

液压弹射模拟器研制

伊延吉 王桂龙 杨贺然

长春工程学院, 吉林长春, 130012;

摘要: 根据某弹射模拟器的任务要求, 设计其液压传动系统。充分利用液压元件特别是调速阀的结构和工作特点, 实现弹射运动要求的阶跃、匀速、减速、停止、自由落体下降的运动循环。并通过试验验证了本液压传动系统设计的可行性和合理性。

关键词: 液压弹射模拟器; 液压传动系统; 调速阀

Research of Hydraulic ejector gaming devices based on the hydraulic drive system

Yi Yanji, Wang Guilong, Yang Heran

Changchun Institute of Technology, Changchun, Jilin, 130012;

Abstract: According to the requirements of the ejection console ejection movement, design its hydraulic drive system. Make full use of the structure characteristics of the speed regulating valve, actuators need step implementation system, uniform, slow down, stop, the movement of free fall down. And verified through the experiment the rationality and feasibility of the hydraulic transmission system design.

Keywords: Hydraulic ejector gaming devices; hydraulic drive system; flow control valve

DOI: 10.64216/3080-1508.26.03.059

1 概述

研制弹射模拟器, 供弹射训练或是游戏使用。主要用于初级飞行弹射理论教学与弹射模拟操作训练, 也可以供游乐场为游客提供入门级的弹射体验。弹射模拟器采用实际弹射座椅相同的操控系统, 通过使用弹射模拟器进行训练, 使受训者掌握弹射座椅的基本使用方法, 培训正确弹射姿势, 缩短弹射准备时间, 争取更多成功救生机会。

2 机械结构设计

本弹射模拟器所置房间举架高度约 4.5 米, 设计的滑动轨道高度为 3.5 米, 弹射运行有效高度 3 米。

弹射模拟器机械结构包括基架系统、导轨系统、弹射座椅系统等。

基架系统。由框架式结构组成, 如图 1。底座用于模拟器与地面的固定, 前面板框架用于固定弹射导轨, 根据弹射时模拟飞机和座椅的复合运动情况, 设定弹射导轨的倾斜角度为后倾 10 度。

导轨系统。2 根平行导轨固定在基座前面板上, 每根导轨上连接 2 个滑块, 共计 4 个滑块用于连接弹射座椅。单根导轨的长度为 3.5m。

弹射座椅系统。在弹射座椅背部设计连接板, 用于连接 2 根直线导轨上的 4 个滑块, 以实现座椅在轨道上的滑动。在弹射座椅上的弹射控制拉手、弹射手柄处分别连接改制的开关机构, 实现模拟训练操作的弹射操作

感觉。在座椅的上部设连接轴, 用钢丝绳通过滑轮组连接驱动液压缸, 以获得液压缸的 2 倍行程 (2 倍速度) 驱动座椅的运动。

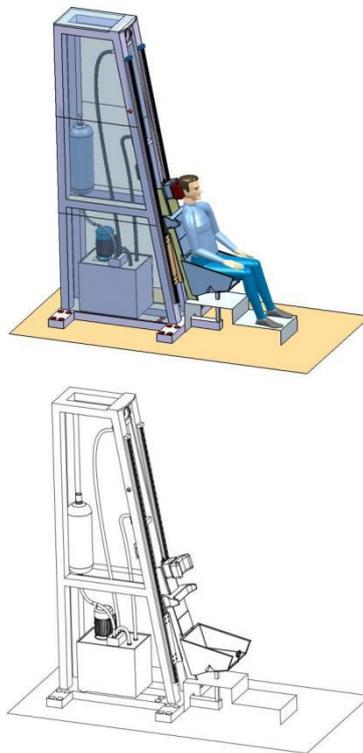


图 1 机械结构

1.基架, 2.油箱, 3.电机, 4.蓄能器, 5.蓄能器固定架, 6.定滑轮, 7.钢丝绳, 8.液压缸, 9.动滑轮, 10.弹射

座椅, 11.弹射座椅接板, 12.滑块, 13.弹射手柄, 14.弹射控制拉手, 15.人梯, 16.弹射导轨, 17.液压阀块, 18.液压管路。



图2 弹射跳伞模拟器受训者体重选择界面



图3 弹射跳伞模拟器电气控制系统

本模拟器实现弹射过程为: 当弹射信号发出时, 学员可以采用两种方式进行弹射, 一是拉动弹射控制拉手 14, 二是扳动弹射手柄 13。当弹射座椅 10 接触弹射导轨 16 上设置的行程开关时, 弹射过程结束。当弹射座椅 10 处于弹射导轨 16 的顶端, 学员按动弹射架上设置的回复按钮, 学员和弹射座椅 10 在重力作用下回落, 当接近初始位置时, 触碰行程节流阀控制触头后, 以平缓的速度返回初始位置, 至此一次弹射过程结束。

3 液压传动系统设计

座椅系统在导轨系统上的滑动采用液压传动系统驱动。液压系统如图所示。

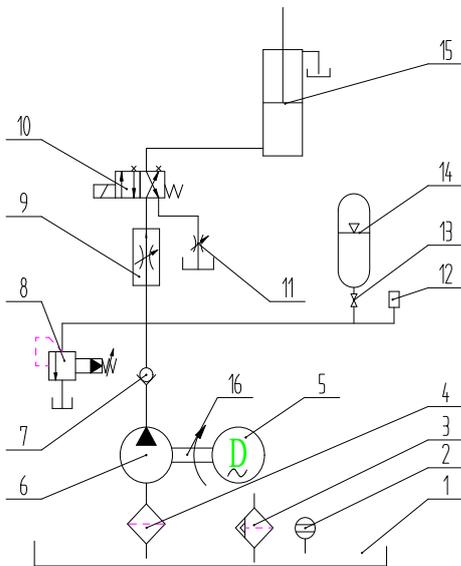


图4 液压系统原理图

1.油箱 2.液位油温计 3.空气过滤器 4.滤油器 5.电动机 6.液压泵 7.单向阀 8.溢流阀 9.调速阀 10.二位四通电磁换向阀 11.行程节流阀 12.压力传感器 13.截止阀 14.蓄能器 15.液压缸 16.联轴器

图4所示的弹射液压系统中, 溢流阀8作为安全阀使用, 用于限定系统的安全压力。受训人员根据自己的体重设定蓄能器的充油压力, 由压力传感器测定并反馈, 以控制弹射的初始冲击; 进行弹射的时候, 通过控制电磁阀10带电, 液压油经过调速阀控制, 驱动液压缸15获得冲击, 实现迅速加速到稳定速度的调速运动, 使学员真实体会到由弹射加速到稳定起升转换的过程。

本液压系统的主要特点有:

(1) 每次的弹射过程是利用蓄能器14的压力油进行工作, 保证在所需工作压力下, 不仅提供一个安静的弹射环境, 而且节省能源。

(2) 弹射过程中, 充分利用了调速阀9的特性。其安放位置保证了在二位四通电磁换向阀10动作后, 模拟器进行弹射动作的瞬间调速阀9内的节流口开口最大, 此时流过调速阀9的流量最大, 液压缸15短时间内获得冲击加速, 随着调速阀9内节流口开口的逐渐进入稳定工作, 液压缸15逐渐获得稳定的运动速度。系统在迅速加速到稳定调速之间进行过渡, 使学员真实体会到由弹射加速到稳定起升转换的过程。

(3) 回程时, 受训人员平稳返回。二位四通电磁换向阀10的电磁铁断电, 弹射液压缸8的液压油通过节流阀11和油箱1相连, 弹射座椅和学员的重力作用下平稳返回初始位置。

本液压系统设计, 按照系统提出的运动特点要求: 阶跃(冲击加速)、匀速、减速、停止、自由落体下降、减速着陆工作循环实现的。

在启动和弹射过程中, 充分利用了差压式调速阀的特性。调速阀稳定工作时, 通过的流量稳定, 能够保证系统中执行元件(液压缸)的工作速度稳定。

调速阀在特定的工作条件下, 其调定的速度(流量)可以不受负载变化的影响。图5为调速阀结构原理。将差压式减压阀和节流阀串联在一起, 减压阀入口的压力为 P_1 , 经过减压口H减压后的压力为 P_m , P_m 同时为节流阀的入口压力, 节流阀出口的压力为 P_2 , 由外负载决定。调速阀正常工作时, $\Delta P = P_m - P_2$ 基本恒定。当外负载增大时, P_2 增大, 减压阀弹簧腔压力增大, 阀芯原先的平衡被打破, 阀芯向左移动, 开大减压口H,

使 P_m 增大, 维持 $\Delta P = P_m - P_2$ 基本恒定; 当外负载减小时, 阀芯运动情况正好相反, 同样维持压差基本恒定。

在正常使用此调速阀时, 为了减小液压冲击, 调速阀上还安装了如图的限位螺钉 3, 其作用是使调速阀(减压阀)在不工作时将减压阀芯限定在工作位置附近, 防止启动时减压阀的节流降压口开口过大而出现流量瞬时失调现象。

本文的弹射器设计时, 卸掉了调速阀的限位螺钉 3, 在设计系统的安装方式下, 调速阀的出口初始时处在关闭状态, 液压油压力使减压阀芯 2 处于左端极限位置, 开口 H 达到最大, $P_1 = P_m = P_2$ 也是系统的最大压力, 而当换向阀 10 通电后, P_2 瞬时降为 0, 使调速节流口压差达到最大值, 产生流量冲击。并且此时降压口 H 的延迟调节, 使得这个冲击具有一定的时间, 获得了一次较大的持续的液压冲击作用, 使学员获得冲击启动的感觉。在获得冲击加速后, 调速阀逐渐趋于稳定工作状态, 获得稳定的调速速度。使训练人员获得弹射的加速过程和稳定起升转换的弹射感受。

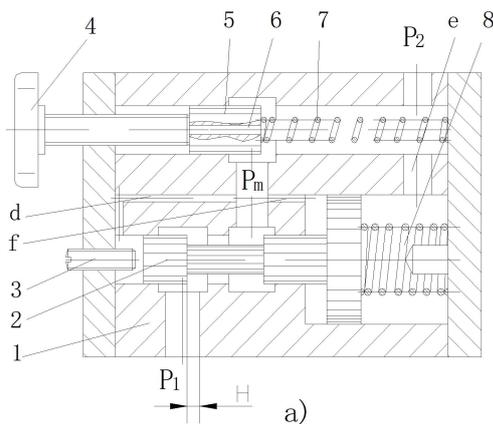


图 5. 调速阀结构原理

弹射过程结束, 座椅处于弹射架的顶端, 学员可以按动弹射架上的回复按钮, 换向阀的电磁铁断电, 弹射

液压缸的液压油通过行程节流阀和油箱相连, 座椅系统在弹射座椅和弹射人员的重量作用下首先加速下滑, 行程节流阀是在弹射座椅即将接触地面的时候接入的, 可以实现平稳落地的效果, 一次弹射训练过程结束。一次弹射训练结束后, 计算机回复到即训学员体重的选择界面, 可以进行下一次弹射训练过程。

另外, 电控柜面板上相应设置了充压、就绪、弹射、回位等信号指示灯。通过观察指示灯可以了解各个过程的进行状态。指示灯的作用也可以用在系统出现故障时, 辅助判断故障点等; 电控柜面板上还设定了单片机复位按钮, 在单片机遇干扰发生故障时, 进行复位控制。

4 总结

本文根据某种弹射模拟器的弹射任务要求, 进行弹射模拟器液压系统设计和样机制作。充分利用了调速阀结构上的特点, 使弹射座椅系统工作时实现阶跃加速运动、匀速运动、减速运动、静止的弹射过程, 以及自由下降、平稳回位的工作循环。通过实验验证了本弹射液压系统的设计是合理可行的。

参考文献

- [1] 张祝新. 弹射座椅模拟器液压系统建模与仿真. 液压与启动[J]. 2020. 6.
- [2] 李志红. 基于调速阀的进口节流调速系统负载变化动态特性研究. 湖南工业大学学报[J]. 2010. 5.
- [3] 宋靖远. 调速阀的工作原理. 煤炭工业[J]. 2008. 7.
- [4] 韩志引. 调速阀性能与应用分析. 工艺与装备[J]. 2014. 2.
- [5] 李硕. 用节流阀和调速阀的进油节流调速回路速度负载特性研究. 液压气动与密封[J]. 2010. 11.
- [6] 韩桃平. 调速阀的两种常见结构分析及选用. 机床与液压[J]. 2010. 6.