

文章编号:1002-980X(2007)12-0051-03

大规模定制模式下定制效率优化的研究

周吉娜, 吴洪波

(哈尔滨理工大学 经济管理学院, 哈尔滨 150080)

摘要:以大规模生产的效率必须满足顾客的个性化需求为基本出发点,以将企业定制化生产与大规模生产方式有效结合为最终目标。提出了“客户感知差异”的概念,并就客户对产品感知差异的定制效率构造了优化模型。该模型综合研究定制时间、成本、质量以及客户满意度四种因素,寻求在既定条件下,企业以最低的资源消耗,最高的效率完成定制任务的优化方案。

关键词:大规模定制;定制效率;客户满意度

中图分类号:F270.7 **文献标志码:**A

当今世界科学技术的飞速发展和社会的不断进步,需求也日益个性化和多元化,传统的标准化、大批量的生产方式受到了前所未有的挑战,时间和柔性以及快速响应能力将决定企业竞争中的成败。从而要求制造企业从“小品种大批量”生产转变为“多品种变批量”的生产模式^[1]。在这种背景下,大批量定制生产(Mass Customization, MC)迅速发展。根据预测,到2015年大约有30%的产品可以实现MC^[2]。

大规模定制生产(Mass Customization, MC),是根据每个顾客的特殊需求以大批量生产的效率和效益提供定制产品的一种生产模式^[3-4]。这种生产方式把大规模生产和定制生产这两种生产模式的优势有机地结合起来,在不牺牲企业经济效益、实现规模效益的前提下,最大限度地提高生产效率、缩短生产周期、满足不同顾客的需要,进而能够争取到更大的客户群,使企业获得巨大的竞争优势地位。

1 MC 优化思想的提出

一般认为,要实现大规模生产,就必须采用标准化的生产方式,通过提高生产品批量来降低成本,从而实现盈利。而定制化生产,则要求产品多样化,以满足客户个性化需求,这必然就无法实现大批量生产。从大批量定制的涵义可以看出这种新的生产方式将在规模效益和满足客户个性化这对矛盾中寻求平衡点。它有如下特征:

1) 以顾客需求个性化、多样化为导向。顾客需求的这种变化趋势,将原本的市场极度细分为由不同个性化需求构成的很多个市场。

2) 以敏捷为标志。强调响应时间的缩短。

3) 以质量为前提。MC的开展,要求由高质量的产品,从产品基本功能设计到按客户需求的个性化设计,都必须保障质量。

4) 以信息技术为支持。要顺利实施MC,企业必须有强大的信息系统作后盾。

5) 以模块化、标准化为基础。

6) 以接近大规模生产的成本完成产品。

为了满足这种要求,笔者根据大规模定制的本质特征,把这种定制生产能在多大程度上以大批量生产的快速度、低成本和高质量来生产满足用户个性化需求产品,看作是MC的定制效率;并把时间、成本、质量、客户满意度提取出来,作为模型的参数,用以寻求提高企业定制效率的方法。其实际的基本思路是“减少定制量”^[5]。就是在保证满足客户个性化需求的条件下,要尽可能地减少产品中定制部分的工作量,即要求最大程度地采用通用的、标准的或相似的零部件、生产过程或服务,从而实现大批量生产和定制化生产的有效整合。

2 客户满意度函数的建立

2.1 客户感知差异的提出

收稿日期:2007-07-10

作者简介:周吉娜(1982-),女,安徽省泗县人,哈尔滨理工大学经济管理学院研究生,研究方向:技术经济及管理;吴洪波(1955-),男,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨理工大学经济管理学院教授,研究方向:系统工程、流程再造、ERP、决策支持。

在 MC 模式下若要提高生产率,必须在满足顾客需求的前提下,尽可能降低定制量,因此如何提高定制效率是关键。基于减少定制量的目标,笔者认为,可以把产品的若干属性分成两类:一类是基础属性,就是产品区别于它类产品的属性,是同类产品中所共有的或相似的属性,也是顾客不容易选择定制的属性;另一类是感知差异属性。

所谓产品感知差异,就是顾客可以明显感知到定制差异的某种产品属性。举个例子说明,比如手机,它的短信和通话功能就是基础属性,因为这些属性是作为“手机”这类产品所必须具备的功能。这些属性并不能将客户的注意力从其它手机品牌吸引过来,即未被感知。相比之下,特殊的外观、强大的存储能力、影音播放功能、短信输入的联想功能或者这些功能的某种组合,就能够形成产品的特点,可以使顾客感觉到该产品与同类其它产品的差别,即被感知。这类客户感知得到的产品的特质就叫做产品感知差异。

产品感知差异可以使产品与普通的标准化产品区别开来,并提供给客户供其选择。这样在进行定制效率优化的时候,我们可以将与基础属性相关的零部件制成通用件。在体现感知差异属性相关的零部件中,寻求优化方案。

2.2 客户满意度函数的构造

基于对两类产品属性的划分后,做如下假设:

1)假设一:某产品有 m 种属性可供用户定制,而其中每一种属性可以由某个或某几个零部件的组合来代表。也就是说,如果企业提供某产品属性的定制,那么就等于提供某组零件的定制,反之如果不提供某属性的定制,则代表该属性的零件组都采用标准化大批量生产。

2)假设二:厂商输出产品属性与顾客的需求没有差异,则顾客的需求就是这 m 种属性的任意组合,根据排列组合理论其需求总数是 $\sum_{k=1}^m C_m^k$ 。

3)假设三:如果企业能够提供产品任意 m 种属性的定制业务,那么就能够提供这 m 种属性任意组合的定制业务。

此时定义顾客满意率为企业可以满足的客户定制需求种类的比率。设这个总数为 a ,厂商可以提供的组合数为 b ,顾客满意率为 s ,那么 s 将随着 b 的增加而增加。其关系如图 1 所示,当该数字达到 a 时,企业可以满足全部的顾客定制需求,当该数字为 0 时,我们可以满足的定制需求为 0。

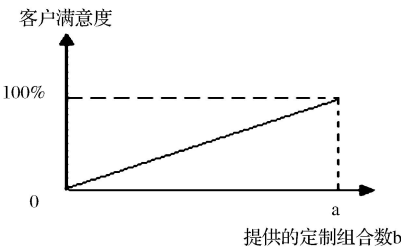


图 1 客户满意度函数关系图

于是我们得到这样的关系:

$$s = \frac{b}{a} \times 100\%$$

从这个关系式可以看出,想要提高客户满意度就必须尽可能增加企业可以提供的定制产品属性的数量,使得分子 b 接近分母 a ,也就是使得客户满意度接近 100 %。

3 定制效率优化模型的建立

3.1 定制效率优化模型的构造

根据前文分析的思想,优化目标就是要在时间、成本、质量以及客户满意度有保障的条件下兼顾定制时间与零部件设计、加工的复杂程度,寻求最小的定制量。优化模型如下:

$$\min \sum_i^m \sum_j^n Q_{ij}^{cust} t_{ij}^{cust} x_{ij}^{cust}$$

$$s. t. x_i^{com} + \sum_j^n x_{ij}^{cust} = 1 \tag{1}$$

$$\sum_i^m (t_i^{com} x_i^{com} + \sum_j^n t_{ij}^{cust} x_{ij}^{cust}) + t^{com} \leq t_0 \tag{2}$$

$$\sum_i^m (f_i^{com} x_i^{com} + \sum_j^n f_{ij}^{cust} x_{ij}^{cust}) + f^{com} \leq f_0 \tag{3}$$

$$\sum_i^m (q_i^{com} x_i^{com} + \sum_j^n q_{ij}^{cust} x_{ij}^{cust}) \leq q_0 \tag{4}$$

$$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}^{cust} x_{ij}^{cust}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}^{cust}} \right) \times 100\% \geq s_0 \tag{5}$$

$$x_i^{com}, x_{ij}^{cust} = 1 \text{ 或 } 0 \tag{6}$$

$$(i = 1, 2 \cdots m; j = 1, 2 \cdots n; k = 1, 2 \cdots m;$$

$$l = 1, 2 \cdots \sum_i^m \sum_j^n x_{ij}^{cust}$$

$$n \leq m \tag{7}$$

$$Q \text{ —— 单位时间占用企业资源量}$$

$$x_i^{com} = \begin{cases} 1, \text{零件组 } i \text{ 采用标准化生产提供} \\ 0, \text{零件组 } i \text{ 采用定制过程生产} \cdots \end{cases}$$

$$x_{ij}^{cust} = \begin{cases} 1, \text{定制零件组 } i \text{ 采用服务过程 } j \text{ 提供} \\ 0, \text{定制零件组 } i \text{ 不采用服务过程 } j \text{ 提供} \end{cases}$$

- t_i^{com} - 提供通用件组 i 所需要的时间
 t_{ij}^{cust} - 采用定制化过程 j 提供零件组 i 所需时间
 t^{com} - 提供构成基础属性的通用件所需要的时间
 t_0 - 完成整体生产任务的时间上限
 f_i^{com} - 提供通用件组 i 所需成本
 f_{ij}^{cust} - 采用定制化过程 j 提供零件组 i 所需成本
 f^{com} - 提供构成基础属性的通用件所需成本
 f_0 - 完成整体生产任务的目标成本
 q_i^{com} - 通用件组 i 的某项质量系数
 q_{ij}^{cust} - 用定制过程 j 提供零件组 i 的某项质量系数
 q_0 - 零件组 i 的某项质量要求系数
 s_0 - 期望定制客户满意度
 s - 实际定制客户满意度

目标函数的意义就是要寻求最小的定制资源消耗,也就是寻求既定条件下企业定制效率最高的优化方案。

约束 1 表示零件组 i 要么是采用标准化过程提供要么是采用第 j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) 种设计和工艺过程提供。约束 2 表示对定制产品的时间要求;约束 3 是对定制产品的成本要求;约束 4 是对定制零件组的质量要求;约束 5 是对整体定制组合所能达到的顾客满意度的要求。约束 6 是说二变量为 0, 1 变量。约束 7 是指企业提供的设计和工艺过程的数量应该小于或等于所需要加工的零件组的数量。

对于条件(5),我们前文已证 $s = \frac{b}{a} \times 100\%$,根

据模型,此时 $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^{cust}$ 为提供的可选定制方案的总数,所以 $b = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^{cust}$ 。

模型里的 Q 是单位时间占用企业资源量。例如,单位时间设计人员参与数量、设备数量、工人数、工艺复杂程度等等,这个参数全面衡量了该项定制任务给企业带来的实际工作量。

3.2 定制效率优化模型的可用性分析

以上模型,笔者认为可以通过以下两种途径寻求方法来提高企业定制效率:

1) 从模型目标函数入手。对于一个具体企业,在既定时间点上,模型中的各项参数是可以确定下来的,运用软件,可以得到一个满足约束条件的,关于产品 m 种属性是否定制的线性组合。也就是说能够知道在现有生产条件不变的情况下,为了保证定制量最小的,产品哪些属性可以提供给客户定制的生产方案。

2) 从模型各项参数入手。从 Q 和 t 入手,从模型中可以看出,如果这两个参数减小定制量也会减小。而减小这两个参数值的方法是很多的,比如:可以加强企业研发能力,改进产品生产工艺,减少劳动投入。或者,如果企业在生产产品某种组件上的现有工艺处于市场竞争劣势,而改进现有状况需要大量资金投入,那么可以在保证不会发生关键技术外露的情况下,采取外包生产的形式,减少企业固定资产的投入,降低风险的同时又有效提高了企业运营效率。当然这同时对企业供应链管理提出了更高的要求。

4 实证分析

假设某制造厂某种产品,有三种属性可以用来提供定制,

其具体数据如下:

单位时间定制资源消耗: $Q_1 = 2, Q_2 = 5, Q_3 = 4$ (单位:千元)

采用定制化过程生产零件组的时间分别为 $t_1^{cust} = 3, t_2^{cust} = 3, t_3^{cust} = 2$ (单位:小时)

采用标准化过程提供零件组的时间分别为 $t_1^{com} = 2, t_2^{com} = 2, t_3^{com} = 1$ (单位:小时)

采用定制化过程生产零件组的成本分别为 $f_1^{cust} = 7, f_2^{cust} = 8, f_3^{cust} = 6$, (单位:百元)

采用标准化过程提供零件组的成本分别为 $f_1^{com} = 7, f_2^{com} = 8, f_3^{com} = 6$, (单位:百元)

其质量系数分别为: $q_1^{cust} = 0.3, q_2^{cust} = 0.7, q_3^{cust} = 0.9$,

$q_1^{com} = 0.2, q_2^{com} = 0.6, q_3^{com} = 0.5$,

提供基础属性的通用件所需要时间成本以及质量要求分别为: $t^{com} = 10, f^{com} = 8$,

完成整体任务时间上限为 $t_0 = 16$,完成整体任务目标成本为 $f_0 = 28$,质量系数要求为 $q_0 = 1.5$,期望客户满意度为 0.4

由于本模型采用 0-1 整数规划,目前没有软件提供适合的计算函数,只可采用隐枚举法进行求解,笔者采用 Visual Basic 6.0 编程如下:

```
Private Sub Command1_Click()
```

此处为了编程方便,将模型中 x_i^{com} 和 x_{ij}^{cust} 分别用 Y_i 和 X_{ij} 代替

```
r = 9000000
```

```
For X1 = 0 To 1
```

```
For X2 = 0 To 1
```

```
For x3 = 0 To 1
```

```
For Y1 = 0 To 1
```

```

For Y2 = 0 To 1
For y3 = 0 To 1
s = 1: a = X1 + X2 + x3: k = 0
For i = 1 To a
s = s * i
Next i
For l = 1 To a
q = 1: t = 1
For j = 1 To l
q = q * j
Next j
For n = 1 To a - l
t = t * n
Next n
k = k + s / (q * t)
Next l
u = k / 7
If X1 + Y1 = 1 And X2 + Y2 = 1 And x3
+ y3 = 1 _
And 2 * Y1 + 6 * X1 + 2 * Y2 + 15 *
X2 + y3 + 8 * x3 <= 16 _
And 6 * Y1 + 7 * X1 + 5 * Y2 + 8 * X2
+ 5 * y3 + 6 * x3 <= 20 _
And 0.2 * Y1 + 0.3 * X1 + 0.6 * Y2 +
0.7 * X2 + 0.5 * y3 + 0.9 * x3 >= 1.3 _
And u > 0.4 Then
w = 6 * X1 + 15 * X2 + 8 * x3
If w < r Then
r = w: b1 = X1: b2 = X2: b3 = x3: c1 =
Y1: c2 = Y2: c3 = y3
End If
Print "x1 = "; b1, "x2 = "; b2, "x3 = "; b3,
"y1 = "; c1, "y2 = "; c2, "y3 = "; c3,
Else
End If
Next y3

```

```
Next Y2
```

```
Next Y1
```

```
Next x3
```

```
Next X2
```

```
Next X1
```

运行结果如下:

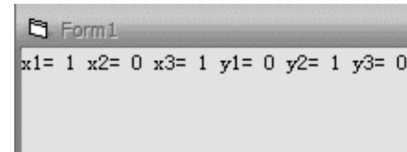


图2 0-1 整数规划模拟结果图

也就是说,第一种属性和第二种属性应该提供给客户为其定制。

5 结论

本文根据普遍的减少定制量的优化方向,进一步提供减少企业定制资源消耗的优化思路。并据此给出了定制效率优化的数学模型。

这个模型可以顺利应用的前提,就是企业已经拥有一套比较完善的ERP系统,并且能够根据前文所述的两种属性正确划分产品各功能模块。从模型可以看出,除了参数Q,其他的数据都很容易从企业ERP系统中获取。而参数Q的确定,可以综合各部门管理人员的意见,确定几个代表变量,然后根据不同的重要度加权平均得到。当这些变量都确定以后,就可以借助Visual Basic 6.0等软件,得到优化方案了,同时如文中所述,从模型的某个参数入手也可以找到优化企业定制效率的突破口。

参考文献

- [1]罗振璧,周兆英,朱耀祥,等.制造的革新[J].机械工程学报,1995,31(2):32-38.
- [2]晓科.美国专家预测2001年至2030年间将出现的新兴技术[N].中国专利报,1998-02-18(1).
- [3]MARGARET A E. Implementing mass customization[J]. Computers in Industry, 1996, 6(3):171-174.
- [4]BEATY R T. Mass Customization[J]. Manufacturing Engineer, 1996, 2(5):217-220.
- [5]徐福缘,李敏,顾新建,韩路,项育华.实施大批量定制的基本思路及其时空集成优化模型[J].管理工程学报,2002(2):50.

Analysis on Increasing Efficiency of Production under Mass Customization Mode

ZHOU Ji-na, WU Hong-bo

(Economic Management College, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

Abstract: This paper see satisfying customers with efficiency of volume-produce as the start, and see the integration of customization and volume-produce as the goal. And gives out a mode that shows how to increasing efficiency of production when customs order these felt differences. The mode can help work out projects under established conditions of time, cost, quality and customers' percentage of satisfaction efficiently to reduce corporation resource consumption.

Key words: mass customization; customaziton efficierncy; client satisfaction