

職業學校叢書

鐵道工程學

倪超編著

龍門聯合書局發行

職業學校叢書

鐵道工程學

倪超編著

龍門聯合書局

鐵道工程學



版權所有 翻印必究

編者 倪超 編者 嚴幼芝
出版者

上海茂名北路三〇〇弄三號
電話 三〇二七七
發行者 龍門聯合書局

上海河南中路二一〇號
電話 一七六七
靜安寺支店

上海愚園路二三一號
電話 三二六八
分售處 龍門聯合書局各地分局

北京分局	琉璃廠 103 號
北京西單支店	西單福壽商場 6 號
南京分局	太平路 267 號
重慶分局	中山一路 318 號
廣州分局	漢民北路 204 號
漢口分局	江漢一路 3 號
杭州分局	東坡路 57 號
瀋陽分局	太原街 40 號
瀋陽分銷處	中山路 131 號
天津分銷處	天祥市場 三樓
長沙分銷處	府正街 29 號
西安分銷處	東大街 387 號
台灣分銷處	台北衡陽路 12 號

基本定價拾肆元正

外埠酌加郵運費

一九四七年七月初版

一九五〇年五月再版

序

鐵路爲一現代技術化交通工具，其歷史雖僅百餘年，其學科進步甚速。因其運輸效能強大，裨益社會，福利國民，功用至偉，故現代國家莫不注意鐵路建設。歐美各國，關於鐵道學科書籍，分門別類，著述甚多，闡微啓奧，研討精詳，不獨便利教學，而且有備工程人員實際應用。吾國鐵道事業發展稍遲，其學科與技術多效法歐美，此類書籍見之本國文字者尙鮮，致教學與實用常感困難。本書取材，多重實際知識，不偏於高深理論探討，適合高級工業職業學校土木科教科及參考之用，著者曾於國立同濟大學附設高級工業職業學校試作教科書用，每週授課二小時，三學期授完，獲有經驗。首章敘述交通概論，俾對規劃鐵道交通有一概念。第二章之路線測量，爲節省篇幅，僅述及選線及測量步驟，至於測量原理及技術，另歸測量專書，於此從略。第五章之橋梁涵洞，亦僅就鐵道常用之橋涵式樣及種類而論，關於設計及施工，別有專書，不復贅及。第六章之軌道建築與保養，第七章之軌道聯接，第八章之車站設計，均爲工程重要部份，敘說較詳。末章略述鐵道管理，因工程與管理同關乎鐵道事業之興衰，建築時之工程優劣，影響未來之行車與運輸至鉅，故工程人員對於管理及管理人員對於工程均須有一相當認識。本書度量衡均採公制，中文名詞因欠統一與普及，乃於卷尾列一中德英名詞對照表，以便讀者查考。本書之旨，爲欲將鐵道學科鎔冶一爐，俾一讀而知鐵道梗概，然著者學淺，心有餘而力未足，遺陋在所不免，尙賴讀者指正，實幸甚焉。本書之成，得陳符璉戴英本二先生贊助之力甚多，並承各方惠賜材料，於此誌之，以表謝意。

一九四八年四月十五日

倪超識於國立中央大學

目 錄

第一章 交通概論

第二章 定線

第一節	鐵道之定義	3
第二節	鐵路之分類	3
第三節	最重要鐵路之種類	3
第四節	測量	5
第五節	工程基礎	16
第六節	行車基礎	23
第七節	經濟基礎	31

第三章 土工

第一節	路塹與路堤	54
第二節	邊坡	54
第三節	路基頂寬	55
第四節	路基橫斷面	56
第五節	路堤高度	56
第六節	旁溝	56
第七節	護坡	57
第八節	路堤壓縮	58
第九節	堤塹建築	58
第十節	運土	60

第十一節 運土價	64
第十二節 土方計算及調配	65

第四章 隧道工程

第一節 定義	75
第二節 隧道測量	75
第三節 隧道之形式	77
第四節 隧道之淨空	77
第五節 隧道之坡度	79
第六節 隧道之計算	79
第七節 隧道之開鑿	80
第八節 隧道之排水	84
第九節 躲避處	84
第十節 隧道入口	85
第十一節 隧道之通風	85
第十二節 隧道之保養	86

第五章 橋梁與涵洞

第一節 導言	87
第二節 水流橫斷面之計算	87
第三節 橋梁之種類及式樣	88
第四節 橋梁之淨空	93
第五節 橋基及橋墩	93
第六節 涵洞之種類及式樣	93

第六章 軌道建築

第一節 導言	98
第二節 道碴	98
第三節 軌枕	101

第四節	軌條·····	107
第五節	鋼軌扣件·····	113
第六節	軌條接頭·····	116
第七節	軌條爬行之防止·····	120
第八節	鋪道·····	121
第九節	工具·····	125
第十節	養路·····	128

第七章 軌道聯接及交叉

第一節	導言·····	136
第二節	轉轍器及交道叉·····	136
第三節	轉車台·····	153
第四節	推移車台·····	156
第五節	鐵路與道路之平交·····	157

第八章 車站設計

第一節	導言·····	160
第二節	車站種類及名稱·····	160
第三節	車站軌道·····	162
第四節	客車站·····	163
第五節	貨車站·····	176
第六節	停車場·····	180
第七節	調車場·····	181
第八節	機車場·····	183
第九節	車輛房及機廠·····	185

第九章 保安設備

第一節	標誌·····	189
第二節	號誌·····	192

第三節 區截法.....	196
第四節 路簽.....	197
第五節 聯鍵法.....	198

第十章 鐵路管理

第一節 導言.....	200
第二節 鐵路組織.....	200
第三節 鐵路客運業務.....	204
第四節 鐵路貨運業務.....	208
第五節 鐵路行車.....	214
第六節 鐵路財政.....	217

附 錄

中國已成鐵路調查表.....	219
參考書籍.....	223
中德英名詞對照表.....	226

鐵道工程學

第一章 交通概論

交通者運動也，其目的為將一種物體所佔有之位置移動，即運輸物類由此往彼，或由彼來此，地理上之距離，得藉交通工具之力而征服。

交通之起源，由於自然界各種相互關係之發生，因而成立相對之需要。此種需要有異類同類之分，異類者如內地與海岸，熱帶與寒帶，山嶺與平原，城市與鄉間，工業區與農業區，文明國家與野蠻部落，兩地之人文物質不同，需要交通以互相調劑。同類者如宗教傳佈，人口移殖，親戚朋友之來往，政治軍事之統制，亦均賴交通以達其目的。

為適應交通之需要，達到交通之目的，於是有交通工具之設立，其任務為運輸貨物，輸送旅客，傳遞消息。現代之交通工具分為四大部份：即水道，鐵道，公路，與航空。每種交通工具又皆含有四單位，即路線，輪轉器，原動力與站。水道與航空因能利用自然界之路線，成為與自然界極有關係之交通工具，但亦易受自然威力之阻礙，如風雨凍霧氣壓等常常足致航行發生危險或停頓。鐵道公路之路線全由人工建造，故成為技術交通工具，不易受自然界之限制，同時並可以技術克服自然界各種阻力，如路線之超越山川，行車之冒風雨凍霧寒暑然。

交通工具既然負有完成交通使命之重責，故其運輸效能，亦為吾人所注視，按質量分類如下：行駛安全，迅速，準時，依次序，行旅舒適，容納貨品，路線廣達，運費低廉，巨量運輸，抵抗自然阻力。航空具有行駛迅速之優先效能，水道具有行旅舒適，容納貨品，運費低廉及巨量運輸之優先效能，公路具有路線廣達之優先效能，鐵道所具優先效能，雖有數項較之航空水道公路稍遜，而實際佔大多數，故鐵道遂成為今日每一國家內之主要交通工具。

爲使各種交通工具發揮其效能，對於運輸之物體亦宜加以類別。普通分爲人貨及消息三類。關於消息一類，除電報電話由其本有工具運送外，而郵件今亦多由此四種交通工具代爲運輸。因是吾人總其成而將運輸業務分爲二部：

1. 客運，包括旅客，行李，郵件，小包，快運牲畜，快運貨物，高貴貨品（珍寶，金銀，鈔票，債券等）。客運需要行駛安全，迅速，準時，依次序，行旅舒適各效能。

2. 貨運，包括大量及價廉之物品與畜牲，整隊人羣亦屬之（香客，移民，軍隊等）。貨運需要容納貨品，運費低廉及巨量運輸各效能。

由於客貨運輸之發展，各地人文物質得以調劑，不僅一國之國防鞏固，政治修明，經濟發達，文化宣揚，均賴之促成，即世界文明，人類幸福，亦依以增進。因此交通科學在今日科學中已佔有重要地位，欲建設交通，尤不可不研究交通科學。以交通科學之理論爲根據，確立交通政策，使交通工具得發揮其功用，適合交通經濟，使交通企業得臻乎繁榮，改進交通技術，使交通效能增強。由於交通科學之進步，克致交通建設之完善，並由於交通事業之發展，整個國家興盛無量矣。

習題

1. 爲什麼要有交通？
2. 交通工具有幾種？
3. 鐵道之運輸效能與其他交通工具比較如何？
4. 客運與貨運之分別如何？

第二章 定線

第一節 鐵道之定義

鐵路以廣義言之，爲一鐵質軌道之交通路，用機車牽引列車，行駛於鋼軌之上，以運輸客貨。

鐵路與其他交通工具航空水道公路作比較，所具優點爲行駛迅速，安全，準時，依次序，運輸量大，運費低廉，容納貨品，旅客舒適，抵抗自然阻力等等，故鐵路成爲一國內之重要交通工具。

鐵路興築，有關一國之國防鞏固，政治興隆，經濟發展，文化進步，人口移殖，故每一國家必有一鐵路政策，建築強有力之國家鐵路網，並使鐵路與其他各交通工具密切聯絡，發揮其對國防政治經濟文化殖民之功用，以促進一國之繁榮。

自英國史蒂芬孫(Stephenson)於1826年發明鐵路，1829年孟却斯特至利物浦之鐵路通車，世界交通遂開一新紀元。1830年北美開始修築鐵路，1835年德國亦有鐵路，1876年中國淞滬鐵路完成，迄今全世界約已完成鐵路1,300,000公里矣。

第二節 鐵路之分類

鐵路之類別如下：

一 視工程建設與養路狀況而分：

1. 幹路
2. 支路
3. 區間路

二 視經過之地勢而分：

1. 平地鐵路
2. 邱地鐵路

3. 山地鐵路

4. 高山鐵路

三 視軌道之結構而分：

1. 摩擦鐵路

2. 齒輪鐵路

3. 拉索鐵路

4. 懸動鐵路

四 視鋪軌工程而分：

1. 標準軌距路

2. 窄軌距路

3. 單軌鐵路，雙軌鐵路

五 視機車之原動力而分：

1. 蒸汽鐵路

2. 電氣鐵路

3. 馬曳鐵路

六 視交通之目的而分：

1. 公營鐵路

2. 私有鐵路 如工廠鐵路，礦山鐵路，軍用鐵路等等。

第三節 最重要鐵路之種類

第二節所述各種鐵路之分類以第一項最為重要，茲再分別詳述如下：

〔甲〕 幹路

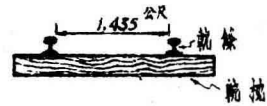
幹路為鐵路網中之主要線，（如北甯，平漢，津浦，隴海，平綏，京滬，粵漢，浙贛等路）經過各大城市或經濟發達區域，每日來往列車甚多，故其工程必須穩固，組織必須完美，以便增加其運輸效能，達到其所負任務。既稱幹路，其工程上一切設備不宜簡陋，又不宜僅求建築價廉，因價廉每易致工程不能經久耐用，且修養及管理費亦常年增大，不合乎交通經濟原則。

幹路路線之選定，就可能範圍內力求平直，俾車行穩速，但遇地形複雜（山谷河流）處，若過求平直，則隧道及谷架橋等費加鉅，而養路費亦增大。

普通標準鐵路之行駛速度，最大為每小時 100 公里，亦間有至 120 公里者。

幹路上所採用之軌距普通爲標準軌，其兩軌頭內邊之距離 1435 公厘，如第 1 圖。

此項軌距合英尺 4 呎 8½ 吋，係英國首先發明鐵路時所採用（1825 年），在直線內所規定。本國鐵路建築標準及規則書亦規定採用此軌距，俄國採用寬軌距（1524 公厘），南美印度及澳洲亦有採用寬軌距者（1676 公厘，1672 公厘）。普通較爲重要之幹路，因運輸繁重，往往增鋪雙軌。公路或其他鐵路與幹路相交時，應設法避免平面交叉，一切保安設備尤須統一而有規則，俾便行車。



第 1 圖 標準軌距路。

〔乙〕 支路或稱次要路

支路係整軌距而利用蒸汽機車之鐵路，亦有鋪窄軌距者（1000 公厘至 750 公厘）。支路爲聯絡重要市鎮與幹路，如道清，台棗等路，其行車速度較小，每小時約 40 至 60 公里。支路所經過區域，經濟程度，人口密度，均不甚強，故一切工程設施亦可節省，因其運輸功效不需若是之大。支路之坡度可稍大，彎道半徑亦可較小，以便適合地勢之起伏，藉以節省土方工程，並避免艱鉅之橋樑及隧道等工程。其他一切養路及管理方面支出亦較輕，列車數量少而短，標誌設備亦可簡單。

凡鐵路之分類爲幹路或支路，應自各點審察，由交通部核定之。

〔丙〕 區間路

區間路可鋪整軌或窄軌，行車速度每小時不得超過 35 公里，往往供某區間民衆之交通，或補充一幹線內某段間運務之不足，（如上川，上南，北川，簡碧石鐵路等）故其意義稍狹。小鐵路亦屬區間路之一種。

〔丁〕 私有鐵路及私有岔道

凡不屬公營鐵路，均稱爲私有鐵路。私有鐵路大致均爲礦區工廠內之專用鐵路，以之運輸材料及出產。私有鐵路必須呈請交通部核准方可興築。私有岔道係供運輸私有貨物之用，不得營業。爲便利運輸起見，得呈准交通部與附近鐵路接軌。

第四節 測量

施築鐵路之初，必先測量。鐵路路線之測量，約可分爲四大部，即踏勘；

初測，定測與施工測量。

〔甲〕踏勘

踏勘又名草測，凡興築一路，在兩終點間擇定路線應經之處，大抵非僅工程問題，亦為政治經濟問題。國有鐵路，往往因國家交通政策而決定路線應經之大概。民營鐵路，則每因收用土地問題，影響于路線之選擇。此種特殊情形，亦為不可忽視者。

實地踏勘二站間之地勢，及調查沿線經濟情況，就多數路線中揀選較為經濟之一線或數線，以作初測時之範圍。

1. 踏勘時應考慮之問題：功用與工程二大問題，為草測時必須考慮者。功用問題，即研究數線中何線功用為最大；工程問題，即研究數線中何線工程為最易。因在兩終點間，常有數條路線可通，假使甲線所經之地，人烟稠密，物產富饒，乙線所經之地，人口稀少，物產缺乏，則甲線之經濟功用優於乙線。倘甲線經過之地，有大城市或要塞，乙線無之，則甲線之軍事政治功用優於乙線。但甲線所經區域，地形崎嶇，乙線所經區域，地形平坦，因是乙線之工程較甲線輕而易舉，而建築費用及時間亦多節省。築路固宜重視功用，但亦須顧慮工程，工程師於此不可不加研究，權其輕重，計其得失，而後方能決定之（如滇緬鐵路西段南北線之爭議）。

2. 選擇路線之標準：選擇路線既關乎未來工程難易，故選擇不可不重視地勢。

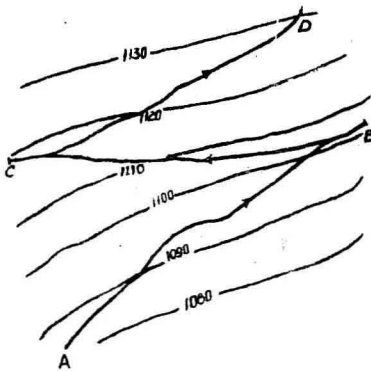
（一）山谷路或河岸路 沿山谷或河岸尋找路線，至為簡便。若兩城同在一流域之上，選擇路線，祇須將首尾兩地之水平差度及水平距離求定，即可得一坡度平易之線。路線沿河岸而行為最合式，草測時沿河察看兩岸地勢，以定路線之取道此岸或彼岸。若河上易於架橋，不妨兩岸互用之。在河流彎曲過甚之處，常因往復跨過，而得一較為直捷之路線。路線過河時，須擇宜於造橋之佳善地位。又因河流往往上游地勢較下游為急峻，如欲使全線坡度平均，則下游路線須依河面兩旁之坡度略為升高。

（二）大陸路 路線經過岡巒起伏之陸地，亦隨之而有一處或數處之頂點，因之勘線問題較為複雜，不易於多數可能線中，斟酌其利害而選定之。普通路線頂點宜取其低，河流跨過應取其高，使於一高一低之間得一平易坡

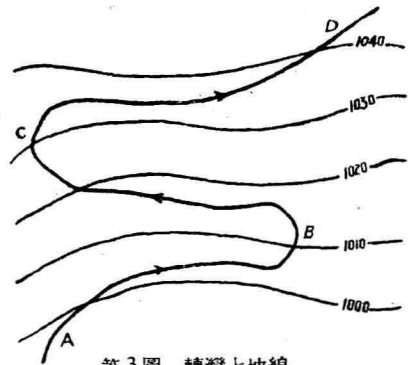
度，不超過限制坡度。

(三)山嶺路 因山嶺間之溪河，常有極急峻之坡度，超過路線適當坡度，故路線不便沿溪流而行。路線經過山嶺地帶，常採用展線法，或參以山洞及谷架橋，以便求得適當坡度。展線者乃將路線延長，俾於水平高度相差過甚之兩點間，得一較長水平距離，而路線坡度因之紆徐不急。展線之方法，有下列各種，視地勢情形而定：

a. 反向上坡法 在地勢極峻峭之路，可用反向線以上極陡之坡。如第2圖BCD段之反向線，由A點升至D點，增加長度甚多。但列車經行反向線時，速度甚緩，並且在BC二處須停車，而BC之間列車須退行，於運輸及管理上頗為不便，最好免用。平綏路由居庸關上升八達嶺時，在青龍橋站作反向線，致行車常感困難，是其一例。



第2圖 反向上坡線。



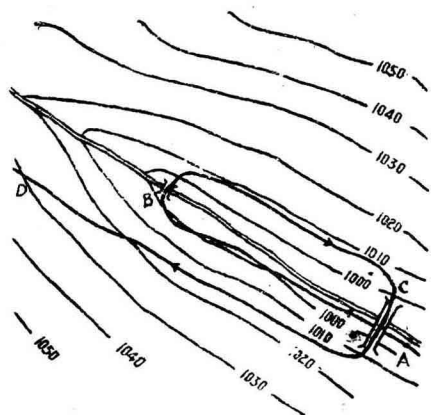
第3圖 轉灣上坡線。

b. 轉灣上坡法 利用最小半徑之曲線，而使路線轉灣上升，如第3圖，路線由A升至B處，自B回轉方向再升至C處，再由C處回轉方向上升至D。此種轉向方法，既可增加長度，亦不妨礙行車，多為人所採用。

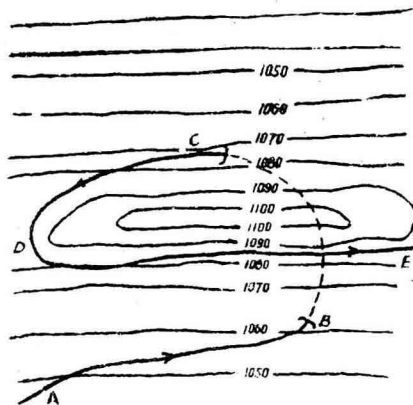
c. 螺旋線 在山谷深而窄之處，或山脊高而狹之地，可利用谷架橋及山洞，使路線螺旋上升。第4圖路線由A沿谷上升至B，跨溪而回轉上升至C，在C處造一谷架橋，使路線由此復跨谷上升至D。第5圖路線由A升至B，過BC山洞而折回上升至D，由D復折回上升至E。

3. 踏勘所需要之器具：

(一)參考地圖 倘有現成之地圖供參考，則可節省一部份草測工作。



第4圖 螺旋線。



第5圖 螺旋線。

吾國國防部陸地測量總局測有全國各省區地圖，頗為精確，可供參考。其他能得之地圖，大抵詳於城市，而略於一縣一省，圖上又無等高線，殊不足取。草測地圖上之比例尺最好五萬分之一，十萬分之一者尚免強可用，但圖上之山川河流城市村鎮等須詳細而易明瞭。如有現成之地圖，可以知路線之平面距離，則草測時僅規定路線上關係數點之水平高度而已。

(二)方向測量 測量方向用羅盤儀。

(三)高度測量 測量高度用氣壓表，因近日氣壓表製造精密，凡一公尺高度之差，均能顯出。用氣壓觀測為一種極方便迅速之高度測量，雖不十分準確，但用作草測，費時少而收效大，甚為適宜。氣壓表有水銀氣壓表及空盒氣壓表二種。前者宜用於固定站，留置測量隊大本營辦公室內，一人專管，每隔極短時間，即行觀測一次；後者宜隨身攜帶，用於沿線觀測，並時與水銀氣壓表相校正。用此測得各點之高度差，再與平面距離相比，即可知路線之大概坡度矣。

(四)平面距離測量 若有詳細地圖可資參考，則距離可在圖上求得之，不過此種地圖每不可獲，惟有實地施行一種迅速測量，以定兩點間之平面距離。測量所用器械或為視距儀，或為旋轉儀，或用記步法。視距儀與普通經緯儀之望遠鏡相同，由望遠鏡內兩橫線間所截遠處測尺之度數，以算由測者至遠處測尺之距離。此法較為精確，但只能用於平地，如遇山林叢密之區，即不方便。旋轉儀以一定輪徑之輪盤，就地輪轉，驗其回轉次數，以算

出經行之距離。此法雖在林木之地亦可用，惟遇震盪過甚時，稍欠準確。記步法為記載所行之步數，再乘上每步之距離，即得所行之總距離。此法極其簡單，但不甚精確。

4. 踏勘應注意之點：定線根據初測，初測根據草測之結果，故草測實為鐵路測量之基礎。如草測時選擇路線不適當，初測定測時復未能發覺，因錯就錯，迨路線築成，再欲改善，困難殊大，甚至無從着手，致路政常年蒙受不可計議之損失。故作草測工作之工程師，必須有豐富經驗，遠大眼光。如草測時路線選擇得宜，一則使工程簡易，二則使行車與運輸功效增加，對於鐵路經濟大有裨益。

草測目的在選擇適宜路線，及調查該線有無建築之價值，故草測時須注意下列事項：

(一)詳記逐日起訖地點，經過村鎮名稱及里程，藉以約計路線長短，車站多寡。

(二)路線經過之地勢，凡遇山嶺，計其高度若干，藉以決定路線之彎曲及坡度。凡遇河流，計其寬度深度，藉以決定橋梁之地位及大小。調查土石性質，藉以決定土石工之難易。

(三)沿線氣候之調查，每年平均雨量，路線所經地之最大洪水位，當地之最高及最低溫度。

(四)沿線物產之調查，農產品，鑛產品，工藝品，林產品，現下產量若干，將來發展至若何程度，藉作運輸量之估計。

(五)沿線交通情況，現有鐵路公路水道及其他道路，其運輸量大小，各種運輸方式及單價，郵局等級，電報電話通否。

(六)沿線人口約數，人工易雇否，人民生活程度高低，工價若何，每畝地價若何。

(七)沿線建築工料之調查，石料黃沙木材石灰可否就地取用，水泥鋼鐵有無供給，材料單價如何，技術工人可否雇得，工價如何，有無包工商人。

〔乙〕 初測

1. 初測之目的：初測係將踏勘時所擬定之一線，再加一較精細之地勢測量，互相比較，使得一適當路線。初測之範圍較踏勘為狹小而精密，其所