

Sets:

$\mathcal{P} = \{1, \dots, P\}$ مجموعه کلاس محصولات

$\mathcal{K} = \{1, \dots, K\}$ مجموعه ماشین ها

$\mathcal{T} = \{1, \dots, T\}$ مجموعه دوره ها

$\mathcal{F} = \{M, R\}$ مجموعه متدهای مختلف تولید (M) و بازتولید (R)

$\mathcal{O}_{ij} = \{k(1), k(2), \dots, k(j), \dots, k(O_i)\}$

مجموعه دستورات ij ، ماشین های فرایند تولید محصولات نهایی از کلاس محصولات خام و بازتولیدی

Parameters:

q_{ik}^f زمان پردازش اسمی محصول $i \in \mathcal{P}$ روی ماشین $k \in \mathcal{O}_i$ با متد تولیدی $f \in \mathcal{F}$

\tilde{e}_{ik}^f ماکزیمم زمان فشرده سازی محصول $i \in \mathcal{P}$ روی ماشین $k \in \mathcal{O}_i$ با متد تولیدی $f \in \mathcal{F}$

r_{it} : تعداد محصولات برگشت خورده از کلاس $i \in \mathcal{P}$ در دوره $t \in \mathcal{T}$

d_{it} : تقاضای کلاس محصولات $i \in \mathcal{P}$ در دوره $t \in \mathcal{T}$

v_{it}^f : هزینه ی واحد تولید هر واحد از کلاس محصولات $i \in \mathcal{P}$ در دوره $t \in \mathcal{T}$ با متد تولیدی $f \in \mathcal{F}$ در دوره $t \in \mathcal{T}$

w_{it}^f : هزینه ی راه اندازی تولید و بازتولید هر واحد از کلاس محصولات $i \in \mathcal{P}$ با متد تولیدی $f \in \mathcal{F}$ در دوره $t \in \mathcal{T}$

hR_{it} : هزینه ی نگهداری محصولات برگشت خورده از کلاس $i \in \mathcal{P}$ در دوره $t \in \mathcal{T}$

h_{it}^s : هزینه ی نگهداری محصولات قابل مصرف از کلاس $i \in \mathcal{P}$ در دوره $t \in \mathcal{T}$

C_t : ماکزیمم زمان در دسترس در دوره $t \in \mathcal{T}$ (ظرفیت تولید)

CP_K : هزینه ی مصرف واحد انرژی به ازای یک واحد پردازش کار روی ماشین k

CI_K : هزینه ی مصرف واحد انرژی به ازای یک واحد زمان انتظار در حالت آماده به کار روی ماشین k

CC_K : هزینه ی مصرف واحد انرژی به ازای یک واحد زمان فشرده سازی شده از زمان پردازش روی ماشین k

ψ : یک عدد بزرگ و مثبت

\tilde{I}_{it} : ظرفیت تعریفی برای محصولات تولیدی و بازتولیدی در دوره ی $t \in \mathcal{T}$

\tilde{S}_{ijk}^f : زمان های ستاپ وابسته به توالی و ماشین برای هر دستور ij روی ماشین $k \in \mathcal{O}_i$

$\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$: احتمالات نقض محدودیت های شانسی

Integer variables:

$X_{it}^f \geq 0$: متغیر تولید و بازتولید محصول از کلاس $i \in \mathcal{P}$ در دوره ی $t \in \mathcal{T}$ با متد تولیدی $f \in \mathcal{F}$

$IR_{it} \geq 0$: متغیر موجودی محصولات برگشت خورد $i \in \mathcal{P}$ در دوره ی $t \in \mathcal{T}$

$I_{it}^s \geq 0$: متغیر موجودی محصولات قابل مصرف $i \in \mathcal{P}$ در دوره ی $t \in \mathcal{T}$

Continues variables:

C_{PHS} : متغیر هزینه ی کل تولید و بازتولید، نگهداری و راه اندازی

C_E : متغیر هزینه ی انرژی کل

$PT_{ikt}^f \geq 0$: متغیر زمان پردازش

$Z_{ikt}^f \geq 0$: متغیر زمان ذخیره شده حاصل از فشرده سازی زمان پردازش

$ST_{ikt}^f \geq 0$: متغیر زمان شروع تولید و یا بازتولید محصول از کلاس $i \in \mathcal{P}$ در دوره ی $t \in \mathcal{T}$

CO_{kt} : متغیر تکمیل زمان همه ی کارها روی همه ماشین ها در یک دوره

IT_{kt} : متغیر زمان بیکاری ماشین $k \in \mathcal{K}$ در دوره ی $t \in \mathcal{T}$

Binary variable:

$Y_{ijkt}^{fg} \in \{0,1\}$: متغیر باینری اولویت، 1 است اگر در دوره $t \in \mathcal{T}$ روی ماشین $k \in \mathcal{O}_i \cap \mathcal{O}_j$ نسبت به X_{jt}^f اولویت داشته باشد 0 است در غیر این صورت
 $f = g$ اگر $i > j$ و $f \neq g$ اگر $i \geq j$

$\delta_{it}^f \in \{0,1\}$: متغیر باینری راه اندازی، 1 است اگر X_{it}^f غیر خالی در دوره $t \in \mathcal{T}$ روی ماشین $k \in \mathcal{K}$ با متد تولیدی $f \in \mathcal{F}$ تولید شود 0 است در غیر این صورت

min $C_{PHS} + C_E$

$$C_{PHS} = \sum_{t \in \mathcal{T}} \sum_{i \in \mathcal{P}} \sum_{f \in \mathcal{F}} (v_{it}^f X_{it}^f + w_{it}^f \delta_{it}^f) + \sum_{t \in \mathcal{T}} \sum_{i \in \mathcal{P}} E(hR_{it} IR_{it} + h_{it}^S I_{it}^S)$$

$$C_E = \sum_{t \in \mathcal{T}} \sum_{k \in \mathcal{K}} \sum_{i \in \mathcal{P}, k \in \mathcal{O}_i} \sum_{f \in \mathcal{F}} E(CP_k PT_{ikt}^f) + \sum_{t \in \mathcal{T}} \sum_{k \in \mathcal{K}} C_{ik} IT_{kt} + \sum_{t \in \mathcal{T}} \sum_{k \in \mathcal{K}} \sum_{i \in \mathcal{P}, k \in \mathcal{O}_i} \sum_{f \in \mathcal{F}} E(CC_k Z_{ikt}^f)$$

$$IT_{kt} = CO_{kt} - \sum_{i \in \mathcal{P}, k \in \mathcal{O}_i} \sum_{f \in \mathcal{F}} PT_{ikt}^f. \quad \forall t \in \mathcal{T}, \forall k \in \mathcal{K}$$

$$X_{it}^f \leq \psi \delta_{it}^f \quad \forall t \in \mathcal{T}, \forall i \in \mathcal{P}, \forall f \in \mathcal{F}$$

$$pr \left(\sum_{f \in \mathcal{F}} X_{it}^f \geq \tilde{\Gamma}_{it} * \delta_{it}^f \right) \geq 1 - \rho_1 \quad \forall t \in \mathcal{T}, \forall i \in \mathcal{P}, \forall f \in \mathcal{F}$$

$$I_{i(t-1)}^S - I_{it}^S + \sum_{f \in \mathcal{F}} x_{it}^f = d_{it} \quad \forall t \in \mathcal{T}, \forall i \in \mathcal{P}, \forall f \in \mathcal{F}$$

$$IR_{it} - IR_{i(t-1)} + x_{it}^R = r_{it} \quad \forall t \in \mathcal{T}, \forall i \in \mathcal{P}, \forall f \in \mathcal{F}$$

$$PT_{ikt}^f = q_{ik}^f X_{ik}^f - Z_{ikt}^f \quad \forall t \in \mathcal{T}, \forall k \in \mathcal{K}, \forall i \in \mathcal{P}: \mathcal{O}_i \cap \{k\} \neq \emptyset, \forall f \in \mathcal{F}$$

$$pr(Z_{ikt}^f \leq \tilde{e}_{ik}^f X_{ik}^f) \geq 1 - \rho_2 \quad \forall t \in \mathcal{T}, \forall k \in \mathcal{K}, \forall i \in \mathcal{P}: \mathcal{O}_i \cap \{k\} \neq \emptyset, \forall f \in \mathcal{F}$$

$$CO_{kt} \leq C_t \quad \forall t \in \mathcal{T}, \forall k \in \mathcal{K}$$

$$ST_{ikt}^f + PT_{ikt}^f \leq CO_{kt} \quad \forall t \in \mathcal{T}, \forall k \in \mathcal{K}, \forall i \in \mathcal{P}: \mathcal{O}_i \cap \{k\} \neq \emptyset, \forall f \in \mathcal{F}$$

$$ST_{ik(j)t}^f + PT_{ik(j)t}^f \leq ST_{ik(j+1)t}^f, \forall t \in \mathcal{T}, \forall i \in \mathcal{P}, \forall k(j), k(j+1) \in \mathcal{O}_i, j = 1, \dots, \mathcal{O}_i - 1$$

$$pr\left(ST_{ikt}^f \geq PT_{jkt}^g + ST_{jkt}^g + \tilde{\mathfrak{S}}_{jik}^g - (2 - \delta_{it}^f - \delta_{jt}^f + Y_{ijkt}^{fg}) * \psi\right) \geq 1 - \rho_3$$

$$\forall t \in \mathcal{T}. \forall k \in \mathcal{K}. \forall f, g \in \mathcal{F}. \forall (i, j) \in \mathcal{P} \quad \mathcal{O}_i \cap \mathcal{O}_i \cap \{k\} \neq \emptyset. ((i \geq j) \wedge (f \neq g)) \vee ((i > j) \wedge (f = g))$$

$$pr(ST_{jkt}^g \geq PT_{ikt}^f + ST_{ikt}^f + \tilde{\mathfrak{S}}_{ijk}^f - (3 - \delta_{it}^f - \delta_{jt}^f + Y_{ijkt}^{fg}) * \psi) \geq 1 - \rho_4$$

$$\forall t \in \mathcal{T}. \forall k \in \mathcal{K}. \forall f, g \in \mathcal{F}. \forall (i, j) \in \mathcal{P} \quad \mathcal{O}_i \cap \mathcal{O}_i \cap \{k\} \neq \emptyset. ((i \geq j) \wedge (f \neq g)) \vee ((i > j) \wedge (f = g))$$