

軌道炮遠距離打擊 激光微波近程防禦

電磁武器登航母
鑄核動力超能艦

電磁發射技術是新一輪軍事科技革命的競爭高地，中國在此領域已取得重大進展。作為電磁發射技術研發龍頭的海軍工程大學，已率先提出超能艦構想，將在航母海上作戰平台上集成核能綜合電力系統與各式新型武器，如具遠射程的電磁軌道炮與近距離防衛的激光武器和高功率微波，成為具備立體化攻防的精確打擊平台，讓單艘超能艦遂行傳統艦艇編隊的作戰任務。

馬浩亮（文）

海軍工程大學教授馬偉明、魯軍勇，近日在《電工技術學報》撰文，介紹了電磁發射技術發展現狀，其中包括在軍事平台和武器領域的應用情況，並提出一系列前瞻對策。馬偉明少將是中國工程院院士、中國科協副主席，被譽為「中國電磁彈射之父」。2017年建軍90周年之際，馬偉明成為軍隊最高榮譽「八一勳章」首批10位獲得者之一。

電磁發射技術龍頭 海工大提構想

人類經歷了機械能發射、化學能發射、電磁能發射三個階段。現有的槍炮導彈等武器絕大多數都倚賴化學能，靠爆炸燃燒的能量完成推進發射、巡航飛行等。電磁發射技術是將電磁能轉化為彈丸動能，與化學發射方式相比，動能大、速度快、精度高、射程遠，炮彈體積小、質量輕，且發射過程啟動快、持續強、無噪聲、無煙霧、更高效、更隱蔽。因此，電磁發射技術在未來武器系統中佔據越來越重要的地位。

海軍工程大學是全國電磁發射技術研發的龍頭機構。第一艘國產彈射型航空母艦福建艦配備的電磁彈射和電磁阻攔系統，都得益於海軍工程大學的技術支撐。2017年，海軍工程大學首次設立電磁發射工程專業，培養電磁發射裝備技術設計、生產、管理人才。

馬偉明在文章中首次披露，海軍工程大學率先提出「超能艦」構想。這是集成電磁能武器和核能綜合電力系統的新型海上攻防一體作戰系統，將解決航母編隊等多任務平台系統複雜、協同指揮難度大的問題。文章中的超能艦構想圖，可見超能艦如航母般配有航空甲板。

超能艦上裝備有電磁軌道炮、電磁線圈炮、電磁火箭炮、激光武器、高功率微波等新型電磁能武器，並與全艦艦船技術集成，將艦船平台能量智能高效地轉換為高能武器所需的電磁能，使單艘艦船同時具備防空、反潛、反導、對海、對陸的精確打擊、持續作戰能力，從而保證單艘全能艦遂行傳統艦艇編隊的作戰任務，這將徹底顛覆海上編隊作戰方式。

搭載空水潛無人系統 全方位搜敵

超能艦的先進性表現在兩個方面。一是核能艦船綜合電力系統的應用，能將常規戰爭中不能作為武器使用的核能，通過電磁能轉換為可用的打擊能量。二是艦載高能武器系統的運用，採用電磁炮加激光武器的組合，遠距離使用電磁炮，近距離使用激光武器和高功率微波。

其中，電磁軌道炮射程遠，打擊範圍可達臨近空間。電磁發射導彈可自動重複裝填，持續作戰能力和射程大幅增加。電磁線圈炮可發射各種水中兵器，大幅提升水下攻防能力。激光武器以光速傳輸能量，瞄準即命中。高功率微波武器殺傷範圍大，能有效應對「蜂群」目標。同時，超能艦搭載空中、水面、水下無人信息系統，融合衛星網絡，實現大範圍戰場感知、信息共享。

百公斤級電磁彈 秒速數百米轟擊

電磁能武器技術包括電磁軌道炮、電磁線圈炮、電磁槍等。電磁軌道炮利用兩條平行導軌，通電後產生強大的磁場，推動彈丸沿導軌加速運動從而獲得超高速。線圈炮由環繞於炮腔的加速線圈與環繞於彈丸的彈丸線圈，互感時產生電磁力作為彈丸的加速度。

電磁線圈炮方面，美國國防部預先研究計劃局正在推進電磁迫擊炮研究，目標是將120毫米的迫擊炮彈加速到420米/秒，目前已經進入原理樣機試製階段。

而中國在這方面已實現重大突破。海軍工程大學攻克了大口徑高磁密線圈設計製造技術、緊湊型脈衝電源技術等一系列難題，實現了百公斤級一體化電磁彈出口速度達到數百米/秒以上，目

前正在發展中質量、高馬赫數（1000米/秒）電磁線圈發射技術。

電磁軌道炮初速高、射程遠，可用於遠程對海對陸精確打擊、中遠程防空反導、反臨近空間目標。海軍工程大學在發射裝置、儲能、電樞、超高速彈丸方面，開展了全面深入的研究，研製了



▲去年珠海航展上展出過一種電磁步槍，但其威力尚未達軍用程度。

多種口徑的試驗樣機，突破了複合身管技術和軌道壽命技術等瓶頸。並提出了新型混合儲能技術，解決了電磁軌道炮的連發能源問題。

輕型電磁槍 穿甲強後坐小

電磁槍將電磁發射技術應用於輕型武器裝備，與常規槍械相比，彈丸動能大、穿甲性能好，加速均勻，後坐力小，適用於單兵武器或車載、艦載副武器等場合。

海軍工程大學完成了電磁槍發射裝置及電源的輕量化設計，實現了電磁槍武器系統的車載集成，開展了外場數公里遠射程發射試驗，子彈出口動能幾千焦，突破了目前世界上槍械射程和動能限制。

中國已公開電磁武器



電磁線圈炮

平台：艦載
進度：

- 2018年於登陸艦試射（上圖）；
- 實現百公斤彈丸初速數百米/秒以上

電彈航母福建艦

動力：常規動力
裝備：三具電磁彈射器，電磁攔阻系統

進度：掩蓋三具電彈器的工棚已於8月末全部拆除



▲馬偉明、魯軍勇文章中的超能艦構想圖，可見構想中的超能艦如航母般配有航空甲板。

攻克低噪技術 水下攻擊制勝

電磁能裝備從應用層面可以劃分為平台技術和武器技術。平台技術包括電磁彈射、電磁攔阻、武器載荷通用電磁發射技術。

武器載荷通用電磁發射技術，即利用電磁能為武器載荷提供初始動能，在發射隱蔽性、武器射程、平台載彈量、維護成本等方面具有顯著優勢。

海軍工程大學提出了一種基於直線電機驅動和自動轉載裝填的武器載荷通用電磁發射技術，實現了各型武器的通用發射，提高了武器平台綜合作戰能力。目前已攻克了車載、艦載、水下等多型作戰平台武器載荷通用電磁發射系統所有關

鍵技術。

尤其是實現了水下電磁發射「電磁—結構—流體」多場耦合建模和低噪聲發射控制技術等，為未來的水下高效攻擊，提供了堅實支撐。

海軍工程大學經過十幾年的艱苦攻關，攻克了電磁彈射系統的全部關鍵技術，取得了一系列重大技術創新和突破，為福建艦航母配置了先進的電磁彈射和阻攔裝置。電磁彈射技術目前只有中美兩國實現了應用。美軍首艘電磁彈射航母「福特」號2017年正式服役。美國考慮將其電磁彈射技術出售給英國和印度。

軌道式電磁發射技術



◀電磁軌道發射一體化彈丸設計。

海工大軍用電磁技術研發進度

電磁彈射航母

- 已攻克了電磁彈射系統全部關鍵技術；福建艦配置了先進的電磁彈射和阻攔裝置。

武器通用發射

- 已攻克車載、艦載、水下等多型作戰平台武器載荷通用電磁發射系統所有關鍵技術。

電磁軌道炮

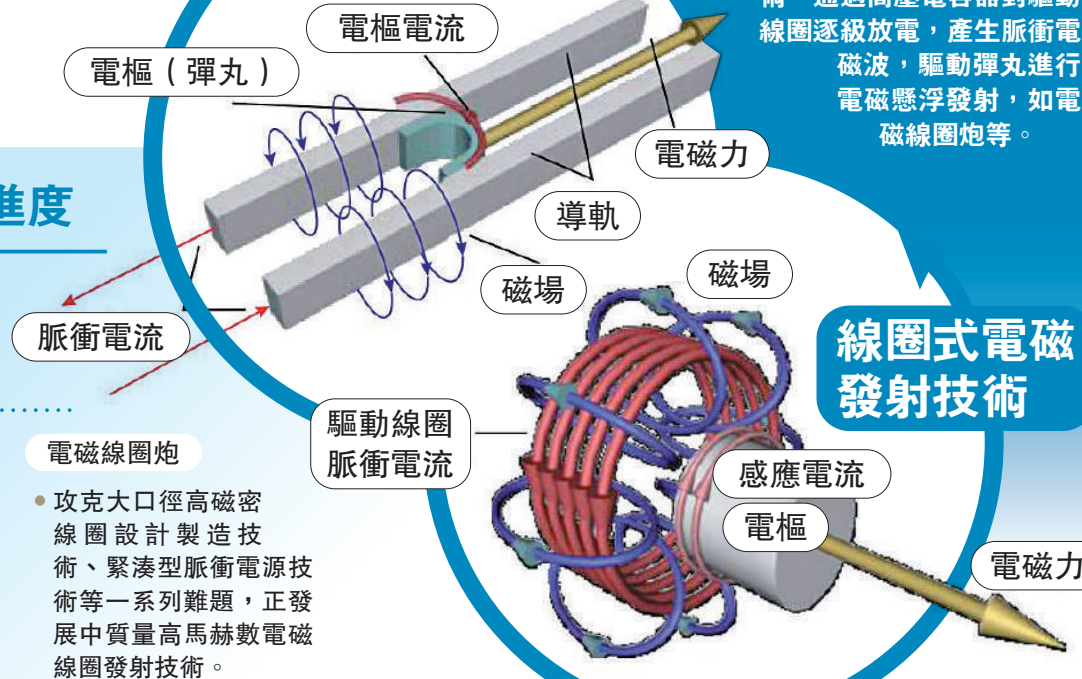
- 已研製多種口徑的試驗樣機，解決了電磁軌道炮的連發能源問題，並為高精度全空域遠程制導彈丸的研製提供了理論依據。

電磁線圈炮

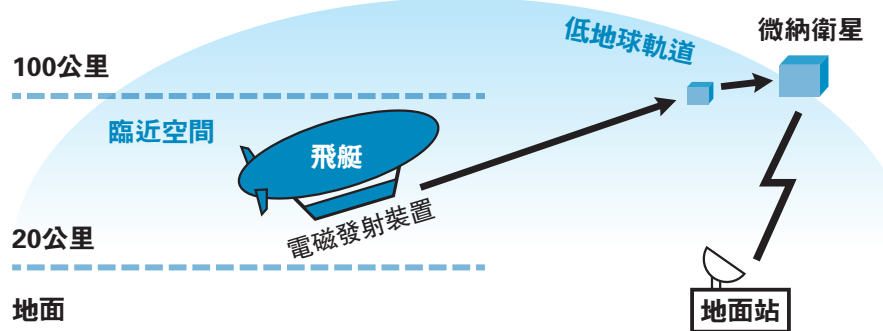
- 攻克大口徑高磁密線圈設計製造技術、緊湊型脈衝電源技術等一系列難題，正發展中質量高馬赫數電磁線圈發射技術。

電磁槍

- 完成發射裝置及電源的輕量化設計，實現電磁槍武器系統的車載集成，開展數公里遠射程發射試驗，子彈出口動能幾十千焦，突破了目前世界上槍械的射程和動能限制。



線圈式電磁發射技術



電磁發射衛星 運力大污染低

電磁發射技術在航天領域也有廣泛潛力。電磁發射在保持運載能力不變的情況下，可以省去其中一級發動機，火箭由四級構型變為三級，或者火箭構型不改變，增大火箭運載能力，提高發射頻次和效率。

今年7月初，國家知識產權局公布了上海宇航系統工程研究所的「臨近空間電磁發射衛星系統」專利。該所隸屬於中國航天科技集團公司第八研究院，是運載火箭研製總體設計單位之一。

該技術包括飛艇系統、電磁發射系統、衛星系統等3個部分。飛艇從地

面起飛，達到20至30公里高度的臨近空間，並開始穩定飛行。隨後開啟電磁發射系統，通過電磁發射軌道，直接將衛星射入近地軌道（如上圖所示）。

與現有火箭發射需要使用推進劑相比，電磁彈射器和飛艇消耗的是電能，不會產生污染氣體。

該發射系統目前只能攜帶10公斤以下的微納衛星，但可批量發射多枚衛星。微納衛星可執行通信、軍事、氣象服務等功能，且可編隊組網運行。飛艇完成發射任務後返回地面，後續可再次搭載衛星並升空發射。