

夹钉技术在自动钻铆系统中的应用研究^{*}

Research on Application of Gripping Fastener Technology in Automatic Riveting System

中航工业北京航空制造工程研究所 肖庆东 许国康 韩洁 卜泳 徐石磊

[摘要] 介绍了自动钻铆系统在国内外的应用情况,分析了自动钻铆上钉工艺流程,分别对夹钉技术在以液压为动力和电磁铆接为动力的自动钻铆系统的应用进行了研究,并作了对比分析,最后对国内夹钉技术的发展提了几点建议。

关键词: 夹钉 射钉 送料 自动钻铆

[ABSTRACT] The applications of automatic riveting system in foreign aerospace industries are introduced. The process flow of sending fastener is analysed. The application of gripping rivet technology in automatic riveting system based on hydraulic pressure and electromagnetic riveting are researched and analysed. Several suggestions of development of gripping fastener are given in the end.

Keywords: Gripping fastener Inject fastener Feed system Automatic riveting

自动钻铆是指在飞机装配过程中自动完成工件的制孔、送钉、铆接/安装等工作的过程。由于具有工艺过程简单、连接强度稳定可靠、检查和排除故障容易、能够适应于结构复杂的各种金属和非金属材料之间的连接等优良特性,钻铆连接已经成为飞机产品装配中主要的连接方式,广泛地应用于飞机壁板件的连接^[1]。采用自动钻铆技术能够保证装配件的连接质量,提高机体的疲劳寿命。

自动钻铆技术从概念上看主要包括制孔以及装配件的连接,然而在自动钻铆过程中更重要的一个环节是紧固件的输送——上钉。根据不同的连接形式、连接件直径及夹层厚度,不同类型、直径及长度的连接件被输送并插入到装配孔中。上钉过程主要包括送料、射钉、夹钉,本文将对不同类型的夹钉装置在自动钻铆系统的应用进行研究分析。

1 自动钻铆技术的应用

自动钻铆系统根据铆接动力的不同分为2类:以液压为铆接动力和以电磁铆接为动力。以液压为动力的自动钻铆系统的供应商主要为德国的 Broetje 公司和

美国的 Gemcor 公司。以电磁铆接为动力的自动钻铆系统的供应商主要为美国的 EI 公司。

现代军机、干线飞机的寿命分别要求达到 8000 和 50000 飞行小时以上,而手工铆接由于受工人熟练程度和体力等因素的限制,难以保证稳定的高质量连接。波音、空客的有关飞机结构设计手册中明确规定:为确保连接质量,设计时应使自动化铆接获得最大程度的使用。目前自动钻铆技术已经广泛应用到军机及民用飞机的装配过程中,包括 A400M、空客 A3XX 系列及波音 7X7 系列飞机^[2]。

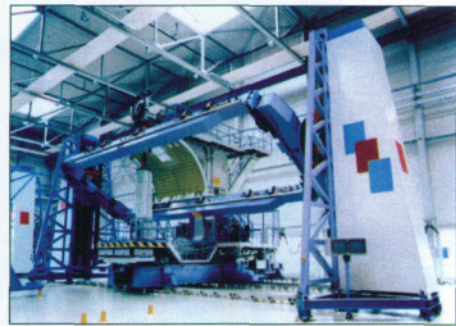


图1 以液压为动力的自动钻铆系统
Fig.1 Automatic riveting system based on hydraulic pressure



图2 以电磁铆接为动力的自动钻铆系统
Fig.2 Automatic riveting system based on electromagnetic riveting

2 自动钻铆上钉工艺流程分析

自动钻铆系统结构多样,其制孔、上钉、铆接装置也

^{*} 国家科技重大专题(2010ZX04007-052)资助。

有多种形式。自动钻铆系统的总体工艺流程如图3所示^[3]。

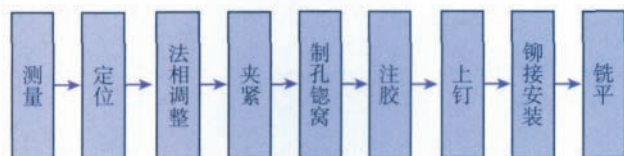


图3 自动钻铆系统总体工艺流程

Fig.3 Process flow of automatic riveting system

上钉过程是自动钻铆系统中非常关键的一个环节,将钻和铆紧密地衔接起来,连接了制孔和铆接安装的工艺流程。上钉过程主要包括:送料,将紧固件输送到末端执行器的射钉装置上;射钉,将紧固件推射到夹钉装置;夹钉,将紧固件夹持并插入到装配孔中。上钉过程的总体工艺流程如图4所示。

对于一个装配件来说,其连接件的形式有很多种,如不同类型(铆钉/螺栓、环圈)、不同直径、不同长度,因此其送料装置往往比较庞大,图5为GEMCOR自动钻铆系统的送料装置。该装置由很多振动料斗及送料通道组成。

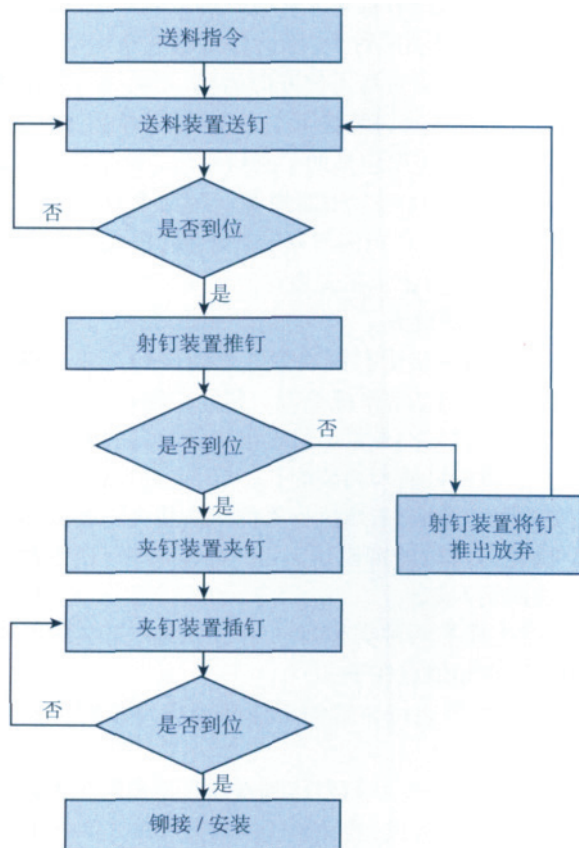


图4 上钉过程总体工艺流程

Fig.4 Process flow of sending rivet



图5 GEMCOR自动钻铆机的送料装置

Fig.5 Feeding system of GEMCOR automatic riveting system

射钉及夹钉装置一般集成在自动钻铆系统的末端执行器上。图6为EI自动钻铆系统的射钉及夹钉装置。

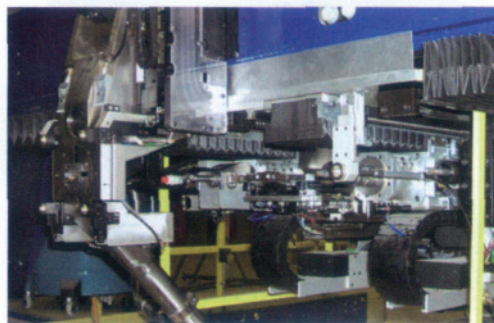


图6 EI自动钻铆系统射钉及夹钉装置

Fig.6 Inject fastener and gripping fastener of automatic riveting system

3 夹钉技术应用现状研究

夹钉是上钉过程的一个关键环节,该装置将射钉装置推过来的紧固件夹持,保证其与装配孔的同轴,然后将其送到装配孔并插入。对于铆钉来说,装配孔与铆钉为间隙配合,装配孔直径一般比铆钉大0.1mm左右,也就是夹钉装置夹持的铆钉与装配孔的同轴度在0.05mm以内。对于干涉螺栓来说,装配孔与螺栓之间为干涉配合,装配孔直径与螺栓直径有一定干涉量。这就要求夹钉装置有很高的制造精度及良好的重复定位精度,使每次夹持的紧固件顺利地插入到装配孔中。因此需要对夹钉技术进行研究,确保钻铆过程的连贯流畅。

不同类型的自动钻铆系统,其夹钉装置也不同。图7为以液压为动力的自动钻铆系统的夹钉装置,其集成在顶铆模单元上。

3.1 液压为动力自动钻铆系统的夹钉装置

该系统的夹钉装置集成在顶铆模组件上,安装在旋转结构的末端执行器的工位上,末端执行器可以上下运动,带动顶铆模组件及夹钉装置进给,紧固件出入到装

配孔中。

该夹钉装置主要包括：两个夹钉爪(带圆弧面,夹钉时与钉贴合,定位紧固件;两爪配合在一起后,两侧都有开口,用于紧固件推入及推出)、两个挡块,如图7所示。两个夹钉爪对称套在顶铆组件上,上端用小弹簧圈箍住,下端外套两个挡块(对称),用大弹簧圈箍住。挡块顶住压紧弹簧,用限位销钉定位。



图7 液压为动力自动钻铆系统的夹钉装置

Fig.7 Gripping fastener of automatic riveting system based on hydraulic pressure

当射钉装置向夹钉装置输送紧固件时,射钉装置将紧固件推至夹钉爪入钉一侧,紧固件顶住两个爪,并将两个爪撑开,进入两爪间的圆弧面,同时两夹钉爪在弹簧的作用下将钉夹紧。此时检测夹钉是否到位,若夹钉不到位,射钉装置继续推钉,将紧固件从两夹钉爪的出钉侧推出,放弃该钉。如图8所示,射钉装置将紧固件从夹钉装置推出。

夹钉装置将紧固件夹持后,末端执行器旋转将紧固件对准装配孔,然后向下运动,夹钉装置将紧固件插入装配孔,末端执行器继续进给,压脚将夹钉装置上的挡

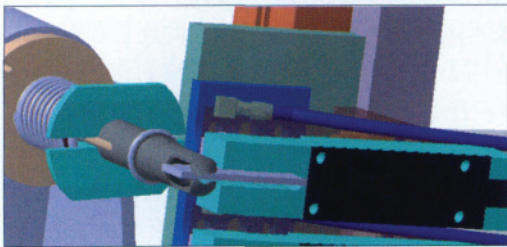


图8 射钉装置将紧固件从夹钉装置推出

Fig.8 Fastener pushed from gripping fastener by inject fastener

块挡住,驱动两夹钉爪张开,顶铆模组件从两夹钉爪之间伸出,顶住紧固件,完成铆接/安装。如图9所示,夹钉装置两夹钉爪张开。

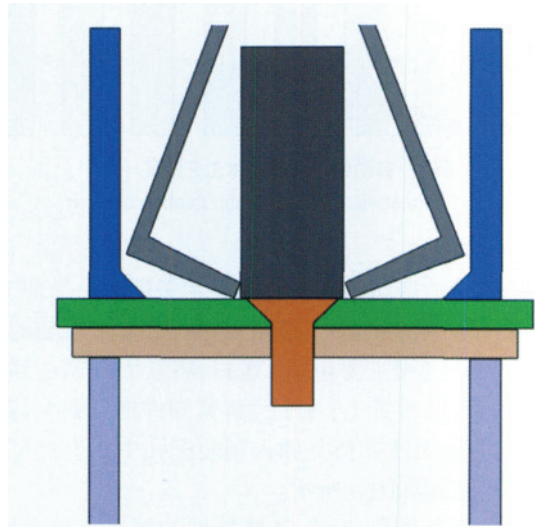


图9 夹钉爪张开

Fig.9 Fingers separated

3.2 电磁铆接为动力自动钻铆系统的夹钉装置

该系统的夹钉装置集成在电磁铆接装置上,安装在末端执行器的移动滑台上,该滑台可以左右运动,电磁铆接装置可以在垂直与工件方向运动,驱动夹钉装置进给、插钉。因此该夹钉装置基本上在水平方向工作^[4]。

该夹钉装置主要包括两个夹钉爪(带V型槽)、夹紧块、挡块、安装臂及两个压缩弹簧。两个夹钉爪安装在夹紧块上,夹紧块和挡件与安装臂连接,集成在电磁铆接装置上,压缩弹簧套在安装臂上。安装臂限制夹钉爪在进给方向上的位置。

该夹钉装置接受射钉装置的紧固件的工艺流程与液压为动力自动钻铆系统类似。紧固件输送过来时,夹钉爪张开,将紧固件夹紧定位。电磁铆接装置驱动夹钉装置进给,将铆钉插入到装配孔,然后夹钉爪张开,电磁铆接装置继续进给,末端执行器的压脚将夹钉装置的挡件挡住,电磁铆枪的铆模从夹钉爪中间伸出,顶住紧固件,完成铆接/安装。

通过上面对两种类型自动钻铆系统夹钉装置的研究分析,两者相似点在于:

(1) 紧固件夹持装置均采用两个夹钉爪对称夹持的方式;

(2) 均采用末端执行器压脚推动夹持装置挡件使夹钉爪分开的驱动方式,然后铆模从两夹钉爪之间伸出。

两种类型夹钉装置的不同点在于:

(下转第 104 页)

端肋定位器全部按照数模数控加工。

工装在车间采用激光测量仪进行安装。首先安装支撑单元,通过调平螺母调节到理论的安装位置。安装立柱时,以1号立柱为相对基准安装其他立柱,通过激光测量仪调节到理论的初始位置。安装定位器时,以定位器上3个靶标孔的理论位置为基准,确保定位器在理论位置且无偏转、无倾斜,并用环氧胶泥将立柱底座和支撑单元固定(图5)。

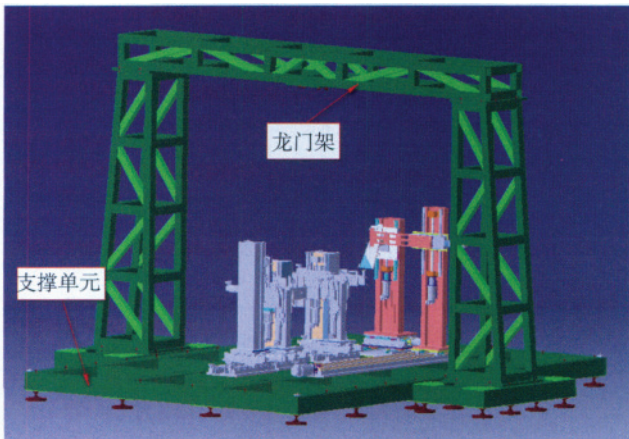


图5 前襟4部件数字化柔性工装

Fig.5 Digital flexible tooling of 4 components on front flaps

6 结束语

随着柔性装配技术的发展,传统的固定对接平台正在被由柔性工装型架、跟踪定位单元、计算机自动控制系统和自动钻铆系统等组成的柔性装配系统所替代。本文中所设计的数字化柔性工装既有可移动的装配型架,数量少,定位精度高,研制成本较低,占地面积小;又有机器人柔性制孔单元,制孔和铆接速度快,效率高,误差小,能实现某机型4种型号前襟翼的装配工作。在以后的实际应用中,通过不断结构优化和技术改进,将可以利用类似的数字化柔性装配工装逐步扩展到更大尺寸的机身对接和机翼的数字化柔性装配,满足国内飞机产业发展的迫切要求。

参考文献

- [1] 刘平,魏莹,邱燕平.现代飞机装配型架设计新技术.洪都科技,2007(3):17-21.
- [2] 范玉青.现代飞机制造技术.北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [3] 郭恩明.国外飞机柔性装配技术.航空制造技术,2005(9):28-32.
- [4] 郭红杰.大型飞机装配技术.航空制造技术,2010(18):52-54.
- [5] 潘志毅,黄翔,李迎光.飞机制造大型工装布局设计方法研究与实现.航空学报,2008(3):757-762. (责编 良辰)

(上接第100页)

(1)以液压为动力的自动钻铆系统一般采用卧式装配(工件卧式),即夹钉装置主要在竖直方向运动,或与竖直方向一定角度;以电磁铆接为动力的自动钻铆系统一般采用立式装配(工件立式),及夹钉装置主要在水平方向运动,或与水平方向有一定角度;

(2)以液压为动力的自动钻铆系统夹钉装置的夹钉爪通过顶铆模组件套合定位,即紧固件与装配孔的同轴度通过顶铆模组件保证;以电磁铆接为动力自动钻铆系统夹钉装置自身定位,及紧固件通过夹钉装置来保证与装配孔的同轴度。

4 结束语

国内中航工业北京航空制造工程研究所在“十一五”预研课题中,针对以电磁铆接为动力的自动钻铆技术进行了大量的研究,并且研制出了一套自动钻铆系统的样机,能够自动完成测量、定位、压紧、制孔、上钉、铆接/安装等操作。该系统样机的夹钉装置能够实现铆钉及螺栓的上钉及插入。但该系统的夹钉装置在夹钉可靠性及上钉效率方面需要进行一定的改进优化。目前该系统样机正在进行试验及改进,在上钉的连续性 & 效率方面有了很大的提高。

上钉是自动钻铆的关键环节,而夹钉技术在上钉过程中也至关重要。因此在夹钉技术方面国内应该加大研究力度,研制适应电磁铆接技术的夹钉装置。针对夹钉技术及夹钉装置的研究开发方面提几点建议:

- (1)对国外的夹钉技术进行研究,消化吸收,然后进行适应国内自动钻铆要求的夹钉装置的设计研究;
- (2)在夹持装置的设计上要充分考虑紧固件的定位问题,尤其在干涉螺栓安装时,对紧固件的定位有更高的要求;
- (3)对现有的自动钻铆样机加快进行试验及改进,对系统的可靠性进行充分验证;
- (4)优化系统的工艺流程,对工艺过程的并行性进行分析,提高系统的工作效率。

参考文献

- [1] 《航空制造工程手册》总编委会.航空制造工程手册(飞机装配分册).北京:航空工业出版社,1993.
- [2] 许国康,高明辉,肖庆东.电磁铆接技术的发展、设备研制及应用探讨.航空制造技术,2010(23):38-41.
- [3] 张开富,杨殿国,李原.壁板自动钻铆行为及变形分析技术综述.航空制造技术,2010(23):67-72.
- [4] Holden R, Haworth P. Automated riveting cell for A320 wing panels with improved throughput and reliability (SA2). SAE International, 07-ATC-208. (责编 良辰)