

对话(四)

——拦截核弹头,怎样进行瞄准和射击?

魏开煜

百米之外箭穿蚊子嘴巴

张: 老李! 您好。今天我们该讨论粒子束武器怎样进行跟踪瞄准的问题, 是吗?

李: 是的! 不过你还漏了一个问题。

张: 噢, 还有对粒子束脉冲长度的要求。

李: 对! 这个问题也很重要, 可别把它忘了! 好, 你接着说吧!

张: 听说苏联当初向太平洋试射第一枚洲际导弹的时候, 弹头只不过落在距预定目标两公里的范围内, 一些西方评论家便惊叹道: 简直像百米之外箭穿一只苍蝇的眼睛一样准确(图1)! 要是按照这样的文学夸张, 那么, 空间粒子束武器要打中几百公里甚至上千公里以外的核弹头, 又该怎样形容它的准确性呢?

李: 应该比做百米之外箭穿一只蚊子的嘴巴(图2)。

张: 怎么见得?

李: 这, 只要比一比数字你就会明白的。譬如说, 射程为一万公里的洲际导弹落在距目标中心点一公里范围内, 它的瞄准偏差是万分之一; 通常核弹头的

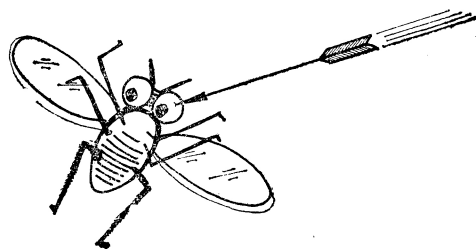


图 1

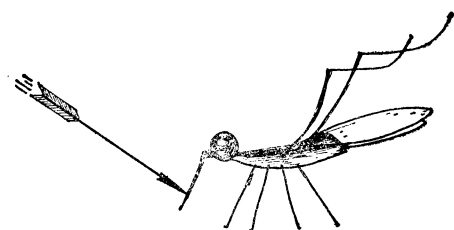


图 2



吗?

眼睛、手和脑的延长

李: 哈哈! 粒子束武器的眼睛可要比你那一点五的眼睛强多啦! 可以说是千里眼。

张: 千里眼?!

李: 是啊, 它站在云端, 手搭凉棚一看, 就看见千里之外妖雾腾腾, 飞出一个怪物

要害部位长度约为一米, 宽度不过几十厘米, 我们就按照一米来计算, 那么, 空间粒子束武器要在一百公里之外击中它, 就要求瞄准偏差不得超过十万分之一; 在一千公里以外击中它, 则要求瞄准偏差不得超过百万分之一。

张: 嗯! 看来, 粒子束武器的瞄准要求是要比洲际导弹还高。

李: 粒子束武器的瞄准还有更困难的一面, 那就是它所攻击的目标不是静止的, 而是在以很快的速度飞行。打一个比方, 洲际导弹攻击一座城市就好比猎人打一个卧着的兔子(图3), 而粒子束武器摧毁一枚核弹头就好比猎人射一只空中飞鸟(图4)。

张: 是的, 打飞鸟很不容易。我以前练习过打飞鸟, 有点亲身体会。譬如说, 首先你的眼力要好, 一眼就能看到老远有一只鸟儿飞来, 盯上它, 并且看准它的飞行高度、飞行方向、飞行速度和离你的距离……, 唉, 老李! 我这一点五的眼睛有时候还看不准, 那粒子束武器有那么好的眼睛

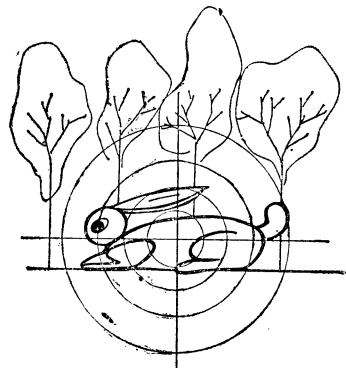


图 3

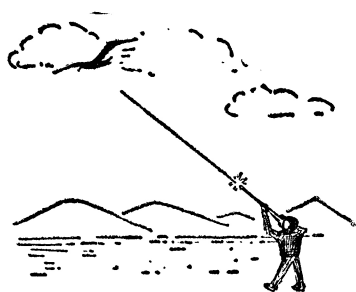


图 4

(图 5)。

张：什么怪物？

李：核导弹。

张：噢！原来敌人的导弹一发射就被它盯上啦？！真是孙猴子的火眼金睛！

李：比孙猴子的火眼金睛还厉害，那是卫星载着的远程雷达！

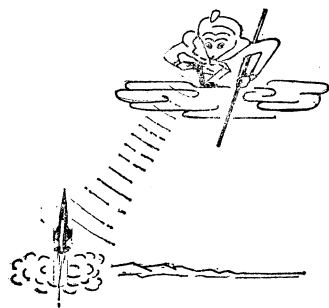


图 5

张：怪不得哲学家们说，雷达是人类眼睛的延长，一点不假！

李：粒子束武器还有另外一只眼睛，那就是精密跟踪激光雷达。

张：这只眼睛有什么妙处？

李：它配有小型电子计算机，能够很准确地测定核弹头的飞行方向、飞行速度和到粒子束发射装置的距离。

张：这么说，粒子束武器的这只电子眼睛也是没有人能比得上的啦？

李：当然。

张：可是，我还得问您，打飞鸟的时候，不光是要用眼睛看准鸟儿，还得用手举起枪对鸟儿进行跟踪瞄准。那粒子束武器有手吗？

李：有！它的手可比你的手灵巧得多。它不需要老远的举着枪跟着核弹头转。而是用一套偏转磁铁、聚焦磁铁和光学望远镜构成的自动扫描系统，来改变粒子束的发射方向，对核弹头进行跟踪瞄准。

张：噢！我明白了。只要调节磁铁的激磁电流，就可以灵活地改变粒子束的发射角。是吗？

李：是的！你很聪明，真是心有灵犀一点通。因为激磁电流是根据精密跟踪雷达的指导信号自动调节的，所以瞄准动作非常快。

张：是不是可以说这种自动扫描系统是人手的延长呢？

李：可以这样说。

张：在打一只空中飞鸟的时候，人的眼睛和手都是受大脑控制和指挥的。粒子束武器也有一个控制和指挥全身动作的大脑吗？

李：有！是一台主控电子计算机。

张：这个容易懂，因为电子计算机本来就是人脑的延长，所以人们把它叫做“电脑”，对吗？

李：不完全对。

张：啊，为什么？

李：因为电子计算机不会进行创造性思维，它只是按

照人们编好的作战程序处理各种信息，发布各种指令进行协调和指挥。

张：不会思维不要紧，只要能忠实地执行人们编好的作战程序就行了。不过，人的大脑是通过全身的神经系统指挥各个器官和处理反应信息的。那么电脑又是通过什么系统指挥粒子束武器的各种装置和处理反应信息的呢？

李：是通过一个连接武器各部分的自动控制系统。

“开环”瞄准和“闭环”瞄准

张：再好的猎手在打鸟时都是一锤子买卖。特别是打空中飞鸟，要是一枪打不中，再瞄准就来不及了。所以很少有人打第二枪。那粒子束武器打核弹头是不是也这样呢？

李：不！粒子束武器的动作比人快得多，所以，对目标可以进行多次瞄准和射击。一次没有打中，还可以打第二次，第三次……。

张：请您说说看怎样进行多次瞄准？

李：有两种方案，一种叫“开环”瞄准；另一种叫“闭环”瞄准。

张：什么叫“开环”瞄准？

李：“开环”瞄准就是如果第一次没有打中，第二次再重新瞄，后一次的瞄准动作与前一次的射击偏差没有关系。

张：在什么情况下采用这种瞄准方案？

李：在不能对粒子束进行跟踪和遥测的情况下才采用这种瞄准方案。

张：这种方案有什么优点？

李：“开环”瞄准的自动控制系统比较简单。不需要对粒子束进行跟踪和遥测，也没有回授测量结果的反馈系统。

张：缺点呢？

李：缺点是不能保证后一次瞄准偏差一定比前一次小，也有可能比前一次更大，这要碰“运气”。

张：这样说来，“开环”瞄准是不保险的。核弹头有可能漏过去。

李：是的。这是“开环”系统的根本弱点。

张：那“闭环”瞄准呢？

李：“闭环”瞄准没有这个问题。所谓“闭环”瞄准就是精确测量出上一次射击中粒子束的偏差，反馈给控制回路来指导下一次瞄准。这样就可以保证偏差一次比一次小，直到准确打中为止。用来实现这种“闭环”瞄准的自动控制系统，叫做“闭环”系统。

张：还是“闭环”系统保险。

李：是的，粒子束武器专家们都希望采用“闭环”瞄准方案，例如美国的“神炮”计划就是采用“闭环”方案。但是这种方案能不能实现，要看能不能解决

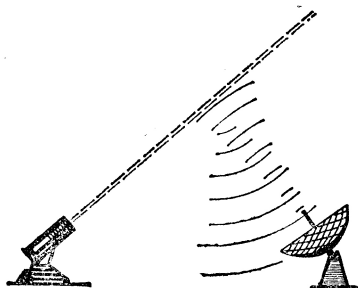


图 6

辨率的艾克斯(X)波段单脉冲雷达对电子束进行了试验,发现电子束能像钢索一样反射雷达波(图6),所以对带电粒子束的跟踪和遥测问题是很有希望解决的。

张: 那么,中性粒子束呢?

李: 中性粒子束的探测要复杂一些。但人们也在寻找

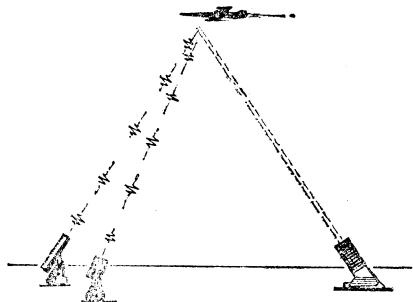


图 7

一定波长的低功率激光去照射中性粒子束,产生谐振散射信号,用红外遥测装置去进行探测(图7)。这样就有可能测得中性粒子束的射击偏差(或称为脱靶量)。

“前置”和“扫描”

张: 看来,无论用“开环”系统或是用“闭环”系统,粒子束武器的瞄准和射击速度都要比人打鸟快得多。不过我还有一个不清楚的问题想问问您,凡是打过飞鸟的人都知道,因为鸟在飞,瞄准点要选在稍微前面一些,这样,当鸟儿飞到瞄准点的时候,才能正好碰上子弹。粒子束武器的瞄准是不是也是这样呢?

李: 是的,道理完全一样。要是把核弹头上该射中的那块面积的中心叫做命中点,那么瞄准点应当选在命中点的前面,两点之间的距离叫做“前置量”,前置量对粒子束发射装置的张角叫做“前置角”。

张: 那么,“前置量”或“前置角”应当取多大呢?

李: 这要根据核弹头的飞行方向、飞行速度以及它同粒子束发射装置的相对位置来确定。

张: 我假想一个例子请您算算好吗?

粒子束的跟踪和遥测问题。

张: 能不能解决呢?

李: 有可能。例如美国海军研究试验室用一台高分

解决办法。例如美国洛克希德导弹和空间公司就提出了一种设想,就是用一

李: 好! 你说吧!

张: 譬如,一枚核弹头由东向西,以每秒钟 2.6 公里的速度飞行,一架载着空间粒子束武器的航天飞机由北向南飞行,并且用能量为 1000 兆电子伏的质子束向核弹头射击(图 8)。假如发射粒子束时,航天飞机和核弹头的连线正好是正南正北,它们之间的距离为 100 公里,那么……

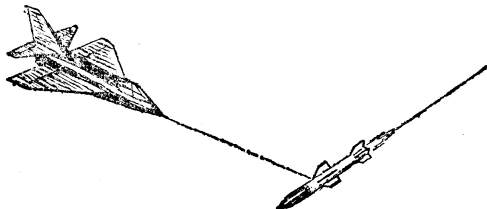


图 8

李: 这个例子很简单,叫做“正侧射”。能量为 1000 兆电子伏的质子束,飞行速度是每秒钟 26 万公里,比航天飞机快得多。所以航天飞机附加给粒子束的那一点点速度可以忽略不计。这样,粒子束飞行 100 公里大约需要 0.39 毫秒(两千六百分之一秒)的时间,在这段时间里,核弹头要向前飞行 1 米的距离。

张: 这就是说“前置量”为 1 米,是吗?

李: 是的。你算算看“前置角”有多大?

张: 是不是 1 米再用 100 公里去除?……哎呀! 这么小?! 只有十万分之一弧度!

李: 是啊! 要是折合成度数,只有万分之五点七度。

张: 这么小的前置角是不是很难控制?

李: 是的,难度很大! 譬如说,要是粒子束的横截面直径小于 10 厘米的话,瞄准误差大约还要比这个数字小十倍才行,那就是百万分之一弧度。

张: 唉,老李! 除了瞄准需要有一个前置角之外,是不是在射击过程中粒子束还要跟着核弹头移动呢?

李: 是的! 这叫“射击扫描”。因为粒子束脉冲有一定的时间长度,为了使先来的粒子和后到的粒子都打在核弹头上的同一个地方,就要求进行射击扫描。

张: 在我们刚才举的那个例子中,要是粒子束的脉冲长度是 1 毫秒(10^{-3} 秒),那么,扫描距离和扫描角应该是多少呢?

李: 这很好算,在一毫秒时间里,弹头的飞行距离是 2.6 米。所以射击扫描距离也应该是 2.6 米。再用粒子束的射程 100 公里去除这个距离,就可以得到扫描角是十万分之二点六弧度。折合成度数大约是千分之一点五度。

张: 扫描的准确度要求也一定很高吧?

李: 是的! 要是粒子束的截面直径是 10 厘米的话,扫

描误差也必须小于百万分之一弧度。

张：啊，要求这么高？！太困难啦。有办法避开这个困难吗？譬如说，不扫描行不行？

速战速决和撒网捞鱼

李：一种办法是缩短粒子束的脉冲时间。譬如在刚才举的例子中，要是把粒子束的脉冲长度缩短到1微秒(10^{-6} 秒)，那么在射击过程中核弹头的移动距离就只有2.6毫米，没有超出粒子束的截面，这样就不需要扫描了。

张：妙！这个办法叫“速战速决”，非常干脆。还有一种办法呢？

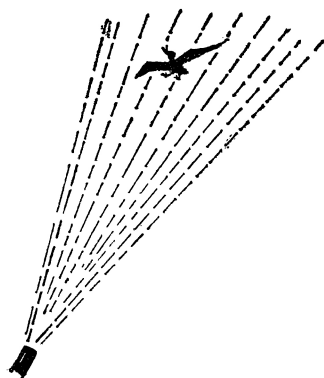


图 9

李：就是让粒子束的横截面扩散得大大的，使得核弹头在射击时间内飞不出粒子束的扩展范围。

张：嗯！我明白了。这就像用装铁砂的鸟枪打鸟一样，一打出去散开一大片，鸟儿飞的

再快也逃不出这一片铁砂弹雨(图9)。

李：你说得对！但是，这种方法要付出较大的代价。你还记得上次讨论中说过，为了保证单位面积上有足以点燃引爆炸药的粒子数目，粒子束的横截面越大，需要加速器发射的粒子总数就越多，加速器的研制也就越加困难。

张：那缩短粒子束的脉冲时间不是也要增加研制加速器的困难吗？

李：是的。不过，只缩短脉冲时间，不增加脉冲次数和每个脉冲中的粒子数目，困难要小一些。

张：这么说，还是采取“速战速决”的射击方法比较好。可是，刚才讨论的都是空间粒子束武器的情况，那地面粒子束武器呢？

李：地面粒子束武器瞄准的“前置角”要根据粒子束开辟大气通道所需要的时间来计算。因为大气通道孔径很小，只能采取速战速决的射击方法。

张：那怎样计算粒子束的脉冲时间呢？

李：用来摧毁核弹头的那个粒子束脉冲的长度，要比核弹头飞过大气通道横截面的时间短才行。譬如，要是通道截面直径是3.6厘米，核弹头的飞行速度是每秒钟1.8公里，那么，粒子束的脉冲时间就应当小于20微秒(2×10^{-5} 秒)。

漏水池子，怎样装满？

张：除了避免扫描困难以外，恐怕还有别的原因也要求缩短射击时间，速战速决吧？

李：是的！为了避免热量的散失，保证射击效果。

张：请您说说看这是怎么回事？

李：核弹头中的引爆炸药受到粒子束轰击的时候，一方面沉积热量，另一方面又向外散失热量。散热的方式有两种，一种是通过分子振动把热量传递给周围的物质，这叫热传导；另一种方式是产生红外线把热量抛射出去，这叫热辐射。所以，要是慢慢吞吞地射击，热量就积累不起来，当然就达不到炸药的着火温度。

张：噢，我明白了。就好像一个漏水的池子一样，你一边装，它一边漏。要是慢慢吞吞地往里边装水，永远也满不了(图10a)；要是猛倒一桶下去，它来不及漏掉，一下子就装满了(图10b)。

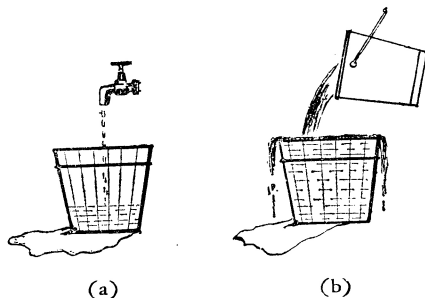


图 10

李：对！是这个道理。只有采取突然轰击，使炸药中沉积热量的速度远远大于散热速度，才能引起温度的急剧上升，达到着火点。

张：这么说，是不是粒子束脉冲越短越好？

李：不是因为摧毁核弹头所需要的粒子数是一定的，脉冲越短，要求加速器产生的脉冲束流强度就越大，加速器的研制也就越困难，所以要适当选择。

张：那怎样计算加速器的脉冲束流强度呢？

李：要是折合每秒钟能发射六百亿(6×10^{18})个粒子，束流强度就是1安培。譬如，我们以前讨论过，要是粒子束的横截面扩展到10平方厘米，点燃核弹头的引爆炸药就需要大约二千万亿(2×10^{15})个能量为200兆电子伏的质子。如果粒子束的脉冲长度是1微秒(10^{-6} 秒)，折合起来就相当于每秒钟能发射二十万亿(2×10^{21})个质子。在这种情况下，就要求加速器的脉冲束流强度大约为330安培。

张：要是粒子束的脉冲长度缩短到100毫微秒呢？

李：需要的脉冲流强为3300安培。

张：那么，什么样的加速器能产生这么强的粒子束呢？

李：今天太晚了，这个问题下次再讨论吧。