

鐵路工程



# 新經濟學全集

## 10

分配論(1) 貨幣理論(2) 勢力論(3)  
 經濟政策總論(3) 商工經營論(1)

# 新經濟學

第十回

分	配	論(1)	山田雄三
內	經	濟政策總論(3)	河田嗣郎
商	工	經營論(1)	增地庸治郎

日本評論



日本評論社

MG  
U2  
10



3 2169 0182 1

國立清華大學叢書

# 鐵 路 工 程

上 冊

張 澤 熙 著

祝  
澤  
熙



商 務 印 書 館 印 行

## 自序

鐵路運輸，爲一國交通系統之主腦，其重要自不待言。鐵路工程學爲研究鐵路運輸工具之專門學科，大學土木工程系必修課程也。作者任教鐵路工程有年，向皆參考西文書籍，用中文隨編綱要，茲以應教學之需要，乃編此書，共分上下二冊。上冊專述軌路；路基；涵洞；隧道；棧道；安全設備；車站房屋；附屬建築物以及土方估計，路線測量等，下冊講授轉轍計算，機車運轉；定線原理及行車經濟等。

本書目的，既專爲大學教材之用，故多解釋原理，並舉各路實例，加以引證，每章之末，附計算習題數則，以便學生解答。如每週授課三小時，則全書足供一學年之用。

本書上冊，多依 Raymond: Elements of Railroad Engineering 一書之次序，但以 Webb: Railroad Construction 爲根據，加用 Willard: Maintenance of Way and Structure 書中之實例；下冊則多依從 Williams: Design of Railway Location 一書，其機車運轉部分，亦採用 Raymond 書中之例題。

本書雖用公制爲根本，但以我國各路標準圖樣，仍有間用英制者，故仍二制併用，書末附一度量衡換算表，藉資比較，並附中英名詞對照表，以便檢譯。

上下冊各分十二章，每章各節，皆冠以本章數目，隨書節數。如第十章第十節爲 § 10—10. 之類。

本書承施嘉揚先生贈以序文，杜鎮遠先生聶肇靈先生贈用圖表，併此致謝，作者學識簡陋，謬誤之處，在所難免，希讀者多加指正，則幸甚矣。

張澤熙 民國二十八年作者識於昆明西南聯合大學

## 上 册 目 錄

## 第一章 鋼軌

§ 1—1.	鋼軌形式	1
§ 1—2.	軌重與機車動輪輪重之關係	3
§ 1—3.	鋼軌長度	3
§ 1—4.	製造手續及其化學成分	4
§ 1—5.	質料要款	5
§ 1—6.	鋼軌壽命	6
§ 1—7.	鋼軌壓力程度	7
§ 1—8.	直線曲線上之軌損	7
§ 1—9.	鋼軌價值	7
§ 1—10.	軌條欹置	8
§ 1—11.	軌距	8

## 第二章 鋼軌扣件

(甲)軌條聯接及魚尾鉞		
§ 2—1.	軌條聯接之要義及其作用	9
§ 2—2.	聯接分類	10
§ 2—3.	軌條聯接魚尾鉞之毀損	10
(乙)軌道螺釘及螺釘帽鎖		
§ 2—4.	螺釘重要條款	11
§ 2—5.	螺釘形式尺寸及其製造	11
§ 2—6.	螺釘帽鎖之意義及其式樣種類	12
(丙)鉤頭及螺旋道釘		
§ 2—7.	鉤頭道釘	13
§ 2—8.	螺旋道釘	13

## √(丁)墊飯

§ 2—9. 墊飯之利益.....14

§ 2—10. 墊飯設計要義及分類.....14

## (戊)防爬器

§ 2—11. 防爬器之要義.....16

## 第三章 枕木

J§ 3—1. 承墊軌條之各種方法及枕木之功用.....18

## (甲)木軌枕

§ 3—2. 木軌枕定義及木料之選擇.....18

§ 3—3. 枕木之耐久性尺寸及枕距.....19

§ 3—4. 安置及更換枕木之規則.....20

§ 3—5. 枕木價值.....21

## √(乙)枕木之浸煉方法及其經濟

§ 3—6. 浸煉法之基本原則.....21

§ 3—7. 各種浸煉方法及其價值.....22

§ 3—8. 浸煉枕木之經濟.....23

## (丙)鋼軌枕及鋼筋混凝土軌枕

§ 3—9. 採用之廣遍及其形式尺寸與種類.....29

§ 3—10. 鋼枕之經濟.....31

## 第四章 道渣

§ 4—1. 道渣之目的及其要件.....36

§ 4—2. 定義及材料種類.....36

§ 4—3. 橫剖面及合宜厚度.....38

§ 4—4. 安置道渣方法及道渣價值.....39

§ 4—5. 碎石道渣之規範.....40

§ 4—6. 洗淨道渣之方法.....41

## 第五章 路基及涵洞

§ 5—1. 路基及水患.....42

§ 5—2. 涵洞之定義及設計之要款.....44

§ 5—3.	水道截面面積計算之原素及方法	44
§ 5—4.	涵洞之分類	46
§ 5—5.	小開孔建築物	48

## 第六章 棧道

### (甲) 總論

§ 6—1.	棧道之用途	50
√ § 6—2.	棧道與路堤之比較	50
§ 6—3.	木質棧道之兩種形式	50
§ 6—4.	木樁棧道	51
§ 6—5.	打樁方法及公式	51
§ 6—6.	樁尖及樁底	53
§ 6—7.	打樁之應用原理	53
§ 6—8.	結構棧道	53
§ 6—9.	多層結構棧道之建築及跨度	54
§ 6—10.	基礎	55
§ 6—11.	縱向支撐	57
§ 6—12.	橋座	57

### (乙) 橋面系

§ 6—13.	縱樑	57
§ 6—14.	肱木與護木	57
§ 6—15.	曲線棧道外軌超高法	58
§ 6—16.	防火設備	59
§ 6—17.	木料尺寸及分等級	59

### (丙) 木質棧道之設計

§ 6—18.	普通實用情形	59
§ 6—19.	所須強度之各原素	59
§ 6—20.	荷重	59
§ 6—21.	縱樑之設計	60
§ 6—22.	直柱之設計	61
§ 6—23.	頂木底木之設計	61

## 第七章 隧道

	(甲)測量	
§ 7—1.	地面測量	63
§ 7—2.	直井測量	63
§ 7—3.	地下測量	64
	(乙)設計	
§ 7—4.	橫剖面	64
§ 7—5.	坡度	67
§ 7—6.	砌衣或填砌	67
§ 7—7.	直井及溝渠	68
	(丙)隧道建築	
§ 7—8.	導坑	69
§ 7—9.	洞門開鑿	72
§ 7—10.	隧道通風法	72
√ § 7—11.	隧道與開塹之比較	73
§ 7—12.	隧道之價值	74

## 第八章 副路車場及終站

	(甲)副路	
§ 8—1.	副路之分類	76
§ 8—2.	軌路名稱	77
	(乙)車場	
§ 8—3.	車場概要	80
§ 8—4.	車場定義及其分類	80
√ § 8—5.	車場之設計及重要設備	82
§ 8—6.	車輛之調動方法	83
	(丙)旅客車站及終站	
§ 8—7.	設備及佈置	84

## 第九章 車站房屋及附屬建築物

## (甲)車站房屋



§ 9-1.	旅客站房與站臺	87
§ 9-2.	貨棧房及站臺	87
	(乙) 水站及給水	
§ 9-3.	水站位置及水源	88
§ 9-4.	水塔	89
§ 9-5.	抽水機	90
§ 9-6.	水鶴	90
§ 9-7.	軌油	91
	(丙) 機車房	
§ 9-8.	機車房形式	92
§ 9-9.	機車坑	92
§ 9-10.	出煙罩	92
§ 9-11.	機車房地面	93
§ 9-12.	下輪坑	93
§ 9-13.	轉車盤	93
	(丁) 機車加煤站	
§ 9-14.	人工鏟煤法	93
§ 9-15.	機車起重機	93
§ 9-16.	運煤棧道	93
§ 9-17.	運煤器	94
§ 9-18.	油房	94
§ 9-19.	沙房	94
§ 9-20.	灰坑	94
	(戊) 雪棚雪棚及柵欄	
§ 9-21.	雪棚	94
§ 9-22.	雪棚	94
§ 9-23.	柵欄	95
§ 9-24.	柵柱	97
	(己) 標誌及平交公路設備	
§ 9-25.	標誌種類	97
	(a) 軌道標誌	97

(b)行車標誌 .....	97
(c)防護標誌 .....	97
(d)警衝標 .....	97
(e)車擋 .....	99
§ 9-26. 平交公路設備 .....	99
(a)坡度 .....	99
(b)摺線槽 .....	99
(c)軌條間路面 .....	99
(d)平交路警告標誌 .....	99
(e)柵門 .....	100

## 第十章 鐵路信號

### (甲)總論

§ 10—1. 鐵路信號之目的 .....	101
§ 10—2. 信號種類 .....	101
(a)旗號 .....	101
(b)燈號 .....	102
(c)圓牌信號 .....	103
§ 10—3. 區截信號 .....	103
§ 10—4. ↓區截信號之種類 .....	103
(a)人工區截制 .....	103
(b)火車自動區截制 .....	104
§ 10—5. 聯鎖信號 .....	105
(a)人工聯鎖制 .....	105
(b)人工電力聯鎖制 .....	107
(c)電力風力聯鎖制 .....	107
(d)完全電力聯鎖制 .....	108
§ 10—6. 增加安全設備 .....	108
(a)機車信號 .....	108
↓(b)列車自動節制法 .....	108

## 第十一章 土方

### ↓(甲)土方工價之原素

§ 11—1.	工價項目 .....	110
§ 11—2.	第一項 鬆土 .....	110
§ 11—3.	第二項 裝運鬆土 .....	111
§ 11—4.	第三項 運土 .....	111
§ 11—5.	第四項 分佈填土質於路堤上 .....	113
§ 11—6.	第五項 整理 .....	113
§ 11—7.	第六項 整理路塹邊坡 .....	113
§ 11—8.	第七項 機械設備之修理折舊及利息 .....	113
§ 11—9.	第八項 臨時費及管理費 .....	113
	(乙) 填充路堤	
§ 11—10.	土方收縮 .....	113
§ 11—11.	收縮與沈陷係數合宜之規定 .....	114
	(丙) 轟炸	
§ 11—12.	爆炸物 .....	115
§ 11—13.	打眼 .....	116
§ 11—14.	鑽眼之位置及方向 .....	116
§ 11—15.	爆炸藥之用量 .....	116
§ 11—16.	填實 .....	116
§ 11—17.	爆炸炸藥 .....	117

## 第十二章 鐵路測量

### (甲) 草測

§ 12—1.	草測之性質 .....	118
§ 12—2.	普通線路之選擇 .....	118
§ 12—3.	谷峽路線 .....	118
§ 12—4.	橫越谷脊路線 .....	119
§ 12—5.	山嶺路線 .....	119
§ 12—6.	隧道路線 .....	120
§ 12—7.	相對高程之測定 .....	120
§ 12—8.	水平距離及方向之測定 .....	120
§ 12—9.	草測之重要 .....	121

---

(乙)預測	
§ 12-10.	預測之性質 .....121
§ 12-11.	預測時通用各方法 .....121
(丙)定線測量	
§ 12-12.	紙上定線 .....123
§ 12-13.	紙上定線與定線測量相關數事 .....124
§ 12-14.	定線測量 .....125
§ 12-15.	測量隊員之組織及其職務 .....125

## 圖 表 次 序

第幾圖	圖 名	頁 數
第一圖	標準鋼軌截面圖	1
第二圖	求動輪對數曲線圖	3
第三(a)圖	直線上軌損圖	7
第三(b)圖	曲線上軌損圖	7
第四圖	鋼軌扣件圖	插圖
第五圖	螺釘帽鎖式樣圖	12
第六(a)圖	打道釘法圖	13
第六(b)圖	道釘孔木塞圖	14
第七圖	墊板圖	15
第八圖	枕木相關真壽命圖	19
第九圖	各式鋼枕圖	30
第十(a)圖	甲種單支式鋼筋混凝土軌枕圖	32
第十(b)圖	甲種雙連式鋼筋混凝土軌枕圖	33
第十一圖	膠濟路鋼鐵軌枕圖	34
第十二(a)圖	標準路線橫截面圖	43
第十二(b)圖	Talbot 氏公式圖	插圖
第十三(a),(b),(c)圖	涵洞式樣圖	47
第十三(d)圖	滇緬路石砌拱形涵洞標準圖	插圖
第十四圖	Sheffield 氏護畜欄圖	48
第十五圖	瓦製護畜欄圖	48
第十六圖	(a) 樁尖圖 (b) 樁底圖	53
第十七圖	經濟跨路圖	56
第十八(a)圖	木樁基礎圖	57
第十八(b)圖	軟木基礎圖	57
第十九(a)圖	木樁橋座圖	58

第十九( <i>b</i> )圖	木護木圖	58
第二十( <i>a</i> )圖	單線隧道最小淨空圖	65
第二十( <i>b</i> )圖	雙線隧道最小淨空圖	66
第二十一( <i>a</i> )圖	曲線上淨空加寬圖	67
第二十一( <i>b</i> )圖	外軌超高增加淨空圖	67
第二十二圖	隧道橫剖面圖	67
第二十三圖	直井橫剖面圖	68
第二十四圖	導坑圖	69
第二十五圖	導坑木架圖	69
第二十六圖	隧道施工程序圖	70
第二十七圖	鑽眼方法圖	71
第二十八圖	先鋒及領港隧道圖	72
第二十九圖	洞門木架圖	73
第三十圖	車站佈置圖	76
第三十一圖	讓車讓路圖	77
第三十二圖	副路佈置圖	77
第三十三圖	梯軌式樣圖	78
第三十四圖	馬車軌路圖	79
第三十五圖	高峯車場坡度圖	81
第三十六圖	避車道形式圖	85
第三十七圖	環式車站軌路圖	86
第三十八圖	水鶴圖	91
第三十九圖	軌池圖	92
第四十圖	雪棚圖	95
第四十一圖	雪棚圖	96
第四十二圖	路權柵欄圖	96
第四十三圖	橋樑警告標圖	97
第四十四圖	警衝標圖	98
第四十五圖	車擋圖	99
第四十六圖	二象棋號圖	102
第四十七圖	三象棋號圖	102

---

第四十八圖	位置燈號圖	103
第四十九圖	簡式車軌電路圖	105
第五十圖	平交連鎖圖	106
第五十一圖	眼孔位置及手鑷圖	116
第五十二圖	迴歸線	119
第五十三圖	橋樑繞曲環線	120
第五十四圖		121
第五十五圖		122
第五十六圖	兩重要點間一平均坡度	123
第五十七圖	兩重要點間二種坡度	123

## 各表之次序

第幾表	表名	頁數
第一表	軌隙表.....	4
第二表	馬丁鋼內規定之化學成分表.....	5
第三表	枕木年積金計算表.....	25
第四表	道渣分類表.....	37
第五表	每哩道渣數量表.....	38
第六表	隧道工款估算表.....	74
第七表	平交路聯鎖表.....	107
第八表	聯鎖主動力管束法表.....	108
	附表一 鐵路工程名詞表	
	附表二 度量衡對照表	
	附表三 各路最大灣度表	
	各路最大坡度表	
	各路隧道表	



# 鐵路工程

## 上 冊

### 第一章 鋼軌

§ 1—1. 鋼軌形式 鋼軌式樣，初以鐵片釘木條上，車行其上。次用魚肚式長條軌道，為鑄鐵者。1843 年間，有橋式軌道之製造，不易聯接。1844 年有雙頭式軌道出現，其意蓋以一頭用壞，再換一頭，可以更迭使用，但下面之一頭；在承墊處之損蝕甚大，不能換用，故原意亦未能達。且每一枕木，須安兩軌椅承之，亦太費材料。

現今通用平底式鋼軌，幾遍全球，我國亦採用之。截面之大小不同，每公尺鋼軌重量亦異，如每公尺 43 公斤及 36 公斤之類，軌條各部，以軌頭部分，易受外力磨損，故宜厚大，以圖耐久；軌腹須承剪力，故不宜瘦弱；軌底須不令傾側，故宜較寬厚。且當輾轉鋼軌之時，頭部不可過大，因如底部已冷，頭部尚熱，易令鋼質粗糙。故平底鋼軌之原理，在使底寬頭小，能於低溫輾轉，俾鋼質堅實勻淨，冷時不至撓曲。

關於設計截面要點，為討論軌頭兩肩上隅之曲度半徑，及軌頭兩邊之斜度。

鋼軌磨損及輪緣毀蝕之比較快慢，因形式不同，發生討論，或云兩肩尖銳，足傷輪緣，磨損太快，以致有出軌之虞；反對者則謂輪緣與鋼軌之接觸面小，不易磨蝕，現今尚無兩全之法。軌頭兩邊，有垂直者，有橫一而縱十六者。蓋欲使軌頭下與魚尾鉸之接觸面加大，以免壓損。

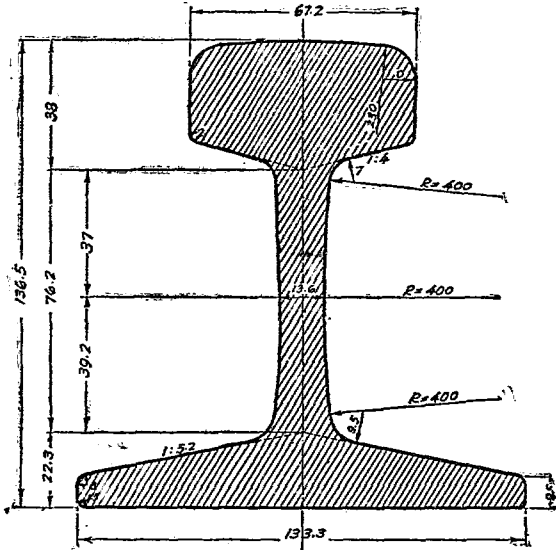
軌底則宜平寬。承座穩定免致傾側，軌腹不必太厚，常小於半吋，或為 13.6 公釐。鋼軌須富有堅韌性，籍省行車阻力。故其身宜較高，因堅韌性與曲度為反比，與橫中立軸之慣性動率為正比，即與  $bd^3$  為正比；而其強度，則與  $bd^2$  為正比，面積與  $bd$  為正比，故如橫樑為相似狀，增加

重量，即增加面積；面積為相同尺寸之平方，如平方尺或平方公釐之類，則強度為其三方，而堅韌則為其四方。故如增加重量或面積，強度之增加，為其面積增加之 $\frac{3}{2}$ 方；而堅韌增加為其2方。例如增加重量或面積百分之十，

則強度之增加為 $(1.1)^{1.5}=1.15$ =百分之十五。

而堅韌之增加，則為 $(1.1)^2=1.21$ =百分之二十一也。

可知重軌之經濟，雖無重大車輛經過，亦多用重軌，實因堅韌性、耐久性之增加，比原價之增加多數倍也。（第一圖）為我國標準鋼軌截面，重為每公尺四十三公斤。



第一圖 標準鋼軌截面每公尺重四十三公斤

項 別

面積以平方公分計	54.878
橫中立軸之慣性動率以四乘方公分計	1405.88
豎中立軸之慣性動率以四乘方公分計	324.80
對於橫中立軸之截面係數以立方公分計	192.44
頭部占全面積之百分數	39.64
腰部占全面積之百分數	21.78
底部占全面積之百分數	38.58

〔註〕 所有尺寸均以公厘計。

§ 1—2. 軌重與機車動輪輪重之關係。鋼軌曾經『鮑爾溫』機車工廠，定為『每十磅鋼軌，一碼長可受 3000 磅之輪重。』或每五公斤一公尺長，可受 1,500 公斤之輪重。如製造更優鋼質，此數當可增加。用此規定以製圖表。例如用 75 磅鋼軌，須承全體動輪輪重 170,000 磅，則至少須用四對動輪（八個單動輪）。

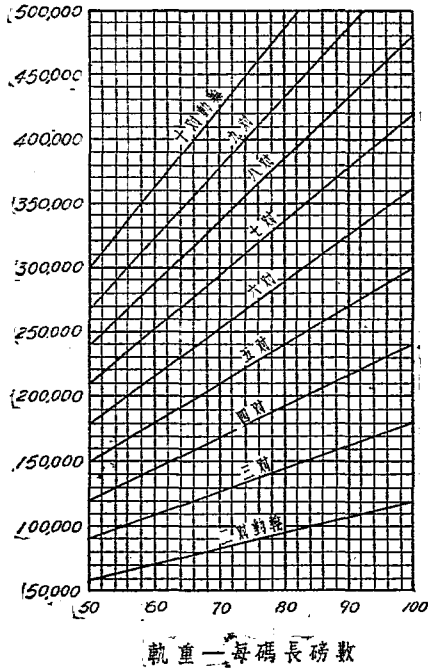
又如有一『太平洋』式之機車，動輪全重為 150,000 磅，分配於其六個動輪上，則最輕之軌重，可以勝任者。由第二圖上，可求為 83 磅，或用 85 磅。又可計算如下：

$$\frac{150,000}{6} = \text{每一動輪上重 } 25,000 \#$$

$$\frac{25,000}{3000} = 8.3, \text{ 即 } 83 \text{ 磅鋼軌(每碼長)。}$$

§ 1—3. 鋼軌長度按英美制，標準軌長為三十呎，允許短軌之百分數甚少，可短至二十四呎，其後又增至 33 呎。法制為 10 公尺或 12 公尺，我國亦多為 10 公尺，1925 年，『A. R. E.

A.』\* 曾經介紹 39 呎長軌條，同時尚以 45 呎長之鋼軌，為最經濟。但現今車輛長度，不易轉運，製造設備亦不完善，此項困難，將來或可解決之。長軌可少用軌條聯接，且易養路。但溫度漲縮較大，預留軌隙太



第二圖 求動輪對數曲線

\* A. R. E. A. 為 American Railway Engineering Association 之簡寫。

大，殊不便耳。例如鋼之線漲系數，爲  $0.000065$ （每華氏一度）。如溫度變動有  $150^\circ F$  之差，則二十公尺長之軌條， $(0.000065 \times 150^\circ \times 20 \text{ 公尺})$  須於極冷時，留有  $0.017$  公尺或二公分之軌隙也。

街市電車軌道，皆用密縫，不能伸縮，如溫度由  $60^\circ F$  降至  $0^\circ$ ，或升至  $120^\circ F$ ，軌條即可伸縮  $(0.000065 \times 60) = 0.0039$  倍其全長。軌條既鋪入路面，如路面不任其漲縮，則可發生每平方吋  $10,920$  磅  $(0.0039 \times 28,000,000\#)$  之拉應力於軌條中。反之如由  $60^\circ$  升至  $120^\circ$  時，則軌條受同量之壓應力，二者均無妨害。以上所言，皆屬極端，常因軌條埋於地下，溫度變遷，較之暴露地面爲少耳。

溫度變動留空隙之規則 工人多用填隙片於兩軌端處，以便接轨，此種隙片有鋼製或木製者，其厚薄與溫度及軌長之關係如下表：

第一表 軌隙表

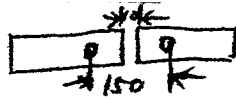
溫度 ( $F$ )	33 呎軌條	39 呎軌條	45 呎軌條
$-20^\circ$ to $0^\circ$	$5/16''$	$3/8''$	$7/16''$
$0^\circ$ to $25^\circ$	$1/4''$	$9/32''$	$11/32''$
$25^\circ$ to $50^\circ$	$3/16''$	$7/32''$	$1/4''$
$50^\circ$ to $75^\circ$	$1/8''$	$1/8''$	$5/32''$
$75^\circ$ to $100^\circ$	$1/16''$	$1/16''$	$1/16''$
$100^\circ$ 以上	密接	密接	密接

尚有一種規則，即每  $25^\circ$  溫度之變動，允許  $\frac{1}{16}$  吋之厚差。

經驗上之困難，即不易得軌條本質之真正溫度，如在烈日下之溫度，比空氣溫度爲高。故有一種特製溫度表，將其水銀球與軌面密觸，可以吸收軌溫，雖當烈日之下，亦可測定。但當陰雨天氣，則軌溫與空氣溫度，相差不多。

§ 1—4. 製造手續及其化學成分 鋼軌多爲基性馬丁鋼及別色麻鋼二種，其製法，皆先由鎔化鋼，製成鑄條經浸吸坑，而至軋轆，再成八吋見方鋼塊，重經軋轆，而成軌條。既鋸之後，使向上成灣形，令其冷縮，再經變直機及去銹，鑽孔，以達庫房。

每軌兩端鑽孔，有一定之距離，孔距爲  $5\frac{1}{2}$  吋。第一孔中心，距軌端



爲  $2\frac{11}{16}$  吋，故可留  $\frac{1}{8}$  吋空間，當兩軌用螺釘及魚尾鉸連接時。我國軌端第一孔之距，爲 150 公釐，每軌第一孔之中心，距軌端爲 70 公釐，故中間預留 10 公釐之空隙。

軌條兩端標記各有不同，軌式如 *A. S. C. E.*，鋼質如 *O. H.*，重量，製造年月等。皆在軌旁，用起字鑿印於腰部，如中國國有鐵路。*B. O. H.* 基性馬丁煉鋼方法。

6,1920

*B. K. Co.*

輾軋年月。

製造公司名稱。

鋼軌化學成分，百分之 98 爲鐵。其用作軌條之價值，全視其他少數化合物之成分，如炭、錳、矽、磷等。

炭能使鋼加硬，以前輪重甚輕時，輕軌內含炭量爲 0.20% 至 0.50% 嗣因輪重增加，軟鋼易於流動，故炭量少增，但如太多，易使鋼質過脆。現今各分子在鋼軌內之成分如下表：

第二表 在馬丁鋼內規定之化學成分表(百分數)

分 子	每 碼 長 之 軌 重 (磅)			
	70—84 磅	85—100 磅	101—120 磅	121—150 磅
炭	0.53—0.70	0.62—0.77	0.67—0.88	0.72—0.89
錳	0.60—0.90	0.60—0.90	0.50—0.90	0.50—0.90
磷	0.04	0.04	0.04	0.04
矽	0.15	0.15	0.15	0.15

磷在鋼質內，爲有害分子，但規定至小限度，有時須格外加價。鐵路因省費，亦多放棄此條款者。

§ 1—5. 質料要款 鋼軌最要特性爲 (1) 強韌性與 (2) 組織均勻；健全；無縫隙；孔口；及雜物等，強韌試驗又名重錘試驗，自不同高度，下落重錘 2000 磅 (2205 磅爲一公噸) 於試驗軌條上。長約五、六呎 (一公尺半)，頭下底上，置於兩端支座上。接觸面皆爲五吋半徑之圓面，如重錘面然，支座係堅固安於 20,000 磅之鐵砧上，用 20 個極重彈簧支住之。軌頭面之中心兩邊，各繪一時間隔之記號，共三吋長，故試驗時，軌條頭部，係受拉力。亦有用速曲機代替重錘試驗者。

各類軌條試驗時，重錘下降之高度如下：

80 磅至 90 磅軌條：18 呎；      101 磅至 120 磅軌條：20 呎  
 91 磅至 100 磅軌條：19 呎；      121 磅至 140 磅軌條：22 呎

試驗鋼條，係指定由鑄鐵之某部所成者爲之。某次出爐之質料，即以試驗，定其可否收受。

此外三種結果，須經試驗得之。卽爲(1)記明三吋長之記號伸長度。經過多次之打擊後，如  $8/100$  至  $15/100$  之伸長；(2)三呎弦長之中距，量定一次打擊後之永久變狀；(3)硬度之試驗用“Brinell”法，最小爲 600。其鋼球直徑爲 0.75 吋，或 19.05 公釐。壓力爲 100,000 磅。

鋼條試樣如受第一次打擊，未遭碎斷，可以切斷碎開，審查內部。如有裂縫；層線；孔隙等病，卽不能認爲上等鋼軌，可將壞的部分鋸下，照次等短軌收受之。規定短軌爲全數之百分之八。

鋼軌按等級分上、中、下三等，上等爲完全與規程所定條款相符合者。次等軌條，則須以白漆，在兩端記號之。並在軌端腰部，用圓頭錐作二點記明，以便識別。

我國鋼軌規範書中，有下列關於試驗軌條之條文：

試驗——每一軌條兩端，應鑿印鋼料之鑄化號數。又每次鑄化所製成之鋼軌，應截取一公尺半長(5 呎)，按下法試驗之：

(1)置於相距 90 公分(3 呎)之支座上，其軌條應能在兩支點中間之軌頭上，受重一公噸(2205 磅)之錘，由高 6.25 公尺(20 呎 6 吋)處落下之撞擊。而不呈現裂痕。其支座應以鑄鐵爲之，固定於鐵砧上，此項鐵砧，至少重五公噸。

(2)拉力試驗——拉力試驗結果，不得少於每平方公釐 65 公斤(每平方吋 92,500#)。

(3)長 50 公釐之伸長度，不得少於  $15/100$ 。

§ 1—6. 鋼軌壽命 自 1900 年以後，製造鋼軌之法，日見進步。由鋼軌毀損之減少，可以知之。每 100 哩軌道，軌條損傷數。如軌條爲 33 呎長，則 100 哩內，有 32,000 條鋼軌。在 1914 年之報告中，187 次軌損，在 32000 總數中。於五年後，實只 0.77%。以後漸有進步，但距理想之情形，尙屬太遠。

軌條壽命，常以所受之總噸數，或以經過軌條之總列車數計之；如

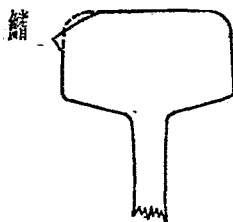
150,000,000 噸，或 400,000 列車次數。機車輪緣磨損鋼軌最快，在正軌道，只可允許磨損  $1/4$  吋。

§ 1—7. 鋼軌壓力程度 各種輪重，在軌頭上所生壓力程度，及其永久變形之多少，均經詳細考定。試驗時所加之輪重，可達 580,000 磅，將及實際輪重之二十倍。由零重加至 30,000 磅輪重時，單位壓力漸漸增加，隨後由 30,000 磅，增加輪重至 580,000 磅時，則壓力值不見增加。蓋因接觸面亦同時與輪重增加。此種單位壓力數，各不相同，可由每平方吋 105,000 至 160,000 磅。

鋼質之永久變狀，可以精確量定試驗軌樣，頭部小孔之水平與垂直直徑知之。試驗輪在軌上，經極多次之輾轉，由 15,000 磅，漸增至 30,000 磅。至 20,000 磅時，看不出小孔之變狀，增至 25,000 磅時，漸見變狀。至 30,000 磅時，變狀極大。不如初次輪重，即為 30,000 磅者為大。由此可知，20,000 磅以下之輪重，可以使軌面質料變硬，而能經受壓損，故知曾經受輕輪重之鋼軌，既經表面變硬之後，可以再經較重之輪重，反比新鋼軌為優。

§ 1—8. 直線曲線上之軌損 機車單個動輪之重，常為 24,000 至 30,000 磅。如有一 140,000 磅之煤車，分佈於八個車輪上，則每輪可受 25,000 磅。此種輪重，必至使鋼質流動。野外結果，常比試驗室者為大。其損蝕量亦較大，蓋因輪緣之不同，故接觸面亦不同。磨損多在軌條上面，壓力中心，常在軌條中線向內半吋，且向外傾斜也。第三圖指示頭部直邊鋼質向下流動，有時尚成尖鏃突出，曲線上之軌損，輪緣壓力與磨損力使軌損加大，且頭部內邊受切割甚劇，如第三圖。但曲線上之內軌，並不受此橫向切割作用，故其軌損亦如在直線上者。惟磨損較快，因有橫向滑輪作用。如鋼質太軟，亦可生魚鱗形於內外邊。

§ 1—9. 鋼軌價值 在 1873



第三圖 (a) 直線上軌損



第三圖 (b) 曲線上軌損

年，鋼軌比鐵爲貴，每噸約由 70 元至 120 元。嗣後煉鋼用別色麻法會生一次大改革。鋼軌落價至每噸 22 元。迨至 1931 年，馬丁氏煉鋼法所出之鋼更佳，故多用之。價約爲每長噸 43 美金。

§ 1—10. 軌條欹置 或稱『軌條向內傾斜』。每輪之結果壓力，在鋼軌上並非垂直，向外傾斜。其水平方向分力，使軌條(1)生向外傾倒之勢，(2)且令軌距加寬，(3)軌底外邊易於割損枕木。故歐洲各國多用墊飯，其面多爲斜面墊飯。面上坡度爲 1:20，與輪緣之斜面相同(1:20)，故可令車輪向下壓力，直接傳至軌條，而無軌頭一邊多受磨損之害。並可增加軌條壽命，有時至百分之三十。其弊即在轉轍處，不便繼續欹置軌條，但可漸漸改正之。

§ 1—11. 軌距 標準軌距，直線上多爲四呎八吋半。8 度以上之曲線上，軌距應於每加二度，加寬  $\frac{1}{8}$  吋。最大軌距爲 4 呎  $9\frac{1}{4}$  吋。

輪重對鋼軌之應力，及軌頭內邊之磨蝕，常常加寬軌距，故如太寬，必須重撥軌道。或換內軌爲外軌等事。如磨蝕使軌距加寬至  $\frac{1}{2}$  吋，亦須重定軌距。但無論如何，軌距決不可過 4 呎  $9\frac{1}{2}$  吋。

軌距線者，在軌面下  $\frac{5}{8}$  吋，近軌道中心之軌頭邊上線。軌距者，即兩對軌條上軌距線間之垂直距。

## 習 題

1—1. 如用每公尺重三十五公斤鋼軌，替換每公尺重二十六公斤鋼軌；試求其對價值；強度剛勁性之增加百分數。

1—2. 試用方格紙按所給比例尺繪製一圖，以便求機車主動輪數對已知主動輪總重(公斤)及鋼軌重量之關係。

用每公尺每五公斤之鋼軌，可承 1,500 公斤輪重計比例尺：

一公厘 = 每公尺 0.5 公斤      橫座標

一公厘 = 500 公斤              縱座標

由兩對主動輪起至六對主動輪止。



## 第二章 鋼軌扣件

### (甲) 軌條聯接及魚尾銲。

§ 2—1. 軌條聯接之要義及其作用 欲設計一完善軌條聯接，必令車行其上，聯接處之耐力及堅實程度，皆與整軌相同。於枕枕鋪設方法，不生障礙，原價與修養費又須低廉。當車輪行駛於富彈力之軌條上，軌面鋼料發生波動。如聯接處之彈力變更，則波狀亦隨之變更，使聯接處受重大震擊。良好軌條聯接，應使軌條兩端保持其左右上下之位置，使車輪由一軌至他軌時，不發生躍起或落下之現象。雖理想上之聯接，為使兩軌用接銲聯成之。但現既不能完全實行，故必須進行設計適宜之聯接也。

鋼軌在枕木上，其中部實同一聯續橫樑，如認枕木完全堅固不動，則枕木間軌條之曲度，只有兩枕木間已斷鋼軌，兩端懸樑曲度四分之一。而其最大應力，亦只有懸樑之一半。故用『軌條聯接』，即須補足此缺陷，以得一致之堅韌及強度。完全理想之聯接，實不可能，因須任其漲縮，故任何聯接，當試驗時於 20 時間隔內，與完整軌條相比。在永久變形之前，視其負重如何，加以比較。各項試驗之結果，按效率計，係以某種聯接所負之最大重量，與完整鋼軌負荷最大重量之比率，有 29% 至 64% 者。如聯接銲經過特製，則其效率將近 100%。

聯接處之軌隙，並非聯接處發生震動之原因，其主因幾全為聯接處之曲度使然。此項  $3/8$  時間隙，如以 33 吋直徑貨車輪行經其上，其下落深度

$$\begin{aligned} &= 16.5 \text{吋} \times \text{Vers} \frac{1}{2} \left( \frac{3}{8} \times \frac{1}{16.5} \times 57.5 \right) \\ &= 16.5 \times \text{Vers} \frac{1^\circ 18'}{2} = 16.5 \times 0.00006 = 0.00099 = 0.001 \text{吋} \\ &= \frac{1}{100} \text{吋}。 \end{aligned}$$

故如在完整軌條上，砍去一  $3/8$  吋小口。令車輪行經其上，以試驗其震動，方知並不感到聯接處之震動，雖然尚有多種方法，以謀避用此軌



隙者，如合組軌式；等角接縫式等，但皆不甚通行耳。

聯接作用如聯接處下陷，則前進輪躍越兩軌時，即向前軌之一端，予以打擊。故在單軌線上，每軌條之兩端皆受打擊，在雙軌線上，只有一端受打擊也。

如輪重下壓，軌條不能承受時，則其重使角鐵鉸向外擴張。此種橫向張力，由螺釘頭及螺釘帽，傳至螺釘本身，如任其繼續進行，可使螺釘帽鬆開，即使角鐵鉸鬆開，則軌頭下之支持已失。故必須設法在軌底加一鉸座支持之，即橋式聯接也。

§ 2—2. 聯接分類 聯接分承墊 (Supported)；懸空 (Suspended)；及橋式 (Bridge)三種。如聯接處有一枕木置其下，而用短魚尾鉸，則稱短鉸承墊聯接；亦名一枕聯接。重量多由一條枕木負荷之。如聯接處係用長魚尾鉸，能達鄰近二枕木者，則稱長鉸承墊聯接，輪重可由三枕木分任之。但如中間枕木不陷，則長鉸之間隙加長，反易折斷，因其式成一極長之懸空聯接也。

懸空式聯接者，其接縫正在兩枕之中央，故輪重由兩枕分任之，又名二枕式聯接。

橋式聯接者，係將兩端軌底，用一橋鉸支住，位於兩枕之間，令無撓折應力於軌條中，故兩枕木有如不沈之橋座。但試驗結果及實際情形，皆知枕木非固定者。雖用橋式者甚夥，但角鐵鉸式者，仍為多數，我國鐵路之標準式如第四圖。

✓ 如按軌條接縫在兩軌間之位置，則聯接可分為對縫或平排及錯縫或錯列兩種。平排者，即兩行軌條之接縫左右相對，錯列者，即一邊軌條之接縫，與另一邊軌條之中部，左右相對。新路基宜用平排，以免行車兩邊傾側，舊路宜用錯列以免弱點，專聚於一處，施較大打擊於聯接也。

§ 2—3. 軌條聯接——魚尾鉸之毀損 角鐵鉸式聯接之毀損，其故有五：

(1) 上面支軌頭處之磨損，深可由  $1/32$  吋至  $1/16$  吋，由魚尾鉸之中央達兩邊八吋長，在四孔短鉸式，磨損多在中央，在六孔長鉸式，在魚尾鉸之兩端，亦見磨損。百分之二十四，皆由此故更換之。

(2) 上面鋼質，因鉸太長，有時亦受牽拉力，以致裂開，延至鑽孔。

(3) 與(4) 裂縫自道釘縫起始，而達螺釘孔。

(5) 完全折毀。

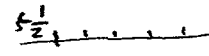
魚尾板必須與所用軌條密合，因各式軌條之不同，故角鐵板亦因之而異。其重要條件為：

①. 板之上下面角度，須與鋼軌適合。

②. 板之高度，與軌頭及軌底間適合。

此外螺釘孔亦必符合，每間一孔，製成長形或橢圓形，與螺釘頭下之一段適合，不致轉動螺釘本體。軌條上之鑽孔，比螺釘較大，以便軌條因溫度變動伸縮也。

魚板上之螺釘孔其標準孔距為：

六螺釘板。五個間距，每個  $5\frac{1}{2}$  吋。長 32 吋。 

四螺釘板。三個間距，每個  $5\frac{1}{2}$  吋。長 24 吋。

以上二式，皆用懸空式者。最末一孔之中心，距板之兩端為

$$12 \text{ 吋} - (5\frac{1}{2} \text{ 吋} + 2\frac{3}{8} \text{ 吋}) = 12 \text{ 吋} - 8\frac{1}{4} \text{ 吋} = 3\frac{3}{4} \text{ 吋}。$$

或  $16 \text{ 吋} - (11 \text{ 吋} + 2\frac{3}{8} \text{ 吋}) = 16 \text{ 吋} - 13\frac{3}{8} \text{ 吋} = 2\frac{1}{4} \text{ 吋}。$

鋼製魚尾板共有兩種上等質料：

1. 高炭鋼 (High carbon steel)。

2. 猝冷鋼 (Quenched carbon)。

猝冷須由  $810^{\circ}\text{C}$  ( $1490^{\circ}\text{F}$ )，置於水或油槽中，直至冷後至可搬運止，板常成對，故按每副計算價值。

(乙) 軌道螺釘及螺釘帽鎖。

§ 2—4. 螺釘重要條款 螺釘須有充足強度，並須上緊能使角鐵板緊策軌條，以便發展角鐵板之完全力量。但又不能過緊，致使鋼軌不能因溫度伸縮。故聯接常須加油，一可免致生銹，二可免阻軌條伸縮。然 (1) 用相當螺釘帽鎖，(2) 使螺釘常加油，(3) 精細檢查，及有次序上之上緊螺釘。皆為工頭必須工作。設計上緊螺釘之鉗子，必須小心，其鉗端內之尺寸，必須與螺帽吻合。而其柄長，應使一人能上緊螺帽，而不致使其力太大，令螺釘扭轉或伸長。

§ 2—5. 螺釘形式尺寸及其製造 螺釘為圓柱形，頭部下為橢圓形，與角鐵板上之孔相合，以免螺釘全體轉動。其圓徑約為  $11\frac{3}{16}$  吋，長度則視聯接式樣之不同而異，但其長逾出螺帽外邊者，不得過  $1\frac{1}{4}$  吋耳。螺紋之外徑，比釘徑大  $1\frac{1}{16}$  吋，常為纏繞成者。另有

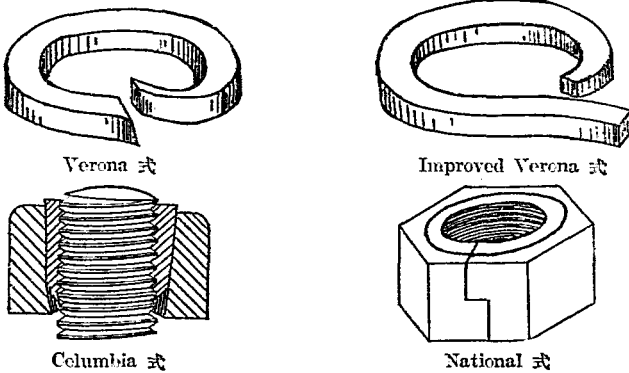
攏握式 (Harvey-grip) 螺紋，亦多用之者。其向螺釘之頭端螺紋面，與拉力之方向成  $80^\circ$  角度。

螺帽之厚，常與釘徑等，但厚帽宜用於加硬鋼螺釘。螺釘及帽內之螺紋，皆宜精確，上帽時所用之力，如用 24 吋長釘鉗，不可大於 60 磅或小於 40 磅，旋轉次數，約由二至五轉。

螺釘質料，前為軟鋼。最大拉力，不過每平方吋 60,000 磅而已。現今因須加強釘力，不任其圓徑加大，故有『猝冷炭鋼』及『猝冷合金鋼』之螺釘出現，此種螺釘之拉力，可達每平方吋 100,000 至 110,000 磅。

§ 2—6. 螺釘帽鎖之意義及其式樣種類 帽鎖為鎖住螺帽，阻其旋轉，不致魚鉸鬆出之設備。以前螺釘應有極大應力，尙未認識，嗣因魚鉸上下面之磨損，軌端頂面之打擊，以及其他聯接失敗，皆由於螺釘拉力之不足。各式彈簧墊圈皆經設計，初意可免螺帽旋轉，加強釘力，但現今試驗結果，認為螺帽雖經 60,000 磅之力，壓緊於墊圈上，其螺帽即旋 14 轉，亦不過平均減少 2000 磅之抵抗力耳。故只加螺帽鎖，亦不克全保聯接之失敗，此問題仍應有更深之研究。

螺釘帽鎖之式樣甚多，其最普通者為(1)“Verona”式，係猝硬鋼製成，而為不平，兩端有尖角。其不平處供給彈力，尖端係硬鋼，可咬入螺帽及魚鉸。故可不致因旋轉而退出；次則有(2)“National”式，其一邊為開口，先在帽上鑽孔，再切螺紋於帽內，較螺釘紋為小，故上緊螺帽時，其紋少開而夾緊於釘紋上，振動不致使鬆，螺帽亦不旋轉。(第五圖)



第五圖 螺釘帽鎖式樣

再次則有兩塊式，分二套合成，其內塊斜面向外加大，同時旋上螺釘，但轉定後，釘內拉力愈大，其擠力作用亦愈大。故增加帽紋與釘紋間之阻力，而不旋轉。

### (丙) 鈎頭及螺旋道釘。

§ 2-7. 鈎頭道釘 道釘為聯接鋼軌與枕木之扣件，其形式須不但能有充足阻力，且須保持阻力之大小，價宜廉而易打入，鈎頭道釘廉而易裝，但其阻力太小。不如螺旋道釘及螺釘。鐵軌上下震動，易生向上拉力，將道釘致鬆，故其阻力隨減，少加震動，即全體拉出，非再打不可。

再打道釘於新孔，易使枕木為道釘損害(Spike Killing)。故許多加強道釘阻力方法，因之而生，如(1)加鋸齒(2)使道釘扭斜；(3)釘之中央漲大等。各法皆易令木質纖維壓斷，故其抗力反較平釘為少，而枕木之耐久性亦減。

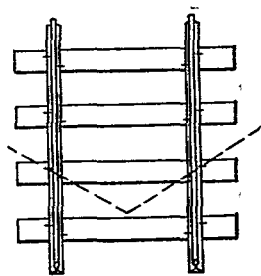
尋常鈎頭道釘為四方形，全長一致。其下端  $1\frac{1}{4}$  吋長，斜坡成鑿子頭，其上部肥大至頭部。此鑿形頭毀木纖維甚劇，故“Goldie”式道釘，加以改良，下端成一錐式，可減少木纖之毀斷。此處木纖為道丁擠開，而不切斷且略向下，如有力拉出道釘，則木纖緊壓道釘，增加阻力。

道釘毀傷木紋之現象，曾經試驗，可拍照片以表明之。亦有將道釘打入 3/8 吋，預鑽之小孔者，深約  $2\frac{1}{2}$  吋及 4 吋，亦有不先打孔者。

結論四則如下：(1)一吋長錐形頭式道釘，無論何時保持力甚大。(2)切斷木纖極少。(3)尖鑿式道釘毀木既烈，而保持力亦小。(4)先有鑽孔之道釘，比較無鑽孔者，保持力較大，且毀木亦少。

打入道釘方法，亦極有關於保持力，如打擊時之方向不定，易使釘孔加大，減少保持力。每一軌條兩邊之二釘，不可正對，但宜相錯，以免劈開木紋，減少緊力。每一枕木，兩軌上之內外二釘相錯之方向，應當相反，如第六圖(a)，以免枕木因外力，在道渣中扭轉，而致軌條與枕木相離也。

§ 2-8. 螺旋道釘 此項道釘，現今歐美多用之，價貴但保持力極大，可省重打



第六圖(a) 打道釘法



第六圖(b)  
道釘孔木塞

道釘之煩，不毀木質，宜用於浸煉枕木，其利更大。常用螺旋鉗將道釘鑽入。(第四圖)

木道釘者，用以塞滿道釘孔，以免道釘既出，積水為害也。其製法宜用機器，不用人工。如枕木塞子，全體尺寸一致，價亦不貴。〔第六圖(b)〕

(丁)墊飯。

§ 2—9. 墊飯之利益 (a)軟枕木之壽命太短，常因軌條割損及道釘毀損。軌條割損，非全因軌條壓於枕木之力，但由軌條之震動及縱向移動而生，用墊飯可以避免之。

(b)在曲線外軌頭上之橫向壓力，易將軌條傾倒，以致軌底外邊發生直接壓力於枕木上，即生軌條割損，及提起裏邊道釘之弊。

(c)打道釘於墊飯孔內，可使軌條兩邊道釘，互相支持，無論軌條傾向於何方，故用墊飯可增加堅定也。

(d)用墊飯可以減少道釘去頭之毀損，多因軌條上下震動，以致將釘頭擊斷。

(e)因用墊飯，枕木加長壽命，減少養路工作。良好軌道，比較其值，實屬得計，尤以軟木為然。

§ 2—10. 墊飯設計要義及分類 在美國鐵路工程協會會刊內，曾將其原則，分六條詳記如下：

(a)至少寬須六吋，與所用枕木種類相適合，用寬枕木，即因加重輪重，故墊飯之寬，亦隨之而增，直至八吋為止。

(b)飯之長度，必須大過於  $\frac{\text{枕木安全承重面積}}{\text{飯寬}}$ ，如用螺旋道釘，則墊飯之形式，須備恰當支持物。每方吋 335 磅，認為最小安全單位承重量，故輪重以 335 除之，即得枕面須要承重面積。如見墊飯深沉於枕木內，即為枕木面積不足之現象。

(c)飯厚須與飯長成比例，前用  $\frac{3}{16}$  吋，嗣因墊飯之功用，非僅防磨損，實須傳重之承座飯。美國鐵路工程協會軌道委員會，規定至少在軌邊下，須  $\frac{5}{8}$  吋厚。

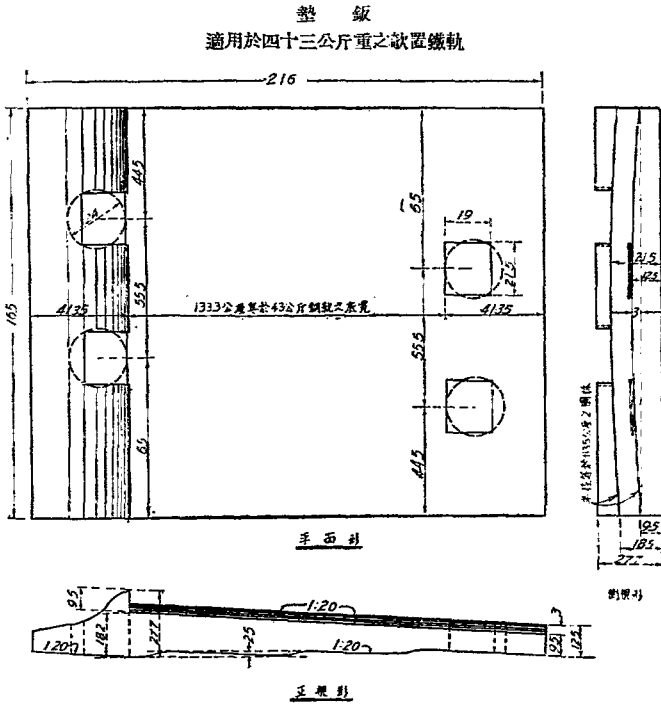
(d)墊飯須有至少  $\frac{1}{2}$  吋之高肩，軌底邊至墊飯兩端之距，必須一

致。外邊或比內邊為長。

(e) 如用浸煉枕木，或用螺旋道釘，則以平底鐵為宜。如鐵底用突出物不可過多，並不逾  $1/4$  吋深。

(f) 打眼須與角鐵鐵上之道釘槽相符合，且排列孔距，使尋常墊鐵，亦可用之於聯接處。墊鐵多用軟鋼製造，易因冰車鹽水下滴而生銹。

墊鐵中之孔徑，須較道釘大  $1/16$  吋，鐵長須由 9 吋至 12 吋，其軌底外邊之伸長，為較內邊常多  $3/4$  吋至  $1\frac{1}{4}$  吋。聯接處所用墊鐵，必須較



- 〔註〕 如用鉤頭釘應衝長方孔。  
 如用螺紋釘應衝圓孔。  
 A B 二孔與魚尾板中鐵釘孔之位置相當。  
 所有尺寸均以公厘計。

第七圖 墊板



長，以便讓出角鐵鉸之多加寬度。

安置墊鉸方法，須使鉸緊墊枕木上，如用平底，則枕木先砍，不但成一面且為水平。故無墊鉸在枕木上搖撼之危險，如用皺紋底之墊鉸，則須用力將紋壓入枕木，鉸底與枕木面相平。用墊鉸規安置墊鉸於枕木上，用重錘及跨乘器 (Straddler) 打墊鉸兩邊，可以同時壓下。墊鉸之種類甚多，但有以鉸上面及下面之不同，而分類者。

墊鉸之分類有二法：

(A) 按鉸底式樣分類者：

- (1) 平底者 (Flat)。
- (2) 縱向起條紋者 (Longitudinal flanged)。
- (3) 尖銳突出物 (Pronged or hooked)。
- (4) 橫向起條紋者 (Transverse Flanged or Cross Ribbed)。
- (5) 摺皺者 (Corrugated)。

(B) 按鉸頂式樣分類者。

- (1) 平頂 (Flat Top)。
- (2) 皺頂 (Corrugated Top)
 

}	縱皺頂 (Longitudinal)。
}	橫皺頂 (Transverse)。
}	斜紋頂 (Diagonal)。
- (3) 單肩式頂 (Single Shoulder)。
- (4) 雙肩式頂 (Double Shoulder)。
- (5) 突出物 (Hooked)。

(戊) 防爬器。

§ 2—11. 防爬器之要義 當車輪在有彈性之鋼軌上旋轉時，鋼軌在車輪前，生波狀之彎曲。同時軌條趨向進行方向爬行，雖然軌底與道釘頭及枕木間之磨擦力，可以阻此爬行，但不足用，尤以道釘既鬆之後，在單軌路上，兩方向之爬行，當可相消少許。在雙軌路上，則有時爬行甚劇，尤以在曲線上及橋樑上為然。雖然軌條聯接，常釘道釘於魚鉸槽中，初意可阻止軌條聯接之爬行，但實際此一處之擋阻，實不足用，故不如聯接處之道釘，無須打入槽內，另於全軌長之兩邊，加五六處防爬設備，尤以停車處軌條爬行甚劇，必須多設防爬器。

設計種類甚多，皆於近枕木處，夾緊軌條兩邊，加垂直鉸抵住枕木

之直面。故枕木在道渣內不移動時，鋼軌可不發生爬行。每一軌條內之枕木上，能有二分之一或三分之一枕木，設備防爬器，其聯合阻力，大約即可抵住爬行也。

### 習 題

2—1. 設機車主動輪，每輪軸上 22,000 公斤；由一條  $150\text{mm} \times 220\text{mm} \times 2400\text{mm}$  枕木承之。如枕木之安全單位承重量，為每平方公分 28 公斤，試求墊板之長度，（墊板寬同枕木寬）。

2—2. 設一“Goldie”式道釘，深入枕木 12 公分，入木處寬二公分。如枕木順木紋之工作壓應力為每平方公分 320 公斤，求此時相外之總力若干公斤？

### 第三章 枕木

§ 3—1. 承墊軌條之各種方法及枕木之功用 軌條須設法承墊及支持之，以便保持軌距，並可由枕木將輪重分佈於較大道渣面上，枕木自身即一橫向木樑，而使軌條不致受絕大橫向應力。承墊軌條於堅硬石基，或無抵抗性之物上，皆屬不當。唯須具有均勻之彈性，故其功用可分四則：

- (一) 保持兩軌條間之軌距與其方位。
- (二) 承受軌條上所載之重量，平均分配於路基。
- (三) 防軌條被車隊拖動，而生爬行。
- (四) 軌條所受之壓力(上下左右)，得以充分抵抗。

(a) 縱承墊法 將軌枕之長與軌條之長同向，故軌條全體，可以完全支墊，不致生連續橫樑之現象。歐洲雖有用之者，但價甚貴，建造亦不易，平漢路橋樑上軌條，有用縱向軌枕者。

(b) 鑄鐵碗座式 全體鑄塊如倒置碗狀，上面有鑄鐵之椅座，以承軌條，再用聯接桿將兩碗聯緊，壓於道渣內。

(c) 橫承墊法 此法最為普通，各國多用之。

(甲) 木軌枕。

§ 3—2. 木軌枕定義及木料之選擇

(1)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{中心木質枕} \\ \text{赤木質} \end{array} \right\} = \text{無白木質之枕木 (All-heart tie)}。$

(2) 有白木質之枕木，但其寬不到枕木頂面寬之四分之一，在枕木中央向兩邊 20 吋至 40 吋處，按鋸法而分(Heart tie)。

(3) 白木質枕(Sap-tie)。

(4) 一樹桿只可製一枕木(Pole tie or round tie)。

(5) 頂、底、邊為砍或鋸成，其中心樹脂，在枕木之一角 (1/4 tie or Quartered tie)。

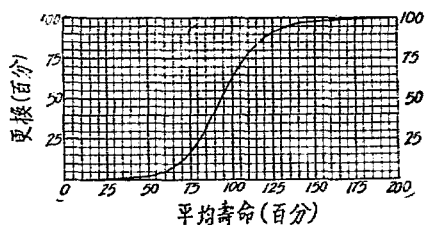
(6) 聯接枕木(Joint tie)。

- (7) 轍尖道叉處長枕木(Head-block)。
- (8) 中間枕木,在聯接枕木之間(Intermediate tie)。
- (9) 道叉枕木(Switch tie)。
- (10) 選餘枕木(Cull tie)。
- (11) 用刀砍伐者(Hewn tie)。
- (12) 用鋸鋸成者(Sawn tie)。
- (13) 劈成枕木(Split tie),或名兩半枕木。

關於選料,自當視本國情形,及何種木類可以供給。於交通方面,亦極有關。大概木質不宜太柔,太柔則抵抗力弱,易為軌條割損及枯朽。太剛則易釘裂,故枕木須堅實而有韌性。以松木為最普通,我國林產甚稀,滿洲有紅松木:海林松;尚合枕木之用,日本北海道之橡、櫟、及雜木甚多。此外美松亦多用之者。近來南洋羣島之堅木及甲拉木(Jarrah),京滬滬杭甬路用之。湖南松木,亦用於湘鄂路也。

§ 3-3. 枕木之耐久尺寸及枕距 枕木之使用年齡,全視乎下列各件而定:

1. 氣候。
2. 道渣之滲水。
3. 運輸容量,重量及速度。
4. 路線上之曲線。
5. 墊板之有無。
6. 採伐木料之時期。
7. 敷設以前,木料之



第八圖 枕木之相關真壽命

年齡及風候之程度。

8. 木料之種類及其產生地土質情形。

枕木自身,可有三種損壞方法:(1)天然枯朽。(2)軌條邊之割損。(3)道釘孔之毀傷。

按美國森林試驗所之統計,以 43 類之枕木,研究其壽命。每一類約為 1000 根。其結果如第八圖,表示『枕木之相關真壽命』。

普通更換枕木,到全組平均壽命百分之三十時,抽換開始,漸漸加多,至其平均壽命時,60% 已經更換矣。逾平均壽命百分之一百二十時,近

百分之九十枕木皆已更換。只剩百分之十存留軌道內，可達雙倍平均壽命。

軟木如紅松及柏，頗能抵抗腐朽。但不能受軌條之磨損，而保持道釘之力亦不大，故須重釘道釘。枕木表面可以鑽孔之範圍甚小，故即木質不朽，亦將不堪復用。又在極彎之曲線上，運輸量極重時，輪緣與軌條間發生強烈之橫壓力，勢將軌條傾倒，軌底內邊牽拔道釘，故道釘漸鬆，失其阻力。而必須另打新孔，以致其能使用之年齡，反不及其天然枯朽之年齡。

在標準軌距路上，最合宜之尺寸為八呎或九呎長，厚六吋至七吋，寬約八吋至十吋。我國定制為長 244 公分，厚 15 公分，寬 23 公分。

枕木製成方法分砍成及鋸成二種。如砍成者有圓邊，其面至少須有 6 吋寬，砍成枕木，因砍伐者之選擇，故木質較佳。而鋸成之枕木，則可多鋸數根，但其鋸面粗糙，易蓄水分，而致枯朽，故須浸煉以避免之。

枕距常為 33 呎 之軌條，用枕木 14，16，18，或 20 根，按軌道之分類而定。我國 9 公尺 之軌條，有用 14 至 16 根者。兩軌枕之間，應留充分之間隙，俾道渣得將枕枕緊護。普通兩軌枕間之間隙，約等於枕枕厚度之二倍。故每一 9 公尺 之軌條，如用 23 公分 × 15 公分 之枕木，則枕距等於  $2 \times 15 = 30$  公分。再加兩枕木之中心距為 23 公分，故兩枕木間中心距為  $30 + 23 = 53$  公分，以此除 900 公分，即知可用 17 根 枕木也。

排列枕木，在軌條聯接處，應較密排，加強聯接，約用三、四根在聯接處，而以其餘根數，平均排於軌條之中部。

§ 3—4. 安置及更換枕木之規則 如砍得枕木大小不同，最良好最大者，得選充聯接枕木。如枕木上面不平，必須全長砍平，方可令軌底得全枕寬之承座，不可只去平放軌條處。如枕木上道釘，已經拔出，而須另釘別處，則須用『木釘塞』填塞其孔，以免聚水，而致枯朽。軌枕必須安置與軌條垂直，不可斜置。每次請求更換枕木之先，數目必須單個計算，而非估計。大小、硬度、耐性、極不相同之枕木，不應安置一處，因不能得到一致之彈力。近今更換枕木之法，亦多贊成單根抽換之法，因可少動軌道，且最經濟。

枕木既經安置，用鋼鐵製之『記日釘』，釘於浸煉枕木上面，在兩軌

間，以便計算其壽命及研究浸煉法之效果。長約 2½ 吋，徑約 ¼ 吋，頭部 ⅝ 吋，⅙ 吋厚，上鑿兩字 ⅝ 吋高，指示年代。

§ 3—5. 枕木價值 如鐵路隣近森林，可得賤枕木，但林木漸見稀少，故價隨增。

木 類	每 根 價 約	平 均 壽 命
日本櫟木	2.25 元	8 年
甲拉木	6.00 元	16 年
堅木	2.20 元	6 年
滿洲松	1.50 元	4 年
美松	2.60 元	6 年

因木料加價，故有下列四法，以減少更換枕木之數量：

- (1) 化學浸煉法，延長賤軟木之壽命。
- (2) 用墊板、道釘套、螺旋道釘以防毀損。
- (3) 因(1)與(2)法，可用較經濟方法伐木，及用四分之一枕木。
- (4) 用鋼枕，或用鋼筋混凝土軌枕。

(乙) 枕木之浸煉方法及其經濟。

§ 3—6. 浸煉法之基本原則 木質纖維內，常存滿汁液或空氣。木質之枯朽，全因所含汁液之發酵，空氣水分與食料，皆為養菌之必須品，故各種方法，皆先以風候將空氣及水分盡量取去，再壓防腐劑於木質纖維內，將養菌之食料加毒，變成殺菌劑。故可免木質之枯朽。防腐方法之不同，在提取木汁風候之法。及所用藥劑之不同耳。柔木較堅木含汁液較多，但浸煉亦較易，且柔木經浸煉之後，功效不亞於浸煉堅木，故今日多用柔木，加以浸煉。空氣風候，須時較多，不損木質。蒸氣風候法雖不費時，但傷木料。

各種不同木料。或風候程度不同之木質，均宜分開置放。因浸煉時間與方法皆不相同。如用風候，須將木材堆起，每層留有空隙，以便風乾。但亦不可太過，以免裂縫，如見裂縫，可用“S”形鐵或螺絲緊聯之，以免再裂。

如枕木須砍平及鑽孔者，皆宜在浸煉之前為之。

浸煉方法，大部用一長圓鐵筒，兩端開門，筒內有鐵軌，以便將裝好木料小車，由軌道上推入推出，須受浸煉之枕木，既入圓筒，兩端隨即封固。

其手續可分述如下：

- (1) 加入蒸氣以資鬆開木維，易取汁液。
- (2) 真空抽氣吸出汁液與水分。

此二手續更番舉行，蒸氣加入，歷時三十至五十分鐘，壓力可至二十磅。木料之不同，保持壓力之時間，由一小時至五小時。筒邊有出水管，以洩空氣及凝結水，蒸氣之後，即用高出 24 吋水銀柱之真空，保存半小時。（筒內氣壓約每平方公分  $5\frac{1}{2}$  至 7 公斤）。再將化學藥汁（木油）導入筒內，經過一二小時，將筒門揭開，除去多量油質，則事畢矣。

§ 3—7. 各種浸煉方法及其價值 浸煉方法之名，有以發明家之名及化學物料名而名之者。茲述數法如下：

(a) 木油浸煉(蒸製)法(Creosoting)

此法係以木油壓入木質之內，木油係蒸煉煤膠或木材之出品，圓筒內加入木油，溫度約  $160^{\circ} F$ 。筒內設有氣管，保持此溫度，當木油壓入時，壓力立即增至 75 磅及 175 磅（每平方吋），或等於每立方呎有六至十磅木油，或即每根枕木可有 21 至 35 磅木油。浸煉前後，全車過磅，可以確計木油數量。蒸氣風候法，易增木重，且易誤為油重也。

(b) 氯化汞法(Kyanizing) 或 (Corrosive Sublimate)

以前常用之者，但因用時有毒氣噴出，致傷工人，故多不用之為標準方法。

(c) 氯化鋅法(Zinc-chloride) 或 (Burnetizing)

將化合物先熱至  $140^{\circ} F$ ，除非風候時間相同，方可得一致結果。因風候木料吸收氯化鋅。比較未經風候者為多。打入藥量，約為每一立方呎，乾氯化鋅半磅，其溶液不可強過 5/100，如筒內有氣管，當浸煉時，蒸氣壓力應保持之。此法最大不利處，在乎化學物料易於被水洗走，且氯化鋅溶液如太強，可使木質太脆，減少強度。

(d) 鋅和樹皮酸法(Zinc-tannin process)

此法係先打入氯化鋅溶液於木質內，再加膠質及樹皮酸，使成一不溶化之化合物，不致被水沖走，則可保持氯化鋅在木孔內。

浸煉木枕價值，可按下列方法估計之：

- (1) 風候 平均約每根枕木一分。
- (2) 工費 平均約每根枕木六分。

- (3) 燃料 平均約每根枕木一分。
- (4) 修養費 平均約每根枕木一分五釐。
- (5) 化學物料 平均約每根枕木七分 (如用  $ZnCl_2$ )。  
平均約每根枕木二毛八分 (如用 Creosote)。

§ 3—8. 浸煉枕木之經濟 浸煉枕木之不能通用,其故蓋以增加之壽命,不值其所增之價,如購一木枕,原價七角,如加三角五分之浸煉費,可增加壽命只百分之五十,則除省更換木枕費外,直無所得。且尙有三毛五分之利息,未曾計入。而本金之數較多,雖能計算最後經濟,亦不易有好感。決定枕木經濟,須考慮(1)枕木原價,(2)枕木壽命,(3)換枕工料價,(4)借款利率。

二種枕木真值之數學比較,可以計算如下:一枕木之真值,(或其他建築工作中之相似項)係按永久保持現狀之值估定之。茲先假設每年修養枕木費皆相等,無論何種木料,則餘下費用,即為新枕值與安入軌道之工價。設為每根二角計,更令:

$T_1$  = 每根枕木之現值,包括浸煉費及安置費,可用  $n$  年,在  $n$  年之末,必須更換新枕,暫令彼時新枕之值等於  $T_2 = T_1$ 。但  $T_2$  如按複利計算,於  $n$  年後,其現值應為  $\frac{T_2}{(1+r)^n}$ ,  $r$  為利率。如至  $2n$  年後則其  $T_3$  之現

值 =  $\frac{T_3}{(1+r)^{2n}}$ 。如是可以更換至無窮次。

其各現值之和(如令  $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 \dots$ )

$$\begin{aligned}
 S &= T + \frac{T}{(1+r)^n} + \frac{T}{(1+r)^{2n}} + \dots \\
 &= T \left( 1 + \frac{1}{(1+r)^n} + \frac{1}{(1+r)^{2n}} + \dots \right) \\
 &= T \times \frac{1}{1 - \frac{1}{(1+r)^n}} = \frac{T(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}
 \end{aligned}$$

但如不願一次將此總數存開,以求永久可用枕木。即可計算每年應繳之年積金,在年終時付之。此項每年應付之款,其現值各不相同。如



第一次付款	其現值 $p_1 = \frac{A}{1+r}$
第二次付款	其現值 $p_2 = \frac{A}{(1+r)^2}$
⋮	⋮
⋮	⋮
第 $n$ 次付款	其現值 $p_n = \frac{A}{(1+r)^n}$

第二根枕木既換之後，則

第 $n+1$ 次付款	其現值為 $\frac{A}{(1+r)^{n+1}}$
最後 $x$ 數之枕木	其現值為 $\frac{A}{(1+r)^{nx}}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{各現值之和} \quad S &= \frac{A}{1+r} + \frac{A}{(1+r)(1+r)} + \frac{A}{(1+r)(1+r)^2} \\ &= \frac{A}{1+r} \times \left( \frac{1}{1 - \frac{1}{(1+r)}} \right) = \frac{A}{r} \end{aligned}$$

此各現值之和，應與每  $n$  年付款各現值之和相等。故令

$$\frac{T(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} = \frac{A}{r}$$

$\therefore$  每年積金之值，可由  $A = \frac{T(1+r)^n \times r}{(1+r)^n - 1}$  式求得之。如利息為 5%，

枕木原值  $T$  由 10 分至 100 分之年積金  $A$  之數目，已經算出，並詳列於第三表中。

另法計算如下：

(甲) 一次投資或借款。

按此法為基礎，最廉枕木，以第一次工料價 ( $T$ )，加一數 “ $p$ ” 為本金存入銀行，按複利可以永久每至  $n$  年，有新枕木用，且尚有 “ $p$ ” 款仍存銀行中，繼續生利之和為極小。或  $T+p$  為最小。

$$\therefore p(1+r)^n = T+p$$

枕木之年積金數，按複利五厘計

Annual Charge Against A Tio, Based on the Original Cost and Assumed Life of the Tie; Interest Compounded at 5%

Original Cost of tie in cents 原價	Life of tie in years. 枕木壽命年數																			
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
20	7.34	5.64	4.62	3.94	3.46	3.09	2.81	2.59	2.41	2.26	2.13	2.02	1.93	1.85	1.77	1.71	1.65	1.60		
25	9.16	7.05	5.77	4.92	4.32	3.87	3.52	3.24	3.01	2.82	2.66	2.53	2.41	2.31	2.22	2.14	2.07	2.01		
30	11.02	8.46	6.93	5.91	5.18	4.64	4.22	3.89	3.61	3.38	3.19	3.03	2.89	2.77	2.66	2.57	2.48	2.41		
35	12.85	9.87	8.08	6.90	6.05	5.42	4.92	4.58	4.21	3.95	3.73	3.54	3.37	3.23	3.10	2.99	2.90	2.81		
40	14.68	11.28	9.24	7.88	6.91	6.19	5.68	5.18	4.81	4.51	4.26	4.04	3.85	3.73	3.55	3.42	3.31	3.21		
45	16.52	12.69	10.39	8.67	7.78	6.98	6.33	5.83	5.42	5.08	4.79	4.55	4.34	4.15	3.99	3.85	3.72	3.61		
50	18.36	14.10	11.55	9.85	8.64	7.74	7.03	6.43	6.02	5.64	5.32	5.05	4.82	4.61	4.43	4.28	4.14	4.01		
55	20.20	15.51	12.70	10.84	9.51	8.51	7.74	7.12	6.62	6.21	5.86	5.58	5.30	5.07	4.88	4.71	4.55	4.41		
60	22.04	16.92	13.86	11.82	10.37	9.26	8.44	7.77	7.22	6.77	6.39	6.06	5.78	5.54	5.32	5.13	4.96	4.81		
65	23.87	18.33	15.01	12.81	11.23	10.06	9.14	8.42	7.83	7.33	6.92	6.57	6.26	6.03	5.77	5.56	5.38	5.22		
70	25.70	19.74	16.17	13.79	12.10	10.98	9.85	9.07	8.43	7.90	7.45	7.07	6.74	6.40	6.21	5.99	5.79	5.62		
75	27.53	21.15	17.32	14.78	12.96	11.60	10.55	9.72	9.08	8.46	7.98	7.58	7.22	6.82	6.65	6.42	6.20	6.02		
80	29.36	22.56	18.48	15.76	13.83	12.38	11.25	10.36	9.63	9.03	8.52	8.08	7.71	7.33	7.10	6.84	6.62	6.42		
85	31.21	23.97	19.63	16.75	14.69	13.15	11.96	11.01	10.23	9.59	9.05	8.59	8.19	7.84	7.64	7.27	7.03	6.82		
90	33.06	25.38	20.79	17.73	15.55	13.92	12.66	11.66	10.84	10.15	9.58	9.09	8.67	8.30	7.98	7.70	7.45	7.22		
95	34.88	26.79	21.94	18.71	16.42	14.70	13.37	12.30	11.44	10.72	10.12	9.60	9.15	8.76	8.42	8.12	7.86	7.62		
100	36.72	28.20	23.10	19.70	17.28	15.47	14.07	12.95	12.04	11.28	10.65	10.10	9.63	9.23	8.87	8.55	8.27	8.02		
For each 5 Cents. add	1.838	1.410	1.165	.988	.804	.774	.703	.648	.602	.564	.532	.505	.482	.461	.443	.428	.414	.401		

第三表 枕木之年積金計算表

在“ $n$ ”年末一之聚集數  
The accumulation of 1 at the end of  $n$  years  
 $r^n = (1+i)^n$

年 數 Years	2%	3%	4%	5%	年 數 Years
1	1.0200000	1.0300000	1.0400000	1.0500000	1
2	1.0404000	1.0609000	1.0816000	1.1025000	2
3	1.0812080	1.0927200	1.1248640	1.1576250	3
4	1.0824322	1.1255086	1.168856	1.2155063	4
5	1.1040808	1.1592741	1.2166525	1.2762816	5
6	1.1261824	1.1940523	1.2653190	1.3409956	6
7	1.1486357	1.2298739	1.3159318	1.4071604	7
8	1.1716594	1.2667701	1.3685391	1.4774554	8
9	1.1950926	1.3047732	1.4233118	1.5513222	9
10	1.2189944	1.3439164	1.4802443	1.6288946	10
11	1.2433743	1.3842339	1.5394541	1.7103354	11
12	1.2682418	1.4257609	1.6010322	1.795863	12
13	1.2935086	1.4685937	1.6650735	1.8856191	13
14	1.3194188	1.5126897	1.7316764	1.9799316	14
15	1.3458683	1.5579674	1.8003435	2.0789882	15
16	1.3727857	1.6047064	1.8729813	2.1823746	16
17	1.4002414	1.6528476	1.9475005	2.2920183	17
18	1.4282483	1.7024331	2.0253165	2.4066192	18
19	1.4568112	1.7535061	2.1068492	2.5269502	19
20	1.4859474	1.8061112	2.1911231	2.6532977	20

或

$$T = p(1+r)^n - p$$

∴

$$p = \frac{T}{(1+r)^n - 1}$$

∴

$$T + p = T + \frac{T}{(1+r)^n - 1} = \frac{T(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

此亦爲一次投資之現值。

(乙)如按年積金辦法。

係每年終存入銀行中一數，到  $n$  年時，利息可足購新枕木，並付初次枕木  $T$  之利息。故此辦法爲最廉，如〔每年存儲之數，按年積金算利，到  $n$  年可供購新枕〕+〔初次枕木原價，每年利息〕=最小。

即  $I + I_n = \text{最小}$ 。已知  $T = p(1+r)^n - p = p[(1+r)^n - 1]$ 。但如有  $P$  本金，其每年生利，可得  $pr = I$ 。∴  $p = \frac{I}{r}$

$$\therefore T = \frac{I}{r} [(1+r)^n - 1]$$

$$\text{或} \quad I = \frac{Tr}{(1+r)^n - 1}$$

$$\text{或} \quad I_a = Tr$$

$$\therefore I + I_a = \frac{Tr}{(1+r)^n - 1} + Tr = \frac{Tr(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} = A = (T+p)r$$

故每年分開存儲之數，即等於一次投資全數每年之利息也。

今舉例以明之，如枕木原價  $T$  為 95 分， $r=5\%$ ， $n=12$  年。

$$\begin{aligned} \text{(甲)} \left\{ \begin{array}{l} \text{按 } p = \frac{T}{(1+r)^n - 1} = \frac{95}{(1+0.05)^{12} - 1} = 119.3 \text{ 分。} \\ \therefore T+p = 95 + 119.3 = 214.3 \text{ 分。} \\ \text{年積金 } A = (T+p)r = 214.3 \times 0.05 = 10.72 \text{ 分。} \end{array} \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(乙)} \quad A &= I + I_a = \frac{Tr}{(1+r)^n - 1} + Tr \\ &= 119.3 \times 0.05 + 95 \times 0.05 \\ &= 5.97 + 4.75 \\ &= 10.72 \text{ 分。} \end{aligned}$$

故年積金可分兩部使用，其 5.97 分，係投入銀行。按還債預備金

$\frac{5.97 \times (1+0.05)^{12} - 1}{0.05}$  式，至 12 年後，可得 95 分，以買新枕。而初

次枕木之原價，應付年利 4.75 分。

銀行為資方，既於開始付去 95 分，貸與鐵路枕木。當然應按每十二年，得  $95(1+0.05)^{12} = 170.6$  分。= 95 + 75.6。貸方於十二年中，每年所付年積金。10.72 分，積十二年，可得

$$\frac{10.72[(1+0.05)^{12} - 1]}{0.05} = 170.6 \text{ 分。}$$

現分數種情形討論之。

(一) 如鐵路至十二年，不繼續向銀行借款。購新枕木，則至十二年終，正可兩清。以後亦不必付 10.72 分之年積金，但已無新枕木。

(二) 如仍欲繼續由銀行於十二年終墊款，購新枕木更換，則鐵路方面亦仍應繼續付年積金於銀行。故銀行即可於所得之 170.6 分中，取出 95 分，購新枕木，投資鐵路，而路方亦即有每年付 95 分之利，及還 95 分之責任矣。故 10.72 分中之 5.97 分，為漸漸還 95 分本金用（於十二年後），而 4.75 分，乃專付 95 分之利息也。

(三) 如第一根枕木為自出資本購得，而欲每年存儲折舊金，以便枕木於十二年後，可有 95 分購換新枕，則路方只須每年存 5.97 分，至十二年即可得 95 分。此 5.97 分，即名為折舊存儲金。

(四) 每年存儲折舊金，如按還債預備金法。

可較  $\frac{\text{本金}}{\text{年數}} = \frac{T}{n}$  法為少。如用  $\frac{95 \text{ 分}}{12 \text{ 年}}$  每年須存 7.9 分，而按複利，則只存 5.97 分。故求安全，利息靠不住時，則只得多存也。

以上二法，如欲求二枕木之相等值。則可按

$$(甲) \quad T_1 + p_1 = T + p$$

$$\text{即} \quad \frac{T_1(1+r)^{n_1}}{(1+r)^{n_1}-1} = \frac{T(1+r)^n}{(1+r)^n-1}$$

$$(乙) \quad r \times \frac{T_1(1+r)^{n_1}}{(1+r)^{n_1}-1} = \frac{T(1+r)^n}{(1+r)^n-1} \times r$$

二法皆同一式。故比較二枕木時，或求一枕木年值，須等於某枕木年值時，即可用之。

$$T_1 = T \left[ \frac{(1+r)^n}{(1+r)^n-1} \times \frac{(1+r)^{n_1}-1}{(1+r)^{n_1}} \right]$$

如用年積金之安全法。則

$$T_1 r + \frac{T_1}{n'} = T r + \frac{T}{n}$$

$$\therefore \quad \frac{T_1 n' r + T_1}{n'} = \frac{T n \times r + T}{n}$$

$$\text{即} \quad \frac{T_1(n'r+1)}{n'} = \frac{T(nr+1)}{n}$$

$$\text{或} \quad T_1 = T \times \frac{n'}{n} \times \frac{nr+1}{n'r+1}$$

如  $r=0.04$ ,  $T=40$ 分,  $n=7$ ,  $n'=3$ 。

$$T_1 = 0.40 \left[ \frac{(1+0.04)^7}{(1+0.04)^3} \times \frac{(1+0.04)^3 - 1}{(1+0.04)^7 - 1} \right]$$

$$= 0.1853 \text{ 或 } 18.53 \text{ 分。}$$

第二法

$$T_1 = 0.40 \times \frac{3}{7} \left[ \frac{7 \times 0.04 + 1}{3 \times 0.04 + 1} \right]$$

$$= 0.1956 \text{ 或 } 19.56 \text{ 分, 故多存也。}$$

(1)  $n_1=16$ ,  $r=4\%$ ,  $n_2=8$

$$0.80 = T \qquad 0.50 = T_1$$

$$0.032 = I_a = Tr \qquad 0.020 = T_1 r$$

$$I_1 = 0.0367 = \frac{Tr}{(1+r)^{16} - 1}; \quad I_2 = 0.0543 = \frac{T_1 r}{(1+r)^8 - 1}$$

$$0.0687 = A, \qquad 0.0743 = A_2$$

浸煉枕木與未煉者之差 =  $0.0743 - 0.0687 = 0.0056$  (每年)。

$\frac{0.0056}{0.04} = \$0.14$ , 此即浸煉枕木每年之多餘本金也。

(2) 利息.....  $I_a = 0.032$        $0.020$

$$\frac{\text{原值}}{\text{壽命}} = \frac{0.80}{16} = \frac{0.050}{0.082}; \quad \frac{0.5}{8} = \frac{0.0625}{0.0825}$$

$$\text{差爲 } 0.0825 - 0.082 = 0.0005 \text{ (每年)}$$

$$\frac{0.0005}{0.04} = 0.0125. \text{ 故此二數相差不多也。}$$

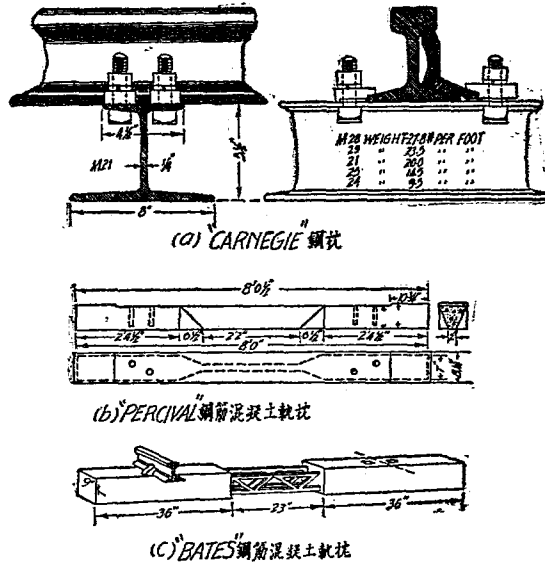
結論: (1) 如錢不足時, 當以原值爲比較, 但非善法。(2) 以年積金之最少者用之, 此爲善法。但恐利息不穩耳。(3) 如用每年折舊  $\frac{T}{n}$  存儲法, 則甚安全。

(丙) 鋼軌枕, 及鋼筋混凝土軌枕。

§ 3-9. 採用之廣遍, 及其形式尺寸與種類 德國用鋼軌枕最早最多, 在 1900 以前, 已有 8000 哩之鋼枕。當時鋼軌枕, 不過只占全世界總

哩數百分之九耳。在 1915 年，鋼枕極度發展，至現今各路皆多用之。

各類鋼軌枕尺寸，大約與木枕相同，因須在道渣內，得相當固定，必須至少與木枕重相等。其形式，四周可被道渣圍壓，庶免上下左右移動。如第九圖中之“Carnegie steel tie”然。



第 九 圖

鋼軌枕可分二類：

- |                        |   |                                  |
|------------------------|---|----------------------------------|
| (1) 縱向的 (Longitudinal) | } | System Köstlin Battig            |
|                        |   | System Griffin (Bowl)            |
|                        |   | Livesey Bowl                     |
| (2) 橫向的 (Cross-Tie)    | } | Carnegie                         |
|                        |   | Champion Steel                   |
|                        |   | System Vantherm                  |
|                        |   | System Conillet                  |
| 鋼筋混凝土枕有二：              | } | Percival Reinforced Concrete Tie |
|                        |   | Bates Reinforced Concrete Tie    |

“Champion Tie”實爲一倒置  $T$ ，底邊寬 10 吋，厚  $5/16$  吋，直邊高 5 吋。兩對白橡木塊，易於更換，並易打入道釘，比直邊較高。

“System Conillet”式比“Champion”式較輕，但原則略同。

鋼枕之耐久性，其失敗多由螺釘孔處之破裂，或直接在軌條下之毀損，此外生銹較易，生銹減少重量，可達每年百分之一，故只生銹，亦足爲換枕之原因。

實際失敗，多由聯接軌條與軌枕方法之不良。有用夾子配於軌底上，再用螺釘及螺帽聯接之。但常爲列車鬆動，故多失敗。

鋼軌承重力甚大，但抵抗震動之力，不如木枕之柔韌及可回躍，故如車輪出軌，一經打擊，卽爲折斷。

鋼筋混凝土枕木不致枯朽，但太脆易裂，“Bates Tie”爲二混凝土塊在軌條下，中有鋼架聯貫之。中部全露出生銹，大衆相信，不能設計一種具滿足引伸力之代木枕，以抗軌上之震蕩也。

在我國亦有十餘年之歷史，民國十九年以來。鐵部鑒於軌枕之漏卮日鉅，於是部派專員另行設計新式。但鋼筋混凝土軌枕之經濟尙不能決定。粵漢、膠濟、津浦、滬杭甬等路，均經試驗之（如第十圖， $a$ ， $b$ ，第十一圖）。

§ 3—10. 鋼枕之經濟 鋼枕代替木枕，非有顯著優點及經濟，不至合算。如有一白橡木枕，價值 \$1.40。墊飯道釘等費，共值 \$1.12，安置軌道內之工資約 30 分。在某種運輸狀況下，可歷八年。由第三表原價 \$ 2.82 之年積金 =  $2.82 \times 15.47$  分 = 4363 分。如設鋼枕 (Carnegie M 21 枕木之價，爲 \$ 5.00 (各項機件在內)。加以安置費 30 分，則每枕共須 \$ 5.30。

$$\frac{43.63 \text{ 分}}{5.30} = 8.23 \text{ 分} = \text{每年年積金。 (對於原價每一元計算) 由第三表}$$

查閱，得平均數如次：

8.02 爲 20 年，8.27 爲 19 年。故鋼枕必須有一平均 19 年兩個月之壽命，方可與橡木枕之經濟相等。

### 習 題

3—1. 按總投資爲計算基礎，比較下列二枕木，何者爲經濟？

(甲)一松木枕，鋪入軌道總值爲四角，壽命六年。









- 3-2. 按年積金比較(3-1)題(甲)(乙)二枕木,何者經濟?
- 3-3. 如第(3-1)題二枕木之相等值為相同,松枕之值,應為若干?
- 3-4. 設紅椽枕木之價為八角,不加浸煉,壽命五年;如加浸煉,延長壽命為十年,試求浸煉之合宜費用。
- 3-5. 設一白椽枕木原價與扣件安裝費,共計二元八角,可用八年;如改用鋼枕,連扣件總值為六元,利率為 5%,
- (a) 求白椽枕木之年積金值。
  - (b) 求鋼枕每單位數 (Unit Expenditure) 與白椽枕之相等年積金值。
  - (c) 求鋼枕與白椽枕相等經濟之平均壽命。
- 已知每單位數之年積金值; 8 年為 0.1547; 20 年為 0.0802。
- 3-6. 設一白椽枕木之最大撓折(彎矩)工作壓力為每平方公分 70.5 公斤,其尺寸為 20 公分 $\times$ 24 公分 $\times$ 241 公分。另一黃松枕木,其壓力為每平方公分 53 公斤。尺寸相同,軌條中心距為 150 公分。
- (a) 用枕木中心及軌條中心兩處之彎矩 ( $M_0$  及  $M_1$ ), 試求最大輪重,不致將枕木折斷。
  - (b) 如將兩枕木長度,均改為 260 公分,求可加輪重各若干公斤?

## 第四章 道渣

§ 4—1. 道渣之目的及其要件 道渣之目的，可分下列數條：

- a. 傳重於較廣大之面積。
- b. 保持枕木、鋼軌，在平面內之位置。
- c. 滲水及免冬令之凍冰。
- d. 保持枕木在原定高程上。
- e. 給路基須要之彈性。

此為理想之道渣，任何種類道渣之價值，亦視其滿足以上條件之多少而定。但最理想之道渣，不定為各種鐵路之經濟道渣，如輕運鐵路，則宜用較賤者。但尋常錯誤，在用極賤者，倘少加費用，即可得良好道渣，最終實較經濟。

§ 4—2. 定義及材料種類 材料以碎石及鵝卵石為主，但其他材料，多少能滿足以上條件者，亦多可用。美國鐵路工程協會之定名如下：

(1) 道渣 選料置於路基上，以保持軌道上下左右之位置。

(2) 次層道渣 在路基面上，鋪一層比鄰近較佳之道渣，在上層道渣之下，供給滲水，阻止化凍，並分重於路基上。

(3) 上層道渣 較好質料道渣，鋪於次層之上，支持軌道，分重於次層上，供給良好排水。

(4) 碎石道渣 人工方法碎石，一定尺寸石子，皆可經過  $2\frac{1}{2}$  吋孔，不能經過  $\frac{3}{4}$  吋孔。最好用叉轉運之，可將細粉狀之碎末，由叉條中篩出，以免阻止滲水。碎石較貴，亦不易安置，但在重運時，一經安置枕木其中，養路工作可較少也。

(5) 燒土 如碎石，鵝卵石，不易求得，而鄰近合宜之泥土甚多，不含鵝卵石，可設爐燒之。務用清潔燃料，且須用經驗燒火人，以至完全燒透為止。

(乙)一白橫枕，鋪入軌道總值為六角，壽命十年設利率為6%。

(6) 煉礦碎石 由石塊煉取鋅、錫、銀等之餘燼，以削成大塊，如碎石然。煉鋅、錫方法進步後，其塊較碎石為小，故不合用，現與鵝卵石及煤燼，同用一剖面圖樣。

(7) 火石，燧石 火石碎成小塊或小節，合宜充道渣之用。

(8) 煤燼 機車及火箱中之煤燼，其優點在乎(1) 易滲水。(2) 易轉運。(3) 價賤。但其不利，為易壓成碎末，宜用於車場內。

(9) 鵝卵石 大石之碎塊，出現於天然沉澱中，大小可經過 2½ 吋孔，但不能穿過（每方吋 10×10 分格）第十號篩孔，此為良好道渣之一種，沿鐵路邊，皆易覓得鵝卵石坑雖可取出即用，但最好先過篩再選用之。

(10) 黏土 一種帶黏性之土，無沙。

(11) 沙 硬質石粒，可經過第十號篩子，但不能經過五十號篩子，濱海路線多用之，其利即為完全滲水。

(12) 煉鋼爐燼 煉鋼爐中之廢物，附有多少透明質料，且無灰末，滲水無阻，最好質料之爐燼，可與碎石同等。

底層土 路堤及路塹土方之高程頂（道渣下之土面）。

選材料自以經濟狀況為前提，如一路線經過產碎爐燼之區，量多質美價廉，同時又無碎石可以購得，則以爐燼為尚。每種可得之材料，皆應以運到使用地點之價相比。鐵路之分類，亦應計及，碎石實為製造品之一種，其規定可以精確決定，種類可分之如第四表，

第四表 道渣分類表

1.	碎石類
	(a)大塊石 (b)石灰石 (c)沙石
2.	洗過鵝卵石
3.	碎爐燼(非顆粒狀)
	(a)貴重金屬爐燼 (b)煉鋼爐燼
4.	過篩鵝卵石
5.	掘坑鵝卵石
	(a)河溪鵝卵石 (b)山上鵝卵石(帶黏性與非黏性)
6.	煉礦碎石

	(a)由鉾礦取出之粗碎石
	(b)由錫礦取出之細碎石
7.	燒土或黏土
8.	煤渣
	(a)硬煤渣(b)軟煤渣(c)火山渣

第五表 每哩軌道碎石與鵝卵石道渣立方碼表

	碎 石 道 渣			鵝 卵 石 道 渣		
	單 軌	雙 軌	收縮度	單 軌	雙 軌	收縮度
次 層	2661	5208	8 至 20%	4726	7208	8 至 20%
上 層	3995	7320	12 至 15%	4144	7626	8 至 20%

§ 4—3. 橫剖面及合宜厚度 所須道渣厚度，全視車輛及機車之重量而定。詳細考察路基，決定在枕木下，所受之變動，及當重列車經過時，加軌道與枕木之考察，得知每一重輪經過時，皆壓枕木於道渣內，其影響即將道渣壓碎。雖極硬碎石，亦多少彼此擠壓，以致碎裂。其較軟弱之類，則極易壓成碎末，其結果成細粉狀石末，有害滲水，次則將枕木下之道渣壓入基土內，少經時間，枕木下即成孔隙，如抽水機然。當車輪經過時，枕木上下動作，即由鄰近道渣及路基，將存水抽至此空隙，此項積水，如不滲出，則易使枕木朽腐。如軌道上下左右，發生不平現象，則須墊高道渣於枕木下，故將兩枕間之路基土面，擠高突出。此項軌道路基之縱剖面，常有一鋸齒形狀，而兩枕間有高峯，枕木下之道渣亦深入土中。

橫剖面中之寬，常為 22 呎 3 吋，加邊溝寬。如為雙軌，即加 13 呎。枕木下道渣之厚，為兩層 12 吋厚。由枕木中央至枕木兩端，有 1/2 吋比 1 呎之坡度，各式公用，以在軌條下，可有 1 吋之空間也。道渣之兩邊，用 4 呎長半徑繞圓之，最後按 2:1 坡度，下降至路基上。

中國標準路線橫截面。寬為 600 公分至 650 公分，雙軌即加 40 公分，道渣厚為 23 公分，肩為正直無圓邊。

道渣厚度，亦按運輸之種類而定，如由 6 吋至 24 吋，次則與枕木排列之寬度有關，如 7 吋 × 9 吋 × 8 呎 6 吋之枕木，枕木中心距為 24 吋

時，則 24 吋厚之道渣，即可得路基面相同之壓力，道渣上之壓力，可以計算如下：

設  $L$  = 枕木之長，以呎計。  
 $w$  = 每枕木下一吋單位長之重，以噸計。  
 $P$  = 道渣之安全承重力 = 道渣上面積每平方呎之重噸數。  
 $b$  = 枕木之寬，以吋計。

則  $w = 6 \text{ 吋} \times 1 \text{ 吋} \times \frac{P}{144 \text{ 吋}}$ ，

∴  $P = \frac{w \times 144}{b}$  或  $w = \frac{bP}{144}$ ，

今設  $W$  為每一鋼軌由枕木傳至道渣面上之全重。

則  $W = \frac{wL}{2} = \frac{bP}{144} \times \frac{L}{2} = \frac{bPL}{288}$ ，

如  $L = 8 \text{ 呎} 6 \text{ 吋}$ 。

則  $W = \frac{bP \times 102}{288} = \frac{bP}{2.8}$  噸，

或  $L = 8 \text{ 呎}$ 。

$W = \frac{bP \times 96}{288} = \frac{bP}{3}$  噸。

如碎石最大安全承重，為每平方呎三噸，則每一枕木由一邊軌條之安全重。 $b = 9''$

$W = \frac{bP}{2.8} \times \frac{9 \text{ 吋} \times 3 \times 2000}{2.8} = 19300 \text{ 磅}$ 。

及  $W = \frac{bP}{3} = 18000 \text{ 磅}$ 。

#### § 4—4. 安置道渣之方法及道渣價值 最賤方法為：

(1) 直接將枕木及鐵軌置於路基上，再開行工程車其上，分佈道渣，再將軌道抬起，直至適足道渣鋪墊枕木下，全軌合式清理。此法雖賤。但當枕木無相當支持物時，工程車行駛，軌條易使彎曲，故此法禁用之。



(2) 最好先由輕便車，將道渣運到工作地，適足鋪至與枕木底平，將道渣鋪開，至所須厚度，再置枕木及鋼軌，方可得平穩一致支持物，再行工程車其上，分佈足量道渣，圍繞枕端及枕間，以達所須截面。

有時建築費，須極廉且須迅速，有時並無道渣，即須通車，故以後再將道渣，由平車用鋤、耙(犁)卸下，犁之寬與車相等，可以推動起重機，由鋼索拉動，有時將機車開鉤，拉動鋼索，而鋤即將道渣卸下。

道渣之價值，係按鋪入軌道論值。各路不同，因視下列情形而定：

- (a) 材料到該路之原值。
- (b) 材料產地，距使用地之遠近。
- (c) 運輸方法。

煤爐與爐渣之原值甚小，鵝卵石坑，亦只購地費而已。碎石較貴，每一立方碼約值一元。如在築路地段內，有合宜石子可用，則開炸及打碎費。當較一元為少。運價則視距離之遠近，及運輸材料車，有無妨礙正式列車之限制，定高下也。碎石道渣，約合每立方碼二元至三元，鵝卵石道渣，約合六角。

#### § 4-5. 碎石道渣之規範

- (1) 每立方呎之重量須最大。
- (2) 強度如用二吋立方鋸成石塊，受壓力試驗，可顯示每平方吋 10,000 磅之應力。(最好石料)
- (3) 溶度須最小，用 1.4 立方呎石塊，碎後洗淨，置入玻璃筒中，在四十八小時內，每十二小時，搖動五分鐘，如現變色石料即認為不合用。
- (4) 磨蝕須最小或耐久性須最大。用半立方碼之洗過石子，經過最大篩孔  $2\frac{3}{4}$  吋徑，留存在最小篩孔  $\frac{1}{2}$  吋徑，再置於鐵絲篩上，烤乾二小時，達  $125^{\circ}$ — $140^{\circ} F$ ，置入搖轉筒內旋轉 10,000 轉，速度為 25 r. p. m.。事後必有裂塊及石粉，其中經過最小篩孔之碎塊，不能多於 3% (極好質料)。粉末經過二十號篩孔(0.034 吋方孔)，不得多於 1%。
- (5) 吸水性須最小。
- (6) 黏性須最小。取五磅石樣，洗後烘乾壓碎，可穿過  $1/4$  鐵絲篩。用兩個 20 磅鋼球，同置於球磨內。每磅石樣旋轉 2,000 轉，速度 30 r. p. m.。加水使成粉漿，取出用十磅壓力，在 1 吋立方模內，做成試樣，烘乾二十小時。

試樣之  $\frac{1}{3}$  即按乾後試驗。…………… }  
 試樣之  $\frac{1}{3}$  置入蒸氣筒內四小時。 } 全受直壓力  
 試樣之  $\frac{1}{3}$  沉入水內四小時。…………… }

如試樣得抗力為每平方吋四磅時，則此石質即為太黏而不能用。

每哩軌道須用之碎石及鵝卵石道渣數量如第五表，均係按立方碼計算。

§ 4—6. 洗淨道渣之方法 道渣主要之條件，為不存水，但須完全排水，最好碎石及鵝卵石道渣之空隙，皆漸漸為道渣碎末及細粉所充滿，其沖洗工作，即為取出枕木間之道渣，至枕木之底止。兩軌道間，所有道渣至枕木底下六吋以上，所有枕木肩至路基上之道渣，皆用道渣叉篩過。大約 15% 或 25% 新道渣，必須加入，以補充磨損之細粉。

凡在終站之道渣，必須每一年至三年，篩洗一次。重運路上，每三年或五年。輕運路上，則每五年或八年，必須洗淨一次。

### 習 題

4—1. 設某種碎石道渣，其承重量為每平方公尺 30 公噸（一公噸 = 1,000 公斤）。

(a) 求 24 公分寬 244 公分長之枕木，可承最大輪重若干公斤？

(b) 求 24 公分寬 260 公分長之枕木，可承最大輪重若干公斤？

先按公尺制，求一公式，如  $W = \frac{bPL}{288}$  然，再代入數目計算。

第五章 路基及涵洞

§ 5—1. 路基及水患 路基者，為安置道渣之土層。其式樣尺寸，各有不同。路邊種草，可助養路，在石掘處，上面如為土層，則可用聯合截面，留一小臺階，在土坡及石掘之間。

旁坡之大小，視土質而異。坡愈小，則更堅固。尋常土坡，為垂直 1 比水平  $1\frac{1}{2}$ 。美國即稱  $1\frac{1}{2}:1$ ，為  $H:V$  也。土填充之旁坡，不能峻過 1 比  $1\frac{1}{2}$ 。峻坡增加養路費，且易塌滑，以至傾入邊溝。阻礙排水，致軟路基。沙及濕泥，須要較平坡度，大石填充，可用 1:1，石掘可用  $1:\frac{1}{4}$  或垂直。乾土或硬土，可用垂直挖掘，如遇傾斜山邊上，有滑土者，可以先成臺階狀。再鋪土也。

邊溝之外，可用截溝深愈一呎，其坡度視情形而異。經過長平之區，路基常為低填土，由借土坑運來。但此坑宜給以適宜坡度，以期排除積水至河流。借土坑不可距填土之下端 6 呎，須留一空隙地，名為臺階。

填土多半成層，兩邊高於中間，不可積存草根，其築填方法如下：

1. 用手鏟，由坑至填充地，用車比較堅實，少沈落。
2. 牽拉簞箕 (Dvag scraper)。
3. 雙輪簞箕 (Two-Wheeled scraper)。
4. 致平機 (Grading machine)。

山多之區，填土多由鄰近挖掘而得。如不足時，可用(1)借土坑。(2)加寬路塹二法，取土用之。

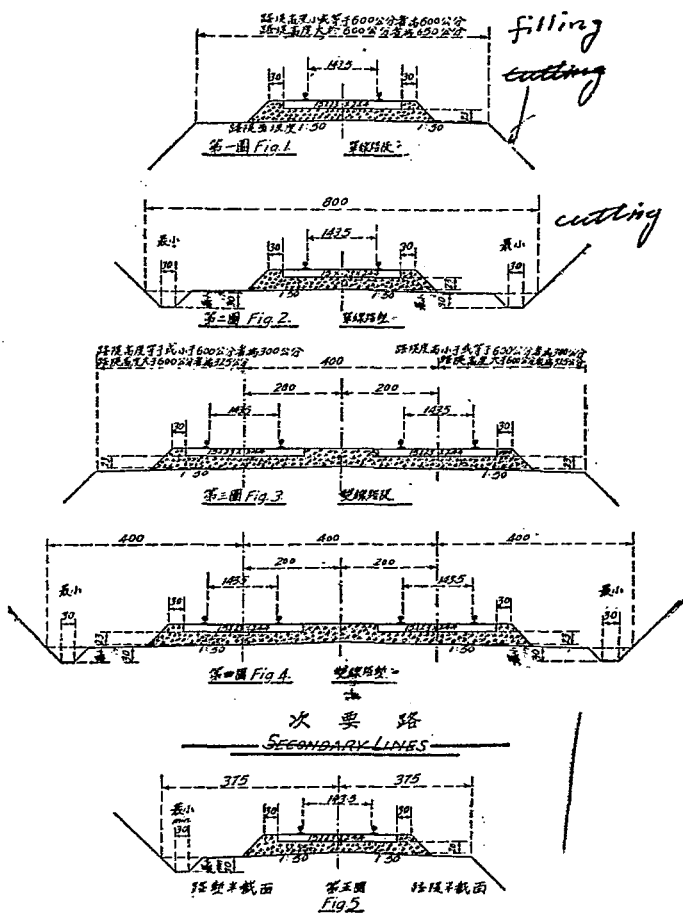
如用木棧道建築填土，直至土方堅實。亦有用纜索懸土筐運土，以填充深谷者。

鐵路路基多易被水沖毀，水患可分之如下：

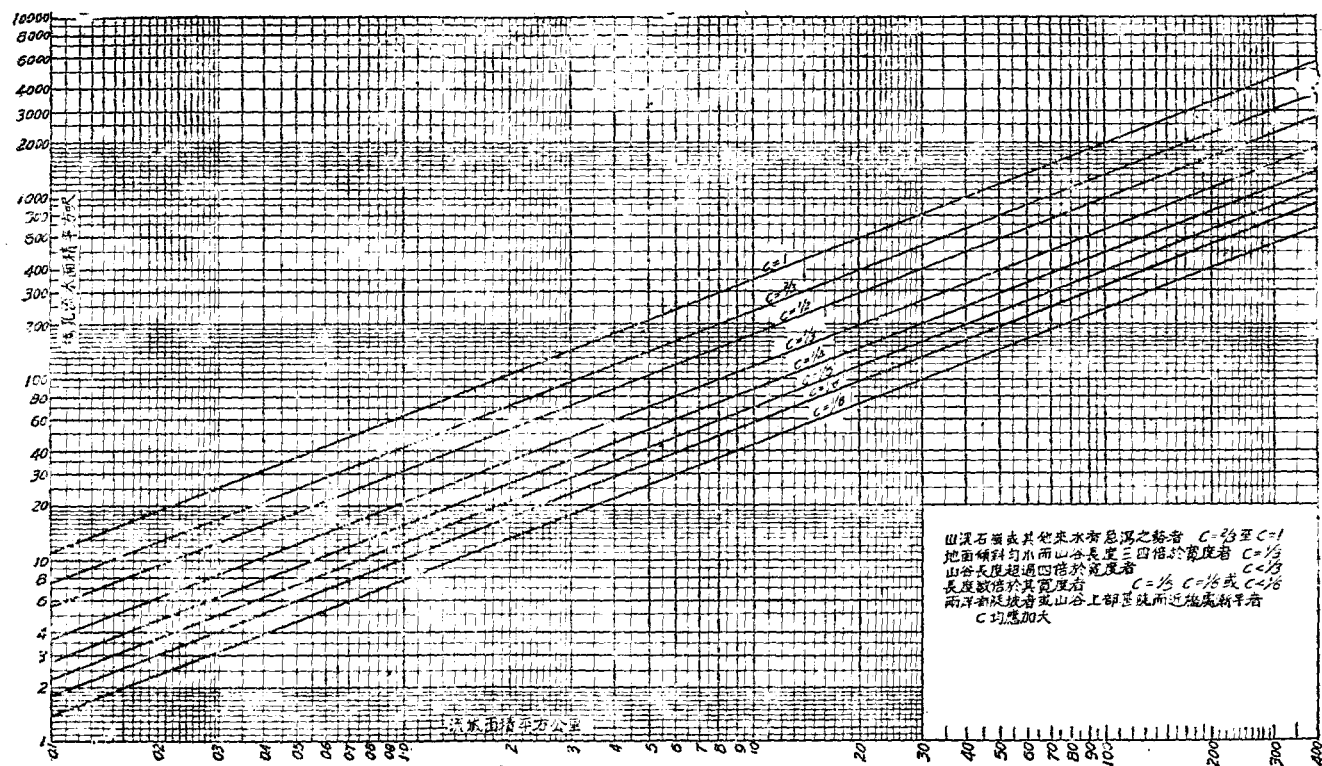
A. 土滑：——

- (a) 填充邊上，土層滑下，離開路基。
- (b) 挖掘之邊，土層滑下，向道臺方向下降。
- (c) 廣大面積地段，全體由上趨下滑行。

幹路



第十二圖 (a) 標準路線橫截面



第十二圖 (b) Talbot's 公式求橋孔流水面積圖

治理法：用正式表面及地下溝渠，排水治之。

B. 冲毀 多由於不能管束之泉水爲害。

(a) 近河流處，大水繞填土之端，而成水旋。

治理法：用大小石塊壓護路堤兩端。

(b) 水聚太高，以致積於填土之一邊，須護小孔，以免繼續增大。

(c) 水大沒堤，全體軌道，均被冲毀。

C. 旁冲 路堤係順河流方向，因河流改道，而侵及路基。

治理法：用石塊護路堤之邊坡，或將草蓆，用石塊壓蓋河流近路堤之河邊。

§ 5—2. 涵洞之定義及設計之要款 雨水降落地面，雖一部分滲入地下，不復出現，但大部分仍流卸地面，趨向低水道，以爲歸宿。鐵路路堤，常跨越多數水道，平時乾涸，雨季則有水量流通，故鐵路路基下，應設流卸此項水量之涵洞或橋樑，以免激水上堤。

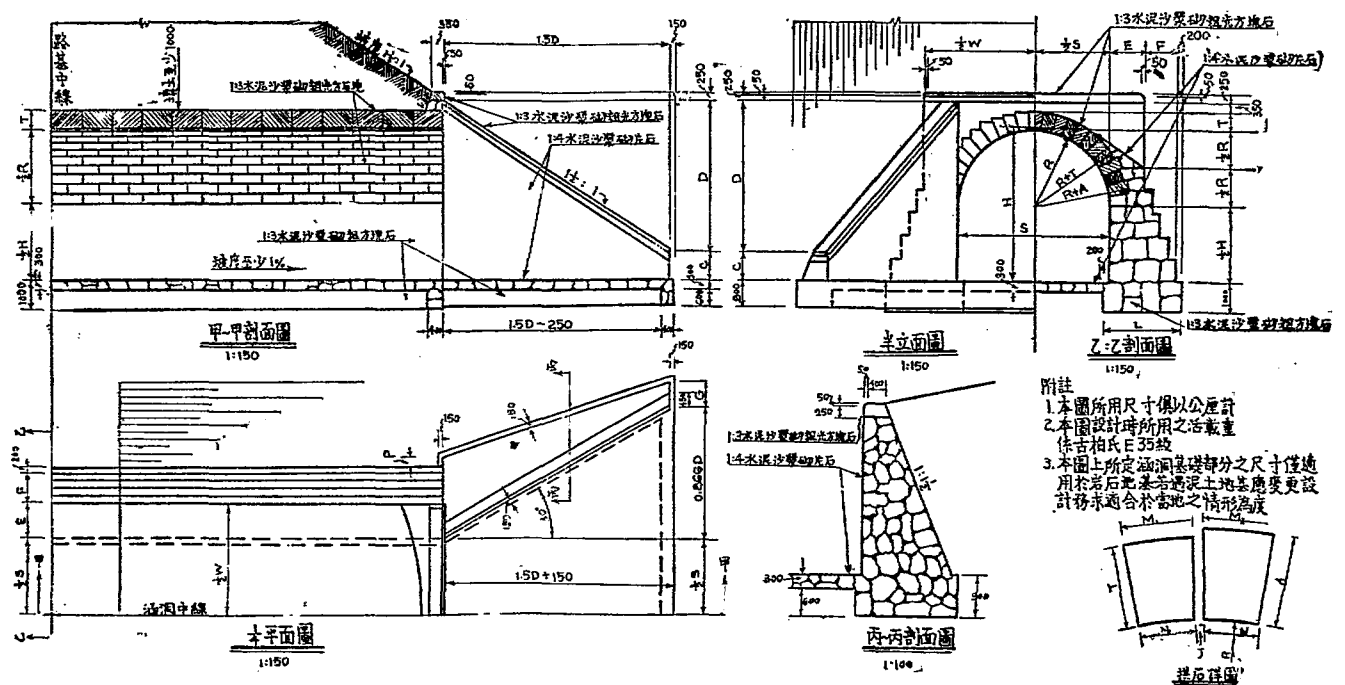
涵洞之設計，務令水量自由通過，不至泛濫路堤之一邊，危害路堤。涵洞流瀉水量之能力，自以其截面面積關係爲最。亦視涵洞之形式，長度、坡度、建築材料、以及出入口處之佈置而定。如路堤不高，不能作高深之涵洞，而水量又極大，則須任水量在堤之一邊積高，過於涵洞之口，徐徐流通。但路基及涵洞之建築，均須加固，庶免冲刷崩潰，應圖避免之。

§ 5—3. 水道截面面積計算之原素及方法 計算涵洞水道面積，牽涉多數不確定之問題，欲完全根據學理，以求一適用之公式，殆不可能。今舉相關問題數則如下：

(1) 降雨量 涵洞最大之容積，須能從容流瀉，數年來觀測中極大急雨之水量。故僅就一地一時降雨量之統計，求其平均每一期間內之降雨量，殊不可靠。

(2) 溪河流域之面積 路基跨過之溪河，其上游流域面積，與涵洞所受之水量有關。其面積如甚小，可於初測路線時同時測定。否則如範圍太廣，須另組流域面積測量隊測定之。

(3) 地土及種植情形 地土性質及種植情形，與水量流至涵洞之流速，極有關係。地土堅實如不透水，且地面缺少樹木，則每逢驟雨，流卸甚速。故涵洞在短時間內，須有極大之流量。否則如土鬆透水，地面草木甚多，流速銳減，則經過涵洞之水量，比較平均。卽一時間內之最大流量，亦



第十三圖 (a) 濱海路石砌拱形涵洞標準圖

此種公式之價值，視乎係數  $C$  之選擇。祇可利用以測定一最大最小之數，再判定用之耳。

(c) 觀察之結果；由觀測所得之結果，以測定橋樑及涵洞之面積，比較可靠。如用暫時木製涵洞，以測最高水位及作試驗，以求大約面積，再將永久建築物，置於木製涵洞內代之。

§ 5—4. 涵洞之分類 暗溝係以大塊圓石或碎石砌成。橫置於路基之下，使少量之水，慢慢通過，僅可通極少量之水流耳。

(甲)管形涵洞 多用生鐵及瓦製成。其利處在耐用，製造輕便，價廉，因管之內部平滑，頗易流瀉多量之水。如用生鐵管，則可用於較低路堤中，靠近路軌，亦無妨礙。在已成路基，暫時採用較大木質涵洞者，改用管形涵洞之時，易於裝置，不致擾及路基。

管形涵洞之各項建築，須先有一堅固之基礎，防水冲刷。基礎上，先掘半圓形之槽，承墊鐵管，在浮鬆之地土，應於每一管之聯接處，下面加以混凝土(或加鋼筋)基礎。

管之短者，全長皆可用混凝土承墊法，其聯接法，係使此管之一端，插入彼管之另一端，逐段連接，並應有相當之坡度，以利洩水，坡度至少為  $1/20$ ，其長可以下式表之：

$$\text{涵洞長} = 2 \times S \times \text{路堤高} + \text{路面寬}$$

式中  $S = \text{路堤兩旁之坡度比}$ ，為橫與直之比，但事實上，應視所用管式之段數，或等於上式之長度，有時超過計算之長，而用一整數也。

(a) 生鐵管涵洞 管徑普通自 30 公分至 120 公分，每段之長，可至 3 公尺。如管不足時，得用數管平列，生鐵管之徑大者，可用於大面積之涵洞，直徑可達 3.6 公尺。每段聯接，可用螺絲旋緊，用水泥密封其縫。

(b) 瓦製管形涵洞 管徑約為 30 至 60 公分，有用二、三行平排者，瓦管之耐力，須比平常水溝土管之耐力為大。但據試驗所得，土管外面壓力之增加，不與路堤高度之增加為比例。路堤不高。土管太近軌面時，其軌面震動，可直達瓦管，使之破裂。故至少須有一公尺之距離，直徑多為 12 吋至 30 吋。

(c) 混凝土管涵洞，製成管形，成效甚著，價亦低廉，且耐久也。

(乙)箱形涵洞 可分木製、石製、舊鋼軌式，及混凝土式四種：

(a) 木製箱形涵洞 多用於新工程，及木材易得之地，且為臨時建



築，測知水量多寡，充永久建築物之根據。故其面積，初不計算，只須加大，使永久建築物，能建於木製涵洞之內，不致害及路基。

(b) 石製涵洞 在石料充足之地，價廉物美，可作永久建築，流量不能太大，涵洞兩邊，有邊牆，以大石砌成。上以長石塊蓋之，因長石塊較貴，故石砌涵洞，多為一公尺以內者，可用兩個洞口，洩水較多。

(c) 舊軌條涵洞 有時路堤甚低，而欲留一寬闊水道，涵洞上面，與路軌靠近，寬約 2 公尺，用舊軌一排，以作涵洞之蓋，軌長約 3 公尺。

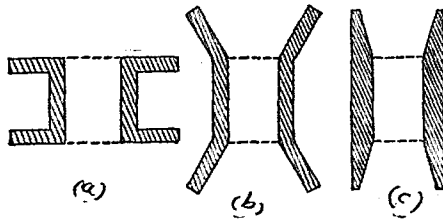
(d) 鋼筋混凝土箱形涵洞 此式用者甚多，除拱式涵洞外，有採用方形者，其特殊之處，在得一不阻斷之平滑底面，利於洩水，且富抵抗力，孔寬約為 1.5 公尺。

(丙) 拱形涵洞 拱橋設計變化太多，影響其價值與效率。如欲得最廉價，而有最大效率之設計，必須注意下列原子：

- a. 石工之多少。
- b. 建築工作之簡單。
- c. 翼牆之設計。
- d. 翼牆與涵洞及拱面聯接處之設計。
- e. 建築之永久性及安全。

以上數件，有相衝突者。許多設計之不完善，皆因缺乏適宜之比配耳。

最簡單建築物，能對 (b) 及 (e) 滿意者，即為直筒式拱橋。由水力學觀之，設計甚壞，因水流成旋，增加阻力，減少流量。第十三圖 (b) 為較好之設計。大概設計較佳之形式，則須費工，及較貴之石工建築。(b) 與 (d) 實為反對條件。第十三圖 (c) 材料較少，但恐水流，易從石工後面，入土



涵洞之樣式

第十三圖

堤中耳。

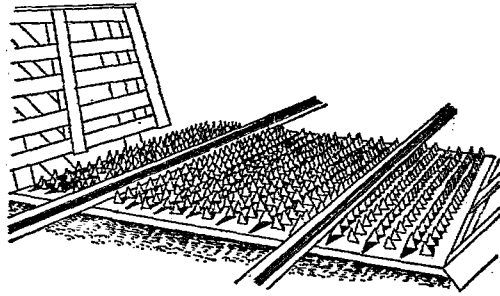
第十三圖 (d) 爲石砌拱形涵洞，入口爲斜翼牆，出口用直翼牆，可省石工及工作。其淨空可由 6 呎至 30 呎。

### § 5-5. 小開孔建築物

(a) 護蓄設備：

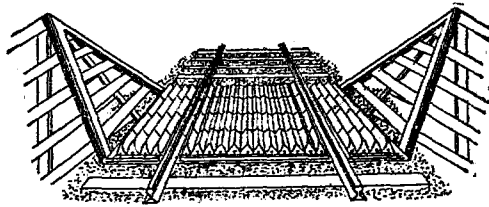
1. 護蓄坑 亦爲間斷路基之小開孔建築物。坑約五呎長，五呎深，寬與路基面相等，用石工或木料築牆成坑，用木料工字樑，縱向承住軌條，軌條中之支持物變更，影響軌條之波狀。最大之不利處，在出軌時，或木料着火，如一輸出軌墮入坑內，則損害尤甚。

2. 表面護蓄阻礙條板或木板 木製尖形條板，或金屬條板，釘於枕



SHEFFIELD 護蓄欄

第十四圖



瓦製 "CLIMAX" 護蓄欄

第十五圖

木上，與軌條平行，或單爲突出尖物，此項板面，牲畜不便行走各項設計，皆本此意。最大妨害，即易被掣鏈，將條板掛起。板條常爲自製，鋼製條板，如第十四圖之“Sheffield-cattle guard”。金屬條板，比較耐久，並較有效。瓦製者亦有之，如第十五圖。

(b) 牲畜小道、鐵道路堤，常經過田地，分成兩部，則鐵路應建造一通畜小道，經過路堤，可供牲畜及農車經過之用。如填土甚高，可用石工拱橋式，不過價太貴耳。有時亦可用木樁棧道兩道，相距六呎至八呎。用縱樑支住軌道或軌條兩道。棧道之後，即加填土。故其向外推力，須由縱樑擔負之。

舊鋼軌涵洞，或拱式涵洞式之小孔，亦可利用爲通畜小道也。

## 第六章 棧道

### (甲)總論

§ 6—1. 棧道之用途 棧道常佔平均鐵路全長百分之一至百分之三。每年用木料甚多，故毀林甚夥。曾經禁用木材以充棧道，在下列情形下，宜用棧道：

#### (a) 永久棧道：

1. 極高棧道，木製或鋼製數百尺高。
2. 經過極長而寬淺之水道。
3. 經過極深軟土之濕地，或河底。

#### (b) 暫時棧道：

1. 先築棧道，迅速通車。
2. 敏捷暫代已毀之永久建築物，使車運不至停頓。
3. 用棧道以運遠處土方，建築路堤。
4. 暫時以棧道橫越孔口，用長久時間，研究河溪附近地帶，以便計算流量。及由遠方運到合宜石塊，供給便利。

§ 6—2. 棧道與路堤之比較 較低路堤比低棧道為賤，及省養路工費。極高路堤之建築費甚大，但養路費較賤。同高度之棧道，建築費較省，養路費則大，故二者比較優劣時，即須計及養路工費也。其高度亦視乎木料，工價，及土方之各值。現今平均價值，可知在 25 呎之高度，填土之原值常比棧道為少。此即謂一永久建築棧道，不可令其高小於 25 呎。如路堤下須設涵洞，則其值比棧道之建築更貴矣。

路堤之值，與填土之高度有關。如太高時，其值將為高度之平方，增加甚速。但棧道之值，並不迅速增大，如其高也。故尋常 40 呎至 50 呎高之路堤，即多以棧道代之。

鋼鐵結構棧道，可以代木料棧道，因高度過四五十呎時，則木棧道，費用太大。而鋼鐵棧道之修養費，則甚少也。

§ 6—3. 木質棧道之兩種形式 木質棧道，主要形式有二：(一)木

樁棧道；(二)結構棧道。木樁埋在地下，易於枯朽，不易更換，其高度最大為 30 呎。結構棧道可達 100 呎以上之高度。其中枯朽桿條，易於更換，不礙行車。棧道分為二部，支持部分名為「道」或「排」，與承軌部分為「橋面系」橋面系對於二種棧道皆同，故不分述。茲將二種「道」之式樣，分別論之。

§ 6—4. 木樁棧道 每道木樁棧道，約有五六根樁深入地中，以供充足直向阻力，及橫向阻力。如棧道低，車運亦輕，四根即足。如高在 16 呎以上，且車輛機車皆重，則須五六樁也。

木樁之兩面，有斜向支撐釘在樁上。其截面面積常為 3 吋 × 10 吋，但軌道距地面在十一呎以內。則可不用支撐，自十一至十八呎，可用一對支撐。自十九至三十呎，可用兩對。其中之一對，水平置於頂木下十一呎六吋。名為圍條板。各道高木樁之間，與軌條平行方向，亦應加 6 吋 × 10 吋水平支撐聯接之。此外可用 3 吋 × 10 吋之交叉支撐，每間三孔用之。

此項木樁耐久性，比強度為重要，故多用浸煉木材也。

§ 6—5. 打樁方法及公式 打樁主要方法，約分四種：

(a) 重錘法 重錘 2000 至 3000 磅，由馬拉或用機械舉起至相當高度，將鉗口用細繩打開，重錘自由於兩旁導板內下落，打擊樁頂。

(b) 用起重機將重錘由繩繞圓筒舉起，機上圓筒，可由機關開放，使旋轉或停止之。當重錘下降時，連繩繞動圓筒，故每次打擊之實效略減，不能按垂錘之重與下落之高相乘之積計算。但重錘下降次數，可以較 (a) 為多，每分鐘約十二次至二十五次。

(c) 蒸汽打木樁機 錘約 3000 至 5000 磅，上下移動，約 36 吋至 40 吋。每分鐘可打 60 至 80 次。重錘多用蒸氣壓力舉起，而任其自下，此式名為單動作式，垂錘亦有用蒸氣壓力推下者，則錘之上下，皆用蒸氣。雙動作式可以增加力量及打擊之速度。打擊加快，則圍繞木樁之土，不得時間下沉，故比較效率大，阻力小，且錘下落三呎，比之錘下二十呎者，其毀壞樁頭之衝擊力，當較微小，而無危害。

(d) 水射法 水源充足之地，尤以沙土之區，多用二、三水管，射水於打樁處，以助打樁。人工抽水機或機械抽水機，皆可用之。水射管只二吋圓徑，壓力約每平方吋 200 磅，流量約每分鐘 250 至 500 加侖。

打擊太多，常將樁頭打裂，以至減少承重量。免去樁頭開花，可用鐵圈

套樁頭上，亦有常砍去其開花部分者。

打樁公式可以按下法求之：設  $R$  為木樁之阻力， $S$  為木樁最末次打擊下沉深度， $W$  重錘之重(磅或公斤)， $h$  為最末次重錘下落之高度(呎或公尺)。其大約關係可以如下：

$$R \times S = W \times h$$

$$R = \frac{Wh}{S}$$

此為各項合理公式之基本原理。“A. R. E. A.” 規定木樁打至最末五次之總入度，不過  $2\frac{1}{2}$  吋，當重錘 3000 磅下落 15 呎高時；“Engineering News”<sup>\*</sup> 公式為：

$$\text{安全載重} = \frac{2Wh}{S+1}$$

$W$  = 重錘之重(磅數)。

$h$  = 下落高度(呎數)。

$S$  = 最末次樁陷深度(吋數)。



此式係令安全載重，為總抗力之  $\frac{1}{6}$ ，並加一吋於最末次之樁陷  $S$  吋。消去每次打擊間，土沉之增加阻力。此式可由下式求得：

$$\frac{R \times (S \text{ 吋} + 1)}{12} = Wh$$

$$R = \frac{12 Wh}{S \text{ 吋} + 1}$$

$$\text{安全載重} = \frac{R}{6} = \frac{12 Wh}{6(S \text{ 吋} + 1)} = \frac{2 Wh}{S \text{ 吋} + 1}$$

如令  $W$  為噸數，則  $Wh$  為噸呎。求安全載重以噸計，則

$$P = \frac{2K}{S+1}$$

$P$  為木樁承重噸數， $K$  為最末次重錘能力噸呎數， $S$  為木樁下陷吋數。如  $W$  為二噸；

$h=15$  呎；

則  $K=30$  噸呎；

$S$  為二吋。

<sup>\*</sup> Engineering News 為美國「工程新聞」雜誌。

$$P = \frac{2 \times 30}{2+1} = 20 \text{ 噸也。}$$

如用公尺及公斤制，亦可求得公式如下：

$$R \times (Scm. + 2.54 \text{ cm.}) = W \text{ kg.} \times hm. \times 100.$$

$$\text{安全載重(公斤)} = \frac{100 W^{kg} h^m}{6(S+2.54)} = \frac{16.67 W h}{S+2.54}.$$

上式專用於自由下降重錘，如用蒸氣打樁機，則公式中之一吋改為 0.1 吋。蓋因打擊次數愈多，土質陷回機會愈少也。

精細工作，多打試驗樁於工作地點，求其實際載重。

§ 6—6. 樁尖及樁底 木樁多削成鈍尖頭式，如打到大石塊，則須加樁底。鑄鐵製成者有之，有四塊長條鐵片，由尖頂分出，各釘於木樁頂上。如第十六圖 (b)。另式為一圓底，中有螺釘釘入木樁內。如第十六圖 (a)。

§ 6—7. 打樁之應用原理 為美國鐵路工程師學會重訂者，茲略舉數則如下：

(1) 土質試鑽，或打試樁，對於設計及建造木樁基礎，實屬重要。

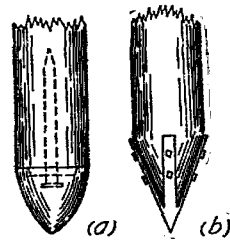
(2) 含沙土質，及含鵝卵石之硬土。用水射法皆較合宜。但水射管，不宜與木樁連接，宜分開用之。

(3) 用水射法時，宜用蒸氣錘或垂錘。水射法可免打擊木樁太多之害，並免開花。

(4) 蒸汽錘比垂錘有效，易得下陷深度。因打擊之間，費時較少，且震動亦輕。

(5) 如木樁遇硬石層，必須考查石層之厚度及承重量。

§ 6—8. 結構棧道 多用 20 呎至 30 呎高者。設計之不同，各路自定標準樣式及尺寸。底木常為 12 吋×12 吋，其長伸出兩端斜柱一呎。輕車及 B-45 機車荷重，而孔長 12 呎時，多用四柱。重車及 B-60 機車荷重，而孔長 16 呎時，則多用五六柱。如地基為單個混凝土墩，或連續混泥土地基。各柱皆用 1 吋×10 吋之長釘連接於地基中，以抵向上



第十六圖 樁尖與樁底

拉力。單層棧道可至 32 呎高，加用數對 3 吋×10 吋木板支撐。如再增高，即宜用多層結構棧道。

§ 6—9. 多層結構棧道之建築及跨度 每層高度多為 24 呎，底木既為 12 吋，則直柱之淨高，約為 23 呎，而兩旁斜柱，則當較長。

各排多不等高，並非皆為 24 呎之倍數。故必須將上端數層等高，將不等高部分，歸納下方，以資美觀。

跨度愈短，則棧道排數愈多。跨度愈長，則縱樑之強度須大。棧道愈高，則每排價值更大，而跨度亦應較長，故經濟跨度，須使二者之總值為最小也。

跨度多為 12 呎至 16 呎，排間距離亦為 12, 14, 或 16 呎。除在木樁棧道及曲線棧道，有用 11 呎 9 吋；13 呎 9 吋；或 15 呎 9 吋者。以免打樁之不準確，及曲線上外樑所須之增加長度也。

縱樑之長，宜跨兩孔。連接處宜錯列於各排頂木上。加緊螺栓後，可以互相繫緊。

求經濟跨度之公式，可按下法求得：

如求一數量  $Y$  之最小限時。可先求其第一次微分，令等於零。其全式可含數量  $x$  及  $\frac{1}{x}$ ，如

$$Y = a + bx + \frac{c}{x}。$$

當  $Y$  為最小；  $\frac{dy}{dx} = 0 = b - \frac{c}{x^2}$

或即  $bx = \frac{c}{x}。$

如兩端橋座之價相等。只求中間橋墩與橋樑之價值，命

$C$  = 每一橋墩之價。以元計。

$L$  = 全橋之長，即兩橋座間之距離。以呎計。

$l$  = 兩橋墩間之跨度。以呎計。

$$n = \text{孔數} = \frac{L}{l}。$$

$a$  = 鋼鐵每磅之價。以分計。



$$x = \text{常數, 如用 } E-50 \text{ 載重} \begin{cases} x=9 \text{ (架橋)} \\ x=13 \text{ (樑)} \\ x=15 \text{ (上行架橋)} \end{cases}$$

因每架橋之全重為  $W = xl^2$  磅，則全橋之價應為  $axl^2$ 。每呎之價，則為  $axl$  也。

$$\begin{aligned} \text{故總值 } Y &= \text{橋墩總值} + \text{架橋總值} \\ &= (n-1)(100C) + n \cdot axl^2 \\ &= \frac{L}{l} 100C - 100C + L \cdot axl \end{aligned}$$

如欲總值  $Y$  為最小，按以上理論。須令

$$\frac{L}{l} 100C = L \cdot axl$$

$$\text{或 } 100C = xal^2$$

$$\text{即 } l^2 = \frac{100C}{ax}$$

$$\text{或 } l = \sqrt{\frac{100C}{ax}} \text{ 以呎計。}$$

如令  $A = 1,000$  元， $l$  按公尺計，則上式可化為

$$3.28 \times l^m = \sqrt{\frac{100A}{ax}}$$

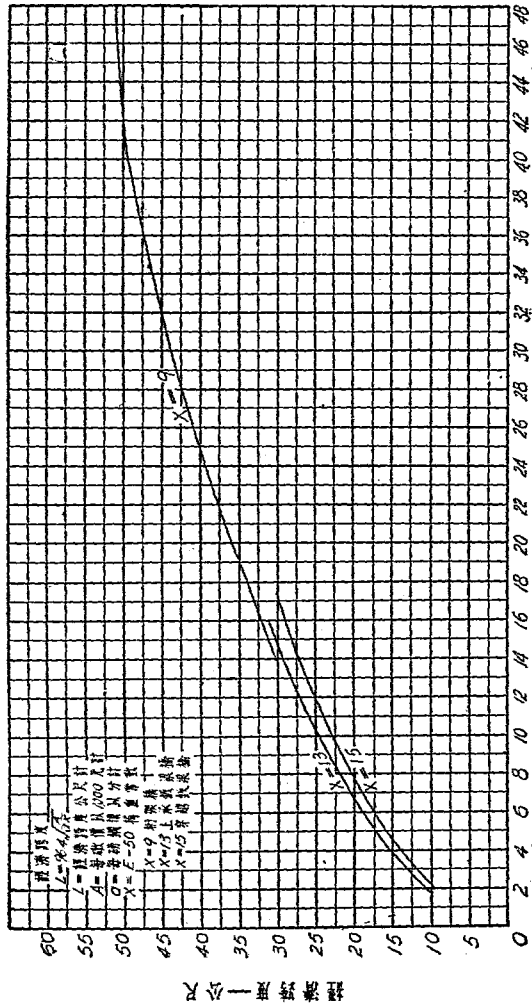
則  $l^m = 96.4 \sqrt{\frac{A}{ax}}$  也。杭江鐵路，曾將此式製成圖式。如

第十七圖。

#### § 6—10. 基礎

(a) 木樁 木樁基礎，多用於軟土，充暫時建築，價賤易造，求從速通車時多用之。但木樁易於腐朽，倘加浸煉，則較持久而價高，不如用石工基礎也。每直柱及斜柱下，皆打一樁。如第十八圖 (a) 木樁；底木；直柱及支撐間。皆用螺旋栓及平頭栓連接之。

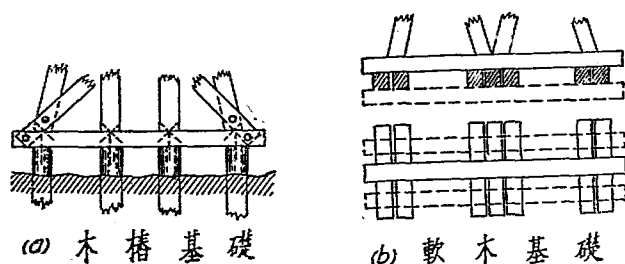
(b) 軟木製基架 此架係用 12 吋 × 12 吋 × 6 呎之木塊七塊，置於每排底木下。如土太軟，再加 12 吋 × 12 吋底木長之木塊兩塊，置於八塊



墩價 \$ 1,000,  
 第十七圖 杭江鐵路橋梁之經濟跨距圖

短木下，加強抵力。此式只可用之於輕運支線上，而非永久建築也。如第十八圖(b)。

(c) 石工基礎 石工最耐久，價較貴。分混凝土及石工二種。有每直



第十八圖

柱下，分設基礎者。及用連續石工基礎者，視地基之情形定之。

§ 6—11. 縱向支撐 各排棧道間，加用縱向支撐，可以增加全體縱向強度，及減短直柱之柱長。支撐分水平連桿，及斜向支撐二種。其尺寸多為 3 吋×10 吋，中間直柱多用 6 吋×10 吋木板連接之。

§ 6—12. 橋座 如在產石之區，棧道基礎多用石工，則橋座亦多用石工者。

另法即製一木樁排，後面加三吋厚木板，以阻填土。故此式最宜用於山坡之天然土面，距棧道頂木下不多，填土之壓力，可以較小，如第十九圖 (a)。

### (乙)橋面系。

§ 6—13. 縱樑 每一軌條之下，普通多用二、三縱樑，用木片或鋸圈間隔，以螺栓連合之。樑長常等於跨度之兩倍，並使連接處錯列於各排上。樑與頂木之連接，係用 22 吋至 24 吋長之長栓。

縱樑愈高，則抵抗橫向應力加大。理論言之，高窄之樑，應比同面積寬矮之樑為強。但窄樑在頂木上之被壓面積則較小，故與木紋成正交方向之單位應力，或有過多之虞。此外樑端剪力亦須考查。常用尺寸，約為 8 吋×16 吋 或 9 吋×18 吋。

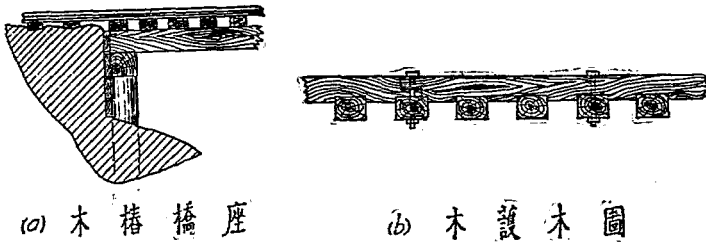
近來有用鋼樑代木樑者。但在頂木上之承重面積必須計算，以便加重鐵於樑下，以免頂木紋為鋼樑切斷。

§ 6—14. 肱木與護木 肱木為樑下頂木上之木塊，常為 10 吋×12 吋×3 呎至 6 呎長。長與樑同向排置，初意用以增加頂木上之承樑面積，後因連接法，不易穩固，近今多避用之。

護木 置於枕木兩端，常用 6 吋×8 吋木條，與軌條平行。底面與每

枕木相交處，挖一吋深槽，將枕木間隔固定。以免車隊出軌時，枕木爲輪沿擠開。實爲木橋上軌條外之外護木也。如第十九圖 (b)。此外軌條內，尚有內鋼護軌，置於尋常軌條以內 10 吋。在橋上係平行於軌條，過橋端後，則兩護軌併成尖形，距橋之兩端各 50 呎處。

木橋上之枕木尺寸，常爲 8 吋 × 8 吋 × 10 呎長。枕木中心距離，約爲 12 吋。



(a) 木 橋 橋 座

(b) 木 護 木 圖

第 十 九 圖

§ 6—15. 曲線棧道外軌超高法 棧道上應避免曲線，尤以棧道太高，更覺困難。如非用不可，則須考慮兩種情形。(一)列車行動時，棧道超高，則無撓曲縱樑之害。倘列車停止棧道上，縱樑必受外力。(二)如直柱與縱樑皆係直立，而棧道並不超高，則列車行動時，車重與離心力之合力，必致撓折縱樑等。故尋常多用超高法，按列車在棧道上，皆係行動於相當速度也。其法如下：

(a) 將外柱加高，使頂木傾斜，而柱軸仍垂直。

b 將頂木切去一部，使橫樑不等高，此法易使頂木不強，並須砍去枕木底或樑頂成斜面，方可相合。

(c) 加置楔木於枕木下，每枕木上，須用二三楔木，故長曲線上用量過多，且增加養路工費。

(d) 加置楔木於外軌下面，在每枕木之上。

(e) 用不等高之眩木。

(f) 將每排結構棧道，全體猶置於基礎上，基礎爲斜坡面，須堅固與底木結固，以免下滑，因磨擦係數必甚小也。

(g) 將外柱加長。此法與 (a) 相同，但柱軸爲傾斜，而排垂直，且底木爲水平也。

§ 6—16. 防火設備 木製棧道，常因機車經過，發生火險。故可在橫樑及頂木面上，安置鐵片，減少機會。並在鄰近，多設水桶。如棧道太長，則每二三百呎，須備水桶臺，以便由工人常常存水。此項水桶臺，多由延伸數根棧道枕木之長（四呎），圍以鐵欄，即可放水桶，並可用作避險所。

§ 6—17. 木料尺寸及分等級 木材之長，多成整呎數。其標準尺寸，常由木材公司規定。按其質料之不同，分為（a）細密精選；（b）選擇；（c）細密普通及（d）普通四種。

木料之強度，及其所用工作應力之大小，視乎風候程度，安放位置，地點乾濕及其種類而各不同。木料應力試驗，極為重要。主要者為撓折應力；剪力；柱壓應力及橫壓力。

（丙）木質棧道之設計。

§ 6—18. 普通實用情形 多數棧道，皆無理論之設計，全持經驗及習慣，選用合宜尺寸。雖無折毀，但費料甚多。棧道之高及排孔，雖有不同。而直柱；頂木；及底木皆用一致尺寸。此法對修理工作則較方便。因同樣尺寸之木材，存儲較多而易購買也。且遇水患，火險，則一致尺寸之木料，易於立時聚集。

§ 6—19. 所須強度之各原素

（a）縱樑須受撓折（樑）應力，剪力，及橫壓力。故設計時，皆須計算其所用尺寸能足用否。安全率較大，為 6 至 8。

（b）頂木及底木，皆受橫壓力甚大。亟宜計算其是否逾限，安全率較小，為 3 至 5。

（c）直柱必須按長柱應力計算，安全率亦為 6 至 8。

（d）支撐多不設計。可用經驗上所用尺寸。

§ 6—20. 荷重 荷重分活重及靜重兩種。活重為機車輪重，現今按『古伯氏 E-45』或中華二十級計算。每軸重為 45,000 磅。故如設計，按一邊軌條計算，則可以每輪重 22,500 磅計。以四個主動輪，相距各為五呎，求其在縱樑上所得之最大撓矩及剪力，各有相當位置。靜重則以鋼軌、枕木、內護軌、外護木及縱樑自身之重合計之，得每一邊縱樑上所受每呎長之重。鋼軌枕木等，常按每呎長 216 磅計。而縱樑之重，則可估計須用若干尺寸之樑，如三根 9 吋×16 吋之類。既定何種木料，則每一立方呎或立方公尺之重，如每立方呎 38 磅等，即可得知。如樑孔為 14 呎，則三根

橫樑之全重，爲  $\frac{3 \times 9 \text{ 吋} \times 16 \text{ 吋}}{12 \times 12} \times 38 \text{ 磅} = 114 \text{ 磅/每呎長}$ 。故全 14 呎

長之靜重，爲  $14(216 + 114) = 4620 \text{ 磅}$ 。

§ 6—21. 縱樑之設計

(a) 活靜重之撓矩以中心爲大。靜重之撓矩，可按十四呎樑孔計爲：

$$\text{靜重撓矩} = \frac{w^2}{8} = \frac{(216 + 114) \times 14 \times 14 \times 12}{8} = 97,020 \text{ 吋磅。}$$

活重可得最大撓矩之位置，須置一輪，在樑之中央。則十四呎孔之樑，其位置爲中心兩邊各五呎，另有一輪重。則兩端之分力爲：

$$\frac{22500(2+7+12)}{14 \text{ 呎}} = 33750 \text{ 磅。}$$

中心之撓矩，爲  $33750 \times 7 \text{ 呎} - 22500 \times 5 \text{ 呎}$

$$= 123,750 \text{ 呎磅} = 123750 \times 12$$

$$= 1,485,000 \text{ 吋磅。}$$

活靜重合計之爲 1,582,020 吋磅也。

試驗所估之尺寸，對撓矩足用否，須將此撓矩，等於橫樑之抵抗撓矩  $\frac{1}{8} Rbh^2$ 。式中  $R$  爲木材之工作應力， $b$  爲樑寬， $h$  爲樑高，

$$\text{故} \quad 1,582,020 = \frac{1}{8} R \times 3 \times 9 \times 16^2$$

$$\therefore \quad R = 1373 \text{ 磅/平方吋。}$$

此數須比所用木材之工作撓度應力爲小，則可不必重算，否則須再設計也。

(b) 最大切力輪重之位置，按美國鐵路工程師學會之規定，爲將一輪置於距樑端  $3 \times h$  處， $h$  爲樑高。故  $3 \times 16 \text{ 吋} = 48 \text{ 吋} = 4 \text{ 呎}$ 。如按此法位置各輪，則第一輪在距左端四呎，第三輪恰在右端上。故左端之切力  $R_A = \frac{22500 \times (5+10)}{14} = 24100 \text{ 磅}$ 。靜重左端之抵抗力爲 2,320 磅。合計之等於 26,420 磅。卽樑之最大切力也。

$$\text{故按} \quad \frac{3}{2} \times \frac{26420}{3 \times 9 \times 16} = \frac{26420}{288} = 92 \text{ 磅/平方吋。}$$

此數比較工作允許切力，按兩種木材 105 及 128 之數爲小，故亦不

致失敗。

(c)縱樑與頂木接觸之面積，以三根樑及頂木之寬為 12 吋計，可得  $3 \times 12 \text{ 吋} \times 9 \text{ 吋} = 324 \text{ 平方吋}$ 。

每一排所受最大之活靜重，須將四個輪重，按排相對安放，頂木為中心，左右相距二呎半處，各置一輪。每邊各過五呎，再置一輪。故每排左右兩邊之活重，分在

$$\text{每一頂木上最大之活重} = \frac{22500(6.5+11.5)}{14} \times 2 = 57,857 \text{ 磅。}$$

加每一頂木上之靜重 = 4,620 磅，合計之為 62477 磅。以 324 平方吋除此數，則得  $\frac{62477}{324} = 193 \text{ 磅/平方吋}$ 。此數比木料之橫紋壓力工作應力為小即可。

現今機車與車輛加重，木質橫樑，極少大於 18 呎者。故已不足支持太重列車。木質棧道只可用於輕運路線，或暫時提早通車，運務加多，車輛加重，皆以更換鋼樑為是也。

§ 6—22. 直柱之設計 直柱除柱形應力須考察外，尤以對於頂木底木之橫紋壓力為重要。每排有四柱或五六柱者。其頂木，底木之寬，既為 12 吋。則直柱之寬或直徑亦可用 12 吋，以便兩面易釘支撐。柱形所用直紋壓力工作應力，須視  $\frac{L}{D}$  之比數而定。L 為柱高，D 為柱之最小邊長或直徑。柱形應力之計算，常按短柱形應力，乘以  $\left(1 - \frac{L}{30D}\right)$ 。此數均經按  $\frac{L}{D}$  之比，計算成表。故如柱長為 12 呎，而柱為 1 呎 × 1 呎之剖面，則  $\frac{L}{D} = \frac{12 \text{ 呎}}{1 \text{ 呎}} = 12$ ；如查表知某木材之柱式壓力應力為 1000 磅/平方吋，則每一柱之支持力，即可有  $1000 \times 12 \text{ 吋} \times 12 \text{ 吋} = 144,000 \text{ 磅}$ 。此數實較全排頂木，所受兩軌之全重  $2 \times 62,477 = 124,954 \text{ 磅}$  為多。故 12 吋 × 12 吋之直柱，必可抵抗直紋壓力。其所以多用木材之故，實因須視各柱對於頂木，底木間之橫紋壓力面積足用否耳。

§ 6—23. 頂木底木之設計 頂木，底木之寬，既定為 12 吋，則用直柱之多少，可以抵住全頂木上之重，須視橫紋壓力面積，是否足用決定之。此例已設每排頂木上，所受兩軌之活靜重為  $2 \times 62,477 = 124,954 \text{ 磅}$ 。今設用四直柱，各為 12 吋 × 12 吋。

$$\text{則} \quad \frac{124,954}{4 \times 12 \times 12} = 215 \text{ 磅/平方吋。}$$

此數如較所用木料之橫紋工作壓力為小(250 磅/平方吋),則可按四柱用之。如此數大過 250,則可用五根直柱。或將直柱之橫剖面積增加,而不加直柱之數目。故直柱大小及數目之決定,非以直柱之設計為管束,而以橫紋壓力,對於頂木,底木之面積足用否為決定也。

關於支撐之尺寸,多不設計。常用標準經驗尺寸,即可安全。其主要應力,多為抵抗假設之風力。

### 習 題

6-1. 設用重 1,400 公斤之落錘,打一木樁,其最末次下降數為 6.7 公尺;如最後五次繼續打擊之下沈為 50 公分。試求此木樁之安全承重量(公斤)。

C-2. 設用蒸汽打樁機打木樁,直至能指示承重量 18,000 公斤為止;落錘重 2,700 公斤,下降數為 76 公分,試求最後打擊之下沈為若干公分。

6-3. 已知下列各項:

木料種類: 網密精選南方松木 (Dense Select Southern Pine)。

重量: 每立方公尺 610 公斤。

靜重(鋼軌,枕木等 每公尺長 320 公斤。

- |      |   |                                |
|------|---|--------------------------------|
| 工作應力 | } | 1. 撓矩 (Bending): 每平方公分 112 公斤。 |
|      |   | 2. 切應力 (Shear): 每平方公分 9.5 公斤。  |
|      |   | 3. 壓應力(橫紋): 每平方公分 28 公斤。       |
|      |   | 4. 壓應力(順紋): 每平方公分 84 公斤。       |

試設計一木棧道之橫樑(或稱縱樑),頂木,底木及木柱。跨度為五公尺,設計所用活荷重為中華二十級(C-20),即四個主動輪重各 20 公噸,各輪中心距離為 1.5 公尺。



## 第七章 隧道(或名山洞)

### (甲)測量

§ 7—1. 地面測量 隧道多由兩端向內挖掘，或自中間，用一、二直井。須有精確表面測量，以定隧道之兩端。且在建築隧道之區，地形多斜峻不平，必須用精確方法，以免不確之弊。在地面上，須測定隧道中線，每點即垂直於中心線上。隧道多為直線，絕少曲線，因加曲線，價值必增。

隧道兩端，須用精確儀器測定。其兩端高程差，亦須詳細測定。在高山之地，水準測量須往返測量數次，使諒必誤差為極小。

兩端之準確水平距離，亦須測定。多量斜坡長於兩點間，再定高程差，求其水平距離。此法較直接垂球量水平距離法為準，因不易將鋼尺拉直水平，如用短距離分量，則次數愈多，誤差愈多，且垂球之搖擺，次數愈多，亦易加多誤差。

§ 7—2. 直井測量 隧道太長，須由中部設井，則可自井底向兩端對鑿，再在井底與兩端間相遇，故在井底，必須預知由山洞之兩端，至井底之高程差，距離及方向。

高程常由上面用鋼尺向下量至井底，比較簡單。量的次數愈少，則可增加結果之精確，因接頭之差誤可免，水平距離，則用重垂球及鋼絲懸之，傳至井底。井之圓徑甚小，三公尺至五公尺，故欲在井底延長一線(數百公尺長)。用二公尺至三公尺間距之兩點為根據，欲求準確，頗屬不易。其詳細測法如下：

橫越井口上部，橫置支樑兩根，用經緯儀測立隧道中線，安置兩細鐵絲於中線之兩邊，相距約一公厘至二公厘。再由中線與兩橫樑相交之處，各懸掛一重錘，約七公斤至井底。並在井底，設水桶二個，置重錘其中，以免搖動；有時加木筒繞圍懸絲，以阻井內之風，而免懸線搖動。在井底須設橫木洞頂處，將兩細絲之平均位置測定，記於橫木上，再用短細絲由此二定點掛起，立經緯儀於井底，試將其視線納入此二細絲所連之線中，以便在井底，往兩端延長中線。

§ 7—3. 地下測量 測量標誌，常安設於木架上，但因四周土質下陷，常不可靠，又不宜置於洞底，因易被移動，及為他物掩蓋；常打眼於洞頂，加木塞後，置鐵鉤於中線上。有時亦被移動，如隧道直而不長，則可置定中線點於洞外，不易被擾動之處。

在隧道內測量，望遠鏡內之縱橫絲及目的物，皆須設法照亮，多以油燈及手電燈充之，垂球線上，置一附狹長孔之銅板，以燈照之，則易顯明垂球線也。

山洞內建築工作及轟炸工作進行之時，測量工作易被擾動，無法進行，故多於夜間測量，以免與開洞工作同時也。

### (乙)設計

§ 7—1. 橫剖面 普通隧道之橫剖面式樣，各自不同。但單軌隧道，上部多為半圓形。兩邊牆為垂直或向外少傾。洞底為平底或為弧形。各類式樣，多視所遇土質而異，每一長洞內，常有用數種橫剖面者。在堅固石層中，不必用砌衣。轟炸之後，所留剖面，常為不規則的，但能容下所須要之最小淨空即可。如第二十圖。為我國國有鐵路單雙線隧道之最小淨空。在雙線隧道內，頂部常為一複式曲線，兩軌中心距，仍為十三呎，或四公尺。

如洞內有彎道，則橫剖面須加寬。此項加寬，須視車輛所用長度，車寬高及輪架中心距離，而計算之。如第二十一圖 (a) 中之輪架中心  $O$  及  $O'$  為 60 呎；車輛長為 80 呎；寬為 14 呎；車輛之中心線向內加增  $dc$  寬。 $dc = R \text{ vers } \beta$ 。

$$\text{而} \quad \sin \beta = \frac{oe}{R} = \frac{30'}{R}, \quad \text{如 } D=6^\circ \quad \therefore \beta = 1^\circ 47' 58''$$

及  $dc = R \text{ vers } \beta = 0.4711 \text{ 呎} = 5.6 \text{ 吋}$ ，此為向圓心裏面增加寬度數。

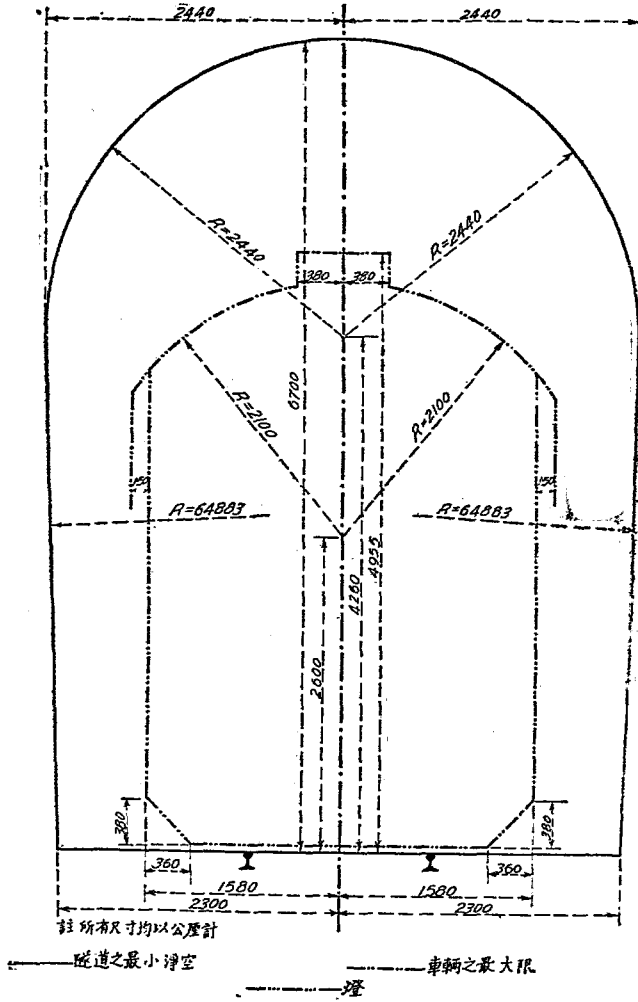
車輛之外隅“ $a$ ”〔第二十一圖 (a)〕，伸出於中線外之多餘寬度，可按下式求之。在“ $f$ ”處，為  $ac - (R + 7')$ 。

$$\text{而} \quad ac = \frac{R+7}{\cos a}; \quad \tan a = \frac{40'}{R+7'}$$

故  $a$  可由上式計算出之。  $a = 2^\circ 22' 41''$ 。

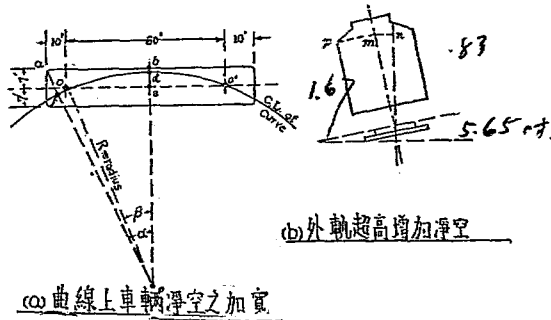
$$\text{則} \quad ac = 963.20$$

$$\begin{aligned} \text{向外增加寬度} &= 963.20 - (R + 7') = 963.20 - 962.37 = 0.83 \text{ 呎} \\ &= \underline{\underline{10.0 \text{ 吋}}} \end{aligned}$$



第二十圖(a) 單線隧道之最小淨空



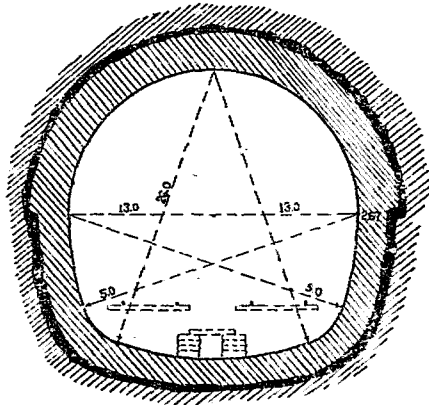


第二十一圖

此外因設置溝渠於兩軌間，以利排水，亦須加寬橫剖面，如第二十二圖所示。爲一鋼筋混凝土之暗渠，砌衣皆爲混凝土所製成者。

§ 7—5. 坡度 隧道內至少須有百分之 0.2 坡度，以利排水。如在山巔，則坡度必須近平。其真正之巔頂，不在洞之中央，而在一端。如隧道在一長峻坡上，則亦須將洞內坡度減低，蓋因洞內增加空氣阻力，及軌條潮濕之故；洞內行車，不易牽拉，以致太慢。危害旅客機車夫。如在洞內用最大坡度，則洞內阻力加大，可使列車在洞內停駛。危險特甚。

§ 7—6. 砌衣或填砌 各種石質及土質，當起始露面時，尚可自行



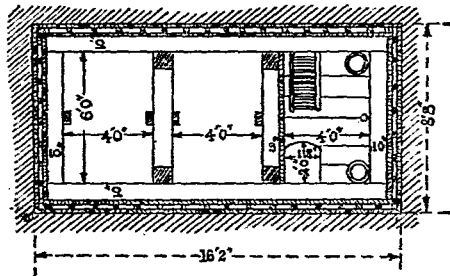
第二十二圖 隧道橫剖面圖

支持，不必用木架支撐，但漸漸分解甚速，以致必須加砌衣於隧道頂，邊及底部。此項砌衣，雖有用木架者，但多為暫時建築，及用之充模架耳。

鋼磚亦甚可用，加混凝土漿砌之，價既廉且易工作。大石塊則工價太貴，多用於洞門處。最好材料，當屬混凝土。多用特別模架，可以移動，簡省工作。有時亦用鑄鐵，多在水底用之，如河底挖隧道之類。挖掘大小，須以砌衣之外邊為限，砌衣外邊之空隙，皆應以混凝土填滿之，其法多由預留砌衣中之小管，將混凝土漿，用壓力每方吋 30 至 60 磅，灌入空隙中。則砌衣上之壓力，可以一致。並可減少周圍土質之將來下沉。此項工程，名為灰漿填隙法。

§ 7—7. 直井及溝渠 直井橫剖面之式樣，有方形；長方形；橢圓及全圓之別。以用長方形者較多，其長軸與隧道方向平行。

普通言之，直井直接居隧道之中心線上。故頂部砌衣，與直井中之砌衣須謀連接，工程較費。故可自隧道邊部，下沉直井；再由直邊打入洞內，如第二十三圖中所示。即為一長方形直井之橫剖面。



第二十三圖 直井之橫剖面圖

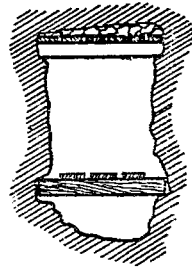
直井向岩開口，以便通風。故多將井內加砌衣。但實際直井，不但不能通風，且足阻止通風之速度。因井之下端，與洞頂連接處，易生逆流，以阻空氣出路。近今於直井工作完畢後，即將井口完全封閉，亦可不用砌衣。且有直井，則自井邊下聚之水較多，故用直井之隧道，其橫剖面中，必須設備較大之排水溝渠。

洞內溝渠，專為排洩洞中所遇土層之水脈或泉水。自頂部；邊牆流下者較多。如用直井，則水量亦較大。溝渠有用明溝，置於軌道之兩邊者。但在雙軌山洞中，則用一較大之暗渠，置於兩軌之中央。山中水流，多順砌衣

之外邊下流，經過邊牆之小孔，流至邊溝。

### (丙) 隧道建築

§ 7—8. 導坑 開挖隧道之方法，全賴土石質料自身支撐之力，於開始挖空之時。繼用木架及支托板，將露出面積支住，全橫剖面之開挖，皆自開一導坑始。此坑常在全剖面前約五公尺先行開挖，導坑之位置，以在山洞頂部或底部為多，如遇石質可以自承，則轟炸後，不必多費支撐木架。如係軟土，流沙，則導坑挖掘後，必須多用木架支撐。且當導坑面積漸漸增大時，須用支撐木架，木柱及支托板。皆須向外延長或更換，直至全橫剖面挖掘完畢為止。隧道底部之導坑，常可利用為運料及加速開挖。最簡單之導坑支架，如第二十四圖。係用橫木樑，置於洞頂下邊牆之挖槽中。每間三公尺一樑，以便置支托板於樑上。支撐上面土石質料，以免下陷。導坑下方，亦置橫樑，支住縱向地板，以便行料車於其上，板下空隙，留之排水，邊柱及底木於必要時，亦須加用，而成木架結構。倘壓力增加，正可增加結構之

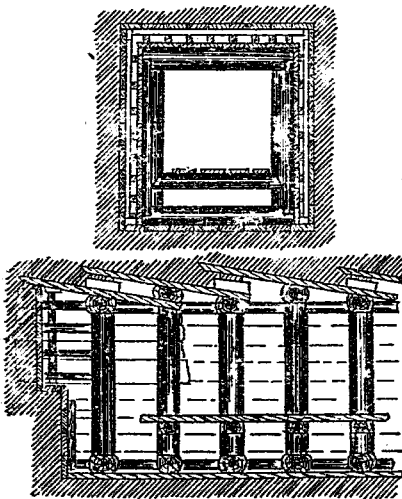


第二十四圖 導坑圖

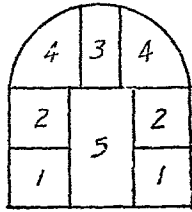
穩固，如第二十五圖。

開鑿導坑之方法，因地勢，地質之不同，各國不同，如第二十六圖所示。為各國慣用施工先後之程序，以數目字表示之。英、奧、美三國，先開鑿全橫剖面，再造石工砌衣。其不同處，在木架設計之不同耳。比、法兩國，皆先開挖上部拱形頂蓋，以木架支住，再挖中部，漸及兩邊。法、德兩國，皆留中部最後開挖，故工人多在極小空間中工作，諸多不便。

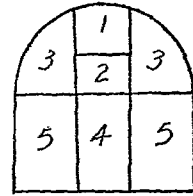
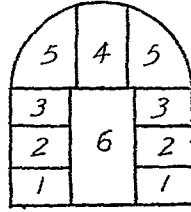
今“A. R. E. A.”介紹開鑿方法，先專開通導坑，再行



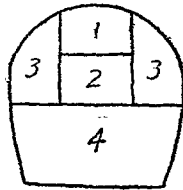
第二十五圖 導坑木架圖



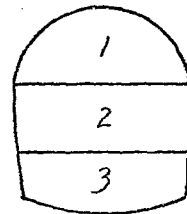
德 國



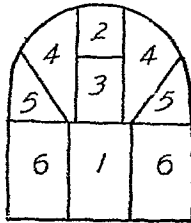
比 國



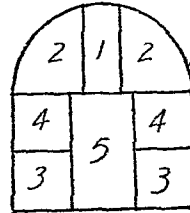
美 國



英 國



奧 國



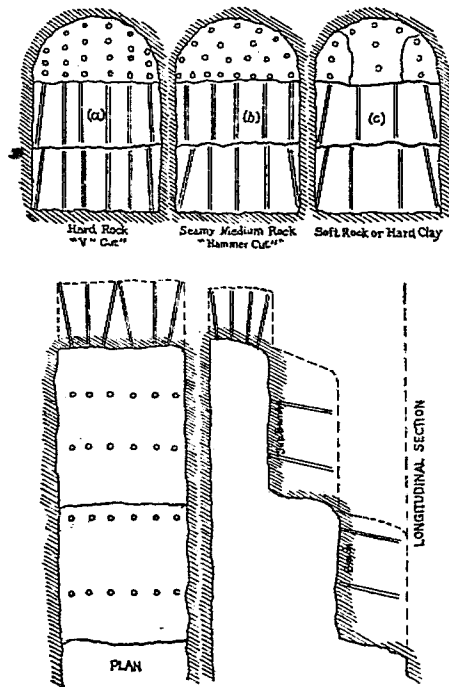
法 國

第二十六圖 英美法各國隧道施工之程序圖

漸次增大。此法雖較經濟，但較費時間耳。如土質須要支撐，導坑多在上方開挖，先打兩行炮眼，每行四眼，約八呎長，眼底漸漸相接，成“V”形狀。

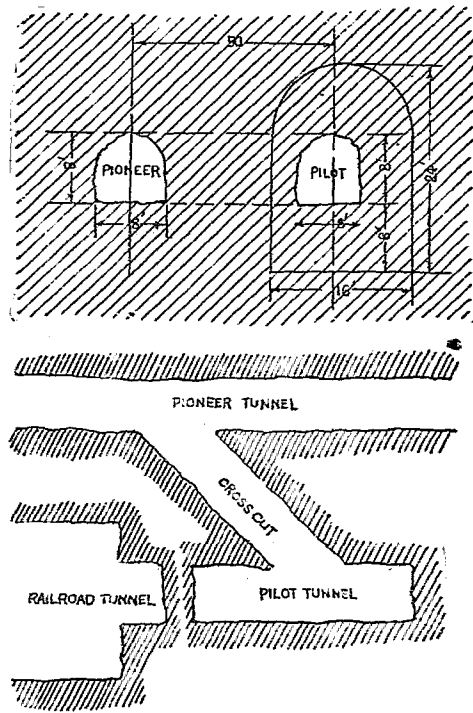


先行點火轟炸。如第二十七圖(a)及平面圖是。次則漸及外邊各行，依次點火炸開，導坑後之中層平臺上，先穿直眼六排，中排先炸，次及外排，最後再炸底層平臺，如洞底質料，不須木架支撐，則可在底部先開導坑，上部既鬆，土質可藉重力下降，亦有同時開兩邊導坑者，如第二十七圖(c)是。



第二十七圖 鑽眼方法

如欲加速導坑進行工作，可用先鋒隧道及領港隧道，如第二十八圖。由先鋒隧道經一捷徑，或名橫導坑，可達領港隧道，而進行開鑿導坑工作，可自多方向轟炸導坑。且在導坑工作之工人，可以不與從事平臺工作之工人，往來擁擠。轟炸各部，可以同時舉行，不相侵害。故開挖導坑工作，速度增加。



第二十八圖 先鋒及領港隧道圖

§ 7—9. 洞門開鑿 普通居隧道前後兩端之地勢，皆有多少開鑿，在洞門處，拱形上之土石層，幾等於零。如遇軟土，尤須設法支撐木架，方可穩固。如第二十九圖中，堆積石塊於木架上，一可增強木架之穩定，並可阻止上面土石下降，傾落洞口。另法，亦可開鑿暫時直井於近洞門處，立即增大，至隧道全橫剖面。並造石工砌衣，向洞門前進工作。避免土石下滑之危險；但此法較費，多用於極鬆軟土質之地。

§ 7—10. 隧道通風法 當隧道建築工作進行時，必須預設通風方法。若鑿岩石用炸藥轟解，尤須通風。其法有二：

(1) 充實法 將新鮮空氣，由導坑打入，故可擠出污濁空氣。自用壓氣鑽機以來，亦可供給新鮮空氣，且受壓空氣驟然膨脹，溫度降低，可免洞

內酷熱。

(2) 真空法 將污濁空氣，自一處用真空吸出。則新鮮空氣，即由入口處擁入洞內。如用直井通風，則須設備機動風扇以助通風，而免逆流之阻礙。

隧道既成，如用蒸氣機車，除短隧道外，亦須用機動風扇通風。有時將空氣流向，順列車方向打入，速度極大。可將煙氣，衝至機車之前。亦有將空氣流向，反列車方向打入，容量及速度。皆足使煙氣完全稀薄，不復爲害。並可在下次列車開進隧道之前，洞內可以清淨。利用直井，爲通風樓。如平綏路八達嶺隧道是，上加覆蓋，加設窗口，以利通風，而免雨水侵入。

#### § 7—11. 隧道與開塹之比較

隧道之利甚少，但有時因地勢及經濟關係，隧道比開塹爲優。雖二者價值相等，亦有宜用隧道者。

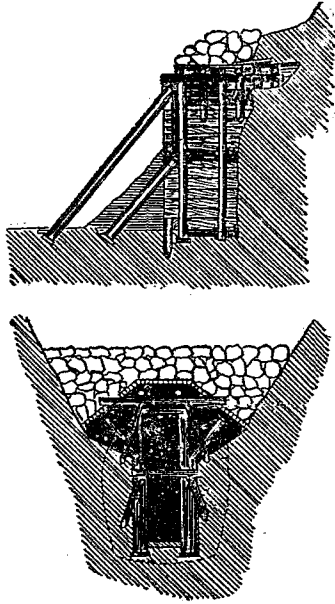
(1) 土質極易崩滑，如用開塹，則兩邊土滑之害甚大，養路費高，故用隧道。

(2) 山巔冰川雪崩之處，如用開塹，則掃除積雪，費用太大。且防害通車，故以用隧道爲宜。

(3) 如地價太貴，則用隧道，穿行存在貴重房屋之下。如路線經越城市，亦多按開塹建築，然後再加拱形蓋頂。

隧道之害，及其不經濟之處，約列數則如下：

- (1) 隧道黑暗，機車夫自信力較低，旅客亦不舒適。
- (2) 隧道內如遇出軌，必成重大災害及損失。
- (3) 長隧道內之酷熱，必須通風設備完全，故費用加多。
- (4) 隧道內軌條潮濕，易生滑輪，用沙較多。
- (5) 排水困難，養路較難。



第二十九圖 洞門木架圖

(6) 隧道內之坡度，更改困難。故常為行車之限制坡度，且限制速度，亦屬必要。

(7) 隧道內不能用助動機車行車。因煙氣加多，且第一機車之煙氣，危害及第二機車之火夫，使其無法工作。

(8) 養路工人，常生危險。故長洞內，皆設避險洞。如砌衣不足，常有土石下陷之危險。

§ 7—12. 隧道之價值 隧道之價值，視經過土質之情形，須用木架木料之多少，橫剖面之大小，及當時工資料價而定之。經過土質，常分為硬石，鬆石，及軟土三種。其單價分為開鑿費及石工費，每立方公尺長若干元。並分單軌雙軌之別。

茲將隴海路潼關穿城隧道之工款估算。及土石方數量與單價。列表如下：(如第六表)

第六表 隧道工款估算表

	數量 (立方公尺)	路局估價		包工開價	
		單價	總價	單價	總價
1. 山洞內挖土	43500	2.00 元	87,000 元	1.90 元	82,650 元
2. 通風井內挖土(甲)	300	4.00 元	1,200 元	4.50 元	1,350 元
3. 通風井內挖土(乙)	240	3.00 元	720 元	3.50 元	840 元
4. 洋灰磚砌拱頂	3350	19.80 元	66,330 元	18.80 元	62,980 元
5. D號三合土	7580	13.80 元	104,604 元	13.20 元	100,056 元
6. 山洞內砌工加價	10930	1.80 元	19,674 元	1.20 元	14,209 元
7. C號三合土	300	12.00 元	3,600 元	11.40 元	3,420 元
8. 拱形木板	1800	2.00 元	17,600 元	1.80 元	15,840 元
9. 每方三合土石子運一千公尺加價	11230	0.60 元	6,738 元	0.60 元	6,738 元
10. 每方三合土沙子運一千公尺加價	5615	0.60 元	3,369 元	0.60 元	3,369 元
總計			310,835 元		282,452 元

尚須各加意外費，約為總數之百分之十。故隧道建築費，路局估價為 342,000 元。包工開價 322,000 元。此隧道全長 1030 公尺。故每公尺之造價約為 298 元也。下列數則，關於造價，可以公用。

(1) 開鑿硬石,每立方公尺之工價,在雙軌隧道比單軌隧道為賤;此因導坑既成,增大剖面之便利較多。

(2) 鬆石之開鑿費,每立方公尺價,比硬石為少。但雙軌隧道,每立方公尺費,比單軌為高。蓋因雙軌,須用較多木料。

(3) 在軟土中,每立方公尺開挖費,無論雙軌單軌,皆比鬆石為貴。亦因軟土,須用多量木料支撐。

(4) 在軟土隧道,每公尺之總價,約比硬石隧道之總價,高出一倍。此因木料增加,砌衣面積較多,及砌衣本身之多費。三者硬石隧道,皆可不用。

### 習 題

7-1. 按第二十圖(a)單軌隧道淨空圖及下列記載:

車輛長=20 公尺,

輪架中心距=14 公尺,

軌距=1435 公厘,

曲度=5°(20 公尺段),

超高度(按每小時五十公里)=123 公厘,

計算: (a) 剖面外邊加寬數,

(b) 剖面內邊加寬數,

(c) 因超高車輛內傾加寬數,

(d) 全剖面總加寬數。

## 第八章 副路,車場及終站

### (甲)副路

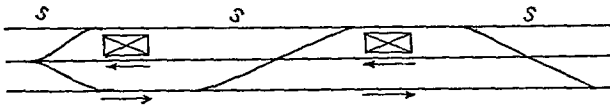
§ 8-1. 副路之分類 車站內及站外附近之軌路,有正路、副路之別。正路可直通來往列車,副路則分下列數種:

(a) 在車站附近,以便存放車輛於站臺旁及工廠旁者。如分歧路;裝貨路等。

(b) 在車站附近,專為避車,讓車用者。

(c) 在兩車站間,為避車;讓車而設者。

副路在車站之位置,視該地之地勢,情形及路線之方向而定。如只一種站房,則與副路之位置,以能避免客貨過軌,及得正路全景為要點。同時亦須注意列車及車輛運轉之經濟。第三十圖,為一小車站之佈置。過軌及取尖之弊可免,但貨運甚感困難。



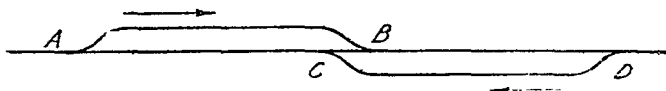
第三十圖 車站佈置圖

第三十圖之佈置,對於停留及離開車站之車輛較易運轉,雖在兩軌,皆有取尖平行聯絡軌路,但不為害。兩向正路,宜分設客運站臺,並用天橋或地道連通,以免經過正路軌道,貨運較多,即宜分設客運,貨運站臺。

第三十圖中之副路,宜比正路軌道較低,以免車輛被風吹動,或推入正路軌道,發生危險。如不可能,則一端通行軌路 S,可將外端深埋沙堆,其通正路之轉轍,正常位置,可置諸不用。且此種軌路之坡度,宜向外端少傾,蓋可免所存車輛,侵入正軌之危險。

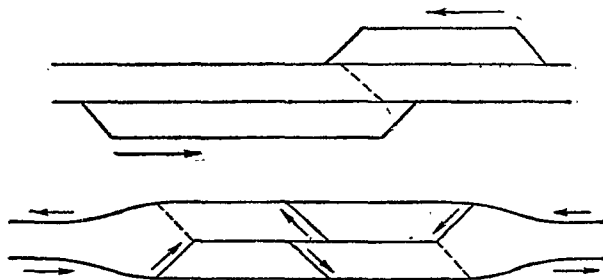
單線鐵路在車站內,應有避車,讓車副路之設,其長度須可容二列車至四列車,在小坡度之路,一列車之長,有達三百五十公尺者。雙副路之佈置,每副路能容一列車,較之單副路,能容二列車者,運轉較便。如第三十

一圖所示。兩車相遇，一取副路，一經正路，如尚有第三列車，須經正路，則先二列車，可各取一副路。雖多設轉轍兩具，但可任取副路之二列車，在副路上緩行不停。正路無車之時，則可各取正路前進矣。故  $B, C$  (第三十一圖) 兩轉轍，必須由鄰近連鎖機管束之。如圖所示方向，此  $B, C$  轉轍，皆為離副路之轉轍，但亦可按進副路之轉轍使用之。信號樓專司  $B, C$  轉轍之開關，其  $A, D$  兩端離副路之轉轍，亦可另設旗號與轉轍聯鎖，由信號樓管理之。



第三十一圖 讓車副路圖

雙線鐵路之讓車，避車副路，可設在正路軌道之外，或佈置於其中間，而正路即須向外擴張，增加正路之曲線。第三十二圖，表示兩種佈置，中間轉轍，皆為離副路之轉轍，在擁擠情形時，可增加意外平行路軌，圖中之虛線，即代表之者。倘此項讓車，避車副路，長度甚長，可令列車緩行不停，則實際在設雙軌之前，亦可增加軌道容量，故又名救濟軌路。

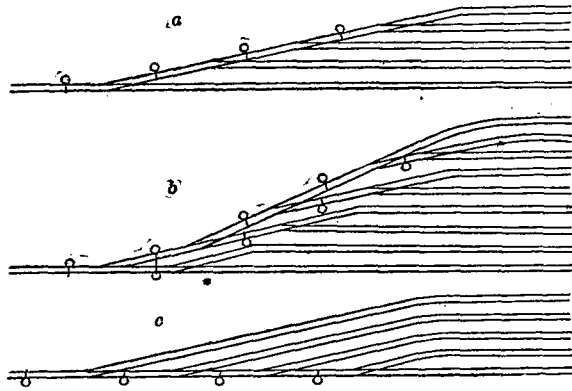


第三十二圖 副路佈置圖

### § 8—2. 軌路名稱

(1) 主要平行軌 (Body track):——車場內之平行軌路為調車及存車而設，尋常兩軌路中心距，多用十三呎或四公尺，如與正路或重要通行軌路 (Running track) 平行，則其近正路之軌路，距正路中心，當用十五呎，以免存車與行動車輛相碰。

(2) 梯軌(Ladder track):—梯軌係用為聯接各主要平行軌路者,其中心距任何平行軌路之中心,至少須用十五呎。梯軌式樣,種類雖多,可分三種式樣,如第三十三圖(a)式,佔大部分,餘均(b)及(c)式者,在(a)(c)式中,所有轍尖皆全在一軌路上,比較(b)式之分列者,較易工作。



第三十三圖 梯軌式樣圖

(3) 導軌(Lead track):—聯接車場之任何一端與正路相通,均用導軌,為行車安全及便速計,其與正路相連之轍尖及號誌,皆須連鎖。

(4) 通行軌(Running track):—在車場內,保留通行各處之軌路,以便調車,機車之通行無阻,及尋常機車之出入機車房與上煤水。

(5) 平行過車軌(Cross-over track):—係聯絡兩平行軌路之用,位置宜求方便,避免與正式行車發生衝突,其式樣分取尖與取跟兩種。取尖者,係按行車方向,先經轍尖,後經轍叉。取跟則適相反。

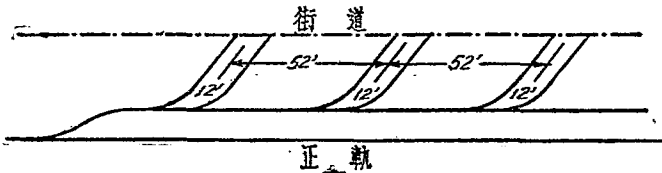
(6) 一端通行軌或盡頭軌(Stub track):—自正路分歧至他處,另端埋於沙中,或不通行。倘其長度甚長,達一礦區,則名分歧軌路(Spur track)。

(7) 貨房軌(House track):—為鄰近貨房或延進貨房之軌路,用之存車,以便裝卸貨物者,或名倉庫軌。

(8) 馬車軌(Team track):—貨物直接由馬車向車輛裝卸,可以不必令馬車經過軌路,如此種軌路甚多,皆可為一端通行軌,兩軌中心距可用



十二或十三呎爲一對，每對相隔五十二呎。如第三十四圖。



第三十四圖 馬車軌路圖

(9) 守車軌 (Caboose track):——須安置於來往列車卸下及掛接較易之地點，有時由守車軌路，可利用重力下行，與備好開行之列車掛接者。

(10) 磅軌 (Scale track):——磅軌之位置，應選於過磅時最少停滯之地點，且如車輛太多，可用重力自行其上，行動時即可過磅，但車行速度，不可過每小時四哩，或每秒行五、六呎，且秤長須能使全個車輛，在上停留三秒鐘，尋常磅軌之長度，皆以五十六呎至八十呎爲標準。

(11) 桿式調車軌 (Poling track):——用長桿推動車輛，於一平行軌路，調車機車與長桿，在另一軌路上推行，此種調動車輛方法，所用之軌路，即爲桿式調車軌。

(12) 上煤軌 (Coaling track):——係設於煤臺，煤站鄰近，專爲機車加煤之用。

(13) 灰坑軌 (Ashpit track):——爲機車在其上停留，以便由灰盤中向灰坑內淨灰之用。

(14) 沙軌 常與煤軌或上水軌同一位置，用之增加沙料。於機車沙箱中。

(15) 冰軌 (Icing track):——爲機車或冷藏車加藏冰量而設。

(16) 機車軌 (Engine track):——爲出入機車房正式機車及調車機車經行之軌路，以上所列上煤軌、沙軌、冰軌及灰坑軌，最好能位置於機車軌之鄰近，而爲機車出入機車房必經之路。

(17) 毀壞車輛軌 (Bad order track):——分類車場中之分類軌，宜多備數軌，以便存放往來毀壞車輛，由此易於移入修理軌路，故名毀壞車輛軌。

(18) 修理車輛軌 (Repair track):——專爲修理車輛之用，宜與毀壞車輛軌相連，且宜兩端皆可通行，每條軌路可容車十五輛，軌道中心距，可用

十六呎與二十四呎(四公尺九公寸與七公尺四公寸)相間佈置，以便車輛之兩邊，可容工人及運送物料。

### (乙)車場

§ 8—3. 車場概要 鐵路客貨運輸之費用，大部分為站內及車場內之消耗，貨運常比客運為多，我國除京滬、滬杭、廣九三路。客運比貨運較多外，餘皆以貨運為大宗。且貨物運送，手續較繁，貨物在起站之由貨倉運上車輛，車輛調動聯接，在車場內所行里數，已自可觀。及貨物既達目的地，仍須卸下車輛，存放倉庫，故車輛既經滿載，行程長短，與運費之關係甚小，運費之大部分，實消耗於車場內也。是以車場佈置，與運費有關，軌道之佈置，宜使滿載車輛及空車，少在車場內作無謂之調動。且車場中之軌道，非為存放車輛之用，而為車輛到站後，收集、分析、組成及出發之場所。故必於調動時，費時極短，費用最低也。

車場軌路之佈置，宜以貨運為主，且每路貨車場之設置，總較客車場為多。

§ 8—4. 車場定義及其分類 車場之意義，廣言之，為包含車站房屋，及各種調車軌道，與各類分析、收集、組成及出發等軌道。但如一羣分析軌道，亦有名之為分析車場者，故車場二字，狹義即為一羣軌道。故後者宜用軌區代之，即分析車場以分析車區代之，實為全車場中之一部。

車場內各種車區之設備，可分類如下：

(1) 收集車區為收集列車而設，區內有多數收集軌路，須逾一列車之長，到站列車，由區軌拉至此區停放，機車即回機車房。

(2) 分析車區中之分析軌路，其長度須視每半日間，所能調動每一類車輛數目而定。分析方法，可按貨物種類；車站次序；及區間車與直達車而分。軌路數目，即按分析方法決定之，分析車區，多在收集車區後方，以便用調車機車，將車輛自收集車區之列車中，依車輛之種類，分送入各分析軌路。

(3) 出發車區。在此車區中之車輛，皆已排成列車待發，俾在機車房內之機車，得有直捷之路徑，以接列車，預備出發。速行貨車多設此軌路，其長須大於一列車。

(4) 存放車區中所設軌路，專為暫時存放不用之車輛。

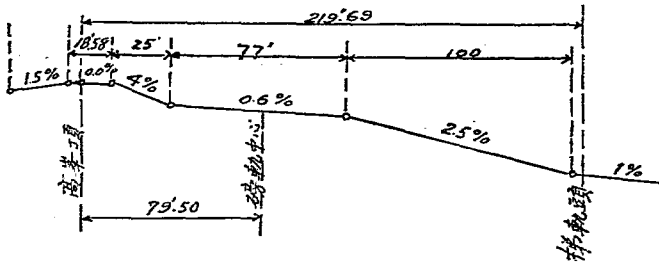
(5) 修理車區，為綜合修理軌路於一處，以便工人修理。

以上所述各車區,指一方向之車輛行動而言。

每一方向,須另設同樣車區各一份,可分往來該站兩方向之車輛。

(6)高峯調車場,在此場內調車之方法,係利用地心吸力,使車場中部地面高起,將車輛由收集軌路,用調車機車推上高峯,再由重力自然下降於分析,出發各車區中之軌路上。在冬令之列車阻力比夏令為大,且附轅尖與轍叉之軌路上,阻力比直線不斷之軌路上為多。故高峯後之下坡度,亦按氣候之不同,分為三種坡度。即熱、溫、冷三種。第三十五圖為夏令可用之高峯調車場之縱剖面圖,坡度變更處,皆用垂直曲線緩和之。上高峯之前,為 1.5% 上坡,接以高峯場上之平地,加速坡度分兩段設立。第一段為 4%, 第二段為 2.5%, 中間隔以磅軌坡 0.6%, 即漸入梯軌,而至目的軌路停止。第三十五圖之附表,可用以繪同樣之溫、冷,氣候所用之縱剖面圖。坡度之長度,或稱坡度,皆比熱氣候者增加,因恐阻力增加,車輛下降之重力,不足以達目的地,但不可太坡,以免多費輪製。由收集車區軌路,至高峯間之坡度,須令一個調車機車,足以推動最長列車上至高峯。

(7)機車場之位置,須能以正路及各種車區,易於聯絡,反向移動,愈少為佳。機車場內,包含須要軌路;房屋;修理,存放機車之設備;及供應機



地 域	高峯平地長	加速坡度	磅軌坡度	加速坡度	梯軌坡度
熱 帶	18.58 呎	25' ; 4%	77' ; 0.6%	100' ; 2.5%	1%
溫 帶	28.75 呎	37.5' ; 4%	39' ; 0.8%	100' ; 3%	1.25%
寒 帶	39.30 呎	50' ; 4%	106' ; 1%	100' ; 4%	1.5%

第 三 十 五 圖

車之消耗材料，如灰坑；機車房；轉盤等，皆屬場中主要建築。在場中之位置，應聚集一處，使到站機車，由列車卸下，即可經極短路程至機車房，增加材料及下灰，調車機車亦易下灰，取料不與列車機車衝突。

粵漢路衡州機車房，為長方形，設於正路之東，城市位於正路之西，故客貨站，即設於正路之西，以避免客貨越過正路之煩。

§ 8—5. 車場設計及重要設備 在單線鐵路之車場，所有車場中之副路，車區軌路等，皆宜設置在正路之一邊，以免調車工作，經過正路之煩。故於雙線鐵路之車場，亦宜集中各軌路，房屋在二正路之中間，使二正路之中心距擴大，包含車場於其中間。

設計車場之先，應知下列各件：

(1) 每一方向出入該站列車之最長度，直達車與區間車各種貨車之分類數。

每類每日平均之車輛數，及日後增加之約數。

每日所須預備之空載車數等問題。

(2) 交分道叉 (Slip switch) 之設置，以少為佳，多用交分道叉，即為車場佈置不佳之證，故所用數目，足為車場效率高低之表示，數目愈少，效率愈高。

(3) 煤站；灰坑；沙房及水塔之設置，應鄰近機車房，使機車可由直捷之路達到。

(4) 車場內之軌路不宜太長，過長則調動車輛時，行駛速度，不免過大，易生危險，而場內工人之往返，亦太費時。

(5) 在此路與彼路有聯絡之車場，須相連接，或專備聯絡軌道，足以容納一日間，兩路互相交換之車輛。

(6) 旅客車輛，不應停放在貨物車場內，應另設置客車場，或客車清潔場，並使靠近旅客車站。

(7) 車場內之轆尖，須為有條理之設置，並宜集中可以聯鎖，以便可由號誌樓中，總司其動作。轆尖尺寸，與轆叉數目，最好能全場一致，八號轆叉比較常用。轆叉角度較小，則行車阻力較小，出軌不易，但佔地較多；反之轆叉角度較大，則行車阻力較大，出軌較易，但佔地較少耳。

(8) 由聯絡、收集或分析軌路上，須設磅秤，以便於行動時，秤全車之重量，近磅軌兩端軌路，須至少有五十呎長直線，磅軌下有坑，坑底及邊牆

皆爲鑄筋混凝土製。坑底地面,至少須在軌底下七呎,地板厚須六吋,且須完全不透水,以防地下水。過磅軌之外,與之平行者有死軌二條,距磅軌外十六吋,用以運轉車輛或機車,不必秤磅者。

(9)在貨運極多及運轉笨重貨物時,車場中可設起重機,以便由載重汽車,直接裝卸於車輛。最簡單者,爲三脚起重機,可供起運五噸內之貨物。次則固定木,鋼結構,可跨一二軌道與馬車道上,結構橫樑上,可置行動滑車,左右起重,但不能順軌道方向移動,倘令結構能行動於另設軌道上,與正式軌路平行,則可前後起重於數輛貨車上,更較方便。

(10)車場廣大,事務繁多者,應有電報,電話及鈴號之設備,以便傳達場內各部分之消息。

(11)車場須有充足光亮,夜間以電燈爲最適用,但須設備較高,免爲建築物障礙,並須距號誌較遠,以免與旗號及轍尖上之燈光混亂。

(12)水塔與水鶴須設置近機車房。緣收集軌路旁,須設總水管,每距200呎,可設龍頭,重要房屋及存放軌路旁,皆應設置救火通水管。

(13)在出發及修理軌路旁,須設置壓氣管與壓氣閘試驗所。

(14)如分析軌路太多,則應將入車區端成“∨”形,集中轍尖,減少轍叉,轍尖之損傷,並縮短導軌,每一梯軌,可設八至十主要平行軌路。

§ 8—6. 車輛之調動方法 一路須運轉之車輛,一大部分,常由聯運之他路,在聯運站收集之,或成整列車,或不足一列車,其組合次序,依各該路之便利,至本路之車輛,則在出發站裝載時,有須經全路者,有須於途中卸下者。前者當自組成列車,沿途可無調動之必要,後者即應依卸落站次序組成,最先卸落者,離機車愈近,俾列車到站,機車可立將應卸下車輛駛出於別道,依次前進,此種調動,倘能在出發站先事辦妥,較之在中站調動,經濟省時。故宜於出發之前,將在站收集及裝載之車輛,依最便利之法,組成列車,此類車輛,可分下列四種。

1. 須經行全路或全段之車輛。
2. 在一段內,須沿途卸下之車輛,及在聯運站,須駛入他路之車輛。
3. 須存放之空車輛。
4. 須修理之空車或滿載車輛。

(1), (2)兩類又可分快慢車兩種,快行車輛自行組成列車,急行運送。慢車裝載普通商品及煤石等物,而不須速運者。

凡在聯運站，甲路貨車，須經乙路轉運者，乙路收到車輛，不必卸貨轉裝乙路車輛，仍用甲路車輛，運至乙路之目的地，乙路須付甲路租車費，並在聯運站點驗車輛，倘有修理之處，須先修理，由甲路負責，小修理則不必移裝貨物，大修理則必須移裝貨物，於其他車輛。

調車方法可分三種，名爲(1)推送調車法(Tail switching)；(2)桿式調車法(Poling switching)；及高峯調車法(Gravity or hump switching)，茲分論之。

(1)推送調車法以調車機車一輛，掛於全列車之後端，前數輛車輛，須調入某類軌路者，先與其餘車輛脫鈎，自成一排，調車機車，自後推行，至相當地點，驟然停止，故前批鬆鈎，車輛仍續前進，自入預定軌路上，由一旗夫隨各批行駛，至相當地點，用手閘停止之。機車將其餘車輛索回原處，以下各批車輛，依次推送。此法機車與車輛，往復次數太多，且衝擊力甚大，故不常用。

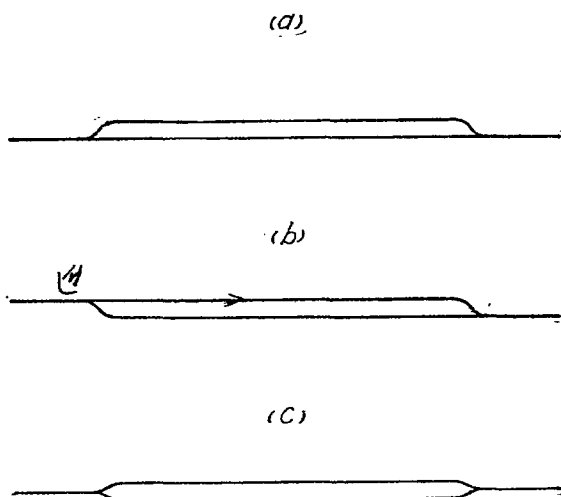
(2)桿式調車法。係將調車機車，沿列車軌道旁之平行軌道上行駛，全列車先依車輛種類次序，鬆鈎成批，調車機車，將一桿支於第一批車之末，先行推駛，隨一旗夫，俾達目的地爲止，然後使調車機車，回至第二批車輛之末端，依次推進，分送各批於各應送之軌道上。

(3)高峯調車法，係利用地心吸力，任車輛自行由高處下降，而達目的地停止。由收集軌路至出發軌路，可沿一平均坡度下降，俾分析、組合等工作，皆可不用調車機車。但每站對於兩方向之列車，須各設一斜坡以分別之，斜坡多非天然，以人工建築者爲多。使在車場兩端入站之軌路上高起，出站之軌路低落，兩不相混。各有縱剖面圖按方向分列，或令車場中部地面高起，向兩端低落，則爲高峯式車場，亦能得同樣效用。

#### (丙)旅客車站及終站

§ 8—7. 設備及佈置 旅客車站除正路外，多設避車、讓車軌路，避車軌路之長度，須能容納最長之列車，我國各路情形，以平漢路鄭州車站之避車路爲最長，約爲 1250 公尺。餘如津浦路德州站，亦有 512 公尺，四、五百公尺者亦有之。其避車道之形式，約分三種，如第三十六圖。a, b, c。(a)式能使直達快車通行無阻，(b)式列車常在左線通行，列車入站常依直線，出站則依曲線，兩路皆爲正路，(c)式，則列車出入站時，皆須轉向。

旅客終站之軌路，多與貨車軌路分離，旅客車站，多設於城市中心，而



第三十六圖 避車道形式圖

貨物車站，則宜設於郊外廣大之地。旅客軌路之多寡，視每日列車次數之多少為定。普通以六路者為多，二路為幹路之結尾，左右各二路為支路之結尾，如為過路站，則中間二路為直達不停車之軌路，餘二路中間，各設一站臺，為上下行列車停留之用。

下列數則，可公用於終站或過路站者。

(1) 軌道平面，常設在街道平面之上，俾相交街市，可以在軌道下通行，由街市可經一斜路上坡至車站。

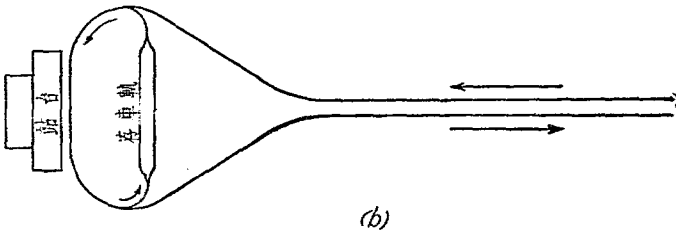
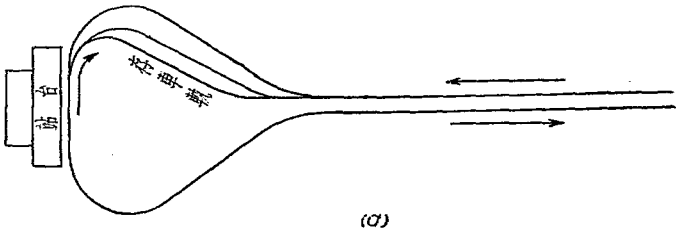
(2) 每一站臺，供一對軌道之用，兩軌道中心距，約為 28 呎 (8.52 公尺)，軌道中心距站臺之邊，約為 5 呎半 (1.68 公尺)，故站臺自身之寬，可有 17 呎 (5.2 公尺)，站臺之長度及數目，須視客運之多少為定，長度由 600 呎至 1100 呎以上 (180 至 340 公尺)。

(3) 中間站臺上，皆用「蝴蝶式」之頂蓋，各以直柱支持之，以排雨水，至頂蓋之中央縱溝，注入直柱旁之導管，洩出站外。

(4) 站上軌路，多分出發與到達兩種，列車到站，機車宜能自列車之首，繞越於列車之尾，俟旅客下車後，即將空車挽離站臺，有時用梯軌與分交道叉，可將正路軌道，與任何站臺軌道相接。

(5) 正路軌路，如有兩方向者，宜用平行聯絡軌兩副，以便過軌及反向調動之用。

(6) 『環式』站軌之排列，可供列車最快之運轉，且機車之移動極少，且可加『存放軌路』於其間。此環式可分為二種：(a) 由車站軌路，送車輛入『存放軌路』，須用退回調動者，如第三十七圖(a)，(b) 為入『存放軌路』，可以前進調動者，如第三十七圖(b)是。



第三十七圖 環式站軌路圖



## 第九章 車站房屋及附屬建築物

### (甲)車站房屋

§ 9—1. 旅客站房與站臺 旅客多少，決定站房之大小，故亦可分站房爲頭、二、三等。極簡單之站房，至少須有售票房、站長室、候車室較大者，則多設電報房、行李房等。普通候車室佔地約百分之四十，男女洗手室等，約佔百分之十五。

我國各路站房，多用磚瓦建築，房架多用木桁，較大站房，亦有用鋼架及鋼筋混凝土者，房屋式樣甚多，各路不同。

站臺多用木板鋪面，但因易起火災，故爲暫時性質，木質或石質邊牆，圍以鐵桿，中填煤渣，亦頗合用。煤渣地基上，加碎石一層，約厚八公分，亦較耐久。此外鋪磚砂墊層，亦甚堅固；且冬令可比完全混凝土表面少滑。

站臺高度，分高低兩種。下列三原則，須注意之。

(a) 旅客上下車失足之危險。

(b) 旅客上下車之遲滯，以致影響運輸。

(c) 站臺建築物，與修理軌道及調車查車之不便。

美國用低站臺者爲多，高與軌頂齊平，或高出軌面十餘公分。高站臺之高度，有與車輛地板齊平者，約高出軌面一公尺餘，英國多用之。我國之規定高度，介乎二者之間；如膠濟路，爲距軌面高 3.8 公尺；杭江路則爲 3.2 公尺。站臺寬度，不得小於 4 公尺，如站臺在兩軌道之間，則不得小於 7.5 公尺，站臺長短，則視站之大小及列車之長短而定，主要站臺，約長二百公尺，岔道站臺，長約一百公尺。

§ 9—2. 貨棧房及站臺 貨棧分接收及發出兩式。貨運稀少，則可不分，只在旅客車站中。增加房屋一間。如貨運增加，則須分接收與發出兩種，貨棧內地板面積，須視該棧之功用而定。如爲發出棧，則貨物由載重車卸下，多半可直接上車，無暫時存放之必要；故其寬度，約十二公尺，即可足用。如爲接收棧，則因自貨車卸下，轉上載重車時，遲滯較多，故有在貨棧中存放之必要。其寬度須在十二至十八公尺間，長度則視貨運之多少，

方可決定。貨棧須有站臺一面臨街，一面鄰近軌道。如棧房地板，可與附近街道平齊，則多爲一層式，否則須築二層式，用電梯或樓梯接通。

貨棧既爲存放貨物而設，則防火設備，必須完全。故地板、邊牆及房頂，皆宜以不燃燒材料建築，貨棧內用防火牆隔斷，每六十公尺一牆。不宜多設木門，自來水及水管龍頭，宜多置棧房內。但水管總門，宜安置地板下坑內，以免棧房內無暖房設備，有凍冰之危險。

裝貨及卸貨站臺之高度，不得高過軌頂 120 公分。我國規定爲一百十公分，太高則對於開車門時，多有妨礙。站臺之邊，距軌道中心，最小爲1.70 公尺。我國杭江路，定爲 1.68 公尺(6'-6")。站臺上應有極小坡度，由貨棧向軌道邊傾斜，以便排水。站臺寬度，約爲2.5 公尺(8 呎)至 3 公尺(10 呎)；如站臺在兩軌間，則寬度不得小於9 公尺。

貨棧地板之承重，應按每平方公尺，約1,240 公斤，設計。所用材料，多碎石鋪砌，混凝土、磚、及木塊鋪砌等。接收貨棧地板，應由軌道邊向馬路邊傾斜，可以助其轉運，出發貨棧地板，則須向軌道邊傾斜。

貨棧不宜向外開門，宜用摺起，抬起式者，門之高度，至少2.5 公尺。在近馬路邊之門，仍可較高，以便高載汽車，可以駛進。貨棧房頂，應伸出於站臺之上，以便防雨。近馬路邊者，至少須在站臺上高3 公尺至 4 公尺。近軌道邊者，須高出軌道面上五公尺。

#### (乙) 水站及給水

§ 9—3. 水站位置及水源 鐵路用水最多者爲機車，次爲洗刷車輛，及普通飲料。機車煤水車之容量，約爲二十餘立方公尺，或由 3,000 至 10,000 加侖。機車每小時所費水量，則視坡度及載重而異。如機車全係上坡，用水最多，每公里須用水一至二立方公尺，倘煤水車之容量，只二十立方公尺，則每行二十公里，即須加水，故水站之位置，宜在坡度較多處多設，緩坡及平地時，可以少設。普通機車取水一次，約行五十公里至九十公里。故我國平漢路水站，平均距離爲四十四公里，津浦爲四十三公里；京滬爲四十公里，平綏多山，則爲十八公里，尋常客車機車，平均約須用水每公里0.3 立方公尺。而貨車機車，平均則須0.5 立方公尺。水站之設置，與水源之合用否，亦有關係，如數百公里內，無相當水源，則非多掛一水櫃於列車不可。自鑿井取水設立小站後，可免掛水車之煩。附近河流，如經過石灰地層，則水源之性質太硬，多不能用。有時因本地無水，將遠處水源，用

水管傳導數公里外。水站常在正式車站，及車務段上設立，以便於停車時，可利用時間加水。

水源多含雜物，加入鍋爐後，其水蒸化，雜物沉澱成層，不易除去。鍋爐鋼鐵皮層，須有一面爲水，一面爲火，方可由水吸熱，並保護鋼鐵燒紅。水不清潔，則存水之一面，爲積垢所蔽，傳熱固慢，鋼鐵亦受損傷，發生漏水之害，故須用下列三法之一，以避免之。

(1) 積垢直接除去法 只可用於軟水源，因少量積垢，可以自鍋爐吹出，如水源不佳，則此法不能應用。

(2) 加軟水劑清水法 此法自根本上清潔水源，故其效甚大，軟水劑常用碳酸鈉，可去水中硫酸化合物，成易溶解之硫酸鈉。石灰亦可用之，清水設備，多連於水塔附近，先沉澱河水，導入濾水機，加軟化劑後，仍無沉澱，則濾清之水，由上端，用抽水機打入水塔中備用，水中沉澱，則由機底沉澱箱中取出。

(3) 加鍋爐化合物法 加軟水劑法，效率甚大，但價甚貴。可用鍋爐化合物法，以免設立軟水廠之煩。直接將碳酸鈉，加入鍋爐中。但因水源不一，各有特性，且又不能變更軟水劑之質量，以適合各類水源，故此法不甚通用。

§ 9—4. 水塔 無論何種水源，皆須經打水機，將水打至水塔或水櫃內存儲，以備機車上水。水塔可建築於軌道旁，或築於較高處，而用水鶴(Standpipe)，傳水至機車。水塔高度與水管及經水鶴中阻力有關。水塔放水量，每一分鐘，至少須有五立方公尺。或 1,200 至 2,500 加侖，經過 2.50 公厘口徑噴水管。水櫃之底，可高出軌面五公尺(約十六呎)，如用水鶴，則櫃底高，須增至距軌面九公尺(約三十呎)，水塔須有水櫃存水，及直柱支持水櫃。

水櫃之容量，我國標準規定，不得小於五十立方公尺。美國亦有兩種規定，即 16 呎高，24 呎圓徑者，可供 50,000 加侖容水量，及 20 呎高，30 呎圓徑者，可供 100,000 加侖容水量。圓形水櫃，比較上大下小者爲佳。製水櫃材料有木板，鐵板，及混凝土各種。

木板成長條板片形，各於接板處，成斜面相合。外面成圓弧形，加鐵箍箍成圓桶，底板夾入下邊桶板，彫好槽孔中，水塔之重全由底板下傳至直柱，長條木片，不受重力水之向外壓力，與桶內水之深度成比例，故板面所

用鐵箍，必須按水壓力之大小，計算箍距，大都上疏下密，以鐵箍之圓徑爲  $d$ ，鐵箍之工作拉應力爲每平方吋  $S$  磅，則  $\frac{\pi d^2}{4} \times S =$  鐵箍所能受之安全重， $D$  爲圓桶之直徑以呎計， $l$  爲鐵箍距以吋計，則  $0.433h =$  在水深  $h$  呎處水壓力，每平方吋磅數，故可以水之向外壓力，與鐵箍兩端之拉力相等，求出鐵箍之距離如下。

$$\frac{2\pi d^2}{4} S = 0.433 h \times D \times 12 \times l$$

$$\therefore l(\text{吋}) = \frac{\frac{\pi d^2}{4} \cdot S}{\frac{0.433 \times 12}{2} \times h \times D}$$

$$= \frac{\text{鐵箍能受之安全重}}{2.596 \times h \times D}$$

但鐵箍之距離，不宜大於 21 吋，鐵箍常分數段，每根之兩端，皆有螺旋紋，可用螺旋帽上緊聯接之，用鐵板，鋼片製水櫃，其計算法，亦係求鐵片之厚，相當於若干水深處之水壓力。如圓徑一致，則可變更鐵片之厚。鐵片之連合，多用鉚釘或電鍍法，無用鐵箍之必要。

鐵筋混凝土之水塔，可以直柱與水櫃合成一體，同時建築，亦甚美觀耐用，價值亦貴。

§ 9—5. 抽水機 打水入塔，必須用抽水機。可分下列各種：

(a) 蒸汽抽水機 如煤甚賤，或由修理機車廠，可得蒸汽，則以用此式，比較經濟，但常須用經驗工人看守之。

(b) 汽油抽水機 近來常用此發動機，汽油較貴，故多不用。

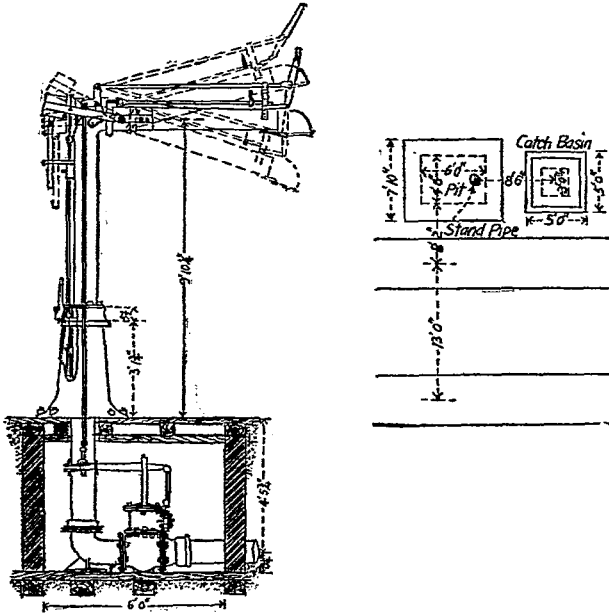
(c) 柴油抽水機 柴油之價只汽油百分之四十，故多有將汽油機器，改製柴油機者。

(d) 電力抽水機 如可賤價得到電源，則電力爲最賤。

§ 9—6. 水鶴 水鶴 爲一直立水管，上端有橫臂管，可以左右旋轉，及上下移動，設立於兩軌道之間，可以左右上水於兩軌機車中。當上水時，橫臂管轉向軌道。開水門後，即可上水，不上水時，橫臂管須保持與軌道平行之位置，避免與往來車輛衝突。

下端進水管，可連接城市自來水管，可連接水塔之水櫃，而得水源。但另設水門，以管束之。尚有在下端另設抽水機，將附近河水，隨時抽上，經水鶴而入機車者，但僅可用於須水較少之站內。第三十八圖示水鶴之形狀。

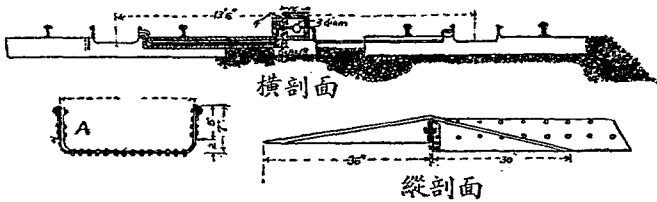
水鶴如設立於兩平行軌間，則兩軌皆須向外移開，軌道中心距水鶴管之中心，約二公尺餘(8'-10")，兩邊至 100 呎處，即可用標準軌道中心距矣。



第三十八圖 水鶴

§ 9—7. 軌池 快車上水，就誤時間，乃有軌池之設備，車行於合宜速度，可直接自煤水車下端之管，吸水入水車中。軌池係築於兩軌條間，多用鋼鐵板製成，下端鉗入枕木上，不得過二吋，池深約 7 吋至 8 吋，寬約 20 吋至 30 吋。其長度，則視兩軌池間之距離及吸水之快慢而定。軌池安置之地點，宜在平直道上。雖亦有設立於溝道上者，但曲線不得過三度耳。軌池長度，約為 1,200 呎至 2,500 呎。形狀多為寬淺 U 字形。(A) 為一鋼

板槽，用角鐵釘於枕木上。(B)底板爲一平板，兩邊爲 ] 字形鐵，亦用角鐵釘住於枕木上。池之上面，不得高出於軌條面。故須在軌面上挖槽。池之兩端，應設雙方向傾斜板，以免吸水管與池端相衝，當吸水管出入池內之時。



第三十九圖 軌池

車行速度，以每小時四十五哩爲最佳，因濺出之水最少，而吸收水量爲最多也。最小速度，亦須每小時二十五哩（四十公里），方可吸水。濺出之水，爲害路基。故須排水設備完全，方可免鬆軟路基，及冰凍之弊。故軌道下宜用大石塊砌成，及設水管，以便排去濺水。冬令池水，又須加熱，庶免凍冰。池中可設熱氣管，放汽入池中，使水常熱，不致凍冰，亦可於總管入池口處，加蒸氣使冷熱水對流，循環不息。我國各路，尙未有軌池之設，蓋因養路太費，且對於停車上水之時間，亦未顧及，故無軌池之設置也。

### (丙) 機車房

§ 9—8. 機車房形式 如只三、四機車，同時存放，且無須預備轉盤者，宜用長方形車房。大機車房，多爲圓形，設一轉盤於圓心。如爲更大機車房，兼修理工廠者。則宜設移車臺於車房前。車房之門，應向外開。其淨空至少寬四公尺，高六公尺。另設小門，以便工人出入。長度應比該段內最長機車，長出六公尺餘，以便於煤水車後，導輪之前，各有充足空地，機車停放地界，不致太受限制也。車房普通用木材建築，但易燃燒。牆多用磚、石及混凝土，房頂用木製，雖用鋼鐵，亦易爲機車煤氣侵蝕，故以鋼筋混凝土爲宜。餘如房柱及樑，亦只得用鋼筋混凝土矣。

§ 9—9. 機車坑 此坑爲修理及洗淨機車之用，其長度不得小於20公尺，坑底爲凹形，排水向轉盤坑，邊牆及坑底，多用鋼筋混凝土製。機車之煤水車，常向轉盤安放。

§ 9—10. 出煙罩 機車多在車房內生火，自動出發。故須有除煙之

設備。出煙罩爲倒置漏斗式，其底面距軌頂高度，須使機車煙筒，經行其下，有相當淨空。底面寬爲一公尺一公寸，長約三公尺。四邊向上傾斜，連一長筒。其面積約爲二平方公尺。易燃燒之材料，不宜採用。雖厚漆鐵片，亦被侵蝕。鑄鐵，石棉，皆經試用，但較昂貴耳。

#### § 9—11. 機車房地面

(a) 石屑地板，須鋪於良好基土上。致平基土，加以滾壓，可用十六公分厚煤渣基礎層，再加五公分厚石屑鋪平，加油質或少量泥土後，再行滾壓平整，如安裝機器，必須另建基礎，此式地板，不合宜於重載車輛。

(b) 木板地面，可用七、八公分厚之木板，置於 10 公分×16 公分，相隔一公尺之橫枕木上，基礎層可如(a)式。

(c) 木板置混凝土基層上，混凝土基層，約厚 16 公分，枕木安置於基層內，約露出混凝土面一公分，上蓋八公分厚木板。

(d) 磚塊可置於二公分半之沙墊層上，基礎層仍爲 16 公分厚混凝土，磚縫須用地瀝青灰漿填充，每隔三十公尺，須留二公分半寬之伸漲隙。

(e) 混凝土基礎層，仍爲十六公分，上加三公分厚之表面層，用一比二洋灰沙漿鋪置。

§ 9—12. 下輪坑 亦爲機車房中須要之設備，以便將機車之導輪，主動輪拖輪等。由軸箱中取下，由坑下低軌運出，修理或更換之。

§ 9—13. 轉車盤 專爲調轉機車方向之用。在圓形機車房前，必須有轉車盤，其長度須能使空煤水車之機車，在上平衡，其主要部分，爲混凝土轉盤坑，中央爲直立軸，支住鋼板樑架，上鋪枕木，鋼軌，坑邊圓牆，支住圓形軌條，以便鋼板樑下之架輪，繞行其上，轉動全盤，可用人力，但用電力，爲最節省便利，用壓氣者有之，並可由機車取用壓氣。

#### (丁) 機車加煤站

§ 9—14. 人工鏟煤法 宜用於輕運路。機車可停於煤站過夜，利用夜間，用手鏟由煤車或煤臺直接鏟入煤水車中，如能安設小起煤機，及一噸煤勺，最爲經濟。

§ 9—15. 機車起重機 轉動煤勺，將煤直接由煤車運入煤水車，此法甚快。

§ 9—16. 運煤棧道 須有空地，足造一上棧道軌，坡度不得大於百分之五，煤車上棧道後，由底卸式煤車，傾煤入煤箱，再經出煤槽，分傾入

棧道兩邊之煤水車中，故可同時有二、三機車加煤也。

§ 9—17. 運煤器 如每日用煤在百噸以上，同時在二、三軌道上加煤，可由煤車傾煤入漏斗中，下通運煤器，將煤運送入高庫中，煤庫可容十餘噸，由庫槽自動傾入機車煤水車中。

§ 9—18. 油房 宜用防火材料建築，並與其他房屋分隔，存油於地窖內，由站臺邊牆，安設鐵管數行，以便連接運油車，將油傾入地窖存油筒中。

§ 9—19. 沙房 沙為機車上必須品，可用於主動輪邊，增加輪軌間之黏着係數，故上山及山洞內多用沙，尋常沙為潮濕餅狀，用時必先乾透，且易流動於斜管內，沙房中須有存濕沙庫，乾沙室。約占二十平方公尺面積，室內有篩子，將粗沙篩出，另一焗爐烘乾濕沙，並附乾沙庫，庫底高距軌頂七公尺，以便乾沙可直接流入機車沙箱中。

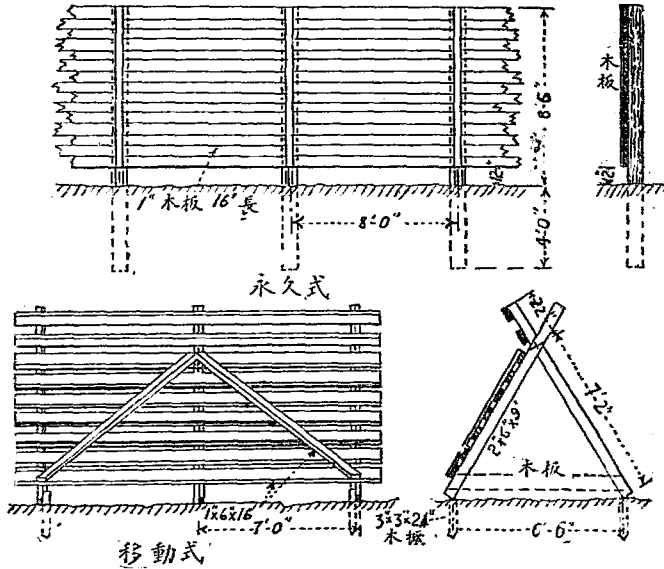
§ 9—20. 灰坑 機車中之灰盤，可容一至二立方公尺灰燼。灰盤滿後，即傾於灰坑中，灰坑設於機車房之外，其簡式將枕木降下半公尺，軌條改置於橫樑上，用鐵片包蓋枕木橫樑，以防火患，但容量太小，常須用鏟將灰運至坑旁運灰車中，較大者為深坑式，邊牆，坑底，皆用鋼筋混凝土製，軌條置於邊牆上，灰燼下坑後，可用手鏟鏟出，或傾入坑底狹軌小車中，再用起重機取出，另法將灰坑加寬，坑之邊牆支住一條鋼軌，另一鋼軌，用柱連續支住，軌道一公尺下，造一平臺，另設一低軌道，其中心距灰坑軌中心為五公尺，但較低三公尺，灰燼傾至平臺上，可易鏟入低軌上灰車中，坑內設有水管，以防危險，尚有傾灰於水坑之法，灰燼再由上懸吊斗運出。

#### (戊) 雪棚、雪棚、及柵欄

§ 9—21. 雪棚 用雪棚以擋禦為風播送之流雪。其目的將流雪積存遠處。柵欄位置，多與風向成正角。距軌路二十至三十公尺處。如路線與風向正交，則路權柵欄可加木板密佈，功用即如雪棚。如風向與軌道斜交，且不一定，則用成段雪棚，將風速降低，使雪積聚柵旁，柵可移動，安放路權柵欄之外。又如風向與軌道平行，可將雪棚安置軌道兩旁，使雪繞柵積存，加以鏟、犁工作，積雪漸可清除。(第四十圖)

§ 9—22. 雪棚 將大雪塊。完全引至棚外，不計棚外雪之深度。棚內軌道，永無雪患。雪塊與石塊、樹枝、土塊等，齊落棚上。柵由棧道連成，各排棧道，約距一公尺餘。棚頂向山下傾斜，雪塊存積不住，故棚頂設計，





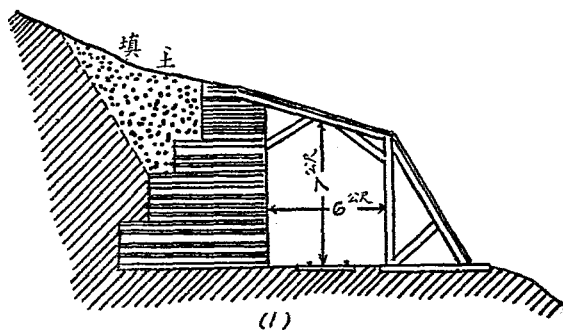
第四十圖 雪棚

可不接受雪塊載重計，每隔三四十公尺，空隔一段，以避火患。另設 V 式移雪器，於山上邊，可將傾下各物，移往棚頂，棚頂下留有縱向開孔，以利棚內通風。棚外常設夏天軌道，以免無雪時，經過半山洞之煩苦。(第四十一圖)

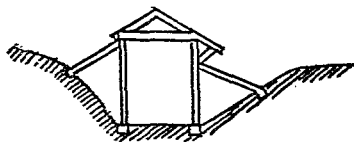
§ 9—23. 柵欄 路權柵欄，可分兩大類，即鐵絲與木條二種。

(a) 鐵絲柵欄又可分織網式及纜絲式。織網式柵欄，多用豎絲，相距四公尺至八公尺。再用橫絲五條至九條，與豎絲電鍍接固。並全體鍍鋅，以防生鏽。如遇地勢不平，可用纜絲五、六條，支以木柱，以免下陷。纜絲上加尖刺，可防踰越。(第四十二圖)

(b) 木條柵欄可分豎條與橫條二種：橫條板寬十五至二十公分，厚約三分，長為兩柵柱間隔二倍。柱距約三公尺，常用四、五條木板即可。歐美各國，多用橫條式，豎條木板寬約五公分，釘於上下二橫木上。橫木寬約八公分。豎條距地面約六公分，高約一公尺半，我國車站柵欄，多用豎條式。

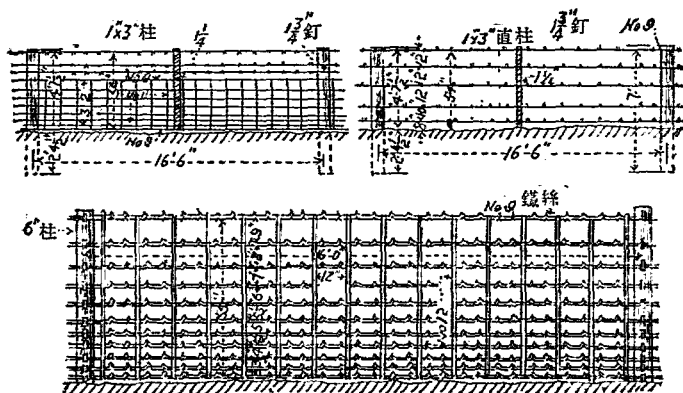


(1)



(2)

第四十一圖 雪棚



第四十二圖 路權柵欄

§ 9—24. 柵柱 可用木製，約十五公分見方，長三公尺，埋沒地下一公尺。鋼、鐵管形或“T”字形，亦多用者。現則改用混凝土柱，圓形、方形、或“T”字形皆有。長約二、三公尺，上細下粗，內加四條鋼筋。柵柱用於柵之盡頭，轉角及安門處，則比較中間柵柱，為高略大。各柱即名盡頭柵柱；轉角柵柱，與門柱。

(己)標誌及平交公路設備

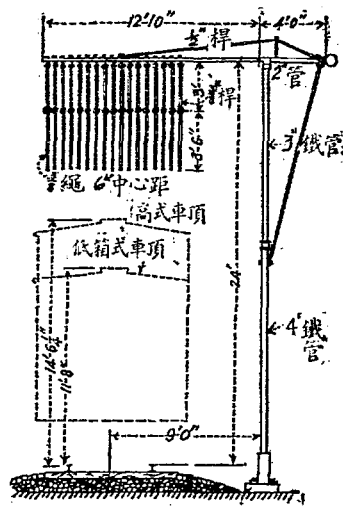
§ 9—25. 標誌種類 依標誌目的及用途，可分下列數種：

(a) 軌道標誌 (Track Sign)，以數字表示軌道上各地點及建築，使道工易於認識者。如地界標 (Boundary Post)；里程標 (Kilometer Post)；區段標 (Section Post)；橋樑標 (Bridge Sign) 等。又如表示各地軌道之情形，則有坡度標 (Grade Post)；中線標 (Center Post)；超高標 (Superelevation Post) 等。

(b) 行車標誌 (Operation Sign) 多固定於軌道旁，令司機注意之標誌。如鳴汽標 (Whistle Sign)；警鈴標 (Ring Sign)；慢行標 (Slow Sign)；限制速度標 (Speed limit Sign) 等。

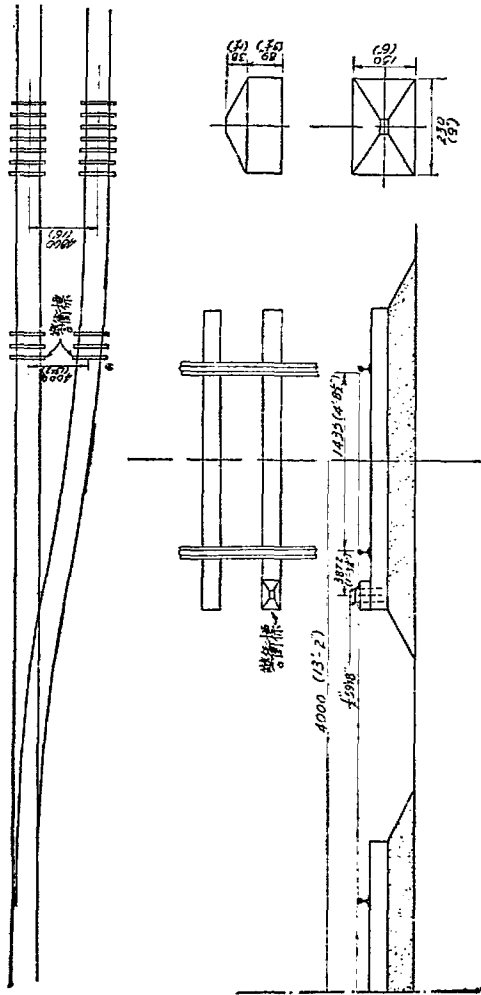
(c) 防護標誌 (Guard Sign) 為平交路牌，常用二木板交叉，釘木柱上。上書“小心火車”字樣。木板為三公寸寬，二公尺長，安置於公路交叉兩邊。禁穿行牌 (Trespass Sign) 置於路權柵欄旁，以防踰越軌道。橋梁防護牌 (Bridge Warning)，置於距橋梁或隧道三十至九十公尺處，警告站立車頂工人。其懸條 (Telltale, Ticker) 用細木條，鐵絲，及粗繩條製之。一排約十九條，懸掛於橫鐵管下。如軌道多，則用架橋式，否則用單柱式 (第四十三圖)。

(d) 警衝標 (Clearance Post) 多設於轉轍之開車點處 (Fouling Point of Switch)，兩軌道中線相距約四公



第四十三圖 橋樑警告標

尺處。警告停放車輛，不得越過此標，以免與正軌上行駛車輛相撞。(第四十四圖)



第四十四圖 警衛標位置圖

(e) 車擋 (Bumping Post) 位置於終軌路盡端，防止列車衝越之危險。不只擋住車輛，尤須使車輛及附近建築物，不受震動之害。高式可與車輛掛鈎齊平，低式只與車輪等高，多用木製，亦有用鋼板或鋼筋混凝土製造者。

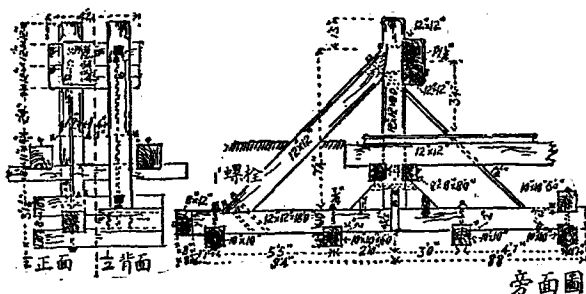
§ 9—26. 平交公路設備 為減少及避免撞車之危險，平交公路處，須有下列各項：

(a) 坡度 公路路面坡度，須在軌條外一公尺與軌頂平高。路寬至少六公尺，兩軌之間，完全坦平。距軌條三公尺外，可比軌面低八公分，十公尺外，可低二十五公分。

(b) 摺線槽 (Flangeway) 為備輪緣經過之用。在直線可用六公分寬，五公分深槽。如在曲線，則可加寬半公分，漸漸斜出至公路盡邊，寬約九公分。在平交路面處，應避免軌頭聯接。軌條可用長二、三十公尺者。緣槽亦可用舊鋼軌橫置，或立置於正式軌條旁，留相當空隙造成之。

(c) 軌條間路面 可用七公分至十公分厚之木板，舖於舊軌間，及正式軌條外。磚石塊舖砌，亦多用之者。此外混凝土舖砌，地瀝青路面，皆可用於正式軌條外，及兩舊軌條之間。

(d) 平交路警告標誌 預先警告標誌 (Advance Warning Sign)，立於距平交處三十至九十公尺。普通用自動警鐘 (Electric Gong)，及自動燈號 (Automatic Flash light)。當列車已到平交處危險距離時，警鐘及燈號，皆自動表示危險。此外搖擺式標誌 (Wigwag Signal)，可用以代替燈號。各類標誌，皆成對位置於平交處之公路兩方，以防止公路車輛之



第四十五圖 車擋

前進。如標誌設置於公路中央，則公路寬度，在此處應加寬二公尺。

(e) 柵門 柵門或平交路門，可用木製或鐵製，單門或雙門，擋闊路面，旁門欄住走道。夜間用黃色燈號，懸於門上，以免與他種燈號相混。

### 習 題

9—1. (甲)設木水塔總高六公尺，直徑亦為六公尺。如用二公分半直徑鐵箍 (Hoop) 圍箍，其安全拉力為3,150公斤。試求由塔頂二公尺，四公尺及五公尺處之箍距。(公分計)

(乙)如用等箍距為28公分，在距塔頂四公尺處，并設鐵箍工作應力為每平方公分 615公斤。試求鐵箍在五公尺處之直徑。(公分計)

(丙)如鐵箍仍用 2.5 公分直徑，箍距為 28 公分，試求距水箱頂五公尺處之水箱直徑。(公尺計)

## 第十章 鐵路信號

### (甲)總論

§ 10—1. 鐵路信號之目的 鐵路之重要，盡人皆知。而於客貨之安全保障，人民多忽焉不察。鐵路信號，用之可達此目的。信號之設置，列車之運轉，客貨安全及鐵路名譽，皆有關係。一八二五年，世界第一鐵路，在英國通車，鐵路信號隨之而生。其所用信號，如“人乘白馬”，“持手旗”，“機車前部燃巨火等”。當時僅守時間之規定，為行車安全之唯一方法，故多危險。殆至 1840 年，機車頭燈，始用於美國波士頓鐵路。1850 年採用電報，嗣後如“Westing house”之“空氣停輪機”(Air Brake)；“連鎖信號法”(Saxby's interlocking System)；“車軌電流”(Robinson's Track Circuit)等。漸漸發明。故交通愈繁，信號之需要愈急。由人工機械時代，已入電機時代。故保護客貨之安全及鐵路事業之發達，實信號之成功也。

列車佈置，有原則二。(一)為“時間隔離法”凡列車向同一方向開行，其間必有最少時間隔離之規定，所以防前車為後車追及，以致相撞。客車至少須十分鐘，貨車約為五分鐘。(二)“空間隔離法”於前法外，加空間隔離限度之規定。蓋因前車如於途中停止，則時間已屆，即任後車開行，仍不免相撞之危險。故更須待其既到規定距離之外，方許後車開行，此法即補前法之缺點，信號種類繁多，概括分之，可分以下二種。

(一)可以目視者；如旗號；燈號；板號；圓牌等。

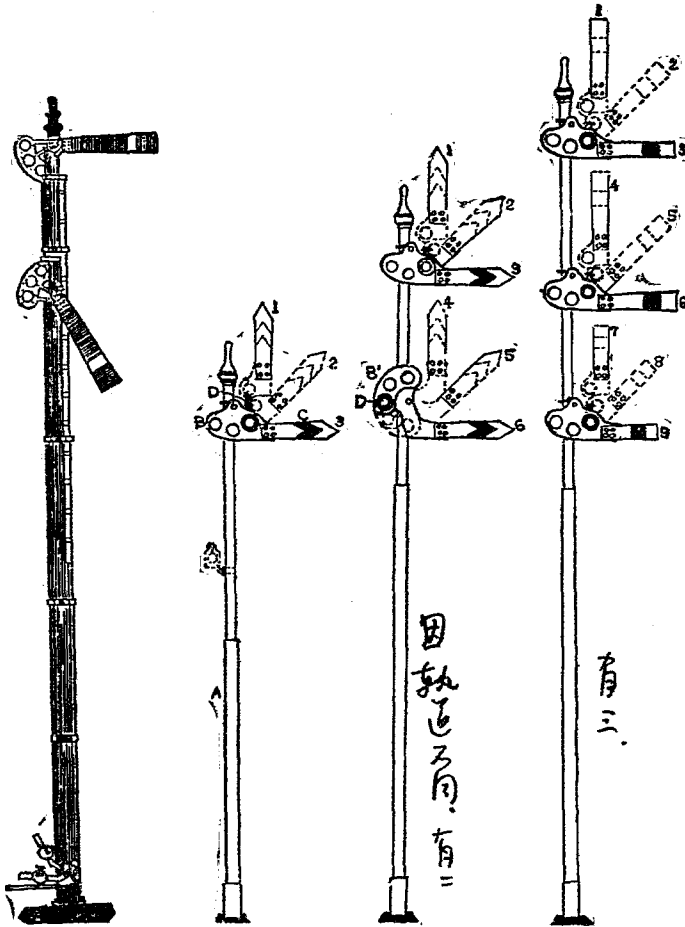
(二)可以聽聞者。如汽笛；警鐘；及各種爆炸管，亦有採用之者。

### § 10—2. 信號種類

(a) 旗號 吾國多稱“洋旗”。用木質或金屬橫臂，置於豎柱上端，外伸形如臂狀。臂板橫平時，表示前途有車，或有障礙，必須停車。如臂板下垂，則表示可依原速度進行，不必停車。夜間於臂之一端，用透光色鏡，表示紅、黃、綠各色燈光。紅色表示危險；黃色緩行；綠色通行。旗號尚有二象、三象與上伸、下垂之分，三象多四十五度之位置，表示火車仍可前進，

但須減少速度,預備停車(圖四十六,四十七)。

(b)燈號 近年信號。多改用電源燈號,日夜皆同。備有反光鏡及強有力之透視鏡,各色晝夜相同。其單以色表示者。名曰



第四十六圖  
二象旗號圖

第四十七圖 三象旗號圖

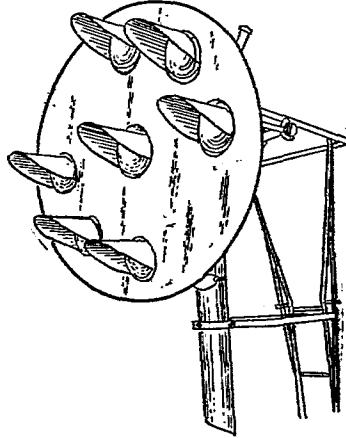


二象 { 紅 綠 }

三象 { 紅 綠 黃 }

(一)色燈號，二象多用紅、綠兩色。三象則加一黃色。其以位置表示者。名曰

(二)位置燈號 燈色雖皆為白色，但同時有數燈在一行上發光，或另一行上發光。可以表示如臂形號誌之信號，不過無如臂形之動作耳。水平一行燈，表示停止。傾斜四十五度一行燈，表示緩行，垂直一行燈，表示通行。各燈聚集於圓鐵牌上，其各行之開關，則由信號樓司啓閉之責焉。(圖四十八)



第四十八圖 位置燈號圖

(三)一燈三色燈號。

(c)圓牌信號 就信號應用方面言之，可分二類。一曰區截信號，二曰聯鎖信號。前者用於鐵路區段之兩端，專司火車出入該區段之用。後者在一聯鎖區域內，管理一切號誌、轉轍及道岔等之互相聯鎖工作，以免衝突信號同時表示通行等事。

§ 10—3. 區截信號 單用時間隔離原則，按行車時間表行車，自用電報後，乃增加行車令相輔行之。但火車速度不同，僅有時間隔離之限制，則兩車間之距離，必為忽遠忽近。故此時間隔離法，交通愈繁，危險愈多。故加空間隔離法。即於時間隔離法外，加一種區截信號，將鐵路分為區段。每區兩端，設有固定信號，如該區內已有火車，則兩端信號，必皆表示危險，他車不得開入。故常於兩列車中間，至少有一區截之隔離，此區截甚短，長一二英里或數千呎，可以增加行車速度，以免候車廢時。但有特殊情形，於一區內，亦可許後車隨前車，在同一方向緩行者。前者名曰“絕對區截制”後者多用於雙軌路，名曰“允許緩進區截制”。

§ 10—4. 區截信號之種類 按管理動作之原動力有不同。而分(a)，(b)兩種。

(a)“人工區截制” 此制又可細分下列三種。

(一)“完全人工區截制” 此制專恃電報，電話傳達消息，由列車管理處，發行車令。站上司事得報告後，用人力撥動信號，其表示有停車。在某

電報站取行車令，及前進不停，無庸取行車令二種。有時亦可用“前進緩行片”允許低速前進，經過一停車信號者。故列車之行動，非受機、電兩力管束，而與信號表示，彼此無互管關係。

(二)“限制人工區截制” 此制較(一)制，多一電鎖管束。信號雖亦須人工撥動，但非得前後兩站合作，以電鎖為管束，某站不能動其信號。如一站欲撥動信號，使列車前進入一段內，預先須得前站員司，將鎖信號之鑰匙，由電流放鬆，方可開動。故此制信號之動作，亦恃人力而加以限制。

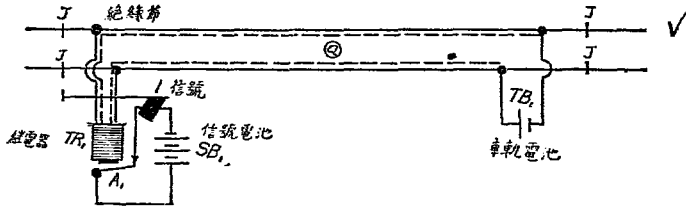
(三)“路簽制” 路簽制為單軌路上列車行動，避免相撞之法。每車到站，須得路簽，方有開入某區之權。路簽為金屬棒形；或圓牌形。每一區截之二端，各置路簽機一具，完全相同。路簽數目，視路務之多少為定。各枚式樣相同，可以在兩端相同路簽機取放。但某區內公用之路簽，絕對不能適用於兩鄰區之路簽機中。一端欲取出路簽時，須得他端之合作，由電機互鎖作用，他端將某端之路簽機放鬆，方可由路簽機取出路簽，每次只可取出一枚，取出一枚後，則兩機自動被電鎖鎖住。此時一列車，可用取出路簽通行該區內。必俟司機將此路簽帶至前站，還置於他端路簽機後，方可再由兩端，再取路簽。故一區截內，同時只能有一車通行，因只一枚路簽在外。但亦有分一路簽為兩段，可以容兩列車，同方向先後前進，俟二段路簽，皆到達前站，將二段會合，重置入路簽機後，不能容第三列車開入該區。故可名“允許緩行路簽制”。

(b)“火車自動區截制” 此制不用人工撥動信號，列車所至，賴“車軌電流”之啓用，“信號電流”，即自動接通與截斷。故使電動信號，自行表示通行與危險。“車軌電流”又為軌道阻礙及損壞表示之法。在一段鐵路之兩端，各置“絕緣節”於兩軌條上。“車軌電池”置於其一端，“繼電器”於其他端。電流可自一軌條出發，經過“繼電器”，自另一軌條回歸原電池。此繼電器之“金屬條”，可以啓閉另一“信號電流”故信號表示通行與危險，全視該區內，有無列車存在，及該段軌道有無障礙或損壞也。區截之長，常為一公里至二公里，亦視交通之繁簡而異。

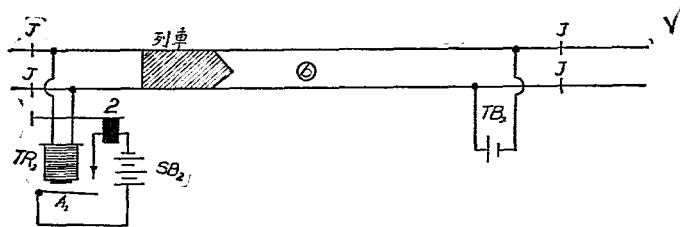
第四十九(a)圖為無列車行駛，信號下垂，表示通行。JJ為“絕緣節”，係用絕緣體，將一區之車軌電路，與鄰區之電路隔斷，如第四十九圖中“車軌電流”自“車軌電池”之一極，經過軌條，依虛線途徑，至“繼電器”，另一軌條，回歸於電池之另一極。“繼電器”為一電磁石，“車軌電流”無阿

時，磁力可將金屬條  $A_1$  吸起。於是連通本地“信號電流”，使信號下垂，表示通行，區內無車及障礙損壞處也。

第四十九 (b) 圖表示該區內已有列車，該區信號表示危險。因“車軌電流”，已被列車輪軸短截。則區端之“繼電器”失其磁性，以致無足力吸起金屬條，故即下落，信號電流遂斷，而信號橫平，表示危險，他車不得入區。倘區內有轉轍，已移置走旁路，或有車輛開進旁路已過“撞車點”，則其情形等於區內有車。故其“車軌電流”亦為截斷，而“繼電器”不能吸起金屬條，故“信號電流”亦斷，信號表示危險也。



(a) 區內無車



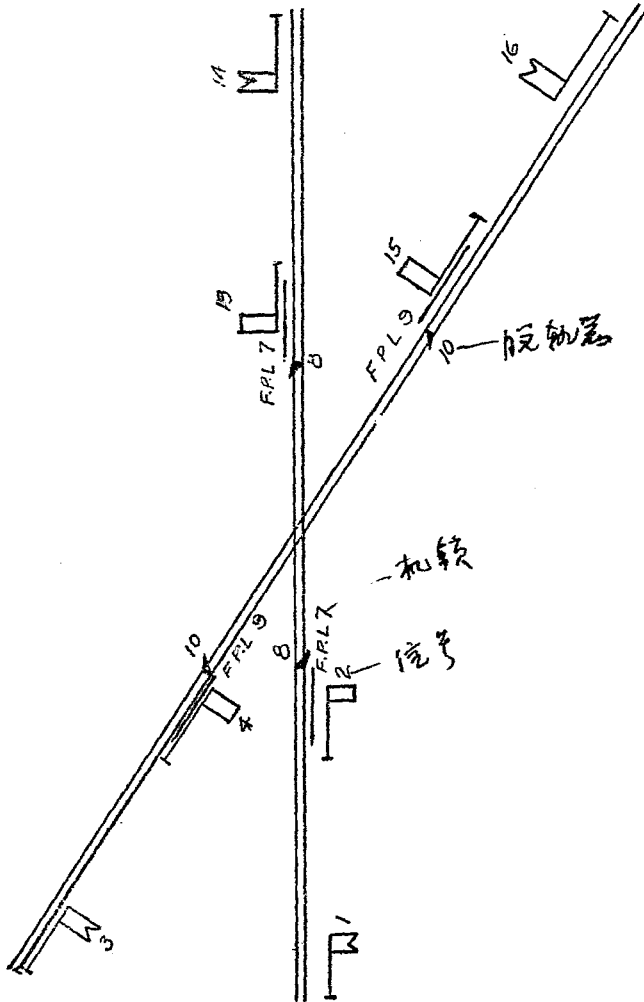
(b) 區內有車

第四十九圖 簡式車軌電路圖

§ 10-5. “聯鎖信號” 此種信號，係將所有信號，道閘或轉轍；與“脫軌器”等之“機挺”聚於一處，各“機挺”由“聯鎖機”加以聯鎖。各“機挺”之動作，須按預定之次序，使各軌路，信號及轉轍不相衝突。如“轉轍”之鎖挺，未經先開，則該“轉轍”挺，即不能動。“轉轍”之挺既不能動，管束該“轉轍”之“信號機挺”，必堅鎖不能移動矣。信號；轉轍；“脫軌器”等之動作。或用人力或用機械；電力；可分下列數種。

(a) “人工聯鎖制” 各“機挺”皆用人力撥動，藉鐵絲傳達拉力以達

信號，賴鐵管或角鐵以達“轉轍”等。聯鎖機有縱立式，及橫列式機床之別。構造雖有不同，聯鎖原則一。茲舉一例，如第五十圖。為一平面圖，兩路



第五十圖 平交連鎖圖

相交處，應設聯鎖機，置於信號樓內。1, 2, 3, 4, 13, 14, 15, 16, 皆爲遠距及近距信號。8, 10 爲“脫軌器”二具，7, 9 爲“脫軌器”之機鎖，所用“聯鎖機”爲十六機槓式，中有空餘“機槓”四個。5-6-11-12 可以備用。

按照不衝突主義，製一“聯鎖表”。表中所列數目，與平面圖中之數目相同。第一行爲撥動某“機槓”至“反常位置”，即可鎖住第二行中之各項在“正常位置”，或“反常位置”。第二行中數目有圈者代表“反常位置”。無圈者爲正常位置。

第七表 (參照第五十圖)  
平交路聯鎖表

(R) 撥動反常位置	鎖	往 撥動反常位置	鎖	往
1	(2)	10	8	
2	(7)-13	13	(7)-2	
3	(4)	14	(13)	
4	(9)-15	15	(9)-4	
7	(8)	16	(15)	
8	10	6	} 空餘	
9	(10)	11		
5	空餘	12		

此“交叉道”之聯鎖，可以表明互鎖之意義。聯鎖表既已製成，則可據此以製“鎖簧表”，方可交工廠製造鎖床。運用時纔可達須要之目的，而免行車上之危險。

(b) “人工電力聯鎖制” 此式可分二種。一種爲用人工撥動信號，轉轍等件。而以電鎖維護之。其他一種，則“信號”之轉動及鎖，皆用電力，而“轉轍”，“脫軌器”等，則須用人工及角鐵轉動之。

(c) “電力風力聯鎖制” 此制係利用“壓縮空氣”之力，轉動“信號”及“轉轍”等。但須用多量之“壓氣筒”，且傳氣管之裝設，亦甚費事。所有“壓氣筒”之“活門”，有電磁石管束啓閉，其電流之通否，全由“機鎖機”中，用電力加以管束也。

(d)“完全電力聯鎖制” 此制之主動力，全為電機發動，信號、轉轍等之電路能通與否，皆由信號樓中之“聯鎖機”，加以管束，依次互鎖，庶免危險。此機“機挺”較小，故轉運極便，而全機所佔位置亦極少也。

綜上各制觀之，按主動力及管束方法，可列一表如下。

第八表 聯鎖主動力管束法表

種 類 (Kind)	主 動 力 (Power)	管 束 方 法 (Control)
人 工 (Mechanical)	人 力 (Manual)	人 力 (Manual)
人 工， 電 力 (Electro-Mechanical)	人 力 (Manual)	電 力 (Electrical)
人 工 電 力 (Electro-Mechanical)	信 號 轉 轍 (Signal) (Switch) 電 力 人 力 (Electric) (Manual)	信 號 轉 轍 (Signal) (Switch) 電 力 人 力 (Electric) (Manual)
電 力 氣 力 (Electro-Pneumatic)	汽 力 (Pneumatic)	電 力 (Electric)
完 全 電 力 (All-Electric)	電 動 機 (Motors)	電 力 (Electric)

#### § 10—6. 增加安全設備

上述區截及聯鎖信號為主要之兩種。尚有增進安全設備二種。附載如下

(a) 機車信號 前面所述信號，多為列車以外之表示，司機者遵照節制行車。機車信號，安置於機車內。其表示或為形式，或為鈴號，使司機者加多一層注意，於忽略時提醒之。故行車安全多一保障。此制進展甚速，或將取路旁信號代之也。

(b) 列車自動節制法 列車行車之安全，全賴司機之遵守信號，加以相當動作。設司機疏忽職務，危險立至。此制可補救之。凡信號已呈危險表示，司機雖得汽笛或機車信號之警告，仍無相當動作時，則機車將自動停止，或作緩進之節制。

我國鐵路信號，多為下垂二象制。人工者多，機電者少。天津總站，有電力發動之轉轍與信號數件。聯鎖區截信號，全用人工聯鎖制。需費雖微，但行使遲滯，改良擴充不易。行車多用路簽制，故路簽為行車之憑證。旗號為停車開車之標準。茲略述其優劣如下：

優點：(1)行使簡易。(2)節省經費。(3)意義明顯。絕少遺誤。

劣點：(1)人力忽略，危險立至。(2)區截爲車站與車站之距離，長約四、五公里。但區截信號意義，一區只許一車行駛。則交通漸繁，距離太遠，費時必多。故只可添設多站，減少區截距離，以利速運。(3)列車開行後，在未抵他站之先，前途如有斷軌或其他障礙。則無避免危險之可能。

爲發展信號計，我國以採用電源燈號爲宜。區截信號外，宜加用“機車信號”與“列車自動區截制”以保安全。聯鎖信號，則宜採用電力聯鎖信號爲最佳。

## 第十一章 土方

### (甲) 土方工價之原素

§ 11—1. 工價項目 計算土方工價方法，常以每立方公尺。須價若干爲準。但因工作方法及繁簡而異，且各地勞資不同，當以每人每日（或每小時）掘土立方公尺數，定其工價。同時須視掘土之性質，以下各項估計，皆按“一日工作十時”計。

掘土工價之不同，載運之遠近，用之填築路堤，或廢棄之。全部工價，可依假定情形分條述之。

- (一) 鬆動天然之地土。
- (二) 將鬆土載入任何車輛上。
- (三) 運送此項掘土，填築路堤，或傾入廢土堆。
- (四) 分佈掘土於路堤上。
- (五) 隨時整理路基，以便運輸。
- (六) 整理路塹，合於圖樣之形式。
- (七) 工程機械及工具之修理、損蝕、折舊及資本之利息。
- (八) 管理費及臨時費。

### § 11—2. 第一項 鬆土

(一) 犁 輕鬆沙土，可無須鬆土工作。但因經濟關係，亦可先用犁鬆動之。“Ellwood Morris”氏實驗之結果，一犁三馬曳之，每日可鬆土 250 至 800 立方公尺。Trautwine 氏估計，一犁二馬曳之，二人御馬，每日可鬆土 200 至 600 立方公尺，須視土質堅韌程度而定。Gillete 氏估計，二馬曳一犁，一人牽馬，一人扶犁，以每小時計算。可鬆黏土 25 立方公尺。如係碎石、沃土，可鬆 35 立方公尺，極輕鬆土質，兩馬或三馬犁，每日可鬆動 600 至 800 立方公尺。

(二) 丁字斧 根據 Trautwine 氏估計，每日可鬆實土 14 立方公尺，輕土 60 立方公尺。又據 Hurst 氏估計，以工作寬度爲二公尺，比較每日費用，則丁字斧之工價，約三倍於用犁。



(三) 轟炸 如鬆動堅固石質，冰凍土地，則轟炸為經濟有效之辦法。

(四) 汽鏟機 此法兼鬆土與運送為一次工作，下項詳論之。

### § 11-3. 第二項 裝運鬆土

(一) 人工鏟土 此法效率之高低，全視管理之得法與否而定。每輛搬運車，可用五人至七人。如用五人，車兩旁各二人，車後一名，能令每車裝土愈多愈佳。多用工人，以不互相妨礙工作為度。以下估計，按每人每日工作十小時計。Morris 氏 10 至 14 立方公尺；Haskell 氏 12 至 17 立方公尺；Hurst 氏 18 至 22 立方公尺；Trautwine 氏，17 至 24 立方公尺。石方工價較多，不僅因其不易裝運，且因一立方公尺之岩石，經打碎後，須佔一、八立方公尺之體積。而每立方公尺之土質，僅佔體積一、二立方公尺。故同一體積石方，其運送費較土方多百分之五十也。

√(二) 汽鏟機 此法比較經濟。在長樑之一端，懸一大斗。容量為半立方公尺至  $2\frac{1}{2}$  立方公尺，適用於各種土質。

(三) 汽油鏟土機 水煤不便之地，工作不多，且多移動，宜用此機。

(四) 電力鏟土機。

(五) 壓氣鏟土機 宜用於隧道中裝運工作。

### § 11-4. 第三項 運土

運土費用，視每日每車往返次數而定。次數愈多為最經濟。管理上應切力避免減少速度之原因。車輛不同，費用亦異，茲分論之。

(一) 二輪輕馬車 一馬曳車，平均每分鐘走六十至七十公尺。即運土往返 33 公尺，名為一站，共費時一分鐘。每次裝卸土方，平均費時四分鐘。設“S”為往返 33 公尺之站數。載運時間，每日以十小時計。運載次數，即等於  $\frac{10 \times 60}{(S+4)} = \frac{600}{(S+4)}$ 。又因坡度不同，每立方公尺所須載運次數亦異。Morris 氏分為三類，下坡每立方公尺以三次計；平道以三次半計；上坡則以四次計。公式中“S”係指平道站數。如遇坡度，加以改正值，二輪車可用 14 乘高程差，單輪車則用 24 乘高程差。例如往返運距為 300 公尺，高程差為 20 公尺，則往返運距相當於水平距者，為  $300 + 14 \times 20 = 580$  公尺。由經驗上之結果，每次平均可運土質  $\frac{1}{3}$  立方公尺。如運石料，只可  $\frac{1}{3}$  立方公尺。而裝卸時間，以六分鐘計。故

$$\text{每日每車載運土方數} = \frac{600}{(S+4)} \times \frac{1}{3} = \frac{600}{3(S+4)} = \frac{200}{(S+4)} \text{ 立方公尺。}$$

$$\text{每日每車運石方數} = \frac{600}{5(S+6)} = \frac{120}{(S+6)} \text{ 立方公尺。}$$

設  $c$  爲每日人工車馬總費。則

$$\text{搬運每立方公尺土方值} = \frac{C \times 3(S+4)}{600} \text{ 或} = \frac{C(S+4)}{200}。$$

$$\text{搬運每立方公尺石方值} = \frac{C \times 5(S+6)}{600} \text{ 或} = \frac{C(S+6)}{120}。$$

(二) 四輪馬車 路程較遠，宜用四輪馬車。設“ $d$ ”爲馬車容量(立方公尺)。裝卸總時間爲六分鐘，則搬運每立方公尺土方費用，爲  $\frac{C(S+6)}{600 \times d}$ 。如運石料，則“ $d$ ”僅爲馬車容量之百分之六十。

(三) 獨輪車 手推車每分鐘可行 80 公尺，或等於往返 40 公尺爲一站。平均虛廢之時間，爲三分鐘。每立方公尺須經十五次運完，或每車容量爲  $\frac{40}{33}$  立方公尺。則搬運每立方公尺土方費用。爲

$$\frac{C \times 15 \left( \frac{40}{33} S + 3 \right)}{600} = \frac{C \times 15 (1.21S + 3)}{600}。$$

如運石料，則爲  $\frac{C \times 24 (1.21S + 3.75)}{600}$ 。式中之  $S$ ，仍爲往返 33 公尺站數。

(四) 削刮器 共分三種，第一種爲一寬板，下有硬邊，上有平台，駕駛者立其上，壓入土中，以馬推動，削刮地土。工作效率甚低，不常用之。第二種爲挖鏟。長寬約一公尺，前有手把。用馬曳進，容量約爲 0.11 至 0.3 立方公尺。第三種爲輪式削刮器。容量由 0.4 至 0.6 立方公尺，工作時將挖土器放下，抬起時自動裝入車內。如“ $n$ ”爲挖土器之容量，以立方公尺計。則搬運每立方公尺土方值，爲  $\frac{C \times n(S+1.5)}{600}$ 。

(五) 有軌馬車，工價可分 (a) 僱馬費；(b) 人工；(c) 軌道移動費；(d) 修理、折舊、及資本之利息；在鐵軌上，坡度阻力甚大。每 1% 之坡度，每噸重量有 20 磅之阻力。軌面滾動阻力，則每 120 磅重量，約有一磅阻力。一馬之能率，約爲 1½ 馬力。故可估計馬數與合宜之坡度。

(六) 火車載運平均速度，爲每小時十六公里，或往返裝運每小時八公

里。裝運虛廢時間爲 0.15 小時。則每日十小時往返次數，爲

$$\frac{10}{\frac{1}{8}(\text{公里程})+0.15}$$

§ 11—5. 第四項 分佈土質於路堤上 分佈土方費用，視所用方法而異。每人每日約可分佈土方 300 至 400 立方公尺。Trautwine 氏之經驗，每日工作，約 100 至 200 立方公尺。

§ 11—6. 第五項 整理 隨時整理路基，以便運輸。可用獨輪車、馬車、或兩輪車。

§ 11—7. 第六項 整理路塹邊坡，其工價按平方公尺計。

§ 11—8. 第七項 機械設備之修理，折舊及利息。

此項費用，依土質而定。愈堅硬者，毀損及折舊愈大。成本利息，則視情況而定。折舊費常占土方工價大部分，普通工具，壽命甚短。

§ 11—9. 第八項 臨時費及管理費。

此項費用殊難估計，常將以上各項總值，增加百分之五至百分之七耳。

#### (乙) 填充路堤

§ 11—10. 土方收縮 收縮量之統計，指示極不一致之結果，其原因約列如下：

(一) 各類土質，收縮系數，絕不相同。試驗時其土質之分類，絕乏一致之規定。

(二) 建築填充之方法，各報告根據之方法不同，尙有不敘及方法者。

(三) 填充路堤，須歷相當時間，收縮至最後體積。故建築與測量縮定體積相距之時間，影響結果甚大。

(四) 軟基土常可沉落於高填路堤重量下。故較真正收縮之體積，指示較大之收縮。

(五) 鬆軟土質之路堤，常向兩邊增寬。頂高隨之下降，但此種沉陷，可指示用不合宜土質作路堤也。

經歷普遍討論，及收縮係數之廣泛範圍，下列事實，可詳述之。

(一) 土質密度，與在地面下之深度，同時增加。試驗結果，如地面下數尺，每立方英尺約重七十磅。地面下二十五呎時，密度增至每立方英尺爲 120 磅。

(二)新挖掘之任何土質，其佔運土器具之體積，常比在原挖掘中者為大。

(三)鋪填之後，常見收縮。其收縮程度，與填充之時日，及經行車輛數目，同時增加。如填土用小車運土，每層填土，皆可受馬蹄及車輪之壓緊。則建築時期之收縮甚大，築成後之收縮則較小。

(四)沃土及距地面下三公尺上層土，皆可收縮至比原體積為小方止。

(五)壓緊土質及石塊，所佔體積比原體積為大。鋪填後，雖比在運送器具中，少見收縮。但決不能收縮如原挖掘中之體積。

(六)路堤收縮與時俱增。一因上層土重壓力，二因車輛之靜重及震動。下列三例，可知大略。

(a)十七年之路堤，無車輛經過，收縮係數=6.7%。

(b)四十九年路堤，經三十二年輕運後，收縮係數=12.9%。

(c)十七年路堤，經重載車輛，收縮係數=13.6%。

(七)如建木棧道，修築路堤，由棧道上土車，傾下填土。則無建築時壓緊力，收縮必致延期。輕土質為尤甚，軌道重量，暫由縱樑承荷之。

(八)路堤重量，加以重運之震動，可將路堤下之基土壓緊。石基則無之。在卑濕之地，則沈陷無已。沈陷與路堤收縮不同。低堤沈陷，比高堤為大。因低堤底面積較小，而震動影響，亦較直接且有效也。路堤修築時，應加多量土方，補充沈陷之土。估計土量，較定收縮係數尤難。用判斷力，加以鑽土試驗，可估沈陷量也。

(九)此項因沈陷增加堤高之係數。與收縮係數有明顯區別。倘收縮係數既經確定，仍應計及沈陷之效力。故增加堤高係數，必為沈陷與收縮二者之組合數。築堤方法，亦必計及。因土質如被壓緊，收縮之一部分，已在進行。故只須計算將來之收縮與沈陷。石料路堤，則無收縮，只須計及將來之沈陷耳。

(十)建築路堤時，將路堤高程線加高，由百分之八至百分之十五，高堤比低堤，影響為多。

✓§ 11—11. 收縮與沈陷係數合宜之規定。兩項係數，不易確定，其值與下列各件有關：

(一)土質之種類。

(二)挖掘土質，距地面深度。

- (三) 建築路堤之方法。
- (四) 完全縮定之時期。
- (五) 路堤上運輸之多寡。
- (六) 各類土質不同之挖掘。

故其真實係數，必為一組合數。其確值不易判定，須用個人之判斷，按上述各件審定。下列數目，可作參考：

- 鵝卵石或沙收縮係數.....百分之八。
- 泥土收縮係數.....百分之十。
- 黃泥土收縮係數.....百分之十二。
- 表面鬆土附着植物收縮係數.....百分之十五。
- 大石塊伸漲係數.....百分之四十。
- 小石塊伸漲係數.....百分之六十。

茲設例以明其用。如收縮係數，為百分之八，則 1,000 立方公尺挖掘土質，可填壓  $1,000 - 80 = 920$  立方公尺路堤。如土石混合，伸漲係數，為百分之二十時。則 1,000 立方公尺，可填 1,200 立方公尺路堤。沈陷之增高係數，尚應分別估計。

(丙) 轟炸

轟炸石質，於挖掘高大路塹及隧道時，必須用炸藥。茲分論之：

§ 11—12. 爆炸物 有延緩性者，名為火藥。燃着後發出之熱量及壓力較低。有具爆烈性者，名為炸藥，略受震動，即易爆炸。如加七、鋸屑等，吸收甘鈉硝酸，即成猛烈之炸藥。

由研究可製炸藥之材料，發現下列各項事實：

- (1) 各類爆炸物，其炸力極不相等。
- (2) 爆炸物有發出危險氣體者，不宜用於閉塞地方，且濁氣不易用通風法排出。
- (3) 爆炸物有不宜用於水底者，雖受潮濕空氣，亦易損壞。
- (4) 因受震動而預先爆炸性，各自不同。即同類爆炸物，亦視情形而異。
- (5) 低冰點之爆炸物，可用於能工作之氣候，否則先將凍冰炸藥融化，實屬危險。
- (6) 轟炸隧道導坑，宜用強有力之爆炸物，價雖較昂，但炸力既速且

黃炸石在水中用  
黑炸石在乾地用  
黃比黑貴三倍

大，毒氣亦較少也。

由上述各事實，結論如次：

✓ (甲) 爲路塹工作，宜用火藥，煙氣爲害較少。

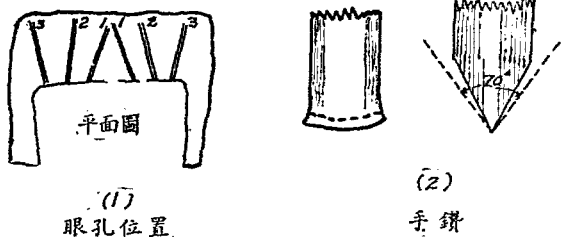
(乙) 開炸隧道，宜用膠質炸藥。

以其煙少，冰點亦低，可用於閉塞地方。

§ 11—13. 打眼 打眼工具爲攪鑽桿，打直立藥眼。其長約二公尺，鋼管桿附一鑽頭，管徑約三分公，重約十五公斤。用時舉起數公分，用力下擲。桿重之撞擊力，足施工作。每日可鑽五公尺深藥眼，斜向及水平藥眼，則須用手鑽 (Hand drill) 與打眼錘。軟石可用輕鑽與輕錘。如鑿硬石，則須用重鑽與重錘也。

機械鑽石機 常用壓縮空氣或內燃機之動力，其鑽眼每公尺工價，雖各不同，但均比手鑽爲廉也。

§ 11—14. 鑽眼之位置及其方向 鑽眼工價，既佔轟炸總值大部分，故選定眼孔之位置，由極小阻力線之方向，使轟炸生效。如土質組織，完全一致。極小阻力線，爲由炸藥中心至地面之最短線。但土質成層，或有裂縫，則情形亦異。如炸石塹安放炸眼，尙易使轟炸生效。如隧道之導坑，則須按排眼之次序，先後開炸。如第五十一圖。



第五十一圖

§ 11—15. 爆炸藥之用量 每次爆炸用藥量，須視石質之硬度及韌性而定。與石層之有無，及其傾斜方向有關。鑽眼深度，爲地質情形所限。炸藥常佔鑽眼三分之一深度。如石質組織爲一致，可令極小阻力線之長，等於鑽眼深度四分之三，則其結果必佳。

§ 11—16. 填實 火藥須要透澈打實，可用泥土、沙、碎石屑、塞填眼孔，再打實之。猛烈炸藥，打實並不重要。炸藥四周空氣隙縫，可減少炸

藥效力。填實後與炸藥合成固體，可使爆炸生效。打實宜用木或竹製桿，忌用鐵桿。

§ 11—17. 爆炸炸藥 爆炸火藥，可用導火線，插入炸藥中。引線內包火藥，外用麻質或樹膠質，包成線條。引火燃燒線條，須經相當時間，漸及炸藥，方可轟炸一眼。如用電流引火，則可同時燃着無數鑽眼中之炸藥，立刻爆炸。鑽眼中安放爆藥粉，通電將細白金絲燒紅，燒炸此粉，炸藥隨之爆炸。如令電線頭間發生火光，引炸藥粉，亦可爆炸也。

## 第十二章 鐵路測量

鐵路測量可分三部，即草測、預測及定線測量是。隨地情形，可將此三部互相之重要性，少事更改，但在普通情形下，三種測量，皆為必須。

### (甲)草測

§ 12—1. 草測之性質 草測為用簡捷方法，踏勘一帶地形，審定所有可能及建議之路線中，何者為最佳且值較詳細之測量。其目的在發現可能路線之具顯明優點者，因而縮小選線之範圍，再由較細測勘以決定相等值之路線也。

草測前須備地圖，比例尺不得小於六萬分之一，或一英吋等於一英里。圖上應表示所有想像可能之路線，但決不宜因某路線缺乏記載，即棄而不用，再由實地踏勘，常可發現未經選定之某線為上選也。

§ 12—2. 普通路線之選擇 在二城市之間建一鐵路，普通常為經濟問題，而非工程問題。如路線必須經過某重要城市，在二終點間，或地形重要點如低鞍山以便過脊，橋址以便渡河。加以城市，皆為管束要點。故在此數管束點之間，選擇良好路線，問題即縮小矣。但管束點不可簡略決定，且如有不合宜之坡度及路線時，亦非不可更動者。

草測決定各管束點之位置及高程，以便計算須要之管束坡度及路線一般特性放大測圖，比較可能路線，取消其不能用者。

選線工程師應避免就存在公路，或容易小道而生成見，宜深入森林，卑濕或山地，以尋二管束點間之良好路線，總以在規定坡度，曲線及建築費內，擇一離二點間直線最少變動之路線也。

二重要點間選線困難時，應自兩端開始，分途研究如自  $A$  起向  $B$  選擇，所遇建築困難，常可由  $B$  起測向  $A$  之路線避免之。

§ 12—3. 谷峽路線 如二管束點皆在同一谷峽中，只須採用一致坡度之線。先測定此段二點之高程差與水平距離，則可選定合宜坡度，如大河流谷中，則兩岸皆須踏勘，決定採經何岸，造橋便易，可用兩岸。川峽上流坡度常比下流坡度為陡峻，故用一致坡度，是在下流時，路線須採上



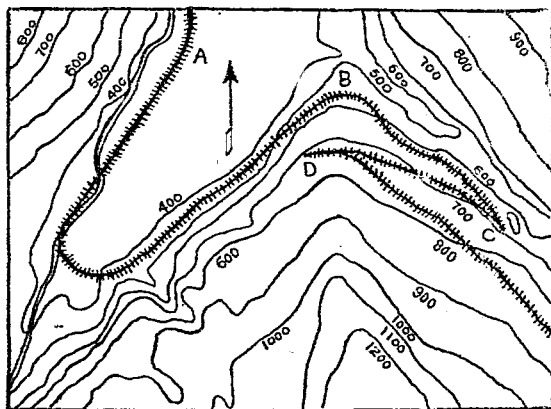
邊坡線。普通河川天然坡度，常比管束坡度為小，故選谷峽路線比較自由，不受坡度限制也。如須造橋，則河岸必須測勘，以定橋座，橋墩之位置，尤以土質鬆軟時，則造橋之困難，足以左右路線之選定也。

§ 12—4. 橫越谷脊路線 此種路線經過二、三大河之流域，當其經越分水線時，必須經過二、三山嶺，而山脊兩邊又須經谷峽中之低處，如分水線為山脊，則易選低鞍處或開隧道經過。

普通目的應選最低山脊及最高橋址，只須二要點間之坡度，在管束坡度限內耳。故在谷峽線，常有一致坡度，而在橫越谷脊線，則成繼續之起伏，且常遇天然最峻坡度，故草測時必須草定管束坡度也。

§ 12—5. 山嶺路線 山嶺區之河川，常遇峻坡大於管束坡度，故順河流欲得所求坡度，殆不可能，經越此區，可用展長法或築隧道，展長法者。在兩高程差點間盡量增長距離，以圖得到所求坡度，其方法可略分如下：

(1) 迂迴線 其基本原則，將線順邊坡而上，幾與正路方向成九十度，達相宜高度再轉回約一百八十度與原邊坡幾成平行線。經此迂迴，展長路線與所升高程即可易得低坡度，如 A、B 二點間之空中距為二公里，但高差為六十餘公尺經迂迴線延長路線至七公里時，則可減少坡度也（第五十二圖）。

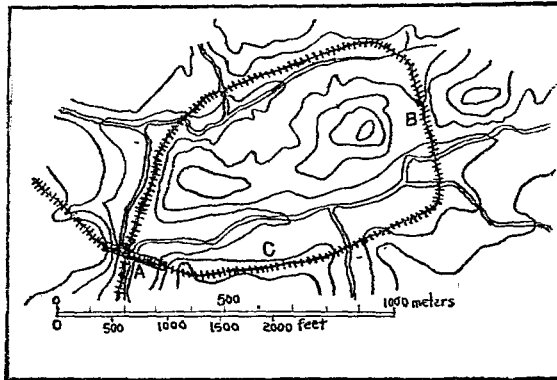


第五十二圖 迂迴線

減低坡度最好方法有二：{ 隧道、繞長。

(2) 回歸線 在峻陡邊坡上，常用回歸線以升高程。列車向一方向上坡至相當地點，全列車須經一轉轍倒退上坡，俟再至相當地點，又經另一轉轍，重向前進上坡，故經此展長，二點間之高程差為數百公尺，其空中距離太短，亦可得合宜坡度，但行車速度必須緩行，方無危險。客車繁多之路線，應避免之。

(3) 橋樑繞曲環線 如在狹谷某處，可建一橋，長足跨谷寬，並距谷底相當高差，則可用繞曲環線，以求合宜坡度。如一線經過谷底，殆繞回原處，建一橋樑距底高 60 公尺，橋跨谷邊約長二百餘公尺，其繞曲環線展長約三公里餘，其最大坡度約百分之二。故只適用於高山區域也。



第五十三圖 橋樑繞曲環線

§ 12—6. 隧道路線 草測工程師，勘測高山區域，常應計及隧道之可能，因另一谷峽，為一高而狹之山脊相隔，則建一短隧道穿過之，常可達展長之目的，而得到較佳及廉價路線航空測量，常可用之草測無地圖區域，並可幫助發現遺漏路線也。

§ 12—7. 相對高程之測定 草測所用測高儀器，以水銀及空盒氣壓計併用為宜。雖亦有用水準儀者。

§ 12—8. 水平距離及方向之測定 草測距離以敏捷為主，計馬步數法，速而不確，計步器較準，但步行者每步平均長，應詳記之，次則用計輪轉數器比較精確，輪圓周長為已知，則知輪轉次數，即知距離矣。

視距法比較迅速且較精確，但須視線無樹林阻礙，方為合宜，距離而

圖地可三件：1. 方向 2. 距離 3. 高度

外，尚可測定方向角及相對高程。

測定方向常用羅針儀，兩線之方向角測定之後，其夾角即可得知。

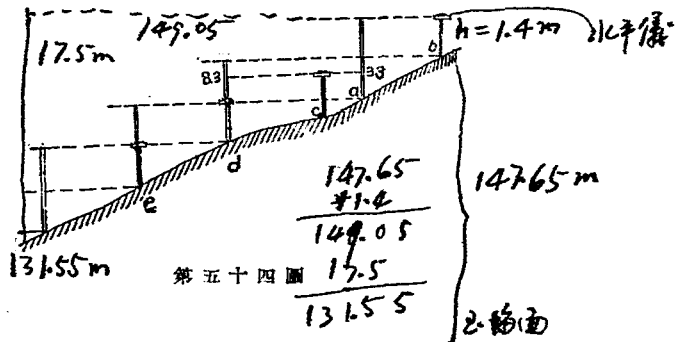
§ 12—9. 草測之重要 草測所用器具及方法，只可認為幫助人之普通常識，路線之選定，仍在乎工程師之經驗及才能。如草測不佳，使坡度太大，營業不多，競爭性大，則將來建築，雖極端細密精確，亦不能使該路成有利投資也。

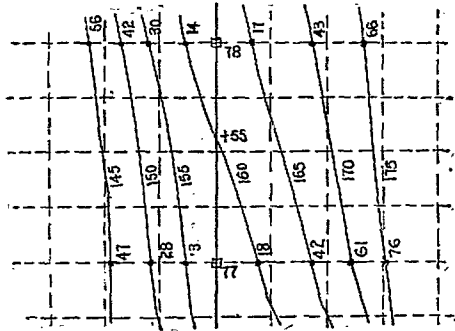
(乙) 預測

§ 12—10. 預測之性質 鐵路預測，為循草測時選定一帶之地形測量，在預測成果圖上，可估計將來所定之線，地帶之闊度，視地形情形而定。如路線沿河岸峻坡而行，則預測之區，因此限制而較狹，但亦應測至邊坡概之限寬，且表現等高線及記明土壤性質，以防土滑之害，測繪較寬區域，雖無直接用處，但常應知路線兩旁地形情形，以勉將來事實須要，另行重測之勞及多費也。在平坦區域，則中線旁較遠之區，亦易測定。

§ 12—11. 預測時通用各方法 (一) 橫剖面法 此法最適用於森林區域，維亦可用於其他地帶。路線之方向可用磁針方向角，或用經緯儀測方位角用磁針法甚屬簡便，誤差不致相積，但角度不易準確，且易受地磁誤差之變動。用經緯儀測方位角，用鋼尺量距離，則較精細，但路線遇障礙物時，必須用移線法通過之。不如羅盤儀之方便。方位角之誤差為相積者，如角度誤差為五分，則二公里距離內，可有三公尺偏差，磁針方向角可用之校對方位角。剖面法所用儀器為手持水準，標尺、及鋼尺布尺等。如欲得五英尺等高線圖，可將手持水準安置於五呎長木桿上，設一例以明之。

第五十四、五十五圖中，設 c 站上之高程為 158.3 呎，因木桿高為





第五十五圖

5 呎，故儀器高程為 163.3，如將標尺立  $a$  點上，標尺上讀數為 3.3 呎，則  $a$  點之高程為 160.0，然後將手持水準左右移置於  $b$  點相近處。如標尺讀數為 10 呎，則  $b$  點高程，應為 165.0 呎也。由  $c$  點向下坡  $d$ ， $e$  點測時，可置標尺於  $d$  點，標尺讀數如為 8.3 呎，則  $d$  點高程為  $163.3 - 8.3 = 155.0$  呎。設將手持水準移置  $d$  點，標尺移置  $e$  點，如讀數為 10 呎時，則  $e$  點之高程，即為  $160 - 10 = 150$  呎也。各點距  $c$  點之水平距離皆用鋼捲尺量定，紀錄手簿上。按第五十五圖繪出，中線兩邊 50 至 100 呎處，各點高程既定，以等高線連貫之，即可得地形圖也。

(二) 視距法 用視距法測定路線，同時測繪地形，適用於平坦區域，各站間距離，及垂直角，須前視後視校正之，以磁針方向角校正方位角。各站高程亦可用垂直角及視距測定，但仍宜由水準隊另測之，比較準確。視距尺上應有標記，固定在儀器高 ( $H. I.$ )，將水平橫線正對標記讀垂直角，看經緯儀人之步驟，可按下列次序：

1. 將望遠鏡正對標尺，扭定上盤。
2. 將水平橫線正對標尺上標記處。
3. 讀記垂直角。
4. 上下移動望遠鏡，使下視距線正對標尺一整尺數，讀上下視距線間隔數。
5. 指揮測夫選他站點。
6. 讀記水平角(或方位角)。

其手簿格式,可如下例:

視距測量手簿格式

儀器站	測站	方位角	視距尺間隔	垂直角	高程差	高程
△24	△23					
	△25					

(三) 平板法 應用平板測繪地形,宜於地形複雜之區,因可隨測隨繪地形,可免錯誤,但儀器笨重,運轉不便,應斟酌地形,採用方法及儀器也。

(丙) 定線測量

§ 12—12. 紙上定線 紙上定線者,即在預測地形圖上,設計整個路線。預擬曲線澗度,及直線。繪於紙上。假設預測所經路線甚佳,則依此線開工,土石方可不至太多。且坡度亦能在“規定坡度”之內。

由預測路線縱剖面圖,可得紙上定線坡度之概值,並可決定在兩重要點間,可用一平均坡度,抑用二三不同坡度。茲舉例以明之。第五十六圖中,  $AZ$  為兩重要點,  $AMZ$  為經過該二點之地面縱剖面圖,此線上下之點線,代表測量區域內地面最高與最低點之聯線。連  $AZ$  二點,倘  $AM$  線在上下二點線之中,則此段內可用一平均坡度,可得支持地面,設  $AZ$  線高出上下點線之外,表示無支持地面,只可用兩種坡度,如第五十七圖,



第五十六圖 兩重要點間一平均坡度



第五十七圖 兩重要點間二種坡度

$AM$ 與 $MZ$ 連貫之。

坡度率既經草定後，可用兩脚規定平面圖上二等高線間之水平距離，如等高線距為五呎，坡度率為 2%，則水平距離 =  $5 \div .02 = 250$  呎，按比例尺將兩脚規之一端，置於預測圖之一等高線上，旋轉他端，使恰在第二等高線上。上下均可，依法類推。末次達段內之終點附近。如用二、三不同坡度，則須變更兩脚規距離，相接推量。倘連接各點，即成無填土挖土之地面路線，紙上定得之線，其長度應比懸空線  $AZ$  為長，既屬初步定線，無須太精確也。

如所定線，直線較多，則修改時可用多數直線而以曲線配連之。否則灣處較多，即宜先定曲線。聯以規定長度之直線，曲線與直線之組合，為數極多，但亦有下列限制：

- ✓ (1) 兩曲線間之直線，不宜太短。普通限制為 50 公尺至 150 公尺。
- (2) 曲線之半徑亦有明確之規定。如兩線太近而為同方向灣曲，宜併為一曲線或用聯合曲線；如為反方向灣曲，則宜間以 100 公尺以上之直線。

下列三事，亦宜常常留意：

(1) 如紙上所定線，全部可依坡度線或地面線，則在中線上可無填土與挖土。

(2) 如所定路線在坡度下側，則須填土，如在上側，則須挖土。

(3) 定線距坡度線愈遠，其填土或挖土量愈大。紙上選定之線按以上各項規定，既經繪出，則可由路線與等高線相交處，讀其高程，另繪一新線之縱剖面圖。由填土挖土面積之比較，可得一大約土方之比較。且直線長度，中心角，每曲線之半徑，皆可預先量出，為地上定線易於進行及校正計，宜多作預測線與改正線間之聯線。其長度及方向，皆須量出，可自預測木樁上，定出附近改正線樁之位置，以資依據。

§ 12—13. 紙上定線與定線測量相關數事 紙上定線既完，應作定線測量之手簿，以便將所定路線，實際遷移地上。下列數事，應當注意：

1. 除特別情形外，紙上定線所用比例尺多為  $\frac{1}{2,500}$ ，故太精確之審核，可不必須。
2. 用經緯儀在野外定線，角度稍差，可生大錯，故每一曲線及直線，

實際定樁時，應常與紙上定線校對，以便修正。

3. 預測線與新定線常有相交點，兩線之夾角，可量弦長，或正餘弦長，以計算之。

4. 如附近無交點，則須自舊線量一垂直線，以達新點。

5. 如隔 20 至 300 公尺，紙上定線與預測線，即有相交點，測線時甚便，可依此交點，以定新樁之位置。

6. 曲線與直線之間，應設介曲線以便行車，其影響即將曲線外移或內移，至多一公尺餘。但不致改變紙上所定路線，實際測定時，其距離，角度等皆應算出。記於手簿。

§ 12—14. 定線測量 測定方向必須用經緯儀，且必精細測定。每站木樁，皆應用根據聯線，量至施工範圍以外之樹木，大石等。以免挖掘或掩蓋之虞。各聯線之方向，距離，均應量載於手簿。

路權地段內之產界線或距離地界外不遠者，皆應完全測繪。以充地畝課交涉之根據。

水準標尺讀數，在倒鏡點及水準標基上，宜用視標，讀至千分之一公尺但其他各站點之高程，讀至百分之一公尺即可。

選擇水準標基，亦宜在施工範圍之外，且應詳細紀錄手簿上。

全線各站之高程，自宜測定。即站間凸凹之處，小河、窪地、等之高程及距離，皆須測繪於縱剖面圖上。

量距離最好用鋼尺，在斜坡上，量尺尤宜水平，每隔 20 公尺打一木樁，與地面齊平，旁插木牌，標示站數曲線起訖處，皆宜立樁，並立旁示樁。除標示站數外，尚記明曲線情形。如“ $P. C. 4^{\circ} R$ ”。為曲線起首向右灣出，曲度為  $4^{\circ}$  也。

測量手簿，多為左右兩頁相對。左頁記錄及計算。右頁繪圖及解說。左頁自下向上，以便與各頁圖形相符，左頁所記為站數，折角，磁針方向及曲線記載等。右頁除繪路線圖外，並將河、房屋、道路、地產界線等，以及重要測站，折角點皆應繪出。

§ 12—15. 測量隊員之組織及其職務 測量隊員之人數無一定規則。用人太少，工難節省但時間增加，固非經濟之道。然人多事少，浪費時間，工作疏懈，更非所宜。故隊員人數，工作分配。為領導者應事先考慮。使工作開始後，每人工作。各得其宜。使全隊工作效率為最大焉。

草測只為廣大面積之勘察。工作草率。時間短促，人員不多，但領導選線之人，必須經驗豐富，能負重責者，方可勝任。此外助手二、三人，夫役若干人即可。

預測與定線測量，皆須組織測量隊，人員之分配約如下列：

- |             |      |
|-------------|------|
| (1) 定線工程司   | 一人   |
| (2) 定線副工程司  | 一人   |
| (3) 看經緯儀者   | 一人   |
| (4) 看水準儀者   | 一人   |
| (5) 繪圖者     | 一人   |
| (6) 地形草圖    | 二人   |
| (7) 水準尺夫    | 一人   |
| (8) 前鏈員，後鏈員 | 二人   |
| (9) 拉尺者     | 三人   |
| (10) 後旗     | 一人   |
| (11) 打樁並標記  | 一人   |
| (12) 斧手     | 二、三人 |
| (13) 廚司     | 一人   |
| (14) 伙夫     | 數人   |
| (15) 駝運夫役   | 若干人  |
| (16) 護衛兵員   | 若干人  |

定線工程師為全隊領導，負責選定路線，研考地情。副工程師助其指揮隊員，分配工作。看經緯儀者，為全隊工作人員之前進者。受工程師之指揮，詳測路線之方向。紀錄折角及磁針方位角。地形隊員在經緯儀，水準儀之後。測量中線兩旁各點之高程。以便每整站作一橫剖面圖，用手持水準測高程，用布捲尺測距離，或以步量。並測排水面積，測繪地產界線，並詢求地主姓名及住址。

斧手專為前行開路者，受工程師之指揮，砍除樹石，闢荆斬棘，使後方隊員，可以進行無阻，免致停滯工作也。



# 附 表 一

## 鐵路工程名詞表

### A

Absolute Block 絕對區截	Automatic Train Control 火車自行制
Absorption 吸水性	Azimuth 方位角
Abutment 橋座	Azle 車軸; 輪軸
Acceleration Grade 加速坡度	B
Accident 出險	Bad Order Track 毀壞車輛軌路
Adhesion 附着力; 黏着力	Baggage Room 行李房
Advance Signal 前進信號	Ballast 道渣
Advance Warning Sign 預告標誌	Ballast Fork 道渣叉
Air Brake 風閘; 壓氣閘; 掣	Ball Mill 球磨
Air Hose 通風軟管; 壓氣管	Barometer 氣壓計
Air Resistance 空氣阻力	Basic Open Hearth 基性馬丁
Alignment 列線; 路線	Battered Post 斜柱
All-Heart Tie 赤木枕木	Barbed Wire 鐵絲式索
Aneroid 無液氣壓計	Barrel Arch 筒式拱橋
Angle Bar 角鐵板	Barrel Tumbler 擲轉筒
Angle-Bar Joint 角鐵板聯接	Bearing Plate 承板; 承重板
Annual Charge 年付金額	Bench 鋪工台; 灰層平台
Annual Cost 年積金	Bent 道, 排
Annuity 年積金	Berm 台階
Anti-creeper 防爬器	Bessmer 別色察氏
Antiseptic 殺菌劑	Betterment Survey 改善測量
Anvil 砧; 鐵砧	Black-Powder 火藥
Approach Track 上棧道軌路	Blasting 轟炸
Arch Culvert 拱形涵洞	Blind Drain 暗溝
Armature 金屬條; 電樞	Block Signal 區截信號
Ash Pan 灰盤	Bloom 鋼塊
Ash Pit 灰坑	Board Fence 板牆; 木條牆
Ash Track 灰坑軌	Boiler Compound 鍋爐化合物
Assistant Engine 助動機車	Bolt 螺釘
Audible 聽聞	Bolt Head 螺釘頭
Automatic Block 自動區截	Bolt Holes 螺釘孔
Automatic Flash Light 自動燈號	Bolt-Nut 螺釘帽

Bonding 通電聯接	Chats 煉噴碎石
Bonds 債券	Cherts 燧石;火石
Booster 推動機	Churn-Drill 舂器;攪鑽桿
Borrow-Pit 借土坑	Chute 輸煤管;出煤槽
Bottom Timber 底木	Cinder 煤渣;煤燼
Boundary Post 地界標	Classified Track 分析軌路
Box Car 悶子車;箱式車	Classified Yard 分析車區
Box Culvert 箱式涵洞	Cleaning Ballast 洗道渣
Braces 牽索;支撐	Clearance Card 前進緩行牌
Brake 軛;車閘,掣	Clearance Post 警衝標
Branding 標記	Clutch 齒合器;機關
Brick 磚塊	Coach 客車;車輛
Bridge 橋式,橋	Coach Cleaning Yard 客車清潔場
Bridge Sign 橋架標	Coaling Station 上煤站
Bridge Warning 橋淨警告標	Coaling Track 上煤軌路
Broken Joint 錯綜接頭;錯列聯接	Coaling Trestle 運煤棧道
Broken Stone 碎石	Coal Pocket 煤槽;煤箱
Brooming 掃頭開花	Color light 色燈
Bucket 煤勺;煤斗	Compound Curve 複曲線
Bull-head 兩頭式	Compound Rail Section 合組軌式
Bumping Post 車擋	Compound Section 聯合截面
Burnetizing 鉛化氣法	Compressed Air 壓縮空氣
Burnt clay 燒土	Coning Wheel 輸線錐形
C	Construction Survey 建築測量
Cable way 纜索	Continuous Girder 連續煤樑
Caboose 守車	Continuous Pier 連續石基
Caboose Track 守車軌路	Controlled Manual Block 限制人工區截
Cab Signal 機車信號	Corbel 肱木
Cantilever 肱桿;懸條	Corner Post 轉角柱
Canting 倚置	Corrosive Sublimate 氯化汞法
Cap 頂木	Corrugated 鑼紋
Capitalization 總投資	Counter balance 均衡重;平衡重
Car 車輛	Coupling 聯鈎;掛鈎
Carbon 石炭;炭素	Crossing 木油浸枕木法
Cart 二馬車	Cross-Current 逆沖
Cart iron Bowl 鑄鐵碗座	Cross-Cut 橫溝坑
Cattle Guard 護畜設備	Crossing 交叉道
Cattle Pass 牲畜小道	Crossing Gate 交叉橋門
Cementing Quality 黏性	Crossover 平行過車軌路
Center Post 中線標	Cross-tie 橫枕木
Centrifugal Force 離心力	Croze 槽孔

Cull-tie 選餘枕木	Drilling Hammer 打眼錘
Culvert 涵洞	Driver Weight 主動輪重
Cure 治理法	Driving 打道釘
Cut 批,路塹	Drop-Hammer 垂錘;落錘
Cut-Spike 鉤頭道釘	Drop-Pit 下輪坑
Curve Compensation 曲線折減率	Drop Test 墜重試驗;重釘試驗
Curve Resistance 曲線阻力	Drying Room 乾沙室
Cylinder 汽缸;氣筒;汽筒	Ductility 展性;強韌性
D	Durability 持久性;耐久性
Dapped 挖槽	Dynamite 炸藥
Dating-Nail 認日釘	E
Dead Load 靜重	Earthwork 土方
Dead Rail 死軌	Economic Span 經濟跨度
Dead Terminal 終站	Electric Firing 電氣着火
Decay 枯朽	Electric Gong 警鐘
Deflection 彎曲;曲度	Electric Interlocking 電力聯鎖
Deflector 移雪器	Electro-Mechanical 人工電力
Dense Common 普通細密	Electro-Pneumatic 電力氣力
Dense Select 細密精選	Electric Shovel 電力鏟
Departure Track 出發軌路	Electric Train Staff 電氣路簽
Departure Yard 出發車區	Emergency Cross-over 意外過軌路
Depreciation 折舊	End Post 末端柱;盡頭欄柱
Depressed Track 低軌路	Engine House 機車房
Derail 脫軌器	Engine Pit 機車坑
Detonating 爆烈性	Engine Track 機車軌路
Discoloration 變色	Engine Yard 機車場
Disc Signal 圓牌信號	Entering Point 進副路轍尖
Distant Signal 遠距號誌	Estimates 估計
Ditch 溝	Even Joint 平排聯接
Dog Sheet 鎖簧表	Excavation 掘鑿;開塹,挖鑿
Double-Acting 雙動作式	Expansion Joint 伸張喉
Double-Header 雙頭機車	Explosive 炸料;爆炸物
Double-Headed 雙頭式	F
Dowel 鐵縫釘;木釘,木釘頭	Facing Point 頂尖
Drag Scraper 牽拉箬箕	Factor of Safety 安全率
Drain 溝渠,排水	Fastening 連接品;扣件
Drainage 滲水,排水	Fence 柵欄
Drawbar Pull 牽拉桿力	Fibrous 纖維的
Drift-Bolt 長螺釘;平頭釘	Fill 路堤
Drill 鑽	Fin 突片;尖鏟
Drilling 鑽孔,打眼	Firebox 火箱

Fire Hydrant 救火水管	Hand Shoveling 手鍬法
Fish-belly 魚肚式	Hard Pan 硬土
Fish-Plate 魚尾板	Hard Rock 硬石
Flange 底部; 輪緣	Harvey Grip 摺握式
Flanged 起條紋者	Hauling 牽運土方; 運送土方
Flange Way 摺線槽	Head 頭部
Flare Wing Wall 斜翼牆	Headblock 轉轍枕木
Flat Car 平車	Heading 進向; 導坑
Floor Beam 橫樑	Heart Tie 木心枕; 中心木枕木
Floor System 橋面系; 板樑系統	Heat Treat 熱裂
Fouling Point 關車點	Helper Engine 助動機車
Framed Trestle 結構棧道	Helper Service 助動機車事務
Freight Track 貨車軌路	Hewn Tie 砍伐枕木
Freight Yard 貨車場	High Carbon Steel 高炭鋼
Frog 轍叉; 道叉	Highway Grade Crossing 平交公路叉道
Fungi 菌	Home Signal 近距信號
Fungicide 殺菌劑	Hooked 鉤; 突出物
G	Hoop 鐵箍
Gasolene-Engine 汽油機	House Track 倉庫軌
Gasolene Shovel 汽油鎬土機	Hump Switching 高峯調車法
Gate Post 門柱	Hump Yard 高峯調車場
Gauge 軌距	I
Gauntlet Track 套式車軌	Iron Pipe Culvert 鐵管涵洞
Gelatine Dynamite 膠質炸藥	Iceing Track 冰軌
Gin Pole 三腳起重機	Inbound 入站; 接收站
Girt 圍條板	Inclined Plane 斜面; 傾斜板
Grade Post 坡度標	Ingot 鐵錠; 鑄條
Grade Resistance 坡度阻力	Insulated Joint 絕緣節
Grading Machine 致平機	Intercepting Ditch 截溝
Gravel 鵝卵石	Inteleck 聯鎖
Gravel Pit 鵝卵石坑	Interlocking Signal 連鎖信號
Gravity Switching 電力調車法	Interlocking System 連鎖信號制
Grate Area 遮擋面積	Intermediate Tie 中間枕木
Grouting 灰漿填隙法	Interval Method 時間隔離法
Guard Timber 護木	Inverted Arch 倒弧形
Gumbo 黏土	J
Gun Powder 火藥	Jagged 加鋸齒
H	Joint 聯接
Hand Brake 手剎; 手閘; 手掣	Joint Action 聯接作用
Hand Drill 手鑽	Joint Tie 聯接枕木
Hand Shovel 手鍬	Journal Friction 輪軸摩擦

K

Kilometer Post 公里程標  
 Kyanizing 氯化汞法  
 L  
 Ladder Track 梯軌  
 Lateral Bracing 橫向支撐  
 Lateral Slipping 橫向滑輪  
 Lead 導程; 運距  
 Lead Track 導軌  
 Leaving Point 離副線軌尖  
 Lever 槓桿; 機槓  
 Light Signal 燈號  
 Lining 裹襯; 砌衣; 填砌  
 Live load 活荷重; 活重  
 Loading 載荷; 裝運  
 Loam 黃泥土  
 Location Survey 定線測量  
 Locking Sheet 聯鎖表  
 Lock-Nut 鎖帽  
 Locomotive Crane 機車起重機  
 Longitudinal 縱承墊法  
 Longitudinal Bracing 縱向支撐  
 Loop 迴線; 環線  
 Loosening 鬆土  
 Loose Rock 鬆石  
 M  
 Main Track 正軌路  
 Mallet 馬來氏機車  
 Manganese 錳  
 Manual Block 人工區載  
 Mechanical Cleaning 除積垢法  
 Mechanical Interlocking 機工聯鎖  
 Metal Tie 金屬枕木  
 Minimum Clearance 最小淨空  
 Minor Opening 小開口  
 Mitered Joint 扭矩 } 等角聯接  
 Moment..... }  
 Moment of Inertia 慣性矩  
 Momentum Grade 運動量坡度  
 Mould 沃士  
 Mud Sill 軋木基架

Mush 加寬

N  
 Necking 去道釘頭  
 Nitro-glycerine 甘納硝酸  
 Nut-Lock 螺釘帽鎖  
 O  
 Odometer 路程錶; 計步器  
 Oil House 油房  
 Old-Rail Culvert 舊式鋼軌涵洞  
 Opening 開口; 開口  
 Open-Cut 開塹; 路塹  
 Operating Expense 行車費用  
 Operation Sign 行車標誌  
 Outbound 發出; 出口  
 Outer Rail 外軌  
 Overcapitalization 逾額投資  
 P  
 Paper Location 紙上定線  
 Pedestal 支座  
 Permanent Set 永久變形  
 Permanent Trestle 永久棧道  
 Permissive Block 緩進區載  
 Phosphorus 磷  
 Physical Requirement 質料要款  
 Picks 丁字斧  
 Pile-Bent 樁排  
 Pile Bridge 木樁橋  
 Pile Driving 打木樁  
 Pile Point 樁尖  
 Pile Shoe 樁底  
 Pile Trestle 木樁棧道  
 Pilot-Tunnel 領港隧道  
 Pipe Culvert 管渠; 管形涵洞  
 Pit Guard 護密坑  
 Pioneer Tunnel 先鋒隧道  
 Plank 張板; 木板  
 Plate Girder 鐵樑  
 Platform 站台  
 Plenum Process 充實法  
 Plow 鋤; 犁  
 Pole Tie 一桿枕木

Poling Board 支托板	Re-driving 重打道釘
Poling Switching 桿式調車法	Relay 繼電器
Poling Track 桿式調車軌路	Relief-Track 救濟軌路
Pony Truck 單軸輪架	Repair-Track 修理車輛軌
Portal 洞門;隧道口	Repair-Yard 修理車區
Position-light 位置燈號	Resiliency 引伸力
Post 直柱	Rib 突出物
Power 主動力	Right-of-Way Fence 路權柵欄
Power Fan 機動風扇	Ring Sign 警鈴標
Preliminary Survey 預測;初測	Rise and Fall 升降公尺數
Preservative 防腐劑	Riprap 大石塊
Prick Punch 圓頭錐	Road bed 路基;道台
Profile 縱剖面圖	Rock-Drill 鑽石機
Pronged 尖突物	Roller 汽輻;輻輳;路輻
Pump 抽水機	Rolling Stock 車輛;機車
Pusher Engine 推進機車	Round Tie 一桿枕木
Pusher Grade 推進機車坡度	Ruling Grade 管束坡度
Q	Running Track 通行軌路
Quartered-Tie 四分之一桿枕	S
Quench Alloy Steel 淬冷合金鋼	Sand House 沙房
Quench Carbon Steel 淬冷鋼	Sand Track 上沙軌
Quick-Bend Machine 速曲機	Sap-Tie 白木枕木
R	Sawn-Tie 鋸成枕木
Radiation 輻射	Scale-Track 磅軌
Rail 鋼軌	Scraper 刮削器
Rail Anchor 防爬器	Screw-spike 螺旋道釘
Rail Brace 軌撐	Screw-Piles 螺旋樁
Rail-Cutting 軌條割損	Seasoning 風候;乾化
Rail-Fastening 軌條扣件	Section-Post 區段標
Rail Gap 軌隙	Semaphore 旗號;洋旗
Rail Length 軌長	Shaft 直井;軸
Rail Joint 軌條聯接	Shear 切力
Rail Wear 鋼軌磨損	Shoulder 肩部
Rail Weight 軌重	Short Circuit 短截電路
Rainfall 降雨量	Shoveling 手鋤法
Ramp 斜坡路	Shrinkage 收縮
Receiving Track 收集軌路	Side ditch 邊溝;旁溝
Receiving Yard 收集車區	Side Slope 邊坡;旁坡
Reconnaissance 草測	Side Timber 邊柱
Refuge-bay 避險所	Side Track 副路;旁路
Regaging 重撥軌距	Side Wall 邊牆

Side Wash 側洗;旁沖	Steam Pile-Driver 蒸汽木樁機
Signal 信號	Steam Pump 蒸汽抽水機
Signal Circuit 信號電路	Steam Seasoning 蒸汽風乾
Signal Tower 信號樓	Steam-Shovel 汽鏟
Sill 底木	Steel Shim 鋼製填隙片
Silicon 鈔	Stiffness 剛勁性
Single-Acting 單動作式	Stone Ballast 碎石道渣
Sinking Fund 折舊金	Stone Culvert 石製涵洞
Skidding 輪溜;溜輪	Stone Screening 石屑
Slag 熔渣;煉鋼爐渣	Storage Track 存放軌路
Slide 滑動;土滑	Storage Yard 存放車區
Slip-Switch 交分道叉	Stradler 跨乘器
Slope Stake 坡度樁	Strand Wire 纜絲式
Slow-burning 緩燃性	Strength 強度
Slow-Sign 慢行標	Stringer 縱樑
Smoke Jack 出煙罩	Stub-Switch 鈍轍尖
Smoke Stack 機車煙箱	Stub Track 一端通行軌
Snow Fence 雪柵	Space Interval 空間隔離
Snow Shed 雪棚	Speed limit Sign 限制速度標
Soaking Pit 浸吸坑	Spur Track 分枝路
Sodding 種草	Sub-Ballast 次層道渣
Sodium Carbonate 碳酸鈉	Sub-Bench 中層平台
Sodium Sulphate 硫酸鈉	Subgrade 路基
Softener 軟水劑	Sub-Soil 底層土
Soft Rock 軟石	Subsidence 沈陷
Solubility 溶度	Summit Yard 高峯調車場
Soundness 健全	Superelevation 超高法
Span 跨度;孔長	Superelevation-Post 超高標
Spare-lever 備樞;空餘樞樑	Supported 承墊
Spike 道釘	Surface Cattle Guard 表面護畜物
Spike-Killing 道釘損害	Surface Coat 表面層
Spike-Slot 道釘縫孔	Suspended 垂下;懸空
Splice-bar 聯接鉸	Swelling 漲大
Split-Tie 劈成枕木	Switchback 倒車設備
Spout 尖嘴;噴水管	Switcher 調車機車
Spreading 分佈	Switch-Tie 轉轍;道叉枕木
Spring Washer 彈簧墊圈	Sway-Bracing 斜支撐
Stadia Method 視距法	T
Stand Pipe 立管;水錶	Tail-Switching 折送調車法
Station Building 車站房屋	Tamping 搗實;填實
Stay Wire 連結線	Tank Car 油車

Team Track 馬車軌路	Tunnel 山洞; 隧道
Telegraph Room 電報房	Turnout 轉道
Telltale 懸條	Turntable 轉盤
Template 樣板; 模架	U
Tender 煤水車	Uncoupling 脫鉤
Terminal 電極; 終站	Underground Survey 地下測量
Test-Pile 試驗樁	V
Through Terminal 過路站	Vaccum-Process 真空法
Ticket-Office 售票房	Vaccum-Pump 卸筒; 真空抽氣機
Tickler 懸條	Valley Route 溪谷路線
Tie 枕木	Valuation 估值
Tie-Plate 繫板; 墊板	Valve 氣門; 活塞; 活舌門
Tie-Rod 聯接桿	Vegetation 種植
Tile-Drain 瓦製排水管	Ventilation 換氣; 通風法
Time Interval 時間照應法	Virtual Grade 虛坡; 理論坡度
Track 軌路, 軌道	Visible 目詰
Track Battery 車軌電池	W
Track Body 主要平行軌	Waiting Room 候車室
Track Capacity 軌道容量	Wagon 四輪馬車
Track Circuit 車軌電路	Waling Stripe 平連桿
Track Freight 裝貨路	Washout 沖毀
Track Main 正路	Water Jet 水射法
Track Relief 救濟軌路	Water Scouring 水磨
Train Resistance 列車阻力	Water Shed 洗車
Track Side 副路	Water Station 水站
Track Sign 軌道標誌	Water Supply 水源
Track Spur 分岐路	Water Tank 水塔
Track Stub 一端通行路	Wear 磨損; 磨蝕
Track Tank 軌池	Web 腹筋; 腹板
Traction Effort 牽引力; 挽力	Wedge 尖劈; 楔木
Train Order 行車令	Welding 焊接; 接罅
Train Resistance 列車阻力	Wet Clay 濕泥
Train Staff 路簽制	Wharton Safety Switch 安全樞尖
Transfer Crane 起重機	Wheelbarrow 獨輪車
Transfer Table 移車台	Wheel Flange 輪緣
Trailing Point 耳單滑道	Wheel load 輪重
Trespass Sign 禁穿牌	Whistle Sign 鳴汽標
Trestle 架台; 棧道	Wigwag Signal 擺擺標誌
Trimming 修整	Wing Wall 翼牆
Trolley 行車滑車	Wooden Spike 木道釘塞
Truck 輪架	Wooden Trestle 木棧道



Woven Type 織網式  
Wrench 搬鉗; 松鉗  
X  
X-Brace 交叉支撐  
X-Ray 透餘銅軌  
Y  
Yard 車場

Yard Engine 調動機車  
Z  
Zig-Zag Line 迴曲路線; 錯縱線  
Zinc-Chloride 氯化鋅  
Zinc-Creosote 鋅化木油法  
Zinc-Tannin 鋅化樹皮膠

## 附表二

### 度量衡對照表

(甲)長度表

公里	=	公尺	=	公寸	=	公厘
1	=	1000	=	100	=	10000
公尺	=	公分	=	公厘	=	公厘
1	=	10	=	100	=	1000

公 制			英 制			
公 分	公 尺	公 里	吋	呎	碼	哩
1	0.01	10 <sup>-5</sup>	0.3937	0.0328	0.0119	0.000006
100	1	0.001	39.37	3.281	1.093	0.00062
100,000	1000	1	39370	3281	10933	0.6214
2.54	0.025	0.00003	1	0.0933	0.0278	0.00003
30.48	0.3048	0.000305	12	1	0.3333	0.000189
91.44	0.914	0.000914	36	3	1	0.000568
160,935	1609	1.609	63360	5280	1760	1

(乙)面積表

公 制			英 制			
方 公 尺	公 畝	公 頃	方 吋	方 呎	方 碼	方 哩
1	0.01	0.0001	1550	10.76	1.196	0.00025
100	1	0.01	155000	1076.4	119.6	0.0247
10000	100	1	15500000	107640	11960	2.471
			1			
			144	1	0.1111	0.00023
			1296	9	1	0.000206
4047	40.47	0.4047	6272640	43560	4840	1

一方哩 = 640 畝 = 2.59 方公里。

(丙) 容量表

公秉	=	公石	=	公斗	=	公升
1	=	10	=	100	=	1000
公升	=	公合	=	公勺	=	公撮
1	=	10	=	100	=	1000

公 制		英 制		
公 升	立 方 呎	立 方 呎	立 方 呎	立 方 碼
1	61.02	0.0353		0.0013
0.0164	1	0.0057		0.00021
28.32	1723	1		0.0371
764.6	40856	27		1

—立方碼=0.76立方公尺；  
 —加侖=3.79公升=231立方吋；  
 —立方呎=7.48加侖=28.4公升。

(丁) 重量表

公噸	=	公斤	=	公分	=	公絲
1	=	1000	=	1,000,000	=	1,000,000,000

公 制		英 制	
公 斤	公 噸	盎 司	磅
1	0.001	35.27	2.204
1000	1	35274	2204 = .984(長噸)
0.02835	0.0000283	1	0.625
0.4536	0.0004536	16	1

### 附表三

各路最大灣度表

路名	線別	長度 (公里)	最大灣度 (公尺)	在何站間	附註
平	幹線	1214.493	300	北平前門西便門間	
	坨里支線	16.318	280	良鄉縣坨里間	
	周口店支線	15.182	650	琉璃河周口店間	
	新易支線	42.482	300	高碑店涿水縣間	
	保定南關支線	6.152	300	保定保定南關間	
漢	臨城支線	16.700	400	鴨鶴營臨城間	
津	幹線	1009.155	300	西沽交通站天津西站間	
	良陳支線	25.60	1500	傅家村陳唐莊間	
	深黃支線	5.65	200	深口黃台橋間	
	寬濟支線	31.528	700	寬州孫氏店間	
	臨棗支線	31.011	1000	臨城山家林間 山家林鄆塢間 鄆塢棗莊間	
浦	輪渡軌道	2.211	301.8	浦口交通站引橋間	
甌海	幹線	896.908	350	汜水鞏縣間	
北	幹線	813.74	305.82	東便門永定門間	
	通縣支線	24.69	1746.50	東便門雙橋間 雙橋通縣南站間 通縣南東兩站間	
	錦粟支線	112.98	499.09	南嶺口北營子間	
	營口支線	91.48	914.40	溝幫子胡家窩鋪間	
	大通支線	252.954	436.63	芳山鎮新立屯間	
寧	北戴河支線	9.98	304.71	北戴河海濱間	

附表三 各路最大灣度表

平	幹線	812.34	182.95	三堡青龍橋間	兩端均有45.72公尺和緩曲線	
				青龍橋西撮子間	兩端均有45.72公尺和緩曲線	
	平門支線	24.92	301.61	西直門西黃村間		
	環城支線	12.33	243.88	西直門德勝門間		
	大同支線	20.24	304.80	大同平旺間		
粵漢	幹線	417.30	349.62	路口鋪雲溪間		
				岳州麻塘間		
				長沙東大托銷間		
	株萍支線	90.40	174.67	老關峽出口間		
鄂段	幹線	305.20	3.0	青島大港間		
				大港四方間		
	青島四方間貨支線	5.38	300	青島大港調車處間		
	張博支線	39.226	300	大崑崙博山間		
	淄魯支線	7.354	300	淄川魯山間		
	金鐵支線	7.198	300	金嶺鎮鐵山間		
	黃台橋支線	4.421	300	黃台黃台橋間		
	杭	幹線	344.400	200	蕭山白鹿塘間	
					白鹿塘臨浦間	
	江	蘭露支線	22.737	300	竹馬館蘭露間	
京滬	幹線	311.052	551.57	麥根路揚旗站上海北站間		
滬	滬涇支線	16.09	326.75	天通庵江村間		
滬杭甬	幹線	274.05	356.24	石湖蕩楓涇間		
	上海南站支線	7.54	317.78	上海南站龍華間		
滬甬	拱宸橋支線	6.23	457.20	拱宸橋長山門間		
滬海	幹線	257.44	360	蒼石南口前間		
海	梅西支線	69.12	505	沙河口至東豐東豐大興鎮間		

正             太	幹 線	243.60	100	井 陘 縣 北 峪 間
				北 峪 南 峪 間
				南 峪 娘子 關 間
				娘子 關 程家 驢底 間
				程家 驢底 下盤石 間
				下 盤石 岩 會 間
				岩 會 亂 流 間
				亂 流 白 羊 墅 間
				白 羊 墅 陽 泉 間
				賽 魚 坡 頭 間
				坡 頭 測 石 驛 間
				測 石 驛 芹 泉 間
				馬 首 村 上 湖 間
				上 湖 盧 家 村 間
盧 家 村 廷 段 間				
廷 段 東 趙 村 間				
粵 廣 韶	幹 線	224.15	194.24	連 江 口 波 羅 坑 間
漢 段	廣三 支線	48.92	391.20	橫 滄 偉 山 間
南    滬	幹 線	128.35	402.34	九 江 沙 河 間
				馬 迴 嶺 德 安 間
				德 安 永 修 間
				永 修 涂 家 埠 間
				涂 家 埠 新 祺 周 間
新 祺 周 樂 化 間				
吉 長	幹 線	127.727	610	頭 道 溝 長 春 間
瀋 緬	幹 線	881.00	114.74	姚 安 祥 雲 間
綏 昆	幹 線	1,608.34	115	綏 府 昆 明 間

各路最大坡度表

路名	線別	長度 (公里)	最大坡度			附註
			坡度	坡長 (公尺)	在何站間	
平	幹線	1214.493	0.88%	1800	長台關彭家灣間	長台關
	坨里支線	16.318	1.00%	350	良鄉縣坨里間	良鄉縣
	周口店支線	15.182	1.00%	1320	琉璃河周口店間	琉璃河
	新易支線	42.482	0.98%	487.06	高碑店至涑水縣間	涑水縣
	保定南關支線	6.152	0.54%	620	保定保定南關間	保定南關
漢	臨城支線	16.700	1.50%	1375	鴨島營臨城間	鴨島營
津	幹線	1009.156	0.67%	750 1000	桑梓店深口間	桑梓店 深口
				4100 3000	黨家莊崗山間	黨家莊 崗山
				8800	萬德界首間	萬德
				4100	界首泰安間	泰安府
				1100	泰安東北堡間	東北堡
				5100	東北堡大汶口間	大汶口
				1600	吳村曲阜間	曲阜
				1100	臨淮關板橋間	臨淮關
				750 1900	板橋小溪河間	板橋 小溪河
				2250	小溪河石門山間	小溪河
				300 1900	石門山明光間	石門山 明光
				1050 1100	明光小卞莊間	明光
				1350 1250	小卞莊管店間	小卞莊 管店
				350 600	管店嘉山縣間	管店 嘉山縣
				500 650	嘉山縣張八嶺間	嘉山縣 張八嶺
				830 1950	張八嶺沙河集間	張八嶺 沙河集
				440 1500	沙河集滁州間	沙河集
1000 500	担子街烏衣間	担子街 烏衣				

浦				970 970	烏衣東葛間	烏衣東葛
				650	東葛花旗營間	花旗營
				2750 1600	花旗營浦鎮間	花旗營浦鎮
	良陳支線	25.69	0.50%	300 700	傅家村陳唐莊間	傅家村陳唐莊
	深黃支線	5.65	0.67%	400	深口黃台橋間	黃台橋
	兗濟支線	31.528	0.25%	600	孫氏店濟寧州間	濟寧州
	臨棗支線	31.011	0.25%	1500	臨城山家林間	臨城
				3300	山家林鄒坊間	山家林
				4300 500	鄒坊棗莊間	鄒坊棗莊
	龍	幹 線	896.908	1.50%	1112.62	觀音堂硤石驛間
1168.65					硤石驛張茅間	張茅
1436.26					張茅交口間	交口
海	幹 線	843.14	1.00%	305	興城韓家溝間	韓家溝
				21.69	前門東便門間	東便門
	通縣支線	21.69	0.33%	640	前門東便門間	東便門
	錦粟支線	112.98	1.25%	2500	驂院營子北票間	驂院營子
	營口支線	91.48	0.38%	178	盤山縣大窪間	大窪
	大通支線	252.954	1.00%	1616	大虎山黑山縣間	大虎山
				2377 2774	黑山縣入道壕間	入道壕
				1830 4056	芳山鎮新立屯間	芳山鎮新立屯
				2743 2306	十家子泡子間	十家子泡子
				1524	彰武縣馮家窩舖間	彰武縣
1524				馮家窩舖章古台間	馮家窩舖	
1067 2499				甘旗卡伊胡塔間	甘旗卡伊胡塔	
1859 1158				伊胡塔巴胡塔間	伊胡塔	
寧	北 戴 河 支 線	9.96	0.91%	488	巴胡塔衙門營間	衙門營
				704	北戴河海濱間	北戴河
平	幹 線	812.34	3.33%	693.42 1301.50	東園居庸關間	東園
				3047.68	居庸關三堡間	居庸關



附表三 各路最大坡度表

				822.96	三堡青龍橋間三堡
	平門支線	24.92	0.80%	1715.00	西黃村石景山間西黃村
	環城支線	12.33	0.33%	1463.00	德勝門安定門間安定門
綏	大同支線	20.24	0.50%	1097.16	平旺口泉間平旺
粵				1952	紙坊土地堂間土地堂
				1387	賀勝橋官埠橋間賀勝橋
				762	咸甯汀泗橋間汀泗橋
				670	岳州藤塘間藤塘
	幹線	417.30		2011	藤塘榮家灣間藤塘
				884	榮家灣黃沙街間黃沙街
				1616	黃沙街桃林寺間黃沙街
				1159	桃林寺汨羅間汨羅
				808	易家灣株州北站間株州站
漢(湘鄂段)	株萍支線	90.40	2.10%	300	峽山日吉山埠間吉山埠
粵	幹線	395.20	0.67%	7412	周村大臨池間周村
	青島四方間貨物線	5.38	1.00%	500	青島大港調車處間大港調車處
	張博支線	39.226	0.80%	1800 500 875 1050	大崑崙博山間大崑崙
	淄安支線	7.354	1.00%	507	淄川巖山間淄川
	金嶺支線	7.098	0.50%	734.10 241.49 1066.29	金嶺鎮鐵山間金嶺鎮鐵山
濟	黃台橋線	4.421	0.125%	2000	黃台黃台橋間黃台橋
杭					臨浦尖山間
					尖山湖池間
					湖池直埠間
					直埠白門間
					白門諸暨間
					諸暨牌頭間

	幹 線	344.480	1.00%		牌 頭 安 華 間	
					安 華 鄭 家 塢 間	
					鄭 家 塢 蘇 溪 鎮 間	
					蘇 溪 鎮 義 烏 間	
					義 烏 義 亭 間	
					義 亭 孝 順 間	
					孝 順 塘 雅 間	
					塘 雅 金 華 間	
					賀 村 新 塘 邊 間	
					新 塘 邊 下 鎮 間	
江	蘭 谿 支 線	22.737	0.80%		竹 馬 館 蘭 谿 間	
京	幹 線	311.042	0.63%	152	龍 潭 下 蜀 間	龍 潭
滬	滬 涇 支 線	16.09	0.33%	320	天 通 庵 江 滬 間	天 通 庵
				320	吳 涇 機 廠 蘆 藻 浜 間	張 華 浜
杭	幹 線	274.65	0.33%	725	麥 根 路 揚 旗 站 梵 王 渡 間	上 北 海 站
				433	徐 家 匯 龍 華 新 站 間	龍 華 新 站
				334	明 星 橋 松 江 間	明 星 橋
				360	石 湖 蕩 楓 涇 間	石 湖 蕩
				359	七 星 橋 嘉 興 間	七 星 橋
				152	王 店 硤 石 間	硤 石
甬	上 海 南 站 支 線	7.54	0.25%	183	上 海 南 站 龍 華 間	龍 華
	拱 宸 橋 支 線	6.23	0.30%	152	拱 宸 橋 良 山 門 間	拱 宸 橋
粵	幹 線	224.15	0.70%	3000	銀 盞 勾 迎 嘔 間	迎 嘔
				1600	石 圍 塘 五 眼 橋 間	石 圍 塘
				800	五 眼 橋 三 眼 橋 間	三 眼 橋
				1100	三 眼 橋 邵 邊 間	三 眼 橋
				1000	邵 邊 譚 邊 間	邵 邊
				1900	譚 邊 奇 槎 間	譚 邊





附表三 各路隧道表

北寧	錦支	要線	112.98	單線	灰洋拱	1186	火成石	直	道	0.278%	鄭家屯朝陽寺間
				單線	灰洋拱		105	火成石	灣	道	0.65%
平綏	幹線	812.34		單線	混泥土拱	367.11	石	灣	半徑 213.6 公尺	3.33%	東園居庸關間
				單線	混泥土拱	45.72	石	灣	半徑 公尺	3.00%	三壘青龍橋間
				單線	混泥土拱	141.12	石	灣	半徑 182.95 公尺	3.00%	青龍橋西梁子間
				單線	混泥土拱	1031.18	石	直	道	3.00%	青龍橋西梁子間
				單線	無	49.68	硬石	灣	半徑 381.0 公尺	0.50%	旗下營陽下齊間
膠濟	幹支	線									無隧道
杭江	幹支	線	244.480								無隧道
京滬	幹支	線	311.042	雙線	磚拱	466	土同石	直	道	0.40%	鍾江鎮江南門間
滬杭甬	幹支	線	16.09								無隧道
正	幹線	243.01		單線	石拱	327.50	石	灣	道	1.20%	頭泉上安間
				單線	石拱	79.90	石	灣	道	0.30%	上安岩峯間
				單線	石拱	141.50	石	灣	道	0.30%	上安岩峯間
				單線	石拱	149.20	石	灣	道	水 平	南河頭南張村間
				單線	石拱	640.40	石	灣	直 兩 道	0.61%	南張村非陸縣間
				單線	石拱	162.50	石	灣	道	1.3%	北峪南峪間
				單線	石拱	147.00	石	灣	道	水 平	程下家盤石底間
				單線	石拱	112.70	石	灣	直 兩 道	1.00%	程下家盤石底間
				單線	石拱	292.70	石	灣	直 兩 道	1.3%	程下家盤石底間
				單線	無	288.09	石	直	道	1.00%	程下家盤石底間
				單線	石拱	65.40	石	直	道	水 平	下盤石岩會間
				單線	石拱	123.00	石	灣	道	1.30%	下盤石岩會間
				單線	石拱	63.30	石	直	道	水 平	岩會亂流間
				單線	石拱	59.50	石	灣	道	1.3%	岩會亂流間
單線	石拱	37.40	石	灣	直 兩 道	1.20%	岩會亂流間				
單線	石拱	192.55	石	灣	直 兩 道	0.10%	岩會亂流間				
單線	石拱	35.00	石	直	道	1.5%	白羊墅陽泉間				
單線	石拱	119.50	石	灣	直 兩 道	1.00%	馬首村上湖間				

太 粵 漢 (廣 甯 段)		單線	石拱	100.35 136.35	石	灣	道	1.20% 0.80%	上湖蘆家村 間
		單線	石拱	40.25 24.95	石	灣 直	道 道	1.20% 1.20%	盧家村段延 間
	幹 線	單線	有	236	灰石質	直	道	0.3%	
		單線	有	440 180 360	灰石質	直 灣	道 道		
		單線	有	900	灰石質 烏坭質	灣	道	0.7%	
廣 幹 線	三 線	48.92						無隧道	

各路鋼軌設備表

路 名	線 別	長 (公里)	鋼 軌		魚 尾 鋏	道 釘 或 螺 栓	有 無 墊 板	方 接 或 錯 接	敷 設 地 點	附 註	
			式 樣	重 量 (公斤)							長 度 (公尺)
平			第23號	42.01 37.00	9.00	第28號	均用	無	方接	北平前門至西便門	參照鋼軌圖
			第28號	42.00	9.00	第28號	均用	無	方接	西便門至長辛店	
			第21號	37.00	9.00	第23號	均用	無	方接	長辛店至南園建	
			第31號	42.2	9.14	第31號	均用	無	方接	南園建至良鄉縣	
			第23號	37.00	9.00	第23號	均用	無	方接	良鄉縣至琉璃河	
			第2號	37.7	7.31	第26號	均用	無	方接	琉璃河至北河店	
			第44號	42.2	9.14	第44號	均用	無	方錯並用	北河店至漕河	
			第10號	40.7	7.31	第26號	均用	無	方錯並用	漕河至方順橋	
			第14號	42.2	9.14	第14號	均用	無	方錯並用	方順橋至望都縣	
			第28號	42.0	9.00	第28號	均用	無	方錯並用	望都縣至樂西店	
			第23號	37.0	9.00	第23號	均用	無	方接	樂西店至高邑縣	
			第28號	42.00 37.00 42.20	9.00 9.00 9.14	28 23 31	均用	無	方接	高邑縣至鴨溝營	
			第23號	37.00	9.00	第23號	均用	無	方接	鴨溝營至順德府	
			第23號	37.00	9.00	第23號	均用	有無不等	方接	順德府至豐樂鎮	
			第28號	42.00	9.00	第28號	均用	有無不等	方接	豐樂鎮至彰德府	
			第23號	37.00	9.00	第23號	均用	有無不等	方接	彰德府至榮澤縣	

附表三 各路鋼軌設備表

漢	幹線	1214.493	第44號	42.20	9.14	第44號	均用	有無不等	方接	榮澤縣至南陽
			第23號	37.00	9.00	第23號	均用	有無不等	方接	南陽至臨潁
			23 第44號 28	37.00 42.20 42.00	9.00 9.14 9.00	23 第44號 28	均用	有無不等	方接	臨潁至小商橋
			第28號	42.00	9.00	第28號	均用	有無不等	方接	小商橋至鄧城
			28 第23號	42.00 37.00	9.00	28 第23號	均用	有無不等	方接	鄧城至郭店
			第23號	37.00	9.00	第23號	均用	有無不等	方接	郭店至遂平
			23 第44號	37.00 42.20	9.00 9.14	23 第44號	均用	有無不等	方接	遂平至大劉莊
			第23號	37.00	9.00	第23號	均用	有無不等	方接	大劉莊至李新店
			雜式不等不	等	雜式	均用	有無不等	方接	李新店至信陽	
			雜式不等不	等	雜式	均用	有無不等	方並用	信陽至柳林	
			第23號	42.00	9.00	第23號	均用	有無不等	方接	柳林至東董店
			第23號	37.00	9.00	第23號	均用	有無不等	方接	東董店至廣水
			雜式不等不	等	雜式	均用	有無不等	方接	廣水至楊家寨	
			第23號	37.00	9.00	第23號	均用	有無不等	方接	楊家寨至陸家山
			第23號	42.00	9.00	第23號	均用	有無不等	方接	陸家山至孝感縣
平	幹線	16.318	第23號	37.00	9.00	第23號	均用	無	方接	孝感縣至三汊埠
			第28號	42.00	9.00	第28號	均用	有無不等	方接	三汊埠至玉帶門
		15.182	第23號	37.00	9.00	第23號	均用	無	方接	良鄉縣至坨里
		42.482	第14號 7	37.00 29.80	8.23 9.14	第14號 7	均用	無	方接	琉璃河至周口店
漢	幹線	6.152	第23號	37.00	9.00	第23號	均用	無	方並用	高碑店至保定南關
		16.700	第23號	37.00	9.00	第23號	均用	無	方接	保定至保定南關
津	幹線	1009.156	第27號	41	10	第27號	螺絲	有	方接	鴨鍋營至臨城
			第34號	42.16	9.144	第34號	道釘	無	錯接	天津西站交通站至韓莊
		25.60	第27號	41	10	第27號	螺絲	有	方接	韓莊至浦口
		5.65	第12號	33.4	10	第12號	螺絲	有	方接	良王莊至陳磨莊
	深支	31.528	第12號	33.4	19	第12號	螺絲	有	方接	深口至黃台驛
	浣支		第12號	33.4	19	第12號	螺絲	有	方接	兗州至濟寧州

浦 甯	臨支 輪軌	31.011	第12號	33.4	10	第12號	螺釘	有	方接	臨城至棗莊
	襄 綫 渡道	2.241	第34號	42.16	9.144	第34號	道釘	無	錯接	浦口交通站 至引橋
	幹 綫	896.808	第39號	42.16	12	第39號	道釘	有	方接	大浦至運河
			第42號	42.16	9	第42號	道釘	有	方接	運河至徐州府
			第40號	42.16	9	第40號	道釘 螺釘	有 無	方接	徐州府至邳 寨
			第41號	42.16	9	第41號	道釘 螺釘	有 無	方接	邳寨至劉提 園
			第39號	42.16	9	第39號	道釘	有	方接	劉提園至陝 封
			第22號	37.70	9 12	第22號	道釘	有	方錯 互用	開封至洛陽 西站
			第35號	42.16	9.14	第35號	螺釘	無	方錯 互用	洛陽西站至 鐵門
			第41號	42.16	9	第41號	道釘	有	方錯 互用	鐵門至義馬
			第43號	42.16	9.14	第43號	道釘	有	方錯 互用	義馬至渾池
			第44號	42.16	9	第44號	道釘 螺釘	有 無	方錯 互用	渾池至觀音 堂
			第38號	42.16	12	第38號	道釘	有	方錯 互用	觀音堂至 寶
			第39號	42.16	12	第39號	道釘	有	方接	寶至瀋陽
			幹 綫	843.13	第37號	42.16	9.15	第37號	道釘	無
第24號	42.16 39.18	9.15 8.99			第24號	道釘	有	錯接	秦皇島至山 海關	
第37號	42.16	9.15			第37號	道釘	無	錯接	山海關至溝 幫子	
第1號	43	10			第1號	道釘	無	錯接	溝幫子至瀋 陽北門	
通支 錦支	綫 梁綫	24.69	第37號	42.16	9.15	第37號	道釘	無	方接	北平前門至 通縣東站
營支 營支	綫 口綫	112.98	第3號	42.16 29.76	9.15	第3號	道釘	無	錯接	錦縣至北票
大支 北支	通 支 支	91.48	第5號	29.79	9.15	第5號	道釘	無	方接	溝幫子至營 口
寧 干	幹 綫	812.34	第5號	20.76	9.15	第5號	道釘	無	方接	大虎山至遼 寧北站
			第5號	23.76	8.23	第5號	道釘	無	方接	北戴河至海 濱
			第23號	42.16	9.144	第23號	道釘	無	方接	柳村至南口
			第37號	42.16	9.144 9.119 9.03	第37號	道釘	有	錯接	南口至康莊
幹 綫	812.34	第37號	42.16	9.144 9.033	第37號	道釘	有	方接	康莊至懷來	
		第37號	42.16	9.144	第37號	道釘	無	方接	懷來至羅文 島	



附表三 各路鋼軌設備表

			第31號	42.16		9.144	第31號	道釘	無	方接	羅文皂至蘇集
			第13號	31.72		9.144	第13號	道釘	無	方接	蘇集至平地泉
			第38號	42.16		9.144	第38號	道釘	無	方接	平地泉至麥達召
			第31號	42.16		9.144	第31號	道釘	無	方接	麥達召至包前
	平支環支	門線	24.92	第5號	29.76	9.144	第5號	道釘	無	方接	西直門至門頭溝
		同線	12.33	第5號	29.76	9.144	第5號	道釘	無	方接	西直門至東便門
		同線	20.24	第6號	23.76	9.144	第6號	道釘	無	方接	大同至口泉
粵湘鄂段	幹線		417.39	第31號	42.16	9.144	第31號	均有	無	方接	徐家棚至株州北站
	株支	普線	50.40	第21號	42.16 37.80	8.5, 9.144 9.7, 5	第21號	道釘	有	均有	株州南站至安源
膠				第16號	43	12	第16號	道釘	無	方接	青島至四方
				第16號	43	12	第16號	螺絲	無	方接	四方至城陽
	幹線		395.24	第15號	37.20	10.065	第15號	道釘	無	方接	城陽至膠東
				第16號	43	12	第16號	道釘	無	方接	膠東至大圩河
				第8號	30	10	第8號	螺絲	無	方接	大圩河至濟南
	青島四方	貨物線	5.38	第8號	30	10	第8號	螺絲	無	方接	青島至四方
	張博	博程	39.24	第8號	30	10	第8號	螺絲	無	方接	張店至博山
	淄川	淄程	7.354	第8號	30	10	第8號	螺絲	無	方接	淄川至張山
	金嶺鎮	鐵線	7.048	第15號	27.20	10.065	第15號	道釘	無	方接	金嶺鎮至鐵山
濟	黃台	橋樑	4.421	第8號	30	10	第8號	螺絲	無	方接	黃台至黃台
杭	幹線		344.440	第2號	17.36	9.14	第2號	道釘	無	方接	杭州邊至玉山
江	蘭壽	壽線	22.737	第2號	17.36	9.14	第2號	道釘	無	方接	金華至蘭壽
京	幹線		311.042	第29號		9.15	第29號			方接	南京至上海
				第31號	42.16	10.065	第31號	道釘	無	方接	上海北站
滬	滬支	海線	16.07	第32號		10.98	第32號			方接	上海寶山站至炮台灣
				第33號			第33號				
				第34號			第34號				
滬	幹線		274.65							方接	上海北站至開口曹城江至寧波
杭	上海南	南支線	7.54	第16號	37.20	9.15	第16號	道釘	無	方接	上海南站至龍華新站
				第17號		10.18	第17號				
				第18號			第18號				

南	拱宸橋支線	6.23	第11號	32.24	11.836	第11號	道釘	無	方接	拱宸橋至良山門
漢	幹線	881.00	第8號	30	10	第8號	道釘	無	銜接	昆明至蘇達
綏	幹線	1,606.34	第8號	30	10	第8號	道釘	無	銜接	綏府至昆明

各路枕木設備表

路名	線別	長度(公里)	枕 每軌數設根數				敷設地點	附註
			質料	尺(公釐)	寸軌長(公尺)	根數		
平	幹線	1214.493	木	150×220×2400	9	12	北平前門至南崗窪	
			木	150×220×2400	9.14	12	南崗窪至良鄉縣	
			木	150×220×2400	9	12	良鄉縣至琉璃河	
			木	150×220×2400	7.31	10	琉璃河至北河店	
			木	150×220×2400	9.14	12	北河店至漕河	
			木	150×220×2400	7.31	10	漕河至方順橋	
			木	150×220×2400	9.14	12	方順橋至望都縣	
			木	150×220×2400	9	12	望都縣至榮澤縣	
			木	150×220×2400	9.14	12	榮澤縣至南陽	
			木	150×220×2400	9	12	南陽至長台關	
			木鋼	150×220×2400 150×230×2700	9	12	長台關至陸家山	
			鋼	150×230×2700	9	12	陸家山至孝感縣	
			木鋼	150×220×2400 150×230×2700	9	12	孝感縣至三汊埠	
			木	150×220×2400	9	12	三汊埠至玉帶門	
漢	里支線	16.318	木	150×220×2400	9	12	良鄉縣至塔里	
	周口店支線	15.182	木	150×220×2400	9	12	琉璃河至周口店	
	易支線	42.482	木	150×220×2400	8.23 9.14	10 12	高碑店至梁格莊	
	保定南關支線	6.152	木	150×220×2400	9	12	保定至保定南關	
	臨城支線	10.700	木	150×220×2400	9	12	鴨溝營至臨城	

附表三 各路枕木設備表

津	幹線	1009.156	美樅 美樅	松木 松木	150×230×2440	10	4	天津至韓莊	
					150×230×2440	9.144	14	韓莊至浦口	
		25.60	美樅 黃樅	松木 松木	150×230×2440	10	14	真王莊至陳唐莊	
		5.65	美樅	松木	150×230×2440	10	14	梁口至黃台橋	
		31.528	美樅	松木	150×230×2440	10	14	兗州至濟寧州	
		31.011	美樅	松木	150×230×2440	10	14	臨城至棗莊	
浦	支線	2.241	美樅	松木	150×230×2440	10	14	浦口交通站至引橋	
隴	幹線	856.903		木	150×230×2440	1	17	大浦至蓮河	
				木	150×230×2440	9	13	蓮河至徐州府	
				木 鐵	150×230×2440 80×266×2440	9	13	徐州府至銅山縣	
				木	150×230×2440	9	13	銅山縣至郝寨	
				木 鐵	150×230×2440 80×266×2400	9	13	郝寨至楊樓	
				木	150×230×2440	9	1	楊樓至楊集	
				木 鐵	150×230×2440 80×266×2400	9 12	13 17	楊集至馬牧集	
				木	150×230×2440	9	13	馬牧集至內黃	
				木 鐵	150×230×2440 80×266×2400	9	13	內黃至蘭封	
				木	150×230×2440	9	13	蘭封至洛陽東站	
				鐵	80×266×2400	9.14	16	洛陽東站至新安縣	
				木 鐵	150×230×2440 80×266×2400	9 9.14	13	新安縣至鐵門	
				木	150×230×2440	9	15	鐵門至繩池	
				木 鐵	150×230×2440 80×266×2400	9 12	13 17	繩池至張茅	
				木	150×230×2440	12	17	張茅至靈寶	
				木 鐵	150×230×2440 80×266×2400	12	17	靈寶至潼關	
			海	幹線	843.14	美日	松	150×320×2440	9.155
美	松	150×230×2440				9.15	14	北戴河至溝幫子	
美 吉林	松 松	150×2.0×2440				10	15	溝幫子至瀋陽	
24.69	美	松				150×230×2440	9.15	13	北平前門至通縣
112.98	美日	松 木				150×260×2440	9.15	14	通縣至北票

寧	口線	91.48	美 松	150×230×2440	9.15	13	溝幫子至營口		
	大支	252.954	美 松 吉林	150×230×2440	9.15	13	大虎山至通遼		
	北支	9.98	美 松	150×230×2440	8.23	13	北戴河至海濱		
平	幹 線	812.34	美 松	150×230×2440	9.144	13	柳村至南口		
			美 松	130×230×2440 178×229×2743	9.144 9.119 9.089	12、 4)	16	南口至西撥子	
			美 松	150×230×2440	9.144 9.093	15	西撥子至康莊		
			美 松	150×230×2440	9.144	13	康莊至宣化		
			紅 松	150×230×2440	9.144	13	宣化至包頭		
	平支	24.92	美 松	150×230×2440	9.144	13	西直門至門頭溝		
	環支	12.33	美 松	150×230×2440	9.144	13	西直門至東便門		
綏	大支	20.24	美 松	150×230×2440	9.144	13	大同至口泉		
漢 (湘鄂段)	幹 線	417.30	鋼 枕	85×230×2400	9.144	14	徐家棚至土地堂	內接頭木枕四根	
			杉 木	150×230×2440	9.144	14	土地堂至汀泗橋		
			杉 木	100×230×2400	10	16	汀泗橋至蒲圻		
			鋼 枕	85×230×2400	10	16	蒲圻至臨湘	內接頭木枕四根	
			鋼 枕	85×230×2000	9.144	14	臨湘至岳州	內接頭木枕四根	
	杉 木	150×230×2440	9.144	14	岳州至株州北站				
株 支	90.40	杉 木	100×230×2440	9.144 7.5 8.5	14	株州至安源			
膠	幹 線	395.20	木	150×230×2440	12	12	青島至四方		
			木 鋼	150×230×2440 62½ 公斤×2440 公厘	12 12	21 21	四方至女姑口		
			木	150×230×2440	12 10.65	21 15	女姑口至膠東		
			木	150×230×2440	12	18、21	膠東至大圩河	每 12 公尺鋼軌一根在直線上鋪木枕 18 根在曲線上鋪木枕 21 根	
	鋼	50 公斤×2440 公厘	10	12	大圩河至濟南				

附表三 各路石渣設備表

濟	青島四方貨物線	5.38	鋼	50 公斤×2440 公厘	10	12	青島至四方貨物棧
	博支張線	39.226	鋼	50 公斤×2440 公厘	10	12	張店至博山
	濰支濰線	7.354	鋼	50 公斤×2440 公厘	10	12	淄川至濰山
	金支鐵線	7.098	木	150×230×2440	10.65	11—15	金嶺鎮至鐵山
	黃台橋支	4.421	鋼	50 公斤×2440 公厘	10	12	黃台至黃台橋
杭	幹線	344.490	洋松	150×150×2440	9.14	14	杭州江邊至玉山
	蘭支露線	22.737	洋松	150×150×2440	9.14	14	金華至蘭谿
京滬	幹線	311.042	美松 加拉木	150×230×2440 127×229×2591	9.14 10.98	11—16	南京至上海北站
	滬支密線	16.09	加拉 鋼	127×229×2591 10×229×2591	11—12	12—15	上海寶山路站至炮台灣
滬杭甬	幹線	274.65	加拉木 美松 木質	150×230×2440 150×230×2440 127×230×2440	9.9.15 9.144	13—14	上海北站至開口 寧波至曹娥江
	上海南站支線	7.54	美松	150×230×2440	9	13	上海南站至龍華新站
	拱宸橋支	6.23	美松	150×230×2440	9.15	13	拱宸橋至艮山門
滇緬綏昆	幹線	881.00	松木	150×205×2000	10	14	昆明至蘇達
	幹線	1,606.31	松木 栗木	150×205×2000	12	14 16	敘府至昆明

各路石渣設備表

路名	線別	長度 (公里)	何種石渣	數	設地	點	附註
平	幹線	1214.493	元石				北平前門至秦西店
			青岩石				秦西店至順德府
			碎石				順德府至馬頭鎮
			元石				馬頭鎮至黃河南岸
			碎石				黃河南岸至玉帶門
坨里支線	16.318	元石				良鄉縣至坨里	
周口店支線	15.182	元石				琉璃河至周口店	
新易支線	42.482	元石				高碑店至梁格莊	

漢	保定南關支線	6.152	元	石	保定至保定南關		
	臨城支線	16.700	青	石	岩	鴨鶴營至臨城	
津	幹線	1109.156	石	灰	石	天津總站至浦口	
	良陳支線	25.61	石	灰	石	良王莊至陳唐莊	
	滌黃支線	5.65	石	灰	石	滌口至黃台橋	
	宛濟支線	31.528	石	灰	石	宛州至濟甯州	
	臨棗支線	11.011	石	灰	石	臨城至棗莊	
浦	輪渡軌道	2.241	石	灰	石	浦口交通站至引橋	
臨	幹線	86.908		無		大浦至瓦窩	
			山	石		瓦窩至開封	
			河	石		開封至觀音堂	
			山	石		觀音堂至會興鎮	
海	幹線	843.13	碎	石及元	石	北平前門至天津總站	
			碎	石		天津總站至瀋陽北門	
	錦票支線	112.98	碎	石		錦縣至北票	
	營口支線	91.48	碎	石		溝幫子至營口	
	大通支線	252.954	碎	石		大虎山至通遼北站	
	北戴河支線	9.98	碎	石		北戴河至海濱	
甯	通縣支線	24.69	碎	石及元	石	北平前門至通縣東站	
平	幹線	812.34	碎	石		柳村至包頭	
	環城支線	12.33	碎	石		西直門至東便門	
	大同支線	20.24	碎	石		大同至口泉	
綏	平門支線	24.92	碎	石		西直門至門頭溝	
粵	湘鄂線	417.30	碎	石		徐家樹至株州北站	
漢	株萍支線	91.40	河	石		株州南站至安源	
膠	幹線	395.20	碎	石		青島至堯溝	
			元	石		堯溝至濟南	

附表三 各路石渣設備表

濟	青島四方線	5.38	碎石	青島至四方機廠	
	張博支線	39.226	元石	張店至博山	
	淄魯支線	7.354	碎石	淄川至魯山	
	金嶺支線	7.0.8	元石	金嶺鎮至鐵山	
濟	黃台橋支線	4.42	元石	黃台至黃台橋	
杭	幹線	344.490	砂礫, 卵石	杭州江邊至玉山	
	蘭谿支線	22.737	砂礫, 卵石	金華至蘭谿	
京	幹線	311.042	碎石	南京至上海北站	
滬	滬崑支線	16.09	碎石	上海寶山路站至炮台灣	
滬	幹線	274.65	碎石	上海北站至曹塘江	
杭	上海南站支線	7.45	碎石	上海南站至龍阜新站	
	拱宸橋支線	6.23	碎石	拱宸橋至艮山門	
滇	幹線	881.00	碎石	昆明至蘇達	
緬	幹線	1,616.34	碎石	敘府至昆明	
緬	緬昆				

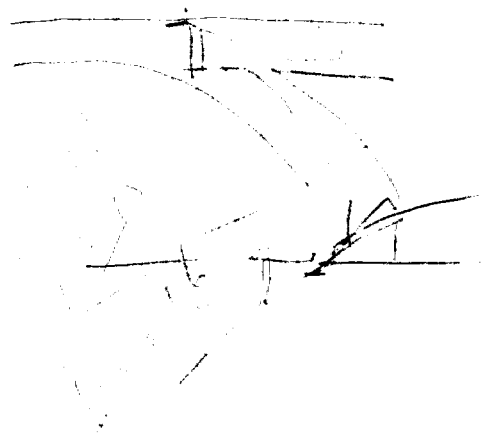
1. 10' - 20'  
 2. 10' - 20'  
 3. 10' - 20'

1. blind drain 10' - 20'
2. 10' - 20' Gravel Pad
3. probe 10' - 20'

串	收	回	借	出	收

10' - 20'  
 10' - 20'  
 10' - 20'

10' - 20'  
 10' - 20'  
 10' - 20'





Blind drain  
 Box or Pipe Culvert  
 Arch Pile  
 String Girders  
 Truss Truss  
 Penton

中華民國三十五年二月初版  
 中華民國三十六年三月再版

\*\*\*\*\*  
 版 權 所 有  
 翻 印 必 究  
 \*\*\*\*\*

上 程 冊 工

國 幣 肆 元

印 刷 地 點 外 另 加 運 費

作 者 張 澤 熙

行 人 朱 經 農  
上海河南中路

發 行 所 商 務 印 書 館  
印刷廠

發 行 所 商 務 印 書 館  
各地

