

# 航空发动机整机振动常见故障及排除措施分析

孙沐昕

中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司 辽宁沈阳 110042

**摘要:** 在近几年的发展中,随着我国科学技术的不断发展,飞机已经成为人们比较常用的出行工具,飞机作为交通工具能够节省大量的时间,而且在安全性上也比较理想。但是飞机一旦出现安全事故将会造成不可挽救的损失,往往安全事故会给社会 and 不少家庭带来极大的影响。因此,对于飞机的检查工作尤为重要,只有通过全面的检查工作才能确保飞机的稳定出行。航空发动机整机振动故障发生在所有飞机故障的检查中,而且相对比较频繁,并具备较高的危险性。本文围绕当前航空发动机整机振动常见故障做出分析,并提出对应的排除措施,以供参考。

**关键词:** 航空发动机; 整机振动故障; 排除措施

## Analysis of common faults and elimination measures of aero-engine vibration

Sun Muxin

China Aviation Development Shenyang Liming Aviation Engine Co., Ltd., Shenyang 110042, Liaoning, China

**Abstract:** In recent years, with the continuous development of science and technology in our country, airplanes have become a more commonly used travel tool. As a means of transportation, it can save a lot of time and is ideal in terms of safety. However, once a safety accident occurs in an aircraft, it will cause irreparable losses, and often a safety accident will have a great impact on society and many families. Therefore, the inspection of the aircraft is vital. Only through a comprehensive inspection can the stable travel of the airplane be ensured. Aero-engine performance vibration failure occurs in the inspection of all aircraft failures, and it is relatively frequent and has a high risk. This paper analyzes the common faults of current aero-engine vibration and proposes corresponding troubleshooting measures for reference.

**Keywords:** aero-engine; vibration fault of whole machine; elimination measures

### 引言:

根据相关内容了解,飞机或是台阶上安装的航空发动机一般属于振动范围内,发动机整机振动相对比较简单,而且其自身会受到激振力形成对应的反应。对于整机振动而言应该对其进行深度分析,因为这种故障问题大多都属于内部故障导致,所以在形成的原因上也会有所不同。其自身也会呈现出不同的振动特征,在具体的开展过程中需要结合实际情况做好相应的分析与判断,这样有利于及时排除存在的故障。对于航空发动机故障诊断而言,其自身的重点在于发动机参数变化以及振动故障形成的参数有一定的联系。

**作者简介:** 孙沐昕,男(1989.06-),汉族,辽宁沈阳人,工学学士,中国航发黎明发动机装配厂技术管理室副主任,研究方向:航空发动机装配技术。

### 一、航空发动机整机振动故障诊断思路

一般情况下对于航空发动机整机振动故障诊断时,一般需要对其自身的发动机稳固情况做好分析,同时还要明确其自身的数据多方面有所了解,这样有利于更好的掌握其自身的具体情况,同时还能通过信号做好分析与处理,技术人员在具体开展的过程中可以根据故障特征以及一些特点做好参数分析,以此明确当前具体的变化和情况,这样有利于找到更好的有效解决措施,从而进一步得出诊断结论,再针对当前存在的问题找到有效的解决方法,对于该方面的处理工作一般都是采用反向推理或是正向推理得到诊断结果<sup>[1]</sup>。

目标直接推理是反向推理的另一种方法,其自身主要是借助振动特征实现的,在具体的开展中通过有效的方法判断其自身形成故障的原因。并根据其自身的情况做好推理,同时结合当前一致的目标形成紧密联系,这

样的情况下可以确保其自身的故障和特征互相联系,从而更好的做好分析与判断。而正向推理自身具有一定的限制,在具体的开展中需要考虑到振动故障的范围,同时还要明确自身的情况,并将可能形成问题的原因全部纳入到推理之中,然后再结合自身的情况做好故障推理与对比,通过逐个排除找到最终的解决原因。

然而,故障和特征之间的联系并不是互相对应的,而是彼此之间互相交接的,如果不能明确其自身的年华,那么很有可能出现结果不准确的问题。因此,想要使一段变得有效克服,则需要结合实际情况做好推理工作,如果出现两种或是以上更多种情况,则需要考虑故障之间的关系和各个故障的具体情况,同时还要结合实际情况做好详细的分析与考虑,这样能够确保诊断结果的准确性。

## 二、航空发动机整机振动故障原因分析

### (一) 转子不平衡故障

在航空发动机中转子结构是指发动机内部轴承支撑的主要旋转体,根据发动机自身的运行原理能够明确转子与轴承是相互关系。转子在较高的频率下转速会出现不平衡等问题,如果出现不平衡、偶不平衡或是动不平衡等问题,转子不平衡故障的检测技术主要是针对发动机转速、频率以及转速平方等实现的改善,当前者参数相同与后者形成参数正比时,则表现转子出现不平衡的问题,同时还会根据转子结构和运行作用进行改善,转子所采用的原材料一般工艺交叉,而且在具体的运行中容易出现质量偏差,从而引起发动机故障等问题<sup>[2]</sup>。

### (二) 转子不对中故障

航空发动机性能会随着航空事业的发展不断优化与完善,在吸纳阶段下航空发动机的转速和推重比中呈现出高标准的发展。当发生转子不对中故障时,所采用的检测技术主要是对发动机轴承对称性的分析与判断,如发动机轴承出现非正常性的磨损,则很有可能是因为一些其他问题所导致。随着当前航空飞行速度的提升,其自身的振动幅度也在不断的提升。

### (三) 转子积液

在当鼓筒式的结构中,发动机自身内部的轴承密封比较容易出现问题。随着发动机主轴承自身的运作不断变化,这些积液都会随之变化,在航空飞行的途中带有鼓筒的转子会随着飞行的变化而变化,在这样的情况下其自身的油液会堆积在一起,从而形成油团。作为当前杂质存在的油团转子,在多个方面都会有所不同,从而导致转子自身出现变化,在这样的情况下会使得密封结构不断变大,同时还会出现发动机叶片出现磨损等问题,严重还会损坏发动机的自身元件,从而引发故障等问题<sup>[3]</sup>。

### (四) 转子支持松动

航空发动机内部转子是通过各种支撑结构连接在轴承之中,转子支撑出现松动会导致整个发动机轴承表面结构出现裂缝,其自身发动机会受到机械阻力的影响,从而使得自身的转速和频率出现较大的变化,最终影响机体的整体结构,从而带来较大的振动故障。转子支撑松动的主要原因是因为发动机受到外力的影响,从而导致自身的温度不断升高。最终导致其自身不断出现问题,相关人员应当给予一定的重视,转子松动会给机身自身带来较大的影响,如不能及时做好改善,最后影响后续工作。

### (五) 气流激振下的整机故障

气流激振会导致自身发动机受到严重的影响,从而导致自身的机构出现过激的反应,通常情况下,发动机在运行的过程中会出现转子和镜子漏气等问题,同时也会导致压气机运行效率受损。因此,在这样的情况下,航空发动机一般都会采取密封处理,但是密封处理会造成气流问题。如果密封之中自身含有气体则会受到内部温度变化影响,从而导致不规则变化,最终形成较强幅度的振动,最终导致发动机整机振动故障。

## 三、航空发动机振动常见故障及其排除措施

### (一) 转子不平衡故障特征及排除措施

转子不平衡多的是受到转子部件质量偏心或是转子部件破损等问题,一般情况下会出现故障,在这样的情况下发动机转子自身不平衡会使得出现振动等问题出现。根据相关内容了解得知,转子不平衡是由多个原因导致的,在具体的开展中比较常见的像,例子结构设计不合理、在运行的过程中受到侵蚀、磨损等问题。导致这种问题故障的原因是振动的过程中一般以正弦波作为主,然后频谱图上会形成谐波能量,在这样的情况下会形成对应的正比关系,如果后者大于前者,则会导致振幅形成反比关系,在这样的情况下也无法保证自身的稳定性。当前者与后者接近时,振动的强度会不断增加<sup>[4]</sup>。

如果转子处于初步不平衡的状态下,则会在相应的技术要求下,对其自动形成平衡处理。在具体的开展过程中需要对安装的转子上的零部件做好调整,同时还要对于已松动的部件进行紧固处理。因为转子自身的平衡会随之形成变化,那么需要对其自身的变化进行修复与调整。同时,还要根据特定的周期和实践进行检查与修复,在保证整体的情况下确保其自身处于清洁状态,防止污垢和腐蚀等问题出现造成的影响。如果出现突发性不平衡,那么则需要及时停止运行工作,并针对其自身出现的问题做好调整。同时,还需要结合实际情况做好适当的调整,以免防止转子出现变化。

### (二) 转子热弯曲故障特征及排除措施

转子弯曲简单的讲述而言就是对横截面几何中心与旋转轴线不重合的现象进行调整,针对当前发动机和停止来看,由于自身受到热交换速度形成差异,因此转子

横截面的温度分布会造成其自身的不均匀等问题。在转子的作用下其自身会形成弯曲等情况,同时也会导致不平衡的凸显。在发动机逐步稳定的运行条件下,其自身的温度会不断的出现变化,这样的情况下也能够缓解当前的振动现象。

对于转子热弯曲而言,如果其弯曲的情况属于永久性的,那么则需要保证转子自身的正确性和科学性,同时还要根据对应的实践作为周期适当的做好调整,并及时针对转子进行校正,在具体的开展中需要以技术做好主要参考做好平衡。如果弯曲处于暂时性的,俺么则需要及时做好细节处理,这样能够确保整体的调整,从而确保自身的合理性<sup>[5]</sup>。

### (三) 转子不对中故障特征以及排除措施

如果转子和支撑中心出现偏移同时出现不对称等情况,对于当前通常情况而言,则需要做好角度的保护,同时还要对其自身实现调整,这样有利于做好各方面的改善。其中角度不对是指轴和支撑处于不同的角度从而出现的倾斜情况,对于当前高度而言,自身的不对中则是轴承中心线的问题,虽然与转子轴承处于平整状态,但是由于高度形成差异性。不论是对于现象而言,都会形成轴承和轴的变化,最终形成一定的前置作用。一旦处于被动的状态下,其自身则会出现一定的变化与改变。在相应的背景下,转子和支撑也会形成振动等情况。转子出现轴向振动和景象自身处于不对中的情况比较突出,从而形成对应的故障特征。

在对当前的基础上进行全面排除,同时还要针对其自身的数据给予一定的分析与核对,再通过技术作为相应的依据做好处理实现全面调整。同时,应该针对当前细节的处理,并做好细节的分析,减少其他的限制与干扰因素。因此,在当前具体的开展过程中需要重视其各项内容。

### (四) 转子摩擦故障特征以及排除措施

根据当前航空发动机故障而言,其自身的转子摩擦也是比较常见的故障类型,在具体的开展中需要针对其自身的特征做好改善,具体围绕以下几点展开:(1)转子失稳前需要确保其自身的整体性,如果出现波形或是变形等情况,则需要根据自身的特点做好调整,从而做好改动。(2)转子失去稳定后需要明确自身的情况以及变化的严重,针对出现的问题做好分析。(3)如果是出现摩擦或是碰撞等情况造成,则需要根据自身的浮动变化值做好分析。(4)系统自身刚度出现提升时,会随着转速区进行调整,从而出现明显的扩展,再根据振动的变化做好调整。(5)在工作转速背景下,如出现轻微的摩擦问题,则自身的振动幅度也会随之改善,特别是在时间的变化下,会随着动向不断作出调整。

针对当前存在的故障问题,需要重视其自身的管理

的力度和强化性,在具体的开展中需要保证发动机的设计阶段。在制造的过程中需要和装配阶段的高质量形成衔接。其次,针对当前转子自身的规格以及参数变化需要严格控制,同时还要利用辅助设备做好调整,这样能够大幅度降低自身的振动情况,防止转子出现热变化等问题,以此确保自身的刚性和受热问题。

### (五) 轴承座连接松动、转子支撑结构间隙不合理

由于轴承座自身的连接比较松动,而且个别零件没有得到有效的处理,这也导致自身出现窜动等情况,这也导致自身的支撑点过大。综合来看,其自身的特征主要体现在以下几个方面:(1)径向是当前振动发生较多的区域。(2)振动频谱一般以立足作为主要点,除了具有频谱峰较多的特征,还会出现分频和其他等问题。(3)振动会随着自身的转速快速增加而出现强烈的变化。

转子支撑结构间隙不科学也是有一定的原因的,如果存在设计不合理或是轴承以及之间缺乏配合等问题,在具体的加工过程中很容易形成差距,从而导致自身无法进行良好得空控制,最终导致配合进度出现变化,在具体的工作过程中很容易自身处于长期振动和配合问题出现变化,从而导致自身受到较为严重的影响。

想要有效解决上述的故障与问题,相关人员则需要对螺栓进行有效处理,在处理的过程中需要重视其自身的加固效果,避免出现松动问题。其次,还需要对自身的技术有所了解,这样能够其明确自身的整体变化,同以此减少变形等问题。

## 四、结束语

综上所述,相关人员需要加强对于发动机振动故障的了解,同时还要快速的排查当前存在的一些问题,并提供对应的条件与帮助。由于航空发动机整机振动故障会出现较大的问题,同时还会严重威胁人们的生命,应该给予一定的重视。但是由于其排查工作具有一定的难度与复杂性,所以相关人员需要不断提高自身的综合实力,并适当的做好改善与调整,以此实现多方面的,这样有利于为人们的出行带来一定的保障。

### 参考文献:

- [1]艾延廷,周海仑,孙丹,王志,张凤玲,田晶.航空发动机整机振动分析与控制[J].沈阳航空航天大学学报,2019,32(05):1-25.
- [2]王志.航空发动机整机振动故障诊断技术研究[D].沈阳航空工业学院,2007.
- [3]陈潮龙.某型航空发动机整机振动故障诊断系统设计[D].沈阳航空航天大学,2018.
- [4]金艳.某型航空发动机整机振动故障诊断技术研究[D].沈阳航空航天大学,2020.
- [5]王树兰.某航空发动机振动故障诊断[D].湖南大学,2021.