

基于解释器技术的模具工时计算研究

杨海彬, 伍晓宇

(深圳大学 机电与控制工程学院, 广东 深圳 518060)

摘要: 介绍了 3DM 系统构建语言, 分析了目前计算机辅助工时定额的方法, 提出了基于解释器技术的工时计算的制定方法, 阐述了典型工序的编码方法及其基准工时制定算法。该方法可以提高工时制定效率, 由此实现了柔性化工时计算。

关键词: 工时计算; 工序; 解释器; 柔性化

中图分类号: TH164

文献标识码: A

文章编号: 1672-545X(2007)10-0084-03

时间定额是在一定的技术、组织、条件下, 制定出来完成单件产品 (例如一个零件) 或某项工作 (例如一个工序) 所需的时间^[1]。工时定额是企业进行科学管理、合理组织生产、计划管理、调控生产进度、经济核算、控制成本和产品报价的基础, 是改进生产技术、挖掘劳动潜力、提高劳动效率的重要手段, 也是新建或扩建时决定设备和人员数量的重要依据。

工时定额在现代企业管理中占据着重要的地位。在国家“十五”计划中, 产品工时定额的制定已被列为 CAPP 领域中三大重点攻关项目之一^[2]。工时定额制定的质量直接影响了工时、设备利用率、产品生产周期、企业员工劳动报酬等方面, 对企业的发展至关重要。

借助于二次开发性较强的 SolidWorks 软件作为平台, 使用解释器技术实现柔性化工时计算将是一种新的尝试。

1 典型工序工时的计算

1.1 工时计算的构成

工序所使用的工装、设备、技术要求以及加工部位的尺寸信息是影响工序工时的主要因素。典型工序是一系列相似工序的典型代表, 具有该组工序的基本信息, 包括所使用的工装、设备、技术要求。加工部位的尺寸如长度、面积等可通过 CAD 软件来自动获取。工序族中的每一工序可看作是典型工序完成该工序的加工部位尺寸的动作, 所以对工序求工时转化为对典型工序求工时。预先制定典型工序, 在加工部位尺寸为典型尺寸时, 完成时所需要的时间, 称之为典型工序的基准工时, 工序工时可近似认为是典型工序在完成加工任务的工时^[3]。

要实现计算机辅助工时计算, 必须找到便于计算机识别的工序描述方法, 编码法是有效方法之一。工序编码主要是由确认代码、工艺代码、序号代码组成。第一码为工艺确认类, 代码统一为 FAB, 第二码为工艺类, 按工艺划分为铣、车、钻孔、绞

孔、镗孔、磨、CNC、线切割、电火花、抛光以及主要的刀具如铣刀、钻头、镗刀、铰刀、砂轮、钼丝、电极等; 第三码位为序号代码, 用来区分不同的编码, 序号是唯一的。三大码位之间用“—”来区分开, 第二码位里同一加工表面的不同工艺用“\$”来区分开, 这样可以在实现计算机辅助工时定额时便于解释器对编码信息来进行解码, 编码通过 CAD 软件写在零件的表面属性里。例如某一零件表面的编码: FAB|MILL: 铣刀\$GRIND: 砂轮 |2, 表示此表面需先用铣刀铣然后用砂轮进行磨, 最后一个 2 表示此编码的名称。

编码制定完成后需要制定工艺及算法来实现工时计算。我们对工艺的设计采用复合路线法。即从分析零件组各零件的工艺路线入手, 选择一个最复杂和最长的工艺路线为基础, 然后将其他零件所特有的而又未包含在该基础工艺路线中的工序合理地安排进去, 最后形成满足全组零件要求的工艺过程的方法。以此方法为基础, 通过相似零件工艺中的共同性, 我们从宏观的角度总结出模具零件大致的加工工艺路线。工艺路线为: Milling、Drilling、Grinding、CNC、Wired-cut、EDM、Polishing。对于每一道工序其工时主要为: 基本加工工时 T_k , k 为加工工序的序号; 与加工相关的辅助时间 T_{ak} ; 装夹时间 T_{bk} : 装卸加工工件时间; 辅助时间 T_{ck} : 对设备进行调整、维护以及准备与终结时间; 布置工地、休息和生理需要时间 T_{dk} 。本文采用直接计算和统计分析相结合的计算方法, 对于基本加工时间直接计算, 其它时间采用经验公式计算。由于不同设备具有不同加工方式, 工时计算的方法也不一样。为此首先应对设备进行分类, 然后对各道工序进行细分。

1.2 工时计算方法

与加工相关的辅助时间主要为启停机床、改变进给速度、径向轴向吃刀量、测量、清屑等, 这些时间和加工的表面、直径等因素关系不大, 因此可以采用统计分析或经验法在实际生产中得到, 准确性也较高。布置工地休息和生理时间由企业根据

收稿日期: 2007-08-03

作者简介: 杨海彬 (1982—), 男, 湖北通城人, 深圳大学硕士研究生, 主要研究方向为注塑模 CAD 系统。

实际情况制定。装夹时间要根据装夹方式而定,例如在车床加工中,装夹方法有四爪卡盘、主轴心轴、花盘压板装夹等。这些时间由实际经验获取。对与辅助时间,如在车加工工序中有换卡盘、上卸刀具、换冷却液等,准备-终结时间为工人熟悉图纸及加工方法等。主要根据工件的加工复杂程度来进行相应的计算。因此加工零件的工时为:

$$T = \sum_{k=1}^q (T_k + T_{dk} + T_{lk} + T_{ck} + T_{ek}) \quad (q \text{ 为工序数目}) \quad (1)$$

根据实际经验得知除基本加工工时外,其他工时可以由 T_k 乘以一个系数得到,因而加工工时的计算公式为:

$$T = \sum_{k=1}^q (1 + K_{dk} + K_{lk} + K_{ck} + K_{ek}) * T_k \quad (2)$$

其中, K_{dk} 为宽放系数; K_{lk} 为装夹修正系数; K_{ck} 为辅助修正系数; K_{ek} 为生理修正系数。以上系数可通过经验评估得到。加工零件时首先我们对毛坯进行铣面,我们假定铣刀的进给速度为 V_f , 径向吃刀量为 W_f , 工件的表面积为 S_1 , S_1 可以通过 CAD 软件自动计算出来,因而铣面的基本工时为:

$$T_1 = K_m \sum_{k=1}^p S_{fk} (V_f * W_f) \quad (3)$$

其中, p 为铣的次数, K_m 为面积修正系数,由于工件的毛坯表面积要大于 S_1 ,一般取 K_m 为 1.0~1.4。铣完面后如有孔的话需要进行钻孔,假定钻头的进给速度为 V_2 , 孔的深度为 H_2 , H_2 同样可以自动计算出来,钻孔的基本工时为:

$$T_2 = H_2 / V_2 \quad (4)$$

如有些零件需要进行铰或镗孔,其计算公式与钻孔类似。孔完成后需要进行磨平面和 CNC 加工了,其计算方法与铣的公式类似。对零件进行线切割加工时,进行工时计算时我们采用面积法,假定其进给速度为 V_3 , 切割的边界面积为 S_3 , 那么其基本工时为:

$$T_3 = S_3 / V_3 \quad (5)$$

线切割之后有些较复杂零件需要进行 EDM 加工,由于其加工的复杂性,工时很难准确计算,现仅给出其估算方法,其计算方法目前还在研究当中。EDM 的加工时间等于待去除材料的体积除以材料去除率。一个电火花加工操作通常包括一个粗加工工步和若干精加工工步 ($i=1, \dots, n$)。为了减少总的加工时间,粗加工工步用大电流值(高表面粗糙度),而精加工工步则用小电流。通过 CAD 软件我们可以分别算出进行 EDM 加工前后零件的体积 V_a, V_b 。则总的材料待去除量为:

$$V = V_a - V_b \quad (6)$$

通常,EDM 操作的加工时间可以写成如下形式:

$$T_e = \frac{V_0}{(V_w)_0} + \sum_{k=1}^n \frac{V_i}{(V_w)_i} \quad (7)$$

式中 V_0 : 粗加工阶段去除的材料; $(V_w)_0$: 粗加工阶段材料去除率; V_i : 第 i 步精加工去除的材料; $(V_w)_i$: 第 i 步精加工

材料去除率。粗加工量 V_0 可以认为等于总的材料待去除量 V 。 $(V_w)_0$ 依赖于粗加工期间所加的峰值电流 I (如图 1), 而相应的粗加工后的表面粗糙度 R_{a0} 由电极正面面积 S_f 决定 (如图 2)。工步数目及 V_i 的选择由电火花用户来完成。但是,我们可以在 R_{a0} 和 V_i 之间建立一种一般的关系。建立在这样一个事实上,在第 i 步去除的材料应与上一步所得的表面粗糙度成比例,定为 C , 则^[4]:

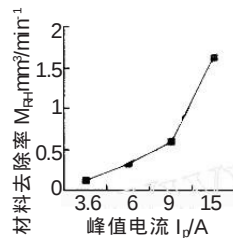


图1 材料去除率 $(V_w)_i$ 与峰值电流 I 的关系

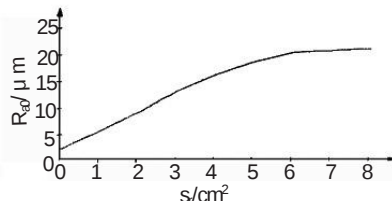


图2 R_a 与正面面积 S_f 的关系

$$\frac{V_1}{K_{a0}} = \frac{V_2}{K_{a1}} \dots \frac{V_n}{K_{an-1}} = C \quad (8)$$

确定电极正面面积和峰值电流后就可以估算出 EDM 工时。电火花之后需要对零件进行抛光处理,由于此工序与人的因素相关较大,因而对于抛光工时的计算我们根据实际经验来估算。由于以上计算算法已经在 3DM 描述语言里编写好因此在计算工时前我们只需要结合实际经验将加工零件的各个工艺的编码写入零件的相应的表面属性里,运行工时计算后就可以计算出相应的工时。

2 解释器及描述语言

3DM 参数化设计系统构建语言是我们开发的一种专用描述语言,它具有一般计算机语言的大部分函数功能,拥有自己的调试运行界面以及设置断点、单步调试和变量监视等功能,而且描述代码简洁易懂。解释器主要起到对 3DM 描述语言进行解析的作用,只要是用 3DM 描述语言编写的程序代码都可以用此解释器来进行解码。

对于工时计算,描述语言主要的事件为参数赋值、工序参数制定、孔操作,解释器采取以下方式进行解析。

(1) 对于参数赋值,在进行工时计算时我们不妨定义赋值类型为^[2]:

$$A = \{A_i\} \quad (9)$$

式中: $\{A_i\}$ 为长度类型。被赋值的尺寸参数为 C , 其类型为 a , 赋值变量为 b 。则赋值语句为 $Var C = b$, 当程序执行赋值语句时,解释器会对语句进行解析,然后对其赋值。

$$\text{即, } C = b \quad (10)$$

(2) 对于工序参数制定及工时计算,描述语言里描述了各道工序的参数,如工序名、刀具、进给速度、吃刀量等。

定义工序集为:

$$S = \{S_1, S_2, S_3, \dots, S_n\} \quad (11)$$

式中: $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ 为各道工序。

第 i 道工序 S_i 下的参数集合为:

$$S = \{k_{i1}, k_{i2}, k_{i3}, k_{i4}\} \quad (1 \leq i \leq n) \quad (12)$$

k_{i1} 为工序名, k_{i2} 为刀具, k_{i3} 为进给速度, k_{i4} 为吃刀量。

第 i 道工序的第 j 次加工工时的算法为:

$$T_{ij} = f(k_{i2}) \quad (13)$$

f 为工时计算算子, j 为相同工序的序号

描述语言里, 执行工时计算语句时, 解释器采用遍历技术首先对指定的零件进行遍历, 若遍历的第一个面的属性里有编码, 则对编码进行解析, 通过解析得到零件表面的加工工序名 k_{x1} 和加工刀具 k_{x2} 。若 $k_{x1} = k_{x2}$ ($1 \leq x \leq n$), 则获取 k_{x3}, k_{x4} 的数据, 然后根据 k_{x1} 来选择计算工时的算法便可以算出相应的工时 T_{ij} 。计算完第一个面的工时后, 解释器对零件其它表面依次进行遍历并相应的求出工时。最后解释器还会算出所有相同

工序的基本总工时 $\sum_{j=1}^m T_{ij}$ (m 为相同工序的个数), 以及所有工

序的基本总工时 $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m T_{ij}$ 。

(3) 对零件进行孔操作, 计算出相应孔的加工工时。首先我们在描述语言代码里编写好孔操作的代码, 其中包括相应的加工孔的工序名和刀具名。进行孔操作时, 解释器对描述代码进行解析后驱动 CAD 软件完成孔特征。在完成孔特征的同时, 解释器驱动软件对孔特征的各个面进行遍历, 并根据工序名和刀具名将工时编码写入各个面的属性里。当我们再次计算工件的工时, 会发现新增加的孔或槽的工时已经添加进来了。

以下为进行线切割孔操作并计算其工时的部分 3DM 描述语言代码, 其他步骤的代码类似。

```
if StrEqu( BtnType, " 零件工艺 " ) )
```

```
( Var WCutFeedSpeed = DataSetVal_ByName_Nq " 钼丝", " WSpeed ", RowNq ;
```

```
SetFabParam( "WCUT", " 钼丝 ", 0, WCutFeedSpeed);
```

```
.....
```

```
FabComp( );
```

```
)
```

```
HoleAsm( " 后侧导柱下模座: 凹模板 ", " 固定挡料销 A 型: 水平配合面 ", -MB_DIE_H, 0, " 固定挡料销 A 型 ", " 凹模板孔轮廓 ", " WCUT: 钼丝 " );
```

```
Data
```

```
{ DataSet " 钼丝:
```

```
WSpeed, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 15, 20");
```

```
.....
```

```
}
```

3 结束语

以解释器技术为基础, 利用 3DM 描述语言代码实现的柔性化工时计算实现了工时定额的快速编制, 大大提高了工时定额的编制效率, 为工装工时定额制订提供了新的思路。借助 CAD 软件的 OLE 接口实现数据集与软件之间的数据转换, 利用 3DM 描述语言代码并通过解释器解析可以将工件的信息快速地导入到软件中, 从而达到快速进行工时计算的效果。在实际生产中可以避免手工计算时人为因素造成的误差, 帮助工程师更为准确地优化生产工艺。从而减少了工作人员的工作量, 提高了生产管理的科学化和计算机化程度, 为企业生产管理提供了可靠的生产依据, 对提高企业效率具有重要意义。

参考文献:

- [1] 魏学祯, 等. 合理制定工时定额促进生产率的提高[J]. 机械研究与应用, 2001(3): 12-13.
- [2] 杜茂华, 等. CAPP 系统中机械加工工时定额子系统的开发[J]. 机械设计, 2006(1): 10.
- [3] 董丰收, 等. 基于典型工序的工时定额制定方法[J]. 机械设计与制造, 2006(10): 175.
- [4] B.Lauwers, J.P.Kruth. 电火花加工计算机辅助工艺过程设计系统[J]. 航空精密制造技术, 1996(3): 23.

Study on The Man- hour Calculation of Mould Based on Parser

YANG Hai- bin, WU Xiao- yu

(Shenzhen University, Shenzhen Guangdong 518060, China)

Abstract: The paper introduced the 3DM description language, after analyzed the method of The Computer Aided Standard Time in present, a methods of calculating man- hour based on Parser was presented, and expounded the methods of coding the typical operation and the methods of calculating man- hour quota of typical operation. The methods can improve the efficiency of calculating man- hour, which can build a flexible man- hour calculation.

Key words: man- hour calculation; working procedure; Parser; Flexibility