

# 发动机推力矢量控制技术的应用

曹成<sup>1</sup> 朱泊霖<sup>2</sup>

空军工程大学航空工程学院 陕西 西安 710000

摘要：随着时代的发展科技水品的进步，我国对于航空航天领域的研究水平不断提升，在航空航天研究过程中，发动机技术一直是一项最高的科技技术，在发动机技术研究过程中，研究发动机推力矢量的控制技术能够提高发动机运转效率，同时能够提高飞行物的控制效果，本文将研究发动机推力矢量控制技术的应用。

关键词：推理矢量；技术发展历程；技术实现；关键技术探究

本文将首先针对航空航天打洞机推力矢量的发展历程进行探究，之后对发动机推力矢量的技术实现做出分析，并针对发动机推力矢量控制技术的关键性问题做出讨论。

## 1、发动机推力矢量控制技术发展历程

推力矢量发动机就是指航空发动机可以利用尾喷管的转动控制喷出气流的方向，简单而言推力矢量能够改变发动机气流喷射的角度，先进发动机技术主要分为涡轮发动机技术与矢量推力发动机技术，涡轮风扇发动机由涡轮喷气发动机发展而成。与涡轮喷气比较，主要特点是首级压缩机的面积大很多，同时被用作空气螺旋桨（扇），将部分吸入的空气通过喷射引擎的外围向后推。发动机核心部分空气经过的部分称为内涵道，仅有风扇空气经过的核心机外侧部分称为外涵道。涡扇引擎最适合飞行速度400至1,000公里时使用，因此现在多数的飞机引擎都采用涡扇作为动力来源。推力矢量发动机是美国1991年4月也就是海湾战争结束后不久提出来的方案。推力矢量发动机发动机尾喷口可以自由调节角度。以此获得更强的飞机机动性。涡轮风扇发动机是只能朝一个方向喷气的，而推力矢量发动机则可以朝两个方向喷气；涡轮风扇发动机一般用于客机，推力矢量发动机则大多用于战斗机<sup>[1]</sup>。最早的发动机推力矢量的研究主要用于军事战机的研究，在上个世纪的六十年代，国外就已经进行了最早的发动机推力矢量技术的研发，但是由于当时科技水平所限制，发动机推力矢量并未得到广泛的研究，仅在垂直升降战机的研发中得到了一定的研究数值，一些垂直起落飞机发动机中采用了反向活门技术，这项技术能够控制两个可转动的喷管，喷管的转动角度为90度，是一种较为初级的发动机推力矢量控制技术。随着发动机推力矢量控制技术研究的发展，在上个世纪的70年代，美国已经对这项技术进行了再一次创新，并得到了有效的应用，其中二元推力矢量喷管已经被用于飞机的起落之中，这种喷管在之前的基础上进行了相应的改进，能够有效地完成俯仰推力矢量，并且还能够产生反推力，这种二元矢量喷管具有结构轻巧、耐用等特点，为之后的发动机推力矢量的研究贡献了宝贵的研究数值。二元矢量喷管诞生之后，科技人员在此基础上不断革

新改进，将传统的喷管式结构设计进一步完善，形成了球型收敛调节片喷管，这种喷管的喷口处采用了矩形的设计，但其铰链部分却呈现出球形，这种喷管的设计能够使喷管安装在万向接头之中，提高了喷管的适用性，同时由于连接处采用了球形设计，这种设计方式能够继续增大俯仰与偏航的角度，但是由于球形设计的密封性较差，为了防止燃油泄露造成空难，所以研究人员还在连接处进行了密封处理，提高了安全性。球型收敛调节片喷管能够通过其中的调节片实现垂直运动，为了提高偏航推力矢量的效果，设计中采用了喷管后段绕反推力喷管喉部的支点转动来实现的。同时反推力的产生是通过收敛调节片完成的，这些技术的使用都为日后的发动机推力矢量控制技术提供了宝贵的设计思路。

## 2、技术实现

通过前文的分析可以得知，发动机推力矢量控制技术是一种较新的研究项目，随着发动机推力矢量控制技术的不断发展，发动机推力矢量的研究水平越来越高，为了实现发动机推力矢量技术的应用，就要探究其实现方法，下面将对发动机推力矢量的技术实现作出分析。

### （1）折流板偏转方案

折流板偏转方案是指在发动机的尾翼四周安装多片可以自由活动的耐高温金属板，这种金属板能够向利或者向外进行自由活动，金属板在飞行过程中可以进行协调的工作，通过改变金属板的前后运动，从而改变气流的喷气方向，之后产生侧力与操纵力矩，通过这种方式实现发动机推力矢量，使用这种技术的过程中设计人员应当安装三块至四块耐高温的金属板，并且这种金属板的偏转角度应当为10度至15度之间，实现气流的控制<sup>[2]</sup>。

### （2）尾喷管的整体偏转方案

在喷漆发动机尾管之后安装重叠的金属小片，这些金属片也应当具有耐高温的效果，每片金属片都要实现向里、向外偏转的可能性，这种金属小片的安装能够在一定程度上控制尾管喷射面积的大小，通过金属片的调整来适应发动机的推力，实现发动机推力矢量的控制过程，同时在这个过程中计算机在控制小片向外活动时，另一侧的金属小片就应当

向内活动,保障发动机推力矢量的偏转,这种金属小片的运动一次为一个角度,通过金属小片的运动数量来控制尾管的最大偏转角度,能够使偏转的角度达到20度,这种方案比折流板偏转方案更加容易操作,并且偏转数值能够得到最佳的控制效果,如今这项技术被广泛应用于航空发动机推力矢量的控制之中,是一种十分便捷有效的发动机推力矢量控制方式<sup>[3]</sup>。

### (3) 推力矢量控制技术优势

在航空发动机之中采用推力矢量控制技术,首先能够改善飞机的发动性能,传统的飞机想要进行飞行就需要较长距离的跑道,对于机场的环境要求较高,并且对于跑道的质量有着较为严格的要求,但是采用推力矢量发动机控制技术之后,能够明显降低飞机起飞距离,同时缩短离飞机的起飞时间,能够提高飞机起飞效率,通过比较可以发现发动机采用推力矢量控制技术能够使原来的飞行滑跑距离降低60%左右,并且由于发动机推力矢量控制技术的发展,在一些军用飞机中已经实现了飞机垂直起降的目标,这种垂直升降技术的使用能够在一定程度上提高战斗机的起飞效率,在民航飞机中还未得到过使用。由于发动机推力矢量控制技术的使用在目前来看更偏向于军事用途,所以这种控制技术的发展能够有效地提高空军军事实力,提高战斗机起飞的机动性能,采用这种推力矢量控制技术能够提高战斗机的飞行速度,使其具有更强的机动性,提高空中作战能力。在合理的控制下,战斗机的360度翻滚时间能够由原来的10.5秒降低到5.7秒,并且由于现代军事战争雷达使用频率较高,传统的飞机容易被雷达侦测,这是由于飞机在飞行过程中其尾翼产生的RCS值要高出飞机正前方或侧方3-4倍,极易被雷达侦测锁定,而采用推力矢量控制技术的飞机则可以通过这项技术代替处之唯一的作用,大大增强了隐形效果,降低了被雷达侦测的可能性。采用推力矢量控制技术还能提高飞行员的操作效率,是飞行员更加容易掌控飞机的飞行姿态,其控制效率提高了一倍左右,这种技术的应用十分契合亚音速飞机或超音速飞机<sup>[4]</sup>。

## 3、关键技术研究

通过前文的分析可以得知,推力矢量控制技术的方法多样,并且推力矢量控制技术的发展能够有效地提高战斗机的飞行效率,提高飞机控制质量,在进行推力矢量控制技术研究过程中,相关人员应当针对技术中的关键技术作出研究,下面将对关键技术研究进行探讨。

### (1) 增重控制技术

增重问题是发动机推力矢量控制技术中的一道难题,由于现在发动机推力矢量控制技术仅仅应用于军事,军事飞机机型较小且轻便,采用发动机推力矢量控制技术难度较低,但是这项技术还没有被广泛的用于民用飞机之中,民用飞机机型较大,并且重量远超军用飞机,所以发动机推力矢量控制技术还没有被广泛使用。并且由于发动机矢量控制系统安装之后,飞机的尾部重量会增加10%,为了保持飞机的平衡,设计人员还需要对飞机的头部进行合理的配重,增加了控制技术的应用难度。

### (2) 密封技术

喷管密封技术是发动机矢量控制技术中最核心的技术环节,通过合理的密封能够将染料密封在舱体内部,并且由于矢量喷管的发动机经常处于高温高压的工作环境之中,矢量喷管还需要进行转动,这些特殊的工作环境与运转方式都增加了密封技术的难度,若喷管出现绕里奥泄露的问题,那么就会引起发动机失火,导致惨烈的空难。

### (3) 飞机发动机一体化控制技术

想要提高飞机的飞行效率,实现协同操作的目标,技术人员就需要对飞机发动机一体化控制技术进行研究,提高电子化程度,在飞机操作的同时发动机要根据操作质量自动调整发动机的喷射角度,达到个零件协调的控制目的,这项技术的实现要依托于电子计算机的发展,对编程有着极高的要求,并且在程序设计过程考虑应当更加全面。

## 4、结束语

通过发动机推力矢量控制技术的应用可以得知,发动机推力矢量控制技术正在逐步的发展过程中,目前的发动机推力矢量控制技术分为折流板偏转及尾喷管整体偏转两大方式,通过分析可以得知尾喷管整体偏转最适用于飞机发动机推力矢量控制,在未来的发展过程中科技人员要针对增重技术、密封技术及一体化控制技术进行攻关,提高发动机推力矢量控制技术水平。

## 参考文献

- [1] 肖宇,张兴有. 战斗机发动机推力矢量控制技术的应用[J]. 航空发动机,2008,34(4):56-58.
- [2] 赵康,张飞,吕江彦,等. 流体二次喷射推力矢量控制技术研究进展[J]. 固体火箭技术,2018,41(2):135-144.
- [3] 任红磊,王光发,王显伟. 推力矢量技术综述[C]. // 第九届发动机试验与测试技术学术交流会. 2008:8-12.
- [4] 肖宇,张兴有. 战机发动机矢量控制技术的应用研究[J]. 科技风,2008(10):60.