

基于DELMIA的二维工艺卡片的排版与输出

■ 中航郑州飞机装备有限责任公司（河南 450005） 崔 冬

■ 黄河交通学院（河南郑州 454950） 张 鹏

摘要：本文介绍了通过对DELMIA的二次开发，从DELMIA三维工艺环境中获取属性信息，在Excel环境中自动输出二维工艺卡片的方法。

1. 背景与需求分析

工艺人员使用DELMIA的DPM模块并基于三维模型进行工艺设计，实现了基于特征的工艺编制工作，可以用结构化数据的方式展示工艺过程，并可以显示不同阶段的三维模型。但工艺人员在应用目前的方式工作时遇到了很大困难，不能准确、动态、自动地对应完成工艺结果的输出，导致三维数字化工艺还停留在数据层面，没有应用到实际的生产加工中指导生产，没有给企业带来三维数字化工艺的收益，所以三维数字化工艺转换成二维工艺卡片的排版与输出已经成为数字化制造的瓶颈环节。通过对业务现状的分析，得出图1所示的需求。

2. 解决方案分析

在DELMIA三维工艺设计环境中的工作流程与二维工艺设计过程不同，工艺设计工作完全在DELMIA的DPM模块中进行，

形成的工艺数据可以用XML的形式输出，如果需要修改工艺数据，就需要回到DELMIA的DPM模块中。为了和企业标准化保持一致，通过二次开发，将XML数据转换成Excel格式报表，其中Excel格式模版事先定义所用的工艺卡片格式并表示其中对应关系，同时与三维数字化工艺属性对应。如果有二维工序图，在CATIA环境里将三维模型投影成二维工序图插入到Excel报表中。通过对工作流程的梳理，确定了开发的二维工艺卡片排版与输出系统必须以下具备8项功能。

（1）读取DELMIA中的三维数字化工艺数据模型：能够正确获得DELMIA的DPM模型中定义的工艺数据模型，包括产品信息、零件信息、工艺过程、工序信息、工装和刀具等对象，以及对象包含的属性名称。

（2）定义工艺规程模版：设置一套工艺规程的工艺卡片，每张工艺卡片应包括卡片的类型、

是否有续页以及出现的次序等内容。

（3）定义工艺卡片格式：根据在CATIA的二维工程图模块中绘制的工艺卡片格式，定义每个或每列单元格的属性，包括对应的三维数字化工艺数据模型属性、字体、输出控制方式及颜色等。

（4）定义输出规则：调整工艺卡片的输出顺序、每行的宽度、续页处理以及是否让用户选择卡片格式等。

（5）读取DELMIA中的三维工艺数据文件：获得DELMIA输出工艺数据文件中的工艺信息，将这些工艺信息按照不同卡片和对象进行对应。

（6）设置排版要求：根据定义的输出规则，在用户进行工艺数据排版之前，再次进行排版设置，以满足某些特殊的要求。

（7）工艺数据排版：根据定义好的工艺模板、工艺卡片格式及定义的输出规则等，载入工

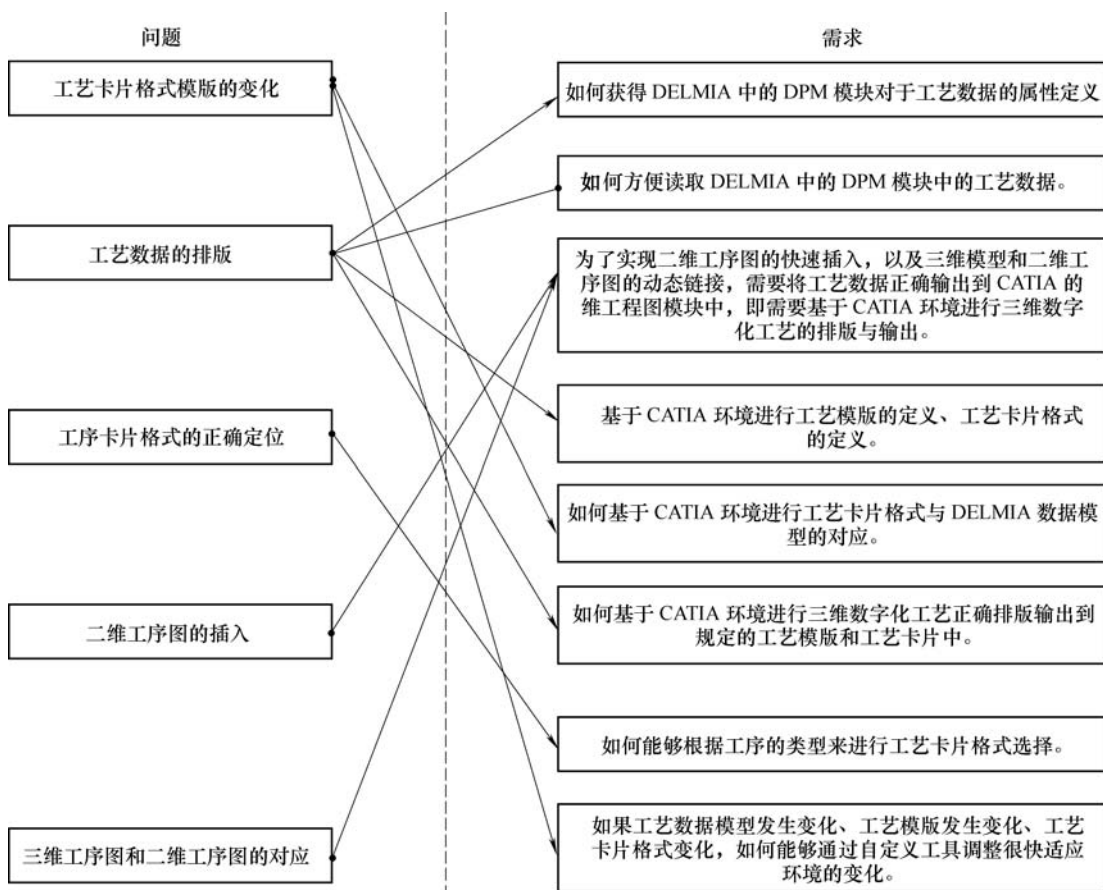


图1 业务需求

艺卡片图形。进行工艺数据的排版，按照每页一个视图的方式，将工艺数据正确输出到CATIA的二维工程图中。

(8) 工艺数据输出：按照定义好的输出要求，将其通过绘图仪打印输出。

3. 系统体系结构

系统体系结构如图2所示，分为数据层、支持层和应用层。数据层主要包括DELMIA的工艺数据模型、产生的工艺文件、支持排版的工艺卡片以及卡片格式等配置库；支持层主要为了实现工艺数据模型与工艺卡片的关联、工艺数据的排版等支撑功能；应用层包括从获得DELMIA产生的工艺数据，到设置排版要求，再到工艺数据排版，最后到工艺数据输出。

4. 系统功能结构

系统功能如图3所示，包含工艺数据模型获取、工艺模板定义、工艺卡片格式定义、工艺数据读取和工艺数据排版5个部分。其中，工艺数据模型获取、工艺卡片格式定义、工艺数据排版三部分为整个系统中的关键技术部分。

(1) 基于DELMIA的工艺数据模型读取方法。从当前载入

的3D模型属性信息中，以工艺信息模型为基础，通过取得的基于DELMIA的开发接口，将内部的工艺数据模型提取出来，从而生成结构化的数据，建立包含工艺信息的对象类。对象类主要包括CPPBWorkspace、CPPBObj、CPPBPart、CPPBProd、CKBClass和CKBAttr等。与CPPBWorkspace相对应的是一份完整的工艺规程，与CPPBObj对

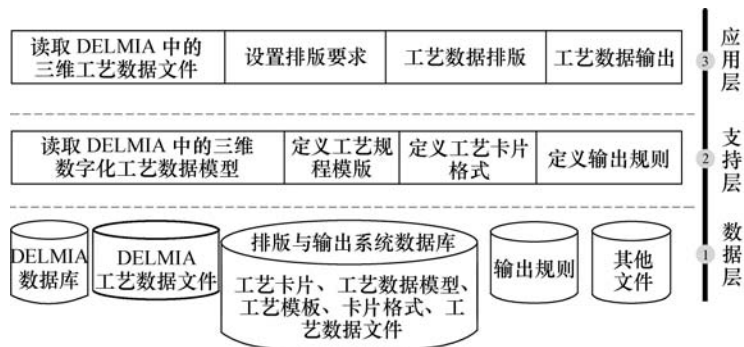


图2 系统的体系结构

应的是工艺信息中的一般对象（如工序、工步及工装等），与CKBClass相对应的是工艺信息中的对象类（如机械加工类、工序类等），与CPPBPart和CPPBProd相对应的分别是零件对象和产品对象，与CKBAttr相对应的是对象类的某一个属性。所有的CPPBObj对象和产品以及零件对象都是由CKBClass对象类决定的（如CPPBProd对象的成员是由产品对象类中定义的对象属性所决定，CPPBObj工序对象的成员由工序对象类中定义的对象属性所决定）。由工艺信息模型的定义获知，一份工艺规程中不仅包含一个工艺基本信息对象和多个工序对象，而且可能包含产品或零件对象；工艺基本信息对象和工序对象下还可能包含子对象（如材料对象和毛坯对象等包含在工艺基本信息对象中，工装对象、设备对象及工步对象等包含在工序对象中）。工艺信息对象关系如图4所示。

(2) 基于CATIA的工艺过程卡片格式定义。对于一个规范的制造型企业来讲，各种类型的工艺过程卡片格式都是按照一定标准执行的（如国标或企标），许多不同类型的工艺过程卡片组成了一份完整的工艺规程文件。换句话说，对于每一类工艺规程文件，都具有一定的格式要求，因此，必须提前定义所需使用的标准模板，这些所定义模板的格式也必须符合相应的标准。

定制工艺卡片模板：按照一定的标准或规范将工艺卡片在Excel中绘制出来，然后在卡片的表格中建立与工艺信息模型的

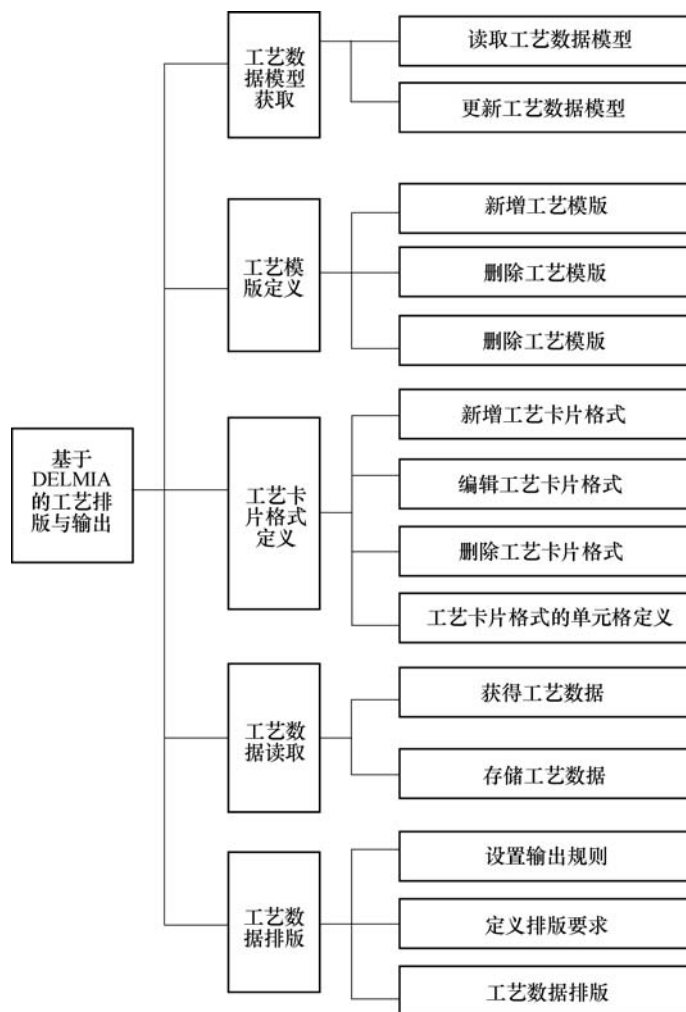


图3 系统功能结构

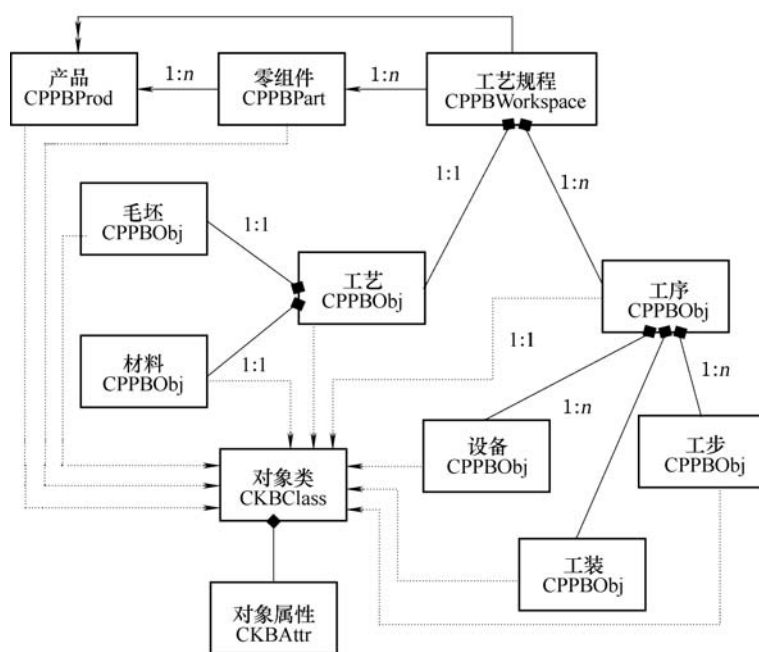


图4 工艺信息对象关系

关联关系，就形成了工艺卡片模板。根据工艺卡片模板和工艺信息模型的直接关系，将工艺卡片模板进行分类，分类的结果如附表所示。

工艺卡片模板分类

分类		卡片类型	说明
工艺卡片模板	简单卡片	附图	工艺附图、工序简图等模板
		简单封面	只包含公共信息的简单封面
		其他简单卡片	一些不需要提取工艺信息的其他简单卡片
	数据卡片	封面	包含除公共信息的工艺信息卡片，如材料等
		过程卡	工艺过程卡片，包含主要的工艺信息
		工序卡	工序卡片，包含某道工序信息
		其他数据卡片	需要提取相关工艺信息的其他卡片

工艺规程模板的定义：工艺规程模板是根据企业标准由一张或多张工艺卡片模板按一定顺序组成的卡片模板的集合。定义的工艺规程模板中必须包含至少一张工艺过程卡片模板，将工艺卡片模板根据使用的不同需要进行不同的组合，就可以定制出符合各种要求的工艺规程模板。

工艺卡片模板和工艺数据模型的映射：从信息角度来看，工艺卡片中包含有产品信息（产品型号和产品名称等）、零件信息（零件型号何零件名称等）、基本工艺信息（如工艺方法、执行标准及材料等）、工序信息（工序序号、工序名称及设备型号等）、工步信息（工步号和工步内容等）等，将工艺信息模型中的对象类与这些属性信息建立一一对应的关系。从表格角度来看，工艺卡片模板可以细分为表、单元格、行和列。表是由多

个列组合而成，与此同时，列又由多个单元格组合而成。以某企业工艺卡片的填写习惯为例，同列的单元格所填的内容一般都是相同类型的信息，而行则是对应着不同类型的信息（如工序和工步等）。单元格则可以认为是只包含一个单元格的列。因此，在工艺卡片模板定制过程中，仅需要定义表和列就可以完成定制工作。

在定制列的过程中，需要把卡片中的列与工艺信息模型中的对象属性相对应。列中不仅包含了工艺信息模型对象的相关信息，如对象名、对象属性及对象的父子关系等，而且包含了数据的处理方式、字体和名称等。有了这些信息，工艺数据就可以方便输出到对应的卡片上了。

另外，为了使工艺数据的在后续排版时更加方便，按照工艺信息的属性，把列分为5个等级：产品级、零件级、工艺级、工序级和工步级；这样就可以把级别相同，并且在一起的多个单元格列（如工艺过程卡中工序信息和工序卡中工步信息）定义成表。

(3) 基于CATIA的工艺数据排版。在设计工艺数据排版功能时，既要保证当前数据传递的正确性，也要考虑今后系统升级带来的变化，并且要方便系统管理员的日常维护工作。因此在系统中定义了一个包含总体信息和类信息两部分的排版文件，来配合工艺数据排版。

总体信息：排版文件前两行的内容是总体信息，其中包括总页数、页号、最大循环行数、页循环标志、页类型名、工序卡片

志和工步标志，例如，“begin_of_page/1,20,N,jjgyk,主循环首页”。

类信息：排版文件的主体部分是类信息，由工步、工序、工艺、零组件和产品5个部分组成，每个部分包含若干子类，每个子类的结构具有相似性，其中包含父类名、类名、属性名（除工步、工序、工艺、零组件和产品等5个父类以外，子类均需要给出调用该子类的父类名和属性名）、@H以及@S。

5. 排版文件的输出

(1) 定义类信息。文件经过排版后要使卡片中的标签与上述中定义的各个类的属性相对应，定义方式是在一个对话框中，逐类进行定义并加入排版文件。

若需定义新文件的类，按照“产品、零组件、工艺、工艺的子类（若干）、工序、工序的子类（若干）、工步和工步的子类（若干）”的顺序进行定义，各类的属性与标签相对应。对于某类，先双击其类名，如果该类是“产品、零组件、工艺、工序和工步”五大类以外的类（即子类），则在弹出的对话框中选择该类的上一级父类，若被双击的类不是该排版文件所需的，则单击“取消”，然后在“对象/对象表属性名”栏中双击该类的属性名（自动放入相应框中）。选择“该类对象的排列方式”一项（不选，默认为第一项）。在“卡片中的所有标签”栏中，双击属于该类下将要与属性对应的一个标签，此标签便自动填入编辑框中，在“该类的属性”栏中双击与此标签对应的属性名（一

个或多个)，或单击属性名后单击“对应”按钮，单击“结束”按钮，再单击“加入”按钮，一个标签行便形成了，按照这种方法继续定义该类下的所有标签行。

若要修改已被加入的标签行，则在相应的标签行上双击鼠标，在下面的编辑框中进行修改，然后单击“更新”按钮。完成该类下的所有标签行定义后，单击“一类定义完毕”按钮。依次类推，将其他类下的标签行也进行定义。“已加入的类名列表”显示放入排版文件中已经定义完毕的类名。若某类中有lastset或set命令行，则在“命令行信息”栏中进行选取（如“隔行排版”对应newline，“连续排版”对应sameline，“最后一个对象”对应lastset，“所有对象”对应set，组号默认为“Y”），然后，在“该类下的属性/标签对应”栏中将要插入该命令行的位置进行点击，单击“格式显示”按钮和“加入”按钮。所有类定义完成后，单击“所有类定义完毕”按钮，单击“确定”，便完成了排版文件的定义。

如果需要对某文件进行修改，则根据上述方法按顺序双击各类的名称，进行修改，修改完毕单击“一类定义完毕”按钮；如果不需修改，双击类名后直接点击“一类定义完毕”按钮。最后，单击“所有类定义完毕”和“确定”按钮，完成该文件的修改。

(2) 排版文件的连接。以上定义的是排版文件的一页。如果排版文件有多页，则先分别定义各页（注意总页数与各页面

码），并分别命名。各页都定义完成后，单击“连接排版页”菜单项，在弹出的对话框中，单击“选择页段”按钮，根据提示按顺序选择各页，最后，单击“确定”完成连接，生成一个完整的排版文件并命名。排版文件由总体信息和类信息两部分构成。

(3) 工艺数据排版输出。输出工艺排版文件需要经过以下步骤：①选择数据文件并读取数据（见图5）。②修改排版文件并设置排版参数（见图6）。③工艺数据排版及结果预览（见图7）。④工艺数据排版结果（见图8）。

6. 结语

将三维可视化工艺转换为二



图 5



图 6



图 7

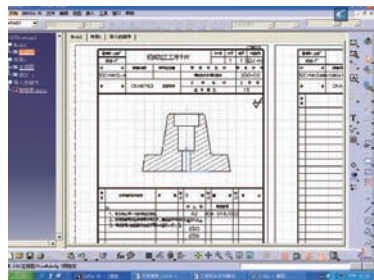


图 8

维工艺文件供生产现场使用，这一过程仅仅是数字化工艺系统建设中的过渡环节，是由于目前生产现场所使用的硬件（如检测设备和浏览设备等）达不到将三维工艺直接下发生产现场的要求，而采取的折中办法。在未来，随着硬件水平的不断提高，最终将实现过程全三维化的生产环境。

参考文献：

- [1] 胡挺，吴立军. CATIA二次开发技术基础[M]. 北京：电子工业出版社，2006.
- [2] 王征. Excel 2007 VBA应用程序开发[M]. 北京：电子工业出版社，2009.
- [3] 王占海，翟庆刚. DELMIA二次开发技术初探[J]. 西安航空技术高等专科学校学报，2010，28(1)：1-3.

MW (收稿日期：20160128)

通知

作者投稿时请留下详细的通信地址和联系方式，以便编辑部能够及时将稿件录用情况通知给作者，感谢您的关注与支持。

本刊编辑部为了方便广大读者朋友的沟通交流，特别申请了“金属加工（冷）作者群”，QQ群号是7880924，欢迎大家加入！

本刊编辑部