

## 第四章 司機員輪值問題模式構建

經由上一章問題描述，司機員輪值問題是在固定人力與考量複雜輪值限制下，決定每月司機員輪值班表，並儘量滿足司機員之期望。本研究將前章整理的輪值軟限制做為本研究決策目標，因此有多個目標，多目標問題求解是相當複雜的，而有鑑於求解的複雜度，因此依這些目標的優先次序，特將問題分為三階段求解，分述如下。模式求解架構如圖 4.1。

第一階段為排休(off-day scheduling)問題，此階段利用數學規劃中的整數規劃求解產生司機員的休假日及工作日，除需符合休假與工作之法規與規則條件外，另對司機員在排班期內休假天數與例假休班天數儘量平均分配，以滿足公平性。

第二階段為輪班(shift scheduling)之限制滿足問題，此階段為運用限制規劃求解產生司機員工作日的值班班別。在這階段先輸入每位司機員輪班期內預排工作及休假班別的资料及第一階段所得之各司機員休假日，再指派值班班別至工作日待指派班別的司機員，此階段除需滿足值班之法規與限制條件，也要考量司機員儘量輪值與組別相同班別的目標。

第三階段為派卡(rostering)之限制滿足問題，此階段先輸入各值班班別內任務卡的資料，再配合第二階段所得之各司機員值班班別，運用限制規劃求解指派任務卡給該值班班別內的司機員，此階段需滿足值班班別中每位司機員需分配到一張任務卡外，另將考量各司機員任務卡平均駕駛時數儘量相同，得到較公平之輪值班表，提高司機員對班表之滿意度。

前述之三階段求解可能會發生第一階段有解而第二階段無解的情況或第二階段有解而第三階段無解的情況。但就本研究的模式而言，司機員輪值問題模式的第一階段排休模式考量了大部分輪值硬限制，而第二階段輪班模式考量之硬限制每位司機員一天只能值一工作班別及第三階段派卡模式考量之硬限制值勤的每位司機員都被分配到一張任務卡兩個硬限制在變數設計時即可滿足，因此若排休模式有解，則第二階段輪班模式及第三階段派卡模式一定有解，而輪班模式的影響只在於決策目標的達成度，也就是司機員是否能夠儘量輪值與其組別一致的班別，並不會求不出解，同樣地，派卡模式的影響只在於司機員駕駛時數是否分配平均，並不會導致模式求不出解，故若排休模式有解，則輪班及派卡模式一定有解，若排休模式無解，則整個模式為無解。而排休模式若發生求不出解的原因應在於人力需求無法滿足的情況下，此時，可將當天需執行但無人執行的任務卡抽出交由可支援的人員執行。

表 4.1 為本研究司機員輪值問題模式各階段概念說明，整理各階段之問題概述、模式求解方法、滿足之硬限制、考量之軟限制、決策目標、模式執行時所需輸入資料、與最後各階段所輸出之結果。其模式構建內容於後三節詳細說明。

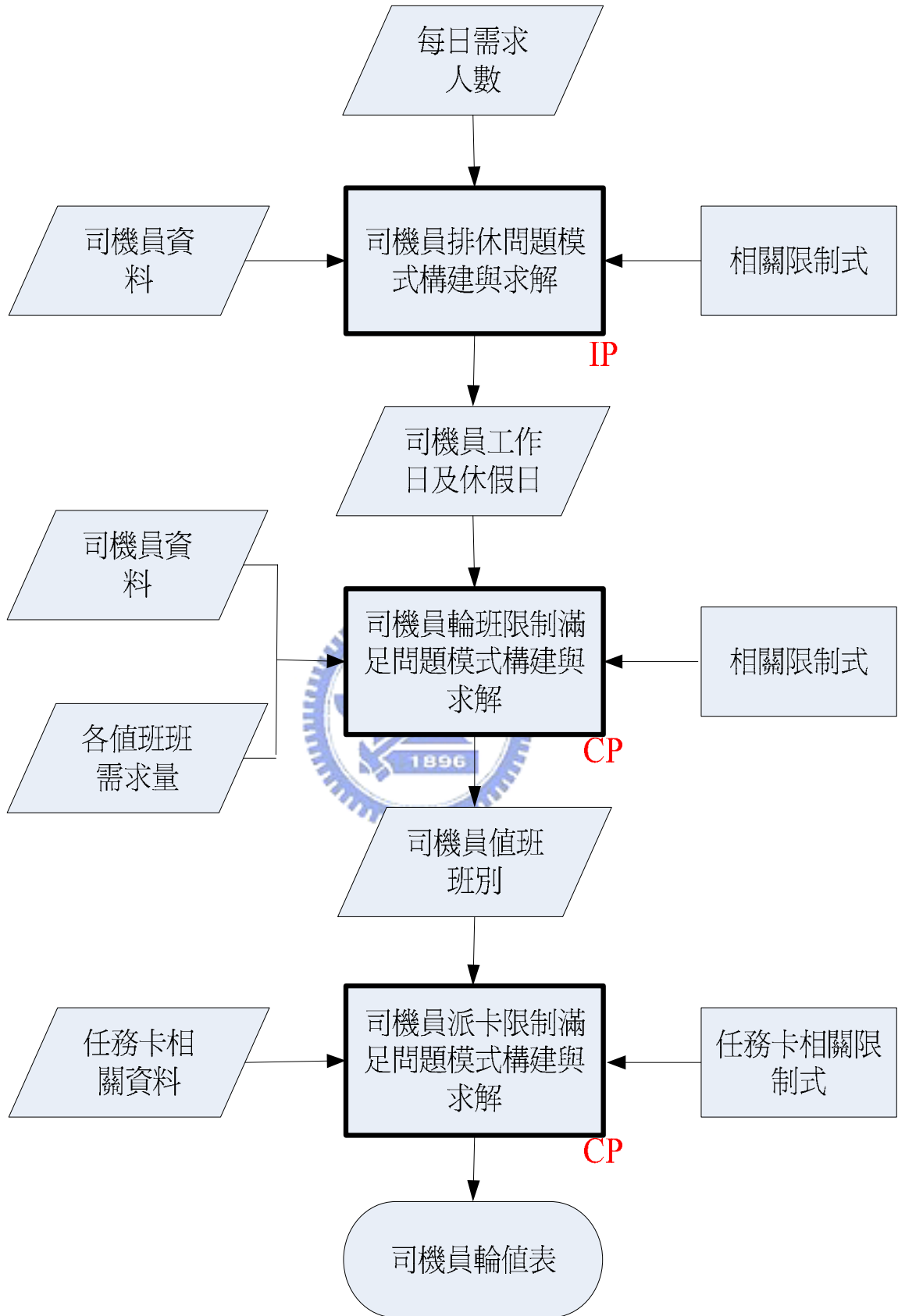


圖 4.1 司機員輪值問題三階段模式架構

表 4.1 本研究模式各階段說明

階段	問題概述	求解方法	滿足之硬限制	考量之軟限制	決策目標	輸入資料	結果
排休模式	為一排休問題。求解各司機員工作日及休假日	整數規劃	預排工作、休假(H1、H2) 人員需求(H3) 連續工作及休假天數(H4、H13) 換班限制(H5、H6、H7、H8、H9、H10) 計畫期間休假數(H14)	休假日天數儘量相同(S1) 例假休班天數儘量相同(S2)	休假日及例假休班天數分配平均	司機員人數、輪班期、預定班別、預定休假日、預定工作日期、每日需求人數	司機員工作日及休假日、總休假數、總例假休班數、
輪班模式	為一輪班限制滿足問題。求解出各司機員上班日輪值的班別	限制規劃	人員需求(H3) 換班限制(H5、H6、H7、H8、H9、H10) 每位司機員一天只能值一工作班別(H11)	司機員儘量輪值與其組別相同的班別(S3)	輪值與預設組別一致的班別	司機員人數、輪班期、司機員的工作日及休假日、班別種類、每日各值班班別的需求	司機員每日輪值班別、
派卡模式	為一指派任務卡之問題。根據輪班模式中求解出的班別做為此階段之輸入資料，將任務卡指派給司機員。	限制規劃	值勤的每位司機員都被分配到一張任務卡(H12)	司機員任務卡平均時數儘量相同(S4、S5、S6)	駕駛時數分配平均	司機員人數、輪班期、司機員每日輪值班別、任務卡編號、任務卡駕駛時數、	司機員每日需執行的任務卡、司機員輪值表、總駕駛時數

## 4.1 司機員排休模式構建

第一階段是在司機員人數、預排資料及每日司機員需求已知的情況下，滿足各司機員預排資料、休假法規限制以及每日司機員的需求人數，求解出各司機員工作日及休假日的結果。由於在此階段是產生各司機員的工作日及休假日，司機員在工作日與休假日中最重視的就是休假日及例假休班天數是否公平，因此本階段採用數學規劃中的整數規劃求解，超休天數的成本依超休天數呈現非線性二次成本，目標為極小化休假日及例假休班超休天數，讓求解出的各司機員休假日及例假休班天數儘量相同，達到公平公正的目標。本研究目標式超休天數範圍是參照實際班表來做決定，以實際班表來說若休假天數以當月休假天數下限  $r$  為基準其休假日超休天數的範圍大都介於零至二天，而例假休班天數若以最少兩天為基準其例假超休天數的範圍大都介於零到三天。

由於夜班較少可支援人力，且對司機員來說值這個班別較累，故在人力分配時，夜班的人力必須充足，也因此可獨立排班。本研究將排休問題分成早午班及夜班二個部分分開求解，早午班司機員排休模式構建如下：

介紹模式前，模式中符號說明如下：

$I$ ：早班司機員集合

$J$ ：午班司機員集合

$D$ ：輪班期天數集合  $D = \{1, 2, \dots, d, \dots, N\}$

$G1$ ：司機員組別為早  $D$  的司機員集合

$G2$ ：司機員組別為早  $C$  及早支的司機員集合

$G3$ ：司機員組別為早  $A$  的司機員集合

$G4$ ：司機員組別為早  $B$  的司機員集合

$H1$ ：司機員組別為午  $C$  及午支的司機員集合

$H2$ ：司機員組別為午  $A$  的司機員集合

$H3$ ：司機員組別為午  $B$  的司機員集合

$H4$ ：司機員組別為午  $D$  的司機員集合

參數

$$\delta_d = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天休假是例假日} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall d \in D$$

$$M\delta_{di} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天早班司機員 } i \text{ 為預排工作或休假} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad d \in D, \forall i \in I$$

$$A\delta_{dj} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天午班司機員 } j \text{ 為預排工作或休假} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad d \in D, \forall j \in J$$

$w_d$ ：第  $d$  天所需值班人數  $\forall d \in D$

$s_d$ ：第  $d$  天預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$

$m_d$  : 第  $d$  天早班所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $ms_d$  : 第  $d$  天早班司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $a_d$  : 第  $d$  天午班所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $as_d$  : 第  $d$  天午班司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $md_d$  : 第  $d$  天早 D 班別所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $m ds_d$  : 第  $d$  天可值早 D 班別之司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $mc_d$  : 第  $d$  天早 C 及早支班別所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $mcs_d$  : 第  $d$  天可值早 C 及早支班別之司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $ma_d$  : 第  $d$  天早 A 班別所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $mas_d$  : 第  $d$  天可值早 A 班別之司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $mb_d$  : 第  $d$  天早 B 班別所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $mbs_d$  : 第  $d$  天可值早 B 班別之司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $mg_d$  : 第  $d$  天早 G 班別所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $mgs_d$  : 第  $d$  天可值早 G 班別之司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $ac_d$  : 第  $d$  天午 C 及午支班別所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $acs_d$  : 第  $d$  天可值午 C 及午支班別之司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $aa_d$  : 第  $d$  天午 A 班別所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $aas_d$  : 第  $d$  天可值午 A 班別之司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $ab_d$  : 第  $d$  天午 B 班別所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $abs_d$  : 第  $d$  天可值午 B 班別之司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $ad_d$  : 第  $d$  天午 D 班別所需值班司機員人數  $\forall d \in D$   
 $ads_d$  : 第  $d$  天可值午 D 班別之司機員預排休假及預排工作人數  $\forall d \in D$   
 $r$  : 當月休假天數下限(平均休假天數小數點後無條件捨去)  $\forall d \in D$

變數

$$x_{di} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天第 } i \text{ 個早班司機員工作} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall d \in D, \forall i \in I$$

$$y_{dj} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天第 } j \text{ 個午班司機員工作} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall d \in D, \forall j \in J$$

$$s1_i : \text{早班第 } i \text{ 位司機員每月超休天數} \quad \forall i \in I \text{ 且 } s1_i \geq 0$$

$$s2_j : \text{午班第 } j \text{ 位司機員每月超休天數} \quad \forall j \in J \text{ 且 } s2_j \geq 0$$

$$v1_i : \text{早班第 } i \text{ 位司機員每月例假超休天數} \quad \forall i \in I \text{ 且 } v1_i \geq 0$$

$$v2_j : \text{午班第 } j \text{ 位司機員每月例假超休天數} \quad \forall j \in J \text{ 且 } v2_j \geq 0$$

$$\mu_{li} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } i \text{ 個早班司機員超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall i \in I$$

$$\mu_{2i} = \begin{cases} 1 & \text{若第}i\text{個早班司機員超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall i \in I$$

$$\mu_{1j} = \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall j \in J$$

$$\mu_{2j} = \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall j \in J$$

$$\lambda_{1i} = \begin{cases} 1 & \text{若第}i\text{個早班司機員例假超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall i \in I$$

$$\lambda_{2i} = \begin{cases} 1 & \text{若第}i\text{個早班司機員例假超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall i \in I$$

$$\lambda_{3i} = \begin{cases} 1 & \text{若第}i\text{個早班司機員例假超休三天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall i \in I$$

$$\lambda_{1j} = \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員例假超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall j \in J$$

$$\lambda_{2j} = \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員例假超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall j \in J$$

$$\lambda_{3j} = \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員例假超休三天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall j \in J$$

以休假及例假休班天數分配公平為目標構建出早午班司機員排休模式如下：

$$\text{Min} \sum_{i \in I} ((\mu_{1i} + 4\mu_{2i}) + (\lambda_{1i} + 4\lambda_{2i} + 9\lambda_{3i})) + \sum_{j \in J} ((\mu_{1j} + 4\mu_{2j}) + (\lambda_{1j} + 4\lambda_{2j} + 9\lambda_{3j})) \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{d \in D} (1 - x_{di}) - r - s1_i = 0 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{d \in D} (1 - y_{dj}) - r - s2_j = 0 \quad \forall j \in J \quad (3)$$

$$\sum_{d \in D} (1 - x_{di}) * \delta_d - 2 - v1_i = 0 \quad \forall i \in I \quad (4)$$

$$\sum_{d \in D} (1 - y_{dj}) * \delta_d - 2 - v2_j = 0 \quad \forall j \in J \quad (5)$$

$$s1_i = 1 * \mu_{1i} + 2 * \mu_{2i} \quad \forall i \in I \quad (6)$$

$$s2_j = 1 * \mu_{1j} + 2 * \mu_{2j} \quad \forall j \in J \quad (7)$$

$$v1_i = 1 * \lambda_{1i} + 2 * \lambda_{2i} + 3 * \lambda_{3i} \quad \forall i \in I \quad (8)$$

$$v2_j = 1 * \lambda_{1j} + 2 * \lambda_{2j} + 3 * \lambda_{3j} \quad \forall j \in J \quad (9)$$

$$\mu_{1i} + \mu_{2i} \leq 1 \quad \forall i \in I \quad (10)$$

$$\mu_{1j} + \mu_{2j} \leq 1 \quad \forall j \in J \quad (11)$$

$$\lambda_{1i} + \lambda_{2i} + \lambda_{3i} \leq 1 \quad \forall i \in I \quad (12)$$

$$\lambda_{1j} + \lambda_{2j} + \lambda_{3j} \leq 1 \quad \forall j \in J \quad (13)$$

$$x_{di} \geq M\delta_{di} \quad \forall_{d,i} \quad (14)$$

$$y_{dj} \geq A\delta_{dj} \quad \forall_{d,j} \quad (15)$$

$$\sum_{i \in I} x_{di} + \sum_{j \in J} y_{dj} = w_d + s_d \quad \forall d \in D \quad (16)$$

$$\sum_{i \in I} x_{di} \geq m_d + ms_d \quad \forall d \in D \quad (17)$$

$$\sum_{j \in J} y_{dj} \geq a_d + as_d \quad \forall d \in D \quad (18)$$

$$\sum_{i \in G1 \cup G2} x_{di} \geq md_d + mds_d \quad \forall d \in D \quad (19)$$

$$\sum_{i \in G1 \cup G2 \cup G3} x_{di} \geq md_d + mds_d + mc_d + mcs_d \quad \forall d \in D \quad (20)$$

$$\sum_{i \in G2 \cup G3 \cup G4} x_{di} \geq ma_d + mas_d + mb_d + mbs_d + mg_d + mgs_d \quad \forall d \in D \quad (21)$$

$$\sum_{i \in G3 \cup G4} x_{di} \geq mb_d + mbs_d + mg_d + mgs_d \quad \forall d \in D \quad (22)$$

$$\sum_{i \in G4} x_{di} \geq mg_d + mgs_d \quad \forall d \in D \quad (23)$$

$$\sum_{j \in H1 \cup H2} y_{dj} \geq ac_d + acs_d \quad \forall d \in D \quad (24)$$

$$\sum_{j \in H1 \cup H2 \cup H3} y_{dj} \geq ac_d + acs_d + aa_d + aas_d \quad \forall d \in D \quad (25)$$

$$\sum_{j \in H2 \cup H3 \cup H4} y_{dj} \geq ab_d + abs_d + ad_d + ads_d \quad \forall d \in D \quad (26)$$

$$\sum_{j \in H3 \cup H4} y_{dj} \geq ad_d + ads_d \quad \forall d \in D \quad (27)$$

$$\sum_d^{d+6} x_{di} \leq 6 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-6)\}, \forall i \in I \quad (28)$$

$$\sum_d^{d+6} y_{dj} \leq 6 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-6)\}, \forall j \in J \quad (29)$$

$$\sum_d^{d+4} (1 - x_{di}) \geq 1 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-4)\}, \forall i \in I \quad (30)$$

$$\sum_d^{d+4} (1 - y_{dj}) \geq 1 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-4)\}, \forall j \in J \quad (31)$$

式(1)為目標式，是以公平性為目標，即在使每位司機員總休假天數及例假休班天數超休最少，亦即使每位司機員總休假天數及例假休班天數分配公平。前章有提到休假規定，其中一項是每月休假數(不含年休及補休)要大於等於每月例假日數，本研究因鑑於人力需求多寡會讓實際休假日不一定能滿足每月休假數要大於等於每月例假日數，因此本研究計算得出每位司機員當月平均可休假日數取下限值 $r$ ，也就是每位司機員休假日數要大於等於當月可休假日數下限 $r$ ，因此式(2)表示早班司機員每月休假數(不含年休及補休) $\geq$ 當月可休假日數下限；式(3)表示午班司機員每月休假數(不含年休及補休) $\geq$ 當月可休假日數下限。前章有提到，實務上排輪值表時，每位司機員例假休班要儘量相同，至少會排兩天，式(4)每位早班司機員例假休班天數至少兩天。式(5)每位午班司機員例假休班天數至少兩天。式(6)、式(7)、式(8)、式(9)、式(10)、式(11)、式(12)及式(13)將超休天數做0-1整數轉換，式(6)將式(2)得到的早班司機員超休天數轉換成是否超休一天及是否超休兩天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的超休天數大都介於零至二天之間，而式(10)讓早班司機員是否超休一天及是否超休兩天的變數只能存在一者或皆不存在；同樣地，式(7)將式(3)得到的午班司機員超休天數轉換成是否超休一天及是否超休兩天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的超休天數大都介於零至二天之間，而式(11)讓午班司機員是否超休一天及是否超休兩天的變數只能存在一者或皆不存在；式(8)將式(4)得到的早班司機員例假超休天數轉換成是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的例假超休天數大都介於零至三天之間，而式(12)讓早班司機員例假是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天的變數只能存在一者或皆不存在；式(9)將式(5)得到的午班司機員例假超休天數轉換成是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的例假超休天數大都介於零至三天之間，而式(13)讓午班司機員例假是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天的變數只能存在一者或皆不存在。式(6)至式(13)將超休天數做0-1轉換是為了讓目標式(1)能將超休天數的成本以平方計算，如此一來，才不會發生一位司機員超休三天和三位司機員超休一天成本是一樣的，也才能達到各司機員休假數及例假休班天數分配的平均。

式(14)與式(15)表示司機員預排工作(如教育訓練、體檢及溫故)及預排休假(年休及補休)之需求，由於對捷運公司來說預排休假是公司願意給員工的或是員工加班換來的，故預排工作及預排休假皆是計入工作日。式(16)表示每日司機員工作人數扣除當日有預排需求的司機員要符合每日值班的司機員需求人數。在本模式中，是需排定早班、午班及動班司機員的工作日，根據訪談整理及簡化模式，所有早班的班別由組別早班的司機員負責，午班的班別由組別午班的司機員負責，動班做為調整，也就是說動班的班別是由早班及午班司機員共同負責。式(17)表示早班司機員每天至少工作人數要滿足每日值早班司機員及預排的需求；而式(18)表示午班司機員每天至少工作人數要滿足每日值午班司機員及預排的需求。表4.2表示早午班司機員組別分類及其可上的班別。



表 4.2 早午班各組別司機員可上班別對照表

司機員組別	可上班別	司機員組別	可上班別
G1	<i>md</i> 、 <i>mc</i> 、 <i>mss</i>	H1	<i>ac</i> 、 <i>aa</i> 、 <i>ass</i>
G2	<i>md</i> 、 <i>mc</i> 、 <i>ma</i> 、 <i>mss</i>	H2	<i>ac</i> 、 <i>aa</i> 、 <i>ab</i> 、 <i>ass</i>
G3	<i>mc</i> 、 <i>ma</i> 、 <i>mb</i> 、 <i>mss</i>	H3	<i>aa</i> 、 <i>ab</i> 、 <i>ad</i>
G4	<i>ma</i> 、 <i>mb</i> 、 <i>mg</i>	H4	<i>ab</i> 、 <i>ad</i>

在前一章有提到，司機員組別是每季排一次，所以是已知資料，為了讓司機員能不致於每次上不同班別而錯亂，同時又要考量各班別可能有人力不足的情形，因此以司機員組別為早 C 為例，其可上的班別選擇為前一個時段班別 *md*（早 D）、和它相同的班別 *mc*（早 C）、同一時段的班別 *mss*（早支）、及下一個時段的班別 *ma*（早 A）。其中式（19）表示人員組別為 G1 及 G2 的司機員需滿足早 D 班別的司機員需求；式（20）表示人員組別為 G1、G2 及 G3 的司機員需滿足早 D、早 C 及早支班別的司機員需求；式（21）表示人員組別為 G2、G3 及 G4 的司機員需滿足早 A、早 B 及早 G 班別的司機員需求；式（22）表示人員組別為 G3 及 G4 的司機員需滿足早 B 及早 G 班別的司機員需求；式（23）表示人員組別為 G4 的司機員需滿足早 G 班別的司機員需求；式（24）表示人員組別為 H1 及 H2 的司機員需滿足午 C 及午支班別的司機員需求；式（25）表示人員組別為 H1、H2 及 H3 的司機員需滿足午 C、午支及午 A 班別的司機員需求；式（26）表示人員組別為 H2、H3 及 H4 的司機員需滿足午 B 及午 D 班別的司機員需求；式（27）表示人員組別為 H3 及 H4 的司機員需滿足午 D 班別的司機員需求。式（28）表示早班司機員連續工作天數最多六天；式（29）表示午班司機員連續工作天數最多六天。式（30）表示早班司機員連續休假天數（不含年休及補休）最多四天；式（31）表示午班司機員連續休假天數（不含年休及補休）最多四天。夜班司機員排休模式類似早午班司機員排休模式詳見附錄三。

## 4.2 司機員輪班限制滿足問題模式構建

於第一階段求解出每位司機員休假日及工作日之後，第二階段主要是決定司機員的工作日若不是預排工作或休假則要值何種值班班別。在構建此階段模式前，會先將第一階段之結果作為此階段的輸入資料或限制式，以進行本階段的求解。

限制滿足問題是由三個部分所組成：變數、變數值域與限制式，主要目的是滿足所有有限條件，求得多組各變數之值。本研究第二階段早午班司機員輪班模式之限制滿足問題構建如下：

### 1. 決策變數：

$$y_{dn} \in \{msA, msB, msC, msD, msG, asA, asB, asC, asD, moA, moB, moC, msS, asS, moS, off, swork, soff\} \quad \forall d \in D, \forall n \in N$$

$N$ ：司機員集合

$D$ ：輪班期天數集合

$y_{dn}$  表示將值班、休假或預排班別指派給  $d$  天之司機員  $n$ 。  $msA$  (早 A),  $msB$  (早 B),  $msC$  (早 C),  $msD$  (早 D),  $msG$  (早 G),  $asA$  (午 A),  $asB$  (午 B),  $asC$  (午 C),  $asD$  (午 D),  $moA$  (動 A),  $moB$  (動 B),  $moC$  (動 C),  $msS$  (早支),  $asS$  (午支),  $moS$  (動支),  $off$  (休假),  $swork$  (預排工作),  $soff$  (預排休假) 為第  $d$  天司機員  $n$  所可能輪值的班別集合。兩階段變數之對應如下表 4.3 所示：

表 4.3 早午班排休及輪班兩階段變數數值對應表

排休模式決策變數 $x_{di}$ 、 $y_{dj}$	輪班模式決策變數 $y_{dn}$
1	$msA, msB, msC, msD, msG, asA, asB, asC, asD, moA, moB, moC, msS, asS, moS$
	$swork$
	$soff$
0	$off$

2.符號定義：

$N$ ：司機員集合

$D$ ：輪班期天數集合

$S_{sw}$ ：第  $d$  天司機員  $n$  有預排工作之集合

$S_{so}$ ：第  $d$  天司機員  $n$  有預排休假之集合

$S_o$ ：第  $d$  天司機員  $n$  有休假之集合 (由第一階段得到的資料)

$I$ ：早班司機員集合

$J$ ：午班司機員集合

$G_1$ ：司機員組別為早 D 的司機員集合

$G_2$ ：司機員組別為早 C 的司機員集合

$G_3$ ：司機員組別為早 A 的司機員集合

$G_4$ ：司機員組別為早 B 的司機員集合

$G_5$ ：司機員組別為早支的司機員集合

$H_1$ ：司機員組別為午 C 的司機員集合

$H_2$ ：司機員組別為午 A 的司機員集合

$H_3$ ：司機員組別為午 B 的司機員集合

$H_4$ ：司機員組別為午 D 的司機員集合

$H_5$ ：司機員組別為午支的司機員集合

$msD\_demand_d$ ：第  $d$  天班別早 D 所需值班人數  $\forall d \in D$

$msC\_demand_d$ ：第  $d$  天班別早 C 所需值班人數  $\forall d \in D$

$msA\_demand_d$ ：第  $d$  天班別早 A 所需值班人數  $\forall d \in D$

$msB\_demand_d$ ：第  $d$  天班別早 B 所需值班人數  $\forall d \in D$

$msG\_demand_d$ ：第  $d$  天班別早 G 所需值班人數  $\forall d \in D$

$msS\_demand_d$  : 第  $d$  天班別早支所需值班人數  $\forall d \in D$   
 $asC\_demand_d$  : 第  $d$  天班別午 C 所需值班人數  $\forall d \in D$   
 $asA\_demand_d$  : 第  $d$  天班別午 A 所需值班人數  $\forall d \in D$   
 $asB\_demand_d$  : 第  $d$  天班別午 B 所需值班人數  $\forall d \in D$   
 $asD\_demand_d$  : 第  $d$  天班別午 D 所需值班人數  $\forall d \in D$   
 $asS\_demand_d$  : 第  $d$  天班別午支所需值班人數  $\forall d \in D$   
 $moA\_demand_d$  : 第  $d$  天班別動 A 所需值班人數  $\forall d \in D$   
 $moB\_demand_d$  : 第  $d$  天班別動 B 所需值班人數  $\forall d \in D$   
 $moC\_demand_d$  : 第  $d$  天班別動 C 所需值班人數  $\forall d \in D$   
 $moS\_demand_d$  : 第  $d$  天班別動支所需值班人數  $\forall d \in D$

### 3. 限制式構建：

於限制式構建前，先提出本研究會使用到的特殊符號與用法，列舉如下：

#### — 邏輯符號：

$x \vee y$  : 表  $x$  “或”  $y$ ，即兩者只需其一成立即可。

$x \wedge y$  : 表  $x$  “且”  $y$ ，即兩者均需成立才可。

$x \Rightarrow y$  : 表若  $x$  成立，則  $y$  會成立。

#### — 限制規劃符號：

$$((statement)) = \begin{cases} 1 & \text{若 statement 為真} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

上式  $((statement))$  為邏輯計數器，用以判斷敘述是否為真，並轉為數值加以計算。

$alldifferent(x)$  : 表示  $x$  變數陣列中每個變數都被指派一個不同的值。

介紹完特殊符號後，以下為本研究限制式之構建。

#### (1) 預排需求

C1 : 司機員預定工作班別 (如教育訓練、體檢)

$$y_{dn} = swork \quad \forall dn \in Ssw$$

C2 : 滿足司機員預先排休之需求 (如年休、補休)

$$y_{dn} = soff \quad \forall dn \in Sso$$

式(C1)及(C2)限制是由第三章 (3.3.2 節) 所述之 H1 及 H2 限制條件衍生而來，滿足了司機員的預排需求，此兩種限制式在此功用是預先確定司機員的預排工作及休假，避免被指派另外的班別。

(2) 休假及部分工作考量因素

C3：第一階段司機員一般休假班別資料

$$y_{dn} = off \quad \forall dn \in So$$

式(C3)限制的資料來源是由第一階段的結果得來的。本限制符合 H4、H13、H14、S1 及 S2 的要求，滿足每位司機員連續工作天數最多六天、連續休假天數（不含年休及補休）最多四天、每月休假數（不含年休及補休）大於等於每月例假日數、休假日天數儘量相同及例假休班天數儘量相同（最少兩天）等工作及休假的相關考量。

(3) 司機員人力需求

C4：早 D 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msD)) = msD\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C5：早 C 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msC)) = msC\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C6：早 A 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msA)) = msA\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C7：早 B 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msB)) = msB\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C8：早 G 班別需求人數

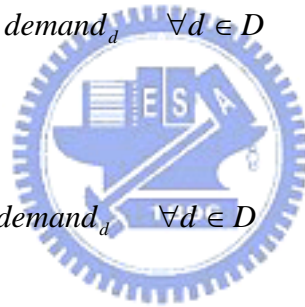
$$\sum_n ((y_{dn} = msG)) = msG\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C9：早支班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msS)) = msS\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C10：午 C 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asC)) = asC\_demand_d \quad \forall d \in D$$



C11：午 A 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asA)) = asA\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C12：午 B 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asB)) = asB\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C13：午 D 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asD)) = asD\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C14：午支班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asS)) = asS\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C15：動 A 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = moA)) = moA\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C16：動 B 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = moB)) = moB\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C17：動 C 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = moC)) = moC\_demand_d \quad \forall d \in D$$

C18：動支班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = moS)) = moS\_demand_d \quad \forall d \in D$$

式(C4)、(C5)、(C6)、(C7)、(C8)、(C9)、(C10)、(C11)、(C12)、(C13)、(C14)、(C15)、(C16)、(C17)、(C18)限制是由 H3 衍生而來的，若這些限制式皆能滿足就可符合每日各班別需求的司機員數。

(4) 工作考慮因素

C19：組別早班的司機員不上午班班別

$$y_{dn} \neq asA \wedge y_{dn} \neq asB \wedge y_{dn} \neq asC \wedge y_{dn} \neq asD \wedge y_{dn} \neq asS \\ \forall d \in D, \forall n \in I$$

式(C19)限制為原限制 S3 的衍生，為組別早班司機員只上早班及動班班別，因此本限制限制早班司機員不能上午班班別。

C20：組別午班的司機員不上早班班別

$$y_{dn} \neq msA \wedge y_{dn} \neq msB \wedge y_{dn} \neq msC \wedge y_{dn} \neq msD \wedge y_{dn} \neq msG \\ \wedge y_{dn} \neq msS \\ \forall d \in D, \forall n \in J$$

式(C20)限制為原限制 H5、H8 及 S3 的衍生，為組別午班司機員只上午班及動班班別，因此限制式限制組別午班司機員不得上早班班別。

C21：組別早 D 的司機員不上早 A、早 B 及早 G 班別

$$y_{dn} \neq msA \wedge y_{dn} \neq msB \wedge y_{dn} \neq msG \quad \forall d \in D, \forall n \in G1$$

式(C21)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早 D 司機員只上早 D、早 C 及早支三種班別，因此組別早 D 的司機員不上早 A、早 B 及早 G 班別。

C22：組別早 C 的司機員不上早 B 及早 G 班別

$$y_{dn} \neq msB \wedge y_{dn} \neq msG \quad \forall d \in D, \forall n \in G2$$

式(C22)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早 C 司機員只上早 D、早 C、早 A 及早支四種班別，因此組別早 C 的司機員不上早 B 及早 G 班別。

C23：組別早 A 的司機員不上早 D 及早 G 班別

$$y_{dn} \neq msD \wedge y_{dn} \neq msG \quad \forall d \in D, \forall n \in G3$$

式(C23)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早 A 司機員只上早 C、早 A、早 B 及及早支四種班別，因此組別早 A 的司機員不上早 D 及早 G 班別。

C24：組別早 B 的司機員不上早 D、早 C 及早支班別

$$y_{dn} \neq msD \wedge y_{dn} \neq msC \wedge y_{dn} \neq msS \quad \forall d \in D, \forall n \in G4$$

式(C24)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早 B 司機員只上早 A、早 B 及早 G 三種班別，因此組別早 B 的司機員不上早 D、早 C 及早支班別。

C25：組別早支的司機員不上早 B 及早 G 班別

$$y_{dn} \neq msB \wedge y_{dn} \neq msG \quad \forall d \in D, \forall n \in G5$$

式(C25)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早支司機員值班時段和早 C 相同，因此只上早 D、早 C、早 A 及早支四種班別，故組別早支的司機員不上早 B 及早 G 班別。

C26：組別午 C 的司機員不上午 B 及午 D 班別

$$y_{dn} \neq asB \wedge y_{dn} \neq asD \quad \forall d \in D, \forall n \in H1$$

式(C26)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午 C 司機員只上午 C、午 A 及午支三種班別，因此組別午 C 的司機員不上午 B 及午 D 班別。

C27：組別午 A 的司機員不上午 D 班別

$$y_{dn} \neq asD \quad \forall d \in D, \forall n \in H2$$

式(C27)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午 A 司機員只上午 C、午 A、午 B 及午支四種班別，因此組別午 A 的司機員不上午 D 班別。

C28：組別午 B 的司機員不上午 C 及午支班別

$$y_{dn} \neq asC \wedge y_{dn} \neq asS \quad \forall d \in D, \forall n \in H3$$

式(C28)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午 B 司機員只上午 A、午 B 及午 D 三種班別，因此組別午 B 的司機員不上午 C 及午支班別。

C29：組別午 D 的司機員不上午 C、午 A 及午支班別

$$y_{dn} \neq asC \wedge y_{dn} \neq asA \wedge y_{dn} \neq asS \quad \forall d \in D, \forall n \in H4$$

式(C29)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午 D 司機員只上午 B 及午 D 二種班別，因此組別午 D 的司機員不上午 C、午 A 及午支班別。

C30：組別午支的司機員不上午 B 及午 D 班別

$$y_{dn} \neq asB \wedge y_{dn} \neq asD \quad \forall d \in D, \forall n \in H5$$

式(C30)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午支司機員值班時段和午 C 相同，因此只上午 C、午 A 及午支三種班別，故組別午支的司機員不上午 B 及午 D 班別。

#### 4.搜尋策略：

雖然有式(C19)至(C30)幫助達成司機員儘量值同一班別，但這些限制似乎只能讓司機員儘量值某幾個班別，因此本研究在輪班模式加上搜尋策略，期更能達到司機員儘量輪值與其組別同一班別。本研究的搜尋策略首先建構不同組別司機員上不同班別會有不同懲罰值的資料，跟自己預設組別時段愈接近者懲罰值愈小，時段差愈多者懲罰值愈大，以班別對應司機員懲罰值最小者優先指派。夜班司機員輪班模式詳見附錄四。

#### 4.3 司機員派卡限制滿足問題模式構建

於第二階段求解出每位司機員休假日及工作日應值的班別之後，第三階段主要是決定司機員在其值班時，要值那一張任務卡。在構建此階段模式前，會先將第二階段之結果作為此階段的輸入資料，以進行本階段的求解。早午班司機員派卡模式構建如下：

##### 1.決策變數：

$z_{dn} \in \{ msA1, msA2, msA3, msA4, msA5, msA6, msB1, msB2, msB3, msB4, msC1, msC2, msD1, msD2, msD3, msG1, asA1, asA2, asA3, asA4, asB1, asB2, asB3, asB4, asB5, asB6, asB7, asC1, asC2, asC3, asC4, asD1, moA1, moB1, moC1, moC2, moC3, msS1, msS2, asS1, asS2, msA11, msA12, msA13, msA14, msA15, msA16, msB11, msB12, msB13, msB14, msC11, msC12, msD11, msG11, asA11, asA12, asA13, asA14, asA15, asA16, asB11, asB12, asB13, asB14, asB15, asB16, asC11, asC12, asC13, moA11, moA12, moA13, msS11, msS12, asS11, asS12, msA21, msA22, msA23, msA24, msA25, msA26, msB21, msB22, msB23, msB24, msC21, msC22, msD21, msD22, msD23, msG21, asA21, asA22, asA23, asA24, asB21, asB22, asB23, asB24, asB25, asB26, asB27, asC21, asC22, asC23, asC24, asD21, moA21, moB21, msS21, msS22, asS21, asS22, msA31, msA32, msA33, msA34, msA35, msA36, msB31, msB32, msB33, msB34, msC31, msC32, msD31, msG31, asA31, asA32, asA33, asA34, asA35, asA36, asB31, asB32, asB33, asB34, asB35, asB36, asC31, asC32, asC33, moA31, moA32, moA33, msS31, msS32, asS31, asS32, moS, off1, off2, off3, off4, off5, off6, off7, off8, off9, off10, off11, off12, off13, off14, off15, off16, off17, off18, swork1, swork2, swork3, swork4, swork5, soff1, soff2, soff3, soff4, soff5 \}$   $\forall d \in D, \forall n \in N$

$N$ ：司機員集合

$D$ ：輪班期天數集合

上式將任務卡指派給第  $d$  天之司機員  $n$ ，記為  $z_{dn}$ ，即每位司機員於那天值何張任務卡，其值域皆為任務卡代號。若  $z_{dn} = msA1$  表示第  $d$  天司機員  $n$  應值勤任務卡  $msA1$ ，其他以此類推，不再贅述。第二階段及第三階段之變數對應值如下表所示：



表 4.4 早午班輪班及派卡兩階段變數數值對應表

輪班模式決策變數 $y_{dn}$	派卡模式決策變數 $z_{dn}$
<i>msA</i>	<i>msA1, msA2, msA3, msA4, msA5, msA6, msA11, msA12, msA13, msA14, msA15, msA16, msA21, msA22, msA23, msA24, msA25, msA26, msA31, msA32, msA33, msA34, msA35, msA36</i>
<i>msB</i>	<i>msB1, msB2, msB3, msB4, msB11, msB12, msB13, msB14, msB21, msB22, msB23, msB24, msB31, msB32, msB33, msB34</i>
<i>msC</i>	<i>msC1, msC2, msC11, msC12, msC21, msC22, msC31, msC32</i>
<i>msD</i>	<i>msD1, msD2, msD3, msD11, msD21, msD22, msD23, msD31</i>
<i>msG</i>	<i>msG1, msG11, msG21, msG31</i>
<i>msS</i>	<i>msS1, msS2, msS11, msS12, msS21, msS22, msS31, msS32</i>
<i>asA</i>	<i>asA1, asA2, asA3, asA4, asA11, asA12, asA13, asA14, asA15, asA16, asA21, asA22, asA23, asA24, asA31, asA32, asA33, asA34, asA35, asA36</i>
<i>asB</i>	<i>asB1, asB2, asB3, asB4, asB5, asB6, asB7, asB11, asB12, asB13, asB14, asB15, asB16, asB21, asB22, asB23, asB24, asB25, asB26, asB27, asB31, asB32, asB33, asB34, asB35, asB36</i>
<i>asC</i>	<i>asC1, asC2, asC3, asC4, asC11, asC12, asC13, asC21, asC22, asC23, asC24, asC31, asC32, asC33</i>
<i>asD</i>	<i>asD1, asD21</i>
<i>asS</i>	<i>asS1, asS2, asS11, asS12, asS21, asS22, asS31, asS32</i>
<i>moA</i>	<i>moA1, moA11, moA12, moA13, moA21, moA31, moA32, moA33</i>
<i>moB</i>	<i>moB1, moB21</i>
<i>moC</i>	<i>moC1, moC2, moC3</i>
<i>moS</i>	<i>moS</i>
<i>swork</i>	<i>swork1, swork2, swork3, swork4, swork5,</i>
<i>soff</i>	<i>soff1, soff2, soff3, soff4, soff5</i>
<i>off</i>	<i>off1, off2, off3, off4, off5, off6, off7, off8, off9, off10, off11, off12, off13, off14, off15, off16, off17, off18</i>

2.符號定義：

$N$ ：司機員集合

$D$ ：輪班期天數集合

日期型態不同，旅客需求也會不同，也導致列車班次及任務卡會依日期型態而不

同，因此任務卡的資料可以依日期不同可分成四類：平平代表的是今天是平常日，明天也是平常日；日日代表的是今天是例假日，明天也是例假日；平日代表的是今天是平常日，明天是例假日；日平代表的是今天是例假日，明天是平常日。其符號使用如下：

$M0$ ：日期類型為今天是平常日，明天也是平常日的日期集合

$M1$ ：日期類型為今天是例假日，明天也是例假日的日期集合

$M2$ ：日期類型為今天是平常日，明天是例假日的日期集合

$M3$ ：日期類型為今天是例假日，明天是平常日的日期集合

### 3.限制式構建：

每一個值班的司機員應被分配到一張任務卡執行勤務，本階段利用第一、二階段之司機員值班表對應值班班別內的任務卡，求解出每位司機員應執行的任務卡，此階段所考慮之限制整理如下：

$C31$ ：日期需求類別為平平，班別為早 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msA) \Rightarrow (z_{dn} = msA1) \vee (z_{dn} = msA2) \vee (z_{dn} = msA3) \vee (z_{dn} = msA4) \\ \vee (z_{dn} = msA5) \vee (z_{dn} = msA6)$$

$$\forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C31)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別早 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早 A 的話，將執行  $msA1, msA2, msA3, msA4, msA5, msA6$  六張任務卡中的其中一張。

$C32$ ：日期需求類別為平平，班別為早 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msB) \Rightarrow (z_{dn} = msB1) \vee (z_{dn} = msB2) \vee (z_{dn} = msB3) \vee (z_{dn} = msB4)$$

$$\forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C32)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別早 B 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早 B 的話，將執行  $msB1, msB2, msB3, msB4$  四張任務卡中的其中一張。

$C33$ ：日期需求類別為平平，班別為早 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msC) \Rightarrow (z_{dn} = msC1) \vee (z_{dn} = msC2) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C33)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別早 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早 C 的話，將執行  $msC1, msC2$  二張任務卡中的其中一張。

$C34$ ：日期需求類別為平平，班別為早 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msD) \Rightarrow (z_{dn} = msD1) \vee (z_{dn} = msD2) \vee (z_{dn} = msD3)$$

$$\forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C34)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別早 D 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早 D 的話，將執行  $msD1, msD2, msD3$  三張任務卡中的其中一張。

C35：日期需求類別為平平，班別為早 G 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msG) \Rightarrow (z_{dn} = msG1) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C35)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別早 G 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早 G 的話，將執行任務卡  $msG1$ 。

C36：日期需求類別為平平，班別為早支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msS) \Rightarrow (z_{dn} = msS1) \vee (z_{dn} = msS2) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C36)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別早支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早支的話，將執行  $msS1, msS2$  二張任務卡中的其中一張。

C37：日期需求類別為平平，班別為午 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asA) \Rightarrow (z_{dn} = asA1) \vee (z_{dn} = asA2) \vee (z_{dn} = asA3) \vee (z_{dn} = asA4) \\ \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C37)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午 A 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午 A 的話，將執行  $asA1, asA2, asA3, asA4$  四張任務卡中的其中一張。

C38：日期需求類別為平平，班別為午 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asB) \Rightarrow (z_{dn} = asB1) \vee (z_{dn} = asB2) \vee (z_{dn} = asB3) \vee (z_{dn} = asB4) \\ \vee (z_{dn} = asB5) \vee (z_{dn} = asB6) \vee (z_{dn} = asB7) \\ \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C38)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午 B 有七張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午 B 的話，將執行  $asB1, asB2, asB3, asB4, asB5, asB6, asB7$  七張任務卡中的其中一張。

C39：日期需求類別為平平，班別為午 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asC) \Rightarrow (z_{dn} = asC1) \vee (z_{dn} = asC2) \vee (z_{dn} = asC3) \vee (z_{dn} = asC4) \\ \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C39)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午 C 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午 C 的話，將執行  $asC1, asC2, asC3, asC4$  四張任務卡中的其中一張。

C40：日期需求類別為平平，班別為午 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asD) \Rightarrow (z_{dn} = asD1) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C40)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午 D 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午 D 的話，將執行  $asD1$ 。

C41：日期需求類別為平平，班別為午支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asS) \Rightarrow (z_{dn} = asS1) \vee (z_{dn} = asS2) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C41)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午支的話，將執行  $asS1, asS2$  兩張任務卡中的其中一張。

C42：日期需求類別為平平，班別為動 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moA) \Rightarrow (z_{dn} = moA1) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C42)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別動 A 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為動 A 的話，將執行任務卡  $moA1$ 。

C43：日期需求類別為平平，班別為動 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moB) \Rightarrow (z_{dn} = moB1) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C43)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別動 B 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為動 B 的話，將執行任務卡  $moB1$ 。

C44：日期需求類別為平平，班別為動 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moC) \Rightarrow (z_{dn} = moC1) \vee (z_{dn} = moC2) \vee (z_{dn} = moC3) \\ \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C44)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別動 C 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為動 C 的話，將執行  $moC1, moC2, moC3$  三張任務卡中的其中一張。

C45：日期需求類別為日日，班別為早 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msA) \Rightarrow (z_{dn} = msA11) \vee (z_{dn} = msA12) \vee (z_{dn} = msA13) \vee (z_{dn} = msA14)$$

$$\vee (z_{dn} = msA15) \vee (z_{dn} = msA16)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C45)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 A 的話，將執行  $msA11, msA12, msA13, msA14, msA15, msA16$  六張任務卡中的其中一張。

C46：日期需求類別為日日，班別為早 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msB) \Rightarrow (z_{dn} = msB11) \vee (z_{dn} = msB12) \vee (z_{dn} = msB13) \vee (z_{dn} = msB14)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C46)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 B 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 B 的話，將執行  $msB11, msB12, msB13, msB14$  四張任務卡中的其中一張。

C47：日期需求類別為日日，班別為早 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msC) \Rightarrow (z_{dn} = msC11) \vee (z_{dn} = msC12) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C47)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 C 的話，將執行  $msC11, msC12$  二張任務卡中的其中一張。

C48：日期需求類別為日日，班別為早 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msD) \Rightarrow (z_{dn} = msD11) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C48)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 D 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 D 的話，將執行任務卡  $msD11$ 。

C49：日期需求類別為日日，班別為早 G 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msG) \Rightarrow (z_{dn} = msG11) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C49)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 G 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 G 的話，將執行任務卡  $msG11$ 。

C50：日期需求類別為日日，班別為早支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msS) \Rightarrow (z_{dn} = msS11) \vee (z_{dn} = msS12) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C50)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早支的話，將執行

*msS11, msS12* 二張任務卡中的其中一張。

C51：日期需求類別為日日，班別為午 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asA) \Rightarrow (z_{dn} = asA11) \vee (z_{dn} = asA12) \vee (z_{dn} = asA13) \vee (z_{dn} = asA14) \\ \vee (z_{dn} = asA15) \vee (z_{dn} = asA16)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C51)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別午 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為午 A 的話，將執行 *asA11, asA12, asA13, asA14, asA15, asA16* 六張任務卡中的其中一張。

C52：日期需求類別為日日，班別為午 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asB) \Rightarrow (z_{dn} = asB11) \vee (z_{dn} = asB12) \vee (z_{dn} = asB13) \vee (z_{dn} = asB14) \\ \vee (z_{dn} = asB15) \vee (z_{dn} = asB16)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C52)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別午 B 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為午 B 的話，將執行 *asB11, asB12, asB13, asB14, asB15, asB16* 六張任務卡中的其中一張。

C53：日期需求類別為日日，班別為午 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asC) \Rightarrow (z_{dn} = asC11) \vee (z_{dn} = asC12) \vee (z_{dn} = asC13)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C53)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別午 C 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為午 C 的話，將執行 *asC11, asC12, asC13* 三張任務卡中的其中一張。

C54：日期需求類別為日日，班別為午支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asS) \Rightarrow (z_{dn} = asS11) \vee (z_{dn} = asS12) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C54)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別午支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為午支的話，將執行 *asS11, asS12* 二張任務卡中的其中一張。

C55：日期需求類別為日日，班別為動 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moA) \Rightarrow (z_{dn} = moA11) \vee (z_{dn} = moA12) \vee (z_{dn} = moA13)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C55)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別動 A 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為動 A 的話，將執行

$moA11, moA12, moA13$  三張任務卡中的其中一張。

C56：日期需求類別為平日，班別為早 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msA) \Rightarrow (z_{dn} = msA21) \vee (z_{dn} = msA22) \vee (z_{dn} = msA23) \vee (z_{dn} = msA24) \\ \vee (z_{dn} = msA25) \vee (z_{dn} = msA26)$$

$$\forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C56)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 A 的話，將執行  $msA21, msA22, msA23, msA24, msA25, msA26$  六張任務卡中的其中一張。

C57：日期需求類別為平日，班別為早 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msB) \Rightarrow (z_{dn} = msB21) \vee (z_{dn} = msB22) \vee (z_{dn} = msB23) \\ \vee (z_{dn} = msB24)$$

$$\forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C57)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 B 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 B 的話，將執行  $msB21, msB22, msB23, msB24$  四張任務卡中的其中一張。

C58：日期需求類別為平日，班別為早 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msC) \Rightarrow (z_{dn} = msC21) \vee (z_{dn} = msC22) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C58)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 C 的話，將執行  $msC11, msC12$  二張任務卡中的其中一張。

C59：日期需求類別為平日，班別為早 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msD) \Rightarrow (z_{dn} = msD21) \vee (z_{dn} = msD22) \vee (z_{dn} = msD23)$$

$$\forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C59)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 D 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 D 的話，將執行  $msD21, msD22, msD23$  三張任務卡中的其中一張。

C60：日期需求類別為平日，班別為早 G 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msG) \Rightarrow (z_{dn} = msG21) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C60)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 G 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 G 的話，將執行任務卡  $msG21$ 。

C61：日期需求類別為平日，班別為早支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msS) \Rightarrow (z_{dn} = msS21) \vee (z_{dn} = msS22) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C61)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早支的話，將執行  $msS21, msS22$  二張任務卡中的其中一張。

C62：日期需求類別為平日，班別為午 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asA) \Rightarrow (z_{dn} = asA21) \vee (z_{dn} = asA22) \vee (z_{dn} = asA23) \vee (z_{dn} = asA24) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C62)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午 A 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午 A 的話，將執行  $asA21, asA22, asA23, asA24$  四張任務卡中的其中一張。

C63：日期需求類別為平日，班別為午 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asB) \Rightarrow (z_{dn} = asB21) \vee (z_{dn} = asB22) \vee (z_{dn} = asB23) \vee (z_{dn} = asB24) \\ \vee (z_{dn} = asB25) \vee (z_{dn} = asB26) \vee (z_{dn} = asB27) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C63)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午 B 有七張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午 B 的話，將執行  $asB21, asB22, asB23, asB24, asB25, asB26, asB27$  七張任務卡中的其中一張。

C64：日期需求類別為平日，班別為午 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asC) \Rightarrow (z_{dn} = asC21) \vee (z_{dn} = asC22) \vee (z_{dn} = asC23) \vee (z_{dn} = asC24) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C64)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午 C 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午 C 的話，將執行  $asC21, asC22, asC23, asC24$  四張任務卡中的其中一張。

C65：日期需求類別為平日，班別為午 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asD) \Rightarrow (z_{dn} = asD21) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C65)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午 D 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午 D 的話，將執行任務卡  $asD21$ 。

C66：日期需求類別為平日，班別為午支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asS) \Rightarrow (z_{dn} = asS21) \vee (z_{dn} = asS22) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$



式(C66)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午支的話，將執行  $asS21, asS22$  二張任務卡中的其中一張。

C67：日期需求類別為平日，班別為動 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moA) \Rightarrow (z_{dn} = moA21) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C67)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別動 A 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為動 A 的話，將執行任務卡  $moA21$ 。

C68：日期需求類別為平日，班別為動 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moB) \Rightarrow (z_{dn} = moB21) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C68)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別動 B 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為動 B 的話，將執行任務卡  $moB21$ 。

C69：日期需求類別為日平，班別為早 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msA) \Rightarrow (z_{dn} = msA31) \vee (z_{dn} = msA32) \vee (z_{dn} = msA33) \vee (z_{dn} = msA34) \\ \vee (z_{dn} = msA35) \vee (z_{dn} = msA36)$$

$$\forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C69)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 A 的話，將執行  $msA31, msA32, msA33, msA34, msA35, msA36$  六張任務卡中的其中一張。

C70：日期需求類別為日平，班別為早 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msB) \Rightarrow (z_{dn} = msB31) \vee (z_{dn} = msB32) \vee (z_{dn} = msB33) \vee (z_{dn} = msB34)$$

$$\forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C70)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 B 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 B 的話，將執行  $msB31, msB32, msB33, msB34$  四張任務卡中的其中一張。

C71：日期需求類別為日平，班別為早 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msC) \Rightarrow (z_{dn} = msC31) \vee (z_{dn} = msC32) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C71)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 C 的話，將執行  $msC31, msC32$  二張任務卡中的其中一張。

C72：日期需求類別為日平，班別為早 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msD) \Rightarrow (z_{dn} = msD31) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C72)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 D 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 D 的話，將執行任務卡  $msD31$ 。

C73：日期需求類別為日平，班別為早 G 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msG) \Rightarrow (z_{dn} = msG31) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C73)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 G 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 G 的話，將執行任務卡  $msG31$ 。

C74：日期需求類別為日平，班別為早支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msS) \Rightarrow (z_{dn} = msS31) \vee (z_{dn} = msS32) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C74)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早支的話，將執行  $msS31, msS32$  二張任務卡中的其中一張。

C75：日期需求類別為日平，班別為午 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asA) \Rightarrow (z_{dn} = asA31) \vee (z_{dn} = asA32) \vee (z_{dn} = asA33) \vee (z_{dn} = asA34) \\ \vee (z_{dn} = asA35) \vee (z_{dn} = asA36) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C75)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別午 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為午 A 的話，將執行  $asA31, asA32, asA33, asA34, asA35, asA36$  六張任務卡中的其中一張。

C76：日期需求類別為日平，班別為午 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asB) \Rightarrow (z_{dn} = asB31) \vee (z_{dn} = asB32) \vee (z_{dn} = asB33) \vee (z_{dn} = asB34) \\ \vee (z_{dn} = asB35) \vee (z_{dn} = asB36) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C76)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別午 B 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為午 B 的話，將執行  $asB31, asB32, asB33, asB34, asB35, asB36$  六張任務卡中的其中一張。

C77：日期需求類別為日平，班別為午 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asC) \Rightarrow (z_{dn} = asC31) \vee (z_{dn} = asC32) \vee (z_{dn} = asC33) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C77)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別午 C 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為午 C 的話，將執行  $asC31, asC32, asC33$  三張任務卡中的其中一張。

C78：日期需求類別為日平，班別為午支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asS) \Rightarrow (z_{dn} = asS31) \vee (z_{dn} = asS32) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C78)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別午支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為午支的話，將執行  $asS31, asS32$  二張任務卡中的其中一張。

C79：日期需求類別為日平，班別為動 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moA) \Rightarrow (z_{dn} = moA31) \vee (z_{dn} = moA32) \vee (z_{dn} = moA33) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C79)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別動 A 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為動 A 的話，將執行  $moA31, moA32, moA33$  三張任務卡中的其中一張。

C80：班別為動支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moS) \Rightarrow (z_{dn} = moS) \quad \forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C80)為原限制式 H12，班別動支是每天都有的班別且只有一張任務卡需被執行，意指司機員被分派到的班別為動支的話，將執行任務卡  $moS$ 。

C81：一般休假班別其所對應的任務卡（虛擬）

$$(y_{dn} = off) \Rightarrow (z_{dn} = off1) \vee (z_{dn} = off2) \vee (z_{dn} = off3) \vee (z_{dn} = off4) \\ \vee (z_{dn} = off5) \vee (z_{dn} = off6) \vee (z_{dn} = off7) \vee (z_{dn} = off8) \\ \vee (z_{dn} = off9) \vee (z_{dn} = off10) \vee (z_{dn} = off11) \vee (z_{dn} = off12) \\ \vee (z_{dn} = off13) \vee (z_{dn} = off14) \vee (z_{dn} = off15) \\ \vee (z_{dn} = off16) \vee (z_{dn} = off17) \vee (z_{dn} = off18)$$

$$\forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C81)是為了配合式(C84)而衍生出來的，由於使用 all-different 這種限制式需要變數對應的值都不同，因此，本研究在此創造虛擬的休假班別任務卡，讓模式建構完整。

C82：預排工作班別其所對應的任務卡（虛擬）

$$(y_{dn} = swork) \Rightarrow (z_{dn} = swork1) \vee (z_{dn} = swork2) \vee (z_{dn} = swork3) \\ \vee (z_{dn} = swork4) \vee (z_{dn} = swork5)$$

$$\forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C82)是為了配合式(C84)而衍生出來的，功能和式(C81)相同，為一虛擬預排工作班別任務卡。

C83：預排休假班別其所對應的任務卡（虛擬）

$$(y_{dn} = soff) \Rightarrow (z_{dn} = soff1) \vee (z_{dn} = soff2) \vee (z_{dn} = soff3) \vee (z_{dn} = soff4) \vee (z_{dn} = soff5)$$

$$\forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C83)是為了配合式(C84)而衍生出來的，功能和式(C81)相同，為一虛擬預排休假班別任務卡。

C84：每日一值班司機員執行一張任務卡（在第  $d$  天每個人被指派的任務卡不同）

$$alldifferent(z_{d1}, z_{d2}, \dots, z_{dn}) \quad \forall d \in D$$

式(C84) 為原限制式 H12，每天需執行的任務卡皆需要司機員來執行且不會重覆到，扣除休假及預排班別外，司機員和任務卡的關係是一對一的，因此可以使用 all-different 這個限制式來處理，式(C84)表示每天所有司機員都執行不同任務卡。

#### 4. 搜尋策略：

本研究此階段的搜尋策略是採用 ILOG OPL Studio 所提供的最小動態搜尋法 dmin 來指派不同駕駛時數的任務卡，就是依據每位司機員之累積任務卡總駕駛時數最少者優先指派駕駛時數最多的任務卡，以期達到 S4 及 S5 的限制，讓每個司機員的平均任務卡駕駛時數能夠儘量一樣。夜班司機員派卡模式詳見附錄五。