

## 鐵路選線調查方法的初步經驗

吳傳鈞 孫承烈 鄧靜中

(中國科學院地理研究所)

### 一. 鐵路設計和地理調查

在社會主義經濟中,無論在經常和未來的計劃中,設計工作都是不可缺少的一個組成部分。它是以國民經濟計劃總任務為出發,其理論和實踐對大規模建設事業起着巨大作用。鐵路建設設計,和一般大規模建設設計相同,可分為三個階段:

(1) 初步設計——說明技術上是否可能,經濟上是否合算。

(2) 技術設計——編製各項工程的基本文件,規定各個部門工作的技術經濟指標,以及確定工程造價和預算。

(3) 根據技術設計及補充調查中所得的技術資料而編製各項施工詳圖。

在初步設計之前舉行草測、初測及選線調查(偏重經濟調查),在技術設計之前舉行定測和定線調查(偏重於線路通過地區自然條件的技術調查),在施工之前則舉行施工情況調查(偏重於工程地質方面)。無論是選線、定線或施工調查,主要是為各種設計提供原始資料,並闡明線路意義、運輸量及運輸性質,作為發展線路計劃、擬定技術工程標準、合理預算與施工組織的依據。

除上述選線、定線及施工調查外,鐵路方面尚有必須進行調查研究的問題:

(1) 已成鐵路經濟調查——主要調查該線與有關地區的發展是否符合,目前運輸上存在的缺點,目前的通過能力是否能承當增長中的未來運輸量,以及線路運輸力逐步發展的可能性等問題,為改建工程和改進經營計劃措施提出依據。

(2) 全國鐵路網的規劃——根據國民經濟發展計劃,參考各地的地理條件並考慮鐵路和其他交通線的合理聯繫等情況而草擬。總之,有關鐵路的經濟地理和自然地理調查乃是鐵路建設的基本工作。本文主要介紹選線調查的方法。

鐵路設計和修建是個極複雜的問題,不僅要考慮工程的問題,而且要正確估計線路築成後對整個吸引地區經濟發展上的作用,因此事先必須進行詳細實地調查才能

確定路線。在解放前新鐵路線修建不注意調查,單憑技術人員測量設計,對有關地區的自然條件、經濟特徵缺乏全面瞭解,因此設計的一套和地方實際情況脫節,也因此影響到鐵路修建後所能發生的作用和經常經營的問題。例如寶天鐵路便是在缺乏詳細調查的情況下修建起來的,忽視鐵路通過地區的水土流失嚴重情況,1946年開始勉強通車,連年發生大規模坍方,線路經常被埋,運輸中斷,以致成了隴海路的“盲腸”。解放後經過多方改進工程,設法擋泥沙、排水,沿線推廣水土保持措施,費時三年多,化了七、八千萬元(新人民幣)的巨大代價,到1953年才基本上克服坍方,通車無阻。又如當初因急於完成成渝鐵路的修建,事先沒有舉行經濟地理調查,以致完成後檢查出設計標準太高。1953年補作調查,依據實際運量及發展前途調整了各站間的業務<sup>1)</sup>。總之,一條鐵路工程的難易、利害得失,都視經濟與技術調查所提出的資料與以此為依據而選擇的路線是否確當為斷。近年來我國鐵路技術設計人員在蘇聯專家指導下,特別是接受事實教育,已初步理解了社會主義的設計思想、觀點和方法,明確了經濟調查是選定路線、確定技術等級及其標準的決定因素,因此鐵路設計特別重視事先對有關地區進行實地調查。

## 二. 鐵路選線調查的任務與方法

鐵路計劃線的選線調查要求解決的具體問題很多,主要的是:決定走向、瞭解有關地區的自然條件和地方經濟特徵、劃定經濟吸引範圍、估計運量、提出比較線。從調查對象的性質言,選線調查主要是經濟調查。

1. 決定線路走向 鐵路計劃線的選線工作往往有兩種不同情形:或者線路僅有大致走向而起迄未定、須決定具體起迄及走向,或者起迄已定而須在二點之間選擇適當的通過地點。

最初步的選線工作,如有詳細的地形圖,可先在地圖上着手。在大比例尺地形圖上(一般不得小於十萬分一縮尺),參照地形畫出計劃線起迄點間較短的可能比較線二、三條,畫時注意繞避顯著的地形阻碍,坡度太大時必須適當地展長路線(例如用繩圈式展長法越過山頭)。並使線路通過適當的產業發達、人口衆多的經濟中心。凡已有草測資料的地區可根據草測路線圖,但一般草測踏勘的比較線往往只有少數一、二條,經濟調查者應就經濟方面考慮提出較多的比較線,仍用以上辦法在圖上初步畫

1) 沈汝生編:交通地理講義。1954年南京大學地理系未刊稿。

出。畫出後分別度量各線的長度<sup>1)</sup>，計算各線必須越過的大河流次數、一般坡度大小，以便比較。

在圖上畫出的初步比較線通過實地調查後再作必要的挪移，把修正的比較線路圖附在選線調查報告中提出。

**2. 劃定經濟吸引範圍** 初步畫出比較線後，根據該地區現有交通線佈置、主要經濟中心的商圈範圍及鐵路修建後在交通運輸上可能改變的遠景，粗略地在圖上圈出計劃線可能吸引範圍的輪廓，其邊界可暫以現行的行政界線（如省區界、縣界）為依據。經濟吸引範圍的初步圈定可便於佈置調查工作及考慮問題。在調查過程中，由於進一步瞭解當地情況，可逐步比較細緻地畫出吸引範圍的確切界線。

吸引範圍是多變動的，一條交通線的運輸能力增強時可能影響旁的交通線的吸引範圍，而新的交通線出現後又將縮小舊交通線的吸引範圍，因此在劃定鐵路計劃線的吸引範圍時，要很好地考慮有關地區各種交通線合理分配運輸任務的問題。社會主義運輸業發展計劃的基本任務是充分而及時地滿足國民經濟及居民對運輸的需要，還應照顧各種運輸形式的特點，保證把全部運輸任務合理分配予鐵路、公路、內河航運乃至海運、空運各部門。在鐵路運輸負擔過重或上下行貨運平衡困難的地區，尤須考慮利用其他配合交通線的問題。

**3. 調查吸引區內一般自然條件和經濟特徵** 在自然條件方面，須特別注意計劃線通過地區和鐵路工程有關的情況。如地形方面注意觀察地形的類型、坡度、主要管帶力。線路避免走高原山地，因這類地區一般人口稀少、經濟價值低（礦區除外），冬季易於積雪，妨礙行車，甚至如海拔過高，則空氣稀薄，水的沸點降低，影響鍋爐效力。如無法繞避山地，則線路儘量沿河谷或山嶺脊的向陽一面走，選擇適當的鞍部越過山地。一般幹線限制坡度為 12%，地方線為 20%；如坡度過大，則必須在經濟和安全的原則下考慮適當的隧道位置。當通過較大河流時，橋樑或渡口的位置選擇恰當與否不但決定工程的大小，而且影響線路質量、運輸效率和貨運吸引範圍。如須通過沼澤地帶，則選擇通過其最狹地帶或靠近邊緣，並研究改進排水的可能性。在必須通過的流沙地帶，路線最好和當地盛行風向平行，使活動的砂子順着路線吹動；軌道面如積沙厚 6 厘米以上，行車即易出險。因此未來路基必須高出沙丘平均高度，儘量利用地面光平並生長小樹的地段通過，因這種地區接近地下水面，可以在線路的向風側佈置

1) 在圖上度量結果應適當增加一定長度，凡所用地形圖的比例尺愈大則增加愈少。例如在五十萬分一地圖上量得的長度須增加 5%，在百萬分一圖上量得的增長 8%，在二百萬分一圖上量得者增長 10%。

防沙林帶。

在地質方面,須觀察或搜集有關地層、構造、岩石性質、地下資源、築路材料和機車燃料的來源及地震現象的資料。在可能架橋或修建隧道地點,必須初步選定地質情況良好的區域。在地震區選線,儘可能走山上整層的硬質岩面通過,最壞是山谷線。一般岩石和土壤對於地震的穩固性隨其含水量增加而降低,最好選地下水位低處走,避免泥塘及厚度不及 2 米的沖積層,要特別加固路基,路堤邊坡也要比一般地區低平。

在氣候和水文方面,須觀察或搜集有關氣溫變化,河流冰期、風向風力、暴雨、洪水、覆雪厚度、給水問題等資料。降水的形式、集水面積、逕流、河流水位等和鐵路橋涵設計有關,除根據氣象紀錄和水位標尺資料外,應向當地居民多方訪問,仔細觀察附近地勢及歷史上洪水位遺跡。平原地區的鐵路路基必須高出最高水位,如我國縱貫南北跨越水道較多的津浦、京漢鐵路,以石砌路堤高出兩旁地面二、三米始保穩固。在乾燥地區,水源缺乏或水質不佳,必須特別進行調查給水問題(水量、水質)。我國機車水櫃容量約為 18—35 噸,機車耗水量視坡度及載重而異,平均每公里約 0.25 噸,用水消耗達水櫃容量的 $\frac{2}{3}$ 時須立即補足,因此給水距離平均不得超過 60 公里。除機車外,車站本身亦需用水,主要給水站水塔容量不得少於 100 噸。此外又須講究機車鍋爐給水的質量問題,含碳酸鹽類的暫時性硬水,其 P. P. M. 值不得大於 515;含硫酸鹽類的永久性硬水,其 P. P. M. 值不得大於 130,最好為天然水、冷凝水或經過化學處理的軟化水。機車給水如太硬,鍋爐就會集結水銹,引起鐵板的腐蝕,不但使鍋爐降低效用,增加檢修,並且浪費燃料,縮短機車壽命。

在土壤和地面植物被覆方面,主要是觀察土壤侵蝕、地層翻漿作用期限和冰凍厚度。在長期冰凍地帶,線路應選擇較高而乾亢,土壤為透水和易於挖取的砂礫地段,如為粘土凍結後不易取,繞避地下水冒出並易於冰凍的地帶。

在選線調查中觀察和研究自然條件,除特別注意它和鐵路工程有關的方面外,並應估計自然條件對地方經濟發展的關係。

在經濟方面,主要是調查下列事項:

- (1) 人口的分佈,城鄉人口比例、職業和民族組成,勞動力,自然增殖率、流向;
- (2) 地下資源和動力資源的分佈、儲量,開採利用情況,運銷方向、方法,發展遠景;
- (3) 工業在地方國民經濟中的地位,大企業的配置,生產規模,銷運情況,需用原

料燃料數量；

- (4) 農村經濟，農產品的盈虧，副業活動；
- (5) 牧業生產，土特產外銷數量；
- (6) 林場管理利用，木林儲量、採伐量、運輸條件；
- (7) 現有交通網的配置及其與鐵路計劃線的關係，物資流轉情況；
- (8) 地方經濟中心的商圍範圍、商業性質、商貨流轉；
- (9) 地方經濟發展計劃，特別是預計鐵路通車後二、五、十年的遠景。

經濟調查範圍廣泛，項目繁多，除瞭解一般情況外，必須抓住重點深入調查研究。我國鐵路貨運一般以礦產品、農產品和器材為主，必須特別重視這些在運量方面起決定性作用的對象。當然各條路線各有其貨運上的特點，不能千篇一律，因此在調查時必須瞭解有關地區將來經濟發展方向，和將來可能的貨運重點。在少數其他交通線作用較大地區，貨運被分担，鐵路可能是以客運為主，在這種情形下客運的調查估計便成為重要工作項目。當鐵路全線通過好幾個經濟區域時，就應分別抓住每個區域的客貨重點，加以深入調查。此外，客貨運輸的季節性變化和回程運輸等問題，也必須加以研究考慮。

**4. 估計運量** 選線經濟調查的中心工作是估計鐵路在通車後沿線各車站可能吸引的運量以及全線的過境運量，根據運量的大小才能決定線路的工程等級<sup>1)</sup>，車站規模以及列車編配等有關修建工程和組織經營的重大事項。

運量的大小是被沿線各地經濟生產水平、社會商品的供銷情況和季節變化、物資流轉系統、輔助交通線運輸情況等很多因素決定的，因此運量的估算必須從多方面來推敲，估計的方法必須是很細緻的。運量估計主要着眼於貨運，但客運亦不可忽視，這是由於客運的參入而影響到貨車的運轉、行車頻率、車站規模等。又因客運性質和貨運不同（客貨手續較貨運簡單、上下行易保持平衡，客車行車時間須有定規），因此須分別估計。

估計貨運情況首先根據物資流轉系統和商貨集散情況，確定沿計劃線各經濟中心的吸引範圍。在各種交通線配置較密地區，相鄰兩個經濟中心吸引範圍的劃分可從比較運費着手，並參照行政區界線定其外廓，以便統計。然後根據現有實際物資流轉情況及各種統計（包括運輸機關運輸數字、合作社購銷數字、國營貿易單位調撥及

1) 鐵路等級共分特、一、二、三、四等五級，主要根據全年客貨運量而分，各級的最高速度限制、坡度限制、鋼軌重量、單位距離內枕木根數、路基寬度、道碴厚度均不同。

購銷數字、稅務局納稅商貨數量、公糧、機關用品、和工廠原料及燃料調撥數字等), 計算出每一經濟中心各種主要物資的進出口數量。調查時應特別注意一般構成鐵路主要貨運物資的礦產品、農產品和工藝品的數量。並注意國營貿易單位的進出口統計是否為當地全部進出口量, 如單純為國營部門的數字, 則必須按各種主要商貨、公私經營比重, 加上私營貿易的進出口數。又國營的數字往往並非包括一個整縣的, 可能大於或小於一個縣, 因此必須刪減或和鄰接地區的數字加以歸併。合作社的數字有時已包括在國營貿易部門調撥數字內, 須注意不能重複。稅務機關的統計是一種重要材料, 但應用時須注意漏稅的程度而加以修改。一般的情況是: 各方面的數字都不全面, 而且統計單位也不劃一, 必須相互參照補充, 並換算為統一單位(噸)。缺漏的項目可根據當地消費定額資料加以估算補列。消費定額是估計運量主要的參考資料, 但由於它是從典型調查得來的, 如調查時所選擇的地區和對象代表性差或典型調查的實例太少, 都可影響消費定額的正確性, 因此有時根據調查者親自瞭解的情況加以適當的修改是必要的。

把現在的商貨進出口數量彙算後, 再進一步估計各經濟中心未來的進出口量。鐵路經濟調查規定的計算期限是新線交付營業的第二、五、十年, 但限於生產部門計劃, 也可和國民經濟發展計劃的期限相適合。例如我國第一個五年計劃以 1957 年為止, 第二個五年計劃可能以 1962 年為止, 即可估算 1957 年與 1962 年的數字。估算未來運量主要是根據當地各國民經濟部門的生產計劃及物資技術供應計劃。但在一般情況下, 這些經濟部門生產計劃多半沒有把新鐵路線修築以後可能引起的影響估計在內。我們必須運用可靠的根據, 充分估計新鐵路綫對當地產業發展、物資流向、都市規模、人口密度等方面可能引起的變化及其對於運輸量的影響。其次, 當地人口增殖率與未來消費定額的增長, 也可作為補充估計的根據。各部門所擬的計劃數可能互有出入, 甚至缺少主要物資的數字, 因此根據調查者已掌握的情況加以修補是必要的。又地方經濟生產的發展及未來外運內銷的可能趨勢, 必須考慮到國家經濟政策、市場情況及人民生活水平提高後對商貨品質規格要求的改變情況。

在決定了沿線各經濟中心的吸引範圍、現在及未來的進出口數量後, 即可把各地貨運轉移到計劃線的各個有關的車站。方法是根據距離和運費原則, 考慮到各經濟中心和有關車站之間交通是否方便, 鐵路新線和其他交通線在地方運輸上如何合理分工。一般的情況是: 鐵路完成後由於交通情況改進, 沿線經濟中心(車站)的吸引範圍將見擴大, 鐵路又可能獲取其他交通線的運輸量。各種運輸方式都有一定的特點

和地位，不可偏廢，應根據流轉方向、里程、運價、貨物性質等情況結合國家運輸計劃，加以分析，再作適當的分配。任何一個經濟中心的吸引範圍不一定符合於鄰近車站未來的吸引範圍，應根據未來交通網組成形勢下的新的吸引關係，把一定行政區範圍內的運量集中到一個適當的車站。可能幾個縣區合到一個車站，也可能一個縣區分別吸引到好幾個車站。然後計算並列出每一個車站通車若干年後的進出口貨運量（也就是裝卸貨量，表式列後）。由全線而論，為便於集結運輸、縮短各站停車時間、中途少掛少甩，貨運要求集中到比較少的車站。選線經濟調查即選定主要客貨運車站的地點，不考慮不辦理客貨運務的其他性質車站（例如單線的客車站等）。

以區間運輸為主或以直達運輸為主的貨運，對於鐵路的經濟價值有不同的意義。它們的差異性可用噸公里運量、每公里運輸密度和每噸貨物平均運輸距離表示出來。關於這方面的研究對於路線選擇、鐵路等級、車站及其附屬設備的規模以及列車編組等等都有一定的作用。

鐵路新線除了極少數是孤立的外，多數是和已成鐵路連接的，是整個鐵路網的伸展部分。因此，在運輸上除了考慮地方運量外，並須估計通過運量。一般而論，運輸線愈長，經濟價值愈大。因此當我們估計一條新鐵路線運量的時候，單純從它本身吸引範圍內的貨運量來說，可能是微不足道，但把它的兩端和別的鐵路連接起來時，它的運輸價值就可能達到很大，這是必須注意的。估計通過運量的方法，如新線的起迄點是已成鐵路的原有車站，即可根據該車站的運輸統計予以估計。如起點或終點 並

表 1 某站裝(卸)車貨量表

到達(發送)站	里程(公里)	貨 別	19 × × 年		19 × × 年	
			噸	噸 公 里	噸	噸 公 里
甲站	—	礦 產 品	—	—	—	—
		農 產 品	—	—	—	—
		工 藝 品	—	—	—	—
		畜 產 品	—	—	—	—
		林 產 品	—	—	—	—
乙站	—	—	—	—	—	—
		礦 產 品	—	—	—	—
(合計)		—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—
[總 計]	—		—	—	—	—

不與已成鐵路啣接,則必須追循其他有聯運關係的交通線,調查其腹地內大工礦企業的情況,予以估計。

除補列通過運量外,鐵路本身所需的建築材料、燃料等往往構成通車初期主要的貨運物資,因此也須向有關部門瞭解並予以考慮。

最後可列出沿線各車站及全線未來的裝車及卸車貨運量表如上式表 1。

以上由各車站估計的進出口貨量,在流向上可能具有重複或同類貨物的相向運輸,因此必須進一步根據各站裝卸車貨量表畫出貨流圖(圖 1),調整不合理的流向,完成貨運估計的最後一步手續。

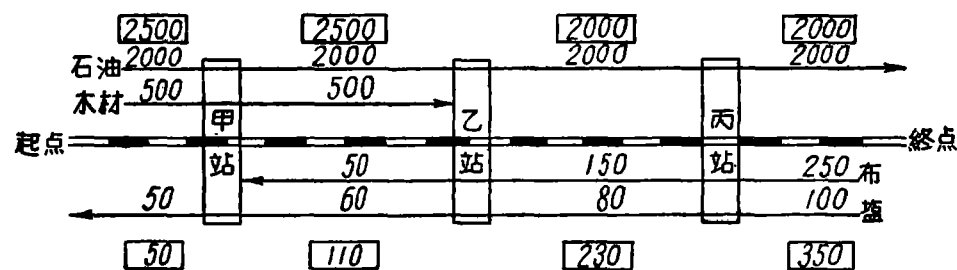


圖 1

(圖中箭頭表示運向,貨量數字以噸為單位)

目前尚無有關客運方面的成熟的估計方法。一般根據:和鐵路計劃線走向接近的現有各種交通線(包括公路、水路)的實際客運量、鐵路吸引地區範圍內的人口增殖率、移民計劃、和目前區內各種職業人口的活動半徑、以及鄰近的已成鐵路經濟情況相同地區內各車站旅客佔當地城鄉居民的比例等資料予以估算。其中已成鐵路的客運規律是比較可靠的依據。大經濟中心及名勝古蹟所在的各車站,並須估計特種客運(如大城市附近地區經常往來旅客、季節性的團體遊覽、廟會、物資交流大會、休養等)。如有和鐵路平行的其他交通線,也應考慮二者之間客運分配的合理比例。客運估算的結果也可列出各站發送和到達旅客數表,並由此計算通車後全線的客運總量(以人公里為單位)。

貨運和客運共同構成計劃線的總運輸量。根據總運量乃可確定計劃線未來的行車強度(車流量)、鐵路工程等級;根據客貨交流方式可確定列車週轉、運輸的不平衡係數和車站規模及設備;根據貨運物資的貨類組成可確定貨車類型組成,爭取以最小的車公里換取最大的噸公里;根據客運量可確定客車編配及各種客運設備。



### 三. 根據選線調查結果提出選線意見

爲使計劃線通車後發生最大的作用起見, 選線調查者須根據自然條件、經濟作用、政治意義等方面考慮, 提出適當的比較線方案, 並由下列各方面仔細權衡, 比較各線的優缺點, 提出具體建議。又路線的選擇是受起迄點一定的控制作用的, 如果起迄點也未決定時, 應和線路一併考慮, 分別輕重加以抉擇:

(1) 首先考慮線路通車後在構成全國交通網上和對國民經濟的發展將可發生的作用孰大孰小;

(2) 對地方經濟發展的作用(以上兩方面可藉助於運量大小的比較);

(3) 自然條件對工程的影響(坡度、曲線半徑、橋涵隧道數量);

(4) 投資大小是決定各種方案的因素之一(主要根據里程長短及橋梁隧道等大工程量);

(5) 政治和國防意義(照顧落後與僻遠地區)。

選線調查完畢後提出的報告內容應包括下列各主要部分:(i)線路意義;(ii)吸引範圍、區內經濟中心分佈、經濟特徵、有關的自然條件情況;(iii)地方貨物流轉情況(流向、流量)、決定運輸的因素;(iv)貨運估計及運輸的不平衡性;(v)客運;(vi)線路比較方案;(vii)選線意見;(viii)附圖。

\* \* \* \*

有關鐵路的地理調查的要求是多方面的, 而且對每一個問題都希望得到具體的答案。修建鐵路又是極化錢的事<sup>1)</sup>, 認真的調查工作和切實的調查報告可幫助鐵路建設部門節省大量的人力、物力; 相反的, 調查工作如做得不符合要求, 所作建議又不切合實際時, 將可助長有關部門造成嚴重浪費。因此, 鐵路調查是一項關係重大的工作, 調查工作的方法是值得研究而且必須設法提高的。地理工作者由於具備相當的自然地理和經濟地理知識, 擔任鐵路調查工作是合適的。五年來中國科學院和各大學的部分地理工作者在鐵道部設計局的領導下, 先後擔任了西南、內蒙、西北各地鐵路計劃線和已成線的調查, 提供鐵路設計部門以必要的參考資料, 對國家建設起了一定的作用。但必須指出, 選線調查中的中心工作——運量估算是極其繁複的, 決不是

1) 每修 1 公里鐵路包括橋梁等建築物在內, 鋼鐵一項平均即需 120 噸。抗日戰爭前我國鐵路多數修築在平原地區, 平均每公里造價是 12 萬銀元。解放後在西北、西南地形複雜地區修建新路, 每公里造價達新人民幣 40 萬元上下。

地理工作者所能包攬的，最理想的辦法是地理工作者在國家經濟部門直接指導下來進行這項工作。

本文所述的調查方法是根據目前客觀情況及一般工作人員的水平而擬定的，大多已由作者在所擔任的西北某些計劃線的調查過程中具體試用過，並獲得一定的成效。有的則是事後和曾參加鐵路調查工作的同志交流經驗，共同商討，認為今後可以採用。這些方法大體上還可應用到其他交通設計線（如公路、運河）的調查工作上去。但必須指出：今後隨着社會各方面的發展及工作人員水平的提高，這套調查方法也必將不斷地加以改進。