

某航空发动机作动筒液压试验台设计研究

迟 艳,郭 旭,刘 玫,龚弋飞

(中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司 技术中心,辽宁 沈阳 110043)

摘 要:航空发动机作动筒通过改变机尾喷口的截面积而直接影响飞机的机动性和起飞、着陆性能,为此需要专有的试验台对其进行流量实验、密封试验、动作均匀性实验,以严格控制其工作可靠性。现有的作动筒液压试验台检测方法落后、准确度和精度低、效率不高。通过重新设计系统原理、采用分体式结构、精确控制油温、选用高精度检测元件等多项措施,对作动筒液压试验台进行了全新的设计,提高了试验台的准确度、精度和效率,并在实际应用中取得了很好的效果。

关键词:航空发动机;作动筒;试验台

中图分类号:TH137.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-0813(2012)04-0034-03

Research on Hydraulic Testing Table Design for Some Aero-engine Actuating Cylinder

CHI Yan, GUO Xu, LIU Mei, GONG Yi-fei

(AVIC Shenyang Liming Aero-Engine (group) technical center, Shenyang 110043, China)

Abstract: The actuating cylinder directly affects the dynamic characteristics, the capability of taking-off and landing for one aircraft through changing the cross section of its rear spray nozzle. To assure the cylinder's reliability, a specific hydraulic testing table is necessary for the measuring of flow rate, sealing ability, acting uniformity. The present test table using the outdated method is not accurate and efficient enough. In this paper, one absolutely new test table is designed, in which some improvements are employed, including the renewed test theory, modular structure, the accurate control of oil temperature, the choice of precise gauge, etc. The application proves the test table's good performance and efficiency.

Key words: aero-engine; actuating cylinder; hydraulic testing table

0 引言

某航空发动机作动筒是发动机尾喷口上的关键传动部件,是一种新型作动筒,结构复杂,其结构主要由筒体、活塞、活塞杆、流量调节器、接嘴等零件组成,主要功能就是通过活塞两端的压力差来推动活塞往复运动,再由活塞杆驱动执行机构运动,来改变喷口截面积,其性能直接影响着飞机的机动性和起飞、着陆性能。此作动筒的工作特点是无论在高压差、低压差下,流量都基本恒定,其质量检验主要包括流量试验、密封试验、动作均匀性试验。目前现有作动筒试验台设备陈旧,在流量测量、压力测量和油温控制方面技术方法落后,试验准确度及精度低,操作不便捷,试验效率低,影响了生产任务的完成,因此通过重新设计系统原理、采用分体式结构、精确控制油温、选用高精度检测元件等多项措施,使得试验台的准确度、精度和效率都大为提

高,实际应用中取得了很好的效果。

1 试验台的原理及结构简介

1.1 试验台结构简介

作动筒液压试验台主要由液压泵站、试验操作台和电器控制系统几部分构成。在总体布局上充分考虑到使用、维护方便及空间布置紧凑,设备采用分体式设计,液压泵站与冷却装置隔墙设计,即降低了噪音又提高了设备的安全性。液压泵站,用来将液压油提供给试验台,系统采用了一台低黏度内啮合齿轮泵供油,泵站安装有蓄能器,可用于吸收系统油液脉动,提供均匀稳定的压力油。考虑到试验压力要求,又增设了一手动油泵来给系统增压,可使工作压力达到 31.5MPa。试验操作台集成有手动操作手柄及外接油口和被试件连接基板,安装有推拉式滑轨门,具有防止油液飞溅的功能。电器控制系统包括试验用的电控设备、操作装置及流量、温度、压力显示仪表。

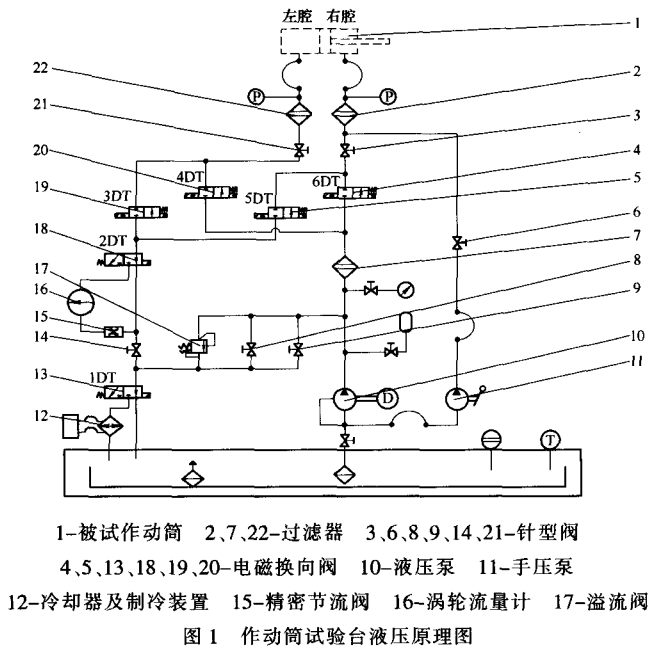
1.2 试验台原理

液压试验台的基本原理是由液压泵将油箱中的液压油增压经过液压系统,供给被试液压元件,通过调节

收稿日期:2011-11-10

作者简介:迟艳(1979-),女,辽宁盘锦人,工程师,硕士研究生,主要从事航空发动机试验台设计研究工作。

各液压控制阀达到被试元件的试验状态,测试其性能。作动筒的试验主要是压力和油温的要求,两腔交互供油。试验台的液压原理如图1所示。



2 试验台具体方案设计

2.1 液压系统设计

1) 压力调节

试验中要求系统在几个相差很大的压力下进行试验,最小为 $0.05_0^{+0.05}$ MPa,最大为 30 ± 1 MPa,为此系统采用高压和低压分别调节的方法,选用一大一小两个针型阀,来实现对系统压力的快速调节。同时用一个溢流阀做为安全阀起到安全保护的作用。考虑到所能选到的燃油泵的最大供油压力不能满足压力试验时的 30 ± 1 MPa 工作压力,系统又增设手压泵供油路,来实现高压要求。

2) 磨合换向

试验中要求对被试件的两腔交替供油,选用四个两位两通电磁阀实现此功能。两个阀为一组,一组接通另一组关闭,同时控制其动作的两个按钮互锁,避免操作者的误操作,起到了安全保护作用。

3) 流量测量

由于流量试验有 1 ± 0.1 MPa 的背压要求,且流量值很小,设计中不再延用现有设备采用的容积式计量方法,而是选用流量传感器来测量,从而提高了试验的准确度和试验效率。流量测量开始停止由流量传感器上游的一个两位三通电磁阀控制。

4) 油温控制

作动筒试验的介质为低黏度、闪点低的航空燃油,

加之作动筒恒定流量值小,油液的温度对试验的安全及试验结果影响很大。针对油温控制要求,设计中在系统回油管路并联冷却器,通过油箱中的温度传感器控制其上游的两位三通电磁换向阀,控制油液是否经过冷却器。冷却器的冷却水通过风冷式制冷装置提供,水温可调,设备占地少,经济环保。此措施对油温控制效果明显,试验中油温波动小。

5) 液压源的选择

该液压系统所需压力较大,且介质为渗透性很强的燃油,所以在选择最大供油压力的燃油泵的基础上还增设一手压泵,在需高压时手动增压。

2.2 主要液压元件选择

1) 液压泵的选择

该系统测量流量为 6 mL/s ,即 0.36 L/min ;一般情况下最大工作压力为 22 MPa ,在已有燃油泵样本中,只能选择最高压力为 25 MPa 流量最小的泵,流量为 15 L/min ,转速 3000 r/min 。

2) 电动机功率的确定

已知泵转速 3000 r/min , 供油压力 $p_{p1} = 25 \text{ MPa}$, $Q = 15 \text{ L/min}$,考虑到泵需要在额定压力下工作,泵的总效率会低于通常情况下齿轮泵的总效率 $0.6 \sim 0.7$,取泵的总效率为 $\eta = 0.5$,泵的驱动功率为

$$P = p_{p1} Q / \eta \approx 12.5 \text{ kW}$$

查产品样本,选用转速为 2930 r/min ,功率为 15 kW 的电动机。

3) 液压阀的选择

本系统的介质为低黏度燃油,且试验压力、密封性要求高,经了解普通国产阀难以满足,只有军用液压元件及部分进口元件才能满足,综合各方面因素考虑,最终选用四个压力可达 25 MPa 的进口两位两通电磁阀来实现油路转换,在电磁阀与被试作动筒间,设置针型阀,在手压泵加压进行密封试验时,关闭其可保护电磁阀不致损坏。

4) 管路尺寸及管子壁厚的确定

管路内径按式 $d \geq \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$ 计算,确定主要管路尺寸,其余大致按管路连接件选配。

泵吸油管路:通过流量 0.25 L/s ,允许流速 0.5 m/s ,计算内径 0.0252 m ,实际取值为 0.026 m ;

泵排油管路:通过流量 0.25 L/s ,允许流速 3 m/s ,计算内径 0.01 m ,实际取值为 0.018 m 。

$$\text{管子壁厚的计算: } \delta \geq \frac{pd}{2[\sigma]}$$

式中 p ——工作压力,单位为 MPa ;

液压差动回路的设计缺陷

杨殿宝

(海门市油威力液压工业有限公司责任公司,江苏 南通 226100)

摘要:差动回路是一种节能回路,但在实际应用中往往不能满足工况要求,本文从设计角度阐述液压差动回路的设计缺陷。

关键词:液压设计;液压差动回路;液控单向阀;平衡阀;速度

中图分类号:TH137.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1008-0813(2012)04-0036-03

Design Defects in the Hydraulic Differential Circuit

YANG Dian-bao

(Haimen Youweili Hydsty Co.,Ltd.,Nantong 226100, China)

Abstract: In the differential circ is a move for loop, but in actual usage cannot satisfy the conditions required, From the angle in the design on the hydraulic circuit design flaw.

Key words: hydraulic system design; differential circ; pilot operated check valve; balanced valve; pace

0 引言

液压差动回路在液压系统设计中是提高液压缸速度的首选,但在实际应用中经常会因为忽视某些负载

的特性,或在构成系统时疏忽元件的特性选型,造成液压差动回路的设计缺陷,本文就这方面聊作阐述。

1 设计缺陷

(1)差动回路使用时负载特性考虑不足

为了描述方便通俗,本文把能实现差动回路的液压换向阀统称为差动阀。差动回路主要有两种:一种是通过计算,认为不能满足要求,必须选用冷却器。根据冷却器产品选型样本的估算法,选择冷却面积为 1m^2 的列管式油冷却器。

3 结论

该试验台已在我公司应用,实践证明,该设备布局合理得当,操作便捷,维护方便,试验结果准确、可靠,可满足作动筒性能检验的要求,大大提高了生产效率。此项设计的成功应用,对于公司其他相似设备的设计具有借鉴和示范意义。

参 考 文 献

- [1] 雷天觉.新编液压工程手册[M].北京:北京理工大学出版社,1998.
- [2] 成大先.机械设计手册[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 黎启柏.液压元件手册[M].北京:冶金工业出版社,2000.
- [4] 乔学新.关于液压元件试验台的设计理念和设计思路[J],液压与气动,2009,(12).
- [5] 曾亿山.液压缸综合性能检测试验台液压系统的研究开发[J],煤矿机械,2008,(8).
- [6] 张立娟.液压系统油液温升计算及冷却器选型[J].重工与起重技术,2007,(4).

收稿日期:2011-10-17

作者简介:杨殿宝(1975-),男,江苏高邮人,工程师,大专,主要从事液压系统设计与液压故障分析诊断。

d ——管子内径,单位为 mm;

$[\sigma]$ ——许用应力,单位为 MPa,对于钢管 $[\sigma]=\frac{\sigma_b}{n}$;

σ_b ——抗拉强度,单位为 MPa;

n ——安全系数。(当 $p < 7\text{MPa}$ 时,取 $n=8$;当 $p < 17.5\text{MPa}$ 时,取 $n=6$;当 $p > 17.5\text{MPa}$ 时,取 $n=4$)。

本系统选用的是材料为 1Cr18Ni9Ti 的冷拔不锈钢无缝钢管, $\sigma_b=550\text{N/mm}^2$, n 取 4。

泵排油管路:工作压力最大为 25MPa ,内径为 18mm , $\delta \geq \frac{pd}{2[\sigma]} = \frac{25 \times 18}{2 \times \frac{550}{4}} \approx 1.636\text{mm}$,实际取值为 2mm 。

辅助供油管路:工作压力最大为 31MPa ,内径为 8mm ,

$\delta \geq \frac{pd}{2[\sigma]} = \frac{31 \times 8}{2 \times \frac{550}{4}} \approx 0.9\text{mm}$,实际取值为 2mm 。

5)冷却器的选用

液压系统发热的主要原因是液压泵和执行器的功率损失以及溢流阀的溢流损失造成的,估算为泵组驱动功率的 $15\% \sim 30\%$ 。系统所产生的热量,主要通过油箱的各散热面散发至空气中。本系统的油箱散热量通