

韩荣辉 吴锴 编著

ILLUSTRATING AIR TO GROUND OPERATIONS

解放军出版社



对地！对地！

· 图解空对地作战 ·

军事专家戴旭强烈推荐

这是一部难得的介绍信息化实战背景下的空对地攻击战术图书，对于中国军人和军事爱好者有直观的启蒙意义：现代空军不只是用于，甚至主要不是用于空战的。对于没有现代实战经验的中国空中力量来说，这一点尤为珍贵。

ILLUSTRATING AIR TO GROUND OPERATIONS

对地！对地！

· 图解空对地作战 ·

韩荣辉 吴锴 编著

解放军出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

对地! 对地! ——图解空对地作战 / 韩荣辉, 吴锴编著. —北京: 解放军出版社, 2011. 6

ISBN 978 - 7 - 5065 - 6227 - 0

I. ①对… II. ①韩…②吴… III. ①空对地导弹-作战-图解 IV. ①E927 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 113026 号

书 名: 对地! 对地! ——图解空对地作战

作 者: 韩荣辉 吴 锴

责任编辑: 郭 莹

装帧设计: 文翰竹雅

出版发行: 解放军出版社

社 址: 北京市西城区地安门西大街 40 号 邮编: 100035

电 话: 010 - 66531659

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中科印刷有限公司

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数: 229 千

印 张: 12.75

版 次: 2011 年 7 月第 1 版

印 次: 2011 年 7 月北京第 1 次印刷

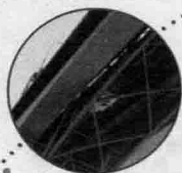
印 数: 1—6000

书 号: ISBN 978 - 7 - 5065 - 6227 - 0

定 价: 48.00 元

(如有印刷、装订错误, 请寄本社发行部调换)

目录 Contents



02-23
第一章 攻击桥梁



24-39
第二章 攻击机场



116-131
第七章 攻击交通线



98-115
第六章 攻击加固目标



40-55
第三章 攻击小目标



132-147
第八章 目标瞄准命中和摧毁



56-77
第四章 压制地面防空



148-161
第九章 发现目标与跟踪目标

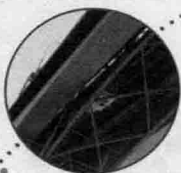


78-97
第五章 近距空中支援



162-198
第十章 城市作战

目录 Contents



02-23
第一章 攻击桥梁



24-39
第二章 攻击机场



116-131
第七章 攻击交通线



40-55
第三章 攻击小目标



132-147
第八章 目标瞄准命中和摧毁



56-77
第四章 压制地面防空



148-161
第九章 发现目标与跟踪目标



78-97
第五章 近距空中支援



162-198
第十章 城市作战

98-115
第六章 攻击加固目标



第一章 攻击桥梁





桥梁是封锁作战打击的重点目标。对桥梁目标的选取具有系统性，突击关键桥梁会使整个交通系统瘫痪；桥梁结构复杂、种类多，各种桥梁打击部位差异大，精确制导武器对突击方法有较大改变。

桥梁被认为是空对地突击难度最大的目标。使用普通航弹，平均需要400多枚炸弹才能摧毁一跨孔桥面，飞行员们比喻其难度如同站在十米开外的地方将石子扔进一个管子里。破坏一座桥梁通常需要一个团以上的兵力，摧毁一座桥梁的成本可以建几座甚至几十座桥。激光制导武器研发后被首先应用在突击桥梁目标上。

精确问题

追求轰炸的精确性一直是空军的目標。普通航弹的命中位置是飞机飞行方向、投弹速度、炸弹的气动力系数、风速与大气参数等的函数。投弹晚半秒钟，命中点就可能错过目标几十至数百米。

二战时，美国空军装备了Nordan瞄准具后轰炸精度大幅度提高。1943年时美国轰炸机的轰炸圆概率误差是350米，二战结束时这项误差缩小到了300米，但与现代武器的精度仍无法相提并论。要做到精确轰炸，除了要瞄得准，投出去的弹药还必须具备可操控性。二战时德国和美国都进行了无线电指令操控空地武器的试验。

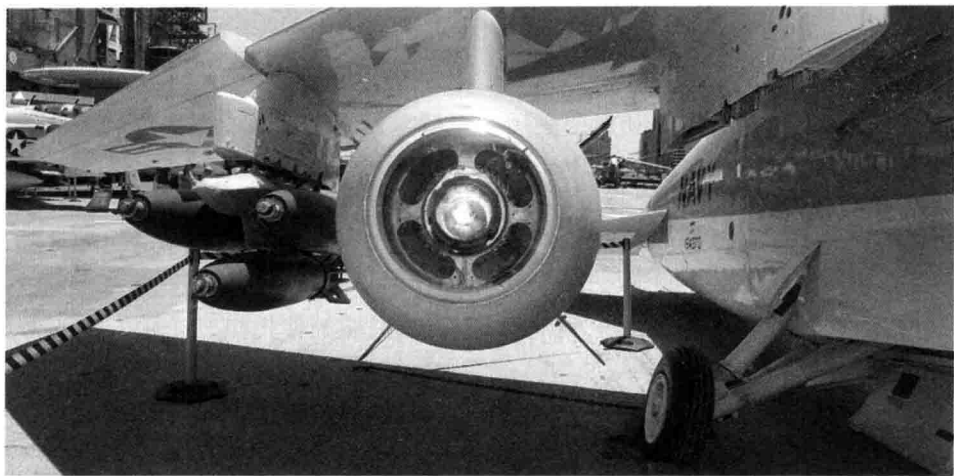
1950年，美军出动98架B-29空袭朝鲜目标，但普通炸弹很难对桥梁进行空袭，因为易受风力等影响而偏离，选择低空投弹又易遭地面防空炮拦截。于是，美国空军用一种名为“拉松”的控制组件来改装炸弹，这种控制组件的尾翼可以活动，能接受B-29的无线电指令而改变航向，以便准确找到桥梁。然而，“拉松”组件仍存在许多技术问题，而且可靠性差，工作不稳定，使用时存在风险。美国还将“拉松”控制组件安装在英国12 000磅的炸弹“高男孩”上，该巨型炸弹又被称为“塔松”。美国B-29在朝鲜投了30枚“塔松”，平均精度为圆概率误差85米，作战效果让美军很失望。

1960年，空射武器的末端制导技术已趋于成熟，红外制导的“响尾蛇”空空弹、半主动雷达制导的“麻雀”空空弹，以及“野鼬鼠”防空压制飞机使用的“云雀”反辐射弹投入实战，对“灵巧炸弹”的出现起到了推动作用。“灵巧炸弹”不像导弹那样具有推进系统，它只能靠势能和飞机投放时的动能飞行，在寻的器锁定目标后，通过控制炸弹上的尾翼和鸭翼来调整炸弹的飞行轨迹。

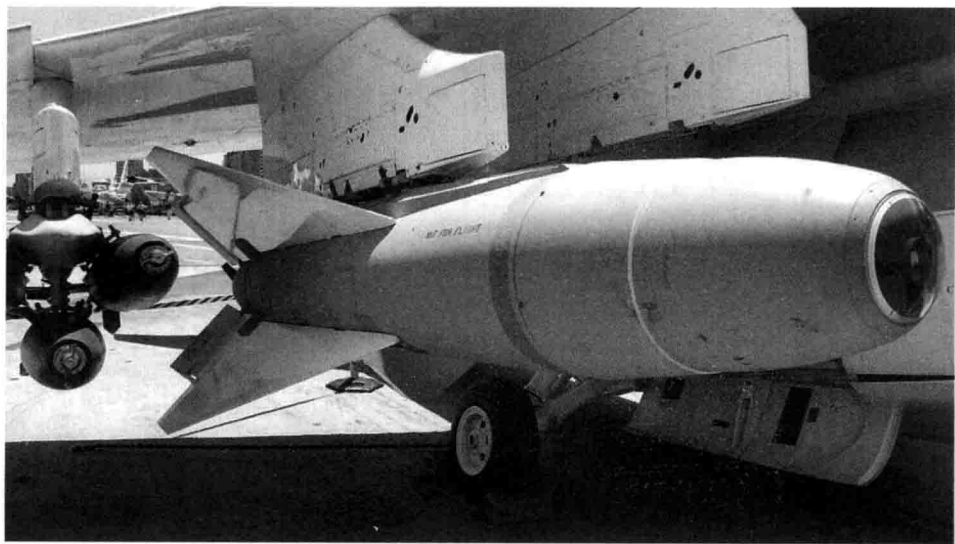
第一枚“灵巧炸弹”是美国海军在1967年研制的“白星眼”电视制导炸弹，后投入越南战场使用。不过，这种弹要求目标具有较强的对比度，以便电视制导系统锁定目标，越南的天气状况常常使它失效。而且，这种炸弹每个成本高达35 000美元，因此美国空军不再使用它，而是发展了自己的光电制导炸弹HOB0，它的弹头比“白星眼”大，精度也高一些。

激光制导炸弹的出现

激光解决方案在精确制导武器的发展史上具有里程碑意义。当时美国许多



三幅图从上至下分别为AGM-62“白星眼”电视制导炸弹的头部、尾部和侧部。美军在越战中首先使用了电视制导的“白星眼”炸弹，由于当时制导技术不完善，对天气、目标几何外形要求高，突击效果不理想。且“白星眼”200公斤当量的战斗部对桥梁毁伤效果不佳。后来使用激光制导炸弹成功地突击了清化大桥等重要目标，使激光制导炸弹地位由此超过了电视制导炸弹。



武器生产厂商都提出了自己的方案，但其中起到关键作用的只有两个人：一个是爱格林空军基地武器试验场的副司令达维斯上校，另一个是德州仪器厂的工程师沃德。

达维斯最初是受美国空军航空系统工程部的派遣来到爱格林空军基地的，主要任务是寻求能够马上投入应用的技术，以改进现有装备用于越战。越战开始时美国空军的轰炸圆概率误差还在125米开外。到了1965年，达维斯希望找到轰炸精度能达到10米的对地武器，只有这样才能确保摧毁目标。

达维斯初次见到沃德时，沃德只能给他提出一个关于激光制导炸弹的概念，其实此前沃德的工程师团队已为美国陆军做了激光制导导弹的研究工作。沃德提出的概念是：发展一种成本在100 000美元以下的激光制导组件，包括寻的器和控制组件，将其安装在普通航弹上，形成一种激光制导的滑翔炸弹。

当时的方案是：使用激光制导武器需要两架飞机，负责目标指示的飞机将激光束对着目标连续照射，使其反射光形成一个向外的圆锥体，这个激光能量区域被称为“篮子”。第二架飞机将炸弹投入到“篮子”中后，炸弹上的寻的器锁定反射激光信号，导引炸弹朝向目标。

除了导引头以外，沃德开发的激光组件的其它部分都可采用现成的产品，比如“崩崩”导引系统和弹尾翼控制系统都是用“云雀”导弹上的部件改装的。弹尾翼呈十字型安装在弹的罩壳上，可以在两个位置上来回摆动，起到平衡或控制作用。“崩崩”这个名字就是根据尾翼从一个位置摆动到另一个位置时发出的声音得来的。炸弹呈Z字形弹道飞向目标，因为弹尾翼每隔数秒钟就摆动一次，使反射激光正好照到导引头视场中心位置。炸弹在飞行时稍作转动，以消除章动。

导引头安装在炸弹的前端，在气流测试探针里面。探针看着像一个羽毛球，这也是为何起绰号“羽毛球头”的原因。沃德建议先投入99 000美元生产几套原型机。

当时，美国空军采购办的官员一直理解不透德州仪器厂的方案设计概念，因此更倾向于另一个竞争对手——北美公司自动控制部提出的方案。北美公司的设计更复杂，比如它采用陀螺仪使炸弹的飞行弹道比“崩崩”系统的弹道更平滑，但它们的武器成本却是德州仪器厂的3倍多，并且在试验中表现也不够好。反复权衡后，美国空军在1967年将激光制导炸弹的生产合同给与了德州仪器厂。

从“Zot”到“铺路刀”

美国空军最先确定的激光制导炸弹版本是“宝石路”，于1968年

8月由从泰国乌波基地起飞的美空军第8战术战斗机联队率先试验，越南成为了武器试验场。

炸弹原型装置的瞄准和激光束控制是由两名飞行员完成的，安装在F-4战斗机后座舱盖左边的滑轨上。这种原型装置被称为Zot，因为它工作时发出的声音很像食蚁兽舌头快速吐出时的声音。

试验时F-4目标指示机在3 500米高度上绕目标飞行，在目标左边40度位置将激光束照向目标。光束在距离超过5英里时仍能保持强烈和准确。在投弹的高度位置上，反射光形成一个向外的圆锥体激光能量区，直径几乎达到一英里。任何飞行员都可以将炸弹投入这个篮子里。F-4目标指示机必须从投弹前到炸弹命中过程中始终照射目标，这一过程大约30秒。

在战斗试验过程中，“宝石路”又发展了两个变型。一个是将激光组件安装在750磅重的MK-117炸弹上，因为这种炸弹的前部是球状的，因此弹尾翼安装在炸弹后部。另一个变型是安装在2 000磅的MK-84炸弹上，这种炸弹的流线型外形使得控制翼可以安装在弹的前端。

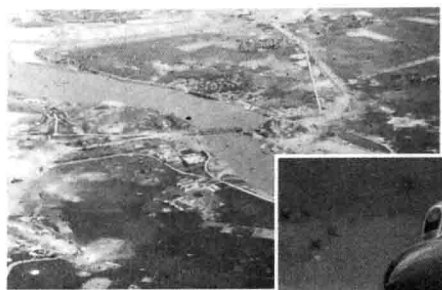
在战斗试验中，MK-117的精度稍令人失望，为23米。但MK-84平均精度达6米，这超出了达维斯和爱格林空军基地的期望，几乎是每投4枚炸弹就有1枚直接命中。而且，这种“宝石路”炸弹每套价格为3 000美元，即使越战后期上涨为4 000美元，仍比“白星眼”的每套35 000美元（越战后期成本降为17 000美元）便宜太多。

然而，在“宝石路”激光制导炸弹投入使用以前，白宫已下令暂停对北越的轰炸。在接下来的4年中，新型“灵巧”炸弹只能用在南越和老挝。虽然没有很有价值的目标，但美空军却获得了宝贵的使用经验和试验数据，并发展了相应的战术。许多情况下，轰炸精度已能达到3米。在地面防空较薄弱的地区，AC-130“空中炮艇”机和OV-10“野马”轻型侦察攻击机也能用这种激光制导炸弹对地发威。

此后美国又研发了“铺路刀”目标指示器，它挂载在F-4战斗机的机翼上，用于取代Zot装置操控激光束。这种目标指示器吊舱由万向节连接，可以全方位旋转，即使飞机进行机动也可保持激光束照射目标，这样目标指示飞机就不用目标上空按固定航向盘旋了。目标指示飞机还可进行投弹而不影响对目标的照射，这样，一架飞机就可完成用激光制导炸弹对目标的攻击。

在越战后期，F-4战斗机上后排飞行员的任务转变为了武器系统军官，其主要任务就是用激光照射目标，此时是根据仪表板上的电视屏幕来操纵激光束，而不再用以前的Zot装置。





◀ 越南清化大桥实景



再现越战中摧毁清化大桥场景的油画。清化大桥是一座小桥，但由于它成为制导武器的实战靶标因而在世界战争史上拥有很大名气 ▶



▲ 越南龙边大桥实景

再现越战中摧毁龙边大桥场景的油画。龙边大桥比清化大桥大得多，由于是法国人杜梅设计，它又被称为杜梅大桥。画中可以看出，F-4战斗机是冒着密集的防空炮火来投弹的，这反映出如果不先彻底进行防空压制，空地打击将很艰难 ▼



龙桥的坍塌

1972年美国遂行“战争越南化”政策。几乎所有的美军地面部队撤出南越，第7航空队的一半飞机都离开了。北越军队看见了获胜的机会，不断发起进攻，美空



▲ GBU-15制导炸弹被投放



军迅速恢复了对北越的轰炸。北越的供给线遭到破坏，6月撤回非军事区。此时美军的“后卫”空中战役发展到了第二阶段。直到1973年1月签署停火协议战争结束，美军一直没有停止对北越的轰炸。

在“后卫”空中战役中，美军战斗机和B-52投掷的大部分弹药都是普通航弹。但其中少量的“灵巧”弹药包括激光制导炸弹和电视制导炸弹都取得了显著效果。空军的“宝石路”炸弹集中在乌波基地，那里只有7架F-4装备了“铺路刀”吊舱，其它12架装备的是Zot装置。“铺路刀”主要用于攻击越南河内和海防周围的目标，因为那里的防空力量较强，对装备Zot装置需要稳定盘旋来照射目标的F-4战斗机过于危险。负责这片地区轰炸的F-4尽管只有7架，但起到了关键作用。

精确武器使得打击敏感地区的目标成为可能。美空军可以对海防港实施打击而不会伤及港内第三国的船只，对北越大型水电站实施打击不会伤及水库大坝。

“灵巧”炸弹的突击效率成倍提高，可以对以前非常难的目标实施打击，包括清化大桥。

1972年4月27日从乌波基地起飞的F-4飞抵清化大桥上空时，云层妨碍了激光对目标的照射。攻击机不得不改用电视制导炸弹突击目标，虽然给大桥重创，但并没有造成坍塌。1972年5月13日天气良好，清化大桥终于遭受厄运。这天美军一架



F-104用低功率激光发射器先瞄准清化桥，之后8架攻击机先后投下26枚激光制导炸弹，其中几枚是2 000磅的炸弹。当最后一架飞机离开目标时，清化大桥的西半部桥身已经从12米高的水泥桥墩上掉了下去。美空军的战斗记录中写道：“大桥西段完全和40英尺的混凝土桥台断裂脱落，桥的上部构造完全变形、扭曲，铁路交通在将来几个月内无法通行。”

事实上，清化大桥直到1972年12月“后卫”战役结束也没有被修复。

激光制导炸弹还将河内附近红河上一英里长的杜梅大桥炸掉一段。这座大桥比清化大桥更长、更有名，但相对属于并不困难的目标。之前大桥经常遭到轰炸，不时地关闭一段时间，但关闭的时间都不长，不过被“灵巧”炸弹攻击后，杜梅大桥再次通车已是10个月以后的事了。

从1972年1月到1973年1月，美空军共投了10 500多枚激光制导炸弹，其中大约5 100枚直接命中目标，另外约4 000枚圆概率误差也不超过6米。

美空军第7飞行队的前司令威廉莫姆耶尔将军在他的《三次战争的空中力量》一书中说：“在天气良好的情况下，对点目标几乎是一次发射、一次命中、一次摧毁。如果对目标观察度良好，比较适合攻击，那么单件武器的毁伤概率在80~90%。”

在“后卫”战役的前三个月中，美空军使用精确制导武器摧毁了100多座桥梁。事实表明，突击坚固目标，激光制导炸弹的效率是普通航弹的100~200倍；突击软目标和面目标时，效率是普通航弹的20~40倍。对坦克的攻击中，激光制导炸弹的投放数量只占10%，但却摧毁了22%的坦克。

尽管在越战中表现良好，美空军仍未依赖激光制导炸弹。对它的主要争议是没有防区外投放能力及“发射后不管”能力，因此美空军又开发了可以在较恶劣天气下使用的GBU-15以及电视制导和红外制导的“小牛”导弹，“小牛”专门装备A-10攻击机用于攻击坦克。

“宝石路”系列也在一代代传承。美军于1976年发展出“宝石路”Ⅱ，即GBU-10和GBU-12，它的最大改进是尾翼可折叠，这样挂载时可几颗弹挂在一起，投放后再展开。“宝石路”的另一个改进是投放距离更远。1986年出现了“宝石路”Ⅲ，即GBU-24。

各种制导武器的问题

发展至今，空地制导武器主要有电视或红外成像制导、半主动激光制导、惯性制导、GPS制导这4种类型。一般来讲，GPS制导是在惯性制导的基础上应用的，因为卫星给出了炸弹在飞行中的坐标信号后，要和炸弹自身的坐标系来对照以达到更准确的制导。那么，对于上述制导方式，对地攻击武器用哪种好呢？

GPS制导武器的优点是不受天气影响，可全天候使用，投放高度高，有的型号能在10 000米以上高空投放，这样钻地速度大，提高了弹的侵彻能力。缺点是只能



AGM-130制导导弹。美国海军有GBU-15电视制导炸弹，但美国空军不用，而是自己研制了电视制导的AGM-130空地导弹，它其实等于GBU-15加了火箭发动机



打击固定的面目标，容易被干扰，目前制导精度相对要低一些。GPS制导武器适合打地面工事、车站、机场等。

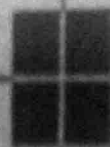
激光制导武器受气象影响较大，只能中低空投放，载机风险较大，一般在掌握制空权的情况下投放，或者由隐身飞机投放。

电视制导武器分发射后“管”和“不管”两种。“小牛”导弹是在发射前就把目标锁定了，打出去就不用管了。AGM-130空地导弹是发射后“管”的，它在开始阶段用惯导，这过程中飞行员要控制导弹直到导引头锁定目标。发射后“管”的电视制导导弹比发射后“不管”的电视制导导弹射程要远很多，但精度指标对它来说意义不是太大。比如某种导弹的精度参数标称8米，但由于作战中需要飞行员全程控制，因此打击精度就主要取决于人，而与导弹的参数关系不大。总的讲，电视制导比其它制导方式主要有三个优势。一是它可打慢速目标，比如美空军攻击坦克时经常用“小牛”。二是它精度高，而且飞行员可操纵控制。美国打南联盟时，从大量电视制导导弹撞击桥梁目标前传给载机的视频看，这些导弹几乎是笔直地射向桥梁的某一点，因此可看出电视制导导弹可控性很强。三是发射第二枚导弹时其上的摄像头就可清楚地看清第一枚的攻击效果，这是电视制导的独特优点。采用其它制导武器时，要想知道前面的攻击效果如何，只能再派飞机飞到目标上空才能看清。而在战场上，多出动一个架次就意味着多出一定的损失。

电视制导武器的弱点是准备时间较长。虽然也有战场上临时发现目标就打的情况，但要打好，就要先对目标摄像，做模型，演练等等，这个过程可能长达几个



AGM-130在飞行末期火箭发动机会脱落，在攻击时如果不看其弹道，很难与GBU-15区分





美军士兵在为激光制导炸弹进行目标照射。
地面照射比空中照射精度要高 ▲

月。此外，电视制导武器只能打特征明显的目标，如机场在摄像头里就是相同的背景图像，导弹无法辨认。

将电视制导武器和激光制导武器做一比较。它们都能打慢速目标，也都会受气象影响，不过电视制导受到的影响更大。天气差到一定程度导致难以发现和锁定目标时，将构不成电视制导发射条件，导弹将无法发射。而激光制导武器还可以发射，只不过会因云层、雾、水汽等吸收和折射而造成偏差量增大。电视制导武器还多一限制——会受到夜间影响。

从武器成本看，普通电视制导武器的价格是激光制导武器的2~3倍，而红外电视制导武器的价格又比普通电视制导武器高一大块，所以美军对地近距支援基本上都用激光制导武器。之所以有这种成本差异，还在于它们所用的设备。半主动激光制导武器上只有一个激光接收测角器和陀螺，而电视制导武器上要有电视摄像机、高精度稳定平台及电视跟踪处理器等。电视跟踪处理器需要大规模图像处理计算，价格比较贵。

从制导精度上看，半主动激光制导比电视制导精度稍高，所以在炸弹改装上用得广泛。电视制导也有自身优点，它用在炸弹和近程空地导弹上可以实现发射后不管，当然用在中远程导弹上还是需要通过数据链由人工指令制导。

从作战方便性看，电视制导武器一般只能在昼夜能见度不小于9千米、目标与周围环境对比度较好的情况下采用。投弹时战斗机要顺着阳光方向进入，对飞机俯冲角、速度也有要求。激光制导也存在一个采用地面照射（术语叫地照空投）还是空中照射（术语叫空照空投）的问题。美军在阿富汗战争中，60%以上的激光制



以前的炸弹外壳是铸钢的，做喷砂或投丸等表面处理后炸弹表面就如树皮般粗糙，就像59坦克炮塔表面那样。有的炸弹表面还有锈迹，这些并不影响使用，也就没必要花代价做表面处理。但空地导弹要保持飞行精度，表面光洁度必须高 ▲

“斯坦尼斯”号航母甲板上整装待挂的GBU-12，其中部粗糙得像是蒙了一层毯子。制导炸弹一般是将传统炸弹用新的制导组件改装而来，弹翼、控制舵面等都在新的尾舱上。制导组件套在弹体上，由于弹体一般都有弧度，所以卡住后很牢固。但过于老式的炸弹没有尾舱，没有可供新尾舱与弹体连接的部位，而且质量、质心散布大，同轴度和对接面精度较低，难以改造成制导炸弹 ▼

