

飞机制造工艺装备设计现状与发展研究

刘圣西*

航空工业西安飞机工业(集团)有限责任公司, 陕西 710089

摘要:随着我国科学技术的不断发展,在工艺装备的设计制造方面越来越注重精细化、标准化。通过标准化生产制作,不仅能够加快零件的制造效率,还能使得生产的零件更加精密。飞机制造是对精密度要求很高的行业,由于航空业的特殊性,在进行工艺标准设计时要考虑诸多因素,同时要保证安全性、可靠性,达到规定的精密度。本文对飞机制造工艺现状进行阐述,讨论了国外先进的飞机制造工艺标准化设计经验,期望我国在飞机制造领域中继续发展工艺装备设计,向前发展。

关键词:飞机制造工艺装备;设计;航空;标准化

一、前言

在飞机制造中,工艺装备设计的标准化是十分重要的,主要指的就是在工艺装备制造生产的过程中严格遵循标准化设计、标准化加工以及标准化使用^[1]。并且,飞机制造是精密度要求很高的行业,在严谨的制造过程中容不得一丝马虎。工艺装备设计、加工、制造是否按照标准严格生产会对飞机制造的质量产生很大影响。所以,进行标准化的设计、生产对于飞机制造工艺装备来说是不容忽视的。为了保障飞机在制造过程中,以及后续投入使用的过程中能够保障乘客以及驾驶员的安全,就必须采用标准化设计、生产,保障飞机的生产质量^[2]。为了实现飞机制造的科学化、合理化、标准化,本文对飞机制造工艺装备设计的现状及发展进行分析,希望为相关部门提供借鉴。

二、我国飞机制造工艺装备设计现状

现阶段,由于国外飞机制造业发展较早,相关技术较为成熟,经过长年的研究成功提出了飞机制造工艺装备的设计管理标准化。我国正是在国外先进技术和经验的基础上,根据我国实际国情,对其优化改良,提出了我国飞机制造工艺装备设计制造的标准化^[3]。当前我国飞机制造工艺装备设计的标准化主要指的就是以相关生产标准规范为基础,在进行工艺装备的标准化加工、标准化管理以及标准化使用的过程中严格执行相关标准。由于我国航空企业成立较晚,建国初期主要针对军用飞机制造进行研究,很少对民用客机的制造工艺装备标准化进行探究。在20世纪50年代后期,我国航空业在政府的鼓励下迅速兴起,而此时国外大飞机设计、制造、生产已经非常成熟,正在全球寻找代工厂为其生产、加工飞机零件,我国相关航空企业在寻求自身发展、创新创造的过程中也需要接收代工工程。我国航空企业由于接收了大量代工项目,以此为发展契机迅速壮大,自身的生产规模也赶超欧美,不仅企业自身的发展需求得到满足,很多企业也从中获取了大量效益^[4]。但是,由于国外飞机设计关键技术都是保密的,我国飞机制造工艺装备不可能使用代工厂制造的零件,因此,我国代工厂发展迅速,但是飞机工艺装备的设计却进步不明显。生产规模庞大的代工厂,与我国制定的标准有一定的差异,这导致我国飞机制造工艺装备的标准化生产受到一定阻碍。



图1 C919

近几年,我国正要从制造大国向创造大国发展转型,因此,就必须摆脱代工厂大国的名号,通过发展研究属于我国专属的标准化生产制造流程。中国作为世界上发展最快、潜力巨大的民用航空市场国家,中国商飞公司的成立标志

*通讯作者:刘圣西,1992年3月,男,汉族,陕西西安人,现任职于航空工业西安飞机工业(集团)有限责任公司,助理工程师,硕士研究生。研究方向:飞机工艺装备设计。

着我国正式掀开了自主研发大型客机的新篇章。我国经过不懈努力，终于属于我国完全自主设计并生产制造的大型民用客机C919（图1）在2017年顺利完成在上海浦东机场的首次高速滑行测试。

由于飞机制造需要多种材料制造多种零件，对于钣金零件的要求很高，不仅需要航空企业多部门配合，在进行大规模钣金零件制造的过程中也需要大量人力，如果流水线工人操作不当就会导致零件的制备损坏，甚至报废，因此，在生产制造过程中进行严格管理和监督是十分重要的。

三、国外飞机制造工艺装备设计先进经验

国外对于飞机制造工艺装备的设计研究较早，在生产现场都有严格的管理制度（飞机制造厂如下图2所示）。例如金属结构的胶结制造用品，在厂房内摆放要具备基本的结构模式，将胶合夹具进行分类摆放^[5]。要将生产线上使用的重型机车在标准的工作通道内摆放设置，生产线上用不到的设备不能将其推入厂内。在标准生产线内，所有使用的吊车，铲车要摆放有致^[6]。摆放架上的机车要井井有条，整整齐齐。通过事后财务计算，为了提高生产效率，将中等标准铲车、吊车进行平台摆放时，可以利用平台式的交合夹具上，在提升生产效率的同时，降低夹具的制造费用。在生产过，如果需要用到专用拖车，那么就可以将其置的非要投入配置铲车和标准工装摆放架中，用制造费用加以解决，提升生产效率和工作效率。



图2 飞机制造厂

国外先进的飞机零件制造商采用工装部门管理标准，通过制定标准管理方法提高生产线的标准化管理^[7]。客机作为一个商业项目，管理和成本控制非常重要。在这阶段，需要优化生产线，提升效率。这里不得不说移动生产线，这个虽然不是波音提出，但是波音应用得最广泛。以往生产飞机是完成一个工序才移动到下一个工位，当使用移动生产线后，让每一个工位的时间变得固定（防止工人偷懒），变相提高了生产效率，在耗费同样的工资和能源下，提高产量，从而降低了生产成本。像777这样的客机，波音在2013年月产量8.3架。同时还需要进行优化，前期批次超重的问题，都需要在后续批次中解决。结构重量比较麻烦，但是可以通过更换材料或更改设计解决。比如波音777-200ER，通过将机身地板梁换成更轻的铝锂合金减重。而到2005年后的777-200ER，机身地板梁就更换为复合材料。A380曾承诺满客飞行15000 km，但是早期最大起飞重量为560 t，满足不了飞行要求，直至交付4年后，将最大起飞重量提升到575 t才能实现，阿联酋航空用这个版本的A380飞行迪拜到洛杉矶的航班。

四、国内飞机制造工艺装备发展趋势

以C919为例，接下来本文将详细讲解：

（一）目前较为成熟的飞机制造技术

ATA21空气管理；ATA24电源；ATA26防火；ATA27飞控&高升力；ATA28燃油惰化；ATA29液压；ATA32起落架&刹车；ATA42综合航电模块；ATA49辅助动力单元；ATA52舱门；ATA73全权限数字式发动机控制，至少90%以上的数据通信都正常（D-TransferSystem协议数据，A-d协议数据，离散数据，模拟数据，CAN总线数据均正常，终端系统与终端系统之间发布与订阅关系正常，与显示器不同页面的交互正常，设计功能符合需求，相应的机组告警能正常触发，也就是说，飞行员已经可以在目前的状态下知道相应系统的真实状态。

（二）目前逐渐走向成熟的将技术

ATA27自动飞行；ATA34综合监视系统；ATA34飞行管理系统。

这几个系统前期实现功能较少，随着交付目标的越来越远，这几个系统所拥有的功能也越来越完善^[8]。乐观估

计, 预计到2020年底, 会有90%以上的功能实现。

(三) 目前不太成熟的系统

ATA31显示系统; ATA45机载维护系统

显示器是飞行员最关注的, 然而也是目前问题最多的, 因为从架构来说, 几台显示器需要考虑失效逻辑和重构逻辑, 从显示功能来说, 显示器各页面的显示需求较为细致, 符号和颜色, 线条长短, 字符位置, 都需要完全按照需求来实现(如图3所示), 而且几乎需要和所有的控制板信号交互, 所以, 比较复杂。机载维护系统所涉及的方面非常多, 粗略估计, 目前完成度应该在60%左右^[9]。



图3 飞机显示器

(四) 维护方面

飞机维护费用相对较高, 短期内会对国内民航业带来负担, 但长远看对民航业乃至整个社会都是极其有利的。对航空公司而言, 经济性和便利性都会提升^[10]。对整个社会而言, 我们的产业需要升级, 飞机这种高价值的综合产品会带来一整条高价值产业链, 增加大量就业岗位的同时这些高附加值的劳动还会显著提高人民的收入水平。

五、结语

总的来说, 飞机制造业涉及的项目、技术复杂, 我国虽然起步较晚, 但是处在上升势头。作为飞机制造的重要辅助工具, 飞机制造工艺装备是飞机制造过程中必不可少的。如果飞机制造工艺装备使用不当, 那么对飞机零部件的制造会产生不利影响, 在飞机投入生产使用后也会造成不利影响。因此, 现阶段可以通过借鉴西方先进技术, 结合本国国情进行工艺装备的标准化设计生产, 这样不仅能够使得飞机制造更加标准可靠, 还能够促进我国航空航天事业的进一步发展。同时飞机制造工艺装备的管理十分重要, 通过科学合理的管理, 不仅能够提高工艺装备的使用效率, 也能够保障工艺装备的价值。

参考文献:

[1] 赖宇岚, 赵莹. 融合ABC和BSC的民用飞机制造项目EVA价值评估体系[J]. 财会学习, 2020(16):201-202.

[2] 宁莉, 杨绍昌, 冷悦, 任学明, 苏霞, 闫超. 先进复合材料在飞机上的应用及其制造技术发展概述[J]. 复合材料科学与工程, 2020(05):123-128.

[3] 赵晓亮. 飞机制造工艺装备的标准化设计与生产[J]. 现代制造技术与装备, 2020(04):202-203.

[4] 罗少敏, 李娟, 曾超. 产教融合背景下飞行器制造工程专业毕业设计探索与实践——以贵州理工学院为例[J]. 广东化工, 2019,46(23):136-137.

[5] 郝红武, 彭玉海, 侯伟. 地方高校“双一流”建设研究与探索——以飞行器制造工程“一流专业”建设为例[J]. 西安航空学院学报, 2019,37(05):82-86.

[6] 喻媛. 改革开放与中国航空业·航空制造篇之三上海飞机设计研究院40年变迁记[J]. 大飞机, 2018(10):24-27.

[7] 亦非. 航空专用装备在飞机制造行业的应用与发展——访中航工业成飞副总经理兼总工程师帅朝林[J]. 航空制造技术, 2013(22):64-65.

[8] 王翥华, 张瑜. 大型客机主-供模式协同研制初创期的特征分析[J]. 物流工程与管理, 2018,40(07):120-124.

[9] 辜晓琴. 忠诚航空报国 打造“双一流”飞机研发制造基地——记全国五一劳动奖状单位航空工业贵飞[J]. 现代企业文化(下旬), 2018(06):84-85.

[10] 刘春磊. 浅谈探索中国飞机制造装备技术的发展道路[J]. 黑龙江科技信息, 2014(25):154.