

面向航空线束的数字化制造关键问题探讨

何观林

宝胜科技创新股份有限公司

摘要:航空线束由导线、电连接器、保护材料、卡箍等组成,它是贯穿和连接设备各部位电气系统及电子设备的桥梁与纽带,负责电气设备间的通信及电力传输,它被称为“中枢神经及血液循环系统”,其质量与可靠性直接影响着现代先进飞机的效率及安全。

关键词:航空线束;数字化制造;问题

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.01.195

线束是根据一定的设计要求,由导线、端子、绝缘护套、绝缘捆扎材料组装而成的一种接线部件,它在电气系统间起着传递电力和信号的作用。线束的可靠性直接影响系统的可靠性,基于此,本文对航空线束的数字化制造关键问题进行了详细的阐述。

一、系统设计思想

航空线束数字化制造目标是提高工艺设计质量、缩短生产准备周期、实现技术状态管理。因此,在工艺设计阶段,要尽可能避免生产制造中可能出现的问题,并对生产过程提供相应的信息支持和过程控制,从而实现质量、效率、成本的并行优化。

目前的飞机线束设计是以“一图两表”(即示意图、导通表、物料表)的形式提供线束设计信息,存在数据分散、不直观等问题。在线束生产的过程中,相关的制造信息及数据仍需改进,并且还有大量的工作,如工艺规则计算、零附件选配等。此外,随着电子设备的大量增加,飞机线束的更改越来越频繁,特别是对试制阶段的技术状态控制已成为产品数据管理的难点。

空客A380在研发阶段曾出现电缆产品数据不一致的问题,导致德冈安装前、后机身段的线缆与法国装配的中机身段线缆结构不协调、无法对接的问题,不得不将德国制造的机身段运回原厂重新组装,这导致空客公司将A380的交付时间推迟,其损失成本较高。

数字化制造支持系统由PDM系统负责采集线束设计数据,主要服务于工艺设计及制造过程。在工艺设计阶段,通过整理工艺规范及检验规则的程序化,按工艺要求校准检查,在工艺准备阶段排除人工校验不易被发现的设计问题,从而为工艺人员提供科学的审查途径;在生产制造阶段,可建立飞机线束生产的全过程管控机制,实现生产过程的可视化和生产物料的成套管理,并根据技术状态管理的实际要求,追溯其变化历史。

二、航空线束制造工艺过程

由于航空线束批量小、种类多,使用的导线外观相似。每根导线都有一个唯一的编号为标识,所以每道工序都要提供详细的工艺文件,包括:

1、生产准备阶段:提供热缩标签打印和导线激光印字的相关工艺文件。

2、布线工艺:提供线缆1:1展开图和便于人工布线的连接关系工艺文件。

3、端接工序:需提供屏蔽处理、死接头处理、端接等工艺文件。

4、测试工序:提供测试工艺文件。

由于飞机线束逻辑复杂、工程变更频繁,决定响应的工艺文件应符合加工约束,还需便于工人理解处理,相关工艺文件种类繁多,内容量大,由技术人员手工编制的传统方式已不能满足生产要求。

三、航空线束数字化制造系统框架

根据以上分析,针对单件小批量的生产模式及敏捷柔性的生产特点,航空线束制造需集成传感技术、控制技术、信息技术,从硬件设备、产品数据和生产过程控制三方面全面展开数字化制造建设。

航空线束数字化框架主要从以下方面解决当前的制造问

题:①统一产品数据模型。以电气逻辑信息及数字样机为基础,构建航空线束产品数据模型,并附加面向制造及检测所需的工艺信息和制造信息,形成统一的产品数据模型。②辅助加工设备的应用。通过在导线上增加线卡,对实物进行标识,并对相关设备进行改造,以识别出导线的相关信息,利用计算机系统实现辅助布线及检测。③信息系统优化改进。利用物联网感知技术获取加工过程数据,利用工作流技术实时推送物料和工具信息,使制造过程透明化。

1、统一产品数据模型。航空线束由导线、电连接器等部件组成,其中导线是信号及能量传输的载体,依据其包含芯线的数量和功能,可分为单芯线、多芯线、双绞线、引出线、屏蔽线等;电连接器是用来连接两个有源设备的元器件,可分为电连接器和尾附件两个相互匹配的部件;此外,附在线束或电连接器上的,还有起标识、固定或保护的附件,如标识套管、焊锡环、卡箍等。

通过对线束的组成和结构间从属、匹配、连通关系的分析,得出线束本体的主要概念,如端子、电连接器、后附件、接触偶、导线、单芯线、多芯线、屏蔽线、引出线、焊锡环、死接头、标识套管等,建立航空线束产品本体模型,描述线束的组成、结构、连接关系和加工约束,便于设计、工艺、制造等不同系统的应用及交互。

基于航空线束领域本体,将工艺知识及制造约束以规则的形式进行语义描述,实现基于规则推理的辅助工艺决策,促进知识的共享及复用。

2、辅助加工设备的应用。航空线束结构复杂、连接关系多,布线过程需结合线束拓扑结构及电气连接关系来制造,它往往需多人的合作来进行相关信息及被加工物的敷设。为提高信息利用效率,以导线的标识及识别为基础,建立人、机、物、信息一体化的数字布线流程。

通过在待加工导线上加装印有条码的卡线器作为该导线的标识,以建立与线号、连接关系等信息的关联,并在布线过程中,采用改进的光电辅助布线板来显示待处理导线的拓扑结构。

在数字化布线过程中,操作人员不再需读取纸质操作说明书,可根据辅助布线板的提示信息完成布线,有助于实现无纸化制造。

3、信息系统的优化改进。基于工作流技术,对航空线束流程进行建模,利用事件关联业务活动的执行者、输入输出信息、资源消耗与工序流程关联起来,以流程任务驱动工序过程,完成相关信息的采集。此外,通过建立线束制造过程工作流模型,实现了线束制造过程各架次的可视化控制,便于实时掌握线束生产进度。

总之,飞机线束的工艺设计处于电气系统设计过程的末尾,但需在装配前期敷设。目前,该工艺仍以手工完成为主,从而使工艺与生产准备时间紧迫、工艺符合性差的矛盾较突出。此外,航空线束的拓扑逻辑复杂,需综合分析电气逻辑、制造工艺、装配约束等信息及要求。同时,由于信息技术的飞速发展和电子设备的快速更新,传统的纸质制造信息在传输中已不能满足线束生产的柔性要求。因此,开展航空线束智能辅助工艺设计与制造技术研究及相应的软件系统开发迫在眉睫,以应对航空机电系统网络化、信息化、智能化的发展给航空线束敏捷研制带来的挑战。

参考文献

- [1]李婉月.航空线束的数字化制造关键问题[J].数字兰台,2015(10).
- [2]武鹏.面向航空线束的数字化制造关键问题探讨[J].航空制造技术,2017(14).
- [3]杨钊.面向航空线束的数字化制造关键问题探讨[J].军民两用技术与产品,2018(07).