



Research on Lean Production Management Strategy Based on Extension Innovation Method

Wang Nana^{1,*}, Wang Qing¹, Zhang Nan², Li Tongyang¹

¹School of Liberal Education, Liaoning University of International Business and Economics, Dalian, China

²School of Management, Liaoning University of International Business and Economics, Dalian, China

Email address:

wangnana124@aliyun.com (Wang Nana), 2571282485@qq.com (Wang Qing), zhangnan_0517@163.com (Zhang Nan), 1757999813@qq.com (Li Tongyang)

*Corresponding author

To cite this article:

Wang Nana, Wang Qing, Zhang Nan, Li Tongyang. Research on Lean Production Management Strategy Based on Extension Innovation Method. *Science Innovation*. Vol. 10, No. 2, 2022, pp. 24-30. doi: 10.11648/j.si.20221002.11

Received: March 2, 2022; Accepted: May 2, 2022; Published: May 12, 2022

Abstract: Aiming at the problems of low innovation efficiency and waste in domestic manufacturing enterprises, this paper, on the basis of lean improvement, combines the principle of conjugate analysis to solve the contradictions in production, and uses the extension innovation method to optimize the production line optimization. E-type engine is the research object. By implementing extension transformation, impossible problems can be transformed into possible problems, infeasible problems can be transformed into feasible problems, and unknown problems can be transformed into knowable problems. First of all, this paper finds the existing problems by collecting data, establishes the employee model, inventory model, working time model, and conducts correlation analysis and divergence analysis to get the methods and approaches to solve the conflicting problems, and establishes the compatibility function of the waste problem. , and quantify the degree of waste. Secondly, the extension analysis of the E-type engine extension model is carried out, and the relationship between them is found from the angle of soft and hard conjugate. Thirdly, the conjugate transformation is carried out on the model, and the basic elements are transformed by the basic transformation method and the extension transformation operation method. Finally, generate a variety of improvement strategies, evaluate the goodness of the extension strategy, and select the extension strategy greater than 0 as the optimal extension strategy according to the company's requirements. The extension method can solve the contradictions in production management.

Keywords: Production Management, Extension Innovation Method, Conjugate Pair Method, Lean Production

基于可拓创新方法的精益生产管理策略研究

王娜娜^{1*}, 王庆¹, 张南², 李彤阳¹

¹ 辽宁对外经贸学院通识教育学院, 大连, 中国

² 辽宁对外经贸学院管理学院, 大连, 中国

邮箱

wangnana124@aliyun.com (王娜娜), 2571282485@qq.com (王庆), zhangnan_0517@163.com (张南), 1757999813@qq.com (李彤阳)

摘要: 针对国内的制造企业创新效率不高、浪费问题,本文在精益改善的基础上,结合共轭分析原理解决生产中的矛盾问题,将可拓创新方法运用可拓创新方法对生产线优化进行优化,以E型发动机为研究对象,通过实施可拓变换可以将不可能问题转化成可能问题,将不可行问题转化成可行问题,将未知问题转化成可知问题。首先本文通过收集数据找

到存在的问题，通过建立员工模型、库存模型、工作时间模型，并对其进行相关性分析和发散性分析得到解决矛盾问题的方法和途径，建立浪费问题的相容度函数，并量化出浪费的程度，其次，对E型发动机可拓模型进行拓展分析，从软硬共轭的角度进行分析，找到它们之间的联系。再次，对模型实施共轭变换，运用基本变换方法和可拓变换运算方法对基本要素进行变换。最后，生成多种改善策略，对可拓策略的优度进行评价，根据公司要求选择大于0的可拓策略作为最优的可拓策略，该策略作为解决问题的最佳改善方案，实例表明可拓方法能够解决生产管理中的矛盾问题。

关键词：生产管理，可拓创新方法，共轭对方法，精益生产

1. 引言

随着全球化的不断加快，各行各业的都在复杂的市场环境下面临着不同的考验，我国企业若想在市场立足，就需要不断提高自身的竞争力，提高产品质量，降低产品的成本，同时生产出的产品还要有创新性和独特性[1]。在工业自动化和信息化不断推进下，制造技术与自动化、信息化、现代管理不断融合，随之一系列的现代化管理理念相继出现[2]。可拓方法适合解决在产品、技术和管理方面出现的矛盾问题[3]。杨春燕等[4]采用创新方法解决了在设计过程中过于依赖设计人员的问题。周志丹[5]利用可拓创新体系创建了自己公司的实施平台，解决了公司发展中的难题，提高了公司的创新能力。张华伟[6]以石油机械产品为例，建立基元模型，实施可拓变换方案，实现了对产品的创新，并提高了机械的利用率。李仔浩[7]以产品设计为研究对象，利用可拓创新方法，解决了产品设计出现的矛盾问题。张秀芳[8]针对如何控制物流成本问题，运用可拓创新方法对物流成本进行改善，生成了可拓策略，解决了降低成本的问题，并为企业提供了发展方向。张立恒[9]以我国31个省、市和自治区的科技创新能力为研究对象，分析各省市科技创新存在的问题和不足，并对各省市进行实证分析，得到了科技创新能力的策略集。刘松[10]以虚拟供应链为研究对象，建立可拓利息分配法，实施了动态利息分配方案，解决了利息分配问题。李晓峰和徐玖平[11]提出了企业技术创新存在的主观和客观的风险，通过实践证明该方法是有效的，这给企业进行自我风险评价提供了方法。文献[12-14]针对钢铁企业在实施精益生产中存在的问题，结合精益生产提出了相应的策略。文献[15-17]针对生产型企业在成本管理中出现的矛盾问题，提出采用精益生产的方式，提高生产效率，促进企业的持续发展。

本文在精益改善的基础上，结合共轭分析原理解决生产中的矛盾问题，将可拓创新方法运用可拓创新方法对生产线优化进行优化，实例表明可拓方法能够解决生产管理中的矛盾问题。

2. 相关理论

(1) 精益生产的基本思想是通过生产整体优化，消除无效劳动和浪费，杜绝超额生产，达到用最少的投入产出最大的目的[18-19]。在以往的生产中，往往是根据经验，缺少逻辑体系和方法，就会在改善过程中遇到困难，将生产过程中的矛盾问题通过使在对生产管理中问题进行精益改善中，往往是根据经验，而缺少相应逻辑体系

和工具方法，而使得在改善过程中遇到阻碍。对生产中的矛盾问题，利用共轭分析原理，找到解决问题的途径[20]。

(2) 对物的共轭分析原理包括虚实共轭分析、软硬共轭分析、负正共轭分析、潜显共轭分析，不管是物的主体、客体、都可以用共轭分析。

(3) 任何物的每一共轭都有很多特征，每一个共轭部都可以有由多维基元形式化表示，其中虚部、实部、硬部、软部、正部、负部都可以用多维物元和多维物元的组合表示。

(4) 在任何一物的共轭部分中，其中某一共轭部至少有一个特征与其对应的共轭部的某个特征相关。

(5) 可拓变换是解决矛盾问题的有力工具，通过实施可拓变换可以将不可能问题转化成可能问题，将不可行问题转化成可行问题，将未知问题转化成可知问题。这些可拓变换就是我们常说的方法、技巧、点子等[20]。

可拓变换用形式化语言表示为： Γ_0 为物元、事元、关系元、复合元、准则、论域中的任一对象，将 Γ_0 改变成另一个同类对象 Γ 或者多个同类对象 $\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_n$ 的变换，称为对象 Γ_0 的可拓变换，记作

$$T\Gamma_0 = \Gamma$$

或者

$$T\Gamma_0 = \{\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_n\}$$

可拓变换是将一个对象变成另一个对象或者分解成其他若干个对象。可拓变换的过程可以用事元表示为：

$$T = \begin{bmatrix} O_T, & c_{T1}, & v_{T1} \\ & c_{T2}, & v_{T2} \\ & c_{T3}, & v_{T3} \\ & c_{T4}, & v_{T4} \\ & c_{T5}, & v_{T5} \\ & c_{T6}, & v_{T6} \\ & c_{T7}, & v_{T7} \\ & \vdots & \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{变换, 支配对象,} & v_{T1} \\ \text{接受对象,} & v_{T2} \\ \text{变换结果,} & v_{T3} \\ \text{施动对象,} & v_{T4} \\ \text{方法,} & v_{T5} \\ \text{工具,} & v_{T6} \\ \text{时间,} & v_{T7} \\ \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

其中 O_T 是动作的名称，表示实施的变换的名称，即

$O_T \in \{\text{置换, 分解, 删减, 增加, 缩小, 扩大, 复制}\}$

O_T 可以通过对实施对象进行拓展分析和共轭分析。

3. 案例分析

本文以某公司生产E型发动机为例，库存的范围为8-12个时，产品质量8-12小时要在99.5%以上，员工预定目标人数为6-14人，现在状况和目标参数对照表如表1：

表1 参数对照表。

优化项	现有参数	目标参数
库存数（件）KW	800	[500,750]
成品库	800	[462,693]
缓冲库	410	[205,308]
不良品	35	[0,20]

由表1可得，现有生产参数和目标参数相差较大，根据可拓创新的步骤，分析需要解决的矛盾问题，利用共轭方法建立核问题的可拓模型 $P_0 = G_0 * L_0$ 。该矛盾问题的目标为：

$$L_{hr} = \begin{bmatrix} \text{员工, 分布, 装配线} \wedge \text{配送点} \\ \text{数量, 8人} \wedge \text{7人} \\ \text{工作, 组装} \wedge \text{运输} \end{bmatrix} \wedge \begin{bmatrix} \text{库存, 分布, 机加件} \wedge \text{在制品} \wedge \text{成品} \wedge \text{不良品} \\ \text{数量, 5300件} \wedge \text{410件} \wedge \text{800件} \wedge \text{35件} \end{bmatrix} = L_{hr}(m_1) \wedge L_{hr}(m_2)$$

$$L_{sf} = \begin{bmatrix} \text{时间, 分布, 工位作业} \wedge \text{工位传送} \wedge \text{机加件区运输} \wedge \text{成品运输} \\ \text{内容, 组装} \wedge \text{运输} \\ \text{用量, 5894s} \end{bmatrix}$$

$$\wedge \begin{bmatrix} \text{运输距离, 分布, 工位作业} \wedge \text{工位运输} \wedge \text{机加件区运输} \wedge \text{成品运输} \\ \text{涵盖区域, 机加线} \wedge \text{装配线} \wedge \text{成品库} \\ \text{长度, 1688m} \end{bmatrix}$$

$$= L_{sf}(n_1) \wedge L_{sf}(n_2)$$

3.1. 浪费问题的定量化判定

建立浪费问题相容度函数

现对所建立的可拓模型进行定量化分析，通过建立可拓集的关联函数，对发动机生产流程中涉及的员工数、库存数以及工序时间作为测量指标来衡量生产系统的浪费程度。

以作业时间为例建立关联函数，其中最大值在点 $x_1 = 62.34$ 取得，正域 $X_1 = [59.22, 65.46]$ 建立简单相容度函数为：

$$k(x_1) = \begin{cases} \frac{x_1 - 59.22}{3.12}, & x_1 \leq 62.34 \\ \frac{65.46 - x_1}{3.12}, & x_1 > 62.34 \end{cases}$$

以相同的方式建立关于员工数和库存数的关联函数，将现有的生产数据带入到相应的相容度函数里，得到

$$K(P) = k_1(x_1) \wedge k_2(x_2) \wedge k_3(x_3) = -1.16 < 0$$

$$G_0 = \begin{bmatrix} g_{01} \\ g_{02} \\ g_{03} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{员工, 人数, [6,14]人} \\ \text{库存, 数量, [3967,5951]件} \\ \text{节拍, 时间, [59.22,65.46]s} \end{bmatrix}$$

现有条件是：

$$L_0 = \begin{bmatrix} l_{01} \\ l_{02} \\ l_{03} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{员工, 人数, 15人} \\ \text{库存, 数量, 6510件} \\ \text{节拍, 时间, [54,69]s} \end{bmatrix}$$

通过共轭方法对硬部 L_{hr} ：库存；软部 L_{sf} ：时间和运输距离。因此有：

$$L_0 = L_{hr} \oplus L_{sf} = (L_{hr}(m_1) \wedge L_{hr}(m_2)) \oplus (L_{sf}(n_1) \wedge L_{sf}(n_2))$$

其中：

即发动机生产系统问题 $P_0 = G_0 * L_0$ 是不相容问题，故需要对现有的生产管理系统进行优化。

3.2. E型发动机可拓模型的拓展分析

3.2.1. 模型的相关性分析

本文将发动机生产管理流程看作一个整体，从共轭方法的角度出发，对条件进行分析变换，用P和S分别表示硬部和软部的，将基元、类基元、子基元之间的基元联系用图1表示如下：

硬部包括“员工” $L_{hr(m1)}$ 和“库存” $L_{hr(m2)}$ ，其中员工包括装配工人 P_1 和运输工人 P_2 ，库存包含加线库存 P_3 、缓冲库存 P_4 、成品库存 P_5 和不良品库存 P_6 。软部包括时间 $L_{sf(n1)}$ 和运输距离 $L_{sf(n2)}$ ，其中时间包括装配时间 S_1 、机加缓存区到装配线的运输时间 S_2 和装配线到成品区的运输时间 S_3 ，运输距离包含机加线至装配线距离 S_4 和成品下线至成品库距离 S_5 。如果想要优化问题就要从基元入手，构建可拓基元模型，从局部入手从而达到全局优化的目的。

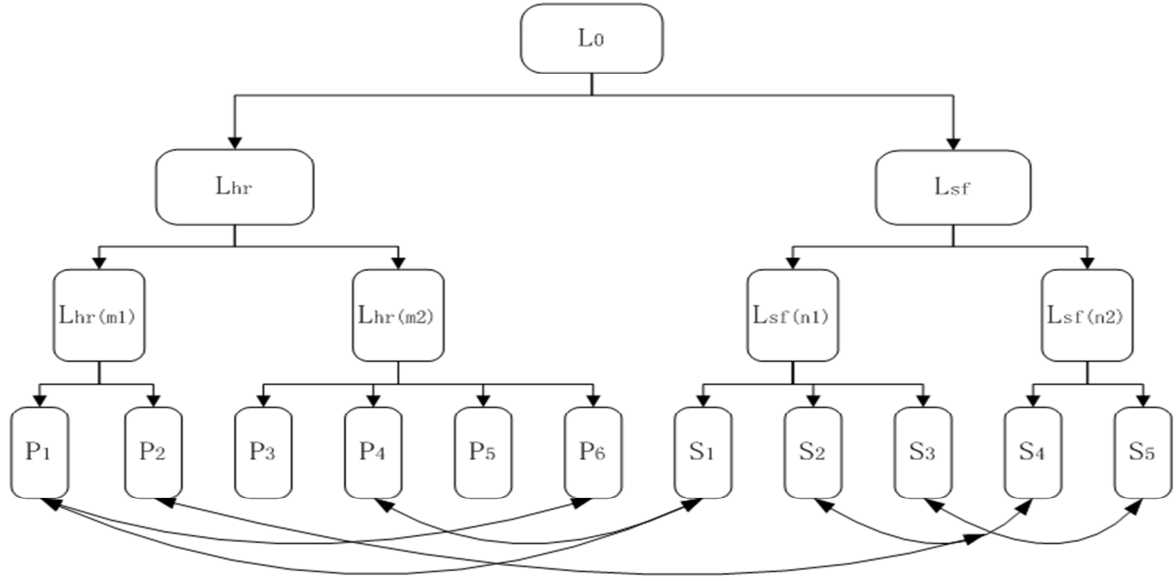


图1 生产中的基元关系图。

对库存量进行相关分析可以从硬部基元 $L_{hr(m2)}$ ，分为机加库存 P_3 、缓冲库库存 P_4 、成品库库存 P_5 和生产中产生的不合格品 P_6 出发。

$$L_{hr(m2)} = (\text{系统}E, \text{库存总量}, y_0)$$

$$\sim \begin{cases} P_3 = (\text{机加线}, \text{库存量}, y_1) \\ P_4 = (\text{缓冲库}, \text{库存量}, y_2) \\ P_5 = (\text{成品库}, \text{库存量}, y_3) \\ P_6 = (\text{不合格品}, \text{库存量}, y_4) \sim \begin{cases} P_{61} = (\text{机加线}, \text{废品率}, y_{41}) \\ P_{62} = (\text{装配线}, \text{FTY}, y_{42}) \end{cases} \end{cases}$$

并存在数量关系 $y_0 = y_1 + y_2 + y_3 + y_4$; $y_4 = y_{41} + y_{42}$

y_1 代表的是5条机加线的总库存量，分别令 $P_{31}, P_{32}, \dots, P_{35}$ 代表ZK、ZKG、PL、AGW和KW库存模型，以 P_{31} 为例进行相关网分析：

$$P_{31} = (O_{ZK}, \text{库存量}, y_{11}) \sim \begin{cases} P_{311} = ((\text{配送}, \text{支配对象}, \text{原材料}), \text{周期}, y_{111}) \sim P_{52} \\ P_{312} = ((\text{供应}, \text{受动对象}, \text{装配线}), \text{沟通性}, y_{112}) \\ P_{313} = (A\text{公司} \wedge \text{供应商}, \text{沟通性}, y_{113}) \end{cases}$$

y_2 表示的是已完成的成品库量，以 $P_{41}, P_{42}, \dots, P_{46}$ 为例进行相关网分析，6个工位的库存模型，并以 P_{41} 为例进行相关网分析：

$$P_{41} = (O_1, \text{库存量}, y_{21})$$

$$\sim \begin{cases} P_{411} \sim S_{11} \\ P_{412} = ((\text{供应}, \text{支配对象}, \text{原材料}), \text{周期}, y_{211}) \sim P_{52} \\ P_{413} \sim P_{313} \end{cases}$$

y_3 表示的是已完成的成品库量，以 P_5 为例进行相关网分析：

$$P_5 = (\text{成品库, 库存量}, y_3) \\ \sim \begin{cases} P_{51} = (A\text{公司} \wedge \text{客户}, \text{沟通性}, y_{311}) \\ P_{52} = ((\text{发运}, \text{支配对象}, \text{订单量}), \text{周期}, y_{312}) \end{cases}$$

y_4 表示的不良品库存量, 以 P_{61} 为例进行相关网分析:

$$P_{61} \sim P_{611} = (O_{ZK}, \text{废品率}, y_{411}) \sim \begin{cases} P_{6111} = ((\text{检验}, \text{支配对象}, \text{材料}), \text{方式}, y_{4111}) \\ P_{6112} = ((\text{机器}, \text{故障率}, y_{4112})) \end{cases}$$

$$P_{6112} \sim P_{6113} = ((\text{操作}, \text{支配对象}, \text{机器}), \text{合理性}, y_{4113})$$

$$P_{6113} \sim P_{6114} = ((\text{执行}, \text{支配对象}, \text{操作说明书}), \text{程度}, y_{4114})$$

$$P_{62} \sim P_{621} = (O_1, \text{FTY}, y_{421}) \sim \begin{cases} P_{6211} \sim P_{6111} \\ P_{6212} = ((\text{操作}, \text{支配对象}, \text{机器}), \text{熟练度}, y_{4211}) \end{cases}$$

$P_{6212} \sim P_{6213} = ((\text{培训}, \text{支配对象}, \text{员工}), \text{频率}, y_{4212})$ 故库存数形成的相关网络模型如图2所示:

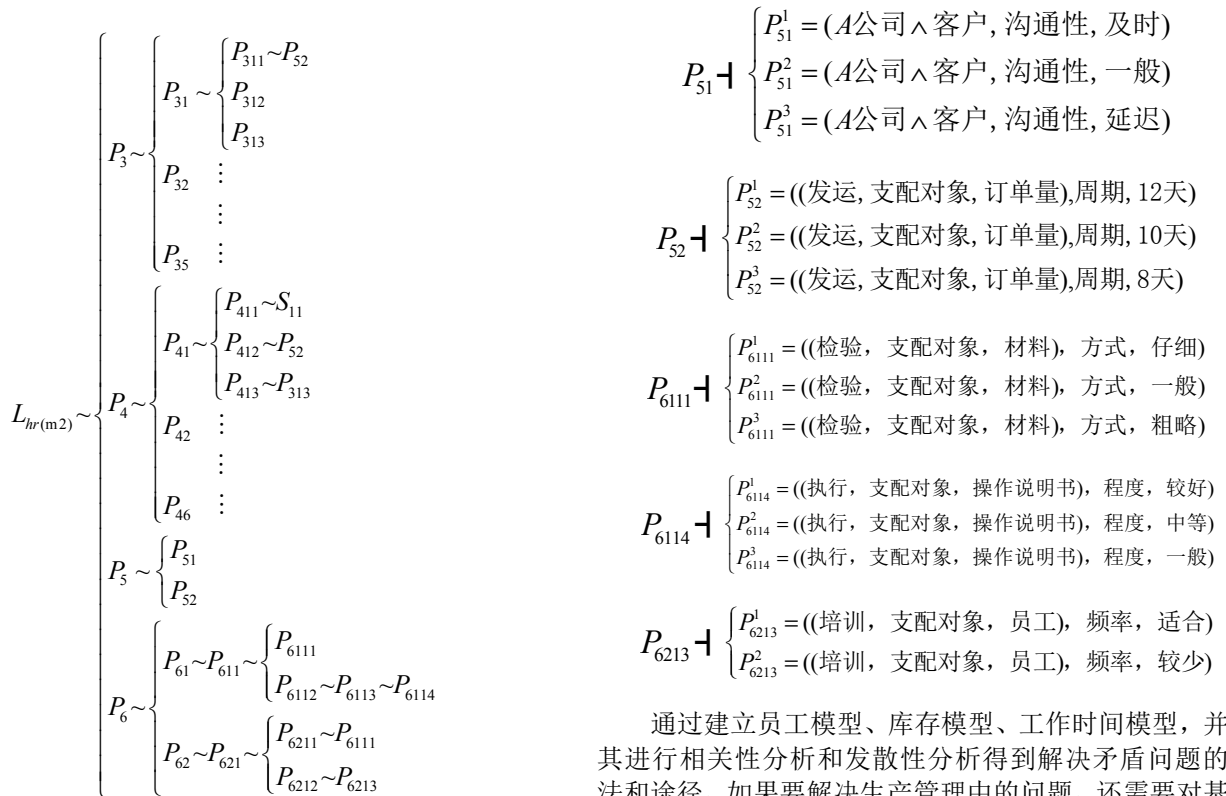


图2 库存数模型相关网络。

3.2.2. 模型的发散性分析

由发散原理对库存多个特征进行发散性分析:

$$P_{312} \dashv \begin{cases} P_{312}^1 = ((\text{供应}, \text{受动对象}, \text{装配线}), \text{沟通性}, \text{紧密}) \\ P_{312}^2 = ((\text{供应}, \text{受动对象}, \text{装配线}), \text{沟通性}, \text{一般}) \end{cases}$$

$$P_{313} \dashv \begin{cases} P_{313}^1 = (A\text{公司} \wedge \text{供应商}, \text{沟通性}, \text{及时}) \\ P_{313}^2 = (A\text{公司} \wedge \text{供应商}, \text{沟通性}, \text{一般}) \\ P_{313}^3 = (A\text{公司} \wedge \text{供应商}, \text{沟通性}, \text{延迟}) \end{cases}$$

3.3. 对模型实施共轭变换

以工位作业时间模型中的基元为例, 对基元 S_{1111} 、 S_{1112} 、 S_{1122} 、 S_{1133} 和 S_{1141} 实施主动变换, 生成对工位作业时间改善的策略。

以工位1的 S_{11} 模型为例:

(1) 对 φ_{1i} 实施主动变换, 使得 $\varphi_{1i} S_{1111} = S_{1111}^i$, 则有传导变换 $\varphi_{1i} \Rightarrow \varphi_{1i} T_{11i}, \varphi_{1i} T_{11i} S_{11} = S_{11}^i$, 其中 $i=1, 2$;

(2) 对 φ_{12j} 实施主动变换, 使得 $\varphi_{12j}S_{1112}=S_{1112}^j$, 则有传导变换 $\varphi_{12j} \Rightarrow \varphi_{12j}T_{12j}, \varphi_{12j}T_{12j}S_{11}=S_{11}^2$, 其中 $j=1,2$;

(3) 对 φ_{13m} 实施主动变换, 使得 $\varphi_{13m}S_{1122}=S_{1122}^m$, 则有传导变换 $\varphi_{13m} \Rightarrow \varphi_{13m}T_{13m}, \varphi_{13m}T_{13m}S_{11}=S_{11}^3$, 其中 $m=1,2,3,4$;

(4) 对 φ_{14n} 实施主动变换, 使得 $\varphi_{14n}S_{1133}=S_{1133}^n$, 则有传导变换 $\varphi_{14n} \Rightarrow \varphi_{14n}T_{41n}, \varphi_{14n}T_{41n}S_{11}=S_{11}^4$, 其中 $n=1,2$;

(5) 对 φ_{15x} 实施主动变换, 使得 $\varphi_{15x}S_{1141}=S_{1141}^x$, 则有传导变换 $\varphi_{15x} \Rightarrow \varphi_{15x}T_{15x}, \varphi_{15x}T_{15x}S_{11}=S_{11}^5$, 其中 $x=1,2$ 。

综上所述, 则存在主动变换 $\varphi_1=\varphi_{11i} \wedge \varphi_{12j} \wedge \varphi_{13m} \wedge \varphi_{14n} \wedge \varphi_{15x}$ 。其他工位同样进行拓展分析、可拓变换, 则存在综合可拓变换 $\varphi=\varphi_1 \wedge \varphi_2 \wedge \varphi_3 \wedge \varphi_4 \wedge \varphi_5 \wedge \varphi_6$, 同理可类似得到库存和员工数模型的共轭变换。

3.4. 库存优化策略生成

对库存模型实施主动变换 $\varphi^{12}=\varphi \wedge \varphi_{11}^1 \wedge \varphi_{21}^1 \wedge \varphi_{31}^1 \wedge \varphi_{42}^1 \wedge \varphi_{51}^1 \wedge \varphi_{61}^1 \wedge \varphi_{71}^1$, 使得 $\varphi^{12}P_f=P_f^{12}, f=3,4,5,6$, 则有下列的传导变换:

$$\begin{aligned} \varphi^{12} &\Rightarrow \varphi^{12}T^{12}, \varphi^{12}T^{12}L_{hr(m2)}=L_{hr(m2)}^{12} \\ &= \begin{cases} P_3^2=(\text{机加线, 库存量, 3789}) \\ P_4^2=(\text{缓冲库, 库存量, 260}) \\ P_5^2=(\text{成品库, 库存量, 572}) \\ P_6^2=(\text{不合格品, 库存量, 8}) \end{cases} \end{aligned}$$

通过基元分析, 机加线可以以拉动生产为原则, 和装配线人员进行良好沟通, 通过优化作业内容和工序作业时间来减少库存, 同时保持员工的对机器操作的熟练度, 使得装配线一次合格率提高到99.8%, 进而较少不良产品的库存。

3.5. 可拓策略的优度评价

对符合相容度函数的策略集进行优度评价, 得到最佳的解决问题的策略。

1. 确定符合企业要求的衡量指标, MI_1 为费用投入比; MI_2 为客户满意度; MI_3 为员工工时利用率比例:

$MI_1=(\text{费用投入比}, (0,1])$;

$MI_2=(\text{客户满意度}, \{\text{比较满意, 满意}\})$;

$MI_3=(\text{员工工时利用比例}, (0,1])$

2. 确定权系数, 根据查阅相关文献和咨询相关专家, 对衡量指标的权系数分布如下:

$\alpha=(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)=(0.4, 0.4, 0.2)$

3. 建立关联函数, 计算关联度

(1) 对于生产费用投入指标, 如果选取的可拓策略中改善后的成本小于改善前的成本, 企业是可以接受的, 改善后的成本是改善前成本的50%—90%为最优策略。以 $X_1=(0,1]$ 为正域, $X_{10}=[0.5,0.9]$ 为标准正域, $x_1=0.5$ 为最优点, 可建立初等关联函数:

$$f_1(x_1)=\begin{cases} 2x_1, & x_1 \in (0,0.5) \\ \frac{10x_1-10}{20x_1-15}, & x_1 \in [0.5,0.7] \\ -10x_1+10, & x_1 \in (0.7,+\infty) \end{cases}$$

(2) 对于客户满意度指标, 可建立离散型关联函数:

$$f_2(x_2)=\begin{cases} 1, & x_2 = \text{满意} \\ 0.5 & x_2 = \text{比较满意} \\ 0 & x_2 = \text{一般} \\ -0.5 & x_2 = \text{比较不满意} \\ -1 & x_2 = \text{不满意} \end{cases}$$

(3) 对于员工工时利用率比例指标, 如果改善后的工时利用率大于改善前的工时利用率, 企业是可以接受的, 改善后的成本是改善前成本的100%-200%为最优策略。以 $X_3=[1,2]$ 为正域, $X_{10}=[1.1,1.5]$ 为标准正域, $x_3=1.5$ 为最优点, 可建立初等关联函数:

$$f_3(x_3)=\begin{cases} 10x_3-10, & x_3 \in (0,1.3) \\ \frac{10-10x_3}{25-20x_3}, & x_3 \in [1.3,1.5] \\ -2x_3+4, & x_3 \in (1.5,+\infty) \end{cases}$$

通过建立上述的三个衡量指标的关联函数, 可以计算出备选4种可拓策略对应的关联度, 结果如表2所示:

表2 可拓策略的关联度。

衡量指标	Z_1	Z_2	Z_4	Z_5
MI_1	1.65	2.72	1.65	2.72
MI_2	1	0.5	1	0.5
MI_3	1.97	1.97	1.05	1.05

得出关联度后需进行规范化, 结果如表3:

表3 可拓策略的优度计算。

衡量指标	权系数	Z_1	Z_2	Z_4	Z_5
MI_1	0.4	0.607	1	0.607	1
MI_2	0.4	1	0.5	1	0.5
MI_3	0.2	1	1	0.533	0.533
优度	N/A	0.843	0.800	0.749	0.7066

通过上述关于各策略优度的计算得出 $C(Z_1)=0.843$ 为最大值,因此策略 Z_1 在备选策略中是最优的,其综合指标较高,比较符合企业的改善需求。

在确定最终改善策略后,对发动机生产管理中的工序作业时间、库存和员工数三方面进行改善,E型发动机库存数得到优化,员工数也降至13人,增值比提高到12.22%,装配线平衡率提升至95.9%,达到了该公司制定的目标。

4. 结论

本文以E型发动机为研究对象,通过收集相关发动机现有的生产信息数据,找到在其生产管理中存在的问题,从软硬共驱的角度出发对其问题进行全面分析,生成满足企业要求的可拓策略集,用优度评价方法选择出最优的可拓策略,E型发动机库存数得到优化,员工数也降至13人,增值比提高到12.22%,装配线平衡率提升至95.9%,达到了该公司制定的目标,最终满足公司的要求。

致谢

本文为辽宁对外经贸学院校级课题博士科研启动基金(2021XJLXBSJJ03)和辽宁省教育厅科学研究项目(L2020QN001)的阶段性成果之一。

参考文献

- [1] 周武静,徐学军,叶飞.精益生产组成要素之间的关系研究[J].管理学报,2012,9(8): 1211-1217。
- [2] 杨海成,祁国宁.制造业信息化技术的发展趋势[J].中国机械工程,2004,15(19): 1693-1696。
- [3] CHEN A L, DONG L, LIU W. Study on the mechanism of improving creative thinking capability based on extenics [J]. Procedia Computer Science, 2015, 55: 119-125.
- [4] 杨春燕,罗良维.可拓创新方法在产品中的应用[J].包装工程,2016,37(14): 7-10。
- [5] 周志丹,李兴森.企业自主创新的可拓创新模型构建与应用研究[J].科学学研究,2010,28(5): 770-776。
- [6] 张华伟,杨凯.基于可拓创新方法的技术创新过程研究——以石油机械产品为例[J].数学的实践与认识,2013,43(6): 19-26。
- [7] 李仔浩,杨春燕.基于逆向设计的产品可拓创意生成方法[J].机械设计,2019,36(12): 127-133。
- [8] 张秀芳.可拓创新方法在企业成本控制中的应用[J].成本与预算,2019(23): 83-90。
- [9] 张立恒.基于AHP-熵权法的我国区域科技创新可拓学评价模型及实证研究[J].工业技术经济,2019,38(08): 130-136。
- [10] 刘松,宋加升,高长元.基于虚拟供应链的可拓利益分配方法研究[J].管理科学,2005(02): 14-20。
- [11] LI S S, LIU W, Gao H. A Complex Social Network Analysis Model Based on Extenics Basic-element Theory [J]. Science Technology Review, 2014, 32(36): 21-25.
- [12] 何帆.铸造企业推行精益生产方式的几点思考[J].铸造工程,2020,(6): 1-4。
- [13] 刘洋.钢铁企业精益成本管理的应用策略及资源配置[J].企业改革与管理,2020,(16):181-182。
- [14] 鲍松林.精益生产管理提升钢铁企业竞争力[L].冶金与材料,2019,(6): 167-168。
- [15] 李凯.生产型企业精益生产方式下的成本管理策略研究[J].成本核算,2020,(259): 4-6。
- [16] 郑铁镭.生产型企业精益生产方式下的成本管理探索[J].财会学习,2019(21): 134-137。
- [17] 卢祖俊.钢铁企业成本管理优化策略研究[J].企业改革与管理,2019,(24): 111-114。
- [18] 杨春燕,蔡文.基于可拓学的创意生成与生产研究[J].广东工业大学学报,2016,33(01): 12-16。
- [19] WANG N N, MI Y M, GAO H, et al. Logistics Network Model Based on Matter Element Node. Procedia Computer Science. 2016, 91: 351-356.
- [20] YANG C Y, CAI W. Extension Engineering [M]. Beijing: Science Press, 2007.