

基于可移动工装的固定后缘 装配概念

Fixed Trailing Edge Assembly Based on Moveable Jigs

德国宝捷自动化有限公司
上海合鉴商务咨询有限公司

本文介绍的固定后缘装配设施的制造系统结合了传统手工制造工艺和高度自动化的机器。引入带可移动装配工装的流水工艺,使得生产效率大为提高,设备的运行时间也得到优化。该系统也可灵活地处理不同的机型。

本文介绍的固定后缘装配设施的制造系统结合了传统手工制造工艺和高度自动化的机器。引入带可移动装配工装的流水工艺,使得生产效率大为提高,设备的运行时间也得到优化。该系统也可灵活地处理不同的机型。本文着重介绍该制造系统具有的最先进技术的主要方面,并针对一个实际飞机项目从设计阶段到运行投产的系统集成进行诠释。

空客 A350XWB 固定后缘装配项目是针对最终月产达 13 架份而提供的固定后缘装配交钥匙方案。交货时间的要求使得项目必须与工程设计同步实施,即在产品设计和开发的同时,该设施也同时进行开发和实施。

机翼的固定后缘(FTE)包括 3 个主要结构段:内段、中段和外段。先对这些部段分别进行装配,再校准和对接完成整个固定后缘。一架飞机需要两个固定后缘,左舷和右舷机翼呈镜像对称。因此一个固定后缘

的装配设施必须处理 6 个不同部段。表 1 显示了组成该设施供货范围基础的关键数据。

制造和装配这种紧公差飞机结构需要高精度的装配工装。习惯上,这些工装安装在大型混凝土地基上并设置为名义设计规格。这样可以得到可能的最高精度和重复精度。使用固定工装的缺点是所有生产步骤必须在这些固定位置上进行。由于空间和可达性的问题,这就限制了自动化的使用,降低了产能。

在采用新的办法来制造可移动装配工装时,面临许多问题,例如:

- 在静止和移动条件下保持精度;

- 环境温度改变带来的影响,没有大型混凝土块作为“温度变化缓冲区”;

- 在生产过程中,任何时候都要满足健康和安要求;

- 产品零件移动的控制和操纵。

需要全盘看待这一概念,所有生产工艺步骤将在几个工作单元间,而不是在一个静止“单元”逐步进行。按这种方式,生产设备保持静止,而产品零件将围绕着制造设施移动。这一概念上的改变需要调和其中每个站位的循环时间。因为每个飞机架份包含 6 个主要结构(3 个左侧,3 个右侧),这样就需要优化设备使用率以达到产能和投资的最大比率。

表1 零件和设备的关键数据

要处理的零件重量	最大达 1.3t
可移动工装的尺寸	约 3.3m × 4.7m × 10.5m
可移动工装的重量	最大达 28t
MCV 重量	约 22t
龙门机器的行程范围	X 方向 12.5m; Y 方向 3.5m; Z 方向 3.0m

冲突管理和工作情况监控。

自动化

迫于市场压力,新的飞机项目需要提高生产率。客户也倾向于在生产流程中实现一定的自动化程度。但只有在单台自动化设备可替代大量的手工作业时,这个要求在经济上才有意义。

对 A350AWB 固定后缘的装配项目,其制孔和清理工作被认为是消耗时间的劳动密集型工作。因此工作步骤被分解为多个阶段并在手工和自动化流程中按顺序进行。设立独立站位用来物理分离手工作业和自动化作业。健康和安全方面的法规也不允许在同一地方,并行展开自动化和手工作业。将这两种作业分到不同的站位中,保证了操作人员和昂贵设备的最佳资源配置(操作人员不用等候自动化步骤运行,机器也不会在手工作业时闲置)。

引入自动化工艺也会全方位改善生产的质量。例如,只有稳定的重复性的工艺能够保证将所制的孔达到指定的公差。可靠的,按编程路径

表2 每架份孔的典型数量

孔的数量	约 460 个
直径	约 6.4~29.1mm
层厚	约 20~80mm
材料	碳纤维复合材料;铝合金和钛合金

运行的固定机器提供了比手工作业更加优秀的能力。一架份内制孔的典型数量如表 2 所示。完成这一任务有两种方案:(a)用于大直径孔的 5 轴龙门机器(图 5);(b)用于 15.9mm 以下直径孔的机器人系统(图 6)。

工作区的污染

采用固定工装时,制孔和清理工艺中产生的碎屑可以集中到一个区域并轻松清理掉。对移动工装,当它在流水线上移动时,必须立即收集产生的碎屑以防止其污染运转的零件和其他工作站位,这一点很重要。为解决这一问题,系统钻头周围设计了抽吸设备来清除所有产生的碎屑。同样地,制孔使用的润滑剂会有溅到工装上污染车间内其他区域地面的危险。使用 MQL (最小量润滑剂) 系统,这一风险就会降低。该系统根据材料的组合和孔径提供钻头所需润滑剂的准确剂量。龙门和机器人系统都已经应用了这些定制功能。

项目管理

当设计和安装一套装配设施时,是客户产品确定了项目需求、设备的规格和能力。对并行工程项目这是一种特别的挑战。当客户产品改进时,所有的更改对工装、型架、站位及它们之间交互关系的影响必须予以评估。为了管理这样的项目,清楚界定职责和角色界面,保持透明的变更管理流程以及确保各方的及时沟通都是很基础的工作。按时完成是一个关键问题,所以必须明确节点并一致遵守。



图5 五轴机加站位中的可移动工装

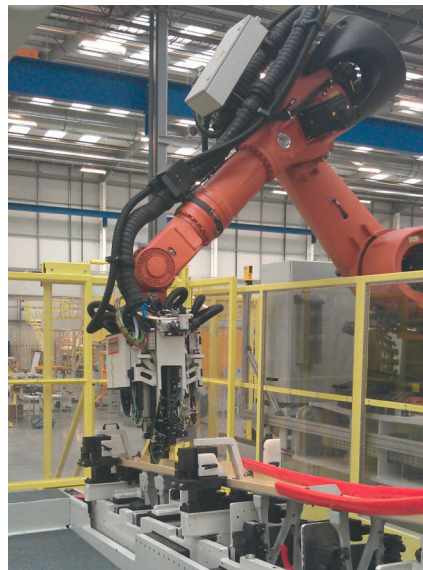


图6 机器人制孔

结束语

本项目是按照交钥匙工程实施的,是由一个集中的项目团队与客户一道紧密配合进行管理的。作为一个并行工程项目,从投标时的最初想法到在客户现场的安装和调试,其间进行了多次改进来满足要装配的零部件不断变化的要求。

从客户的角度来看,调试一个交钥匙项目大大减少了管理供应商界面的需要。因而这一关键特点提供的巨大优势便是,从概念开发到设计和制造,直至首次运行可全面依托单一的负责的合作伙。无论从大型的自动化解决方案还是到最小的生产设备,交钥匙合作伙伴都会尽心尽责。复杂自动化方案的自有知识的使用结合高技能的合作伙伴使本项目取得了成功。

(责编 良辰)

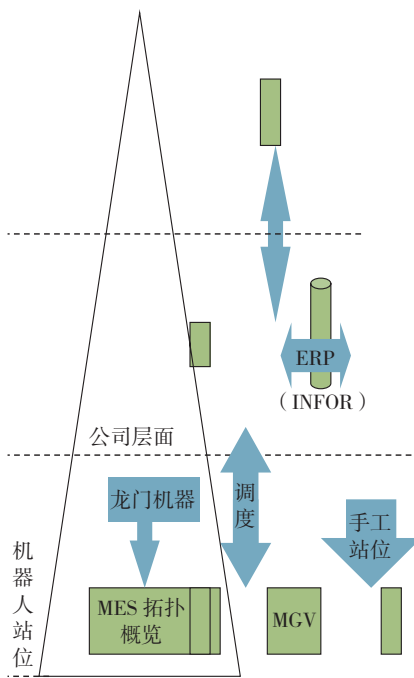


图3 制造执行系统 (MES) 可能的拓扑结构