

航空发动机数字化装配技术探讨

卢鹏飞

中国航发南京轻型航空动力有限公司 江苏 南京 210000

摘要:近年来,我国的航空发动机装配技术逐渐朝着数字化、自动化方向发展,而在这样的背景下,数字化科学技术慢慢成为了现代航空发动机装配的主流技术,通过应用数字化技术,可以将整个发动机装配流程进行动态仿真,进而整个装配工艺的总体的就可以变为自动化生成,这也就可以在一定程度上提高航空发动机的装配效率。航空发动机装配在整个航空发动机制造过程中都是一个非常重要的环节,所以,相关部门必须对这一部分重视起来,准确应用数字化技术提高装配效率。

关键词:航空发动机;数字化装配;技术分析

引言:在航空领域所涉及到的发动机实际寿命以及各项功能参数、操作质量等一系列重要措施都直接影响着飞机的整体质量,而装配发动机作为航空制造领域的最终环节,它的重要性可想而知,我国信息化技术飞速发展,在航空制造这方面,也开始逐渐使用数字化科学技术,在这样的背景下,准确应用数字化技术就可以提高发动机整体装配制造效率,而且在未来的发展过程中,数字化技术在我国的应用范围会越来越广泛,而在航空发动机装配这一方面也可以起到更好的实践作用。

1 航空发动机数字化装配的意义

飞机发动机装配包括零件装配和总装装配。有关的研究显示,飞机发动机的装配费用约占飞机成本的40%,装配工作时间约为50%。装配作业的实施质量是决定飞机发动机效能的关键因素。为了确保飞机的正常工作,机匣、盘、轴、叶片、喷口等零部件应具备精确装配与联接、高同轴、平衡性能和稳定性;其次,空气、燃油及滑油等必须具备良好的密封性和清洁性;同时还要求各种附件和管管路具有良好的抗振动、抗磨损、绝缘等特性。由于飞机发动机各项技术性能、推重比、可靠性等技术指标的不断提高,使得现有的装配技术很难适应飞机发动机研制方式的转变。目前所面对的问题是:组装机工艺制定和检验依靠技术方法和现场物理试装,需要不断迭代调整,制造周期长;使用了人工装配,造成装配的准确性并不一致,生产效率提高速度慢;由于人工因素的存在,导致了作业的可信度和装配品质的稳定性差,容易出现错装、漏装等问题。数字智能化装配技术在欧美等发达国家中已经引起了广泛的关注。航空发动机装配已经从人工装配、半机械化/半自动化装配向自动化/数字化装配发展,实现对航空发动机装配的有效和高品质装配工作,智能化装配是必然的发展方向。为了有效地

解决飞机发动机的智能化装配问题,提高其装配技术的技术含量,本文从装配工艺设计、装配工艺仿真、装配性能仿真等方面进行了探讨。为了克服以上问题,本文对飞机发动机的数字装配过程进行了系统的分析,并给出了其主要技术的研究和实现方法,以供参考。

2 航空发动机数字化装配的关键技术分析

2.1 工艺过程设计技术

通过对航空发动机组装机工艺的特点进行研究与分析,进而制定具备较强可操作性的航空发动机组装机技术与程序,主要内容包括以下分析:第一步向系统中提供有关产品和零组件的参数信息,并对信息进行分析与运算,实现了自动生产的目的。其次,从航空发动机产品的三维数模设计视角展开分析,以建立比较完备和有效的量具、工装以及相关工艺资源库,这样数字化工艺控制的技术体系就能够形成与完善。接着,对三维模块的装配进行检验和研究可以得到,通过可视化仿真操作不仅可以提高对实际组装机工艺的仿真和检验,而且可以比较清晰明了的说明不同零件间存在的组装机问题,保证组装机操作的有效性和合理性。最后,采用了反复的模拟实验,以保证在装配过程中有很好的可操作性与合理性。借助公差计算系统,为航空的装配作业提供了更加完备的尺寸计量、校正测量和补偿量的相关服务。

2.2 装配模型建模技术

装配与仿真建模技术的成功应用,实际是通过对航空产品的三维数字化设计模型进行了必要的处理与分析,并实行了严格规范的管理模式。并在此模型中充分发挥了时序之间的相互关系,揭示了航空发动机内部彼此相互作用的重要信息,从而对航空发动机的装配模式进行了更加清晰的描述和说明。以时间关系为核心的装配体模型则涵盖了静电模型应具备的所有特征,对装配

体能够进行相应的调节,包括时间离散与时序化,从而能够更加清晰明确的提供交互数据。

2.3 装配过程仿真技术

一般情况下,对航空发动机的组装系统仿真主要包括二部分内容,一个是可组装的仿真,而这个也是组装系统仿真的基础和依据,可以对装配流程进行动态性的仿真与演示,其重要作用有如下几方面:一是对航空的装配能否有效和合理做出一定的研究与评估,可以协助技术人员及时发现装配工作中出现的问题与不足,并采取相应的方法加以纠正;其二是在装配的各个环节中对不同零件及其工装夹具间的相互作用做出合理的研究和评估;其三,对装配顺序及其装配方法的可操作性做出严密的评估与检验,进而找出最合理和可行的装配方法;其四是对装配工装的准确性进行精确地分解和评估,对装配和维修任务的有效性加以检验和分析,并通过动态化的方法对装配的全过程加以仿真和展示。还有一个方法就是装配精度研究,也是在传统航空发动机的标准装配模型的基础上,通过灵活运用精度计算方法建立完整的标准体系,从而对飞机装配尺寸及其长度链进行研究与分析。

2.4 可视化的装配技术

发动机的装配过程若想达到可视化:工艺标准文件,这是CAPP主要组装处理技术信息,包含三/二维装配模型和文字内容;装配运行过程的录像,根据发动机各部件的装配体和模型,提供完整的装配过程录像;警告和提醒等信号,总结航空发动机的装配实操方法。通常,整个流程由多个步骤组成,而各个步骤的重要节点通常布置在不同工步。可视化的工序设计实施中,工序各环节应务必记录相应工序的流程数据、装配操作简图,对应工序当中的装配动画也应该设置好,对每个工步,将从发动机的装配工人实操过程中所归纳的相应实践经验与教训作为警告和建议的主要内容,并完善地记录在工艺的可视化信息总系统中。

2.5 装配工艺可视化技术

从航空发动机的装配技术视角考虑,装配作业必须遵守装配技术规定,目前,国家在进行装配作业中所使用的纸质卡片大多是采用图文组合的形式来介绍装配过程和有关的操作规定,虽然在一定程度上增强了装配作业的便捷性和可操作性,但不可否认的是,这种工艺指示方案无法对安装工人的组装工序做出实际指示,极易出现安装故障现象^[3]。而通过可视化操作工艺不仅可以对装配工人的作业做出现场指示,同时还可以保证装配工作的品质与水准。在此流程中,要提高可视化操作过程的效率,必须对所有信息进行合理的分类和管理,具体

包括:一是工艺规程信息管理,它是由CAPP中传递出来的装配技术资料,内容涉及三维装配模型及其相关的文字说明等资料;其二是装配过程视频,仿真航空发动机零件的装配过程并采用动态化的形式加以表现;其三是警示信息根据以往装配实践加以分析与提炼,减少装配失败的发生。装配工序由不同的步骤与工步构成,所以,若想成功进行航空发动机组装工艺的可视化作业,就必须针对最关键的组装过程节点设置相关的技术资料和操作过程动画。

3 航空机装备过程中出现的问题

装配工艺繁多。航空发动机内部的结构非常复杂,需要使用数千甚至数万件零部件进行组装。在装配过程中,必须按照严格规定的制造流程进行,否则会对整机的质量和效率产生影响。因此,零部件的安装过程必须非常谨慎,以确保最终的航空发动机产品能够拥有出色的整体质量表现。航空发动机装配每个步骤间存在着很强的连续性,而且即使在规定范围内,每个步骤间也存在着一定的灵活性,在实际进行装备操作过程中若操作人员没有严格按照所规定的工艺程序进行航空发动机的主要零件装配施工,那么就必然会影响到最终全机的装配效率。

鉴于目前及现阶段中国航空发动机安装工作大多采取手动方式,所以,中国航空发动机的总体质量标准受到人为干扰影响很大。用于航空的实际安装工程中。由于环境因素、人力分配、人员素质等原因的限制,错误装配零件甚至遗漏装配零件的情况也屡见不鲜,这一情况降低了航空的装配活动的精度与准确性,并且遗漏装配一些重要零件,也可能干扰航空发动机的工作。从人工角度上来看,航空发动机的质量标准很大程度取决于装配机构的配置能力。

发动机类型众多,技术复杂。因为新型航空发动机要采用到的零部件种类众多,所以在实际进行装配过程中厂家一般都是小批量、以单件方式生产,而同时生产了许多的新型航空发动机,但因为装备,技术的不完善,以及受到人员装配技术和专业素质的影响,在现场完成装配任务的过程中往往存在困难,降低了装配质量。

4 提高航空发动机装配质量的应对措施

4.1 航空发动机装配前的准备与预防控制

航空发动机装配设计中有许多的方法、技巧,需要在进行航空发动机装配时的准备工作,通过与设计部门进行交流和设计交底,把航空发动机装配工艺中所包含的工艺重点和工艺技术难点加以沟通,由此来进行航空发动机装配工艺与流程的调整。同时就各部门间的沟通交流提出具体的规范以增进各部门间的关系。积极进行

航空发动机装配人员的技术和素质、安全技术培训,同时严格实施了奖惩制度,以提升航空发动机的装配效率和产品质量。在航空发动机装配之前,必须先对航空发动机装配流程进行模拟,通过模拟可以对航空发动机装配过程中所出现的问题加以有效的识别,并制定针对性的方法进行解决。针对于航空发动机装配流程中所必须的所有工装,都能够在整个航空发动机的装配流程中,根据装配要求进行重新设计并及时进行大量生产,以提升航空发动机的装配速度。

4.2 航空发动机装配过程中的监督与关键点控制

航空发动机装配流程复杂而严格,根据航空发动机装配流程中各个工序的要求与作业细则完成装配任务,针对每一环节装配后,所能达到的精确度和装配要求做出了详尽的记录和管理,以达到严格控制航空发动机装配过程中的每个细节。为提高航空发动机的装配品质,将采取重点监督的手段,通过强化和健全航空发动机装配过程中的质量监测与控制,针对航空发动机装配流程中的重点问题进行了研究,通过强化对装配环节和关键点的控制来达到对航空发动机装配效率的有效把控,并根据航空发动机在安装过程中的实际需要,制作了一些专门的机械装置或者工装来帮助航空发动机的安装,特别是在针对某些较大的结构件进行装配时,因为大型结构件的质量和尺寸都很大,通过行车吊装的方法安装困难较大而且安装流程比较繁琐,可通过设置若干带有高度可调机构的设备,或者工装来限制在航空发动机装配流程中的自由度,在保证航空发动机装配效率的同时提升了航空发动机的整体安装质量。

4.3 智能装备技术的应用

发动机装配时需要大量对接装配,还需要通过紧固螺钉联接、大过盈量的轴孔配合等,从而对紧缩力矩、压载力矩的控制产生了精密的要求。航空发动机的装配需要进行许多特殊工序,其结构也非常复杂。由于施工过程中交叉问题较为明显,一般的安装托架已经无法满足目前飞机多角度、全方位的安装需求。传统的总体组装的脉动装配方法需要用吊运的方式,安装完成后在下一

工位继续进行安装,这已经无法满足飞机脉动生产的生产节拍。对于发动机涡轮等相对质量较大的零件装配,更需要特别关注其安装过程。由于作业人员无法用托举工具来完成而对之进行位姿调节与连接,使其易引起碰撞,损伤产品的安全性也更高。针对上述情况,根据发动机构造特征定制化的智能装置和智能系统集成,实现装配工艺质量信息的主动收集、分析、判断与跟踪。通过智能装配技术,提升发动机的装配效率与安全性。

结语

综上所述,采用高度数字化技术的航空发动机装配技术能够极大改善对于整个航空发动机装配过程而言至关重要的装配的制造质量与装配可靠性,因此,使用数字化工艺装配技术的新航空发动机的综合作用能比较传统技术装配获得了全面提高。在未来可以将此项关键技术加以更广泛的深入研究与探索,并进而使之与现代航空发动机的装配技术发展与研究相结合,并以此推进现代航空发动机事业发展。希望此文能够给从事有关工作的科技人员、研究人员等提供一定的借鉴意义。

参考文献

- [1]马立伟,刘博,霍阳.基于数字化技术的航空发动机装配分析[J].内燃机与配件,2018,(13):91-92.
- [2]于群,孙方成,石宏.航空发动机装配技术的应用及其发展趋势[J].山东工业技术,2018,(3):57.
- [3]黄小东,宁勇,刘杰,陈立省,张鹏飞,王龙,瞿品祥.航空发动机智能化装配技术体系构建探索[J].航空发动机,2020,46(01):91-96.
- [4]魏小红,颜建兴,金梅,杨卓勇,张磊,刘志军.基于航空发动机脉动装配的智能管控技术研究[J].航空制造技术,2020,63(06):43-50.
- [5]孙惠斌,颜建兴,魏小红,常智勇.数字孪生驱动的航空发动机装配技术[J].中国机械工程,2020,31(07):833-841.
- [6]令狐棋,邓亚军.航空发动机零部件数字化检测技术的应用[J].科技创新导报.2020,(27).