

文章编号: 1001-3997(2006)06-0094-02

装配车间的多品种变批量的生产调度优化模型*

李宏霞^{1,2} 彭 威¹ 史海波¹(¹ 中科院沈阳自动化所自动化装备研究室, 沈阳 110016)(² 中国科学院研究生院, 沈阳 100073)

Optimization model of production scheduling on the assemble shop floor

LI Hong-xia, PENG Wei, SHI Hai-bo

(Shenyang Institute of Automation of the Chinese Academy of Science, Shengyang 110016, China)

【摘要】针对装配车间调度问题,提出了综合考虑生产中物料配送能力,车间存储物料能力以及装配工艺序列问题的多品种变批次的优化调度方法。主要是分两步解决:首先考虑不同类型产品的装配加工的顺序优化问题,然后,根据生产约束建立各类型产品的分批问题。最后,实现计划调度衔接,并应用于生产。该方法对于实际装配生产具有很强的可操作性。

关键词: 装配线; 分批; 调度

【Abstract】For the Assemble Shop Floor, the author provides the optimal method for scheduling that consider the condition in practice, such as the capability of Material deliver, the capability of Storage in the Shop Floor, the Assemble art and crafts in the Assemble line. The Multi-Product changeable lot-sizing Problem is divided into two phrases: First, consider the Assemble and Process sequence of different kinds of products; then, based on the restriction of the production, provide the appropriate lot-size of the products. At last, make the planning and scheduling linking up together, . And then applied to production. This method is helpful to the Assemble line.

Key words: Assemble shop floor; Lot-size; Scheduling

中图分类号: TB497 文献标识码: A

1 引言

这里主要是针对装配车间管理系统中的计划和调度问题提出的,使得整个装配线中的计划和调度达到很好的衔接,并且使得各个工位中的能够适时准备生产,整个生产车间无论物料配送还是其它都能达到均衡。实际中遇到问题,首先,在装配线中,总装和分装工位的生产时间,如何与 AGV 达到协调,使得生产有序进行。其次,生产计划紧密相关的在制品生产数量和料架上物料批量都相关。同时,分装线上的物料数量,以及所需装配的分总成在制品的数量。再次,生产各个班次进行调解,使得班次直接达到很好的协调。以上诸多方面都对整个生产有直接或间接的影响。因此,计划和调度的制定可以直接影响整个生产过程,以及生产过程中对产品各方面的追踪和实时监测。

2 模型建立

一般的离散分批调度问题就是解决动态生产中,最小成本的调度问题。该问题模型离散制造系统中,解决在有限时间段内,对于不同种类产品的分批、排序问题特别是考虑整个制造车间的生产启动时间,车间平衡问题的模型,该问题就成为了 NP 难问题。

我们这里针对某变速箱装配生产线的调度问题,提出一

种符合实际生产的计划调度流程和优化问题。针对装配生产线系统中,生产计划和调度模块是整个管理系统的核心。根据生产流程,首先,对于从 ERP 计划或手工输入的计划中得到信息,依照不同产品的装配工艺,得到该产品的优化装配序列 $Q^*(P_i)$, 然后按照算法 1 对各类产品序列进行优化得到优化序列 $Q^*(NP)$ 。其次,建立以降低生产成本与物料存储和配送成本为优化目标,使得生产平衡进行的情况下,确立生产中的批量问题。就是指在生产中一次性的准备活动,因为只有确立的生产批次,才能确立生产线总装线各个分装线及各个工位的准备情况。

2.1 确定不同品种产品的调度序列

首先根据日计划把其按产品类型分类,为解决这个多产品批量调度问题,我们先把同类型产品看作一类,即 N 类单个产品的排序。

对于 N 类异同产品调度算法:

算法 1:

第一步:使用 [1] 中的算法得到每类产品优化调度序列 $Q^*(P_i)$, P_i 代表第 i 类产品,其中, $k = 1, 2, \dots, N$ 。

第二步:将所有的 $Q^*(P_i)$ 分成以下两组: (I_i 为生产空闲

万方数据

* 来稿日期: 2005-08-02 * 基金项目: 辽宁省自然科学基金项目“具有中间件的并串行混合生产过程优化系统研究”; 辽宁省科技攻关项目(2003220022)

时间, T_i 终端完成时间)

列表 1 满足 $I_i \leq T_i, i = 1, 2, \dots, k$

列表 2 满足 $I_i > T_i, i = k+1, \dots, N$

第三步, 对于列表 1 中的任务采用 LITL 算法进行调度(The Longest In - process idle Time Last(LITL))

$$Q_1(NP) = \{ Q^*(p_{[1]}), Q^*(p_{[2]}), \dots, Q^*(p_{[k]}) \}$$

对于列表 2 中的任务采用 LTTF 优化调度算法 (the Longest Terminal Time Fast(LTTL)) $Q_2(NP) = \{ Q^*(p_{[k+1]}), Q^*(p_{[k+2]}), \dots, Q^*(p_{[N]}) \}$

第四步, 产生最终调度序列

$$Q^*(NP) = \{ Q_1(NP), Q_2(NP) \}$$

2.2 建立确定批次的数学模型

依据物料配送周期的不同、物料配送批量的不同以及料架上物料的最大存量等因素的不同, 系统自动或计划员手动将班次作业计划分解为批次作业计划, 并确定各批次计划的时间间隔。批次作业计划是现场管理的不可中断的最小管理单位。减少完工报告的操作次数, 避免因现场存放过多的物料, 造成现场管理混乱或困难, 避免当计划变动时, 因现场存放过多的物料造成变动的困难(退料、换料等)。

对于不同类型的产品的加工序列已经确定, 下面就是对于具有固定序列的产品进行分批调度, 确定生产线中的生产批量。建立确定批量的调度模型

$$\Gamma_1 = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^{l_i} (S_{ik} + \alpha_{ik} \max\{dd_{ik} - d_{ik}, 0\})$$

$$\Gamma_2 = \sum_{i=1}^N (\sum_{k=1}^{l_i} \varepsilon_i N_{ik} (a_{i,k+1} - d_{i,k}))$$

$$l_i, i = 1, 2, \dots, N, \beta \Gamma_1 + \omega \Gamma_2$$

$$N_k, k = 0, 1, \dots, l_i$$

Subject to :

$$d_{i,k+1} = d_{ik} + w_{ik} + \frac{r_{ik}}{u_{ik}} \quad k = 1, 2, \dots, l_i \quad (1)$$

$$P_c \leq N_{ik} \sum_{j=1}^M \mu_j (h_{kj} - v_{kj}) \leq P_A \quad k = 1, 2, \dots, l_i \quad (2)$$

$$h_{ki} \geq v_{ki} \quad j = 0, 1, 2, \dots, m \quad k = 1, 2, \dots, l_i \quad (3)$$

$$a_{i,k+1} > d_{i,k} \quad k = 1, 2, \dots, l_i \quad (4)$$

$$\sum_k N_{ik} = a_i \quad i = 1, 2, \dots, l_i \quad (5)$$

$$l_i \geq 0, N_{i,k} \geq 0 \text{ 且为整数} \quad (6)$$

其中, Γ_1 为生产成本; Γ_2 为对装配车间物料库存成本和物料配送成本。

$S_{i,k}$ 为第 i 种类型产品的第 k 批次产品生产启动成本(物料准备和机器准备); dd_{ik} 为第 i 种类型的第 k 批产品任务最后到期时间; α_{ik} 为生产中延迟或提前的惩罚系数;

N_{ik} 为第 i 类产品的第 k 批任务的批量;

ε_i 为第 i 类产品的配送和库存成本系数;

d_{ik} 为第 i 类产品的第 k 批任务完成时间, 即为该批任务中, 最后一个产品完成的时间;

a_{ik} 为第 i 类产品的第 k 批任务到达时间, 即为该批任务万方数据

中, 第一个产品到达时间;

$w_{ik} = d_{ik} - a_{i,k+1}$, w_{ik} 为第 i 类产品的第 $k+1$ 批任务所需等待时间;

h_{ki} 为第 k 批产品对零件 i 的装配需求量; v_{ki} 为第 i 批产品进行装配前, 零件 i 的剩余量 ($i = 1, 2, \dots, m$) m 为零部件的种类;

μ_j 为不同零件转换为标准件的系数;

P_c 为生产线上物料最低储备量; P_A 为生产线上物料的最大存储量;

目标函数是使得生产成本和物料库存成本加权和最小, 其中, α, β 为权系数;

约束条件(1)为系统状态描述, 其中 $N_{ik} \frac{r_{ik}}{u_{ik}}$ 为该批任务的生产服务时间, 其中 r_{ik} 为机器加工装配所需工作量, u_{ik} 为其速度;

约束条件(2)生产车间的物料暂存量必须小于生产线的存储能力, 并且必须具有保证整个生产连续进行的最低物料需求量, 其中 $N_{ik} (h_{kj} - v_{kj})$ 为生产第 i 类产品的第 k 批所需配送的第 k 类零件的数量;

约束条件(3)保证每种零件的安全存放量, 即产品在料架上存放量, 一定大于。(实时跟踪系统中, 特别是 JIT 的生产中一般最低存放量应该尽可能的小);

约束条件(4)对于某种类型产品第 k 批的批量完成时间一定大于第 $k+1$ 批产品的物料准备完毕时间, 即物料应提前做好;

约束条件(5)每类产品的总数量是不变的;

约束条件(6)满足批量的为正整数。

该模型是大规模混合整数规划问题, 随着产品种类和零件数目的增多, 将会产生组合爆炸现象, 因此本文用启发式方法来解决问题。

3 解决问题的方法

对于实际问题需要分步执行优化, 对于从 ERP 下达的任务到生产中各个产品的任务并没有排序, 根据不同产品的不同的加工条件和对于装配零件的需求, 以及该产品的装配工艺可以以[1]中的算法为基础, 按照算法 1 确立各类型产品的序列。然后, 利用启发式算法, 求得产品的批次。

多品种变批量的生产调度的算法:

算法 2

Begin:

Step1: 接收从 ERP/手工下达的日计划, 并对该计划进行分类。一类为紧急任务, 一类为普通任务;

Step2: 如果为紧急任务, 按照其优先级直接执行 Step5;

Step3: 应用算法 1. 对不同类型的产品进行排序得到序列 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_N\}$, 其中 a_j 表示第 i 类产品计划生产的数量, $i = 1, 2, \dots, N$

Step4: 如果某类型的产品 j 的数量超过最大批量限制, 即 $a_j > PL(S)$, 则转到 Step6;

否则, 转到 Step5

Step5: $i++$, 其中 $i = 1, 2, \dots, N$, 转到 Step4;

文章编号: 1001-3997(2006)06-0096-03

金属零件的直接快速制造和再制造*

靳晓曙 杨洗陈 (天津工业大学 机械电子学院 激光技术研究所, 天津 300160)

Directly rapid fabrication and refabrication of metallic components

JIN Xiao-shu, YANG Xi-chen

(Laser Processing Center, School of Machinery and Electron, Tianjin Polytechnical University, Tianjin 300160, China)

【摘要】对金属零件的直接快速制造和再制造技术的研究进展,进行了综述,并重点介绍了RM直接制造金属型的新工艺,提出了今后的研究和发展方向。

关键词: RP/RM; 直接快速制造; 金属零件

【Abstract】We reviewed the research and development on directly rapid fabrication and refabrication of metallic components and particularly introduced the new processes of directly rapid fabricating metallic components. Finally we proposed the further research interests on the technology.

Key words: RP/RM; Directly rapid fabrication; Metallic components

中图分类号: TH13 文献标识码: A

1 典型的 RP 方法用于直接制造金属零件

在 RP 技术中,比较成熟并已取得广泛应用的有以下几种:

1.1 LOM (Laminated Object Manufacturing) 工艺

LOM 工艺称为分层实体制造,它采用激光切割箔材,箔材之间靠热熔胶在热压辊的压力和传热作用下熔化并实现粘接,一层层叠加制造原型。

1.2 FDM (Fused Deposition Modeling) 工艺

FDM 工艺称为熔融沉积成形,采用丝状热塑性成形材料,连续地送入喷头后在其中加热熔融并挤出喷嘴,逐步堆积原型。该工艺首先由美国 Stratasys 公司开发成功。

目前美国 Stratasys 公司开发出能用 FDM 成形的金属材料,首先将金属粉与粘接剂掺匀,然后挤压成具有足够弯曲强度和粘着度的金属丝材料,供 FDM 设备成形使用。已用 FDM 方法成形成功的有不锈钢、钨及碳化钨。

* 来稿日期: 2005-08-15 基金项目: 天津自然科学基金资助项目 (033188011)

Step6: 对该类产品分批,计算对零件需求量;如果未保证每批中的零件需求满足 $P_c \leq N_{ik} \sum_{j=1}^M \mu_j(h_{ij} - v_{ij}) \leq P_A$ 则重新分批,否则,统计该类产品各个批批次物料运送成本和生产启动成本,并分别累加到 I_1 和 I_2 ;

Step7: 如果,则转到 Step4; 否则,转到 Step8;

Step8: 记录该过程目标函数值和各类型产品的批量,如果未达到要求重新进行分批,转到 Step4;

Step9: 产生各个批次的装配 BOM,并确立其在各个总装和分装工位的装配和物料配送时间序列。

Step10: 下达到生产中。

End

根据上一节确立的模型,用启发式方法求解问题的最优解,来决定生产中各类型的批次及批量问题。使得生产平衡有序进行。然后,按照装配工艺,产生装配 BOM 并依据装配工艺和算法 1 来确立装配零部件的顺序和时间段。并下达配送物料到达工位的时间和批量限制。最后,下达调度任务。

4 结论和开发平台

根据以上的分析和优化,可以完成对于装配制造生产线管理系统计划和调度模块的开发,该系统主要用了 VB. Net 和万方数据

SQLServer2000 进行开发。首先建立 ERP 与 MES 的接口,或是 MES 的接受手工输入计划的界面。该模块适用于多种生产类型:按通用部件排产的生产类型;按最终产品排产的生产类型;按原材料排产的生产类型。由程序自动计算生成的生产计划最终需要计划员去确认。计划员可根据客观情况利用本程序手工调整数量及出产时间,在能力核算不够时,也可通过此程序对计划进行调整。同时计划员可用此程序手工追加生产计划任务单。

这里主要是针对装配生产线实际情况,综合考虑现场中约束,解决生产中实际问题。对生产效率提高具有一定的指导意义。

参考文献

- 1 Virginia Lo, Jens Mache. Job Scheduling for Prime Time vs. Non-prime Time[J]. Proceedings of the IEEE international Conference on Cluster Computing, Sept. 2002. 488 ~ 493.
- 2 A. Di Febbraro, D. Giglio, R. Minciardi, S. Saccone. Optimal Timing and Lot-sizing of jobs on a single machine [J]. Proceedings of the 38th Conference On Decision & Control, Phoenix, Arizon, USA. December 1999. Vol. 3 2261 ~ 2263.
- 3 李黎, 成晔, 袁守华. 基于瓶颈分析的优先权调度算法研究[J]. 计算机集成制造系统, Feb. 2005, Vol. 11 No. 2 247 ~ 250.
- 4 华中生, 许晓燕. PWB 装配线综合生产能力计划模型及其近似求解算法[J]. 自动化学报, Jul. 2000 Vol. 26 No. 4 557 ~ 562.