

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.04.005

一种新的小口径炮弹紧口装置

史慧芳¹, 李作武¹, 刘彬¹, 尹二伟²(1. 中国兵器工业第 58 研究所 工业自动化工程技术部, 四川 绵阳 621000;
2. 西安北方华山机电有限公司北郊分厂 生产技术室, 西安 710018)

摘要: 针对小口径炮弹紧口的特点、技术要求以及生产过程中存在的问题, 提出一种新的自动紧口方式。通过控制紧口槽的深度和紧口槽的位置, 间接地控制小口径炮弹拔弹力的大小, 确保紧口后炮弹的拔弹力的一致性; 并使用气液增力缸来提供紧口的驱动力, 既保证了紧口节拍又减小了设备体积。使用结果证明, 该新型紧口装置设计先进、上下料方便, 紧口力便于自动调整, 拔弹力一致性好, 偏差在允许范围内, 提高了弹药的品质, 保证了杀伤力, 有一定的推广价值。

关键词: 小口径炮弹; 紧口; 拔弹力**中图分类号:** TJ410.3⁺4 **文献标志码:** A

A New Automatic Fastening Device for Small-Caliber Cannonballs

Shi Huifang¹, Li Zuowu¹, Liu Bin¹, Yin Erwei²(1. Dept. of Industrial Automation Engineering Technology, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China;
2. Production Technology Office, North Suburb Branch, Xi'an North Huashan Electrical Co., Ltd., Xi'an 710018, China)

Abstract: A new automatic fastening device is introduced, aiming at the characteristics, techniques and disadvantages of the small-caliber cannonball fasteners. Through an indirect control of the depth and position of the fastening slot, both of the bullet pull strength and its steadiness of the small-caliber cannonball could be defined. An airdraulic reinforcing cylinder is need to drive the fastener, which could maintain the fastening pact and diminish the device volume. Application proves that the new automatic fastening device, whose feeding and blanking is convenient, is advanced design with a steady bullet pull strength and an admitted tolerance. It could also improve the quality of ammunition, ensure its power and could be well popularized.

Keywords: small-caliber cannonball; fastener; bullet pull strength

0 引言

紧口是实现药筒与弹丸结合的最后一个工序, 也是炮弹装配过程中的最后一个工序。紧口检验一般有 2 种方式: 一是对全弹进行合膛检测, 检测经过紧口后, 药筒是否翻边, 如翻边则无法通过合膛, 紧口失败。目前, 经过弹丸的改良设计, 小口径炮弹翻边现象已经有效解决; 二是检测拔弹力(分离弹丸和药筒的最大力)是否在产品工艺要求的范围内。拔弹力是产品质量最关键的技术参数之一, 若拔弹力过大, 则在发射时, 药筒与弹丸不能按时分离, 出现炸膛事故; 若拔弹力过小, 则炮弹发射距离减小, 则无法击中目标位置。笔者介绍一种新的紧口装置, 可以将拔弹力控制到合适的范围, 且具有较好的一致性。

1 一种新的小口径炮弹紧口装置

1.1 紧口装置的机械设计

紧口装置主要由气动转盘、顶升机构以及紧口

机构等组成。

气动转台将产品旋转到紧口位置, 顶升机构将产品顶升并对紧口槽定位, 然后紧口机构实现产品的紧口。紧口时的驱动力选取气液增力缸来做驱动, 既提高设备的效率, 又可减小设备的体积。

1.2 紧口装置的控制设计

紧口位置必须控制在紧口槽中央上下略微浮动, 偏离紧口槽都会造成很大的危险, 结合防爆性能要求, 采用气液伺服控制。但气液伺服可控性比直流 DC 伺服和交流 AC 伺服差, 特别是在动态性能和位置重复精度等方面更差, 易产生振荡和大的超调。为了达到控制紧口力和紧口位置的要求, 采用全闭环、全数字气液伺服技术, 并对紧口过程中紧口力、紧口位置实现在线实时检测和控制。

由图 1 可知, 全闭环全数字气液伺服系统是由执行元件气液增力缸、本安型油压传感器、防爆伺服位移控制阀、本安型伺服位移传感器、D/A 转换

收稿日期: 2010-12-19; 修回日期: 2011-01-03

作者简介: 史慧芳(1982—), 男, 河南人, 本科, 助理工程师, 从事高危自动化设备设计研究。

接口和 A/D 转换接口组成。

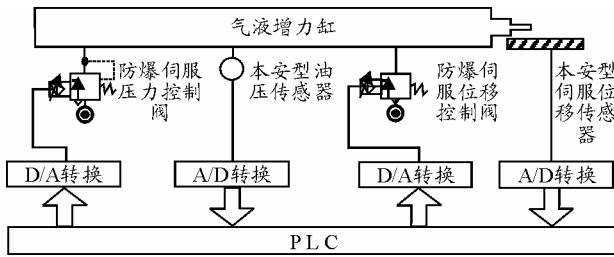


图1 控制器原理图

2 一种新的小口径炮弹紧口装置的关键技术

2.1 模具的设计

小口径炮弹紧口一般采用强力挤压药筒口部,使其产生变形并压入弹丸的压槽内。根据其紧口特征,采用斜面增力的方式来设计模具,这样可以降低紧口设备的驱动力。同时,可将模具分为多瓣,其中4瓣或6瓣较为常见。以六瓣模具为例,其示意图如图2。

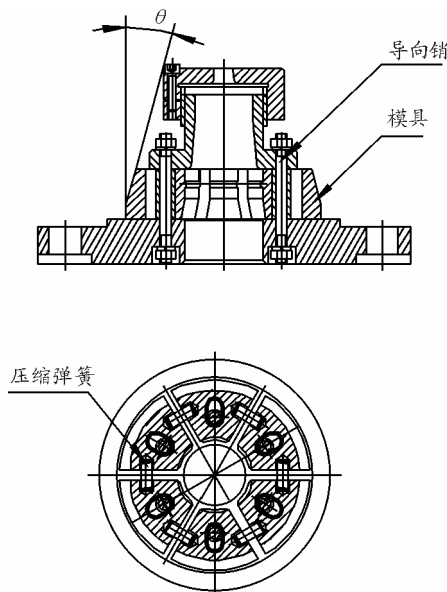


图2 六瓣模具示意图

图2中,模具有6瓣,每瓣模具之间安装有压缩弹簧。6个导向销分别插入六瓣模具的导向槽内,上下分别与定位套和下底板连接,将模具限制在一个固定在运动平面上,且六瓣模具只能同时向圆心方向运动,确保紧口过程中药筒圆周方向受力均匀。工作时弹簧被压缩,六瓣模具收缩对产品进行紧口,工作完成后,弹簧将模具弹开,产品退出模具。

在设计的时候应注意模具的增力角 θ , θ 值越大,增力效果就小,但外界驱动器的行程较短; θ

值越小,增力效果越好,驱动器的行程相对较长。

2.2 紧口槽的定位

紧口过程中,模具收缩,模具上的凸棱将药筒壁挤压入弹丸上的压槽内,在药筒口部形成紧口槽。在实验过程中发现,紧口槽与弹丸上压槽的位置关系对全弹拔弹力的影响很大。在同样大外力的作用下,当紧口槽高于压槽时,拔弹力偏小,低于压槽时,拔弹力明显偏;所以,控制住紧口槽位置将对拔弹力的稳定性起到关键作用。

针对紧口槽的定位有2种方案:一种是从药筒底端面定位,即从底端面向上 H 高的位置开始紧口, H 值为产品压合后药筒底端面到弹丸压槽的距离。在药筒长度完全一致的情况下,这种定位方式可以完全满足要求,但由于目前国内药筒的生产都采用热拉方式,药筒长度的公差范围最小也在0.5mm左右,故这种定位方式就无法去除药筒长度公差,紧口槽的位置会根据药筒长度误差而上下浮动,无法准确定位;另一种是从弹丸顶部开始定位,弹丸是由机床加工出来的,各部分之间的尺寸公差可以控制在0.05mm左右,这样,在定位的时候可以弹丸上某面为基准,向下 H 的位置开始紧口, H 值为基准面到压槽的距离。如图3,根据 H 值的大小,调整限位套的高度,然后锁死,这样,每次紧口的时候直接将产品顶到限位套的位置,就等于找准了紧口槽的位置。

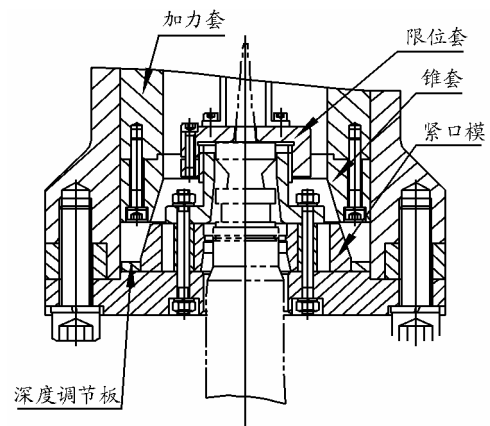


图3 弹丸顶部定位示意图

2.3 紧口槽深度的控制

根据图3可以看出,紧口槽的深度是由模具收缩时水平位移决定,而水平位移又是由锥套下降的高度决定的。这样,控制紧口槽深度可以转化为控制锥套下降的高度。

(下转第17页)

重要工程特征参数解释如下:

1) 机械结构的单位为 g, 为产品的机械总重量, 决定了产品的适装枪械类型。2) 弹药口径评价参数的单位为 mm, 一定程度决定射程。3) 尾管与枪管配合长度: 单位为 mm。配合长度的大小一定程度上影响枪榴弹获得最大的枪口动能, 同时影响枪榴弹飞离枪口时受到的干扰程度。4) 生产工艺的评价参数为 PT, 即为 Manufacture Technical for Electric Unit, 是生产制造工艺水平综合评估, 一定程度可通过质量统计报告反映。5) 锥形药形罩锥角: 采用锥形罩时的威力和破甲稳定性均较好, 生产工艺较为简单, 单位为°, 一般取 40°~60°。锥角过大造成射流速度提高, 破甲深度增加, 但破甲稳定性较差; 锥角过小则导致破甲深度下降。6) 装药密度: 单位

为 kg/m³, 保证战斗部的纵火性能。

参考文献[4]中的模型, 计算出各竞争企业产品的功能指标满意水平: $S_1=0.78, S_2=0.65, S_3=0.82$ 。将竞争企业产品的工程特性目标值规范化:

$$X_1=(0.24, 0.53, 0.64, 0.87, 0.68, 0.68)$$

$$X_2=(0.24, 0.36, 0.32, 0.87, 0.65, 0.48)$$

$$X_3=(0.36, 0.67, 0.68, 0.89, 0.75, 0.8)$$

取 $h=0.5$, 将有关计算结果及质量屋中相应数据分别代人规划模型 LP₁、LP₂, 利用 Mathprogram 软件共求解 6 次线性规划模型, 可依次确定关联函数与自相关函数系数的求解结果。计算结果及质量屋中的有关数据代人模型 LP₃, 得到产品的 QFD 规划模型, 利用 Mathprogram 软件求解该模型, 得到最终优化结果, 如表 1。其中, $y_1 \sim y_6$ 为 6 个功能指标的达成水平, $x_1 \sim x_6$ 为功能特性的改进水平。

表 1 优化结果

max S	功能指标						功能特性					
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
0.13	0.44	1.96	2.02	1.15	0.90	1.12	0.24	0.20	0.78	0.08	0.36	0.74

进一步分析可知: 根据所求得的工程特性改进水平, 可最终确定改进产品的各工程特性最优目标值为(820, 40, 76, 3.8, 54, 1 700)。因为目标函数值 $\max S'=0.13>0$, 所以改进产品的功能指标满意水平将超过所有竞争企业, 其值为 $\max S+S_1=0.13+0.78=0.91$ 。

5 结束语

QFD 作为一个转化顾客需求到设计要求、零部件特性、工艺要求、生产要求等各个方面的分析方法, 结合模糊理论或粗糙集理论, 能有效提高产品

质量。

参考文献:

- [1] 段黎明, 黄欢. QFD和Kano模型的集成方法及应用[J]. 重庆大学学报, 2010, 31(5): 515-518.
- [2] 岑咏霆. 模糊质量功能展开[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1999: 1-2.
- [3] 邵家骏. 质量功能展开概论[M]. 北京: 国防工业出版社, 1991.
- [4] 张健. 国有中小型机电制造类企业军事项目管理研究[D]. 天津: 天津大学硕士学位论文, 2008.
- [5] 梁晓峰. 一种定量的因果分析法在某产品质量分析中的应用[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(7): 141-144.

(上接第 13 页)

在锥套的正下方设计有深度调节板, 深度调节板共有多件, 每件厚度相差 L mm。在调试的时候根据拔弹力的数值来调整调节板的厚度, 从而来限制锥套的下

降高度。模具增力角为 θ , 那么根据计算可以将紧口槽深度控制到 $L \tan \theta$ 。当 L 值为 0.1 mm, θ 角度为 15° 时, 同一批次药筒和弹丸紧口后拔弹力实验结果如表 1。

表 1 实验数据表

组	1	2	3	4	5	6	7	8	9
力/kN	27.8	26.75	28.6	25.9	26.3	26.7	26.91	27.2	27.35

从表 1 中可以看出, 拔弹力最大差值不到 3 kN, 一致性较好。故可以确定, 在同一批次产品紧口中, 只要准确定位紧口槽的位置, 并控制好紧口槽的深度, 那么拔弹力就可以得到有效的控制。

3 结论

使用结果证明, 该紧口装置设计先进、上下料方便, 紧口力便于自动调整, 拔弹力一致性好, 偏差在允许范围内, 提高了弹药的品质, 保证了杀伤

力。是一台比较理想自动化紧口设备, 具有一定推广价值。

参考文献:

- [1] 王泽山, 等. 火药装药设计原理与技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2006.
- [2] 陈国光, 等. 弹药制造工艺学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2004.
- [3] 何存兴, 等. 液压传动与气压传动[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000.