波”武器，印证了委内瑞拉安全人员的说法。

所谓次声波武器，是将高能量、低频(通常低于20赫兹)的声波，以定向、聚焦方式发射到目标人群，可对人体产生特定效应。一般来说，频率低于20赫兹的声波不会引起人的耳膜震动，但与人体器官的自然共振频率处于同一范围，能够引起人体的共振现象，进而对人体造成伤害。医学研究表明，每个人体器官都有自然的共振频率，人类头骨和大脑的共振频率在70至80赫兹，眼睛的共振频率约18赫兹，4至8赫兹范围内的低频与肺和胃的共振频率接近。如果武器发射的声波频率在这些频率附近，人体器官可能会被卷入剧烈震荡，这种共振会产生内部压力或膨胀的感觉，这也解释了委内瑞拉安全人员形容头部从内部“爆炸”的感受。高功率次声波还会导致鼻腔中脆弱的毛细血管破裂、肺组织撞击胸腔形成肺挫伤或微撕裂、肠道出血等，以及严重的大脑前庭紊乱，使人暂时或永久丧失行为能力，同时无明显外部伤害。次声波武器穿透力极强，可穿过墙壁、盔甲和软组织，即使人藏在室内、身穿厚实的防护服也难以躲避。

有外媒报道，数十年来美军一直在进行相关方面研究，已发展出包括声波武器在内的多种定向能武器，如美国海军和国内执法部门部署的远程声学装置(LRAD)，可使人出现暂时失聪、眩晕、恶心等症状；“雷电发生器”冲击波系统，可能导致气压伤(压力损伤)、内出血和失去平衡等。

分析认为，次声波武器具有隐蔽、远程、穿透性强、杀伤力可控等特点，是

# 美军疑用声波武器作战

■宁国强

现代战争中极具威慑力的非致命性武器，适用于特种作战、反恐及城市作战场景，可在短时间内使对方人员丧失战斗力。该事件警示外界，应提升对“定向能武器”等新概念武器的应对能力，同时推动国际社会建立针对此类武器运用的法律框架，避免技术滥用引发严重后果。



左图：声波武器工作原理(示意图)。右图：美军人员操作声波武器。

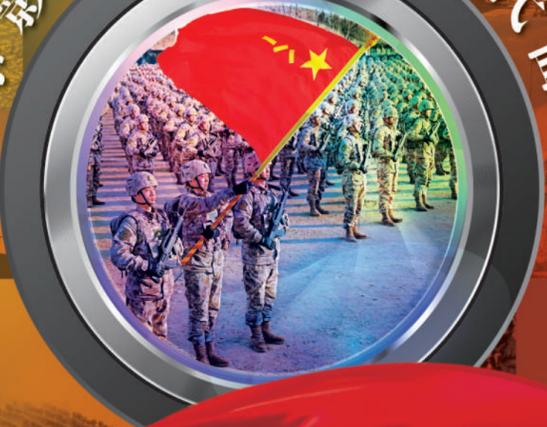
【毛泽东同志亲笔题写刊名 1951年2月创刊】  
连续10年获中国画报协会“金鼎奖”评选“最佳画报奖”



新中国60年有影响力的期刊  
第四届中国出版政府奖期刊类提名奖  
2018年“中国最美期刊”  
2018期刊数字影响力100强

# 解放军画报

军事影像史记 军旅时代面孔  
PLA PICTORIAL



一键订两二维码



月刊 全年定价180元 邮发代号2-246  
<http://www.plapic.com.cn/>

全国新闻核心期刊

国家双效新闻期刊

1958年5月创刊

# 军事记者

1958

1999

2002

2021

2025



新闻传播研究园地  
舆论斗争探析平台

全年定价72元 邮发代号82-204

刊号: ISSN 1002-4468 CN11-4467/G2  
电话: 010-68587892 地址: 北京阜外大街34号  
邮政编码: 100832 每期定价: 12.00元

