

# 利用线性规划优化企业竞争模拟实践课程中的生产计划

□ 朱 晟, 王 滢

(北京工商大学, 北京 100029)

**【摘 要】**在企业经营模拟相关课程中, 生产计划是该课程的重要环节之一。生产计划的安排直接影响经营结果, 其本质是在既定目标下, 实现人力, 物力和财力的优化配置。文中将通过理论结合案例的形式, 详细解释利用线性规划模型来优化模拟经营状况下的生产计划, 以达到帮助学生将理论知识用于实践的作用。

**【关键词】**企业经营模拟; 线性规划; 生产计划

**【中图分类号】**F242

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**1674-4993(2011)09-0102-02

## Optimize the Production Plan of BUSIMU Practical Course with Linear Programming

□ ZHU Sheng, WANG Ying

(Beijing Technology and Business University, Beijing 100029, China)

**【Abstract】** Production plan is one of the most important elements in BUSIMU practical courses. It directly affects the result of operation, while its nature is to optimize the allocation of human, material and financial resource with specific objectives. This paper aims to explain how to use linear programming to optimize the production plan of BUSIMU by the form of theory combined with cases. It is to help students apply their theoretical knowledge to the practice.

**【Key words】** BUSIMU; linear programming; production plan

企业经营模拟是一门旨在通过在计算机模拟环境下进行经营决策, 以达到引导学员全面灵活运用相关知识, 提高分析、判断能力的目的的课程。在实际参与该课程的过程中, 学生们常常会遇到这样的问题: 如何从一切可能的生产方案中选择最好、最优的方案。这一问题在数学上称之为最优化问题。现有文献大都仅仅关注模拟经营过程战略层面的决策, 缺乏对如何制定最优生产方案的讨论。本文着重解释如何利用线性规划模型来优化模拟经营过程中的生产决策。该研究提供在参与课程中制定最优生产方案的途径, 有助于提高学生理解利用线性规划进行生产决策的原理。

### 1 建立生产计划线性规划模型

在参与企业竞争模拟课程过程中, 生产计划决策分析基本方法是以总成本最小化(或利润最大化)作为优化目标, 明确未知变量, 确定约束条件, 建立线性规划模型, 最终实现企业效益最大化。目标函数为: 总成本=人工成本+材料成本+机器设备的折旧费用。销售导向型的企业在各约束条件下, 使目标函数达到最小值。分析实际生产过程中每种产品在各班次的产量情况, 设模型未知变量为企业在各班次生产的各种种类的产量 $x_j(j=1,2,\dots,n)$ , 建立生产计划决策分析线性规划模型过程如下:

①目标函数: 设已知各种产品的人工成本 $s_j(j=1,2,\dots,n)$ 及单位产品的原材料成本 $c_j(j=1,2,\dots,n)$ 和折旧费用 $d$ , 则目标函数为:

$$\begin{aligned} \text{Min}(TC) &= (s_1 + c_1) * x_1 + (s_2 + c_2) * x_2 + \dots + (s_n + c_n) * x_n + d \\ &= \sum_{j=1}^n (s_j + c_j) * x_j + d \end{aligned}$$

②生产能力约束: 具体表现在可用设备工时上。一方面企业在一定时期内的可用工时有限, 另一方面为满足利润最大化, 企业必须在最大可用工时前提下运行, 建立约束函数为:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1t}x_t &= b_1 \\ a_{11}x_{t+1} + a_{12}x_{t+2} + \dots + a_{1t}x_{2t} &= b_2 \\ a_{11}x_{2t+1} + a_{12}x_{2t+2} + \dots + a_{1t}x_n &= b_3 \end{aligned}$$

其中 $b_1, b_2, b_3$ 为当期企业在某个班次的可用工时; $a_{1j}(j=1,2,\dots,t)$ 分别为各种产品(共 $t$ 种产品)的单件消耗机器工时。

③人力资源约束: 具体表现为可用工人工作时间, 建立约束函数为:

$$\begin{aligned} a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2t}x_t &= h_1 \\ a_{21}x_{t+1} + a_{22}x_{t+2} + \dots + a_{2t}x_{2t} &= h_2 \\ a_{21}x_{2t+1} + a_{22}x_{2t+2} + \dots + a_{2t}x_n &= h_3 \end{aligned}$$

且 $h_2 + h_3 + h_4 \leq b_4$ 。其中 $b_4$ 为当期企业可用工人工时; $a_{2j}(j=1,2,\dots,t)$ 分别为: 各种产品(共 $t$ 种产品)的单件消耗人工工时。

④非负约束: 因为生产实际中最多即为不生产产品, 所以所有变量 $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$ ; 且所有变量均为整数。

### 2 案例分析及求解

在实际参与企业竞争模拟课程的过程中, 生产计划的制

**【收稿日期】**2011-08-19

**【作者简介】**朱 晟(1989-), 男, 北京工商大学本科在读。

定者往往会从两个角度入手来制定高效合理的生产计划:

(I) 假设①市场人员已制定了当期企业的计划销售数量;  
②下列条件均为已知: 机器设备及生产工人的数量; 生产 A、B、C、D 四种产品的单位产品所需要的原材料、机时及人力成本; 各个班次的单位工人工资。以期列示出应在各个时间段生产多少量的某种产品的生产计划, 达到总成本最小。(II) 假设企业生产的所有产品均可以以合理价格销售, 则决定企业生产计划优劣的变量是工资成本和原材料费用<sup>①</sup>, 以期在机器设备满运作的前提下, 列示出应在各个时间段生产多少量的某种产品的生产计划, 达到总成本最小的生产计划。上述两个角度都是出于节约成本, 提高利润的目的, 只是根据具体情形选择了不同的提法。为了更好的研究线性规划模型在企业竞争模拟中的应用, 本文给出了两个简单的案例并简要介绍了求解过程。

### 2.1 案例一

某企业生产拥有可用于生产的机器设备 120 台及工人 173 人。现在将这些机器和工人全部用于 A、B、C、D 四种产品的生产, 每种产品所需的机器及人力资源如表 1 所示。工人工作的班次时间及各班次的单位工人小时工资参见表 2。求解, 在确保当期所有机器均工作 1300 小时<sup>②</sup>的前提下, 应当在三个班次中各安排生产多少个 A、B、C、D 产品才能达到总成本最小。

表 1 产品生产所需的机时和工人工时

产品	A	B	C	D
机器(时)	100	180	360	500
人力(时)	150	200	250	220
原材料(单位)	480	1620	2300	3000

表 2 班次时间及小时工资

班次	工作时间	工作小时工资
一班正班	6:00—14:00	10 元
二班正班	14:00—22:00	12 元
二班加班	22:00—2:00	18 元

说明: ①一期正常班为 520 小时 (一季度 13 周, 每周 40 小时), 加班为 260 小时。②一个工人只能参加一班或二班。③二班加班人数不得超过二班正班。

假设 A、B、C、D 四种产品在一班正班生产的数量分别为:  $x_1, x_2, x_3, x_4$ ; 同理, 在二班正班及加班的生产数量依次为:  $x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$ 。建立线性规划模型。

目标函数:  $\min (Z) =$

$$10 \times (150x_1 + 200x_2 + 250x_3 + 220x_4) + 12 \times (150x_5 + 200x_6 + 250x_7 + 220x_8) + 18 \times (150x_9 + 200x_{10} + 250x_{11} + 220x_{12}) + 480 \times (x_1 + x_5 + x_9) + 1620 \times (x_2 + x_6 + x_{10}) + 2300 \times (x_3 + x_7 + x_{11}) + 3000 \times (x_4 + x_8 + x_{12})$$

约束条件

机时方面:

$$\begin{cases} 100x_1 + 180x_2 + 360x_3 + 500x_4 \leq 520 \times 120 \\ 100x_5 + 180x_6 + 360x_7 + 500x_8 \leq 520 \times 120 \\ 100x_9 + 180x_{10} + 360x_{11} + 500x_{12} \leq 260 \times 120 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 150x_1 + 200x_2 + 250x_3 + 220x_4 = h_1 \\ 150x_5 + 200x_6 + 250x_7 + 220x_8 = h_2 \\ 150x_9 + 200x_{10} + 250x_{11} + 220x_{12} = h_3 \\ h_1 + h_2 \leq 173 \times 520 \end{cases} \quad \text{③}$$

根据上述目标函数及约束条件, 利用 excel 进行求解:

### 2.1.1 创建 excel 工作表

	A	B	C	D	E
1		一班正班	二班正班	三班正班	消耗原材料合计
2	产品A				0
3	产品B				0
4	产品C				0
5	产品D				0
6	机时	0	0	0	
7	工人工时	0	0	0	
8	所需工人工时合计	0	0	0	
9	工人工资	0	0	0	
10	成本合计	0	0	0	

图 1

在相关单元格中输入函数, 建立单元格间的联系<sup>④</sup>。

### 2.1.2 用 Excel 工具栏的规划求解进行求解

目标单元格: B10; 等于: 最小值; 可变单元格: B2:D5; 约束条件: B7=<62400; C7=<62400; D7=<31200; B7>=61880; C7>=61880; D7>=30940; B8=<89960; B2:D5= 整数; B2:D5>=0。最优解为:  $x_4 = 124, x_8 = 124, x_{12} = 62$ ; 其余均为零。即在该情形下的最优生产计划为将企业所有资源均投入到 D 产品的生产。一班正班, 二班正班, 二班加班分别生产 D 产品 124 个、124 个和 62 个。

### 2.2 案例二

某企业有机器设备 120 台, 工人 174 人。现将这些机器和工人全部用于 A、B、C、D 四种产品的生产, 每种产品所需的机器及人力资源同表 1。工人工作的班次时间及各班次的单位工人小时工资同表 2。现由于企业发展, 需要生产 A、B、C、D 分别为 125 个、129 个、74 个、186 个。求解, 应当在三个班次中各安排生产多少个 A、B、C、D 产品才能达到总成本最小。所有假设变量与上例同。建立线性规划模型。由于生产产品的数量为定值, 在此情形下机器设备的折旧费和原材料费用均属于非相关成本。

目标函数:  $\min (Z) =$

$$10 \times (150x_1 + 200x_2 + 250x_3 + 220x_4) + 12 \times (150x_5 + 200x_6 + 250x_7 + 220x_8) + 18 \times (150x_9 + 200x_{10} + 250x_{11} + 220x_{12})$$

$$\begin{cases} \text{机时方面:} \begin{cases} 100x_1 + 180x_2 + 360x_3 + 500x_4 \leq 520 \times 120 \\ 100x_5 + 180x_6 + 360x_7 + 500x_8 \leq 520 \times 120 \\ 100x_9 + 180x_{10} + 360x_{11} + 500x_{12} \leq 260 \times 120 \end{cases} \\ \text{工人工时方面:} \begin{cases} 150x_1 + 200x_2 + 250x_3 + 220x_4 = h_1 \\ 150x_5 + 200x_6 + 250x_7 + 220x_8 = h_2 \\ 150x_9 + 200x_{10} + 250x_{11} + 220x_{12} = h_3 \\ h_1 + h_2 \leq 173 \times 520 \end{cases} \\ \text{产品数量方面:} \begin{cases} x_1 + x_5 + x_9 = 125 \\ x_2 + x_6 + x_{10} = 129 \\ x_3 + x_7 + x_{11} = 74 \\ x_4 + x_8 + x_{12} = 186 \end{cases} \end{cases}$$

与案例一同理, 使用 excel 规划求解求得的最优解为<sup>⑤</sup>:

表 3

	一班正班	二班正班	二班加班
产品 A	124	0	1
产品 B	128	0	1
产品 C	73	0	1
产品 D	1	124	61

但为节约制造过程中的管理费用, 因此可对上述结果做轻微调整, 获得最优生产方案: 一班正班生产产品 A: 125 个, 产品 B: 129 个, 产品 C: 74 个; (下转第 43 页)

管理系统,主要针对供应链金融业务进行管理。近期,HNZY 公司在合作中也遇到这方面的问题,就是有一定地区性的商业银行,对物流金融业务操作不是很熟,一味的开发业务,对业务中存在的风险问题虽多次反馈,但该银行的反映却比较迟钝,针对这种情况,HNZY 公司多次发书面风险提醒函,将项目的风险情况告知该行。

#### 4 其他风险防范策略

根据 2010 年 5 月份以来河南物流金融市场连续出现的监管问题,HNZY 公司结合自身情况,加强项目的审批管理,增加法律事务部门人员的审批程序,加强对开发的信息系统的使用管理,同时,实行监管员轮岗制,防止监管人员与企业串通,购买质物保险等措施,这些措施降低监管风险有着十分重要的作用。

公司定期对业务经理和监管人员进行培训,尤其是新上任的监管人员,加强法律知识和业务知识的定期培训,正确处理紧急事件中公司所面临的法律问题,加强与银行的沟通,对每个企业的经营情况进行深度了解,遇到难以解决的法律问题,交公司商务部处理。

在实际的业务操作中,银行都要求融资方购买保险,这是防止风险损失的最有效措施。银行作为第一受益人,监管公司是第二受益人,当然,保费由企业自己承担,大宗货物一般要求企业购买财产综合险,贵重物品需要追加盗抢险或“一切险”。当然,保险只是一种防范措施,切不可因为有了保险就放松监管。

##### 应急措施:

应急处理预案,在实际的监管业务中,一般的紧急情况主要是:企业员工工资发放存在问题;企业的重要领导作重大调整,如财务总监换了;供应商或其他债主追讨债务、提货、抢货等;质押物快到保质期;货物低于警戒线但企业仍

坚持出货;仓库失火或遭受雨淋等,企业突然停工、员工罢工,企业出现重大安全事故,导致无法正常生产运转;货物进出量变化较大;企业有新的投资计划;可能引发风险的其它类似事件。根据事件分类建立应急预案处理方案如下:

针对出现不同情况,监管员工作职责分别如下:监管员的工作职责除监管货物外,还应了解企业的生产经营状况,一旦发现异常马上向项目经理汇报。如企业生产不正常、有重大影响正常生产的事情发生、管理人员的重大变动等等;如发生出质人企图强行出库货物的时候,首先劝阻,告知后果,同时立即向项目经理汇报(10 分钟内)。项目经理应在第一时间通知银行及公司相关负责人,并赶往现场处理。监管员若对出质人劝阻无效,应采取的应急措施包括:在保证人身安全的前提下,阻止运输,开启监控措施,如进行手机拍照留证,证据收集,向公安机关报案(在项目经理的指示下)。如出现偷盗,监管员应在发现的第一时间通知项目经理和银行,并在项目经理的指示下向公安机关报案。如因火灾或其它原因造成质物的灭失或损坏,监管员应第一时间通知项目经理和银行,并做好取证工作。

项目经理工作职责:项目经理在接到监管员提交的紧急情况,应视情节的严重程度采取相应的解决办法。企业生产经营过程中出现的问题,应及时赶赴现场,了解具体的情况,视情节的严重程度告知银行。如发生出质人强行出库,在监管人员劝阻无效的情况下,应及时通知银行和公安机关,并赶赴现场做好取证工作。如发生偷盗,在接到监管员通知后,应及时通知银行和公安机关。如发生火灾,在接到监管员通知后,应及时通知银行,并赶赴现场取证。

严格的矩阵式的风险全防范体系,使 HNZY 公司在业务开展三年以来,从来没有出现过一起监管业务风险,说明上述的风险防范措施是切实有效的。

(上接第 103 页)二班正班及加班分别生产产品 D: 124 个和 62 个。

#### 3 结论

生产决策的合理与否直接影响生产决策的合理性及经济效益。本文阐述了线性规划函数中各要素以及各变量的变化对分析造成的影响。通过对两个案例进行分析,发现线性规划模型是一种可以帮助决策者制定和实现不同情景下的最优生产方案的数学模型。在企业经营模拟的实践课程中,运用该模型将极大地优化生产结构,帮助企业提升生产经营的效率,降低生产成本,控制风险。针对不同的情况建立合适的线性规划模型则是实现优化生产的关键。此外,将线性规划这一数学模型运用于生产计划的制定中,提供了一种将理论知识运用于实践的途径,帮助学生更好地理解理论知识和提高实践效果。

##### 注释:

①当所有的产品均可以以合理的价格销售时,原材料成本的影响在价格中被消除。而机器设备的折旧费用属于非相关成本,不影响生产决策。

②1300 小时=520 小时\*2+260 小时(一期正常班为 520 小时,加班为 260 小时)

③由于第二班加班的工人均来自第二班正班的工人,所以计算工人数量的约束时只需保证一班正班人数+二班正班人数≤总人数既可;

④例如:  $B6=100*B2+180*B3+360*B4+500*B5$ ;由于篇幅限制,此处略去输入单元格函数的过程。

⑤由于篇幅限制,此处略去 excel 规划求解过程。

##### [参考文献]

- [1] 胡运权.运筹学基础及应用[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [2] 滕结,蔡卫东,刘刚.线性规划在 ERP 中的应用研究[J].山东建筑工程学院学报,2001.
- [3] 张鹏,夏蓓.线性规划在生产计划制定中的应用[J].市场周刊·理论研究.
- [4] 张胜强,万超.财务管理在企业竞争模拟中的应用[D].中国管理学年会——管理科学与工程分会论文集,2010.
- [5] 段永峰. Excel 在生产与运作管理教学中的应用[J].经济研究导刊,2011.