

计算机辅助工时定额计算系统的研究与实践^①

中国纺织大学机械工程系 李蓓智

摘要: 本文论述了工时定额的计算方法及其工时定额计算系统的研制策略,介绍了新近研制的工时定额计算系统(ZTMP-CAMTCS)的总体设计情况和主要功能。该研究通过采用基于工时计算基元的变异式计算方法;基于数据库技术的信息共享策略;基于知识的工时计算特征自动识别手段等,改善了工时计算系统的适应性、可操作性和实用性。

关键词: 工时定额 CAPP CIMS 计算机应用

一、问题的提出

工时定额是指完成一个工序所需要的时间,是企业考核操作工人完成一个工序的时间标准。先进、合理的工时定额是企业合理组织生产,正确核算成本,贯彻按劳分配原则,不断提高劳动生产率的重要基础。国外已有一些适合金属切削加工、焊接、热处理等工种的工时定额计算软件,国内也开展了这方面的研究,但是应用情况并不理想。随着计算机技术和CIMS工程的发展和深入,各种CAD、CAPP、CAM和管理软件层出不穷,因此,开展计算机辅助工时定额计算系统的研制,为企业生产管理提供可靠的依据是十分必要的。

二、工时定额的计算方法

一般,工艺规程中的工时定额包括 $T_{\text{单件}}$ 和 $T_{\text{准终}}$ 两个项目,而 $T_{\text{单件}}$ 主要由 $T_{\text{基本}}$ 、 $T_{\text{辅助}}$ 和 $T_{\text{其它}}$ 三大部分组成。常用的三种工时定额计算方法如下:

1. 经验估算法

根据经验或采用类比的方法,人工进行工时定额的估算。这种方法带有较大的主观随意性,估算结果因人而异。

2. 解析计算法

根据工时定额的组成关系,及其和切削几何参数、切削用量、所用工装设备、自动化程度等的函数关系进行计算。这种方法有较高的准确性,但建立工时定额计算中多因素解析关系比较困难。

3. 图表计算法

根据实际生产要求,确定影响工时定额的主要因素,统计典型生产技术条件下的工时定额,并建立相应的图表。工时计算时,按照实际工况,确定工时定额。这种方法建立在可靠的统计数据基础上,既准确又直观,但建立基础数据的工作量很大。

三、工时定额计算系统的研制策略

1. 信息共享

通常,工时定额计算系统的输入信息(下称工时计算特征)应包括:工件的重量(或最大长、宽、高)、材料、工序种类、工序内容、加工设备、装夹调整方法、度量方法、搬运方法、加工形面特征及其加工方法、几何参数、加工精度或表面质量、加工余量及其工序内容的复杂程度等。传统的工时定额计算系统由于要求交互描述大量的工时计算特征,从而影响了其在生产实际中的应用。并行工程及计算机集成制造环境为新一代工时计算系统的构造创造了条件。图1表示了CIMS环境下的工时定额计算系统与相关子系统的信息流。显然,实现工时计算系统和相关系统的信息共享,不仅可以解决工时计算系统的信息输入问题,避免信息重复输入、重复描述造成的信息不一致、冗杂和错误等,大大提高系统的工作效果,而且在工时计算等系统的支持下,可以实现CIMS的全局最优,实现低投入高产出的总目标。分析工时计算特征,不难看出,系统输入包括两类内容,一类是可以从上游

^① 国家“863”高技术计划重点应用工厂实施项目

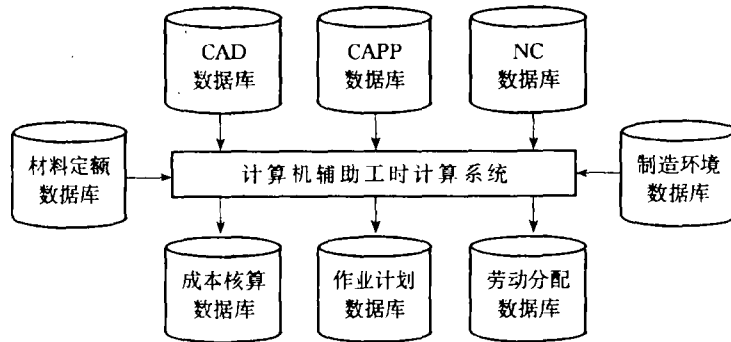


图1 CIMS环境下的工时定额计算系统与相关子系统之间的信息流

系统输出结果中直接获得的信息，例如工件材料、加工设备和加工形面特征等；另一类是工艺规程中不需要完全说明或根本不需要说明的内容，例如每一道工序的装夹调整方法、度量方法和工艺的综合复杂程度等。为了方便起见，称前者为第一类工时计算特征，后者为第二类工时计算特征。

2. 系统的适应性 (柔性)

通常，工时定额计算时运用的数据、知识和规则是因产品对象、制造环境、工艺装备等条件变化而变化的，应用重用构件技术和面向对象技术则可促进系统的适应性。

3. 系统的可操作性

系统的可操作性包括的内容是：

- (1) 工时计算结果的可操作性 (有效性)；
- (2) 系统操作的友好性；
- (3) 改进和提高工时计算效率。

4. 系统的分布式运行机制

图1表示的以工时定额计算系统为中枢的信息流说明，工时定额计算系统的涉及面很广泛，例如，既面向技术信息系统 (CAD、CAPP 等)，又面向管理信息系统 (成本核算、劳动分配等)，其中，由于技术信息系统处理对象的特点和要求不同，往往采取不同的开发策略和开发环境。因此，工时定额计算系统应具有分布式运行机制，以适应异种机型环境和软件环境。

四、ZTMP-CAMTCS 的概况

1. 系统的总体设计

郑州纺织机械厂是一个典型的多品种小批量生产企业，随着 ZTMP-CIMS 工程的开展和深入，产品设计、工艺设计和生产管理已逐步实现计算机

化，因此，开展计算机辅助工时定额计算系统 (ZTMP-CAMTCS) 是势在必行的。

根据 ZTMP-CAMTCS 总体规划和集成目标，遵循工时定额计算系统的基本要求和开发策略，ZTMP-CAMTCS 总体设计思路如图2所示，其主要功能参见图3。

2. 系统主要的实现方法和策略

根据 ZTMP-CAMTCS 总体设计思路，系统研制时方法采用了以下方法和策略：

(1) 工时计算的基元化理论

工时计算的基元化理论包括以下内容：

- ①按不同工况划分工时计算的基本单元，以适应不同工况的工时计算需要。
- ②根据实际生产要求，确定影响工时计算的主要因素。
- ③建立工时计算基元的工时计算模型。

例如，车削外圆时，零件单工序 (步) 加工时间 ($T_{\text{单件}}$) 中基本工艺时间 ($T_{\text{基本}}$) 的函数关系可表示为：

$$T_{\text{基本}} = f(D, L, l_1, l_2, v, a_p, f, IT, Ra, \dots)$$

上式中： D —切削直径， L —切削长度， l_1 —切入长度， l_2 —切出长度， v —切削速度， a_p —切削深度， f —走刀量， IT —公差等级， Ra —粗糙度

实践中，工件材料、车削直径、加工精度条件一旦确定，所用刀具材料、几何角度和切削用量的范围也随之而定，因此，可以以工件材料、车削直径和长度、加工精度作为主要因素，建立工时计算基元，同时，由于在大多数情况下，工时计算中的各相关因素呈非线性关系，采用图表的形式则可以方便、直观和灵活地描述工时计算基元 (参见表1)。

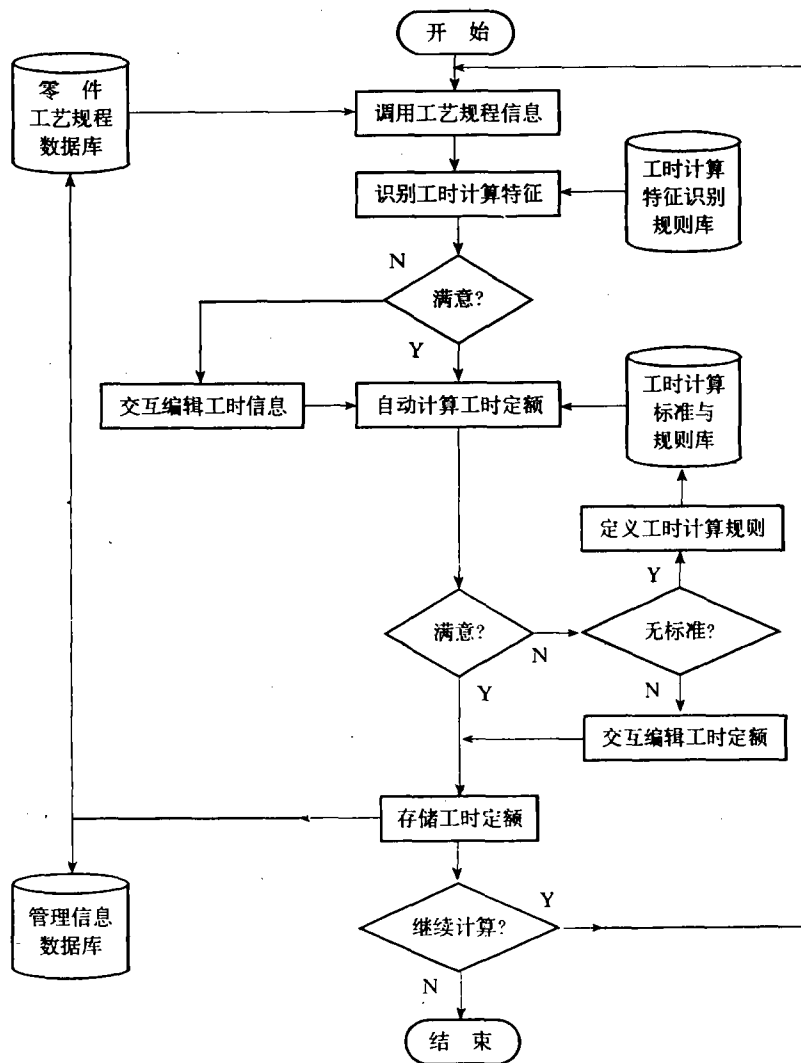


图2 ZTMP-CAMICS系统总体结构

表1 某一工况(四项主要影响因素)的工时计算基元

Y	X						
25	6	10	16	25	31	38
35		6	10	16	25	31
49			6	10	16	25
68				6	10	16
:						
Z	1.25	1.28	1.31	1.35	1.41	1.48
	:	:	:	:	:	:
	1.56	1.58	1.64	1.68	1.80	1.89	2.10

注: GA6140车削外圆的机动工时基元

X、Y、Z——影响因素

其中: Y——车削直径, X——车削长度

Z——加工材料、工步粗糙度 $T_{基元}$

(2) 变异式工时定额计算方法

多品种少批量生产中的工时计算工况千变万化, 为了使有限的工时计算基元适合生产实践需要。研制 ZTMP-CAMICS 采用了基于工时计算基元的变异式工时定额计算方法, 即工时定额计算采用式(1)表示的模型。

$$T_{工时} = \sum_{i=1}^n K_i \times T_{基元}$$

式中: $T_{工时}$ ——实际工况下的工时定额(计算值)

$T_{基元}$ ——特定工况下的工时定额(统计值)

K_i ——修正系数

注: 工时定额泛指 $T_{基本}$ 、 $T_{零件}$ 等

当上式中工时定额为 $T_{基本}$ 时, $n=3$, 其中:

K_1 ——基于形面特征的修正系数

K_2 ——基于加工设备特征的修正系数

K_3 ——基于加工精度 (或表面粗糙度数值) 特征的修正系数

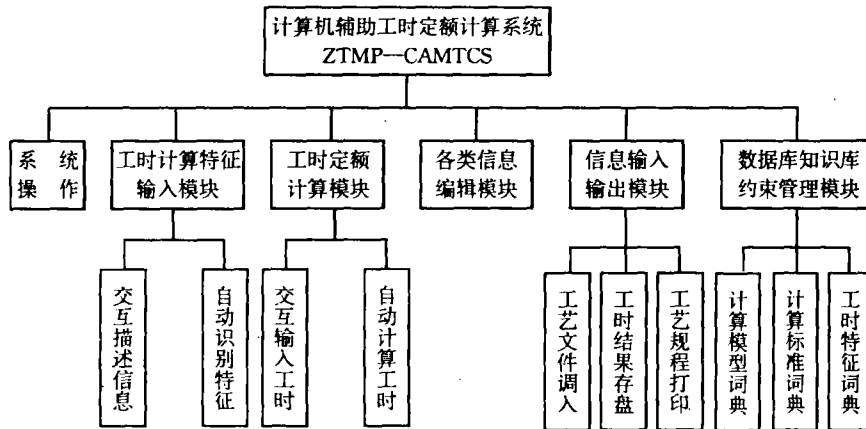


图3 ZTMP-CAMTCS的主要功能模块

(3) 基于数据库的信息共享

采用数据库技术,使工时计算系统输入、输出及其内部信息的组织与管理建立在统一的数据库基础上,工时计算系统直接从CAPP系统生成的工艺数据库中获取第一类工时计算特征,工时定额计算结束后,直接将结果送回到工艺数据库,并可根据要求将工艺路线及其相应的工序工时传送到产品报价等管理信息系统。

(4) 基于知识的工时计算特征自动识别

为了尽可能减少工时计算系统的信息输入,避免人为的错误和信息不一致,系统建立了第二类工时计算特征知识库及其推理机制,并根据CAPP生成的零件工艺规程中的第一类工时计算特征,自动识别其第二类工时计算特征,如果用户对系统自动识别的结果不满意,则可作相应的交互修改。

(5) 基于快捷输入环境的交互决策

为了拓宽应用范围,系统提供了快捷的输入环境,允许用户交互描述二级工时计算信息、交互决策工序工时定额。

(6) 基于重用构件的系统开发

采用重用构件技术,使工时计算系统的基本模块由构件组合而成。应用重用构件技术开发工时定额计算系统的有关模块,不仅可以提高工时定额计算系统的可构造性和可移植性,而且可以让用户有更多的参与机会,加快工时定额计算系统的实用化进程,提高系统的可维护性和可扩充性。

3. 系统的试运行情况

(1) ZTMP-CAMTCS目前已经可以顺利地从事ZTMP-NRCAPP(中国纺织大学和郑纺机合作开发的非回转体零件CAPP)和ZTMP-RCAPP(郑纺机自行开发的回转体零件CAPP)获取大部分工时定额计算信息(第一类工时计算特征),通过信息共享,保证CIMS环境中各子系统的工作效果,为实现ZTMP-CIMS的总体目标奠定基础。

(2) 工时定额计算结果基本符合生产实际情况,系统维护人员可以通过系统提供的工时计算模型和知识维护平台,重新设置或修改工时定额计算模型、计算标准和修正系数等,以不断完善系统,扩大系统应用范围。

参考文献

- [1] 王先逵, 机械制造工艺学(上), 清华大学出版社, 1992, pp78-86
- [2] 杜裴, 黄乃康, 计算机辅助工艺过程设计原理, 北京航空航天大学出版社, 1990, pp158-159