

① 92, 15(3)

1-5 FMS 用计算机刀具管理系统的研究*

COMPUTER TOOL MANAGEMENT SYSTEM FOR FMS

杨岳
Yang Yue

梁锡昌
Liang Xichang

张秉铝
Zhang Binglu

(重庆大学机械工程一系)

TG68¹⁶⁵

摘要 针对用于生产实际的 FMS, 阐述了用计算机实现 FMS 刀具管理的途径。对在单元级计算机上实现的刀具管理软件各功能模块的特点和功能作了详细介绍。提出了工序换刀集的概念及算法。

关键词 柔性制造系统; 刀具; 工艺 计算机, FMS
中国图书资料分类法分类号 TG68

ABSTRACT A approach to realize FMS tool management by a computer is explained on practical FMS. The character and function of modules in tool management software running on cell lever computers are introduced in details. The concept of operation tool changing set and its algorithm are presented.

KEY WORDS flexible manufacture systems, cutting tools, technology

0 前言

柔性制造系统(简称 FMS)是现代制造技术/计算机技术/信息技术结合的高技术产物。众多的 FMS 运行实践表明; FMS 刀具管理自动化水平高低是决定 FMS 生产效率和柔性的重要因素。

本系统是为我国某减速机厂的柔性制造系统开发的。该 FMS 以国产化设备和计算机硬件系统来组织, 由带有托盘交换站的 XH714A

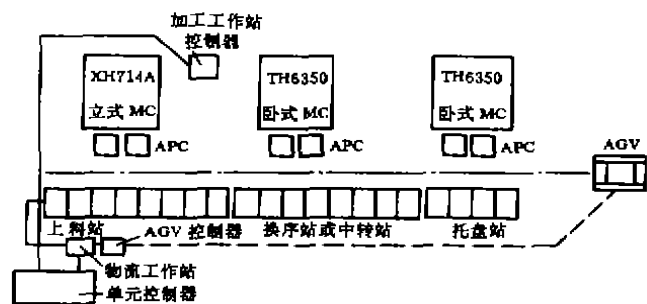


图 1 系统配置图

立式加工中心一台, TH6350 卧式加工中心两台(配 BEKS-6M CNC)/无轨搬运小车(AGV)/TJ-2220 计算机(小型机, 用作单元控制器)/IC-011 计算机(工业型微机, 一台用作物流工

* 收文日期 1991-07-03
系国家 863 课题

作站,一台用作加工工作站)组成,系统配置如图1所示。

刀具系统配置主要有:立式加工中心刀库(刀库刀位为16)、卧式加工中心刀库(刀库刀位为60)、刀具预调仪(BT45)、刀具管理终端。由于加工工件所需刀具品种有限,加工中心刀库大致上可以满足生产用刀的需求。因零件种类变换的少量换刀和寿命换刀,需由现场刀具管理人员进行。

我们开发的计算机刀具管理系统,总体结构框图如图2所示。该系统由刀具数据库、刀具需求计划生成及换刀情况仿真模块、刀具准备模块、刀具信息初始化输入模块、刀具寿命管理模块、刀具实时调度模块、刀具信息监控模块等组成。刀具管理软件用C语言按结构化方法设计,由VMS4.4操作系统支持,在单元级计算机(FMS主控计算机)TJ2220上运行。

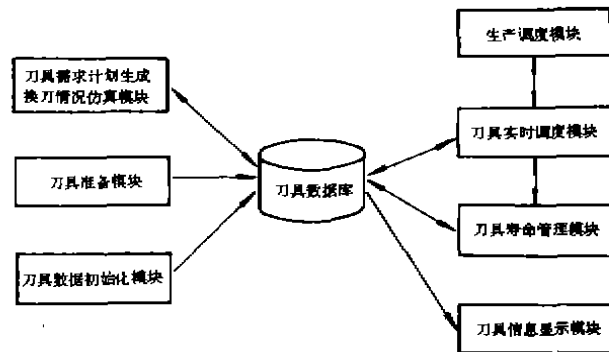


图2 计算机刀具管理系统结构图

1 各功能模块的特点及功能

1.1 刀具数据库的建立

FMS中驻留着大量的刀具,每把刀具都有相应的特征数据,同时,在系统运行中由于不断地减少旧刀具,增添新刀具,使得刀具的信息不断地发生变化,因此刀具数据组织管理的可靠性、有效性是非常重要的。在整个柔性制造系统中,不仅数控编程人员需要有关的刀具信息,而且实时过程控制系统、调度系统、工序顺序处理、库存管理系统、刀具维护、CAPP等都需要刀具信息。建立刀具数据库是管理刀具信息、维护刀具数据完整的有效手段。

针对该FMS刀具系统的实际情况,我们采用关系数据库方法建立数据库,以RDB关系数据库管理系统实现。经过认真/全面的分析,该刀具数据库主要由下列关系组成:

关系A(工件号,工序号,工步号,工步名,刀具类号,加工时间)

关系B(刀具类号,刀具名称,刀具寿命,刀柄类号,刀头类号)

关系C(刀柄类号,刀柄名称)

关系D(刀头类号,刀头名称)

关系E(刀具识别号,刀具类号,剩余寿命)

关系F(机床号,刀库刀位号,刀具识别号)

关系G(刀具识别号,刀具长度补偿值,刀具半径补偿值)

其中关系A、B、C、D为静态关系,在系统的运行过程中不变。关系E、F、G为动态关系,随FMS的运行而不断地变化。通过这三个关系可以始终追踪各刀具的实际状态。实践表明,按以上方法建立的数据库是适于该FMS运行需要的。

1.2 刀具需求计划生成与换刀情况仿真

该模块在刀具数据库的支持下运行,对给定的加工任务,实现如下两个功能:

1)产生刀具需求计划

2) 模拟系统实时运行时的换刀情况

刀具需求计划的特点是:考虑系统完成上一加工任务后的剩余刀具和剩余寿命,产生当前加工任务的刀具净需求。换刀情况仿真的特点是:将生产调度仿真与刀具系统运行仿真结合为一个整体,仿真结果逼近 FMS 实际运行情况,为现场刀具管理人员提供一份换刀时间参考表。表1、表2是输入某批加工工件后,计算机产生的换刀情况模拟结果和刀具需求计划。

表 1 刀具换刀情况仿真结果

换刀时刻	机床号	刀位号	换刀原因	新刀类号	旧刀类号
646(分)	1	7	寿命换刀	1	1
646(分)	1	2	工序换刀	17	2
646(分)	1	3	工序换刀	18	3
646(分)	1	4	工序换刀	19	4
769(分)	1	5	工序换刀	22	8
1709(分)	3	39	寿命换刀	139	139
1709(分)	3	27	寿命换刀	128	128
1856(分)	2	46	寿命换刀	139	139
1921(分)	2	8	工序换刀	106	106
1962(分)	2	33	寿命换刀	128	128
2591(分)	3	21	工序换刀	158	102

表 2 刀具需求计划表

刀具类号	机床1刀具需求	机床2刀具需求	机床3刀具需求	总需求
1	1	0	0	1
18	1	0	0	1
128	0	1	1	2
139	0	1	1	2
158	0	0	1	1

1.3 刀具准备模块

通过刀具准备模块,对刀具准备实现计算机管理如下:

- 1) 对某加工任务,按刀具需求计划表(表2)准备、装配刀具。
- 2) 在刀具预调仪上进行刀具预调。
- 3) 预调仪与计算机进行通讯,将刀具数据送入计算机内存。
- 4) 计算机对所获得的数据进行处理,得到刀具半径补偿、长度补偿。
- 5) 计算机将补偿量存入刀具数据库(关系 G)中。
- 6) 反复进行2~5过程,直到所有刀具预调完毕。

采用上述过程对刀具准备实现计算机管理,大大缩短了刀具准备时间,完全消除在机床操作面板上人工输入补偿量可能带来的错误,有利于提高 FMS 的运行效率。

1.4 刀具数据初始化模块

通过运行该模块,在计算机屏幕上清晰地显示表格和应输入的数据,数据输入完毕后,计算机自动处理这些数据,在关系数据库上建立关系 A~关系 G。该模块具有非法数据自动

排错功能、数据添加、修改功能等。

1.5 刀具实时调度模块

由于每个托盘上所装的工件都是由计算机来标识的,因此每当工件送入 APC,开始加工之前都由刀具实时调度模块判断、检查该机床刀库中是否存在本道工序加工所需的所有刀具,如果发现本工序的某些刀具不存在,则在刀具室终端显示:从该机床刀库的哪些刀位上卸下刀具,并装上什么新刀。每当机床刀库上装上一把新刀,计算机就把刚从刀具数据库取来的刀具数据(补偿量、刀具寿命等)通过机床接口,送入机床 CNC 控制器中去。

1.6 刀具寿命管理模块

在 FMS 运行过程中,通过刀具寿命管理模块,计算机不断地追踪系统内每把刀具的剩余寿命,在每道工序开始加工之前,判断参与该工序加工的所有刀具是否能在寿命范围内完成该工序的加工,如寿命不够则指示换刀。

1.7 刀具信息显示模块

FMS 运行过程中,此模块在计算机操作系统子进程的控制下通过菜单可随时调用。该模块用于显示机床刀库中各刀具的使用状况,包括每个刀位所装的刀具类型、刀具名称、刀具剩余寿命、刀具补偿量等。刀具管理人员在刀具室的终端显示器上可随时方便地观察到各刀具的运行情况。

2 工序换刀集及算法

由以上1.5中知,在 FMS 实时运行中,每个工序开始加工之前计算机需要分析机床刀具库的刀具状况,并进行判断和计算以确定机床刀具库需换上哪些刀具,如机床刀具库内剩余刀位不足以装完换上刀具,则需换下一部分暂时不用的刀具。我们把某个工件开始加工前,该机床刀具库换上刀具及换下刀具的集合称为工序换刀集。以下介绍它的算法。

设:

$TS = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ 为系统内所有刀具的集合;

$MS = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ 为系统中所有加工机床的集合;

$PS = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ 为一批待加工工件的集合;

$OS = \{op_1, op_2, \dots, op_n\}$ 为与 PS 中工件有关的工序集合;

$O(p_j)$ 工件 p_j 的加工工序集合, $p_j \in PS, O(p_j) \subseteq OS$;

$O(m_i)$ 为 OS 中可由机床 m_i 加工的工序集合, $m_i \in MS, T(m_i) \subseteq TS$;

$T(o_k)$ 为系统中的机床完成工序 o_k 所需刀具的集合, $o_k \in OS, T(o_k) \subseteq TS$;

$T(m_i)$ 为机床 m_i 刀具库中所有刀具的集合, $m_i \in MS, T(m_i) \subseteq TS$;

$V(m_i)$ 为机床 m_i 刀具库的容量,即刀位个数;

假定当前机床 m_i 将进行工序 o_k 的加工。则有:

为完成该工序所需所有刀具为: $T(o_k)$

为完成该工序机床刀具库已有刀具为: $T(m_i) \cap T(o_k)$

为完成该工序机床刀具库需换上刀具为:

$$T_r = T(o_k) - T(m_i) \cap T(o_k)$$

(1)

在下面的讨论中我们隐含地假定每把刀所占刀位为 1。

如果: $\#T_s > V(m_i) - \#T(m_i)$

则需从机床刀具库中换下一部分刀具。设从 FMS 生产调度方面获得的信息有:

$O_s(m_i)$ 为系统内未完成机床 m_i 加工的工序集, $O_s(m_i) \subseteq OS$

$O_m(m_i)$ 为 m_i 前排队等待加工的工序集, $O_m(m_i) \subseteq OS$ $O_m(m_i) \subseteq O_s(m_i)$

以下是求工序换刀集的算法:

- 1) 工序换上刀具集 $T_s = T(O_s) - T(m_i) \cap T(O_s)$
- 2) 设工序换下刀具集初始值 $T_c = \emptyset$
- 3) 计算 $a = \#T_s$, $b = v(m_i) - \#T(m_i)$
- 4) 如果 $b \geq a$ 成立, 则转 17, 否则转 5
- 5) $T_c = T(m_i) - \bigcup_{O_s(m_i)} T(O_s)$
- 6) $c = \#T_c$
- 7) 如果 $b + c \geq a$ 成立, 则转 17, 否则转 8
- 8) $T_c = T(m_i) - \bigcup_{O_m(m_i)} T(O_s)$
- 9) $d = \#T_c$
- 10) 如果 $b + d \geq a$ 成立, 则转 17, 否则转
- 11) $T_r = T(m_i) - T_c$
- 12) 随机地选择 t_r , 且 $t_r \in T_r \cap t_r \in T(O_s)$
- 13) $T_c = T_c \cup t_r$
- 14) $T_r = T_r - t_r$
- 15) $e = \#T_c$
- 16) 如果 $b + e \geq a$ 成立则转 17, 否则转 12
- 17) 输出: 工序换上刀具集为 T_s , 换下刀具集为 T_c
- 18) 结束

以上算法的中心思想是换下的刀尽可能是最近一段时间不用的刀, 这样在 MFS 运行过程中可达到减少换刀次数, 提高生产效率的目的。实践证明, 以上算法是符合工程需要的。

3 结束语

通过计算机刀具管理系统的建立, 有利于提高该 FMS 的生产效率和可靠性。刀具监控、刀具运送、存储自动化等方面的工作将进一步开展。FMS 作为 CIMS 环境下的单元层, FMS 刀具管理系统也应考虑集成的需要, 以利于实现现代制造业的最高形式—计算机集成制造系统。

参 考 文 献

- 1 Hoda A. ElMaraghy, Automated Tool Management in Flexible Manufacturing, Journal of Manufacturing System, 1985, 4(1)
- 2 Perera D. T. S. and Carrie. A. S. Simulation of tool flow within a flexible manufacturing system. Proc. 6th. Int. Conf. Flexible Manufacturing System, 1987