



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105547679 B

(45)授权公告日 2018.11.13

(21)申请号 201610012684.6

(22)申请日 2016.01.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105547679 A

(43)申请公布日 2016.05.04

(73)专利权人 中国航空工业集团公司沈阳飞机  
设计研究所

地址 110035 辽宁省沈阳市皇姑区塔湾街  
40号

(72)发明人 李国强 董世良 于喜奎 辛军铎  
谷晓妍

(74)专利代理机构 北京航信高科知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11526

代理人 周良玉

(51)Int.Cl.

G01M 13/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102680812 A,2012.09.19,

CN 102445338 A,2012.05.09,

CN 103970965 A,2014.08.06,

CN 104458236 A,2015.03.25,

CN 103018027 A,2013.04.03,

陈汉华、李跃东.飞机涡轮冷却器通用试验  
台的设计.《液压与气动》.2012,(第10期),第  
138-140页.

吴秀梅.加速长期运转试验方法在涡轮冷却  
器LQ-7A上的应用.《航空标准化与质量》.1986,  
(第04期),第28-29,36页.

审查员 张珊

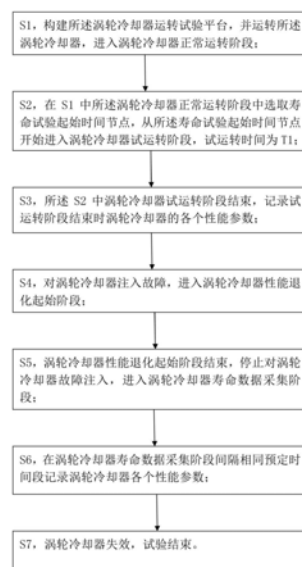
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种涡轮冷却器加速寿命试验方法

(57)摘要

一种涡轮冷却器加速寿命试验方法,涉及飞机结构试验设计技术领域,用于涡轮冷却器剩余寿命预算,消除隐性安全隐患,包括S1,构建所述涡轮冷却器运转试验平台,并运转所述涡轮冷却器;S2,选取寿命试验起始时间节点;S3,记录试运转阶段结束时涡轮冷却器的各个性能参数;S4,对涡轮冷却器注入故障;S5,停止对涡轮冷却器故障注入,进入涡轮冷却器寿命数据采集阶段;S6,记录涡轮冷却器各个性能参数。本发明提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法通过故障注入的方式,大幅缩短了涡轮冷却器正常运转的时间,使涡轮冷却器快速进入性能退化起始阶段,从而缩短了试验周期,降低了试验成本。



1. 一种涡轮冷却器加速寿命试验方法,用于涡轮冷却器加速寿命试验对涡轮剩余寿命的预算,其特征在于,包括如下步骤:

S1,构建所述涡轮冷却器运转试验平台,并运转所述涡轮冷却器,进入涡轮冷却器正常运转阶段;

S2,在S1中所述涡轮冷却器正常运转阶段中选取寿命试验起始时间节点,从所述寿命试验起始时间节点开始进入涡轮冷却器试运转阶段,试运转时间为T1;

S3,所述S2中涡轮冷却器试运转阶段结束,记录试运转阶段结束时涡轮冷却器的各个性能参数;

S4,对涡轮冷却器注入故障,进入涡轮冷却器性能退化起始阶段;

S5,涡轮冷却器性能退化起始阶段结束,停止对涡轮冷却器故障注入,进入涡轮冷却器寿命数据采集阶段;

S6,在涡轮冷却器寿命数据采集阶段间隔相同预定时间段记录涡轮冷却器各个性能参数;

S7,涡轮冷却器失效,试验结束。

2. 如权利要求1所述的涡轮冷却器加速寿命试验方法,其特征在于,S2中试运转阶段的时间T1为所述涡轮冷却器换油周期的整数倍。

3. 如权利要求1所述的涡轮冷却器加速寿命试验方法,其特征在于,S3中试运转阶段结束时记录的性能参数包括:所述涡轮冷却器进气口与出气口的温度、涡轮冷却器进气口与出气口的气体压力。

4. 如权利要求1所述的涡轮冷却器加速寿命试验方法,其特征在于,S4中故障注入退化起始阶段对涡轮冷却器注入的故障包括:停止对涡轮冷却器换油。

5. 如权利要求1所述的涡轮冷却器加速寿命试验方法,其特征在于,S5中涡轮冷却器性能退化起始阶段结束的标志是:涡轮冷却器性能退化起始阶段中涡轮冷却器性能参数与涡轮冷却器性能退化起始阶段开始时涡轮冷却器性能参数的比值达到预定值。

## 一种涡轮冷却器加速寿命试验方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及飞机结构试验设计技术领域,具体而言,涉及一种涡轮冷却器加速寿命试验方法。

### 背景技术

[0002] 涡轮冷却器是将具有一定温度和压力的压缩空气膨胀时所产生的焓降转变为机械功输出而实现降压、降温的高速旋转制冷机械。涡轮冷却器是一种紧凑型叶片机械装置,是环控系统中常用的制冷附件。它利用压缩空气通过涡轮膨胀向外做功,从而降低空气的温度。目前,在飞机上涡轮冷却器的寿命一般按日历寿命和飞行小时寿命考核,无法实现涡轮冷却器的剩余寿命预测;涡轮冷却器在寿命期内有可能带着隐性故障工作,直至其完全失效方能发现,存在较大的潜在风险。通过开展涡轮冷却器的寿命试验,研究涡轮冷却器寿命周期内的性能退化数据,可以实现涡轮冷却器的剩余寿命预测。

[0003] 然而,由于涡轮冷却器寿命周期较长,传统的涡轮寿命试验方法会占用较多的经济成本及时间成本,一定程度上造成人力、物力资源的浪费。

[0004] 现在亟需解决的技术问题是如何设计一种涡轮冷却器加速寿命试验方法以缩短现有技术中涡轮寿命试验所需的长时间、节省人力、物力资源,及时发现涡轮冷却器使用过程中存在的隐性安全隐患。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决上述现有技术中的不足,提供一种操作步骤简单、试验周期短的涡轮冷却器加速寿命试验方法。

[0006] 本发明的目的通过如下技术方案实现:一种涡轮冷却器加速寿命试验方法,用于涡轮冷却器加速寿命试验,主要包括如下步骤:S1,构建所述涡轮冷却器运转试验平台,并运转所述涡轮冷却器,进入涡轮冷却器正常运转阶段;S2,在S1中所述涡轮冷却器正常运转阶段中选取寿命试验起始时间节点,从所述寿命试验起始时间节点开始进入涡轮冷却器试运转阶段,试运转时间为T1;S3,S2中涡轮冷却器试运转阶段结束,记录试运转阶段结束时涡轮冷却器的各个性能参数;S4,对涡轮冷却器注入故障,进入涡轮冷却器性能退化起始阶段;S5,涡轮冷却器性能退化起始阶段结束,停止对涡轮冷却器故障注入,进入涡轮冷却器寿命数据采集阶段;S6,在涡轮冷却器寿命数据采集阶段间隔相同预定时间段记录涡轮冷却器各个性能参数;S7,涡轮冷却器失效,试验结束。

[0007] 上述方案中优选的是,S2中试运转阶段的时间T1为涡轮冷却器换油周期的整数倍。涡轮冷却器在运转过程中必然需要换油以维持整个涡轮冷却器的正常运转,正常运转过程中每两次换油之间的时间间隔大致相同。将试运转的时间设置为涡轮冷却器换油周期的整数倍,既可以统计整个换油周期内的参数变化,又方便加速寿命试验中试运转阶段时间T1的统计。

[0008] 上述任一方案中优选的是,S3中试运转阶段结束时记录的性能参数包括:涡轮冷

却器进气口与出气口的温度、涡轮冷却器进气口与出气口的气体压力。涡轮冷却器的寿命试验是根据涡轮冷却器的工作性能进行判断的,而飞机上应用涡轮冷却器是根据涡轮冷却器进气口与出气口的温度、涡轮冷却器进气口与出气口的气体压力两者的变化值判断其使用寿命,即涡轮冷却器在涡轮冷却器进气口与出气口的温度、涡轮冷却器进气口与出气口的气体压力的变化值达不到飞机使用所需的标准时,涡轮冷却器失效,结束其使用寿命。

[0009] 上述任一方案中优选的是,S4中故障注入退化起始阶段对涡轮冷却器注入的故障包括:停止对涡轮冷却器换油。涡轮冷却器在正常运转阶段必须要通过换油的方式维持其正常的运转,即使如此,涡轮冷却器在运转过程中同样会受到不同程度的磨损或者损坏。对涡轮冷却器停止换油是加速涡轮冷却器寿命使用的一种方式,还包括其他加速涡轮冷却器寿命的方式,停止对涡轮冷却器换油是效果最明显的方式,采用该种方式加速涡轮冷却器的使用寿命,更节省整个试验所需的时间。

[0010] 上述任一方案中优选的是,S5中故障注入退化起始阶段结束的标志是:故障注入退化起始阶段中涡轮冷却器性能参数与故障注入退化起始阶段起始阶段结束时涡轮冷却器性能参数的比值达到预定值。即涡轮冷却器试运转阶段结束,记录了试运转阶段结束时涡轮冷却器的各个性能参数,涡轮冷却器试运转阶段结束后还是符合飞机对涡轮冷却器的使用要求的,记录涡轮冷却器试运转阶段结束时的各个性能参数,并以此为标准来确定涡轮冷却器性能退化起始阶段结束的时间标志,涡轮冷却器性能退化起始阶段结束时涡轮冷却器的性能参数与涡轮冷却器性能退化起始阶段开始时的性能参数的比值达到预定值时,涡轮冷却器性能退化起始阶段结束,进入涡轮冷却器寿命数据采集阶段,间隔相同时间记录涡轮冷却器各个性能参数直至最后一组数据显示该涡轮冷却器已达到使用寿命标准时,实验结束。

[0011] 通过上述各阶段的中性能参数的比值达到预定值来判断涡轮冷却器日历寿命中存在安全隐患的阶段。涡轮冷却器在服役必定会定期检查,由涡轮冷却器性能参数的比值来划分涡轮冷却器的各个寿命阶段,而并非是具体时间来界定。

[0012] 本发明所提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法的有益效果在于,通过故障注入的方式,大幅缩短了涡轮正常运转的时间,使涡轮快速进入性能退化起始阶段,从而缩短了试验周期,降低了试验成本。通过应用本方法,涡轮寿命试验的试验周期大大缩短,降低了试验总成本。

## 附图说明

[0013] 图1是按照本发明的涡轮冷却器加速寿命试验方法的一优选实施例的流程示意图。

## 具体实施方式

[0014] 本发明提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法的目的是为了解决现有技术中涡轮冷却器寿命试验中实验耗时长、浪费人力物力的缺陷,提供一种涡轮冷却器的加速寿命试验方法,在涡轮冷却器寿命预测试验时使用,可以缩短试验周期,降低试验成本。通过涡轮冷却器加速寿命试验来确定涡轮冷却器安全隐患存在的寿命阶段,并通过涡轮冷却器服役阶段的性能参数变化确定安全隐患产生的寿命阶段,并采取相应的措施避免该安全隐患的

发生。

[0015] 为使本发明实施的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行更加详细的描述。在附图中,自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。下面结合附图对本发明的实施例进行详细说明。

[0016] 如图1所示,本发明提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法,用于涡轮冷却器加速寿命试验,主要包括如下步骤:S1,构建所述涡轮冷却器运转试验平台,并运转所述涡轮冷却器,进入涡轮冷却器正常运转阶段;S2,在S1中所述涡轮冷却器正常运转阶段中选取寿命试验起始时间节点,从所述寿命试验起始时间节点开始进入涡轮冷却器试运转阶段,试运转时间为T1;S3,所述S2中涡轮冷却器试运转阶段结束,记录试运转阶段结束时涡轮冷却器的各个性能参数;S4,对涡轮冷却器注入故障,进入涡轮冷却器性能退化起始阶段;S5,涡轮冷却器性能退化起始阶段结束,停止对涡轮冷却器故障注入,进入涡轮冷却器寿命数据采集阶段;S6,在涡轮冷却器寿命数据采集阶段间隔相同预定时间段记录涡轮冷却器各个性能参数;S7,涡轮冷却器失效,试验结束。

[0017] 上述本发明提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法的S2中试运转阶段的时间T1为涡轮冷却器换油周期的整数倍。涡轮冷却器在运转过程中必然需要换油以维持整个涡轮冷却器的正常运转,正常运转过程中每两次换油之间的时间间隔大致相同。将试运转的时间设置为涡轮冷却器换油周期的整数倍,既可以统计整个换油周期内的参数变化,又方便加速寿命试验中试运转阶段时间T1的统计。涡轮冷却器的性能退化过程可分为涡轮冷却器性能退化起始阶段和涡轮冷却器寿命数据采集阶段。现有技术中涡轮冷却器寿命试验通常是在长期运转较长时间之后,性能才开始逐渐退化。为了缩短长期运转试验的运行时间,本试验拟采用加速寿命试验方法。剩余寿命预测技术只研究产品在性能退化起始阶段的变化趋势,试验中可采用故障注入的方式,加速产品的性能退化,以使产品的工作状态尽快进入性能退化起始阶段,缩短试验时间,降低成本。

[0018] S5中涡轮冷却器性能退化起始阶段结束的标志是:涡轮冷却器性能退化起始阶段中涡轮冷却器性能参数与涡轮冷却器性能退化起始阶段开始时涡轮冷却器性能参数的比值达到预定值。该预定值根据具体型号的飞机上使用的涡轮冷却器的型号而确定,不同飞机对涡轮冷却器期望达到的预定值不同。

[0019] 基于对涡轮冷却器故障现象的分析,本发明提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法拟从改变涡轮润滑情况入手,通过延长加注润滑油时间间隔,实现故障注入。

[0020] 涡轮冷却器正常运转阶段,此阶段试验的主要目的是检验涡轮运转是否正常,并为下一阶段的故障注入做准备。试验前,应更换涡轮润滑油,本阶段试验总时间为涡轮一个正常换油周期。

[0021] 对涡轮冷却器故障注入阶段。此阶段是在涡轮冷却器正常运转阶段的基础上进行的。在故障注入阶段,不再向涡轮加注润滑油,以改变涡轮润滑性能,实现故障注入。每隔二分之一一个换油周期,进行一次试验数据分析,确定涡轮工作状态,判断其是否产生故障。若

未产生故障,则继续进行该阶段试验;若已经产生故障,则表明故障注入成功,可以进入下一阶段试验。

[0022] 涡轮冷却器的性能退化起始阶段,试验实现故障注入后,进入性能退化起始阶段。试验前,应更换涡轮润滑油。在试验过程中,按正常换油周期更换涡轮所用的润滑油。随着产品性能的逐步退化,当产品性能不满足机上使用需求时,结束涡轮冷却器性能退化试验。

[0023] 下面以一具体的实施例对上述本发明提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法。涡轮冷却器正常运转阶段,从寿命试验起始时间节点开始进入涡轮冷却器试运转阶段,此阶段试验的主要目的是检验涡轮运转是否正常,并为下一阶段的故障注入做准备。试验前,应更换涡轮润滑油。试验时应控制试验参数,涡轮冷却器试运转阶段结束,记录试运转阶段结束时涡轮冷却器的各个性能参数,试验总时间为 $100 \pm 10$ 小时。试验实现故障注入后,进入性能退化起始阶段。当故障注入过程中涡轮冷却器的性能参数达到故障注入前的预定百分值时结束故障注入,进入涡轮冷却器寿命数据采集阶段。特别值得注意的是在进行本发明提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法的涡轮冷却器寿命试验前,应更换涡轮润滑油。在试验过程中,每隔 $100 \pm 10$ 小时,全部更换润滑油。随着产品性能的逐步退化,当产品性能不满足机上使用需求时,结束性能退化试验,并记录故障注入后涡轮冷却器在涡轮冷却器寿命数据采集阶段中涡轮冷却器的性能参数,为涡轮冷却器的寿命评定提供数据参考,避免涡轮冷却器在使用过程中存在的隐性故障隐患。

[0024] 本领域技术人员可以理解的是,寿命试验是为了评价产品寿命特征的试验。寿命试验是在生产过程比较稳定的条件下,剔除了早期失效产品后进行的试验,通过寿命试验可以了解产品寿命分布的统计规律。通过寿命试验,可以了解产品的寿命特征、失效规律、失效率、平均寿命以及在寿命试验过程中可能出现的各种失效模式。如结合失效分析,可进一步弄清导致产品失效的主要失效机理,作为可靠性设计、可靠性预测、改进新产品质量和确定合理的筛选、例行(批量保证)试验条件等的依据。

[0025] 本发明提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法中涡轮冷却器失效的含义是不能满足应用其的飞机对该涡轮冷却器的性能要求。并非是涡轮冷却器本身结构上的损伤导致该涡轮冷却器故障从而不能使用。当加速寿命试验过程中涡轮冷却器出气口温度与进气口温度达到某定值时,涡轮冷却器产生故障,则可预测出涡轮冷却器日历寿命中出气口温度与进气口温度达到该定值时同样会出现故障,通过本发明的涡轮冷却器加速寿命试验方法则可预测出涡轮冷却器日历寿命中故障出现的时间,并采取措施避免该故障对飞机整体的影响。

[0026] 采用本发明提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法对飞机上涡轮冷却器进行加速寿命试验较现有技术中的寿命试验相比优点在于:本发明所提供的涡轮冷却器加速寿命试验方法,通过故障注入的方式,大幅缩短了涡轮正常运转的时间,使涡轮快速进入性能退化起始阶段,从而缩短了试验周期,降低了试验成本。通过应用本方法,涡轮寿命试验的试验周期较现有技术中的寿命试验缩短了约60%,试验总成本降低了约50%。

[0027] 以上结合本发明的涡轮冷却器加速寿命试验方法具体实施例做了详细描述,但并非是对本发明的限制,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改均属于本发明的技术范围,还需要说明的是,按照本发明的涡轮冷却器加速寿命试验方法技术方案的范畴包括上述各部分之间的任意组合。

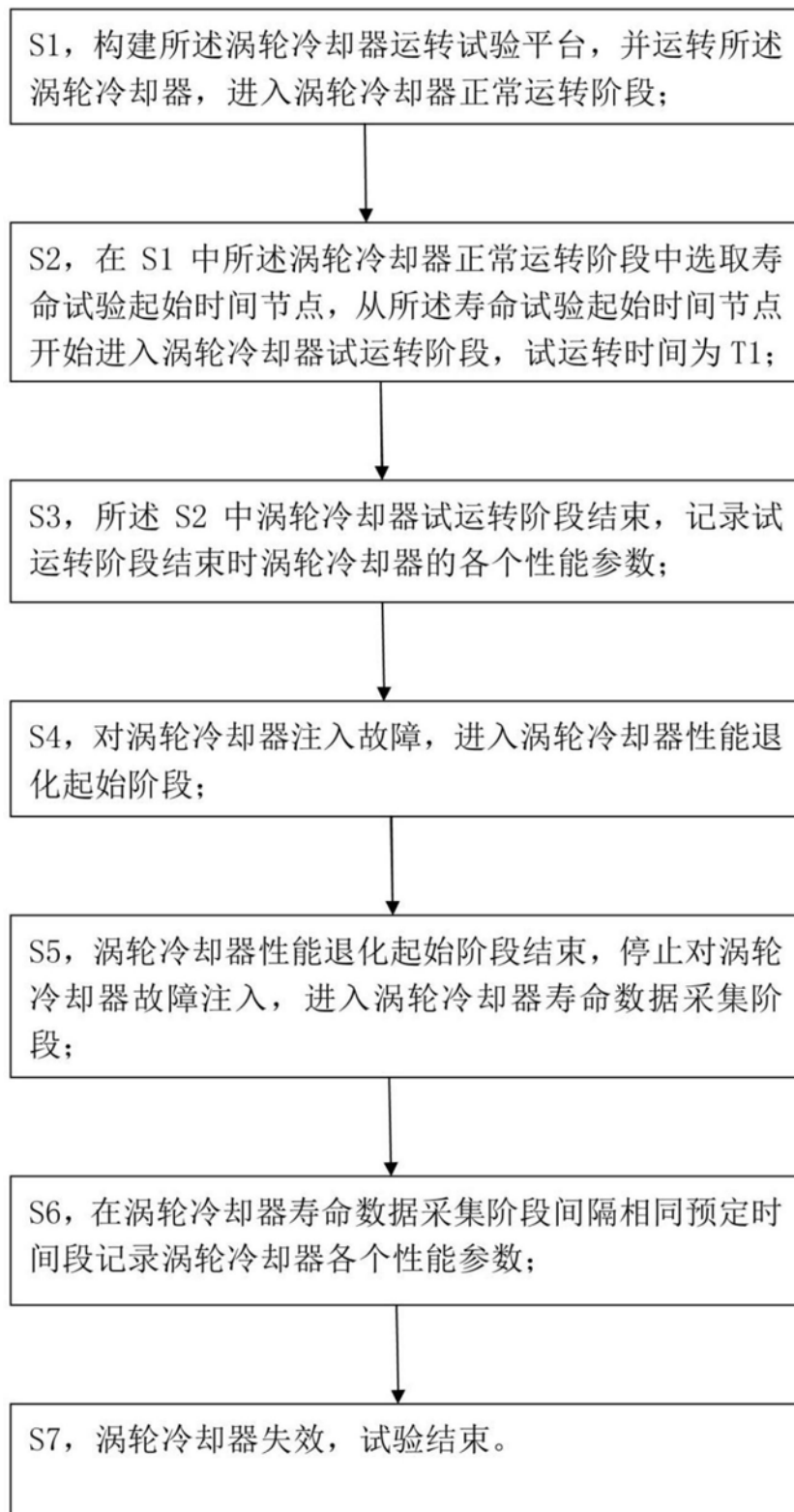


图1