锁紧液压级缸

起竖锁紧液压缸试验技术研究

为了验证起竖液压缸的各项性能，需要对其关键性能项目进行试验验证，分别从起竖液压缸装配关键性能项目统计汇总，工艺方法的制定，试验装置的研制，开展起竖锁紧液缸试验技术研究，并对关键试验项目进行了试验，最终达到验证产品质量稳定性和可靠性要求目的。

更多精彩请扫描二维码

文 | 山西航天清华装备有限责任公司 吕红瑞 李青 悦平 牛帅帅

锁紧液压缸在地面设备产品中作用关键，其中起竖锁紧液压缸用于完成对发射架的起竖与回收，其功能的好坏，影响发射的成功与否。有必要采取措施，以保证产品质量为目标，在产品研制过成中进行起竖液压缸的各项性能试验。本文梳理汇总并分析锁紧液压缸结构特点、汇总关键性能试验项目，开展试验方法研究，研制开发一套试验装置，验证起竖锁紧液压缸的关键性要求，确保产品质量万无一失。

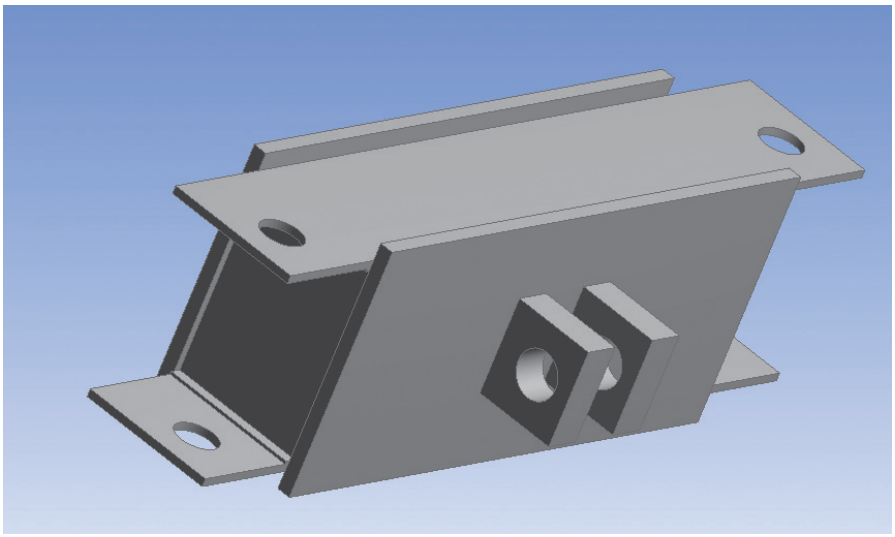

图 1 固定座结构图

起竖锁紧液压缸简介

起竖液压缸采用内置锁紧套的结构形式，主要包括缸筒，活塞、锁紧套、端盖及活塞杆等零部件。锁紧液压液压缸有锁紧和解锁两种工作状态：当液压缸处于锁紧的状态时，活塞杆和缸筒之间能可靠锁紧，挡轴向载荷小于锁紧力时活塞杆与缸筒之间不能有相对移动；当液压缸处于解锁状态时，与普通油缸的使用一样，正腔建压反腔泄压活塞杆伸出，反腔建压正腔泄压活塞杆收回。

关键性能项目梳理及工艺方法的制定

起竖锁紧液压缸关键性项目必须进行检查，是确保产品满足质量要求的关键，查阅图纸技术要求，统计汇总起竖液压缸装配关键性能项目，制定工艺方法及装置保证措施，最终完成关键特性的检验，关键性能与工艺方法见表所列。其中锁紧力试验，需要设计专用试验装置，通过适应范围确定，方案设计，关键零部件设计，关键零部件的校核 4 个方面，开展试验装置的研制。

试验装置的设计

查阅起竖锁紧液压缸图纸及装配工艺及试验油缸的图纸资料，对锁紧液压缸和试验液压缸的行程、长度及缸筒内径、活塞杆直径工艺参数进行汇总分类，从而确定试验装置的的适应范围。

开锁压力试验和锁紧力试验都需要在 80 mm、750 mm、1500 mm、三处进行，设计架体一端固定锁紧液压缸，一端固定试验油缸，两种方案完成 3 种行程的试验，一种是架体上加工 3 个位置的孔，移动固定座，另一种是锁紧油缸位置不动，通过更换加载液压缸和试验液压缸的中间加长杆，满足 3 种状态的

试验，通过最长行程 1500 mm 确定固定座的具体位置。总体结构图如图 2 所示，主要有架体，固定座、筒夹、顶头、加载油缸组成，整个试验过程为内力，对地面无作用力。

完成所需项目需要油源总共有 3 个：被试缸油源 1、开锁腔油源 2、加载缸油源 3。实验的最大侧量压力 26 MPa，压力传感器测量值精度不低于正负 5%，流量计的侧来范围（0 ～ 60）L/min, 精度不低于正负 5%；油源 1 的最高调动压力 26 MPa，油源 2 的最高调动压力 24 MPa，油源 3 最高调动压力 26 MPa。

架体两侧横梁为槽钢对扣焊接形式，上面铺设 20 mm 厚的钢板，下方用工字型梁作支撑，横梁两端有固定座将两横梁连接在一起，右端固定座为加载油缸提供支撑，为了增加机架的通用性，适应不同行程油缸试验，在机架的横梁上开设等距离的孔，构成不同大小的框架结构。固定座有钢板焊接盒型结构，中间部位与锁紧油缸回转耳连接，两侧与架体连接，固定座可以沿着横梁前后滑动与横梁梁上的孔对齐后插入销轴即可，其结构如图 1 所示。首先筒夹分成上下两部分，并且与油缸的接触面用毛毡垫上，这样保证了缸筒不被破坏，通过两端平板与机架连接在一起，放置油缸的上下串动，筒夹具体结构如图 2 所示。

试验头部方案设计有两种一种是利用锁紧液压缸头部的支耳与加载油缸头部通过销轴进行连接，一种是设计一个对顶头使加载缸与实验缸之间通过平面对平面的结构形式。通过产品的支耳形式的连接，会使在加载过程中加载段围绕远端旋转运动，出现上翘的现象，因此选择平面接触对顶试验方案，其结构如图 3 所示。

为了验证试验装置的安全可靠性，对试验装置的关键零组件建立有限元模型并对其进行有限元分析，根据强度校核理论分析有限元结果，当试验装置关键零组件的最大应力远低于材料的许用应力并完全满足强度要求的前提下，适当减小相关零组件的厚度尺寸，以节约试验装置的生产制造成本。其中固定座和筒夹都为直接受力件，因此校核它们的强度。

加载力为 330 kN，通过有限元优化，确定用最合理的钢板厚度焊接成固定座，固定座在承受的力须可范围之内，尽可能的减少钢板厚度，从而节约材料成本，优化结构后有限元分析结果如图 4 所示，可以看出最大的应力是 185 MPa，最大应力分布在固定座与架体连接的圆孔处，采用 Q345A 材料，材料的屈服极限为 345 MPa，安全系数为 1.8，安全可靠。

筒夹应力如图 5 所示，最大应力在 42 Pa，最大应力分布在筒夹与油缸接触的部位，采用 Q345A 材料焊接而成，材料的屈服极限为 345 MPa，安全系数为 8.2，安全可靠。逐项对锁紧液压缸关键性能项目进行试验，试验结果见表 3 所列，验证验证起竖锁紧液压缸的关键性要求，确保产品质量万无一失。

分析查阅起竖液压缸装配图纸及试验技术要求，统计汇总起竖液压缸装配关键性能要求，制定工艺方法及试验装置保证措施，通过确定装置的适应范围、制定工艺装置的设计方案，关键零部件设计及校核 4 个面开展起竖锁紧液缸试验装置的研制，并对关键试验项目进行了试验，验证试验要求，满足产品质量稳定性和可靠性要求。MM

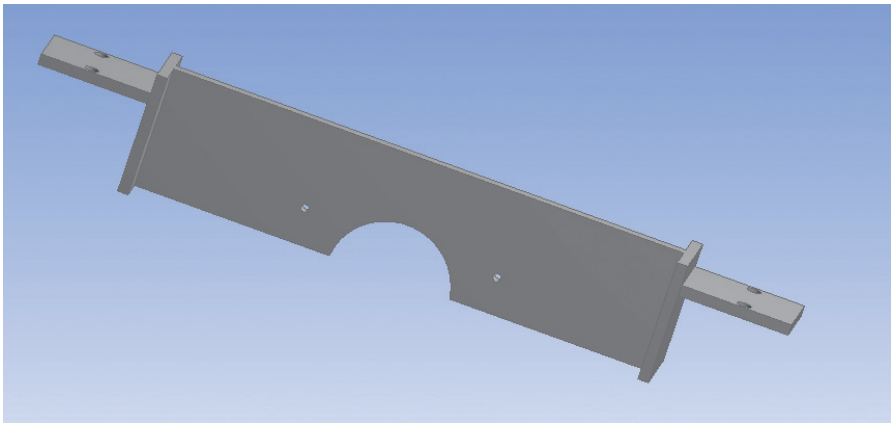

图 2 筒夹结构图

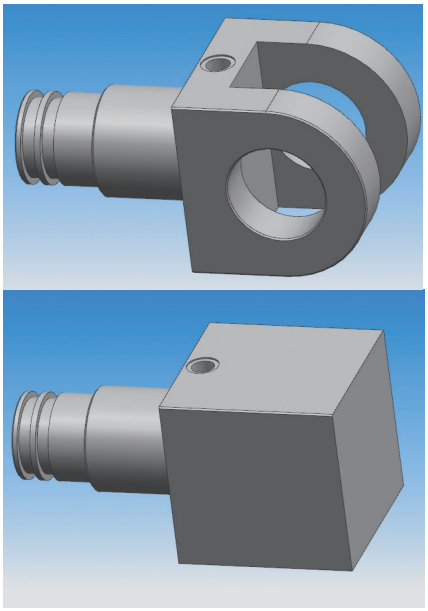

图 3 顶头结构图

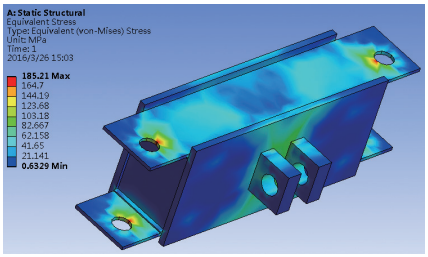

图 4 固定座应力云图

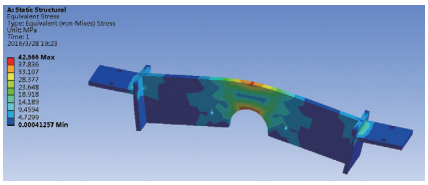

图 5 筒夹应力云图