



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104343476 B

(45) 授权公告日 2016.06.08

(21) 申请号 201310313879.0

(22) 申请日 2013.07.24

(73) 专利权人 中国国际航空股份有限公司

地址 101300 北京市顺义区天竺空港工业区
A 区天柱路 28 号蓝天大厦 9 层

(72) 发明人 顾祝平 张弛 黄磊 丁慧锋
吴家驹 张雁丰 马洪涛 陈磊

(74) 专利代理机构 北京市铸成律师事务所
11313

代理人 孟锐

(51) Int. Cl.

F01D 21/00(2006.01)

审查员 张磊洋

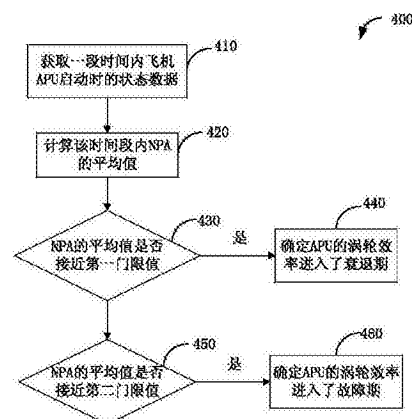
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

飞机辅助动力单元涡轮效率监控方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及飞机辅助动力单元涡轮效率监控方法和装置。飞机辅助动力单元 APU 涡轮效率的性能检测方法,包括:获取一时间段内多个时间点上 APU 报文;根据所述 APU 报文获取所述 APU 的启动参数,所述启动参数至少包括峰值 EGT 转速;计算 APU 启动时排气温度峰值时的转速相对于 APU 正常运转时转速的占比 NPA;计算所述时间段内的 NPA 的平均值;以及根据所述 NPA 的平均值确定所述 APU 涡轮效率处于稳定期、衰退期或故障期。



1. 一种飞机辅助动力单元APU涡轮效率的性能检测方法,包括:
获取一时间段内多个时间点上APU报文;
根据所述APU报文获取所述APU的启动参数,所述启动参数至少包括峰值EGT转速;
计算APU启动时排气温度峰值时的转速相对于APU正常运转时转速的占比NPA;
计算所述时间段内的NPA的平均值;以及
根据所述NPA的平均值确定所述APU涡轮效率处于稳定期、衰退期或故障期,
其中确定所述APU涡轮效率处于稳定期、衰退期或故障期的步骤包括:
响应于所述时间段内的NPA的平均值接近第一门限值,确定所述APU涡轮效率处于衰退期;以及
响应于所述时间段内的NPA的平均值接近第二门限值,确定所述APU涡轮效率处于故障期。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中对于APS3200型APU,第一门限值为35%;第二门限值为32%,而接近为差距为1.5%之内。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中对于GTCP131-9A型APU,第一门限值为45%;第二门限值为40%,而接近为差距为2.5%之内。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述时间段内获取10-20个APU报文。
5. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:
对该段时间内全部NPA进行线性或非线性拟合,并线性外推拟合后的结果;
如果线性外推的结果与第一门限值的相交点在1个月内,则确定APU的涡轮效率进入了衰退期;以及
如果线性外推的结果与第二门限值的相交点在1个月内,则确定APU的涡轮效率进入了故障期。
6. 根据权利要求5所述的方法,进一步包括:在线性或非线性拟合后,计算NPA的置信区间。
7. 根据权利要求6所述的方法,进一步包括:根据置信区间的外推结果与所述第一门限值和所述第二门限值的交点,估计APU的效率进入衰退期或故障期的时间范围。
8. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:确定APU启动时排气温度的峰值EGTP是否接近红线值。
9. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:确定修正后的APU启动时排气温度的峰值EGTP是否接近红线值,修正公式如下:
$$EGTP_COR = ((EGTP + 273.5) / THITA) - 273.5;$$

其中,EGTP_COR为修正后的EGTP,而EGTP为修正前的EGTP, $THITA = e^{-((AltValue * CoverFt) / 1000) / ((8.51 * (273.15 + TATValue)) / (9.8 * 29))}$,
其中,AltValue为海拔,CoverFt为英尺和米转换常数,TATValue为温度。
10. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:确定启动时间STA在正常的范围内。
11. 一种飞机辅助动力单元APU涡轮效率的性能检测装置,包括:
报文获取单元,其获取一时间段内APU报文;
报文解析单元,其解析出所需要的APU启动参数,所述启动参数至少包括峰值EGT转速;
以及

性能检测单元,其根据NPA确定所述APU涡轮效率的性能处于稳定期,衰退期或故障期,
所述性能检测装置还计算APU启动时排气温度峰值时的转速相对于APU正常运转时转速的占比NPA,计算所述时间段内的NPA的平均值,

其中,性能检测单元响应于所述时间段内的NPA的平均值接近第一门限值,确定所述APU涡轮效率处于衰退期;响应于所述时间段内的NPA的平均值接近第二门限值,确定所述APU涡轮效率处于故障期。

12.一种飞机辅助动力单元APU涡轮效率的性能检测装置,包括:

处理器;以及

与处理器相连的存储器,其存储计算机可读代码;

所述计算机可读代码在所述处理器上运行以执行以下步骤:

获取一时间段内APU报文;

根据所述报文解析出所述APU的启动参数,所述启动参数至少包括峰值EGT转速;

计算APU启动时排气温度峰值时的转速相对于APU正常运转时转速的占比NPA;

计算所述时间段内的NPA的平均值;以及

根据所述NPA的平均值确定所述APU涡轮效率处于稳定期、衰退期或故障期,

其中确定所述APU涡轮效率处于稳定期、衰退期或故障期的步骤包括:

响应于所述时间段内的NPA的平均值接近第一门限值,确定所述APU涡轮效率处于衰退期;以及

响应于所述时间段内的NPA的平均值接近第二门限值,确定所述APU涡轮效率处于故障期。

飞机辅助动力单元涡轮效率监控方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种飞机部件性能的监控,特别地,涉及一种飞机辅助动力单元涡轮效率的监控方法和装置。

背景技术

[0002] 机载辅助动力单元(Airborne Auxiliary Power Unit),简称辅助动力单元APU,是安装在飞机尾部的一台小型涡轮发动机。APU的主要功能是提供电源和气源,也有少量的APU可以向飞机提供附加推力。具体来说,飞机在地面上起飞前,由APU供电来启动主发动机,从而不需依靠地面电、气源车来发动飞机。在地面时,APU还提供电力和压缩空气保证客舱和驾驶舱内的照明和空调。在飞机起飞时,APU可作为备用电源使用。在飞机降落后,仍由APU供应电力照明和空调。APU的功能决定了其运行的稳定性直接关系到飞机的飞行成本和服务质量。

[0003] 既然APU是涡轮发动机,涡轮效率就是反映APU性能的重要指标。现有技术中没有对APU的涡轮效率进行评估的有效手段,也就无法对APU的性能做出评估。本发明正是针对这一问题而提出的一种解决手段。

发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的上述技术问题,根据本发明的一个方面,提出一种飞机辅助动力单元APU涡轮效率的性能检测方法,包括:获取一时间段内多个时间点上APU报文;根据所述APU报文获取所述APU的启动参数,所述启动参数至少包括峰值EGT转速;计算APU启动时排气温度峰值时的转速相对于APU正常运转时转速的占比NPA;计算所述时间段内的NPA的平均值;以及根据所述NPA的平均值确定所述APU涡轮效率处于稳定期、衰退期或故障期。

[0005] 如上所述的方法,其中确定所述APU涡轮效率处于稳定期、衰退期或故障期的步骤包括:响应于所述时间段内的NPA的平均值接近第一门限值,确定所述APU涡轮效率处于衰退期;以及响应于所述时间段内的NPA的平均值接近第二门限值,确定所述APU涡轮效率处于故障期。

[0006] 如上所述的方法,其中对于APS3200型APU,第一门限值为大约35%;第二门限值大约为32%,而“接近”为差距大约为1.5%之内。

[0007] 如上所述的方法,其中对于GTCP131-9A型APU,第一门限值为大约45%;第二门限值大约为40%,而“接近”为差距大约为2.5%之内。

[0008] 如上所述的方法,其中在所述时间段内获取大约10-20个APU报文。

[0009] 如上所述的方法,进一步包括:对该段时间内全部NPA进行线性或非线性拟合,并线性外推拟合后的结果;如果线性外推的结果与第一门限值的相交点在大约1个月内,则确定APU的涡轮效率进入了衰退期;以及如果线性外推的结果与第二门限值的相交点在大约1个月内,则确定APU的涡轮效率进入了故障期。

- [0010] 如上所述的方法,进一步包括:在线性或非线性拟合后,计算NPA的置信区间。
- [0011] 如上所述的方法,进一步包括:根据置信区间的外推结果与所述第一门限值和所述第二门限值的交点。
- [0012] 如上所述的方法,进一步包括:估计APU的效率进入衰退期或故障期的时间范围。
- [0013] 如上所述的方法,进一步包括:确定APU启动时排气温度的峰值EGTP是否接近红线值。
- [0014] 如上所述的方法,进一步包括:确定修正后的APU启动时排气温度的峰值EGTP是否接近红线值,修正公式如下:
- [0015] $EGTP_COR = ((EGTP + 273.5) / THITA) - 273.5;$
- [0016] 其中,EGTP_COR为修正后的EGTP,而EGTP为修正前的EGTP, $THITA = e^{(-((AltValue * CoverFt) / 1000) / ((8.51 * (273.15 + TATValue)) / (9.8 * 29)))}$ 。
- [0017] 如上所述的方法,进一步包括:确定启动时间STA在正常的范围内。
- [0018] 根据本发明的另一个方面,提出一种飞机辅助动力单元APU涡轮效率的性能检测装置,包括:报文获取单元,其获取一时间段内APU报文;报文解析单元,其解析出所需要的APU启动参数,所述启动参数至少包括峰值EGT转速;以及性能检测单元,其根据NPA确定所述APU涡轮效率的性能处于稳定期,衰退期或故障期。
- [0019] 根据本发明的另一个方面,提出一种飞机辅助动力单元APU涡轮效率的性能检测装置,包括:处理器;以及与处理器相连的存储器,其存储计算机可读代码;所述计算机可读代码在所述处理器上运行以执行以下步骤:获取一时间段内APU报文;根据所述报文解析出所述APU启动参数,所述启动参数至少包括峰值EGT转速;以及确定所述APU涡轮效率的性能处于稳定期,衰退期或故障期。

附图说明

- [0020] 下面,将结合附图对本发明的优选实施方式进行进一步详细的说明,其中:
- [0021] 图1示出了根据本发明的一个实施例的飞机APU的结构示意图;
- [0022] 图2示出了APU涡轮效率的统计趋势图;
- [0023] 图3示出了空客公司的A13报文的一个实例;
- [0024] 图4示出了根据本发明的一个实施例的APU涡轮效率的监控方法的流程图;
- [0025] 图5是根据本发明的另一个实施例的APU涡轮效率的监控方法的流程图;
- [0026] 图6是根据本发明的一个实施例的APU涡轮效率变化的实例;以及
- [0027] 图7是根据本发明的一个实施例的飞机辅助动力单元APU涡轮效率监控装置的结构示意图。

具体实施方式

- [0028] 为使本发明实施例的目的、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清楚、完整地描述,显然,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。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做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。
- [0029] 在以下的详细描述中,可以参看作为本申请一部分用来说明本申请的特定实施例

的各个说明书附图。在附图中，相似的附图标记在不同图式中描述大体上类似的组件。本申请的各个特定实施例在以下进行了足够详细的描述，使得具备本领域相关知识和技术的普通技术人员能够实施本申请的技术方案。应当理解，还可以利用其它实施例或者对本申请的实施例进行结构、逻辑或者电性的改变。

[0030] 图1示出了根据本发明的一个实施例的飞机APU的结构示意图。如图所示，飞机APU主要包括功率部分100、负载部分200，以及附件部分300。其中，功率部分100主要包括功率压气机110、涡轮组件120，以及排气组件130等；负载部分200主要包括负载压气机210；附件部分300主要包括附件齿轮箱310、涡轮效率320，以及发电机330等。进气道进入的气流分成两股，一股进入功率压气机110和涡轮组件120，主要用来带动APU旋转，然后气流通过排气组件130排走；而另一股气流进入负载压气机210，这部分气流由负载压气机增压，专门用于产生供飞机使用的压缩空气。在这股气流的进口有流量调节活门（进口导流叶片），它根据飞机对压缩空气的需求，实时的对活门（叶片）开度进行调节，来控制进入负载压气机的空气的多少。

[0031] APU开始启动时，首先由起动机带动涡轮转动，当启动转速大于点火门限转速时，APU开始供油，APU涡轮在起动机和燃气驱动涡轮的动力下加速转动。例如，对于APS3200型APU而言，当APU的转速为正常转速的5%时，开始供油；对于GTCP131-9A型APU而言，当APU的转速为正常转速的7%时，开始供油。开始供油后，燃烧室内部开始由贫油状态向富油状态转化，同时燃烧室的温度也在不断升高。APU启动的开始阶段，前端压气机因转速较低而供气量较小，容易导致热量聚集，从而出现排气温度最高点，启动阶段排气温度峰值EGTP。随着涡轮整体转速提高，燃烧室的富油状态也逐渐转为正常，燃烧室温度下降，APU完成启动。

[0032] 本申请的发明人发现，当APU的涡轮效率低时，在启动阶段达到排气温度EGT的峰值，即最高温度时，涡轮转速会比较低。这是因为涡轮效率低导致出现富油的情况会提前。例如，对于APS3200型APU，如果启动阶段出现最高排气温度EGTP时的转速只到达APU正常工作时的转速的32%时，就已经说明APU涡轮性能衰退严重了。同样地，对于GTCP131-9A型APU，如果启动阶段出现最高排气温度EGTP时的转速只到达APU正常工作时的转速的40%，则说明APU涡轮性能衰退严重。

[0033] 本申请的发明人进一步发现，APU涡轮效率的性能变化遵循一定规律：在使用前期和中期，涡轮效率较为稳定，而在后期会出现性能的退化，直至故障。

[0034] 图2为APU涡轮效率变化曲线的示意图。从图中可以看出，随着使用时间的增加，由于飞机APU涡轮效率逐渐退化，衰退指数逐渐增加。当APU涡轮效率的衰退指数比较稳定时，其性能处于稳定期；当APU涡轮效率的性能衰退逐渐加快时，其性能进入衰退期；当超过某一个阈值时，其性能进入故障期，可能随时出现故障。当APU涡轮效率进入故障期后，既影响APU的使用，对服务质量和飞行安全产生不利后果；又容易产生非计划性的维修，造成航班的延误和停飞。

[0035] 飞机APU涡轮效率的性能可以通过在APU启动时排气温度EGT达到峰值EGTP时的涡轮转速相对于APU正常工作时的转速的占比NPA来表征。

[0036] 现有技术中还没有手段可以对APU涡轮效率是否进入衰退期进行检测。而本发明的某些实施例可以实现这种检测。对于衰退期的检测有如下好处：当APU涡轮效率处于衰退期时，发生故障的概率仍然非常低。如果选择在此时机对飞机进行检修，飞行安全和服务质

量是可以得到保障的。此时,航空公司可以适时地安排对飞机的检修,从而避免了非计划的维修,减少飞机的延误。也同时避免了按固定时限进行检修时造成的检修成本的浪费。

[0037] 多种方法可以用来获取NPA。例如,由于各个类型的APU在正常工作时都是以恒定速率转动的,所以可以通过获得启动阶段峰值EGT转速来计算NPA。而通过存储在飞机黑匣子FDR或者快速存取记录器QAR中的数据就可以获得峰值EGT转速数据。

[0038] 通过飞机制造商提供的数据系统也可以方便地获取上述数据,并实现地面实时检测。例如,空客的Aircraft Condition Monitoring System(ACMS)系统以及波音公司的Aircraft Health Monitor(AHM)系统都可以实时监测飞机的运行数据,并且,当满足一定的触发条件时,自动生成包含一系列数据信息的报文。

[0039] 根据本发明的一个实施例,APU的相关运行数据可以利用飞机数据系统(例如ACMS或AHM系统)获取并体现在生成的相关报文中。这类报文信息可以通过飞机通信寻址与报告系统(ACARS Aircraft Communications Addressing and Reporting System)系统传输至地面,并进一步分发到不同航空公司的服务器上。根据本发明的一个实施例,APU报文也可以通过航空电信网(ATN Aviation Telecommunication Network)的通信装置或系统传输。

[0040] 实际上,对于现有的飞行数据系统而言,APU的性能监视是已有的项目,因此,可以自动生成对应的APU报文,并通过ACARS或ATN传输到地面。但是,这些监视的数据并没有被用于APU性能的衰退期检测。例如,空客公司的A13报文,即(APU MES/IDLE REPORT),或者波音公司的APU报文就是这样的APU报文的实例。在以下实施例中,以空客公司的A13报文为实例进行说明。波音公司APU报文的处理与此类似。

[0041] 图3示出了空客公司的A13报文的一个实例。如图所示,A13报文主要包含了4部分信息,分别为:报头、APU履历信息、启动飞机发动机的运行参数及APU启动参数。

[0042] 报头由CC和C1段组成,主要包含了飞机的航班信息、报文产生航段阶段、引气活门状态、总温(即外界温度)等信息。APU履历信息由E1段组成包括APU序号、运行时间和循环等信息。启动飞机发动机的运行参数由N1至S3段组成;其中N1、S1表示的是启动第一台飞机发动机时的运行情况,N2、S2表示启动第二台飞机发动机时的运行情况,N3、S3为APU启动发动机完成后APU慢车时的情况。而APU的启动参数包括:APU启动时的启动时间、EGT峰值、峰值EGT转速、滑油温度和负载压气机进口温度。

[0043] 由图3可以看出,峰值EGT转速这一APU运行参数包含在现有的A13号报文中。因此,利用该报文获取的数据可以实现本发明的APU涡轮效率检测。

[0044] 图4是根据本发明的一个实施例的APU涡轮效率的监控方法的流程图。如图所示,该APU涡轮效率的检测方法400中,在步骤410,通过获取一段时间内飞机APU启动时的状态数据,所述启动状态数据至少包括峰值EGT转速。

[0045] 根据本发明的一个实施例,步骤410中所需的信息可以从例如A13报文的APU报文中获取。例如,从国际航空电讯集团SITA网控制中心和中国民航数据通信公司ADCC网控制中心可以远程实时获取飞机APU运行的A13报文,通过报文解码器将所述的飞机APU运行状态A13报文解码,得到所需要的飞机APU启动状态信息。

[0046] 在步骤420,根据所获得的峰值EGT转速和APU的恒定转速,计算该时间段内NPA的平均值。

[0047] 在步骤430,判断该段时间内NPA的平均值是否接近第一门限值。如果NPA的平均值

已经接近第一门限值,则在步骤440,确定APU的涡轮效率进入了衰退期。

[0048] 在步骤450,判断该段时间内NPA的平均值是否接近第二门限值。如果NPA的平均值已经接近第二门限值,则在步骤460,确定APU的涡轮效率进入了故障期。

[0049] 根据本发明的一个实施例,对于APS3200型APU,第一门限值为大约35%;第二门限值大约为32%,而“接近”意味着差距大约为1.5%之内。同样地,对于GTCP131-9A型APU,第一门限值为大约45%;第二门限值大约为40%,而“接近”意味着差距大约为2.5%之内。

[0050] 随着时间的不但推移,在该时间段大小固定的情况下,NPA的平均值逐渐变好。这种用一段时间内不断更新的数据分析变化趋势的方法可以称为移动窗口法。移动窗口的大小,即纳入计算范围的点的个数M的选择取决于多种因素,例如,测量时间的间隔以及控制策略等。如果移动窗口越小,数据的波动率越容易受到正常波动的影响,从而出现过多的误报,影响本发明的效果。如果移动窗口过大,虽然反映变化趋势较为准确,但是这会降低本发明的时效性,无法及时准确地发出告警信息。因此,移动窗口的大小对于本发明有着重要的影响。根据本发明的一个实施例,在每天测量2-3个点的前提下,M的取值约为20。根据本发明的另一个实施例,在每天测量低于或等于2个点的前提下,M的取值约为10。

[0051] 根据本发明的一个实施例,因为不同温度下获得的转速数据会存在差异。为了更好的反映APU的涡轮效率,根据转速相似特性将温度的影响折算,可以把NPA都折算到统一的环境下进行比较。修正公式如下:

$$[0052] \quad N_{cor} = N \times \sqrt{\frac{T_0}{T_1}}$$

[0053] 其中,Ncor是修正后的NPA,N为修正前的NPA,T0为折算温度,T1为当前的温度。这样与门限值比较后的结果更为准确。

[0054] 图5是根据本发明的另一个实施例的APU涡轮效率的监控方法的流程图。如图所示,该APU涡轮效率的检测方法500中,在步骤510,通过获取一段时间内飞机APU启动时的状态数据,所述启动状态数据至少包括峰值EGT转速。根据本发明的一个实施例,所述时间段大约为1-2个月。

[0055] 根据本发明的一个实施例,步骤510中所需的信息可以从例如A13报文的APU报文中获取。例如,从国际航空电讯集团SITA网控制中心和中国民航数据通信公司ADCC网控制中心可以远程实时获取飞机APU运行的A13报文,通过报文解码器将所述的飞机APU运行状态A13报文解码,得到所需要的飞机APU启动状态信息。

[0056] 在步骤520,根据所获得的峰值EGT转速和APU的恒定转速,计算该时间段内全部的NPA。

[0057] 在步骤530,对该段时间内全部NPA进行线性或非线性拟合,并线性外推拟合后的结果。

[0058] 在步骤540,如果线性外推的结果与第一门限值的相交点在大约1个月内,则确定APU的涡轮效率进入了衰退期。

[0059] 在步骤550,如果线性外推的结果与第二门限值的相交点在大约1个月内,则确定APU的涡轮效率进入了故障期。

[0060] 根据本发明的一个实施例,对于APS3200型APU,第一门限值为大约35%;第二门限值大约为32%,而“接近”意味着差距大约为1.5%之内。同样地,对于GTCP131-9A型APU,第一

门限值为大约45%;第二门限值大约为40%,而“接近”意味着差距大约为2.5%之内。

[0061] 根据本发明的一个实施例,在步骤740和750,在线性或非线性拟合后,计算NPA的置信区间。根据置信区间的外推结果与第一门限值和第二门限值的交点,估计APU的效率进入衰退期或故障期的时间范围。

[0062] 根据本发明的一个实施例,其他APU启动参数也可以用来帮助判断APU的涡轮效率进入衰退期。例如,APU启动时排气温度的峰值EGTP。当涡轮的效率降低时,APU启动时排气温度的峰值EGTP会接近其红线值,即APU运行允许的最高排气温度。

[0063] 由于EGTP也会受到外界温度的影响。根据本发明的一个实施例,对于EGTP进行修正。修正公式如下:

[0064] $EGTP_COR = (EGTP + 273.5) / THITA - 273.5;$

[0065] 其中,EGTP_COR为修正后的EGTP,而EGTP为修正前的EGTP, $THITA = e^{(-((AltValue * CoverFt) / 1000) / ((8.51 * (273.15 + TATValue)) / (9.8 * 29)))}$,其中AltValue为海拔(米),CoverFt为(英尺和米转换常数),TATValue为温度(摄氏度)。

[0066] 图6是根据本发明的一个实施例的APU涡轮效率变化的实例。其中在图中实线的位置,APU的涡轮效率进行了更换。如图6所示,在更换APU涡轮效率之前,NPA逐渐下降接近并超过第一门限值43%,并逐渐接近第二门限值40%。如果采用前文所述的方法就会发现,从而很快就会产生APU涡轮效率变坏,进入衰退期和故障期的警报。同时也需要注意到,启动时间STA保持正常。而EGTA逐渐进入红线值840度,修正后的EGTA_cor也接近其红线值900度。

[0067] 图7是根据本发明的一个实施例的飞机辅助动力单元APU涡轮效率监控装置的结构示意图。如图7所示,APU涡轮效率监控装置包括:报文获取单元701,其获取一时间段内APU报文;报文解析单元702,其解析出所需要的APU涡轮效率相关的运行数据;以及涡轮效率监控单元703,其根据所述涡轮效率运行数据确定所述APU涡轮效率的性能处于稳定期,衰退期或故障期。

[0068] 根据本发明的一个实施例,一种飞机辅助动力单元APU涡轮效率的性能检测装置,包括:处理器;以及与处理器相连的存储器,其存储计算机可读代码;所述计算机可读代码在所述处理器上运行以执行以下步骤:获取一时间段内APU报文;根据所述报文解析出所述APU涡轮效率有关的运行参数,所述运行参数包括NPA;确定所述APU涡轮效率的性能处于稳定期,衰退期,严重衰退期或故障期。

[0069] 上述实施例仅供说明本发明之用,而并非是对本发明的限制,有关技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明范围的情况下,还可以做出各种变化和变型,因此,所有等同的技术方案也应属于本发明公开的范畴。

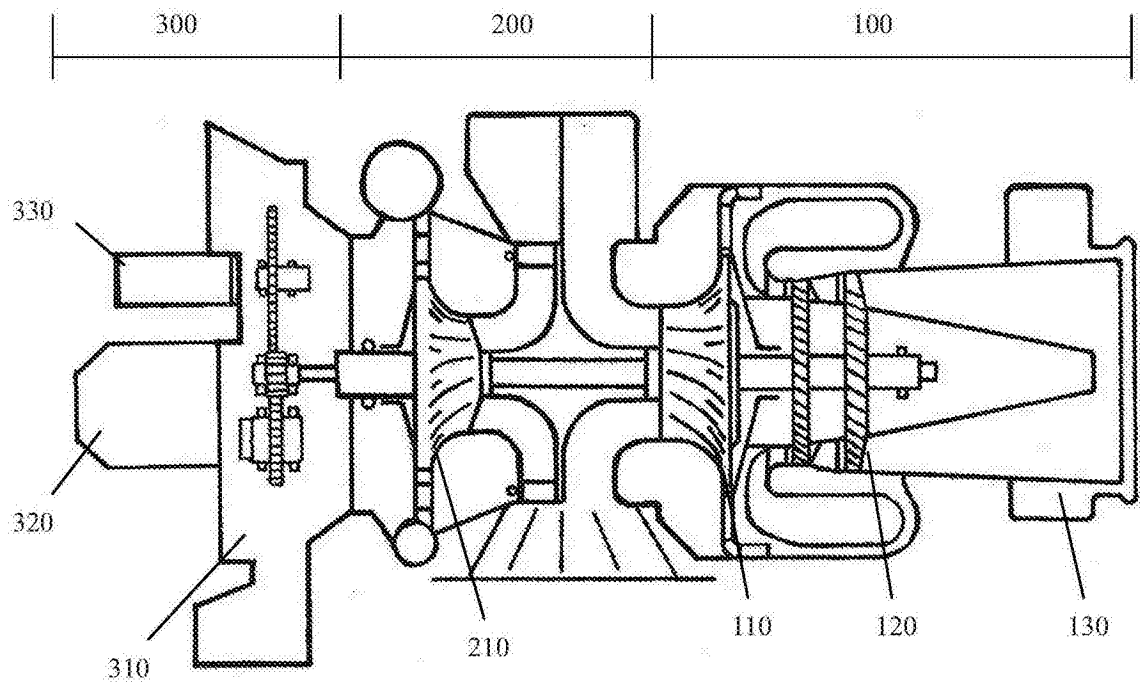


图1

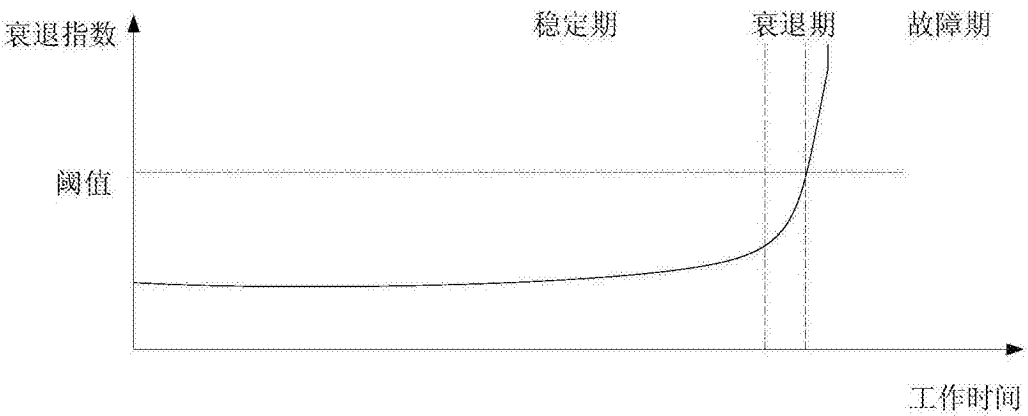


图2

APU MES/IDLE REPORT <13>

	A/C ID	DATE UTC	FROM	TO	FLT		
	机号	UTC 时间	起飞	落地	航班号		
CC	BXXXX	yyyy-dd-mm xx:xx:xx	-	-	-		
	PH	CNT	CODE	BLEEDSTATUS	APU		
	航段	计数	触发代码	引气活门状态	APU 引气活门		
C1	11	76401	4000	16 0000 1 00000 19	1		
	TAT	ALT	CAS	MN	GW	CG	DMU
	总温	标高	计算空速	马赫速	总重	重心	版本
CE	23.3	150	-	-	65600	29.2	I71CA2
	ASN	AHRS	ACYC	PHAD			
	APU 序列号	APU 小时	APU 循环	APU 性能调整			
E1	2056	18477	16894	4000			
	ESN	ACW1	ACW2	NA	EGTA	IGV	
	发动机序号	控制字 1	控制字 2	转速	排气温度	IGV 位置	
N1	011909	00000	0A000	99.7	588	-5	
N2	011473	00000	0A000	99.8	580	-5	
N3	000000	00000	04000	99.8	388	82	
	P2A	LCIT	WB	PT	LCDT	OTA	GLA
	进气压力	负载压气机进口温度	引气流量	引气压力	负载压气机出口温度	滑油温度	APU 发电机负载
S1	.956	33	.41	3.99	XXXX	110	38
S2	.952	32	.41	3.99	XXXX	110	27
S3	.96	32	0	1.17	XXXX	107	0
	STA	EGIP	NPA	OTA	ICIT		
PREVIOUS APU START (APU 启动时参数)							
	启动时间	EGT 峰值	峰值 EGT 转速	滑油温度	负载压气机进口温度		
V1	49	808	35	110	32		

图3

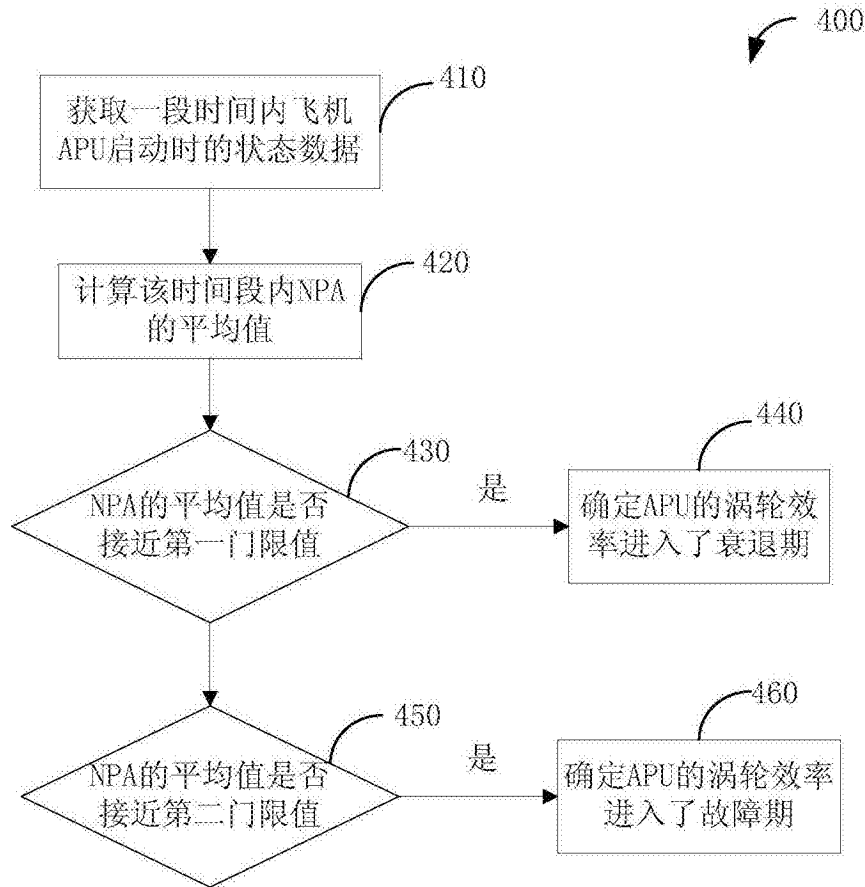


图4

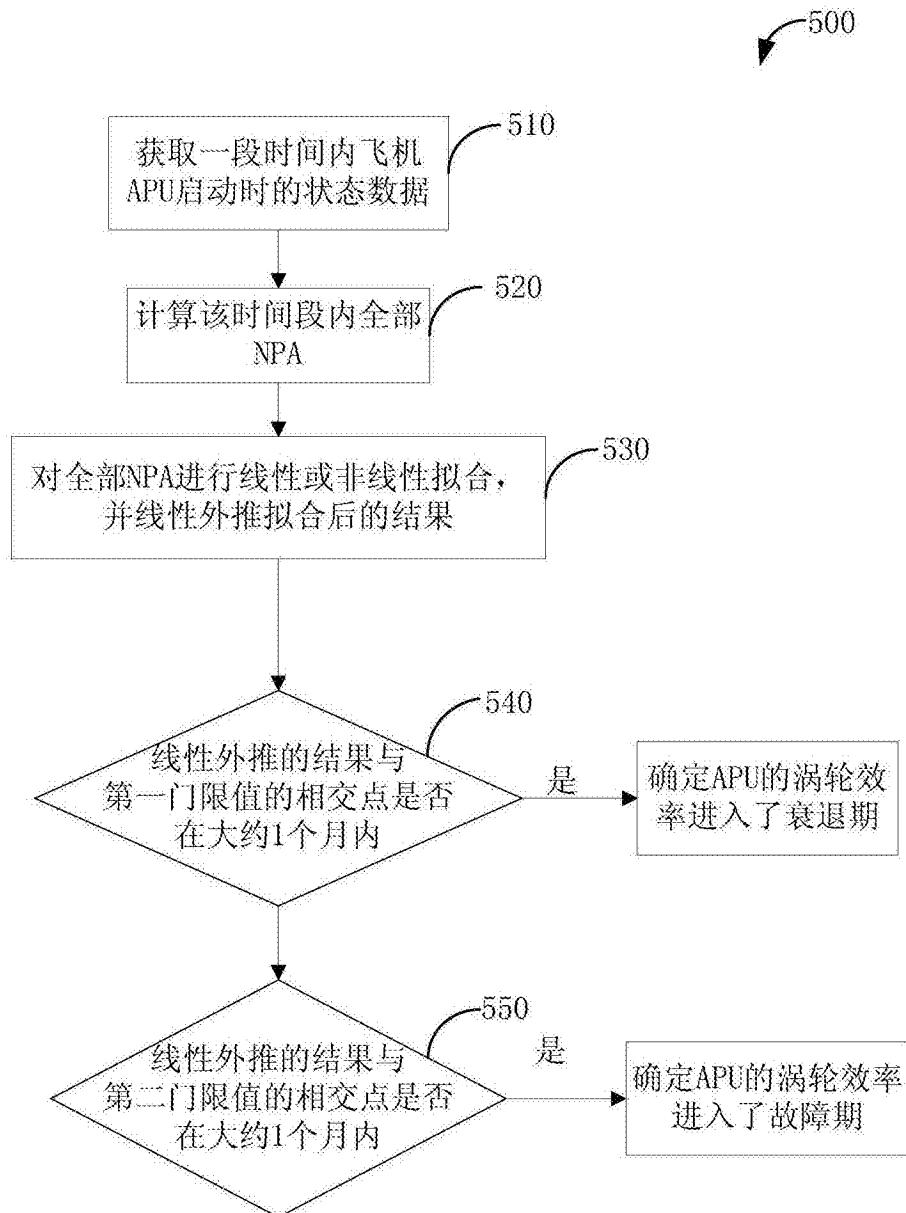


图5

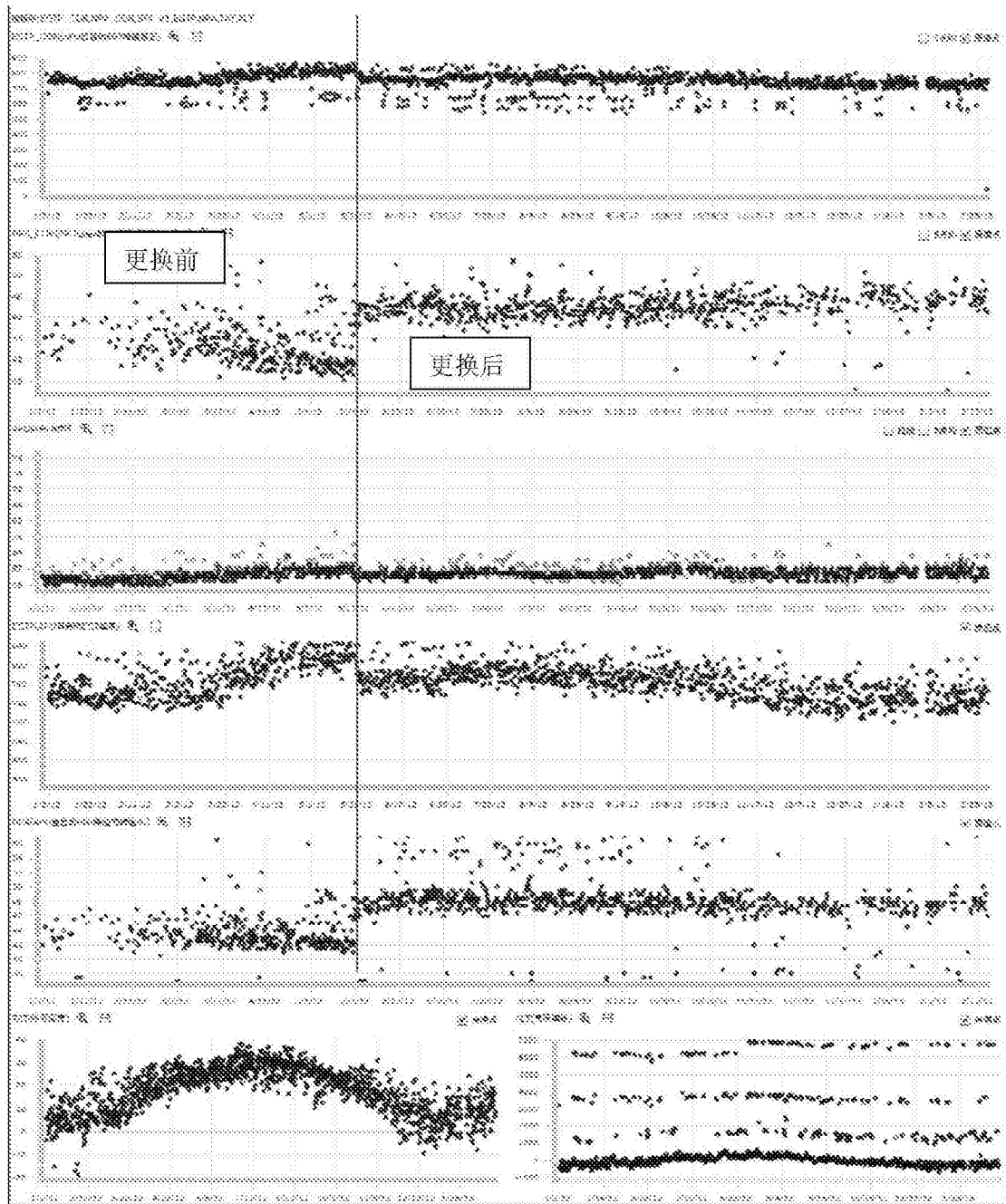


图6

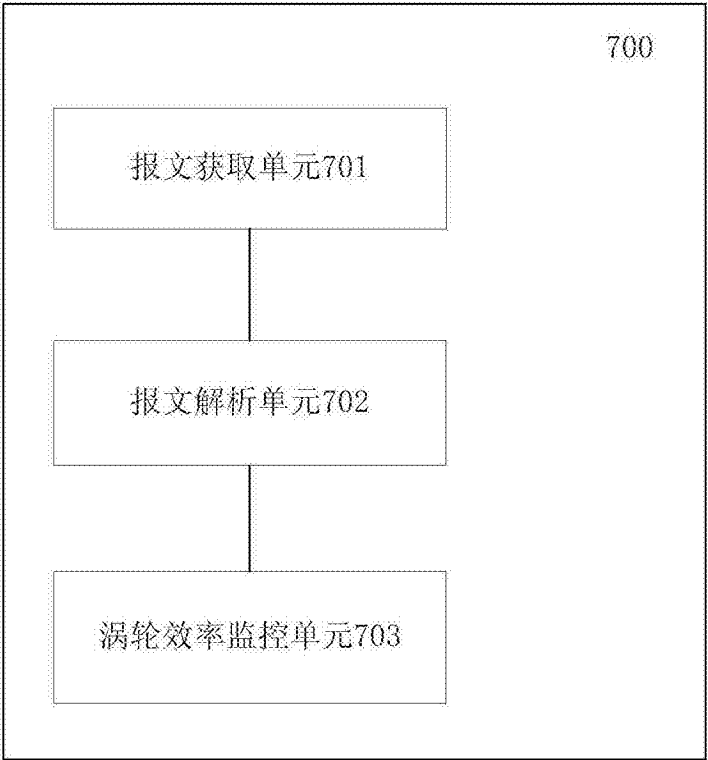


图7