

Single-Machine Scheduling Problems with Non-Linear Past-Sequence-Dependent Setup Times and Delivery Times

Mingze Li

College of Mathematics and System Science, Shenyang Normal University, Shenyang Liaoning
Email: 1215655091@qq.com

Received: Feb. 17th, 2017; accepted: Mar. 5th, 2017; published: Mar. 8th, 2017

Abstract

This paper studies the single machine scheduling problems with both non-linear setup times and delivery times where the actual processing time of a job is given as a function of its starting times and position in a sequence. The setup time and delivery time of a job are proportional to the jobs already processed and its scheduled position, that is, past-sequence-dependent (p-s-d). We consider the objective functions about the makespan, the total completion times, the total weighted completion times, the sum of the δ -th power of job completion times and the maximum tardiness. We give the optimal scheduling rules of the above problem respectively.

Keywords

Scheduling, Learning Effect, Deteriorating Effect, Non-Linear Setup Times, Delivery Times

具有非线性安装时间和送出时间的 单机排序问题

李明泽

沈阳师范大学数学与系统科学学院, 辽宁 沈阳
Email: 1215655091@qq.com

收稿日期: 2017年2月17日; 录用日期: 2017年3月5日; 发布日期: 2017年3月8日

摘 要

本文讨论了同时带有非线性安装时间和送出时间的单机排序问题。工件的实际加工时间为与其开始时间和位置有关的函数。工件的安装时间和送出时间均与工件的加工位置有关, 还依赖于已加工完成工件的

实际加工时间, 即 p - s - d 形式。研究了关于最大完工时间、总完工时间、加权完工时间、总完工时间 δ 次方之和以及最大延误时间的目标函数。分别给出上述问题的最优排序规则。

关键词

排序, 学习效应, 恶化效应, 非线性安装时间, 送出时间

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在传统的排序模型中, 考虑加工工件具有安装时间的问题是非常必要的, Allahverdi 和 Aldowaisan [1] 提出带有安装情况的排序问题。常见的安装时间有两种: 一种是各工件带有独立的安装时间, 与加工顺序及已加工完的工件无关; 另一种是安装时间依赖于工件的加工位置以及工件的实际加工时间。Kowamas 和 Kyparisis [2] 首次提出了安装时间与顺序有关的(即 p - s - d)排序问题, 并证明了一些问题的多项式可解性。同时也将结论扩展到非线性安装时间问题上。Yeh 等[3]研究了带有非线性安装时间和学习效应的单机排序问题。目标函数是极小化总完工时间和加权总完工时间。

在实践中, 许多工件的加工时间都会因诸多因素而减小, 这就是所熟知的学习效应。Biskup [4] 首先提出加工工件具有学习效应的排序问题。Kuo 和 Yang [5]研究了单机带有学习效应和 p - s - d 安装时间的排序问题, 并证明了最大完工时间、总完工时间和总延误时间等问题的多项式可解性。Wang [6]研究了单机带有 p - s - d 安装时间和学习效应依赖于已完成工件的加工时间的排序问题。目标函数是极小化最大完工时间、总完工时间等问题。Wang [7]研究了单机带有 p - s - d 安装时间、学习效应和恶化效应的排序问题, 分别证明了最大完工时间、总完工时间等问题在多项式时间可解。文献[8] [9] [10] [11]给出了其他关于具有学习效应和恶化效应的研究工作。

近年来, 有关送出时间的问题也是备受关注。Koulamas 和 Kyparisis [12]研究了带有 p - s - d 送出时间的单机排序问题, 目标函数是极小化最大完工时间、总完工时间、最大延误时间和延误工件数。Yang 和 Yang [13]研究了带有 p - s - d 送出时间和加工时间与位置有关的单机排序问题。目标函数是极小化总提前时间、总延误时间以及极小化与窗口的开始时间、窗口的大小、提前时间和延误时间有关费用函数, 以及极小化 TADC 和 TADW 问题。

本文研究同时具有学习效应和恶化效应的单机排序问题, 将其与非线性安装时间送出时间相结合。分别研究有关于极小化最大完工时间、总完工时间、加权完工时间、总完工时间 δ 次方之和以及最大延误时间的目标函数。

2. 问题描述

研究单机问题, n 个工件均无优先加工权, 并且在 0 时刻均可加工。所有工件不允许中断并且不能同时加工。工件 J_j 的加工时间为 p_j , 其开始时间为 t 。若 J_j 排在第 r 个位置, 那么工件 J_j 的实际加工时间可以表示为:

$$p_{jr}^A = \alpha_j (b + ct)r^a, \quad (r, j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

其中： α_j 代表工件 J_j 的恶化率； $a \leq 0$ 是一个常量学习效应。

在文献[3]中，工件 J_j 在排序中排在第 r 个位置的安装时间为：

$$s_{[1]} = 0, s_{[r]} = b^{(r-1)} \sum_{j=1}^{r-1} p_{[j]}^A, r = 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

其中： $b(0 < b < 1)$ 为常数； $p_{[j]}^A$ 代表排在第 r 个位置工件的实际加工时间。

在文献[13]中，工件 J_j 在排序中排在第 r 个位置的送出时间为：

$$q_{[1]} = 0, q_{[r]} = \beta \sum_{j=1}^{r-1} p_{[j]}^A, r = 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

其中： $\beta \geq 0$ 为常数； $p_{[j]}^A$ 代表排在第 r 个位置工件的实际加工时间。

$C_j(\pi)$, C_{\max} , $\sum C_j$, $\sum C_j^\delta$, $\sum w_j C_j$, L_{\max} , d_j 分别表示工件 J_j 的完工时间；最大完工时间；总完工时间；总完工时间 δ 次方之和；加权完工时间；最大延误时间和工件 J_j 的工期。用三参数表示法，本文研究的问题可表示为：

$$1 | p_{jr}^A(t) = \alpha_j (b + ct) r^a, s_{\text{psd}}, q_{\text{psd}} | \gamma$$

引理 1: 如果工件 J_j 在 $t_0 \geq 0$ 时开始加工，则：

$$p_j^A = \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_j j^a \prod_{i=1}^{j-1} (1 + c \alpha_i i^a) \quad (4)$$

证明过程同 Wang [7]，此处不做过多赘述。

引理 2: 给定排序 $\pi = [J_1, J_2, \dots, J_n]$ ，问题1 $| p_{jr}^A(t) = \alpha_j (b + ct) r^a, s_{\text{psd}}, q_{\text{psd}} | \gamma$

工件 J_j 的完工时间为：

$$C_j(\pi) = \sum_{i=1}^j \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{j-1} b^k \right) + (j-i)\beta \right] p_i^A \quad (5)$$

证明：由等式(1)~(4)，有

$$\begin{aligned} C_j(\pi) &= \sum_{i=1}^j (s_i + q_i + p_i^A) \\ &= (s_1 + q_1 + p_1^A) + (s_2 + q_2 + p_2^A) + \dots + (s_j + q_j + p_j^A) \\ &= p_1^A + [(b+r)p_1^A + p_2^A] + [(b^2+r)(p_1^A + p_2^A) + p_3^A] \\ &\quad + \dots + [(b^{j-1}+r)(p_1^A + \dots + p_{j-1}^A) + p_j^A] \\ &= \sum_{i=1}^j \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{j-1} b^k \right) + (j-i)\beta \right] p_i^A \end{aligned}$$

3. 主要结论

定理 1: 对于问题1 $| p_{jr}^A(t) = \alpha_j (b + ct) r^a, s_{\text{psd}}, q_{\text{psd}} | C_{\max}$ 将工件按照恶化率非减的顺序排列(即：SDR 原则)可得到最优排序。

证明：假设存在最优排序 $\pi = [S_1, J_j, J_k, S_2]$ ，其中工件 J_j 和 J_k 分别在两个相邻的位置， S_1 和 S_2 是部分排序并且可能为空。假定 S_1 中有 $r-1$ 个工件，因此工件 J_j 和 J_k 分别第 r 和 $r+1$ 个位置上，并且假定 $\alpha_j \leq \alpha_k$ 。而排序 $\pi' = [S_1, J_k, J_j, S_2]$ 。分别计算 $C_j(\pi)$ 、 $C_k(\pi)$ 与 $C_j(\pi')$ 、 $C_k(\pi')$ ：

$$\begin{aligned}
C_j(\pi) &= C_{j-1}(\pi) + p_j^A + s_j + q_j \\
&= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta \right] p_i^A \\
&\quad + \alpha_j (b+ct)r^a + b^{(r-1)} \sum_{i=1}^{r-1} p_i^A + \beta \sum_{i=1}^{r-1} p_i^A \\
&= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta + b^{(r-1)} + \beta \right] p_i^A \\
&\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_j r^a \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a)
\end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
C_k(\pi) &= C_j(\pi) + p_k^A + s_k + q_k \\
&= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta + b^{(r-1)} + \beta \right] p_i^A \\
&\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_j r^a \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_j i^a) \\
&\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_j (r+1)^a \prod_{i=1}^r (1 + c \alpha_i i^a) + b^r \sum_{i=1}^r p_i^A + \beta \sum_{i=1}^r p_i^A \\
&= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta + b^{(r-1)} + 2\beta + b^r \right] p_i^A \\
&\quad + (b^r + \beta + 1) \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_j r^a \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \\
&\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_k (r+1)^a (1 + c \alpha_j r^a) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a)
\end{aligned} \tag{7}$$

同理可得：

$$\begin{aligned}
C_j(\pi') &= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta + b^{(r-1)} + 2\beta + b^r \right] p_i^A \\
&\quad + (b^r + \beta + 1) \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_k r^a \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \\
&\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_j (r+1)^a (1 + c \alpha_k r^a) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a)
\end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
C_k(\pi') &= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta + b^{(r-1)} + \beta \right] p_i^A \\
&\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_k r^a \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a)
\end{aligned} \tag{9}$$

由(7)和(8)可得：

$$\begin{aligned}
C_j(\pi') - C_k(\pi) &= (b^r + \beta + 1) \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c r^a (\alpha_k - \alpha_j) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \\
&\quad - \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c (r+1)^a (\alpha_k - \alpha_j) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \\
&= \left[(b^r + \beta + 1) r^a - (r+1)^a \right] \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c (\alpha_k - \alpha_j) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a)
\end{aligned}$$

因为 $\alpha_j \leq \alpha_k$ 且 $(r+1)^a \leq r^a$ 。所以 $C_j(\pi') - C_k(\pi) \geq 0$ 。即： $C_j(\pi') \geq C_k(\pi)$ 。

同理可证 $C_k(\pi') \geq C_j(\pi)$ 。

因此，将工件按照恶化率非减的顺序排列(即：SDR 原则)可得到最优排序。

定理 2: 对于问题 $1|p_{jr}^A(t) = \alpha_j(b+ct)r^a, s_{\text{psd}}, q_{\text{psd}}|\sum C_j$ 将工件按照恶化率非减的顺序排列(即：SDR 原则)可得到最优排序。

证明：在定理 1 的证明中，因为 $\alpha_j \leq \alpha_k$ 得出：

$$C_j(\pi') \geq C_k(\pi) \text{ 以及 } C_k(\pi') \geq C_j(\pi)$$

因此：当 $\alpha_j \leq \alpha_k$ 时，有 $C_j(\pi') + C_k(\pi') \geq C_j(\pi) + C_k(\pi)$ ，证毕。

定理 3: 对于问题 $1|p_{jr}^A(t) = \alpha_j(b+ct)r^a, s_{\text{psd}}, q_{\text{psd}}|\sum C_j^\delta$ ， $(\delta \geq 0)$ 将工件按照恶化率非减的顺序排列(即：SDR 原则)可得到最优排序。

证明：在定理 1 的证明中，因为 $\alpha_j \leq \alpha_k$ 得出：

$$C_j(\pi') \geq C_k(\pi) \text{ 以及 } C_k(\pi') \geq C_j(\pi)$$

由此可得： $C_j^\delta(\pi') \geq C_k^\delta(\pi)$ 以及 $C_k^\delta(\pi') \geq C_j^\delta(\pi)$

因此：当 $\alpha_j \leq \alpha_k$ 时，有 $C_j^\delta(\pi') + C_k^\delta(\pi') \geq C_j^\delta(\pi) + C_k^\delta(\pi)$ ，证毕。

定理 4: 对于问题 $1|p_{jr}^A(t) = \alpha_j(b+ct)r^a, s_{\text{psd}}, q_{\text{psd}}|\sum w_j C_j$ ，如果任意的工件都满足 $\alpha_j \leq \alpha_k$ 时有 $w_j \geq w_k$ ，将工件按照 $\frac{\alpha_j}{w_j}$ 非减的顺序排列(即：WSDR 原则)可得到最优排序。

证明：由定理 1 的证明可知在排序 π 和排序 π' 下工件 J_j 和工件 J_k 的完工时间分别为：

$$\begin{aligned} C_j(\pi) &= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta + b^{(r-1)} + \beta \right] p_i^A \\ &\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_j r^a \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \\ C_k(\pi) &= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta + b^{(r-1)} + 2\beta + b^r \right] p_i^A \\ &\quad + (b^r + \beta + 1) \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_j r^a \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \\ &\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_k (r+1)^a (1 + c \alpha_j r^a) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \\ C_j(\pi') &= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta + b^{(r-1)} + 2\beta + b^r \right] p_i^A \\ &\quad + (b^r + \beta + 1) \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_k r^a \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \\ &\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_j (r+1)^a (1 + c \alpha_k r^a) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \\ C_k(\pi') &= \sum_{i=1}^{r-1} \left[\left(1 + \sum_{k=i}^{r-2} b^k \right) + (r-1-i)\beta + b^{(r-1)} + \beta \right] p_i^A \\ &\quad + \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) c \alpha_k r^a \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c \alpha_i i^a) \end{aligned}$$

因此只需证明 $w_j C_j(\pi) + w_k C_k(\pi) \leq w_j C_j(\pi') + w_k C_k(\pi')$ 即可。

$$\begin{aligned}
& [w_j C_j(\pi') + w_k C_k(\pi')] - [w_j C_j(\pi) + w_k C_k(\pi)] \\
&= w_j [C_j(\pi') - C_j(\pi)] + w_k [C_k(\pi') - C_k(\pi)] \\
&= w_j [C_j(\pi') - C_j(\pi)] - w_k [C_k(\pi) - C_k(\pi')] \\
&= w_j \left\{ \sum_{i=1}^{r-1} (\beta + b^r) p_i^A + [(\beta + b^r + 1)\alpha_k - \alpha_j] r^a \right. \\
&\quad \left. + \alpha_j (r+1)^a (1 + c\alpha_k r^a) \right\} c \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c\alpha_i i^a) \\
&\quad - w_k \left\{ \sum_{i=1}^{r-1} (\beta + b^r) p_i^A + [(\beta + b^r + 1)\alpha_j - \alpha_k] r^a \right. \\
&\quad \left. + \alpha_k (r+1)^a (1 + c\alpha_j r^a) \right\} c \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c\alpha_i i^a) \\
&= (w_j - w_k) \sum_{i=1}^{r-1} (\beta + b^r) p_i^A \\
&\quad + (w_j - w_k) c \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c\alpha_i i^a) \{ (\alpha_k - \alpha_j) [(\beta + b^r + 2)r^a - (r+1)^a] \}
\end{aligned}$$

因为 $\frac{\alpha_j}{w_j} \leq \frac{\alpha_k}{w_k}$, $(r+1)^a \leq r^a$, $\alpha_j \leq \alpha_k$, 并且 $w_k \leq w_j$, 有:

$$(w_j - w_k) \sum_{i=1}^{r-1} (\beta + b^r) p_i^A \geq 0$$

$$(w_j - w_k) c \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) \geq 0$$

$$\prod_{i=1}^{r-1} (1 + c\alpha_i i^a) \{ (\alpha_k - \alpha_j) [(\beta + b^r + 2)r^a - (r+1)^a] \} \geq 0$$

所以:
$$(w_j - w_k) \sum_{i=1}^{r-1} (\beta + b^r) p_i^A + (w_j - w_k) c \left(t_0 + \frac{b}{c} \right) \prod_{i=1}^{r-1} (1 + c\alpha_i i^a) \{ (\alpha_k - \alpha_j) [(\beta + b^r + 2)r^a - (r+1)^a] \} \geq 0$$

即: $[w_j C_j(\pi') + w_k C_k(\pi')] - [w_j C_j(\pi) + w_k C_k(\pi)] \geq 0$

所以: $w_j C_j(\pi) + w_k C_k(\pi) \leq w_j C_j(\pi') + w_k C_k(\pi')$, 证毕。

定理 5: 对于问题 1 $|p_{jr}^A(t) = \alpha_j (b + ct)r^a, s_{psd}, q_{psd}|L_{\max}$ 如果工件的恶化率与工期是同序的, 即任意的工件都满足 $\alpha_j \leq \alpha_k$ 时都有 $d_j \leq d_k$ 。则将工件按照 d_j 非减的顺序排列(即: EDD 原则)可得到最优排序。

证明: 在定理 1 证明中陈述的排序 π 和排序 π' 下工件 J_j 和工件 J_k 的延误时间分别为:

$$L_j(\pi) = C_j(\pi) - d_j; \quad L_k(\pi) = C_k(\pi) - d_k$$

$$L_j(\pi') = C_j(\pi') - d_j; \quad L_k(\pi') = C_k(\pi') - d_k$$

如果 $d_j \leq d_k$, 则 $L_j(\pi') - L_k(\pi') = [C_j(\pi') - C_k(\pi')] + (d_k - d_j) \geq 0$ 即: $L_j(\pi') \geq L_k(\pi')$

由定理 1 知, $\alpha_j \leq \alpha_k$, 那么有:

$$L_j(\pi') - L_k(\pi) = [C_j(\pi') - C_k(\pi)] + (d_k - d_j) \geq 0 \text{ 即: } L_j(\pi) \geq L_k(\pi)$$

$$L_j(\pi') - L_j(\pi) = [C_j(\pi') - C_j(\pi)] + (d_j - d_j) \geq 0 \text{ 即: } L_j(\pi') \geq L_j(\pi)$$

因此: $\max\{L_j(\pi'), L_k(\pi')\} \geq \max\{L_j(\pi), L_k(\pi)\}$, 证毕。

4. 结论

本文讨论了同时带有学习效应、恶化效应以及非线性安装时间和送出时间的单机排序问题。工件的安装时间和送出时间不仅与工件的加工位置有关,还依赖于已加工完成工件的实际加工时间。证明了最小化完工时间问题、最小化总完工时间问题以及最小化总完工时间次方之和的问题按照 SDR 原则即可得到最优排序。同时证明了加权完工时间问题和最大延误时间问题在满足某些条件下多项式时间可解。对于带有学习效应、恶化效应以及非线性安装时间和送出时间的其他目标函数,如:极小化 TADC 和 TADW 问题也正在研究中。

参考文献 (References)

- [1] Allahverdi, A., Gupta, J.N.D. and Aldowaisan, T. (1999) A Review of Scheduling Research Involving Setup Consideration. *Omega*, **27**, 219-239. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(98\)00042-5](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(98)00042-5)
- [2] Koulamas, C. and Kyparisis, G.J. (2008) Single-Machine Scheduling Problems with Past-Sequence-Dependent Setup Times. *European Journal of Operational Research*, **187**, 68-72. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.03.066>
- [3] Yeh, Y., Low, C.Y. and Lin, W.Y. (2015) Single Machine Scheduling with Time-Dependent Learning Effect and Non-Linear Past-Sequence-Dependent Setup times. *JAMP*, **3**, 10-15. <https://doi.org/10.4236/jamp.2015.31002>
- [4] Biskup, D. (1999) Single-Machine Scheduling with Learning Consideration. *European Journal of Operational Research*, **115**, 173-178. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00246-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00246-X)
- [5] Kuo, W.H. and Yang, D.L. (2007) Single-Machine Scheduling with Past-Sequence-Dependent Setup and Learning Effects. *Information Processing Letters*, **102**, 22-26. <https://doi.org/10.1016/j.ipl.2006.11.002>
- [6] Wang, J.B. (2008) Single-Machine Scheduling with Past-Sequence-Dependent Setup Times and Time-Dependent Learning Effect. *Computers & Industrial Engineering*, **55**, 584-591. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.01.017>
- [7] Wang, J.B., Jiang, Y. and Wang, G. (2009) Single-Machine Scheduling with Past-Sequence-Dependent Setup Times and Effects of Deterioration and Learning. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **41**, 1221-1226. <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1512-7>
- [8] Yang, D.L. and Kuo, W.H. (2010) Some Scheduling Problems with Deteriorating Jobs and Learning Effects. *Computers & Industrial Engineering*, **58**, 25-28. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2009.06.016>
- [9] Huang, X., Li, G., Huo, Y.Z. and Ji, P. (2013) Single Machine Scheduling with General Time-Dependent Deterioration, Position-Dependent Learning and Past-Sequence-Dependent Setup Times. *Optimization Letters*, **7**, 1793-1804. <https://doi.org/10.1007/s11590-012-0522-4>
- [10] Lee, W.C. (2014) Single-Machine Scheduling with Past-Sequence-Dependent Setup Times and General Effects of Deterioration and Learning. *Optimization Letters*, **8**, 135-144. <https://doi.org/10.1007/s11590-012-0481-9>
- [11] Cheng, T.C.E., Hsu, C.J., Huang, Y.C. and Lee, W.C. (2011) Single-Machine Scheduling with Deteriorating Jobs and Setup Times to Minimize the Maximum Tardiness. *Computers & Operations Research*, **38**, 1760-1765. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2010.11.014>
- [12] Koulamas, C. and Kyparisis, G.J. (2010) Single-Machine Scheduling Problems with Past-Sequence-Dependent Delivery Times. *International Journal of Production Economics*, **126**, 264-266. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.03.016>
- [13] Yang, S.J. and Yang, D.L. (2012) Single-Machine Scheduling Problems with Past-Sequence-Dependent Delivery Times and Position-Dependent Processing Times. *Journal of the Operational Research Society*, **63**, 1508-1515. <https://doi.org/10.1057/jors.2011.155>

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：pm@hanspub.org