

集合：

T	車次集合
D	工作班集合
I	工作班內車次順序的集合

參數：

ST_t	車次 t 的發車時間， $t \in T$
ET_t	車次 t 的到站時間， $t \in T$
SS_t	車次 t 的發車站， $t \in T$ ， $SS_t \in S$
ES_t	車次 t 的到達站， $t \in T$ ， $ES_t \in S$
SSP_t	車次 t 的發車前準備時間， $t \in T$
ESP_t	車次 t 的到站後準備時間， $t \in T$
AVT	期望平均工時
OTP	每分鐘加班費
CSP	增加一個工作班一日所需成本
M	一極大值

決策變數：

$x_{d,i}^t$	二元變數， $x_{d,i}^t = 1$ ，表示車次 t 是工作班 d 的第 i 個工作車次 $x_{d,i}^t = 0$ ，則否。其中 $t \in T$ ， $d \in D$ ， $i \in I$
st_d	常數變數，為工作班 d 的簽到時間。其中 $d \in D$
et_d	常數變數，為工作班 d 的簽退時間。其中 $d \in D$
ss_d	常數變數，為工作班 d 的簽到車站。其中 $d \in D$
es_d	常數變數，為工作班 d 的簽退車站。其中 $d \in D$
a_d	常數變數， $a_d = 1$ ，表示工作班 d 的存在的； $a_d = 0$ ，則否。其中 $d \in D$
twt_d	常數變數，表示工作班 d 的工時，其中 $d \in D$

目標式：

$$\min \sum_{d \in D} OTP \cdot (twt_d - AVT) + CSP \cdot a_d$$

限制式：

$$\sum_{t \in T} x_{d,i}^t \geq \sum_{t \in T} x_{d,i+1}^t, \quad \forall d \in D, \forall i \in \{1, 2, \dots, |I| - 1\} \quad (1)$$

$$a_d = \sum_{t \in T} x_{d,1}^t, \quad \forall d \in D \quad (2)$$

$$a_d \geq a_{d+1}, \quad \forall d \in D \quad (3)$$

$$st_d = \sum_{t \in T} (ST_t - SSP_t) x_{d,1}^t, \quad \forall d \in D \quad (4)$$

$$ss_d = \sum_{t \in T} SS_t \cdot x_{d,1}^t, \quad \forall d \in D \quad (5)$$

$$et_d \geq \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} (ET_t + ESP_t) x_{d,i}^t, \quad \forall d \in D \quad (6)$$

$$\sum_{t \in T} ES_t \cdot x_{d,i}^t + M \cdot (1 - \sum_{t \in T} x_{d,i}^t + \sum_{t \in T} x_{d,i+1}^t) \geq es_d, \quad \forall d \in D, \forall i \in \{1, 2, \dots, |I| - 1\} \quad (7)$$

$$\sum_{t \in T} ES_t \cdot x_{d,i}^t - M \cdot (1 - \sum_{t \in T} x_{d,i}^t + \sum_{t \in T} x_{d,i+1}^t) \leq es_d, \quad \forall d \in D, \forall i \in \{1, 2, \dots, |I| - 1\} \quad (8)$$

$$\sum_{t \in T} ES_t \cdot x_{d,i}^t + M \cdot (1 - \sum_{t \in T} x_{d,i+1}^t) \geq \sum_{t \in T} SS_t \cdot x_{d,i+1}^t, \quad \forall d \in D, \forall i \in \{1, 2, \dots, |I| - 1\} \quad (9)$$

$$\sum_{t \in T} ES_t \cdot x_{d,i}^t - M \cdot (1 - \sum_{t \in T} x_{d,i+1}^t) \leq \sum_{t \in T} SS_t \cdot x_{d,i+1}^t, \quad (10)$$

$$\forall d \in D, \forall i \in \{1, 2, \dots, |I| - 1\}$$

$$\sum_{t \in T} (ET_t + ESP_t) \cdot x_{d,i}^t - M \cdot \left(1 - \sum_{t \in T} x_{d,i+1}^t\right) \leq \sum_{t \in T} (ST_t - SSP_t) \cdot x_{d,i+1}^t, \quad (11)$$

$$\forall d \in D, \forall i \in \{1, 2, \dots, |I| - 1\}$$

$$\sum_{d \in D} \sum_{i \in I} x_{d,i}^t \geq 1, \quad \forall t \in T \quad (12)$$

$$\sum_{t \in T} x_{d,i}^t \leq 1, \quad \forall d \in D, \forall i \in I \quad (13)$$

$$es_d = a_d, \quad \forall d \in \left\{2k \mid k \in \{1, 2, \dots, \frac{|D|}{2}\}\right\} \quad (14)$$

$$ss_d = a_d, \quad \forall d \in \left\{2k + 1 \mid k \in \{1, 2, \dots, \frac{|D|}{2}\}\right\}$$

$$es_d \leq ss_{d+1} + M \cdot (1 - a_d), \quad \forall d \in D \quad (15)$$

$$es_d \geq ss_{d+1} - M \cdot (1 - a_d), \quad \forall d \in D \quad (16)$$

$$twt_d \geq et_d - st_d, \quad \forall d \in D \quad (17)$$

$$twt_d \geq 400, \quad \forall d \in D \quad (18)$$

$$x_{d,i}^t \in \{0,1\}, \quad \forall t \in T, \forall d \in D, \forall i \in I \quad (19)$$

$$st_d \geq 0, \quad \forall d \in D \quad (20)$$

$$et_d \geq 0, \quad \forall d \in D \quad (21)$$

$$ss_d \geq 0, \quad \forall d \in D \quad (22)$$

$$es_d \geq 0, \quad \forall d \in D \quad (23)$$

本實驗之目標函數，將休息時間全數計入工作時間後，最小化一天營運之人力成本。人力成本包含工作班勤務人員底薪及其加班費。

本實驗之限制式以下分述之：

限制式(1)旨於確保各工作班得排入車次之位置*i*皆依序排入。

限制式(2)當各工作班之第一個位置已排入車次， a_d 才能等於 1

($a_d = 1$ 表示該工作班是存在的)。

限制式(3)旨於確保工作班排班係照工作班號依序排入。

限制式(4)工作班的簽到時間(st_d)應等於第一個工作車次的開始執勤時間減去車次發車前準備時間。

限制式(5)工作班的簽到地點(ss_d)應等於第一個工作車次的開始執勤地點。

限制式(6)工作班的簽退時間(et_d)應該大於每個工作車次的結束執勤時間加上車次到站後準備時間。

。

限制式(7)、(8) 工作班的簽退地點(es_d)應等於最後一個車次的到達站。

限制式(9)、(10)每個工作班的每個位置 i 車次的到達站必須等於第 $i + 1$ 位置車次的發車站。

限制式(11) 第 $i+1$ 位置車次的發車時間及前準備時間必須大於第 i 位置車次的到達時間以及後置準備時間。

限制式(12) 各車次於整個排班結果中，必須至少出現一次。

限制式(13) 每個工作班的每個位置 i 最多只能排入一個車次。

限制式(14) 確保每個工作班都會在兩天內從嘉義出發並回到嘉義。

限制式(15) 、(16) 確保每個工作班間的車班連續。

限制式(17) 、(18) 計算各工作班之值勤時間，若值勤時間小於 AVT(期望平均工時)，其時間視為 AVT(期望平均工時)。

限制式(19)為變數 $x_{d,i}^t$ 的二元變數限制。

限制式(20)、(21)、(22)、(23)分別為變數 st_d 、 et_d 、 ss_d 、 es_d 的非負限制。