

某涡桨发动机试车台架的改进设计

王新平 张浙波

中国航发湖南动力机械研究所, 湖南 株洲 412002

[摘要] 发动机试车台架是用来安装和固定发动机的设备, 是发动机试车的关键设备。改进设计某涡桨发动机试车台架, 不仅满足被试发动机强度、刚度、热膨胀和动力特性要求, 还满足发动机定位、安装、成附件更换便捷等一系列要求, 大大提高了工作效率。此试车台架实际已用超过 2 年, 达到了设计目的。

[关键词] 涡桨发动机; 试车台架; 结构设计

DOI: 10.33142/ec.v4i6.3857

中图分类号: V235.12

文献标识码: A

Improved Design of a Turboprop Engine Test Bench

WANG Xinping, ZHANG Zhebo

AECC Hunan Aviation Powerplant Research Institute, Zhuzhou, Hunan, 412002, China

Abstract: Engine test bench is used to install and fix the engine, which is the key equipment of engine test. The improved design of a turboprop engine test bench not only meets the requirements of strength, stiffness, thermal expansion and dynamic characteristics of the tested engine, but also meets the requirements of engine positioning, installation and convenient replacement of accessories, which greatly improves the work efficiency. The test bench has been used for more than two years and the design purpose has been achieved.

Keywords: turboprop engine; test bench; structural design

发动机安装台架是发动机地面试车最主要的设备, 用于安装和支撑被试发动机, 其他设备均以台架为中心进行布置和安装^[1]。台架的设计必须遵循原则: 一是发动机台架能承受被试发动机最大试车载荷及发动机喘振、叶片断裂飞出等因素产生的短时间破坏载荷; 二是能满足发动机试验时产生的热膨胀要求; 三是装有发动机的试车台架, 由发动机转子残余不平衡量激起的固有频率不影响发动机结构^[2]; 此外台架要满足紧凑、实用、简单的设计要求, 便于安装、维修和操作使用。

1 安装支架的典型设计

发动机安装台架的设计依据被试发动机结构确定, 常见的台架基本采用主、辅安装节沿中心轴线左右布置方式, 便于发动机安装调试。对于某典型涡桨发动机, 其台架的结构示意图如图 1 所示。

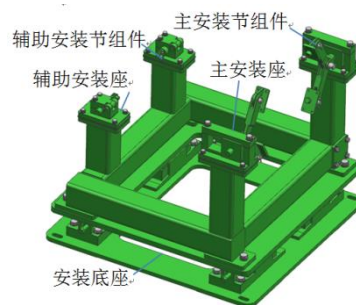


图 1 发动机台架典型结构

该型发动机试车台架主要由底座调心机构、支架、安装座、安装节组件等组成。

发动机底座组件具有调心机构, 满足发动机安装调心的需求。底座组件上的四个滑块, 通过高度调节螺杆可以调节高度最大 5mm, 左右调节螺杆可以调节整个发动机台架的 10mm 位置, 满足发动机上下调节与左右调节的要求。如图 2 所示。

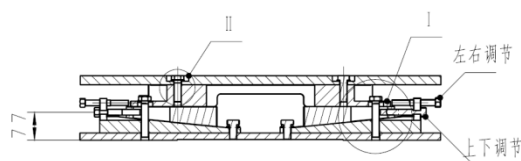


图2 台架调心机构设计

发动机安装主要是通过主、辅助安装节组件完成。主安装座连接主支点安装轴后，通过压盖安装在底座上，且主安装节设计为活动叉耳，能够张开足够角度，确保发动机径向热膨胀量，主安装座里的安装块体可在轴向移动，确保发动机轴向热膨胀量；辅助安装座组件通过一侧的螺母锁定辅助安装节，固定发动机位置，使连接发动机的叠片轴不受发动机热膨胀挤压。

此台架具有较高的强度，满足了发动机热膨胀和动力特性要求。但是此种结构占用空间多，操作空间小，不利于发动机安装及更换零件，并且制造复杂，钢板受力后变形量大，不利于发动机同轴度调节。

2 发动机试车台架改进设计

根据发动机台架结构特点和实际使用经验，总结台架优缺点，进行台架系统的改进设计，将调心机构设计为安装座上，且安装座在主安装支架上可移动式的，其台架的结构如图3所示。

改进型台架主要由安装节、安装座、安装支架、安装底座组成；底座及安装支架采用钢板和矩形钢焊接而成，具有极大的刚度和强度，底架的腰型孔设计满足发动机前后及左右的初步调节，可移动式安装支架增大发动机在试验平台的操作空间，便于发动机安装、成附件更换。

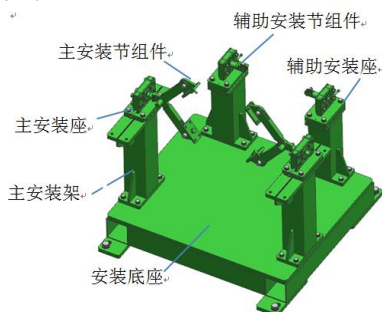


图3 发动机台架改进设计

发动机通过安装节安装在主、辅安装座上，一侧的锁紧螺母将辅助安装节固定在辅助安装座上，限制发动机轴向的自由度，并通过主、辅助安装座上的四个调心机构，可以调节发动机上下和左右，实现发动机与车台其他设备同轴度的同轴度快速调节。关节轴承和安装节叉耳能保障上下、轴向和径向的自由度，可以满足发动机试验时热膨胀要求。

3 试车台架基础强度计算

对发动机台架进行动力学计算，采用UG建模，ANSYS软件进行网格划分及有限元分析，台架当量应力分布见图4，主安装节应力分布见图5，强度校核详细计算结果见表1。

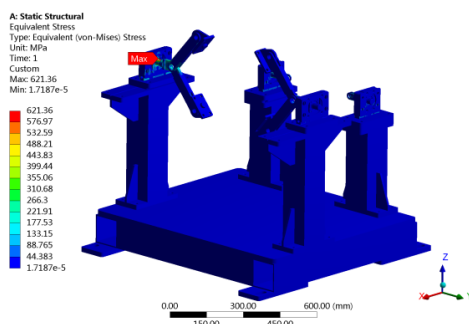


图4 台架当量应力分布

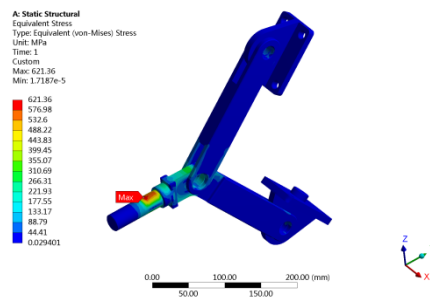


图5 主安装节组件当量应力分布

表1 各组件强度结果

部件	最大当量应力 (MPa)	屈服强度 $\sigma_{0.2}$	极限强度 σ_b	$n_{0.1}$	n_b
主安装节组件	621	918	1042	$1.48 > 1.0$	$1.68 > 1.5$
辅助安装组件	401	918	1042	$2.29 > 1.0$	$2.60 > 1.5$
安装座	219	190	545	$1.18 > 1.0$	$3.38 > 1.5$
安装底座及支承	49	235	—	$4.80 > 1.0$	—

本次计算考虑了发动机扭矩和重力, 计算分析表明, 台架最大强度集中在主安装座调心机构里面的关节轴承上, 台架组件强度满足标准要求, 且经过台架敲频检测, 台架的固有频率与发动机实际频率对比分析, 不会产生共振危险, 台架达到预期设计目的, 满足发动机试验要求。

4 结论

本文介绍了某涡桨发动机试车台架的改进设计和计算验证, 通过与典型的台架结构对比, 改进后的台架结构在满足发动机对试验台架强度、刚度、热膨胀等基本要求同时, 还解决了原有台架操作空间小、操作复杂等问题, 优化了调心方法, 提高了上下台效率, 方便发动机在试验期间进行零部件的更换、线路连接等工作, 具有更强的实用性和便捷性。此台架实际应用1年, 达到了设计目的。

[参考文献]

- [1]陈益林. 航空发动机试车台设计规范[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2010.
- [2]张浙波, 邹植伟, 魏秀利. 某涡轴发动机试验安装支架的一些创新设计[J]. 工业技术, 2016, 6(7): 217.
- [3]何鹏, 田震, 张浙波. 一种用于涡桨发动机试车台架的设计[J]. 中国战略新兴产业, 2020(10): 87-89.

作者简介: 王新平, 男, (1988.5-), 西北工业大学, 航空工程, 中国航发湖南动力机械研究所, 主管设计师, 工程师; 张浙波, 男, (1982.3-), 西北工业大学, 飞行器动力工程, 中国航发湖南动力机械研究所, 主任设计师, 高级工程师。