顾客可能取消订单的 MTO 企业订单定价策略

范丽繁　陈　旭
(电子科技大学经济与管理学院)

摘要：研究了顾客下订单后可能取消订单的按订单生产型企业的定价策略。顾客到达后向企业询问订单报价，如果价格合适，顾客将下订单，否则选择离开。引入了顾客接受概率模型，以最大化订单期望利润为目标，得出了订单最优定价和最大期望利润。通过分析最优定价和最大期望利润对于各参数的敏感性得出：最优定价是系统积压订单数的增函数，是订单取消概率和取消订单赔偿比例的减函数；而最大期望利润是系统积压订单数的减函数，是取消订单赔偿比例的增函数。通过数值分析发现，在顾客确实可能取消订单的背景下，如果决策者在对订单进行定价时不考虑这一可能性，将会减小企业获得的最大期望利润。

关键词：定价；按订单生产；期望利润
中图分类号：C93；F275　**文献标识码**：A　**文章编号**：1672-884X(2012)05-0729-06

Pricing Policy in Make to Order Firms with Order Cancellation

FAN Lifan　CHEN Xu
(University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, China)

Abstract: This paper considers order pricing policy in make to order firms which customer may cancel order after order placement. Customers arrive to the firm and ask the price. If the price is acceptable, he places the order, otherwise he leaves. The customer acceptance probability model is introduced, and the optimal price which maximizes the expected profit is gained. Then the sensitivities of all parameters are analyzed. The optimal price is increasing with the number of backlog orders, and decreasing with the order cancellation probability and the order cancellation penalty ratio. While the maximal expected profit is decreasing with the number of backlog orders, and increasing with the order cancellation penalty ratio. Through the numerical example, we draw a conclusion that pricing decision without considering the order cancellation will decrease the maximal expected profit in make to order firms.

Key words: pricing; make-to-order (MTO); expected profit

随着市场竞争的加剧和顾客越来越显著的个性化需求，越来越多的制造型企业开始转向按订单生产(make-to-order，MTO)。本文研究在 MTO 的生产模式下，潜在顾客随机到达向企业询问订单价格，然后根据企业报价选择接受或离开。由于每位顾客对价格的敏感程度不同，以及到达时企业当前生产状况不尽相同，如果对每位顾客都实行统一定价必将导致诸多不合理之处，因此，为每个订单制定合理的价格成为 MTO 企业需要面对和解决的问题。如果制定的价格过低，顾客接受的可能性偏高，但是企业难以获得高利润回报，甚至亏损；反之，顾客接受的可能性偏低，导致顾客流失。鉴于此，一个成功的 MTO 企业应该根据系统当前生产状况、生产安排和延期交货成本等，制定出既能吸引顾客，又能使企业实现高盈利的价格。

MTO 企业的顾客在下订单至订单交付这段时间内，可能会由于经济状况不好、需求发生变化或预测失误等一些无法避免的原因需要取消之前所下的订单。在 MTO 企业取消一个正

收稿日期：2010-05-31
基金项目：教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20070614003)

在等待生产的订单将会改变其后面订单的生产完成时间，进而影响到潜在顾客的期望延期交货成本和定价决策。换言之，顾客下订单后可能取消订单这一行为直接影响到订单的定价和企业获取的利润。

截至目前，几乎所有现有研究在对 MTO 企业的订单进行定价时都没有考虑顾客可能取消订单对企业决策的影响。本文正是为了弥补这一空白，研究顾客可能取消订单的 MTO 企业的定价决策，引入顾客接受概率模型，得出了最大化订单期望利润的报价。

1 文献综述

与本文较相关的研究可以追溯到 1974 年学者 LOW[1] 对 M/M/s 队列的动态定价研究，假设顾客到达速率为价格的严格递减函数，以最大化长期期望利润为目标，得出了最优静态定价策略，并证明了最优价格是系统中顾客数的非减函数。LIPPMAN[2] 将 LOW 的单调性结论拓展到有限和无限计划周期定价问题。MENDELSON[3] 将生产能力作为长期决策变量，假设延期交货成本为线性函数，得出了订单最优定价和生产能力决策。DEWAN 等[4] 拓展了 MENDELSON 的研究，假设拖期成本为非线性函数，得出了最优定价的充要条件。DOBSON 等[5] 研究了 MTO 和 MTS 混合生产企业的产品定价、供应和生产模式的选择问题。采用非线性整数规划对问题进行建模，分析了最优定价策略的结构特征，并提出了近似最优算法。ZIYA 等[6] 研究了服务企业的最优定价，并分析了最优价格和顾客保留价格之间的关系。

戴道明等[7] 在生产能力有限、允许订单延迟交货的情况下，研究了价格对多产品批量模型的影响，并得出了最优价格序列。官振中[8] 采用收益管理对 MTO 企业的定价和能力分配进行研究，建立了定价和能力分配的模型。熊中楷等[9] 研究了需求函数为非线性的 MTO 企业的定价策略，得出了 2 个结论（在一定条件下）：①价格是产量的增函数；②价格是剩余时间的增函数。罗利等[10] 针对易逝性产品中新产品对老产品存在需求转移的情况，应用收益管理得出老产品的最优动态定价策略。

以上研究都是假设顾客一旦下订单将不再取消，然而，这在企业实际运营过程中是一个较难满足的假设。现有定价方面的研究也没有将顾客可能取消订单结合起来考虑，因此，这是一个急需完善的领域，本文正是基于这样的目的，研究顾客下订单后可能取消订单的 MTO 企业的定价策略。

2 问题描述

考虑 MTO 企业生产一种产品来满足顾客需求。假设所有订单都需要相同数量的产品，因此可以看作每个订单均只需要一单位的产品，以后的研究将放松该假设。顾客到达后向企业询问订单价格，当价格为 z 时，顾客接受并下订单的概率记为 $p(z)$。n 表示顾客到达时企业当前积压的订单数，包括正在生产的订单和处在等待队列的订单，如果新到顾客接受企业报价并下订单，则将其记为第 $n+1$ 个订单。k 表示正在生产的订单已生产的时间。企业按照先来先服务（first come first served，FCFS）的顺序安排订单生产，每单位产品的生产时间 r 服从均值和方差为 (μ,σ^2) 的正态分布，$f(r)$ 为 r 的概率密度函数。所有订单的提前期确定且相等，记为 τ，即如果订单在 t 时刻到来并下订单，则它的交货期为 $t+\tau$ 时刻。如果订单没有按时交货，企业需要对顾客做出赔偿，每单位时间的延期交货成本为 c。

为了简化问题，假设顾客只能取消仍在等待队列的订单，而不能取消正在生产的订单。所有正在等待生产的订单被取消的概率相等且已知，记为 $v(0\leqslant v\leqslant 1)$，以后的研究将放松该假设，考虑每个订单被取消的概率不尽相同。如果顾客取消订单，则获得 $(1-\beta)z$ 的退款，其中 β 为顾客因取消订单而给予企业的赔偿比例，$0\leqslant\beta\leqslant 1$，因此，如果订单被取消，则企业在获得的利润为 βz。本文目标是要对第 $n+1$ 个订单决策出最大化其订单期望利润的报价 z。

3 建模

由于正在等待生产的订单可能被取消，进而影响到新订单的生产完成时间。令 $\hat{n}$ 表示第 $n+1$ 个订单从进入系统到开始生产之前，机器实际处理的平均订单数。当 $n=0$ 时，$\hat{n}=0$。当 $n>0$ 时，$n-1$ 个等待订单经顾客取消后剩下 l 个（$l=0,1,\cdots,n-1$）订单的概率为 $C_{n-1}^{l}(1-v)^{l}v^{n-1-l}$，可见 l 服从参数为 $(n-1,1-v)$ 的二项分布，记 $l\sim B(n-1,1-v)$，则当 $n>0$ 时，根据二项分布的性质，可得 l 的数学期望

$$\mathrm{E}(l)=(n-1)(1-v),\tag{1}$$

那么，第 $n+1$ 个订单从进入系统到开始生产之

前，机器实际处理的平均订单数

$$\hat{n}=\begin{cases}0 & n=0;\\ 1+(n-1)(1-v), & n>0。\end{cases} \tag{2}$$

由于每个订单的处理时间相互独立，故可得出第 $n+1$ 个订单生产完成的期望时间（相对于当前时间）为

$$T_{\hat{n}+1}=\mathrm{E}[(\hat{n}+1)r-k], \tag{3}$$

因此，第 $n+1$ 个订单的期望延期交货成本为

$$\varphi_{\hat{n}+1}=c\int_{\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}}^{+\infty}[(\hat{n}+1)r-k-\tau]f(r)\mathrm{d}r\ , \tag{4}$$

则第 $n+1$ 个订单的最大化期望利润为

$$\max_{z}\Pi(z)=\max_{z}p(z)[v\beta z+(1-v)(z-\varphi_{\hat{n}+1})], \tag{5}$$

式中，$p(z)$可参照 DUENYAS 等[11]和 DUENYAS[12]的研究中顾客接受概率的形式

$$p(z)=\mathrm{e}^{-\lambda z},\quad (z\geqslant 0), \tag{6}$$

式中，λ 为正数，可由企业的历史数据得到，可见 $p(z)$连续且为 z 的减函数。

定理 1　企业对新到订单的最优报价和该订单的最大期望利润分别为：

$$z^{*}=\frac{1-v}{1-v+v\beta}\varphi_{\hat{n}+1}+\frac{1}{\lambda}; \tag{7}$$

$$\Pi(z^{*})=\frac{1-v+v\beta}{\lambda}\mathrm{e}^{-\lambda z^{*}}。 \tag{8}$$

证明：将式(6)代入式(5)，并对式(5)求关于 z 的一阶导数，令其等于 0，得

$$\Pi'(z)=\mathrm{e}^{-\lambda z}[-\lambda v\beta z-\lambda(1-v)(z-\varphi_{\hat{n}+1})+v\beta+1-v]=0。$$

求解得唯一驻点 $z_0=\frac{1-v}{1-v+v\beta}\varphi_{\hat{n}+1}+\frac{1}{\lambda}\geqslant 0$，满足式(6)的约束，对式(5)求 z 的二阶导数，并将 z_0 代入得

$$\Pi''(z)\mid_{z=z_0}=[\lambda^2 z_0(1-v+v\beta)+2\lambda v(1-\beta)-2\lambda-\lambda^2\varphi_{\hat{n}+1}+\lambda^2 v\varphi_{\hat{n}+1}]\mathrm{e}^{-\lambda z_0}=\lambda(v-1-v\beta)\mathrm{e}^{-\lambda z_0}<0。$$

由于 $\Pi''(z)\mid_{z=z_0}<0$，所以 $\Pi(z_0)$为 $\Pi(z)$的极大值；又由于只有一个驻点，所以 $\Pi(z_0)$为 $\Pi(z)$的最大值。因此，最优报价 $z^{*}=\frac{1-v}{1-v+v\beta}\varphi_{\hat{n}+1}+\frac{1}{\lambda}$，对应的最大期望利润为

$$\Pi(z^{*})=\mathrm{e}^{-\lambda z^{*}}[v\beta z^{*}+(1-v)(z^{*}-\varphi_{\hat{n}+1})]=\frac{1-v+v\beta}{\lambda}\mathrm{e}^{-\lambda z^{*}}。$$

证毕。

定理 2　新到订单的最优报价 z^{*} 是单位时间延期交货成本 c 和系统积压订单数 n 的增函数，是正在生产的订单已处理的时间 k、订单提前期 τ、订单取消概率 v 和取消订单赔偿比例 β 的减函数，是参数 λ 的单调减函数。

证明：因为 $z^{*}=\frac{1-v}{1-v+v\beta}\varphi_{\hat{n}+1}+\frac{1}{\lambda}$，$\varphi_{\hat{n}+1}=c\int_{\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}}^{+\infty}[(\hat{n}+1)r-k-\tau]f(r)\mathrm{d}r$，

步骤 1　$\frac{\partial z^{*}}{\partial c}=\frac{1-v}{1-v+v\beta}\frac{\partial\varphi_{\hat{n}+1}}{\partial c}=\frac{1-v}{1-v+v\beta}\int_{\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}}^{+\infty}[(\hat{n}+1)r-k-\tau]f(r)\mathrm{d}r\geqslant 0$，

因此，最优报价 z^{*} 是单位时间延期交货成本 c 的增函数。

步骤 2　由于 n 是大于等于 0 的离散变量，无法直接对 $\varphi_{\hat{n}+1}$ 求 n 的偏导，故引入连续变量 x 和 $\hat{x}$，

$$\hat{x}=\begin{cases}0, & 0\leqslant x<1;\\ 1+(x-1)(1-v), & x\geqslant 1,\end{cases},$$

将 $\hat{x}$ 代入式(4)，可得

$$\varphi_{\hat{x}+1}=c\int_{\frac{k+\tau}{\hat{x}+1}}^{+\infty}[(\hat{x}+1)r-k-\tau]f(r)\mathrm{d}r=c\left[(\hat{x}+1)\int_{\frac{k+\tau}{\hat{x}+1}}^{+\infty}rf(r)\mathrm{d}r-(k+\tau)\int_{\frac{k+\tau}{\hat{x}+1}}^{+\infty}f(r)\mathrm{d}r\right]。$$

下面对 $\varphi_{\hat{x}+1}$ 求 x 的偏导：

(a) 当 $0\leqslant x<1$ 时，$\hat{x}=0$，所以 $\frac{\partial\varphi_{\hat{x}+1}}{\partial x}=\frac{\partial\varphi_{\hat{x}+1}}{\partial\hat{x}}\frac{\partial\hat{x}}{\partial x}=0$。

(b) 当 $x\geqslant 1$ 时，$\hat{x}=1+(x-1)(1-v)$，所以

$$\frac{\partial\varphi_{\hat{x}+1}}{\partial x}=\frac{\partial\varphi_{\hat{x}+1}}{\partial\hat{x}}\frac{\partial\hat{x}}{\partial x}=c\left\{\int_{\frac{k+\tau}{\hat{x}+1}}^{+\infty}rf(r)\mathrm{d}r-(\hat{x}+1)\frac{k+\tau}{\hat{x}+1}f\left(\frac{k+\tau}{\hat{x}+1}\right)\left[-\frac{k+\tau}{(\hat{x}+1)^2}\right]+(k+\tau)f\left(\frac{k+\tau}{\hat{x}+1}\right)\left[-\frac{k+\tau}{(\hat{x}+1)^2}\right]\right\}(1-v)=(1-v)c\int_{\frac{k+\tau}{\hat{x}+1}}^{+\infty}rf(r)\mathrm{d}r\geqslant 0。$$

综合(a)和(b)，可得出 $\varphi_{\hat{x}+1}$ 是 x 的增函数，显然可得 $\varphi_{\hat{n}+1}$ 也是 n 的增函数；又因为 $\frac{1-v}{1-v+v\beta}\geqslant 0$，所以 z^{*} 是 $\varphi_{\hat{n}+1}$ 的增函数，因此 z^{*} 也是 n 的增函数。

步骤 3

$$\varphi_{\hat{n}+1}=c\int_{\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}}^{+\infty}[(\hat{n}+1)r-k-\tau]f(r)\mathrm{d}r=c\left\{\int_{\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}}^{+\infty}[(\hat{n}+1)r-\tau]f(r)\mathrm{d}-k\int_{\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}}^{+\infty}f(r)\mathrm{d}r\right\};$$

$$\frac{\partial z^{*}}{\partial k}=\frac{1-v}{1-v+v\beta}\frac{\partial\varphi_{\hat{n}+1}}{\partial k}=\frac{1-v}{1-v+v\beta}\cdot c\left\{-\left[(\hat{n}+1)\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}-\tau\right]f\left(\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}\right)\left[-\frac{k+\tau}{(\hat{n}+1)^2}\right]-\int_{\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}}^{+\infty}f(r)\mathrm{d}r+kf\left(\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}\right)\left[-\frac{k+\tau}{(\hat{n}+1)^2}\right]\right\}=$$

$$-\frac{1-v}{1-v+v\beta}c\int_{\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}}^{+\infty} f(r)\mathrm{d}r \leqslant 0,$$

因此，最优报价 z^* 是正在生产的订单已处理的时间 k 的减函数。

步骤 4 同理，$\frac{\partial z^*}{\partial \tau} = \frac{1-v}{1-v+v\beta}\frac{\partial \varphi_{\hat{n}+1}}{\partial \tau} = -\frac{1-v}{1-v+v\beta}c\int_{\frac{k+\tau}{\hat{n}+1}}^{+\infty} f(r)\mathrm{d}r \leqslant 0$，因此，最优报价 z^* 是订单提前期 τ 的减函数。

步骤 5 与步骤 2 相同，引入连续变量 x 和 $\hat{x}$。

(a) 当 $0\leqslant x<1$ 时，$\hat{x}=0$，与 v 无关，则 $\frac{\partial z^*}{\partial v}=-\frac{\beta}{(1-v+v\beta)^2}\varphi_{\hat{x}+1}\leqslant 0$。

(b) 当 $x\geqslant 1$ 时，$\hat{x}=1+(x-1)(1-v)$，与 v 有关，则

$$\frac{\partial z^*}{\partial v}=-\frac{\beta}{(1-v+v\beta)^2}\varphi_{\hat{x}+1}+\frac{1-v}{(1-v+v\beta)}\frac{\partial \varphi_{\hat{x}+1}}{\partial \hat{x}}\frac{\partial \hat{x}}{\partial v}=$$

$$-\frac{\beta}{(1-v+v\beta)^2}\varphi_{\hat{x}+1}-\frac{1-v}{(1-v+v\beta)}(x-1)c\int_{\frac{k+\tau}{\hat{x}+1}}^{+\infty} rf(r)\mathrm{d}r\leqslant 0。$$

同理，最优报价 z^* 是订单取消概率 v 的减函数。

步骤 6 $\frac{\partial z^*}{\partial \beta}=-\frac{v(1-v)}{(1-v+v\beta)^2}\varphi_{\hat{n}+1}\leqslant 0$，因此，最优报价 z^* 是取消订单赔偿比例 β 的减函数。

步骤 7 $\frac{\partial z^*}{\partial \lambda}=-1/\lambda^2<0$，因此，最优报价 z^* 是 λ 的单调减函数。

证毕。

根据定理 2 可得以下推理：

推理 1 顾客不取消订单情况下的新到订单的最优报价大于等于顾客可能取消订单情况下的最优报价。

因为新到订单的最优报价是订单取消概率的减函数，当订单取消概率从 0 开始增大时，新到订单的最优报价在逐渐减小。订单取消概率为 0 即为顾客不取消订单，由此可得推理 1。

将 $v=0$ 代入式(7)和式(8)即可得推理 2。

推理 2 顾客不取消订单情况下的新到订单的最优报价和最大期望利润为：

$$z_0^* = \varphi_{n+1}+\frac{1}{\lambda}\text{；} \tag{9}$$

$$\Pi_0(z_0^*)=\frac{1}{\lambda}\mathrm{e}^{-\lambda z_0^*}\text{。} \tag{10}$$

定理 3 新到订单的最大期望利润 $\Pi(z^*)$ 是单位时间延期交货成本 c、系统积压订单数 n 和参数 λ 的减函数，是正在生产的订单已处理的时间 k、订单提前期 τ 和取消订单赔偿比例 β 的增函数。

证明：由于 $\Pi(z^*)$ 关于参数 c、n、λ、k 和 τ 的单调性证明类似，这里只给出 $\Pi(z^*)$ 关于参数 c 的单调性证明。由于 $\Pi(z^*)=\frac{1-v+v\beta}{\lambda}\cdot \mathrm{e}^{-\lambda z^*}$，根据前文步骤 1，$\frac{\partial \Pi(z^*)}{\partial c}=-(1-v+v\beta)\mathrm{e}^{-\lambda z^*}\frac{\partial z^*}{\partial c}\leqslant 0$，所以 $\Pi(z^*)$ 是 c 的减函数；因为 $\frac{\partial \Pi(z^*)}{\partial \beta}=\frac{v}{\lambda}\mathrm{e}^{-\lambda z^*}\geqslant 0$，所以最大期望利润 $\Pi(z^*)$ 是 β 的增函数。

证毕。

最大期望利润关于订单取消概率 v 的敏感性受其他各参数的影响，无法得出明确的单调性特征，需根据具体的参数设置进行分析。

4 数值分析

4.1 订单取消概率与最大期望利润的关系

下面在其他参数取值固定的情况下，分析订单取消概率与最大期望利润的关系。参数设置如下：$n=3$，$\mu=2$，$\sigma=1$，$\tau=5$，$c=1$，$t=1$，$\lambda=0.1$，故 $p=\mathrm{e}^{-0.1z}$。当 $\beta=0.2$ 时，改变 v 的取值，得到一组数据（见图 1）。当 $\beta=0.4$ 时，改变 v 的取值，得到一组数据（见图 2）。

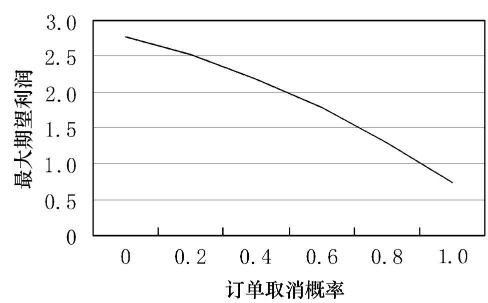

图 1 订单取消概率与最大期望利润的关系($\beta=0.2$)

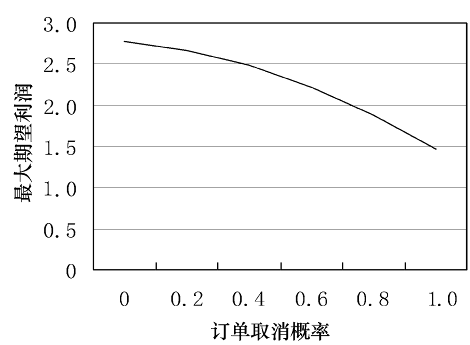

图 2 订单取消概率与最大期望利润的关系($\beta=0.4$)

从图 1 和图 2 可以看出，虽然最大期望利润随订单取消概率和取消订单赔偿比例的取值的不同而不同，但变化趋势相同。当取消订单赔偿比例为 0.2 和 0.4 时，最大期望利润均随订单取消概率的增大而减小，因此顾客不取消订单时的新到订单的最大期望利润要大于顾客可能取消订单时的最大期望利润；并且，赔偿比例为 0.4 时的最大期望利润要大于赔偿比例为 0.2 时的最大期望利润，即最大期望利润是赔偿比例的增函数，与定理 3 相符。

4.2　不考虑与考虑顾客可能取消订单的最大期望利润的比较

在现实生活中，经常出现顾客下订单后取消订单，但是，现有研究在对订单进行定价时都没有考虑这一行为带来的影响，仍然按照顾客下订单后不再取消这一假设进行定价决策，那么基于这一假设所做出的定价决策会对最大期望利润产生什么样的影响，下面将采用数值分析的方法来解答这一问题。

在顾客可能取消订单这一现实背景下：

（1）决策者不考虑顾客可能取消订单得出的最优报价（即式（9））为 $z_1^* = \varphi_{n+1} + \frac{1}{\lambda}$。但是由于顾客确实可能取消订单，因此，企业实际获得的最大期望利润为

$$\Pi_1(z_1^*) = p(z_1^*)[v\beta z_1^* + (1-v)(z_1^* - \varphi_{\hat{n}+1})] = [v\beta\varphi_{n+1} + (1-v)(\varphi_{n+1} - \varphi_{\hat{n}+1}) + \frac{1-v+v\beta}{\lambda}]e^{-\lambda z_1^*}。$$

（2）决策者考虑顾客可能取消订单得出的最优报价和企业实际获得的最大期望利润如式（7）和式（8）所示。

因此，决策者不考虑顾客可能取消订单将导致企业获得的最大期望利润减少 $\Pi(z^*) - \Pi_1(z_1^*)$，减少百分比为 $\frac{\Pi(z^*) - \Pi_1(z_1^*)}{\Pi(z^*)} \times 100\%$。为了表述的简洁，后文把“不考虑顾客可能取消订单导致的最大期望利润的减少百分比”简记为“最大期望利润减少百分比”。

参数设置如下：$n=5$，$\mu=3$，$\sigma=1$，$\tau=12$，$c=1$，$t=1$，$\lambda=0.15$。当 $\beta=0.2$ 时，改变 v 的取值，得到一组数据（见图 3）。当 $\beta=0.4$ 时，改变 v 的取值，得到一组数据（见图 4）。

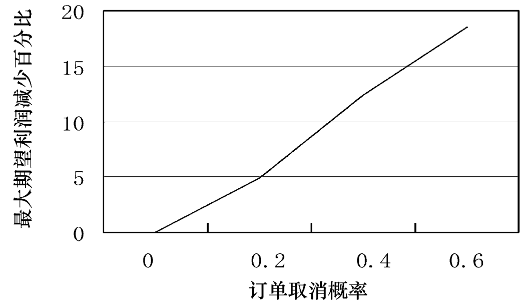

图 3　订单取消概率与最大期望利润减少百分比的关系（$\beta=0.2$）

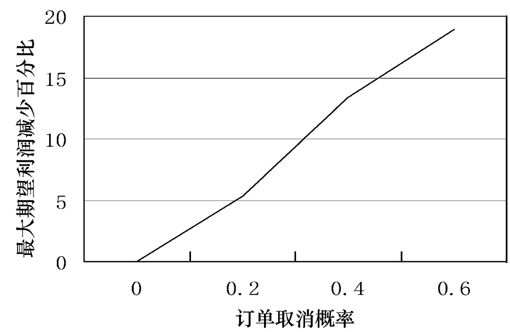

图 4　订单取消概率与最大期望利润减少百分比的关系（$\beta=0.4$）

从图 3 和图 4 可以看出，当订单取消概率大于 0 时，最大期望利润减少百分比都为正数，所以不考虑顾客可能取消订单所做出的定价决策会减小最大期望利润。随着订单取消概率的增大，最大期望利润减少百分比在增大。当取消订单赔偿比例为 0.2 时，随着订单取消概率从 0 增大到 0.6，最大期望利润减少百分比从 0 增加到 18.49%。当取消订单赔偿比例为 0.4 时，随着订单取消概率从 0 增大到 0.6，最大期望利润减少百分比从 0 增加到 18.92%。

当 $v=0.2$，其他参数取值不变时，改变 β 的取值，得到一组数据（见图 5）。当 $v=0.4$，其他参数取值不变时，改变 β 的取值，得到一组数据（见图 6）。

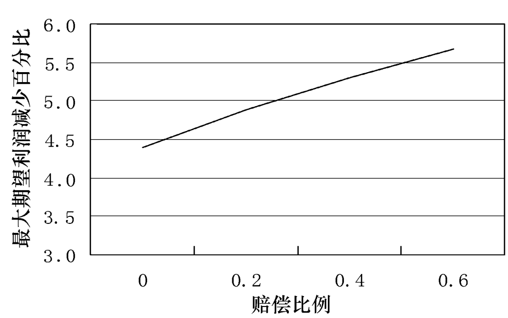

图 5　取消订单赔偿比例与最大期望利润减少百分比的关系（$v=0.2$）

从图 5 和图 6 可以看出，不考虑顾客可能取消订单所做出的定价决策会减小最大期望利润。随着取消订单赔偿比例的增大，最大期望利润减少百分比在增大。当订单取消概率为

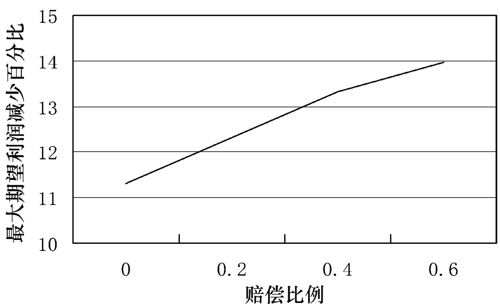

图 6　取消订单赔偿比例与最大期望利润减少百分比的关系(v=0.4)

0.2 时,随着取消订单赔偿比例从 0 增大到 0.6,最大期望利润减少百分比从 4.39%增加到 5.56%。当订单取消概率为 0.4 时,随着取消订单赔偿比例从 0 增大到 0.6,最大期望利润减少百分比从 11.31%增加到 13.97%。

综合以上分析可得,在顾客确实可能取消订单的背景下,如果决策者在对订单进行定价时不考虑这一可能性,将会减小企业获得的最大期望利润。

5　研究结论及展望

本文研究了在顾客可能取消订单的情况下 MTO 企业的订单动态定价策略,通过建模得出了订单的最优报价和对应的最大期望利润,以及若干结论:

(1) 最优报价是单位时间延期交货成本和系统积压订单数的增函数,是正在生产的订单已处理的时间、订单提前期、订单取消概率和取消订单赔偿比例的减函数。

(2) 顾客不取消订单情况下的最优报价大于等于顾客可能取消订单情况下的最优报价。

(3) 订单的最大期望利润是单位时间延期交货成本和系统积压订单数的减函数,是正在生产的订单已处理的时间、订单提前期和取消订单赔偿比例的增函数。

(4) 在顾客确实可能取消订单的背景下,如果决策者在对订单进行定价时不考虑这一可能性,将会减小企业获得的最大期望利润。

本文仅考虑了一种产品的定价控制问题,进一步研究可以考虑多产品或者多顾客等级的定价策略。另外,本文假设所有订单的取消概率相等,这是一个比较强烈的假设,今后的研究可以考虑放松该假设。

参　考　文　献

[1] LOW D W. Optimal Dynamic Pricing Policies for an M/M/s Queue [J]. Operations Research, 1974, 22 (3):545～561.

[2] LIPPMAN S A. Applying a New Device in the Optimization of Exponential Queueing Systems [J]. Operations Research, 1975, 23(4): 678～708.

[3] MENDELSON H. Pricing Computer Services: Queueing Effects [J]. Communications of the ACM, 1985, 28(3): 312～321.

[4] DEWAN S, MENDELSON H. User Delay Costs and Internal Pricing for a Service Facility [J]. Management Science, 1990, 36(12):1 502～1 517.

[5] DOBSON G, YANO C A. Product Offering, Pricing, and Make-to-Stock/Make-to-Order Decisions with Shared Capacity [J]. Production and Operations Management, 2002, 11(3): 293～312.

[6] ZIYA S, AYHAN H, FOLEY R D. Optimal Pricing for a Service Facility[Z]. University of North Carolina, Chapel Hill, NC, 2004.

[7] 戴道明, 杨善林, 鲁奎. 能力受限的批量问题与动态定价的联合决策 [J]. 系统仿真学报, 2007, 19(20): 4 739～4 768.

[8] 官振中. 按订单生产型企业收益管理定价和能力分配研究 [J]. 西南民族大学学报:自然科学版, 2005, 31(4): 36～39.

[9] 熊中楷, 李豪, 向东. 需求函数为非线性的按订单生产企业动态定价的特性研究 [J]. 科技管理研究, 2007(5): 128～131.

[10] 罗利, 俞言兵, 刘德文. 基于需求转移的易逝性产品最优动态定价策略[J]. 管理工程学报, 2006, 20 (2):38～42.

[11] DUENYAS I, HOPP W C. Quoting Customer Lead Times [J]. Management Science, 1995, 41(1): 43～57.

[12] DUENYAS I. Single Facility Due Date Setting with Multiple Customer Classes [J]. Management Science, 1995, 41(4): 608～619.

(编辑　刘继宁)

通讯作者: 范丽繁(1985～),女,江西瑞昌人。电子科技大学(成都市　610054)经济与管理学院博士研究生。研究方向为收益管理与企业运营管理。E-mail: fanlifan320@gmail.com