

数字化工装设计管理平台研究与应用

撰文 / 北京科思诚科技有限公司 庞艳

本文立足数字化设计与制造的理念，基于模块化和知识重用思想，提出了数字化工装设计管理平台。该平台构建设计与制造二元一体协同工作环境，实现工装从任务书到维护的实时报表统计和闭环全流程监控，具有工装设计、制造和集成管理的智能辅助功能，极大地提高工装设计效率和质量，并降低成本。

一、目的和意义

新兴的工业4.0浪潮对传统制造业提出了更高的要求。航空航天行业产品具有高难度，高复杂性，高集成度的特点，对产品设计制造的有效性和准确率要求严格。其中，工艺装备在航天航空等复杂产品研制中有举足轻重的地位，也是瓶颈环节。航空航天工艺装备制造企业与国外同行业存在的差距具体表现在：（1）设计方法落后，开发周期长；（2）工作过程缺乏有效管理，信息“孤岛”多；（3）厂际合作增多，协同联动少；（4）历史经验丰富，综合利用少。

面对上述问题，借助现代设计工具，遵循系统/逻辑的设计方法，本文深入研究设计、工艺、管理一体化的集成模式，目的就是利用数字化技术，结合模块化、多元化和智能化工装设计手段，建立一个数字化的工装设计管理集成平台。主要探索两个方面的创新可行性：（1）模块化设计和知识重用一体化；（2）设计与管理一体化。

二、设计思路

目前，工业设计制造行业趋向智能一体化发展，将先进的设计制造技术与互联网信息技术有效融合，提出了数字化设计与制造理念。

针对工装产品，数字化设计与制造的基本思想和方法

主要在于标准化和模块化设计思想以及知识重用思想。

1. 标准化和模块化设计思想

标准化就是做到设计规范化，要素通用化和产品系列化。在归纳与分档的基础上，总结规范性文件和典型结构，按照一定规律管理产品要素，最终派生出变型的系列工艺装备。

模块化的原则是高内聚，低耦合。每个模块功能和结构具有独立性、完整性、可调性和互换性。模块间接口便于拆分和组装。

2. 知识重用思想

研究证明，约75%的新设计是基于以往的设计实例，经过优化和修改得到的。提高工装产品的整体水平，须有规范的工装设计管理方法，将积累的数据、模型、设计手册、图表与设计方案等统一存放管理，实现工装资源及时、准确且无歧义性地共享。

本文运用模块化和知识重用思想，打通知识循环底层通道，营造智能设计制造“生态环境”，构筑数字化工装设计管理平台。

三、解决方案

数字化工装设计管理平台包含：前台，在NX环境下开发的设计向导可实现模块和产品级设计建模；后台，在

PDM 软件中借助工装资源库, 结合数据管理方法实现设计到制造工艺周期的全流程管理。

平台包含工装设计系统和工装管理系统两部分。基于 PDM 与 CAD 双向集成技术, 与工艺流程集成, 在协同环境下实现工装全周期管理。系统架构如图 1 所示。其中, NX Manager 模块提供 NX 与 PDM 之间通信, 实现模型签入签出。

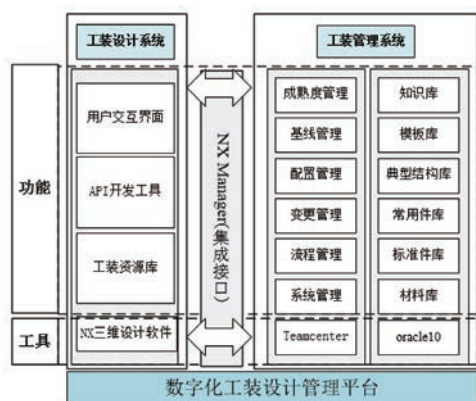


图 1 数字化工装设计管理系统软件架构

1. 工装设计系统

工装设计系统实现工装选取、查询、重命名、参数修改和一键式出图。

主要包含（专用、通用）工装模块化设计和一套地面设备设计向导。工装设计系统架构如图 2 所示。实施流程分两步。

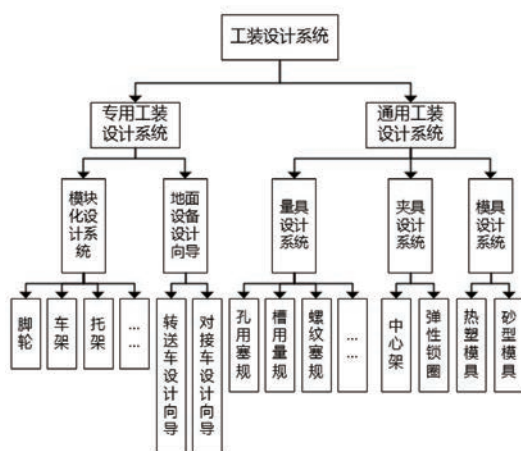


图 2 工装设计系统架构

第一步, 按照使用功能梳理出典型工装模块, 以及每种模块的主要设计参数 (也称驱动参数) 表单。结合 NX 特

征建模和表达式功能, 创建工装三维模型和工程图样。两者的属性必须同步。

第二步, 采用 VC++ 语言, 结合 NX OPEN/API、UI Style 技术, 设计用户交互界面, 建立程序中回调函数和三维模型中驱动参数的逻辑关联关系。最终实现程序驱动模型变形。以孔用塞规为例, 设计界面如图 3 所示。

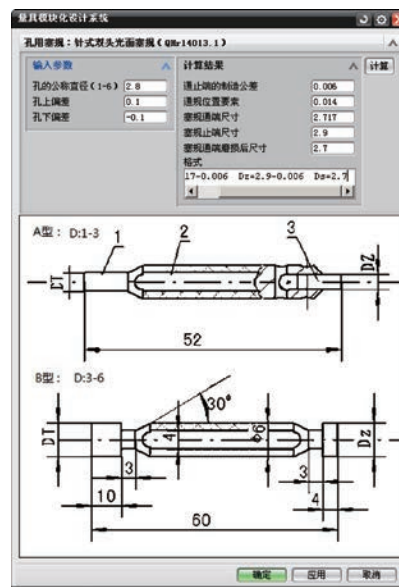


图 3 孔用塞规程序界面

工装设计系统不仅实现了工装模块化、标准化设计, 还衍生出丰富的工装资源库, 如材料库、结构库、标准件库和模板库等, 使得以往经验得以积累并升华。

工装设计系统克服了传统的工装设计制造方法中设计周期长、工艺性差和返工率高等缺点, 充分利用历史经验, 优化了设计方法, 提高了效率, 为产品创新提供了坚实的基础。

2. 工装管理系统

工装管理系统主要功能分为: 基础性管理、工艺集成管理和个性化管理。

(1) 基础性管理, 针对如人员组织、权限、文档、版本、可视化、变更审批、知识库和资源库管理等。

工装管理系统在 Windows 平台、Oracle10 数据库环境下, 采用 C/S 与 B/S 结合的四层结构部署配置而成。由数据库和 Teamcenter 管理子系统组成。其中, 基础数据库包含工装材料库、标准件库、常用件库、模板库和知识库, 基本囊括了工装设计中大部分设计要素。Teamcenter 提供人员、权限、数据、流程、变更和 BOM (Bill of Material)

等相关管理。

以标准件库为例，管理界面如图4所示。此界面能快速查看标准件三维模型、简图和属性列表，可大大提高设计效率。

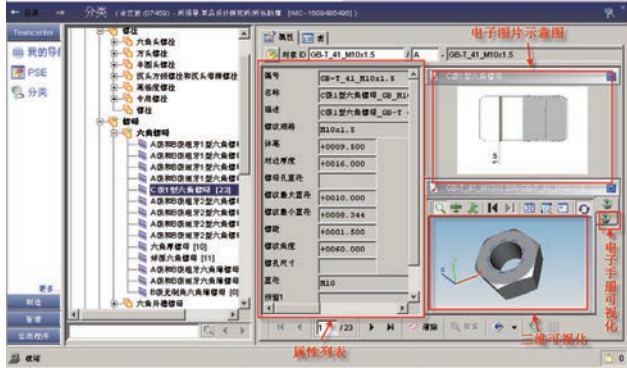


图4 TC标准件库管理界面

(2) 工艺集成管理，搭建工艺BOM；基线管理；工装成熟度管理。

在工装管理系统中，基于设计部门提供的设计BOM，依照特定映射规则自动生成工艺BOM，进而制造部门开始工艺规划。同时，在Teamcenter中采用打基线的方式，在每个模型（报告）完成时，添加标识，增强项目文件可识别度。

引入产品成熟度来衡量并监管工装设计制造流程，结合更改和审批流程，可实现对工装有效管控。这里将产品成熟度划分为5个一级等级（XH01-XH05），每个一级等级又分4个二级等级（如XH011-XH015），每个等级均配备设计和审批人员。成熟度模型增强了设计团队对工装在产品全周期中所处的阶段和方案（模型等）完备程度的全局性认识。

(3) 个性化管理，采用JAVA开发的工装数据查询和数据管理功能。

工装管理系统能够根据工装的分类、库存以及工装申请计划，自动生成各类工装报表。工装管理人员根据统计出来的情况进行后续生产的相关准备。

工装管理系统实时生成工装入库统计、出库下发统计、周检信息统计、工装状态统计，费用统计等各种库存报表，能够在系统中实时查询到工装数量、当前具体关联信息及工装周检预警等，便于管理者及时掌握工装历史数据和当前使用情况。

JAVA技术开发的二级资源库管理界面如图5所示。

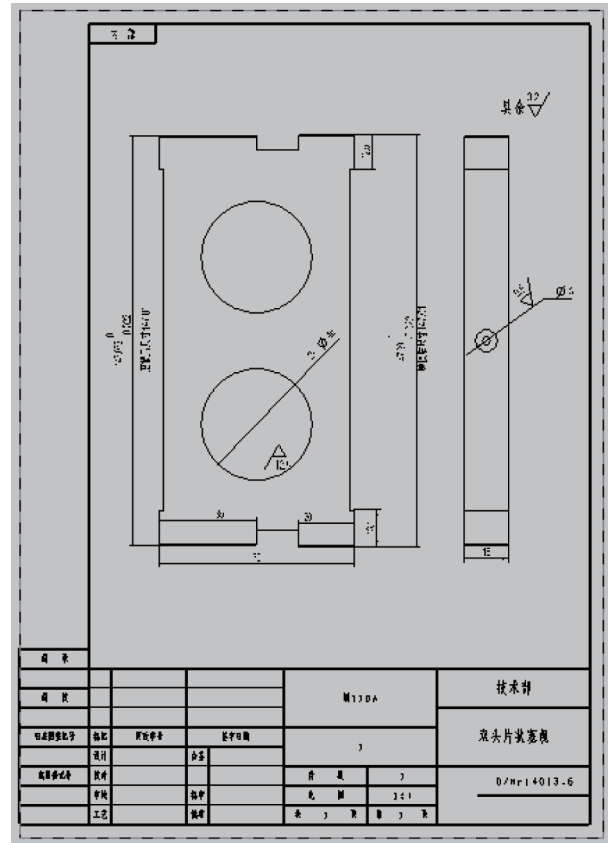


图5 工装任务书申请界面

四、结语

数字化工装设计管理平台基于先进的数字化设计制造技术，实现了设计、工艺、管理有机结合。

规范工装设计管理方法，简化设计制造工作，将工装设计经验归纳共享，大大提高了工装产品自主创新能力。下一步，可以研究多站点异地协同环境下，大装配产品模块化设计工作。IM