

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.07.011

基于 SOLIDWORKS 的弹头压入专机的有限元分析和结构优化

李威, 李锦, 吴斌

(中国兵器工业第五八研究所工业自动化工程技术部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 针对多发一组对弹头专机进行压合时存在的问题, 建立弹头压入专机结构的简化三维模型。在××弹自动装配生产线的弹头压入专机设计过程中, 运用 SolidWorks 软件建立虚拟样机, 采用机械仿真设计软件 SolidWorks Simulation 工具对模型进行静力学机构仿真分析, 得到关键部件的最大应力及变形位移, 并基于仿真结构, 对关键零件进行结构优化设计。结果表明: 该方法有实用性较强, 可为弹头压入专机及类似设备的工程设计提供理论参考。

关键词: 弹头压入机; 虚拟样机; 仿真; 优化

中图分类号: TJ410.5⁺2 **文献标志码:** A

Finite Element Analysis and Machine Optimization for Bullet Press Based on SOLIDWORKS

Li Wei, Li Jin, Wu Bin

(Dept. of Industrial Automation Engineering Technology, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: Aiming at the problem during bullet machine press of a group of several rounds of ammunition, build a simple three-D model for the bullet press machine's structure. During design of the bullet press machine of a certain kind of ammunition's automatic assembly and production line, set up a virtual machine through SolidWorks and use SolidWorks Simulation, the mechanical and simulation design software, to make statistic framework simulation analysis for the machine model, therefore to get the maximum stress and distortion displacement of the major critical components. After that, make optimized design for the critical parts. Result shows that the method works practically and could make a theoretical reference for design of bullet press machine and similar equipments.

Keywords: bullet press; virtual prototype; simulation; optimization

0 引言

弹头压入弹壳是弹药装配的关重工序, 弹头压入专机是弹药自动装配线的关键生产设备。弹头压入专机的机架一般为框架式, 由于目前多为多发一组进行压合, 输出压力较大, 对机架的强度、刚度要求较高。一旦专机机架在工作时发生变形, 将出现多发弹壳压合一致性降低, 影响军品生产质量。在设计机架结构时, 早期主要凭借经验设计输出, 再对加工出来的设备进行强度、刚度试验验证, 设计周期长, 效率低下。因此, 在××弹自动装配生产线的弹头压入专机设计过程中, 笔者采用三维模型样机技术和有限元技术结合的优化设计方法, 获得整个弹头压入过程中的最大应力和变形位移, 为弹头压入专机及类似设备的工程设计提供新的思路。

1 三维模型的建立

根据整个弹头压入专机的结构及需实现的功能, 建立三维几何模型。然后根据设备各个零件的运动规律约束副、驱动力及驱动力矩, 最后进行所需的有限元分析并得出结果^[1-2]。

弹头压入专机由罩口冲、压入机机架、支撑柱、支撑机构、气液增力缸、导向机构、压头及承载机构等组成。建立的三维模型如图 1。

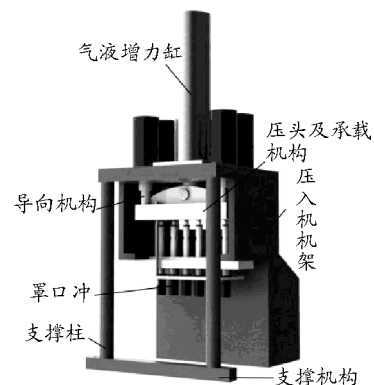


图 1 弹头压入专机三维模型示意图

具体分析可知, 压入专机机架和支撑机构为固定件, 由气液增力缸提供 8 000 kg 的压力, 通过压头及承载机构压弹头成型。压入专机机架通过底面固定在地面上, 也受到液压缸的反作用力, 变形及位移比较复杂。笔者将整个机构简化为机架、支撑柱和支撑机构 3 个部件来进行机构的有限元分析。

假设整个机构在液压缸加压的过程中处于静平

收稿日期: 2011-03-24; 修回日期: 2011-05-13

基金项目: 国防基础科研“高质量高效率绿色安全装药工程”(C1020110001)

作者简介: 李威(1981—), 男, 湖北人, 工学硕士, 助理工程师, 从事机械设计研究。

衡状态, 则机架受到液压缸 80 000 N 的反作用力, 机架和支撑柱机构由螺钉固定在地面上, 支撑柱也通过螺钉连接机架和支撑柱机构^[3]。

2 有限元分析

由图 2 可知, 弹头压入专机的最大应力为 201.914 MPa, 而机架和支撑柱机构的屈服强度为 220.59 MPa, 支撑柱的屈服强度为 620.42 MPa, 故满足整体机构应力的要求^[4]。

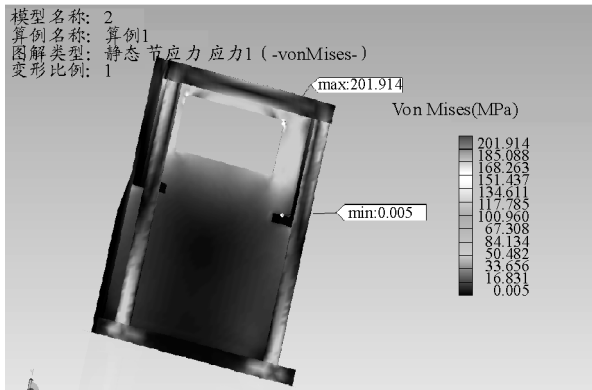


图 2 弹头压入专机应力分析示意图

由图 3 可知, 整个机构的最大变形位移为 0.68 mm, 变形位移满足设计要求 (≤ 1 mm)。

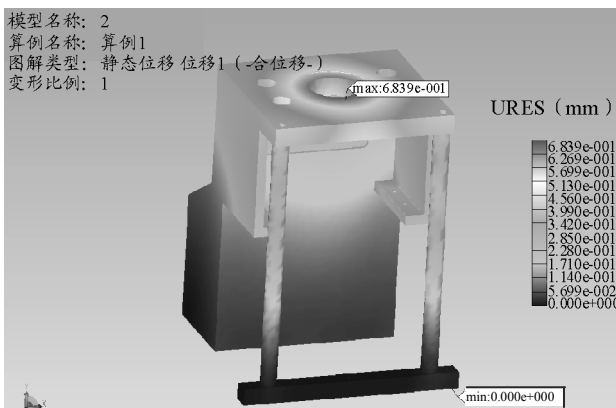


图 3 弹头压入专机位移分析示意图

3 设计优化

上述分析结果是按经验取支撑柱的直径为 40 mm 所得到的, 设计的三维模型结构基本上能满足设计要求, 但为了同时也能达到节省材料和缩小

体积的目的, 对上述结果进行了优化设计。优化设计所取的边界条件为:

支撑柱的直径范围取为 20~60 mm; 变形位移 ≤ 1 mm;

变形应力 ≤ 220.59 MPa (屈服强度); 体积为最小化。

在满足上述边界条件的同时得出最优结果, 如图 4~图 6。

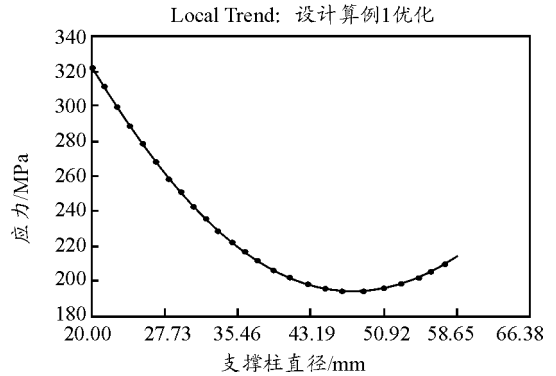


图 4 机构最大应力随支撑柱直径的变化关系

由图 4 可知, 整个机构在支撑柱的直径为 46.48 mm 时, 整体应力为最小值 (193.24 MPa), 由于设计要求为小于屈服强度 220.59 MPa, 故满足设计要求。

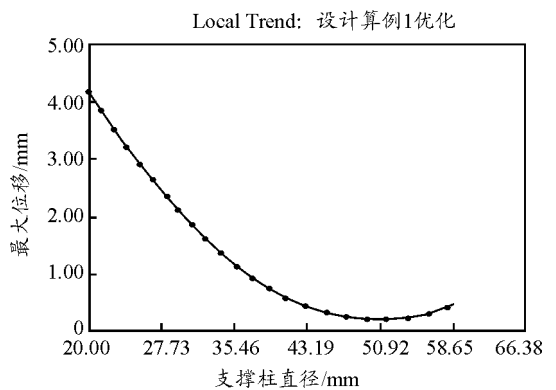


图 5 机构最大位移随支撑柱直径的变化关系

由图 5 可知, 机构在支撑柱的直径为 50.65 mm 时, 整体变形位移为最小值 (0.157 mm), 由于只要要求变形位移小于 1 mm 即可, 故满足设计要求。

5 情形之 5 已成功运行 设计算例质量: 高(单击右键 + 运行情形计算精确结果)							
		Current	Initial	Optimal	Iteration 1	Iteration 2	Iteration 3
参数 1		36.776 73 mm	40 mm	36.776 73 mm	20 mm	60 mm	40 mm
应力 1	<220 MPa	201.91 MPa	204.58 MPa	201.91 MPa	322.16 MPa	218.76 MPa	203.3 MPa
位移 1	<1 mm	0.683 94 mm	0.648 02 mm	0.683 94 mm	4.225 29 mm	0.533 5 mm	0.657 74 mm
体积 1	Minimize	17 705 499.856 7 mm ³	17 909 582.015 19 mm ³	17 705 499.856 7 mm ³	16 919 980.329 31 mm ³	19 558 918.158 33 mm ³	17 909 582.015 19 mm ³

图 6 弹头压入机设计优化仿真结果

由图 6 可知, 在支撑柱直径为 36.77 mm 时均能满足上述的设计指标要求, 一般取整数, 可将支撑柱的直径取为 37 mm。图 4 和图 5 的分析结果对图 6 支撑柱直径的给出提供了足够的依据^[5]。

4 结束语

通过建立三维模型样机技术与有限元技术, 对弹头压入专机进行结构设计优化, 完成了机构强度刚度校核及改进设计等一系列工作, 并在理论与实际相结合的基础上对设计的结果做出正确的评估。结果表明: 该方法分析效果良好, 结果形象直观, 是一种快速可靠的弹头压入专机机构优化设计方法。

(上接第 8 页)

如图 4, 在射击过程中, 枪管内壁的全等应力先随着射弹数的增加而增加, 达到峰值后逐渐下降。在这一过程中, 全等应力最大值为 763 MPa, 而 TC4 的屈服极限为 920 MPa, 安全系数为 1.21, 说明 TC4 用作该型小口径步枪枪管材料能够满足设计要求。图 3 和图 4 表明, 在射击过程中沿枪管半径增大方向各点的温度和瞬态应力都呈脉冲式上升, 并且随着射弹数量的增加其幅值逐渐趋于稳定。同时, 沿枪管半径增大的方向, 各点温度和瞬态应力的幅值急剧减小。离枪管内壁越近, 对温度和压力载荷越敏感, 其脉冲幅值越大, 反之则趋势相反, 表明枪管内膛表面的温度和瞬态应力具有明显的表面效应。

4 结论

研究表明: 发射过程中温度载荷和压力载荷所引起的应力相互抵消, 耦合效果明显。TC4 枪管内壁的瞬态应力最大, 但没有超过 TC4 的屈服极

(上接第 27 页)

4) 浮药自动清理回收技术

烟花爆竹在生产制造过程中不可避免的要产生浮药, 而浮药又是极大的安全隐患。如浮药堆积过多, 极易产生燃爆, 造成安全事故。可将真空吸附及真空输送等先进技术结合现行工艺进行研究, 将其合理地转化应用到烟花爆竹制造技术中, 以解决生产制造过程中产生的浮药粉尘问题。

参考文献:

- [1] 张晋西, 郭学琴. SolidWorks 及 COSMOSMotion 机械仿真设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [2] 詹迪维. SolidWorks 高级应用教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [3] 孙旭. 基于 SOLIDWORKS 的自卸汽车举升机构的仿真设计[J]. 南通航运职业技术学院学报, 2009(8): 95-98.
- [4] 谢海东, 王军. 基于 SOLIDWORKS 新型卧式千斤顶设计[J]. 产品开发与设计, 2010, 33(5): 53-55.
- [5] 蔡慧琳, 戴建强, 席晨飞. 基于 SOLIDWORKS 运动分析和运动仿真研究[J]. 机械设计与制造, 2008, 01(1): 92-94.

限, 因此将 TC4 用作某型小口径枪管材料是满足设计要求的。该研究可为 TC4 枪管的设计和优化提供可靠的理论依据, 对枪管的寿命预测也有一定的指导意义。

参考文献:

- [1] 卓穗如. 机枪枪管寿命预测技术论文集[C]. 北京: 中国兵器工业第二零八研究所, 1996.
- [2] 陈龙森, 钱林方. 金属内衬对复合材料身管热性能影响分析[J]. 北京: 兵工学报, 2008, 29(11): 1303-1307.
- [3] 余建生, 薄玉成, 杨臻. 枪管温度场和热应力的研究[J]. 太原: 华北工学院学报, 2002, 23(4): 243-247.
- [4] 聂冬, 张森, 牟能. 某型舰艇机枪枪架支座应力受力分析[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(6): 24.
- [5] 王泽鹏, 张秀辉, 胡仁喜, 等. ANSYS12.0 热力学有限元分析从入门到精通[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [6] 李琴. 可动边界下枪管动态温度场和耦合应力场数值模拟[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2008.
- [7] 唐兴伦, 范群波, 张超晖, 等. ANSYS 工程应用教程—热与电磁学篇[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2002.

4 结束语

针对存在的问题, 解决制约行业发展的技术难题, 研制安全可靠、高效高质、多工位自动化的专用装备, 符合国家政策导向和市场需求。下一步, 将突破技术难题, 不断提高烟花爆竹行业的安全、效率、质量。

参考文献:

- [1] 刘志奇. 中国烟花爆竹行业年鉴[M]. 浏阳: 中国花炮博物馆, 2007: 7-8.