

穿过外涵机匣的管路结构设计

贾 铎, 高 雷, 高东武

(中航工业沈阳发动机设计研究所, 沈阳 110015)

摘要:随着对航空发动机的引气、供油、点火、测试等功能要求的提高,穿过外涵机匣的传感器和管路数量大大增加,为降低外涵机匣拆装的难度,提高穿过外涵机匣的管路的可装配性,在原有管路的连接结构、密封结构、补偿结构、分解维护4个方面的结构设计基础上,设计了2种新型穿过外涵机匣的管路结构,新型管路具有结构简单、拆装便捷、安全可靠、互换性好等优点,可满足管路补偿和外涵机匣的密封要求。

关键词:管路结构;外涵机匣;维护性;装配性;航空发动机

中图分类号:V229+.5 **文献标识码:**A **doi:**10.13477/j.cnki.aeroengine.2015.03.007

Structure Design for Pipeline through Bypass Casing

JIA Duo, GAO Lei, GAO Dong-wu

(AVIC Shenyang Engine Design and Research Institute, Shenyang 110015, China)

Abstract: The number of pipe and sensor through bypass casing is increasing with the improvement of the engine bleed air, fuel, ignition and other functional testing requirements. In order to reduce the difficulty of bypass casing assembly and improve the assemblability of the pipelines through the bypass casing, two new pipeline structure were designed based on the pipeline connecting structure, sealing structure, compensation structure and decomposition of maintenance. The new pipeline structure are simple and have good assembly and disassembly feature. The structure are safe and reliable, and have perfect interchangeability, which can meet the compensation and bypass casing sealing requirements.

Key words: pipeline structure; bypass casing; maintainability; assemblability; aeroengine

0 引言

涡扇发动机上的外涵机匣主要用于连接中介机匣和涡轮后机匣并传递载荷,形成外涵气流通道,固定内涵穿出的传感器和管路等,以及固定外部附件、支架和管路等结构件。随着对发动机的引气、供油、点火、测试等功能要求的提高,穿过外涵机匣的传感器和管路的数量也在增加,实现外涵机匣维护性的难度相应增大^[1-4]。

本文通过分析现役发动机上穿过外涵机匣的管路结构和设计要求,设计了2种穿过外涵机匣的管路新型结构,以提高外涵机匣的维护性^[5]。

1 外涵机匣结构

目前,航空发动机常采用对开式外涵机匣结构,

将外部附件、管路等结构件集中布置在外涵机匣的上半区域或下半区域(如图1所示),以提高发动机的维修、维护能力。如发动机在航修厂使用过程中,需要对有损伤的压气机转子叶片进行快速更换,只需拆下机匣上少量管路、支架以及下半(或上半)机匣、压气机静子机匣即可。外涵机匣分解维护如图2所示。

在外涵机匣分解维护过程中,穿过外涵机匣的管路结构,直接影响着外涵机匣的拆装难度和工作量。

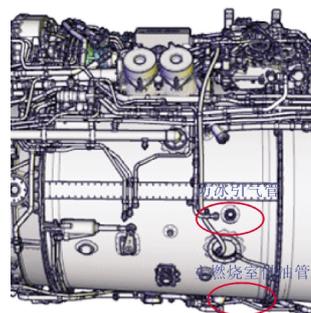


图1 外部结构布置

收稿日期:2013-07-10

基金项目:航空动力基础科研项目资助

作者简介:贾铎(1980),男,高级工程师,主要从事航空发动机外部结构设计工作;Email:jiaduo1980326@tom.com。

引用格式:贾铎,高雷,高东武.穿过外涵机匣的管路结构设计[J].航空发动机,2015,41(3):36-38. JIA Duo, GAO Lei, GAO Dongwu. Structural design for pipeline through bypass casing [J]. Aeroengine, 2015, 41(3): 36-38.

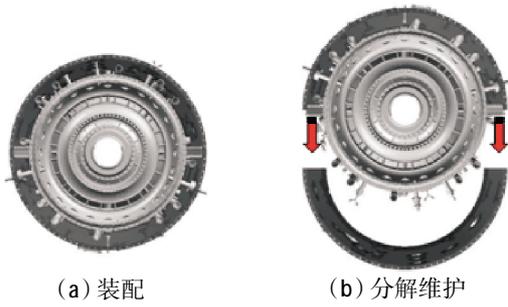


图2 外涵机匣分解维护

2 管路结构特点

2.1 补偿结构

在发动机最大热负荷状态下,核心机机匣的热膨胀位移相对较大,而外涵机匣的温度比内涵机匣的低,因而热膨胀位移相对小,导致内、外涵机匣的轴向和径向热膨胀量不一致。穿过外涵机匣的管路若没有热协调能力,将在工作时承受额外的应力,可能导致管路或其配件提前失效^[6-7]。

解决管路热协调问题的常用设计方法^[8-9]有:

- (1)优化管形,适当增加管路的长度,以减小管路刚性;
- (2)采用浮动补偿结构,如图3所示。直径 $\varphi=8\sim 20\text{ mm}$ 的通油管路,多采用球座结构;直径 $\varphi=20\sim 36\text{ mm}$ 的通气管路,多采用分半式浮动环结构。

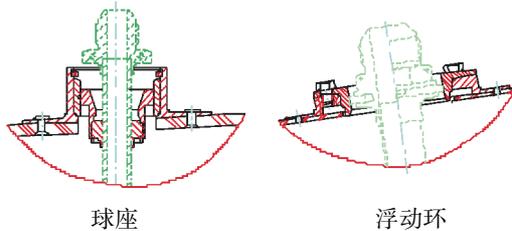


图3 浮动补偿结构

2.2 密封结构

为满足外涵机匣开孔处的密封要求,多采用球座组件与固定衬套配合结构、分半式浮动环与固定衬套配合结构(图3)。

2.3 连接结构

穿过外涵机匣的管路,由于与内涵机匣相连并从外涵机匣穿出,长度较短,多采用1根管路的整体式结构,管路接头露在机匣外,如图4所示。为保证机匣外连接管路的外廓要求,将部分管路接头设计成弯管结构。

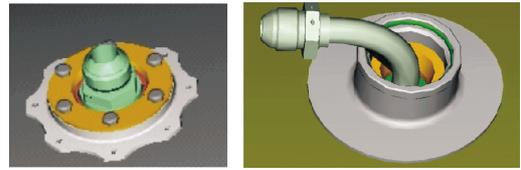


图4 一体式管路结构

3 设计要求

根据穿出外涵机匣的管路结构特点,提出如下设计要求:

- (1)管路结构可靠、拆装方便,减小对外涵机匣的拆装影响;
- (2)管路具有补偿能力;
- (3)在外涵机匣开孔位置处实现密封;
- (4)消除小零件通过外涵机匣孔座掉入发动机涵道内的隐患。

4 管路设计思路

以发动机防冰引气管(如图5所示)为例,其现有的结构在航修厂使用过程中存在拆装不便问题。主要原因是该管路从主燃烧室到外涵机匣外采用1根管路的整体式结构,加之在机匣外接头采用弯管结构,导致外涵机匣拆装困难。

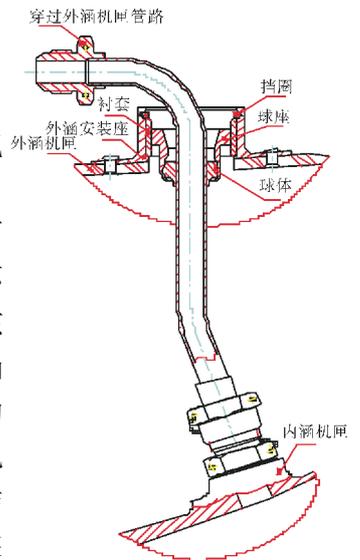


图5 防冰引气管

针对原防冰引气管结构特点、相连管路的外廓以及外涵拆装要求,需设计1种穿过外涵机匣的新型管路结构,以提高该管路的可装配性,降低机匣拆装的工作量。主要设计思路为:

- (1)连接结构:将1根管路的整体式结构改为2根管路的分段式结构,断开位置在外涵机匣开孔处。外涵机匣内、外管路之间的连接采用 74° 内/外锥面结构,露出机匣外接头结构保持不变。
- (2)密封结构:采用浮动套筒与密封环配合的密封结构,实现外涵机匣开孔处的密封。
- (3)补偿结构:将球座补偿结构改为浮动套筒结构。浮动套筒与密封环间隙配合,外涵机匣内管路可沿机匣径向自由移动;浮动套筒与机匣安装座、压板间隙

配合,沿机匣安装座周向可自由移动,使穿过机匣的管路具有热膨胀补偿能力,以降低管路的工作应力。

(4)分解维护:在外涵机匣外管路上采用加长外加螺母结构,便于施加拧紧力矩;在浮动套筒上采用内花键结构,在外涵机匣内管路上采用外花键结构,在机匣外管路装配时起到反力矩扳手作用。

5 管路设计方案及其实施

5.1 防冰引气管改进结构(方案 1)

防冰引气管改进结构方案 1 如图 6、7 所示。在外涵机匣内管路上异型外锥接头设计有外花键和密封槽结构。与之配合的浮动套筒与外涵安装座、压板的最小距离大于管路的热膨胀轴向位移。其中压板根据发动机空间情况可采用整体或分半式搭接结构。

在分解维护时,将 4 个螺栓和压板从外涵安装座上拆下;安装工艺螺栓,将浮动套筒固定在外涵安装座上,通过浮动套筒和异型外锥接头上的花键结构拆下外涵机匣外管路;进而拆下螺栓和浮动套筒。

5.2 防冰引气管改进结构(方案 2)

防冰引气管改进结构(方案 2)如图 8、9 所示。与方案 1 的结构差异在于密封环的安装从外涵内管路改在外涵外管路上;将浮动套筒、外锥接头的长度缩短,在外加螺母上增加密封槽结构。

分解维护过程同方案 1。

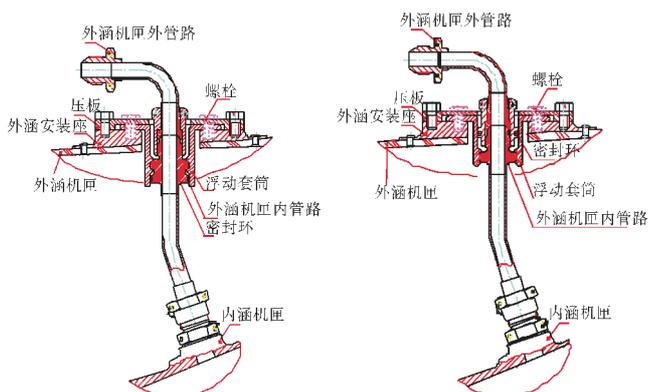


图 6 防冰引气管改进结构
(方案 1)

图 8 防冰引气管改进结构
(方案 2)

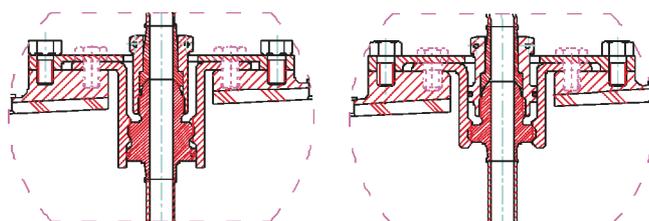


图 7 防冰引气管改进结构
放大(方案 1)

图 9 CDP 引气管改进结构
放大(方案 2)

6 结束语

方案 1 和方案 2 均考虑了管路连接密封性和拆装维护性;相比而言,在方案 2 中,外涵机匣内管路上使用的异型外锥接头结构简单,质量较轻,在外加螺母上安装密封环,操作更便捷。

在发动机防冰引气管结构改进时,继承了原外涵机匣内、外管路的接头结构,仅重新设计了穿过外涵机匣的管路连接、密封、补偿结构。

新型管路结构具有结构简单、拆装便捷、安全可靠、互换性好等优点,可满足管路补偿和外涵机匣的密封要求,为发动机型号研制提供设计思路。

参考文献:

- [1] 李俊昇,文放,刘涛. 管路连接中的约束设计(上)[J]. 航空标准化与质量,2010(4):21.
LI Junsheng,WEN Fang,LIU Tao. Constraint design in tube coupling (Part I)[J]. Aeronautic Standardization and Quality,2010(4):21.(in Chinese)
- [2] 李俊昇,文放,刘涛. 管路连接中的约束设计(下)[J]. 航空标准化与质量,2010(5):37.
LI Junsheng,WEN Fang,LIU Tao. Constraint design in tube coupling (Part II)[J]. Aeronautic Standardization and Quality,2010(5):37.(in Chinese)
- [3] 白晓兰,张禹. 航空发动机管路智能布局[J]. 机械设计与制造,2013(9):12.
BAI Xiaolan,ZHANG Yu. Pipe routing algorithm for aeroengines[J]. Machinery Design and Manufacture,2013(9):12.(in Chinese)
- [4] 柳强,王成恩,白晓兰. 基于工程规则的航空发动机管路敷设算法[J]. 机械工程学报,2011,47(5):35.
LIU Qiang,WANG Chengen,BAI Xiaolan. Engineering rules-based pipe routing algorithm for aero-engines[J]. Journal of Mechanical Engineering,2011,47(5):35.(in Chinese)
- [5] 吕春光,邱明星,田静,等. 航空发动机外涵机匣结构建模方法研究[J]. 航空发动机,2012,38(1):18.
LYU Chunguang,QIU Mingxing,TIAN Jing,et al. Study of modeling method for aeroengine bypass duct[J]. Aeroengine,2012,38(1):18.(in Chinese)
- [6] 李俊昇,文放. 航空发动机管路件标准化的整体构思[J]. 航空标准化与质量,2010(1):6.
LI Junsheng,WEN Fang. Overall conception of aeroengine piping and fitting standards [J]. Aeronautic Standardization and Quality,2010(1):6.(in Chinese)
- [7] 李迎春,胡诗凡,沈博智. 发动机管路防漏措施[J]. 工程机械与维修,2012(7):4.
LI Yingchun,HU Shifan,SHEN Bozhi.The measures of engine pipeline leakage[J]. Construction Machinery and Maintenance,2012(7):4.(in Chinese)
- [8] 赵传亮,尚守堂,马宏宇,等. 燃气轮机燃烧室中的管路设计[J]. 航空发动机,2014,40(5):39-44.
ZHAO Chuanliang,SHANG Shoutang,MA Hongyu,et al. Design of pipelines for gas turbine combustor [J]. Aeroengine,2014,40(5):39-44.(in Chinese)
- [9] 刘长福. 航空发动机结构分析 [M]. 西安:西北工业大学出版社,2006:55-61.
LIU Changfu. Analysis of aeroengine structure[M]. Xi'an:Northwestern Polytechnical University Press,2006:55-61.(in Chinese)

(编辑:张宝玲)