

中国的第五代战机

□ 王 群

开年至今，关于新型武器装备动向，第五代战机无疑是媒体报道和追捧的明星之一，主要集中在中国歼-20和俄罗斯T-50，因为它们都将挤进世界五代战机俱乐部，一举改变美国隐身战机一家独大、称霸空中的局面。

五代战机的主要性能标准

战机技术水平和作战性能如何，一般是用“代”来说明和体现。比如，三代与四代战机就有代差，与五代战机代差就更大，说明其技战性能明显不如四代战机，更比不上还要先进的五代战机。普遍的看法是，如果三代与四代或五代战机对抗，尽管不能很肯定地说它一定会输，但通常它是处于劣势的，胜算的可能性要小多了。然而，如何对战机划代，标准或方法是什么呢？国际上基本上是按照两种划分法进行，即美国等西方国家的“四代划分法”和俄罗斯的“五代划分法”。根据前者，当今世界上最先进的战机是四代战机，而依照后者，则应该是五代战机。2008年和2009年，美空军提出了所谓“新五代划分法”，它对前四代战机的归类与俄罗斯“五代划分法”虽仍存在分歧，但对五代战机的性能特征和要求却已无太大争议，都把当今最先进的战机看作是五代战机。因此，应该可以认为，从五代战机以后，国际上对战机划代所依据的技术标准和特征将实现一定程度的统一。

目前，五代战机最主要的性能特征就是隐形/隐身（特别对雷达）、超音速巡航（速度1至2马赫之间）、超机动飞行和超视距作战四种能力，即满足所谓“4S”标准（术语第一个英文单词的首字母都是S）。也有国家后来又加上了先进航电或超信息优势（首字母也是S），这样又形成“5S”标准。总体看，大多数国家还是以“4S”或“5S”标准判断是否属于五代战机，至于其他，比如高可维护性、短距起降、自我防护、多目标攻击、反隐身和全智能化武器等，虽然也很重要，而且个别五代战机或许也具备其中一二，但并未成为普遍认可的五代战机的必备技术要求。由于五代战机最突出的、革命性的优势就是隐身设计，其隐身能力远远超过四代战机，因

此有时也把五代战机称为隐身战机。

得到世界认可的五代战机

这样对照，现今世界上已经列装和正准备列装的五代战机，主要有美国的F-22和F-35、俄罗斯的T-50、中国的歼-20和歼-31等五款战机。

F-22，绰号猛禽，为单座双推力矢量发动机、外倾双垂尾、后掠翼布局，有源相控阵雷达；武器除1门6管机炮外，4个内置弹仓在携带2枚联合直接攻击弹药时还可挂载4枚空空导弹；机长189米，机高508米，翼展1356米，最大起飞重量3829吨，最大时速2570千米（21马赫），最大航程3200千米。作为世界上第一款五代战机，F-22于2001年8月列装，2005年12月基本形成初始战斗力，2014年9月在叙利亚首次投入实战，被誉为世界上现役战力最强的战机。

F-35，绰号闪电，F-22的辅助低阶战机，与其形成“高低”搭配。它为单座单推力矢量发动机、外倾双垂尾、后掠翼布局，有源相控阵雷达；武器除1门4管机炮外，2个内置弹仓可携带2枚中距空空导弹和2枚激光制导炸弹；机长1537米，机高433米，翼展1065米，最大起飞重量318吨，最大时速2000千米（1.63马赫），最大航程1000千米。因借鉴了F-22的研发技术和经验，F-35尽管体量小、载弹量少，但隐身优势更明显，发动机推力更大、航电系统更先进也更齐全，可用于目标轰炸、前线支援、防空截击等多种任务。美国共发展有三种版本的F-35，即隶属空军的陆上跑道起降型F-35A、海军陆战队的短距/垂直起降型F-35B和海军的舰载型F-35C。虽然F-35A于2011年7月入役，F-35B服役时间稍后一些，但两者均还未形成初始战斗力，而F-35C估计要在今年美国新一代航母“福特号”列装后进入舰队服役。

T-50战机，为单座双推力矢量发动机、外倾双垂尾、后掠翼布局，三部有源相控阵雷达分别置于正前方及左右两侧，机翼另有反隐身雷达；武器除1门机炮外，2个内置弹仓可携带4枚中距空空或空地导弹和多枚精确制导炸弹；机长198米，机高48米，翼展14米，最大起飞重量37吨，最大时速2135千米（1.74马赫），最大航程5500千米。相对F-22、T-50动力、速度和隐身性要稍弱一些，但气动设计好，反隐身和机动能

力、航程、价格都要占优。自2010年1月以来，T-50已进行了多次试飞，其所有测试项目有望2017年全部完成，并可能换装更先进的发动机，届时它将服役。

歼-20，绰号威龙，为单座双发动机、小鸭翼、外倾全动双垂尾、全动平尾、鸭式气动布局，有源相控阵雷达，先进航电和电子对抗系统；武器除1门双管机炮外，3个内置弹仓可携带多枚远距、中距和近距空空导弹、反舰或空地导弹及精确制导滑翔炸弹等；机长203米，机高445米，翼展1288米，最大起飞重量37吨，最大时速3063千米（2.5马赫），最大航程6000千米。外媒评论，歼-20除了具备比F-22体积更庞大，能携带更多燃料和武器，可将威力延伸至敌方领土深处的优良外，还拥有美国数十年来孜孜以求的良好的隐身技术，融合了十分先进的雷达和其他传感器能力，配置有让飞行员透过飞机看清目标的360度头盔显示系统。美国智库战略与国际研究中心最新报告认为，歼-20是“完全的五代战斗机”，“具有为中国提供一系列之前无法想象的空战选择的潜能，并且强化了中国力量投送能力”。如果未来再换中国自主研发的大推力发动机，会“如虎添翼”，性能还将有更大提升，可媲美F-22。自2011年1月首飞特别是近两年来，歼-20一直密集进行飞行测试，数量也稳步增加，特别是在2016年11月珠海航展上的惊艳亮相，让外界进一步领略了它的风采和雄姿。境外媒体报道说它不久前已小批量列装，可能在2020

年形成初始作战能力。

歼-31，绰号鹞鹰，为单座双发动机、无鸭翼、外倾固定双垂尾、后掠翼布局，将与歼-20形成“高低”搭配；有源相控阵雷达，先进航电和电子对抗系统；武器除1门双管机炮外，2个内置弹仓可携带多枚中距和近距空空导弹及精确制导炸弹等；机长169米，机高480米，翼展1150米，最大起飞重量28吨，最大时速2205千米（1.8马赫），最大航程2500千米。自2012年10月首飞以来，歼-31还成功地进行了其他多次飞行试验，并于2014年11月参加了珠海航展，目前它在进行最后阶段的试飞和改进，并准备发展外销型FC-31。外媒评估后认为，歼-31机体比歼-20要小得多，更利于隐身和空战，且能被改成舰载机，扩展它的作战功能。此外，相比F-35，它虽然技术成熟度稍弱一些，但有速度和距离优势，实用性更好，也经济得多，在国际市场可能与其形成强有力的竞争。

中国成功地发展出拥有完全知识产权的两款五代战机，在国际上产生了很大影响。特别是继歼-20后，只用了很短时间，又推出了第二款五代战机歼-31，向世界展示了中国战机制造能力和取得的巨大成就。国际舆论普遍认为，某种意义上，现今中国军用飞机发展势头紧逼美国、超越俄罗斯，表明中国新型战机的研发能力大幅进步，并开始迈入战机研发的大国行列。

军事装备



激光导星开启人类“造星术”

□ 张乃千

引来一束强激光束激发大气中的钠原子，就能在遥远的空中看到发出共振荧光的星星，这不是科幻大片中的桥段，而是人类借助激光导星“修炼”成的“造星术”。不久前，欧洲南方天文台旗下的帕拉纳天文台就曾使用四道强大的激光光束刺破宁静的夜空，在天空中造出了一颗明亮的人造星星。通过这种方式为未来天文观测研究提供重要参数的就是激光导星。

太空观景“明目镜”应运而生

激光导星是帮助大型望远镜修正误差、看透湍动的大气层并目睹清晰太空景象的“明目镜”，主要包括激光瑞利导星和激光钠导星两种，其中尤其以激光钠导星得到了广泛的研究和应用。激光钠导星主要利用强激光激发海拔高度约90公里电离层内的钠原子，进而利用钠原子发出的共振荧光形成星星。激光钠导星生成高度高、亮度好，可用于自适应光学系统中大气湍流的光学矫正，在空间目标识别、空间激光通信和激光武器等领域都有着重要的应用前景。

激光导星的出现源自光学应用的迫切需求。诞生于400多年前的光学望远镜，目前已成为人类探索宇宙奥秘最为重要的科学工具之一。天文观测要求望远镜不断提高分辨率和灵敏度，因此望远镜的口径也是越做越大，但这并不意味着大“肚量”的望远镜就能看得更清晰。大型地基望远镜在对天观测时，大气扰动会使星光出现波前畸变，直接导致望远镜的实际分辨率大幅度下降。解

决这一问题的方法就是通过发展自适应光学技术修正大气带来的波前畸变，使望远镜达到近衍射极限分辨率这一“视力极限”。

因此，自20世纪80年代以来，人类的“观天巨眼”进入到自适应光学望远镜时代。要想实现望远镜的自适应，就必须以观测目标附近的亮星作为导引星，来修正由波前畸变造成的成像误差。早期使用的导引星多为诸如天狼星等自然亮星，但并非每时每刻都能找到足够明亮的导引星体，一个人类自造星象的大胆设想就此形成。激光钠导星就是利用强激光去激发90公里高空的钠原子层，迫使钠原子发光形成人造导引星。这类人造导引星的优势就在于它可放置在任意一个望远镜想观测的位置，进一步扩大了自适应光学望远镜的观测范围。同时，反射回来的激光不会像宇宙星体发出的光线那样易受大气的扰动，只要使用可变形镜等光学设备就可保证天文成像的稳定，获得更清晰的观测图像。

人工造星并不容易

激光导星这一技术构想由美国于20世纪80年代首次提出，最开始的设想是研制出激光瑞利导引星。瑞利导引星主要利用海拔高度20公里之内的大气分子对可见光波段的激光形成瑞利散射的原理，较为经济简单，但由于高度较低不能给出较好的大气参考参数值，因而多用于低层大气的参数校正。随后，一举跃升至海拔高度90公里的激光钠导星应运而生。激光钠导星的诞生源自美国在研制望远镜自适应光学系统时的秘密研究项目，在1982年普林斯顿大学首次提出并由麻省理工学院进行实验验证后，这一秘密很快就“纸里包

不住火”。1985年，法国科学家根据高分辨率自适应天文望远镜的技术需求，也提出了钠导星这一技术方案并将其公之于众，随后德国、日本、英国、俄罗斯等世界科技巨头相继加入到激光钠导星研究“俱乐部”之中，进而推动了钠导引星相关技术的快速发展。激光钠导星采用的是与城市路灯发光近乎相同的原理，由大气电离层中的钠原子发出强烈的背向荧光谱线，已经实现全程对大气带来的干扰进行很好地校正，使光学望远镜可以达到近衍射极限的极高分辨率。目前，激光钠导星主要分为连续波和微秒脉冲两种，其中微秒脉冲钠导引星兼具高信噪比和高亮度等突出特点，被誉为天文学界的“先进导星”。

事实上，激光钠导星看似原理简单，实际实现起来技术难度极大，早就成为激光技术研究领域的国际热点和难点之一。目前，激光钠导星的主要技术路线包括染料激光、固体激光变频和光纤激光变频三个主要方案。最先被应用的染料激光方案由于维护使用不便，近年来已渐渐淡出人们的视野。固体激光变频技术因功率高、体积小、结构紧凑、稳定性好、寿命长和使用方便等诸多优势，已成为钠导星“造星”成功的技术主流。此外，近年来兴起的光纤激光变频技术相比于固体激光变频技术“青出于蓝”，更加高效、紧凑、易用，代表着钠导星发展的未来方向。

技术较量渐引“群雄逐鹿”

围绕着激光钠导星的技术探索 and 工程研发，早已形成了“群雄逐鹿”的大国科技较量格局。在连续波激光钠导星研制领域，美国空军实验室于2003年首次实现了22.5瓦的激光导星输出，并陆续应用到Gemini望远镜上。此外，

光纤激光钠导星目前也成为欧洲南方天文台基大型望远镜（VLT）的重要组成部分，四台激光导星设备能够分别产生22瓦功率的强大激光束。在脉冲激光钠导星领域，美国麻省理工学院堪称“技术领军人”，其与芝加哥大学的相关技术方案已经应用于Palomar望远镜系统中。同时，日本探索的皮秒脉冲运转激光钠导星实现了10瓦级激光输出，并在Subaru望远镜上产生了亮度可达139等星的钠导引星。我国也于2003年开始微妙脉冲激光钠导星的研究工作，目前已经在云南丽江站实现了亮度可达8.7等星的钠导引星。2014年，进一步优化后的云南丽江望远镜上实现了对恒星的钠导引星自适应光学实时闭环校正，获得了极高分辨率的天文观测，这其中钠导星发挥的作用自然功不可没。

除天文观测外，星地激光通信、空间目标识别、空间碎片激光跟踪与清理以及激光武器的战术应用等都同样受到大气湍流的制约，同样需要激光导星自适应光学为其补偿波前畸变等误差。美国空军实验室之所以积极参与激光钠导星的研制工作，正是看到了其在未来空天军事应用上的巨大潜力。波音公司就与美国空军实验室在科特兰空军基地星火光学靶场的望远镜上搭建了自行研制的钠导星激光器，将极大增强美国空军获取地球轨道内更详尽目标数据的能力，为增强太空态势感知提供了尤为关键的重要一步。随着相关技术的发展，未来激光钠导星将向着星群自适应光学、多色钠导引星和数微秒脉冲钠导引星的技术方向发展，势必助力自适应光学天文望远镜看得更清、看得更远！

当代世界军事

6月7日，越南“首都安宁网”报道，近期越南与以色列军事合作关系发展迅猛，越已从以色列购买包括“斯派德”防空导弹系统在内的武器装备，值得我们关注。

越南斥“巨资”购5套“斯派德”系统

瑞典斯德哥尔摩国际和平研究所《全球武器交易》报告显示，2015年越南就与以色列签署了购买5套“斯派德”防空导弹系统的合同，目前已列装1套。资料显示，这5套“斯派德”系统总价或达1亿美元，对于年度军费不过40亿美元的越南来说，可不是一笔小数目，大致相当于5万越南基层军官（陆军中尉）1年收入总和。

为掌握这一先进装备，早在2015年4月越防空一空军学院就开设了“斯派德”系统培训班，从防空部队抽调80名军官和技术干部进行集中学习，12月30日毕业后即赶赴以色列接装和试射。2016年7月，越还接收了一批为“斯派德”系统服务的德国MAN系列军用牵引车，型号为MAN HX77、MAN HX58。2017年2月，越《全民国防》杂志网站刊登越377防空师副政委武玉皇大校的文章称，2016年越防空一空军377防空师已完成了“斯派德”系统的训练和验收工作。5月3日，“越网民”称，越防空一空军已成功生产为“斯派德”导弹配套的MH-VN 1型敌我识别系统。

“斯派德”，英文名爲SPY-DER，是一个复合缩略语，S代表地面发射，PY（Python）和DER（Derby）分别代表该系统使用的“怪蛇-5”和“德比”空空导弹。这也是该系统最大的特点，即在同一发射平台上集成了“怪蛇-5”和“德比”两种不同类型、不同型号的空空导弹，发射模式由“空一空”转变成“地一空”。“怪蛇-5”和“德比”导弹是以色列最为先进的两种空空导弹，前者为机动性超强的近程格斗导弹，后者为中距拦截导弹，让“斯派德”同时具备杀伤近程和中程目标的能力。

“斯派德”系统主要部件由指挥控制单元、导弹发射单元和装填保障单元组成。其中，指挥控制单元安装有埃尔塔公司研制的EL/M-2106 ATAR三坐标监视雷达，可360度环视，全天候操作，能同时跟踪60个目标；发射控制单元安装在一个可360度旋转的液压平台上，发射架为4联装，共有4枚防空导弹处于待发状态，两侧为2枚“德比”导弹，中间为2枚“怪蛇-5”。

“斯派德”部署在哪里

实际上，早在2015年10月，越防空一空军司令黎黎咏中将领就在《人民军队报》上对外披露订购“斯派德”系统一事，称该系统将部署在361防空师（驻河内）236和257团、367防空师（驻胡志明市）263团、375防空师（驻岷港）275团以及防空空军一些其他单位。从这些团的部署位置可知，越引进“斯派德”系统，或将配合S-300PMU1防空导弹保卫河内和胡志明市，或用于加强重要海空军基地的防空力量，还极可能部署在南海。因为越军377师的防区包括越南部和南沙群岛空域，该师所属274团原本混装S-75和S-125，此番却率先装备“斯派德”系统，其瞄准南海意图不言而喻。

越南不断加强岛礁防御能力建设。2016年8月，就曾被曝出在数个有争议的南海岛礁上秘密部署EXTRA火箭炮，该火箭炮有效射程达到150公里，打击范围涵盖中国永暑、渚碧、美济3座岛礁，被外界视为“越南几十年来在南海地区采取的最激进的举措之一”。在越看来，此次购买的“斯派德”系统，仅包括1辆指挥控制车、4

越南为何向以色列购买『斯派德』防空导弹系统

□ 韦 强

至6辆发射车和其他少量配属车，便于通过舰船和飞机来运输，可以快速部署到其非法侵占的中国南威岛、南子岛等岛礁上；若替换其目前部署的23毫米和37毫米高射炮，防空反导能力将得到不少提升。但这只不过是痴人说梦罢了。虽然“怪蛇-5”与“德比”这两种型号导弹放在“斯派德”系统中，发射方式由“空一空”转为“地一空”，射程受到不小影响。且越尚未引进“斯派德”系统生产线，生产和维护严重依赖以色列的4家军工企业，后勤和保障是个大问题。

越南缘何选择以色列

实际上，不光是“斯派德”系统，近年越南先后从以色列订购了EXTRA增程火箭炮、ELM-2288ER远程防空警戒雷达、“盘旋者-3”无人侦察机等武器装备，还引进了以色列枪械生产线，在国内组织生产“塔塔尔”步枪和“乌兹”冲锋枪等轻武器。

以色列武器之所以受到越南追捧，主要出于四个方面的考量。一是为了改变对俄罗斯武器的过度依赖。越南在武器装备方面长期依赖俄罗斯，成为俄罗斯武器装备亚洲地区第三大出口国，仅次于印度和中国。但越南也深知俄式武器的利弊，谋求通过采购部分西方武器弥补俄式武器不足。二是以色列武器装备经过实战检验。以色列武器装备，以实战性能“技高一筹”而为人称道。自1948年以来，以色列战火不断，其研发生产乃至进口的武器装备基本上都经过实战检验，而后又进行了针对性的改进，具有过硬的技术性能。三是谋求提升南海岛礁防御能力的需要。除了377防空师防区涵盖南沙，越将EXTRA火箭炮部署在第685岸防旅，隶属于第四海军军区，防御范围亦包括南沙群岛。越南电视台报道，第685旅尚部署在本土，“但不排除必要时送上南沙岛礁，以便控制更大的水域”。四是企图借助以色列军事技术进行武器升级。越南武器系统日益老化，而以色列军工工业在武器升级改造方面具有不俗的竞争力。在进行军火交易的同时，越谋求通过与以色列合作，进行武器系统升级或合资生产先进武器。

外军动态