

关于现代飞行器制造工艺探究

何雨泽 赵鑫悦 刘昱含 贾震寰 姜凯元

沈阳航空航天大学国际工程师学院

DOI: 10.12238/ems.v5i4.6427

[摘要] 现代社会经济飞速发展, 推动科学技术、创新科技日益发展, 在很大程度上使得飞行器制造业也随之发展。现如今, 各国在军事科技较量中, 飞行器制造水平已经作为衡量一个国家航天航空科技发展事业的重要因素。飞行器制造业整体发展对促进航天航空事业发展具有重大意义。对于现代飞行器的制造, 若想降低成本、提高质量, 应当深入研究制造工艺, 提高工艺水平, 增强现代飞行器运行能力。对此, 文章从现代飞行器制造工艺流程入手, 分析现代飞行器制造工艺技术特点, 而后以飞机为例具体分析了飞行器制造基本模式, 在此基础上, 深入探讨了现代飞行器制造工艺主要技术。

[关键词] 现代飞行器; 制造工艺; 制造模式; 技术特点; 主要技术

Exploration of Modern Aircraft Manufacturing Technology

He Yuze, Zhao Xinyue, Liu Yuhan, Jia Zhenhuan, Jiang Kaiyuan

School of International Engineers, Shenyang University of Aeronautics and Astronautics

[Abstract] With the rapid development of modern society and economy, science and technology, as well as innovative technology, have been increasingly developed, which to a large extent has led to the development of the aircraft manufacturing industry. Nowadays, in the military technology competition among countries, the level of aircraft manufacturing has become an important factor in measuring the development of a country's aerospace and aviation technology. The overall development of the aircraft manufacturing industry is of great significance for promoting the development of the aerospace industry. For the manufacturing of modern aircraft, in order to reduce costs and improve quality, it is necessary to conduct in-depth research on manufacturing processes, improve process levels, and enhance the operational capabilities of modern aircraft. In this regard, the article starts with the modern aircraft manufacturing process flow, analyzes the characteristics of modern aircraft manufacturing technology, and then takes aircraft as an example to analyze the basic mode of aircraft manufacturing. Based on this, it deeply explores the main technologies of modern aircraft manufacturing process.

[Keywords] modern aircraft; Manufacturing process; Manufacturing mode; Technical characteristics; Main technologies

引言:

现阶段, 在国际市场竞争中, 更加注重以创新为主的创造行业发展, 而航天航空事业作为重点方向, 提高飞行器制造工艺水平, 将推动我国航天航空事业进一步发展。工艺技术作为生产制造过程中的基础, 在现代飞行器制造各个环节中发挥着重要作用, 包括设计、试制、定型、生产等各环节。随着科技水平不断提升, 现代飞行器制造的工艺技术也在不

断改进优化, 使得飞行器生产水平得到快速发展。可见, 深入研究飞行器制造工艺, 可以更好把握现代飞行器生产制造方向, 对我国航空航天行业可持续性发展意义重大。

一、现代飞行器制造工艺基本流程

综合分析飞行器制造工艺流程可知, 主要包含了工艺准备、毛坯准备、零件加工、装配总装、检测等过程。

1、工艺准备阶段。该过程主要就是设计工艺装备, 而后

运用机械制造协调技术,明确协调路线及方法,以此确保飞行器的制造外形,保证满足装配准确度要求。

2、毛坯准备阶段。绝大部分飞行器零部件外在形状较为复杂,并且尺寸较大,但刚度却较小,主要由冶金厂提供板材、管材、型材等材料,而后加工成相关的金属材料,如铝合金、镁合金、钛合金等^[1]。从整个飞行器构造看,当中使用了大量锻件、铸件,比如加强框、加强肋等位置,主要使用了合金钢锻造、高强度铝合金毛坯,一般需要经过巨型水压机作用才能完成锻压制造。就目前现代飞行器情况看,复合材料使用居多,目的在于降低结构重量,从而提高飞行器飞行性能。

3、零件加工阶段。该过程中,主要以钣金零件成形加工、机械加工、非金属材料加工为主。经由加工获得金属零件必须先进行表面热处理。

4、装配总装阶段,按照飞行器构造进一步实施分段装配,确保各类零件可以装配成不同的构件,如框、梁等,在此基础上,通过合构件,组建成不同的中端、前端等锻件、部件,确保飞行器各部分有效对接。在装配过程中,应当运用先进测量技术,确保各部件位置、结构等参数准确无误。目前,多数现代飞行器制造中都运用数字化制造技术,以此获得集成化整体结构。

5、检测阶段,装配操作完成后应当做好飞行器的安装调试,保证各系统可以通过功能测试。

二、现代飞行器制造工艺技术特点

(一) 先进的制造技术

对于现代飞行器而言,往往结构非常复杂,再加上飞行器面临恶劣工作环境,所以在质量、安全性、可靠性等方面具有极高要求。若还是运用一般的机械制造方式、加工技术,很难达到钛合金等难切削材料加工生产要求。所以,为了进一步提高加工精度,会引用先进制造技术、加工工艺,促使现代飞行器制造工艺达到一定水平,充分应用材料科学、信息科学、机械电子等学科,提升飞行器制造技术水平。例如,在飞行器整体薄壁零件加工过程中,为保证其加工精度,需要运用多坐标实施数控集成加工^[2];而针对一些孔多的动力装置来说,应当合理运用电解、激光、电子束等特种加工技术。纵观现代飞行器制造整体情况,最为常用的制造设备就是机电一体化产品,其中高速加工技术已经遍布自动控制技术、传感器技术等各领域,并朝向智能化、集成化方向发展。

(二) 具备柔性加工特点

现代飞行器产品在结构、使用等方面具有固有特征,正因此,使得制造工艺表现出较大差异。另外,在制造飞行器

过程中,使用的一些专业航空航天材料,为了满足航天航空需求,一般都具有较高刚度、强度,同时耐老化、抗腐蚀、质量轻。针对此类材料需要运用高温合金、复合材料、高强度钢、工程陶瓷等进行加工,但由于各类材料性能不同,在实际加工生产时应当运用特种加工工艺、设备。除此之外,在设计阶段就应当设计完善的复杂几何形状零件,而在生产过程中,由于飞行器制造前需要较长时间做准备工作,配备各类工艺装备,再加上产品本身更新换代快,所以很少会批量生产,所以在实际生产中采用的制造工艺,具有柔性特点。一般情况下,会在生产中力求工装简化,保证工艺高度柔性、应变能力,与此同时,也会运用数控技术构建柔性制造系统,如此实现多品种、小批量的产品制造目的^[3]。

(三) 尤为关注协作监督

可以说,现代飞行器制造工艺水平关乎国家安全、人民生产安全,必须提高重视度。分析飞行器实际制造过程可知,整个加工制造阶段使用了大量材料、半成品、设备、仪表等,不仅数量多而且种类多样,为保证生产制造顺利进行,往往需要多个单位、企业共同参与生产,相互协作。在此过程中,会制定完备的制造工艺规程、质量监控体系,以此保证整体制造质量稳定性。此外,为了进一步提高飞行器制造质量,还需要加强检验水平,借助精密检测技术从设计阶段入手,直至产品调试完成时,将试验融入到各个环节中,以此保证整体制造质量。基于当前经济全球化发展趋势下,现代飞行器制造业也开始呈现全球化发展态势,这对制造业而言,将迎来进一步的跨国深入合作和挑战,必须高度重视协作监督,确保在降低制造成本的同时,严格监管飞行器制造质量,从而逐步提高市场竞争力。

三、飞行器制造基本模式

(一) 飞机零件的制造

以飞机制造工艺为例,外界一直非常关注飞行器零件制造。因为在飞行器制造过程中涉及到较多零件拼接,而零部件的创新水平也直接影响着国家科技实力和工业基础方面的创新发展。现阶段,在飞机零件制造行业中,钣金零件占比较大,其中包含较多金属零件,如镁合金、铝合金、钛合金等,应用此类金属零件,可以发挥出金属元素稳定性,同时材料也较为容易得到,整体机械性非常好。在实际制造过程中,零件必须具备较好的成型性,同时,也应当兼顾稳定耐用性,但这两种性质却相互矛盾。针对此,在加工飞机零件过程中,采用热处理工艺手法,可以同时满足这两种性能要求^[4]。

分析金属热处理方式可知,其中涵盖了4种工艺,即退火、正火、淬火、回火。第一,退火工艺,需要按照规定将

温度加热到一定程度后,依照不同金属材料的具体性质及温度,通过放置冷却,保证材料处于一个适宜温度状态。退火工艺主要目的就是,使金属内部组织达到、接近一个平衡状态,进而为后面的淬火工艺做好准备。第二,正火工艺,此阶段,主要就是对金属零部件加工到一定温度,而后通过空气自然冷却,此工艺技术同退火技术相比,虽然具有相似之处,但在实际操作中,正火工艺所得零部件组织结构,更为细致。第三,淬火工艺,需要对零部件进行加热,而后做好保温处理,并利用水、油或其他液体,促使零部件快速冷却。此过程中,零部件的硬度会得到明显提升,但零部件会更脆。第四,为防止零部件过脆,需要进行回火工艺处理,达到降低零部件脆性的效果。

(二) 飞行器的装配工艺

在装备中,主要是按照两种方式进行,其中一种是集中装配,主要特点就是装配工艺较少,并且装配以集中为主,集中装配工艺在实际应用中,优点较为明显,不仅装配步骤转移少,而且装配步骤少,整体周转率得到大大降低,实际工作效率明显提升。而另一种分散装配,装配工艺较多,并且装配工艺繁琐,属于较多且分散的装配方式。该种装配工艺的优点为装配工作能够按照需求分散实施,同样可以提高工作效率,并且对改善工作周期具有重要作用。

如果是飞机装配,需要按照四种装配定点方法:第一,按划线定位。该方法主要使用通用量具、划线工具完成定位,同时在划线环节使用了专用样板,采用明胶模具晒线法。这种方法最大的优势就是操作简单,可以节省制造成本。但缺点也较为明显,即装配准确度、工作效率还有待提升。第二,按基准工件定位。应用该方法确定待装件位置,主要依据产品的点、线、面。在实际操作中较为简单,并且安装方便,整体应用协调性较好。但必须达到较高的基准准确度,一般是以装配基准的准确度为主。此外,还有按装配夹具定位、按装配孔定位,但这两种装配定点方法由于涉及到较为深度的飞机装配工艺,所以此次不展开论述。

四、现代飞行器制造工艺主要技术

(一) 一体化制造技术

随着飞行器飞行速度日益升级、优化,现代飞行器主要是半硬壳、硬壳式结构为主,其中零部件与整体构件偏多。引入一体化制作技术,可以借助数字化技术,对零部件结构和工装进行三维建模,在此基础上完成预装配、加工模拟、数字测量、检验等环节。而对于构件的加工,应当进行整体成型制造。比如复合材料,可以选择热压罐成型的共固化技术进行加工制造。此外,共固化技术也可以使用到预浸料/

液体成型工艺中,此种加工方法可以减轻复杂形状构件质量,进而简化飞行器装配工序。而对于一些大型整体构件的制造工艺,由于零部件巨大,一般会选用一些大吨位锻压机等设备,以此进行多工位数控加工,或者通过组成机床生产线,实现集成自动化加工^[5]。

(二) 数字化制造技术

现阶段,复合材料在现代飞行器制造中的用量不断增加,其中数字化技术成为复合材料构件加工处理的关键技术。在数字化技术应用下可以分析构件可制造型、设计模具、装配工装零组件、激光定位、优化成型等,大大提高制造效率,与此同时,也可以有效降低制造成本。例如,在预浸料预成型制造过程中,引入自动辅带、自动辅丝技术,可以实现对大、小曲率复杂构件的成型制造。除此之外,对于飞行器的装配,能够借助数字化技术定义各类零部件、构件的三维,并运用激光自动跟踪系统,精准定位各种工艺装备。

(三) 虚拟制造技术

虚拟制造技术也是飞行器制造中的关键技术,广泛应用于飞行器设计、装配、调试等工艺中。比如控制技术、仿真技术、建模技术,在实际应用中,能够有效发挥各类现代化技术优势,实现对飞行器加工流程的仿真建模处理,以此更加准确的把握飞行器加工生产性能参数。依托仿真分析技术,能够合理布局飞行器设计规划,进而找出产品设计中的缺陷,从而优化调整飞行器内部结构。

结论:

总而言之,随着科学技术水平不断提升,各类先进技术的引进和应用,很大程度上提高了现代飞行器制造工艺水平,使得产品实现了柔性制造,同时也满足了生产协作监督等要求。此外,在数字化制造技术、一体化加工技术、虚拟制造技术的应用下,将进一步提高飞行器生产质量和经济性。

[参考文献]

- [1] 史则颖, 叶冬, 彭子寒等. 飞行器共形天线新型制造工艺及应用研究进展[J]. 航空学报, 2021, 42(10): 157-173.
- [2] 武永, 陈明和. 航空发动机钣金件制造的科研项目讨论式翻转课堂探索[J]. 工业和信息化教育, 2020, 45(02): 32-36+42.
- [3] 郭栋. 航天飞行器金属结构的制造工艺及检验方法[J]. 农家参谋, 2018, 12(22): 242-243.
- [4] 顾轶卓, 李敏, 李艳霞等. 飞行器结构用复合材料制造技术与工艺理论进展[J]. 航空学报, 2015, 36(08): 273-279.
- [5] 耿雪峰. 航天飞行器金属结构的制造工艺及检验方法研究[J]. 科技创新导报, 2015, 12(06): 101-103.