

鐵路設計經濟原理

廣州鐵路管理局技術館譯

廣州鐵路管理局技術館出版

1956年7月

前 言

本書係根據蘇聯 A·M·依昂尼森教授1953年版鐵路設計與建築及 A·E·格布希曼 B·B·耶可夫列夫等教授1954年合著鐵路設計原理兩書編譯而成。有關問題並附譯最近蘇聯鐵路運輸雜誌發表的專題討論，以供參考。

本書的主要對象是各級車務工程師、車務技術人員及掌握車站設備及車站站場設計工程人員之用。

上述兩書在蘇聯曾由交通部推荐作為鐵路技術學校的教科書，因此本書也可用作鐵路技術學校參考用書。

本書着重鐵路設計的經濟原理探討，其主要內容包括：第一章鐵路行車能力通論—研究行車能力的確定及計算方法。第二章機車牽引通論—研究機車牽引的基本原理及計算。第三章鐵路經濟調查（勘測）通論—研究經濟調查的內容及方法。第四章提高單綫鐵路輸送能力—研究如何提高現有單綫路的輸送能力及比較各個方法的優劣。第五章車站（及有關段）和樞紐站的佈置及設計原理。

本書的主要任務是將“原理”與“實際”結合起來作為工作中的實踐依據，同時為了幫助運輸管理幹部對鐵路設計及基建投資有一個明確的輪廓。

本書由余鼎生同志主持編譯、羅啓勛同志參加翻譯，吳應綸、黃世有工程師分別校閱，並由冉頌彥、黃冰澈二同志繪製全部圖表。對以上同志的辛勤勞動，謹此致謝。

必須指出，由於我們技術和翻譯水平的限制，錯誤之處，在所難免。因此誠懇希望讀者給予我們各方面的指正。

廣州鐵路管理局技術館

1956年7月/27日

目 錄

第一章 鐵路通過能力通論

第一節	鐵路通過能力	(1)
第二節	爲完成預計列車對數所設計的鐵路通過能力	(1)
第三節	設計鐵路的現有通過能力	(4)
第四節	通過能力的計算	(5)

第二章 機車牽引通論

第一節	概 論	(27)
第二節	列車重量的計算	(28)
第三節	列車運行速度的計算	(32)
第四節	制動力的計算	(38)
第五節	列車運行速度曲線在牽引區間內的構成	(40)
第六節	列車運行時間的計算	(42)
第七節	汽、水及燃料耗量的計算	(46)

第三章 鐵路經濟調查通論

第一節	經濟調查的任務及其分類	(53)
第二節	經濟調查的計算期限、計算準確性及其內容	(55)
第三節	管內吸引區段的確定	(57)
第四節	管內貨物週轉量的確定	(64)
第五節	直通貨物週轉量的確定	(72)
第六節	其他的經濟調查	(75)

第四章 提高營業鐵路通過能力及輸送能力通論

第一節	概 論	(80)
第二節	加強現有單綫鐵路通過能力和輸送能力的方法	(81)
第三節	提高鐵路通過及輸送能力的技術組織措施	(91)
第四節	提高鐵路通過及輸送能力的改建措施與修築複綫	(101)

第五節 提高通過及輸送能力措施的選擇.....	(120)
-------------------------	-------

附錄：提高通過能力辦法的有效利用

第五章 分界點的佈置

第一節 分界點斷面和平面的設計.....	(137)
第二節 機務設備和車輛設備的佈置，鐵路的行政區分.....	(142)
第三節 車站和樞紐站的設計.....	(154)

第一章 鐵路通過能力通論

第一節 鐵路通過能力

鐵路通過能力即在一晝夜內，鐵路或其個別區段能通過的最大列車數。單線的通過能力按列車對數計算，複線的通過能力按每一方向的列車數計算。

通過能力有時受鐵路最困難區間或規定區段的限制。也就是說，受佔用該區段或區間的單線列車對數（在複線為列數），每一對列車（或每一列列車）所需時間的限制；有時也受鐵路某種設備的限制，如：車站，會讓站，越行站（按其配線情況，道岔最大的負荷能力，咽喉道岔等而定）給水設備，機務設備等。

很明顯的是：區間，分界點，給水設備，機務設備的能力應彼此適應，以担负鐵路及各區段在某一工作階段對各該項能力的要求。

需要的通過能力，即列車對數（或複線每一方向的列車數）。也就是：按鐵路或規定區段，在最繁忙的月份內，考慮到它的潛力在內，其一晝夜內能完成輸送的列車對數（或列數）。現有的通過能力，即按一定的設備，一定的線路能通過的列車數量。這兩種通過能力是有區別的。

需要的通過能力以繁忙月份一晝夜內，完成輸送任務的方式為轉移。現有的通過能力則按後述的各項因素而定。

第二節 為完成預計列車對數所設計的鐵路通過能力

綫路的通過能力，即同一速度的貨物列車對數，按每一方向每一晝夜可能通過的列車數量，考慮到它的潛力在內，應不低於該有關方向在繁忙月份內一晝夜所必需用來完成輸送任務的列數。

根據按月按方向客貨週轉量的經濟調查資料及貨物品類的資料，可決定每一區段各種列車的需要數量。

列車數量按下列各類規定之：

- (一) 旅客列車
- (二) 快速列車
- (三) 貨物列車
- (四) 解結列車

旅客列車的需數，按運行於兩個或以上的管理局的直通旅客運輸，或運行於該局管內的普通旅客運輸量的大小而定，後者在必要時也包括市郊列車。

旅客列車的需數，在一晝夜內按下列公式計算：

$$n_n = \frac{N_k}{365m}$$

N_k ——根據經濟調查規定在一年內的旅客數量

K ——一年內的不平衡係數

m ——旅客列車的定員數

貨物列車的需數，在一晝夜內，按下列公式計算：

$$n_{2P} = \frac{T^1_k}{365Q}$$

T^1_k ——在貨物列車中輸送的每一公里貨物的噸公里數

K ——規定類別的貨物列車在一年內其貨物不平衡的係數

Q ——每列車的貨物淨載重量

快速貨物列車，一晝夜的需用數量按下式決定：

$$n_{2P}^k = \frac{T_k''}{365Q}$$

T_k'' ——快速貨物列車按貴重、易腐、鮮活、行李等為運送方向，一年內每一公里綫路的貨物噸公里數

K ——上述貨物在一年內的不平衡係數

Q ——快速貨物列車的淨載重

解結列車的需數，按分析公式決定。

上述方法是按每年二、五、十各最繁忙月份，為完成輸送任務所需各種列車的一晝夜需要量來決定的。

單綫的需要通過能力，一般按假設兩個方向（即空車路方向與重車路方向）列車數量相等的列車對數來決定，該項通過能力與最不利條件下的通過能力相等。

規定了各種一晝夜的必需數量後，則需要的通過能力按下式決定：

$$n = (1 + \gamma)(n_{2P} + \sum \gamma_c n_{2P}^c + \sum \alpha n_{acc} + \sum \epsilon \delta n_{c\delta})$$

γ ——技術設計規程規定的通過能力潛力，單綫按20%，複綫按15%計算；

n_{2P} 及 $n_{c\delta}$ ——有關旅客，快運，及另解列車的對數；

$\sum \gamma_c$ ， $\sum \alpha$ 及 $\sum \epsilon \delta$ ——扣除係數

扣除係數的意義即：因一對旅客列車，快運貨物列車或解結列車的運行，而須自列車運行圖中減少的貨物列車對數，其規定如下表：

扣 除 係 數

列車在運行圖上的排列	列 車 種 類	
	旅客列車	快運列車
單綫不分排列	1.20	1.10
複綫(自動閉塞除外)		
分散排列	1.20	1.10
集中排列	1.10	—

附註：在設有自動閉塞的複綫上，扣除係數的大小，應按列車運行圖來決定。

解結列車，採用下列扣除係數：

在單綫上：

(1) 進行解結列車工作的車站超過半數以上時為二·〇〇。

(2) 進行解結工作為半數或以下的車站時為一·五〇
在復線上:

(1) 在未裝自動閉塞信號機的區段上為二·〇〇。

(2) 在設有自動閉塞信號機的區段上，因一列結解列車而減少的貨物列車數，等於解結列車有解掛的分界點數。

第三節 設計鐵路的現有通過能力

設計鐵路的現有通過能力，可按下列方法確定：

(1) 按一定的分界點佈置圖，及列車運行的組織方式，製
定列車運行圖的方法；

(2) 按將上述各項因素進行分析計算的方法。

列車運行圖應保證：

(1) 迅速與便利的運輸旅客及貨物；

(2) 區間與所經過的各分界點列車運行的安全；

(3) 最好的列車運行速度；

(4) 最經濟地使用機車及車輛；

(5) 各站相互間，隣接區段相互間以及各站與隣接區段相互間工作上的協調；

(6) 各站及各區段工作的平衡，及最好的使用其通過能力；

(7) 完成機車與列車乘務組不間斷工作的規定延續時間。

在設計新綫時，列車運行圖爲了下述目的而編製：

(1) 爲確定必需作爲比較不同方案的各項技術指標（列車的旅行時間，乘務組與機車的延續時間）；

(2) 製定車站站綫配置的最後決定，決定會讓站開站的順序，配置與設計機務設備的分期工程，編製技術方案等。

與決定上述編製列車運行圖的同時，也就查明了設計綫路的現有通過能力。

爲了確定通過能力，列車運行圖一般地不另編製，而靠分析的結果來確定計算，該項計算的準確性即足以達到上述目的。

爲上述目的而編製運行圖，在設計有大量市郊運輸，有大量

客運業務的綫路時或設計插入部份複綫的單綫時，更屬必要。

通過能力的分析計算以列車運行組織方式為轉移，而列車運行又依下列運行圖的種類而區別：

一、按不同種類的列車運行速度而分：

(1) 平行列車運行圖

(2) 非平行列車運行圖

二、按順向列車運行的方法而分：

(1) 單綫連發運行圖

(2) 單綫自閉連發運行圖

三、按重車路與空車的方向而分：

(1) 成對列車運行圖

(2) 不成對列車運行圖

四、按鐵路幹綫的數目而分：

(1) 單綫列車運行圖

(2) 複綫列車運行圖

顯而易見，影響通過能力大小的還有：

(1) 幹綫的數量；(2) 列車在最困難區間的運行時間；

(3) 列車運行組織的方法；(4) 為完成車站辦理列車會讓到發等必要的最小車站間隔時間。

列車在區間的運行時間按牽引計算而定，同時又以機車的牽引性能，列車重量，區間的長度及斷面為轉移。車站的間隔時間又有賴於分界點的佈置，分界綫間的運行聯絡方式（自動閉塞，半自動閉塞，電氣路簽制等）及道岔管理方式（手動，機械及電氣集中）來確定。

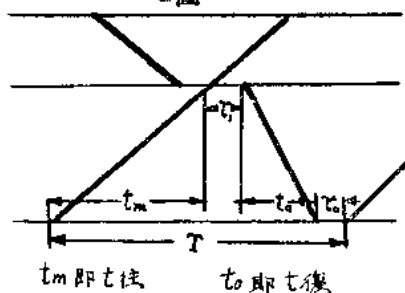
第四節 通過能力的計算

單綫綫路按平行的非自閉連發運行圖，其通過能力按下列公式計算：

$$n = \frac{1440}{T} - \text{一晝夜的列車對數}$$

1440——一晝夜的分數

1圖



T ——一對列車佔用最困難區間的時間以分計

T 的大小叫做列車運行週期，即自同一分界點向同一區間發出第一列車到發出另一列車中間所經過的時間。如圖

$$T = t_{往} + t_{復} + \tau_1 + \tau_2 \text{ (分鐘)}$$

計算通過能力，按佔用最困難區間的時間來計算，即該區間的 T 為最大的列車運行週期。

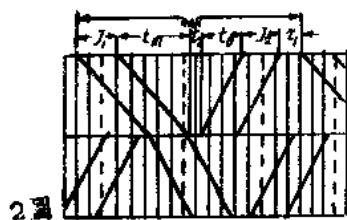
在計算列車運行週期時，係假定一列車在分界點停車，而另一交會列車通過不停。但規定有技術作業的車站（如有機務段的站，給水站，列檢站）則除外。

單綫鐵路按平行自閉連發列車運行圖的列車運轉組織，其通過能力按下式計算。

$$n = \frac{1440}{T_{nak}} K \text{ — 晝夜列車對數}$$

T_{nak} ——兩組交會連發列車佔用最困難區間的時間以分計。

K ——速發列車數，一般為 2 週期 T_{nak} 即自閉連發運行週期如圖按下列公式計算：



$$T_{nak} = t_{往} + t_{復} + l_1 + l_2 + \tau_1 + \tau_2 \text{ (分鐘)}$$

l_1 及 l_2 即連發列車的時間間隔在設

計新綫時，一般的等於 10. 分鐘

列車運轉組織按“部份連發”運行圖（即一部份列車按連發放行）運行時，其通過能力最好通過編製運行圖來確定。此項通過能力的參考數值可按下式分析求得：

$$n = \frac{\alpha \times 1440}{(2 - \alpha)(t_{\text{往}} + t_{\text{復}} + \tau_1 + \tau_2) + (l_1 + l_2)\alpha} \text{——晝夜列車數}$$

α ——表示連發列車在運行圖中所佔比重的係數。

複綫綫路的通過能力按下列各式計算：

(1) 在自動閉塞區間：

$$n = \frac{1440}{I} \text{——晝夜列車數}$$

在其他聯絡方法的區間：

$$n = \frac{1440}{t + \tau} \text{——晝夜的列車數}$$

I ——列車間的最大間隔時間（車站的或區間的）。

T ——列車在區間最困難方向的運行時間（以分計）。

F ——同方向運行列車間的間隔時間（以分計）。

最後，在決定未裝有自動閉塞的複綫通過能力時，通過能力應按方向別分別計算，因運行時間才是受該方向最困難區間確定的。

計算單綫及複綫通過能力時，車站間隔時間 τ 的大小均按下表採用：

新綫區間通過能力分析計算用的車站平均間隔時間表

方法 順序	列車運行聯絡方式及道岔扳動方式	車站間隔時間 (以分計)
	車站間隔時間($\tau_1 + \tau_2$)	
1	自動閉塞，道岔集中操縱	4
2	半自動閉塞，道岔集中操縱	5
3	自動閉塞，手動道岔	6
4	半自動閉塞，手動道岔	7
5	電氣路簽制	10
	順方向的車站間隔間時(τ)	
6	半自動閉塞	5
7	電氣路簽制	6

以上各款所述，計算通過能力，均係按平行列車運行圖而言，此時的通過能力為最大。

按非平行運行圖，分析貨物列車運行的通過能力，可利用下式計算：

$$n_{\text{ср}y3} = \frac{n}{1 + \gamma} - (\varepsilon_n n_n + \varepsilon_{yc} n_{2p} + \varepsilon_{cd} n_{cd})$$

n —— 平行運行圖的列車對數（或複綫每一方向的列車數）

γ —— 潛力係數

$\varepsilon_n, \varepsilon_{yc}, \varepsilon_{cd}$ —— 有關旅客、快運及解結列車的扣除係數

n_n, n_{2p}, n_{cd} —— 有關旅客、快運及解結列車的對數（或該方向的列車數）

例：按下述資料確定單綫綫路可通過的貨物列車對數。

1. 在最困難區間，已假定一列車通過不停，一對列車的運行時間 $t_{往} + t_{復} = 41$ 分鐘。

2. 該綫裝有半自動閉塞，道岔為集中操縱。

3. 旅客列車 3 對，解結列車 1 對。

按前表查得，如題所述條件 $\pi = 6$ 則平行運行圖的通過能力

$$n = \frac{1440}{41 + 6 + 6} = 27 \text{ 對。}$$

故非平行運行圖的通過能力，以貨物列車計，

當 $\varepsilon_n = 1.20$ $\varepsilon_{cd} = 1.50$ 時

$$n_{\text{ср}y3} = \frac{27}{1.20} - (1.20 \times 3 + 1.50 \times 1) = 17 \text{ 對}$$

在設計鐵路時，除確定通過能力外，必須計算一些能說明每一綫路方案特徵的運用指標。通常考慮的該類指標，最主要的為列車運行的速度——純運轉、技術、區段及直達速度。

純運轉速度，即列車運行於區段（機務段）站間通過所有中間站、會讓站（或越行站）而不停車的速度。

技術速度，即列車運行於機務段站間，計算其在中間站上晚

點的損失時分所得的速度。

區段速度，即列車運行於區段站（機務段站）間，計算其在中間站上晚點時分及停站時分的損失後所得的速度。

直達速度，即列車運行於編組站間，計算其在一切車站上（包括中間站及區段站）晚點及停站時分的損失後所得的速度。

純運轉速度的大小，按區段站間，速度曲綫 $V=f(s)$ 的牽引計算來確定（見第二章）。

確定了通過所有中間分界點而無早晚點的列車純運行時間後，純運轉速度則可按下式求得：

$$V_x = \frac{L}{T_x} \text{ 公里/小時}$$

V —— 區段站間的距離以公里計

T_x —— 列車的純運行時間以小時計

在上述機務段站間，一往復的平均純運轉速度按下式確定：

$$V_x^{cp} = \frac{2L}{T'_x} \text{ 公里/小時}$$

T'_x —— 一往復的運行時間以小時計

技術速度的大小按下式計算：

$$V_{mex} = \frac{L}{T_{mex}} \text{ 公里/小時}$$

T_{mex} —— “機務段”站間列車的運行時間，已計算列車在中間分界點早晚點的時分損失。

區段速度的大小，按列車運行圖的資料而定，但該項資料的編製要求在費大量的時間，並且一般證明也沒有這種必要。

在設計綫路時，通常採用較簡單的方法：即按經驗公式決定區段速度對純運轉速度一定關係的速度係數 β 。

區段速度係數 β 在複綫上可採用0.90—0.95，究竟採用那一係數要看運行聯絡方法及定期列車數量而定。在自動閉塞區段及較少的定期列車區段可採用0.95，而在其他聯絡方法或大量定期列車的區段則採用0.90。

在單綫蒸汽機車牽引的區段，可按多年研究列車運行圖的作者所定的經驗公式來求得，其中有阿·依·吉布西馬及巴·馬·馬克西莫維奇的公式如次。

按照阿·依·吉布西馬的公式：

$$\beta = 1 - \varepsilon (0.3 + 0.8 \gamma) \left[\frac{\tau + 0.5 t_0}{T_{\text{mex}}} + n_{\text{acc}} \left(0.10 - \frac{0.07}{j} \right) \right]$$

ε ——最小的技術上必需實際停留的偏差係數，該係數的大小在自動閉塞區間採用 1.3，在電氣路簽區段採用 1.2。

γ ——運行圖縮圖係數，即實際列車數對最大可能數的比例。

τ ——一對列車在一個區間運行聯絡及早晚點的時間以分計。

t_0 ——一對列車佔用區間的最大運行時間與平均運行時間的差數。

n_{acc} ——旅客列車對數。

j ——相同區間的係數，等於 $\frac{\text{平均運行時間}}{\text{最大運行時間}}$

按照巴·馬·馬克西莫維奇的公式：

$$\beta = 1.10 - 0.50 \gamma - 0.02 n_{\text{cp}}$$

$$\text{或 } \beta = 1.27 - 0.70 \gamma - 0.02 n_{\text{cp}}$$

n_{cp} ——定期列車對數。

γ ——同上述公式的意義。

馬氏第一公式用於 γ 小於 0.80 時，而第二公式用於 γ 大於 0.80 時。

附錄一：

關於車站配綫計算的問題

蘇聯技科博士П·В·巴捷也夫教授

原載一九五五年鐵路運輸九月號

最近在本刊上，刊出了很多關於計算通過能力問題的論文。但關於計算車站配綫及其通過能力的問題，通常只按一般的公式，在一定的運量上談到有關到發綫的數目而已。

目前，按交通部設計規程規定，到發綫的多寡僅按區段的通過能力決定而無須另行計算。因此在計算到發綫時，係數 α 不予注意。同時也就無須計算列車在到發綫上停留的作業時間，在設計時也就無須加以考慮。

在車站上的其他綫路，一般的也不考慮，在設計時只依各個不同的設計師而定其多寡，有關車站配綫的特性，計算等在設計也不予測定。

從設計的實踐中來看，在這個問題上還存在着許多缺點，因此在車站上常閒置着許多用不着的綫路。

本文力圖有系統地討論車站配綫計算的一些問題。

在分局，區段及路局內的車站配綫，與車輛數有關。為保証日益增長的運輸需要而增加車輛時，就必須決定有關的車站配綫。首先應決定區段站及編組站的配綫，同時應考慮廣泛地採用先進的車站技術作業過程。

在實踐上，有時靠增開會讓站來提高綫路通過能力。但如果在區段站或編組站上沒有適應的配綫，則上述措施經常也沒有效果。

從鐵路局或分局的全部貨車 B_0 中，減去已編入列車中的貨車 $B_{\text{入}}$ ，其餘的貨車 $B_{\text{出}}$ 即未編入列車的在站車輛，該項車輛必須停留於站綫上，或在站界內的站綫上進行調車工作。

因此路局或分局站綫的總數，一方面受編入列車的輛數目的影響，一方面也受停留在站的車輛數目的影響，同時還須考慮到每一個存站車輛所須停留綫段的長度 Z 。

編入直通，直達及改編列車一晝夜的車輛總數，可按下式求得：

$$P_{op} = \frac{2n B_c L}{\alpha 4 V_{yr}}$$

式中 n —— 列車對數；

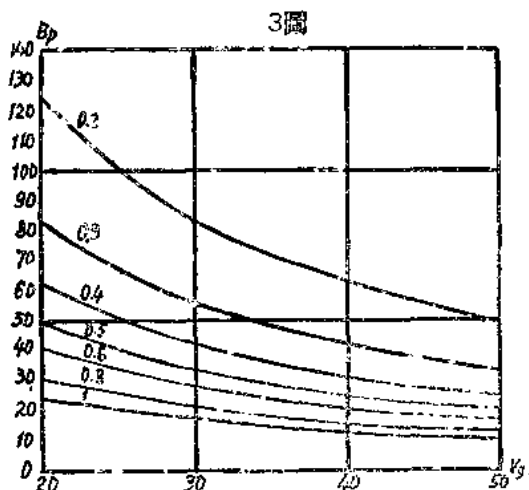
B_c —— 一列車中編成的車輛數；

L —— 規定區段的距離以公里計；

V_{yr} —— 平均的旅行速度以公里/小時計；

在車輛運用中，編入列車的車輛 B_{op} 與總的車輛 B_p ，恒有一定的關係，假定這個關係為：

$$\frac{B_{op}}{B_p} = K_1$$



則自圖一可見各種不同的車輛保有量。圖一的曲線表示在區段長 L 等於 100 公里（單綫或是雙綫），一對列車的運用車輛數，並假定每列車編成為六十輛。 K_1 的數值分別等於 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.8 及 1.0，即在這些情況下，編入

列車的車輛數佔總運用車的 20 到 100%。

在運用同樣多的車輛情況下，提高旅速 V_{yr} ，則可能增加區段的列車對數，也就是增加編入列車的車輛，這是一般所企圖達到的。

因此，提高旅速是利用運用車潛力及在技術上發揮車站配綫潛力的有效辦法。

未編入列車的存站車輛，可自下列等式求得：

$$\therefore B_p = B_{op} + B_{\Pi}$$

$$\therefore B_{\Pi} = B_p - B_{op}$$

$$\text{或 } B_{\Pi} = B_p \times K_2$$

K_2 ——未編入列車的存站車輛對總運用車的比率即：

$$K_2 = \frac{B_{\Pi}}{B_p} = 1 - \frac{B_{op}}{B_p} = (1 - K_1)$$

確定了總運用車數 B_p ，及編入列車與未編入列車的貨車數後，就可以進一步來確定站綫的長度。

一輛車佔用綫路的必要長度，依車輛的長度而定。同時也受車站工作的性質（直達車流還是管內車流）的影響。

此項相關可自圖二及圖三看出。對一趟直達列車，其工作僅在到發綫上進行；而對一趟改編的列車，一輛改編的或管內的車輛，須佔用編組綫同裝卸綫，而佔用編組綫恆達70%。

圖二示以一輛車作單位所佔用的綫路全長，按四軸及二軸車的比例，並按各種道岔的聯結長、渡綫、走行綫及牽出綫的長度計算，即該項計算的綫路長不能用作存放車輛用。（以上各綫都不是存車綫）。

計算以一輛車作單位的綫路長度，按全長對有效長的比例係數而定，（即有效長被全長除）：到發綫為0.68，編組綫為0.70，貨物裝卸綫為0.30 — 0.40。

根據交通部設計規程的規定，每四條到發綫需要一條走行綫，以利列車機車的出入。這樣就加長了綫路的計算長，此項係數一般定為：

$$\alpha' = \frac{5}{4} = 1.25$$

在編組場中，每六條編組綫要求一條牽出綫；這也供存車的