

大飞机三维工艺布局技术 应用研究

Application Research on Large Aircraft 3D Process Layout Technology

中航工业陕飞工业(集团)有限公司 胡保华 梁泽荣 叶 阳
金航数码科技有限责任公司 惠 巍 周 瑜



胡保华

高级工程师,就职于中航工业陕西飞机工业(集团)有限公司,多年来一直从事飞机数字化装配工艺设计技术研究。

近年来,数字化制造技术在航空工业领域发展迅速,随着新型号飞机的不断创新应用,三维数字化技术已不局限于三维设计、计算分析与制造仿真方面,在生产管理、工艺布局、生产线优化设计等方面的应用也逐步走向数字化。大飞机由于自身结构的复杂性使得装配单元数量繁多,各

三维工艺布局技术目前在航空制造业得到了较为广泛的应用,特别是对于结构复杂的大飞机工艺布局方面取得了良好的效益,三维工艺布局技术的应用缩短了产品制造装配周期,减少了生产工艺规划时间,节省了传统平面布局设计缺陷产生的成本,降低了企业的生产费用,提高了企业生产产能和效率。

装配单元协调复杂,传统依靠工程人员经验进行装配资源布置规划的二维平面布局模式已经不能很好的满足使用需求以及物流的合理性等要求,且传统平面布局无法进行空间规划布置,以及资源应用时的动态布局规划。产品及工艺装备等资源设计的三维化和仿真技术的应用使得厂房三维工艺布局得以实现。三维工艺布局有效地解决了空间利用和厂房内设备的布置问题,可实现快速的厂房整体布局,同时也便于下游设计的修改与完善。三维工艺布局也提供由传统的2D布局图到3D布局的转换功能。帮助厂房设计者与系统布置设计组在设备还未安装或还未运送至厂房之前,确定有关厂房的布置安排,发现并解决生产流程问题。

三维工艺布局还通过数字化厂房布局规划,对厂房空间利用、工装资源配置、生产流程、人力资源配置进行模拟仿真,真实、直观的反映整个厂房的工艺布局。通过建立各种资源的模型,包括厂房实体模型、设备模型、地面设备模型等,从产品层、设备层、车间层以及生产管理上对生产的各个层面进行模拟、规划,优化企业的厂房中生产设备的布局,进而优化生产过程、生产效率,最终实现满足企业装配制造不断增长的需求,更快地将产品投放市场。

三维装配工艺布局应用流程

三维工艺布局通过产品数据调用、工装数据调用、资源数据调用,在DELMI A软件系统中进行布局规划,

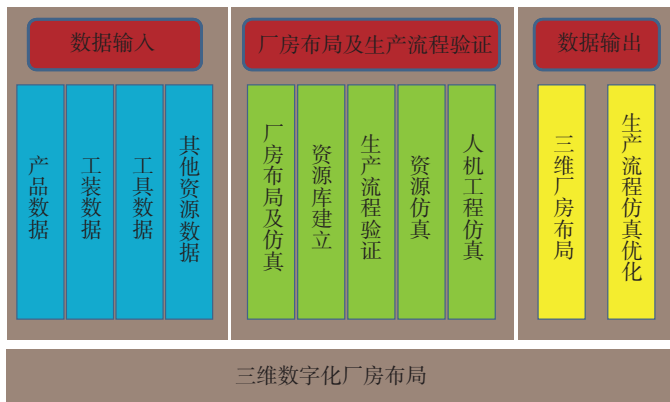


图1 三维工艺布局流程

结合实际装配业务流程进行装配仿真和人机仿真验证。通过验证应用,提前将生产作业、设备运输、产品下架中可能出现的问题进行优化,避免造成人力、财力的浪费,缩短厂房建造周期及实际生产周期。三维工艺布局流程如图1所示。

(1)进行三维厂房布局规划,建立装配区域、区域边界、预留空间,建立厂房墙体、人行道、吊装设备等。

(2)建立工装模型、通用工作梯模型、吊装设备模型、运输设备模型、可视化终端模型、其他辅助设备模型的CATLOG资源库,进行资源数据准备。

(3)进行工装模型、通用工作梯模型、吊装设备模型、运输设备模型、可视化终端等模型的三维工艺布局。

(4)进行机器人、自动钻铆机等自动化设备的三维工艺布局。

(5)进行组、部件、总装物流规划及验证优化。

(6)按照真实厂房中工人在厂房中的生产与装配过程,实现人机仿真验证。

(7)根据验证结果对原有布局的不合理处进行不断调整,最终实现优化厂房布局及生产线的目标。

(8)厂房仿真验证结果输出。

三维空间布局

三维空间布局针对厂房空间位置,对参与装配的工艺装备、吊装设

备、运输设备、可视化设备等装配资源的工作区域以及休息区域按照飞机装配顺序及实际物流需要进行三维布局,实现从传统二维厂房布局向三维布局的转换,在各种资源建设、安装布置之前对厂房的布局进行三维布局规划,避免后期由于不符合生产作业的实际需要而引起更改调整,造成布局混乱、厂房面积利用率低下等弊端。给企业带来返工和后期位置的挪动,从而使企业浪费了大量人力、财力。三维工艺布局通过数字化厂房布局规划,实现最大限度的利用厂房空间。三维空间布局的主要内容包括以下几个方面。

(1)厂房资源建立及生产区域划分。

建立厂房三维模型,并按大飞机部段件生产需求对厂房区域进行初步划分,按照厂房实际规划,对厂房进行分划,并严格按照厂房实际尺寸绘制三维厂房模型,厂房模型中包含墙体、门、横梁、立柱、窗户、吊车、地面等特征,如图2所示。

(2)CATLOG资源数据库创建。

创建装配工艺装备、设备、辅助设施、运输设备、地面设备等用于三维工艺布局的三维资源模型数据,在CATLOG资源数据库中进行结构化数据管理。CATLOG资源数据库是进行三维工艺布局的基础数据,数据的完整性直接影响三维工艺布局的完整性、真实性、合理性。CATLOG资源

数据库结构形式如图3所示。

(3)装配工装的三维空间布局。

装配工装的三维空间布局在DELMIA-Plant Layout 2厂房布局环境中将CATLOG资源数据库的装配工艺装备逐一导入,并按照初步确定的装配顺序及物流需求进行工艺布局,布局完成后通过软件功能按照模型实际空间尺寸确定工装的三维预留空间。三维工艺布局及预留空间如图4所示,创建预留空间的目的是便于空间物流规划,保证部组件空间周转畅通。

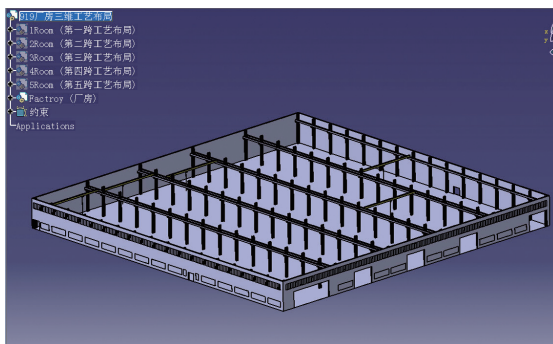


图2 厂房资源建立规划

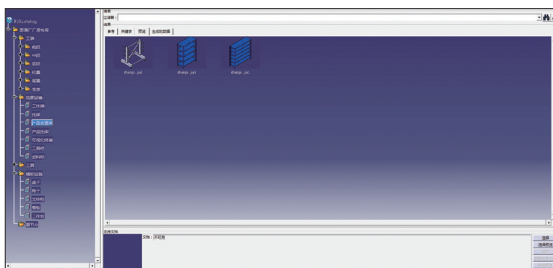


图3 CATALOG资源数据库结构

资源仿真

资源仿真是针对前期初步规划布局的静态资源进行动态的模拟仿真分析工作,包括产品进出工艺装备及架外工作时最大占地面积的仿真分析,各组部件按装配顺序进行周转时物流的畅通性、合理性仿真,人机功效仿真分析等工作。

1 最大预留空间仿真分析

最大预留空间是飞机组部件装配过程中所必需占用的空间位置,在传统平面布局中一般通过经验只对资源平面位置的静态尺寸进行布局

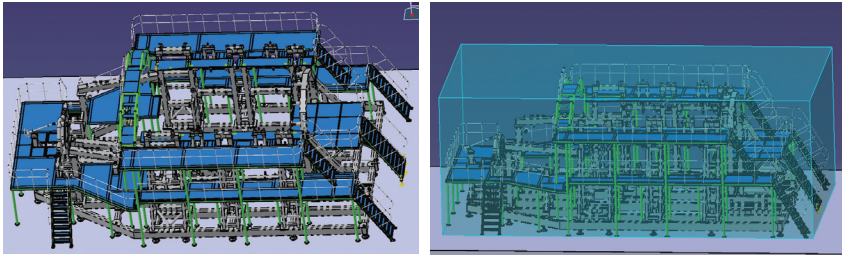


图4 装配工装三维工艺布局及预留空间

分析,造成平面布局与实际生产布局的空间位置差异性大。在三维工艺布局中,通过对产品部组件与资源模型的动态仿真确定某工位装配过程中最大的空间位置。如图5、图6所示为某型飞机总装站位的两种空间位置,图5为飞机总装装配时的空间位置,图6为通过仿真模拟确定的飞机出入站位时所需的最大预留空间位置,此位置空间为该站位必须的预留空间。

2 物流仿真分析

物流仿真分析是在确定各工位空间位置的基础上按照产品装配顺序进行的零件、组件、部件等物流合

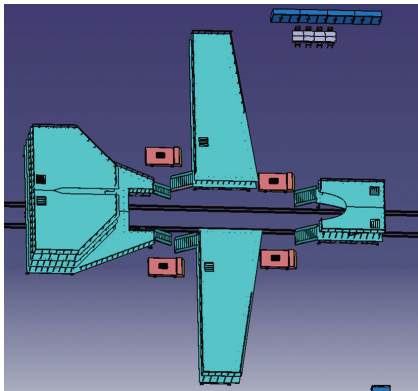


图5 飞机总装装配时的空间位置

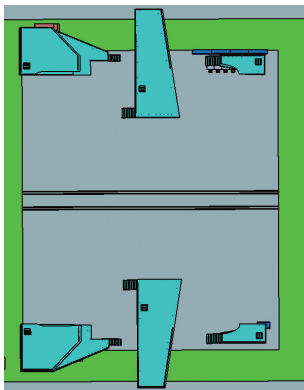


图6 飞机出入站位的最大预留空间位置

理性的仿真,物流仿真主要解决以下问题:(1)通过物流仿真,验证装配顺序的合理性,并以此优化装配工艺布局;(2)通过产品吊装仿真,验证产品空间吊装中的通畅性;(3)通过物流仿真,验证并确定产品周转最优路径。

3 人机功效仿真分析

在装配工艺过程仿真中,根据零部件装配安装的特点,应用人机工程仿真模块进行人机任务分析、人机效能分析、人机姿态分析等功能,分析在装配过程中人的因素对于装配安装过程和生产效率的影响至关重要。

在3D环境下装配过程的详细设计,进行装配顺序仿真、装配路径仿真等工作,同时结合人机功能,将虚拟的人体模型融入到数字工厂环境当中,创建、校验和仿真人体的行为,进行人机工效的分析和评估,直观地分析产品的可制造性、可达性、可拆卸性和可维护性,并生成相关的分析报告,为企业的决策提供支持。

在三维工艺布局中,人机功效仿真分析是针对人员与工位布局、通道设置、休息区设置、工作梯设置、工作空间规划的合理性进行仿真验证,使人员进出工位的路径简捷、通畅,操作空间舒适、安全,减少或消除冗余时间消耗。通过人机工程学分析,确保在人的视线范围实现抓举与接触等动作。通过工程产品结构、工具及相关手工工具和外围设备的三维CAD几何数据,实现制造、维护工艺验证。通过模拟人体爬楼梯、跟随设

备或预定义路径运动以及视线功能实现在3D环境下数字化装配过程(如图7),并且对这些过程进行仿真分析验证,达到“可视、可达、安全、高效”。



图7 人机功效仿真

装配生产线优化

生产线优化是在企业确定飞机产品的批量后,根据企业的技术能力及资源条件,按照完成各装配单元所需装配周期、资源情况,采用数字化工程设计、规划技术、三维仿真技术等三维工艺布局手段合理的对生产线进行布局和优化。通过对生产线进行空间布局优化仿真、物流仿真、人机功效仿真以及仓储设施规划分析,确定满足生产需求的资源数量、生产面积需求、物流设施容量、生产区物流最佳路径等精益化生产需求,达到生产线的最佳配置,有效地提高生产线产能和效率。

结束语

三维工艺布局技术目前在航空制造业得到了较为广泛的应用,特别是对于结构复杂的大飞机工艺布局方面取得了良好的效益,三维工艺布局技术的应用缩短了产品制造装配周期,减少了生产工艺规划时间,节省了传统平面布局设计缺陷产生的成本,降低了企业的生产费用,提高了企业生产产能和效率。随着三维工艺布局技术深入系统的研究和开发应用,必将成为提升航空业制造能力的重要发展方向之一。

(责编 小城)