

针对国家导弹防御系统突防措施研究*

董汉权, 陆铭华

(海军潜艇学院, 山东 青岛 266071)

摘要:美国为了追求绝对的安全, 不顾国际社会的反对, 贸然发展其国家弹道导弹防御系统。为了追求世界的制衡, 必须研究如何突破弹道导弹防御系统。简述了NMD的发展演变, 在分析了美国的国家导弹防御系统构成的基础上, 针对其使用的拦截手段, 重点分析了弹道导弹突破NMD的7种可能措施。

关键词:国家导弹防御系统; 弹道导弹; 突防

中图分类号: TJ761.3; E813

文献标识码: A

文章编号: 1009-086X(2004)03-0015-04

The research of penetration measure aiming at the national missile defence system

DONG Han-quan, LU Ming-hua

(Navy Submarine Academy, Qingdao 266071, China)

Abstract: In order to chase absolute safety, in spite of the oppositions of many nations, USA develops its national missile defense system. In order to get the balance of the world, we should research the breakthrough measure aiming at NMD. The development process of NMD is introduced, and the constitutes and the holding up measure of NMD are analyzed. The seven measures of ballistic missile breaking through NMD are analyzed.

Key words: National missile defence(NMD); Ballistic missile; Penetration

1 引言

弹道导弹防御是美国历届政府“梦寐以求”的追求目标, 冷战时期美国为了追求“获得绝对安全”, 开始了弹道导弹防御的研究。20世纪60年代初美国发展了“奈基-宙斯”反弹道导弹系统, 70年代初研制了“卫兵”防御系统, 而到80年代更是提出了SDI计划(俗称“星球大战”计划)。不过终因计划过于庞大而停止。几经演变, 克林顿政府提出了发展BMD防御计划, 但由于实验的屡屡失败, 克林顿于2000年9月

宣布了暂不部署NMD的决定。2001年初乔治·布什上台后不顾《反导条约》, 立即宣布美国政府将不遗余力地继续推进NMD的开发和部署^[1]。此言一出马上引起了包括欧盟在内的俄罗斯、中国、朝鲜等各国的强烈反对。面对美国的咄咄逼势, 研究针对NMD的突防措施是十分必要的。

2 国家弹道导弹防御系统

NMD计划是一项庞大而又复杂的系统工程, 它的目标是拦截洲际弹道导弹和潜射弹道导弹, 保障

* 收稿日期: 2003-07-22

作者简介: 董汉权(1976-), 男, 山东胶南人, 工程师, 硕士, 研究方向为兵种战术、作战模拟。

通信地址: 266071 青岛海军潜艇学院作战指挥系 电话: (0532)8635512

美国本土免遭敌对国家“有限的战略弹道导弹攻击”和俄罗斯、中国“少量的、偶然的或未经授权的远程战略弹道导弹攻击”。长远发展目标包括地基、空基、天基等各个防御系统。

NMD 的现行计划,以固定式地基国家导弹防御系统为重点。目前,地基导弹防御系统的研制重点为地基拦截弹系统。地基拦截弹系统主要由 4 个子系统组成^[2-4]:

(1) 预警系统

主要包括“国家支援计划”(DSP)早期预警卫星系统、天基红外系统(SBIRS)和改进的地基预警雷达(UEWR)组成的预警系统。早期预警卫星系统主要用于探测加速段飞行的导弹和火箭,还有核爆炸探测任务。天基红外系统是由 2 颗大椭圆轨道卫星、4 颗地球同步轨道卫星和 24 颗低地球轨道卫星组成的综合卫星系统。系统不仅能够探测助推飞行、弹头弹体未分离的弹道导弹,而且能够探测到助推段推进剂完全燃尽、火焰消失、弹头与弹体已分离的弹道导弹;地基预警雷达主要作为天基红外预警系统的补充,主要用于确定来袭导弹的威胁以及为拦截提供相应的飞行弹道数据。

(2) 跟踪制导系统

主要包括地基 X 波段雷达(GBR)。地基 X 波段雷达主要执行监视、捕获、跟踪、识别、拦截支援和杀伤评估。它能够独立或根据天基红外系统提供的信号,搜索、捕获、跟踪 1 个或多个目标,并能根据目标特性信号鉴别弹头或诱饵。

(3) 拦截弹系统

主要包括地基拦截弹。地基拦截弹是一种轻型的、非核装药的导弹,它采用动能撞击杀伤的方式拦截再入段的洲际导弹的弹头。

(4) 指挥系统

指挥系统即作战管理与指挥、控制、通信(BM/C³)系统。指挥系统是 NMD 的大脑,系统主要功能是:向作战指控系统传递信息,提供决策手段,支持必不可少的人参与控制的决策;不同探测器的数据融合;提出交战计划并执行作战;向防御系统转发武器发射命令等指挥和控制决定与指令;系统各组成单元间的信息传递和处理。

此外还包括前沿辅助通信(FBR)系统、拦截弹飞行中使用的通信(IFCS)系统,以及现有的“国家支援计划”军用通信卫星等。

3 弹道导弹的突防措施

研究国家弹道导弹防御系统的构成和作战过程,找到其中的破绽,以己之长攻敌之短,可以找到很多突防弹道导弹系统的措施。

3.1 多弹头攻击

多弹头攻击是指在一个弹头内装有多颗子弹头,它利用弹头的数量多使敌方反导防御系统处于饱和状态。采用一个弹头攻击被拦截概率很高,但随着弹头个数的增加,弹头被全部拦截的可能性越来越小。多弹头可分为集束式弹头和分导式多弹头两种。集束式弹头是把一个大的弹头换成一组小的子弹头,它们都装在同一个母弹头中,当导弹飞行到某一时刻,总炸螺栓起爆,同时释放并沿着几条很相近的弹道去攻击同一目标。它的缺点是,母弹头和子弹头上都没有制导和控制系统,由于这种投弹式弹头分布区域小,易被反导武器摧毁且不能攻击较小目标;分导式多弹头的特点是母弹头有制导控制系统,可以作机动飞行,在再入大气层之前,可按预定程序将子弹头逐个释放出去,每放一个子弹头母弹头就改变一次飞行轨道,每个子弹头都可以攻击一个目标或不同的目标,也可以沿着不同的轨道去打击同一个目标^[5],从而大大提高了突防概率。俄罗斯的被称作“21 世纪洲际弹道导弹”的“白杨-M”导弹,就采用了多弹头技术。“白杨-M”导弹至少可以携带 3 枚弹头,甚至可以携带多达 6 枚弹头。而最新型的三级固体分导多弹头远程潜地弹道导弹——SS-N-23 导弹更是携带多达 10 枚子弹头。俄罗斯的核动力弹道导弹潜艇可装载 16 枚 SS-N-23 导弹,一旦发射,160 枚核弹头将铺天盖地扑向目标。以目前的水平,NMD 确实是难以招架这样强大的打击。

3.2 诱饵突防

目前,在高空突防上,较为通用的办法就是释放诱饵。在真空中没有空气阻力,不同质量的物体可以沿相同的弹道飞行。由于诱饵比较轻,故可大量

使用,目的是让防御探测器不能识别出真弹头,防御系统为了避免让核弹头毫无阻拦地进入,就不得不射击所有可能的目标,这样就可以耗费掉大量的防御拦截器。如果突防方配置大量诱饵,防御系统有效性将会大大降低。当较轻的诱饵和弹头进入大气层后,由于空气阻力的关系,诱饵的速度会比弹头的速度慢很多,使得弹头被识别出来。这时,可以将轻的和一些重的诱饵混合起来使用。

诱饵可分为真诱饵、能发射信号的诱饵和反仿真的诱饵3种类型,在实际使用中它们可以相互结合使用。

3.2.1 真诱饵

想蒙骗过防御探测器的“眼睛”,仅仅依靠外观相似是不行的,必须使诱饵和导弹具有类似的物理特性。由于诱饵很轻,它很难具有与弹头相似的质量特性,因此必须模拟弹头的动量特性,才能蒙骗以测速、测高见长的雷达探测系统。而且,考虑到防御系统的红外探测,要让诱饵具有一定的温度和散发一定的红外能量,这样,诱饵才有可能与弹头具有相似的红外波长,这才是真诱饵。若诱饵做得很成功,就会给防御系统造成很大的威胁,使得防御系统会考虑每一个可探测到的诱饵都可能是弹头,要对每一个诱饵进行拦截,依靠有限的防御拦截器是不够的。而且,防御系统也不可能对每一个可能目标开火,因为只要诱饵足够多,这会浪费完防御系统所有的拦截器,这就有可能使得真弹头毫无阻拦地攻击到目标。

3.2.2 能发射信号的诱饵

使用信号差异的诱饵防御系统或许能够识别出弹头与真诱饵之间一些比较明显的区别,解决问题的方法是不不要使真诱饵完全相同。由于防御系统只可能知道弹头的基本特性,而不知道其准确特性,因而,诱饵与弹头之间、诱饵彼此之间也可以有轻微的不同,如可以使用小的加热器来造成诱饵红外信号的差异,采用不同的表面外罩也可以导致不同的诱饵温度。这可以阻止防御系统将弹头当作与其他的不同的一个目标而捕获它。

3.2.3 假诱饵

改变弹头中可以改变的部分,尤其是外表,利用

反仿真技术将其伪装成诱饵。这比用诱饵来模拟弹头要容易得多,使得防御对诱饵的识别更加困难。这种方法需要对弹头进行改装,可以考虑将弹头包在一个经过金属处理的聚脂薄膜中,将大量的气球与之混合在一起,可以通过选用不同的材料、不同的外型和加装加热器等手段来使得每一个气球都是一个不同的诱饵,因为它们具有不同的温度范围和不同的雷达反射率,这使得防御探测器无法识别哪一个气球中含有弹头。

3.3 干扰、隐身突防

干扰包括无源干扰和有源干扰。无源干扰包括使用金属丝、金属箔条和在弹头表面涂敷吸收电磁波的涂层等。大量的金属干扰丝类似真弹头,这些干扰物和弹头一起释放,将会使敌方的反导弹系统看到“数千枚弹头”,白花花一片,难以从众多的假弹头中区分出真弹头来;有源干扰是在弹头或诱饵上装备专门的干扰设备,主动发射电磁能干扰波或大量欺骗信号。在此基础上,还可实行回答式欺骗干扰,即将接收敌雷达发射来的识别、跟踪信号予以一定的调相和幅度调制,然后再送回到敌雷达,使敌方雷达和计算机趋向饱和,从而有效地抑制雷达获取目标信息的能力。实施有源干扰是对敌雷达多个作战环节(跟踪、识别、拦截等)进行有效的电子对抗的最好突防手段之一。

目前,弹道导弹通常采用3种隐身方法^[6]:一是冷,在弹头表面涂敷吸波材料和降温涂层,或将弹头装在一个由液态氮冷却的铝屏蔽器里,以减少雷达反射和红外特征,从而骗过拦截导弹上的寻热传感器,使其失去目标;二是藏,为防止天基红外系统的探测,在导弹喷管外安装红外吸收装置,在发动机燃料中加入添加剂改变红外辐射频谱;为躲避地基雷达的探测,则采用吸波吸热及反射折射等先进技术或不规则弹头外形以减小雷达反射面积,使雷达有效探测距离降低40%~70%;三是短,由于反导系统中的预警卫星主要是通过导弹尾焰的红外辐射探测来探测导弹发射情况的,所以可采用大推力速燃发动机,缩短导弹助推段工作时间,使导弹发动机在大气层内实现关机,从而降低导弹起飞时的红外特征。这样,天基红外探测器就难以发现和跟踪目标。

3.4 包络球

考虑到碰撞杀伤拦截器必须直接撞击目标才能将其摧毁,因此可将弹头包在一个巨大的金属薄膜气球内,气球的直径远大于碰撞拦截器的杀伤半径,那么即使它能撞到气球上也不大可能撞到气球里的弹头上,两者半径间的差距越大,杀伤概率就越小。如能与其他诱饵相配合,突防效果会更好。但是,包络球自身也有一定的缺点,由于弹头外包有一个巨大的金属薄膜气球,因此会影响弹头的飞行速度、爆炸威力等。

3.5 改变弹道轨迹突防

由于防御系统是依据防御传感器所探测到的信号来估算攻击弹头的弹道轨迹,所以可以让弹头做难以预测的机动以避免拦截器飞行轨迹^[7]。杀伤拦截器从接收到信号到计算好飞行轨迹之后有一个时间差,当弹头改变了弹道,杀伤拦截器可以再机动的的时间和距离可能都太短,就会造成拦截失败。弹头还可以进行多次机动,但实际上,一次预定的机动就可能足以突防成功。

改变弹道轨迹的一个重要方法就是采用中段制导和末段制导,采用中段制导和末段制导,即可对弹道的中段和末段实施控制,变椭圆弹道为机动弹道,这无疑有利于躲避敌方反导弹系统的攻击,达到突防的目的。再入弹头有以下 2 种机动方式:一是机动弹头通过高、低空拦截区,在杀伤区内利用机动造成反导弹的脱靶,达到突防目的;二是不通过高、低空拦截区,这是躲避式机动。躲避式机动是易于实现和比较有效的一种机动突防方法。躲避式机动弹道是按“程序机动”的弹道,发射之前,根据对方高、低空拦截武器的性能,事先选择好一条标准再入弹道——躲避式弹道。再入控制系统的任务即在于控制弹头沿标准弹道接近目标。在弹道导弹进入再入段时,还可以通过提高导弹速度,利用高超声速来突破地基拦截弹的拦截。

3.6 机动发射

弹道导弹一般是从固定的发射井发射的,这有一个很大的弊端就是容易暴露自己,从而招致敌方的毁灭性打击。解决这一问题的方法,就是采取机动发射的方式来保存自己的实力,为持续打击做好

准备。

SS-25 是原苏联第 5 代洲际弹道导弹,也是世界上唯一已部署的小型公路机动发射的洲际弹道导弹。20 世纪 70 年代开始研制,1986 年开始正式服役,目前俄军拥有 260 枚。该弹可以在地下井发射,也可以用轮式车辆在公路上进行发射,从而使其生存能力大大提高。

弹道导弹核潜艇是机动发射的另一条重要途径。弹道导弹核潜艇可以长期活动在水下,敌方很难发现它,因此,发射弹道导弹具有很高的隐蔽性。在冷战时期,原苏联的“台风”级弹道导弹核潜艇具有惊人的毁灭能力,它所施加给美国的压力甚至超过了最强大的陆基弹道导弹。

3.7 先发制人主动攻击

从战术的角度来看,最好的防御手段是进攻。防御系统的 1 次成功拦截是由系统中的各个部分紧密配合才能完成的。因此,欲突破 NMD 可先发制人,攻击、破坏其防御系统的某一环节即可。实施攻击前夕,先行利用“自杀卫星”(1 种在轨巡航卫星)或者使用激光武器摧毁对方 NMD 系统中的预警卫星系统、天基红外系统,使之失去预警和侦察能力,再考虑对防御系统各组成部分进行先发制人的打击。例如,可以采用导弹等手段攻击其雷达系统,使其探测系统受到破坏,或者攻击并摧毁地面拦截器发射井和飞行拦截通讯系统。俄罗斯军备高级专家谢尔盖·罗戈夫认为可以利用空中核爆炸来摧毁反导系统的指挥控制和通信管理中心,让这个中枢神经系统失灵,以此来攻击反导的防御功能。

4 结 束 语

弹道导弹的防御与突防技术始终是一对互相促进、竞争发展的“矛”与“盾”。NMD 的技术特点决定了它不可避免地存在着缺陷。因为,“再坚固的盾都有更利的矛”,认真研究并合理利用这些缺陷就一定能够找到突防 NMD 的好办法。从长远考虑,必须加强这方面的高新技术预先研究,高度重视空中、空间威胁和导弹攻防对抗的研究,及早建立全方位、一体化的弹道导弹防御体系。

(下转第 57 页)

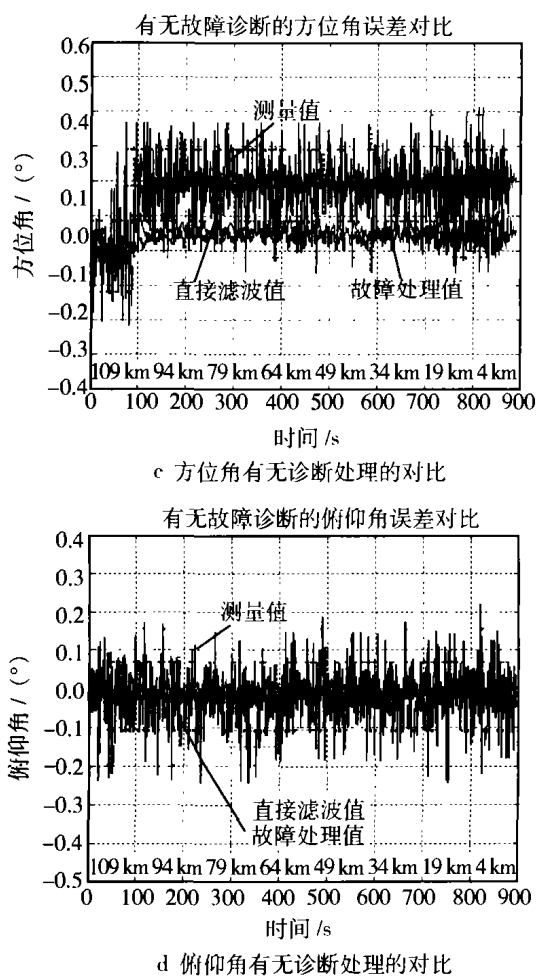


图3 系统偏差增大的诊断及处理与直接滤波的效果对比

Fig. 3 The Compare between the effect of fault diagnosis and that of filtering directly with increased systematic error

从图中可以看出,由于电波交会雷达方位角支路故障引起的方位角系统偏差增大,如果直接进行滤波,将无法消除或减小这种系统偏差。而经故障诊断处理后,方位角支路的系统偏差明显降低,在本例中由 0.2° 降至 0.06° ,而其方差基本保持不变;同时,从图3c和3d可以看出,由于斜距和俯仰角支路无故障,对于这两个支路,有无故障诊断处理几乎相当。

[参 考 文 献]

- [1] 王桂增,王诗必. 高等过程控制[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [2] 周东华,叶银忠. 现代故障诊断与容错控制[M]. 北京:清华大学出版社,2000.
- [3] Gomm J B. Process fault diagnosis using a self-adaptive neural network with on-line learning capabilities [A]. Preprints of the IFAC Workshop on On-line Fault Detection and Supervision in the Chemical Process Industries [C]. Newcastle, 1995. 78-83.
- [4] 何友,王国宏,陆大金,等. 多传感器信息融合及应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [5] Anderson B D, Moore J B. Optimal Filtering[M]. Prentice-Hall,1979.

(上接第18页)

[参 考 文 献]

- [1] 杨华. 美国反导系统的发展历史和技术现状[J]. 飞航导弹,2001,(7):11-15.
- [2] 陈坚. 图说美国弹道导弹防御[M]. 北京:解放军出版社,2001.
- [3] 吴培中. 美国弹道导弹防御计划的发展[J]. 国际太空,2000,(11):23-25.
- [4] 孙隆和. 美国的导弹防御系统[J]. 电光与控制,2002,(2):1-2.
- [5] 杨辉耀,赵国宏. 弹道导弹反拦截作战中子母弹抛撒方法研究[J]. 火力与指挥控制,2002,27(3):64-66.
- [6] 张战兵,元端平. 天光幻影太空战[M]. 石家庄:河北科学技术出版社,2001.
- [7] 陈国平. 从质心运动定理看NMD的防护能力[J]. 西南工学院学报,2001,16(4):13-15.