

基于 3DS MAX 的厂房前期工艺规划

Factory Process Planning in the Early Stage Based on 3DS MAX

中航通飞华南飞机工业有限公司 巩玉强 苏成林

[摘要] 为了降低成本和提高效率,企业都会对生产线进行前期的工艺规划,当前普遍采用的二维工艺规划无法对厂房进行全方位的分析。本文分析了采用三维可视化方法进行厂房工艺规划的必要性和优势,通过在某飞机总装厂房工艺规划的应用,阐述了采用 3DS MAX 进行厂房工艺规划流程和方法。

关键词: 二维 三维 工艺规划 3DS MAX 网格建模

[ABSTRACT] In order to reduce cost and increase efficiency, the enterprises will make early process planning for production line, the 2D process planning used widely can't make comprehensive analysis for the factory. This paper analyzes the necessity of using 3D visual method to make factory process planning, through the applications in some aircraft assembly shop, elaborates the flow and method of making process planning by using 3DS MAX.

Keywords: 2D 3D Process planning 3DS MAX Mesh modeling

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.S2.081

生产厂房作为一个企业最重要的生产设施之一,如何对宝贵的生产面积进行有效利用以减少浪费一直是一个重要课题。对于新建的大型飞机装配厂房,其建设周期很长,且飞机的装配工艺流程复杂,装配型架及生

产辅助设备众多,特别是很多飞机部件价值高、装配周期长,厂房内很多设施(如吊车、机床、大型装配型架等)安装后极少进行布局更改,如果正式投产之后再行较大规模的工艺优化很可能导致风、水、电、气等管线的重构,不但改造费用昂贵甚至会导致生产线的长期停产,因此提前对飞机装配厂房进行全方位的前期规划,理顺装配流程和空间分布,保证飞机部件安全顺利的生产和运输,尽可能地优化厂房生产实施的布局是一项重要工作^[1]。

厂房前期规划是在飞机总体设计阶段进行的,一般只有飞机总体外形,没有飞机产品的详细数模,也没有工装图纸,因此当前对于厂房的前期工艺规划主要采用平面缩比模型和绘制平面简化工程图的方法进行。前者是按比例制作不同的小模板来模拟飞机部件,在空地上或桌子上大致模拟厂房布局,如图 1 所示;后者则是借助 AutoCAD 等二维绘图软件绘制框图替代飞机部件以进行厂房的规划,如图 2 所示。上述两种方法都只能在二维的角度上笼统地进行规划,无法从三维空间的角度评价工艺流程的优劣,如吊车的空间布置和吊装方案等。只有采用三维可视化的厂房规划方法才能全方位地进行厂房工艺的规划。

1 厂房前期三维工艺规划的难点分析

厂房前期工艺规划虽不像后期详细规划那样要求

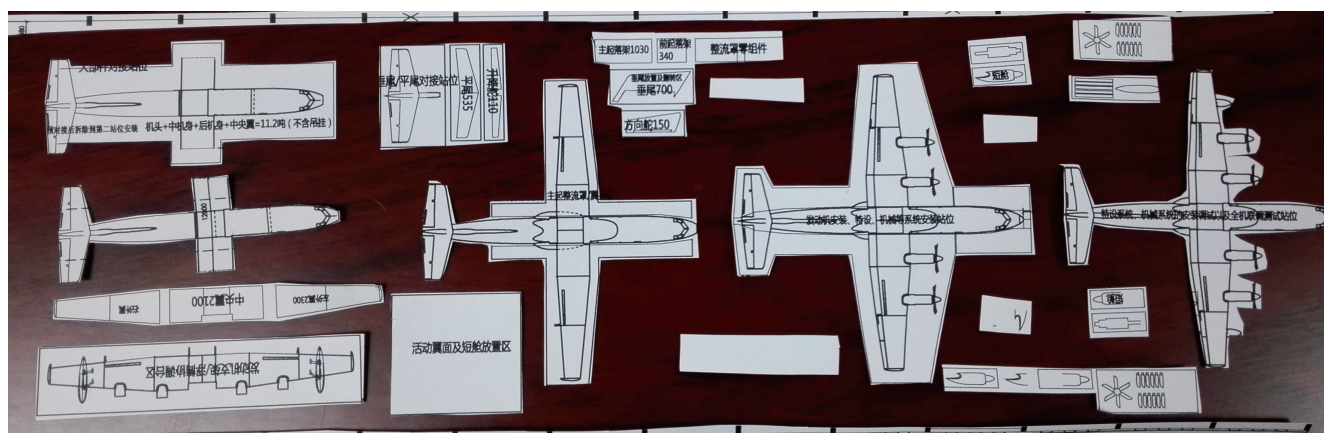


图1 平面缩比模型厂房工艺规划

Fig.1 Factory process planning using complanate scale model

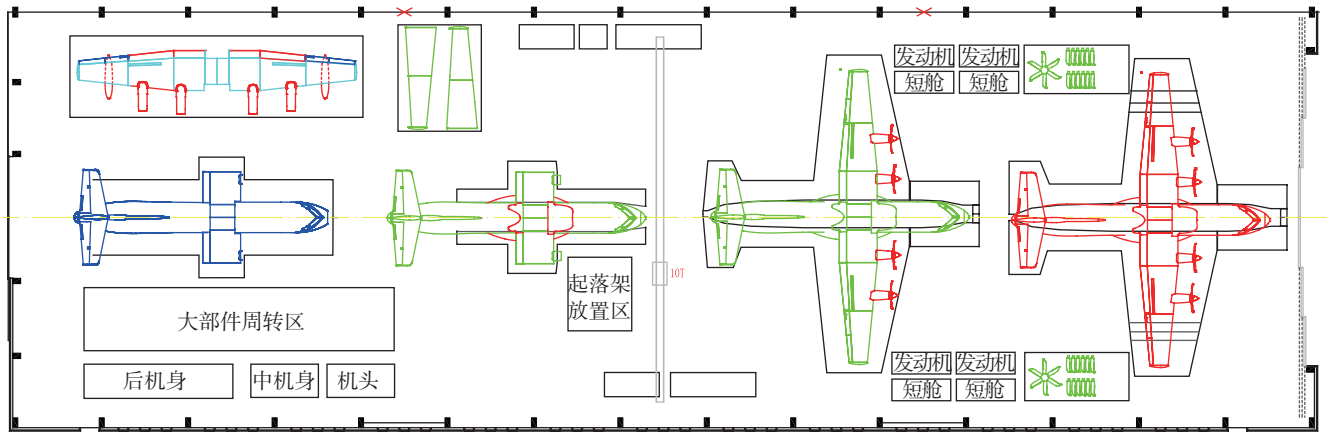


图2 采用二维工程图的厂房工艺规划
Fig.2 Factory process planning using 2D drawing

细致,但必须保证整体规划和布局的科学性和合理性,避免后期出现颠覆性更改,是对后期详细规划的顶层设计。采用三维可视化的技术能够更为直观有效地实现厂房前期规划的要求,但是采用三维的方法进行厂房前期工艺规划需要面对以下难点:

(1)没有详细的产品及主要工装设备的三维模型,缺乏足够的输入条件。进行厂房前期规划时,飞机还处于总体设计阶段,细节结构等还属于初步设计甚至还未开始,由此导致厂房规划缺少飞机部件及工装三维模型,需要规划技术人员依据飞机研制总方案和现有经验进行以上模型的设计,工作量较大。

(2)需要建立包含基建、电气、工艺、工装设备以及消防等技术人员组成的团队。厂房规划设计专业多,且不同专业如消防等需严格执行相关国家标准的强制要求,因此需要不同专业的技术人员共同参与,同时满足厂房在安全、成本、工艺性等多方面的要求。因此参与人员多,协调沟通难度大,如果没有上级主管部门的支持和组织,将无法实现厂房规划在成本、安全以及使用上的要求。

(3)选择合适的三维规划设计软件。市场上有很多相关的三维设计软件可进行厂房三维工艺规划,但没有适用于厂房前期规划的软件,故需要针对厂房前期规划的特点和要求进行选择,选择一款合适的软件才能事半功倍地进行三维工艺规划工作,否则会面对非常大的工作量,难以满足飞机研制进度要求。

2 三维工艺规划软件的选择

由于厂房前期规划缺乏足够的产品结构和工装设备的三维数模等数据,这些模型又是进行厂房三维工艺规划所必需的,故厂房三维工艺规划软件能够进行上述模型的快速设计和更改,同时此软件可实现装配单元的快速布置及更改、装配流程的模拟以及厂房规划方案的

三维展示等功能。目前,航空制造企业都采用达索系统的CATIA进行飞机设计,故后期的厂房布局和仿真也较多地采用CATIA、DELMIA或Quest等软件。表1所示的是上述可选软件与3DS MAX的功能对比。

CATIA在参数化建模方面非常强大,其借助VPM系统可实现多专业的协同设计,然而按以往的使用经验看,CATIA对于厂房前期规划这类频繁更改的工作显得效率很低,不适合快速建模工作,且其展示效果较差;DELMIA更适合产品进入详细设计阶段的装配工艺过程仿真等工作,且必须要有详细的数模才可体现其实用价值;Quest没有建模功能,一般在汽车等标准化作业程度很高的领域使用,主要用于物流以及生产节拍的精确模拟和优化,前提是要有产品详细的生产计划,然而对于飞机装配来说,未投产的飞机在每个装配单元的工作量是无法定量评估的,即便是对波音737这种生产了数千架的飞机来说,也是针对不同装配单元工作量进行了多年的平衡优化之后才实现了移动式生产;3DS MAX有着强大的建模手段,可以实现CATIA格式的飞机产品外形数据等的无损转换,特别是其特有的网格建模技术在物体建模和修改方面非常高效和灵活(如图3所示);3DS MAX可以实现全方位的、快速的建模及装配模拟仿真制作工作并可渲染输出高质量的动画和图片进行

表1 常用三维工艺规划设计软件的优缺点对比

软件名称	建模功能	厂房布置功能	装配流程模拟功能	三维展示功能
CATIA	强,适于工程设计,速度慢	有,适于厂房后期规划	无此功能	一般,只能静态展示
DELMIA	同上	同上	强	一般,可进行动态展示
Quest	无	一般	强,侧重节拍仿真	差
3DS MAX	强,建模手段多,速度快	强,适于各阶段的规划	强	强,展示效果逼真

展示。针对厂房前期规划的要求和特点来说,3DS MAX 是较为合适的选择。

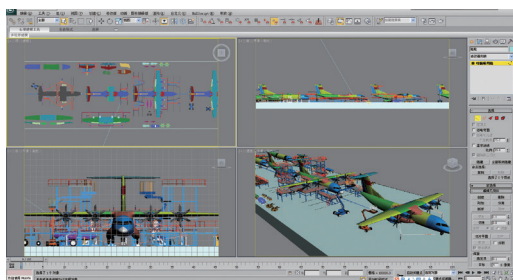


图3 3DS MAX软件界面
Fig.3 3DS MAX interface

3 基于 3DS MAX 的厂房前期工艺规划

3.1 基于 3DS MAX 的厂房前期工艺规划方案设计和方法

飞机总装厂房的前期工艺规划需要认真研究所要生产的飞机特点,从飞机的尺寸、预期总产量、年最大产量、投资成本控制、预期人员数量等多方面进行考量。首先,进行飞机主要装配站位的总体规划,确定飞机装配站位数量、总体装配及物流顺序等;第二步是对每个站位进行工作内容的总体规划,大致确定各个站位所涵盖的主要工作内容;第三步要针对各主要站位的工作内容确定主要的工艺装备的数量和尺寸,如大型工作平台、大部件定位及测量设备、吊装设备吨位等,同时还要

考虑零组件放置区和部件周转运输区的设置;第四步是按照以上三步的结论,采用 3DS MAX 软件进行飞机部件模型的初步工艺面划分、主要工艺装备模型快速设计及其三维布局;最后是对上述布局进行多专业的讨论和评审,进行工装、厂房参数及工艺布局的优化和总体布局的物流模拟,其采用 3DS MAX 进行三维规划流程如图 4 所示。以上是针对新建厂房的情况,如果是已经建成的厂房,则厂房及其附属设施(如吊车等)本身需作为第一限制要素,在站位划分、总体物流等方面都需要结合厂房现状进行规划,尽可能维持现有厂房的设计,以便降低成本。

3.2 基于 3DS MAX 的厂房前期工艺规划实例

某飞机总装厂房主要进行机身各段的大部件对接、机身与机翼的对接、整流罩安装、起落架安装、活动翼面

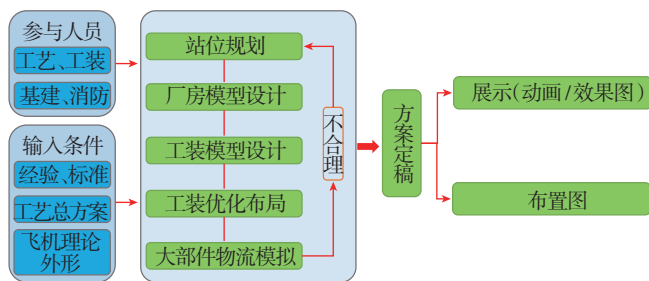


图4 基于3DS MAX的厂房前期规划流程
Fig.4 Factory process planning in the early stage based on 3DS MAX

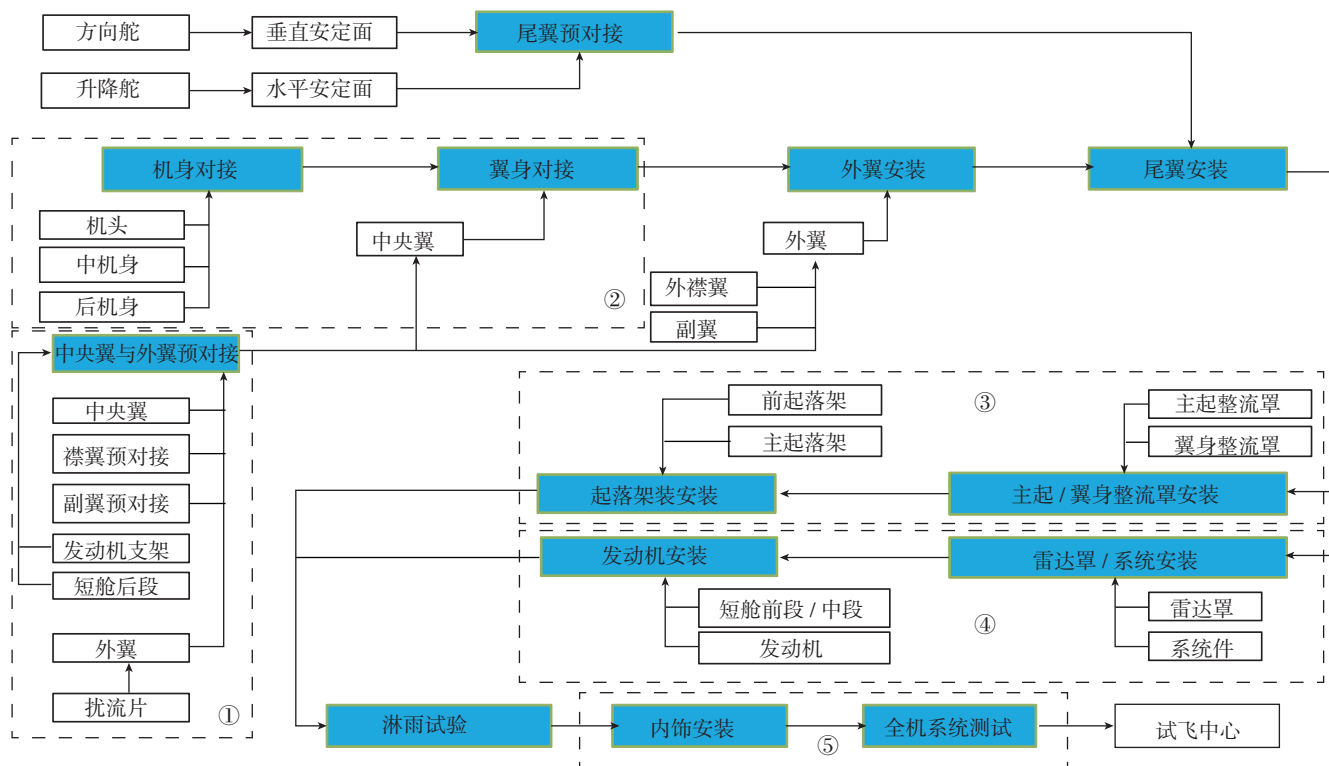


图5 总装厂房装配流程
Fig.5 Final assembly process

安装以及各种系统的安装调试等工作, 以下为此厂房采用 3DS MAX 进行前期工艺规划的流程和方法。

3.2.1 某飞机主要装配站位的总体规划

某飞机总装厂房为已有厂房, 鉴于厂房尺寸的限制以及飞机产量等原因, 厂房内划分了 5 个主要装配站位, 图 5 所示为各站位装配内容和流程。图 5 中按顺序分别是机翼预对接站位、机身大部件对接站位、外翼及系统安装站位以及全机系统调试站位。

3.2.2 厂房及工装等模型的设计

实施厂房前期三维工艺规划最为繁重的工作即是厂房及工装等模型的设计, 这些模型的设计需要按照工艺总方案的要求以及其他飞机型号的设计经验进行总体参数的确定。得益于 3DS MAX 灵活快速的网格建模技术, 可以非常方便地建立大部件对接工装、工作梯、厂房等模型, 如图 6 所示。对于飞机外形模型, 只需要从 CATIA 中导入即可, 一般是将飞机 CATIA 版本的数据存储为 IGS 或 STL 格式后再从 3DS MAX 导入即可, 如图 7、图 8 所示, 3DS MAX 会保持原有坐标系等要素并保持较高的精度。目前, 最新版的 3DS MAX 支持直接打开 CATIA 设计的产品数模。

3.2.3 工装等模型布局和优化

主要模型创建后, 安装总体站位规划, 将工装及对应状态的部件进行三维布局规划, 此过程中必须要由工艺、消防等多部门的深入沟通协调, 特别是主管精益制造的部门应给予大力支持, 制定多种方案反复修正迭代, 最大程度地减小将来详细工艺规划的更改次数^[2]。

3.2.4 工艺布局的展示

经过论证并定版的厂房工艺规划, 可以借助 3DS

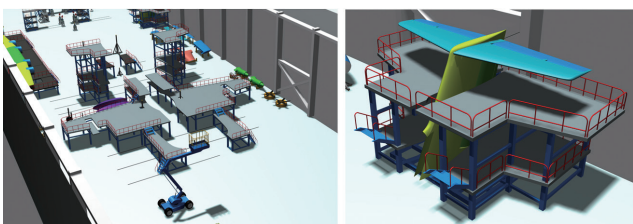


图6 厂房及工装等的建模

Fig.6 Factory & tools modeling design

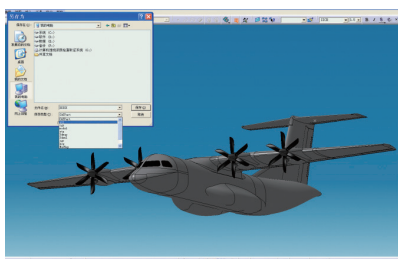


图7 CATIA飞机理论外形的导出

Fig.7 Export of the airplane model from CATIA

MAX 动画制作功能和强大的渲染能力^[3], 设计整个厂房或局部装配单元的运行仿真动画, 向决策部门或者客户全方位地展示厂房工艺规划的效果。图 9 为 3DS MAX 制作中机身吊装过程动画示例, 图 10 为某飞机总装厂房最终的三维工艺布局效果。

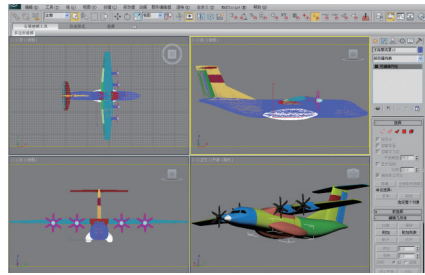


图8 3DS MAX中理论外形的导入

Fig.8 Import of the airplane model into 3DS MAX

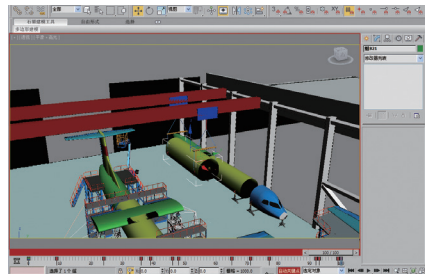


图9 用3DS MAX制作中机身吊装过程模拟动画

Fig.9 Simulation of fuselage transport by 3DS MAX

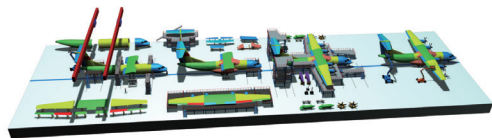


图10 总装厂房最终的三维工艺布局效果

Fig.10 Plant layout of the final assembly

4 结束语

针对飞机装配厂房前期工艺规划的特点和要求, 借助 3DS MAX 软件进行三维工艺规划设计, 大大提高了规划质量和效率, 并在某大型军用运输机部装厂房和某大型水陆两栖飞机总装厂房的规划中取得了非常好的效果, 为飞机详细设计阶段的厂房生产布局细节设计和仿真制定了很好的基础。希望能够对其他飞机装配厂房的前期工艺规划起到借鉴作用。

参考文献

- [1] 陈磊. 民用飞机自动化装配生产线规划技术研究. 航空制造技术, 2013(13):26-27.
- [2] 王亚平. 大飞机装配厂房布局及运动仿真软件开发. 航空制造技术, 2012(12):32-35.
- [3] 袁素玉. 3DS Max 2010 建筑设计高级建模案例精解. 北京: 清华大学出版社, 2010.

(责编 李丹)