基于三维数据的工艺设计及管理

撰文 / 广州宇喜资讯科技有限公司　王学典　岑青山

以某专用车公司的设计流程为例，在现有 PDM 系统的基础上通过二次开发，以设计输出的三维模型为基础，实现工艺流程控制，工艺路线及卡片编制，工艺数据及资源管理，为同行业产品的工艺设计及管理提供借鉴。

一、引言

随着企业信息化的持续发展，越来越多的离散制造型企业从二维设计模式过渡到全三维设计模式。三维设计的参数化、可视化和分析验证等功能大幅提高了企业的设计效率、研发及创新能力。

但是，由于原有的工艺管理应用工具是基于二维设计的基础上实现的，无法享受到三维设计带来的便利性，数据缺乏关联性。大多数企业的工艺解决方案是工艺人员以设计人员输出的设计数据为依据，生成所需要的工艺步骤及路线。由此造成设计与工艺脱节，设计数据不符合工艺要求，设计数据根据工艺要求更改的时间滞后；三维设计数据与工艺数据不能实现参数联动和同步更新等问题。

本文以某专用车公司为例，介绍如何通过 SolidWorks EPDM 系统及工艺模块的开发，实现产品设计及工艺流程控制，工艺路线卡片编制，真正实现三维环境下的设计与工艺参数关联及动态变化更新。

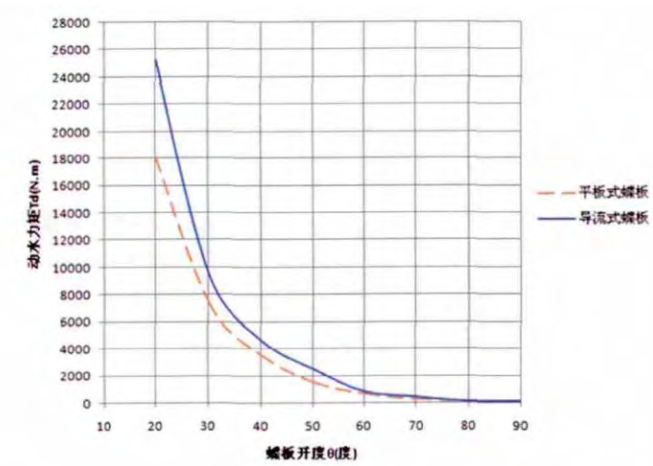

图 5 两种不同结构形式的蝶板动水力矩对比

也就很大，随着角度的逐渐增大，蝶板的上下面压差逐渐减小，在蝶板全开 90° 时最小。在蝶板的不同开启角度，流体对导流式蝶板产生的动水力矩大于平板式蝶板，这是因为导流式蝶板的剖面为翼型，蝶板背部的导流体比较突出，流通截面比平板式蝶板小，流速快，压力低，相比平板式蝶板能产生更大的动水力矩。

五、结语

通过分析上述两种不同结构形式在不同开度下的内部流场，可以得出两个结论。

（1）在止回阀蝶板开度大于 40° 时，导流式蝶板的过流特性优于平板式蝶板，流体流经导流式蝶板后产生的漩涡少，对流体扰动小，流阻系数小于单平板蝶板。

（2）在蝶板的不同开度下，瞬态分析两种蝶板在相同工况下的动水力矩，结果表明流体对导流式蝶板产生的动水力矩大于平板式蝶板。由于止回阀的开启完全由流体提供动力，采用导流式蝶板的设计能增大止回阀的开启角度，降低管网损耗，提高水泵的效率。

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn
IMCHINA@idnovo.com.cn

二、设计与工艺关联实现原理

基于产品的设计流程，一般的审核流程会经过设计、校对、工艺、审核及批准等步骤，最终完成后产品发布用于生产。因此，基于设计、工艺一体化的过程，可以考虑在工艺审核过程中完成工艺编制及工艺审批，最终实现设计与工艺关联的目标。

具体的实现原理如图 1 所示，通过 SolidWorks Enterprise PDM 系统，实现三维设计数据的电子审批流管理，产品在设计－校对－审核－批准的审批流程基础上，增加工艺会审过程，实现工艺信息的编制及审批。

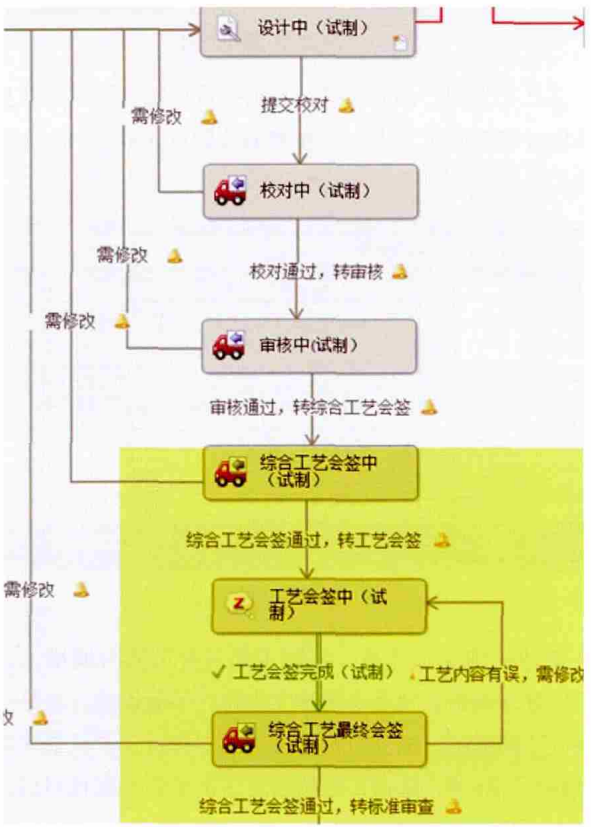

图 1　产品设计审核流程

不同企业的工艺编制方法有所不同，在图 1 所示的流程中，产品工艺的编制分为两部分，首先由综合工艺员编制产品的工艺路线，然后由工艺员编制各工艺路线的工序方法。具体如下。

当数据处于“综合工艺会签中（试制）”的状态时，由综合工艺员确定产品设计是否符合工艺要求，不符合则退回设计人员重新修改，符合则制订产品的工艺路线（如下料、机加、焊接和装配等），然后流转到下一流程状态“工艺会签中（试制）”，由各个工艺员对其中的工艺路线，包括产品展开尺寸、所用原材料规格、加工方法、所用设备和耗费工时等进行编辑。编制完成确认无误后，流转到下一个流程状态“综合工艺最终会签（试制）”，由综合工艺员检查工艺编制的完整性，做最终的审核判断。

表　工艺路线及工序方法

工艺路线	工艺路线代码	工序方法及工序代码
下料	XL	剪切 Q、折弯 W、气割 G、砂轮割 S、锯割 J
机加	JD	车 C、铣 X、钻孔攻丝 Z、刨 P、镗 T
结构	JG	铆接 M、焊接 H、打磨 D、校正 X、交检 J
油漆	YQ	前处理 L、喷砂 S、底漆 D、面漆 M、磨平 P
装配	ZP	结构 J、电气 D、液压 Y、调试 T
采购	CG	采购入库 C

以上过程所涉及的工艺路线，我们可以定义好对应的代码，如表所示，在工艺编制过程中直接使用。为体现一体化设计的优势，在工艺模块中满足以下要求。

（1）集成在 SolidWorks 的 CAD 工作界面上，可以随意查看三维数据的同时进行工艺编制，对于三维数据没有权限做修改。

（2）通过 PDM 的用户组权限，确定是否具有修改编辑权限。当数据处于“综合工艺会签中（试制）”状态时，用户处在综合工艺员组，满足这两个权限，才可以编辑生成对应的工艺路线；当数据处于“工艺会签中（试制）”状态时，用户处在工艺员组，满足这两个权限，才可以编辑生成对应的工序加工方法。

（3）后台使用的数据库，支持调用材料库、设计库等信息数据。

（4）根据需求可以导出各类工艺数据信息。

三、工艺编制

综合工艺员在 SolidWorks 中打开需要审核的三维数据，然后调用加载到界面上的工艺路线模块，如图 2 所示。此时，综合工艺员可以调用 SolidWorks 命令，随意旋转或放大缩小产品模型，了解详细的产品特性，进行工艺路线的编辑生成，如图 3 所示。

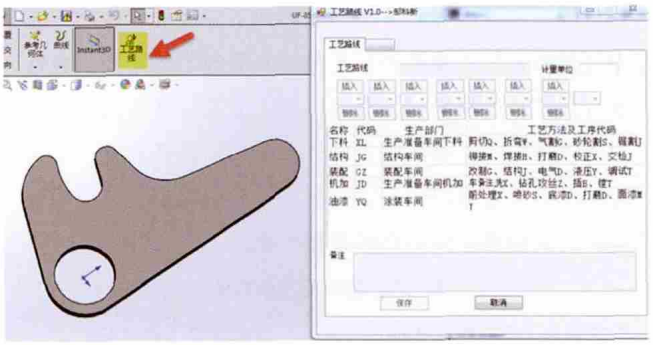

图 2 工艺路线（未生成工艺路线前）

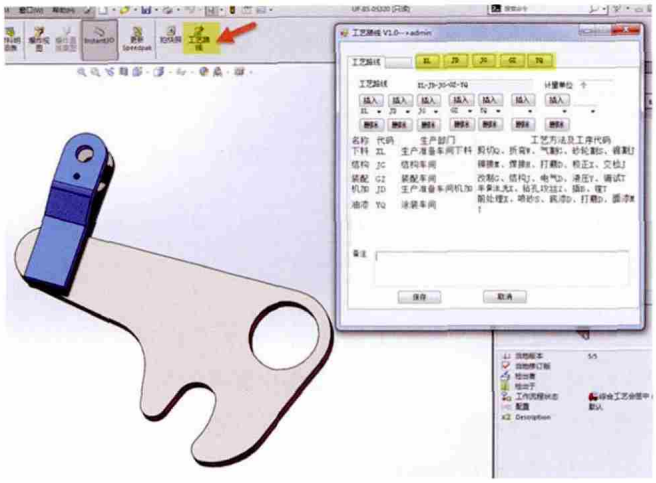

图 3 工艺路线（生成工艺路线后）

工艺路线编辑完成后，产品数据经流程审批，转换到“工艺会签中（试制）”状态下，并同时通过 PDM 系统发出通知，要求工艺员进行工序方法的编制。此时，综合工艺员或其他用户查看工艺路线时，处理灰色不可编辑状态，如图 4 所示。

图 4 工艺路线不可编辑修改状态

下料工艺员登陆系统，接到通知，要求进行新产品工序方法的编制，此时，下料工艺员打开产品，进行工序编制，输入该工序所需工时，选择需要的加工设备，同时双击打开模夹具编辑按钮，在弹出的模夹具清单中选择对应的工装夹具及辅助设备。接着，下料工艺员确定加工工位，计算并输入下料尺寸，调用原材料库导入原材料规格并输入工序要求，完成工序方法的编制过程，如图 5 所示。

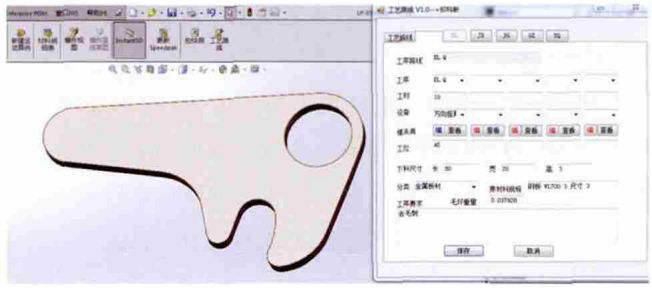

图 5 下料工序 操作界面

工艺员根据产品的需要，利用配置功能，同时建立基于三维设计数据的工艺卡，实现参数化驱动关联管理，如图 6 所示。

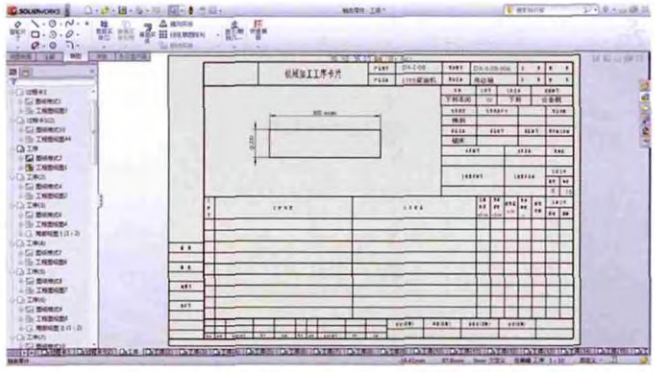

图 6 机械加工工序卡

其他机加工工艺员、装配工艺员等可同时调用工艺路线模块进行编制，相互之间独立操作，不受影响。最终完成工序方法的编制，提交流程审批进入“综合工艺员最终会签（试制）”环节，最后，经综合工艺员重新检查校对后，完成所有工艺路线的编制。

制造加工部门人员通过 PDM 系统，在产品的数据卡信息中，可以很直观方便地了解到产品的最终工艺信息，如图 7 所示。

四、工艺资源管理

工艺资源管理实现的很重要一点是在后台建立基准库，包括工艺路线库、材料库、工艺库、原材料库、设备库和模夹具库。无论是设计人员还是工艺人员，都有了统一的基准库。基准库实现权限控制，管理员可增加或删除库信息，其

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn
IMCHINA@idnovo.com.cn

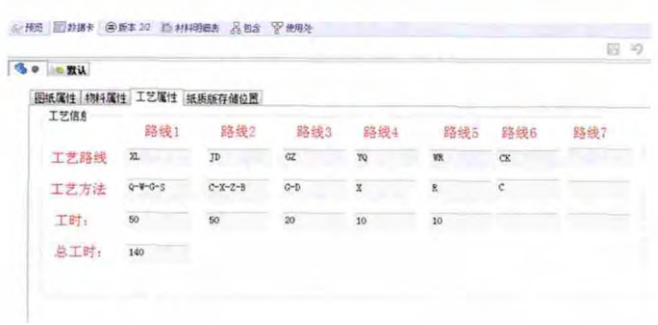

图 7 数据卡中的产品工艺信息

他人员仅有调用使用的权限。

利用基准库之间的关联性，实现工序、设备和模夹具之间的对应，选择不同的工序时，系统自动选出与之对应的设备和模夹具，以减少使用人员操作的复杂性。工艺路线的后台管理系统如图 8 所示。

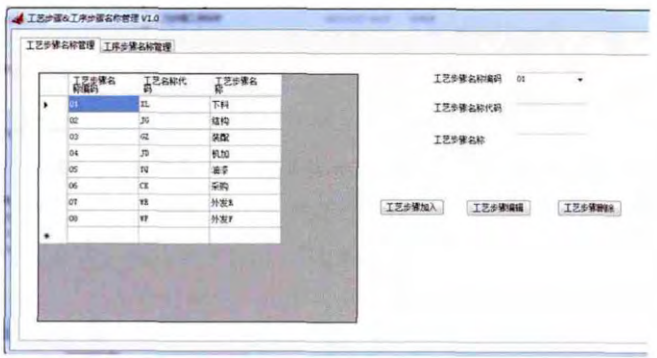

图 8 工艺路线的后台管理

五、报表输出

以后台数据库系统为基础，所有的工艺信息都做为属性信息记录在产品数据中。因此，结合 PDM 的功能，可实现各类报表信息的汇集输出，如图 9 所示。工艺模块可实现以下功能。

（1）支持在 PDM 系统内点击零部件，调出输出界面，做特定需求输出。

（2）支持在 PDM 系统内点击零部件，直接输出工艺清单。

（3）支持通过工艺审批流程自动输出工艺清单到 PDM 系统固定文件夹内。

六、应用行业及优势

该工艺方案适用于设计工艺一体化的产品，也就是设计 BOM 的产品树结构层次符合生产工艺的 BOM 加工制造

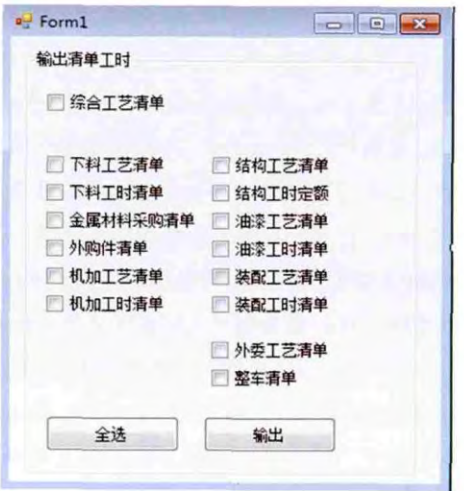

图 9 报表输出界面

的要求。因此，设计师在产品设计阶段就需要考虑产品装配组合的层级关系，从设计阶段实现 EBOM 和 MBOM 的一致性。该工艺方案体现的优势总结如下。

（1）工艺数据管理：建立关联到 SolidWorks 模型的零部件工艺数据的管理界面。该工艺数据和 SolidWorks 文件关联，实现工艺数据（包含工时、材料定额、工艺路线、工序工位数据、加工设备及工装夹器具）导入、创建、修改和导出等管理功能。

（2）工艺数据库管理：建立企业级 MSSQL 形式的工艺基础数据库，包括：工艺路线库、设备库和材料库等。提供模型的工艺属性输入界面，工艺属性创建后可进行导出、修改以及进行自动输出工艺清单，工艺属性的管理需要设置权限，增删改只有对应的负责人才可以操作，工艺数据可以汇总成报表进行输出。

（3）工艺清单自动输出：工艺数据和模型进行自动关联，当装配体及其子件更改时可自动输出更新后的工艺清单，输出的格式为 Excel，输出后可以进行版本和权限管理。

（4）建立数据向下游系统传输：建立基于 MSSQL 的中间库，实现 EPDM 系统内的数据向中间库的传输。通过中间库实现与将来部署的 ERP 系统对接，实现 BOM 数据的传输，以及 PDM 系统内对 ERP 数据的物料信息的查询。

通过在 SolidWorks EPDM 基础上开发定制工艺模块，构建企业产品工艺编制及管理平台。实现以信息化手段，规范工艺信息的创建、发布和更改流程，最终形成工艺数据输出，管理、共享和协同的计算机管理系统。