

运用 LINGO 工具解决 ERP 系统能力平衡问题

刘勇¹ 陈国东¹ 曾绍勇² 潘斌¹

(1. 成都理工大学管理科学学院 成都 610059 2. 四川成都成工工程机械股份有限公司 成都 610068)

【摘要】 本文针对传统 ERP 系统缺乏能力平衡数学模型和最优化求解工具而存在的问题,提出“第三方”能力平衡模式,即建立数学模型和借助第三方优化处理工具,达到了扩展 ERP 系统功能的目的,并验证了该模式的可行性。

【关键词】 能力平衡 能力计划 ERP LINGO

能力(Capacity)是指一个工作中心在某特定时段可完成的工作量,是可用能力;负荷(Load)是指在一定时间内分配给某一工作中心的工作量。在能力计划中,通过能力和负荷的对比来确定该工作中心在计划的时段上是否有能力满足实际生产计划的需要。在实际工作中,由 ERP 系统运行 MPS(主生产计划)模块计算出 MPS,但工作中心在各个时段的能力和负荷不可能完全匹配,会出现超欠负荷的情况。可能存在某些时段超负荷,而某些时段欠负荷的能力不平衡现象。如果不进行解决,就会由于生产能力的限制使生产无法按原计划进行,因此,解决超欠负荷问题并且平衡生产能力,起着至关重要的

作用。目前,大多 ERP 系统在能力平衡处理上存在着不足,缺少数学模型和求解模型的工具很难快速准确的做到对工作中心的能力和负荷的最优匹配。本文尝试借助第三方工具,建立数学模型和求解算法,来扩展 ERP 系统能力平衡的功能。

一、能力平衡问题数学模型

1. 已有的有关能力平衡问题的研究。能力平衡问题研究主要针对负荷前移法,它是一种无限负荷和有限负荷相结合的平衡方法,其基本思想与逐段分配法类似,它受到两个条件的限制:①负荷向前移不使前面的时段又出现新的超负荷现象。②负荷向前移相当于计划产品提前生产,必然增加库存时

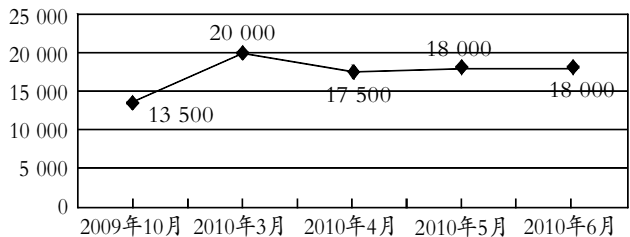
假设四:投机者在物业税要开征之前,认为房价还会上涨,维持现价并缴纳物业税,消费者选择观望。那么投机者将亏损 $X \times R \times S$ 元,而消费者获利为 0 元。

		投机者			
		降价	维持		
消费者	购买	$Z \times S$	$(X - Y - Z) \times S$	$(U - X) \times S$	$(X - Y) \times S$
	观望	0	$-Z \times S$	0	$-X \times R \times S$

从以上博弈模型中可以看出,如果投机者降价甩卖手中的房产,降价为 Z 元/平方米,由于购买会获利 $Z \times S$ 元,而不买则为 0,那么从博弈论角度来看,消费者会购买投机者抛售的房屋。当投机者为了避税,纷纷开始抛售手中的房屋而又有消费者接手时,势必会导致房价在短期内有所下调,但是投机者手中的房源相对于房地产市场而言有限,因而,房价下调的幅度也十分有限。而从长期的角度来看,一旦炒房者抛售完手中的房源,那么也意味着楼市再一次完全由开发商接管,然而,中国的房地产市场是卖方市场,居民在没有定价权和对房屋需求的进一步增大后,房价会再一次上升。

如下图所示,上海中冶祥腾城市广场 2010 年 3 月时,房价达到最高点,为 20 000 元/平方米,到 4 月份,上海拟开征住房保有税,造成了房地产市场的恐慌,投机炒房者纷纷抛售手中的楼盘,导致中冶祥腾城市广场的房价回落到了 17 500

元/平方米。但从 5 月开始,楼市又开始升温,房价再度上扬到 18 000 元/平方米。



上海中冶祥腾城市广场房价走势图

另外,如果开征物业税后,由于受“买涨不买跌”的思想影响,普通消费者对投机者抛售的房源采取观望态度,那么消费者受益为 0,但是投机炒房者每年要承担 $-X \times R \times S$ 元的税负,面对这种负担,许多投机者不得不廉价抛售,从而物业税起到了控制房屋炒作的目的。

主要参考文献

1. 中共中央关于完善社会主义市场经济体制若干问题的决定.北京:人民出版社,2003
2. 关于 2009 年深化经济体制改革工作的意见.北京:人民出版社,2009
3. 刘东明.企业纳税筹划.北京:中国人民大学出版社,2004
4. 张青.物业税研究.北京:中国财政经济出版社,2006

间,要求其总库存费用不超过一个上限值。

能力平衡问题描述为, 设已给定主生产计划订单 $moR_1, moR_2, \dots, moR_q$ 的权系数, 权系数从大到小排列顺序为 $moR_1, moR_2, \dots, moR_q$, 可得以下主生产计划订单信息:

表1 MPS订单表

订单	moR_1	moR_2	...	moR_q
数量	m_1	m_2	...	m_q
时间段	t_1	t_2	...	t_q
产品名	A_{i1}	A_{i2}	...	A_{iq}

表 1 中, 第 k 个主生产计划订单 A_{ik} 产品, 在 t_k 时间段要货, 订货数量是 m_k , 其中 $t_k \in \{1, 2, 3, \dots, T\}$, $i_k \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$ 。设单位产品 A_t 库存一时间的费用为 A_t 产品从 i 时段移至 k 时段的数量为 $X_{ik}(t)$ 。又设一单位 A_k 产品的加工时间为 t_i , k 时段欠负荷量为 C_{ak} 。

文献等对平衡问题模型建立做了较详细的描述, 并给出数学模型, 即以下公式(1)(2)。

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^T \sum_{j=1}^{i-1} X_{ik}(t) S_t(i-k) \quad (1)$$

$$s.t. \sum_{i=1}^n X_{ik}(t) t_i \leq C_{ak} \quad k \in \{i | C_{ak} > 0\} \quad (2)$$

模型中, 约束条件为负荷前移不使前面的时段又出现新的超负荷现象和由此引起的库存费用增量不能超过最大费用增量, 目标是库存费用最小。

2. 改进后的能力平衡数学模型。为了便于优化工具求解, 对能力平衡模型即公式(1)和(2)进行了改进, 得到下列四个公式:

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{i-1} X(i,k) S(i)(i-k) \quad (3)$$

$$s.t. \sum_{i=1}^n X(i,k) T(i) - \sum_{j=1}^n X(k,j) T(k) \leq C(k) - Q(k) \quad (4)$$

$$X(i,k) = 0 \quad (i \leq k) \quad (5)$$

$$X(i,k) \geq 0 \quad (6)$$

其中: $X(i,k)$ 为调整变量, 表示从 i 个时段调整 X 个产品到 k 时段, $S(i)$ 为 i 产品储存 1 个时段的费用, $C(k)$, $Q(k)$ 表示各时段欠负荷量和超负荷量, $T(i)$ 表示单位的 i 产品所需要的加工能力。

二、“第三方”能力平衡思想及求解算法

1. “第三方”能力平衡的思想。ERP 系统在能力平衡处理上的不足, 缺少数学模型和求解模型的工具, 很难快速准确地做到对工作中心的能力和负荷的最优匹配。最优化数学方法在管理中运用已经十分成熟, 用于求解数学模型成熟的工具如 LINGO/LINDO、MATLAB 等。其中 LINGO 是一个利用线性规划和非线性规划来简洁地阐述、解决和分析复杂问题的工具, 其特点是程序执行速度快、易于输入、修改、求解和分析数学规划问题, 对于线性规划(LP)、二次规划(QP)、非线性规划(NLP)问题, LINGO 工具可以给出解决方案。由此我们提出“第三方”模式的能力平衡思想, 如图 2 所示。

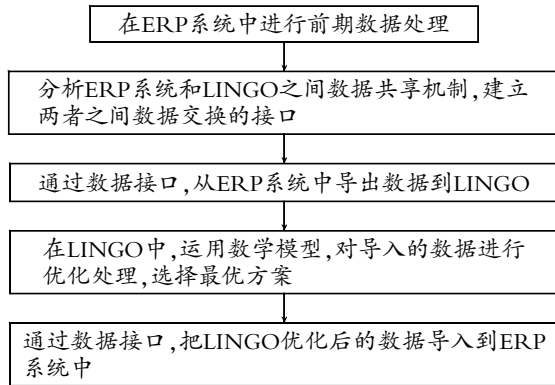


图2 基于“第三方”工具的能力平衡

(1) 在 ERP 系统中进行前期数据处理。前期数据主要有: ①主生产计划单。由主生产计划生成, 是粗能力计划计算负荷的主要数据来源。主要统计这些计划单中生产数量、计划开工日期、计划完工日期等信息; ②工艺路线中关于物料在关键工作中心的作业时间; ③工厂日历中关于工作日和非工作日的定义; ④工作中心能力数据, 根据工作中心设备数、效率、利用率、班次、工时等计算得出; ⑤在给定的时间内, 关键工作中心已经被占用的工时数; ⑥库存费用。

(2) 分析 ERP 系统和 LINGO 之间数据共享机制, 建立两者之间数据交换的接口。大多 ERP 系统都是基于数据库方式的数据存储与处理, ERP 系统也提供数据导出的功能, 将数据库数据导出到其他文件格式也是非常方便的, 比如导出 EXCEL 文件格式。LINGO 工具本身具有读入 EXCEL 文件格式的接口, 这样 EXCEL 文件格式可以作为二者的中间格式。

(3) 通过数据接口, 从 ERP 系统中导出数据到 LINGO 中。以 EXCEL 文件格式作为中间格式, 先将相关数据从 ERP 系统中导出成 EXCEL 格式文件, 再由 LINGO 外部数据接口工具读入该数据。

(4) 在 LINGO 中, 运用数学模型对导入的数据进行优化处理, 并对结果进行决策分析, 选择最优方案。

(5) 通过数据接口, 把 LINGO 优化后的数据导入到 ERP 系统中。以 EXCEL 文件格式作为中间格式, 将 LINGO 处理后的数据导出成 EXCEL 格式文件, 再由 ERP 系统中的导入功能导入该数据。

2. LINGO 求解算法。LINGO 求解能力平衡算法如下:

```

Step1 构造集合。
SETS:
!单位 L 产品所需加工时间 t(1);
    TIME/1..n/:t;
!单位 L 产品储存一段时间的费用 s(1);
    DEF/1..n/:s;
!某个时间段剩余能力 C(k)和需要调整出去的产品 q(k);
    CAPACITY:C,q;
!产品从 I 时段移至 K 时段的变量 X(i,k);
    link(TIME,CAPACITY):X;
    
```

ENDSETS

Step2 从 EXCEL 中读取数据。

DATA:

!各产品的储存 1 个时间段所需要的储存费用;

s=@OLE('库存费用','s');

!单位产品的加工时能力;

t=@OLE('加工能力','t');

!各时间段能力剩余;

C=@OLE('剩余能力','c');

!需要调整出去的产品;

q=@OLE('负荷','q');

ENDDATA

Step3 构造目标函数及约束条件。

!费用最小问题,目标函数;

MIN=@SUM(TIME(i);
@SUM(TIME(k)|k#LE#(i-1);
X(i,k)*s(i)*(i-k)));

!产品只允许向前调整约束;

@FOR(TIME(i):@FOR(TIME(k)|i#LE#k;X
(i,k)=0));

!个时间段转入和转出的平衡;

@FOR(TIME(k):@sum(TIME(i);X(i,k)*t(i))
-@sum(TIME(j);X(k,j)*t(k))<=C(k)-q(k));

!变量非负约束;

@FOR(TIME(i):@FOR(TIME(k);X(i,k)>=0));

Step4 并对结果进行决策分析,选择最优方案。

Step5 求解结果输入 EXCEL 中。

@OLE('能力平衡','X')=X;

三、实验

例:经 ERP 系统运行 MPS 后,得到 MPS 表,针对某关键中心进行能力平衡。某关键工作中心的标准能力为 50,该工作中心在各个时段的欠负荷量和超负荷量如表 2 所示,各时段产品的储存 1 个时间段所需要的费用如表 3 所示,各时段产品的单位产品所需要的加工时间如表 4 所示。

表2 工作中心各个时段的负荷

时段	1	2	3	4	5	6	7	8
剩余能力	20	0	15	3	0	20	0	10
超出能力	0	10	0	0	10	0	22	0
时段	9	10	11	12	13	14	15	16
剩余能力	0	12	0	0	0	10	0	10
超出能力	5	0	5	0	0	0	12	0

表3 各个时段产品的储存1个时间段所需要的费用

时段产品	1	2	3	4	5	6	7	8
储存费用	1	1	1	1	5	1	1	1
时段产品	9	10	11	12	13	14	15	16
储存费用	2	1	2	1	1	1	1	1

表4 单位产品所需要的加工时间

时段产品	1	2	3	4	5	6	7	8
储存费用	1	1	1	1	2	1	1	1
时段产品	9	10	11	12	13	14	15	16
储存费用	1	1	1	1	1	1	1	1

运用 LINGO 算法进行求解的结果,见图 3、图 4。系统采用线性规划模式,得到全局最优,目标函数最小值为 110,即调整后增加的最小储存费用为 110。具体的计划调整见表 5。



图3 求解结果1

Objective value:		110.000 0
X(2,1)	10.000 00	0.000 000
X(4,3)	7.000 000	0.000 000
X(5,4)	5.000 000	0.000 000
X(7,3)	2.000 000	0.000 000
X(7,6)	20.000 00	0.000 000
X(9,8)	5.000 000	0.000 000
X(11,10)	5.000 000	0.000 000
X(15,10)	2.000 000	0.000 000
X(15,14)	10.000 00	0.000 000

图4 求解结果2

表5 计划调整情况

调出时段	15	15	11	9	7	7	5	4	2
调入时段	14	10	10	8	6	3	4	3	1
调节数量	10	2	5	5	20	2	5	7	10

四、结语

“第三方”模式能力平衡解决方案经济可行,其中能力平衡优化模型考虑到了企业实际情况,有应用价值,提出的 LINGO 算法简单有效,计算复杂性低,具有普遍性。该方法已经在金蝶 K3/ERP 系统中进行了实验,实验结果表明,该方法具有实用性,克服了传统 ERP 系统在能力平衡上的缺陷,是对 ERP 系统功能的有效扩展。

主要参考文献

1. 袁新生等. LINGO 和 EXCEL 在数学建模中的应用. 北京: 科学出版社, 2007
2. 刘红军, 党庆忠, 刘勇. 企业资源计划(ERP)原理及应用. 北京: 电子工业出版社, 2008