

某型航空发动机 加力燃油总管流量分布试验器研制

程鑫, 赵方

(海翔机械厂, 河北 邯郸 057150)

摘要: 某型航空发动机加力燃油总管流量分布试验器液压系统采用双动力源设计, 为液压系统提供脉动小、流量范围大的动力输出, 设计气动多连杆机构实现加力燃油总管 48 个喷油孔流量的同步测量, 利用连通器原理, 采用容积法读取喷油孔喷射航空煤油的体积, 进而计算单位时间内喷射航空煤油的流量及分布。

关键词: 喷油孔; 脉动; 压力; 流量; 同步性; 调零; 拉平

中图分类号: V233.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0711 (2020) 04 (下) -0237-03

航空发动机在工作一段时间后, 经常伴有加力燃油总管流量及分布超标的现象, 加力燃油总管作为供油系统的重要组成部分, 其修理质量将直接影响发动机的性能水平, 轻者导致主机性能下降, 重者烧毁机件, 严重影响发动机使用安全。在发动机修理过程中, 加力燃油总管流量及分布的检测是一项非常重要指标。随着工厂某新型发动机修理建线计划的逐步开展, 原有试验器功能不能满足新机修理技术要求, 因此, 重新研制一台适应某新型航空发动机加力燃油总管流量试验的试验器成为急需解决的问题。

1 试验器整体方案设计

航空发动机加力总管流量分布试验器是某型航空发动机加力燃油总管、喷油环及喷油孔的流量及均布等特性测量的专用设备, 主要由液压系统、计量机构和电控系统等组成, 模拟发动机某动力系统工作状态, 给加力燃油总管供给特定压力和流量的航空煤油, 通过计量机构实现加力燃油总管 (II 区燃油总管、III 区燃油总管、IV 区燃油总管、V 区燃油总管)、喷油环 (I 区喷油环)、喷油杆和喷油孔的流量测量, 并计算流量分布特性。

2 液压系统设计

根据加力燃油总管修理技术条件可知, 此次流量试验要求有两个特点: 一是试验流量范围域广, 五区总管的试验分为五个流量试验点: 890L/h、5613L/h、7220L/h、6014L/h、8000L/h, 其中, 最小流量为 890L/h, 最大流量为 8000L/h; 二是液压系统压力波动对流量变化影响较大。为确保液压系统在五区总管流量试验时均能够提供稳定的压力和流量, 动力源的选择是关键, 如果液压系统选择偏小流量泵作为动力源, 做大流量试验时, 泵超载运行, 导致液压系统介质脉动较大, 压力不稳, 不符合试验要求, 而选择大流量泵作为液压系统的动力源时, 有三点不合适: 第一, 做小流量试验器时, 85% 以上的航空煤油需要通过溢流阀溢流, 会使液压系统内介质脉动增加, 且脉动无规律, 随机性明显, 影响测量结果的稳定性; 第二, 大部分流量溢流, 会使液压系统内航空煤油的温度快速上升, 不利于介质温度的控制, 影响测量结果; 第三, 85% 以上的航空煤油需要溢流回油箱, 这样会造成系统能源的浪费, 同时降低液压元件的使用寿命。

如图 1 所示, 根据某机型发动机修理技术条件, 结合实

※套工程的监控主站设在本站房配套部分总控室, 由车站运营部门管理, 远动通道为 2M 专用电信通道远动对象为市政范围变配电所和地下空间变电所内所有高、低压开关。

3.4 后备电源

为了预防突发性供电中断在政治上、经济上造成的重大损失、铁路运输秩序混乱或人员伤亡, 站房内设置后备柴油发电机组、应急电源装置 (EPS)、不间断电源装置 (UPS)。其带的负荷有: 站房中防灾报警系统设备、综合调度及信息系统设备、变电所所用电源、基本站台照明、高架候车厅照明以及应急照明等。本次设计考虑运行经验、所需供电时间和可靠性采用后备柴油发电机组与 EPS、UPS 相结合的方案。在站房内新建两座 2X1250kW 柴油发电机房, 作为国铁站房重要负荷的后备电源; EPS 分散设于照明配电室中为应急照明或小容量动力负荷提供后备电源; 对不间断供电要求很高的信息化设备如 FAS、通信系统等采用 UPS (由相关系统自行设置) 作为后备电源。

4 结语

综上所述, 铁路客运站房的供配电系统作为车站最重要的基础设施, 应稳定、可靠、便于维护。本文所述供配电系统通过设置了多重供电电源, 充分保障了站房的正常运行, 为后续铁路站房的建设提供了设计实例及思路。设计时充分考虑后期发展, 在变配电所的设备房间布局, 供配电系统设计及柴油发电机房的设置上, 均为后期预留了一定的条件, 便于后期发展运营的需要。

参考文献:

- [1] TB10008-2015. 铁路电力设计规范 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2016.
- [2] GB 50052-2009. 供配电系统设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.
- [3] 李康彦, 周凡. 北京南站供配电系统设计研究 [J]. 铁道工程学报, 2010, 141(6): 91-97.

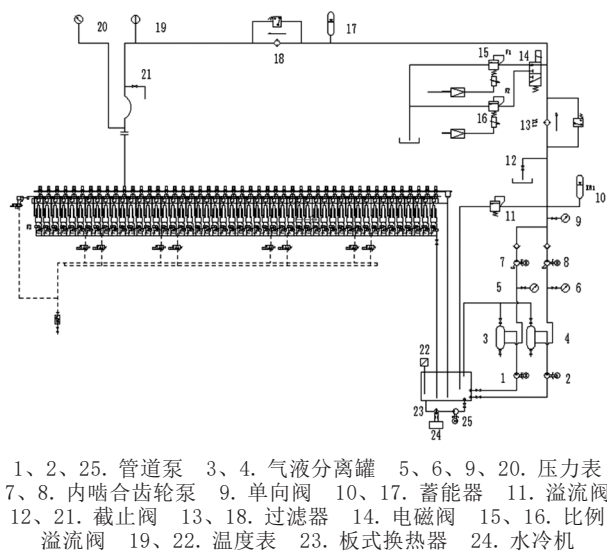


图1 液压系统原理图

实际情况，最终将液压系统的动力源设计成大、小流量两套液压泵并联而成，且可单独控制运行。选用脉动误差小于3%的内啮合齿轮泵，选取小流量泵7流量为39.3cm³/rev，配以4极电机，单独运行，用于890L/h的小流量点的试验，选取大流量泵8为163cm³/rev，配以4极电机，单独运行，用于5613L/h、7220L/h、6014L/h、8000L/h四组大流量点的试验，这样既满足了小流量试验需求，也满足了大流量试验要求，再辅以气液分离器、蓄能器等元件进行稳流稳压，最终可以将液压系统的脉动误差降低至0.6%以内，满足了产品试验流量范围广的同时，也最大程度地降低了液压系统的脉动。

3 计量机构设计

3.1 气动多连杆机构

为确保加力燃油总管的48个喷嘴检修时的试验流量更接近于在发动机上的真实工作状态，修理技术条件要求，将加力燃油总管与试验器连接，待试验器运行稳定后，同步测量48个喷油孔流量。加力燃油总管的48个喷油孔呈环形排列，为方便计量，首先，通过消沫筒将48个喷油孔通过管道引流，将出口口“一”字排开。

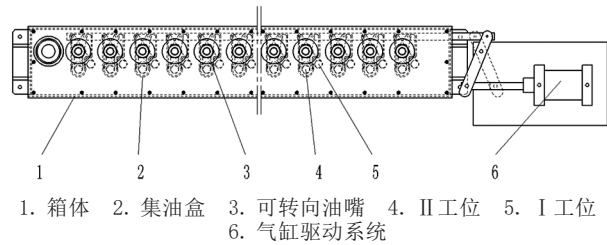


图2 气动多连杆机构局部示意图

同时，设计气动多连杆机构如图2所示，48个喷油口引流管的出口与图2所示的可转向油嘴3一一对应，设备刚刚开启时，可转向油嘴处于I工位5，航空煤油流入箱体1内，进而通过回油管返回油箱，待产品运行稳定后，点击计量按钮，气缸驱动系统6推动多连杆机构，使可转向油嘴3运动

至II工位4，而转向油嘴II工位位于计量筒的正上方，此时，开始同步计量48喷油孔喷射的航空煤油。

3.2 计量机构

液体流量的测量方法通常有“质量法”和“容积法”两种，各有优缺点，由于加力燃油总管流量试验范围域广，且测量的最小流量值较小，为提高计量精度，降低研制成本，所以，采用容积法进行喷射流量的计量。

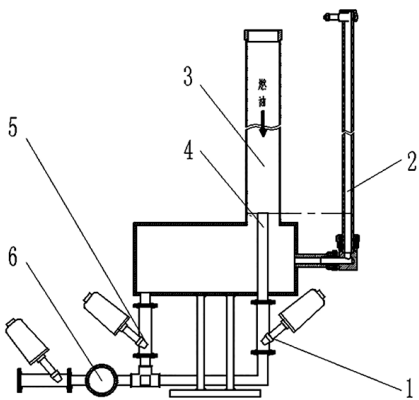


图3 计量机构局部示意图

如图3所示，计量机构主要由计量筒3和玻璃管2组成，计量时，航空煤油通过可转向油嘴流入计量筒3内，根据连通器原理，计量筒和玻璃管内液面等高，待测量时间结束后，可以从玻璃管读取液位高度，进而计算单位时间内流入计量筒和玻璃管的液体体积。

计量机构具备以下功能：

(1) 计量机构的“校准功能”。为确保每次试验数据的准确性，计量机构具备“调零功能”，每次实验前，先进行48个计量机构的调零工作，即点击调零按钮，打开计量筒下面的48个“调零阀”1，如图3所示，计量筒3内调零管4就处于开路状态，航空煤油从调零管流出，返回油箱，而调零管的上端口与计量机构的玻璃管的零刻线对应，根据“短板原理”和连通器原理，当玻璃管和计量筒内液位下降到调零管的上管口时，玻璃管和计量筒内液面自动停止下降，此时，液位对应的就是玻璃管的零刻线位置，完成实验前计量机构的校准工作。

(2) 计量机构的“拉平”功能。试验工艺要求，当48喷嘴流量收集完成后，首先，分别读取48个喷嘴的单个流量值，然后，计算总流量，为方便操作，提高计量精度，试验工艺要求48个计量玻璃管中液位高度可“拉平”到同一高度，取平均值计量总流量，所以在48个计量筒下方设计一个连通器6，将48个计量筒联通，可通过气阀5开、闭实现48个计量的联通，实现拉平功能，待液面稳定后，读取液位高度，通过转换计算，再乘以48就得到加力燃油总管的总流量，此方法可提高总流量的读取精度和工作效率。

4 电控系统设计

根据液压系统设计要求，液压系统大、小流量泵组可单※

高职院校机械类教学应用现场教学研究

邵玺

(甘肃能源化工职业学院, 甘肃 兰州 730207)

摘要: 现场教学能够生动、直观地展现教学内容, 从而让学生通过观察、感性认知、理性思考中掌握专业知识, 在此过程中, 能够激发学生学习兴趣, 调动学生参与学习的主动性和积极性, 拓展与提高学生思维能力、动手操作能力、实践能力等, 切实提升课程教学实效。本文主要研究高职院校机械类教学中应用现场教学的相关内容, 包括高职院校机械类教学中应用现场教学的内涵与原则、高职院校机械类教学中应用现场教学的设计与方式, 设计与方式包括现场教学的课前准备、现场教学的课堂应用、现场教学的课后评价, 教师可以根据实际情况灵活运用。

关键词: 高职院校; 机械类; 现场教学; 课前准备; 课堂应用; 课后评价

中图分类号: G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0711 (2020) 04 (下) -0239-02

高职教育属于我国高等教育体系中非常重要的组成部分, 是培养高素质、高等级技能型人才的主要路径, 对于提升整体劳动者素质、国家的发展和产业结构的优化升级都具有重要意义。机械类课程是机械设计、机械制造、汽车类专业的重点课程, 加强机械类教学的意义重大; 传统的机械类课程教学中存在着课时安排不当、教学内容繁杂、实训机会较少的问题, 所以, 需要亟待解决这些问题。应用现场教学可以有效解决以上相关问题, 能够吸引学生注意力和激发学生参与学习的兴趣, 引导学生主动进行自主学习, 培养学生自主学习能力, 提高教学实效。

1 高职院校机械类教学中应用现场教学的内涵与原则

现场教学指的是运用现场实物教学, 是在专业教室或者生产现场, 运用模型和实物进行现场展示、讲解知识内容、现场示范操作的教学方式, 它强调理论和实践的结合, 通常被应用在技能型课程的教学。在机械类课程教学中运用现场教学, 能够让学生更为直观地观察、感受、装配、拆卸、测量相关实物, 在实训基地和实际场景中进行模拟操作, 从而加强对机械知识的理解、熟悉技术规范、练习动手操作等, 提高对机械知识的认知, 获得与机械操作相关的技能。

传统的高职机械类教学中, 由于教学理念、院校条件等

※

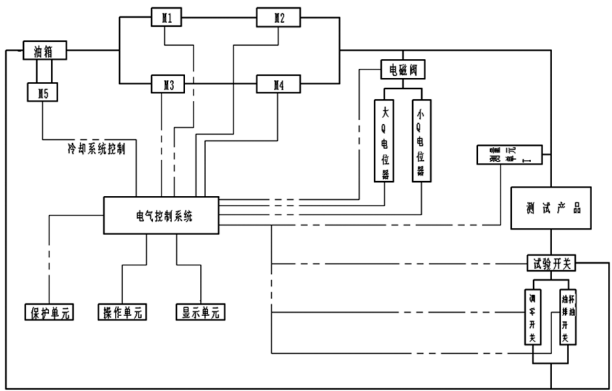


图4 电气控制原理图

独立控制, 独立运行, 并在控制系统中增加调零、拉平、排油等控制功能, 电气原理图如图4所示。

5 应用情况

(1) 调试结论。根据设计要求, 从九个方面对试验器性能进行调试、鉴定, 详情如表1。

(2) 某型发动机加力燃油总管试验情况。利用新研制试验器对某型发动机加力燃油总管标准件进行流量试验, 测得数据与标准数据进行对比, 最大误差0.5%, 符合设计要求。之后陆续对四台某型发动机加力燃油总管进行流量测量, 数据的稳定性良好, 符合修理技术条件要求, 且操作简单, 性能稳定, 受到了使用单位领导及操作者的好评。

表1 试验器调试、鉴定表

序号	试验项目	设计技术指标	鉴定结论
1	试验器系统功能调试	试验器各项功能齐全, 动作正常	符合设计要求
2	液压系统及工装夹具密封性试验	系统压力从0升至3MPa, 液压系统及连接工装无渗漏	符合设计要求
3	油液精度等级确认	RP-3航空煤油精度等级满足NAS-1638(6级)	符合设计要求
4	温控系统测试	设备连续运行1h, 油箱内煤油温度控制在 $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ 范围内	$25\pm 3^{\circ}\text{C}$
5	气动多连杆机构同步性测试	多连杆同步性误差不超过0.2%	同步性误差0.08%
6	试验器计量机构精度测量	计量机构测量精度误差不超过0.15%	0.12%
7	试验器压力精度调节测试	通过电压信号控制溢流阀开口大小无级调节, 实现大/小流量系统液压管路压力的精确调节	符合设计要求
8	试验器流量测试	大流量液压管路系统1min流量达到129.4L; 小流量液压管路系统1min流量达到15.3L	符合设计要求
9	试验器重复性试验	重复测量精度不超过2%	0.5%

参考文献:

- [1] 徐灏. 机械设计手册: 第一版第五卷[M]. 机械工业出版社, 1992.
- [2] 闻邦椿. 机械设计手册: 第五版第5卷[M]. 机械工业出版社, 2010.
- [3] 闻邦椿. 机械设计手册: 第五版第6卷[M]. 机械工业出版社, 2010.