

# 小批量多品种装配生产管理系统 的开发与应用

李学兵

(湖北汽车工业学院电子信息工程系, 十堰 442001)

**摘要:**依据客户要求(订单),采用柔性化的生产模式来满足客户日益多样化和个性化的需求,企业如何充分利用制造信息技术在复杂的生产环境中,高效组织混流装配生产活动并制造出满足客户需求的产品,显得异常重要。提出了基于数据流的柔性化批次装配生产全状态、全过程和责任制管理模式,采用基于单位时间内提高资金回款额和利润额日排产体系,较好地解决了小批量多品种多批次生产模式下的生产管理问题,并对小批量多品种混合装配制造的企业具有较好的示范意义。

**关键词:**小批量多品种;混合生产制造;批次生产;生产管理

**中图分类号:**TP391.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1671—3133(2011)03—0023—06

## Development and application of assembly production management system with small batch and multi-items

LI Xue-bing

(Department of Electronics and Information Engineering, Hubei University of  
Automotive Technology, Shiyan 442001, Hubei, China)

**Abstract:** A flexible producing mode is used to satisfy customer's increasingly diverse and unique demand according to the requirements of customers (orders). Under complicated environments, it is significant for enterprises to make full use of information techniques to produce products to satisfy the customer demand, and organize production activities effectively for mixed assembly lines. Proposes a full state, whole process and responsibility based management mode for the flexible assembly production process. The arrangement of daily production is based on the return funds of a time unit and the profit. The management approach bring good solutions and set a good example for solving small batch, multi-items and multiple batches production problems.

**Key words:** small batch and multi-items; mixed production; batch production; production management

## 0 引言

产品制造企业要贴近市场,通过产品设计的消费者导向来满足消费者的个性化需求。为此,很多装配制造企业采取订单生产和储备生产相结合的方式进行生产经营活动,经销商根据市场的实际情况下订单,进行量身定做,采用柔性化生产方式。柔性是企业剧烈变化的环境中求得生存和发展的一个不可缺少的因素<sup>[1-3]</sup>,从客观上降低生产企业和经销商的运营风险,同时也尽可能满足了消费者需求。

制造资源计划 (Manufacturing Resource Planning, MRPII) 和企业资源计划 (Enterprise Resource Planning, ERP) 理论系统中计划管理系统占有举足轻重的

地位<sup>[4-5]</sup>。随着采购供应链和销售供应链体系的成熟与应用,对于小批量多品种的装配生产管理系统,必须加强以柔性计划为主线的企业内部和外部的信息流和数据流的管理,企业内部与外部之间的协作性是生产管理系统所必需解决的问题。小批量多品种多批次生产装配企业的特点为:1) 产品品种多,产品零件品种多;2) 生产以订单为主,采用生产储备的生产模式;3) 个性化产品,创新的、小批量投入市场的新研发品频繁;4) 对市场快速反应的能力要求高;5) 外协、外购量大;6) 生产负荷具有动态性。所以,小批量多品种多批次的装配生产企业必须采取滚动式生产计划管理模式<sup>[6]</sup>,建立以周为单位的滚动日计划体系,以保证生产数据在所有生产部门有效流动;通过数据流和业务相互

驱动的方式达到企业综合优化的思想流程,对生产过程全状态、全过程和责任制的生产管理模式,采取基于单位时间内资金回款额和利润额日排产体系。

## 1 生产管理系统设计

### 1.1 系统的结构设计

围绕装配生产管理过程,依据产品、工艺文件编制指导装配和零件供应的生产技术文件,根据客户订单和市场需求预测,编制产品销售计划,制定批次生产作业计划,发布生产准备计划,批次零件订货合同、用于指导仓库批次收货计划和批次送货的工位发料

计划,根据生产装配批次收送货情况,动态预告不足件。依据排产序列生成装配条码,对装配物流进行作业跟踪;生产过程应体现批次性,从销售需求、生产储备计划和日排产序列计划的发布,零/部件采购、零件的验收入库、发货、产品下线 and 入库,全程体现批次性和动态性,实现零/部件的生产批次审核和核算。装配多品种混流生产过程和销售应进行全程有效跟踪管理的生产管理系统。装配生产管理主要功能框图如图 1 所示,生产管理系统的主要模块有:装配清单管理、生产管理、物料采购管理、仓储管理、财务管理和销售管理。

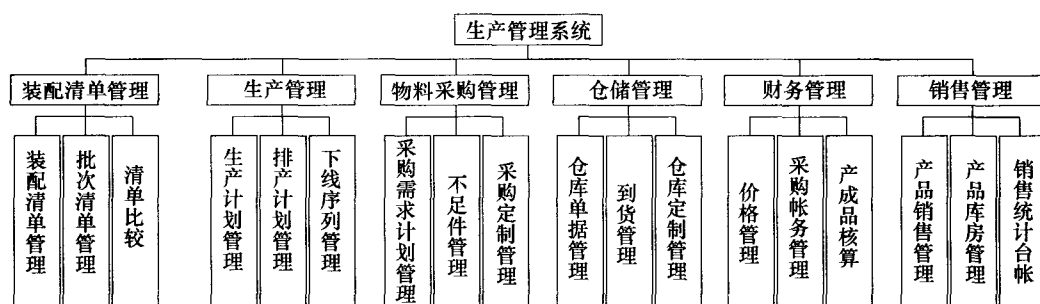


图 1 装配生产管理主要功能框图

### 1.2 系统的流程

装配生产管理数据流程如图 2 所示。

## 2 系统关键技术及系统的功能

### 2.1 批次订单全状态管理

经销商的需求订单包含对产品的具体需求,在销售部门与经销商确认后发布具体需求信息,主要包括产品的总成信息,技术改进和订单时间要求,经过技术部确认可保证在用户需求下进行生产,财务确认保证订单的定金执行,生产准备确认可以让技术部门将装配物料清单下发到采购部门,采购部门依据采购优化系统制定出批次采购清单,并根据生产部的排产采购计划向供应商发布要货计划和仓储部的到货计划,仓储部依据批次到货清单向生产线送货,进行产品装配,根据装配情况和入库情况动态地统计生产完成情况。订单信息如表 1 所示。

订单从经销商需求开始到订单生产完成,实现订单生产到销售全过程和全状态管理。主要优点如下。

1) 生产可根据需求和预测储备方式组织,保证了生产的有效性,避免了盲目生产过程。

2) 依据批次计划组织生产,生产组织有序,极大地避免了生产过程中的很多不确定因素。

3) 依据生产状态组织生产可以对生产过程进行监控,有利于对突发事件进行及时处理和对过程的有效监督。

4) 对订单的生产过程进行监督可以进一步帮助生产过程的分析,促进生产更加有效地运行。

5) 通过订单状态的管理,保证了订单的有效执行,能够及时发现问题和有效地解决问题,可对在制品进行很好地管理。

6) 根据批次生产和采购,可以保证产品生产的可追溯性,售后服务体系可以很好地通过产品的批次有效地追溯产品从订单的发起、零/部件采购的供应商和产品装配制造过程情况,既保证了生产过程准确运行,又保证了企业产品售后服务体系有效运作。

### 2.2 零/部件采购路线状态管理

由于新产品不断出现,导致大量新零件的产生;供应商的变换导致零件试装件增加,每年的采购竞价措施导致采购路线的变换,因此采取路线的全状态管理可以很好地保证采购正常有序地进行。新零件的出现,使零件价格也需要进行状态管理,产品价格采取核算价和采购价格同时存在的方式,避免了产品来不及定价造成企业产生隐形成本和财务潜亏现象。

1) 零件采购路线状态:试制状态、试装状态、采购

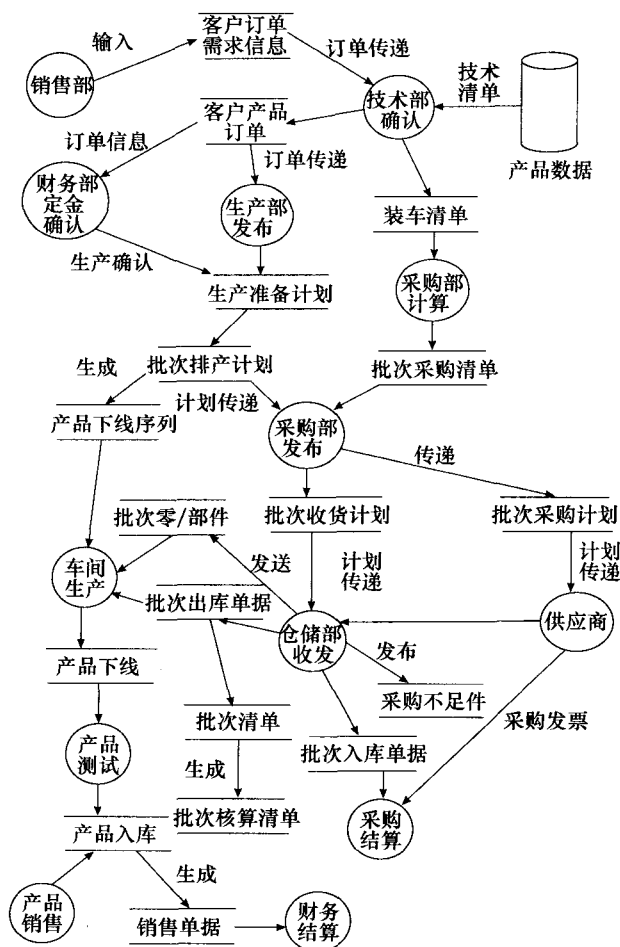


图2 装配生产管理数据流程

表1 订单信息

订单确认	需求确认	技术确认	生产准备确认	采购确认	生产计划确认	生产计划确认	生产完成确认
订单状态	生产状态	技术审核状态	生产准备状态	财务审核状态	排产状态	生产状态	生产完成状态
订单数量	需求数量	财务确认数量	生产准备数量	排产数量	生产数量	生产完成数量	销售完成数量

提高生产效率。以周为单位的滚动日计划体系,周排产计划基本不变,变动都在周计划之间。这样订单一旦形成就可以计算出订单排产时间,便于组织生产和销售。系统建立了以单位时间资金周转率和利润率为目标、以生产线工时为约束的数学模型,并通过目标加权方式转化为背包问题,采用基于改进的遗传算法<sup>[7-8]</sup>进行求解。排产数据如表2所示。

本文对某条生产线某天的14个批次进行某日排产。生产线工时为1400个。交叉概率为0.65,变异概率 $P_m = 0.01$ ,种群规模为200,车型利润率权重为0.2,车型回款率权重为0.8。求解结果是:生产线总工时为1398个,排产日加权目标为60.8665万元/天(最大满足生产线工时的单位时间最大回款率+单位

状态和采购停止状态。

## 2) 零件价格状态:估价、试用和正式价格。

小批量多品种以适应市场订单要求组织生产,零/部件可能因为市场要求必须采购,价格谈判可能滞后,如果没有价格就有造成当月采购成本有严重误差的问题。而估价可以大大减少成本误差,结算之前必须有正式价格,这样既保证了生产又保证了财务成本核算的要求。

## 2.3 单位时间资金周转率和利润率的排产体系

一般装配制造企业主要是以订单和销售预测储备方式进行生产,销售方式主要有现金销售和赊销方式。赊销主要是经销商或代理商与厂家签订销售协议,并进行赊销数量和金额许可协议,在一定数量或销售金额下可以进行赊销,赊销有一定期限,在一定期限内要么退货、要么付款(本文单位时间资金回款率特指单位时间内经销商回款额,单位时间利润率特指单位时间产品回款产生的利润),因此对于生产商必须承受一定生产资金压力,对小批量多品种的生产装配企业,完全靠上下游供应链的资金尽快地进行资金周转,否则会导致资金链的断裂,加大企业经营风险。同时,混流装配企业产品的复杂性和产品差异性较大,每天装配最高定额不应当以装配产品数量为准,应以装配工时为依据。因此对于小批量多品种装配制造企业,必须以提高资金回款率和利润率为目标,建立日排产体系,在提高企业经营效益的基础上

时间的最大利润率)。表2所示数据表明,回款率与利润率的加权目标最高的批次D、K、L、M、N、J、I和H进入排产,利润率和回款率较高的E批次因排产也要满足生产线日额定最高工时1400(实际日最优排产工时为1398)而没有优先排产。回款率和利润率的权重不同,排产结果可能会不同。回款率和利润率的权重可以动态选择或静态选择,企业也可根据企业经营的情况设定,如汽车装配企业在产量高的3~5月采取回款率高的权重,在淡季采取利润率高的权重。

## 2.4 系统主要功能

整个系统以装配清单管理为基础,生产管理按照产品批次进行,财务全程监控生产管理过程。按照客户订单与市场需求,编制产品销售计划和生产作业计

表2 排产数据

批次编号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
批次数量/个	15	10	10	10	20	10	15	15	5	5	5	6	25	3
车型工时/个	20	20	20	19	23	19	18	17.5	17.5	22	19	20	19	19
车型价格/万元	7.88	8.26	7.4	9.65	15.4	7.67	9.02	7.62	6.61	10.25	9.65	8.26	9.02	7.67
车型利润/万元	1.15	1.21	1.08	1.41	2.24	1.12	1.32	1.11	0.97	1.49	1.41	1.21	1.32	1.12
回款周期/天	30	26	27	45	34	42	34	20	10	8	3	4	9	10
生产工时/个	300	200	200	190	460	190	270	263	88	110	95	120	475	57
回款率/(万元·天 <sup>-1</sup> )	3.94	3.1769	2.7407	2.1444	9.0588	1.8262	3.9794	5.7150	3.3050	6.4063	16.0833	12.3900	25.0556	2.3010
利润率/(万元·天 <sup>-1</sup> )	0.5750	0.4654	0.4000	0.3133	1.3176	0.2667	0.5824	0.8325	0.4850	0.9313	2.3500	1.8150	3.6667	0.3360
加权目标/(万元·天 <sup>-1</sup> )	3.2670	2.6346	2.2726	1.7782	7.5106	1.5143	3.3000	4.7385	2.7410	5.3113	1.33367	10.2750	20.7778	1.9080
是否排产	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

注:1-排产,0-不排产;回款率:特指单位时间回款额;利润率:单位时间利润额。

划,编制装配品种序列、零/部件订货合同、零/部件上线计划、零/部件要货计划和零/部件工位发料清单,通过对装配生产过程的跟踪管理与信息采集,按照准时化生产要求,指导仓库零/部件向多品种混流装配线的工位送货。系统能够实现装配制造过程的成本核算,以及结合业务管理的各种要求,非常方便灵活地实现对各种有关数据的维护、查询、分类与汇总,财务账结算和碰单。

#### 2.4.1 装配清单管理

装配清单管理是对装配用零/部件进行维护与管理,对外购、外协和自制零/部件进行属性、工艺路线和用量等内容进行描述。通过对基础数据的更改,系统自动建立数据更改档案,能够输出某一型号产品按照发交路线输出的零/部件清单;对两个产品的装配零/部件清单进行差异情况的检查;同时,也可以输出零/部件在多种产品中的用量情况,按照零/部件分类输出产品零/部件清单等功能产品,并且能够显示每批次的实际装配清单,可以更好地跟踪产品零件供货路线和工艺更改情况。

#### 2.4.2 生产管理

销售部产品的滚动动态月度需求计划发布,技术部和财务部对需求计划的确认,形成生产准备计划;采购部根据滚动动态月度需求计划进行生产准备,依据经销商的信用以提高资金周转率和利润率为前提建立日排产体系,并可以随时修改发布日排产计划并计算生成排产下线序列(生产条码)。根据产品装配生产、入库完成情况,建立产品统计台账,对产品生产完成情况与成本进行统计与分析;依据装配过程、仓库零/部件出入库过程的库存管理情况进行统计分析;对生产计划完成情况数据进行统计分析,能够输出生产日报、生产月报等,并提供产品生产经营过程中相关的各种信息,内容包括产品零/部件清单、客户

订单、零/部件发交情况、产品库存情况,零/部件仓库和现场在制品库存情况、现场生产情况、生产计划情况,以及生产计划完成情况。装配生产过程中对现场生产关键部位信息进行采集,动态掌握产品装配和关键总成的现场作业状况,全面了解和掌握现场生产情况,及时解决现场出现的各种问题;根据现场采集的信息,系统能够模拟混流装配线的品种变化情况。

#### 2.4.3 物料采购管理

根据滚动动态月度生产计划对零/部件需要量进行按批次确定,编制装配零/部件批次需求计划,按照装配单位编制零/部件批次要货计划;按照零/部件批次需求计划,检查零/部件的库存状况,预告不足件;按照供应路线生成订货合同清单,系统提供查阅库存零件发交情况等统计功能。系统通过设定库存核算日期,对仓库零件出入库收发情况进行核算,计算出零件订货计划与实际零件发交之间的差额,为合理编制出零件订货计划提供基础数据。

#### 2.4.4 仓库管理

根据生产计划按批次生成零/部件收发清单;根据收发清单,零/部件仓库进行零/部件收发,仓库对清单审核,库存管理以库存记账为主,通过对出入库情况的全过程管理,按照业务管理要求建立电子账本,输出当前零/部件仓库库存和各种库存统计报表等。

#### 2.4.5 销售管理

根据产品生产信息,对产品入库与出库情况进行管理,形成产品库存电子账本,全面了解产品库存、库存品种情况与产品市场销售发货品种变化情况,产品入库按生产条码管理,根据产品下线生成入库单和仓库审核入库单据,实现批次单据生成与打印。

#### 2.4.6 财务管理

根据零件供应路线制定零/部件采购价格和核算价格,依据批次成本制定产品价格和核算价格,依据

采购结算进行采购挂账和付款,并进行产品销售审核和销售账务管理。根据实际的批次采购清单对批次产品成本进行核算,根据零件分类进行产品成本构成情况分析;根据产品销售价格情况,计算产品与零/部件成本的价差情况,并根据销售和财务状况动态进行经销商信用管理。

#### 2.4.7 系统运行情况

在复杂供应链体系下,汽车制造企业普遍采取以市场为导向的订货型和备货型相结合的生产模式<sup>[9]</sup>。众多的中大型商用车制造企业或汽车集团,为满足差异化的市场需求和完善车型层次,成立了一些集团下的商用车企业,产量往往从几千到数万台,此类生产企业采取小批量多品种生产方式,并且将多种车型在一条生产线上生产,一条生产线组装小吨位到大吨位

的商用车。东风汽车公司在十堰的商用车生产企业有数家,如东风神宇车辆有限公司、东风特汽(十堰)客车有限公司和东风实业(十堰)有限公司等。2006年笔者以产学研合作方式主持开发了主要生产低速货车的东风神宇车辆有限公司整车生产管理系统,2007年上线运行,经过近3年运行和完善,完全实现了从销售订单管理到售后服务管理完整的生产管理系统。系统开发工具为 Visual Basic 6.0、ASP 3.0(Active Server Page 3.0)数据库为 MSSQL 2000,开发模式为 CS 和 BS,当前在线终端数为 130 户,企业已经从开发初期产量的 6 千台发展到 2009 年的 11 千台,产值 9 个多亿,2009 年生产批次 818 批,排产批次为  $1.077 \times 10^3$  批,车型生产品种达到 615 种。东风神宇整车生产管理系统运行界面如图 3 所示。

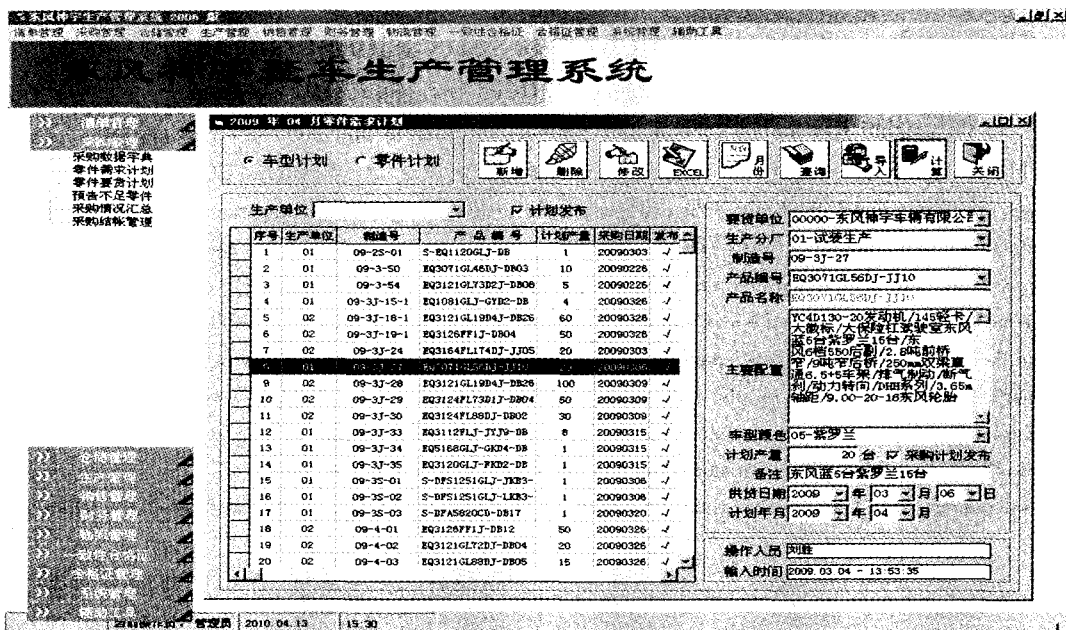


图3 东风神宇整车生产管理系统运行界面

### 3 结语

小批量多品种的装配生产,突出了以准时化生产为目标的系统化管理思想,打破了传统的生产组织管理方式,实现了现场生产信息的快速采集、处理和传递,为生产管理者进行产品多品种混流生产提供了及时、准确和可靠的管理依据。系统采取全状态、全流水和生产要素颗粒化的管理模式。按产品市场销售情况,编制产品生产作业计划,以提高单位时间资金周转率和利润率方式进行排产,并以此开展企业的生产经营活动;在多品种混流生产方式下实现零/部件

供应的集配式管理;按照生产作业指令编制生产线零/部件上线计划和工位发料计划,实现从生产计划编制、调整、发布、执行、完成到分析的计算机信息处理;实现了仓库与现场库存的计算机统一管理、产品按批次计划管理、整个生产流程化管理、统一的生产工作流和信息流;通过产品物流将装配信息输入产品信息之中,为今后跟踪产品装配质量和售后服务提供强有力的基础数据。

本文所提供的小批量多品种多批次装配生产管理系统是一种生产业务有效流动的协作平台,可以提

(下转第 137 页)

- 略[J]. 机械科学与技术, 2004(2).
- [2] 曾胜, 汪希萱. 电磁式在线自动平衡调节器的原理及其实验[J]. 流体机械, 1997, 9(5).
- [3] Chung J, Jang I. Dynamic response and stability analysis of an automatic ball balancer for a flexible rotor[J]. Journal of Sound and Vibration, 2003, 259(1).
- [4] 井上顺吉, 荒木嘉昭. 振动机械的自己同期化研究(日文)[C]. 日本机械学会论文集, 33 卷 246 号, 1967.
- [5] 久保省藏, 阵内靖介, 井上顺吉, 等. 自动平衡装置(日文)[C]. 日本机械学会论文集(C 编), 51 卷 467 号, 1960.
- [6] 谭青, 唐任仲. 风机自动平衡应用技术研究[J]. 浙江大学学报, 1998(7).
- [7] 周铁. 内装滚球转子自同期现象的理论与实验研究[D]. 长沙: 中南大学, 2007.
- [8] 谭青, 周铁, 黄秀祥. 球式自动平衡装置的数值仿真与实验研究[J]. 噪声与振动控制, 2008(6).
- [9] 谭青, 张芙蓉. 锤式破碎机运转中的自动平衡现象研究[J]. 矿冶工程, 1998, 18(1).
- [10] 谭青. 液体平衡器的稳态特性的分析与应用[J]. 振动、测试与诊断, 1992, 12(3).
- [11] 刘文倩, 谭青, 谢燕琴. 自动平衡装置减振效益分析[J]. 噪声与振动控制, 2010(4).

作者简介: 刘文倩, 讲师, 硕士研究生, 研究方向为机械电子工程。

E-mail: gslwq@126.com

收稿日期: 2010-04-22

(上接第 27 页)

高产品市场开发能力、企业市场应变能力和资金周转率, 加强了生产现场综合管理的水平, 为企业带来极大的经济效益, 也为小批量多品种装配企业管理起到了很好的示范作用。

#### 参考文献:

- [1] 潘郁, 泸天化. 计算机生产调度辅助决策系统的自适应机制和柔性设计[J]. 系统工程理论与实践, 1997(2).
- [2] 郑志琴, 钟叔玉. 柔性 MILS 及其支撑技术[J]. 昆明理工大学学报, 2001, 26(2).
- [3] Pan Yu. The decision support system of flexible production planning and scheduling in chemical enterprises and its designing experience industrial management[J]. International Academic Publishers, 1996(10).
- [4] Robert Jacobs F, Elliot Bendoly. Enterprise resource planning: Developments and directions for operations management research[J]. European Journal of Operational Research, 2003(146).
- [5] Yahaya Yusufa, Gunasekaranb A, Mark S Abthorpe. Enterprise information systems project implementation: A case study of ERP in Rolls-Royce[J]. Int. J. Production Economics, 2004, 87(25): 1-266.
- [6] 姜迎春, 张安民, 宋学平. 订单式中小企业生产计划管理系统研究[J]. 企业管理, 2005(32).
- [7] Raidl G R. An improved genetic algorithm for the multi-constrained 0-1 knapsack problem[C]. Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Evolutionary Computation, 1998.
- [8] 玄光男, 程润伟. 遗传算法与工程优化[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [9] 康永, 高翔. 灰色系统理论在汽车生产计划中的应用[J]. 汽车科技, 2004, 11(6).

作者简介: 李学兵, 硕士, 高级工程师, 副教授, 主要研究方向: 制造业信息管理和信息系统, 生产优化。

E-mail: lxb@dongfeng.net

收稿日期: 2010-06-08