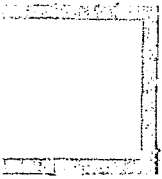


國立清華大學叢書

鐵 路 工 程

上 冊

張 澤 熙 著



商務印書館印行

MG
U2
11

國立清華大學叢書

鐵 路 工 程

上 冊

張 澤 熙 著

第
一
版
第
一
冊

商務印書館印行



3 2167 6845 1

上册目次

| | |
|----------------------|----|
| 自序 | |
| 第一章 鋼軌 | 1 |
| § 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 | 4 |
| § 1—4 製造手續及其化學成分 | 5 |
| § 1—5 質料要款 | 6 |
| § 1—6 鋼軌壽命 | 7 |
| § 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 | 8 |
| § 1—10 軌條裝置 | 8 |
| § 1—11 軌距 | 8 |
| 第二章 鋼軌扣件 | 10 |
| (甲) 軌條聯接及魚尾鉗 | 10 |
| § 2—1 軌條聯接之要義及其作用 | 10 |
| § 2—2 聯接分類 | 11 |
| § 2—3 軌條聯接魚尾鉗之毀損 | 11 |
| (乙) 軌道螺釘及螺釘帽鎖 | 13 |
| § 2—4 螺釘重要條款 | 13 |
| § 2—5 螺釘形式，尺寸及其製造 | 14 |
| § 2—6 螺釘帽鎖之意義及其式樣，種類 | 14 |
| (丙) 鉤頭及螺旋道釘 | 14 |
| § 2—7 鉤頭道釘 | 15 |

| | | |
|--------|-------------------|----|
| § 2—8 | 螺旋道釘 | 15 |
| | (丁)墊鐵 | 15 |
| § 2—9 | 墊鐵之利益 | 16 |
| § 2—10 | 墊鐵設計要義及其分類 | 16 |
| | (戊)防爬器 | 17 |
| § 2—11 | 防爬器之要義 | 17 |
| 第三章 | 枕木 | 19 |
| § 3—1 | 承墊軌條之各種方法及枕木之功用 | 19 |
| | (甲)木軌枕 | 19 |
| § 3—2 | 木軌枕定義及木料之選擇 | 19 |
| § 3—3 | 枕木之耐久性, 尺寸及枕距 | 20 |
| § 3—4 | 安置及更換枕木之規則 | 22 |
| § 3—5 | 枕木價值 | 22 |
| | (乙)枕木之浸煉方法及其經濟 | 22 |
| § 3—6 | 浸煉法之基本原則 | 22 |
| § 3—7 | 各種浸煉方法及其價值 | 23 |
| § 3—8 | 浸煉枕木之經濟 | 24 |
| | (丙)鋼軌枕, 及鋼筋混凝土軌枕 | 30 |
| § 3—9 | 採用之廣遍, 形式, 尺寸及其種類 | 30 |
| § 3—10 | 鋼軌枕之經濟 | 31 |
| 第四章 | 道渣 | 33 |
| § 4—1 | 道渣之目的及其要件 | 33 |
| § 4—2 | 定義及材料種類 | 33 |
| § 4—3 | 橫剖面及合宜厚度 | 35 |
| § 4—4 | 安置道渣方法及道渣價值 | 36 |
| § 4—5 | 碎石道渣之規範 | 37 |
| § 4—6 | 洗淨道渣之方法 | 38 |
| 第五章 | 路基及涵洞 | 39 |
| § 5—1 | 路基及水患 | 39 |
| § 5—2 | 涵洞之定義及設計要款 | 40 |
| § 5—3 | 水道橫面面積計算之原素及方法 | 40 |

| | |
|--------------------|----|
| § 5—4 涵洞之分類 | 42 |
| § 5—5 小開孔建築物 | 44 |
| 第六章 棧道(柱架橋) | 46 |
| (甲)總論 | 46 |
| § 6—1 棧道之用途 | 46 |
| § 6—2 棧道與路堤之比較 | 46 |
| § 6—3 木質棧道之兩種形式 | 46 |
| § 6—4 木樁棧道 | 47 |
| § 6—5 打樁方法及公式 | 47 |
| § 6—6 樁尖及樁底 | 49 |
| § 6—7 打樁之應用原理 | 49 |
| § 6—8 結構棧道 | 49 |
| § 6—9 多層結構棧道之建築及跨度 | 49 |
| § 6—10 基礎 | 51 |
| § 6—11 縱向支撐 | 51 |
| § 6—12 橋座 | 52 |
| (乙)橫樑以上各件 | 52 |
| § 6—13 橫樑(或稱縱樑) | 52 |
| § 6—14 肱木與護木 | 52 |
| § 6—15 曲線棧道外軌超高法 | 52 |
| § 6—16 防火設備 | 53 |
| § 6—17 木料尺寸及分等級 | 53 |
| (丙)木質棧道之設計 | 53 |
| § 6—18 普通實用情形 | 53 |
| § 6—19 所須強度之各原素 | 54 |
| § 6—20 荷重 | 54 |
| § 6—21 橫樑之設計 | 54 |
| § 6—22 直柱之設計 | 56 |
| § 6—23 頂木, 底木之設計 | 56 |
| 第七章 隧道 | 58 |
| (甲)測量 | 58 |

| | | |
|--------|------------|----|
| § 7-1 | 地面測量 | 58 |
| § 7-2 | 直井測量 | 58 |
| § 7-3 | 地下測量 | 58 |
| | (乙)設計 | 59 |
| § 7-4 | 橫剖面 | 59 |
| § 7-5 | 坡度 | 62 |
| § 7-6 | 砌衣 | 62 |
| § 7-7 | 直井及溝渠 | 63 |
| | (丙)隧道建築 | 64 |
| § 7-8 | 溝坑 | 64 |
| § 7-9 | 洞門之開鑿 | 65 |
| § 7-10 | 隧道通風法 | 66 |
| § 7-11 | 隧道與開鑿之比較 | 67 |
| § 7-12 | 隧道之價值 | 67 |
| 第八章 | 副路，車場及終站 | 69 |
| | (甲)副路 | 69 |
| § 8-1 | 副路之分類 | 69 |
| § 8-2 | 軌路名稱 | 70 |
| | (乙)車場 | 72 |
| § 8-3 | 車場概要 | 72 |
| § 8-4 | 車場定義及其分類 | 73 |
| § 8-5 | 車場設計及其重要設備 | 74 |
| § 8-6 | 車輛之調動方法 | 75 |
| | (丙)旅客車站及終站 | 77 |
| § 8-7 | 設備及佈置 | 77 |
| 第九章 | 車站房屋及附屬建築物 | 79 |
| | (甲)車站房屋 | 79 |
| § 9-1 | 旅客房屋與站台 | 79 |
| § 9-2 | 貨棧房及站台 | 79 |
| | (乙)水站及給水 | 80 |
| § 9-3 | 水站位置及水源 | 80 |

| | | |
|--------|--------------|----|
| § 9—4 | 水塔 | 81 |
| § 9—5 | 抽水機 | 82 |
| § 9—6 | 水鶴 | 83 |
| § 9—7 | 軌池 | 83 |
| | (丙)機車房 | 83 |
| § 9—8 | 機車房形式 | 83 |
| § 9—9 | 機車坑 | 84 |
| § 9—10 | 出煙罩 | 84 |
| § 9—11 | 機車房地面 | 84 |
| § 9—12 | 下輪坑 | 85 |
| § 9—13 | 轉車盤 | 85 |
| | (丁)機車加煤站及附屬物 | 85 |
| § 9—14 | 人工鑄煤法 | 85 |
| § 9—15 | 機車起重機 | 85 |
| § 9—16 | 運煤棧道 | 85 |
| § 9—17 | 運煤器 | 85 |
| § 9—18 | 油房 | 85 |
| § 9—19 | 沙房 | 85 |
| § 9—20 | 灰坑 | 85 |
| | (戊)雪棚, 雪棚及柵欄 | 86 |
| § 9—21 | 雪棚 | 86 |
| § 9—22 | 雪棚 | 86 |
| § 9—23 | 柵欄 | 86 |
| § 9—24 | 柵柱 | 86 |
| | (己)標誌及平交公路設備 | 87 |
| § 9—25 | 標誌種類 | 87 |
| | (a) 軌道標誌 | 87 |
| | (b) 行車標誌 | 87 |
| | (c) 防護標誌 | 87 |
| | (d) 警衛標 | 87 |
| | (e) 車擋 | 87 |

| | |
|-----------------|----|
| § 9—26 平交公路設備 | 88 |
| (a) 坡度 | 88 |
| (b) 摺線槽 | 88 |
| (c) 軌條間路面 | 88 |
| (d) 平交路警告標誌 | 88 |
| (e) 柵門 | 88 |
| 第十章 鐵路信號 | 89 |
| (甲) 總論 | 89 |
| § 10—1 鐵路信號之目的 | 89 |
| § 10—2 信號之種類 | 89 |
| (a) 旗號 | 89 |
| (b) 燈號 | 90 |
| (c) 圓牌信號 | 90 |
| § 10—3 區截信號 | 91 |
| § 10—4 區截信號之種類 | 91 |
| (a) 人工區截制 | 91 |
| (b) 列車自動區截制 | 92 |
| § 10—5 聯鎖信號 | 93 |
| (a) 人工聯鎖制 | 93 |
| (b) 人工電力聯鎖制 | 94 |
| (c) 電力風力聯鎖制 | 95 |
| (d) 完全電力聯鎖制 | 95 |
| § 10—6 增加安全設備 | 95 |
| (a) 機車信號 | 95 |
| (b) 列車自動節制法 | 95 |
| 第十一章 土方 | 97 |
| (甲) 土方工價之原素 | 97 |
| § 11—1 工價項目 | 97 |
| § 11—2 第一項 鬆土 | 97 |
| § 11—3 第二項 裝運鬆土 | 98 |
| § 11—4 第三項 運土 | 98 |

| | |
|--------------------------|-----|
| § 11—5 第四項 分佈填土 | 100 |
| § 11—6 第五項 整理 | 100 |
| § 11—7 第六項 整理邊坡 | 100 |
| § 11—8 第七項 機械設備之修理，折舊及利息 | 100 |
| § 11—9 第八項 臨時費及管理費 | 100 |
| (乙) 填充路堤 | 100 |
| § 11—10 土方收縮 | 100 |
| § 11—11 收縮與沉陷係數合宜之規定 | 102 |
| (丙) 轟炸 | 102 |
| § 11—12 爆炸物 | 102 |
| § 11—13 打眼 | 103 |
| § 11—14 鑽眼之位置及方向 | 103 |
| § 11—15 爆炸藥之用量 | 103 |
| § 11—16 填實 | 103 |
| § 11—17 爆炸炸藥 | 104 |
| 第十二章 鐵路測量 | 105 |
| (甲) 草測 | 105 |
| § 12—1 草測之性質 | 105 |
| § 12—2 普通路線之選擇 | 105 |
| § 12—3 谷峽路線 | 105 |
| § 12—4 橫越谷脊路線 | 106 |
| § 12—5 山嶺路線 | 106 |
| § 12—6 隧道路線 | 107 |
| § 12—7 相對高程之測定 | 107 |
| § 12—8 水平距離及方向之測定 | 107 |
| § 12—9 草測之重要 | 108 |
| (乙) 預測 | 108 |
| § 12—10 預測之性質 | 108 |
| § 12—11 預測通用之方法 | 108 |
| (丙) 紙上定線 | 110 |
| § 12—12 紙上定線 | 110 |

| | | |
|---------|--------------------|-----|
| § 12—13 | 紙上定線與定線測量相關數學..... | 112 |
| § 12—14 | 定線測量..... | 112 |
| § 12—15 | 測量隊之組織及其隊員之職務..... | 113 |

插圖次序

| | | |
|-------|-------------------------|-------|
| 第一圖 | 標準鋼軌截面 | 2 |
| 第二圖 | 求動輪對數曲線 | 3 |
| 第三圖 | (a)直線上軌損 (b)曲線上軌損 | 8 |
| 第四圖 | 鋼軌扣件 | 12 |
| 第五圖 | 枕木相關真壽命 | 21 |
| 第六圖 | 各式鋼枕 | 30 |
| 第七圖 | (a)(b)(c)涵洞式樣 | 44 |
| 第八圖 | Sheffield 氏護畜欄及瓦製護畜欄 | 44 |
| 第九圖 | (a)單線隧道最小淨空 (b)雙線隧道最小淨空 | 60—61 |
| 第十圖 | (a)曲線上淨空加寬 (b)外軌超高增加淨空 | 62 |
| 第十一圖 | 隧道橫剖面 | 62 |
| 第十二圖 | 直井橫剖面 | 63 |
| 第十三圖 | 導坑及導坑木架 | 64 |
| 第十四圖 | 隧道施工程序 | 65 |
| 第十五圖 | 車站佈置 | 69 |
| 第十六圖 | 讓車護路、副路佈置 | 70 |
| 第十七圖 | 馬車軌路 | 71 |
| 第十八圖 | 旅客車站避車道 | 77 |
| 第十九圖 | 環式車站軌路 | 78 |
| 第二十圖 | 二象旗號及三象旗號 | 90 |
| 第二十一圖 | 簡式車軌電路 | 93 |
| 第二十二圖 | 平交路連鎖 | 94 |
| 第二十三圖 | 迴歸線 | 106 |
| 第二十四圖 | 橋梁繞曲環線 | 107 |

| | | |
|-------|----------------|-----|
| 第二十五圖 | 手持水準測橫剖面..... | 108 |
| 第二十六圖 | 儀剖面..... | 109 |
| 第二十七圖 | 兩重要點間二種坡度..... | 110 |
| 第二十八圖 | 兩重要點間一平均坡..... | 111 |

各表次序

| | | |
|-----|-----------|----|
| 第一表 | 軌隙表 | 4 |
| 第二表 | 馬丁鋼內化學成分表 | 5 |
| 第三表 | 枕木年積金計算表 | 29 |
| 第四表 | 道渣分類表 | 34 |
| 第五表 | 修理道渣數量表 | 35 |
| 第六表 | 隧道工款估算表 | 67 |
| 第七表 | 平交路聯鎖表 | 94 |
| 第八表 | 聯鎖主動管束表 | 95 |
| 附表一 | 鐵路工程名詞表 | |
| 附表二 | 各路狀況設備表 | |

自序

鐵路為國家交通系中之主腦，其重要自不待言，鐵路工程學，為研討鐵路運輸及建築之專門學科，各大學土木工程系必修課程也。著者任教各大學擔任鐵路工程十有餘年，向皆參考西文書籍，以中文隨記綱要，茲以應教授之需要，乃編此書，共分上下二冊。上册專述軌路，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。下冊專講機車運轉，轉轍計算，定線原理及行車經濟等，本書之目的，雖為大學教材之用，但亦可作鐵路人員之參考。故多解釋原理，加以各路實例，藉資引證。每章之末，附以計算習題數則，以便學生解答，倘此學科每週授課三小時，則全書上下二冊適足供一學年之用。

本書上册多依據 Raymond's Elements of Railroad Engineering 一書之次序，但以 Webb's Railroad Construction 一書為根據，加用 Willard's Maintenance of Way and Structures 一書中之實例；下冊中之機車運轉部分多從 Raymond 一書，餘則以 William-Design of Railroad Location 為依據。

承浙贛鐵路杜鎮遠先生，敘昆鐵路聶肇靈先生贈用該路圖表，特此致謝。此稿於民國二十九年七月業已完竣，曾送清華大學校出版委員會加以審定，列入清華大學校叢書，同年將原稿及圖表寄香港商務印書館駐港辦事處付印，不幸港變發生，原稿遺失，以致迄今未克印出，今春重集舊稿，整理繕繪，方復原狀，再寄商務印書館駐滬辦事處付梓，希望不久可以出版。

著者因時間匆促，謬誤之處恐所難免，請讀者多加指正，則幸甚矣。

作者識於昆明西南聯合大學工學院

附註：本書插圖，因值非常時期，印刷困難，故刪減甚多，祈閱者鑒

鐵 路 工 程

上 册

第一章 鋼軌

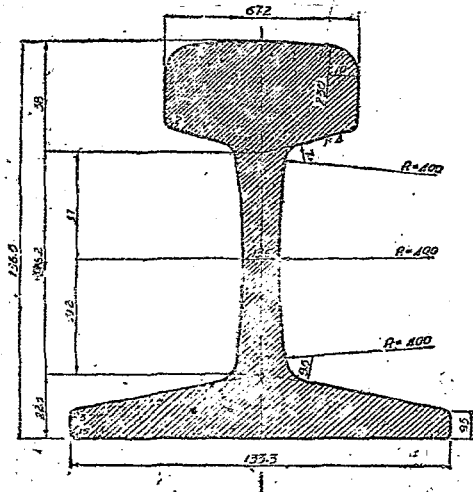
§ 1. 鋼軌形式 鋼軌 (Rail) 式樣，初以鐵片釘木條上，車行其上。次用魚肚式長條 (fish-belly) 軌道，為鑄鐵者。1843年，有橋式軌道，但不易聯接。1844年有雙頭式 (Double Head 或 Bull-Head 式) 軌道出現，其意蓋以一頭用壞，再換一頭，可以更迭使用，但下面之一頭，在承墊處之損蝕甚大，不能換用，故原意亦未能達，且每一枕木，須接兩軌椅承之，亦太費材料。

現今通用平底式 (T—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 (Head) 部分，易受外力磨損，故宜厚大，以圖耐久。軌腹 (Web) 須承剪力，故不宜瘦弱。軌底 (Bottom or flange) 須不令傾側，故宜較寬厚，且當輾轉鋼軌之時，頭部不可過大，因如此則底部已冷，頭部尚熱，易令鋼質阻礙。故平底鋼軌之原理，在使底寬頭小，能於底溫輾轉，俾鋼質堅實勻淨，冷時不至彎曲。

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 (Rail Wear) 及輪緣毀蝕 (Wear of Wheel flange) 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，有橫一面縱十六者。蓋欲使軌頭下與魚尾鉗之接觸面加大，以免壓損。



| 項 別 | |
|-----------------------|---------|
| 面積以平方公分計 | 64.878 |
| 橫中立軸之慣性動率以四乘 方公分計 | 1405.68 |
| 縱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：所有尺寸均按公分計

第一圖 標準鋼軌截面圖（每公尺重四十三公斤）

軌底 (Flange) 則宜平寬，承座穩定，免致傾斜。軌腹 (Web) 不必太厚，常小於半吋，或為 13.6 公釐，鋼軌須富有堅韌性 (Stiffness)，藉省行車阻力，故其身宜較高，因堅韌性與曲度 (deflection) 為反比，與橫中立軸之

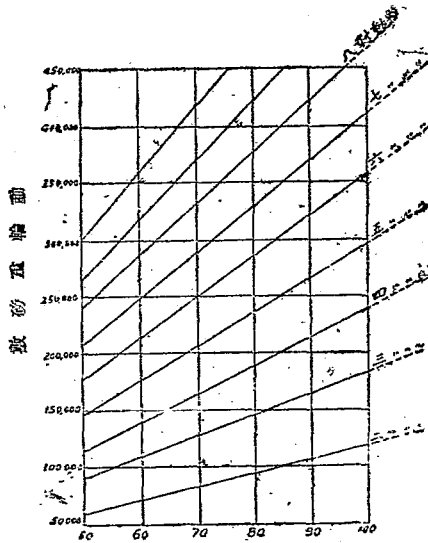
隨性動率為正比，即與 bd^3 為正比；而其強度 (Strength) 則與 bd^2 為正比，面積與 bd 為正比，故如橫樑為相似狀，增加重量，即增加面積；面積為相同尺寸之平方，則強度為其三方，而堅韌則為其四方。故增加重量或面積，強度之增加，為其面積增加之 $\frac{3}{2}$ 方，而堅韌增加其 2 方。例如增加重量或面積百分之十，

則強度之增加為 $(1.1)^{1.5} = 1.15 =$ 增加百分之十五。

而堅韌之增加則為 $(1.1)^2 = 1.21 =$ 增加百分之二十一。

可知重軌之經濟，雖無重大車輛經過，亦多用重軌，實因其堅韌性，持久性之增加，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 43 公斤。

§ 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 公斤之軌重。如製造更優鋼質，此數當可增加，用此規定以製圖表。



軌重：每碼長磅重

第二圖 求動輪對軌之曲線

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。●第二圖上，可求為 88# 或用 85# 或計算如下：

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

$$\frac{25,000}{3000} = 8.3, \text{ 即 } 88^* \text{ 鋼軌 (每碼長)}$$

§ 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 24 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，製造設備不完善，此項困難，將來或可解決。長軌可少用軌條聯接，且易養路，但溫度漲縮較大，而留軌隙太大，殊不便耳。例如鋼之線脹係數，為 0.000065（每華氏一度），如溫度變動有 150°F 之差，則二十公尺長之軌條，（0.000065 × 150° × 20 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°F 降至 0°F，或升至 120°F，軌條即可伸縮（0.000065 × 60）= 0.00039 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 10920 磅（0.00039 × 28,000,000#）之拉應力於軌條中，反之如由 60° 升至 120° 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，較之暴露地面為少耳。

溫度變動留空隙之規則 工人多用鐵隙片 ($\left. \begin{matrix} \text{steel} \\ \text{iron} \end{matrix} \right\} \text{shim}$) 於兩軌端處以便接軌，此種隙片多用鋼製，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°—0° | 5/16" | 3/8" | 7/16" |
| 0°—25° | 1/4" | 9/32" | 11/32" |
| 25°—50° | 3/16" | 7/32" | 1/2" |
| 50°—75° | 1/8" | 1/8" | 5/16" |
| 75°—100° | 1/4" | 1/8" | 1/4" |
| 100°以上 | 密接 | 密接 | 密接 |

尚有一種規則，即每 250°F 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，比空氣溫度為高，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，亦可測之，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 鋼軌多為 (Basic open hearth steel) 基性馬丁鋼及 (Bessemer steel) 別色麻鋼二種，其製法，皆先由鑄化鋼，製成鑄條 (Ingot)，經浸吸坑 (Soaking pit) 而至軋轆，而成軌條。既軋之後，使向上成灣形，令其冷縮，再經變直機及去鏽，鑽孔以達庫房。

每軌兩端之鑽孔，有一定之距離，孔距為 $5\frac{1}{2}$ 吋，第一孔中心距軌端為 $2\frac{11}{16}$ 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為 150 公釐，每軌第一孔之中心距軌端為 70 公釐，故中間預留 10 公釐之空隙也。

軌條兩端標記 (Branding) 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，用起字鑿印子腰部，如中國國有鐵路，B.O.H. 基性馬丁煉鋼方法。

6, 1920

B.K.CO.

軋轆年月

製造公司名稱

鋼軌之化學成分，百分之 98 為鐵，其用作軌條價值，全視其他少數分子之成分，如炭、錳、鈣、磷等。

炭能使鋼加硬，以前輪重甚輕時，輕軌內含炭量為 0.20% 至 0.50%，嗣因輪重增加，軟鋼易於流動，故炭量稍增，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

| 分 子 | 每 碼 長 之 軌 重 (磅) | | | |
|-----|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | 70—84 | 85—100 | 101—120 | 121—140 |
| 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 |
| 鈣 | 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(Physical requirements) 鋼軌最要特性爲(1) 韌性 (Ductility or Toughness) 與(2) 組織均勻，健全 (Soundness) 無縫隙，孔白，及雜物等。強韌試驗又名重錘試驗 (Drop Test)，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)，頭部在下，底部在上，置於兩端支座 (Pedestal) 上，接觸面皆爲五吋半徑之圓面，如重錘而然。支座係堅固安於 20,000 磅之鐵砧 (Anvil) 上，用 20 個極重彈簧支住之，軌頭面之中心兩邊，各繪一吋間隔之記號共三吋長，故試驗時，軌條頭部，係受拉力，亦有用 (quick-Bend machine) 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，係指定由鑄條 (Ingot) 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 $\frac{8}{100}$ 至 $\frac{15}{100}$ 之伸長，(2) 三呎長之中距，量定一次打擊

後之永久變狀 (Permanent Set)，(3) 硬度之試驗用 “Brinell” 法最少第 600，其鋼球直徑爲 0.75 吋，或 19.05 公釐，壓力爲 100,000^g。

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，可將壞的部份鋸下，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，并在軌端腰部用圓頭錐 (Prick Punch) 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，應鑿印鋼料之鎔化號數 (heat number)，又每次鎔化所製成之鋼軌，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 (Pedestal) 應以鑄鐵爲之，固定於鐵砧 (anvil) 上，此項鐵砧至少重五公噸($5 \times 2205 = 11025$ 磅)。

(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 $\frac{15}{100}$ 。

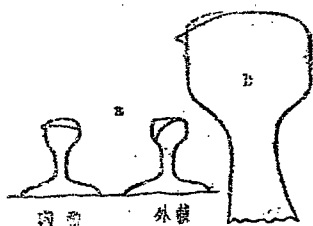
§ 1—6. 鋼軌壽命 (Life of Rail) 自 1900 年以後，製造鋼軌之法日見進步，由鋼軌毀損之減少，可以知之。每 100 哩軌道，軌條損傷數，如軌條爲 33 呎長，則 100 哩內有 32,000 條鋼軌。即 $\left(\frac{2 \times 528,000}{33}\right)$ 。在 1914 年之報告中，187 次軌損在 32,000 總數中，於五年後，實只 0.77% 即 $\left(\frac{187}{32000}\right)$ ，以後漸有進步，但距理想之情形，尙屬太遠。

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 $\frac{150,000,000}{噸}$ ，或 $\frac{400,000}{列車次數}$ ，機車輪終磨損鋼軌最快，在正軌上只可允許磨損 $\frac{1}{4}$ 吋。

§ 1—7. 鋼軌壓力程度 各種輪重，在軌頭上所生壓力量度，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，而壓力值不見增加，此蓋因接觸面，亦同時與輪重增加也。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，經極多次之碾磨，由 15,000 磅漸增至 20,000 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，但其變狀不如初次輪重，即爲 30,000 磅者爲大。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，反比新鋼軌爲優。

§ 1—8. 直線曲線之軌損 (Tangent Rail-Wear) 機車單個動輪之重，常爲 24,000 至 30,000 磅，如有一 140,000 磅之機車。分佈於八個車輪



第三圖 (a)直線上軌損 (b)曲線上軌損

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。其磨損多在軌條上面,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,有時尙成尖鋒 (fin) 突出。曲線上之軌損 (Railwear on Curves), 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,并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 (lateral slipping) 作用,如鋼質太軟,亦可生魚鱗形於內外邊。

§ 1—9. 鋼軌價值 (Cost of Rail) 在 1873 年,鋼軌比較為貴,每噸約由 70 元至 120 元。嗣後煉鋼用別色麻法 (Bessemer Process) 曾生一次大改革,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。價約為每長噸 43 元美金。

§ 1—10. 軌條欹置 (Canting Rail) 或稱『軌條向內傾斜』每輪之結果壓力,在鋼軌上并非垂直,向外傾斜,故其水平方向分力,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。故歐洲各國多用墊板,其面多為斜面墊板 (Inclined Tie Plate), 面上坡度為 $1=29$, 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,而無軌條一邊多受磨損之害。并可增加軌條壽命,有時至百分之三十, (Standard taper of Wheel tread = $1=20$)。其弊即在轉軸處,不便繼續欹置軌條,但可漸漸改正之。

§ 1—11. 軌距 (Track gauge) 標準軌距直線上多為四呎八吋半,八度以上之曲線上,軌距應於每加二度,加寬 $\frac{1}{8}$ 吋,最大軌距為四呎 $9\frac{1}{4}$ 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 (Re-gauging), 或換內軌為外軌等事,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 (gauge line) 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 (Cost)，強度 (Strength)，堅韌性 (Stiffness) 之增加百分數。

(1-2) 試用方格紙按所給比例尺繪架一圖，以區求機車主動輪數 (number of drivers) 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 公斤橫重標

一公厘 = 500 公斤縱重標

由兩對主動輪起至六對主動輪止。

第二章 鋼軌扣件 (Rail-Fastening)

(甲) 軌條聯接及魚尾飯

§ 2—1. 軌條聯接之要義及其作用 (Theoretical Requirement and action of a rail joint), 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, 於軌枕鋪設方法, 不生障礙, 原價與修養費又須低廉, 當車輪行駛於寬礮力之軌條上, 軌面側料不生波動。如聯接處之彈力變更, 則波狀亦隨之變更, 使連接處受重大震擊。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, 不致生躍起或落下之現象。雖理想上之聯接, 為使兩軌用接銲 (Welding) 聯成之。但現既不能完全齊行, 故必須進行設計適宜之聯接也。

鋼軌在枕木上, 其中部實同一連續橫樑 (Continuous girder)。如認枕木完全堅固不動, 則枕木間軌條之曲度 (Deflection), 只有兩枕木間已斷鋼軌兩端懸樑曲度之四分之一。而其最大應力, 亦只有懸樑 (Cantilever) 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。故須任其漲縮, 故任何聯接, 當試驗時, 於 20 吋距離內, 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。如聯接飯經過特製 (heat-treated), 則其效率將近 100%。

聯接處之軌隙, 并非聯接處發生震動之原因。其主要因幾全為聯接處之曲度 (deflection) 使然。此項 $\frac{3}{8}$ 吋間隙, 如以 33 吋直徑貨車輪行經其上, 其下落深度, $= 16.5 \text{ 吋} \times \text{vers} \frac{1}{2} \left(\frac{3}{8} \times \frac{1}{16.5} \times 57.5 \right) = 16.5 \times \text{vers} \frac{1018}{2}$
 $= 16.5 \times 0.00009 = 0.00099 = 0.0001 \text{ 吋} = \frac{1}{1000} \text{ 吋}。$

故如在完整軌條上, 砍去 $\frac{3}{8}$ 吋小口, 令車輪行經其上。以試驗其震動, 則比連接處為少。雖尚有多種方法以謀選用此軌隙者, 如合組軌式

(Compound Rail Section); 等角接縫式 (mitered joint) 等。但皆不甚通行耳。

聯接作用 (Joint action), 如聯接處下陷, 則前進輪躍越兩軌時, 即向新軌之一端, 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。

如輪重下壓, 軌條不能承受時, 則其重使角鐵飯向外擴張。此種橫向張力, 由螺釘頭 (bolt-head) 及螺釘帽 (nut), 傳至螺釘本身; 如任繼續進行, 可使螺釘帽鬆開。即使角鐵飯鬆開, 則軌頭下之支持已失, 故必須設法在軌底加一飯座支持之。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, 而用短魚尾飯, 則稱短飯承墊聯接 (Short plate Supported joint), 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飯, 能達鄰近二枕木者, 則稱長飯承墊聯接。輪重可由三枕木分任之。但如中間枕木下陷, 則長飯之間隙加長, 反易折斷。因其式成一極長之懸空聯接也。

懸空式聯接者 (Suspended joint), 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 (Bridge) 聯接者, 係將兩端軌底, 用一餐飯支住, 位於兩枕之間, 令軌條中無撓折應力。故兩枕木有如不沈之橋座然。但試驗結果及實際情形, 皆知枕木非固定者。雖用橋式者甚多, 但角鐵飯式 (angle-bar-joint) 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 (even-joint) 及錯縫或錯列 (Broken-joint) 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 (Broken joint), 以免弱點專聚於一處, 施較大打擊於聯接也。

§ 2-3. 軌條聯接 魚尾飯之毀損, 角鐵飯或聯接之毀損, 其故有五:

(1) 魚尾飯上面與軌頭相接處之磨損, 深可由 $\frac{1}{32}$ 吋至 $\frac{1}{16}$ 吋, 由魚尾飯之中央達兩邊八吋長, 在四孔短飯式, 磨損多在中央, 在六孔長飯式, 在魚尾飯之兩端, 亦見磨損。百分之二十四, 皆由此, 故更換之。

(2) 上面鋼質，因飯太長，有時亦受牽拉力，以致裂開，延至鑽孔。

(3) 與(4)裂縫自道釘縫 (Spike-slot) 起始，而達螺釘孔。

(5) 完全折毀。

魚尾飯必須與所用軌條密合，因各式軌條之不同，故角鐵飯亦因之而異。其重要條件為：

(1) 飯之上下面角度，須與鋼軌適合。

(2) 飯之高度與軌頭及軌底間適合。

此外螺釘孔 (Bolt-holes) 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。軌頭上之鑽孔，比螺釘較大，以便軌條因溫度變動伸縮也。

魚飯上之螺釘孔，其標準孔距為：

六螺釘飯，五個間距每個 $5\frac{1}{2}$ 吋，全長 32 吋

四螺釘飯，三個間距每個 $5\frac{1}{2}$ 吋，全長 24 吋

以上二式，皆用懸空式者。最末一孔之中心，距飯之兩端為 $\left\{ 12 \text{ 吋} - \left(5\frac{1}{2} + 2\frac{3}{4} \right) \right\} = 12 \text{ 吋} - 8\frac{1}{4} \text{ 吋} = 3\frac{3}{4} \text{ 吋}$ ；或 $16 \text{ 吋} - \left(11 \text{ 吋} + 2\frac{3}{4} \text{ 吋} \right) = 16 \text{ 吋} - 13\frac{3}{4} \text{ 吋} = 2\frac{1}{4} \text{ 吋}$ 。

鋼製魚尾飯共有兩種上等質料：

(1) 高炭鋼 (High carbon steel) (2) 猝冷鋼 (Quenched Carbon) 猝冷須由 810°C (1490°F)，置於水或油槽中，直至冷後可搬運為止，飯常成對。故按每副計算價值。

(乙) 軌道螺釘 (Track-Bolt) 及螺釘帽鎖 (nut-Lock)

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

§ 2—5. 螺釘形式, 尺寸及其製造: 螺釘爲圓柱形, 頭部下爲橢圓形, 與角鐵飯上之孔相合, 以免螺釘全體轉動。其圓徑約爲 $\frac{16}{11}$ 吋至 $1\frac{3}{16}$ 吋。長度則視聯接式樣之不同而異。但其長度, 在螺帽外邊者, 不得過 $\frac{1}{4}$ 吋耳。螺紋 (Thread) 之外徑, 比釘徑大 $\frac{1}{16}$ 吋, 常爲鞭鞭成者。另有握握式 (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° 角度。螺帽之厚, 常與釘徑等。但厚帽宜用於加極鋼螺釘。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 (Wrench), 不可大於 60 磅, 或小於 40 磅。旋轉次數, 約由 2 至 5 轉。

螺釘質料, 前爲軟鋼, 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『淬冷炭鋼』及『淬冷合金鋼』之螺釘出現 (Quenched Carbon) 與 (Quenched alloy steel)。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: 帽鎖爲鎖住螺帽, 阻其旋轉, 不致飯鬆出之設備。以前螺釘應有極大壓力, 尙未認識。因角鐵飯上下面之磨損, 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, 認爲螺帽雖經 60,000 磅之力壓緊於墊圈上, 其螺帽即旋 $\frac{1}{4}$ 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, 其最普通者爲 (1) “Verona” 式, 係淬硬鋼製成。其面爲不平, 兩端有尖角, 其不平處供給彈力。尖端係硬鋼, 再咬入螺帽及角鐵飯。故可不致因旋轉而退出; 次則有 (2) “National” 式, 其一邊爲開口, 先在帽上鑽孔, 再切螺紋於帽內, 較螺釘紋爲小。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。

再次則有兩塊式, 分二套合成。其內斜面向外加大。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) 鉤頭及繫旋道釘 (Cut-spike and Screw-spike)

§ 2—7. 鉤頭道釘 (Cut-Spike) 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。鉤頭道釘廉而易裝。但其阻力太小，不如螺旋道釘及螺釘。鋼軌上下震動，易生向上拉力，將道釘致鬆。故其阻力隨減。少加震動，即全鬆拉出。非再釘入 (redriving) 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 (jagged)，(2) 使道釘扭斜，(3) 釘之中央漲大等。各法省易令木質纖維壓斷，故其抗力，反較平釘為少，而枕木之耐久性亦減。

尋常鉤頭道釘為四方形，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。下端成錐式，可減少木織之毀斷。此處木織為道釘擠開，而不切斷，且略向下。如有力拉出道釘，則木織緊壓道釘，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 $\frac{3}{8}$ 吋，預鑽之小孔者。深約 $2\frac{1}{2}$ 吋及四吋。亦有不先打孔者。

結論四則如下：(1) 一吋長錐形頭 (Goldie) 式道釘，無論何時，保持力甚大。(2) 切斷木織極少。(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。如打擊時之方法不定，易使釘孔加大，減少保持力。每軌條兩邊之二釘，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，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 (Screw-spike) 此項道釘，現今歐美多用之。價貴，但保持力極大，可省重打道釘之煩。不毀木質，宜用於浸煉枕木，其利更大。常用螺旋鉗 (Socket-wrench) 將道釘鑽入。

木道釘 (Wooden spike) 者，用以塞滿道釘孔，以免道釘拔出，積水為害也。其製造宜用機器，不用人工。如 (Goldie) 枕木塞子 (plug)，全體尺寸一致，價亦不貴。

(丁) 墊板 (Tie plate)

§ 2—9. 墊飯之利益 (a) 軟枕木之壽命太短，常因軌條割損 (Rail-Cutting) 及道釘毀損 (Spike-Killing) 而減少。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，而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 (Stability) 也。

(d) 用墊飯可以減少道釘去頭 (necking) 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，而獲良好軌道，比設其值，實屬得計，尤以軟木為然。

§ 2—10. 設計要義及分類 A, R, E, A. Manual 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，即得枕面需要承重面積也。如見墊飯深沈於枕木內，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。A, R, E, A. 軌道委員會規定，至少在軌邊下須 $\frac{5}{8}$ 吋厚。

(d) 墊飯須至少有 $\frac{1}{2}$ 吋之高肩 (Shoulder)。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，則以平底飯為宜。如飯底用突出物 (Rib)，不可過多，並不逾 $\frac{1}{4}$ 吋深。

(f) 打眼須與角鐵飯上之道釘槽相符合。且排列孔距，使尋常墊飯亦可用之於聯接處。墊飯多用軟鋼製造，易因冰車墮水下滴而生鏽。

墊飯中之孔徑，須較道釘大 $\frac{1}{16}$ 吋，飯長須由9吋至12吋，其軌底外邊之伸長，被內邊常多 $\frac{3}{4}$ 吋，至 $1\frac{1}{4}$ 吋。聯接處所用墊飯，必須較長，以便讓出角鐵飯之多加寬度。

安置墊飯方法，須使飯緊墊枕木上。如用平底，則枕木先砍。不但成一面，且為水平。故無墊飯在枕木上搖撼之危險。如用綹紋底之墊飯，則須用力將飯壓入枕木。飯底與枕木面相平。用墊飯規安置墊飯於枕木上。用重錘及跨乘器 (Straddler) 打墊飯兩邊。可以同時壓下。墊飯之種類甚多，但有以飯上面及下面之不同而分類者。

墊飯之分類有二法：

(A) 按飯底式樣分類者：

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

(B) 按飯頂式樣分類者：

- (1) (Flat Top) 平頂。

- (2) 綹頂 (Corrugated Top)

| | |
|---|--------------------|
| } | (Longitudinal) 縱綹頂 |
| } | (Transverse) 橫綹頂 |
| } | (Diagonal) 斜綹頂 |

- (3) (Single Shoulder) 單肩式頂。

- (4) (Double shoulder) 雙肩式。

- (5) (Hooked) 突出物。

(戊) 防爬器 (Anti-Creeper)

§ 2—11. 防爬器要義 當車輪在有彈性鋼軌上旋轉時，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 (Rail Base) 與道釘頭 (Spike-head) 及枕木間之摩擦力，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飯樑

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，加垂直鐵抵住枕木之直面。故於枕木在道渣內不移動時，鋼軌不發生爬行。故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

(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 35 公斤，試求墊鐵之長度（墊鐵寬同枕木寬）。

(2) 設一“Goldie”式道釘，深入枕木 12 公分，入木處寬 2 公分，如枕木頭木紋之工作應力為每平方公分 320 公斤，求此時向外之總力若干公斤。

第三章 枕木 (Cross-Tie)

§ 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于較大道渣面上，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) 軌條所受壓力（上下左右）得以充分抵抗。

(a) 縱承墊法 (Longitudinal)，將軌枕之長與軌條之長同向，故軌條全量可以完全支墊，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 (Cast-iron "Bowls" or "Pots")，全量鑄成如倒置碗狀。上面有鑄鐵之椅座，以承軌條，再用連接桿 (Tie-rod) 將兩碗聯繫，壓於道渣內。

(c) 橫承墊法 (Cross-Ties)，此法最為普通，各國多用之。

(甲) 木軌枕

§ 3-2. 木軌枕定義及材料之選擇：

(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，其中含樹脂在枕木之一角。 ($\frac{1}{4}$ 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) 用力砍伐者 (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，易為軌條剝損及枯朽。太剛則易釘裂，故枕木須堅實而有韌性。以松木 (oak) 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 (Oregon Pine) 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。湖南之松木，亦用於湘鄂路也。

§ 3-3. 枕木之耐久性，尺寸及枕距 枕木之使用年齡，全視乎下列各件而定：

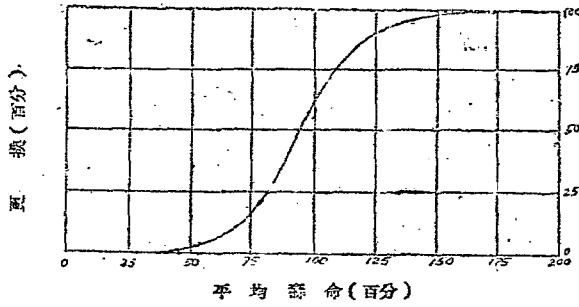
- (1) 氣候 (climate)
- (2) 道渣之滲水 (Drainage of Ballast)
- (3) 運輸容量，重量，及速度。
- (4) 路線上之曲線。
- (5) 墊板之有無。
- (6) 採伐木料之時期。
- (7) 敷設以前木料之年齡及風候之程度。
- (8) 木料之種類及其產生地土質情形。

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

按美國森林試驗所 "Forests Products Laboratory" 之統計，以 43 類之枕木，研究其壽命。每一類約為 1000 根，其結果如第五圖表示『枕木之相關與壽命』。

普通更換枕木，直到全組平均壽命百分之三十時，始換開始，漸漸增多，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。(第五圖)



第五圖 枕木相關與壽命

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。不在極彎之曲線上，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，故道釘暫鬆，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，最合宜之尺寸長為八呎或九呎長（二公尺或三公尺），厚六吋至七吋（十五至十八公分），寬約八吋至十吋（二十至二十五公分）。我國定制為長 244 公分，厚 15 公分，寬 23 公分（約合英尺 6 吋 × 9 吋 × 8 呎）。

枕木製成方法分砍成及鋸成二種，如砍成者 (Hewn tie)，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，故須浸煉而避免之。

枕距在 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，而軌枕之間，應留充分之間隙，約等於軌枕厚度之二倍；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 2×15 ）等於 30 公分。再如兩枕木之中心距為 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 (respiking)，則須用『木釘塞』 (Wooden spike) 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，必須單個計算數目，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』 (dating nail) 釘於浸煉枕木上面，在兩枕之間，以便計算其壽命，及研究浸煉法之效果。長約 $2\frac{1}{2}$ 吋，徑約 $\frac{1}{4}$ 吋，頭部 $\frac{5}{8}$ 吋， $\frac{1}{16}$ 吋厚，上鑿兩字 $\frac{3}{8}$ 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。

| | 每 根 價 約 | 平 均 壽 命 |
|---------|---------|---------|
| 日 本 樺 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 | 2.00 元 | 6 年 |

因木料加價，故有下列四法，以減少增換枕木之數：

- (1) 化學浸煉法，延長賤軟木之壽命。
- (2) 用熱飯，道釘套，螺旋道釘，以防毀損。
- (3) 因(1)與(2)法，可用較經濟法伐木，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 (fibrous Cellular structure) 內常存滿汁液 (sap) 或空氣。木質之枯朽，全因所含汁液之醱酵空氣 (air)，水分 (moisture)，與食料 (food)，皆為養菌 (fungi) 之必須品，故各種方

法，皆先以風乾法 (Seasoning)，將空氣及水分盡量取去，再壓防腐劑 (Preservative) 于木質纖維內，將養菌之食料加毒，變成殺菌劑 (fungicide)，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。且軟木經浸煉之後 功效不亞於浸煉堅木。故今日多用軟木加以浸煉。空氣風候，須時較多，不損木質。蒸汽風乾法 (Steam Seasoning) 雖不費時，但傷木料。

各種不同木料，或風乾程度不同之木質，均宜分開置放，因浸煉時間與方法皆不相同。如用風乾法，須將木質堆起，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，或螺栓聯繫之，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，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) 增入蒸汽 (Steaming) 以資鬆開木維，易取汁液。

(2) 真空抽氣 (Vacuum-Pump) 吸出汁液與水分。

此二手續，更番舉行，蒸汽加入，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，以洩空氣及凝結水通蒸汽之後，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°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。蒸汽風乾法，易增木重，且易誤為油重。

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

以前常用之，但因用時有毒氣噴出，致傷工人，故現多不用。

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

將化合物先熱至 140°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，約為每一立方尺，乾氯化鋅半磅，其溶液不可強過 $\frac{5}{100}$ ，如筒內有氣管，當浸煉時，應保持蒸汽壓力。此法最大之不利處，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，再加膠及樹皮酸，使成一不溶化之化合物，不致被水沖走，即可保持氯化鋅在木孔內。

浸煉木枕價值，可以按下列方法估計之：

- (1) 風乾 平均約每根枕木一分。
- (2) 工資 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厘。
- (5) 化學物料 平均約每根枕木七分（如用氯化鋅）。

平均每根約枕木二毛八分（如用 Geosote）。

§ 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，不能為所增加之價。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，未會計入。而本金之虧蝕多，雖的計算最後經濟，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價值估定之。茲先假設無論何種木料，每年修養枕木費，皆相等，則除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，舊枕彼時新枕之值 $T_2 = T_1$ ，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， $= \frac{T_3}{(1+r)^{2n}}$ ，如是更換至無限

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

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

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 $P_2 = \frac{A}{(1+r)^2}$ |
| ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ |
| 第八次付款 | 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 $\frac{A}{(1+r)^m}$ |

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

此各現值之和,應與每 n 年付款各現值之和相等,故令

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

∴ 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，年積金 A 之數目，已經算出，并詳列於第三表中，

另法計算如下：

(甲) 一次投資或借款 (Total Capitalization)

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，為極少，或 $T + P =$ 最小。

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

$$\text{或 } T = P(1+r)^n - P$$

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

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

此亦為一次投資之現值。

(乙) 如按年積金辦法 (Annual Cost)

係每年終存入銀行中一數，到 n 年時，利息可足購新枕木，并付初次枕木 T 之利息，故此辦法為最廉，如：[每年存儲之數，按年積金算利，到 n 年可供購新枕木] + [初次枕木原價每年利息] = 最小。

$$I \quad + \quad Ia,$$

$$\text{已知 } T = P(1+r)^n - P = P[(1+r)^n - 1].$$

但如有 P 本金，其每年生利，可得 $Pr = I \therefore P = \frac{I}{r}$

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

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

$$\text{又 } Ia = Tr$$

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

故每年分開存儲之數，即等於一次投資金數每年之利息也。

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

$$\text{按 } P = \frac{T}{(1+r)^n - 1} = \frac{95}{(1+0.05)^{12} - 1} = 119.3$$

甲、 $\therefore T+P=95+119.3=214.3$ 分

年積金 $A = (T+P)r = 214.3 \times 0.05 = 10.72$ 分

乙、 $A = I + Ia = \frac{Tr}{(1+r)^n - 1} + Tr$
 $= 119.3 \times 0.05 + 95 \times 0.05$
 $= 5.97 + 4.75 = 10.72$ 分

故年積金可分兩部使用，其 5.97 分係投分銀行，按還債預備金“Sinking Fund” $\frac{5.97 \times [(1+0.05)^{12} - 1]}{0.05}$ 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 12 年中每年所付年積金 (Annuity) (10.72 分)。積十二年得 $\frac{10.72[(1+0.05)^{12} - 1]}{0.05} = 170.6$ 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即可有 95 分購換新枕，則路方只須每年存 5.97 分，至十二年後即可得 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 $\frac{95}{12}$ 分，每年須存下 9 分，而按複利，則只存 5.97 分。故求安全，利息靠

不住時，則祇得多存也。

以上二法，如欲求二枕木之相等值 (Equivalent cost) 則可按

甲、 $T_1 + P_1 = T + P$

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

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

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

$$T_1 r + \frac{T_1}{n_1} = Tr + \frac{T}{n}$$

$$\therefore \frac{T_1 n_1 r + T_1}{n_1^2} = \frac{Tn \times r + T}{n}$$

即 $\frac{T_1(n_1 r + 1)}{n_1^2} = \frac{T(nr + 1)}{n}$

或 $T_1 = T \times \frac{n^2}{n_1^2} \times \frac{nr + 1}{n_1 r + 1}$

如 $r = 0.04$, $T = 40$ 分, $n = 7$, $n_1 = 8$

$$T_1 = 40 \left[\frac{(1+0.04)^7}{(1+0.04)^8} \times \frac{(1+0.04)^8 - 1}{(1+0.04)^7 - 1} \right]$$

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

第二法

$$T_1 = 0.40 \times \frac{8}{7} \left[\frac{7 \times 0.04 + 1}{8 \times 0.04 + 1} \right]$$

$= 0.1956$ 或 19.56 分，故多存也。

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

$0.80 = T$ $0.50 = T_1$

$0.082 = Ia = Tr$ $0.020 = T_1 r$

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

$$0.0687 = A_1$$

$$0.0743 = A_2$$

$$\text{浸煉枕木與未煉者之差} = 0.0743 - 0.0687 = \frac{0.0056(\text{每年})0.0056}{0.04} = \$0.14,$$

此即浸煉枕木每年之多餘本金也。

(2) 利息

$$I_a = 0.032$$

$$0.020$$

$$\frac{\text{原值}}{\text{壽命}} = \frac{0.80}{16} + \frac{0.050}{0.032} \quad \frac{0.5}{18} + \frac{0.0625}{0.0326},$$

$$\text{差為 } 0.0825 - 0.082 = \frac{0.0005(\text{每年})0.0005}{0.04} = 0.0125,$$

故此二數相差不多也。

結論：(1) 如錢不足時，當以原價為比較，但非善法。

(2) 以年積金之最少者用之，此為善法，但恐利息不隱也。

(3) 如用每年折舊 $\frac{T}{n}$ 存儲法，則甚安全。

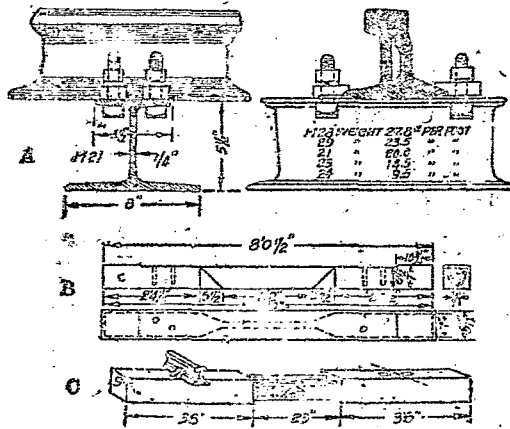
第三表 枕木年積金計算表 $r^n = (1+i)^n$

| 年數 | $1\frac{1}{2}\%$ | 2% | $2\frac{1}{2}\%$ | 3% | $3\frac{1}{2}\%$ | 4% | $4\frac{1}{2}\%$ | 5% |
|----|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | 1.0150000 | 1.0200000 | 1.0250000 | 1.0300000 | 1.0350000 | 1.0400000 | 1.0450000 | 1.0500000 |
| 2 | 1.0302250 | 1.0404000 | 1.0508250 | 1.0609000 | 1.0712250 | 1.0813000 | 1.0920250 | 1.1025000 |
| 3 | 1.0456724 | 1.0612080 | 1.0768903 | 1.0927270 | 1.1087799 | 1.1248540 | 1.1411631 | 1.1576250 |
| 4 | 1.0613636 | 1.0824322 | 1.1036126 | 1.1255038 | 1.1475230 | 1.1698586 | 1.1925166 | 1.2155069 |
| 5 | 1.0772840 | 1.1040308 | 1.1314082 | 1.1592741 | 1.1876333 | 1.2165829 | 1.2461819 | 1.2762816 |
| 6 | 1.0934433 | 1.1261624 | 1.1596934 | 1.1940523 | 1.2292553 | 1.2653190 | 1.3022301 | 1.3400556 |
| 7 | 1.1098449 | 1.1488657 | 1.1838658 | 1.2236739 | 1.2722793 | 1.3169333 | 1.3678618 | 1.4071004 |
| 8 | 1.1264926 | 1.1713594 | 1.2184029 | 1.2667701 | 1.3168990 | 1.3685821 | 1.4221003 | 1.4774554 |
| 9 | 1.1433900 | 1.1950926 | 1.2485620 | 1.3047722 | 1.3623974 | 1.4233118 | 1.4830951 | 1.5519282 |
| 10 | 1.1605408 | 1.2189944 | 1.2800345 | 1.3459164 | 1.4105935 | 1.4802443 | 1.5529394 | 1.6283943 |
| 11 | 1.1779480 | 1.2433743 | 1.3120357 | 1.3842339 | 1.4599637 | 1.5394541 | 1.6223531 | 1.7103394 |
| 12 | 1.1956182 | 1.2682418 | 1.3448388 | 1.4257609 | 1.5110387 | 1.6010322 | 1.6958814 | 1.798503 |
| 13 | 1.2135524 | 1.2936036 | 1.3785110 | 1.4635337 | 1.5689561 | 1.6850735 | 1.7721961 | 1.8853491 |
| 14 | 1.2317537 | 1.3194788 | 1.4129738 | 1.5125897 | 1.6188945 | 1.7516766 | 1.8519443 | 1.9799316 |

(丙) 鋼軌枕及鋼筋混凝土軌枕

§ 3—9. 採用之原適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。

各類鋼軌尺寸，大約與木枕相同，必須在道渣內，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。



第六圖 A: Carnegie 鋼枕 B: Percival 鋼筋混凝土軌枕 C: Bates 鋼筋混凝土軌枕
鋼枕可分兩類:

- (1) 縱向的 (Longitudinal)
 - System Kostlin Babbig
 - System Griffin (Powell)
 - Livesey Bowl
- (2) 橫向的 (Transverse)
 - Carnegie
 - Champion Steel
 - System Vandyke
 - System Coullter

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 寸，厚 $\frac{5}{16}$ 吋，直邊高 5

吋，兩對白橡木塊，易於更換，并易打入道釘，比直邊較高。

“System Couillet” 比 “Champion” 較輕，但原則略同。

鋼軌之耐久性，其失敗多由螺釘孔處之破裂，或直接在軌條下之毀損，此外生鏽(rust) 較易，生鏽減少重量，可達每年百分之一。故只生鏽，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，再用螺栓及螺帽聯接之，常爲列車動，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，即行折斷。

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。中部全露出生鏽，大眾相信，不能設計一種具滿足引伸力者 (Resiliency) 之代木枕，以抗軌上之震蕩也。

在我國亦有十餘年之歷史，自十九年以來，鐵部鑒於軌枕之漏卮日鉅，於是部隊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。

§ 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 \$ 282 之年積金 = $2.82 \times 15,47$ 分 = 4363 分。如設鋼枕 Carnegie M21 枕木之價爲 \$ 5.00 (各項扣件在內)，加以安置費 30 分，則每枕須 \$ 5.30。

$$\frac{43.63 \text{ 分}}{5.30} = 8.23 \text{ 分} = \text{每年年積金 (按原價一元計算)。由第三表查閱, 得平均數如次:}$$

閱, 得平均數如次:

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

習 題

- (3-1) 按總投資為計算基礎，比較下列二枕木，何者為經濟？
- (甲)——松木枕，鋪入軌道總值為四角，壽命六年。
- (乙)——白鐵枕，鋪入軌道總值為六角，壽命十年。
- 設利息為 6%。
- (3-2) 按年積金比較(3-1)型(甲)(乙)二枕木，何者為經濟？
- (3-3) 如將(3-1)題二枕木之相等為相同，松枕之值，應為若干？
- (3-4) 設紅松枕木之值為八角，不加浸漬，壽命五年，如加浸漬，延長壽命為十年，試求浸漬之合宜費用。
- (3-5) 設一白鐵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，利息為 5%。
- (a) 求白鐵枕木 2 年積金值。
- (b) 求鋼枕每單位值 (Unit Expenditure) 與白鐵枕之相等年積金值。
- (c) 求鋼枕與白鐵枕同等經濟之平均壽命。
- 已知每單位值之 $\frac{1}{1+i}$ ，8 年為 0.1547，20 年為 0.0502。
- (3-6) 設一白松枕木之最大許折 (溼知) 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 244 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) 兩枕木中心及枕條中心兩處之距離 (M_c 及 M_s)，設求最大軸重，不致將枕木折斷。
- (b) 如將枕木長度，均改為 260 公分，求可加載重各若干公斤？

第四章 道渣 (Ballast)

§ 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之道渣，如輕運鐵路，則宜用較賤者，但用賤者，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。A.R.E.A. 之定名如下：

※ A.R.E.A. 為 American Railway Engineering Association 之簡寫（美國鐵路工程協會）

- (1) 道渣 (Ballast)：選料置於路基上，以保持軌道上下左右之位置。
- (2) 次層道渣 (Sub-ballast)：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 (Top-ballast)：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 (Stone-ballast)：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，養路工作較少也。
- (5) 燒土 (Burnt Clay)：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，且須用經驗燒火工人，以至完全燒透為止。
- (6) 煉礦碎石 (Chats)：由石塊煉取鋅、錫、銀等之餘燼，以前成大

塊，如碎石然。煉錚、鐵方法進步後，其塊較碎石為小，故不合用，現與鵝卵石及煤爐，同用一剖面圖樣。

(7) 火石、礮石 (Chert)：火石碎成小塊或小節，合宜充道渣之用。

(8) 煤爐 (Cinder)：機車及火箱中之煤爐，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 (Gravel)：火石之碎塊，出現於天然沈澱中，大小可經過 $2\frac{1}{2}$ 吋，但不給穿過（每方吋 10×10 分格）第十號篩孔，此為良好道渣之一種，沿鐵路邊皆易覺得。鵝卵石坑 (gravel dit) 雖可取出即用，但最好先過篩再理用之。

(10) 黏土 (Gumbo)：一種帶黏性之土，無沙。

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

(13) 底層土 (Sub-Soil)：路堤 (Fill) 及路盤 (Cut) 土方之高程頂（道渣下之土面）。

選材料自以經濟狀況為前提，如一路線經過碎爐渣之區，量多質美價廉，同時又無碎石可購得，則以爐渣為尚。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. | 洗過之卵石 |
| 3. | 礮爐渣 (非顆粒狀) (a) 貴金屬礮爐渣 (b) 煉鋼爐渣 |
| 4. | 過篩鵝卵石 |
| 5. | 粗粒鵝卵石 (a) 河溪鵝卵石 (b) 山上鵝卵石 (帶黏性與非黏性) |
| 6. | 煉錚碎石 (a) 由錚礦取出之粗碎石 (b) 自錚礦取出之細碎石 |
| 7. | 礮土或礮土 |
| 8. | 煤爐 (a) 硬煤爐 (b) 軟煤爐 (c) 火山爐 |

§ 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，皆壓枕木於路渣內，其影響即將道渣壓碎。

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 | 道 渣 厚 度 | 單 軌 | 雙 軌 | 收 縮 度 |
| 次 層 | 2634 | 5203 | 6 至 20% | 4726 | 7238 | 3 至 20% |
| 上 層 | 3995 | 7920 | 12 至 15% | 4144 | 7026 | 8 至 20% |

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，有容滲水。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。故將兩枕間之路基之面稍高突出。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 $\frac{1}{2}$ 吋比 1 呎之坡度，各式公用。以在軌條下可有一吋之空間也。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，雙軌加 400 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 2 吋厚之道渣，即可得路面上相等之壓力。

(Uniform Pressure on Subgrade)。

道渣上之壓力，可以計算如下：

設 L = 枕木之長，以吋計。

w = 每枕木下一吋單位之長之重, 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。

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

$$\therefore p = \frac{w \times 144}{b} \text{ 或 } w = \frac{bp}{144}$$

今設 W 為每一鋼軌由枕木傳至道渣面上之全重。

$$\text{則 } W = \frac{wL}{2} = \frac{bp}{144} \times \frac{L}{2} = \frac{bpL}{288}$$

如 $L = 8$ 呎 6 吋

$$\text{則 } W = \frac{bp \times 102}{288} = \frac{bp}{2.8} \text{ 噸}$$

或 $L = 8$ 呎

$$W = \frac{bp \times 96}{288} = \frac{bp}{3} \text{ 噸}$$

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, $b = 9$

$$W = \frac{bp}{2.8} = \frac{9 \text{ 吋} \times 3 \times 2,000}{2.8} = 19,300 \text{ 磅}$$

$$\text{及 } W = \frac{bp}{3} = 18,000 \text{ 磅。}$$

§ 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, 以分佈道渣, 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, 有時并無道渣, 即須通車。故以後再將道渣由平車 (Flat-car) 用鋤 (Plow) 耨 (犁) 卸下。犁之寬與車相等, 可以推動起重機, 由鋼索 (Cable) 拉動, 有時將滾車開鉤, 拉動鋼索, 而

錫即將道渣卸下。

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

煤渣與爐渣之原值甚小，鵝卵石坑，亦祇購地費而已，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。運費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 (Strength)：如用二吋立方錐成石塊，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 (Solubility) 須最小，用 $\frac{1}{4}$ 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 (discoloration) 之石料，即認為不合用。

(4) 磨蝕 (Wear) 須最小，或耐久性 (Durability) 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° — 140° F，置入搖轉筒內 (Barrel tumbler)，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 (0.084 吋方孔)，不得多於 1%。

(5) 吸水性 (Absorption) 須最小。

(6) 黏性 (Cementing quality) 須最小。取五磅石樣，洗後烘乾，壓碎，可穿過 $\frac{1}{4}$ 號鐵絲網篩，用兩個 20 磅鋼球，同置於球磨 (Ballmill) 內，每磅石樣旋 2,000 轉，速度 30 r.p.m.，加水使成粉漿 (Mortar)。取出用十磅壓力，在 1 吋立方模內，做成試樣。烘乾二十四小時。

| | |
|----------------------------|----------|
| 試樣之 $\frac{1}{3}$ 即按乾後試驗 | } 全受直壓力。 |
| 試樣之 $\frac{1}{3}$ 置入蒸氣筒四小時 | |
| 試樣之 $\frac{1}{3}$ 洗入水內四小時 | |

如試樣得抗力為每平方呎四磅時，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 (Cleaning ballast) 道渣主要之條件，為不存水，且須完全排水。最好之碎石，及鵝卵石道渣之空隙，皆漸漸為道渣碎末及細粉所充滿，其洗淨工作，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，所有枕木兩旁至路基上之道渣，皆用道渣叉 (Ballast fork) 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。

第五章 路基 (Road bed) 及涵洞 (Culvert)

§ 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 (Compound Section)，在土坡及石掘之間，留一小台階 (Berme)。

旁坡 (Side Slope) 之大小，視土質而異。坡愈小，則更堅固。尋常土坡均垂直，1 比水平 $1\frac{1}{2}$ ，美國即得 $1\frac{1}{2}$ 比 1 為 H:V 也。土填充之旁坡，不能陡過 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 (Sand) 及濕泥 (Wet Clay)，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 (Hard pan)，可用垂直挖掘，如過傾斜山邊上，有滑土者，可以先成台階狀，再鋪土也。

邊溝 (Side ditches) 之外，可用截溝 (Intercepting ditch) 深逾一呎，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 (Borrow pit) 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，名為台階 (Berme)。

填土時多半成層，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 (Wagon) 比較堅實，少沈落，
- (2) 牽拉鏟箕 (Drag Scraper)，
- (3) 雙輪鏟箕 (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) 加寬路壟二法，取土用之。

如用鐵棧道 (Trestle) 建築填土，直至土方堅實。亦有用纜索 (Cable way) 懸土筒運土，以填充深谷者。

鐵路路基亦多被水沖毀，水患可分之如下：

(A) 土滑 (Slides)：

- (a) 填充邊上，土層滑下，離開路基。

(b) 挖掘之邊，土層滑下，向道台方向下降。

(c) 廣大面積地段，全體由上趨下滑。

治理法 (Care)：用正式表面及地下溝渠排水治之。

(B) **冲毀 (Washouts)：**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 (Water Scouring)。

治理法：用大小石塊 (Riprap) 壓護路堤兩端。

(b) 水聚太高，以致積於填土之一邊，須設小孔，以免繼續增大。

(c) 水至沒堤，全隳軌道，均被冲毀。

(C) **旁冲 (Side Wash)：**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道。

§ 5-2. **涵洞之定章及設計之要款。**雨水降着地面，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，雨季則有水壺流通，故鐵路路基下，應設流卸此項水量之涵洞或橋梁，以免激水土堤。

涵洞之設計，務令水量自由通過，以免泛濫，危險路堤之一邊。涵洞流通水量之能力，與截面面積關係爲最大，並與涵洞之形式、長度、坡度、建築材料，以及出入口處之佈置有關。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，以免有冲刷崩潰之虞。

§ 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 (Rainfall)：**——涵洞最大之容積，須能從容流通，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 (Area of Watershed)：**——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，可於初測路堤時同時測定。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 (Character of Soil and Vegetations)：**——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，即一時間內之最大流量，亦較小也。

(4) 流域之形式及坡度 (Shape and Slope of Water Shed):—流域長而狹者，遠處水量須歷較長時間方抵涵洞，故水量平均，流域傾度平易者，水流不滯。如遠處之坡度陡斜，雨水一降，洪流立即匯集涵洞，而增加涵洞之擔負矣。

(5) 涵洞形式之關係 (Effect of design of Culvert):—按水力學原理，涵洞截面之形式，坡度，長度，內面情形，出入口處之佈置，均與一定時間內，流過一定水量，所須截面面積有莫大關係，但在多種水力問題之下，求一固定理，以為計算面積之依據，尚不可能。

計算面積方法可分三種：

(a) 理論的 (Theoretical)，其接近學理方法，則採用實用方程式，估計一定時間內之水量，然後依據學理，計算一定涵洞之流水速度，並須運用經驗所得以補濟之。

(b) 實用公式法：通用公式有二；(1) 水道截面面積 (平方英尺數) $= C_1 \sqrt{\text{河流域英畝數}}$ ，此為 Meyer's 公式 C_1 為一係數，在平原為 1，在山嶺及巖石之地為 4，(2) Talbot's formula 水道截面面積 (平方英尺數) $= C_2 \sqrt{(\text{河流域英畝數})^3}$ 。其中 C_2 為 $\frac{2}{3}$ 至 1，當在山嶺地帶，為 $\frac{1}{3}$ ，當在農植地，有雪水，及流域之長度，三或四倍其闊者，為 $\frac{1}{5}$ 至 $\frac{1}{6}$ ，在無雪解之地，及流域之長度數倍其闊者。如以萬國權制單位表示之，則二式可化為

$$(1) \text{水道截面面積 (平方公尺數)} = C_3 \sqrt{\text{河流域之平方公里數}}$$

$$(2) \text{水道截面面積 (平方公尺數)} = C_4 \sqrt{(\text{流域之平方公里數})^3}$$

$$1 \text{ 平方公里} = 274 \text{ 英畝}, \quad 1 \text{ 平方公尺} = 0.76 \text{ 平方呎}$$

$$A \text{ 平方呎} = C_4 \sqrt{D^3 \text{ 平方公里}} \times (274)^{\frac{3}{4}}$$

$$= C_4 \sqrt{D^3 \text{ 平方公里}} \times 62.8$$

$$\begin{aligned} \text{或} \quad A \text{ 平方公尺} &= C \times \frac{62.3}{10.8} \sqrt{D^3} \text{ 平方公里} \\ \text{即} \quad A \text{ 平方公尺} &= (C_1 \times 6) \times \sqrt[3]{D^3} \text{ 平方公里} \\ &= C^1 \sqrt[3]{D^3} \text{ 平方公里} \end{aligned}$$

式中 C_1 約自 1.5 至 6，而 C^1 係約自 1 至 6 也。

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，以測定橋梁及涵洞之面積，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(Blind drain)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。

(甲) 管形涵洞 (Pipe Culvert) 多用生鐵及瓦製成。其佳點在耐用，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，防水沖刷。基礎上先掘半圓形之槽，以承墊鐵管，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，係從此管之一端，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 $\frac{1}{20}$ ，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 = 路堤兩邊之坡度比，為橫與直比。

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，用一整數。

(a) 生鐵管涵洞 (Cast-iron Pipe)：——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，得用數管平行，生鐵管之徑大者，可用於大面積之涵洞，直徑可達 3.6 公尺。每段聯接可用螺栓旋緊，厚水泥密封其縫。

(b) 土製管形涵洞 (Tile Culvert):——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,其軌震動,可直透瓦管,使之破裂,故至少須有一公尺之距離。

(c) 混凝土管涵,製成管形,成效甚著,價亦低廉,且耐久也。

(乙) 箱形涵洞 (Box Culvert), 可分木製, 石製, 舊鋼軌式及混凝土式四種:

(a) 木製箱形涵洞 (Wooden Box Culvert) 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, 以為永久建築物之根據。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 (Stone Culvert): 在石料富足之地, 價廉物美, 可作永久建築。流水量不能太大, 涵洞兩邊, 有邊牆 (Side Walls), 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, 軌長約三公尺。

(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。

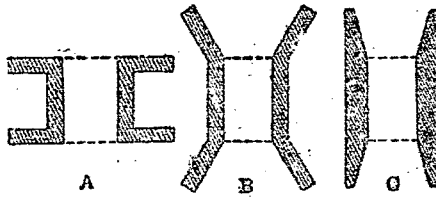
(丙) 拱形涵洞 (Arch Culvert) 拱形設計, 變化太多, 影響其價值與效率。如欲得最廉價而有最大效率之設計, 必須注意下列各點:

- (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, 許多設計之完善, 皆因缺乏適宜之比較耳。

最簡單建築物, 能對 (b) 及 (c) 滿意者, 即為直筒式拱橋 (Straight barrel arch), 由水力學觀之, 設計甚壞, 因水流成旋增加阻力, 減少流量。

第七圖(B)爲較好之設計。大概設計較佳之形式,則須費工,及較貴之石工建築。(b)與(d)實爲反對條件。第七圖(C)材料較少,但恐水流易從石工後面,入土堤中耳。



第七圖 涵洞之樣式

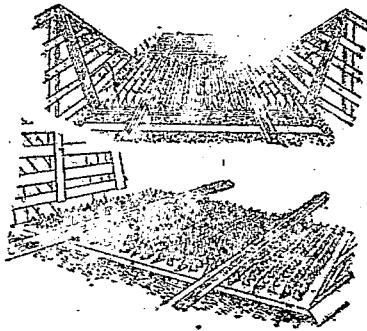
第七圖爲石砌拱形涵洞,入口爲斜翼牆 (Tlare Wing Wall), 出口用直翼牆,可省石工及工作。其淨空可由 6 呎至 30 呎。

§ 5—5. 小開孔建築物 (Minor openings)

(a) 護畜設備 (Cattle guards):—

1. 護畜坑 (Pit-guard) 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,縱面承住軌條,軌條中之支持物變更,影響軌之波狀。最大之不利處,在出軌時,或木料着大,如一輪出軌墮入坑內,則損害尤甚。

2. 表面護畜阻礙條板或木板。木製尖形條板,或金屬條板,釘於枕



第八圖 上:五呎 OXIMAX 護畜欄 下: SHEFFIELD 護畜欄

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 (Brake link) 將條板掛起。板條常爲自製，鋼製條板如第八圖下之 Sheffield Cattle guard。金屬條板，比較耐久，并較有效，瓦製者亦有之，如第八圖上 The Climax Cattle guard)。

(b) 牲畜小道 (Cattle passes):——鐵道路堤，常經過山地分成兩部，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，可用石拱橋式，不過價太貴耳。有時亦可用木樁棧道 (Pile trestle) 兩道 (Bents) 相距六呎至八呎，用縱樑 (Stringer) 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 Stringers 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(Trestle)

(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。曾經禁用木料，以充棧道。在下列情形下，宜用棧道：

(a) 永久棧道 (Permanent trestle)

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

(b) 暫時棧道 (Temporary Trestle)

1. 先築棧道迅速通車。
2. 速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。較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，少於 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，并不迅速增大，如其高度。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，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 (Two Principal types)

木質棧道主要形式有二：(一)木樁棧道 (Pile trestle)；(二)結構棧道

(Framed trestle)。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』(Bent)，與承軌部份為『橋面系』(Floor System)。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 (Pile Trestle) 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，如棧道低而車運亦輕，則四根即足。如高在 16 呎以上，且車輛縱車皆重，則須五、六樁也。

木樁之兩面，有斜向支撐 (Sway bracing) 釘在樁上。其截面面積常為 3 吋 × 10 吋，如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，自十九至二十呎，可用兩對，其中之一對，水平置於頂木 (Cap) 下十一呎六吋，名為圓條板 (Girts)。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 (X-braces)，每間三孔用之。

此項木樁耐久性，比強度為重要，故多用浸燒木材也。

§ 6-5. 打樁方法及公式 (Methods of driving Piles and Pile-driving formula) 打樁主要方法約分四種：

(a) 垂錘法 (Drop-hammer)，重錘 2,000 至 3,000 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，打毀樁頂。

(b) 用起重機將重錘由繩繞圓筒舉起，機上圓筒，可由機關 (Clutch) 開放，使之旋轉或停止之，當重錘下降時，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 (Steam pile driver)，錘約 3,000 至 5,000 磅，上下移動，約 36 吋至 40 吋。每分鐘可打 60 至 80 次，重錘多用蒸汽壓力舉起，而任其自下。此式名為單動作式 (Single-acting)，垂錘亦有用蒸汽壓力推下者，則錘之上下，皆用蒸汽。雙動作式 (Double-acting) 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，其毀壞木樁頭之衝擊力，當較微小，而無危害。

(d) 水射法 (Water jet), 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。

打樁太多, 常將樁頭打裂, 以至減少承重量。免去樁頭開花 (Brooming), 可用鐵圈 (Iron ring) 套樁頭上, 亦有常砍去其開花部份者。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:

$$R \times S = W \times h \quad R = \frac{Wh}{S}$$

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, 當垂錘 3,000 磅下落 15 呎高時。Engineering News 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 $\frac{1}{6}$, 并加一吋於最末次之樁陷 S 吋。消去每次打樁間, 土沉之增加壓力。此式可由下式求得:

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

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

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

如用公尺及公斤制, 亦可求得公式如下:

$$R \times (S \text{cm} + 2.54 \text{cm}) = W (\text{Kg}) \times h \text{m} \times 100$$

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

上式專用於自由下降重錘，如用蒸汽打樁機，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。

最精細工作，多打試驗樁 (Test pile) 於工作地點，以求其實際載重。

§ 6—6. 樁尖及樁底 (Pile point: Pile shoe) 木樁多削成鈍尖頭式，如到大石塊，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。另式為圓底，中有螺釘 (Drift-bolt) 釘入木樁內。

§ 6—7. 打樁之應用原理 為 A.R.E.A. 1929 年重訂者，茲略舉數則如下：

(1) 土質試驗，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，宜用蒸汽錘或垂錘，水射法可免打擊木樁太多之害，並免開花 (Brooming)。

(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) 如木樁過硬石層，必須考查石層之厚度及承重量。

§ 6—8. 結構棧道 (Framed Trestle) 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 (Sill) 常為 12 吋 × 12 吋，其長伸出兩端斜柱 (Battered Side Post) 一呎。輕車及 E—45 機車荷重，而孔長 12 呎時，多用四柱。重車及 E—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 (Series of Concrete piers) 或不斷混凝土地基 (Continuous Wall)，各柱皆用 1 吋 × 10 吋之長釘連接於地基中，以抵向上拉力。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 (Multiple-story Construction) 及跨度 (Span) 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，并非皆為 24 呎之倍數，故必須將上端較層等高，將不等

高部份，歸納下方，以資美觀。

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

跨度多為 12 呎至 16 呎，排間距離亦為 12、14 或 16 呎，除在木樁棧道及油線棧道，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。

縱梁之長，宜跨兩孔，連接處宜錯列於各排頂木上，加緊螺栓後，可以互相擊緊。

求經濟跨度 (Economic Span) 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

$$Y = a + bx + \frac{c}{X}$$

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

$$\text{或即} \quad bx = \frac{c}{x}$$

如兩端橋座 (Abutment) 之價相等，只求中間橋墩與橋之價值。命

C = 每一橋墩之價以元計

L = 全橋之長，即兩橋墩間之距離，以呎計

l = 兩橋墩間之跨度，以呎計

$$n = \text{孔數} = \frac{L}{e}$$

a = 鋼或每磅之價，以分計 $\left\{ \begin{array}{l} x=9 \text{ (架橋)} \\ x=13 \text{ (樑)} \\ x=15 \text{ (上行架橋)} \end{array} \right.$

x = 常數，如用 E-50 載重

因每架橋之全重為 $W = axl^2$ 磅，

則全橋之價，應為 axl^2 每呎之價則為 axl ，

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

$$= \frac{L \cdot 100c - 100c \cdot L \cdot ax}{e}$$

如欲總值 Y 為最小，按以上理論，須令

$$\frac{L}{I} 100c = L \cdot ax$$

或 $100c = xal^2$

即 $l^2 = \frac{100c}{ax}$

或 $l = \sqrt{\frac{100c}{ax}}$ 以呎計

如令 A 以 1000 元計， l^m 按公尺計，則上式可化為

$$3.28 \times l^m = \sqrt{\frac{100A \times 1000}{a \cdot x}}$$

$$l^m = \frac{100\sqrt{10}}{3.28} \sqrt{\frac{A}{a \cdot x}} = 96.4 \sqrt{\frac{A}{a \cdot x}}$$

則 $l^m = 96.4 \sqrt{\frac{A}{a \cdot x}}$ 也。

§ 6—10. 基礎 (Foundation)

(a) 木樁 (Piles):——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，但易於腐朽，倘加浸煉，則較持久而價高，不如用石工基礎。每直柱及斜柱下，皆打一樁。木樁，底木，直柱及支撐間，皆用螺旋栓及平頭栓 (Drift-bolt) 連接之。

(b) 軟木製基架 (Mud-Sill):——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 吋與底木等長之木塊兩塊，置於八塊短木下，加強抵力，此式只可用之於輕運支線上，而非永久建築也。

(c) 石工基礎 (Masonry foundation):——石工最耐久，價較貴，分混凝土及石工二種。有每直柱下，分設基礎者 (Separate Pier under each post)，及用連續石工基礎者 (Continuous pier)，視地基之情形定之。

§ 6—11. 縱向支撐 (Longitudinal Bracing) 各排棧道間，加用縱向支撐，可增加全體縱向強度，及減短直柱之柱長。支撐分水平連桿 (Horizon-

tal Waling Strips) 及斜向支撐 (Diagonal Bracing) 三種。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 (Abutment) 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。

(乙) 橋面系 (Floor System)

§ 6—13. 縱樑 (Stringer) 每一軌條之下，普通多二、三縱樑，用木片或鐵圈間隔，以螺絲連接之。樑長常等於跨度之兩倍，并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 (Drift-Bolt)。

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 (Shear) 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，以便加承重板 (Bearing Plate) 於樑下，以免頂木被鋼樑切斷。

§ 6—14. 肱木 (Corbels) 與護木 (Guard-timber) 肱木為樑下頂木上之木塊，常為 10 吋 × 12 吋 × 3 呎至 6 呎長。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，現今多避用之。

護木 (Guard-timber) 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，以免列車出軌時，枕木為輪沿擠開。此外軌條內，尚有內鋼護軌 (Inside guard-orail)，置於尋常軌條以內 10 吋。在橋上係平行於軌條，過橋端後，於距橋之兩端各 50 呎處，兩護軌併成尖形。

木橋上之枕木尺寸，常為 8 吋 × 8 吋 × 10 呎長，枕木中心距離約為 12 吋。

§ 6—15. 曲線棧道外軌超高法 (Superelevation of the outer rail on Curves)，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：(1) 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。(2) 如直柱與縱樑皆係直立，而棧道并不超高，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，使縱樑不等高，此法易使頂木不強，并須砍去枕木底或樑頂成斜面，方可相合。
- (c) 加置楔木 (Wedge) 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) 用不等高之肱木 (Corbels of different height)。
- (f) 將每排結構棧道，全體倚置於基礎上 (Tipping the Whole trestle)。基礎為斜坡面，須堅固與底木結實，以免下滑，因磨擦係數 (Coefficient of friction) 必甚小也。
- (g) 將外柱加長 (Framing the Outer posts longer) 此法與 (a) 相同，但柱軸傾斜，而非垂直，且底木水平。

§ 6-16. 防火設備 (Protection from fire) 木製棧道，常因機身經過，發生火險。故可在縱樑及頂木面上，安置鐵片，減少機會。并在鄰近，多設水桶。如棧道太長，則每二、三百呎，須備水桶台，以便由工人常常存水。此項水桶台，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 (Refuge-bay)。

§ 6-17. 木料尺寸及分等級 木料之長，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 (Dense Select)，(b) 選擇 (Select)，(c) 細密普通 (Dense Common)，及 (d) 普通 (Common) 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 (Compression along grain) 及橫壓力 (Compression across grain)。

(丙) 木質棧道之設計 (Design of Wooden trestle)

§ 6-18. 普通實用情形 (Common Practice) 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，而且柱，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 (Required elements of Strength)

(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 (Factor of Safety) 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 (Loading) 荷重分活重 (Live load) 及靜重 (Dead load) 兩種。活重為機車輪重，現今按 Cooper's 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力 (Moment) 及剪力。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 28 磅等，即可得知。如樑孔為 14 呎，則三根橫樑之全重，為 $\frac{3 \times 9 \text{ 吋} \times 16 \text{ 吋}}{12 \times 12} \times 38 \text{ 磅} = 114 \text{ 磅/每呎長}$ 。故全 14 呎長之靜重為 $14(216 + 114) = 4620 \text{ 磅}$ 。

§ 6-21. 縱樑之設計 (Design of Stringer)

(a) 活靜重之撓力 (Moment) 以中心為大，靜重之撓力，可按十四呎樑孔計為：

$$\text{靜重撓力 (D. L. Moment)} = \frac{Wl^2}{8} = \frac{(216 + 114) \times 14 \times 14 \times 12}{8}$$

$$= 97,020 \text{ 磅呎}$$

活重可得最大撓力之位置，須置一輪，在樑之中央，兩邊各 7 呎外，另有

$$\text{輪重者，兩端之分力為 } R = \frac{22500(2+7+12)}{14 \text{ 呎}} = 33750 \text{ 磅}$$

中心之撓力，為 $33750 \times 7 \text{ 呎} = 22500 \times 5 \text{ 呎}$

$$= 123,750 \text{ 磅呎} = 123,750 \times 12 = 1,485,000 \text{ 磅呎吋}$$

活靜重合計之為 1,582,020 磅呎吋也。

試驗所估之尺寸，對撓力足用否，須將此撓力，等於縱梁之抵抗撓力 $\frac{1}{6} Rbh^2$ 。式中 R 為木材之工作應力， b 為梁寬， h 為梁高。

$$\text{故 } 1,582,020 = \frac{1}{6} R \times 3 \times 9 \times 16^2$$

$$\therefore R = 1373 \text{ 磅/平方吋}$$

此數若比所用木料之工作撓度應力為小，則可不必重算，否則須再設計也。

(b) 最大剪力輪重之位置，A.R.E.A. (1929 版) 之規定，為將一輪置於距梁端 $3 \times h$ 處， h 為梁高，故 3×16 吋 = 48 吋 = 4 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

$$RA = \frac{22500 \times (5 + 10)}{14} = 24,100 \text{ 磅。靜重左端之抵抗力為}$$

2,320 磅，合計之等於 26,420 磅。即梁之最大剪力也，故按

$$\frac{3}{2} \times \frac{26,420}{3 \times 9 \times 16} = \frac{2,420}{288} = 92 \text{ 磅/平方吋}$$

此數比較工作允許剪力，按兩種木材 105 及 128 之數為小，故亦不致失敗。

(c) 縱梁與頂木接觸之面積，以三根梁及頂木之寬為 12 吋計，可得 3×12 吋 \times 9 吋 = 324 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 = 4620 磅，合計之為 62477 磅。以 324 平方吋除

此數，則得 $\frac{62477}{324} = 193$ 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，木質橫梁，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，或暫時提早過車。運務加多，車輛加重，皆以更換鋼梁為是也。

§ 6-22. 直柱之設計 (Design of post) 直柱除柱形應力須考察外，尤以對於頂木底木之橫紋力 (Crushing Strength across grain) 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 (Compression along grain)，須視 $\frac{L}{D}$ 之比較而定。L 為柱高，D 為柱之最小邊長或直徑。柱形應力之計算，常按短柱形之應力，乘以 $(1 - \frac{L}{60D})$ 。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 $1000 \times 12 \text{ 吋} \times 12 \text{ 吋} = 144,000$ 磅。此數實較全排頂木所受兩軌之全重 $2 \times 62477 = 124,954$ 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 (Design of Cap and Sill) 頂木底木之寬 既定為 12 吋，則直柱之多少，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 $2 \times 62477 = 124,954$ 磅，今設用四直柱，各為 12 吋 × 1 吋。

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

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。常以標準經驗尺寸，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沉為 50 公分，試求此木樁之安全承重量 (公斤)。

(6-2) 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，試求最後打擊之下沉為若干公分。

(6-3) 已知下列各項：

木料種類：細密精選南方松木 (Dense select southern pine)

重量：每立方公尺 610 公斤

鋼重 (鋼軌、枕木等) 每公尺長 320 公斤

- | | | |
|------|---|------------------------------|
| 工作應力 | { | 1. 彎矩 (Bending)：每平方公分 112 公斤 |
| | | 2. 剪應力 (Shear)：每平方公分 9.5 公斤 |
| | | 3. 壓應力 (橫紋)：每平方公分 25 公斤 |
| | | 4. 壓應力 (順紋)：每平方公分 84 公斤 |

就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，設計所用活荷重為每呎二十級 (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 (Survey)

§ 7—1. 地面測量 (Surface Survey) 山洞多由兩端向內挖掘，或由中間，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，須測定隧道之中線。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。在多山之地，水準測量，須往返測量數次，使誤差為極小。

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。此法較直接用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 (Survey down a shaft) 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，橫置支架兩根，用經緯儀測立隧道之中線，安置兩細鐵絲於中線之兩邊，相距約一公尺至二公尺，再由中線與兩橫梁相交之處，各懸掛一重錘至(約七公斤)井底。井在井底，設水桶二個，置重錘其中，以免搖動。有時加木筒繞固鐵絲，以阻井內之風，而免錘線搖動。在井底須設橫木於洞頂處，將兩細絲之平均位置測定，記於橫木上，再用短絲由此二定點掛起，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。

§ 7—3. 地下測法 (Underground Surveying) 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,及爲他物掩蓋;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 (Cross Wires) 及目的物,皆須設法照亮。多以油燈及手電燈充之,垂球線上,置一附狹長孔之銅飯以燈照之,亦易顯明垂球線也。

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

(乙) 設計 (Design)

§ 7—4. 橫剖面 (Cross-Section) 普通隧道之橫剖面式樣,各自不同。但單軌隧道,上部多爲半圓形。兩邊牆爲垂直或向外少傾,洞底爲平底或爲弧形 (Inverted arch)。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 (Lining)。轟炸之後,所留剖面常爲不規則者。但能容下所須要之最小淨空即可 (Minimum clearance for tunnel)。如第九圖,爲我國國有鐵路單軌隧道之最小淨空。在雙軌隧道內,頂部常爲一複式曲線 (Compound Curves)。兩軌中心距,仍爲十三呎,或四公尺。

如洞內有灣道,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 (Truck) 中心之距離,而計算之。如第十圖 (a) 中之輪架中心 O 及 O' 爲 60 呎;車箱長爲 80 呎,寬爲 14 呎;車箱之中心線向內加增 de 寬。
 $de = R \text{ vers } \beta$,

$$\text{而 } \sin \beta = \frac{Oe}{R} = \frac{30'}{R}, \text{ 如 } D=60'. \beta = 1^{\circ}47'58''$$

及 $de = R \text{ vers } \beta = 0.4711 \text{ 呎} = 5.6 \text{ 吋}$ 。此爲向圓心裏面增加寬度數。

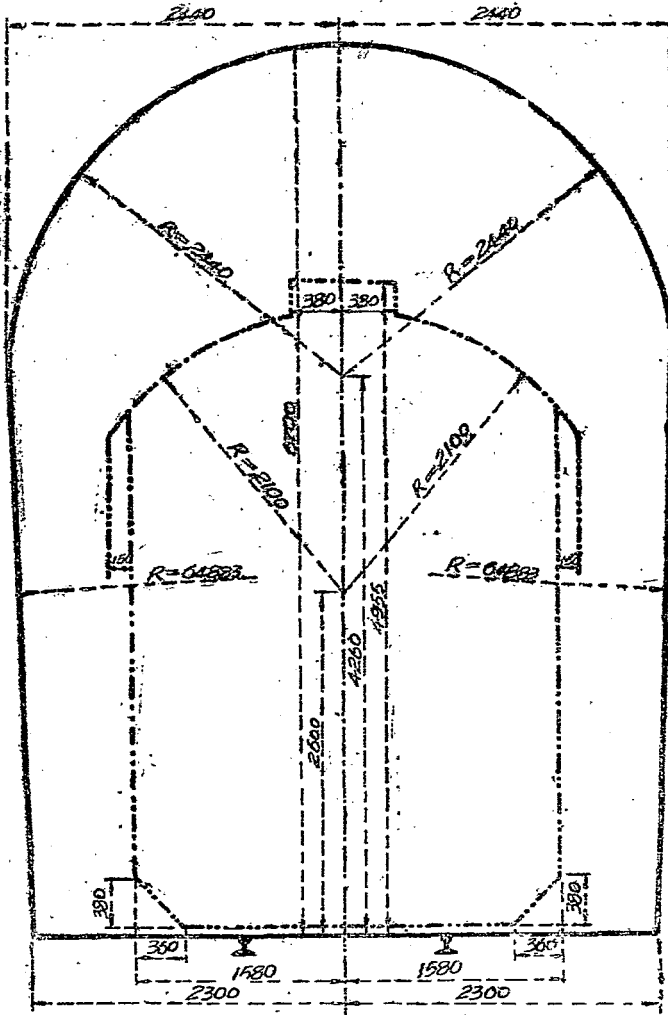
車輛之外隅“a”(第十圖 (a)), 伸出於中線外之多餘寬度,可按下式求之。在“f”處,爲 $ac = (R+7')$; 而 $ac = \frac{R+7'}{\cos \alpha}$, $\tan \alpha = \frac{40'}{R+7'}$ 故 α 可

由上式計算出之, $\alpha = 2^{\circ}22'41''$

則 $ac = 963,20$

向外增加寬度 = $963,20 - (R+7')$

= $963,20 - 962,37 = 0.83 \text{ 呎} = \underline{10.0 \text{ 吋}}$

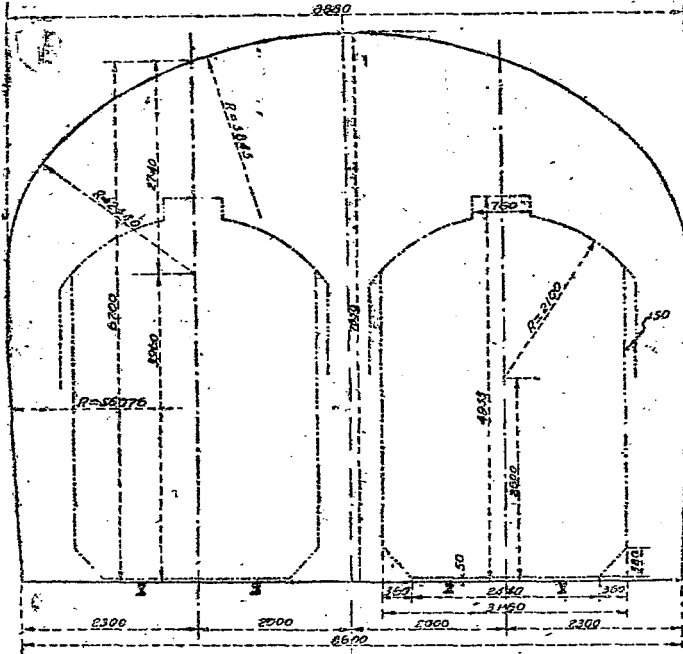


註：所有尺寸均以公厘計 —— 隧道之最小淨空 - - - - 車輛之最大限

第九圖 (a) 單線隧道之最小淨空

第九圖 (b) 雙線隧道之最小淨空

—Minimum Clearance for Double Line Tunnels—

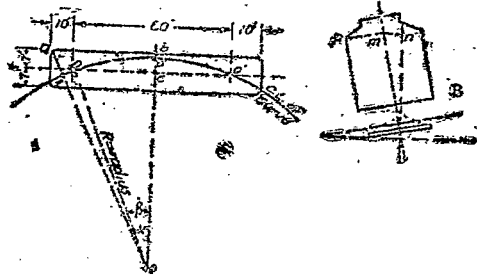


—符號 Legend—

- 隧道之最小淨空 Minimum Tunnel Section
- 車輛之最大限 Maximum Rolling Stock Gauge
- 燈 Lamp

註: 所有尺寸均以公厘計 Note: All measurement are in millimetres

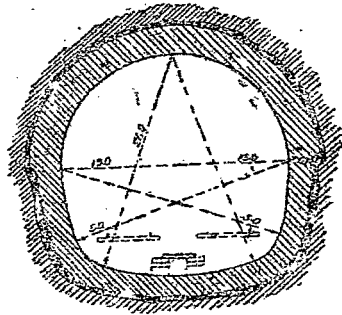
洞內既有溝道, 則外軌必須超高, 故將車輛之頂端, 如向內傾, 如第十圖 (b) 是。如傾斜度為 1:10 之比, 則在 4 呎 $8\frac{1}{2}$ 吋之軌距間, 其超高度當為 5.65 吋; 車輛外邊頂高距軌條之高為 12 呎, 則因傾斜向內增加之寬度, 可由 $\frac{x}{12} = \frac{5.65}{56.5} = \frac{1}{10}$ 得之, 即 $x = mn = 1.2$ 呎或 14.4 吋也。



第十圖 (a)曲線上車輛靜止之加寬 (b)外軌超高增加靜止

故按上例， $D=6^\circ$ ，隧道之橫剖面應加寬之總數為 $0.4771 \div 0.83 \div 1.2 = 2.5$ 呎也。內中 $0.47 + 1.2 = 1.67$ 呎，為中線內之加寬，而 0.83 呎，則為外邊之加寬度。

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，為一鋼筋混凝土之暗渠，砌衣皆為混凝土所製成者。



第十一圖 隧道橫剖面圖

§ 7—5. 坡度 (Grade) 隧道內最少須有百分之 0.2 坡度，以利排水。如在山嶺，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小。蓋因洞內增加空氣阻力，及軌條濕潤之故，洞內行車，不易牽拉，以致太慢，危害旅客機車夫。如在洞內用最陡大坡度，則洞內阻力加大，可使列車在洞內停駛，危險特甚。

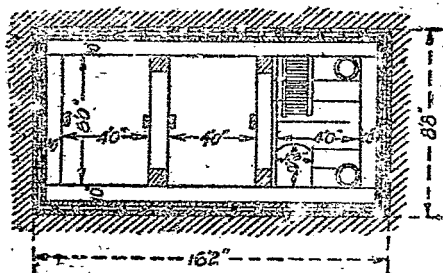
§ 7—6. 砌衣 (Lining) 或填砌 各種石質及土質，當起始露面時，尚可自行支持，不必用木架支撐。但漸漸分解甚速，以致必須加砌衣於隧道

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(Template)耳。

鋼磚(Durable brick)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,并可減少周圍土質之將來下沉。此項工程,名為灰漿填隙法(Grouting)。

§ 7—7. 直井 (Shafts) 及溝渠 (Drains) 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,須緊連接,工作較費。故可自隧道邊部,下沉直井,再由直井打入洞內,如第十二圖所示,即為一長方形直井之橫剖面。



第十二圖 直井之橫剖面圖

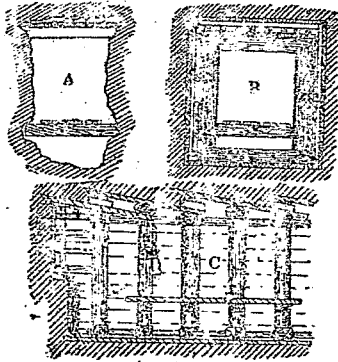
直井向皆開口,以便通風。故多將井內加砌衣。但實際直井不但不通風,且足阻止通風之速度。因井之下端,與洞頂聯接處,易生逆流(Cross-current),以阻空氣出路。近今於直井工作完畢後,即將井口完全封閉,亦不用砌衣。且有直井,則自井邊下聚之水較多。故用直井之隧道,其橫剖面中,必須設備較大之排水溝渠。

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。但在變軌

山洞中，則用一較大之暗渠，置於兩軌之中央。山中水流多噴砌衣之外邊下流，經過邊牆之小孔，流至邊溝。

(丙) 隧道建築 (Construction)

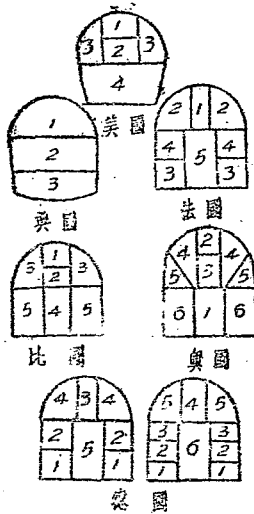
§ 7—8. 導坑 (Heading) 隧道於開始挖空之時，全賴土石質料自身支撐之力，繼用木架及支托板，將露出面積支住。全橫剖面之開挖，皆自開一導坑始。此坑常在全剖面前約五公尺先行開挖。導坑之位置，以在山洞頂部或底部為多，如遇石質可以自承，則轟炸後，不必多費支撐木架。如係軟土，流沙，則導坑挖掘後必多用木架支撐。且當導坑面積漸漸增大時，須用支撐木架，木柱，及支托板 (Poling board)。皆須向外延長或更換，直至全橫剖面挖掘完畢為止。隧道底部之導坑，常可利用以運料及加速開挖。最簡單之導坑支撐，如第十三圖 A，係用橫木樑，置於洞底下邊牆之挖槽中。每間十餘呎一樑，以便置支托板於樑上，支撐上面土石質料，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 (Side timber) 及底木 (Bottom timber)，於必要時，亦須加用，而成木架結構。倘壓力增加，正可增加結構之穩固也。如第十三圖 B 及 C。



第十三圖 A: 導坑圖, B, C: 導坑木架圖

開鑿導坑之方法，因地勢地質之不同；各國不同，如第十四圖所示，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，

就工人多在極少間隙中工作，諸多不便。



第十四圖 英法比各國隧道施工之程序圖

近今 A.R.E.A. 介紹開鑿之方法，先專開掘導坑，再行漸次增大。此法較經濟，但較費時間。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。故先行點火轟炸，次則漸及外邊各行，依次點火炸開。導坑後之中層平台 (Sub-bench) 上，先穿直眼六排，中排先炸，次及外排，最後再炸底層平台 (Bench)。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。

如欲加速導坑進行工作，可用先鋒隧道 (Pioneer tunnel) 及領港隧道 (Pilot tunnel)。由先鋒隧道經一捷徑，或名橫導坑 (Cross-cut)，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，可以不與從事平台 (Bench) 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。

§ 7—9. 洞門開鑿 (Excavation for Portal) 普通得隧道前後兩端

之地旁，皆有多少開鑿 (Open cut)。故在洞門處，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；例如堆積石塊於木架上，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，并造石工糊衣，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. 隧道之通風法 (Ventilation) 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，則尤須通風。其法有二：

(1) 充實法 (Plenum Process)，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 (Vacuum Process)，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 (Power fan) 以助通風，而免逆流之阻礙。

隧道既成，如用蒸汽機車，除洞隧道外，亦須用機動風扇通風。有時使空氣流向，順列車方向打入速度極大，可將煙氣衝至機車之前者。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，不復為害。并可在下次列車開進隧道之前，洞內可以清淨。利用直井，為通風樞。如平緩路入達領隧道是。上加覆蓋，加設窗口，以利通風，而免雨水侵入。

§ 7—11. 隧道與開鑿之比較 (Comparison of tunnel and open cut) 隧道之利甚少，但有時因地勢及經濟關係，隧道比開鑿為優者，雖二者價值相等，亦宜用隧道者。

(1) 土質極易崩滑，如用開鑿，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，如用開鑿，則掃除積雪費用太大，且妨害通車，故以用隧道為宜。

(3) 如地價太貴，則用隧道，穿行原有貴重房屋之下，如路線經越城市，亦多按開鑿建築，然後再加拱形蓋頂。

隧道之害，及其不經濟之處，約列數節如下：

(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。
- (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 (Helper engine) 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,常有土質下落之危險。

§ 7-12. 隧道之價值 (Cost of tunneling) 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,常約分為硬石 (Hard rock), 鬆石 (Loose rock), 及軟土 (Soft ground) 三種。其單價分為開鑿費 (Excavation) 及石工費,每立方公尺長若干元。並分單軌雙軌之別。

茲將甯海路滄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 | 48,600 | 2.00 元 | 87,000 元 | 1.90 元 | 82,650 元 |
| 2. 通風井內挖土(甲) | 300 | 4.00 元 | 1,000 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. 洋灰磚砌頂 | 3,360 | 19.80 元 | 63,920 元 | 18.80 元 | 62,980 元 |
| 5. D號三合土 | 7,580 | 13.80 元 | 101,601 元 | 13.20 元 | 100,056 元 |
| 6. 山洞內砌工加價 | 10,680 | 1.80 元 | 19,674 元 | 1.30 元 | 14,207 元 |
| 7. C號三合土 | 1,100 | 12.00 元 | 8,600 元 | 11.40 元 | 8,420 元 |
| 8. 拱形木板 | 8,800 | 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 | 11,250 | 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 | 5,615 | 0.60 元 | 3,369 元 | 0.60 元 | 3,369 元 |
| 總 計 | | | 310,835 元 | | 292,452 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1080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：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，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於一倍。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配數：

車箱長=20公尺，

軌架中心距=14公尺，

軌距=1435公厘，

曲度= 2° (20公尺弦)，

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)因超高車箱內傾加寬數

(b)全剖面總加寬數

第八章 副路,車場及終點(Side tracks, yards and terminals)

(甲)副路 (Side track)

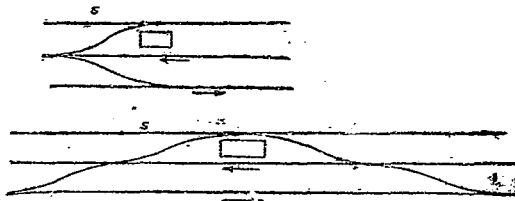
§ 8-1. 副路之分類,車站內及站外附近之軌路,有正路 (main track) 副路之別。正路可直通來往列車,副路則分下列數種:

(a) 在車站附近,以便存放車輛於站台旁及工廠旁者,如分岐路 (Spur track), 裝貨路 (Freight track) 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。如祇一種站房,則與副路之位置,以能避免客貨之過軌,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,第十五圖,為一小車站之佈置。過軌及取尖 (Facing Point) 之弊可免,但貨運甚感困難。



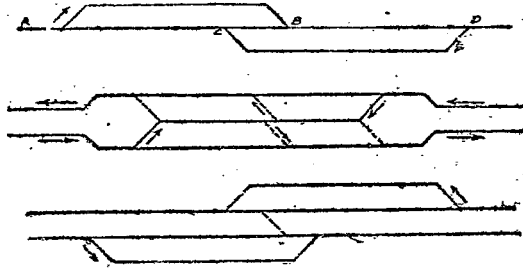
第十五圖 車站佈置

第十五圖車站佈置,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,但不為善。兩向正路,宜分設客運站台,并用天橋或地道通過,以免經過正路軌道。貨運較多,即宜分設客運,貨運站台。

第十五圖中之副路,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 (Stub track) S, 可將外端深埋於土堆,其運正路之轉轍 (Switch), 正常位置,可置諸不用。且此種軌路之設置,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置,其長度雖可容二列車至

四列車，在小坡度之路，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 (Single Siding)，能容二列車者，運轉較便。如第十六圖上所示，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 (Switch) 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 (第十六圖) 兩轉轍，必須由鄰近連鎖管束之。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連鎖 (Inter lock)，由信號樓管理之。



第十六圖 上：雙車副路，下：副路佈置

雙線鐵路之讓車，避車副路，可設在正路軌道之外，若佈置於其中間，則正路即須向外擴張，增加正路之曲線。第十六圖中及下表示兩種佈置，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 (Emergency crossovers)，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 (Track capacity)，故又名救濟軌路 (Relief track)。

§ 8—2. 軌路名稱 (Definition of track)

(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。

(3) 導軌 (Lead track):——聯接車場 (yard) 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,皆須聯錄。

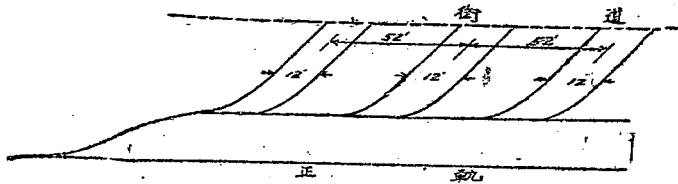
(4) 通行軌 (Running track):——在車場內,保留通行各處之軌路,以便調車,機車之通行無阻,及尋常機車之出入機車房與上煤水。

(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 (Facing-point) 與取跟 (Trailing-point) 兩種。取尖者,係按行車方向,先經轍尖,後經轍叉 (Frog)。取跟則適相反。

(6) 一端通行軌或盡頭軌 (Stub track):——自正路分岐至他處,另端埋於沙中,或不通行。倘其長度甚長,達一曠區,則名分岐軌路 (Sput 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為一對,每對相隔五十二呎。如第十七圖。



第十七圖 馬車軌

(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為標準。

(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 (Switcher) 與長桿，在另一軌路上推行，此種調動車輛方法，所用之軌路，即為桿式調車軌。

(12)上煤軌 (Coaling track)：——係設於煤台，煤站鄰近，專為機車加煤之用。

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

(14)沙軌 (Sand track)：——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)：——為機車或冷藏車加藏冰量而設。

(16)機車軌 (Engine track)：——為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，而為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)：——專為修理車輛之用，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（四公尺九公尺與七公尺四公尺）相間佈置，以便車輛之兩邊，可容工人及運送物料。

(乙)車場 (yard)

§ 8-3. 車場概略 (yard in general) 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、贛九三路，客運比貨運多外，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，總設客車場為

§ 8—4. 車場定義及其分類 (Definition and Classification) 車場 (yard) 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,收發,組成及出發點等軌道。但如一羣分析軌道,亦有名之為分析車場 (Classification yard) 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 (Receiving yard) 為收集列車而設,區內有多數收集軌路 (Receiving track), 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 (Classification yard) 中之分析軌路 (Classification track), 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,即按分析決定之。分析車區,多在收集車區之後方,以使用調車機車,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 (Departure of forwarding yard) 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,得有直徑之路徑,以接列車,預備出發。快行貨車多設此軌路,其長須大於一列車。

(4) 存放車區 (Storage yard) 中所設軌路,專為暫時存放不用之車輛。

(5) 修理車區 (Repair yard) 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,可分來往該站兩方向之車輛。

(6) 高峯調車場 (Summit or hump yard) 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 (Train resistance) 比夏令為大。且附轍尖與轍叉之軌路上,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 (Warm, moderate and cold temperature)。第十五圖,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

(Acceleration grade) 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。第十五圖之附表，可用以繪同樣之溫、冷氣候所用之縱剖面 (Profile) 圖。坡度之長度，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，以免多費輪掣 (Brake)。由收集車區軌路，至高尖間之坡度，須令一個調車機車，足以推動最長列車上至高峯。

(7) 機車場 (Engine yard) 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，包含需要軌路，房屋，修理，存放機車之設備，及供應機車之消耗材料，如灰坑 (Ashpit)，機車房 (Engine house)，轉盤 (Turntable) 等，皆屬場中主要建築。在場之位置，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，以避免客貨越過正路之煩。

§ 8-5. 車場之設計及重要設備 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 (Main line) 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，使二正路之中心距廣大，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 (Coaling Station)：灰坑，沙房 (Sand house) 及水塔 (Water tank) 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 (Coach)，不應停放在貨物車場內，應另設置客車場或客車清潔場 (Coach Clearing yard)，並使靠近旅客車站。

(7) 車場內之轍尖，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。

轍尖尺寸，與轍叉數目，最好能全場一致，八號轍叉比較常用。轍叉角度較小，則行車阻力較小，出軌不易，但佔地較多，反之轍叉角度較大，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，坑底及邊牆皆為鋼筋混凝土製。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 (Dead rails) 二條，距磅軌 (Live rails) 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 (Transfer crane)，以便由載重汽車，直接裝卸於車輛，最簡單者，為三腳起重機 (Gin pole)，可供起運五噸內之貨物，次則固定木網架 (Fixed Framework)，可跨一、二軌道與馬車道上，結構橫樑上，可置行動滑車 (Trolley)，左右起重，但不隨軌道方向移動，倘令結構 (Framework) 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，夜間以電燈為最適用，但須設備較高，免為建築物障礙，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 (Fire hydrants)。

(13) 在出發及修理軌路旁，須設置壓氣管 (Air hose) 與壓氣閘試驗所 (Air brake testing plant)。

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

§ 8-6. 車輛之調動方法 (Car movement and Switching System)

一路須運轉之車輛，一大部分，常由聯運之池路在聯運站收集之。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，倘能在出發站先籌辦妥，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，須駛入池路之車輛。
- (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，甲路貨車須由乙路轉運者，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 Twitching)，(2) 桿式調車法 (Poling Switching)，及(3) 峯調車法 (Gravity or humpswitching)，茲分論之。

(1) 推送調車法，以調車機車 (Switching engine) 一輛掛於全列車之後端，前數輛車輛須調入某類軌路者，先與其餘車輛脫鉤(Uncoupling)，自成一批 (Cat)，調車機車，自後推行，至相當地點，驟然停止，故前批鬆鉤，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，用手關停止之。機車將其餘車輛牽回原處，以下各批車輛，依次推進。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，鬆鉤成批，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。

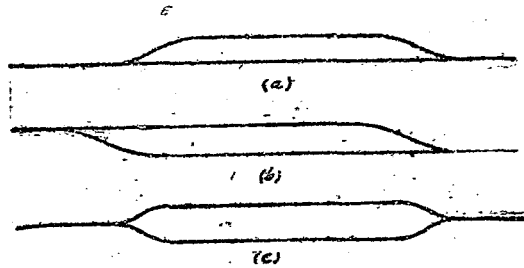
(3) 高峯調車法，係利用地心吸力，任車輛自行由高處自降，而達目

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,以人工建築者為多,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,則為高峯式車場,亦能得同一效用。

(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為最長,約為 1250 公尺。餘如津浦路德州站,亦有 812 公尺,四、五百公尺者亦有之。其避車道之形式,約分三種,如第十八圖 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,兩路皆為正路,(c)式則列車出入站時,皆須轉向。



第十八圖 旅客車站避車道

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,各設一站台,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(Dead end terminal and through terminal)。

(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(Ramp)上坡至車站。

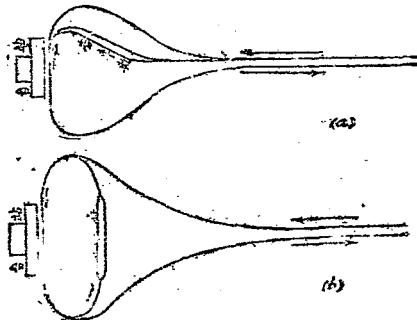
(2) 每一站台，供一對軌道之用，兩軌道中心距，約為 28 呎 (8.52 公尺)，軌道中心距站台之邊，約為 5 呎半 (1.68 公尺)，故站台自身之寬，可有 17 呎 (5.2 公尺)，站台之長度及數目，須視客運之多少為定。長度由 600 呎至 1100 呎以上 (180 至 340 公尺)。

(3) 中間站台上，皆用『蝴蝶』式 (Butterfly) 之頂蓋各以直柱支持之，以便排洩雨水，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，即將空車挽離站台，有時用梯軌與分交道叉 (Flip)，可將正路軌道，與任何站台軌道相接。

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

(6) 環式 (Loop terminal) 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』 (Storage track) 於其間，此環式可分為兩種。(a) 由車站軌路，送車輛入『存放軌路』，須用退回調動者 (Backward movement)，如第十九圖 (a)，(b) 為入『存放軌路』可以前進調動者，如第十九圖 (b) 是。



第十九圖 環式車站軌路

第九章 車站房屋及附屬建築物

(甲) 車站房屋

§ 9—1. 旅客站房與站台，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 (telegraph room)，行李房 (baggage room) 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。

站台多用木板舖面，但因易起火災。故爲暫時性質。木質或石質磚牆，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，亦耐久。此外舖磚，砂墊層，亦甚堅固，且冬令可比完全混凝土表面少滑。

站台高度，分高低兩種 (High and low Platform)，下列三原則，須注意之。

- (a) 旅客上下車失足之危險。
- (b) 旅客上下之遲滯，以致影響運輸。
- (c) 站台建築物，與修理軌道及調查車查車之不便。

美國用低站台者爲多，高與軌頂齊平，或高出軌面十餘公分，高站台之高度，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。站台寬度，不得小於四公尺，如站台在兩軌道之間，則不得小於七·五公尺，站台長短，則視站之大小及列車之長短而定，主要站台，約長二百公尺；岔道站台，則長約一百公尺。

§ 9—2. 貨棧房及站台 (Freight Houses and Platform) 貨站分接收 (inbound) 及發出 (Outbound) 兩式，貨運稀少，則可不分，只在旅客車站中增加房屋一間。如運貨增加，則須分接收與出發兩種，貨站內地板面積，須視該站之功用而定。如爲出發站，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。貨棧須有站台，一面臨街，一面鄰近軌道。如棧房地板，可與附近街道平齊，則多為一層式，否則須築二層式，用電梯或樓梯接連。

貨棧既為存放貨物而設，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，不宜多設水門，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。

裝貨及卸貨站台之高度，不得高過軌頂 120 公分，我國規定為一百一十公分，太高則對於開車門時，多有妨礙。站台之邊，距軌道中心，最小為 1.7 公尺。我國杭江路，定為 1.68 公尺 (6'-6")。站台上應有極小坡度，由貨棧向軌道邊傾斜，以便排水。站台寬度，約為 2.5 公尺 (8 呎) 至 3 公尺 (10 呎)；如站台在兩軌間，則寬度不得小於九公尺。

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、磚、及木塊鋪砌等。接收 (inbound) 貨棧地板，應由軌道邊向馬路邊傾斜，可以助其轉運，出發 (Outbound) 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 (Lift) 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，應伸出於站台之上，以便防雨。近馬路邊者，至少須至站台上高三公尺至四公尺。近軌道邊者，須高出軌道面上五公尺。

(乙) 水站及給水

§ 9-3. 水站位置及水原 (Location of tank and Supply) 鐵路用水最多者為機車，次為洗刷車輛，及普通飲料。機車煤水車之容量，約為二十餘立方公尺，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里。故我國平漢路水站平均距離為四十四公里，津浦為四十三公里，京滬為四十公里，而平綏多山，則為十八公里，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。自鑿井取水設立水站後，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，用水管傳導數公里以外。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，并保護鋼鐵燒紅。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 (Mechanical cleaning) 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 (Chemical Purification of water)。此法自根本上清潔水源，故其效甚大，軟水劑常用碳酸鈉 (Sodium carbonate)，可去水中硫酸化合物 (Calcium Sulphate)，成爲易溶解之硫酸鈉 (Sodium Sulphate)。石灰 (Common Lime) 亦可用之，清水設備，多連於水塔附近，先沉澱河水，導入濾水櫃，加軟化劑後，仍無泌澱，則濾清之水，由上端用抽水機打入水塔中鐵屑，水中沉澱，則由機底沉澱箱中取出。

(3) 加鍋爐化合物法 (Boiler compounds)，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 (Sodium carbonate) 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 (Water Tanks) 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。故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 12 吋口徑，噴水管 (Spout) 水櫃之底，可高出軌面五公尺（約十六呎），如用水鶴，則櫃之底高，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，鑄鐵，及混凝土等。

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，膨好槽孔中 (Groze)。水塔之重全由底板下得歪直柱，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，以鐵箍之圓徑為 d ，鐵箍之工作拉應力為每平方吋 S 磅，則 $\frac{\pi d^2}{4} \times S =$ 鐵箍所能受之安全拉力。 D 為圓桶之直徑以呎計， l 為鐵箍距以吋計，則 $0.433 \times h =$ 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 (Spacing of hoop) 如下：

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

$$\therefore l \text{ (吋)} = \frac{\frac{\pi d^2 S}{4}}{\frac{433 \times 12}{2} \times h \times D}$$

$$= \frac{\text{鐵箍能受之安全重 (Safe load for given hoop)}}{5198 \times h \times D}$$

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。用鋸鋼片製水櫃，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，多用鋸釘或電鍍法，無用鐵箍之必要。

鐵筋混凝土水塔，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 (Pumps) 打水入塔必用抽水機 (Pump)，可分下列各種：

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

(b) 汽油抽水機 (gasoline engine) 近來常用此發動機，汽油價貴，故多不用。

(c) 柴油抽水機 (Oil engine) 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 (Electric Power Pump)，如可賤價得到電源，則

電力爲最賤。

§ 9—6. 水鶴 (Stand Pipe) 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旁機車中。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，尙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，但僅可用於領水較少之站內。

水鶴如設立於兩平行軌道間，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， $(8' - 10\frac{1}{2}')$ 兩邊至 100 呎處，即可用標準軌道中心距矣。

§ 9—7. 軌池 (Track Tank) 快車上水，耽誤時間，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。雖亦有設立於彎道上者，但曲線不得過三度。軌池長度，約爲 1,200 呎至 2,500 呎。形狀多爲寬淺 U 字形。可分二種：(A) 爲一鋼板槽，用角鐵釘於枕木上。(B) 底板爲一平板，兩邊爲 U 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。故須在軌面上挖溝 (Dapped)。池之兩端，應設雙方向傾斜板 (Double inclined Plane)，以免吸水管與池端相衝，當吸水管出入池內之時。

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，被汽入池中，使水常熱，不致凍冰。亦可於總管入池口處，加蒸氣，而使冷熱水對流，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 (Tu-

table) 者，宜用長方形車房。大機車房，多為圓形，設一轉盤於圓心。如為更大機車房，兼修理工廠者，則宜設移車台 (Transfer Table) 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。應多用磚、石及混凝土，房頂用木製，雖用鋼鐵，亦易為機車煤氣侵蝕。故以鋼筋混凝土為宜。餘如房柱及樑，亦只得用鋼筋混凝土矣。

§ 9—9. 機車坑 (Engine pit) 此坑為修理及洗淨機車之用，其長度不得小於 20 公尺，坑底為凹形，排水向轉盤坑。牆邊及坑底多用鋼筋混凝土製。機車之煤水車 (Tender) 向轉盤安放。

§ 9—10. 出煙罩 (Smoke jack) 機車多在車房內生火，自動出發。故須有除煙之設備。出煙罩為倒置漏斗式 (Funnel Type)，其底面距軌頂高度，須使機車煙筒 (Smokestack) 經行其下，有相當淨空。底面寬為一公尺一公分，長約三公尺。四邊向上傾斜，連一長筒。其面積約為二平方公尺。易燃燒之材料，不宜採用。雖厚漆片，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 (Stone Screening) 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，不宜於載重車輛。

(b) 木板 (Plank) 地面，可用七、八公分厚之木板置於 10 公分 × 16 公分相隔一公尺之枕木上。

(c) 木板置混凝土基層上 (Wood Floor on Concrete)，混凝土基層約厚十六公分，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 (Brick) 可置於二公分半之沙墊層上，基礎層仍為 16 公分厚混凝土，磚縫須用地氈青，灰漿填充，每隔三十公尺，須留二公分半寬之伸漲隙 (Expansion Joint)。

(e) 混凝土基礎層，仍為十六公分，上加三公分厚之表面層 (Surface coat)，用一比二洋灰沙漿鋪設。

§ 9—12. 下輪坑 (Drop pit) 亦為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 (Turn-table) 專為調轉機車方向之用，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，為混凝土轉盤坑 (Turntable pit)，中央為直立軸，支住鋼板梁架 (Plate Girder)；上舖枕木，鋼軌，坑邊圍牆，支住圓形軌條，以便鋼板梁下之架輪，繞行其上。轉動全盤，可用人力，但用電力，為最節省便利，用壓氣者有之，並可由機車取用壓氣。

(丁)機車加煤站 (Coaling Station)

§ 9—14. 人工產煤法 (Hand Shoveling) 宜用於輕運路，機車可停於煤站過夜，利用夜間，用手鏟由煤車或煤台直接鏟入煤水車中，如能安設小起煤機及一噸煤勺，最為經濟。

§ 9—15. 機車起重機 (Locomotive Crane) 轉動煤勺 (Bucket) 將煤直接由煤車運入煤水車，此法甚快。

§ 9—16. 運煤棧道 (Coaling Trestle) 須有空地，足造一上棧道軌，(approach Track)，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 (Coal pocket)，再經出煤槽 (Chute)，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 (Coal Conveyor) 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，下適運煤器，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 (Oil House) 宜用防火材料建築，並與其他房屋分隔，存油於地窖中，由站台邊牆，安設鐵管數行，以便連接運油車 (Tank car)，將油傾入地窖存油池中。

§ 9—19. 沙房 (Sand House) 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 (Drying room)，約佔二十平方公尺面積。室內有篩子，將粗沙篩出，另一鍋爐烘乾濕沙，並附乾沙庫，庫底高距軌面須七公尺，以便乾沙可直接流入機車沙箱中。

§ 9—20. 灰坑 (Ash-Pit) 機車中之灰盤 (Ash-Pan)，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，其舊式將枕木

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，但容量大小，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台，另設一低軌道 (Depressed Track)，其中心距灰坑軌中心為五公尺，但較低三公，灰燼傾至平台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 (Snow Structures and Fences)

§ 9—21. 雪柵 (Snow-Fences) 用雪柵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 (Right of way Fence) 可加木板密備，功用即如雪柵。如風向與軌道斜交，且不一定，則用成段雪柵，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，可將雪柵安置軌道兩旁，使雪柵積存，加以鏟，犁工作，積雪漸可清除。

§ 9—22. 雪棚 (Snow Shed) 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。棚由棧道連成，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，可不按受雪塊載重計，每隔三、四十公尺，空隔一段，以避火患。另設V式移雪器 (Deflector)，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 (Summer Track)，以免無雪時遷避半山洞之煩苦。

§ 9—23. 柵欄 (Fences) 路權柵欄可分兩大類，即鐵絲與木條二種：

(a) 鐵絲柵欄，又可分为織網式 (Woven Type) 及纜絲式 (Strand or barbed Wire)。織網式柵欄多用豎網絲 (Vertical Stay Wire)，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，并全體鍍鋅，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，可防跨越。

(b) 木條柵欄 (Board Fence) 可分豎條與橫條二種 (Vertical and Horizontal Board)。橫條板寬十五至二十公分，厚約三公分，長為兩柵柱間隔二倍。柱距約三公，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。

§ 9—24. 柵柱 (Post) 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 (End Post)，轉角柵柱 (Corner post)，與門柱 (Gate post)。

(己) 標誌及平交公路設備 (Sign and Highway Grade Crossing)

§ 9—25. 標誌種類，依其目的及用途，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)，標梁標 (Bridge Sign) 等；又如表式各地軌道之情形，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 (Highway sign)，常用二木板交叉，釘木柱上，上警『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，以防蹣越軌道。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 Tickler) 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。

(d) 警衝標 (Clearance Post) 多設於轉轍之斷車點處 (Fouling point of Switch)，兩軌道中線相距約四公尺處，警告停放車輛，不得越過此標，以免與正軌上行駛車輛相撞。

(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。高式可與車輛掛鉤 (Coupler) 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 皆為減少及避免撞車之危險，其平交公路處須有下列各項：

(a) 坡度 (Grading)，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，距車軌三公尺外，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，應避免軌條聯接 (Rail Joint)。軌條可用長二、三十公尺者。線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 (Road Surface between Rails) 可用七公分至十公分厚之木板，鋪於舊軌間，及正式軌條外，磚石塊鋪砌，亦多用之者。此外混凝土鋪砌，地氈青路面，皆可用於正式軌條外，及兩舊軌條之間。

(d) 平交路警告標誌 (Caution Sign) 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 (Crossing Gate) 柵門或平交路門，可用木製或鐵製，單門或雙門，擋攔路面，旁門攔住走道，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，如用二公分半直徑索箍 (hoop) 圍箍，其安全拉力為 3,150 公斤，試求由塔頂二公尺，四公尺，及五公尺處之索力 (公分計)。

(乙) 如用等徑索為 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，索力為 23 公分，試求距水塔頂五公尺處之水箍直徑 (公尺計)。

第十章 鐵路信號 (Railway Signaling)

(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，用之以達此目的也。信號之設置，列車之運轉，空貨安全及鐵路名譽，皆有關係。一八二五年，世界第一鐵路，在英國通章，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，縱車頭燈，始用於美國波士頓鐵路。1850 年，採用電報，嗣後 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。

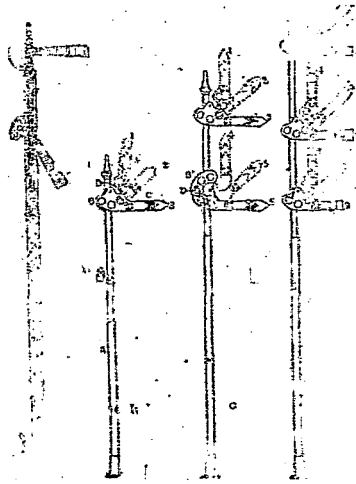
列車佈置，有原則二：(一)為『時間隔離法』(Time interval method)，凡列車向同一方向開行，其間必有最少時間隔離之規定。所以防前車為後車追及，以致相撞。客車至少十分鐘，貨車約為五分鐘。(二)『空間隔離法』(Space interval Method)，於前法外，加空間隔離限制之規定，蓋因前車如於途中停止，則時間已屆，即任後車開行，仍不免相撞之危險。故更須待其既到規定距離之外，方許後車開行，此法即補前法之缺點，信號種類繁多，概括分之，可分以下二種：

(一)可以目觀者 (Visible) 如旗號、燈號、板號、圓牌等。

(二)可以聽聞者 (Audible) 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 (Semaphore Signals)，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 (Upper quadrant, $\frac{2}{3}$ } Position; Lower quadrant, $\frac{2}{3}$ } Position)。三象者，多四十

五度之位置，表示火車仍有可前進，但須減少速度、預備停車（第二十圖 d 中之 7）。



第二十圖 a 爲二象旗號開，b, c, d 爲三象旗號開

(b) 燈號 (Light signal)，近年旗號，多改用電源燈號，日夜皆同。備有返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

(一) 色燈號 (Color light signal)，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 (Position light signal)，燈色須皆爲白色，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，則由信號燈司啓閉之責焉。

(三) 一燈三色燈號 (Search light signal)

(c) 圓牌信號 (Dis. signal)，

就信號應用方面言之，可分二類。一曰區截信號 (Block signal)，二曰

聯鎖信號 (Interlocking signal)。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，及鎖簧等之互相聯鎖工作，以免衝突信號同時表示通行等事。

§ 10—3. 區域信號 (Block signaling) 單用時間隔離原則，按行車時間表行車，自用電報後，仍增加行車令 (Trainorder) 相補行之。但火車速度不同，僅恃時間隔離之限制，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，加一種區域信號，將鐵路分為區段 (Block)。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段之隔離。此區段甚短，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『絕對區制』 (Absolute Block System)，後者多用於雙軌路，名曰『允許緩進區制』 (Permissive Block System)。

§ 10—4. 區段信號之種類 按管理動作之原動力而有不同。約分 (a) (b) 兩種。

(a) 『人工區段制』 (manual block signaling) 此制又可細分下列三種。

(一) 『完全人工區段制』 (Simple manual block System) 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 (Stop) 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』 (Clearance card)，允許低速前進。經過一停車信號者。故列車之行動，不受機，電兩力管束，而與信號表示，彼此無互管關係。

(二) 『限制人工區段制』 (Controlled manual block System)，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，使列車前進進入一段內，預先須得前站員司，將該信號之鑰匙，由電流放鬆，方可開動。故此制信號之動作，亦待人力而加以限制。

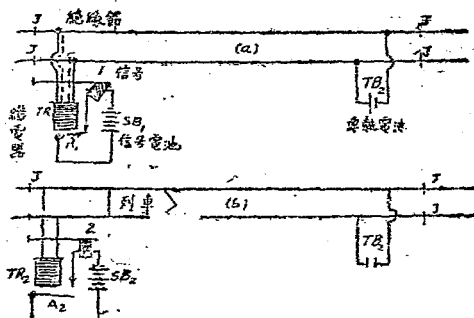
(三) 『路簽制』 (Electric Train Staff System)，路簽制，為單軌路上列車行動避免相撞之法。每車到站，須得路簽，方有開入某區之權。路簽為金屬棒形 (rod)，或圓牌形 (disc)。每一區段之二端，各置路簽

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，還置於他站路簽機後，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，俟兩段路簽，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』(Permissive Staff System)也。

(b) 『火車自動區截制』(Automatic block Signaling) 此制不用人工撥動信號，列車所至，賴『車軌電流』(Track Circuit)之啓閉。『信號電流』(Signal Circuit)，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』為軌道阻礙及損壞表示之法。在一區鐵路之兩端，各置『絕緣節』(Insulated Point)於兩軌條上。『車軌電池』(Track Battery)置於其一端，『繼電器』(Relay)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』(Armature)，可以閉另一『信號電流』(Signal Circuit)。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 49 圖中(1)為無列車行駛，信號下垂，表示通行。J J 為『絕緣節』，係用絕緣設將一區之車軌電路，與鄰區之電路隔斷，如第 49 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』無阻礙時，磁力可將金屬條 A (Armature) 吸起。於是接通本地『信號電流』，使信號下垂，表示通行，區內無車及障礙，損壞處也。

第二十一圖中之 2 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 (Short Circuited)，則區端之『繼電器』，失其磁性，以致無磁力吸起金屬條，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 (Switch) h 已移攆走旁路 (Switch open)，或有車輛開進旁路已過『撞車點』(Fouling point)，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。

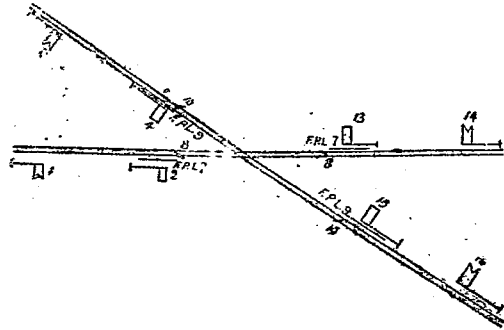


第二十一圖 簡式車軌電路：(a)區內無車，(b)區內有車

§ 10-5. 『聯鎖信號』 (Interlocking Signal) 此種信號，係將所有信號 (Signals)，道閘或轉轍 (Switch) 與『脫軌器』 (Derail) 等之『機槓』 (Lever) 聚於一處。各『機槓』由『聯鎖機』加以聯鎖，各『機槓』之動作，須按預定次序，使各軌路，信號及轉轍，不相衝突。如轉轍之鎖槓未經先開，則該『轉轍』槓，却不能動。『轉轍』之槓既不能動，管束該『轉轍』之『信號機槓』，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』 (Mechanical Interlocking)，各『機槓』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 (Vertical) 及橫列式 (Horizontal) 機架之別。構造雖有不同，聯鎖原理則一，茲舉一例，如第二十二圖為一平面圖，兩路相交處，應設聯鎖機，置於信號機內。1, 2, 3, 4, 13, 14, 15, 16, 皆為遠距及近距信號 (Distant Signal, Home Signal)。8, 10 為『脫軌器』二具，7, 9 為『脫軌器』之機鎖 (Lock)。所用『聯鎖機』為十六機槓式，中有空餘『機槓』 (Spare lever) 四個，5-6-11-12, 可以備用。

按照互不衝突之原理，製一『聯鎖表』 (Lockingsheet)。表中所列數目，與平面圖中之數目相同。第一行為撥動『機槓』至『反常位置』 (Reverse)，即可鎖住第二行中之各項在『正常位置』 (Normal) 或『反常位置』 (Reverse)。



第二十二圖 平交路連鎖

第二行中數目字有括弧者代表『反常位置』；無括者為『正常位置』。

第七表 (參照第二十二圖)

| (B) 撥動反常位置 | 鎖住 (Lock) | 撥動反常位置(尺) | 鎖住 (Lock) |
|------------|------------|-----------|------------|
| 1 | (2) | 10 | 8 |
| 2 | (7)—13 | 13 | (7)—2 |
| 3 | (4) | 14 | (13) |
| 4 | (9)—15 | 15 | (9)—4 |
| 7 | (8)—13 | 16 | (15) |
| 8 | 10 | 6 | 空餘 (Spare) |
| 9 | (10) | 11 | |
| 5 | 空餘 (Spare) | 12 | |

此『交叉道』(Crossing)之連鎖,可以表明互鎖之意義。連鎖表既已製成,則可據此以製『鎖簧表』, (Dog sheet), 方可交工廠製造鎖床。運用時才可達須要之目的,而免行車上之危險。

(b) 『人工電力連鎖制』(Electro-mechanical Interlocking)。此式可分兩種。一種為用人工撥動信號,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)『電力氣力聯鎖制』(Electro Pneumatic Interlocking) 此制係利用『壓縮空氣』(Compressed air) 之力，轉動『信號』及『轉轍』等。但須用多量之『壓氣筒』(Cylinder)，傳氣管 (Pipes) 之裝設，亦甚費事。所有『壓氣筒』之『活門』(Valve)，有電磁石管束啓閉，其電流之通否，全由『聯鎖機』(Interlocking machine) 中，用電力加以管束也。

(d)『完全電力聯鎖制』(All-electric Interlocking) 此制之主動力全為電機發動。信號轉轍等之電路能通與否，皆由信號機中之『聯鎖機』加以管束，依次互鎖，庶免危險。此『機樞』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(Power)及管束方法，可列一表如下：

第八表

| 類 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) |
| ” ” | 信 號 轉 轍 (Signal) (Switch) | 信 號 轉 轍 (Signal) (Switch) |
| 電 力 汽 力 (Electro-Pneumatic) | 電 力 人 力 (Electric) (manual) | 電 力 人 力 (Electric) (manual) |
| 電 力 汽 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 以上所述區段，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 (Cabsignal)，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，或為信號，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，且進展甚速，或將取路旁信號代之也。

(b) 列車自動節制法 (Automatic Train Control)，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，司機雖事汽笛或機車信號之警告，仍無相當動作時，則機車將自停止，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，茲略述其優劣點如下：

優點：(1)行使簡易，(2)節省經濟，(3)意義明顯，絕少遺誤。

劣點：(1)人力忽略，危險立至。(2)區截為車站與車站之距離，長約四、五公里，但區截信號意義，一區祇許一車行駛，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，前途如有道軌或其他障礙，則無避免危險之可能。

於發展信號計，我國以採用電源燈號為宜。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，則以用電力聯鎖信號為最佳。

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為準，但因工作方法及繁簡而異。且各地勞費不同，嘗以每人每日（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『一日工作十小時』計。

掘土工價之不同，載重之遠近，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) 鬆動天然之掘土 (Loosening the Natural Soil)。

(二) 將鬆土載入任何車輛上 (Loading the Soil into Carrier)。

(三) 運送此項掘土，填築路堤，或傾入廢土堆 (Hauling excavated Material from Excavation to embankment or Spoilbank)。

(四) 分佈掘土於路堤土 (Spreading or distributing the Soil on embankment)。

(五) 隨時整理路基，以便運輸 (Keeping Roadway in order)。

(六) 整理路壑，合於圖樣之形式 (Trimming Outs to proper cross-section)。

(七) 工程機械及工具之修理，損蝕，折舊，及資本之利息 (Repairs, wear, depreciation and interest on cost of plant)。

(八) 管理費及臨時費 (Superintendence and incidentals)。

§ 11-2. 第一項 鬆土 (Loosening)

(一) 犁 (Plows)。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。Hillwood 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，每日鬆動 600 至 800 立方公尺。

(二)丁字斧 (Picks)。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，以工作寬度為二公尺，比較每日費用，則丁字斧之工價，約三倍於用犁。

(三)轟炸 (Blasting)。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 (Steam-Shovels)。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 (Loading)

(一)人工鏟土 (Hand Shoveling)。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，車後一人。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 (Steam-Shovel)，此法比較經濟。在長樑之一端，懸一六斗。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 (Gasoline Shovel)。煤水不便之地，工作不多，且多移動，宜用此機。

(四)電力鏟土機 (Electric Shovel)。

(五)壓汽鏟土機 (Air-Shovel)。宜用於隧道中裝運工作。

§ 11-4. 第三項 運土 (Hauling) 運土費用，視每日每車往返次數而定，次數愈多，為最經濟。管理上應極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 (Carts)，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。設“S”為往返 33 公尺之站數，截運時間，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 氏分爲三類，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 (Lead) 爲 300 公尺，高程差爲 20 公尺，則往返運距相當於水平距者，爲 $300 + 14 \times 20 = 580$ 公尺。由經驗上之結果，每次平均可運土價 $\frac{1}{3}$ 立方公尺。如運石料，只可 $\frac{1}{5}$ 立方公尺，而裝卸時間以分鐘計，故

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

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

設 C 爲每日人工車馬總費，則

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

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

(二) 四輪馬車 (Wagons)，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 $\frac{C(S+6)}{600 \times d}$ 。運石料，則“d”僅爲馬車容量之百分之六十。

(三) 獨輪車 (Wheelbarrows)，手推車每分鐘可行 80 公尺，或等於往返 40 公尺爲一站。平均虛費之時間，爲三分鐘。每立方公尺須經十五次運完，或每車容量爲 $\frac{1}{51}$ 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) 刮削器 (Scrapers) 共分三種，第一種爲一寬板，第二種在上有

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。第二種為挖鏟，長寬約一公尺，前有手把，與馬曳進，容量約為 0.11 至 0.3 立方公尺。第三種為輪式削刮器，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”為挖土器之容量，以立方公尺計，則搬運每立方公尺土方值為

$$\frac{O \times n(S+1.5)}{600}$$

(五)有軌馬車，工價可分(a)馬費，(b)人工，(c)軌道移動費，(d)整理，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 70 磅之阻力。軌面滾動阻力，每 120 磅重量，約有一磅阻力。一馬之能率，約為 $1\frac{1}{2}$ 馬力。故可估計馬數與合宜之坡度。

(六)火車載運，平均速度為每小時十六公里，或往返裝運每小時八公里。裝運虛費時間為 0.15 小時，則每日十小時往返次數，為

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

§ 11—5. 第四項 分佈土質於路堤上 (Spreading) 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，以便運載。可用獨輪車，馬車，或兩輪車。

§ 11—7. 第六項 整理路壟邊坡，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。折舊費常佔土方工價大部分，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，增加百分之五十至百分之七十。

(乙)填充路堤 (Formation of Embankment)

§ 11—10. 土方收縮 (Shrinkage of Earthwork) 收縮量之統計，指示極不一致，原因如下：

(一)各類土質，收縮係數，絕不相同。試驗時其土質之分類，缺乏一致之規定。

(二)建築填充之方法 (Method of forming Fill), 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)軟基土常可洗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 (Mush), 頂高隨之下降, 但此種沈陷, 可指示用不合宜土質作路堤也。

茲屬普遍討論, 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為 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。則建築時之收縮甚大, 築成後之收縮 (Subsequent Shrinkage) 則較小。

(四)沃土 (Mould) 及距地面下三公尺上層土 (Top Soil) 皆可收縮至比原體積為小方止。

(五)壓緊土質及土塊, 所佔體積比原體質為大, 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 (Subsidence) 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，補充洗陷之土。估計土質，較定收縮係數尤難。用判力，加以鑽土試驗，可估洗陷量也。

(九)此項用沉陷增加提高之係數 (Coefficient of extra height) 應與收縮係數 (Coefficient of Shrinkage) 有顯明區別。倘收縮係數既經確定，仍應計及洗陷之效力。故增加提高係數必為沉陷與收縮二者之混合數。施造方法，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洗陷。石料路堤，則無收縮，只須計及將來之洗陷耳。

修築路堤時，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. 收縮與洗陷係數合宜之規定，兩項係數不易確定，其值與下列各項有關：

- (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)完全指定之時期，(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 (Clay) | 收縮係數 | 百分之十 |
| 黃泥土 (Loam) | 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 |

茲設例以明之。如收縮係數，為百分之八，則 1,000 立方公尺挖掘土質，可填壓至 $1000 \div 80 = 820$ 立方公尺路堤，如土石混合，伸漲係數為百分之二十時，則 1000 立方公尺，可填 1200 立方公尺路堤。洗陷之增加係數，尚應分別估計。

(十) 爆炸 (Blasting)

掘除石質，於特種高力炸藥 (Ordnance) 及臨時時，必用炸藥，茲將其之：

§ 11-12 爆炸藥 (Explosives) 有延緩性者 (Slow-burning)，名曰

火藥 (Gun-Powder)，燃着時發出之熱量及壓力較低。有具猛烈性者 (Detonating)，名爲炸藥 (Dynamite)，略受震動，即易爆炸。如加土，鋸屑等，吸收甘納硝酸 (Nitro-glycerine) 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) 各種爆炸物，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 (Black-Powder)，煙氣爲害較少。

乙、開炸隧道，宜用膠質炸藥 (Gelatine Dynamite)。以其短少，冰點亦低，可用於閉塞地方。

§ 11—13. 打眼 (Drilling) 打眼工具爲攪鑽桿 (Churn-Drill) 打直立眼。其長約二公尺，鋼管桿附一鑽頭，管徑約三公分，重約十五公斤。用時舉起數分鐘，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 (Drilling Hammer)。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 (Rock-Drill)，常用壓縮空氣或內燃機之動力，其鑽每公尺工價，雖各不同，但均比手鑽爲廉也。

§ 11—14. 鑽眼之位置及其方向 (Position and Direction of Drill holes)。

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。如土質成層，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。

§ 11—15. 爆炸藥之用量 (Amount of Explosives) 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，為地質情形所限。炸藥常佔鑽眼三分之一深度。如石質組織為一致，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 (Tamping) 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，打實宜用水或竹製桿，忌用鐵桿。

§ 11—17. 爆炸炸藥 (Exploding the Charge) 爆炸火藥，可用導火線，插入炸藥中。引線內包火藥，外用蔴質或樹膠質，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，則可同時燃着鑽眼中之炸藥，立刻爆炸。鑽眼中安放爆炸粉，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，亦可轟炸也。

第十二章 鐵路測量

鐵路測量可分三部，即草測 (Reconnaissance)，預測 (Preliminary Survey)，及定線測量 (Location Survey) 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，且值得較詳細之測量。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。

草測前預備地圖，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，在兩終點，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 (Control Point)。故在此數管束之間點之間，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 (ruling grade) 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 (Valley Route) 如二管束等皆在同一谷峽中，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，造橋更易，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

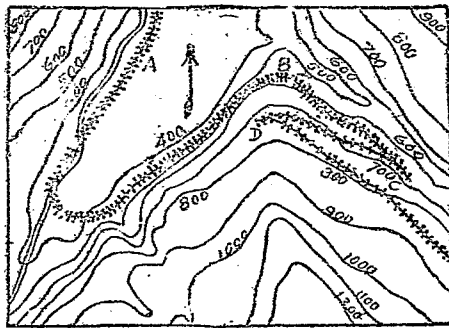
上邊坡線 (Side Slope), 普通河川天然坡度, 常比管束坡度為小, 故選谷峽路線比較自由, 不受坡度限制也。如須造橋, 則河岸必須測勘, 以定橋座, 橋墩之位置, 尤以土質鬆軟時, 則造橋之困難, 足以左右路線之選定也。

§ 12-4. 橫越谷脊路線 (Cross-County Route) 此種路線經過二、三大河之流域, 當其經越必須經過二、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 (Saddle) 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, 且常過天然最峻坡度, 故草測時必須草定管束坡度也。

§ 12-5. 山嶺路線 (Mountain Route) 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, 若越此區, 可用展長法 (Development) 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:

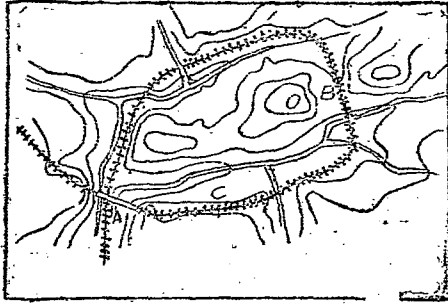
(1) 迂迴線 (Zigzag Line), 其基本原則, 將線順邊坡而上, 幾與正路方向成九十度, 達相宜高度, 再轉回約一百八十度, 與原邊坡幾成平行線。經此迂迴, 展長路線與所升高程即可易得低坡度, 如 AB 二點間之空中距為二公里, 但高差為六十餘公尺, 經迂迴線延長路線至七公里時, 則可減少坡度也 (第二十三圖)。



第二十三圖 迂迴線

(2) 迴歸線 (Switch back) 在峻陡邊坡上, 常用迴歸線以升高程。列車向一方向上坡至相當地點, 全列車須經一轉輾倒退上坡, 故經此區

長，二點間之高程差，爲數百公尺，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。



第二十四圖 橋樑繞曲線

(3) 橋樑繞曲線 (Bridge Spiral) 如在峽谷某處，可建一橋，長足跨谷寬，并距谷底相當高差，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。

§ 12—6. 隧道路線 (Tunnel line) 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，爲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，并可幫助發現遺漏路線也。

§ 12—7. 相對高程之測定 (Determination of relative elevations) 草測所用測高儀器，以水銀及空盒氣壓計併用爲宜，雖亦有用水準者。

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

視距法 (Stadia Method) 比較迅速，且較精確，但須視線無樹林阻礙，方爲合宜，距離而外，尚可測定方向角及相對高程。

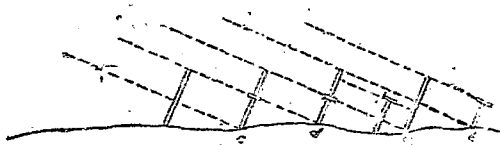
測定方向常用羅針儀，兩線之方向角測定之後，其夾角即可得知。

§ 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 (Preliminary Survey)

§ 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，因此限制而狹狹，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 (Sliding) 之害。測繪該寬區域，雖無直接用處，但常須知路線兩旁地形情形，以免將來事實需要，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。

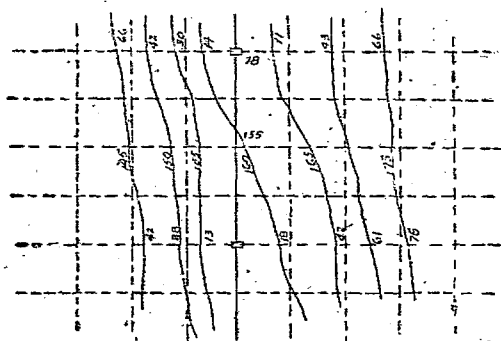
§ 12—11. 預測時所用之方法：(一) 橫剖面法 (Cross-Section Method)，此法普通用於平原區域，雖亦可用於其他地帶，路線之方向可用磁針方向角，或用經緯儀測方位角 (Azimuth)，用磁針法其簡便，誤差不致相積。但角度不易準確，且易受地磁誤差之變動。用經緯儀測方位角，用鋼尺量距離，則較精細，但路線過障礙物時，必須用多線法 (Offsetting) 通過之。不如羅盤儀之方便。方位角之誤差為相積者，如角度誤差為五分，則二公里距離內，可有三公尺偏差，磁針方向角可用之校對方位角。剖面法所用儀器為手持水準，標尺，及鋼尺，布尺等。如欲得五英尺等高線圖，可將手持水準安置於五呎長樹桿上，設一例以明之。



第二十五圖 手持水準測剖面

第二十五圖及二十六圖中，設 c 站上之高程為 158.3 呎，因木桿高為 5 呎，故儀器高度為 163.3。如將標尺立 a 點上，標尺上讀數為 3.3 呎，則 a 點之高度為 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 點高度為 $163.3 - 8.3 = 155.0$

聚。設將手持水準移置於 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 d 點之水平距離皆用鋼捲尺量定，紀錄於簿上。按第二十六圖繪出，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。



第二十六圖 橫剖面

(二) 視距法 (Stadia Method) 用視距法測定路線，同時測線地形，適用於平坦區域，各站間距離，及垂直角，須前後視校正之，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

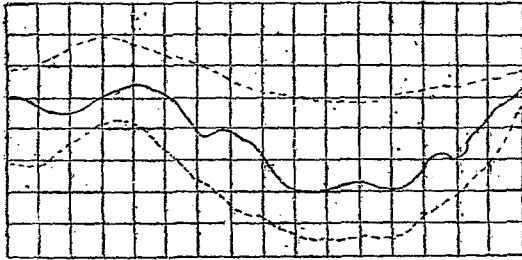
| 儀器站 | 測站 | 方位角 | 視距尺間隔 | 垂直角 | 高程差 | 里程 |
|-----|-----|-----|-------|-----|-----|----|
| Δ24 | Δ23 | | | | | |
| | Δ25 | | | | | |

(三)平板法 (Plane Table) 應用平板測繪地形,宜於地形複雜之區。固可隨測隨繪地形,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 (Location Survey)

§ 12—12. 紙上定線 (Paper Location) 紙上定線者,即在預測地形圖上,設計整個路線。預擬曲線灣度,及直線,繪於紙上。假設預測所經路線甚佳,則依此線開工,土石方可不致太多,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,并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。第二十七圖中,

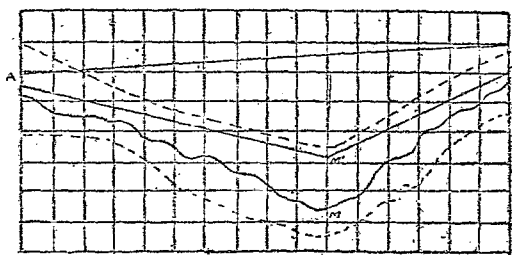


第二十七圖 兩重要點間二種坡度

AZ 為兩重要點, AMZ 為經過該二點之地面縱剖面圖 (Surface Profile), 此線代表測量區域內地面最高與最低點之聯線。連 AZ 二點, 倘 AZ 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 (Supporting ground), 設 AZ 線高出上下等線之外, 表示無支持地面, 只可用兩種坡度, 如第二十八圖, AM' 與 M'Z 連貫之。

坡度率既經草定後, 可用兩腳規 (Divider) 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 = $5 \div 0.02 = 250$ 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，使恰與第二等高線上，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。相接描量倘連接各點，即成無填土挖土之地面輪線。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。



第二十八圖 兩重要點間一平均坡

如所定線，直線較多，則修改時可用多數直線 (Tangent)，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 (Compound Curve)；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 (Down-hill side)，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，則可由路線與高等線相交處，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 (Tie-line)。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 紙上定路線既完，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 $\frac{1}{2500}$ ，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，應當與紙上定線核對，以便修正。

(3) 預測線與新定線常有相交點 (Tie-point) 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 (Offset)，以達新點。

(5) 如隔 200 至 300 公尺，紙上定線與預測線即有相交點測線時，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 (Transition Curve)，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 (Surveying Methods) 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 (Tie-line) 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，以充地畝讓交涉之根據。

水準標尺讀數，在倒鏡點 (Turning Point) 及水準標基 (Bench Mark) 上，宜用視標 (Target)，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，且應詳細紀錄於手簿上。全線各站之高程，自宜測定。即站間凹凸之處，小河，窪地等之高程及距離，皆須測繪於縱面圖上。

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，并立旁示樁。除標示站數外，尚記明曲線情形，如 'P.C. 40R'，為曲線起首向右灣出。曲度如

4° 也。

測量手冊，多為左右兩頁相對。左頁紀錄及計算。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 (Curve Data) 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. 測量隊之組織及其職務 測量隊員之人數無一定規則。用人太少，工薪雖省，但時間增加，故非經濟之道，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。

草測只為擴大面積之勘察。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，人員之分配約如下例：

| | |
|--------------------------------------|-----|
| (1) 定線工程師 (Locating Engineer) | 一人 |
| (2) 定線副工程師 (Assistant Engineer) | 一人 |
| (3) 看經緯儀者 (Transitman) | 一人 |
| (4) 看水準儀者 (Levelman) | 一人 |
| (5) 繪圖者 (Draftsman) | 一人 |
| (6) 地形草圖 (Topographer) | 二人 |
| (7) 水準尺夫 (Rodman) | 一人 |
| (8) 前鏈員，後鏈員 (Head and Rear Chainman) | 二人 |
| (9) 拉尺者 (Tapeman) | 二人 |
| (10) 後旗 (Back flag) | 一人 |
| (11) 打樁并標記 (Stake Marker) | 一人 |
| (12) 斧手 (Axeman) | 二三人 |

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，并測排水面積。測繪地產界線，并詢求地主姓名及住址。

斧手專爲前行開路者，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，免致停遲工作也。

附表(一)

各路最大灣度表

| 路名 | 綫別 | 長(公里) | 最大灣度半徑(公尺) | 在何站間 | 附註 |
|-------|--------|----------|------------|-----------|-----------------|
| 平漢 | 幹線 | 1214.493 | 200 | 北平前門西便門 | |
| | 坨里支線 | 16.318 | 230 | 良鄉坨里間 | |
| | 周店支線 | 15.12 | 500 | 琉璃河周店間 | |
| | 新易支線 | 42.482 | 100 | 高碑店新易間 | |
| | 保定南關支線 | 6.52 | 300 | 保定南關間 | |
| 津浦 | 幹線 | 1009.156 | 300 | 西沽支二站天津西站 | |
| | 陳黃支線 | 25.60 | 1500 | 陳村黃莊間 | |
| | 黃濟支線 | 5.65 | 200 | 漢口黃台間 | |
| | 臨縣支線 | 31.523 | 700 | 完縣縣兵店間 | |
| | 臨縣支線 | 31.011 | 1000 | 臨城山林間 | |
| 龍濟 | 幹線 | 2.241 | 304.5 | 山家林站間 | |
| | 龍濟支線 | 2.241 | 304.5 | 龍濟支線間 | |
| 龍濟 | 幹線 | 896.903 | 350 | 汜水鞏縣間 | 兩端均有45.72公尺和緩曲綫 |
| 北平 | 幹線 | 843.14 | 305.82 | 東便門西便門間 | |
| | 通縣支線 | 24.69 | 1743.50 | 東便門雙橋間 | |
| | 鎮京支線 | 112.95 | 499.09 | 雙橋通縣站間 | |
| | 鎮京支線 | 31.48 | 914.40 | 通縣南東兩站間 | |
| 平漢 | 鎮京支線 | 252.934 | 436.63 | 鎮京口北營子間 | |
| | 鎮京支線 | 9.93 | 104.71 | 鎮京子胡家高鋪間 | |
| | 鎮京支線 | | | 芳山鎮新立屯間 | |
| 平漢 | 鎮京支線 | | | 北戴河海濱間 | |
| | 幹線 | 812.34 | 182.95 | 三堡青龍橋間 | |
| | 平漢支線 | 24.92 | 201.31 | 青龍鎮西接子間 | |
| | 平漢支線 | 12.33 | 213.83 | 西直門西黃村間 | |
| 粵漢湘鄂段 | 平漢支線 | 20.24 | 304.80 | 西直門德勝門間 | |
| | 幹線 | 417.30 | 349.62 | 大和平旺間 | |
| | 幹線 | 90.40 | 174.97 | 隆口鋪盤溪間 | |
| 粵漢湘鄂段 | 幹線 | | | 岳州龍船間 | |
| | 幹線 | | | 長沙東大托鋪間 | |
| 粵漢湘鄂段 | 幹線 | | | 老關峽河口間 | |
| | 幹線 | | | 青山坪津港間 | |
| 粵漢湘鄂段 | 幹線 | | | 萍鄉安源間 | |
| | 幹線 | | | | |

各路最大灣度表(續)

| 路名 | 綫 別 | 長 度 (公里) | 最大灣度半徑 (公尺) | 在 何 站 間 | 附 註 |
|-----|--------|-------------|----------------|------------|-----|
| 膠濟 | 幹 線 | 395.20 | 300 | 青島大港間 | |
| | 青島四方間 | 5.33 | 300 | 大港四方間 | |
| | 青島博登嶺間 | 39.228 | 300 | 青島大港調車處間 | |
| | 博登嶺支線 | 7.354 | 300 | 大港嶺博山間 | |
| | 博登嶺支線 | 7.033 | 300 | 龍川安山間 | |
| 杭 江 | 幹 線 | 344.49 | 200 | 蕭山白鹿塘間 | |
| | 蕭山支線 | 22.737 | 300 | 白鹿塘蕭山間 | |
| 京滬 | 幹 線 | 311.042 | 551.57 | 麥根路上海北站間 | |
| | 滬淞支線 | 16.09 | 323.75 | 天通庵江灣間 | |
| 滬杭甬 | 幹 線 | 274.65 | 386.24 | 石灣蕭山間 | |
| | 上海南支線 | 7.54 | 317.75 | 上海南站蕭山間 | |
| | 上海北支線 | 6.23 | 457.20 | 蕭山良山門間 | |
| 滬甯 | 幹 線 | 257.44 | 300 | 蕭山南口前間 | |
| | 海西支線 | 69.122 | 500 | 沙河口至東豐大興鎮間 | |
| 太 正 | 幹 線 | 243.00 | 100 | 下窪區北塔間 | |
| | | | | 北塔區北塔間 | |
| | | | | 下窪區下窪石間 | |
| | | | | 磐石磐石間 | |
| | | | | 磐石磐石間 | |
| | | | | 磐石白羊峯間 | |
| | | | | 白羊峯磐石間 | |
| | | | | 磐石城石間 | |
| | | | | 磐石石驛泉間 | |
| | | | | 馬首村上湖間 | |
| | | | | 上湖廣一村間 | |
| | | | | 盧家村一龍間 | |
| 京滬 | 幹 線 | 224.16 | 194.24 | 南江口渡線杭間 | |
| | 廣三支線 | 48.03 | 321.20 | 渡線佛山間 | |
| 南 海 | 幹 線 | 123.35 | 402.34 | 九江沙洲間 | |
| | | | | 馬道橋德安間 | |
| | | | | 德安永修間 | |
| | | | | 永修濟家場間 | |
| | | | | 濟家場新鐵房間 | |
| 青長 | 幹 線 | 12.727 | 510 | 馬道橋長春間 | |
| 漢口 | 幹 線 | 831.0 | 114.74 | 昆陽至漢口間 | |
| 漢口 | 幹 線 | 1603.34 | 115 | 漢口至昆明間 | |

各路最大坡度表

| 路名 | 線別 | 長度(公里) | 最大坡度 | | | | 附 |
|--------|--------|-----------|----------|--------|---------|-------|-----|
| | | | 坡度 | 坡長(公尺) | 在何站間 | 向何站下坡 | |
| 平漢 | 餘地周新保嘉 | 線支線支線支線支線 | 1214.493 | 0.83% | 1800 | 長合關 | 長合關 |
| | | | 16.318 | 1.00% | 850 | 良鄉縣 | 良鄉縣 |
| | | | 15.182 | 1.00% | 1920 | 琉璃河 | 琉璃河 |
| | | | 42.482 | 0.99% | 487.68 | 高碑店 | 保定 |
| | | | 6.152 | 0.54% | 620 | 保定 | 保定 |
| 16.700 | 1.50% | 1.875 | 為鶴管 | 為鶴管 | | | |
| 津浦 | 茶 | 線 | 1009.156 | 0.37% | 750 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1000 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 4100 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 8000 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 8300 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 4100 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1100 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 5:00 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1500 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1100 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 760 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1900 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 2250 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 07 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1300 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1050 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1100 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1350 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1250 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 350 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 600 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 500 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 350 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 580 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1350 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 440 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| | | | | | 1500 | 桑梓店 | 桑梓店 |
| 1000 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 500 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 970 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 970 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 670 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 2750 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 1680 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 900 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 700 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 900 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 600 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 1500 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 3300 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 4000 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 900 | 桑梓店 | 桑梓店 | | | | | |
| 平漢 | 茶 | 線 | 896.903 | 1.50% | 1112.52 | 琉璃河 | 琉璃河 |
| | | | | | 1168.05 | 琉璃河 | 琉璃河 |
| | | | | | 1436.23 | 琉璃河 | 琉璃河 |

各路最大坡度表(續一)

| 路名 | 線 別 | 長 度 (公里) | 最 大 坡 度 | | | | 附 註 | |
|------------------|---------|-------------|---------|---------|---------|-----------|---------|-----|
| | | | 坡 度 | 長(公尺) | 在 何 站 間 | 向 何 站 下 坡 | | |
| 北 寧 | 幹 綫 | 綫 | 843.14 | 1.00% | 305 | 興城韓家溝間 | 韓家溝 | |
| | | 縣 支 綫 | 24.69 | 0.33% | 649 | 前門東便門間 | 東便門 | |
| | | 縣 支 綫 | 112.98 | 1.25% | 2500 | 駱統營子北崇間 | 駱統營子 | |
| | | 營 口 支 綫 | 91.48 | 0.38% | 178 | 盤山縣大窪間 | 大 窪 | |
| | 大 通 支 綫 | 252.954 | 1.00% | 1616 | | | 大虎山縣山縣間 | 大虎山 |
| | | | | 2377 | | | 黑山縣八道溝間 | 八道溝 |
| | | | | 2774 | | | 芳山嶺新立屯間 | 芳山嶺 |
| | | | | 1830 | | | | |
| | | | | 4056 | | | | |
| | | | | 2745 | | | | |
| | | | | 2303 | | | | |
| | | | | 1524 | | | | |
| | | | | 1524 | | | | |
| | | | | 1037 | | | | |
| | | | | 2499 | | | | |
| 1859 | | | | | | | | |
| 1158 | | | | | | | | |
| 458 | | | | | | | | |
| 704 | | | | | | | | |
| 平 綫 | 幹 綫 | 812.34 | 3.33% | 698.42 | | | 東園 | |
| | | | | 1301.50 | | | 居庸關 | |
| | | | | 3047.88 | | | 三 堡 | |
| | | | | 822.00 | | | 西黃村 | |
| | | | | 1715.00 | | | 安定門 | |
| 平 綫 | 大 同 支 綫 | 20.24 | 0.50% | 1468.00 | | | 平 旺 | |
| | | | | 1097.18 | | | | |
| | | | | | | | | |
| 張 家 口 綫 | 幹 綫 | 417.30 | | 1952 | | | 土地堂 | |
| | | | | 1387 | | | 賀勝橋 | |
| | | | | 762 | | | 汀泗橋 | |
| | | | | 670 | | | 藤 塘 | |
| | | | | 2011 | | | 藤 塘 | |
| | | | | 884 | | | 黃沙街 | |
| | | | | 1616 | | | 黃沙街 | |
| | | | | 1159 | | | 涓 涓 | |
| | | | | 808 | | | 株 州 | |
| | | | | 300 | | | 青山埠 | |
| 張 家 口 綫 | 株 州 支 綫 | 90.40 | 2.10% | | | | | |
| | | | | | | | | |

各路最大坡度表(續二)

| 路名 | 線別 | 長度 (公里) | 最大坡度 | | | | 附 |
|--------|-------|------------|--------|--------|----------|-------|---|
| | | | 坡度 | 坡長(公尺) | 在何站間 | 向何站下坡 | |
| 膠濟 | 膠濟線 | 395.20 | 0.67% | 7412 | 周村大窪池間 | 周村 | |
| | 青島四方線 | 5.38 | 1.00% | 500 | 青島大港調車處間 | 大港 | |
| | 張博支線 | 39.225 | 0.80% | 1800 | 大崑崙山間 | 大崑崙 | |
| | 淄川支線 | 7.354 | 1.00% | 500 | 淄川雲山間 | 淄川 | |
| | 金嶺支線 | 7.093 | 0.50% | 1050 | 金嶺山間 | 金嶺山 | |
| 濟 | 黃台橋支線 | 4.421 | 0.125% | 2000 | 黃台黃台橋間 | 黃台橋 | |
| 京滬 | 幹線 | 344.490 | 0.80% | 152 | 臨滄尖山間 | | |
| | | | | | 尖山涇池間 | | |
| | | | | | 涇池直埠間 | | |
| | | | | | 直埠白門間 | | |
| | | | | | 白門勝安間 | | |
| | | | | | 勝安牌頭間 | | |
| | | | | | 牌頭安華間 | | |
| | | | | | 安華鄭家灣間 | | |
| | | | | | 鄭家灣蘇溪鎮間 | | |
| | | | | | 蘇溪鎮義島間 | | |
| | | | | | 義島義亭間 | | |
| | | | | | 義亭孝順間 | | |
| | | | | | 孝順塘雅間 | | |
| 塘雅金華間 | | | | | | | |
| 金華新塘邊間 | | | | | | | |
| 新塘邊下鎮間 | | | | | | | |
| 下鎮竹馬舖間 | | | | | | | |
| 竹馬舖 | | | | | | | |
| 江 | 蘆溝支線 | 22.737 | 0.80% | 320 | 蘆溝下鎮間 | 蘆溝 | |
| 滬 | 滬涇支線 | 16.09 | 0.33% | 820 | 天通庵江灣間 | 天通庵 | |
| | | | | | 吳淞棧廣瀛浜間 | 吳淞 | |

各路最大坡度表(續三)

| 路名 | 線別 | 長度 (公里) | 最大坡度 | | 在何站間 | 向何站下坡 | 附註 | | | | |
|-----------------|--------------|----------------|-------|-------------|----------|--------|-------|-------|--------|-----|--|
| | | | 坡度 | 坡長(公尺) | | | | | | | |
| 滬 杭 甬 | 幹線 | 274.85 | 0.33% | 725 | 麥根路站三渡間 | 上海北站 | | | | | |
| | | | | 408 | 徐家匯龍華新站間 | 龍華 | | | | | |
| | | | | 384 | 明星橋松江間 | 明星橋 | | | | | |
| | | | | 360 | 石湖蕩里滬間 | 石湖蕩 | | | | | |
| | | | | 359 | 七星橋嘉興間 | 七星橋 | | | | | |
| 上海南站支線 拱宸橋支線 | 7.54 8.82 | 0.25% 0.30% | 152 | 王店橋石間 | 礐石 | | | | | | |
| | | | 183 | 上海南站龍華間 | 龍華 | | | | | | |
| | | | 152 | 廣橋良山門間 | 廣橋 | | | | | | |
| 寧 甬 段 | 幹線 | 224.15 | 0.70% | 3000 | 總壘均迎甬間 | 迎甬 | | | | | |
| | | | | 1500 | 石圍塘三渡橋間 | 石圍塘 | | | | | |
| | | | | 800 | 五限橋三渡橋間 | 三渡橋 | | | | | |
| | | | | 1100 | 三限橋邵逸間 | 三限橋 | | | | | |
| | | | | 1000 | 邵逸羅達間 | 羅達 | | | | | |
| | | | | 1900 | 羅逸奇達間 | 羅逸 | | | | | |
| | | | | 廣三支線 | 43.92 | 0.50% | 3000 | 奇達點頭間 | 點頭 | | |
| | | | | | | | 2700 | 橫海佛山間 | 橫海 | | |
| | | | | | | | 8200 | 上昂小塘間 | 小塘 | | |
| | | | | | | | | 2500 | 小塘佛山間 | 佛山 | |
| | | | | | | | | 1900 | 獅山走馬營間 | 走馬營 | |
| | | | | | | | | 2000 | 走馬營西水間 | 西水 | |
| | | | | | | | | 8200 | 西南三水間 | 三水 | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | 南 寧 線 | 幹線 | 128.85 | 1.00% | 500 | 九江沙河間 | 九江 | |
| 1,020 | 沙河於老門間 | 沙河 | | | | | | | | | |
| 820 | 於老門馬河橋間 | 於老門 | | | | | | | | | |
| 1200 | 馬河橋寧寧間 | 寧寧 | | | | | | | | | |
| | | | | 2170 | 寧安入管間 | 寧安 | | | | | |
| 蘇 州 線 | 幹線 | 851.00 | 3.00% | | | | | | | | |
| 蘇 州 線 | 幹線 | 1,068.84 | 2.50% | | | | | | | | |

行路隨道表

| 路名 | 線 | 距(公里) | 陸 | | 海 | | 在何站間 | 附註 | | | | | | |
|----|---|----------|-------|------|--------|---------|----------|--------------------------|-------|------|---------|-----|---------|--------|
| | | | 變種或現線 | 石鐵掛脚 | 平度(公尺) | 何種土質或石質 | | | 種類或直量 | 溝內坡度 | | | | |
| 平 | 線 | 1214.483 | 線 | 有 | 324 | 質 | 黃河北岸交河南岸 | 無障礙 無障礙 無障礙 無障礙 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 340 | 石 | 管徑直量 | 20.30% |
| | | | | | | | | | 雙 | 一部份 | | | 量 | 1.00% |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 廣 | 線 | | 線 | 有 | 50.00 | 土 | 汜水縣縣間 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 204.00 | 土 | 半徑 500 | 無 |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 329.00 | 土 | 半徑 400 | 1.00% |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 280.00 | 土 | 半徑 400 | 1.06% |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 268.00 | 土 | 直 | 無 |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 476.00 | 土 | 半徑 500 | 0.40% |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 238.00 | 土 | 直 | 0.40% |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 319.00 | 土 | 直 | 1.00% |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 285.00 | 土 | 半徑 1000 | 1.00% |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 280.00 | 土 | 半徑 500 | 無 |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 248.00 | 土 | 直 | 0.60% |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 38.00 | 土 | 直 | 無 |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | 488.70 | 土 | 半徑 1000 | 0.50% |
| | | | | | | | | | 單 | 有 | | 布土直 | 直 | 1.50% |
| | | | | | | | | | 海 | 線 | 386.808 | 線 | 有 | |
| 單 | 有 | | | | | | | | | | | | | |

各 路 隧 道 表 (續一)

| 路名 | 線別 | 長度 (公里) | 隧道 | | 道 | | 在 車站 間 | 附 註 |
|----|-------|---------|-------|------|---------|------|---------|-------|
| | | | 總線或單線 | 有無拱脚 | 長度 (公尺) | 何種土質 | | |
| 蘭 | | | 單線 | 有 | 247.00 | 石灰質 | 直道 | 觀音堂礮石 |
| | | | 單線 | 有 | 285.00 | 石灰質 | 直道 | 觀音堂礮石 |
| | | | 單線 | 有 | 1779.55 | 石 | 直道 | 觀音堂礮石 |
| | | | 單線 | 有 | 451.00 | 石 | 徑 500 | 礮石 |
| | | | 單線 | 有 | 90.50 | 土 | 直徑 800 | 靈寶奇 |
| | | | 單線 | 有 | 621.20 | 土 | 牛徑 500 | 靈寶奇 |
| | | | 單線 | 有 | 90.80 | 土 | 直道 | 靈寶奇 |
| | | | 單線 | 有 | 107.20 | 土 | 直道 | 靈寶奇 |
| | | | 單線 | 有 | 622.00 | 土 | 徑 550 | 靈寶奇 |
| | | | 單線 | 有 | 695.00 | 土 | 徑 1000 | 靈寶奇 |
| | | | 單線 | 有 | 681.84 | 土 | 直道 | 高柏羅 |
| | | | 單線 | 有 | 895.00 | 土 | 直道 | 高柏羅 |
| | | | 單線 | 有 | 910.00 | 土 | 直道 | 靈寶奇 |
| | | | 單線 | 有 | 1070.00 | 土 | 牛徑 1000 | 七皇村 |
| | | | 單線 | 有 | 1070.00 | 土 | 牛徑 1400 | 七皇村 |
| 北 | 綏 支 線 | 112.98 | 單線 | 有 | 1183 | 火成石 | 直道 | 鄉家屯 |
| | | | 單線 | 有 | 105 | 火成石 | 直道 | 南嶺口 |

各 路 隧 道 表(續二)

| 路名 | 線 | 路 | 里 (公里) | 有無掛砌 | 厚度(公尺) | 鋪蓋土質 或石質 | | 避 | | 在何站間 | 附註 |
|----|---|---|------------------|------|---------|-------------|----|----------------|-------|---------|-----|
| | | | | | | 寬度 | 厚度 | 溝道或直道 | 洞內坡度 | | |
| 平 | 幹 | 線 | 818.84 | 有 | 367.11 | 石 | 溝道 | 半徑 218.6公尺 | 3.38% | 東國居路洞間 | |
| | | | | 無 | 45.73 | 石 | 溝道 | 半徑 182.35公尺 | 3.00% | 三堡寺龍橋洞間 | |
| | | | | 有 | 141.42 | 石 | 直道 | | 3.00% | 青龍橋西獅子洞 | |
| | | | | 無 | 1091.13 | 石 | 溝道 | 半徑 361.0公尺 | 0.50% | 旗下營橋下洞間 | |
| 感 | 支 | 線 | | | | | | | | 無懸道 | |
| 江 | 支 | 線 | 344.49 22.737 | | | | | | | 無懸道 | |
| 友 | 支 | 線 | 811.0+2 16.0' | 有 | 103 | 土質石 | 溝道 | | 0.40% | 江寧江門洞間 | 無懸道 |
| 抗 | 支 | 線 | | | | | | | | | 無懸道 |
| 正 | 幹 | 線 | | 有 | 327.50 | 石 | 溝道 | | 1.20% | 鳳凰山安洞 | |
| | | | | 有 | 79.10 | 石 | 溝道 | | 0.30% | 上安岩洞 | |
| | | | | 有 | 141.30 | 石 | 溝道 | | 水平 | 龍潭洞 | |
| | | | | 有 | 143.20 | 石 | 溝道 | | 0.60% | 南盛洞 | |
| 水 | 支 | 線 | 640.40 102.50 | 有 | | 石 | 溝道 | | 1.30% | 北隆岩洞 | |

各 路 隧 道 表 (續三)

| 線 名 | 加 碼 | 長 度 (公里) | 隧 道 | | 道 溝 | | 在 何 站 間 | 附 註 | | | |
|-------|-----|-------------|-------|-------|--------|-------------|---------|-----|-------|--|-------|
| | | | 雙線或單線 | 有無拱面 | 長度(公尺) | 何種土質 或石質 | | | 橋墩或管墩 | 洞內坡度 | |
| 中 綫 | | 243.00 | 單 | 線 | 石 | 拱 | 147.00 | 石 | 水平 | 程家橋底下紫石間 程家橋底下紫石間 下盤石岩管間 岩管亂流間 岩管亂流間 白岩懸壁岩管間 馬官村上湖間 上湖盧家村間 盧家村段馬官間 | |
| | | | 單 | 線 | 無 | | 112.70 | 石 | 溝 | | 1.00% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 無 | 232.70 | 石 | 溝 | | 1.30% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 288.00 | 石 | 溝 | | 水平 |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 65.40 | 石 | 溝 | | 1.30% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 128.00 | 石 | 溝 | | 1.30% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 93.30 | 石 | 溝 | | 水平 |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 59.50 | 石 | 溝 | | 1.20% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 37.40 | 石 | 溝 | | 0.60% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 132.95 | 石 | 溝 | | 1.50% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 31.00 | 石 | 溝 | | 1.00% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 119.50 | 石 | 溝 | | 1.20% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 100.85 | 石 | 溝 | | 0.60% |
| | | | 單 | 線 | 石 | 拱 | 133.95 | 石 | 溝 | | 1.20% |
| 單 | 線 | 石 | 拱 | 40.25 | 石 | 溝 | 1.20% | | | | |
| 中 綫 | | 224.15 | 單 | 線 | 有 | | 230 | 灰石質 | 溝 | 0.5% | |
| | | | 單 | 線 | 有 | | 440 | 灰石質 | 溝 | | |
| | | | 單 | 線 | 有 | | 360 | 灰石質 | 溝 | | |
| 廣 三 綫 | | 40.93 | 單 | 線 | 有 | | 360 | 灰石質 | 溝 | 0.7% | |
| | | | 單 | 線 | 有 | | 360 | 灰石質 | 溝 | | |

（續前頁）

各 路 鋼 軌 設 備 表

| 路名 | 線別 | 線度 (公里) | 鋼 | | 魚尾軌 | 道釘或 螺絲 | 有無 道釘 | 方塊或 道釘 | 取 地 點 | 附 註 |
|--------|-------|------------|--------|-------------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|------|
| | | | 式 樣 | 重 量 (公斤/公尺) | | | | | | |
| 平 | | | 第 28 號 | 42.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接北平前門至西便門 | |
| | | | 第 28 號 | 37.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接西便門至翠華店 | |
| | | | 第 28 號 | 42.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接翠華店至南崗 | |
| | | | 第 31 號 | 42.20 | 9.14 | 均用 | 無 | 方 | 接南崗至長編源 | |
| | | | 第 28 號 | 37.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接長編源至琉璃河 | |
| | | | 第 26 號 | 37.7 | 7.31 | 均用 | 無 | 方 | 接琉璃河至北河店 | |
| | | | 第 44 號 | 42.2 | 9.14 | 均用 | 無 | 方 | 接北河店至程河 | |
| | | | 第 26 號 | 40.7 | 7.31 | 均用 | 無 | 方 | 接程河至方順橋 | |
| | | | 第 44 號 | 42.2 | 9.144 | 均用 | 無 | 方 | 接方順橋至魏都縣 | |
| | | | 第 28 號 | 42.0 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接魏都縣至樂善店 | |
| | | | 第 28 號 | 37.0 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接樂善店至高邑縣 | |
| | | | 第 28 號 | 42.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接高邑縣至魏縣 | |
| | | | 第 28 號 | 37.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接魏縣至魏縣 | |
| | | | 第 31 號 | 42.06 | 9.14 | 均用 | 無 | 方 | 接魏縣至魏縣 | |
| | | | 第 28 號 | 37.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接魏縣至魏縣 | |
| | | | 第 28 號 | 37.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接魏縣至魏縣 | |
| | | | 第 28 號 | 42.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 | 接魏縣至魏縣 | |
| | | | 漢 | | 1214.493 | 第 28 號 | 37.00 | 9.00 | 均用 | 有無不等 |
| 第 28 號 | 42.00 | 9.00 | | | | 均用 | 有無不等 | 方 | 接魏縣至魏縣 | |
| 第 28 號 | 37.00 | 9.00 | | | | 均用 | 有無不等 | 方 | 接魏縣至魏縣 | |
| 第 44 號 | 42.20 | 9.14 | | | | 均用 | 有無不等 | 方 | 接魏縣至魏縣 | |
| 第 28 號 | 37.00 | 9.00 | 均用 | 有無不等 | 方 | 接魏縣至魏縣 | | | | |

各 路 鋼 軌 設 備 表 (續一)

| 站 間 | 距 離 (公里) | 軌 道 | | 局 數 | 備 註 | 地 點 | 附 註 |
|---------------------------------|----------------------------|--------|----------------|-----------------|-----------|-----------------|-----|
| | | 式 樣 | 重 量 (公斤/公尺) | | | | |
| 地 里 支 線 四 口 店 支 線 新 易 支 線 | 16.918 15.182 42.462 | 第 23 號 | 37.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 應 小 商 帶 | |
| | | 第 44 號 | 42.20 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 小 商 帶 至 郵 城 | |
| | | 第 26 號 | 42.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 郵 城 至 四 店 | |
| | | 第 23 號 | 42.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 郵 城 至 平 | |
| | | 第 23 號 | 37.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 平 至 八 劉 莊 | |
| | | 第 23 號 | 37.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 八 劉 莊 至 李 新 店 | |
| | | 第 44 號 | 42.20 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 李 新 店 至 信 陽 | |
| | | 第 28 號 | 37.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 信 陽 至 柳 林 | |
| | | 式 樣 | 不 等 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 柳 林 至 真 履 店 | |
| | | 式 樣 | 不 等 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 真 履 店 至 四 水 | |
| | | 第 28 號 | 37.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 四 水 至 楊 家 寨 | |
| | | 第 23 號 | 37.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 楊 家 寨 至 陸 家 山 | |
| | | 第 28 號 | 42.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 陸 家 山 至 平 陽 縣 | |
| | | 第 23 號 | 37.00 | 均 用 | 有 無 不 等 方 | 接 平 陽 縣 至 三 教 埠 | |
| 第 26 號 | 42.00 | 均 用 | 無 | 接 三 教 埠 至 三 郭 門 | | | |
| 第 23 號 | 37.00 | 均 用 | 無 | 接 三 郭 門 至 四 口 店 | | | |
| 第 28 號 | 37.00 | 均 用 | 無 | 接 四 口 店 至 高 碑 店 | | | |
| 第 14 號 | 37.00 | 均 用 | 無 | 接 高 碑 店 至 湯 營 莊 | | | |
| 第 7 號 | 28.80 | 均 用 | 無 | | | | |

萬 載

各 路 鋼 軌 設 備 表 (續二)

| 路名 | 線 別 | 距 度 (公里) | 鋼 軌 | | | 道釘或 螺絲 | 有無 道釘 | 方 式 | 方 式 | 備 註 | 附 註 |
|--------------|----------------|-----------------|--------|--------------|-----------|-----------|----------|-----|-----------------|-----|-----|
| | | | 式 樣 | 重 量 公斤/公尺 | 尺 度 公尺 | | | | | | |
| 平 漢 (北 段) | 保定南關支線 臨城支線 | 0.152 16.700 | 第 23 號 | 37.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 式 | 保 定 至 保 定 南 關 | | |
| | | | 第 23 號 | 37.00 | 9.00 | 均用 | 無 | 方 式 | 接 臨 城 支 線 | | |
| 津 浦 | 幹 線 | 1009.156 | 第 27 號 | 41 | 10 | 螺絲 | 有 | 方 式 | 不 過 酒 石 至 通 濟 至 | | |
| | | | 第 34 號 | 42.16 | 9.144 | 道釘 | 無 | 方 式 | 接 津 浦 至 滄 州 | | |
| | | | 第 27 號 | 41 | 10 | 螺絲 | 有 | 方 式 | 接 津 浦 至 滄 州 | | |
| | | | 第 12 號 | 33.4 | 10 | 螺絲 | 有 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 12 號 | 33.4 | 10 | 螺絲 | 有 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 12 號 | 33.4 | 10 | 螺絲 | 有 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| 浦 海 | 幹 線 | 2.211 | 第 34 號 | 42.16 | 9.144 | 道釘 | 無 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 39 號 | 42.16 | 12 | 道釘 | 無 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 42 號 | 42.16 | 9 | 道釘 | 無 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 40 號 | 42.16 | 9 | 均有 | 無 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| 浦 海 | 幹 線 | 896.908 | 第 41 號 | 42.16 | 9 | 均有 | 無 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 39 號 | 42.16 | 9 | 均有 | 無 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 22 號 | 37.70 | 12 | 道釘 | 有 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 35 號 | 42.16 | 9.14 | 螺絲 | 無 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 41 號 | 42.16 | 9 | 道釘 | 有 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 43 號 | 42.16 | 9.14 | 道釘 | 有 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 43 號 | 42.16 | 9.14 | 道釘 | 有 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |
| | | | 第 43 號 | 42.16 | 9.14 | 道釘 | 有 | 方 式 | 接 滄 州 至 滄 州 | | |

各路鋼軌設備表(續三)

| 路名 | 線 | 別 | 長 (公里) | 重 | | 魚尾 號 | 道釘 鋪設 | 有無 道釘 | 方接或 鑄接 | 取設地 點 | 附註 |
|-------------|---|---|-----------|--------|---------------|---------|----------|----------|-----------|----------|----|
| | | | | 式 | 每 公尺 公斤 | | | | | | |
| 開 海 線 | | | | 第 41 號 | 42.16 | 9 | 道釘 鋪設 | 有 | 方接互用 | 通池至香堂 | |
| | | | | 第 39 號 | 42.16 | 12 | 道釘 鋪設 | 有 | 方接互用 | 香堂至寶 | |
| | | | | 第 39 號 | 42.16 | 12 | 道釘 鋪設 | 有 | 方接互用 | 寶至海關 | |
| 北 | | | | 第 37 號 | 42.16 | 9.15 | 道釘 | 無 | 方接 | 北平前門至探岳島 | |
| | | | | 第 37 號 | 42.16 | 9.15 | 道釘 | 有 | 方接 | 探岳島至山海關 | |
| | | | 343.13 | 第 21 號 | 39.18 | 8.59 | 道釘 | 有 | 方接 | 山海關至海濱子 | |
| | | | | 第 37 號 | 42.16 | 9.15 | 道釘 | 無 | 方接 | 海濱子至瀋陽北門 | |
| | | | | 第 1 號 | 48 | 10 | 道釘 | 無 | 方接 | 瀋陽北門至通遼北 | |
| | | | | 第 37 號 | 42.16 | 9.15 | 道釘 | 無 | 方接 | 通遼北門至通遼北 | |
| | | | | 第 5 號 | 42.16 | 9.15 | 道釘 | 無 | 方接 | 通遼北門至通遼北 | |
| 平 | | | | 第 5 號 | 29.76 | 9.15 | 道釘 | 無 | 方接 | 綏遠至北票 | |
| | | | | 第 5 號 | 29.76 | 9.15 | 道釘 | 無 | 方接 | 北票至官口 | |
| | | | | 第 5 號 | 29.76 | 9.15 | 道釘 | 無 | 方接 | 官口至大虎山 | |
| | | | | 第 5 號 | 29.76 | 9.15 | 道釘 | 無 | 方接 | 大虎山至通遼北 | |
| | | | | 第 5 號 | 29.76 | 9.15 | 道釘 | 無 | 方接 | 通遼北至海濱 | |
| 平 | | | | 第 23 號 | 42.16 | 9.144 | 道釘 | 無 | 方接 | 柳村至南口 | |
| | | | | 第 37 號 | 42.16 | 9.144 | 道釘 | 有 | 方接 | 南口至蔚縣 | |
| | | | | 第 37 號 | 42.16 | 9.144 | 道釘 | 有 | 方接 | 蔚縣至懷來 | |
| | | | | 第 37 號 | 42.16 | 9.144 | 道釘 | 無 | 方接 | 懷來至新安 | |

各 路 鋼 軌 配 備 表 (續四)

| 線 名 | 別 度 (公里) | 鋼 軌 | | | 魚 尾 鐵 釘 | 通 釘 螺 絲 | 方 接 或 錯 接 | 設 地 點 | 附 註 |
|-----|----------|--------|-------------|----------|---------|---------|-----------|---------------|-----|
| | | 樣 式 | 重 量 (公斤/公尺) | 厚 度 (公尺) | | | | | |
| 平 | | 第 31 號 | 42.16 | 9.144 | 第 31 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 文 路 至 德 樂 | |
| | | 第 19 號 | 34.72 | 9.144 | 第 19 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 平 地 泉 | |
| | | 第 38 號 | 42.13 | 9.144 | 第 38 號 | 道 釘 | 無 | 接 平 地 泉 至 德 樂 | |
| | | 第 31 號 | 42.10 | 9.144 | 第 31 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 5 號 | 29.76 | 9.144 | 第 5 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 5 號 | 29.76 | 9.144 | 第 5 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| 粵 漢 | 門 支 線 | 第 5 號 | 29.76 | 9.144 | 第 5 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 5 號 | 29.76 | 9.144 | 第 5 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 5 號 | 29.76 | 9.144 | 第 5 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| 粵 漢 | 大 同 支 線 | 第 35 號 | 42.16 | 9.144 | 第 35 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 32 號 | 43.16 | 8.5 | 第 32 號 | 道 釘 | 有 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 21 號 | 37.80 | 9.7.5 | 第 21 號 | 道 釘 | 有 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| 粵 漢 | 大 同 支 線 | 第 46 號 | 43 | 12 | 第 46 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 46 號 | 43 | 12 | 第 46 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 15 號 | 37.20 | 10.005 | 第 15 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 40 號 | 43 | 12 | 第 40 號 | 道 釘 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 8 號 | 30 | 10 | 第 8 號 | 螺 絲 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 8 號 | 30 | 10 | 第 8 號 | 螺 絲 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| 粵 漢 | 大 同 支 線 | 第 8 號 | 30 | 10 | 第 8 號 | 螺 絲 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |
| | | 第 8 號 | 30 | 10 | 第 8 號 | 螺 絲 | 無 | 接 德 樂 至 德 樂 | |

各 種 鋼 軌 設 備 表 (續五)

| 路名 | 線 別 | 長 (公尺) | 鋼 | | 軌 | | 魚 尾 鉸 | 道 釘 鋪 設 | 有 無 螺 絲 釘 | 方 換 或 鋪 設 | 敷 設 地 點 | 附 註 |
|---------|---------|---------|--------|---------------|-------------------------|---------------|-------|---------|-----------|---------------|---------|-----|
| | | | 式 樣 | 重 量 公 斤 / 公 尺 | 長 度 (公 尺) | 重 量 公 斤 / 公 尺 | | | | | | |
| 滬 寧 (續) | 滬 寧 支 線 | 7.354 | 第 8 號 | 30 | 10 | 第 8 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 川 至 蘇 山 | | |
| | 滬 寧 支 線 | 7.078 | 第 15 號 | 27.20 | 10.055 | 第 15 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| | 滬 寧 支 線 | 4.421 | 第 8 號 | 30 | 10 | 第 8 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| 杭 江 | 杭 江 支 線 | 344.490 | 第 2 號 | 17.36 | 9.14 | 第 2 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 江 至 蘇 山 | | |
| | 杭 江 支 線 | 22.737 | 第 2 號 | 17.36 | 9.14 | 第 2 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| 京 滬 | 京 滬 支 線 | 311.042 | 第 1 號 | 42.16 | 9.15 10.065 10.98 | 第 1 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| | 京 滬 支 線 | 16.00 | 第 1 號 | 42.16 | 9.15 10.065 10.98 | 第 1 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| 滬 寧 | 滬 寧 支 線 | 274.05 | 第 11 號 | 37.20 | 9.15 10.98 | 第 11 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| | 滬 寧 支 線 | 7.54 | 第 11 號 | 37.20 | 9.15 10.98 | 第 11 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| 滬 寧 | 滬 寧 支 線 | 6.23 | 第 11 號 | 37.20 | 9.15 10.98 | 第 11 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| | 滬 寧 支 線 | 6.23 | 第 11 號 | 37.20 | 9.15 10.98 | 第 11 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| 滬 寧 | 滬 寧 支 線 | 381 | 第 8 號 | 30.157 | 10 | 第 8 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |
| | 滬 寧 支 線 | 1005.94 | 第 8 號 | 30.157 | 10 | 第 8 號 | 螺 絲 釘 | 無 | 方 | 蘇 州 蘇 山 至 蘇 山 | | |

各線軌枕設備表

| 線名 | 線期 | 長度 (公里) | 軌枕 | | 每軌數置根數 | | 敷設地點 | 附註 |
|----|--------------|------------|----|--------------|----------|----|--------------|------|
| | | | 質料 | 尺寸 (公里) | 枕長 公尺 | 根數 | | |
| 幹線 | 總線 | 1214.493 | 木 | 150×220×2460 | 9 | 12 | 北平前門至南崗窪 | |
| | | | 木 | 150×220×2460 | 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 | 北河店至清河 | |
| | | | 木 | 150×220×2400 | 7.51 | 10 | 清河至方順橋 | |
| | | | 木 | 150×220×2460 | 9.14 | 12 | 方順橋至張家口 | |
| | | | 木 | 150×220×2400 | 9 | 12 | 張家口至張家灣 | |
| | | | 木 | 150×220×2400 | 9.14 | 12 | 張家灣至北陽 | |
| | | | 木 | 150×220×2400 | 9 | 12 | 北陽至長合關 | |
| | | | 木 | 150×220×2400 | 9 | 12 | 長合關至陝縣山 | |
| | | | 木 | 150×220×2700 | 9 | 12 | 陝縣山至孝感縣 | |
| | | | 木 | 150×220×2400 | 9 | 12 | 孝感縣至三渡站 | |
| | | | 木 | 150×220×2700 | 9 | 12 | 三渡站至玉龍門 | |
| | | | 木 | 150×220×2400 | 9 | 12 | 玉龍門至北河店 | |
| | | | 木 | 150×220×2400 | 9 | 12 | 北河店至琉璃河 | |
| | | | 支線 | 總線 | 12.482 | 木 | 150×220×2400 | 8.23 |
| 木 | 150×220×2400 | 9.14 | | | | 12 | 高碑店至保定南關 | |
| 木 | 150×220×2400 | 9 | | | | 12 | 保定南關至保定 | |
| 木 | 150×220×2400 | 9 | | | | 12 | 保定至保定南關 | |
| 木 | 150×220×2400 | 9 | | | | 12 | 保定至保定南關 | |
| 支線 | 總線 | 1009.156 | 美松 | 150×230×2440 | 10 | 4 | 天津至津莊 | |
| | | | 木 | 150×230×2440 | 9.14 | 14 | 津莊至滄口 | |
| | | | 美松 | 150×230×2440 | 10 | 14 | 滄口至黃台橋 | |
| | | | 木 | 150×230×2440 | 10 | 14 | 黃台橋至濟寧州 | |
| | | | 美松 | 150×230×2440 | 10 | 14 | 濟寧州至臨城 | |
| | | | 木 | 150×230×2440 | 10 | 14 | 臨城至滄莊 | |
| | | | 美松 | 150×230×2440 | 10 | 14 | 滄莊至滄口 | |
| 支線 | 總線 | 2.241 | 美松 | 150×230×2440 | 10 | 14 | 滄口至滄莊 | |
| | | | 木 | 150×230×2440 | 10 | 14 | 滄莊至滄口 | |

各路軌枕設備表續(一)

| 路名 | 線 別 | 長 度 (公里) | 軌 枕 | | 每軌枕設備數 | | 敷 設 地 點 | 附 註 | |
|-----|-----|-------------|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|----------|----------|--|
| | | | 質 料 | 尺 寸 (公 厘) | 枕 長 (公尺) | 枕 根 | | | |
| 隴 海 | 幹 線 | 895.905 | 木 | 150×230×2440 | 12 | 17 | 大柳至滎河 | | |
| | | | 木 | 50×230×2440 | 9 | 13 | 滎河至徐州府 | | |
| | | | 木鐵 | 150×230×2440 80×268×2400 | 9 | 13 | 徐州府至邳山關 | | |
| | | | 木 | 50×230×2440 | 9 | 13 | 邳山關至邳縣 | | |
| | | | 木鐵 | 150×230×2440 80×268×2400 | 9 | 13 | 邳縣至揚樓 | | |
| | | | 木 | 1.0×230×2440 | 9 | 13 | 揚樓至楊集 | | |
| | | | 木鐵 | 150×230×2440 80×268×2400 | 9 12 | 13 17 | 楊集至馬牧集 | | |
| | | | 木 | 150×230×2440 | 9 | 13 | 馬文集至內黃 | | |
| | | | 木鐵 | 150×230×2440 80×268×2400 | 9 | 13 | 內黃至蘭封 | | |
| | 幹 線 | 895.905 | 395.905 | 木 | 150×230×2440 | 9 12 | 13 17 | 蘭封至洛陽東站 | |
| | | | | 鐵 | 80×268×2400 | 9.14 | 13 | 洛陽東站至新安縣 | |
| | | | | 木鐵 | 150×230×2440 80×268×2400 | 9.14 | 13 | 新安縣至鐵門 | |
| | | | | 木 | 150×230×2440 | 9 9.14 | 13 13 | 鐵門至瀉池 | |
| | | | | 木鐵 | 150×230×2440 80×268×2400 | 9 12 | 13 17 | 瀉池至張茅 | |
| | | | | 木 | 150×230×2440 | 12 | 17 | 張茅至靈寶 | |
| | | | | 木鐵 | 150×230×2440 80×268×2400 | 12 | 17 | 靈寶至潼關 | |

各路軌枕設備表續(二)

| 路名 | 線 別 | 長 度 (公里) | 軌 枕 | | 每公里枕數 | | 設 地 點 | 附 註 |
|--------|--------------|-------------|-----|--------------|---------------------|----|----------|------------|
| | | | 材 料 | 尺 寸 (公厘) | 軌長 (公尺) | 根數 | | |
| 平 | 北戴河支線 | 43.14 | 美松 | 170×230×2440 | 9.15 | 13 | 北平前門至北戴河 | |
| | | | 美松 | 170×230×2440 | 9.15 | 14 | 北戴河至滄州 | |
| | | | 美松 | 157×230×2400 | 10 | 15 | 滄州至瀋陽 | |
| | | | 美松 | 50×230×2440 | 9.15 | 13 | 北平前門至通縣 | |
| | | | 美松 | 50×230×2440 | 9.15 | 14 | 錦縣至北票 | |
| | | | 美松 | 150×230×2440 | 9.15 | 13 | 滄州至營口 | |
| 平 | 平門支線 | 252.95 | 美松 | 150×230×2440 | 9.15 | 13 | 大虎山至瀋陽 | |
| | | | 美松 | 150×230×2440 | 8.23 | 13 | 北戴河至海濱 | |
| | | | 美松 | 150×230×2440 | 9.144 | 13 | 柳村至南口 | |
| | | | 美松 | 170×230×2440 | 9.144 | 12 | 南口至西撥子 | |
| | | | 楓木 | 178×229×2743 | 9.193 | 4 | | |
| | | | 楓木 | 150×230×2440 | 9.144 | 15 | 西撥子至康莊 | |
| 楓木 | 105×230×2440 | 9.144 | 13 | 康莊至宣化 | | | | |
| 紅松 | 110×230×2440 | 9.144 | 13 | 宣化至包頭 | | | | |
| 平 | 環城支線 | 20.24 | 美松 | 50×230×2440 | 9.144 | 13 | 西直門至門頭溝 | |
| | | | 美松 | 150×230×2440 | 9.144 | 13 | 西直門至東便門 | |
| | | | 美松 | 100×130×2440 | 9.144 | 13 | 大同至口泉 | |
| | | | 美松 | 85×230×2400 | 9.144 | 14 | 徐州至土地堂 | 內接蘇州 山根 |
| 漢(湘鄂段) | 株萍支線 | 417.50 | 木杉 | 50×230×2440 | 9.144 | 14 | 土地堂至汀泗橋 | |
| | | | 杉木 | 50×230×2400 | 10 | 16 | 汀泗橋至海圻 | |
| | | | 杉木 | 35×230×2400 | 10 | 16 | 龍折至臨湖 | 內接蘇州 山根 |
| | | | 鋼枕 | 55×230×2400 | 9.144 | 14 | 臨湖至岳州 | 內接蘇州 山根 |
| | | | 杉木 | 150×230×2440 | 9.144 | 14 | 岳州至株州北站 | |
| | | | 杉木 | 150×230×2400 | 9.144 7.5 8.5 | 14 | 株州至安源 | |

各路軌枕設備表續(三)

| 路名 | 線別 | 長度 (公里) | 軌枕 | | 每公里設備數 | | 敷設地點 | 附註 |
|----|----|-----------------|-------|------------------------------|------------|----------|-----------|----------|
| | | | 材料 | 尺寸 (公厘) | 軌長 (公尺) | 根數 | | |
| 膠濟 | 幹線 | 395.20 | 木 | 150×230×2440 | 12 | 12 | 青島至四方 | 直線上 枕 |
| | | | 木 | 150×230×2440 | 12 | 21 | 四方至女姑口 | |
| | | | 木 | 32½公斤×2440 公厘 | 12 | 21 | 女姑口至膠濟 | |
| | | | 木 | 150×230×2440 | 10.65 | 21 15 | 膠濟至大野河 | |
| | 鋼 | 50×220×2440 | 12 | 13.21 | 大野河至濟南 | | | |
| | 鋼 | 50公斤×2440 公厘 | 10 | 12 | 青島至四方貨站 | | | |
| | 鋼 | 50公斤×2440 公厘 | 10 | 12 | 張店至博山 | | | |
| | 鋼 | 50公斤×2440 公厘 | 10 | 12 | 蒲州至雲山 | | | |
| | 木 | 150×230×2440 | 10.65 | 11-15 | 金嶺鎮至博山 | | | |
| | 鋼 | 50公斤×2440 公厘 | 10 | 12 | 黃台至黃台橋 | | | |
| 沈江 | 幹線 | 344.400 | 洋松 | 150×150×2440 | 9.14 | 14 | 沈州江邊至玉山 | |
| | | 22.787 | 洋松 | 150×150×2440 | 9.14 | 14 | 金海至蘭路 | |
| 京滬 | 幹線 | 311.000 | 美松 | 150×230×2440 | 9.14 | 14-16 | 南京至上海北站 | |
| | | 13.000 | 加拉松 | 127×229×2591 | 10.95 | 12-15 | 貴山路站至顧家橋 | |
| 滬杭 | 幹線 | 374.800 | 加拉松 | 150×230×2440 | 9-9.15 | 13 | 上海北站至開口 | |
| | | 7.54 | 木質 | 150×230×2440 127×230×2440 | 9.144 | 13-14 | 開口至寶城江 | |
| | | 6.23 | 美松 | 150×230×2440 | 9 | 13 | 上海南站至龍華新站 | |
| 蘇滬 | 蘇滬 | 6.23 | 美松 | 150×230×2440 | 9.15 | 13 | 拱宸橋至長山門 | |
| 滇緬 | 幹線 | 381.0 | 木 | 150×205×2000 | 10 | 14 | 昆明至騰越 | |
| | | 1603.34 | 松木 | 150×205×2000 | 12 | 14 16 | 昆明至蒙自 | |

各路石渣設備表

| 路名 | 線 別 | 長 度 (公里) | 何 種 石 渣 | 敷 設 地 點 | 附 註 |
|--------|-----------|-------------|--|--|-----|
| 平 漢 | 幹 線 | 1214.408 | 元 石 青 岩 碎 石 元 石 碎 石 元 石 | 北平前門至塞西店 塞西店至明德府 明德府至為德鎮 為德鎮至黃河南岸 黃河南岸至玉帶門 玉帶門至坨里 | |
| | 坨里支線 | 15.518 | 元 石 | 坨里至坨里 | |
| | 坨口店支線 | 15.182 | 元 石 | 坨口店至坨口店 | |
| | 新易支線 | 42.482 | 元 石 | 新易店至梁格莊 | |
| | 保定南開支線 | 8.152 | 元 石 | 保定至保定南開 | |
| | 臨城支線 | 13.709 | 青 石 岩 | 臨城至臨城 | |
| 津 浦 | 幹 線 | 1079.153 | 石 灰 石 灰 石 灰 石 灰 石 灰 | 天津總站至浦口 浦口至陳唐莊 陳唐莊至黃台橋 黃台橋至濟寧州 濟寧州至棗莊 棗莊至浦口 | |
| | 良陳支線 | 25.60 | 石 灰 | 良陳至良陳 | |
| | 董黃支線 | 5.65 | 石 灰 | 董黃至董黃 | |
| | 克濟支線 | 31.528 | 石 灰 | 克濟至克濟 | |
| | 臨棗支線 | 31.011 | 石 灰 | 臨棗至棗莊 | |
| 滄 海 | 幹 線 | 896.903 | 無 | 大浦至瓦格 瓦格至開封 開封至龍營堂 龍營堂至合興鎮 合興鎮至瀋陽 | |
| 北 平 | 幹 線 | 843.13 | 碎 石 及 元 石 | 北平前門至天津 | |
| | 錦 州 支 線 | 119.98 | 碎 石 | 天津至錦州 | |
| | 營 口 支 線 | 91.48 | 碎 石 | 錦州至營口 | |
| | 大 連 支 線 | 262.954 | 碎 石 | 大連山至通遼北站 | |
| | 北 戴 河 支 線 | 9.93 | 碎 石 | 北戴河至北戴河 | |
| 寧 通 | 支 線 | 24.69 | 碎 石 及 元 石 | 北平至通縣 | |

各路石渣設備表(續)

| 路名 | 線別 | 長度 (公里) | 何種石渣 | 取設地點 | 附註 |
|-------------|--------|------------|--------|------------|----|
| 平 綏 | 幹線 | 312.34 | 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 | |
| | 平門支線 | 24.92 | 碎石 | 西直門至門頭溝 | |
| 粵 漢 | 湘鄂線 | 417.30 | 碎石 | 除安源至株州北站 | |
| | 株萍支線 | 90.40 | 河石 | 株州南站至安源 | |
| 膠 濟 | 幹線 | 395.20 | 碎石 | 青島至濰縣 | |
| | 青島四方線 | 5.38 | 元石 | 濰縣至濟南 | |
| | 藍村支線 | 39.226 | 元石 | 青島至四方機廠 | |
| | 濰縣支線 | 7.354 | 碎石 | 濰縣至博山 | |
| | 金嶺支線 | 7.098 | 元石 | 濰縣至益山 | |
| | 黃台橋支線 | 4.420 | 元石 | 金嶺至益山 | |
| 杭 江 | 幹線 | 344.450 | 砂礫, 卵石 | 杭州江邊至玉山 | |
| | 蘭溪支線 | 22.787 | 砂礫, 卵石 | 金華至蘭溪 | |
| 京 滬 | 幹線 | 311.642 | 碎石 | 南京至上海北站 | |
| | 滬涇支線 | 16.09 | 碎石 | 上海崑山路站至涇寧橋 | |
| 滬 杭 甬 | 幹線 | 247.65 | 碎石 | 上海北站至曹娥江 | |
| | 上海南站支線 | 7.45 | 碎石 | 上海南站至龍華新站 | |
| | 橫城橋支線 | 6.23 | 碎石 | 橫城橋至良山門 | |
| 滇 緬 | 幹線 | 381.00 | 碎石 | 昆明至蒙達 | |
| 昆 明 | 幹線 | 01603.34 | 碎石 | 昆明至波府 | |

附表(二) 鐵路工程名詞

| A | B |
|--------------------------------|-------------------------|
| Absolute Block 絕對區段 | Bad Order Track 毀壞車輛軌路 |
| Absorption 吸水性 | Baggage Room 行李房 |
| Abutment 橋座 | Ballast 道渣 |
| Acceleration Grade 加速坡度 | Ballast Fork 道渣叉 |
| Accident 出險 | Ballast Mill 球磨 |
| Adhesion 附着力, 黏着力 | Barometer 氣壓計 |
| Advance Signal 前進信號 | Basic Open Heirich 基本馬丁 |
| Advance Warning Sign 預告標誌 | Battered Post 剝柱 |
| Air Brake 氣閘, 氣閘, 閘 | Barbed Wire 綫絲式索 |
| Air Hose 通風軟管; 壓氣管 | Barrel Tumbler 搖轉筒 |
| Air resistance 空氣阻力 | Bearing Plate 承板; 承重板 |
| Alignment 路線; 列線 | Bench 銜工台; 底層平臺 |
| All-Heart Tie 赤木枕木 | Bent 道, 排 |
| Amoroid 無液氣壓計 | Berm 土階 |
| Angle Bar 角鐵 | Bessmer 別色爾氏 |
| Angle Bar Joint 角鐵聯接 | Betterment Survey 改善測量 |
| Annual Charge 年付金額 | Black Powder 火藥 |
| Annual Cost 年積金 | Blasting 轟炸 |
| Annuity 年積金 | Blind Drain 暗溝 |
| Anti-Creeper 防爬器 | Block Signal 區段信號 |
| Antiseptic 防腐殺菌劑 | Bloom 鋼塊 |
| Anvil 砧; 鐵砧 | Board Fence 板柵; 木條柵 |
| Approach Track 上橋道軌路 | Boiler Compound 鍋爐化合物 |
| Arch Culvert 拱形涵洞 | Bolt 螺釘 |
| Armature 金屬線, 電樞 | Bolt Head 螺釘頭 |
| Ash Pan 灰盆 | Bolt Holes 螺釘孔 |
| Ash Pit 灰坑 | Bolt-Nut 螺釘帽 |
| Ash Track 灰坑軌 | Bonding 通電聯接 |
| Assistant Engine 助動機車 | Bonds 債券 |
| Audible 聽聞 | Booster 推車機 |
| Automatic Block 自動區段 | Borrow-Pit 借土坑 |
| Automatic Flash Light 自動區段燈 | Bottom Timber 底木 |
| Automatic Train Control 列車自行節制 | Boundary Post 地界標 |
| Azimuth 方位角 | Box Car 箱子車; 箱式車 |
| Axle 輪軸, 車軸 | Box Culvert 箱式涵洞 |

Braces 牽索; 支撐
 Brakes 軋; 制
 Branding 標記
 Brick 磚塊
 Bridge 橋式; 橋
 Bridge Sign 橋梁標
 Bridge Warning 橋梁警告標
 Broken Joint 錯列聯接
 Broken Stone 碎石
 Brooming 掃頭開花
 Bucket 煤勺; 煤斗
 Bull-Head 兩頭式
 Bumping Post 車擋
 Burnetizing 氯化給水
 Burnt Clay 燒土

C

Cable Way 纜索
 Caboose 守車
 Caboose Track 守車軌路
 Cab Signal 機車信號
 Cantilever 散桿; 懸條
 Canting 倚置
 Cap 頂木
 Capitalization 總投資
 Car 車輛
 Carbon 炭; 炭素
 Cart 二馬車
 Cast Iron Bowl 鑄鐵碗座
 Cattle Guard 護畜設備
 Cattle Pass 牲畜小道
 Cementing Quality 黏性
 Center Post 中線標
 Centrifugal Force 離心力
 Chats 煤面碎石
 Cherts 燧石; 火石
 Churn-drill 春器; 攪鑽桿
 Chute 出煤箱
 Cinder 煤渣; 渣
 Classified Track 分析軌路
 Classified Yard 分析車區
 Cleaning Ballast 洗道渣
 Clearance Card 前進發行牌
 Clearance Post 阻荷標
 Clutch 离合器; 機關
 Coach 客車; 車輛

Coach (Cleaning Yard) 客車清理場
 Coaling Station 上煤站
 Coaling Track 上煤軌路
 Coaling Trestle 運煤棧道
 Coal Pocket 煤槽; 煤箱
 Color light 色燈
 Compound Curve 複曲線
 Compound Rail Section 合組軌式
 Compound Section 聯合截面
 Compressed air 壓縮空氣
 Coiling Wheel 輪緣靠形
 Construction Survey 建築測量
 Continuous Girder 連續板梁
 Continuous Pier 連續石基
 Controlled Manual Block 限制人工區截

Corbel 散木
 Corner Post 犄角柱
 Corrosive Sublimate 氯化汞法
 Corrugated 鵝紋
 Counter balance 均衡重; 平衡重
 Coupling 掛鉤; 聯車
 Crossed-tie 木枕交叉木法
 Cross-current 逆流
 Cross-Cut 橫導坑
 Crossing 交叉道
 Crossing Gate 交叉欄柵
 Crossover 平行過車軌路
 Cross-tie 橫枕木
 Croze 槽孔
 Gull-Tie 鵝紋枕木
 Culvert 涵洞
 Cure 治理法
 Cut 批; 路堑
 Cut-Spike 鈎頭道釘
 Curve Compensation 曲線折減率
 Curve Resistance 曲線阻力
 Cylinder 汽缸; 汽筒

D

Dapped 挖槽
 Dating-nail 記日釘
 Dead Load 靜重
 Dead Rail 死軌
 Dead Terminal 終站
 Decay 腐朽
 Deflection 彎曲; 曲度

Deflector 移雪器
 Dense Commona 普通細密
 Dense Select 細密精選
 Departure Track 出發軌路
 Departure Yard 出發車區
 Depreciation 折舊
 Depressed Track 低軌路
 Derail 脫軌器
 Detonating 爆烈性
 Discoloration 變色
 Disc Signal 圓牌信號
 Distant Signal 遠距離誌
 Ditch 水溝
 Dog Sheet 鎖鑲表
 Double-Acting 雙動作式
 Double-Endor 雙頭機車
 Double-Headed 雙頭式
 Dowel 綫釘; 木釘頭
 Drag-Scraper 牽拉除穢
 Drain 溝渠; 排水
 Drainage 滲水; 排水
 Drawbar Pull 牽拉桿力
 Drift-Bolt 長螺釘; 平頭釘
 Drill 鑽
 Drilling 鑽孔; 打眼
 Drilling Hammer 打眼錘
 Driver Weight 主動輪重
 Driving 打道釘
 Drop-Hammer 垂錘; 落錘
 Drop-Pit 下輪坑
 Drop test 重錘試驗
 Drying Room 乾沙室
 Ductility 展性; 延展性
 Durability 持久性; 耐久性
 Dynamite 炸藥

E

Earthwork 土方
 Economic Span 經濟跨距
 Electric Firing 電氣著火
 Electric Gong 警鐘
 Electric Interlocking 電力聯鎖
 Electro-Mechanical 人工電力
 Electro-Pneumatic 電力汽力
 Electric Shovel 電氣鏟
 Electric Train Staff 電氣聯簞

Emergency Crossover 意外過路軌
 End Post 末端柱; 盡頭柵柱
 Engine House 機車房
 Engine Pit 機車坑
 Engine Track 機車軌路
 Engine Yard 機車場
 Entering Point 進副路軌尖
 Estimates 估計
 Even Joint 平接聯接
 Excavation 掘鑿; 開鑿
 Expansion Joint 伸縮縫
 Explosive 爆炸物

F

Facing Point 取尖
 Factor of Safety 安全率
 Fastening 聯接品; 扣件
 Fence 柵欄
 Fibrous 纖維的
 Fill 路堤
 Fin 突片; 尖齒
 Firebox 火箱
 Fire Hydrant 救火水管
 Fish-Belly 魚肚式
 Flange 魚尾板
 Flange 底節; 輪緣
 Flanged 起條紋者
 Flange Way 滑線槽
 Flare Wing Wall 斜翼牆
 Flat Car 平車
 Floor System 板樑系
 Fouling Point 污點
 Framed Trestle 橫梁橋
 Freight Track 貨車軌路
 Freight Yard 貨車場
 Frog 軌叉; 道叉
 Fungi 菌類
 Fungicide 殺菌劑

G

Gasolene-Engine 汽油機
 Gasolene Shovel 汽油鏟
 Gate Post 門柱
 Gauge 軌距
 Gantlet Track 套式軌路
 Gelatine Dynamite 膠質炸藥

Gin-Pole 三脚起重機
Girt 圓條板
Grade Post 坡度標
Grade Resistance 坡度阻力
Grading Machine 致平機
Gravel 鵝卵石
Gravel Pit 鵝卵石坑
Gravity Switching 動調車法
Grate Area 格柵面積
Grouting 灰漿填隙法
Guard Timber 護木
Gumbo 黏土
Gun Powder 火藥

H

Hand Brake 手閘;手軔;手掣
Hand Drill 手鑽
Hand Shovel 手鏟
Hand Shoveling 手鏟法
Hand Pan 覆土
Hard Rock 硬石
Harley Grip 橫握式
Hauling 牽運;運送
Head 頂部
Head block 轉轍枕木
Hedging 進向;導坑
Heart-Tie 木心枕;中心木枕
Heat Treatment 熱製
Helper Engine 助動機車
Helper Service 助動機車車務
Heavy Tie 砍伐木枕
High Carbon Steel 高炭鋼
Highway Grade Crossing 平交公路交叉
Home Signal 近站信號
Hockel 鈎;穿出鈎
Hoop 鐵箍
House Track 倉庫軌
Hump Switching 高峯調車法
Hump Yard 高峯調車場

I

Iron Pipe Culvert 鐵管涵洞
Icing Track 上冰軌路
Inbound 入站;接車
Inclined Plane 斜面;傾斜板
Ingot 鐵塊;鑄條

Insulated Joint 絕緣節
Intercepting Ditch 截溝
Interlock 聯鎖
Interlocking Signal 聯鎖信號
Interlocking System 聯鎖制式
Intermediate Tie 中間枕木
Interval Method 時間隔離法
Inverted Arch 倒弧形

J

Jagged 加鋸齒
Joint 聯接
Joint action 聯接作用
Joint Tie 聯接枕木
Journal Friction 輪軸摩擦

K

Kilometer Post 公里標
Kyanizing 燻化汞法

L

Ladder Track 梯軌
Lateral Bracing 橫向支撐
Lateral Slipping 橫向滑輪
Lead 導程;運車
Lead Track 導軌
Leaving Point 出副路端尖
Lever 機挺
Light Signal 燈號
Lining 襯衣;襯墊
Live load 活荷重
Loading 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 縱承蓋法
Longitudinal Bracing 縱向支撐
Loop 套線
Loosening 鬆土
Loose Rock 鬆石

M

Main Track 正軌路
Mallet 馬來氏機車

Manganese 錳
 Manual Block 人工區截
 Mechanical Cleaving 除積垢法
 Mechanical Interlocking 機械聯鎖
 Metal Tie 金屬枕
 Minimum Clearance 最小淨空
 Minor Opening 小開孔
 Mitered Joint 等角聯接
 Moment of Inertia 慣性動率
 Momentum Grade 通氣道坡度
 Mould 沃土
 Mud Sill 軟木蓋梁
 Mush 加寬

N

Necking 去道釘頭
 Nitro-glycerine 甘密硝液
 Nut-Lock 螺釘帽鎖

O

Odometer 路程表;計步器
 Oil House 油房
 Old-Rail Culvert 舊式鋼軌涵洞
 Opening 開孔;開口
 Open-Cut 明壟;路壟
 Operating Expense 營業支出
 Operating Sign 行車標誌
 Outbound 發出;出口
 Outer Rail 外軌
 Over Capitalization 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 緩進區段
 Phosphorus 磷
 Physical Requirement 質料要款
 Picks 丁字斧
 Pile-Bent 樁排
 Pile Bridge 木管橋
 Pile Driving 打木樁
 Pile-Point 樁尖
 Pile Shoe 樁底
 Pile Trestle 木樁棧道

Pilot-Tunnel 領進隧道
 Pipe Culvert 管形涵洞
 Pit-Guard 護蓋坑
 Pioneer Tunnel 先導隧道
 Plank 木板
 Plate Girder 鋼梁
 Platform 站台
 Plenum Process 充氣法
 Plow 鋤;犁
 Pole Tie 一桿枕木
 Poling Board 支托板
 Poling Switching 桿式調車軌
 Pony Truck 單軸輪架
 Portal 山洞門;隧道口
 Position-Light 位置燈號
 Post 直柱
 Power 主動力
 Power Fan 震動風扇
 Preliminary Survey 預測;初測
 Preservative 防腐劑
 Prick Punch 圓頭錐
 Profile 縱剖面圖
 Pronged 尖突出物
 Pump 抽水機
 Pusher Engine 助動機車
 Pusher Grade 助動坡度

Q

Quartered-Tie 四分一桿枕木
 Quench Alloy Steel 粹冷合金鋼
 Quench Carbon Steel 粹冷鋼
 Quick-Bend Machine 速曲機

R

Radiation 輻射
 Rail 鋼軌
 Rail Anchor 軌錨器
 Rail Brace 軌撐
 Rail Bender 彎軌器
 Rail Cutting 軌條割損
 Rail Fastening 軌條扣件
 Rail Gap 軌隙
 Rail Joint 軌條聯接
 Rail Length 軌長
 Rail Wear 軌損
 Rail Weight 軌重

Rainfall 降雨量
 Ramp 斜坡
 Receiving Yard 收集車場
 Receiving Track 收集軌路
 Re-driving 重打道釘
 Re-gauging 重讀軌距
 Refuge-Bay 避險所
 Relay 繼電器
 Relief-Track 救濟軌路
 Repair Track 修理軌路
 Repair Yard 修理車場
 Resiliency 彈性;彈力
 Riprap 大石塊
 Roadbed 路基
 Rock-drill 石鑽
 Roller 滾子;路機
 Round Tie 圓枕木
 Running Track 通行軌路

S

Sand Track 沙軌路
 Sand House 沙房
 Sap Tie 汁木
 Sawn Tie 鋸木枕
 Scale Track 磅軌
 Scraper 刮平機
 Screw Spike 螺旋道釘
 Seasoning 風候
 Section Post 分段標
 Semaphore 臂形號誌
 Shaft 軸
 Short Circuit 短接電路
 Shoulder 路肩
 Shrinkage 收縮
 Side ditch 邊溝
 Side Slope 邊坡
 Side Timber 邊木
 Side Track 旁軌道
 Side Wall 邊牆
 Side Wash 旁沖
 Signal Circuit 信號電路
 Signal Tower 信號樓
 Silicon 矽
 Single acting 單聯作式
 Sill 底木
 Sinking Road 準線金

Slag 爐渣
 Slide 土滑
 Slip Switch 交分道叉
 Slow Burning 緩性燃燒
 Slow Sign 慢行標
 Smoke Jack 出煙罩
 Smoke Stack 煙筒
 Snow Fence 雪柵
 Snow Shed 雪棚
 Soaking Pit 浸吸坑
 Sodium Carbonate 碳酸鈉
 Sodium Sulphate 硫酸鈉
 Softener 軟水器
 Soft rock 軟石
 Solubility 溶解性
 Soundness 堅實性
 Span 跨度
 Spare lever 空閑機挺
 Spike killing 道釘毀害
 Spike Slot 道釘槽
 Split Tie 一桿分二枕木
 Spout 噴水管口
 Spring Washer 彈簧墊圈
 Stand Pipe 水錐
 Station Building 車站房屋
 Stay Wire 繫住絲
 Steam Piledriver 蒸汽打樁機
 Steam Seasoning 蒸汽乾候
 Steam Pump 蒸汽抽水機
 Steam Shovel 蒸汽鏟
 Steel Shim 鋼軌嵌片
 Stiffness 堅韌性
 Stone Screening 石屑
 Storage Track 存放軌路
 Storage Yard 存放車區
 Stradler 騎乘器
 Strand Wire 纜絲
 Strength 強度
 Stringer 橫樑
 Sub Switch 副電夾
 Stub Track 一端通行軌
 Space Interval 空間吸塵
 Speed limit sign 限制速度標
 Spur Track 分岔路
 Sub-ballast 次層基渣
 Sub-Bench 中層平臺

Subgrade 路基
 Sub-Soil 底層土
 Subsidence 沈陷
 Summit Road 高峯調車場
 Superelevation 超高法
 Superelevation Post 超高標
 Supported 承墊
 Surface Cattle Guard 表面護畜物
 Surface Coat 表面層
 Suspended 懸空
 Swelling 脹大
 Switch back 倒車設備
 Switcher 調車機車
 Switch-Tie 鉸軌枕木
 Sway-Bracing 斜支撐

T

Tail-Switching 推送調車法
 Tamping 搗實, 振實
 Tank Car 油車
 Team Track 馬車軌路
 Telegraph Room 電報房
 Telltale 懸條
 Template 樣板, 模子
 Tender 煤水車
 Terminal 電燈; 終站
 Test-Pile 試驗樁
 Through Terminal 過路站
 Tickler 懸條
 Tie 枕木
 Tie-Plate 墊板
 Tie-Rod 聯桿
 Tile Drain 瓦製排水管
 Time Interval 時間隔離法
 Track 軌路
 Track Battery 軌路電池
 Track Body 主要平行軌
 Track Capacity 軌道容積
 Track Circuit 軌道電路
 Track Freight 貨物路
 Track Main 正路
 Track Relief 救濟軌路
 Train Resistance 列車阻力
 Track Sign 軌道標誌
 Track Tank 軌道
 Tractive Effort 牽挽力

Train Order 行車令
 Train Staff 路簽制
 Transfer Crane 起重機
 Transfer Table 移車臺
 Trailing Point 取跟
 Trespass Sign 禁通行牌
 Trestle 架橋; 棧道
 Trimming 修整
 Trolley 行動滑車
 Truck 輪架
 Tunnel 山洞; 隧道
 Turnout 轉車道
 Turntable 轉盤

U

Uncoupling 脫鈎
 Underground Survey 地下測量

V

Vacuum Process 真空法
 Vacuum Pump 真空抽水機
 Valley Route 溪谷路線
 Valuation 估值
 Valve 活門; 氣門
 Vegetation 雜植
 Ventilation 通風法
 Virtual Grade 虛坡
 Visible 目睹

W

Waiting Room 候車室
 Wagon 四輪馬車
 Waling Strips 平連桿
 Washout 沖洗
 Water Jet 水射法
 Water Scouring 水澆
 Water Shed 流域
 Water Station 水站
 Water Supply 水源
 Water Tank 水塔
 Wear 磨蝕
 Web 腹板; 腰部
 Wedge 楔木
 Welding 銲接
 Wet Clay 濕泥

| | |
|--------------------|---------------------|
| Wheel borrow 單輪谷箕 | |
| Wheel Flange 輪緣 | X |
| Wheel Load 輪重 | X-brace 交叉支撐 |
| Whistle Sign 鳴汽標 | Y |
| Wing Wall 翼牆 | Yard 車場 |
| Wigwag Signal 搖擺信號 | Z |
| Wooden Spike 木道釘 | Zig-Zag-line 斜叉 |
| Wooden Trestle 木枕道 | Zinc-Creosote 藥 浸煉法 |
| Wrench 鉗子 | |

中華民國三十四年十二月初版

(# 68617A 渝博)

大學叢書 鐵路工程上冊

渝版薄泉紙

定價國幣叁元

印刷地點外另加運費

版權所有
翻印必究

著者 張澤熙

發行人 王雲五

印刷所 商務印書館

發行所 各地商務印書館

