

基于 XML 的无纸化工艺应用关键技术

The Key Technology for Application of Paperless Process Based on XML

西北工业大学机电学院 刘明辉 黄利江

[摘要] 提出了一种基于 PDM 集成应用平台的无纸化工艺应用实现方案。该方案以 XML 作为工艺信息的组织和管理载体,以 XSL 定义工艺信息的显示格式,并把工艺相关信息打包成为一个多媒体工艺文件,通过 PDM 集成平台实现工艺信息的无纸化应用。重点对基于 XML 的工艺信息组织管理技术和基于 XML/XSL 的工艺信息显示技术进行了论述,并给出了应用示例。

关键词: XML/XSL 工艺信息 无纸化 多媒体工艺文件

[ABSTRACT] A novel solution is proposed for the application of paperless process technology based on PDM integrated application platform. In the solution, XML is taken as a carrier for the organization and management of process information, and XSL is used to define the display format of process information. All related process information is put into a multimedia process file realized. The application of paperless process is based on the PDM integrated platform. The technology of process information organization and management based on XML and the technology of process information display based on XML/XSL are discussed in detail. Finally, a case is presented.

Keywords: XML/XSL Process information Paperless Multimedia process file

在数控加工技术应用日益普遍的情况下,纸质工艺文件的不足越来越凸显,如检索麻烦,只能反映静态工艺信息以及只能结合二维的图形来说明零件加工信息等。随着制造企业信息化的深入,实现工艺信息的无纸化已是一种发展趋势。无纸化工艺信息具有以下优势:(1)管理方式灵活,信息交换和传递方便,检索准确快速;(2)表现手段丰富,可以借助三维模型和加工仿真动画等实现纸质工艺文件不可能提供的表达方式,更加直观、清晰地表现加工过程,减少工人了解加工过程所需的时间,提高生产效率。因此,研究工艺信息的无纸化应用技术具有积极的理论意义和

迫切的现实需求。

无纸化工艺应用包含 2 方面的内容:工艺设计过程的无纸化和工艺浏览的无纸化。目前工艺设计过程的无纸化已经较为普及并取得良好效果,但工艺浏览的无纸化尚未得到广泛应用。本文主要针对后者进行研究。

目前 XML 技术在工艺信息无纸化方面的应用主要是利用 XML 对工艺信息进行结构化描述,以 XML 文件作为中间文件在不同系统之间、在异构数据源之间进行数据交换^[1-3],即主要集中在利用 XML 进行数据交换,而没有发挥出 XML 在工艺信息管理和浏览显示方面的优势。XML 在复杂工艺信息的组织管理和数据交换方面的优势以及 XSL 在定义工艺信息的显示格式方面的灵活性,使得基于 XML 的无纸化工艺应用很有发展前景。本文提出了基于 XML 技术的无纸化工艺应用方案,并重点对基于 XML 的工艺信息组织技术和基于 XML/XSL 的工艺显示技术进行研究。

1 基于 XML 的无纸化工艺应用实现方案

基于 XML/XSL 的无纸化工艺应用系统的实现方案如图 1 所示。

首先,在工艺人员的工艺设计完成后,以 XML 格式来组织工艺信息,以 XSL 格式来定义工艺信息的显示格式,并把相关的二维/三维工序图、零件三维设计模型、NC 程序及加工仿真动画文件等通过 CAPP 多媒体工艺文件生成工具封装打包为一个超级工艺文件——这里称为多媒体工艺文件;然后把该文件提交给 PDM 集成平台进行版本和有效性等管理;在生产现场,操作工人按工作要求从 PDM 数据仓库中下载相应工艺文件,利用多媒体工艺信息浏览器进行浏览及使用,实现工艺信息从工艺设计到生产现场的无纸化应用。

多媒体工艺信息浏览器是个综合的工艺浏览工具,能够以不同的方式来显示和浏览工艺信息。工艺基本信息以 XSL 格式定义的卡片模板形式显示;并能显示二维/三维图形、仿真动画及 NC 程序等。多媒

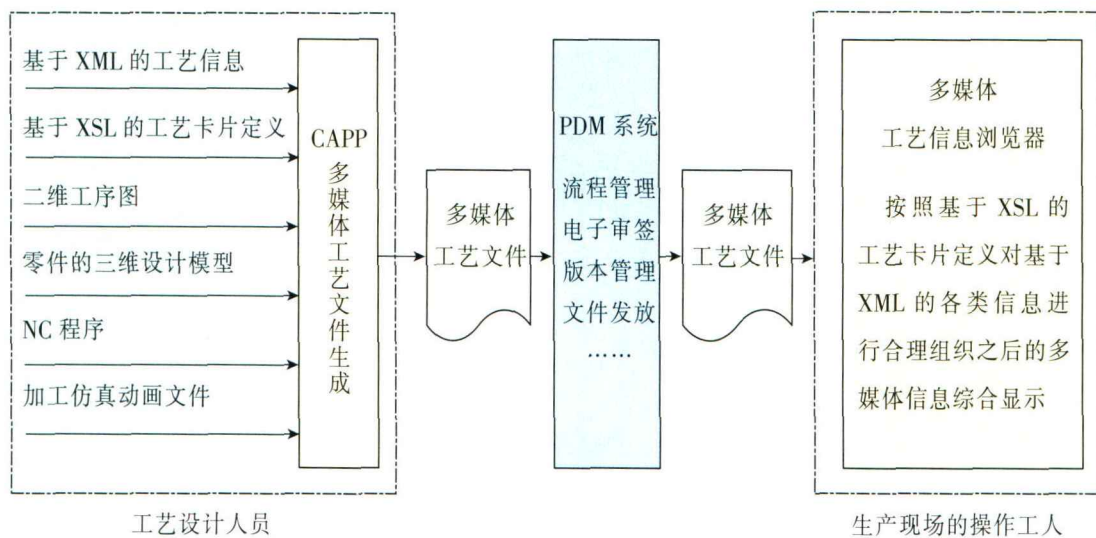


图1 无纸化工艺应用的实现流程

Fig.1 Implementation flow of paperless process application

体工艺信息浏览器依据不同的“基于XSL工艺卡片定义”从“基于XML的工艺信息”中抽取不同侧面的工艺信息,形成不同的工艺文件(如工艺过程卡片、工序卡片等),实现基于XML/XSL的工艺信息显示。

基于XML的工艺信息组织管理技术和基于XML/XSL的工艺信息显示技术,是实现基于XML的无纸化工艺应用的关键所在。本文将对这两方面内容进行重点论述。

2 基于XML的工艺信息组织管理

采用XML组织管理工艺信息具有信息灵活、组织结构严谨、便于格式化显示等优势^[3]。

(1)XML具有较强的灵活性。从数据组织的角度来看,XML采取的是半结构化数据模式,可以随着数据的不断更新而改变,可以随时加入新的元素或属性,能够方便地对表达的数据进行扩充。

(2)XML具有严谨的组织结构。通过XML Schema的定义,XML文件的组织结构严谨清晰、可读性强,适用于机器和人理解用于描述产品的复杂数据信息。

(3)XML实现了数据与数据表现的分离,使得数据表现可以多样化。同一XML数据源配合不同的显示定义就可以检索提取不同的信息,得到不同的显示效果,这也便于实现基于XML/XSL的工艺信息显示。

对于一个零件来说,基于XML的工艺信息是唯一的信息源,包含了与该零件加工过程相关的全部工艺信息。要把所有的工艺信息合理地组织起来,就必

须要依据工艺信息模型编制约基于XML的工艺信息组织结构的XML Schema。

建立工艺信息模型可以帮助工艺人员理解工艺信息间的组织结构关系,从而恰当地建立约束工艺信息组织结构的XML Schema,保证基于XML的信息能够清晰、真实地反映工艺信息及其组织结构。建立一个符合企业实际应用状况的工艺信息模型,需要大量的深入调研和分析。这里只给出工序对象的工艺信息模型示例,如图2所示。

为了保证基于XML的工艺信息的组织结构与工艺信息模型一致,在建立工艺信息模型之后,还要建立一种指定应该如何用XML描述某一特定对象的机

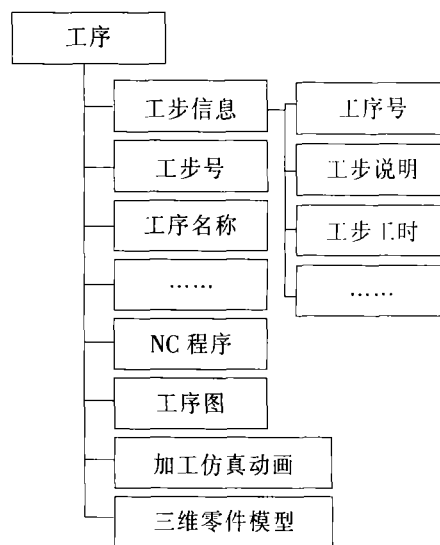


图2 工序信息模型示意图

Fig.2 Diagram of process information model

制。XML Schema 提供了这样一种机制,而 XML Schema 就不仅能够约束 XML 元素的组织结构,也可以约束 XML 元素的内容,从而保证了基于 XML 的工艺信息与工艺信息模型一致。在编制 XML Schema 文件的过程中,工艺信息模型中的每个对象转换为一个相应的元素,对象的每一个属性转换为元素的属性,对象下的子对象,转换为元素的子元素。

一个 XML Schema 文件的示例片段如图 3 所示。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xs:element name="OPER" remark="工序对象">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="OPER_NO" type="xs:string" minOccurs="0" remark="工序号"/>
        <xs:element name="OP_NAME" type="xs:string" minOccurs="0" remark="工序名称"/>
        <xs:element name="OP_TYPE" type="xs:string" minOccurs="0" remark="工序类型"/>
        <xs:element name="MJ_WORKDESC" type="xs:string" minOccurs="0" remark="工序说明"/>
        <xs:element name="MACHINE" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" remark="机床对象"/>
        <xs:element name="FIXTURE" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" remark="工装对象"/>
        <xs:element name="STEP" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" remark="工步对象"/>
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:element name="STEP_NO" type="xs:string" minOccurs="0" remark="工步号"/>
            <xs:element name="STEP_DESC" type="xs:string" minOccurs="0" remark="工步说明"/>
            <xs:element name="CUTTER" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" remark="刀具对象"/>
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
  <xs:element name="NC_PROG" type="xs:string" minOccurs="0" remark="NC 程序"/>
  <xs:element name="ANIMATION" type="xs:string" minOccurs="0" remark="加工仿真动画"/>
  <xs:element name="OPER_PIC" type="xs:string" minOccurs="0" remark="工序图"/>
  <xs:element name="PART_MODEL" type="xs:string" minOccurs="0" remark="三维零件模型"/>
</xs:schema>
```

图 3 XML Schema 片段
Fig.3 A segment of XML Schema

3 基于XML/XSL的工艺信息显示

基于XML的工艺信息只包含了工艺信息本身的内容,并没有规定信息的显示格式,所以要将XML形式的工艺信息很好地呈现给浏览器,必须要配合相应的基于XSL的工艺卡片定义。一个多媒体工艺文件中可以包含多个“基于XSL的工艺卡片定义”,分别用于定义一份工艺规程中不同的工艺文件中工艺信息的显示格式。

工艺卡片的内容可分为两部分:静态部分和动态部分。静态部分是指工艺卡片上的边框和固定的表头文字等与具体零件工艺无关的部分。动态部分是指需

在多媒体工艺文件中,基于XML的工艺信息是所有工艺信息的组织载体,它不仅包含了众多文本格式的基本工艺信息,还包含了工序图、零件模型、NC 程序、仿真加工动画等非文本信息的链接路径。生成基于XML的工艺信息的过程中不仅要参考工艺信息模型,还要严格遵守XML Schema的约束。一段包含某道工序工艺信息的基于XML的工艺信息片段如图4所示。

要依据具体零件的工艺信息进行填写的部分。基于XSL的工艺卡片定义的基本思路是先定义静态部分,制作好基于XSL的空白工艺信息卡片后,再填写动态部分,通过XSL代码将基于XML工艺信息中的特定标记里的工艺信息填充到工艺卡片中相应的显示该信息的动态部分。静态部分的制作比较简单,利用任何网页开发工具都可以轻松完成。

对动态部分的内容的处理,下面以向机械加工工序卡片中添加工步信息为例进行说明。在工艺卡片的动态部分嵌入XSL代码,指定要填充基于XML的工艺信息中哪个标记的内容。

图5所示代码可以根据工序中每个工步的信息,

向工序卡片上的用于描述工步信息表格中添加一行,并将工步信息添加到该行相应单元格中。该代码指定在工步信息的表格的每一行的第一个单元格中填充<STEP_NO>标记的内容,即工步号;在第二个单元格中填充<STEP_DESC>标记的内容,即工步说明。

对于不能直接在浏览器中显示的非文本信息,如特殊符号、三维工序图、NC 程序和仿真动画等,必须要进行相应的处理。

对于特殊符号,我们采用 XSL 扩展元素结合

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="gongyi guochengka.xsl"?>
<OPER xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
      xsi:noNamespaceSchemaLocation="gongyi guochengka.xsl"?>
  <OPER_NO>1</OPER_NO>
  <OP_NAME>数铣</OP_NAME>
  <OP_TYPE>0</OP_TYPE>
  <MJ_WORKDESC>用已加工 A 面及毛坯两侧边定位,铣基准面 B,粗铣 B 面内外形</MJ_WORKDESC>
  <MACHINE>
  <STEP>
    <STEP_NO>1</STEP_NO>
    <STEP_DESC>铣基准面</STEP_DESC>
    <CUTTER>
  </STEP>
  <STEP>
    <STEP_NO>2</STEP_NO>
    <STEP_DESC>粗铣 B 面内形</STEP_SESC>
    <CUTTER>
  </CUUER>
  </STEP>
  .....|
  <NC_PROG>.\NcProg\1-2.cut</NC_PROG>
  <ANIMATION>.\Animation\1-2.avi</animation>
  <OPER_PIC>.\OPERPIC\1.DWG</OPER_PIC>
  <PART_MODEL>.\operPic\1.dwg</PART_MODEL>
</OPER>
```

图 4 基于 XML 的工艺信息片段

Fig.4 A segment of process information based on XML

```
<xsl:for-each select="OPER/STEP">
  <tr>
    <td height="19"
      align="center"><xsl:value-of
      select="STEP_NO"/>
    </td>
    <td height="19"
      align="left"><xsl:value-of
      select="STEP_DESC"/>
    </td>
    .....
  </tr>
</xsl:for-each>
```

图 5 基于 XSL 的工艺卡片代码片段

Fig.5 A segment of process card based on XSL

VML 技术来解决。首先把特殊符号用伪代码表示,显示时再把伪代码转换为 VML 矢量图形输出。例如:粗糙度符号 $\sqrt{3.2}$ 可以用图 6 所示的 VML 代码表示。

对于三维零件模型,可以将其转化为 UGS 公司的 JT 文件格式,然后以超链接形式把它们引入到 Web 形式工艺文件中,再利用 JT 文件浏览控件浏览;NC 程序以下载链接的形式表现,下载后可以直接被数控机床使用,仿真动画以超链接的形式表现,通过播放器控件进行播放。

```
<v:shapetype id="cucaodu"
  coordsize="4 5" >
  <v:path v="m 2,2 l 0,2 l 1,4 l 3,0
  e" textboxrect="-6,-1 2,2" />
</v:shapetype>
<v:shape type="#cucaodu" style="width: 8mm;
height: 8mm;" fillcolor="white">
<v:textbox style="text-align:center;
font-size:12px; font-weight: bold">3.2</v:textbox>
</v:shape>
```

图 6 粗糙度的 VML 代码

Fig.6 VML code for roughness

4 基于XML的无纸化工艺应用示例

生产车间的操作工人在接到零件生产任务时,可以根据零件信息向 PDM 系统提出申请,查询并下载相应的多媒体工艺文件。然后就可以通过多媒体工艺文件浏览器进行浏览。

基于 XML 的工艺信息包含了某零件全套工艺文件所要用的全部工艺信息,只要在设计的过程中给该工艺信息配上不同的基于 XSL 的工艺卡片定义,

就可以得到不同形式的工艺卡片,如工艺规程封面、工艺过程卡片、工序卡片等。

图 7 是通过多媒体工艺文件浏览器浏览的某一零件的工艺过程卡片的浏览效果。在该机械加工工艺过程卡片中,表头文字是静态信息,与具体的加工零件无关。各工序的相关信息是动态信息,需要从基于 XML 的工艺信息中抽取并进行动态填充。各道工序中用到的 NC 程序和仿真动画文件等以下载链接的形式展现。

XX 股份有限公司		机械加工工艺过程卡片		产品型号	零件号	111-111-1		共 页 第 页		
		产品名称	零件名称	试验件						
		毛坯种类	毛坯外形尺寸	每毛坯可制件数	每台件数	备注				
工序号	工序名称	工序内容			NC 程序	加工仿真	车间	工段	设备	工艺装备
1	领料	领料								
2	制吊装孔	制吊装孔								
3	超声波探伤	超声波探伤								
4	数铣	铣基准面(A面)			下载					
5	数铣	用已加工 A 面及毛坯两侧边定位,铣基准圆 B,粗铣 B 面内外形			下载	播放				
6	数铣	以 B 面及基准边定位,粗铣 A 面			下载					
7	数铣	以 B 面定位,修 A 面基准(根据零件变形量取舍该工序),采用无应力装夹			下载					
8	数铣	以 A 面及两工艺孔定位,粗铣 B 面			下载					
9	数铣	以 B 面及下侧两工艺孔定位,精铣 A 面,保证重要尺寸			下载					
10	钳工									
11	半成品检验	按蓝图和交接进行半成品检验								
12	硬度检查	在与该零件图号及质量编号标注一致的工艺凸台上打硬度,并按标准检查								
13	清洗	零件清洗,去除油脂,灰尘及腐蚀斑								

图 7 多媒体工艺文件浏览效果

Fig.7 Browsing effect of a multimedia process file

5 结束语

本文提出了一种以 XML 为工艺信息组织管理载体,以多媒体工艺文件为传递介质,借助 PDM 平台的基于 XML 的无纸化工艺应用解决方案,并对方案实施过程中的两项关键技术——基于 XML 的工艺信息组织管理技术和基于 XML/XSL 的工艺信息显示技术进行了重点论述,最后通过应用示例验证了方案的可行性。

继 CAPP 系统大量部署、工艺设计过程无纸化得到广泛应用之后,工艺信息无纸化应用将会向生产车间扩展,实现更广泛的从工艺编制到工艺管理再到车间浏览使用的无纸化,并最终取代纸质工艺。工艺信

息无纸化可以加快工艺信息在不同生产部门之间的转移速度,缩短工艺设计周期,能够使工艺信息以简单明了、便于操作工人理解的方式表现出来,在提高工人的生产效率,缩短产品制造周期同时,还能促进产品生产质量的提高。

参 考 文 献

[1] 刘晨,蔡长韬.基于 XML 的 CAPP 数据描述技术研究.计算机应用研究.2005,22(4):75-77,127.
 [2] 郭浩,欧宗瑛.CIMS 环境下基于 XML 的信息交换与集成.计算机工程,2003,29(16):30-32.
 [3] 陈万领,陈卓宁,宾鸿赞,等.基于 XML 的工艺信息表达方法研究与实践.华中科技大学学报(自然科学版).2006,34(03):46-49.

(责编 侧卫)