

证书号第 1406543 号



发明专利证书

发明名称：智能生产决策支持系统

发明人：黄伟强

专利号：ZL 2010 1 0282303.9

专利申请日：2010年09月15日

专利权人：香港理工大学

授权公告日：2014年05月21日

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年09月15日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102402716 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 04

(21) 申请号 201010282303. 9

(22) 申请日 2010. 09. 15

(71) 申请人 香港理工大学
地址 中国香港九龙红磡

(72) 发明人 黄伟强

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51) Int. Cl.

G06Q 10/00 (2012. 01)

G06Q 50/04 (2012. 01)

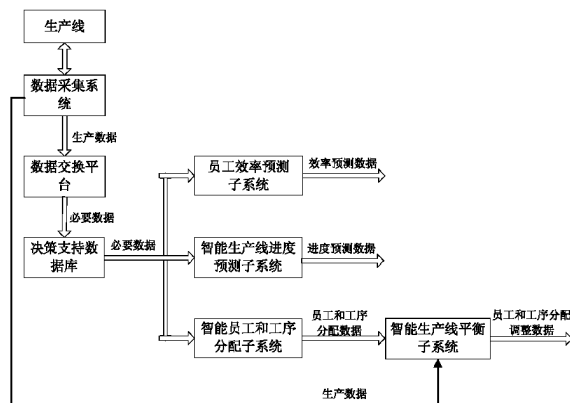
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

智能生产决策支持系统

(57) 摘要

本发明涉及一种智能生产决策支持系统,用于依据数据采集系统所采集到的实时的生产数据做出生产决策,包括数据交换平台、决策支持数据库、员工效率预测子系统;数据交换平台接收来自于数据采集系统的实时的生产数据,并分离出生产决策所必需的必要数据,并将这些必要数据存储到所述决策支持数据库;员工效率预测子系统读取所述决策支持数据库中的必要数据,并根据影响员工效率的内部因素和外部因素输出员工的效率预测数据。本系统还包括产生最优生产工序分配方案的员工效率预测子系统、根据实时的生产状况调整工序分配以保证生产线平衡的智能生产线平衡子系统,以及用于准确地预测各个生产单的生产进度和完成时间的进度预测子系统。



1. 一种智能生产决策支持系统,用于依据数据采集系统所采集到的实时的生产数据做出生产决策,其特征在于,包括决策支持数据库、数据交换平台、员工效率预测子系统;

数据交换平台:接收来自数据采集系统的实时的生产数据,并分离出生产决策所必需的必要数据,并将所述必要数据存储到所述决策支持数据库;

员工效率预测子系统:读取所述决策支持数据库中的必要数据,并根据影响员工效率的内部因素和外部因素输出员工的效率预测数据。

2. 根据权利要求1所述的智能生产决策支持系统,其特征在于,还包括智能生产线进度预测子系统,其读取所述必要数据并生成预测每个生产单的生产进度预测数据。

3. 根据权利要求1所述的智能生产决策支持系统,其特征在于,还包括智能员工和工序分配子系统,其读取所述必要数据,在每个生产单的车缝生产开始之前生成员工和工序分配数据。

4. 根据权利要求3所述的智能生产决策支持系统,其特征在于,还包括智能生产线平衡子系统,其读取所述员工和工序分配数据和实时的生产数据,在每个生产单的车缝生产过程中,对所述员工和工序分配数据进行动态调整生成消除瓶颈工序的员工和工序分配调整数据。

5. 根据权利要求1所述的智能生产决策支持系统,其特征在于,所述数据交换平台采用可扩展标记语言。

6. 根据权利要求1所述的智能生产决策支持系统,其特征在于,所述影响员工效率的内部因素包括描述员工操作效率的趋势的学习曲线,所述影响员工效率的外部因素包括影响员工未来操作效率的织物类型、机器性能因素。

7. 根据权利要求3所述的智能生产决策支持系统,其特征在于,所述智能员工和工序分配子系统采用人工智能技术的遗传算法为每个生产单生成最优的员工和工序分配数据。

8. 根据权利要求4所述的智能生产决策支持系统,其特征在于,所述智能生产线平衡子系统采用人工智能技术的启发式算法生成员工和工序分配调整数据。

9. 根据权利要求2所述的智能生产决策支持系统,其特征在于,所述智能生产线进度预测子系统采用人工智能的神经网络技术生成进度预测数据。

智能生产决策支持系统

技术领域

[0001] 本发明涉及智能生产决策支持系统,更具体地说,涉及一种应用于服装制造领域的智能生产决策支持系统。

背景技术

[0002] 人们已经开发出各种不同的计算机系统用在服装制造上用来提高生产的快速响应速度和决策能力,这些系统包括生产数据采集 (PDC) 系统、管理信息系统 (MIS) 和企业资源规划 (ERP) 系统等等。

[0003] PDC 系统旨在从缝纫生产线上通过手工输入、条形码扫描和无线射频识别技术 (RFID) 来收集生产数据,其中基于 RFID 的 PDC 系统是最新的技术,它能够实时、精确并高效地收集庞大的生产数据。不过,在如何利用所收集到的数据来对生产和车间管理进行决策的问题上,这种系统仍然存在困难。

[0004] 前面提到的 MIS 和 ERP 系统是采用计算机来管理企业资源,二者的重点集中在经营和生产的流程上,它们并不能帮助生产一线的管理者进行有效的生产决策。这两类系统里的生产数据通常都依赖于每天的人工输入,而无法得到实时的生产数据、以及车缝员工和生产线的效率。由于这种实时生产数据的缺失, MIS 和 ERP 系统并不能反映出车间和生产线上实时的生产状态。

[0005] 综上所述,生产线的控制和平衡依靠车间管理来实现。目前的车间管理主要依赖于一线管理者的主观经验或简单推算。由于生产管理问题的复杂性,以及主观决策的局限性,实际服装生产中的生产管理效率处于相当低的水平。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术不能进行实时控制和自动车间管理的缺陷,提供一种克服上述缺陷的智能生产决策支持系统。

[0007] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种智能生产决策支持系统,用于依据数据采集系统所采集到的实时的生产数据做出生产决策,包括决策支持数据库、数据交换平台、员工效率预测子系统;

[0008] 其中,数据交换平台接收来自数据采集系统的实时的生产数据,并分离出生产决策所必需的必要数据,并将所述必要数据存储到所述决策支持数据库;员工效率预测子系统读取所述决策支持数据库中的必要数据,并根据影响员工效率的内部因素和外部因素输出员工的效率预测数据。

[0009] 在本发明所述的智能生产决策支持系统中,还包括智能生产线进度预测子系统,其读取所述必要数据并生成预测每个生产单的生产进度预测数据。

[0010] 在本发明所述的智能生产决策支持系统中,还包括智能员工和工序分配子系统,其读取所述必要数据,在每个生产单的车缝生产之前生成员工和工序分配数据。

[0011] 在本发明所述的智能生产决策支持系统中,还包括智能生产线平衡子系统,其读

取所述员工和工序分配数据和实施的生产数据,在每个生产单的车缝生产过程中,根据实时的生产数据,对所述员工和工序分配数据进行动态调整生成消除瓶颈工序的员工和工序分配调整数据。

[0012] 在本发明所述的智能生产决策支持系统中,所述数据交换平台采用可扩展标记语言。

[0013] 在本发明所述的智能生产决策支持系统中,所述影响员工效率的内部因素是指用来描述员工操作效率的趋势的学习曲线,所述影响员工效率的外部因素包括影响员工的未来效率的织物类型、机器性能因素。

[0014] 在本发明所述的智能生产决策支持系统中,所述智能员工和工序分配子系统采用人工智能技术的遗传算法为每个生产单生成最优生产方案的员工和工序分配数据。

[0015] 在本发明所述的智能生产决策支持系统中,所述智能生产线平衡子系统采用人工智能技术的启发式算法生成员工和工序分配调整数据。

[0016] 在本发明所述的智能生产决策支持系统中,所述智能生产线进度预测子系统采用人工智能的神经网络技术生成生产进度预测数据。

[0017] 实施本发明的智能生产决策支持系统,具有以下有益效果:利用数据交换平台可从庞大的实时生产数据中分离出效率预测和制定决策所必须的必要数据,从而方便用户有效地利用必要数据并通过员工效率预测子系统来预测员工的操作效率,利用智能员工和工序分配子系统、智能生产线平衡子系统以及进度预测子系统在最短时间内做出符合实际实时情形的生产制造决策。

附图说明

[0018] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0019] 图 1 是本发明智能生产决策支持系统工作过程的数据流程图;

[0020] 图 2 是本发明优选实施例中员工效率预测(OEP)子系统的结构示意图;

[0021] 图 3 是本发明优选实施例中智能员工和工序分配子系统(IOWA)子系统的程序流程图;

[0022] 图 4 是本发明优选实施例中智能生产线平衡子系统(IALB)子系统的流程图;

[0023] 图 5 是本发明优选实施例中智能生产线进度预测子系统(IPPP)子系统的神经网络预测结构图;

[0024] 图 6 是图 5 所示神经网络中每个神经元的输入输出关系图。

具体实施方式

[0025] 如图 1 所示,在本发明的优选实施例中,智能生产决策支持系统(以下简称 IPDS 系统)用来依据数据采集系统(以下简称 PDC 系统)所采集到的实时的生产数据做出生产决策,其包括决策支持数据库、数据交换平台、员工效率预测子系统(以下简称 OEP 子系统)、智能生产线进度预测子系统(以下简称 IPPP 子系统)、智能员工和工序分配子系统(以下简称 IOWA 子系统)以及智能生产线平衡子系统(以下简称 IALB 子系统)。本发明所涉及的员工,主要是指在缝纫生产线上工作的车缝员工。

[0026] 其中, PDC 系统基于 RFID 技术来采集实时的生产数据,这些生产数据包括生产线

和车位配置数据、生产单数据、生产工序数据、员工操作每一扎工序的生产数据等。现有的基于 RFID 技术的 PDC 系统也可以采集实时数据,但是这些系统并不具有辅助生产决策的功能,从而不能进一步为车间管理服务。

[0027] 而本发明的优势之一在于,本发明具有数据交换平台,用来接收上述生产数据,并从庞大的生产数据中分离出生产决策所必需的必要数据,并将必要数据存储到决策支持数据库,以为后续的处理提供基础。

[0028] 数据交换平台利用可扩展标记语言 XML 技术,具有可扩展性强的特点,操作简单且易于与其他数据库接口。

[0029] 所分离出的必要数据是指对做出生产决策而言必不可少的数据,包括生产线和车位配置的基本数据、生产单数量和交期、生产工序设定和标准工时、车缝员工对所操作工序的历史操作效率等。决策支持数据库将这些必要数据存储起来,并为 OEP 子系统、IPPP 子系统、IOWA 子系统和 IALB 子系统提供输入。

[0030] 本发明的优势之二在于,本发明具有 OEP 子系统,OEP 子系统可读取上述必要数据,并根据影响员工效率的内外部因素产生员工的效率预测数据。因此,本发明可以直接利用实时的生产数据来产生对生产和车间管理的决策,现有技术由于不能实现二者的直接衔接而增加了生产决策的难度。OEP 子系统可解决员工的效率预测问题。

[0031] 本优选实施例中,OEP 子系统所参照的内部因素是指与员工本身直接相关的因素,例如员工的学习曲线,学习曲线可以描述员工操作效率的趋势,从而为预测员工的操作效率提供基本的依据。外部因素则是指客观存在的可能影响员工未来工作效率的外在因素,例如织物类型、机器性能等因素。

[0032] OEP 子系统所生成的车缝员工的效率预测数据包括每个员工操作指定工序的效率。OEP 子系统的具体实现方式如图 2 所示。

[0033] 图 2 是 OEP 子系统预测员工操作效率的结构图。由图可知,基于学习曲线原理,本发明首先提出一个学习曲线模型,用以描述员工操作基本工序时操作效率随时间变化的规律,并建立了每个员工操作各个基本工序的学习曲线模型,且存入数据库。当需要预测某个员工操作新工序的效率时,系统从学习曲线模型数据库中找出与该新工序最相似的工序的效率作为基准效率 E_b 。然后通过判断新工序与基准工序的相似程度,外部因素(如面料特征,缝纫质量要求以及员工状态等)的影响,得出最终的效率预测数据。外部因素对于操作效率的影响,将通过对历史数据的分析得到。所利用的历史数据包含每个员工对于其所操作的工序的历史操作效率和累计操作时间,以及各种外部因素对效率的影响。

[0034] 如图 2 所示,图中各字母的含义为:

[0035] E_b , 该员工操作基准工序的效率;

[0036] E_{new} , 该员工操作新指定工序的效率预测值;

[0037] v , 权重值,若仅考虑新工序与基准工序的工序特征的差异,员工对新工序的效率为 $v \cdot E_b$;

[0038] w_1, w_2, w_3 , 权重值;

[0039] 最终的操作效率 E_{new} 还要受面料特征,缝纫质量要求以及员工状态三个外部因素

的影响。因此 $E_{new} = v \cdot E_b \cdot \sum_{i=1}^3 w_i$ 。

[0040] 进一步地,本发明的优势之三在于还包括 IPPP 子系统、IOWA 子系统和 IALB 子系统,为生产进度、生产分配和生产平衡提供更细致精确的预测,以保证生产决策的全面和准确。

[0041] 其中, IOWA 子系统用于接收上述必要数据,并在车缝生产开始之前生成员工和工序分配数据,为不同工作站生成最优的员工和工序分配方案。工序分配问题实际上是一个最优化问题, IOWA 子系统利用一种 AI 技术例如遗传算法 (GA) 产生 IOWA 子系统的输出即最优的员工和工序分配方案。如果某个分配方案能使指定的生产目标得以最好的实现,则该分配方案被视为最优方案,此方案即为员工和工序分配数据。

[0042] IOWA 子系统的输入包括生产工序、机器以及员工的相关信息,本发明提出了新颖的 GA 编码方法处理服装生产中灵活的工序分配,并基于此算法对传统的交叉与变异算子进行了改良,如图 3 所示。图 3 示出的是 IOWA 子系统的程序流程图。其中,选择、交叉和变异被称为基因算子。选择操作负责从父代种群中选择适当的个体(员工和工序分配方案)进行交叉和变异操作。交叉和变异操作有助于增强种群的多样性,产生更优的工序分配方案。用户可以灵活地设定一个或多个生产目标,诸如,满足生产交期要求,最小化生产完成时间,最小化机器闲置时间等等。

[0043] 在生产进行中,若瓶颈工序出现使系统达到不平衡状态。则 IALB 子系统读取员工和工序分配数据,结合实时的生产数据,采用 AI 技术和启发式算法对原有工序分配方案进行调整,可以消除瓶颈工序并使生产线再次达到平衡,其所输出的是员工和工序分配调整数据。

[0044] 瓶颈工序的认定,由车间管理者根据自身的生产状况自行决定。比如,可以设定,在某生产单中,如果某工序的完成数量比其前道工序少 30 件,则认为该工序成为瓶颈工序,生产线进入不平衡状态,需要对生产线进行调整。IALB 子系统进行工序调整的流程如图 4 所示。调整方案由 AI 技术和启发式算法产生,需要重新分派某些员工的工作任务。调整的目的是促使生产线回复平衡状态,同时能满足实际生产目标,如交期要求,机器闲置时间最小等。当生产线上不存在瓶颈工序时,生产线处于平衡状态。

[0045] 如图 4 所示,当发现工序 B 为瓶颈工序,自动找出能够操作工序 B 的所有员工即员工组 B,然后利用启发式算法,从员工组 B 中选择合适数量的员工来操作工序 B,调整过程结束,则员工和工序分配调整数据包括重新分配来操作 B 工序的员工数量、接替这些新分配来操作工序 B 的员工他们原来所做的工序的员工人数等。

[0046] IPPP 子系统则是用于读取所述必要数据并生成预测生产进度的进度预测数据,其主要是利用 AI 技术的神经网络技术。利用神经网络技术进行预测的结构图如图 5 所示。神经网络由输入层,隐层和输出层组成;而每层则由一定数量的神经元组成。而每个神经元的输入输出关系如图 6 所示。

[0047] 如图 5 所示, IPPP 子系统的输入层为必要数据,包括生产单的每个工序的信息、该生产单可利用的机器配置、工人配置与效率等;系统输出层为进度预测数据,例如完成该生产单所需要的时间。依据此输入输出关系,一个 4 输入 1 输出结构的神经网络模型被构建。

[0048] 如图 6 所示,为了准确地预测各个生产单的完成时间,需要建立神经网络对过去的生产单的生产 and 完成情况进行学习,从而确定神经网络的参数值(如连接权等),得到神经网络预测模型。网络参数值通常由误差反传 (Back-propagation, BP) 学习算法获得。然

后利用学习得到的预测模型,基于当前的生产环境(四个输入变量),预测出生产单的完成时间。图6所示的是神经网络中第j层第L个神经元 $neuron_j^L$ 的输入输出关系,其中;

[0049] I_{ji}^L , $neuron_j^L$ 的第i个输入量;

[0050] w_{ji}^L ,连接权,神经网络通过调整连接权的值得到不同的网络模型;

[0051] $f(\cdot)$,神经网络传递函数,如Sigmoid型函数或线性函数等;

[0052] O_j^L ,神经元 $neuron_j^L$ 的输出; $O_j^L = f(net_j^L)$,而 $net_j^L = \sum_i w_{ji}^L \cdot I_{ji}^L$ 。

[0053] 本模块将准确地预测生产单的完成时间,有助于生产管理者进行更准确的生产排期,并为工厂接单时提供参考。

[0054] 采用本发明的智能生产决策支持系统,可用在特定类型的服装生产系统例如渐进式捆扎系统的生产决策,也可在稍作改进后应用于其他类型的服装生产系统的生产决策,甚至用来解决更高级管理中的生产规划管理问题。

[0055] 现有技术不能辅助服装生产管理做出有效的生产控制决策。本发明能够有效地克服上述缺点,它利用基于RFID的PDC系统商业软件,通过四个子系统来生成实时客观、科学可靠的生产控制决策。由于服装生产线管理中的调度和平衡具有NP-hard(Non-deterministic Polynomial-Hard,非确定性多项式困难问题)特性,本发明采用AI技术可生成高效和可靠的生产决策以满足缝纫生产线上不同生产目标的需要。

[0056] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,这些均属于本发明的保护之内。

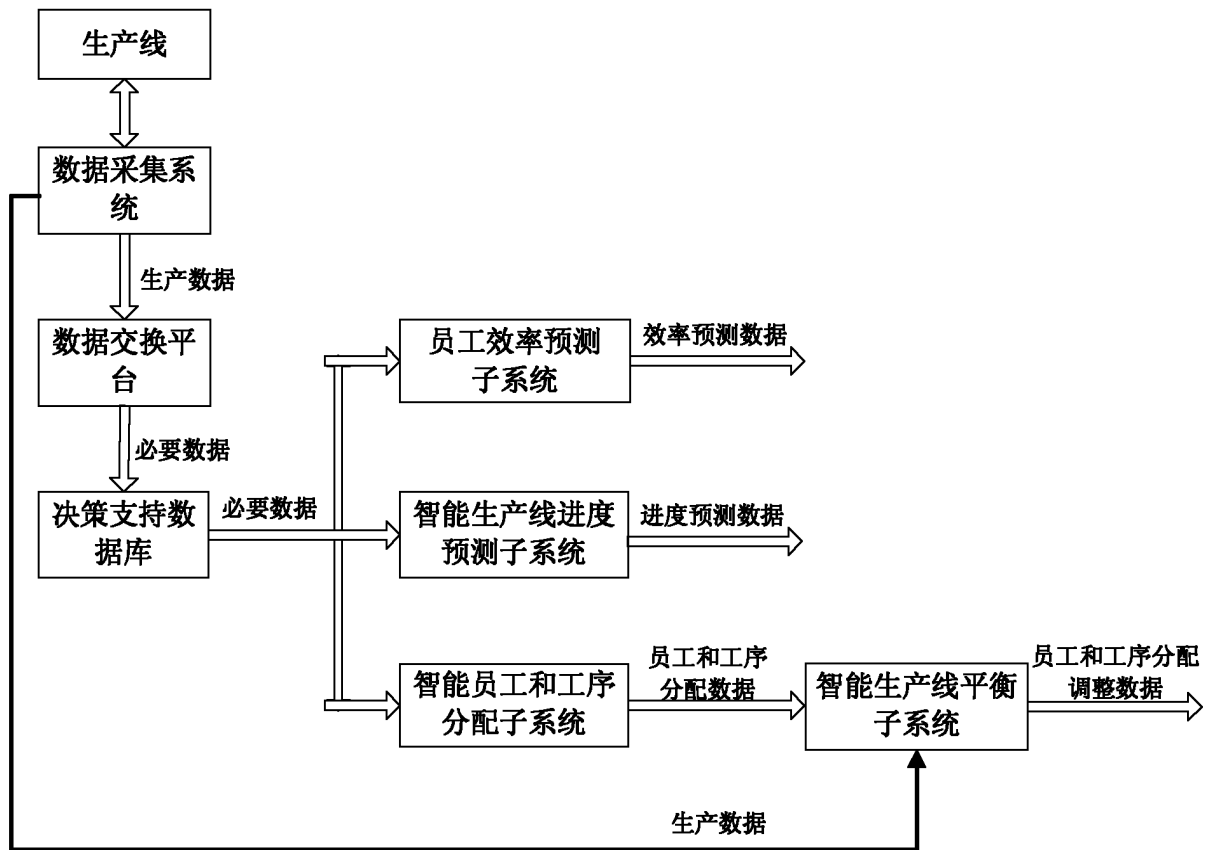


图 1

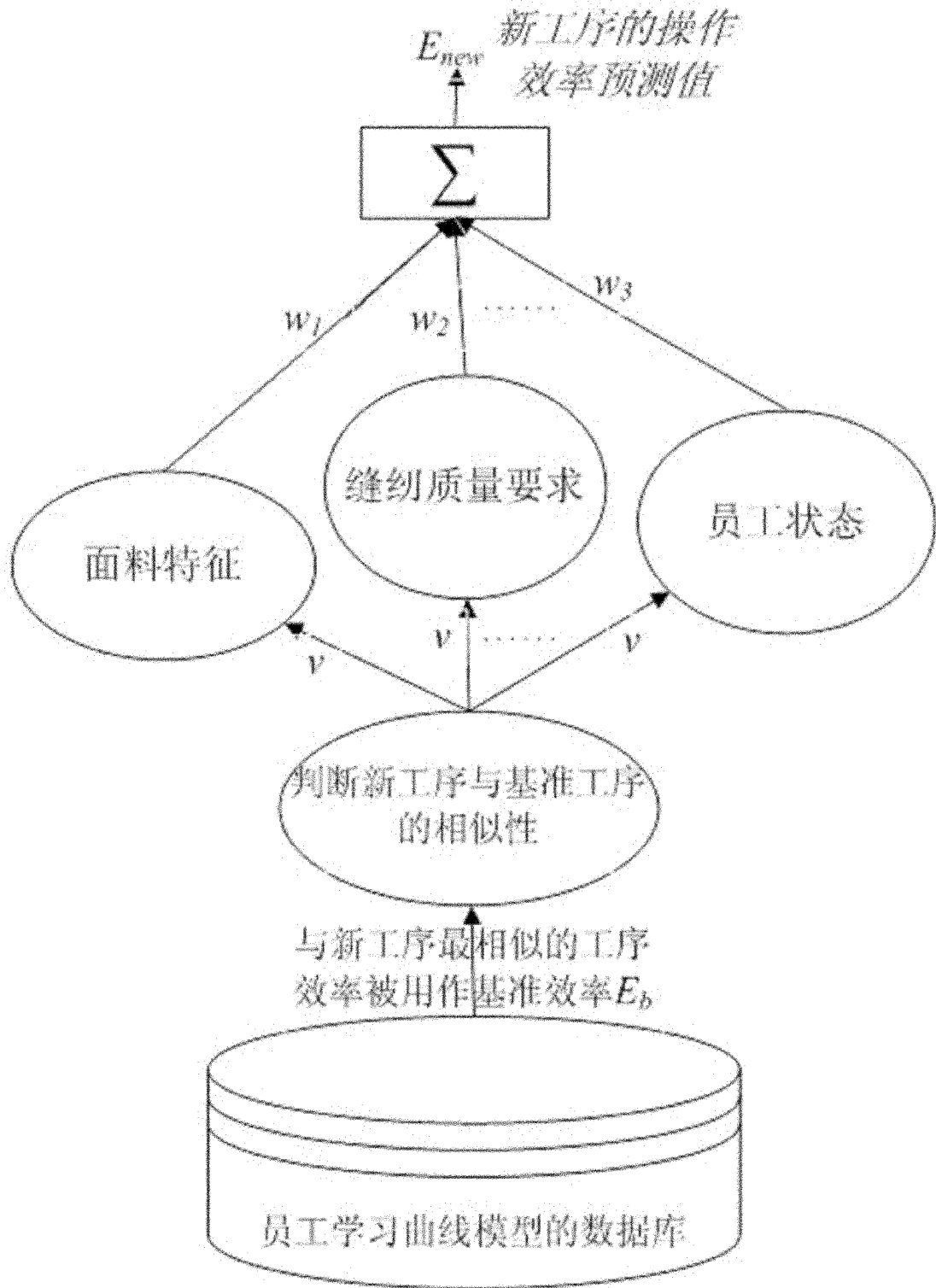


图 2

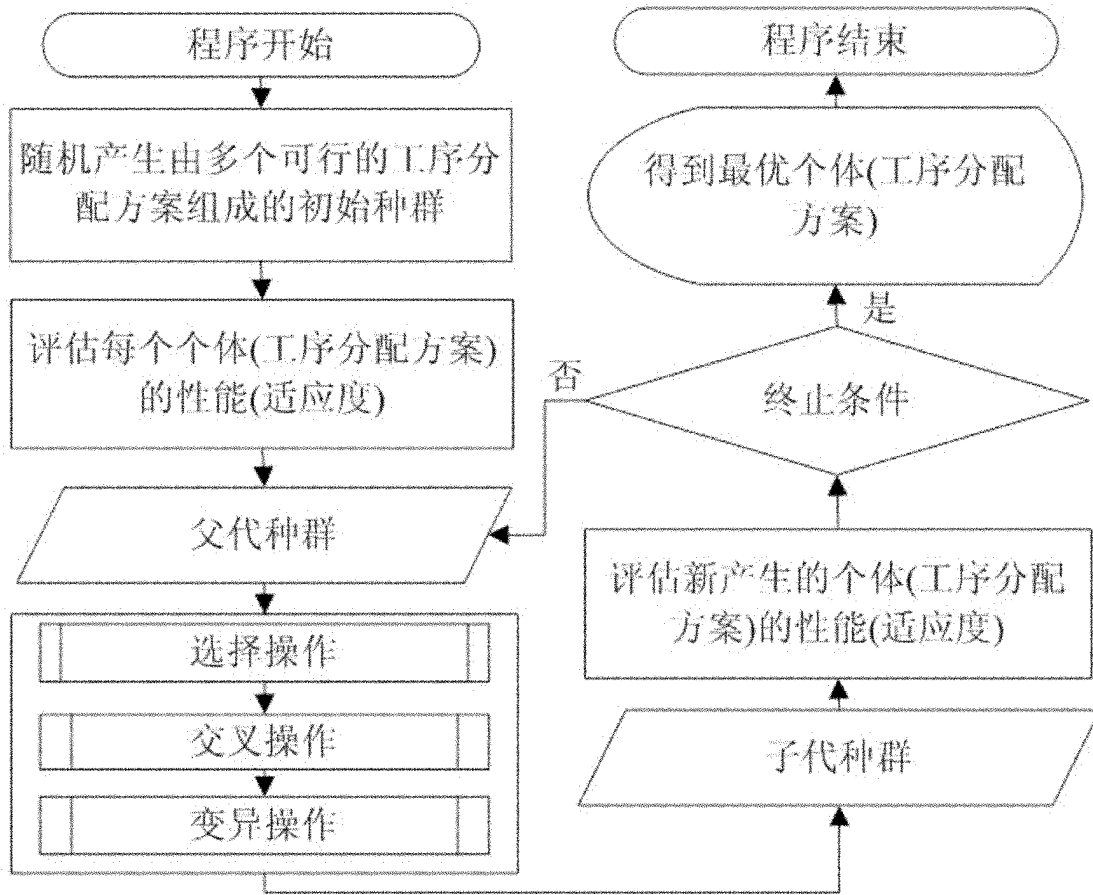


图 3

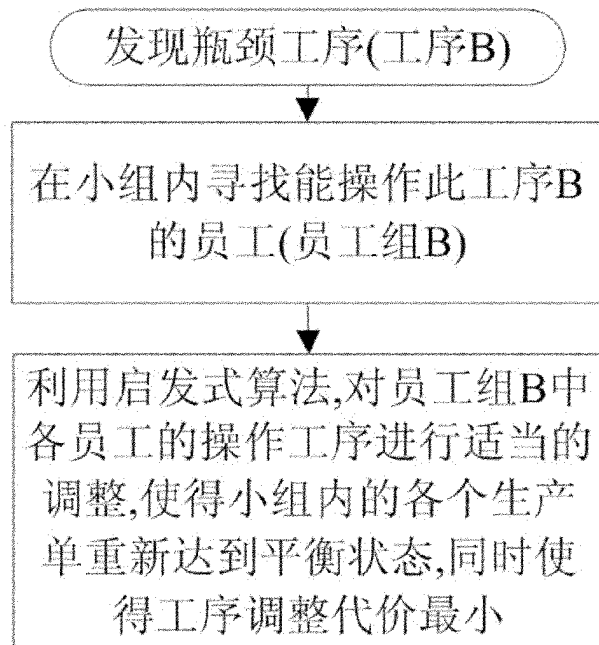


图 4

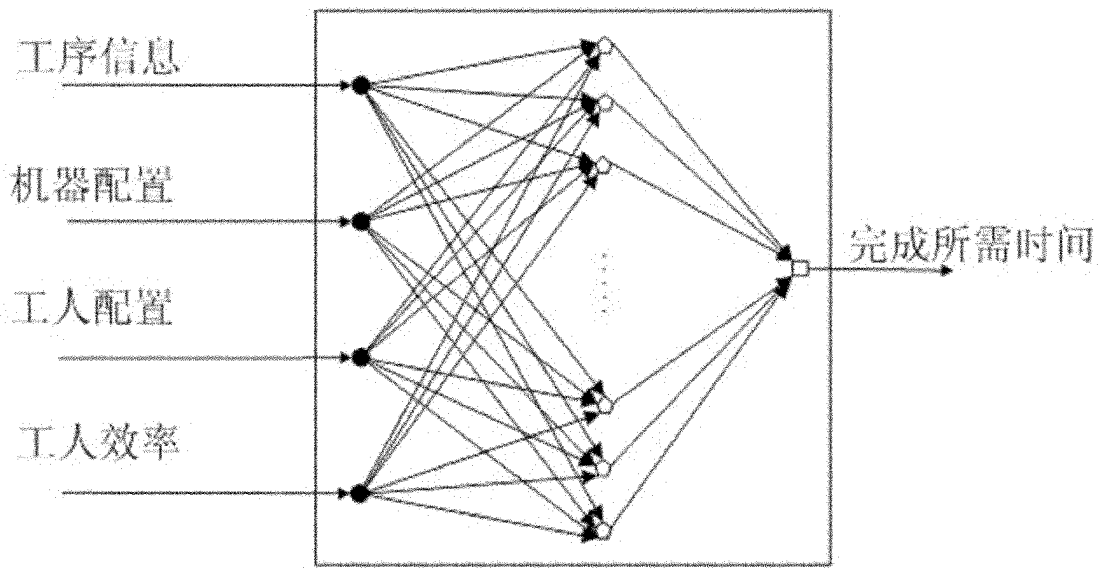


图 5

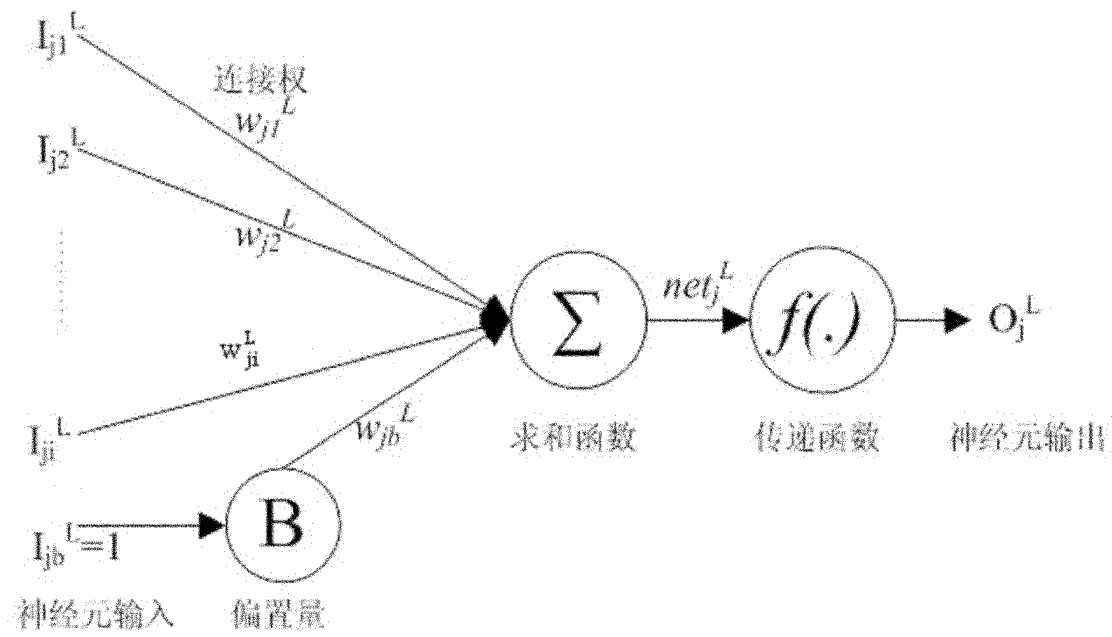


图 6