

某型航空发动机附件带转油封试验装置研究

田文静 李晓盼

(中国航发动力股份有限公司 陕西 西安 710021)

摘要: 附件带转油封装置是一种用于某型发动机附件试车后油封用的多功能试验装置。针对某型发动机各个附件的油封技术要求,设计一台可以满足多个附件油封用的试验装置,介绍该装置的工作原理,重点介绍该试验装置关键部件选型过程,并对试验过程进行简要介绍。

关键词: 油封; 带转; 试验装置

0 引言

附件是某型发动机的重要部件,依据试车维护规程,发动机试车后要封存的附件进行油封,保证附件封存期间的完好性。该型发动机附件种类繁多,功能不一,造成油封时各附件油封要求不同,部分附件需要机械带转、电、气等功能配合才能够打开相应的附件阀门,从而防止附件内部出现锈蚀。单独的附件油封装置不仅成本高,而且效率低。因此,研制一台集机械、电、气为一体的综合性试验装置,用以满足所有附件的油封技术要求具有重大经济效益的价值。

1 试验装置基本参数要求及各附件油封要求

1.1 试验装置基本参数要求

油封用油为滑油 HP-8A,滑油应在温度 110 ~ 120℃ 下进行脱水处理,精度不低于 6 级。

油封时滑油应加温至 60 ~ 80℃,滑油应经过 5 μm 的油滤通入附件进口。

1.2 各附件油封要求

某发动机燃油和滑油附件根据技术要求需要油封共计 20 个附件,将所有附件油封技术条件汇总:

带转零件 2 个,转速范围从 1000 ~ 1800r/min;

入口压力范围变化: 0 ~ 3 MPa;

出口测压: 0 ~ 3 MPa。

2 试验装置设计难点及解决方案

2.1 试验装置设计难点

(1) 附件种类多,要求在一台试验装置上完成所有附件油封,对整体结构布局设计要求高;

(2) 附件流量、压力值变化范围大,需要选择合适的动力源满足所有附件的油封技术要求;

(3) 部分附件带转油封,需要设计带转传动装置满足所有被带转附件油封;

(4) 部分附件出口要求测压、测流量,需要合理设计出口回油结构。

2.2 解决方案

针对该试验装置的技术要求,分析设计难点,该试验器由液压系统、气路供给系统、传动装置系统、电气控制系统及操作台组成。本文重点介绍几个系统的设计方案。液压系统是为试验提供所需压力、温度的试验工质;气路供给系统为附件及控制系统提供所需气源;传动装置系统是为带转油封附件提供动力;电气控制系统是实现各种电器元件控制并且能够完成压力、温度、转速等控制调节的系统;操作台是整个试验设备的装配集成安装基座。

2.2.1 液压系统

液压系统为试验装置提供稳定液压源,液压原理示意图如图 1 所示。参照技术要求将所有附件的压力和流量两个参数分类,确定分为高压和低压两路,一路以带转附件主泵的流量和常用低压泵的压力 1.2MPa 为设计条件包含所有低压油封;一路以最高压力 3MPa 和高压油封附件的流量为设计条件包含高压油封。

低压管路上设计主要以带转主泵为主体设计,主泵要求油封时间为 5 ~ 10min,流量为 110L/min,进口压力为 0.344MPa,出口压力为 0.76MPa。考虑其他附件流量相对主泵小,单一的旁路调节无法同时满足多种流量和压力调节要求,本设计采用旁路调节阀和泵流量调节两种方式配合使用。

(1) 液压泵的选择。

$$N=P_p \times Q_n / H_t$$

式中: P_p 为低压附件的最大油封压力, Q_n 为低压附件的最大流量, H_t 为选择泵的效率。最终选择 5.5kW 的螺杆泵(带变频器),转速为 2900r/min。

(2) 管路内径的选择。

根据流量、流速和压力计算管路内径和壁厚,并选定管路种类和管接头合理配置管道。

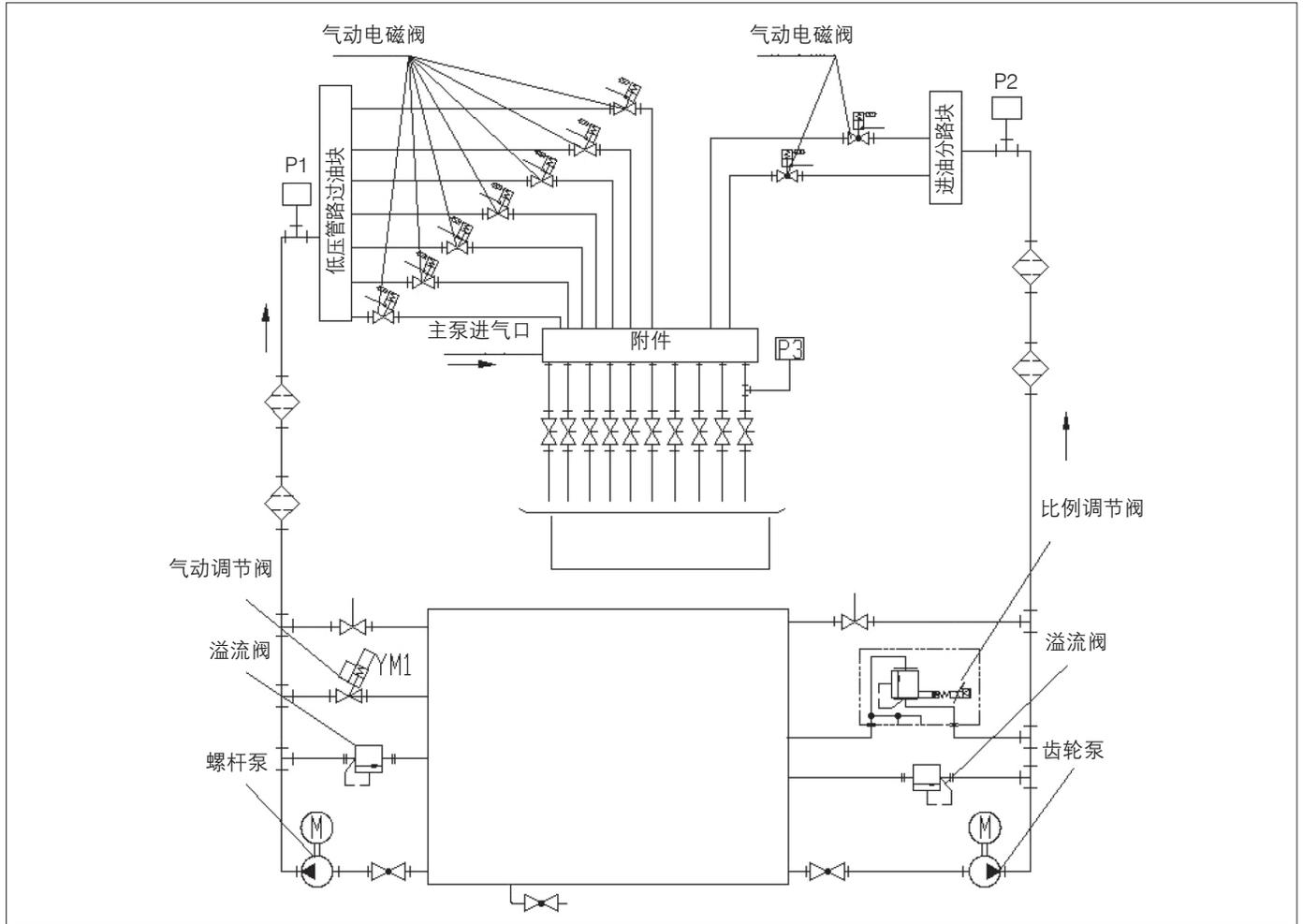


图1 液压原理示意图

$$d = 4.6 \sqrt{\frac{Q}{U}}$$

式中： d 为油管内径， Q 为流量， U 为流速，参考液泵出口和主泵进口口径，主管路管径为35mm。

按照最多的附件进、出口选择，低压管路进7路，出口10路（包含高压管路）。

(3) 低压管路其余部件选择。

根据管路内径和流量，为保证油源的清洁度选择两个过滤器串联在主管路上，其滤油器流量为330L/min，粗过滤器精度为10 μ m，精过滤器精度为5 μ m。

在旁路选择一个气动调节阀用来调节旁路压力和流量；在进油口每条路上设置一个气动开关阀用来选择附件所需的通道；在出油路上设置调节阀用来保证附件选择该通道是否需要打开，同时可以调节该通道处压力，保证出口所需压力调节。

高压管路上设计主要以最高压力附件为主体设计，该型附件要求进口压力为3MPa，参考高压所有附件腔体体积，为保障油封效率，油封时间为2min。考虑其他附件压力，高压管路选择自动闭环压力调节。

同低压管路一样，泵源选择齿轮泵，出口压力为4.5MPa，功率为2.2kW。

主管路内径为20mm，进口最多为2路，出口和低压管路共用。

旁路压力和流量通过比例溢流阀电控反馈完成压力自动调节。

对于固定式的供油油箱，在一般情况下，其有效容量应为泵每分钟流量的3倍以上，还要考虑液压系统散热性，因此将其有效容量取为油泵流量的4倍，油封油不进行循环使用，考虑所有附件油封完所用的油量，油箱体积为630L。

2.2.2 气路供给系统

气路供给系统分为两路，气路原理示意图如图2所示。一路供给阀块，通过YV1-YV9实现对管路上各个气动电磁阀的控制；一路供给主泵，和真空泵一起通过电磁阀4的切换，实现主泵要求的进气压力正负压之间的切换，抽真空原理示意图如图3所示。气路中的3个减压阀，减压阀1实现对整个气路系统压力的调整，减压阀2实现对主泵压力的调整，真空减压阀3实现对真空泵压力的调整。

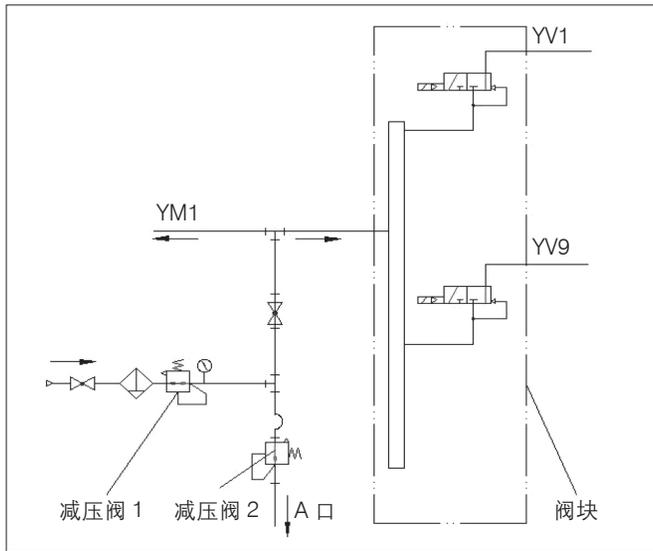


图2 气路原理示意图

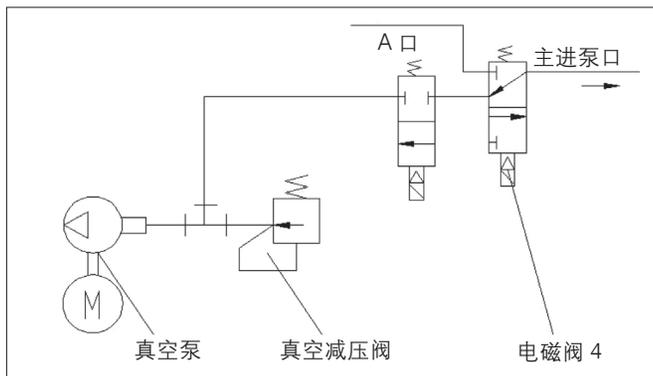


图3 抽真空原理示意图

2.2.3 传动装置系统

传动装置系统为2个带转附件提供动力，考虑两个被带转附件转速1000~1800r/min和扭矩，电机需要选择变频电机，满足多转速和扭矩需求，同时能够显示电机的转速，传动装置结构图如图4所示。电机功率5.5kW，转速3000r/min。为操作方便，中间轴为两个轴，可以随时进行更换，在同一个动力源上满足两个附件油封要求。

3 试验器测试流程

油封附件种类繁多，本文以其中带转附件为案例介

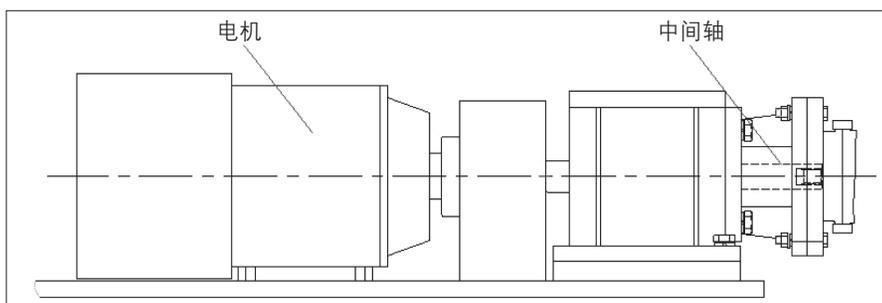


图4 传动装置结构图

绍装置操作流程，如下：

(1) 开机前所有仪表必须校验合格，阀门必须安全可靠；

(2) 试验器工作前先检查下油箱油是否够用，管道连接是否完好，管状加热器是否连接好；

(3) 将被油封附件转接固定到带转传动装置处，保证连接安全可靠；

(4) 将管路包括气压管路按照要求与附件相应进出口连接，并将相应电磁阀与电源连接；

(5) 将旁路溢流阀打开，接通颗粒度在线监测装置，对油源进行循环清洁并实时检测，当颗粒度达到6级标准后停止检测；

(6) 打开加热电源加热油温到120℃进行脱水，在降温到60~80℃并恒温保持，启动传动装置，将转速调整到1500r/min；

(7) 将旁路阀打开到最大值，启动螺杆泵，通过调节螺杆泵和旁路调节阀，调节附件入口压力到规定值，并调节出口调节阀保证出口压力到规定值；

(8) 通过电磁阀的通断和气路的压力变化，调节相应附件活门打开，保证油封的油充满内腔，防止锈蚀。

其余附件按油封要求进行同类型操作。

4 结语

本试验装置经过前期设计、调试已经在现场使用半年时间，经过现场近12台次油封试验，油封颗粒度检测结果符合要求，装配试车完全能够满足调试要求，该装置自动调压程序控制压力、流量方法简单可靠，操作方便，能够进行闭环控制压力自动调节，大大提高油封效率。

另外通过本试验装置的成功设计和使用，给后期其他类型的油封试验装置提供了借鉴依据。

参考文献：

[1] 左健民. 液压与气动传动 [M]. 北京：机械工业出版社，2017.
 [2] 成大先. 机械设计手册 [M]. 北京：化学工业出版社，2010.
 [3] 王春行. 液压控制系统 [M]. 北京：机械工业出版社，2011.
 [4] 陆一心. 液压与气动技术 [M]. 北京：化学工业出版社，2021.
 [5] 孟晓宇. 压气机试验器排气节气门控制系统设计 [J]. 科技风，2015(5):38.
 [6] 王野牧，谌超逸. 活门组件综合试验器研制 [J]. 机床与液压，2014(20):50-53.