



基于三维的结构化工艺实现架构与关键技术

李晓东¹ 赵小燕² 许 多² 李 琰²

(1. 中国石油集团东北炼化工程有限公司沈阳梦溪信息技术分公司, 沈阳 110016;

2. 通力凯顿(北京)系统集成有限公司, 北京 100061)



摘要: 以某大型装备制造企业的三维结构化工艺实现方案为案例, 阐述三维结构化工艺实现平台的整体方案架构以及关键技术, 提出三维结构化工艺实现的关键因素。

关键词: Teamcenter; 三维工艺; 结构化工艺

Construction and Key Technology of Structured Process Based on the Three-Dimensional

Li Xiaodong¹ Zhao Xiaoyan² Xu Duo² Li Yan²

(1. PetroChina Northeast Refining & Petrochemical Engineering Company Limited Shenyang mengxi IT branch, Shenyang 110016; 2. United Force Corporation, Beijing 100061)

Abstract: Base on the example of three-dimensional structured process solution in a large equipment manufacturing enterprise, explain the whole project construction and key technology of the platform, put forward the key factor of realizing the three-dimensional structured process.

Key words: Teamcenter; three-dimensional process; structured process

1 引言

20 世纪 80 年代以来, 随着 CAD、CAM、计算机信息和网络技术的发展, 以美国为首的西方发达国家开始研究并率先采用一项新技术——产品数字化设计制造。产品数字化设计制造技术全面采用三维模型进行产品定义、数字化预装配、产品数据管理、并行工程和虚拟制造技术, 从根本上改变了传统的设计与制造方式, 大幅度地提高了产品设计制造技术水平。

目前, 国外的产品数字化设计制造技术应用已经比较成熟, 例如波音公司在研制波音 787 机型的过程中就采用了 Model Based Definition 技术, 在产品设计与制造环节实现了全三维技术的应用, 完全取代了二

维设计工具的作用, 建立了完善的设计制造一体化体系。

当前, 国内大型装备制造企业的数字化技术也呈现出迅猛发展的态势, 基于三维模型定义的数字化设计与制造技术已经在航空航天、兵器军工、电力机车等多个行业实践应用。但是数字化工艺设计和产品制造模式尚不成熟, 对如何进行三维零件机加工工艺设计还没有统一的认识。三维数据模型在工艺设计环节的应用还比较薄弱, 并没有贯穿于整个产品设计制造过程中, 三维设计制造一体化集成应用体系尚未贯通。

如何推进三维工艺设计进程, 建立开放、高效、成熟的产品信息及过程管理体系是我们共同的课题。

2 总体业务需求分析

作者简介: 李晓东(1985-), PLM 项目经理, 计算机技术与工程项目管理专业; 研究方向: PLM 相关项目的咨询和实施。
收稿日期: 2012-12-10

2.1 现行业务模式

现行业务模式的主要特点有：

- a. 以二维为主的工艺、制造模式。产品设计信息从设计环节到工艺、制造环节经历了从三维到二维、再从二维提取信息的多个转换过程。
- b. 产品设计与工艺设计采用传统的串行工作方式，工艺部门专注于工艺设计的内容，对前期产品设计的参与度较低，不利于提高整体的设计水平。
- c. 产品的可制造性分析工作依然只能凭借富有经验的工艺人员靠空间想象能力和自身的经验进行评估，缺乏设计、验证手段和方法。难以开展系统性的工艺优化工作。

2.2 需求分析

- a. 改善以二维设计工具为主或二维、三维设计工具混杂使用的弊端，引入三维设计工具作为产品设

计、生产制造中的唯一有效工具。

- b. 基于三维技术建立全方位的规范设计制造一体化集成应用平台。

- c. 建立单一数据源，实现全过程的不间断式流通机制，实现设计与制造的紧密交互与快速响应。

3 系统总体框架

三维结构化工艺实现平台提供了对整个工艺过程及涉及到的工艺数据的管理，并巧妙实现了与设计过程的衔接。采用产品的全三维数字化模型指导工艺设计、仿真的整个过程，使得虚拟环境下的三维数字化模型与依照三维数字化模型生产出实际产品的功效保持一致。总体架构如图 1 所示。

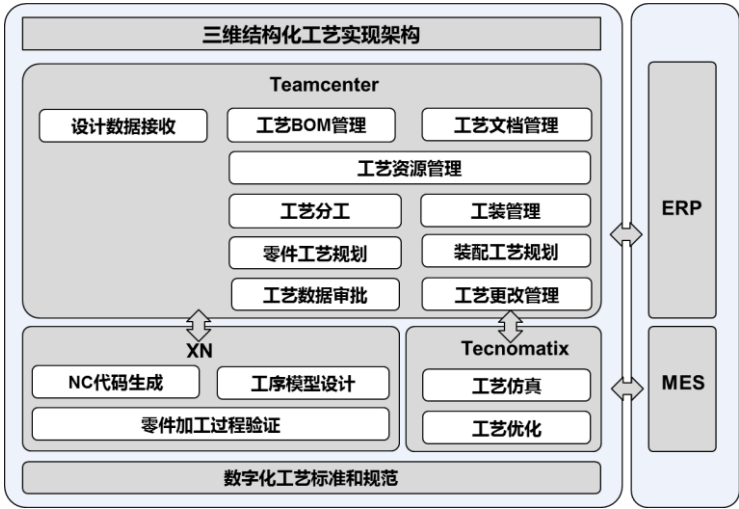


图 1 总体架构图

总体框架说明：在整体架构的构建过程中考虑到设计、工艺、制造过程之间的流程衔接及数据继承关系，并以当前业内比较成熟的平台作为有效支撑。

- a. 首先从系统集成角度来讲，以 NX 为基础的三维设计平台、以 Tecnomatix 为重要的数字化制造解决方案平台、以 Teamcenter 为核心的产品全生命周期管理平台，形成一体化的三维结构化工艺实现平台。保障上游的技术数据能够被下游直接重用，一直拓展到生产制造现场。

- b. 从应用框架角度来讲，以结构化工艺为核心，实现 3PR（Product 产品、Process 工艺、Plant 工厂、Resource 资源）的信息及过程管理，并结合 ERP、MES 实现各系统间数据的流畅运转和及时交互。

- c. 从数据管理角度来讲，三维数据贯穿产品设计、工艺、仿真、生产全过程。各环节的工程师有效参与到产品设计制造全过程，便于进行整体的问题收集和分析，进而提高效率。

4 关键技术

4.1 结构化工艺

建立工艺结构树，一个零组件对应一个总工艺，在总工艺下建立所需要的工艺对象，如机加工工艺、热表工艺等。根据制造或装配工艺要求在工艺下建立工序，并指定工艺对应的生产车间。由此将工艺结构与所需的资源建立关联。结构化工艺示例见图 2。

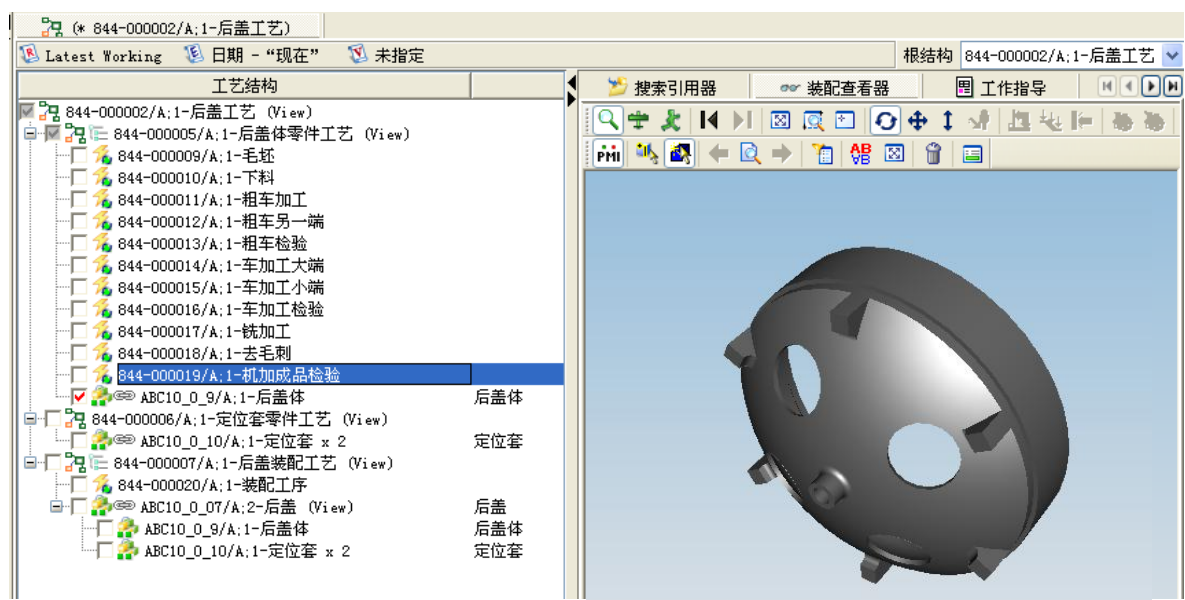


图 2 工艺结构示例

建立结构化工艺，精细到工序、工步的版本和权限控制，适用于产品、工艺配置和有效性管理，可以方便地支持 ERP、MES 系统集成。另外，3PR 的制造数据结构也有利于提高数据重用率和工艺设计效率。

4.2 工艺数据管理

在 Teamcenter 中以产品结构为核心组织所有数据，工艺 BOM 是以产品 BOM 为基础，根据工艺要求转换而来，并与工艺中所需的工厂工位信息、工装夹具信息相关联，形成结构化的工艺结构树，实现产品 BOM、工艺 BOM 之间的双向关联和定位，并可进行正向和反向查询。

零件号: 1-51676

工艺规程号: 1412

工序号: 10

车间: 41

零件名称: 1403

工艺规程名称: 1403

工序名称: 1403

页次: 1/1

10.11 安装引气管

序号	零件号	零件名称	初装数量	检装数量
1	1-51676	引气管	4	
2	1412	止动垫圈	2	2
3	1403	螺母	8	8

1.将引气管接口朝向前方装入

2.装入止动垫圈、螺钉，用套筒扳手拧紧螺钉，用保险钳锁紧止动垫圈

3.用堵头堵住引气管

4.用开口扳手拧紧螺母

编制: 校对: 审核: 会签: 审定:

图 3 三维的装配作业指导书

工艺人员可以与设计人员在统一的界面、统一的数据库中并行作业。协同完成包括产品数据接收、流水分配、主制工艺编制、辅助工艺编制、工艺会签、

工装申请和工装设计等几乎所有生产准备的技术工作。

系统可以输出可视化的装配作业指导书，指导操作工进行装配。由于装配作业指导书利用了 3D 技术，更直观地表示装配过程，使得装配工人很容易理解。见图 3。

4.3 使用 WAVE 技术建立工序模型

WAVE 技术是指在产品模型的同一层或不同层次之间建立控制结构和几何关联性，当设定的总体参数发生变动，同一层或不同层次间需要调整的零部件会自动发生改变，以此来保障基于整个产品的设计一致性和整体性。

使用 WAVE 技术建立工序对应的“工序模型”，用于说明工序操作过程和制造、检验要求。在工序模型之间以及与产品模型之间建立 WAVE link 关联，可以快速地创建模型。

在建立工序模型时应用 WAVE 技术，可大大减少设计方法变更时，工序模型的修改时间。当一个工序模型发生变更时，与之关联的工序模型同步变更，完成更新动作。

4.4 工艺资源管理

为了管理各类工艺资源，如工艺模板、刀具、设备、夹具、机器人和焊枪等，建立一个工艺资源库，提供基于分类的管理和搜索功能。允许用户依据业务需要创建新的分类结构，添加新的分类部件和装配，并进行持续的维护。

在编制工艺结构过程中可以从资源库中查找并添加所需的设备、工装等。提高了资源重用率，并且便于与 MES 和 SAP 中的信息保持一致。

4.5 装配工艺仿真



图 4 优化前的工位

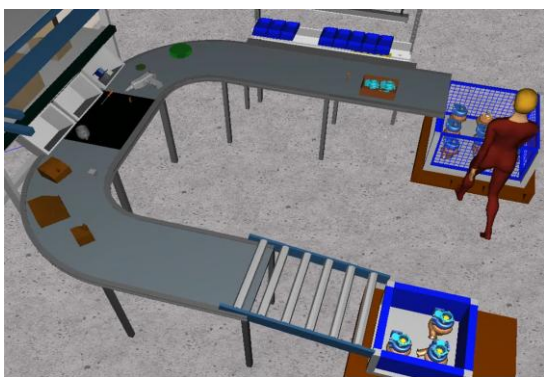


图 5 优化后的工位

装配工艺仿真是三维结构化工艺技术中不可缺少的一部分，将其纳入 PLM 环境中统一规划，与数

字化的装配工艺紧密结合起来，便于及时验证装配工艺的合理性。装配工艺仿真包括三部分内容：基于三维的装配过程仿真、人因工程仿真、机械运动仿真。装配工艺仿真可缩短产品的生产周期，降低成本，提高质量。见图 4、图 5。

6 结束语

文本提出了一种以 Teamcenter 为核心的三维结构化工艺实现方案，即以结构化工艺为主线，实现三维工艺设计、数字化仿真验证、制造信息的统一管理，解决了目前普遍存在的工艺制造与设计脱节、三维应用仅限于产品设计环节等问题。

随着制造业数字化技术的发展，为了解决企业在产品研发过程中遇到的日趋复杂的问题，建立贯穿设计、工艺、生产的一体化三维平台已经成为无可回避的需求。基于三维的结构化工艺实现方案也将成为更多公司的选择。

参考文献

- 1 胡少波，吴志军，方亮. 基于 PDM 的通用化产品结构创建系统的研究和开发[J]. 制造技术与机床，2001(10)
- 2 余旭秦，张智海，胡长建，等. 面向 PDM 的产品属性客户化定制技术研究[J]. 制造技术与机床，2005(4)

（上接第 72 页）

航天产品单元制造模式专栏

- 太阳翼基板单元制造模式实践研究.....周平来等(6-4)
- 氢氧发动机装配单元制造模式研究.....王志东等(6-8)
- 型谱化光纤陀螺及系统先进制造模式研究.....单联洁等(6-11)

航天数字化制造技术交流会

- 航天型号 PCB 数字化设计与管理.....侯清锋等(6-14)
- 面向航天产品制造过程的质量管理系统建设与实施.....杨山豹等(6-19)
- 三维工艺设计系统研发与应用实践.....吴新录等(6-24)
- 数字化技术在壳体类航天产品制造过程中的应用.....肖兰芳等(6-27)
- 航天产品三维数字化制造模式探索与实践.....孙莹等(6-30)