

移动式工装夹具在 A350XWB 飞机装配中的开发与应用

Development and Application of Mobile Fixture in A350 XWB Assembly

中国航空工业发展研究中心 杨玉岭



杨玉岭

助理研究员,工学硕士,毕业于南京航空航天大学机电学院,现在中国航空工业发展研究中心从事航空咨询工作,长期跟踪研究国外航空制造技术相关动向。

随着 A350XWB 大飞机的生产,许多飞机装配供应商都在专用工装、夹具和固定装置等方面作了重大投资。如何才能更高效地提升飞机装配的质量和速度,是所有装配供应商都想解决的一个重要课题。这种背景下,一种加速飞机装配的移动式生产工装应运而生。

概念及优势

移动式工装夹具,是通过夹具本

移动式夹具系统的最大好处就是“柔性”。与传统方法不同,移动式夹具所在的装配线不是某个产品专用的,任何能够匹配在加工及工作台之内的相似的航空结构都能够应用该装配线。这使得其他项目引入这种生产线时不会增加新的成本和交付时间。

身在专用加工设备及工作台上运动,而实现装配的一种流动式夹具。这种移动式夹具系统包含了单个夹具的定位功能,即完成一项定位和加工内容之后,通过自动引导装置在加工台之间进行定位与加工的转换。这种夹具系统通过配用 3D 激光扫描技术可测量连接断面间的确切尺寸,并将测量信息转换为确切的 NC 加工程序,还可配备激光跟踪系统自动进行水平校订,以保证装配连接的最佳性。

飞机的复杂主子系统的装配制造,传统上使用的是静态夹具。这种方法由于专用装置不能 100% 得到利用,导致过程非常低效。移动式夹具系统的最大好处就是“柔性”。与传统方法不同,移动式夹具所在的装配线不是某个产品专用的,任何能够匹配在加工及工作台之内的相似的航空结构都能够应用该装配线。这

使得其他项目引入这种生产线时不会增加新的成本和交付时间。

开发与应用

随着飞机项目对生产速度的要求越来越高,夹具及加工装置的置办和使用也将成倍增长。A350XWB 这种大飞机的生产,已经使许多飞机装配供应商在专用工装、夹具和固定装置等生产能力方面做了重大投资。这一方面是由于碳纤维复合材料部件用量的增加,另一方面也体现了主要的一级供应商和主承包商之间密不可分的关系。供应链的不可剥离性使得承包商和供应商之间为了谋求利益的最大化而共同努力。

度量方法、工装材料以及装配方法的创新推动着大型复合材料结构制造容差管理能力的发展。这对贯穿整个供应链上不可再现的生产工程、装备的大量技术开发及投资

追踪成为可能。A350 的部装及系统集成中已经应用了很多这样的新技术,像 GKN 航宇公司在 Filton 工厂的自动测量技术,普利耶母航空技术(Premium Aerotec)公司在诺登汉姆(Nordenham)以及奥格斯堡(Augsburg)的脉冲式移动装配线,以及 Spirit 航空系统欧洲公司(Spirit AeroSystems Europe)在 Prestwick 的低热膨胀工装。GKN 航宇公司目前正在引入一种流动装配线方式,通过这种方式,夹具本身可以在专用加工设备及工作台上运动。Brötje Automation 已经同 GKN 合作来为 A350 的固定式机翼后缘开发这种新式的先进装配技术。这种技术在每侧通过三个可移动夹具将内侧、中心和外侧翼梁段固定在一起。这种移动式夹具系统已经包含了单个夹具的定位能力,可对内侧翼梁的连接进行定位和钻孔,然后通过自动引导装置在加工台之间进行转换。这种技术采用 3D 激光扫描技术来测量内侧翼梁两个连接断面间的确切尺寸,并将测量信息转换成确切的 NC 加工程序。机翼后缘三个部段在装配台上的装配连接要通过一种激光跟踪系统来自动进行水平校订,以保证三个部段的最佳装配。

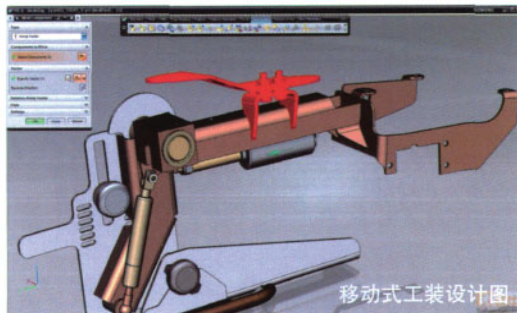
在普利耶母航空技术公司的奥格斯堡和诺登汉姆工厂的机身蒙皮项目也同 Brötje 合作,正在使用一种拼成的预装配台和脉冲式移动装配线(PML)。在这种装配线上,工件一步步脉冲式沿着装配线序列前进,在

不同的连接单元将手工装配和全自动机器人相结合一起工作,这与汽车工业的装配线非常类似。

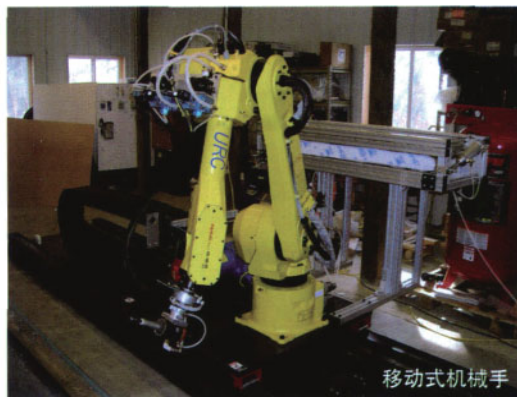
面临的技术问题

这些应用体现了移动式工装夹具的柔性、高效性,尤其是它的非专属性,但要达到精细应用还需要解决很多的技术问题。首先,为了满足质量需求,必须开发和引入新的专利型钻孔技术,使得机器人可以对多种不同的材料进行钻孔,包括对 17mm 厚的钛材的钻孔。其次,这种高度机械化方法已经取消了装配前人工布置部件位置时发生干涉的可能性,但为了真正能够做到这一点,还必须对所有装配供应商的部件公差和设计实施改进。另外,对于工装夹具在移动时热膨胀的考虑也是一个亟需解决的问题。

像 Spirit 航空系统公司在 Prestwick 工厂的机翼前缘装配线,考虑工装在传统箱形钢结构上移动的热扩展以及在高热敏感区域使用不胀钢成为必然。Spirit 在采用这种技术时识别出了重大的风险,因为这种技术对航空结构装配来说是一种完全不成熟的概念。但是通过与其供应链伙伴 Acrosoma、Manufax Engineering 和 Assystem 英国公司合作,分析其工程细节,共同设计出一



移动式工装设计图



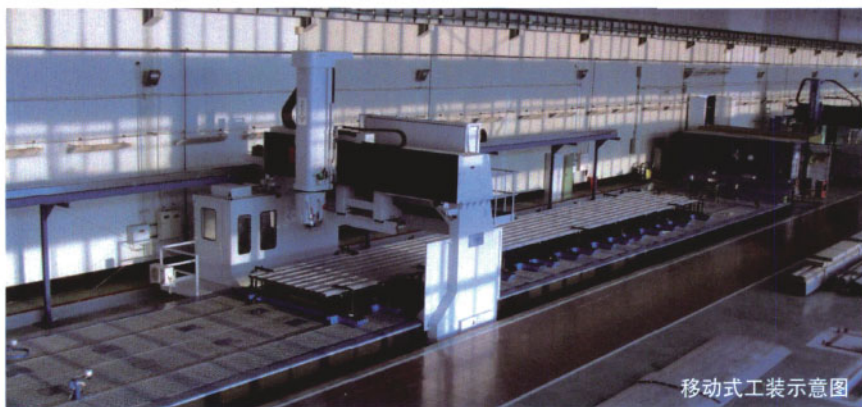
移动式机械手

种适用于 A350 固定式机翼前缘装配需求的方案。Acrosoma 公司的 3D 编织层压复合材料与复合材料翼梁及 J 型板部件的热特性非常相似,采用这种材料可以使装配厂在 40m 长的夹具装置上将几何公差控制在 $\pm 0.25\text{mm}$,而不需要采用额外的温度控制手段。尽管如此,还有很多其他的批产技术需要开发,以便实现最终的方案。

应用前景及价值

以上讨论的所有这些开发技术都是伴随着飞机设计而产生的。也就是说,这些技术的产生突出了产品与生产过程发展之间的紧密关系,也突出了顶级供应商对整个设计及制造业务所负有的责任。因此,随着“移动式”概念的不断衍生和“自动化”装配需求的推进,移动式工装夹具系统技术作为一种辅生技术,其发展需求也将会得到促进,并且将有可能推动飞机装配业进入崭新的一页。随着设计和制造过程的不断协同,移动式工装夹具系统技术的创新将有更大的空间。

(责编 三丰)



移动式工装示意图