

从 SM-1 到 SM-6

——标准防空导弹发展过程

作者: Lsquirrel(pseudonym & ID in <http://www.newsmth.net>)

标准防空导弹系统自 1963 年开始开发,目标是取代原有的 RIM-2 Terrier 小猎犬, RIM-24 Tartar 鞑靼人导弹系统。取代中距防空导弹 Tartar 的是 RIM-66 Standard MR(Medium Range/中距)型导弹,而取代远程的 Terrier 的是 RIM-67 Standard ER(Extended Range/增程)型导弹。直到现在,标准防空导弹仍然是美国海军的主力防空导弹系统。

SM-1 导弹

标准 MR 和 ER 使用相同的主弹体,不过 ER 型号增加了一具助推器。主弹体的外形和后期型的小猎犬和鞑靼人非常相似。最早的标准防空导弹型号更熟知的名字是 SM-1。标准导弹于其他早期导弹的区别是使用晶体管电子设备和全电力操纵(例如电力设备取代了液压设备操纵控制面),这些措施极大的提高了导弹的可靠性并且显著的缩短了反应时间。除此之外,标准防空导弹还具有新的 MK1 自动驾驶仪。

经过两年的开发, YRIM-66A 于 1965 年开始进行飞行测试,两年后, RIM-66A SM-1 MR Block I 型号于 1967 年服役。它使用和 RIM-24 鞑靼人相同的 MK27 双推力固体火箭发动机,其弹头为 62 千克的 MK51 连杆式战斗部,导引头为 conscan 雷达。此后 BlockII, BlockIII 和 BlockIV 的改进很小,因此共享一个 RIM-66A 的编号。BlockIV 是 RIM-66A 的主要制造型号,它主要的改进是反电子干扰能力的改进,最小拦截距离有所减少,提高了对低空目标的搜索跟踪能力。Block IV 型导弹于 1968 年服役,很多早期的 Block III。导弹随后也升级到 Block IV 的规格。

SM-1 MR Block V 的指定编号是 RIM-66B,因为他引入了很多显著的改进措施。如新的平面扫描导引头,一部反应更快的自动驾驶仪,新的 MK90 破片式弹头,新的 MK56 双推力固体火箭发动机。Mk56 发动机的采用导致导弹长度增加了 25 厘米,但是在射程和射高上分别增加了 45%和 25%。

SM-1 MR 的最后一个 Block VI,指定的标号为 RIM-66E(RIM-66C/D 已经被指派给 SM-2)。RIM-66E 的主要改进特征是使用 SM-2 上的单脉冲导引头,并且使用了新的 MK45 Mod4 型近炸引信。RIM-66E 于 1983 年服役,并为外国客户生产到很晚才关闭生产线。BlockVI 的子型号包括 RIM-55E-1/3/7/8(-3/8 使用了 SM-2 上的 MK115 弹头)。。Block VI A(RIM-66E-5)和 Block IV B(RIM-6E-6)分别使用了 MK45 Mod6 和 Mod7 引信,提高了对抗低可探测性目标的能力,VI A 和 VI B 两个型号都使用了 MK115 弹头。附带提一下,我国台湾省的成功级护卫舰上的 SM-1 导弹是最新的 SM-1 Block VI B 型号。

SM-2 导弹

SM-2(Standard Missile 2)导弹是为了海军的 Aegis 宙斯盾舰队防空系统开发的。SM-2 导弹仅仅在末段拦截阶段需要半主动雷达照射,它采用了新的惯性导航设备并采用了新的可再编程的 MK2 自动驾驶仪。在宙斯盾舰上使用,自动驾驶仪采用指令制导,与宙斯盾舰的 AN/SPY-1 雷达配合,具有很强的多目标对抗能力。当在使用早期的 Tartar 系统的战舰上使用,SM-2 使用发射前预定的信息,通过惯性导航设备飞向目标,而不需要全程的照射。由于采用了指令制导,可以采用能量优化的弹道,同时照射雷达(例如 AN/SPG-62)可以在更远的距离上提供更有效的照射能力,这些特征有效的提高了 SM-2 MR 的射程,比之使用同样发动机的 SM-1 MR 提高了 60%以上。SM-2 进一步的改进包括新的单脉冲导引头,它提供了更

好的电子对抗能力。

RIM-66C 的编号为 SM-2MR Block I，在宙斯盾舰上使用。它使用 MK115 破片式弹头。RIM-66C 于 1978 年服役，停止制造是在 1983 年。RIM-66D 是用于 Tartar 舰的 SM-2MR 版本。

SM-2MR Block II 使用了改进的聚硫橡胶的 MK104 火箭发动机，提供更强的动力，以对抗更快和机动性更强的目标。MK104 的使用使其有效射程几乎增加了一倍，接近了照射雷达功率限制的距离极限。Block II 型导弹还采用了新的高速破片式弹头。在 Block II 的编号下，还细分为三种：RIM-66G 是使用 MK26 发射装置的宙斯盾舰使用版本，RIM-66H 是使用 MK41 VLS 发射的宙斯盾舰使用版本，RIM-66J 是 Tartar 舰使用的版本。SM-2MR Block II 于 1983 年服役。

SM-2MR Block III 采用了新的 MK45 MOD9 型近炸引信，提高了对低空掠海目标的攻击能力。其中 Block IIIA 采用了新的 MK125 弹头，而 Block IIIB(只用于使用 VLS 的宙斯盾舰)则整合了 MHIP(导弹制导改进计划)的雷达/红外导引头。Block IIIB 的红外探测器在弹体侧面。编号为 RIM-66K 的型号用于装备 Tartar 系统的战舰(RIM-66K-1 为 Block III，RIM-66K-2 为 Block IIIA)。RIM-66L 用于使用 MK26 发射装置的宙斯盾舰(RIM-66L-1 为 Block III，RIM-66L-2 为 Block IIIA)，采用 MK41 型 VLS 的宙斯盾舰使用的版本为 RIM-66M(RIM-66M-1 为 Block III，RIM-66M-2 为 Block IIIA，RIM-66M-5 为 Block IIIB)。Block III 版本自 1988 年开始生产，随后 1991 年 Block IIIA 型号开始生产，1995 年 Block IIIB 型号开始生产。

ER 增程型

使用助推器的增程型标准导弹编号为 RIM-67，用于提供远程防空能力。所有批次(Block)的 SM-1ER 的编号都为 RIM-67A。它们和对应的 SM-1 各批次导弹几乎完全一样，除了推进系统。于 SM-1MR 型的 MK-56 双推力发动机不同，SM-1ER 采用 MK30 固体燃料主发动机和 MK12 助推器。

SM-2MR 各个批次也有对应的 SM-2ER 版本，SM-2ER Block I 的编号为 RIM-67B，于 1980 年服役。SM-2ER Block II 的编号为 RIM-67C，采用新的 MK70 助推器，拥有几乎两倍于 SM-2ER 的射程，这使它的动力射程超出了现有火控系统的作用距离，不过这极大改善了导弹在有效射程内对抗高机动性目标的能力。RIM-67D 是 SM-2 ER Block III 的编号，它采用了新的主发动机 Mk30 MOD 4，同时还采用了改进的 MK45 MOD 8 近炸引信。

不过，以上版本的增程型号都是为老式战舰的 MK13 式单臂或是 MK26 式双臂导轨发射系统设计的，RM-67 系列的 SM-2 ER 版本没有为采用 VLS 的宙斯盾舰设计的版本。用于装备了 VLS 的宙斯盾舰的增程型号的编号是 RIM-156A，或者说是 SM-2 Block IV，它原来曾经被赋予 RIM-67E 的编号。美国海军曾经为 SM-2 Block IV 申请 RIM-68A 的编号，不过，由于 1960 年代美国空军有过 AIM-68 的型号，尽管这个型号已经取消了。但是由于不允许重使用旧编号，因此这个申请被拒绝了，后来分配的是 RIM-156A 的编号。有些资料显示的 RIM-67E 仅仅是分配到 RIM-156A 前的非正式编号。

RIM-156A 导弹使用新的 MK72 助推器，比原有的 SM-2ER 导弹的 MK70 助推器要短的多，没有弹翼并使用了推力矢量控制系统。导弹的改进还包括主弹体的制导控制系统，如采用了新的 MK45 MOD 10 近炸引信，提高了在苛刻的电子干扰条件下对抗高机动性低可探测性目标的能力。由 SM-2Block IV 导弹，还派生出 SM-2 Block IV A 导弹，用于海基弹道导弹防御系统。由于助推器的开发出现了问题，SM-2 Block IV 的开发进度推迟了 18 个月，因此导致它没有得到足够的测试就转向开发新的 Block IV A 导弹。不过此后 Block IV 导弹的测试仍在继续进行，并于 1999 年 8 月形成初始作战能力(IOC)。

SM-2 Block IV A 的编号为 RIM-156B，它计划用于海基弹道导弹防御的低层系统，与此

同时仍具有和 Block IV 相同的对普通空中目标的攻击能力。它将使用新的双模射频/红外成像导引头和 Mk125 弹头，并采用新的增强了反弹道导弹能力的自动驾驶仪。RIM-156B 的飞行测试开始于 1994 年，并于 1997 年进行了首次打靶测试，击落了模拟弹道导弹的 MGM-52 靶标。不过，由于计划滞后和经费严重超支，SM-2 Block IV A 于 2001 年 12 月被取消，尽管 2006 年 5 月 24 日，美国海军用 SM-2 Block IV A 又进行了一次实弹打靶测试并获得成功，但是重新启动这个项目还遥遥无期。

SM-3 导弹

计划中的海基弹道导弹防御低层系统使用的 SM-2 Block IV A 已经出师未捷身先死，但是高层系统使用的 SM-3 导弹却相当顺利。SM-3 导弹分配的编号为 RIM-161，它派生自 RIM-156，使用了和 SM-2 ER Block IVA 相同的弹体和推进系统，不过增加了 MK136 第三级火箭发动机 (TSRM) 和 GPS/INS 的导引段以及采用大气层外轻型射弹 (LEAP) 做弹头，利用直接撞击摧毁目标。Raytheon 早在 1985 年就开始开发 LEAP，LEAP 采用前视红外探测器 (FLIR) 定位目标位置。1992 年到 1995 年，Terrier/LEAP 演示项目进行了 4 次飞行测试，测试中采用了改进后的小猎犬 (Terrier) 和标准 2 导弹搭载 LEAP，测试中进行了两次拦截，但是 LEAP 都没能直接击中目标，不过正式了广域弹道导弹防御的可行性。

SM-3 RIM-161A 导弹的首次飞行测试是 1999 年 9 月 24 日，在 2001 年 1 月 25 日的第三次测试中，验证了导弹第三级发动机同弹体的分离和 LEAP 的分离控制。2002 年 1 月 25 日的测试 (FM-2) 是 SM-3 的首次全面的测试，导弹成功击毁了白羊座弹道导弹靶标。此后代号 FM-7 的测试是首次实战要求配置的导弹试验。2006 年 6 月 22 日，SM-3 使用新的 Block I A 导弹进行了拦截测试并获得成功。Block I A 升级了火箭发动机和制导控制软件，并包含简化生产和可维护性的改进。迄今为止 SM-3 RIM-161A 的测试次数已经超过 8 次，试验结果证明了广域弹道导弹防御的有效性。

SM-4 导弹

陆攻型标准导弹 (LASM)，有时也被成为 SM-4 导弹，派生自 RIM-66 SM-2MR 导弹，它分配的编号是 RGM-165。它的目标是为美国海军陆战队提供远程舰载高精确度的火力支援。LASM 的打击目标主要是导弹发射场，炮兵阵地和后勤枢纽。

LASM 用 MK125 弹头取代了 MK115 弹头，用 GPS/INS 制导系统取代了原有的雷达导引头。MK104 等其他系统尽数保留，以保证 LASM 可以从现有的 SM-2MR 发射系统上发射。LASM 将几乎垂直的攻击目标，此时触发的破片式弹头可以发挥最大的效果。

1997 年，经过对新的制导系统和弹头的概念验证后，使用三枚 RIM-66K 导弹，LASM 开始开发。计划将 800 枚现存的 SM-2MR Block II/III 改进为 RGM-165A 标准，形成初始作战能力的时间暂定为 2003 或是 2004 年。不过，美国海军在 2002 年取消了 LASM 项目，因为 RGM-165 对移动目标和加固目标的攻击能力很有限。

SM-5 导弹

如果说 SM-4 至少还曾经进入开始阶段，那么可怜的 SM-5，仅仅停留在了概念验证阶段。它是美国海军提出的跨地平线攻击巡航导弹的防空导弹设想方案，使用主动雷达导引头，用于为舰队提供更远的反舰导弹防御能力，并为沿岸的海军陆战队提供巡航导弹防御能力。

SM-6 导弹

ERAM/SM-6 导弹，采用 SM-2 Block IV 的弹体，和源自 AMRAAM (有资料详细说明为 AMRAAM Phase III，也就是 AIM-120C7) 的主动雷达导引头，由于这些成熟技术的重用，SM-6 的制造

和操作成本并不高。2004年9月3日, Raytheon公司获得了价值4.4亿美元的合同用于开发SM-6导弹。预计SM-6导弹将于2006财年进行关键设计评审,首次飞行试验有望在2008年开始,服役时间暂定为2010年。

ERAM/SM-6的代号为Talon,通过先进的主动雷达导引头的使用,SM-6具有和舰载火控雷达有效范围外的远程目标或是舰载照射雷达无法照射的地平线下目标交战的能力。根据Raytheon公司的说法,SM-6具有跨地平线攻击能力,更强的反饱和和攻击能力和强大的反电子干扰能力。

尽管美军CEC系统的投入使用,早期的SM-2 Block III等导弹也可以作到跨地平线攻击,如早在1996年的Mountain Top演习中,使用Kokee Park(海拔3800英尺)Mk74火控系统,为宙斯盾舰上发射的SM-2 Block III导弹提供引导和末段照射,从而击落了相对于宙斯盾舰仍然地平线下的BQM-74靶机。但是使用AIM-120C7主动雷达导引头的SM-6毫无疑问提供了更强的跨地平线攻击能力,因为其不需要末端照射;同样的,由于不需要末端照射,SM-6极大的扩展了多目标交战能力。以前的宙斯盾舰,其多目标交战能力受到SPG-62照射雷达数量的制约,尽管采用了分时照射,但是面对新世纪的饱和攻击环境,仍然有些吃力。

标准家族的异类

AGM-78反辐射导弹是美军的第二代反辐射导弹,它源自RIM-66舰载防空导弹。1966年,战火的考证明AGM-45不是一型理想的反辐射导弹,它射程太近,弹头太小,导引头灵活性太差。因此美国海军决定自RIM-66型号发展出一型空射反辐射导弹,并得到了ZAGM-78A的项目编号。由于采用大量成熟设计,进度很快。1967年进行了试验,1968年AGM-78A就进入美国空军和美国海航服役了。AGM-78A-1导弹如此的简单,可以描述为RIM-66A导弹加上了一具AGM-45A-3A的导引头。1969年,开始生产AGM-78B型号,它使用了新的宽频段导引头,这样就不需要为了针对不同目标换用不同频段的导引头。此外AGM-78B拥有简单的记忆功能,即使敌方雷达关机也可以攻击目标。1970年到1972年间生产过AGM-78C,不过这主要是AGM-78B降低生产成本和提供可靠性的版本。最后的版本是AGM-78D,在1973年到1976年间进行制造,它采用新的MK69 MOD 0发动机。最终的AGM-78D-2版本采用光学引信和新的100千克破片式弹头,并极大的提高了数字电路的可靠性。

尽管所有版本的标准防空导弹都具有水面模式用于对海攻击,仍有专业的舰对舰版本。RGM-66D舰对舰-反辐射导弹由RIM-66B SM-1MR Block V派生而来,综合了RIM-66和AGM-78的设计,它具有一个反辐射导引头用于攻击敌方战舰的雷达。RTM-66D是RGM-66D的训练弹版本编号。RGM-66E型号是使用ASROC发射装置发射的舰对舰-反辐射版本,直接派生于RGM-66D。RGM-66F型反舰导弹计划使用单脉冲多普勒的主动雷达导引头,它于1973年进行了测试,不过于1975年取消。

MiG-25(FoxBat/蝙蝠)截击机在很长一段时间里近似于神话,为了对抗这种高空高速的战斗机,美国空军于1972年启动了一项计划用于开发高空远程空对空导弹,这就是基于AGM-78弹体设计的XAIM-97A(Seek Bat/搜蝠)空空导弹。Seekbat导弹采用了比AGM-78更大的发动机,并采用了雷达/红外双模导引头,不过导弹只有发射前锁定方式。AIM-97要求在24000米高空仍然可以有效作战。1972年末,XAIM-97A原型开始打靶,不过1976年初,这项计划就沉寂下去,再无消息。

附录:〈标准导弹技术参数〉

表格1: RIM-66编号于SM编号对应关系

RIM-66A	SM-1MR Block I-IV
RIM-66B	SM-1MR Block V

RIM-66C	SM-2MR Block I (Aegis)
RIM-66D	SM-2MR Block I (Tartar)
RIM-66E	SM-1MR Block VI (RIM-66E-1/3/7/8), VI A (RIM-66E-5), VI B (RIM-66E-6)
RIM-66G	SM-2MR Block II (Aegis)
RIM-66H	SM-2MR Block II (Aegis/VLS)
RIM-66J	SM-2MR Block II (Tartar)
RIM-66K	SM-2MR Block III (RIM-66K-1), III A (RIM-66K-2) (Tartar)
RIM-66L	SM-2MR Block III (RIM-66L-1), III A (RIM-66L-2) (Aegis)
RIM-66M	SM-2MR Block III (RIM-66M-1), III A (RIM-66M-2), III B (RIM-66M-5) (Aegis/VLS)

表格 2: 基本型导弹

	RIM-66B SM-1MR	RIM-66C SM-2MR
长度	4.47 米	4.72 米
翼展	1.07 米	1.07 米
直径	0.34m 米	0.34 米
重量	621 千克	621 千克
最大速度	Mach 3.5	Mach3.5
最大射高	24400 米	>24400 米
最大射程	46 公里	74 公里
发动机	MK 56	MK56
弹头	MK90	Mk115

表格 3: 增程型导弹

	RIM-67A SM-1ER	RIM-67C SM-2ER
长度	7.98 米	7.98 米
翼展	1.07 米;助推器 1.57 米	1.07 米;助推器 1.57 米
直径	0.34m 米;助推器 0.45 米	0.34 米;助推器 0.45 米
重量	1340 千克	1340 千克
最大速度	Mach 2.5	Mach3.5
最大射高	>24400 米	>24400 米
最大射程	65 公里	185 公里
发动机	MK 30+Mk12	MK30+MK70
弹头	MK51	Mk115

表格 4: SM-2 Block IV 弹体系列

	RIM-156A	RIM-161A
长度(包括助推器)	6.55 米	6.55 米
翼展	1.57 米	1.57 米

直径	0.34 米;助推器 0.53 米	0.34 米;助推器 0.53 米
重量	1450 千克	1501 千克
最大速度	Mach3.5	9600 公里/小时(2667 米/秒)
最大射高	33000 米	>160 公里
最大射程	240 公里	>500 公里
发动机	MK72+MK104	MK136 (TRSM) +MK104+MK72
弹头	Mk125	LEAP (KW)