

面向航空线束的数字化制造关键问题探讨

赵艺颖

西安飞机工业(集团)亨通航空电子有限公司 陕西 西安 710089

【摘要】：近几年，我国的高新技术水平飞速提高，数字化技术逐渐应用到各个领域，航空企业运用数字化技术简化各个系统的数据传输，利用数字化模型自动生成工艺设计，计算出制造成本。将数字化制造技术应用到航空线束制造中，能够提高线束可靠性，降低线缆类零件的故障率，确保系统稳定运行。当前，我国的航空线束数字化制造中存在一些关键问题急需解决，本文通过对航空线束的制造现状进行分析，制定有效的航空线束数字化建设方案，提高航空线束的数字化制造水平。

【关键词】：航空线束；数字化制造；关键问题

根据时代发展所需，航空企业加大新技术、新产品的投入使用，建立数字化模型，利用数字化技术构建先进的数字化制造系统，将数字化模型投入到航空线束产品的制造加工中，提高航空线束制造的自动化、数字化水平，提升生产柔性，实现智能化制造。将数字化制造技术应用到航空线束产品的制造加工中是航空企业提升市场竞争力的有力举措。

1 航空线束的研究

线束由成品(导线、电连接器、模块等)、标准件(端子、死接头、焊锡环等)、辅助材料(标志管、绝缘护套、金属屏蔽套、捆扎材料等)组成，按照装配设计方案组成的线束组件，用来传递电力和信号，实现电力系统、通信系统、网络系统的正常运行。航空线束有别于刚性实体，具有柔性可变的特点，国内相关学者通过建立线束几何模型，对线束进行布局设计和故障检测，了解航空线束的几何形态与物理特性。航空企业使用商用的建模软件，如 pro/E 平台的 pro/CABLING，确定线束的走线、结构分支、实际长度和卡紧位置等信息，conru 在 park 等开发的多 agent 系统上整理出线束布线的整套算法，实现线束的自动化布局^[1]。航空企业使用专业的线束设计工具实现线束的电力逻辑设计和工艺文件自动生成功能。相关学者的研究与专业软件的应用，为航空线束物性建模、电气设计、布局算法等数字化制造提供了有力支持。在研究过程中，相关学者发现数字化模型虽然简化了航空线束的制造流程，但是数字样机测量的精度不足，在实际制造中缺乏数据采集与校验，导致航空线束的数字化设计与实际制造加工不符，数字化水平较低，无法提高线束生产的柔性和快速响应能力。

2 航空线束的数字化制造关键问题

当前，我国的航空产品大多实现了数字化设计，而航空线束制造加工受到生产模式的限制仍处于手工制造阶段。航空线束生产准备、布线和端接三个阶段的工艺要求较高，大

规模数字化生产无法满足航空线束的高柔性要求。因此，航空线束采用了单件、小批量的生产模式，数字化制造技术得不到有效实施。目前，航空线束数字化制造的关键问题体现在以下几个方面：

2.1 设备的利用率低

采用大规模生产模式的制造企业，可以根据工序和规格集中生产加工，使用的设备以提高生产效率为目的，实现流水线形式生产，设备可以独立作业。航空企业是单件、小规模生产，导线数量大、规格多、要求高，使用的剥线机、激光印字机和自动切线机等设备无法满足航空线束制造的高柔性要求，设备在使用过程中需要人工调整工艺参数，无法独立作业。航空线束的拓扑结构复杂，需要在完成布线、捆扎后对导线做端接处理，完成导线死接头处理、套标识、导线剪齐、屏蔽处理和接触偶压接、焊接等工作内容^[2]。仪器设备很难获取导线信息，因此需要人工识别导线信息，调整设备参数，设备的自动化水平低，在航空线束制造过程中的利用率低。

2.2 数据信息采集难

航空线束在制造过程中离不开人工识别与操作加工，工作人员的劳动强度大，难以精准、高效地采集加工信息。工作人员在制造过程中习惯预留较大余量，导致航空线束制造加工出现偏差，增大故障发生率。没有及时有效的采集到制造加工信息，导致无法对制造加工过程进行有效监控和故障排除^[3]。

2.3 制造与设计脱节

即使有些航空企业已经在航空线束制造过程中使用了数字化模型，但是一些生产环节仍然没有实现自动化生产，制造人员需要按照设计方案手工完成作业。设计变更不能及时传递给制造人员，制造过程中产生的信息也无法及时反馈

给设计部门,设计与制造脱节,航空线束制造过程中的一些问题得不到有效解决。

3 航空线束数字化制造系统框架

根据航空线束的单件小批量生产方式和高柔性生产特点,采用信息技术、传感技术、控制技术等技术配合硬件设备建设数字化制造系统,实现航空线束的智能化制造。航空线束数字化制造系统包含统一产品数据的模型,以数字样机和电器逻辑信息为基础构建航空线束数据模型;辅助加工设备,对导线做表示,增加导线线卡,提高设备利用率,有利于设备采集和识别导线信息,实现辅助布线与检测导线的功能;优化信息系统,采用物联感知技术采集航空线束制造信息,及时、全面掌握航空线束制造过程中的信息,根据加工进度实时推送物料信息。

3.1 统一产品数据模型

航空线束由导线、电连接器、依附于线束起标识和固定作用的附属件(如标识套管、卡箍、焊锡环、死接头)等组成。导线是航空线束的主要构成元器件,导线可以传输信号与能量,根据导线功能和芯线数目可以分为引出线、屏蔽线、单芯线、双芯线、多芯屏蔽线等多种类型。电连接器可以连接两个有源设备。根据航空线束的组成结构和连通关系,确定线束本体概念,建立有端子、单芯线、多芯线、引出线、屏蔽线、电连接器、标识套管和死接头等线束结构的本体模型,通过统一线束本体模型制定辅助工艺决策^[4]。

3.2 应用辅助加工设备

在线束制造加工过程中投入辅助加工设备的应用,加强设计与制造的联系,简化数字化布线流程,制造人员按照辅

助布线板上提示的信息进行布线,实现无纸化制造。航空线束的布线工艺复杂、连接关系较多,设计人员根据线束结构和电气连接关系设计布线工艺,工作量大,需要多人配合。应用辅助加工设备对导线进行标识和铺设,建立人机交互的数字化布线流程。在待加工的导线上增加印有条码的卡线器,将其作为导线的标识,建立导线标识、线号、连接关系等信息的关联。在光电辅助布线板中显示待加工的布线拓扑结构,制造人员按照布线工序进行布线时,省去了读取纸质作业指导书的步骤,提高了布线工艺的效率与质量。

3.3 优化改进信息系统

采用 workflow 技术对航空线束工艺流程建模,将制造工艺信息、消耗资源和工序流程整合在一起,用流程任务驱动工序过程,完成数据信息的采集。通过优化信息系统,建立航空线束 workflow 模型,对线束制造过程中的各个工序进行可视化管理,实时掌握制造进度,监测线束制造故障,提高航空线束制造的数字化水平^[5]。

结语

国内的航空线束数字化制造研究起步较晚,基于数字化模型的制造技术不成熟,航空线束的生产模式不适用于数字化制造系统的运行。航空企业根据当前数字化制造中存在的问题进行研究和分析,优化航空线束的工艺流程,构建航空线束仿真模型,提高成品航空线束的质量,降低航空企业的线束制造成本。航空企业运用信息采集系统采集航空线束的加工数据,结合实际生产情况,设计航空线束数字化制造工艺,运用相关数字化模型简化线束制造流程,提高航空线束的制造效率。

参考文献:

- [1] 何观林.面向航空线束的数字化制造关键问题探讨[J].城镇建设,2021(1):243.
- [2] 武鹏,张一哲,闻敬谦,等.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):97-100,105.
- [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(14):27.
- [4] 徐轲方.航空线束数字化制造问题探索[J].科学与信息化,2021(6):30.
- [5] 武鹏,王春阳,闻敬谦,等.飞机线束数字化制造系统研究与开发[J].航空制造技术,2017(7):67-71.