

專 科 學 校 用 書

鐵 路 工 程

余 立 基 編 著
孫 雲 雁 校 訂

科 學 技 術 出 版 社

專 科 學 校 用 書

鐵 路 工 程

余 立 基 編 著
孫 雲 雁 校 訂

內 容 提 要

本書取材注重實用，內容包括路線、軌道建築及線路建築和設備等共十三章，皆為鐵路工程中的重要部分，全書敘述扼要簡明，除採用祖國最新資料外，並將蘇聯先進經驗盡量列入。

本書主要為配合鐵路專修科之需要而編寫，但高等學校土木、水利和森林工程各專業及中等技術學校土建和交通等科均可採用作為教材，此外本書亦為交通和土建技術人員，在工作時自學鐵路建築技術所需最適當的參考資料。

鉄 路 工 程

編 著 者 余 立 基

校 訂 者 孫 雲 雁

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海拉國西路336弄1号)

上海市書刊出版業營業許可證出079号

上海市印刷五厂印刷 新华書店上海發行所總經售

統一書号：15119·461

(原中科院印3,000冊)

開本787×1092 1/32·印張8 11/16·插頁1·字數189,000

1957年2月新1版

1957年2月第1次印刷·印數1—1,300

定價：(10) 1.10元

序 言

全國解放後，爲適應恢復與發展國民經濟總任務，國家除以大量投資補強與改善原有路線外，並以大量投資修築新路。現在人民鐵道面貌已煥然一新，成渝和天蘭兩路不但均已通車，而且正在向前興築，大有利於西南、西北及全國的經濟繁榮。鐵路工作雖然已取得了很大成就，但目前情況，還遠不能滿足現已開始的大規模經濟建設的需要。今後不僅要把已有的鐵路管理得更好，更重要的是要培養大批工程幹部，以更快的速度建設新線，俾可加速完成我國社會主義工業化。

本書取材注重實用，不偏於高深理論探討，除採用祖國資料外，並將蘇聯先進方法儘量列入。鐵道部最新頒佈之鐵路建築規程、各種規範書、各種工程施工規則及標準圖或參攷圖均經採用，使學者讀後，即能於實地上應用。

本書共分十三章，內容包含路線、軌道建築、道岔及交叉道、涵洞橋梁、隧道、車站及車場、煤水供應及機務設備、標誌及零星建築物及信號等，皆爲工程重要部份，均詳加論述，學者習畢，一定能愉快地勝任工作。至於路線測量及橋涵設計與施工，因另有專書，故未述及。如每週講授三小時，則本書足可供一學期之用。

本書除高等工業學校鐵道本科專業外，鐵道專修科及其他土木、水利、建築和森林工程各專業均可用作鐵路工程課程之教本。中等技術學校土建和交通等科亦可採用作為教材。此外並可供作交通及土建技術人員學習鐵路建築技術的參考資料。

本書所用度量衡單位均以公制為標準，書內名詞則按我國已經普遍使用者為準，如有尚未習見或涵義不甚明顯者，則於首見時，加原文註脚。

這本書是把編者原來用作講課之講義加以修訂和補充而成，時間既倉促，編者學識又簡陋，謬誤之處，在所難免，尚希讀者多加指正，以期改進。

本書承孫雲雁先生很熱心地、仔細地予以校訂，謹此誌謝。

編 者

1954年五月南京工學院

目 錄

第一章 路線.....1-13

- | | |
|----------------|----------------|
| 1-1 路線概述.....1 | 1-4 曲線問題.....5 |
| 1-2 坡度問題.....1 | 1-5 外軌超高.....7 |
| 1-3 豎曲線.....4 | |

第二章 路基..... 14-37

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 2-1 路堑與路堤..... 14 | 2-9 路堤之加固..... 26 |
| 2-2 路基邊坡之陡度..... 15 | 2-10 開挖路堑..... 27 |
| 2-3 路基寬度..... 18 | 2-11 取土坑..... 28 |
| 2-4 路基形式..... 20 | 2-12 棄土堆與擋水壩..... 29 |
| 2-5 施工定線..... 20 | 2-13 排除地面水之設備..... 30 |
| 2-6 填築路堤之方法..... 22 | 2-14 排除地下水之設備..... 32 |
| 2-7 特種路堤之建築..... 23 | 2-15 路基之取平..... 36 |
| 2-8 路堤沉陷..... 25 | 2-16 路基護坡..... 36 |

第三章 道碴..... 38-51

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 3-1 道碴之目的..... 38 | 3-7 曲線上之道碴斷面..... 46 |
| 3-2 道碴應具之性質..... 38 | 3-8 道碴數量..... 47 |
| 3-3 道碴之種類..... 39 | 3-9 道碴壓力及路基壓力..... 48 |
| 3-4 道碴之選擇..... 41 | 3-10 道碴之鋪設法..... 49 |
| 3-5 道碴之橫斷面..... 42 | 3-11 清淨道碴之方法..... 51 |
| 3-6 道碴之厚度..... 44 | |

第四章 軌枕..... 52-72

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 4-1 軌枕之功用..... 52 | 4-3 軌枕材料..... 53 |
| 4-2 軌條之承墊法..... 52 | 4-4 木料之選擇..... 53 |

4-5 枕木之製造及風候.....	54	4-12 製煉枕木之原則.....	66
4-6 枕木之型式及名稱.....	56	4-13 製煉枕木之方法.....	67
4-7 枕木之尺寸.....	56	4-14 鋼鐵軌枕.....	69
4-8 枕木排列.....	60	4-15 鋼筋混凝土軌枕.....	70
4-9 枕木之鋪設法.....	62	4-16 軌枕之經濟.....	70
4-10 枕木之使用年齡.....	63	4-17 枕木之抽換.....	71
4-11 枕木之鑲補.....	65		

第五章 鋼軌..... 73-91

5-1 鋼軌形式.....	73	5-9 鋼軌之化學成份.....	83
5-2 鋼軌重量.....	74	5-10 鋼軌質料要款.....	83
5-3 鋼軌斷面之設計.....	76	5-11 鋼軌分類.....	86
5-4 標準鋼軌斷面.....	77	5-12 軌條之使用年齡.....	87
5-5 軌重與機車主動輪重之 關係.....	78	5-13 直線及曲線上鋼軌之磨損.....	87
5-6 鋼軌長度.....	80	5-14 軌條向內傾斜.....	89
5-7 軌條之張縮.....	81	5-15 軌距.....	89
5-8 軌條之製造.....	82	5-16 更換鋼軌.....	91

第六章 鋼軌配件..... 92-115

6-1 軌條聯接之要義.....	92	6-11 螺旋道釘.....	106
6-2 軌條接縫之位置.....	93	6-12 木質道釘.....	107
6-3 軌條聯接之形式.....	94	6-13 墊板.....	108
6-4 魚尾板之形式及長度.....	96	6-14 墊板之設計.....	109
6-5 魚尾板之設計及製造.....	99	6-15 防爬器.....	111
6-6 異形魚尾板.....	103	6-16 軌撐及軌距桿.....	113
6-7 絕緣接縫.....	100	6-17 護軌.....	114
6-8 螺栓及螺帽.....	101	6-18 軌椅.....	114
6-9 螺栓帽鎖.....	103	6-19 脫軌器.....	115
6-10 普通道釘.....	103		

第七章 道岔及交叉道 116-143

7-1 道岔.....116	7-9 道岔之類型.....130
7-2 轉轍器.....116	7-10 交叉道.....132
7-3 尖軌轉轍器各部之構造.....120	7-11 交分道岔.....133
7-4 導軌.....124	7-12 套式分道.....134
7-5 轍叉.....121	7-13 轉線岔道.....134
7-6 護軌.....127	7-14 道岔之設計及計算.....135
7-7 彈簧轍叉及活動轍叉.....128	7-15 道岔之鋪設及連接.....139
7-8 轉轍處枕木之排列.....129	7-16 標準道岔表.....142

第八章 涵洞及橋梁 144-164

8-1 概說.....144	8-9 橋台及橋墩.....156
8-2 水道面積之計算.....145	8-10 鋼橋.....158
8-3 涵洞之種類.....147	8-11 鋼橋重量.....159
8-4 涵洞之端牆和翼牆.....153	8-12 圬工橋.....160
8-5 橋梁之種類.....153	8-13 木橋.....160
8-6 橋址之選定.....154	8-14 橋面系.....163
8-7 橋梁淨空.....154	8-15 防火設備.....164
8-8 經濟跨度.....155	

第九章 隧道 165-180

9-1 隧道與路堑之比較.....165	9-8 開鑿及裝運.....175
9-2 隧道地面中線之測量.....166	9-9 坑井.....176
9-3 坑井測量.....166	9-10 支撐及襯砌.....177
9-4 隧道內之測量.....168	9-11 隧道之排水.....178
9-5 隧道剖面.....168	9-12 安全設施.....178
9-6 隧道內之坡度及通風設備.....170	9-13 洞門.....179
9-7 隧道之開鑿.....171	

第十章 車站及車場 181-203

10-1 車站之分佈及位置.....181	10-2 客運車站之設計.....183
-----------------------	----------------------

10-3 貨運車站之設計.....190	10-8 車場設計及主要設備.....198
10-4 站場建築限界；.....193	10-9 調動車輛之方法.....200
10-5 小型車站之佈置.....193	10-10 車場佈置舉例.....202
10-6 車場定義及其分類.....193	10-11 旅客終站.....202
10-7 車場軌道名稱.....195	

第十一章 煤水供應及機務設備 204-222

11-1 水站及水源.....204	11-7 灰坑.....211
11-2 水質.....205	11-8 上沙設備.....213
11-3 水塔.....206	11-9 機車庫.....213
11-4 水缸.....207	11-10 機車的轉向設備.....218
11-5 軌池；.....209	11-11 車輛房.....222
11-6 煤站.....210	

第十二章 標誌及零星建築物 223-248

12-1 標誌概述.....223	12-7 翼棚及護欄.....241
12-2 軌道標誌.....224	12-8 雪棚及雪棚.....242
12-3 行車標誌.....231	12-9 車擋.....245
12-4 安全標誌.....236	12-10 牲畜欄.....246
12-5 平交道口.....238	12-11 養路工區房.....247
12-6 橋欄.....240	

第十三章 信號 249-269

13-1 鐵路信號的目的.....249	13-7 調車信號機.....259
13-2 鐵路信號的種類.....249	13-8 臨時信號牌及其他信號.....259
13-3 臂板信號機.....251	13-9 兩站間行車的方法.....262
13-4 色燈信號機.....254	13-10 聯鎖裝置.....265
13-5 燈列及色燈燈列信號機.....255	13-11 機車內信號機.....268
13-6 進站、遠方、引導及出發信號機.....256	13-12 列車自動管制裝置.....269

第 一 章

路 線

1-1 路線概述 鐵路路線係指兩軌條間之中線而言。路線固以平直為最理想與最經濟，但由於地勢關係，路線上坡度與曲線之設置，殆為事實上所不可避免者。路線在平面既有彎曲，而在縱斷面亦有高低。譬如一直路線經過一最高或跨越一最低之點，則就平面而言，一直線而已，而在縱斷面，則為兩斜線與一弧線所聯接而成。又如路線在平坡上方向變更，在平面上為一弧線，而在縱斷面上則為一直線。再如路線在坡度上轉彎，其中線則成為一螺旋線。故一路之中線實為直線、弧線及螺旋線所聯接而成。

1-2 坡度問題 路線與水平線所成之傾斜，謂之坡度。鐵路路線為吻合地形，減輕建築費用之關係，必須採用坡度。坡度之大小，乃以路線與水平線所成傾斜角之正切表述之。坡度表述方法，各國習慣不同，有用比數者（如德國、英國等）；有用百分數者（如美國）；有用千分數者（如蘇聯等）。此中最適用者，為以千分數表示之坡度，我國鐵路建築規程亦規定鐵路坡度，以千分率表述之。其上升或下降，則以 + 或 - 符號表示之，如 + 5‰，

即上升之坡度， -5% ，即下降之坡度。路線升降，在縱斷面圖上，係指測量進行之方向而言，在已成路線上，則指行車之方向而言。

坡度對於行車之阻力甚大（每 1% 坡度之阻力為每公噸一公斤）因此必須設法減至最低限度，以免增加營業費用。惟坡度設計，並無至善至美之定理，可作規範；僅有下列概要原則，以資參攷，全在設計工程師根據經驗與理論相結合，決定一最適合於地勢情形及鐵路性質之坡度。

1. 路線坡度，不必勉強使之劃一，全線可按地形分為若干大段，每段之中，規定一種限制坡度；列車載重及運用機車等問題，皆依照每段之限制坡度，分別規定。

2. 強大坡度宜集中在少數處所，以使用特殊方法克服之。在此強大坡度集中處所以外，最好力求坡度之平易及劃一。必須坡度劃一，列車行駛阻力及工作方可固定。

3. 路線既按照地勢情形與經濟因素規定限制坡度以後，應即根據地形之變化，普遍採用，俾可減少建築費用。

4. 有害下坡（下坡須用制動機）宜竭力避免採用。

5. 若挖方單價不較填方高出甚多，則設計路線坡度時，宜儘量使填挖數量相等。

6. 坡度設計，雖主在接近地面，以減少土石方數量，但下列各規程必須遵照：

（a）在多雪地帶，路基填方不宜小於 0.60 公尺、免為積雪所

埋；在泥沼區域填方不宜低於二公尺，俾路基可穩固。

(b) 多雪之區，挖方不宜淺於二公尺，在萬不得已時，亦必須大於一公尺。

(c) 為保證行車安全起見，設計坡度時，宜儘量採用斷續坡。

(d) 路基填土頂部必須按照規定高出最高水位。

7. 車站、車場、岔道、煤水站、重要橋樑及隧道等處均以設在平道上為原則。如無法避免時，應遵照部定規程辦理。

8. 如上下行運輸數量有輕重之別，則回程輕運方向之限制坡度，可以酌量增加，以減少建築費用。

鐵路之限制坡度應如何規定，每個國家均有詳細之建築規程以資遵守。我國新路建築分為特級線、一級線、二級線、三級線、及四級線等五級；各級線上區間正線之限制坡度，按照規定，不得陡於表 1-1 所列限度。如地形複雜，可以採用較表列限制坡度更陡的坡度，但須有經濟及技術上之根據，並經鐵道部核准後方能施行。

表 1-1

鐵路等級	直線上限制坡度%
特級	6
一級	10
二級	12
三級	15
四級	18

附註：上列坡度包括規定之曲線折減率在內。

為避免坡度過於時常改變，增加保養上之種種困難起見，限制坡度之最小長度，應按照表 1-2 之規定。

表 1-2

限制坡度	特、一級線	二、三、四、級線	限制坡度	特、一級線	二、三、四級線
3~4%	1000公尺	700公尺	10	500	400
5	900	600	11	450	400
6	800	500	12	400	400
7	700	450	13~14	—	350
8	600	400	15~22	—	300
9	600	400	23~31	—	250

1-3 豎曲線 普通在兩坡相交處，多引用一種規則豎曲線。此線之作用，係使列車經行其間，不致突變其上下方向，而能平順徐緩由一坡度進至另一坡度，可無危險發生。

就理論言，豎曲線之長度，應隨坡度變更之大小，列車之長度，及兩坡度所成之形式，而有所不同。坡度變化愈大，豎曲線應愈長；所牽引之列車愈長，則豎曲線亦應愈長。惟路線之坡度愈大，則機車所能牽挽之列車愈短，故前兩因素可互相調和。兩坡度線相交成凹形時，豎曲線尤不可少，蓋以列車下坡時，車輛間之挽鈎鬆動，車輛向前緊擠，及轉而上坡，後部車輛仍向前推擠，但前部車輛已突然拉緊，因前後速度之不同，彼此互相衝撞，常發生挽鈎折斷，甚或有出軌之虞。在兩坡度線相交成凸形時，車輛挽鈎始終拉緊，則不易發生上述之事故，因此在坡度變更率相同之情形下，凹形豎曲線之長度，應較凸形者為大。豎曲線愈

長，坡度之變更雖愈為緩和，但土方數量，亦將因之而比例增加。我國鐵路建築規程(草案)規定，凡線路坡度變更大於 2% 時，皆須以豎曲線連接之。坡度每變更 1% ，豎曲線所需之長度，不得小於表 1-3 之限度。

表 1-3

豎曲線長度(公尺) 形狀	等級			
	特 級	二 級	三 級	四 級
凸 形	30	20	15	10
凹 形	60	40	30	20

豎曲線之長度，宜為 20 公尺之整倍數，又為使豎曲線對稱起見，此整倍數應為一偶數。再為便利計算起見，坡度線交點，豎曲線起點及終點，均應設在整樁之上。

豎曲線之形式，普通均用拋物線，但在蘇聯的鐵路上是採用圓曲線作豎曲線的。在幹線上，半徑規定為一萬公尺，在地方線上為五千公尺。蘇聯規定當兩坡度的代數差小於 3% 時，則不用豎曲線；又兩坡度的代數差不應大於各線所採用的限制坡度。豎曲線的長度則等於兩坡度千分數的代數差乘以 10 公尺。採用圓曲線的優點，是計算簡易及長度較短，因之可提高工作效率及節省土石方工程。關於豎曲線之計算方法，讀者可參閱鐵路測量學。

1-4 曲線問題 凡路線在方向變更處，必須用平曲線連接，

以利機車行走。在各類曲線中，以單曲線使用為最多。單曲線之稱別法有二：一為單稱其曲線半徑之長度，一為單稱其一定長度之弦所含之中心角。我國規定，鐵路曲線，應以半徑之公尺數表述之。鐵路之有曲線對於行車及養護均為不利。根據理論研究及實地觀察結果，曲線阻力約為每公噸 $\frac{600}{R}$ 公斤。蘇聯卡什金⁽¹⁾曾分析曲度對於營業費之影響，結果為每公里每度中心角足以增加營業費之 0.085%。一般而論，採用短小半徑之路線，其運務應為輕少，並須製造適用於短小半徑之機車車輛。蓋車輛兩輪軸間之距離，足以限制曲線之曲度；現時車輛增長，輪軸之距離亦增，曲線上之曲度，更有限制之必要。我國規定，區間正線之曲線半徑最小限度如表 1-4。

表 1-4

線 路 等 級	特級	一級	二級	三級	四級
正線曲線最小半徑(公尺)	800	500	300	250	200

車站正線，以設置於直線上為原則，如為地形所限，必須設在曲線上時，則其曲線半徑最小限度如表 1-5。

表 1-5

線 路 等 級	特級	一級	二級	三級	四級
站內正線曲線最小半徑(公尺)	800	600	500	500	400

(1) Kashkin

車站側線之曲線半徑，須在 150 公尺以上。

路線經行困難地形時，常須在一個曲線之後，緊接一反向曲線，稱為反向複曲線；有時兩個直線相交之處，不能祇用一個單曲線連接，而須使用兩個方向相同而半徑相異之連續曲線，則稱為同向複曲線。我國規定，兩隣近異向曲線間之直線，除準備超高度所需要之長度外，在特、一級線上不得短於 50~75 公尺，在二、三、四級線上不得短於 30~50 公尺；兩隣近同向曲線間之直線，在特、一級線上短於 100 公尺或二、三、四級線上短於 50 公尺時，應以複曲線代替之。蘇聯規定兩相隣反向緩和曲線間之直線長度為 20~60 公尺。因為曲線增加列車行駛阻力，放在曲線上之限制坡度，必須按照曲線半徑減低，使兩者相加之總數，不大於直線上限制坡度所發生之阻力。

1-5 外軌超高 凡物體沿一圓軌行動時，必須有向心力，以保持其行徑。照力學原理，此向心力等於

$$\frac{Wv^2}{gR}$$

其中

W = 物體(即列車)之重量以公斤計，

v = 列車速度以每秒鐘公尺計，

g = 地心吸力加速率以公尺/秒²計 = 9.80，

R = 曲線之半徑以公尺計。

在曲線線處，若兩軌同在一水平位置，則列車經行時，所需之向

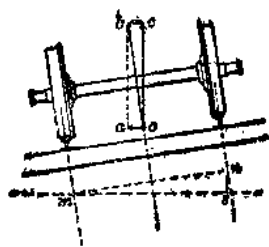


圖 1-1

心力,只能因車輪緣壓迫軌條時而發生。此種現象實危害於行車之安全。爲消除此種危險起見,故將曲線上之外軌,置於較高之平面上,如圖 1-1,使軌道對於車輛之反應力爲斜上,除抵抗車輛之重壓 W 外,復能發生一橫力,適等於所需之向心力。圖中 ob 爲軌道之反應力, oc 力即抵抗車輛之重量 W , ao 橫力即等於向心力。

由 smn , oca 兩相似三角形,得

$$sn:sm = ao:oc,$$

$$sn = sm \frac{ao}{oc}$$

因 sn = 外軌之超高度 = e 以公厘計

sm = 兩軌之軌距 = G 以公厘計

oc = W

$$ao = \text{向心力} = \frac{Wv^2}{gR} \quad (1-1)$$

$$\text{故} \quad e = G \frac{\frac{Wv^2}{gR}}{W} = \frac{Gv^2}{gR} \quad (1-2)$$

命 V 爲列車速度以每小時公里計, $v = \frac{5}{18} V$, 則