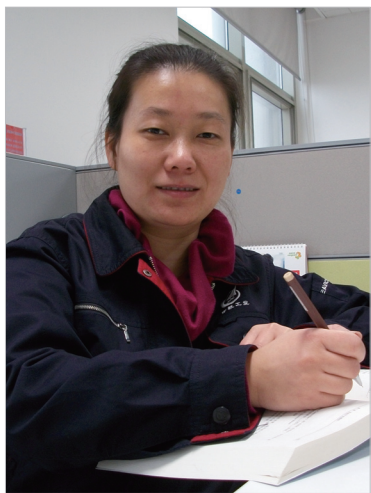


# 三维工艺的快速实现与仿真应用

## 3D Process Quick Design and Simulation Application

中航工业西安航空计算技术研究所 张 昕 秦 坤 焦晓艳



张 昕

工程师,专业方向计算机软件。2000年7月进入在中航工业西安航空计算技术研究所第七研究室工作,一直从事于计算机软件的设计、开发和集成工作。参与的项目有:PDM的二次开发和集成测试;质量故障管理;科研生产显性化管理;MBD设计与生产制造一体化平台;岗位能力评估系统。

传统的三维技术中,受技术的限制,工程技术人员所建立的产品数字模型仅是三维几何模型,而尺寸和公差标注、表面处理方法、热处理方法等工艺信息还在二维图纸上标识,制造工艺设计人员也无法依据三维模型描述工艺过程、装配过程、检验过程及制造过程所需的信息<sup>[1]</sup>。真正能贯穿全生命周期的全三维技术则在近几年刚刚开始并在国内得到规模化应用,其典型特征是基于模型的定

通过对基于MBD的3D工艺的研究,摸索出了3D工艺实现方法,详细验证了基于特征关联的工艺编制方法,极大地促进了工艺应用水平的提高和继承。通过对三维工艺的应用,有效提升了车间工艺的工作效率,对3D工艺的发展并最终实现无纸化生产具有重要意义。

义技术(Model Based Definition, MBD)。

MBD覆盖从设计到生产的整个制造环节,覆盖相应的设计、工艺、车间和检验及相关的职能部门<sup>[2]</sup>。

设计部门:主要产生MBD规范的三维数模。

装配工艺部门:在系统中浏览基于MBD设计的三维产品模型,分析产品装配顺序,通过三维装配过程模拟检查是否存在设计错误缺陷,编制三维装配指令。

装配辅助设计部门:在系统中浏览基于MBD的设计的三维产品模型,分析工艺设计部门提出的工装需求,基于CATIA三维设计,设计过程中,可以切换到仿真平台,进行过程模拟,检验工装设计是否合理。

机加工工艺设计部门:在系统中浏览基于MBD的设计的三维产品模型,分析产品加工方法,利用机加模块编制数控设备机加程序,直接用于实际生产;同时,也可以在三维环境中编制相关的机加操作指令,指导现场生产。

车间生产部门:直接浏览三维工艺(装配/机加)指令,进行现场生产,如果对模型有疑问,可以随时测量模式数据。

检验部门:编制检验计划,对需要测量的数据直接在三维模型上标注,便于检验人员查看。通过进一步的应用,也可以直接在编制自动化检测程序,控制自动化检测,反馈检测数据,生成检测报告。

标准化部门:流程和职责(工艺审查的内容)的制定。

全三维数字化研制技术将改变百年来基于二维的研制体系,带来一场产品研制方式的革命,将牵引飞机制造业过程中各类工艺技术和装备的快速发展,有利于推动先进工艺、工装设计技术;先进加工、装配制造技术;先进计量、检测质量控制技术的应用,推动工业基础技术水平的快速提升,形成全三维研制模式下的数字化制造体系和装备体系,可极大提高生产效率和产品质量,也为我们缩短与国外的技术差距提供了有力的

工具和途径,将整体提升我们的认识理念和工作方法,进一步推动并行程的实施力度和拓展实施途径<sup>[3]</sup>。

### 基于 MBD 的 3D 工艺设计

根据实际调研了解到某单位常规工艺设计所涵盖内容主要有图 1 所示的几种工艺类型:装配工艺、零件工艺、其他工艺,其中零件工艺有

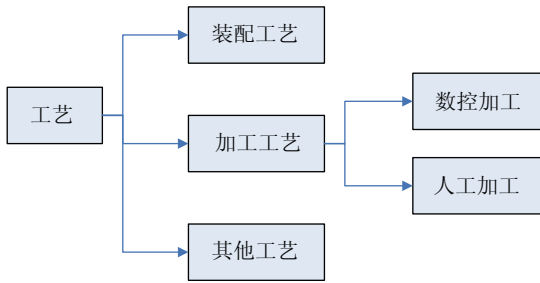


图1 常见工艺分类

数控机床加工的 NC 代码,有人工加工的卡片工艺,其他工艺指焊接、热处理、镀膜等。

(1) 装配工艺使用 3DCAPP 承接 CATIA 的 MBD 设计数据根据装配要求完美的实现解决,目前在型号中成功应用,取得了较好的效果。

(2) 零件工艺中数控加工部分从 CATIA 加工模块依据 MBD 设计信息可以形成通用加工代码,通过后置处理可以生成符合市面上大部分机床控制器直接读取的 NC 程序。

(3) 针对零件工艺,制作 MBD 三维工艺的操作相对繁琐,需要优化,同时通过了 MBD 技术的实践验证。

(4) 其他工艺方面没有添加材料或去除材料的处理,是指一些热处理,喷涂等,可以通过动画并配合说明性文字或声音的展示方法执行工艺指导。

实行 MBD 技术后,工艺人员将在 MBD 的工艺设计规范的指导下,直接依据三维实体模型开展三维工艺设计,改变了以往同时依据二维工程图纸和三维实体模型来设计产品装配工艺和零件加工工艺的做法。

在数字化工艺模拟仿真过程中生成操作过程的三维工艺图解和多媒体动画数据,结合工艺流程建立起数字化工艺数据,为数字化现场应用提供依据<sup>[4]</sup>。

#### 1 工艺方案设计

工艺方案设计阶段,主要在并行平台中,接收一定成熟度的设计模型,进行工艺分离面的划分,预装配虚拟仿真,验证设计的有效性,并完成工艺总流程的制定、评审,及工艺计划的下发。

工艺分离面的划分:

通过接收设计 MBD 模型,生成 EBOM,根据制造方法与制造工艺技术水平,同时考虑工艺方面

及生产效率,从制造生产角度将结构按工艺分离面划分,需要对原来设计的结构关系和零组件隶属层次进行一定程度上的调整,将产品结构从 EBOM 形式调整成结构树 PBOM,指导后继的工艺设计工作<sup>[5]</sup>。

#### 2 详细工艺设计

通过接收到的工艺设计任务及工艺数模(方案阶段调整好的数模)进行详细工艺设计,根据业务需要采用二维、三维工艺相结合的方式。

三维工艺设计是在产品零部件三维数字化实体模型的基础上,利用现代计算机技术、信息技术和人工智能技术,借助于虚拟现实等人机交互手段,来规划与仿真产品的加工装配过程,并指导现场生产。工艺设计过程如图 2 所示,

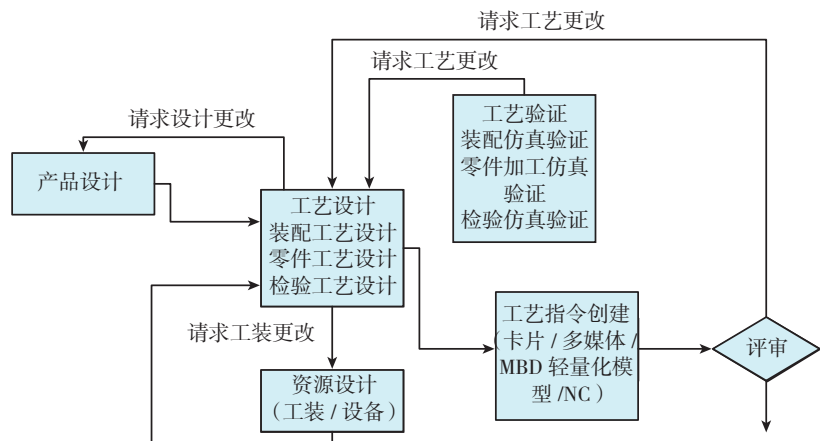


图2 工艺设计流程

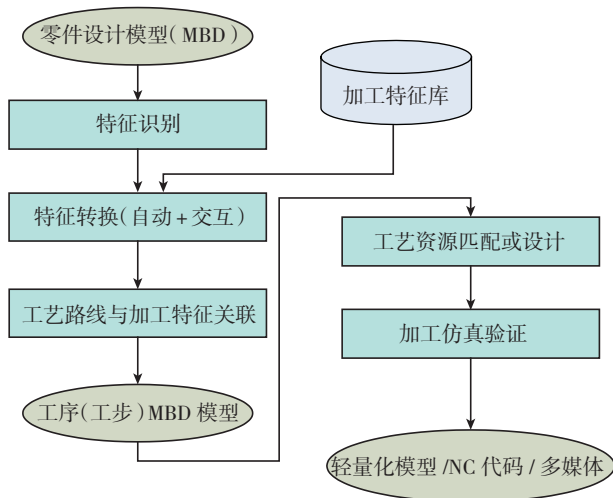


图3 机加工序创建流程

工艺设计流程:

可以实现基于成熟度的产品设计工艺协同管理;产品设计的更改,资源的更改,评审不通过,仿真验证有问题等都会导致工艺设计的更改;更改过程可以基于流程、消息机制的实现。

### 3 零件工艺设计

零件工艺设计会牵涉到机加、热表、数控加工等多种工艺形式,方案中以与模型相关的机加工工艺为主要描述对象,热表可在机加工序中间或最后添加热表工序即可。数控工艺可以基于通用机加工工艺,将机床的运动过程、零件的工艺过程、刀具的形状、切削用量和走刀路线等编入程序。

使用 VCI-3DCAPP 系统实现三维机加工工艺设计,系统以手动或半自动的方式进行设计,通过建立结构化的工艺信息,生成工序中间模

型,与工序进行关联,最后生成轻量化的三维工艺指令或导出二维简图供工艺规程表格调用。

机加工序创建流程如图 3 所示,加工特征识别,获取设计中的孔特征、槽特征,如图 4 所示。特征转换,如图 5 所示。

毛坯确定,从设计模型,生成毛坯模型,同时规划工艺去除材料顺序。图 6 所示为经过槽铣加工后的中间模型。

(1)加工方法生成及排序。

粗铣上表面→粗铣各侧面→半精铣上表面→半精铣各侧面→粗细各凹槽表面→半精铣各凹槽表面→钻各个孔→磨削上表面→磨削各侧面。

装夹具的选择及仿真:

通过加工方法中所对应的装夹方案的设计、刀具和夹具的选择;调用资源库中的设备或工具数模,对制造过程进行模拟,生成多媒体可视化文件输出。

特征树的特征节点与零件模型互动如图 7 所示。

(2)FO 的确定。

通过对工艺特征分别完成

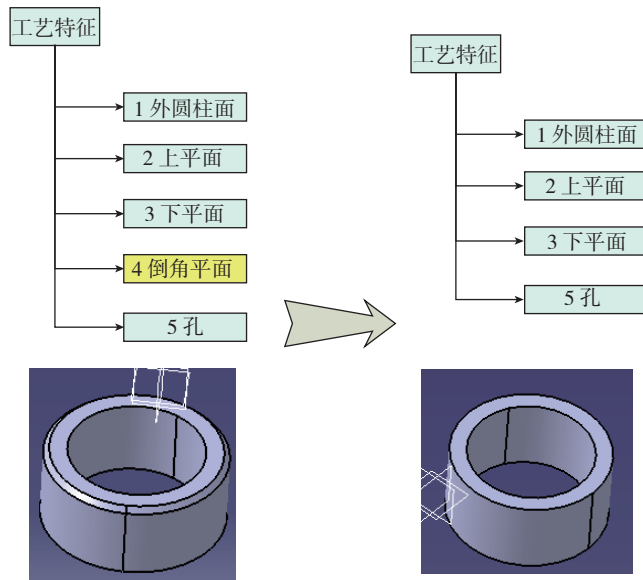


图7 特征节点与零件模型图的互动

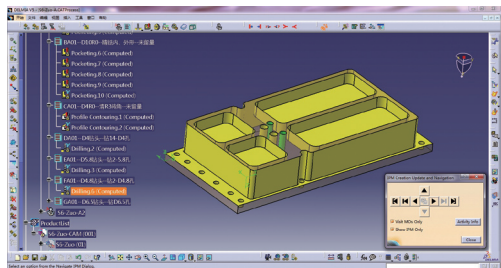


图4 特征识别

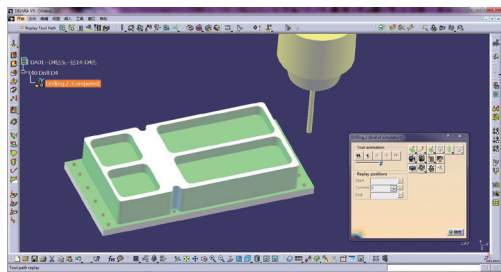


图5 特征转换

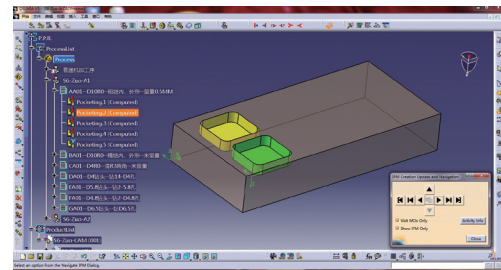


图6 毛坯确定

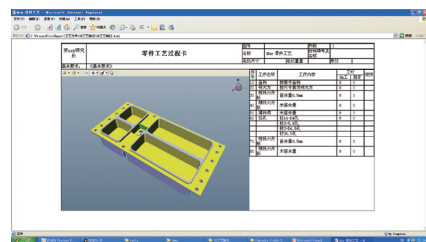


图8 零件生产过程卡

加工链的确定、装夹方案的设计、刀具和夹具的选择;结合中间状态模型,加入加工方法等说明文字,生成三维轻量化指令模型指导加工。生成零件生产过程卡如图 8 所示。

### 结束语

通过对基于 MBD 的 3D 工艺的研究,摸索出了 3D 工艺实现方法,详细验证了基于特征关联的工艺编制方法,极大地促进了工艺应用水平的提高和继承。通过对三维工艺的应用,有效提升了车间工艺的工作效率,对 3D 工艺的发展并最终实现无纸化生产具有重要意义。

本文共有参考文献 5 篇,因篇幅所限,未能一一列出,如有需要,请向本刊编辑部索取。

(责编 三丰)