

## NFCAPP 系统中工序图的生成

王 平

吴加海

(盐城工学院 CAD 中心, 盐城, 224003 盐城拖拉机厂总师办, 盐城, 224002)

**摘 要** 主要探讨了 NFCAPP 系统中工序图生成的原理、方法、工序图数据的存贮结构及工序图的输出。

**关键词** NFCAPP 工序图 决策规则

**分类号** TS103

NFCAPP 系统是南京航空航天大学与南飞纺机公司共同承担的国家 863 重大攻关项目——纺织机械片梭机的 CIMS 课题的一部分。该系统的主要功能是实现带轴凸轮类零件的工艺过程设计及工艺卡等工艺规程的设计和输出。鉴于工序图的自动生成是 NFCAPP 系统的一个重点,也是正确实施 NFCAPP 设计结果的手段之一,因此,开发工序图自动生成软件就显得尤为重要。由于南飞纺机公司带轴凸轮类零件有这样一些特点:盘状结构、内圆孔、外凸轮、中间带有槽等,属回转体零件,笔者认为,对于该类零件的信息描述可采用推理自动生成工序图。下面将就该类零件工序图生成原理和方法作一探讨,以便为后续编程工作奠定理论基础。对于复杂的非回转体,目前,尚无完善的方法,通常的看法是有待于 CAD/CAPP 集成技术及人工智能的进一步发展。

### 1 NFCAPP 系统中工序图生成方案设计

利用计算机自动生成工序图,一般需要解决两个问题。首先必须用某种数学模型或信息集合描述所画的工序图,其次,转换成计算机能够接受的信息,前者为图形数学处理,后者为图形处理,即图形绘制。由此可见,工序图生成过程有三个关键问题,即工序图数据的生成、数据存取与传递、图形绘制(图 1)。

关于图形数据生成,我们可利用国内外广泛流行的交互式图形软件 AutoCAD 提供的 DXF 文件作为图形数据的交换文件和专家系统模式相结合的方式。一方面通过建立工序图图形库,然后用一个专用接口程序读取由 AutoCAD 提供的 DXF 文件,供生成工序

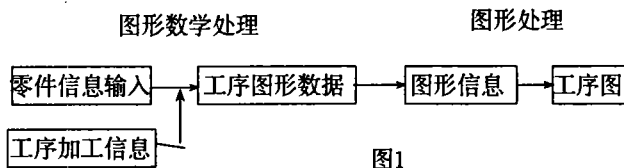


图1

图用;另一方面采用专家系统模式,图形数据分别由推理机调用工序图决策规则生成数据。由于图形数据的生成是与工艺决策规则的制定方式密切相关的,因此本文所讨论的工序图生成是以带轴凸轮类零件工艺决策制定的方式为依据的。

### 1.1 工序图图形数据获取方式——工序图决策规则

工序图是以图形和符号的形式表示对某工序的加工要求,其作用是指导加工人员进行加工。工序图信息包括两类:一类是图形信息,表示被加工零件在本工序中要加工成的形状;另一类是加工信息,具体表示本工序中装夹方式、加工尺寸、加工要求等。一般而言,工序图数据应来源于工艺结论,与工艺过程卡中相应工序一致,于是,作为工序图数据生成方法就是:直接从工序内容中取出数据,其方法为:如对二步内容“从直接 60.3 在外圆至直径  $60 \pm \frac{0.1}{0.1}$ ,并保证距端面 120”取出信息。

①被加工型面为直径  $60 \pm \frac{0.1}{0.1}$  的圆。

②加工值(即绘制标注值)为 60.3。

③轴向长度。

这些取得的数据就构成了工序图数据。这种处理方法要求工序内容规范化、标准化,工艺内容细化到工步,即对工艺的准确性和详细程度要求极高。这与实际不符,因为有了工序图,工艺内容就应简化。此外,这种处理方式难以实现加工信息的全面描述,特别是对中间工序,难以实现轴向尺寸、形位公差、表面粗糙度的数据描述;再有该种方式以字符串查找处理,运算繁杂,速度慢,从程序设计观点看也不具柔性和扩充性,一般很少采用。

另一种工序图数据生成方式是建立工序图决策规则。基本思想是:工序内容是由工艺决策规则形成。因此,工序内容是隐含在工艺决策规则中的,这样,从工艺决策规则中派生出工序图决策规则,再以工序图决策规则通过推理就可自动生成工序图,原理见图 2:

用工序图决策规则生成工序图是以某种数学模式调用工序图规则生成工序图数据,这种处理方式是用规则来生成数据,程序处理的是规则,对不同的零件而言只是规则不同。这就实现了数据与程序的分离。

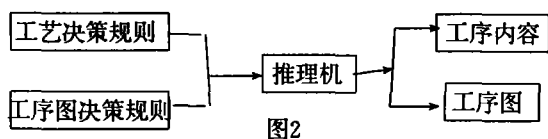


图2

另外,工艺内容是用决策规则创成的,用规则来创成工序图数据就使工艺内容生成方式与工序图数据生成一致,既方便了程序设计又能保证生成的工艺内容与工序图一致。

工序图决策规则的建立方式通常有两种,一是建立通用规则,规则适合于所有零件。但由于零件千差万别,要针对各种零件建立规则是不可能的,即使勉强建立,其通用性也极差。此外,这种模式也难以保证工序图与工艺内容的一致。另一种方式是零件按相似性分组,按组建立工序图规则,该种方式易于实现规则的建立,且能保证规则的正确性,因此,对于带轴凸轮类零件应采用这种方式来建立工序图决策规则。

### 1.2 工序图决策规则的知识表示方式

①工序图决策规则的内容 影响工序图的因素很多,但对工序图的生成而言,其有关信息包括以下几类:a. 上道工序加工成形的形状信息;b. 装夹方式;c. 本工序加工型面;d. 本工序加工要求。

工序图决策规则的目标是为工序图生成提供数据,故工序图决策规则应包括装夹规则、型

面生成规则、加工要求标注规则。

②工序图决策规则的表达方式 如前所述,工序图决策规则与工艺决策规则是融合在一起的,因此,我们可采用标号对应法,工序的标号以“X”表示,工步的标号以“X,Y”表示,则对应工序图决策规则可用“X,Y,Z”表示。这样就既能保证与相应工序的对应,又可简化工序图决策规则的条件表述。而工序图决策规则的知识表示方式通常有三类:直接表述法、型面生成条件+余量库名表述法、标注条件+标注类型表述法。

## 2 工序图数据的存贮结构形式及工序图的输出

工序图数据是生成工序图的信息来源,其存贮方式直接影响工序图生成模块的程序设计,更将影响生成工序图的质量,因此,工序图数据应满足两方面要求:便于识别与存取;数据完整且无冗余。

Autolisp 语言是一种嵌入 AutoCAD 内部的编程语言,该语言的长处是对表的操作,用表的形式来存贮数据,能方便地对数据进行操作处理,故工序图数据应用表来存贮。由于工序图数据还存在对数据的定位问题,即对数据所代表的含义识别,因而应在数据处理与其对应参数间建立联系。由此我们可采用联结表来存贮工序图数据,关于联结表知识这里不再赘述。

工序图的输出,根据带轴凸轮类零件的特点,笔者认为宜采用以下两种思想:

①利用基图 零件是由毛坯经过一道道工序加工而来的,对某一道工序而言,其毛坯就是上一道工序已加工成的形状;对工序图而言,同样可以以上道工序图作为基图,在该基图的基础上根据本工序装夹信息判定零件放置方式;根据加工信息绘制、修改加工部位(型面);根据标注信息标注相应尺寸、形位公差等,这样,就可得出一幅完整的工序图。

②型面要素参数化绘图 参数化程序设计是用参数来控制图形的生成方式、图形大小及位置。对于带轴凸轮类零件,因为它属于回转类零件,故应以形体要素为单元来存贮数据,对形体要素已有确定的定义,如外圆柱、内锥孔、键槽等,一个形体要素就可看作一个独立的参变量,这样,就以形体要素为基本绘制单元,用参数化设计的方法就可实现工序图的绘制。

### 参 考 文 献

- 1 冯菊芳. 小型 CAPP 系统中工艺路线决策及工序图自动绘制. 南京航空学院科技报告. WHJB-88-5298
- 2 樊其瑾, 黄乃康. CIMS 环境下的 CAPP 技术. 航空学报. 1995. 10

## The Generation of Process graph for NFCAPP System

Wang Pin<sup>1)</sup>

Wu Jiahai<sup>2)</sup>

(1) Department of Science and Technology of Yancheng  
institute of technology, Yancheng, 224003, PRC;

2) Yancheng tractor Plant, Yancheng, 224002)

**Abstract** This paper discusses the principle and method of process graph generation, the storage structure of process graph data, the output of process graph.

**Keywords** NFCAPP; process graph; decision rule