

文章编号:1000-582X(2010)05-048-07

机械加工车间现场工具配送方法及实现

宋豫川¹, 苏传邴¹, 李 丹², 陈德敏¹, 刘 飞¹

(1. 重庆大学 机械传动国家重点实验室, 重庆 400044; 2. 重庆大学 城市科技学院, 重庆 永川 402167)

摘 要: 围绕机械加工制造车间现场管理的问题, 研究并建立了一种新的基于动态配送的加工车间现场生产工具的管理方法, 形成了一种符合该方法的生产工具现场动态配送计划。在此基础上建立了加工车间现场生产工具动态配送系统的功能树模型和信息模型, 开发了相应的信息系统, 实现了将车间现场物流和刀具、工装等加工工具进行动态回收和配送, 降低了生产工具的库存, 提高了加工生产效率, 通过企业的实际运行, 取得了良好的应用效果。

关键词: 生产调度; 配送; 信息模型; 信息系统; 终端; 生产工具

中图分类号: TH166

文献标志码: A

Site tools distribution method for machining job shop and its implementation

SONG Yu-chuan¹, SU Chuan-bing¹, LI Dan², CHEN De-min¹, LIU Fei¹

(1. State Key Laboratory of Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China;
2. City College of Science And Technology, Chongqing University, Chongqing 402167, P. R. China)

Abstract: Aiming at site management problems of machining job shop, a site tools management method based on dynamic distribution for machining job shop is proposed. According to the method, the site dynamic distribution plan of machining tools is generated. A site tools distribution management information system is developed. The function and information models of the system are presented. With the system, dynamic distribution and recycling of machining tools and materials is realized. As a result, the inventory of machining tools is reduced, and the productivity is improved. The system has been applied in a machining job shop with satisfied result.

Key words: scheduling; distribution; information model; information systems; terminals; machining tools

在机械加工生产过程中, 物料在机床上的时间, 即准备时间与加工时间之和仅占生产周期的 5% ~ 10%, 而 90% 以上的时间消耗在加工前后等待、搬运、存储和设备故障检修等方面。如何采取措施减少乃至消除这 90% 的无效时间, 缩短生产提前期, 对提高加工车间的生产效率具有重要意义^[1-3]。

机械加工车间的生产管理研究大多集中在计划、调度方面, 而对于生产工具, 包括工装、加工刀

具及检具等方面的考虑较少^[4-9]; 对车间现场的工具管理研究近期逐渐增多, 但一般都是独立进行研究, 并且局限于生产工具的出入库管理、台帐管理等, 与生产计划和调度方面的联系较少^[10-12]。另一方面, 对于生产车间的计划和调度虽然是研究较多的领域, 但将车间的生产调度与车间现场的工具管理进行有效的配合, 在计划调度的同时考虑生产工具的合理使用的研究相对较少, 因此并没有充分发

收稿日期: 2010-01-26

基金项目: 国家 863 计划项目(2007AA04Z152); 重庆市科技攻关资助项目(CSTC 2008 AC2104)

作者简介: 宋豫川(1973-), 男, 重庆大学副教授, 博士, 主要从事网络化制造、制造业信息化等方面的研究, (E-mail) syc@cqu.edu.cn.

挥有效的生产工具管理对生产效率提高的作用^[13-17]。

考虑将适合于大批量生产的物料管理模式应用到中小批量的机械加工车间的现场工具管理中,建立按照生产工艺,并且与车间生产调度计划相结合的机械加工车间现场工具配送模式,把车间物料、工装、刀具、检具等生产辅助工具进行合理配送,从而可以减少辅助工具的库存,提高生产效率。

1 机械加工车间现场工具的管理方式

传统的机械加工车间的现场生产如图 1 所示。车间通过生产作业计划,结合车间现场的实际生产

情况,根据涉及的工艺路线生成派工单,派工单以工序为基础,指定了工序加工的设备、使用的辅助工具及工时定额等信息。当零件的加工转移到指定的工序时,工人将根据派工单的要求,首先从上道工序搬运需要加工的零件,其次从工具库房领用加工该零件所需要的工装、刀具和检验工具,再从材料库房领用可能需要的毛坯和其他材料,再从车间现场的资料室领取和本道工序相符合的加工图纸和操作文件。最后,开始进行加工前的准备,包括更换设备刀具、夹具及装夹工件等。

根据传统的生产模式,其生产过程时间顺序如图 2 所示。

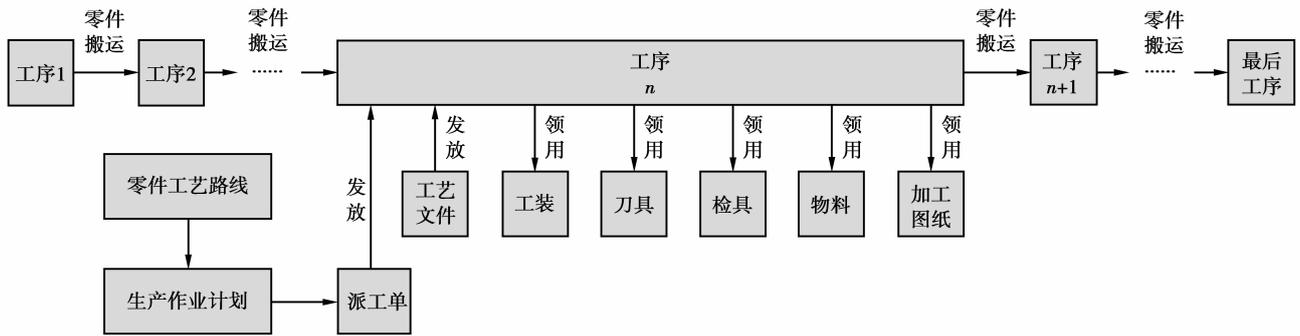


图 1 传统机械加工车间工作模式



图 2 传统生产的时间顺序

图 2 中可以分析出加工后的等待主要处理工序 N 加工完毕以后工具的归还等工作,加工前的等待时间主要用于处理相关材料、图纸及辅助工具的领用工作,由此产生了 2 个主要的问题:1)零件的加工周期太长,大量的时间浪费在不增值的等待环节,造成生产效率低下,最终造成产能不足的现象;2)由于采用物料和加工辅助工具的领用方式,造成辅助工具的归还效率低,使车间必须加大工装、刀具和夹具的保有量才能满足各个工序对加工辅助工具的需求,产生了大量的浪费。

为此,结合物料配送模式的思想,在机械加工车间将生产过程中的材料和加工辅助工具进行准时制配送,将有效地改善车间现场的生产模式,提高生产效率,降低辅助工具的库存。离散机械加工车间现场准时制管理模式如图 3 所示。

1)在车间现场的每台设备旁布置一个信息化终

端,用于显示该设备加工工序的内容和派工单信息,显示该加工工序相关的加工图纸、工艺文件及操作要求等文档信息,上述信息是根据生产派工单的信息推送到设备现场;同时,通过信息终端将采集设备的实际加工信息,及时反馈给车间作业计划系统,用于根据现场情况及时对分解的生产派工单进行调整。

2)计划需要根据生产作业计划和工艺文件按照工艺路线分解出每道工序内容,形成生产派工单。派工单利用工艺信息结合信息终端反馈的现场生产情况形成现场的配送计划,配送计划的内容主要包括每个派工单涉及的加工设备、材料和刀具等加工辅助工具的使用数量、时间。

3)现场的配送计划及时地下发到车间的工具库房、材料库房等单位,上述单位根据各个派工单的要求,提前准备相应的材料和加工辅助工具。

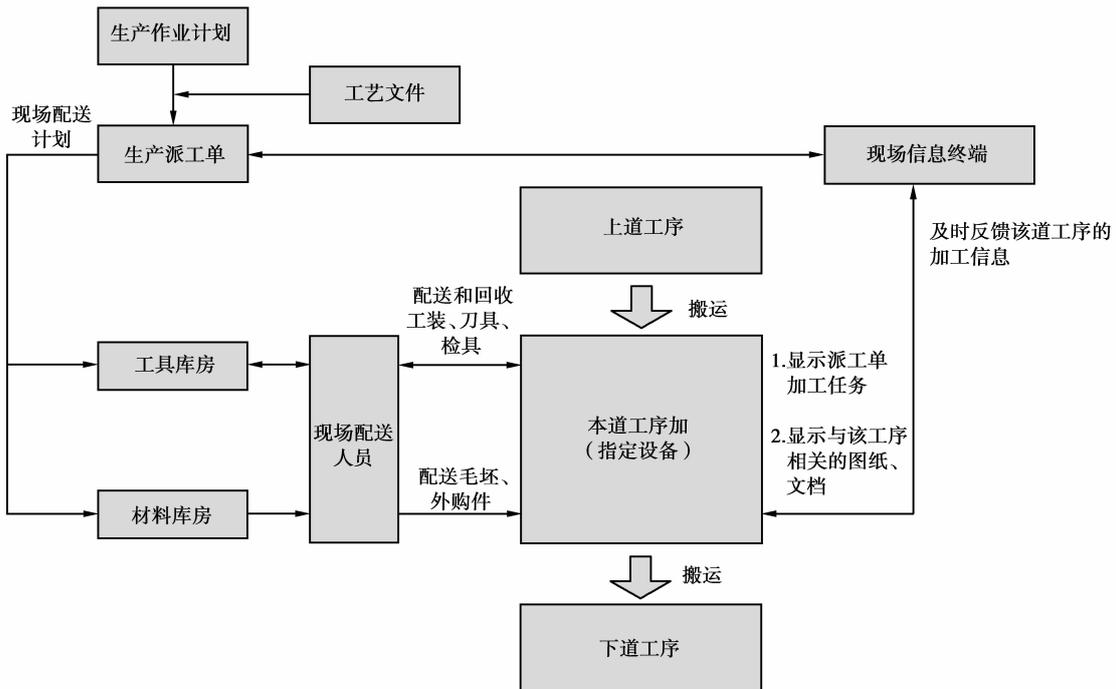


图 3 离散机械加工车间现场准时制管理模式

4) 根据现场配送计划的要求, 结合车间实际的加工情况, 有专门的现场配送人员按照配送计划中各个工序加工的时间节点要求, 将涉及的材料和加工辅助工具提前一定周期配送到指定的设备工位上, 为车间的生产人员提供加工前的准备。

5) 为了降低加工辅助工具的库存, 现场配送人员还将根据配送计划的要求, 将各个加工设备工位未使用的工装、刀具等加工辅助工具及时地回收, 为其他需要使用的工序做配送前的准备。

在离散机械加工车间现场准时制管理模式下, 其生产过程如图 4 所示。

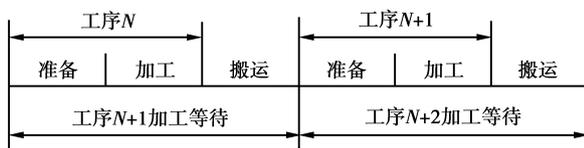


图 4 离散机械加工车间现场准时制管理的时间顺序

原有的工序串行的加工前等待和加工后等待时间, 变成了在准备和加工工序 N 时, 由于准时制的配送, 并行地进行工序 $N+1$ 的加工前准备工作, 一旦工序 N 完成后, $N+1$ 工序的准备工作已经完成, 加工人员直接进行工序 $N+1$ 的更换刀具、装夹等工序准备工作, 然后进行零件加工。

正是由于现场准时制配送模式的实现, 工序之间的加工过程由串行变成了并行, 从而大大缩短了

生产的等待和准备时间, 提高了在整个加工周期中的效率, 由于加工效率的提高, 可提高单位时间内零件生产数量, 间接提高了车间的能力水平。

2 现场配送计划

离散制造企业主要是多品种、小批量的生产方式。机械加工车间生产的产品品种繁多, 所需的物料和加工辅助工具也各不相同, 要很好地实现准时配送, 就必须有一个详细的物料和辅助工具配送计划。因此, 在根据车间作业计划生成派工单的同时要制定出物料和辅助工具配送计划来保证工单中加工任务的正常进行。现场配送计划与工单紧密配套, 详细计划了配送类型、配送量、配送时间及配送工位信息, 还根据工时定额限定了操作工人的完工时间和完工后半成品的配送工作。

要实现准时配送就是要实现定时、定量及定点配送。定时、定量及定点配送是面向物料需求、面向生产任务对辅助工具的要求的一种供给策略。它是根据生产作业计划规定的某台加工设备某时间段内的生产任务, 通过产品的产能特性和生产计划计算出每台加工设备所需物料和辅助工具。将所需要的物料和加工辅助工具分成若干批次, 按规定的批量在一个指定的时间范围内进行配送。只有良好的现场配送计划, 离散机械加工车间现场准时制管理模式才能良好地运转。现场配送计划的流程如图 5 所示。

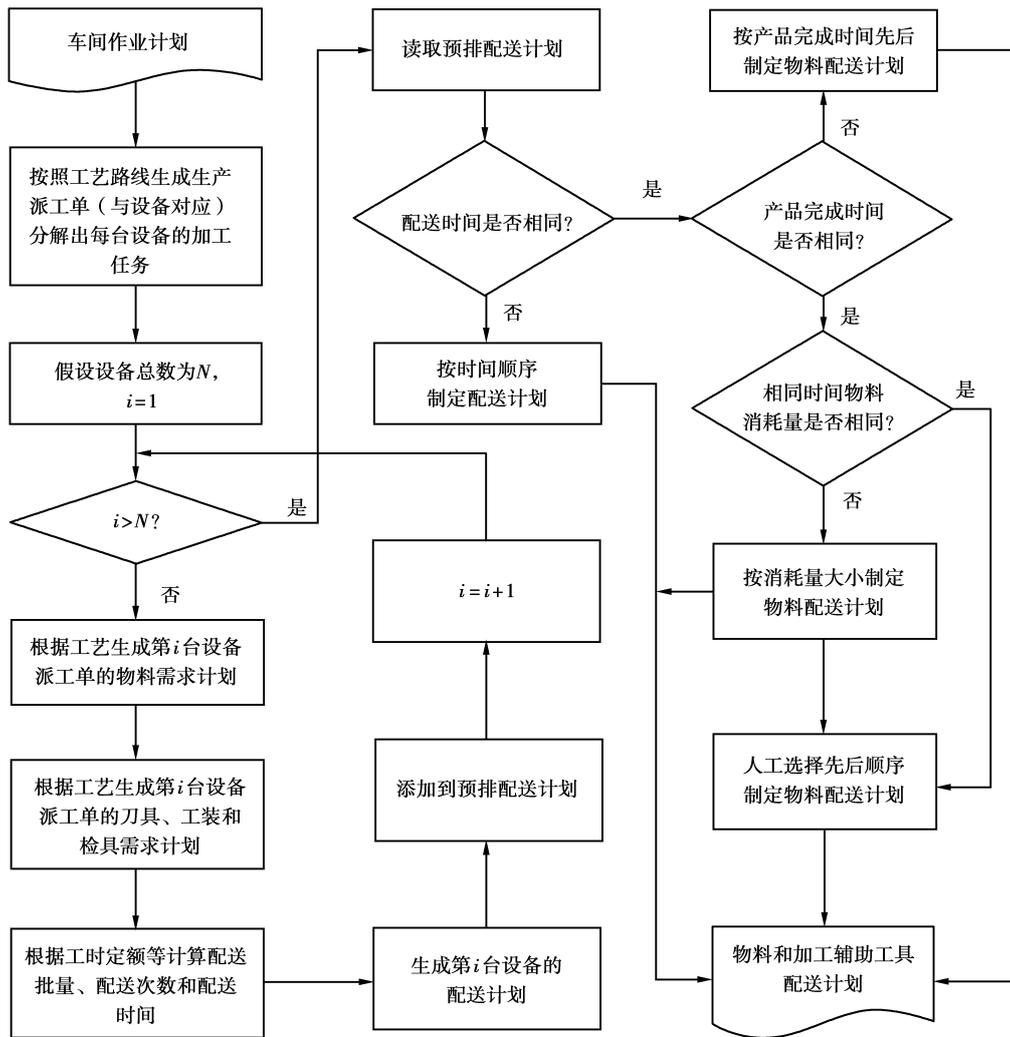


图 5 现场配送计划流程

1) 首先根据工艺要求分解出派工单, 实质是生成每台设备的生产任务。根据每台设备的生产工序任务确定物料的需求情况, 刀具、夹具等加工辅助工具的需求情况。

2) 根据每道工序的工时定额要求和设备状况, 计算出配送的提前时间, 配送的批量和配送次数。

3) 得到每台设备的配送计划后, 就要对所有设备的配送计划进行整合, 形成完整的现场配送计划, 各个部门根据该计划进行生产前的准备工作。

4) 由于各设备接到各项生产任务的时间不一定相同, 需要解决不同设备物料配送计划执行过程中相互间的冲突。制定了优先执行的原则, 如果配送时间冲突, 则首先满足产品完成时间早的需求。而当 2 台设备生产的产品的完成时间相同时, 则考虑设备消耗物料的速度, 在相同时间内耗费物料多的

设备允许物料补给的等待时间就越短, 为防止缺料停工, 物料配送要优先执行该类设备的配送计划。如遇上述 2 个条件均相同时, 则由工作人员进行计划调整。

另外, 配送计划的执行与车间作业计划的实际执行有着极大的联系。当作业计划发生变更时, 配送计划也将重新制定。一般而言, 生产计划的变更主要源于紧急插单, 受影响的是个别设备。假设配送部门运输物料的能力是无限制的, 则个别设备的配送计划变化并不对其他设备的配送计划造成影响。配送计划生成流程将对生产计划重新读取, 生成修正的配送计划, 但此时配送时长就不再是以小时计算, 而是当前时刻到当天结束。该设备此刻以前的配送计划将被保留, 修正的配送计划将紧接在原计划其后执行。

3 现场工具的管理与动态配送系统

根据上述的研究结果,为机械加工车间开发了一套应用系统,其中包含了刀具、工装及检具等生产工具的管理,并且结合生产计划进行了配送计划的管理,其功能结构如图 6 所示。

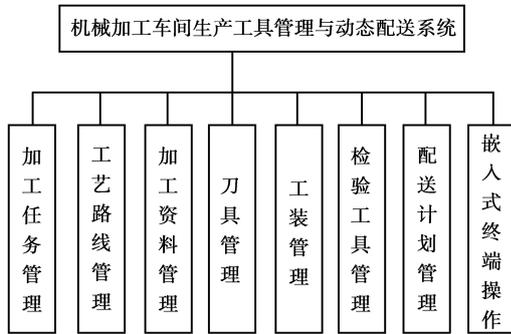


图 6 机械加工车间生产工具动态配送系统

首先根据车间的作业计划以及零件的工艺路线,生成具体的车间加工任务,加工任务主要以工单形式体现,每个加工任务将关联该任务中零件的加工工艺路线,工艺路线中包含各个加工工序内容、使用的设备、使用的刀具及工装等信息,同时包括相关的加工资料。然后,根据工单的任务内容,结合车间的具体情况生成工票,工票中包含

了该工序的生产工具。最后将工票中的生产工具进行合并调度,生成工具的回收和发放计划,根据该计划进行工具的具体配送。整个流程如图 7 所示。

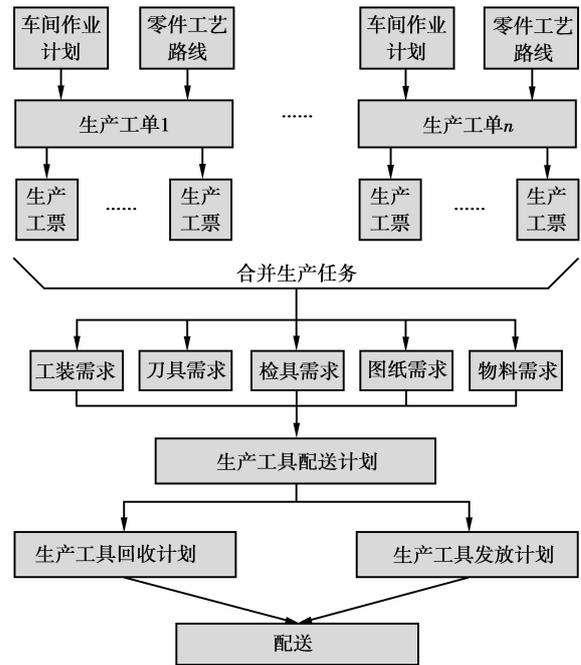


图 7 机械加工车间生产工具管理配送流程

根据工作流程以及系统的功能需求,进行 IDEF1X 的信息建模,如图 8 所示。

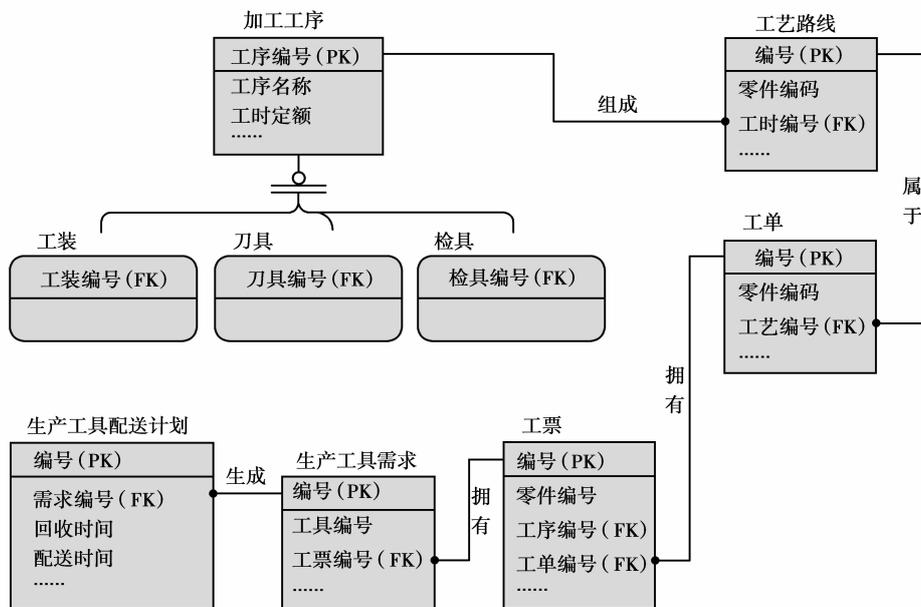


图 8 系统 IDEF1X 信息模型

该系统在某传统的机械加工厂进行了应用,车间的现场调度根据车间的作业计划以天为单位形成

派工单,派工单中包含了零件的工序内容和相关的工艺信息;通过配送计划管理结合所有派工单的要

求形成配送计划,计划包括主要辅助工具的下发时间和回收时间,同时利用车间现场的库房管理人员进行所有物料和辅助工具的配送,如图 9 所示。

通过系统的应用,该机械加工车间的辅助工具

库存得到了有效控制,库存量减少;同时由于配送的有效和及时,零件加工的准备时间大幅度下降,提高了单位时间的零件生产数量,有效提高了车间的生产能力。

工单列表						
编号	零件	加工数量	物料/毛胚	计划投料量	计划开工期	
ws09-SL622-x001	[SL622]出油阀限程支柱	180	[W622]限程支柱毛胚	182	2009-03-15 14:30:00	正
ws09-SL623-x025	[SL623]出油阀偶件	180	[W623]偶件毛胚	182	2009-03-15 14:30:00	正
ws09-SL624-x026	[SL622]出油阀弹簧	180	[W622]YY钢丝	182	2009-03-15 14:30:00	正
ws09-SL625-x110	[SL625]导向套筒	180	[W625]筒体毛胚	182	2009-03-15 14:30:00	正
ws09-SL626-x001	[SL626]密封环	180	[W626]环形铸件	182	2009-03-16 08:00:00	正
ws09-SL627-x001	[SL622]止动螺钉	180	[w0622]限程毛胚	182	2009-03-15 14:30:00	正
ws09-SL628-x861	[SL628]推动杆	180	[W628]限程毛胚	182	2009-03-15 14:30:00	正

工装使用情况一览					
类型	名称	编码	使用设备	配送时间	回收时间
刀具	J45铰刀	J45-x01	[c160]龙门刨床	2009-03-15 14:01:12	2009-04-04 14:30:45
刀具	F1-100可转位铣刀	MT-070189	[x189]70189铣床	2009-03-15 14:01:12	2009-04-04 14:30:45
刀具	BT柄KPU钻头	KPU12	[z12]龙门刨床	2009-03-15 14:01:12	2009-04-04 14:30:45
夹具	工件表面固定	160bm	[c160]龙门刨床	2009-03-15 14:01:12	2009-04-04 14:30:45
夹具	气动组合夹具	zhj1689	[c160]龙门刨床	2009-03-15 14:01:12	2009-04-04 14:30:45
辅具	退磁器	tc2359	单轴棒料自动车床	2009-03-15 14:01:12	2009-04-04 14:30:45
辅具	油性笔	高度自动车床	多轴棒料自动车床	2009-03-15 14:01:12	2009-04-04 14:30:45
刀具	DIN2080刀	J45-x01	[c160]龙门刨床	2009-03-28 08:21:36	2009-04-24 11:05:30
辅具	T7125等分分度头	T7125	[x189]70189铣床	2009-03-28 08:21:36	2009-04-24 11:05:30
夹具	机动回旋工作台	TJ320	[c160]龙门刨床	2009-03-28 08:21:36	2009-04-24 11:05:30
夹具	Q12 Q13机用平口钳	zhj1689	[Q12]	2009-03-28 08:21:36	2009-04-24 11:05:30

图 9 生产工具的配送计划

4 结 语

将车间的生产计划调度信息与生产工具的使用信息相结合,研究并建立了一种新的基于动态配送的加工车间现场生产工具的管理方法,通过车间生产计划信息、零件生产工艺和生产现场的信息反馈对零件加工所需要的物料、刀具、工装和检验工具等进行现场调度,形成了一种生产工具现场动态配送计划,从而根据计划对生产工具进行动态的回收和配送,使零件在设备上的加工和加工前的生产准备工作并行进行,大幅度降低了零件的生产周期,提高了车间的生产能力;同时基于该方法从功能树建模和信息建模角度进行了加工车间现场生产工具动态配送系统建模,开发了相应的系统,并在车间现场进行了应用,取得了较好的效果。

参考文献:

[1] FRAMINAN J M, RUIZ R. Architecture of manufacturing scheduling systems: literature review and an integrated

proposal[J]. European Journal of Operational Research, 2010, 205(2): 237-246.
 [2] AGRAWAL R, SHUKLA S K, KUMAR S, et al. Multi-agent system for distributed computer-aided process planning problem in e-manufacturing environment[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2009, 44(5/6): 579-594.
 [3] TJAHJONO B. Supporting shop floor workers with a multimedia task-oriented information system [J]. Computers in Industry, 2009, 60(4): 257-265.
 [4] PASCAL B, DEMONGODIN I, CASTAGNA P. A holonic approach for manufacturing execution system design: an industrial application [J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2008, 21(3): 315-330.
 [5] 饶运清, 刘世平, 李淑霞, 等. 敏捷化车间制造执行系统研究[J]. 中国机械工程, 2002, 13(8):654-656.
 RAO YUN-QING, LIU SHI-PING, LI SHU-XAI, et al. Research on agile manufacturing execution system in shop floor [J]. China Mechanical Engineering, 2002, 13(8):654-656.

- [6] XIA P X, REN G S. Research on manufacturing execution system oriented to agile manufacturing [J]. Key Engineering Materials, 2010, 419/420: 397-400.
- [7] 杨宏安, 孙树栋, 徐娅萍, 等. 可重构车间管理信息平台研究与实现[J]. 中国机械工程, 2006, 17(17): 1793-1797.
YANG HONG-AN, SUN SHU-DONG, XU YA-PING, et al. Research and implement of reconfigurable shop floor management system[J]. China Mechanical Engineering, 2006, 17(17):1793-1797.
- [8] 尚文利, 王成恩, 张士杰. 可重构车间管理系统的关键设计技术研究[J]. 机械工程学报, 2005, 41(3): 86-91.
SHANG WEN-LI, WANG CHENG-EN, ZHANG SHI-JIE. Research of primary technique to design reconfigurable shop floor control system[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2005, 41(3): 86-91.
- [9] 房亚东, 杜来红. 支持 MES 的工装管理系统的设计与实现[J]. 工具技术, 2009, 43(3):45-48.
FANG YA-DONG, DU LAI-HONG. Research and realization of craft equipment management supporting networked manufacturing[J]. Tool Engineering, 2009, 43(3):45-48.
- [10] 司书宾, 孙树栋, 孔宪光, 等. 基于组件的刀量具管理系统[J]. 航空制造技术, 2002(12):18-22.
SHI SHU-BIN, SUN SHU-DONG, KONG XIAN-GUANG, et al. Tool and gauge management system based on components methodology [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2002(12):18-22.
- [11] OZGUVEN C, OZBKIR L, YAVUZ Y. Mathematical models for job-shop scheduling problems with routing and process plan flexibility[J]. Applied Mathematical Modelling, 2010, 34(6): 1539-1548.
- [12] LIN T L, HORNG S J, KAO T W, et al. An efficient job-shop scheduling algorithm based on particle swarm optimization[J]. Expert Systems with Applications, 2010, 37(3): 2629-2636.
- [13] HUANG R H. Multi-objective job-shop scheduling with lot-splitting production[J]. International Journal of Production Economics, 2010, 124(1): 206-213.
- [14] 上官春霞, 周泓, 师瑞峰. 作业车间排序重调度问题及其改进修复约束满足算法[J]. 计算机集成制造系统, 2008, 14(9):1742-1751.
SHANGGUAN CHUN-XIA, ZHOU HONG, SHI RUI-FENG. Flow shop rescheduling problem and its improved repair-based constraint satisfaction algorithm [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2008, 14(9):1742-1751.
- [15] CHEN W, SHI Y J, TENG H F, et al. An efficient hybrid algorithm for resource-constrained project scheduling[J]. Information Sciences, 2010, 180(6): 1031-1039.
- [16] 郭冬芬, 李铁克. 基于约束满足的车间调度算法综述[J]. 计算机集成制造系统, 2007, 13(1):117-125.
GUO DONG-FEN, LI TIE-KE. Constraint-based algorithm for job shop scheduling [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2007, 13(1): 117-125.
- [17] 牛力, 周泓, 贾素玲. 基于统一建模语言的作业排序系统模型库设计研究[J]. 计算机集成制造系统, 2009, 15(3): 451-457.
NIU LI, ZHOU HONG, JIA SU-LING. Design of the model base architecture for production scheduling system based on unified modeling language [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2009, 15(3): 451-457.

(编辑 张 苹)