

鐵 路 測 量 學

呂 謹 編 著

商 務 印 書 館 發 行

中華民國二十五年三月初版
中華民國二十五年十二月三版

◆ D 六〇七一

張

(68630)

鐵路測量學 一冊

每冊實價國幣肆元

外埠酌加運費匯費

編著者 呂 謹

發行人 王 雲 五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

版權所
必究

(本書校對者陳忠杰)

序 言

歷來國內各鐵路，除與歐陸各國有借款關係者外，向多採用英尺制，故各校之教授鐵路測量學者，亦多不外採用 Allen 及 Nagle 諸氏所著之英文原本。惟近年來鐵道部及各省建設廳，對於鐵路及公路之建築，已規定一律採用公尺制，誠以公尺制已爲萬國所通用，應用又極爲便利也。著者有鑒於此，並感國內關於此項著作尙無專書，用特編成此籍以問世。

著者本服務鐵路多年之經驗，深知何種學說極爲需要，何種則否；何種問題在國外須加以研究者，在國內則可以不必，故本書之內容極合實用，其有不適用之學說與問題，概不列入。至於其中有關於鐵道部之規定者，則概按照部定加以敘明。尤以工程預算一章，內中所列各項工程之建築費用，完全本著者在粵漢鐵路所編製之預算單價爲標準，極合內地之實情。讀者手此一篇，用資借鏡，定將獲助不少。

本書不特可供專科學校及大學作爲教本之用，並可作爲鐵路測量者參考之資；不特可供鐵路測量之參考，並可作爲公路測量之借鏡，因公路測量與鐵路測量，其理初無二致也。

本書之參考爲 Allen's Railroad Curves & Earthwork; Webb's Railroad Construction; Raymond's Railroad Eng-

ineering, 至於各種曲線表,多採自木下武之助所編之鐵路道路曲線測量表,惟第十二至第十四表則爲著者自編。

呂 謹 二十四年八月二十二日

目 錄

第一章 草測	1
1. 鐵路測量之分類.....	1
2. 草測中之兩個問題.....	2
3. 草測所需之器械.....	3
4. 山脊線與山谷線.....	3
5. 草測中之高度測量.....	5
6. 草測中之距離測量.....	8
7. 草測之重要.....	9
8. 草測應注意之事項.....	10
第二章 初測	14
9. 初測之目的.....	14
10. 坡度.....	14
11. 椿號之表示.....	16
12. 比較線.....	17
13. 測量隊之組織及各人之任務.....	19
14. 初測應用之主要器械.....	23
15. 中線測量.....	24
16. 縱斷面測量.....	28

17. 地形測量·····	33
18. 平面圖之描繪·····	39
19. 縱斷面圖之描繪·····	45
20. 初測應注意之事項·····	46

第三章 定測····· 48

21. 最終路線之擇定·····	48
22. 紙上定線·····	49
23. 測量隊之組織及任務·····	50
24. 中線測量·····	52
25. 橫斷面測量·····	54
26. 永久樁之設置·····	59
27. 洩水面積·····	60
28. 細部測定·····	62
29. 定測應注意之事項·····	64

第四章 單曲線····· 66

30. 單曲線各部分之解釋·····	66
31. 曲線之表示法·····	68
32. 分弦之長度·····	69
33. 單曲線各部分之關係·····	71
34. 一般公式之應用·····	75
35. 英尺制曲線·····	79

36. B. C. 及 E. C. 之實地測量法	81
37. 曲線中點H之設定	84
38. 偏角法	85
39. 單曲線實地測量法	91
40. 由曲線中點設置曲線法	96
41. 由 E. C. 設置曲線法	99
42. 兩架經緯儀同時觀測法	99
43. 切線支距法	100
44. 切線偏距法	103
45. 弦線偏距法	104
46. 中長法	107
47. 變更曲線	108
48. 曲線上之障礙	112

第五章 複曲線 117

49. 複曲線之性質及應用	117
50. 複曲線之一般公式	118
51. 複曲線之實地測量法	123
52. 複曲線之變更	123

第六章 緩和曲線 130

53. 緩和曲線在鐵路線上之重要	130
54. 緩和曲線之基本原則	132

55. 三次拋物線·····	134
56. 緩和曲線各部分之關係·····	135
57. 一般公式·····	137
58. 近似法·····	140
59. 例題·····	141
60. 緩和曲線之實地測量法·····	144
61. 向內移動法·····	145
62. 支距法·····	147
63. 緩和曲線上之障礙·····	148

第七章 豎曲線·····153

64. 豎曲線在鐵路線上之重要·····	153
65. 拋物線·····	153
66. 豎曲線之長度·····	156
67. 例題·····	157

第八章 土方之計算·····164

68. 填土挖土之橫斷面形·····	164
69. 路坡·····	165
70. 挖土中之複形橫斷面·····	166
71. 計算之精度與測量之精度之關係·····	167
72. 橫斷面之面積·····	168
73. 面積之計算·····	169

74. 面積計.....	173
75. 土方數量之計算.....	175
76. 橫斷面簿及土方計算表.....	182
77. 取土坑.....	186
78. 沉落土.....	190
第九章 設置邊樁.....	194
79. 邊樁之重要.....	194
80. 邊樁之位置.....	194
81. 邊樁之設置.....	196
82. 例題.....	197
第十章 工程預算.....	200
83. 預算之分類.....	200
84. 舉例.....	202

鐵路測量學

第一章 草測

1 鐵路測量之分類

鐵路測量，爲鐵路建築之最初步，亦即最重要之工作，其目的在選定路線。路線既定，而後方能開始建築。選擇路線，必須具有鐵路各項工程常識，並明白鐵路經濟原理。因路線之適宜與否，與將來鐵路營業之興衰大有關係，故選擇不可以不慎。如路線選擇不適宜，及已成之後，再欲變更，不特營業將受損失，經濟之消耗亦將不貲矣。故每一鐵路路線，常經過多番測量，仔細比較，方能決定採用。

鐵路測量共分三個步驟：即

一、草測 (reconnaissance)

二、初測 (preliminary survey)

三、定測 (location survey)

草測乃以上三段工作中最概略之踏勘，係欲於兩擬定終點之間，踏勘數條路線，以便將來之選擇。踏勘時對於路線所經之地，須注意其山川形勢，農工商業狀況，村市戶口貧富情形，並約略估定

路線之長度及概算，及其他設計上當知之一切重要問題，得一初步計劃，以爲將來實測之根據。

初測乃欲於草測所踏勘數條路線之中，選擇一最適宜之路線，在擬定兩終點之間，用若干直線聯結之，測量其方向，距離，及高度，作一初步預算，繪一詳細地形圖，以備定線之用。

定測係就初測之地形圖上，作一最後決定，彎道及坡度之大小，亦於此時規定之。而後將此最適宜之路線，用定線樁，施之於實地，以備將來施工之根據。

今再將此三步工作分述於後。

2 草測中之兩個問題

草測中常有兩個問題應加以研究者，其一爲功用問題，其二爲工程問題。功用問題，即欲研究數線中何線功用爲最大；工程問題，即欲研究數線中何線工程爲最易。因在兩終點之間，常有數條路線可通，假使甲線所經之地，多爲人煙稠密，物產富饒，工商業興盛之區，乙線所經之地，則人煙稀少，物產缺乏，工商業不振。於是若就經濟問題而言，則甲線之功用，當較乙線爲大，但甲線之工程，未必是輕而易舉。如所經之區常遇有高山大川，高山須開挖山洞，大川須建築橋梁，則建築費用必多。故功用最大之路線，工程有時非常困難，功用較次之路線，工程則比較容易，其中將有研究之餘地，須權其輕重，計其得失，而後方能決定。

3 草測所需之器械

草測乃一種迅速概括之測量，故並無需一般測量所用之器械，所需攜帶者 只有空盒驗壓器，記步器，或轉數器，數件而已。

草測之第一步，宜先求得該區域一帶現成詳細地圖，能有地形線之表示者為最佳。固然，雖有此種地圖，仍不能免一番測量之工作，但所經路線，可於圖上預先計劃，圖上表示不能通過之線，即可棄置不顧。由此種地圖上所表現之山嶺及河流，可以得到該區域以內各點之大概高度。並求得各點間之大概距離。由此等距離及高度，可以規定路線之最大坡度。由圖上選定數條路線，而後再加以實地之踏勘。

路線最要條件為平與直，不過此在事實上乃完全不可能之事。因無論在任何兩地點之間，絕不能盡是平坦之地，欲求其直，定不能得其平，欲求其平，定不能得其直，兩者不可得而兼有。蓋兩點間常遇有高山巨川之阻隔，就工程實施之便利着想，反以向左右繞轉避讓為宜，以求得一最適當經濟之路線。又有時為欲通過某一城市村鎮，路線亦必須繞轉，以求達到最大功用。

4 山脊線與山谷線

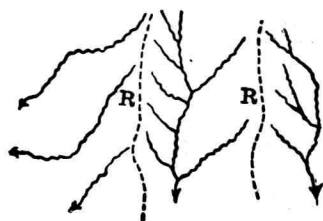
路線如能始終經過廣汎平原，則工程之設施，自毫無問題，但此在天然中，乃絕不易經見之事。天然中之陸地，常有岡巒起伏，河

流穿繞。故在草測中，對於地形，有兩極饒興趣之問題常須研究者，即山脊線與山谷線是。

山脊線爲山嶺間最高之線，易言之，即凡山脊線兩旁之地面坡度皆是向下者。

山谷線爲山嶺間最低之線，易言之，即凡山谷線兩旁之地面坡度皆是向上者。

如第一圖所示，RR 即爲山脊線。在 R 之左邊，山谷線之坡度，較在其右邊者爲平坦。此種事實，由圖中所表示之溪流線，左邊者較右邊者疏遠，可以見之。



第一圖

測量中遇有山谷線，則問題較爲簡單。若兩城鎮在同一流域之上，可用一坡度平易之路線連結之。於是草測之工作，只須求得兩城鎮間之高度差及其水平距離，俾能規定一最適宜之坡度。若在此流域之間，有大川流過，則路線可常沿河流之一旁，草測時須考察兩岸之地勢，以定取用何岸爲宜。若河流易於架橋，則可輪流利用兩岸平坦之地。凡遇有此種情形，應比較因穿越兩岸所縮短之距離，或其他所得之利益，是否與建築橋樑所費相平衡。如遇必須造橋之處，則河牀及兩岸之地質情形應加鑽探，以期求得建築橋墩及橋座最適當之位置。如河岸泥土鬆浮，不適於建築橋基，則路線之選擇，當視橋址而定。大概河流在上游之地勢，常較下游爲峻急，故

欲求一均平坡度，在下游處，常就河岸較高之地點。

在山地測量，問題將不如在川河流域之簡單。因山嶺之間，每有數條路線可以通行，究應採取何線，常須加以考慮。

凡山嶺起伏之地，必有數處極高之點，亦必有數處極低之點。此極低之點，與草測最發生關係。我國古時驛道，凡遇山嶺，必經過多次慎重選擇，取其最低最易通行之處翻過。故在草測時，如能留意於此種驛道，將得功不小。

山嶺間之溪流，往往非常峻急。故山嶺間之路線，不便沿溪流而行，須選擇最適宜之地橫跨而過。概言之，路線宜擇最低之山脊線及最高之山谷線而過之，使於此一高一低之間，得一較為平易之坡度。

蓋鐵路路線常定有限制坡度（意即該路線所能採用之最大坡度），測量時所定最大坡度，不宜超過此限制坡度。如在此一高一低之間，所測距離與兩點之高度差相較，將得一甚大之坡度，不宜於實用，則惟有用一種展線法，特意沿山嶺區域左右繞轉，緩緩由一點達到另一點，使路線延長，取得一較為平易之坡度，有時更用穿鑿山洞之法以助之。

5 草測中之高度測量

氣壓觀測為一種極方便迅速之高度測量法，雖不十分準確，但用作草測，費很少時間，得很大效率，固甚適宜。

氣壓觀測所用器械，爲水銀氣壓表及空盒驗壓器。水銀氣壓表宜用於固定站，留置在辦公室內，須有一人專管，每隔很短時間，即行觀測一次，觀讀其時間，氣壓讀數，水銀溫度，及空氣溫度，並將所測結果，繪成一表示當日氣壓變化之曲線表。至觀測之記載法，則有如下式：——

第 一 式

時 間	氣 壓	水銀溫度	化爲 32°F.	空氣溫度	更正氣壓
7:00上午	29.872	72°	-.117	73°	29.755
:15	.866	73.5	.121	75	.745
:30	.858	75	.125	76	.733
:45	.850	76	.127	77	.723

式中第四欄所載之數，係由第二第三兩欄，用第一表約化而得。因用水銀氣壓表，在兩測點之水銀溫度多不相同，於是水銀道之漲縮亦不能相同。故即令兩處之氣壓相等，兩水銀道之高度亦不能相等，計算時必須加以水銀溫度之更正。第六欄之更正氣壓，即係由第二第四兩欄相減而得。

空盒驗壓器係帶至沿線觀測之用。在早間出發時，須與水銀氣壓表校對一次。此兩氣壓表讀數之差，稱爲指差，俟後應加入於空盒驗壓器之各讀數中，俾能化爲相當於水銀氣壓表之讀數。於是將空盒驗壓器攜至第一測點，再觀讀氣壓、氣溫及時刻。驗壓器及附屬寒暑表，皆應安置於陰處，免受日光之照射。第一測點觀讀完畢，再攜至第二、第三、……各測點作同樣之觀測。如在某一測點時間過久，應於到達時及離開時各作觀測一次，以便與固定站所繪之氣

壓變化曲線表相校對。

各點測完之後，仍須回至固定站，再將驗壓器之氣壓、氣溫及時刻觀讀一次。因沿線各點之高度，若相差甚大，例如行過高山峻嶺，則氣壓之升降，亦將相差甚大，即最完善之驗壓器，亦將遭受甚大變化，一時不易恢復原狀。不過在鐵路測量中，此種情形並不易經見。

第二步為室內之計算。法先將最初在固定站觀得兩表之讀數加以比較，求得其指差更正數。將此指差更正數加入於沿線所測驗壓器之各讀數中，使化為驗壓器之更正讀數。由氣壓表及驗壓器之更正讀數，並加以相當之氣溫更正數，用第二表，分別求得各點之高度。而後由此種讀數，再求得各點之高度差。試舉一例於下。

第 二 式

時 間	地 點	驗壓器 讀數	氣溫 更正 讀數	驗壓器 更正 讀數	氣壓表 更正 讀數	固定 站 氣溫	各測 點 高度	固定 站 高度	高度差	氣 溫 更 正 數	更正 高度差
7:00 上午	辦公室	29.628	73°		29.755	—	—	—	—	—	—
:10	△0	29.662	72°	29.789	29.748	75°	192	230	-38	-(+2)	-40
:30	小界嶺	29.374	63°	29.501	29.733	76°	457	244	+213	+(+10)	+223
:50	李家棚	29.548	70°	29.675	29.720	77°	297	256	+41	+(+2)	+43

第二式表示某次測量之野簿記載法。式中前四欄為在沿線所測得驗壓器之記載，第五欄則得自第三第六兩欄。至於第六第七兩欄，係由第一式中固定站之記載而得。第八欄係由第四第五兩欄，及第九欄係由第六第七兩欄，用第二表，推算而得。第十一欄氣溫更正數則用第三表求得之，表中之 $(t+t')$ 為各測點及相當固定站