

16775

港口通過能力的研究

張壽官 著

0322
143

人民交通出版社

152

B

40322

1143

11

港口通過能力的研究

張 壽 官 著

人民交通出版社

本書是編者根據蘇聯的先進理論，用通俗的方法和簡單的舉例，說明港口內的碼頭、倉庫、鐵路與汽車裝卸棧等的通過能力計算方法，指出發掘港口的潛力，使之通過更多的貨運的方法，為港口及航運管理人員業務參考書。

\$1
\$2
\$3
\$4
\$5
\$6
\$7
\$8

書號：5033—京

港口通過能力的研究

張壽官 著

人民交通出版社出版

(北京北長街司一號)

新華書店發行

(全國各地)

北京市印刷一廠印刷

編者：劉奉琦

全書25,500字★定價：3.200元

1955年3月北京第一版★1955年3月北京第一次印刷

印數：1—2,600冊

開本：31'' × 43'' $\frac{1}{32}$ ★ 印張：1 $\frac{3}{4}$ 張

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號)

目 錄

§1	港口通過能力的定義.....	1
§2	港口通過能力對各方面的關係.....	1
§3	港口通過能力與港口技術設備安排的關係.....	1
§4	碼頭通過能力.....	2
§5	港內鐵路裝卸綫的通過能力.....	10
§6	港內汽車裝卸綫的通過能力.....	14
§7	倉庫通過能力.....	18
§8	港口通過能力的全面研究.....	33

§1 港口通過能力的定義

港口是海上運輸貨物和旅客往來的門戶，具有碼頭、倉庫、裝卸機械、鐵路岔道、公路及其他交通道路、拖輪、鐵駁、汽車等設備，並具有足夠深度和寬度的航道、錨地，以及足夠船舶迴旋與移泊用的水面，以上這些設備和條件就是組成港口通過能力的因素。港口通過能力從其廣義來說，就是這些設備與條件所具吞吐船舶、貨物、旅客能力的總和，從其狹義來說，則是指港口在一定時間內所能裝卸的貨物數量的能力。

§2 港口通過能力對各方面的關係

港口功用的大小，除了客觀因素而外，就港口自身來說，主要是由它的通過能力的大小來決定的。研究港口通過能力一方面是全面設計新建港口的重要措施，一方面是對已有港口發掘潛力的最好辦法之一，同時對於組織港口工作計劃也必須參考港口通過能力來辦理，才能避免盲目或保守，因此，港口的通過能力的充份合理運用和發掘，是和發展海上運輸，貫徹港口經濟核算分不開的，其意義的重要，可以由此想見了。

§3 港口通過能力與港口技術設備安排的關係

港口通過能力既是港口設備與條件吞吐船舶、貨物、旅客能力的總和，因此，每個技術設備，必須加以適當的安排，有機地聯系，才能充份發揮其總和的力量，譬如，設計一個新的港口，必須要求航道泊位水深、碼頭長度、倉庫面積、機械座

數及能力有比例地配置安排，才能使船舶與貨物能够迅速地吞吐週轉，如果其中安排無聯系，各項設備能力不成比例，則就會造成港口全部堵塞或局部堵塞現象，造成港口和船舶的非生產性損失，造成人力物力的巨大浪費，並影響運輸生產計劃的順利完成。

一般地說，碼頭岸綫的長度與貨物吞吐量成正比，而與碼頭機械裝卸速度或每晝夜的裝卸量成反比，倉庫的面積多寡與通過倉庫的貨物量成正比，而與保管週轉次數多寡成反比；鐵路岔道的長度與車輛裝卸量成正比，而與車輛裝卸速度以及送車次數成反比；而這些設備之間，又發生一定的關係。總的說來，各項港口設備的能力，必須有機地、勻稱地相結合，而各項設備之間的關係必須有全面的系統的聯系，按照合理的科學的生產程序進行安排，每個環節的生產力必須和整個貨物通過量成比例地聯系起來；這一點在配備港口技術設備中，在組織裝卸工作過程中，以及具體使用這樣設備中，都有着非常重要的意義。

§4 碼頭通過能力

碼頭的通過能力是直接影響港口通過能力的重要條件，他的通過能力是由同時能够靠泊船隻的泊位數，以及碼頭晝夜裝卸定額的高低來決定的，簡單地說，例如在一個煤炭專用港裏，碼頭有着三個大輪泊位，港口對每一船舶的機械裝卸能力是每晝夜 8500 噸，則在一晝夜間，碼頭的通過能力就是 25,500 噸，這是一個很淺顯的例子。

但是，泊位的多少是怎樣決定的呢，機械的生產能力又是如何確定的呢，這就要作以下的說明和計算。

首先，關於船舶的泊位多少是由碼頭綫的長度和經常停靠

的船舶的長度來決定的，另外加上船舶與船舶間的停泊間距。船舶的安全距離約為 10 公尺至 20 公尺，凡三千噸貨噸至一萬噸貨噸的大船可以平均距離 15 公尺來計算，在此噸位以上以下的船舶其間距按照需要酌為增減（也有按 10 公尺計的），而一百噸以下的小船則可以 10 公尺來計算。

如圖 1 所示，某碼頭在設計時規定經常靠長度 100 公尺的大輪兩艘，30 公尺的小輪或駁船兩艘，則該碼頭的總長度應為：

$$7.5 + 100 + 15 + 100 + 7.5 + 5 + 30 + 10 + 30 + 5 = 310 \text{ 公尺}$$

反過來說，如果某碼頭長度為 310 公尺，則該碼頭可以停靠三千噸的大輪及一百噸以下的小船各兩艘；精確地說即可以停靠 100 公尺長的大輪及 30 公尺長的小船各兩艘。

像這樣一個碼頭，如果所泊大船和小船都是在港裝載煤炭，假定每艘大船各有四個艙口，每個艙口大小都相同，每船都用四架每晝夜能裝煤炭各 3000 噸的裝煤機進行裝載，則每艘大船都只要六小時就可工作完畢；另外兩艘小輪各有二個艙口，每個艙口也一樣大小，每船由五十個裝卸工人進行裝船，而假定艙口效率平均為 40 噸，則每艘小船都只要 2.5 小時就可裝妥，倘若以上時間已包括了準備時間和結束時間在內，則該碼頭在一晝夜內可裝大船 $24 \div 6 \times 2 = 8$ 艘，可裝小船 $24 \div 2.5 \times 2 = 19.2$ 艘，因而

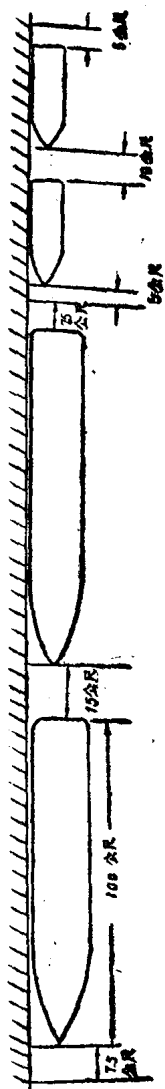


圖 1

得出：在以上情況下碼頭在一晝夜間的通過能力為：

$$3000 \times 8 + 100 \times 18.2 = 25,820 \text{ 噸}$$

倘若大船的靠離岸時間，準備和結束時間以及辦理手續時間為二小時，小船的靠離岸時間、準備和結束時間以及辦理手續時間為半小時，則該碼頭在一晝夜內可裝大船 $24 \div 8 \times 2 = 6$ 艘，可裝小船 $24 \div 3 \times 2 = 16$ 艘，因而碼頭在一晝夜間的通過能力將為：

$$3000 \times 6 + 100 \times 16 = 19,000 \text{ 噸}$$

從上二例看來，第一例碼頭一晝夜通過能力為 25,820 噸是比較理想的，而 19,000 噸是比較接近實際的，其中的一個差額 6,820 噸就是在規定裝卸條件下可以從設法減少準備和結束時間以及從減短辦理手續時間中來爭取挖掘的力量，如果能辦到這點的話，則就可提高通過能力：

$$100\% \times \frac{6,820}{19,000} = 36\%$$

這是一個非常可觀的潛力。

倘若裝卸機械的效率都是一樣，則一個泊位的通過能力可以按照下列公式計算：

$$\begin{aligned} & \text{一個泊位在一晝夜間的通過能力} = \text{碼頭機械架數} \\ & \times \text{每小時裝卸技術定額} \times \text{一晝夜工作小時數} \times \text{艙口係數} \end{aligned}$$

例如一個泊位所有的碼頭機械架數為四座，每座機械每小時生產力為 300 噸，一晝夜機械工作時間為 21 小時，艙口係數為 0.75，則此一泊位在一晝夜間的通過能力為：

$$4 \times 300 \times 21 \times 0.75 = 18,900 \text{ 噸}$$

內中所謂艙口係數是按各種貨艙口和艙容的大小及貨類裝卸難易而定的，根據經驗統計，一般的範圍在 0.75 至 0.96，我們在實際運用時要根據長期的統計分析才能確定，這在專業

港口和專業碼頭來說，是比較容易得出的。

關於機械的小時生產率可以用下列各公式來確定：

(1) 循環動作機械的小時生產率公式：

$$\text{生產率(噸/小時)} = \frac{3600(\text{秒}) \times \text{一件或一吊貨的重量(噸)}}{\text{吊桿一個循環的延續時間(秒)}}$$

例如：岸上門式起重機每吊的重量為 2.5 噸，一個循環的延續時間為 50 秒，則每小時生產率為：

$$\frac{3600 \times 2.5}{50} = 180 \text{ 噸}$$

(2) 裝卸件貨，用皮帶運輸機或滾動軸板運輸的小時生產率公式：

$$\text{生產率(噸/小時)} = 3.6 \times \frac{\text{一件貨的重量(公斤)}}{\text{移動的相鄰貨件中心的距離(公尺)}} \times \text{速度(公尺/秒)}$$

例如：某軸板運輸機的速度為每秒鐘 1.5 公尺，相鄰貨件的中心距離為 4 公尺，每件貨的重量為 100 公斤，則每小時的生產率為：

$$3.6 \times \frac{100}{4} \times 1.5 = 135 \text{ 噸}$$

(3) 裝卸散貨，用皮帶輸送機的小時生產率公式：

$$\text{生產率(噸/小時)} = \text{貨物自然傾斜角係數} \times \text{皮帶寬度}^2(\text{公尺}) \times \text{速度(公尺/秒)} \times \text{散貨重量(噸/立方公尺)}$$

例如：某貨的自然傾角為 20° ，其係數為 520，皮帶寬度為 0.5 公尺，速度為每秒 2 公尺，貨物每立方公尺的重量為 1.5 噸，其每小時的生產率為：

$$520 \times 0.5^2 \times 2 \times 1.5 = 390 \text{ 噸}$$

關於使用斜槽式皮帶運輸機的貨物自然傾角的係數（平均

值)如下表所列:

貨物的自然傾角	係 數	貨物的自然傾角	係 數
20°	520	35°	814
25°	648	40°	950
30°	740	45°	1,100

(4) 裝卸散貨, 鏈斗式轉運機的小時生產率公式:

$$\text{生產率(噸/小時)} = 3.6 \times \text{斗槽容積(公升)} \times \text{斗槽的裝填係數} \\ \times \text{散貨重量(噸/立方公尺)} \times \text{每公尺轉動} \\ \text{帶上的斗槽數} \times \text{皮帶運轉速度(公尺/秒)}$$

例如: 鏈斗轉運機的斗槽容積為 250 公升, 斗槽裝填係數為 0.8, 散貨重量為每立方公尺 1.5 噸, 每兩公尺轉動帶上有鏈斗一個, 轉動帶轉動速度為每秒鐘 $\frac{1}{4}$ 公尺, 則其每小時生產量為:

$$3.6 \times 250 \times 0.8 \times 1.5 \times 0.5 \times \frac{1}{4} = 270 \text{ 噸}$$

至於一個泊位在一年間的通過能力可以按照下列公式計算:

$$\text{一個泊位在一年間的通過能力} = \text{碼頭機械架數} \\ \times \text{每小時裝卸技術定額} \times \text{一晝夜工作小時數} \times \text{艙口係數} \\ \times \text{一年中裝卸貨物預計日數}$$

例如: 一個泊位所有的碼頭機械座數為四座, 每座機械每小時生產率為 300 噸, 一晝夜機械工作時間為 21 小時, 艙口係數為 0.75, 一年中裝卸貨物的時間為 300 天, 則此一泊位在一年間的通過能力為:

$$4 \times 300 \times 21 \times 0.75 \times 300 = 5,670,000 \text{ 噸}$$

如果這個泊位不用機械裝卸, 而是用船上吊桿與人力相結

合的方法來進行裝卸，則以上計算公式僅須略為更改，如下式：

一個泊位在一晝夜間的通過能力 = 船上機械每工班

生產定額 × 班次 × 艙口係數

例如：船上機械每工班生產定額為 4000 噸，一晝夜為 3 個班次，艙口係數為 0.75，則此泊位在一晝夜間的通過能力為：

$$4000 \times 3 \times 0.75 = 9000 \text{ 噸}$$

若與碼頭機械的能力每晝夜裝卸 18,900 噸相比，則使用船上吊桿與人力結合裝卸能力每晝夜 9000 噸，僅為前者效率的一半，故而，港口裝置碼頭裝卸機械對於提高港口通過能力有着很大意義，而且在管理上也比較容易，在一定裝卸強度時，對降低成本也有很大作用。

茲再從上例研究碼頭通過能力與碼頭綫長度的關係：

假定上述泊位所停靠的船舶長度為 130 公尺，則加上安全間距 20 公尺以後一個泊位的碼頭長度即為 150 公尺，兩個相同泊位的碼頭長度就是 300 公尺。以一個泊位的碼頭來計算，它的長度是 150 公尺，如已知該碼頭一年通過能力為 567,000 噸，則該碼頭每公尺每年的通過能力就是 3,780 噸，8,9 頁表為一般主要港口在通常情況下應有的通過能力：

必須指明下表的裝卸效率並不是很高的，同時在工作日數方面，也是不算多的，因而在充份發揮港口效率的情況下，他們的通過能力當能超過上列數字一、二倍之多。

我們既算出每公尺碼頭年通過能力的數量，反過來，當我們已獲悉總的年計劃通過量以後，就可以求出應需的碼頭綫長度來。例如某專用碼頭的年通過量為 15,000,000 噸，則除以碼頭每公尺一年的通過能力假定為 3,780 噸的數字就可以得出這碼頭的長度約為 4,000 公尺，如來船一般長度為 130 公尺，

碼頭 號數	貨物 名稱	每年 貨運量 噸數	船 船 條 件				岸上 機械台 數	機 械 定 額 標 準 (噸/小時)	一 晝 夜 工 作 小 數	一 晝 夜 工 作 量 (噸)
			載 噸 貨 數	長 (公尺) 度	艙 口 數	艙口 係數				
1	包裝貨物	1,200,000	4,850	105	5	0.7	2	22	21	924
2	礦石	2,000,000	6,500	120	6	0.7	2	200	21	8,400

則可知確定泊位為 30 個，船身長度的總共為 3900 公尺，加上各船的安全間距各 20 公尺，則此碼頭實際應需長度應為 4,500 公尺。當然，我們知道港口的來船是不會那麼均衡絲毫無隙的，因此還必須考慮一定的不平衡係數，這個不平衡係數當然以越小越好。倘若不平衡係數為 1.2，則上述計算應作如下校正。即：

$$4600 \text{ 公尺} \times 1.2 = 4,800 \text{ 公尺}$$

$$\frac{4800}{130} \approx 37 \text{ 泊位}$$

$$4800 + 37 \times 20 = 5,540 \text{ 公尺}$$

而得出應需碼頭長度為 5,540 公尺。也就是說如果有了 5,540 公尺長的碼頭，就可在一年中擔任起 15,000,000 噸的通過任務，倘若是裝卸效率只有一半，則同樣的碼頭就只能通過 7,500,000 噸的貨物了。

按照各港目前情況來說，一般地碼頭每公尺的年通過量不到一千噸，因此，港口碼頭的使用效率顯然是很低很低的，改進的方法，應當採取以下措施：

船上機械每 班量	一次晝夜 換班數	機械晝夜 工作量	泊位晝夜 間通過能 力(噸)	一日中工 作數	一個泊位 每年通過 能力(噸)	需要泊位 數	碼頭岸綫 長度	靠船時間 晝數	每頭貨物 裝卸量(噸)
10.5	3	945	1,308	150	209,000	6	690	3.7	1,740
—	—	—	5,880	180	1,050,000	2	270	1.1	7,400

(1) 改進船舶運行的均衡性，逐步實施按照時刻表到港和開航。

(2) 對主要碼頭採取集中使用方法，並對大宗貨物逐步實施碼頭專業化。

(3) 改進港口裝卸設備與裝卸組織工作，逐步有系統有計劃地增加切合實際需要並能發揮最大裝卸功能的裝卸機械設備。

(4) 改進港口調度工作，力求港口工作的節奏性與均衡性，大力減少除裝卸以外的其他非生產性停泊時間。

總上所述，關於碼頭的通過能力是根據泊位的多少，碼頭機械的架數，性能，船舶類型，吊桿性能，操作過程，技術操作組織，倉庫通過能力，港口交通綫路等情況來決定的，各項因素彼此約制，彼此影響，如有一環薄弱，即影響到碼頭的通過能力，以及整個港口通過能力。

例如：某一碼頭上有兩架電動門式起重機，生產率各為一小時 50 噸，該碼頭上的火車裝卸綫長度為 96 公尺，車輛長度

(包括挽鉤間長) 爲 12 公尺, 車輛平均載重爲 30 噸, 如果一晝夜間裝卸時間爲 21 小時, 貨物由火車運到後方倉庫保管, 後方倉庫每 8 日週轉一次, 則每晝夜需要進車若干次? 後方倉庫容量應爲若干? 茲計算如次:

首先, 在一晝夜內起重機的生產力爲:

$$50 \times 2 \times 21 = 2100 \text{ 噸}$$

其次, 在一晝夜內鐵路來車的次數爲:

$$2100 \div 30 \times 96 \div 12 = 8.75 \approx 9 \text{ 次}$$

第三, 後方倉庫容量爲:

$$2100 \times 8 = 16,800 \text{ 噸}$$

從上看出, 各項設備的能力均必須密切結合, 其組織工作亦必須密切結合, 否則便可能形成港口局部堵塞現象, 關於車輛裝卸綫及倉庫通過能力問題將繼續討論如後。

S5 港內鐵路裝卸綫的通過能力

港內的鐵路設備係由港口車站 (簡稱港站)、調車場、及裝卸綫 (俗稱岔道) 三部分所組成, 它們的具體佈置, 以能達到符合港口最大通過能力爲前提, 關於港口鐵道的佈置可如圖 2 所列:

從內陸來的車輛首先進入接車場 (一稱進車場) 列車通過檢查後由調車機車送上駝峯, 使各車分別溜入編配車場, 然後分別進入區域車場, 或運送到指定的碼頭或倉庫進行裝卸, 裝卸工作完了後的車輛, 從碼頭和倉庫再進入區域車場或集結車場, 經過檢查後由調車機車送上駝峯使各車輛分別溜入編配車場, 編組妥後再進入發車場。這是車輛在港內運轉的大概情況, 並僅爲規模較大現代化設備的港口才具備這些條件, 一般

港口的鐵道裝卸綫設備當較簡單，但車輛週轉過程則並無若何差異。

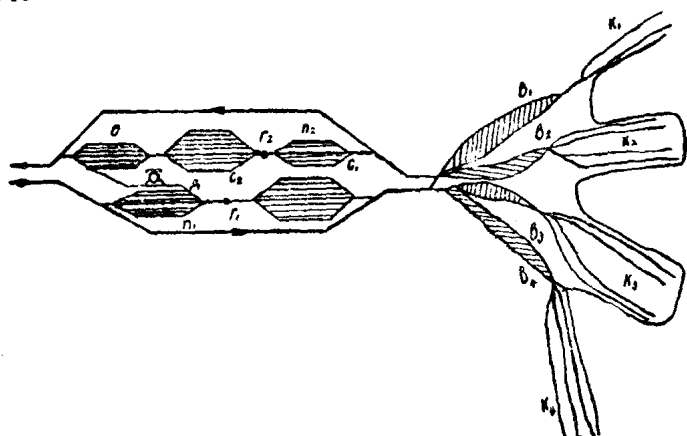


圖 2

- Π_1 接車場 Γ_1 駝峯 C_1 編配調車場
 B_1, B_2, B_3, B_4 區域車場
 K, K_2, K_3, K_4 碼頭倉庫旁鐵路裝卸綫
 Π_2 集結車場 Γ_2 駝峯
 C_2 編配車場 O 發車場
 Δ 修車場或車庫

關於接車場和發車場岔道數目的計算，除了必要的通過綫路外，是按每晝夜進車或發車的次數，每次車輛的多寡，以及岔道騰讓的週轉次數來決定的，例如某港每晝夜進車 12 次，倘每次車輛長度適與一般岔道長度相當，接車場岔道每 3 小時騰空一次，倘進車時間間隔相當均勻，則所需岔道數為：

$$\frac{12 \times 3}{24} = 1.5 \approx 2 \text{ 股}$$

另加通過綫一股，共為三股岔道。此外，當按需要另加設輔助綫路，如來車間隔不平衡，則尚須按不平衡情況考慮計入不平衡系數。

關於碼頭前方倉庫旁的鐵路裝卸綫長度以及後方倉庫旁的鐵路綫長度倘僅以一股岔道來講，則其長度是與一列倉庫的總長度相當的，至總的裝卸綫長度必須與每晝夜進車次數，每次進車輛數相適應，現舉例如次：

若倉庫長度為 192 公尺，則一次可進入四十噸高邊車可有 16 輛（每輛包括挽鉤間長度約 12 公尺），由於港口晝夜不停的作業以及裝卸量龐大的緣故，故一方面既須增加岔道股數，另一方面也必須分多次進車，才能適應大量貨物通過的需要。例如，假定在一晝夜間倉庫裝卸綫來車 160 輛，則需要鋪設上述裝卸岔道十股，或一晝夜間分為十次進車，倘有二股岔道，則可以分為五次進車，就是說，如果有 384 公尺長的裝卸綫，分為二股，（輔助綫不在內）則在一晝夜進車五次時，每晝夜內最多可以通過貨物 6400 噸。

茲再從一定期限內火車裝卸量與裝卸綫的關係作進一步研究：

如果一晝夜中火車裝卸量為 9,000 噸，每輛車輛平均載量為 30 噸，則一晝夜間裝卸車輛當為 300 輛，以公式表示：

$$\text{一晝夜裝卸車輛數} = \frac{\text{一晝夜火車裝卸量}}{\text{車輛平均載重量}}$$

若某統計期內火車裝卸量為 25 萬噸，作業 25 天，車輛平均載重量為 30 噸，則每晝夜裝卸車輛數為 334 輛，若不平衡係數為 1.2，則每晝夜需車限度為 400 輛，以公式表示如次：

$$\text{一晝夜裝卸車輛數} = \frac{\text{統計期火車裝卸量} \times \text{不平衡係數}}{\text{統計期內裝卸晝夜數} \times \text{車輛平均載重量}}$$

在上述公式的兩邊各乘以車輛的平均長度，除以一晝夜的進車次數，則上述公式就化為：

$$\text{裝卸綫長度} = \frac{\text{統計期火車裝卸量} \times \text{不平衡係數} \times \text{車輛平均長度}}{\text{一晝夜進車次數} \times \text{統計期內裝卸晝夜數} \times \text{車輛平均載重量}}$$

又因為：

$$\text{一晝夜進車次數} = \frac{\text{一晝夜內裝卸工作時間}}{\text{平均裝卸一次的時間} + \text{平均每次調車作業時間}}$$

將其代入裝卸綫長度的公式內，則得出以下總公式：

$$\text{裝卸綫長度} = \frac{\text{統計期火車裝卸量} \times \text{不平衡係數} \times \text{車輛平均長度} \times \left(\frac{\text{平均裝卸一次時間}}{\text{一晝夜內裝卸工作時間}} + \frac{\text{平均每次調車作業時間}}{\text{統計期內裝卸晝夜數}} \right)}{\text{統計期內裝卸晝夜數} \times \text{車輛平均載重量}}$$

例如，已知一年內的火車裝卸量為 120 萬噸，不平衡係數為 1.2，車輛平均長度為 10 公尺，（包括挽鉤間長），一晝夜工作時間為 20 小時，每裝卸一次平均時間半小時，調車時間為半小時，一年中裝卸晝夜數為 300 晝夜，車輛平均載重量為 30 噸，則代入以上總公式即可得出所需火車裝卸綫長度為 240 公尺：

$$\frac{1,200,000 \times 1.2 \times 10 \times (0.5 + 0.5)}{20 \times 300 \times 30} = 240 \text{公尺}$$

從上式看出，如裝卸時間與調車時間每次延長為三小時，則需要火車裝卸綫長度須為 720 公尺，同時在一晝夜中只能最多進車七次，故而裝卸效率與運轉效率的提高，實為挖掘潛力與降低設備成本的關鍵因素，反之，則必多浪費。

當我們已知火車裝卸綫長度等因素以後，則僅須將上述總公式變換一下，即可求出其通過能力，現根據移項原理將公式改變如次：