



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115372012 B

(45) 授权公告日 2025. 04. 04

(21) 申请号 202211035382.2

G01F 25/10 (2022.01)

(22) 申请日 2022.08.26

F04D 15/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

(56) 对比文件

申请公布号 CN 115372012 A

CN 102817733 A, 2012.12.12

CN 111650171 A, 2020.09.11

(43) 申请公布日 2022.11.22

审查员 邢凯丽

(73) 专利权人 中国航发沈阳发动机研究所

地址 110015 辽宁省沈阳市沈河区万莲路1号

(72) 发明人 吉思环 刘亚君 赵明阳 曲山 赵伟辰

(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

专利代理师 刘传准

(51) Int. Cl.

G01M 15/14 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法

(57) 摘要

本申请属于发动机试验技术领域,具体涉及一种基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法。该方法包括步骤S1、在主燃油管路上加装喷嘴前压力传感器,进行喷嘴前压力测量;步骤S2、通过地面试验获取每个主燃油给定值下的喷嘴前后压差与主燃油计量活门给出的燃油值;步骤S3、基于发动机履历本中记载的喷嘴前后压差与流量的关系,确定实际主燃油流量值;步骤S4、确定所述燃油值与实际主燃油流量值之间的关系,并将其写入控制器。本申请提高了发动机更换主泵后供油精度,降低了供油量过多导致喘振的风险,最小油量偏离导致的进发匹配和熄火风险。

在主燃油管路上加装喷嘴前压力传感器,进行喷嘴前压力测量

通过地面试验获取每个主燃油给定值下的喷嘴前后压差与主燃油计量活门给出的燃油值

基于发动机履历本中记载的喷嘴前后压差与流量的关系,确定实际主燃油流量值

确定所述燃油值与实际主燃油流量值之间的关系,并将其写入控制器

1. 一种基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法,其特征在于,包括:
步骤S1、在主燃油管路上加装喷嘴前压力传感器,进行喷嘴前压力测量;
步骤S2、通过地面试验获取每个主燃油给定值下的喷嘴前后压差 ΔP_f 与主燃油计量活门给出的燃油值 $L_{\text{实际}}$;
步骤S3、基于发动机履历本中记载的喷嘴前后压差 ΔP_f 与流量 Q 的关系,确定实际主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$;
步骤S4、确定所述燃油值 $L_{\text{实际}}$ 与实际主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 之间的关系,并将其写入控制器;
步骤S5、确定所述主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 与该状态下的所述主燃油给定值的差值是否在误差范围内,若不在误差范围内,则基于控制器给出的新的主燃油给定值重新执行步骤S2-步骤S4,直至所述主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 与该状态下的所述主燃油给定值的差值落入误差范围内。
2. 如权利要求1所述的基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法,其特征在于,步骤S2中,在进行地面试验时,通过停留多个转速台架,以对应多个不同的主燃油给定值。
3. 如权利要求1所述的基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法,其特征在于,步骤S2中,喷嘴前后压差 ΔP_f 通过喷嘴前压力传感器测量的喷嘴前压力,与通过机载常规测点测量的喷嘴后压力做差形成,所述喷嘴前压力传感器设置在喷嘴前主燃油管路上的测试接头上。
4. 如权利要求3所述的基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法,其特征在于,所述测试接头在使用时连接传感器进行压力测量,在测量完毕后,通过堵头封堵所述测试接头。
5. 如权利要求1所述的基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法,其特征在于,步骤S3中,喷嘴前后压差 ΔP_f 与流量 Q 的关系通过台架出厂试车时的流量计及压力传感器进行测量,并记录在所述发动机履历本中。
6. 如权利要求1所述的基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法,其特征在于,所述误差范围的上限取自 $5 \sim 10\text{kg/h}$ 中的任一值,所述误差范围的下限取自 $-10 \sim -5\text{kg/h}$ 中的任一值。

一种基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法

技术领域

[0001] 本申请属于发动机试验技术领域,具体涉及一种基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法。

背景技术

[0002] 为了保证发动机加/减速性,需要在发动机出厂时,根据台架加装的燃油流量计进行主燃油流量校准,并调整控制器中主燃油泵调节器(简称“主泵”)的燃油流量标定线,从而整机条件下实现实际供油量与需求供油量的匹配。但对于外场发动机更换主泵后,由于不具备加装燃油流量计的可行性,控制器只能采用其出厂标定线进行控制。

[0003] 一般情况下,从使用可靠性、安全性、使用需求和成本出发,外场发动机不加装燃油流量计,另外,装机条件下也不具备加装流量计的空间。因此,在现有技术中,外场更换主泵后,控制器只能采用其出厂标定线进行控制。由于装机后,主泵回油压力等供油精度影响因素相对出厂检查时,存在一定差异,导致主泵实际出油量也会存在一定的差异。可能出现发动机加速性过快导致发生喘振,或者最小油量偏离导致进发不匹配/熄火问题。

发明内容

[0004] 为了解决上述问题之一,本申请提供了一种基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法,通过装机情况下可测量的参数,实现主泵供油量的标定,从而确保发动机主燃油流量供给的准确性。

[0005] 本申请提供的基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法,主要包括:

[0006] 步骤S1、在主燃油管路上加装喷嘴前压力传感器,进行喷嘴前压力测量;

[0007] 步骤S2、通过地面试验获取每个主燃油给定值下的喷嘴前后压差 ΔP_f 与主燃油计量活门给出的燃油值 $L_{\text{实际}}$;

[0008] 步骤S3、基于发动机履历本中记载的喷嘴前后压差 ΔP_f 与流量 Q 的关系,确定实际主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$;

[0009] 步骤S4、确定所述燃油值 $L_{\text{实际}}$ 与实际主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 之间的关系,并将其写入控制器。

[0010] 优选的是,步骤S4之后,进一步包括:

[0011] 步骤S5、确定所述主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 与该状态下的所述主燃油给定值的差值是否在误差范围内,若不在误差范围内,则基于控制器给出的信的主燃油给定值重新执行步骤S2-步骤S4,直至所述主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 与该状态下的所述主燃油给定值的差值落入误差范围内。

[0012] 优选的是,步骤S2中,在进行地面试验时,通过停留多个转速台架,以对应多个不同的主燃油给定值。

[0013] 优选的是,步骤S2中,喷嘴前后压差 ΔP_f 通过喷嘴前压力传感器测量的喷嘴前压力,与通过机载常规测点测量的喷嘴后压力做差形成,所述喷嘴前压力传感器设置在喷嘴

前主燃油管路上的测试接头上。

[0014] 优选的是,所述测试接头在使用时连接传感器进行压力测量,在测量完毕后,通过堵头封堵所述测试接头。

[0015] 优选的是,步骤S3中,喷嘴前后压差 ΔP_f 与流量 Q 的关系通过台架出厂试车时的流量计及压力传感器进行测量,并记录在所述发动机履历本中。

[0016] 优选的是,所述误差范围的上限取自 $5 \sim 10\text{kg/h}$ 中的任一值,所述误差范围的下限取自 $-10 \sim -5\text{kg/h}$ 中的任一值。

[0017] 本申请的关键点在于需要发动机出厂时获得装机条件下的喷嘴前后压差 ΔP_f 与燃油流量 Q 的关系,以便外场可通过实测的喷嘴前后压差获得实测燃油流量。

[0018] 本申请提供了外场发动机主泵校准的手段。在外场发动机更换主泵时,通过已有的机载测量参数和加装传感器能够实现的测量参数,完成主泵的标定,提高了发动机更换主泵后供油精度,降低了供油量过多导致喘振的风险,最小油量偏离导致的进发匹配和熄火风险。

附图说明

[0019] 图1为本申请基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法的一优选实施例的流程图。

具体实施方式

[0020] 为使本申请实施的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施方式中的附图,对本申请实施方式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。所描述的实施方式是本申请一部分实施方式,而不是全部的实施方式。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,旨在用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。基于本申请中的实施方式,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方式,都属于本申请保护的范围。下面结合附图对本申请的实施方式进行详细说明。

[0021] 本申请提供的基于喷嘴前后压差的航空发动机主燃油标定方法,如图1所示,主要包括:

[0022] 步骤S1、在主燃油管路上加装喷嘴前压力传感器,进行喷嘴前压力测量;

[0023] 步骤S2、通过地面试验获取每个主燃油给定值下的喷嘴前后压差 ΔP_f 与主燃油计量活门给出的燃油值 $L_{\text{实际}}$;

[0024] 步骤S3、基于发动机履历本中记载的喷嘴前后压差 ΔP_f 与流量 Q 的关系,确定实际主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$;

[0025] 步骤S4、确定所述燃油值 $L_{\text{实际}}$ 与实际主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 之间的关系,并将其写入控制器。

[0026] 需要说明的是,根据燃油流量计算公式(1)可知:燃油流量与燃油喷嘴面积、喷嘴前后的压差平方根和密度平方根成正比。在某一发动机状态下,主泵后的燃油温度变化不大,燃油密度的平方根变化不大,可忽略;另外,喷嘴面积 $A_{\text{喷嘴}}$ 变化不大,可忽略。简化后,同一发动机状态下,燃油流量与喷嘴前后的压差平方根正相关。

$$[0027] \quad Q = A_{\text{喷嘴}} * \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (1)$$

[0028] 其中,Q为燃油流量; $A_{\text{喷嘴}}$ 为燃油喷嘴面积; ΔP 为喷嘴前后压差; ρ 为燃油密度。

[0029] 另外,对于喷嘴后的压力(P_{31})会用于加速供油控制,属于机载常规测点,可实现测量。而喷嘴进口供油压力(P_f),可通过在供油管路上增加测试接头,在需要测量时接上传感器即可测量;不测量时,通过堵头堵住防止燃油泄漏,不存在使用风险。

[0030] 为了减少燃油喷嘴面积测量误差导致的燃油流量计算误差,通过台架出厂试车时的流量计,可以获取喷嘴前后压差 $\Delta P_f = (P_f - P_{31})$ 与燃油流量Q的关系,并记录在发动机履历本中。因此,本申请可以在外场发动机更换主泵后,进行地面试车,获取每个给定油量下的 ΔP_f ,并通过履历本中记录的压差 ΔP_f 与流量Q的关系,确定实际燃油流量,完成主泵的标定。

[0031] 在一些可选实施方式中,步骤S4之后,进一步包括:

[0032] 步骤S5、确定所述主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 与该状态下的所述主燃油给定值的差值是否在误差范围内,若不在误差范围内,则基于控制器给出的信的主燃油给定值重新执行步骤S2-步骤S4,直至所述主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 与该状态下的所述主燃油给定值的差值落入误差范围内。

[0033] 可以理解的是,步骤S2中,主燃油给定值由控制器根据机载计算参数确定,也就是通过步骤S4中写入控制器的所述燃油值 $L_{\text{实际}}$ 与实际主燃油流量值 $Q_{\text{实际}}$ 之间的关系给出,每个主燃油给定值对应于一个喷嘴前后压差 ΔP_f 与一个主燃油计量活门给出的燃油值 $L_{\text{实际}}$;因此在步骤S2中,实际上形成了一条标定线,横坐标为主燃油计量活门给出的燃油值 $L_{\text{实际}}$,纵坐标为压差。而在步骤S3中,根据测量的压差,在履历本中可以插值出对应的实际主燃油流量值,将此替换标定线的纵坐标,即可得到待写入控制器的标定关系。有了标定关系,在步骤S5中又可重新获得主燃油给定值,代入步骤S2中循环执行上述过程,直至差值落入差值范围内。标定完成。

[0034] 在一些可选实施方式中,步骤S2中,在进行地面试验时,通过停留多个转速台架,以对应多个不同的主燃油给定值。

[0035] 在一些可选实施方式中,步骤S2中,喷嘴前后压差 ΔP_f 通过喷嘴前压力传感器测量的喷嘴前压力,与通过机载常规测点测量的喷嘴后压力做差形成,所述喷嘴前压力传感器设置在喷嘴前主燃油管路上的测试接头上。

[0036] 在一些可选实施方式中,所述测试接头在使用时连接传感器进行压力测量,在测量完毕后,通过堵头封堵所述测试接头。

[0037] 在一些可选实施方式中,所述误差范围的上限取自5~10kg/h中的任一值,所述误差范围的下限取自-10~-5kg/h中的任一值。

[0038] 本申请提供了外场发动机主泵校准的手段。在外场发动机更换主泵时,通过已有的机载测量参数和加装传感器能够实现的测量参数,完成主泵的标定,提高了发动机更换主泵后供油精度,降低了供油量过多导致喘振的风险,最小油量偏离导致的进发匹配和熄火风险。

[0039] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本申请作了详尽的描述,但在本申请基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因

此,在不偏离本申请精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本申请要求保护的范围。



图1