



61469

141797

鐵路運能潛在力的研究

碩 果 維 契 著
裴 毓 華 譯
張 任 之 校

73.6



人 民 鐵 道 出 版 社

鐵路運能潛在力的研究

B·A·碩果維契 著

裴毓華 譯

張任之 校

人民鐵道出版社

一九五三年·北京

В · А · СОКОВИЧ
ИССЛЕДОВАНИЕ
РЕЗЕРВОВ
ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТИ
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1950 ЛЕНИНГРАД

本書根據蘇聯國家科學院出版局
一九五〇年莫斯科俄文版本譯出

目 錄

一、鐵路技術能力的定義及種類.....	2
二、影響通過能力和運送能力變化的因素.....	4
三、通過能力與運送能力間的關係.....	5
四、在全一牽引種類下機車車輛類型改換時運送能力的變化.....	9
五、由蒸汽機車牽引改爲電力機車牽引時運送能力的變化.....	10
六、運送能力的潛力及其利用方法.....	16

一 鐵路技術能力的定義及種類

從技術觀點來看，鐵路就是一部複雜的機器，其主要組成部分是：（甲）綫路設施（綫路、大型建築物、車站和其設備以及其他）；（乙）機車車輛；（丙）輔助設施：如工廠、材料管理機構和其他。

幹部和材料供應方面的問題，本文中不加研究，因此類問題均係依照運營方面的需要而定。

具有一定技術裝備的鐵路，必須完成其所負的任務，即以規定的速度在一定的法定時限內，完成旅客和貨物的運送任務。

為了完成所規定的任務，鐵路必須有一定的組織。在同樣技術裝備的鐵路上，由於組織的不同，可能產生不同的結果（在數量方面和在質量方面）。對運輸工作所要求的必需條件是安全、不中斷、準確、經濟和便利。鐵路在遵守這些條件下，應依其具體情況，在規定的一定時間內，以最少的資材消費完成運輸計劃內所規定的一切運輸任務。

運輸的組織，應該與其發生關係的各部門的組織及國家一切生存制度完全相適應。在目前五年計劃中，國民經濟所有各部門蓬勃的發展，決定着對運輸工作制度本身的要求。

近代科學與技術已經達到很大的成就；在工業方面使用着複雜的機床、機器；勞動條件和方式亦已改變。這就自然地要求新的工作方式和方法以及對於在實踐中所發生的諸問題予以科學的解決。

現代技術已經處於這樣高的地位，即每一個別的經濟單位，如果僅以其自己範圍的需要為出發點，則將不能解決各種技術問題，必須考慮其各個相關的生產方面的需要和要求，以綜合性的方法解決之；

而大量生產的原則是要求在完成各個部分品和零件時，必須精密和準確。所有這些情況在運輸方面完全適用。

每一鐵路，必須具有相應於其當前工作量所需要的一定技術裝備。這些可以決定鐵路等級和工作能力的技術因素，在其管理的現行組織下，可以由其設備的技術條件表現出來。

所謂鐵路的技術能力，即鐵路在單位時間內，通過一定數量的貨物（和旅客）的能力。技術能力，上面已經講過，是與一系列的因素有關的：綫路的平面、縱斷面、區間內綫路數、區間長度、分界點的數目、機車車輛的類型及其數量等等。

所有以上列舉的與鐵路技術能力有關的各項因素，可分為兩大類：（甲）固定的（綫路平面、縱斷面、分界點的配置等等）；（乙）活動的（一定類型的機車車輛及其數量）。在一定類型的機車車輛和一定的行車組織下，視其固定的運輸設備而決定的鐵路技術能力稱為通過能力。

但是爲了要實現一定的通過能力必須要有與之相應的一定類型（爲計算通過能力時所取定者）和數量係機車車輛。

其僅根據一定類型的機車車輛數量而部份地或全部地實現通過能力的鐵路技術能力稱為運送能力。

運送能力通常不等於通過能力，可能較其大，亦可能較其小。如運送能力與通過能力不等時，則將發生一種「呆滯的投資」。因爲實際上不可能做到每一一定時刻內其通過能力均與運送能力相等。因此發生一個問題，即應如何才更合理：應使運送能力大於通過能力，抑或相反？

比較合理的是使運送能力稍大於通過能力，因爲提高通過能力比較補充機車車輛簡單，也比較快些（可由他處調用機車車輛的情形時則爲例外）。通過能力和運送能力比較當前的需要總是應有一些後備力。這種後備力的大小，應根據國家的意圖而確定之。

現在應該商榷一下，究竟對『鐵路通過能力』這一術語應該怎樣

解釋。我們假定鐵路就是由技術能力大致相同的一些區段所構成的一條綫路，那麼，整個鐵路的通過能力，即應按最困難的一個區段的通過能力來決定。但如果鐵路有着比較複雜一些的外形，例如，由通過能力為50—55對列車的強力幹綫，和通過能力為10—15對列車的支綫所構成，如果就認為該鐵路的通過能力是等於10—15對列車，也是不對的。因此，按全路或所有區段來確定鐵路的通過能力，才是比較正確的。下面先分析通過能力等於運送能力的個別情形：

通過能力和運送能力，都可以用同一單位來表示：每晝夜的列車對數、客貨車輛數和總噸數及淨噸數。

如果通過能力用每晝夜的列車對數表示時，那麼就用該當的機車和該當種類的燃料，及規定的計算速度，牽引於計算坡道上的最大重量的列車作為計算單位。

如果通過能力和運送能力是用同一單位表示時（列車對數、車輛數和噸數），則在這種情形下，不應該認為這兩種能力的概念僅是數量上的差別而已。

鐵路的通過能力與運送能力相較，不僅存在着數量上的區別，而且在本質上還存在着內在的原則性的區別。通過能力是一個不能由其本身完成運輸過程的技術能力，它不能製造運輸產品——運送貨物，而祇能為運輸貨物創造先決條件。運輸過程和運輸產品，僅能由運送能力直接完成之，而通過能力則限制着運送能力。

可以譬喻說，通過能力是鐵路的『位能』，而運送能力則是鐵路的『動能』。

二 影響通過能力和運送能力變化的因素

必須分清通過能力的變化和在鐵路的固定和活動設備的不變狀態下，該通過能力的使用程度兩者間的區別。

通過能力，可因技術組織措施的改變和技術設備上的改造而變

化。前者包括：改變列車運行圖的種類，實行多機牽引法和車列合併運轉法等等。後者包括：增設會議車站（通常爲分界點）、改變閉塞方式，將路簽機移設至反道旁，緩和坡度，在個別區間和整個區段敷設雙綫，改換其他種類內牽引和機車車輛的類型等等。

運送能力也與組織制度上的改變和設備上的改造方法有關。屬於組織方面的包括：改變機車乘務組的乘務方法、改變煤水供應地點的工作組織、改變運行圖的種類。屬於設備方面的包括：改用新型的機車和車輛。

三 通過能力與運送能力間的關係

通過能力與運送能力兩者間的關係，可依下列各式說明之。

以每晝夜列車對數表示單綫鐵路的通過能力，如爲平行運行圖時，可以下式表示之：

$$n_{np} = \frac{24}{\frac{2l_0}{V_{cp}} + \tau} \quad (1)$$

式內： l_0 ——最困難區間的長度；

V_{cp} ——列車在最困難區間上下行運行的平均速度，以公里/小時計；

τ ——在最困難區間，車站的間隔時間，以小時計。

在同一區段內在一定類型的列車用運用機車台數爲 $\bar{n}_g$ ，而其運送能力以每晝夜列車對數 n_{nb} 表示時，則：

$$n_{nb} = \frac{\bar{n}_g}{K} = \frac{24\bar{n}_g}{T} \quad (2)$$

式內： T ——機車週轉時間（以小時計）；

$K = \frac{T}{24}$ ——對列車所需機車台數的係數；

以公式(2)除(1)即可得到通過能力與運送能力間的關係公式(在同一區段)如下:

$$\frac{n_{np}}{n_{ns}} = \frac{T}{n_s \left(\frac{2l_0}{V_{cp}} + \tau \right)} \quad (3)$$

由此可知,如欲使通過能力等於運送能力時,則必須使:

$$\frac{n_{np}}{n_{ns}} = \frac{T}{n_s \left(\frac{2l_0}{V_{cp}} + \tau \right)} = 1$$

$$\text{因而得: } \bar{n}_s = \frac{T}{\frac{2l_0}{V_{cp}} + \tau} \quad (4)$$

在這個等式內的 l_0 是變數。假定所有其餘數值都是常數時,則 $\bar{n}_s$ 因 l_0 的變化而變化的法則,可予分析如下:

給予 l_0 以一系列的數值時,即可得 $\bar{n}_s$ 的一系列數值

演算結果列表如下並製圖如圖 1。

l_0	$\bar{n}_s$
0	∞
5	28.3
10	16.6
15	11.8
20	9.1
25	7.4
30	6.2
∞	0

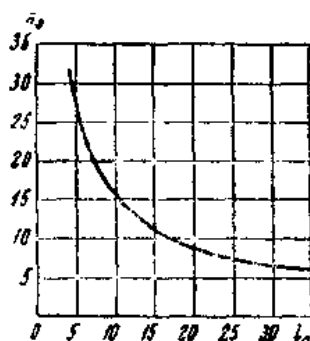


圖 1

演算時係取交路距離 $l_0 = 125$ 公里, 旅行速度 $V_k = 25$ 公里/小時, 機車在折返地點的停留時間 $\alpha = 1.5$ 小時, $V_{cp} = 35$ 公里/小時, τ

=0.12小時

由此可以看出，最困難區間的長度在20公里以上時，其對列車用運用機車的台數，是沒有什麼重大影響的

但運送能力與一定類型的車輛數也有關係。

機車與車輛數量間的關係，可以下式表示之：

$$\frac{n_g}{N_p} = \frac{S_n}{S_n \cdot (1 - \beta)m}, \quad (5)$$

式內： n_g ——列車用運用機車台數；

N_p ——運用車輛總數；

S_n ——車輛的平均每晝夜走行公里（日車公里），以公里/晝夜計；

S_n ——機車的平均每晝夜走行公里（日車公里），以公里/晝夜計；

β ——單機走行公里的百分比；

m ——列車的編組車數（車輛數）。

由此

$$N_p = \frac{n_g S_n (1 - \beta)m}{S_n}$$

將 n_g 以其在公式（4）內的數值代入即得：

$$N_p = \frac{T S_n (1 - \beta)m}{\left(\frac{2l_0}{V_{cp}} + 1 \right) S_n} \quad (6)$$

假設其他數值均為已知數，則 N_p 可表示為 l_0 的函數。

在此假定下得：

$$N_p = \frac{12.5 \times 200 (1 - 0.05) \times 60}{\left(\frac{2l_0}{35} + 0.12 \right) \times 150} = \frac{24,937.5}{l_0 + 2.1}$$

給予 l_0 以一系列的數值時，可得對 N_p 的一系列數值。

演算結果列表如下，並以圖2表示之。

l_0	N_p
0	11,872
2.5	5,427
5	3,512
10	2,061
15	1,458
20	1,128
25	920
30	777
35	672
∞	0

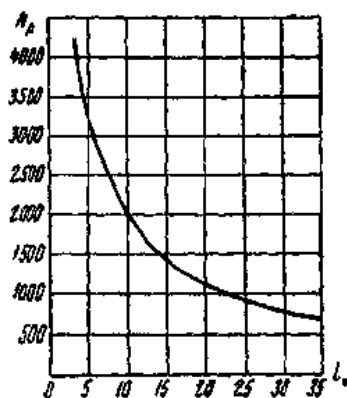


圖 2

此一曲線亦表示在較困難區間的長度超過30—25公里時，其對運用車輛總數的影響是很小的。

如果數值 T 和 $\bar{n}_0$ 為已知數，並假設 $T=12$ 小時， $\bar{n}_0=15$ 台機車， $V_{cp}=35$ 公里/小時， $\tau=0.12$ ，則由公式 (3) 即可求出：

$$\frac{n_{np}}{n_{nb}} = \frac{12}{15 \left(\frac{2l_0}{35} + 0.12 \right)}$$

或化簡為：

$$\frac{n_{np}}{n_{nb}} = \frac{14}{l_0 + 2.1}$$

給予 l_0 以各種不同的數值時，可得 n_{np} 與 n_{nb} 間的關係來。

演算結果列表如下，並以圖 3 表示之。

L_0	$\bar{n}_g = 15$	$\bar{n}_g = 20$
	$\frac{n_{np}}{n_g}$	$\frac{n_{np}}{n_g}$
0	6.7	5.0
5	2.0	1.5
10	1.1	0.8
15	0.8	0.6
20	0.6	0.5
25	0.5	0.35
30	0.4	0.3
35	0.38	0.27
∞	0	0

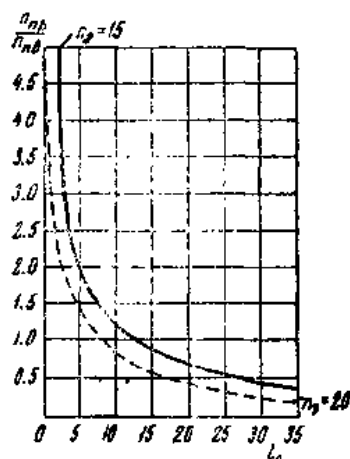


圖 3

以上資料表示，如果機車台數一定時，則以列車對數所表示的通過能力與運送能力的比值，於最困難區間的長度增加時，即將降低，並且該區間的長度如果大於20—25公里，則對上述比值的影響是非常小的。

四 在同一牽引種類下機車車輛類型改換時 運送能力的變化

在同種類的牽引下，例如都用蒸汽機車牽引時，如果蒸汽機車的類型由能率較小者，改變為能率較大者時，則將因列車速度和重量的增加而使運送能力發生變化。所以上列公式中， $N_{\text{лп}}$ 為變數，在此情形下，上述分析亦可適用。

五 由蒸汽機車牽引改為電力機車牽引時，

運輸能力的變化*

以每晝夜噸數作單位的鐵路運送能力，其衆所週知的公式如下：

$$T = N Q_{6p} \quad (7)$$

式內： N ——一晝夜內貨物列車的對數；

Q_{6p} ——列車內車輛的總重量，

將上式(7)內的 N 和 Q_{6p} 用衆所週知的公式代入之：

$$N = \frac{24}{t_T + t_o + \tau_{CT} + \tau_{p3}} \quad (8)$$

$$Q_{6p} = \frac{F_K - P(\omega' + i_p)}{(\omega_v + i_p)} \quad (9)$$

代入後得，

$$\begin{aligned} T &= \frac{24}{t_T + t_o + \tau_{CT} + \tau_{p3}} \times \frac{F_K - P(\omega' + i_p)}{\omega_v + i_p} \\ &= 24 \frac{F_K - P(\omega' + i_p)}{(\omega_v + i_p)(t_T + t_o + \tau_{CT} + \tau_{p3})} \quad (10) \end{aligned}$$

由公式(10)可以看出，鐵路運送能力(以噸數作單位)與下列各項因素有關：

- (1) 機車的牽引力 F_K ；
- (2) 機車重量 P ；
- (3) 機車的單位阻力 ω' 與車輛的單位阻力 ω_v ；
- (4) 限制坡度(即計算坡度)的數值 i_p ；
- (5) 在最困難區間內，列車的淨運轉時分 $t_T + t_o$ ；
- (6) 與列車閉塞方法以及與列車運行圖之製訂方法有關的在車站上因會車手續而消耗的時間 τ_{CT} ；
- (7) 耗於加速和減速上的時間 τ_{p3} 。

* 本章係由 А. И. 傑克切略夫同志所述。

現在來研究這些因素，在由蒸汽機車牽引改變為電力機車牽引時，對運送能力所發生的影響將如何。

為了明瞭牽引力 F_k 的影響是如何，可將ФД型蒸汽機車和ВЛ型電力機車兩者的牽引力加以比較。

圖4內這兩種機車牽引力的曲線表示：

(1) 在40公里/小時的速度以內，電力機車牽引力的曲線位置高於蒸汽機車牽引力曲線的位置，但在低牽引力之下，則電力機車的速度也較蒸汽機車為低。

(2) 在限制坡道上，電力機車的速度和牽引力較蒸汽機車為高。

根據這些牽引力方面的特點，可作結論如下：

(甲) 在較大的限制坡道上，採用電力機車較為有利；

(乙) 在同樣的限制坡道上和同樣的曲線半徑下，電力機車的牽引力和速度較蒸汽機車為高。

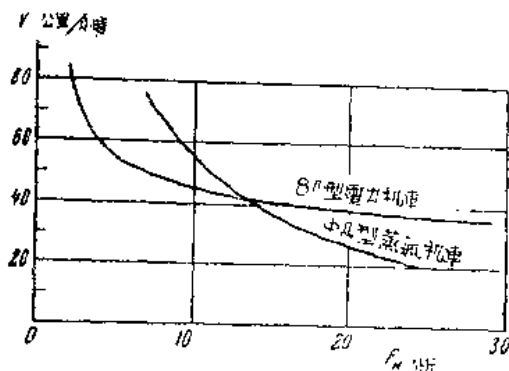


圖 4

下表1可給予我們以在限制坡道上牽引力和速度的絕對值和相對值。

表 1

機車種類	P_k (公斤)	%	V 公里/小時	%
蒸汽機車	22,800	100	22	100
電力機車	28,800	126	34	154

電力機車和蒸汽機車的重量亦不相同

蒸汽機車的重量大於電力機車，其主要原因是因為蒸汽機車附有煤水車。如 Φ Ⅷ 型蒸汽機車重為 285 噸，其中煤水車重量即佔 135 噸 (47%)。

電力機車和蒸汽機車的阻力亦不相同。其阻力可以下列公式表示之：

$$\omega_{\text{汽}}^{(a)} = 1.5 + 0.05 V^2 \dots\dots\dots \text{蒸汽機車}$$

$$\omega_{\text{電}}^{(b)} = 1.4 + 0.0012 V^2 \dots\dots\dots \text{電力機車}$$

根據這兩個公式所求得的阻力 ω 表示在表 2 及圖 5 內。

表 2

機車	V , 以 公里/小時 計							
	20	30	40	50	60	70	80	90
蒸汽機車	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
內燃機車	2.52	2.92	3.48	4.2	5.08	6.12	7.32	8.68
電力機車	1.88	2.48	3.32	4.4	5.72	7.28	9.08	11.12

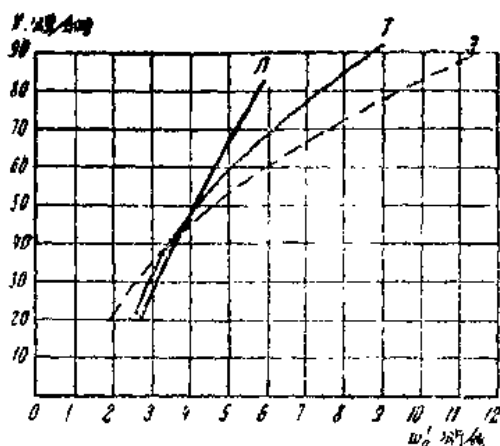


圖 5

由表 2 和圖 5 可以看出，在 40 公里/小時的速度下，電力機車的阻力較蒸汽機車為低；在較高的速度下，電力機車的阻力則變大，而在達到 70 公里/小時的速度時，其阻力竟會較蒸汽機車的阻力高出 45%。

於此，必須對下述情形加以闡明即：在限制坡道上，電力機車的速度和阻力較蒸汽機車為大。

按照表 1 電力機車和蒸汽機車在限制坡道上按規定行車速度牽列列車時如將 ω' 的數值代入則可得：

$$\omega_{\phi}^{(1)} = 2.6 \text{ 公斤/噸和 } \omega_{\phi}^{(2)} = 2.79 \text{ 公斤/噸}$$

雖然在此情形下，電力機車的阻力較蒸汽機車為大，但包括在運送能力公式 (7) 裡的 $P\omega_{\phi}$ 對 ΦD 型蒸汽機車則大些，其數值為 611 公斤（對電力機車為 330 公斤）。在此情形下，起着決定性作用的是機車重量 P ，而不是阻力 ω_{ϕ} 。

如果以為限制坡道與牽引種類並無直接關係，則於相同數值之 i_p 下， $P \cdot i_p$ 在為電力牽引時，仍將較蒸汽力牽引時為小。

限制坡道 i_p 的數值，表面看來，似與牽引種類無關，但若注意及前面所說之電力機車牽引力特點曲線（圖4）時，即可知道，在限制坡道上電力機車的牽引力和速度均較蒸汽機車者為高。

因電力機車具有這些特徵，故以電力牽引時的運送能力與用蒸汽牽引時的運送能力相比較，則限制坡道坡度愈大，電力牽引時的運送能力也愈大。運送能力的相對變化關係茲闡明於表3內。

表 3

	$i_p=9\%$	$i_p=12\%$	$i_p=15\%$	$i_p=20\%$
蒸汽牽引·····	100	100	100	100
電力牽引·····	167	188	193	200

現在再來研究在計算區間內牽引種類對於列車運轉時分 $t_r + t_u$ 的影響是如何。計算區間可想像為一出許多連續限制坡道所組成的區間，或為由一限制坡道，而其兩端所銜接的是兩段平道所組成的區間（圖6）。列車的運轉時分 $t_r + t_u$ ，可以表示如下：

如以蒸汽機車牽引則：

$$\frac{L_p}{V_i^{(n)}} + \frac{L_p}{V_{\max}^{(n)}} = t_r^{(n)} + t_u^{(n)};$$

如以電力機車牽引則：

$$\frac{L_p}{V_i^{(e)}} + \frac{L_p}{V_{\max}^{(e)}} = t_r^{(e)} + t_u^{(e)};$$

式內： L_p ——計算區間的長度；

$V_i^{(n)}$ ——在計算坡道上，蒸汽機車牽引列車的速度；

$V_i^{(e)}$ ——在計算區間內，電力機車牽引列車的速度；

$V_{\max}^{(n)}$ ——以蒸汽機車牽引之列車的設計速度；

$V_{\max}^{(e)}$ ——以電力機車牽引之列車的設計速度。