

问题：目前轻兵器是如何做到减轻后坐力（射手可感后座）的？

轻兵器一共有多少可能的技术路线可以作为消除后座的方案起点，这是可以探讨的问题。

后座的根源在于赋予子弹动量后，根据动量守恒原理，一定会对发射器造成一个反向的冲量。这个冲量本身不是被关心的重点，重点是它将对系统再次回到理想发射准备状态的时间造成严重妨碍。换句话说，会妨碍以精度为前提的射速的提升。若是完全没有后座，则理论上射速可以提高到下一个系统瓶颈的极限（可能是散热、可能是供弹）。

而对轻兵器，则相比重武器进一步失去了一项理所当然的解决方案——大大加大系统重量，使得反冲力造成的惯性变化可以几乎被忽略。如果我们将发射构件焊接在一个一吨重的铁块上，我们也就不在乎什么“后座力”了。遗憾的是，这也意味着轻兵器失去了它的便携性了。

但这并不是毫无启发的。轻兵器首先意识到了它有一个最方便的配重块可用——近 200 磅重的人体。只要将发射部分与人体有效连接，就能有效的抑制后座带来的系统扰动。这也是为什么突击步枪都有枪托、小握把、隔热护木这类配置的原因。顺着这条思路，还存在着一种特殊的增强效能的手段：可以开发特制肩部护甲，护甲本身是人体防护系统的一部分，与人体紧密连接而有消解冲击的能力。护甲上设计有快捷连接槽，能将速射武器枪托上对应设计的卡榫稳固的固定在槽内，从而达成比目前简单的抵肩射击更稳固的人体连接，这有望进一步的提高射击的稳定性。换句话说，将吃掉后座冲量的任务交给专业射击肩甲去完成，提高对人体这个射击平台的利用效率。

第二种方式是利用其他物体。譬如将轻武器固定在载具或专门的射击支架上，或哪怕使用最简单的脚架和沙包依托，也都能抑制后座力对系统的影响。

上面谈的是第一条路，也就是不消除后座，只抑制后座产生的影响。这也是卧姿有依托设计能比立姿无依托更能发扬火力的基本原理。

第二条路自然是消除后座本身。

思路一，无后座力炮原理。

这个原理单兵火箭发射器用了。火箭筒没后座，因为反向冲量被反向喷射的工作物质承担了。发射器仅仅起到导向管的作用，自然不存在所谓的后座。但是那意味着要达到同样的飞行动量，要消耗多得多的工作物质。目前的闭膛发射，实际上整个发射系统如同可以重复利用的工作物质，这意味着小得多的后勤压力。轻武器轻不轻，不能只算发射器，而是要把发射器和弹药一起算的。因此即使我们有办法在单兵装备的级别解决掉发射本身的问题，但却一定会因为弹药重量大幅增加而导致火力难以持续。所以说这是条邪路。

思路二：减少装药。

其实这个榴弹发射器用了。把杀伤用装药装在弹头里，而减少抛射用装药，也可以说减小了后座——虽然这么做的用意几乎与减小后座没什么关系。这个思路也是中间威力弹药的基本思路——在威力剩余的前提下，不如去掉装药，减轻后座提高精度。

思路三：增加系统的“柔性”，延长冲量的作用时间，从而减小冲击力。

比如设计若干个机件依次承受冲击，将振动的影响从由空间摊销，转变为由时间摊销。但这样做主要是降低了力的感受，却会延长系统恢复理想发射状态的时间，同样意味着射速的降低。主要的净效能是减轻了射手的肩部压力或者手腕压力。但射速降低对单发射击的半自动或者非自动武器几乎没影响。但这样的设计增加了系统的复杂性，复杂永远是稳定的敌人。因此，走这个思路的设计往往是供弹、抛壳、复进等系统所自然带来的副效应，却不能作为设计的主要思路。你不能为了缓和后座而设计对供弹抛壳复进等过程无意义的额外机件，那样是肯定要失败的。这类设计，更多的是放在枪托上。

思路四：防枪口上跳。

如果能理想的消除枪口上跳，那么后座可以视为无危害。而将火药气体引导向上喷出，是可以有效的抑制枪口上跳的，因此 AK 这类因为发射基线高于系统质心而导致枪口上跳问题严重的枪械几乎都有诱导向上排气的枪口配件。但这个问题对质心与射击基线重合的器件几乎无效。后座造成的角度扰动对这类武器几乎是随机的。这意味着稍稍将质心下移，有意的诱导后座总是导致上跳，然后专门去抑制上跳，还是一个更好的选择。

#### 思路五：枪口制退器

和防上跳类似，我们也可以引导火药气体喷出方向，推动发射器顶住后座力。但是，既然要完全消除后座需要做到全部火药气体向正后方排出的程度，向两侧后方排气对后座进行抑制的效果是非常有限的。而且很容易扬起地面灰尘暴露射击位置、妨碍射手视线，并且喷出的火药气体可能灼伤射手，因此往往用在长身管的设计上，譬如著名的巴雷特 M82。(反器材步枪基本都有)

#### 思路六：动能转换。

举个例子，我们如果在枪身上焊接一个装了 4/5 沙子的瓶子。那么射击时会发生什么？枪身后座，瓶子里的沙子猛的跳起，互相撞击摩擦。枪身的整体后座动能，会被沙瓶吃掉，转化为沙子的热能。连续射击，沙子会越来越热。但沙子所放出的热能，是实实在在吃掉了枪身的震动能量。这就是能量转换原理。

可以利用的能量转换机制并不止这一种。譬如，在枪身上安装强磁块。后座导致磁体在线圈中滑动，导致线圈产生电流，电能被其他发热器件转变为热能，也可以完成这种能量转换。

又或者将枪身后退转化为重飞轮的旋转。

还有更加有效的几个设计，这里我就不细说了，涉及到一些专利保护问题。

这个思路显而易见有几个很大的门槛——第一，转换装置总是带来额外的负重。会降低轻武器的移动性。第二，转换效率可能很低，可能得不偿失。第三，转换机构可能增加系统复杂度，可能有稳定性问题和维护问题。

但是尽管如此，这里存在着最广阔的想象空间，我相信轻武器的后座问题将在这个方向上出现新的解决方案。

编辑于 2022-03-07

<https://www.zhihu.com/answer/538662588>

评论区:

Q: 当今运用能量转换的有例子吗

A: 有用在弓上的。现代反曲弓复合弓有很多。枪械上目前我没看到过。但是原理上并非不可行。

Q: 复合弓主要就是将弓片弹性势能结合曲滑轮组省力缓震，确实可以说转化

A: 不，你查一下复合弓的减震器。

Q: 减震器感觉也不是能量转换啊？包括我自己也会给安，感觉主要是吸能

A: 那是不想增加太大负重 其实可以做到非常有效。

B: 能量转化？有一个将水平方向的向量转变为竖直方向向量的例子，vector。

A: 其实这办法太多了。比如把后座能量转换成飞轮的转动，飞轮动能则可以回收给电池充电。

---

更新于 2023/10/18