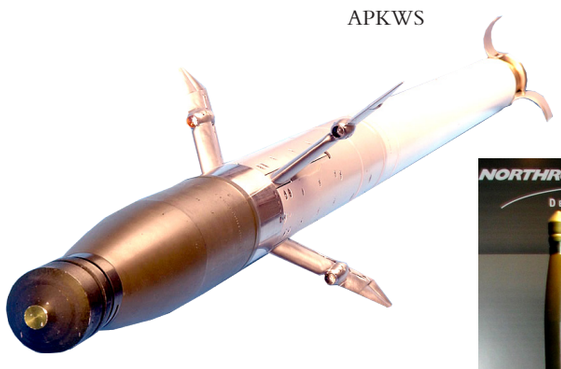
国外新型航空制导火箭弹发展


APKWS

肖岑婧

近年来，世界各主要武器生产国均发展了自己的小型激光制导火箭弹，且都立足于小型化、低成本，并追求高精度。小型激光制导火箭弹可用于无人机、直升机及固定翼飞机，是传统空地导弹的理想替代品，并以其对点目标命中概率高、作战效费比高等特点，在提高现有武器系统作战效能方面有着显著的优势，也是未来侦察打击一体化及反恐战争中的理想武器。

美国新型航空制导火箭弹发展情况

1. 项目总体概述

为有效解决武装直升机在实际作战中使用普通无控火箭弹的附带损伤大，以及“海尔法”导弹成本高的问题，美军于1996年首次提出“先进精确杀伤武器系统”（Advanced Precision Kill Weapon System，APKWS）的概念，选取美军现役“海德拉”70（Hydra-70）无控火箭弹为改造对象，由BAE系统公司利用成熟的制导技术，为其加装了低成本半主动激光导引头和制导系统，研发出一种兼顾成本与精度的新型火箭弹装备——APKWS。目前该武器可以从旋翼机和固定翼飞机以及无人机发射，以打击地面、空中和海上目标，还可在近距空中支援作战中使用。

APKWS II 火箭弹

该火箭弹增加半主动激光制导系统，将无控火箭弹变为精确制导弹药。在保留“海德拉”70的引信、战斗部和火箭发动机的基础上，APKWS Ⅱ火箭弹最新颖之处是在战斗部与发动机之间增加了即插即用兼容的分布式孔径半主动激光导引头（DASALS）引导和控制系统。DASALS用于将非制导火箭变换为精确弹药，它允许武器系统在受限制区域内接合轻型和轻型装甲目标，并且附带损伤最小。

BAE系统公司突破了广泛采用的导引头位于弹体头部的设计思路，抓住了美军希望对库存无控火箭弹进行直接升级改造的想法，对原来位于弹体头部的引信和战斗部，以及位于尾部的火箭发动机所做的改动最少，避免了对火箭弹毁伤能力进行重新鉴定、试验和确认的过程；同时改造后的精确制导火箭弹可以配用原火箭弹所有类型的战斗部和发射装置，无需对载机做任何改装。

除了用作空地弹，APKWS Ⅱ还开发出地对地打击型。2020年6月1日，英国BAE系统公司宣布首次成功完成“先进精确杀伤武器系统”（APKWS）火箭弹地对地试射。在美陆军位于亚利桑那州尤马试验场进行的这次测试中，阿诺德防务公司专门在为地面车辆制造的发射器上数次成功发射了APKWS火箭弹。这种火箭弹原先一直是从武装直升机或固定翼战机上发射的，美陆军、空军、海军和海军陆战队都已在实战中使用。

4. APKWS Ⅱ主要优势

APKWS Ⅱ火箭弹其实就是加了半主动激光制导的“海德拉”70空对地火箭弹。从性能来说，“海德拉”70火箭弹在同类产品中是佼佼者，8千米的射程可以和“海尔法”媲美。加装半主动激光导引头后，APKWS Ⅱ火箭弹可以说是“指哪打哪”，大大提高了命中精确度，也降低了附带损伤，实现从面杀伤变成精确点杀伤。

美军装备这种精确制导火箭弹，最关键的还是成本低。APKWS Ⅱ火箭弹单价约2.2万美元一发，采用激光半主动制导的“海尔法”造价7万美元以上，而使用毫米波雷达导引头的“长弓海尔法”更是高达11万美元一发。

除了成本优势，APKWS Ⅱ还具备显著的数量优势。APKWS Ⅱ沿用“海德拉”70发射器，还大幅提升了武装直升机、攻击机的精确打击火力密度，截至2019年12月底，BAE系统公司已交付3.5万枚给美军。固定翼飞机也可以在挂载AIM-120导弹的挂点上挂一个经过加长的火箭发射巢，每个发射巢可容纳7枚或19枚该型火箭弹。这样，单架战斗机携带制导弹药的数量将大大提升。配置这种火箭发射装置所需的人力也比空空导弹更少。

APKWS Ⅱ项目研发过程中重要事件节点表：

时间	事件
2009年11月	完成火箭弹系统设计和开发。
2010年7月	BAE公司获首份低速初始生产（LRIP）合同。
2011年1月	BAE公司获第二份低速初始生产（LRIP）合同。
2011年2月	将APKWS的能力从旋翼机扩展到美空军的A-10“雷电”Ⅱ和美海军陆战队的AV-8B“鹞”式固定翼飞机。
2011年4月	美海军批准生产用于部署AH-1W“超级眼镜蛇”武装直升机的APKWS Ⅱ火箭弹。
2011年10月	美海军UH-1Y直升机成功发射APKWS火箭弹。
2012年3月	完成APKWS Ⅱ初始作战试验与鉴定。
2012年8月	获批进入全速生产阶段。美海军授予英国宇航系统公司首份全速生产合同。
2013年1月	美海军授予BAE系统公司2800万全速生产合同。

2. APKWS研发和试射试验历程

APKWS开发计划由美陆军于2002年启动，选择美国通用动力公司作为武器系统主承包商，英国BAE系统公司作为分承包商。但在2005年4月，由于APKWS实际生产成本超出预期值，同时部分战技性能最终无法满足最初设计要求，被美陆军临时中止。

虽然项目中止，但美军在新的作战背景下对低成本高精度制导火箭弹的迫切需求并未因此而减弱。因此2005年8月美陆军重启该项目，并命名为APKWS Ⅱ，BAE系统公司被选中为主要承包商，而其他承包商包括美国通用动力公司和诺格公司。

APKWS最初由美陆军专门为武装直升机研发，在研制过程中不断地由各型直升机上进行武器系统射击试验，具体情况如表1。

3. 主要参数指标和技术特点

表1

时间	事件
2007年9月	首次由美海军陆战队的AH-1W“超级眼镜蛇”直升机完成试射。
2007年12月	由美陆军的OH-58“基奥瓦”直升机完成试射。
2012年2月	一架美国豪客比奇飞机公司的AT-6C飞机成功发射了APKWS Ⅱ火箭弹。
2012年5月	美陆军和美海军在佛罗里达州埃格林空军基地的空中直升机上试射了该武器系统，分别使用惰性M282和标准M151弹头，APKWS Ⅱ成功地接近目标。
2013年3月	由贝尔德事隆公司407GT直升机完成试射。
2013年4月	美海军的MH-60S直升机成功完成试射。
2013年4月	美空军的A-10攻击机在埃格林空军基地以10000英尺（约3048米）和15000英尺（约4572米）的高度发射了两枚APKWS火箭弹。
2013年10月	美陆军的AH-64D“阿帕奇”直升机成功完成试射。
2014年4月	美军完成了APKWS火箭弹在AH-64D直升机上的适航认证飞行测试。
2018年2月	美海军陆战队首次在F/A-18“大黄蜂”战斗机上装配APKWS。

其他主要国家航空制导火箭弹发展情况

除美国外，还有多个其他国家研制了航空制导火箭弹。

1. 俄罗斯

在发展航空制导火箭弹方面，俄罗斯其实比美国要早。早在1999年，俄罗斯就公开宣布研发出“威胁”系列制导火箭弹，其中包括S-5Kor、S-8Kor以及S-13Kor。其中Kor是指“弹道修正”，意思是为非制导火箭弹加装制导系统，让其精准锁定目标。由俄罗斯Ametech联合股份公司研制的三种制导火箭有关参数见表2。

俄罗斯“威胁”系列

“威胁”系列制导航空火箭弹对2.5～8千米目标的摧毁能力是有保证的。装备了这种火箭弹的固定翼飞机和武装直升机与只装备同型非制导火箭弹的飞机相比，可提高效费比3～4倍，且该系列火箭弹对直升机机体、发射装置的改动要求降到最低。

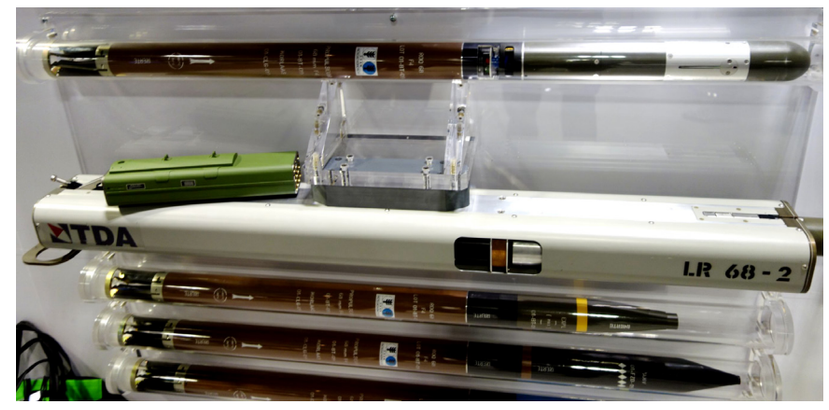
2. 以色列

埃尔比特公司研制了一种激光制导火箭弹——灵巧战术机载火箭弹（STAR），它主要瞄准美制70毫米火箭弹市场范围之外的用户。STAR制导组件可以安装在80毫米火箭弹（俄罗斯制造的标准口径）和68毫米火箭弹（法国制造的标准口径）上，同时也可以安装在70毫米的火箭弹上。STAR由半主动激光导引头、装有4片鸭式舵的控制系统和电源组成，通过专用的适配连接装置安装在火箭弹头部，但不同口径的火箭弹需使用专用适配连接装置，经STAR组件改造后，火箭弹有效射程为1~6千米，精度可达1米。

以色列STAR火箭

表2　俄罗斯Ametech联合股份公司研制的三种制导火箭有关参数

名称	S-5Kor	S-8Kor	S-13Kor
质量/千克	5.85	6（发射时15.2）	16（发射时70）
破甲厚度/毫米	200	400	700
射程/千米	2.5～7	2.5～8	2.5～9
圆概率误差/米	0.8～1.8	0.8～1.8	0.8～1.8
口径/毫米	57	80	122



法国制导火箭

3. 法国

2002年，法国研制一种称为“SYROCOT”制导火箭弹，该项目于2007年通过鉴定试验，2009年完成验收，用于改造法国现存大量装备的68毫米和70毫米火箭弹。其中制导组件有4片鸭式舵，离开载机后，自动展开，控制火箭弹方向。

为了确保该火箭弹具有全天候的性能，法国还开发了两种制导组件：半主动激光制导和GPS制导。半主动激光制导让火箭弹可以对付静止的或者移动的目标，命中率高；但如遇气候条件比较恶劣，采用GPS制导，虽然命中率要比上者低，但可以全天候使用。以70毫米火箭弹为例，采用半主动激光制导的射程达1~6千米，最大射程处的精度为1米；采用GPS制导的射程达3~6千米，但最大射程处的精度为10米。

4. 乌克兰

乌克兰激光制导火箭弹AR-8L以苏联标准S-8（AR-8）非制导火箭弹为基础，在保留火箭发动机的基础上，弹体前段采用了全新的设计，包括激光导引头和带有两片弹出式气动舵的控制装置。AR-8L火箭弹长1.725米，全弹质量14.7千克，于2004年开始研究，2005年首次公开亮相，但此后没有透露其进展情况。与国外研制的同类制导火箭弹相比，AR-8L的有效射程近得多，仅为1.2~2.5千米。据报道新加坡也有意采用类似AR-8L的火箭弹。

土耳其标枪

5. 土耳其

2007年，土耳其导弹工业公司（Roketsan）研制“标枪”（Cirit）70毫米半主动激光制导火箭弹，它采用传统的布局结构：紧邻导引头的位置装有两对控制舱段，其次是装有动力装置的制导舱段，战斗部舱段位于制导舱段之后，可用于摧毁非装甲或半硬质目标。Cirit制导火箭弹长1.9米，质量14千克，最大射程可达到8千米。

该弹于2011年5月在AH-1S上完成了测试，之后开始批量生产，并于2012年6月开始交付土耳其陆军。

6. 罗马尼亚

2008年，以色列与罗马尼亚联合推出了STAR80L型80毫米制导火箭弹，它是在罗马尼亚PRN80航空火箭弹基础上发展的。全弹长1.7米，质量为12.5~13.5千克，可对付装甲车、指挥所、装备掩体和小型巡逻艇。除直升机使用外，该弹还可由专用车载双联发射箱发射，执行地对地火力压制任务。

新型航空制导火箭弹发展趋势

总的来看，国外新型航空制导火箭弹有以下三个主要发展趋势：

1. 降低开发成本

基于世界各国均存有大量无控火箭弹，依照即插即用、傻瓜相机式的设计理念，即在无需对发动机、战斗部进行重新设计和对武器平台进行改造的前提下，对库存火箭弹完成由非制导到制导化改造。这种方式已经成为降低研制风险、加快研制进度、实现低成本的有效途径，这也是精确制导火箭弹产品与技术迭代更新的常见套路。

2. 提高打击精度

制导火箭弹最先在各型直升机上进行载机发射，用于空地攻击，其优势是可以利用速度和高度优势在短时间内对目标进行精确打击，大大提高了打击命中率，从而填补了无控火箭弹与空地导弹之间的空缺，提高作战效费比，这也是类似APKWS Ⅱ这样的低成本精确制导火箭弹产生的根本原因。

3. 增强平台通用化

基于制导火箭弹的改造原理，各国可根据作战任务和目标类型配装多种导引头，因此改造后的火箭弹具有广泛的平台和军兵种适应性，可配用于各种武装直升机、固定翼飞机以及无人机平台。正如本文开头提及的APKWS火箭弹首次成功完成地对地试射，更加证明了制导火箭弹具有灵活性强和多用途等显著特点。

APKWS Ⅱ主要参数指标

长度	全弹长73.77英寸（约187厘米） 其中导引舱段长18.5英寸（约47厘米）
翼展	9.55英寸（约24.26厘米）
直径	2.75英寸（约7厘米）
重量	全弹重32.6磅（约14.8千克） 其中导引舱段重9.8磅（约4.45千克）
速度	1000米/秒
射程	1100～5000米
推进力	Mk66 Mod 4火箭发动机
战斗部	M151或Mk152型高爆弹头，重10磅（约4.5千克）
发射平台	AH-1W、UH-1Y、MH-60、AH-64等直升机 AV-8B、F-16、A-10、F/A-18等固定翼飞机

空客发布AFJT未来喷气式教练机项目计划

10月16日，空客西班牙分公司在新闻发布会上对外发布了新型高级教练机AFJT（The Airbus Future Jet Trainer/空客未来喷气式教练机）项目计划。该项目的特别之处在于“很西班牙”，根据西班牙军方的需求研制，并且在设计、子系统供应商、总装制造等全流程环节都是以西班牙本土航空企业为主。

从对外发布的设想图来看，AFJT是单发、串列双座的设计，两侧肋下进气、气动外形总体中规中矩。AFJT项目负责人表示该机的设计具有高机动性和高速的战斗机特性，能够模仿包括欧洲“台风”、F/A-18“大黄蜂”等在内的多型欧洲主力战机（换言之，可为这些机型培训飞行员）。西班牙空军计划AFJT将取代现役的C-101教练机和F-5战斗机（教练型），通过与近期采购的皮拉图斯PC-21初级教练机相配合，构建起更为简化、高效的二级战斗机飞行员培训体系。

与其他高级教练机类似，AFJT除了可担负本职的教练任务外，同样也可通过对雷达系统、武器系统的改装用作轻型战斗机、轻型攻击机之用，担负起防空截击、战场侦察、火力支援等多样化任务。

既然AFJT是为西班牙空军“定制”的，所以空客方面称项目的研制进度首先要看西班牙方面的预算拨款，预计预算会在今年底或明年初拨付，如果进展顺利，AFJT教练机会在2025年左右完成首飞，在2027~2028年入役西班牙空军，装备量50~55架。同时空客也表示：预计未来十年内，全球将有500~800架的高级教练机换装需求，AFJT有分一杯羹的实力与潜力，AFJT不会仅仅服务于西班牙空军，像法国和芬兰等国的空军也都是潜在用户。

从空客公布的消息来看，AFJT项目采用的也是空客一贯熟络的“主制造商－供应商”模式，空客军机业务部门的西班牙分部全面负责AFJT的设计、总装生产和后续试飞等方面的工作。而这个分部的前身就是西班牙飞机制造商CASA，西班牙空军的现役C-101教练机正是产自这里。而C-212、C295、A400M和A330MRTT等欧洲代表性军用运输机，以及“台风”战斗机的右翼制造、部装线也都是在这里。

不仅如此，在AFJT项目中的子系统供应商也多是西班牙本土企业，比如：负责飞行模拟系统的Indra；机载通信、座舱屏显的Tecnobit；罗罗的西班牙子公司ITP Aero提供发动机；GMV供应机载软件和飞行系统，以及提供起落架和作动器的CESA公司。空客方面表示，西班牙官方在AFJT项目中每投入1亿欧元就会在西班牙当地创造2100~2500个工作岗位和约3600万欧元的税收。

（郑宇航）