

鐵路改建 及第二綫設計

王竹亭編譯

人民鐵道出版社

鐵路改建及第二綫設計

王竹亭編譯

人 民 鐵 道 出 版 社

一九五五年·北京

本書係根據蘇聯「第二綫設計指南」(Руководство проектирования вторых путей)及「鐵路設計及建築」(А. И. Иоаннисян: проектирование и постройка жерезных дорог)兩書編譯而成，敘述舊綫改建及第二綫增建時的平面及縱斷面的設計和計算。

本書是為綫路專業學生而編寫的，並希望對綫路設計工程師和技術員在作鐵路綫路技術改造設計時有所幫助。

鐵路改建及第二綫設計

王竹亭 編譯

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府十七號)

北京市書刊出版營業許可證出字第零壹零號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印

(北京市建國門外七聖廟)

一九五五年九月初版第一次印刷平裝印 1—1,080冊

書號373 開本850×1163 $\frac{1}{16}$ 印張6 $\frac{1}{16}$ 插圖2頁 170千字 定價(8) 1.19元

目 錄

前言.....	1
---------	---

舊 綫 的 改 建 設 計

一、舊綫提高通過能力及運送能力的方策.....	3
二、舊綫縱斷面及平面的改建的原則.....	15
三、舊綫縱斷面改建的設計.....	19
四、舊綫平面改建的設計.....	24
甲、檢查原有曲綫的野外及室內工作的進行——	
基本原則.....	24
乙、路綫平面的測繪.....	31
丙、選擇半徑的條件.....	37
丁、選擇曲綫半徑及計算撥距的室內工作.....	40
戊、複曲綫半徑的選擇.....	52
己、選擇半徑的特殊情況.....	57
庚、緩和曲綫的安設.....	58
辛、曲綫因設緩和曲綫而發生的移距.....	63
壬、安設緩和曲綫的特殊情況.....	65
五、舊綫平面改建的計算.....	69
甲、同向曲綫間短介直綫的改建.....	69
乙、複曲綫連接的改建.....	79
丙、反向曲綫間過短介直綫的改建.....	82
丁、用投影法以解決路綫平面改建的複雜問題.....	84

第 二 綫 的 設 計

六、第二綫設計的基本問題.....	87
-------------------	----

七、第二綫縱斷面及平面的設計.....	94
甲、第二綫縱斷面設計.....	94
乙、第二綫平面設計.....	97
八、第二綫設計中計算平面所用的角圖法.....	98
甲、概要.....	98
乙、角圖的繪製.....	100
丙、法綫（ нормаль ）的計算.....	103
丁、法綫改正數的計算.....	108
戊、角圖法應用的範圍.....	113
九、第二綫平面各主要部分的計算.....	114
甲、曲綫上限界加寬的設置.....	114
乙、直綫上的綫距加寬.....	116
丙、曲綫上的改變綫距.....	122
丁、在曲綫的一部分上加寬綫距.....	124
戊、不平行的 α 綫.....	127
十、路綫平面計算例題.....	130

前 言

鐵道部在一九五三年鐵路工作的基本總結和一九五四年的工作部署中指出：根據國家過渡時期的總任務，和目前鐵路的基本情況，鐵路的基本任務是：「隨着國民經濟的發展，相應地發展鐵路運輸，使之能滿足工農業生產，商品流通和人民物質文化生活日益增長的運輸需要，並保證國防需要。」我國目前鐵路的基本情況是怎樣呢？舊中國遺留下來的鐵路技術裝備十分落後，數量少，質量差，效率低，標準複雜。絕大部分是單綫鐵路。若干區段的設備能力已日益不敷運量發展的需要。因此，必須按照社會主義蘇聯鐵路的先進標準，對我國鐵路有計劃、有步驟地進行技術改造；並且還要經常重視鐵路固定資產的養護維修工作，保持鐵路技術設備的良好狀態；必須建築新鐵路，必須不斷改善經營管理和培養掌握新技術的大批幹部。

鐵路工作是爲了完成運輸任務，鐵路技術改造的目的也就是爲了提高運輸能力，使鐵路適應國家經濟發展需要。運輸能力爲通過能力及運送能力的總合。而通過能力又主要決定於站間距離，站場配綫，機檢及給水設備，綫路及橋涵構造，綫路縱斷面性質，站場設計，牽引類型，信號集中閉塞設備等。因此鐵路技術改造是一項複雜的工作，必須對運量的發展和現有鐵路的情況進行系統的調查統計工作，加以周密的分析研究，以便根據運輸量發展的速度確定在那一地區、那一條綫路、那一區段在什麼時候進行什麼樣的技術改造。當發現某一單綫鐵路的運輸能力落後

於運輸要求時，首先要挖掘潛力，通過改建的方式以求加強或採取增設第二綫的辦法。無論改建或增設第二綫，都要調查綫路的通過能力及運送能力，按綫路的性質，結合牽引計算，以求合理解決，就是一方面精確計算出貨運量，作出貨流圖，另一方面選擇機車類型，同時考慮到保證安全及鐵路員工先進工作方法的成就，把路綫的實際通過能力及運送能力計算出來，以決定改建的步驟。實際工作順序，一般是先着眼在全綫的通過能力，然後再檢查限制列車重量的長大坡段。坡段問題比較單純，一般就考慮落坡、改綫或採用補機牽引及電氣化方法。通過能力涉及的面較廣，因而解決的方法也較多，蘇聯的先進方法是繪製一張實際的通過能力圖（如圖1，此為示意圖，實際工作中還可繪製更詳細的圖，比如運行時分、給水消耗等都可用圖解法精細求出），這是按照通過能力的四大要素（區間、站場、給水、機檢）來詳細設計的。這圖的主要用途是把綫路的弱點顯示出來，以便找出原因而研究對策。

鐵路技術改造對我們說來是一項新的工作，是最感缺乏實踐經驗的工作，與新建鐵路工作一樣，無疑的要學習蘇聯先進技術。爲了大家便於研究和參考起見，試把蘇聯專家和學者有關鐵路舊綫改建及第二綫設計的豐富經驗介紹於此。

舊綫的改建設計

一、舊綫提高通過能力及運送能力的方策

舊綫加強通過能力及運送能力的工作，須在充分利用既有裝備（即發揮潛在能力）和改建兩方面聯合進行。

在個別情況中，可能通過發揮舊綫潛在能力，就可以適應運輸數量的增長；也有時一方面要加強既有裝備的利用，另一方面還需要把它加以改建。

下列措施，是發揮潛在能力以提高舊綫運送能力的方式：

- 1) 提高列車動能的利用，以增大列車牽引定數（同時必須保證安全）；
- 2) 提高鍋爐蒸發率，以提高速度；
- 3) 消滅區間綫路弱點上的速度限制（即徐行），以提高列車速度；
- 4) 合理編製運行圖，以使列車能緊密運行；
- 5) 施行雙列車聯合運轉方式。

也還有不很常見的一些永久的或臨時的措施，如：在分界點咽喉上使用路簽交換，連續放出同向列車（中間隔以臨時信號點或根本用時間間隔等等）。

提高對列車動能的利用以加大列車重量這一方式，需要精細分析最困難路段上的運行條件，這種路段是：

- 1) 持續的大上坡路段；
- 2) 上坡以後立即開始陡坡的路段；
- 3) 分界點平場後立即開始陡坡的路段。

在每一個這種的路段中，選定一種合適的列車重量；然後採用降低行車終速度方式，或者用廢除前邊一站的停車而保持動能的方式，使最大重量的列車，通過全部路段。

增加列車的重量，操縱超軸列車，都是先進司機的光榮任務。

超軸列車運動，日益廣泛，這樣的成就，應該在分析潛在能力時，予以考慮。另一方面，關於綫路的維修，必須達到能廢除動力上坡前邊及其範圍以內的速度限制。既然隨着列車重量的增加，動力上坡的關係日益重要，那麼在這些地段上將綫路維修完善，就成為更緊要的條件。

提高鍋爐蒸發率以增加列車速度，可以使列車佔用區間的時間減少，因而增加通過能力。

取消區間綫路（由於情況不好）的速度限制以增加列車速度，恆很足以提高通過能力。

困難區間（對通過能力起限制作用的區間）的綫路，取消速度限制，既能提高它本身的通過能力，也要提高了全路段的通過能力。

困難區間兩端車站上會車合理化，以使運行圖緊密的方式，可使該路的通過能力提高。

採用非成對的行車及部分連開列車運行圖，可以提高通過能力。重車方向採用連開列車運行方式，可以提高通過能力。在回空方向中一部分機車以雙機牽引方式隨列車放回。

在有自動閉塞裝置的路段上，可以採用部分連開列車的方式，只要相應的會讓站及車站上有足夠保證連開列車的配綫即可。連開係數達到50%以後，通過能力可增加20%，連開係數再增大，使超過50%，在單綫鐵路上，不見得有什麼可以推荐的，因為這要大大的降低列車運行的段速（由於連開列車在等待會車中的停留時間過大）。

雙列車聯合運轉，就是把兩列車的重量，聯結於一個列車，雙機牽引，合於一切運轉規章；這可以強烈的提高全綫或路段的

運送能力。雙列車聯合運轉的方式，適用於下列的條件：

- 1) 總的貨運量中，大批運輸的比重很大，用大型車輛運送，而且雙列聯合的長度不超出（現有的）車站到發綫長度；
- 2) 雙列聯合運轉的途程很長，編組及解體的作業很少。

這個方式，是未採用大型機車或其他改建性質的措施以前的臨時辦法。

單綫鐵路增強運送能力的改建方法，約有下列幾種：

- 1) 增加會讓站；
- 2) 採用較完善的閉塞方式；
- 3) 採用強大機車；
- 4) 軟化限制坡度；
- 5) 全綫或最困難路段的電氣化。

嚴格說來，增設會讓站不能看作改建性質的措施，因為增設會讓站時，所有路綫各種業務的裝備仍舊不變。

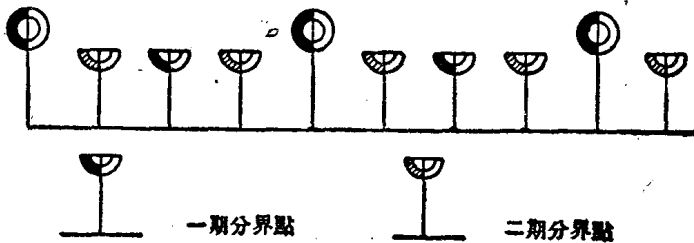


圖 2

在設計時備用的分界點平場還沒有完全利用，第二期會讓站還沒有開設以前，增設會讓站的方式，常常是提高通過能力及運輸能力第一步的必要措施。

開設第二期會讓站，可以不需用很多資金，即能顯著的增加通過能力及運輸能力（圖2），因為這樣是顯著的縮短了每對列車佔據區間的時間。

我們知道，單綫鐵路的通過能力等於

$$n = \frac{1440}{t_m + t_o + \tau_1 + \tau_2} \text{對列車。}$$

如果每對列車行駛於區間的時間，由於開設第二期會讓站而減少，比如說減少一半，則通過能力大約增至1.8倍，因為上式的分母大約縮小1.8倍。

倘若第二期會讓站已經都開設過了，則這個措施的運轉經濟效率多半要決定於區間的勻等性及區間的長度。

假設區間勻等，它們的通過能力大致相等（圖3），則只有

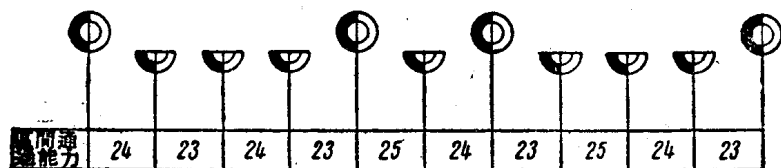


圖 3

在全部區間中增設會讓站，才可以提高通過能力。假設區間不勻等 它們的通過能力各個懸殊（圖4），則僅應在對通過能力起限制作用的區間，增設會讓站。在圖4所示的例題中，增設 № 1、2 及 3 會讓站，可能把該段的通過能力由21對提高到27對列車。

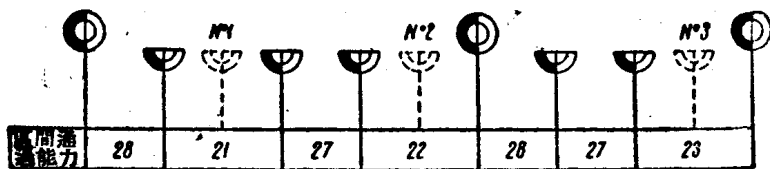


圖 4

蘇聯所進行的研究結果告訴我們：在單綫鐵路上，把區間距離縮到6~8公里以下，是不合理的。運行長大列車的路綫上，最好用稍長的區間距離，因為長大列車，如果時常停車時常起動，是要使運轉經濟指標惡化的。

如此說來，舊綫增設會讓站，可能是加強通過能力的一種方式，也可能與此相反肯定的是不合理的，這要看區間的勻等程度如何，又要看區間距離的大小如何，才能決定。

如果在新會讓站地點保留了設站的平場，或者是縱斷面及平面的地形不困難，則工程數量不大，建築費不高；工程也可能完成很快。

如果沒有上述的有利條件，則增設會讓站可能需要把舊綫個別段落進行改綫，而且可能需要進行巨大工程。

單綫鐵路很不勻的區間加強通過能力的另種方案，可能是對在通過能力起限制作用的區間上，增設第二綫的方式。

在個別區間上增設第二綫，在運轉業務方面，比增設會讓站要有顯著的優點。如果區間不大，運量增長很快；如果不久將來，預計全綫增設第二綫，而且在這個方向中，一定要逐步順序把各區間改為雙綫運轉，如果增設雙綫並不需要很大工程，則這個方式最合理。

採用較為完善的閉塞方法，是爲了（一）加強行車安全及（二）提高生產效率的措施；也是鐵路運輸技術提高方式的一種。

同時閉塞方法的提高，可以縮短車站作業時間 $\tau_1 + \tau_2$ ，也等於提高通過能力。

目前普遍是要用自動及半自動閉塞方法，以替代電氣路簽，用集中控制以替代手動道岔及信號。這樣可以使 $\tau_1 + \tau_2$ 不再等於 10~12 分鐘，而等於：（一）自動閉塞——3~4 分鐘，（二）半自動閉塞——6 分鐘，這樣就提高了通過能力。

$\tau_1 + \tau_2$ 在運行周期內所佔比重越大，則加強的通過能力越多。

例題：如果運行周期 (период графика) 爲

$$T = t_m + t_o + \tau_1 + \tau_2 = 40 + 20 + 12 = 72 \text{ 分鐘，則}$$

通過能力等於

$$n = \frac{1440}{72} = 20 \text{ 對列車；}$$

採用了自動閉塞（集中道岔及信號的管理）後，則為

$$T = 40 + 20 + 4 = 64 \text{ 分鐘，}$$

而 $n = \frac{1440}{64} = 22$ 對列車，就是通過能力增加了：

$$\frac{22 - 20}{20} = 10\%。$$

但如果運行周期為

$$T = 28 + 15 + 12 = 55 \text{ 分鐘，}$$

則 $n = \frac{1440}{55} = 26$ 對列車，

改用自動閉塞及道岔信號集中控制後：

$$T = 28 + 15 + 4 = 47 \text{ 分鐘；}$$

$$n = \frac{1440}{47} = 31 \text{ 對列車，}$$

也就是通過能力增大了：

$$\frac{31 - 26}{26} = 19\%。$$

這樣看來，列車於往返困難區間的行車時間不變，用不同完善的閉塞方法及道岔信號的管理，可以達到不同的通過能力的增加。

採用完善的閉塞方法，可以改進路綫的運轉指標，比如像列車段速一類的重要指標，所以在任何情形中都是合理的改進措施。

列車閉塞的最完備的方法，是調度集中制，在這種制度中所有某段的列車運行及該段各分界點上的道岔及信號，都直接由列車調度員掌握。蘇聯裝有調度集中設備的路網業務經驗，證明了它具有完全安全行車的準確指導作用。

尤其是在地方運輸較少而直達運輸為主體的路綫上，採用調度集中制，更為合理。

也和在有預留設站平場下增設會讓站一樣，改進閉塞方法和調度集中制，也不會影響既有路綫的運轉條件，因為在進行工作時並不妨碍列車運行。

採用大型機車，即用較強大機車以替代現有機車，是改進鐵

路運輸技術的一種方式。

這樣同時提高了工作效率，增大了運送能力，而且十分重要的還能縮短車輛周轉時間及流動資金的周轉率，因為較大機車，可以提高列車運轉速度。

採用大型機車時，可能需要加強綫路的上部構造，就是在路綫不間斷運轉的條件下，進行改換現有上部構造的大量工作。

另外還須注意的是改用較大機車，需要改進機務設備：加大機車庫的淨空尺寸，改換轉盤，加強整備設備的效能。

蘇聯由於採用 Π 型機車以代替 Φ 型的結果，可以使運送能力增加 20~25%，這個百分數是隨着這些因素而變化的：對通過能力起限制作用的區間距離，區間的縱斷面及閉塞方法。通過能力增大最多的情況，發生於運行周期中列車走行時間的比重最大時（即在長大區間距離，困難縱斷面及完善的閉塞方法之下）。

晚近在蘇聯進行着很多的新型大機車的設計，製造及試驗的工作。

很多新的機車，已經經過了試驗，其中包括 $Улан-Удэ$ 工廠的 1—5—2 型，重 113 噸的蒸汽機車。這種機車的效能較 $\Phi\Pi$ 型超過 20~25%。並且爲了擔任蒸汽機車鐵路的繁重運輸起見，已在計劃製造一種 8 個主動軸，160~180 噸黏着重量的活節機車。

在改建舊路時，選擇機車的工作時常是以牽引定數的劃一爲先決條件的，因而在一條路綫的各段上，可能隨着各段所用限制坡度的不同，而採用了不同的機車。各段的貨流數量和樞紐站的位置，也是具有很大影響的。比如，在鐵路 $A-B$ 上（圖 5）貨

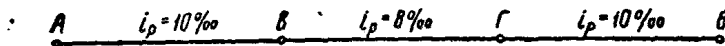


圖 5

流差不多是全綫相等的，但各段的限制坡度不同： $A-B$ 段上限制坡度 $i_p = 10\text{‰}$ ， $B-\Gamma$ 段上 $i_p = 8\text{‰}$ ，而 $\Gamma-Б$ 段上的 $i_p = 10\text{‰}$ ，

所以最好在 $A-B$ 及 $\Gamma-B$ 兩段上用較 $B-\Gamma$ 段上為大的機車。這樣解決可以達成全綫一致的牽引定數。

路線 $D-E$ 有兩個樞紐站 H 及 K （如圖 6 所示），本路貨流經過兩樞紐站分發到側邊路線去，同時側邊路線的貨流也經過這兩樞紐站以到達本路；在改建路線 $D-E$ 的當中，如果只有很小部分的列車是貫通全綫以來往的，則劃一牽引定數的問題，可能不具決定性影響。

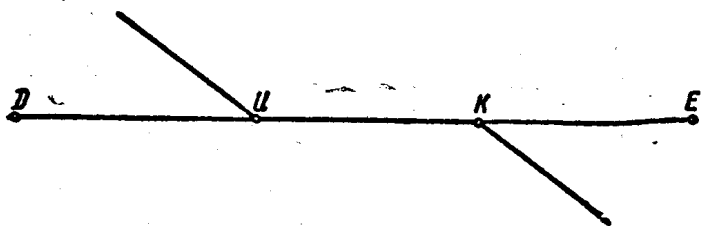


圖 6

現有單綫鐵路上軟化限制坡度，可使列車重量增大，也就是加大它的運送能力。

軟化限制坡度以提高運送能力的程度，要看軟化坡度的多少，所減掉的坡度越多，則運送能力增加的也越多。被軟化的坡度的絕對數值，對運送能力增高的程度，有很大的影響。倘若限制坡度不陡，比如等於6%，則再減少2%，就要比在14%的坡度中同樣的減去2%的情況，使列車重量增大的多些。在第一個情況中，列車重量增大35%，在第二個情況中，只增大17%。

這個道理也很簡單：限制坡度降低，則坡度的附加阻力在總的行車阻力中所佔比重增大，而且這裏降低限制坡度，就着實的降低了總阻力。

這樣說來，隨着限制坡度大小和軟化程度的不同，可以達到程度不齊的（現有鐵路的）運送能力的提高。

至於問題的建築一方面呢（有如：工程數量，造價，施工條件等等），則它們要受到下列各項的很大影響：

- 1) 限制坡度的利用程度;
- 2) 有無持續的限制坡度;
- 3) 路堤高度、路塹深度及其長度;
- 4) 有無大橋、隧道及其他橋隧建築物等。

在有利的條件下，就是說限制坡度利用不多，沒有持續的限制坡度，沒有大型橋隧建築物時，就可以不費很多工程並且不很妨礙運轉而完成軟化限制坡度的工作。與此相反，倘若沒有這些有利條件，就多半不能採用這種措施，因為要把路基從新挖低或加填以軟化限制坡度，那必須在列車通過的空間中進行，尤其是要進行大型工程之改建，更得如此。

我們鐵路上的車次極多，而在改進的路綫上，車次必然更多（在運輸不多的路綫上，不見得需要進行軟化限制坡度），因而軟化限制坡度的方式，是要全面考慮才能使用的。可是這不等於說，軟化限制坡度的方式，根本不適用。許多情況中，這種措施還認為是合理的，比如：改進一條很長路綫的時候，如果它的直達運輸比重甚大而其中有一段不長但限制坡度甚陡，則可能採用下列方案：

- 1) 在該段採用多機牽引;
- 2) 採用較大機車;
- 3) 軟化限制坡度。

這些方式之中，各有長短。

第一方案適用於：全綫與該段的坡度，相差過於懸殊。否則補機的牽引力不得充分利用。

第二方案僅適用於：鐵路現用機車較小，因而可以用不同的機車類型以牽引同重量的列車。這樣可能需要加強軌道及機務設備。

第三方案在施工的困難上，及對列車連續運轉的影響（在軟化坡度時）上來說，是最不受歡迎的。

必須注意：如係持續的限制坡度，則軟化坡度工作需要改

綫，新綫的距離較舊綫大，也就是等於重作一段新路綫。

因為列車牽引定數增加，站場股道需要延長，也可能引起大量工程。

現有單綫鐵路的電氣化，可大大的提高運輸能力，這種提高是由於兩方面的：列車重量的加大，列車速度的提高。

因為電力機車的效率($\kappa \cdot n \cdot \theta$)較高，行車速度較大而且許多其他指標也得到改善，所以機車的電能消耗及機車列車乘務人員的工資，都大大降低。

平均來說，由蒸汽機車改用電力機車後，運轉費可降低30%。

由於電力機車具有這些特點，所以我國不久將來，電力機車將是最合理的：（一）技術的完備性較高；（二）運轉較為可靠，尤其是在惡劣氣候中，（三）速度較大，可以保證車輛周轉時間及流動資金和經濟資財的周轉縮短（這在領土遼闊的國家尤其重要），（四）生產效率較高及（五）機車乘務員及其他機務人員的工作條件大大改善。

同時顯然的是：舊綫的電氣化要有一定的順序；其中經濟性質的分析，佔重要地位。

在下列的情況中，舊綫採用電氣化是最合理的：

- 1) 坡度陡峻的困難縱斷面；
- 2) 曲綫半徑短小的困難平面；
- 3) 車次極多；
- 4) 電源很近，尤其是水電站；
- 5) 郊區的繁重客運；
- 6) 嚴寒地區。

困難的縱斷面及平面，再加上車次極多的鐵路，更需要電氣化，也就是在電能消耗上，可以更多的達成節約，因為電力牽引中的效率要比蒸汽牽引中的效率大2.5倍。

遇到長大下坡，還有可以利用再生電的可能，以節省電能的