

# 多信息融合大气数据系统故障隔离技术研究

陈克艳

(中国特种飞行器研究所, 湖北 荆门 448035)

**摘要** 在高价值飞行器设计中, 飞行安全需要受到重视, 并且进行全面考量, 涉及整体飞行安全系统, 可将其定义为飞行安全关键系统。就通常情况而言, 在飞行安全关键系统构建时, 大气数据系统会应用多余度设计方式, 以此防止某一余度故障或者失效, 导致出现严重的飞机事故。虽然增加余度在一定程度上能够使系统的任务可靠度提升, 并且使系统安全性有所增加, 但也会致使系统成本升高。在技术发展中, 应用信息融合技术能够确保最小余度设置下, 使移动硬件的应用数量减少, 确保飞机安全飞行, 使得系统成本大幅度地降低。所以, 本文认为对多信息融合大气数据系统故障隔离技术进行分析十分必要。

**关键词** 多信息融合; 大数据系统; 故障隔离

**中图分类号**: TP3

**文献标识码**: A

**文章编号**: 1007-0745(2023)03-0016-03

飞行安全关键系统内的大气数据系统能够对安装在飞机机体外部的全静压传感器以及总温传感器、风标传感器等诸多硬件设施, 完成与飞行高度关联的静压全压, 以及大气读文的测量工作相关信息, 经过补偿修正后能够提供给飞行控制系统, 并且能够提供给航空电子系统等诸多系统。在实际应用中, 能够在飞机操控集显示中进行使用。由于大气数据系统测量的参数, 会直接或者间接体现飞机的运行状态, 并且与飞机的阻力、限制速度以及攻角限制等诸多内容具有密切关联。其测量参数会更加直接或者间接应用在飞机控制室内, 文章分析多信息融合大气数据系统故障隔离技术, 希望以此能够确保飞机安全飞行, 并且使其系统的实际成本得到大幅度的下降。<sup>[1]</sup>

## 1 主流军民航空器大气数据系统余度配置概述

国外在军用以及民用航空器的设置过程中, 会对一路飞行控制系统进行应用, 确保飞机根据安全性实际任务更加可靠。大气数据系统是关键飞行传感器极为重要的系统, 并且是飞控系统以及座舱显示系统在实际应用中极为重要的信息来源, 能够进一步将其所提供的攻角、动压等诸多信息精准有效地运用在飞行器上。将飞行过程中具有的阻力、升力等气动力以及控制面动作的各类气动力矩进行反映, 并且能够对飞行员实际的飞行高度进行提示, 对于速度的诸多关键信息进行提示。

由此, 典型军民飞机的大气数据控制系统在实际

情况下, 会应用与座舱显示飞控系统具有高度适应性的配置。<sup>[2]</sup>

## 2 多余度大气参数的故障隔离研究

### 2.1 常规性多余度大气参数故障隔离

在一般情况下, 对于具备足够余度设计的各类大气数据系统而言, 各种设备的电气电路自检测时, 进一步以飞控系统, 并且使用航空电子系统进行应用采取表决方式, 在一定程度上能够完成大气数据系统故障隔离工作, 确保各类故障信息能够在系统外进行排除。在实际应用中, 能够更为正确地应用信息, 以此实现飞机控制。传感器信息其表决算法具有高度的多样性, 一般情况下, 与设备的可靠性指标以及信号重要程度与移动配置具有密切关联。

就大气参数角度, 当前多数军用以及民用分析, 对应用的余度配置主要为三、四余度, 主要包含电气余度以及机械余度。监控表决技术在应用中的成熟度相对较高。举例说明, 在三余度信息处理中, 在所有移动信息并未超出监控门线并且处于有效状态时, 能够通过对其均值进行提取, 将其作为表决参数完成控制工作。若一个余度信息出现无效情况, 而其他两个余度信息处于有效状态, 且剩余两个余度信息的偏差并不超出监控门限时, 应用剩余两个余度的均值作为表决时, 在监控控制中进行应用, 仅有一个移动信息处于有效状态。同时, 设备的可靠性相对较高, 可以对仅剩的余度信息进行应用, 将其作为表决值, 由此完

成实际的控制工作。反之,可认定各余度所对应的信息出现失效情况。由此,常规多余度大气参数在监控表决使用中,其逻辑较为清楚且具有方便、快捷的特征。在实际故障产生时,能够更加准确地对故障进行隔绝,确保飞机的安全性得到大幅度的提升。<sup>[3]</sup>

## 2.2 多信息融合技术背景下的多余度大气参数故障隔离

技术发展较为迅速,航空运输等诸多领域需要以更少的能耗作为代价,完成数量更多的货物运输工作。同时,在飞机生产公司的发展过程中,正逐步研究降低飞机成本,以此获取更大的利益。

在军事领域层面,隐身需求是后续先进作战飞机发展极为重要的标志之一。在上述各种需求的背景下,飞行器大气数据系统在发展过程中,外露探头数量受到一定程度的限制,并且在最大程度上需要减少外漏探头,其要求更为明显。根据资料研究可以发现,在美国 F-22 以及 F-35 先进战机的建造过程中,其大气数据系统仅安装两只突出机身表面的大气数据传感器探头。在实际的构造中,会安装与机身相齐平的静压孔,以此对动静压以及侧滑角、攻角进行测量。虽然能够增加采集电路,同时通过接口电路以及结算电路增加等诸多方法获取多余度大气参数信息,但在机械余度层面,大气数据系统在一度配置中设置为两余度的配置。在航行状态下,若某一只探头存在物理损坏,比如出现撞鸟或者结冰等情况,测量的上述大气数据会出现分离的故障问题。并且在部分情况下很难对故障以常规电气电路自检方式进行确认。而在此背景下,如何对故障信号进行隔离,对正确信号进行选用,对航行的安全予以支撑便极为重要。由于无法获取更为详细的资料,所以无法对相关飞机大气参数故障隔离应用的方法进行确定。但在研究中可以初步认为,在相关机型的飞机飞行中,可能会应用多信息融合辅助,以此完成故障隔离。<sup>[4]</sup>

### 2.2.1 多信息融合隔离大气参数故障的原理

目前在国内外的研究中,应用多信息融合技术完成大气参数计算的研究时间相对较长,同时也形成了各种类型的研究方法,主要包含应用惯性参考系统信息完成大气参数估计运算,获取各类关键飞行大气参数。同时包含综合使用惯性信息以及气动数据库,对

大气飞行参数进行估算等诸多方法。但就事实而言,综合对其他系统信息进行应用,以此对大气参数完成估计之后,其主要的实际应用效果在于建设了一个或者多个余度虚拟大气参数系统。同时,在对大气数据系统故障完成实际隔离的过程中,会将虚拟代替参数以及真实大气参数系统所测取的数据完成有效的监控表决。而此模式在一定程度上能够对缺少机械余度的多余度大气数据系统故障隔离与监测问题进行有效的解决。就目前而言,这是对关键参数表决进行有效完成极为高效的方法。<sup>[5]</sup>

大气数据系统在实际构建过程中,存在的基础参数主要为侧滑角、攻角等诸多参数,其中通常讨论的实际飞行高度主要为静压函数以及校准整体动压的实际函数。攻角与侧滑角在一般情况下会对直接测量的方式予以获取,由此代表着对于非机动静压以及侧滑角、攻角予以获取之后,其他大气参数在一定程度上可对上述参数进行应用。通过大气方程以及伯努利方程完成实际的计算,应用惯性参数完成虚拟大气数据系统的余度分析,实际核心主要是应用机载大气数据系统的高度速度侧滑角以及攻角等诸多信息。同时,应用参考系统的高度速度、航向角以及实际的姿态角信息获取实时的风速矢量。同时,对已知风速矢量以及惯性参数进行有效的应用,完成上述关键大气参数的反向结算。此反向结算在一定程度上所获得的大气参数能够形成多个的虚拟参数。在大气数据参数随机测量参数存在分离,同时无法对现有的测量大气参数完成多余度表决,对正常信息予以确定时,应用此融合计算参数,在一定程度上能够有效隔离各类故障信息。

举例说明,在双机械余度大气数据系统的应用中,若应用两个余度大气数据系统测量单元与计算单元,正常运行实际输出参数的表现良好且一致。在此背景下,应用测量好大气数据与惯性,参考系统的惯性参数,在一定程度上能够完成实时风速矢量的滤波以及结算处理,若双余度大气数据及系统的某一单元,比如风标以及空速管等诸多传感器存在故障的情况下,同时以电气自检模式无法对故障予以确认的情况下,飞机系统如飞控系统等很难以常规监测表决技术对故障源进行隔离。若故障处于诸事阶段,比如分离趋势刚刚出现时,需要对风速矢量结算予以冻结。在此情况下,

需有效地防止大气参数出现错误而对风速信息产生影响。通过对风速矢量进行冻结,并且应用惯性参数,可进一步完成虚拟大气参数系统的余度信息结算工作,由于融合结算大气参数,在此情况之下,仅能够与惯性参数系统完成具体的关联,实际使用中并未遇到各类故障以及大气数据余度的实际影响。

因此,在具体使用过程中参数能够具有更加优异的精度,同时,正常大气数据系统余度的使用能够具备更为优异的一致性。通过对此特征进行应用,对表决器或者监控器进行设计,在一定程度上能够更加快速地对存在故障的大气信息源进行有效的隔离,以此选取较为正常的大气参数,完成飞机的显示以及控制。<sup>[6]</sup>

### 2.2.2 多信息融合隔离大气参数故障仿真

以上述原理对仿真器进行设计,并且与飞行数据进行有效结合完成仿真验证。在实际仿真器中输入真实飞行数据,主要包含双余度大气数据系统两个通道具有的侧滑角、攻角、静压测量值以及全压值与实际的惯性参考系统的高度以及姿态角航向输出,使实际表现之后的静压、全压以及攻角依照整体气流以及机体坐标系实际转换关系,将真空速进一步向机体坐标系进行有效的分解。而后,依照大气真空塑以及实际惯性总数的实际关系,获取风速矢量。若存在两余度大气测量参数不一致的情况,需要停止对风速进行计算,并且对已经完成计算的风速矢量以及惯性信息进行应用,完成大气参数反向的结算工作。<sup>[7]</sup>

### 2.2.3 应急通信中转站设置

由于小型无人机中继通信具有噪声低、易于携带和控制、升空快等优点,在大气数据监测中,基于无人机对战破坏评估的破坏评估系统的应用参照应急通信中转站的应用。例如,当路面损坏评估系统被破坏时,将中断与作战部队的沟通。除了对地面中转站进行紧急维修外,还可以应用紧急通信中转站采用通信方式。在整个过程中,无人机战斗中继通信设备可以快速返回工作,尽管数据信号传输间距低于地面设备通信设备。虽然数据的传输是有限的,但可以在间距中增加可以正常工作的无人机对战破坏评估,建立数据信号,加强促进数据信号的远程传输。设计近距离无人机对战破坏评估时,应充分考虑到无人机对战破坏评估的耐久性和隐蔽性,以满足通信中转设备的高度限制,

对无人机对战破坏评估设计提出了严格的标准。同时,应急通信中转站也需要全天候应用,要求无人机对战破坏评估可以保证螺旋桨叶片的密封性和牢固性,同时足以保证无人机对战破坏评估的抗风性,只有符合上述标准的无人机对战破坏评估,通过数据信号的改进和传输,才能快速准确地传输数据信号。<sup>[8]</sup>

## 3 结语

应用大气数据系统以及惯性参考系统,可将其作为反映飞机飞行状态的两类传感器系统,应用差异化的测量原理,完成大气参数以及惯性参数的测量。使用上述两个系统进行参数输出,能够完成实时风速矢量计算。同时,对风速矢量以及惯性参数进行应用,能够确保进行大气参数的结算工作。在此背景下,能够进一步地形成虚拟大气数据系统,并且以监控表决的方式,在一定程度上能够对传统系统自检无法测取的故障进行综合性的检测,选取正确的大气数据,使用在飞机的操控上。此技术在应用过程中能够降低对传统大气数据系统的硬件余度要求。

## 参考文献:

- [1] 张静,宣晓刚,许阳升.一种大气数据系统传感器智能加温控制方法[J].测控技术,2022,41(09):78-83.
- [2] 张黎黎,王逸斌,赵宁,等.嵌入式大气数据系统人工智能算法及故障诊断[J].测控技术,2022,41(09):23-30.
- [3] 程超.大气数据系统建模及在组合导航中的应用研究[D].成都:电子科技大学,2019.
- [4] 胡声曼,祁琪,梁禄扬,等.重复使用飞行器嵌入式大气数据系统试验验证方法[J].南京航空航天大学学报,2022,54(S1):74-79.
- [5] 史晓军,张昌荣,刘光远,等.飞行器大气数据系统测压校准风洞试验若干环节的实现方法研究[J].电子测量技术,2020,43(01):12-17.
- [6] 蒲赛虎,郭毅,雷廷万.基于CFD计算的机表凸出物对大气数据测量的影响研究[J].航空计算技术,2019,49(05):32-35.
- [7] 夏磊.基于LabWindows/CVI的分布式大气数据系统测试平台设计与实现[D].成都:电子科技大学,2019.
- [8] 何培.机载大气数据系统静压源误差分析及修正方法的研究[D].天津:中国民航大学,2014.