

●弹药是发挥武器效能的终端载体，其性能优劣、质量高低，关系到战斗胜负。战场上，一款新型弹药出现，可能会改变战局。
●一型弹药列装定型，需要经过哪些测试测量与试验鉴定？请看陆军某试验大队某室主任张雷解读弹药“体检”全流程——

弹药如何做“体检”

■本报特约记者 刘建元

军工T型台

一套专业“体检”下来，弹药问题纤毫毕现

弹药“体检”，与人做体检相似。人做体检是检查五脏六腑，而弹药“体检”则是检查其外部形态与内部构造，确保各参数达标。

就像医院对医护人员着装、诊断环境等有着严格要求，弹药“体检”的“手术室”也有着复杂严苛的要求。

静电是弹药“体检”需要防范的“大敌”。因此，一些国家武器试验机构要求工作人员必须穿着防静电服才能进行弹药试验作业。德国、以色列等国家武器试验机构会在弹药装配改装工房门口处配置离子风静电消除器，通过离子风的吹拂，消除工作人员身上残余的静电。

弹药“手术室”的“装潢”也大有讲究。以俄罗斯库拉试验场为例，弹药作业工房地面采用的是具有一定弹性系数的防静电防滑材料。这样不仅能有效消除静电、增大摩擦系数，还能确保工作人员在搬运弹药时走得更稳，避免磕碰。

人做体检，首先需要测量身高、体重等数据。弹药“体检”，这些基本参数也必不可少。一些大口径弹药直径比树干还粗，测量时重量、尺寸却必须精确到克和毫米。为了最大程度消除测量误差，在测量过程中，通常不是一人单独操作，而是多人协同作业。这样既有检测又有监督和复查，确保数据准确可靠。

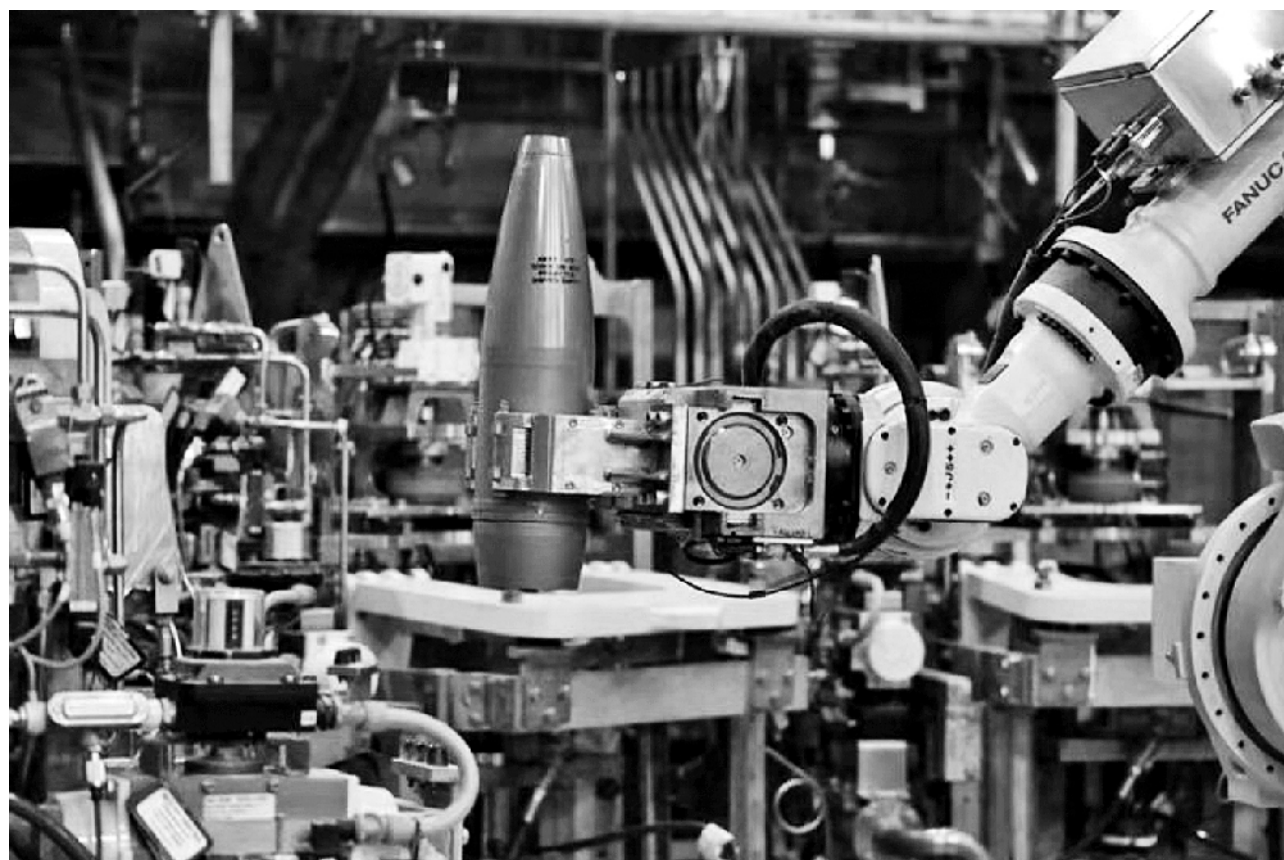
测量“身高”“体重”，只是“外科体检”。为了确保弹药内部构造不出现问题，弹药还要进行“内科体检”。通常测量完尺寸、重量后，弹药会被送上CT检测台，通过X射线断层扫描检查其内部构造。一套专业“体检”下来，弹药问题纤毫毕现。

这些流程走完，接下来要对弹药的药筒进行装配。这就如同去医院体检查出病后，要对症开药。弹药“体检”后，也要对弹“选药”。

所谓“选药”，就是为了达到某种初速、膛压，选择调整装配合适的发射药量。“选药”是慢工出细活，药量一般以克为单位进行计算，装药量“差之毫厘”，试验数据就可能“谬以千里”。

装配过程中，发射药会挥发出一些对人体有毒有害的粉尘。因此，工作人员必须全副武装，不仅要穿好防静电服，还得按要求佩戴口罩和护目镜，防止有害粉尘吸入肺中。

如果说装配发射药是细活，那么为药筒加装底火则是险活。安装底火如同“火山口上走钢丝”，稍有疏忽就可能酿成事故。工作人员在装配过程中必须胆大心细、一丝不苟。底火装配完毕，还要用测平仪测量再通过百分表进



行复检，确保底火凹凸量与标准值丝毫不差。

有人说，弹药“体检”如此之细，是不是过于较真、吹毛求疵？试想一下，战场上弹药暴露出的点滴问题，让部队付出的可能是败亡的惨痛代价。因此，在给弹药“体检”过程中，对结构特征量、几何特征量、装药量等参数的测量需要细之又细。试验中多一分认真，战场上就会多一分胜算。

军人不能决定战场环境，但要确保弹药能适应任何环境

现代战争可能在多种复杂环境或地区打响，这就需要弹药具有足够的适应性——“冷热都不怕”。一些国家武器试验机构通常会利用高低温试验来检验弹药性能。

在高低温试验室里，可以模拟出世界任何一个地区的温度和湿度，弹药经过“冰火两重天”的检测后，才算作性能稳定、基本合格。

如今，随着军事运输投送能力不断提高，部队在短时间里打完一仗后可能会跨区域机动至另一处战场，弹药面临着“朝处苦寒区、夕至湿热地”的挑战。因此，除了高低温试验外，温度冲击试验也必不可少。在高低温试验室，弹药经过多次、大幅度温度升降冲击，拉到试验场上，依然能顺利击发、打出应有效果，这样上了战场方才不会“水土不服”。

然而，仅能适应极限温差还不够，衡量一型弹药性能是否优异，毁伤效能评估是一项更重要的指标。

对弹药进行毁伤效能评估，一些国

家武器试验机构常常采用静爆威力试验。这项试验主要包括弹体破碎性测定、破片初速分布测定、破片空间分布测定等内容，通过对弹药爆炸毁伤威力效果进行定量评估，从而准确把握该弹的“杀敌本领”。

静爆只是定量掌握弹药性能的方式之一。战场上不会有准备好的靶子摆在弹药面前，要想全面掌握弹药性能，试验就必须无限接近实战。因此，一些军事强国十分注重“作战试验”。例如，美军利用阿伯丁试验场模拟全要素战场环境，通过近似实战的考核，采集弹药性能数据；德国梅彭试验场通过地雷等弹药实爆试验，在检验弹药威力的同时，还能考核其他主战装备的抗毁伤效果。

有人说，三流军队模仿战争，二流军队应付战争，一流军队设计战争。试验场上的各类弹药试验，就是未来作战的预演。为了有效测试弹药真实性能数据，一些军事强国精心模拟战场上一切可能出现的环境和特情开展试验，让弹药“过五关、斩六将”，确保完全合格后才列装部队。

弹药试验可谓步步惊心，了解弹药的“脾气”至关重要

如果有机会观摩弹药试验，其过程可谓步步惊心。弹药跌落试验，一枚裸弹从数米高处径直落下；弹药运输试验，未定型的弹药乘卡车在崎岖的路面上颠簸行驶；弹药静爆试验，火光冲天，破片飞溅，周遭靶板顷刻间千疮百孔……

弹药是有“脾气”的，你跟他不熟，它就会很“凶”很“牛”。放眼世界，一些国家武器试验基地和弹药库，因操作或

存放不当发生重大事故的案例屡见不鲜。

严谨细致，是降服弹药“牛脾气”的法宝。在弹药试验过程中，撞针击发底火的力度、发射药的克数、装配的顺序步骤等方面，都必须严格按照规定执行。出现半点和疏忽，弹药都要“发脾气”的。因此，作业过程中，工作人员动作必须既轻又慢，不让弹药发生任何磕碰。此外，还要严密做好防静电、防火等工作，不给弹药任何“发脾气”的机会。

跟弹药做“朋友”，还要有“两把刷子”，深入了解弹药的组成和作用机理，熟知弹药“喜欢什么、需要什么”，这样才能跟它“处好关系”。

种种“牛脾气”“怪脾气”中，最令人头疼的一种是——弹药拒爆。弹药静爆试验中，会出现弹药起爆线路断、雷管起爆能量不足等情况；实弹射击试验中，也会出现未爆弹，这就需要人员前出排爆。这一过程就像是与死神掰手腕。电影《拆弹专家》中，拆弹专家镇定从容地排除炸弹的场景让观众印象深刻。弹药试验，面对弹药拒爆，工作人员也要对未爆弹进行销毁。

一般来讲，一些国家常常运用TNT引爆、火烧引爆等传统方法对未爆弹进行销毁。这些方法需要人员近距离接触未爆弹，存在一定安全隐患。

随着科技快速发展，一些技术强国则采用射孔弹用金属射流引爆未爆弹或操控排爆机器人前出销毁未爆弹等方式，这样既保证人员安全，又能高效完成销毁作业。

现代战争，弹药的作战和毁伤能力大幅提升，这给弹药试验鉴定带来了诸多挑战。试验人员只有不断提升自身本领，降住“牛脾气”、治好“怪脾气”，弹药才能发挥出正常效能。

上图：国外某弹药库工作人员运用机械臂对炮弹进行拆解。资料照片

匠心慧眼

质量之魂，存于匠心。大国制造，离不开一丝不苟的工匠精神。

如今，我国经济发展进入新时代，对于向中高端迈进的中国制造而言，“质量”二字重千钧。做强质量，打造品牌，推动产品升级，时刻离不开工匠精神。

“质量至上”作为工匠精神的具体体现，并落实到生产过程中的一钉一铆，不仅是一种态度，更是一种责任。如果说科技是产品的核心竞争力，那么质量就是企业长久不衰的根基。德国的精密机床闻名全球，瑞士的机械手表口碑超赞，就是工匠精神带给一个国家制造业的巨大经济效益和强大生命力的生动体现。

一钉一铆看似微小，却是影响产品质量的关键。2003年，美国“哥伦比亚”号航天飞机返回大气层时，在得克萨斯州上空解体失事，数名宇航员丧生，事故原因仅是发射升空时，外部燃料箱表面脱落了一块泡沫材料。

细节影响成败，细节最见功夫。国内外拥有高质量和好口碑的实体企业，无不看重产品的细节和质量。企业要想发展，同质化竞争是避不开的一关。在这种情况下，产品细节就会直接决定产品友好度与用户体验度，进而影响用户黏性，并最终作用于企业发展。

刀不锋则厄难治，琴不洁则曲难成。比起民用产品，军工产品质量要求更高。军工产品质量关系战争成败、官兵安危。历史上，因质量问题导致战争惨败的案例比比皆是：甲午海战，清军的“济远”号本有机会击沉日本旗舰“吉野”号，但落在“吉野”号上的炮弹竟是一枚哑弹；马岛战争，阿根廷军队击中英舰的炮弹有一半没有爆炸，如果不是如此，战局很有可能被改写。

人是保证产品质量的关键。只有坚持质量至上，并体现在生产各个环节，产品才能更好地服务客户。

某军工厂高级技师方文墨，多年来致力于手工打磨飞机零件，他的手工加工精度是百分之三毫米，相当于头发丝的二十五分之一，就连数控机床也很难达到如此高的精度；西北工业集团钳工张新停有一手绝活，能用电钻将鹅卵石敲出一个个小孔，而蛋壳没有丝毫破损。20多年来，张新停给弹药检测制造高精度量具，设计出上万件构思精巧、形状各异的量具。在他心中，始终有一个标准：要做就

质量之魂，存于匠心

■房绍波 江平骥

做到最好。

近些年，我国整体科技实力快速提升，嫦娥探月，北斗闪耀，国产航母入列，先进战网问世……这些令人惊叹成绩的背后，是广大科技工作者和军工人对产品质量的极致追求。成绩面前，我们更要时刻警醒自己，绝不能投机取巧，无论是论证设计、研制生产，还是试验验证、管理保障等环节，都要始终坚持“质量至上”理念，这样才能打造出适应未来战场的一流装备。

程潇军——

敢在产品“咽喉”上动刀

■付思远 陈子悦



工匠心语：选好了方向，就要勇往直前，让困难成为成功的“垫脚石”。

人。挑选刀具、编写程序、设置参数、启动车床……在老师傅杨勇的指导下，程潇军走上了操作台。

很快，程潇军加工好了第一个产品。他满心欢喜地对产品进行检测，结果却大失所望——产品尺寸超差了。再查，原来是某项重要参数设置出现了错误。出师不利，程潇军心情瞬间跌落谷底。

“从哪里跌倒，就从哪里爬起。”程潇军决定沉下心来，跟老师傅用心学习技能。打那以后，他成了杨勇的“小尾巴”，老师傅加工什么，他就跟着学什么，边看边学边问。“刀具怎么选？参数怎么设置？每一步工序的关键在哪？”这些问题答案，他都详细记录下来，熟稔于心。

半年后，程潇军再次挑战喷管喉径产品的技术加工。有了前期积累的经验，这一次，他高标准完成加工任务，得到上上下下的一致好评。

这场“翻身仗”让程潇军养成了刻苦钻研的好习惯。在操作立式车床加工某型零件时，他发现，由于受机床自身刀座限制，该型零件加工难度大、合格率低。程潇军巧妙地设计了一个小刀座，成功解决此类零件的加工难题，有效提升产品的合格率。该创新在全公司推广。

程潇军如今是公司里为数不多的敢在重点型号产品“咽喉”上动刀的年轻人。喷管喉径产品加工涉及多种材料，每种材料热膨胀系数不一样，且材料尺寸易受环境温度影响，再加上刀具磨蚀度不同，想保证加工精度非常难。几年来，杨勇和程潇军师徒二人，先后加工各种型号喷管喉径产品千余套。

听闻此事，程潇军主动请缨。在他多次“请战”下，车间领导决定把这项难度很高的任务交给这位年轻



海军航空大学某团飞行教员孔峰讲解——

直升机主旋翼空中停车该如何处置

■刘任丰 陈镇西

前不久，海军航空大学某团围绕直升机着陆科目，展开模拟特情处置训练。飞行员在直升机主旋翼空中停车的情况下，做出多种高难度动作，安全迫降，圆满完成训练科目。

主旋翼涡轴发动机堪称直升机的“心脏”。那么，当百米高空直升机“心脏”骤停，飞行员该如何处置？

直升机发动机空中停车原因主要有两种：发动机故障和传动系统故障。如果是歼击机遇到上述情况，飞行员可以选择弹射跳伞逃生。但绝大多数直升机受到顶端旋翼结构和载重条件制约，不能像歼击机一样安装弹射装置。

其实，失去发动机驱动的直升机旋翼就像一个巨大的降落伞，飞行员可以利用旋翼动能与直升机位能的相互转化，保持旋翼稳定旋转，从而操纵直升机垂直下降和滑翔，这种方式称作自转着陆。尤其是单发直升机，自转着陆是实现安全迫降的可靠手段。

自转着陆就像从树上飘落的树叶，受到相对气流的作用，会出现一面旋转、一面缓缓下落的现象。原理虽然简单，但要实现自转着陆，需要飞行员具备过硬的心理素质和娴熟的驾驶技巧。

一般来说，直升机发动机空中停车后，飞行员需要迅速下放拉杆，待旋翼转

速增加到规定值后，用杆舵保持好直升机姿态，调整飞行速度到110—120公里/小时，下降飞行高度到50米左右，并选择逆风、地表平坦、平直的迫降场地，摆正接地姿态。

当直升机下降到离地面十几米时，飞行员需要增加桨叶与旋转平面的夹角，高速旋转的桨叶会产生强大的升力，这个升力足以让直升机安全降落。

1972年，法国飞行员吉恩·鲍莱特驾驶SA315B直升机爬升到12440米，但高空的低温导致发动机熄火，无法重新开机。

直升机失去动力后，吉恩·鲍莱特果断采取自转着陆。大约半小时后，吉

恩·鲍莱特操纵直升机安全着陆。

为了减少自转着陆时地面冲击对飞行员带来的伤害，世界各国在直升机设计上也会预先做足文章，目前一般都采用半硬壳式铝合金抗坠毁机身，与直升机轮子支架、座椅组成整体缓冲结构，以提高飞行员的生存率。

左上图：海军航空大学飞行教员进行自转着陆科目训练。李鑫摄

军工科普

大国工匠