

職業教科書委員會審查通過

鐵路工程學

凌鴻勛編



商務印書館發行

中華民國十四年七月初版
中華民國二十七年七月國難後第七版

(68616.1)

職業學校
教科書
鐵路工程學 一冊

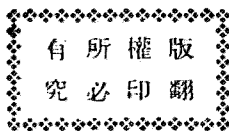
每冊實價國幣壹元

外埠酌加運費隨費

編纂者 凌 鴻 勛

發行兼
印刷者 商 務 印 書 館
長沙南正路

發行所 各 埠 商 務 印 書 館



序

凌君窮一歲之力，草鐵路工程學；將付黎棗，徵序於余。余以國事方殷，未遑細窺其全豹；然以凌君之精究工程學術於海外，熟識路政設施於國內，旁搜西籍，博考羣書，其能採擷歐西學說之精華，參酌國中規制之現狀，文實並重，體用兼賅，則余固深信不疑也。雖然，余不能無感焉！輓近潮流激盪，學術界多以新文化相標榜，入主出奴，競尚玄虛，侈談主義，誰復顧及物質文明工程事業之民生大計哉？今凌君獨能於教學之餘，潛心著述，兩年之內，先後出其市政工程學，鐵路工程學二書，以沾丐後進，其用心之深遠，精力之優異，爲足稱矣。十一年冬，余有交通救國論之作，瘖音嚙舌，絮聒陳詞，冀促邦人之憬悟。讀吾書者，倘有信其爲醫國之良方，則鐵路工程學其玉札丹砂青芝赤箭也。然則凌君之作，豈僅徒供當世考工家之贊賞而已哉！

民國十三年冬

番禺葉恭綽序於京師

弁 言

本書係依照鐵路一切工程建設原理，參以本國各路情形及習慣為根據。至機車及車輛一部分，則以另有專書，故於茲書從略。

本書於各項工程建築之外，特增加鋪路法及鐵路之修養兩章，俾學者於各項建設原理之外，並知施工之方，與修養維持之道，以期於實用。

國內各鐵路建設之情形，至為歧異：一原於辦理鐵路之始，乏目光遠大統籌全局之人，二原於各路受借款之束縛，以致一切工程上之建設，悉依貸款國之習尚，而各自為政。大者如軌距之互異，權度之不同；小者即如站台出入之度，高低之間，亦莫不紛歧雜出，影響於一國之聯運事務極大。民國七年，交通部設立鐵路技術委員會，一方延請中外專門學者，釐訂鐵路技術上統一之規程，一方面復召集各路之工程主管，開多次之會議。凡五閱寒暑，始將鐵路工程、機械、及運輸一切規程訂定頒行。當時編者亦曾于役其間。論者謂鐵路技術之統一與鐵路會計之統一同為中國鐵路革新事業中可紀之事，則以凡此後新工之建設，及舊工之改良，皆有一定之規程可遵循也。本書各章所載，均附以本國定制以為標準。

鐵路名詞之審訂，為研究鐵路學術一重要之事。民國五年審訂鐵路名詞會有華德英法鐵路詞典之編訂，於鐵

路名詞搜集大半。然事實上各路尚有日久沿用之名詞，形諸報告，見諸公牘，幾於不可移易。本書名詞，悉以各路所通行及審訂鐵路名詞會所訂者為準。

國內各路於民國十年一月一日起實行改用萬國權度通制，故本書之權度，完全以萬國權度通制為標準。

民國十三年十月十日

凌鴻助識於上海南洋大學

目 錄

第 一 章	測 勘	1
第 二 章	路 線	11
第 三 章	土 方	23
第 四 章	道 碴	33
第 五 章	軌 枕	37
第 六 章	軌 條 及 其 附 屬 物	48
第 七 章	鋪 路 法	63
第 八 章	路 線 之 分 道 叉 及 交 道 叉	71
第 九 章	車 站 之 規 畫 與 車 場 之 軌 路	78
第 十 章	棧 道	94
第 十 一 章	涵 洞 及 橋 梁	99
第 十 二 章	隧 道	119
第 十 三 章	車 站 房 屋 及 其 他 建 築 物	127
第 十 四 章	號 誌 之 設 備	142
第 十 五 章	鐵 路 之 修 養	150
第 十 六 章	鐵 路 之 策 畫	161

鐵路工程學

第一章 測 勘

鐵路測量爲實施鐵路建築之最初步，他日工程之難易繁簡，及一路之利害得失，均視勘路與定線時之當否爲斷。故測勘路線時應於鐵路各項工程之建設及鐵路經濟之原理先有充分之研究，方於測勘時有選擇之餘地。然鐵路經濟學篇幅浩繁，而本篇範圍僅略及工程上之經濟要義。本章所述測勘之要義，亦祇就地形上研究鐵路路線之選擇。其關於經濟方面者，祇能及於較淺近之經濟原理，爲一般學生所習知者。學者他日進而研究鐵路經濟學時，於測勘之研究當更能貫通也。

鐵路路線之測勘，大抵分爲三部：1 草測；2 初測；3 定線。今依次述之。

(1)草測 草測者於聯絡兩大站間所擬各條路徑之中每條加以概括之踏勘，藉知所經一帶之地勢情形，以定有無施以初測之價值者也。草測工夫必較簡略，以求迅速，其目的在觀察所擬各路徑中何者確居優勝之地位，因之

將選擇之範圍縮小。至於利害相似之兩路或數路之尙待解決者，則俟初測後再擇定之。

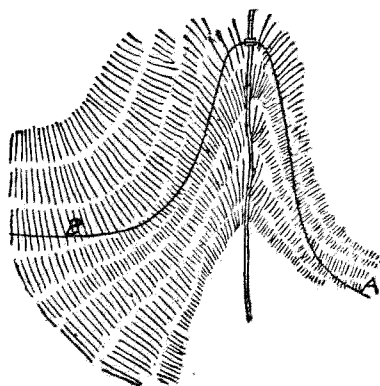
路線選擇之大概 在一路兩終點間路線經行之大概，即路線應經過某處或某處城鎮，大抵不爲一工程問題，而爲一經濟或政治問題。在商業性質之鐵路，則因經濟上之原因，常有必須經過某處或某處之必要。在國有鐵路政策之下，則政治上之原因亦於路線選擇上占有較大之勢力。即就兩市鎮間之路線而論，若係國有鐵路，則能適用收用土地法以收入鐵路所需用之地畝；若爲民業鐵路，則常因購地問題，影響於路線之選擇。然此皆在工程問題以外，非本編所及述。以下所述路線之選擇，完全以地勢爲標準。至於選線問題之較關重要，與工程及經濟雙方有相互之關係，如引用極斜急之坡度以期路線經過某處城市等問題，則另述之。

山谷路或河岸路 沿山谷之低處或依溪河之流域以選擇路線，最爲簡便。若兩城鎮在同一流域之上，則路線之選擇，祇須求一坡度最平易之線。草測時亦祇須定首尾兩城鎮間水平之差度，與路線平面距離之大概，藉取得適宜之坡度。如有大河經流，則路線當然常在河流之一旁，草測時當沿河察看兩岸地勢，以定路線之取道此岸或彼岸。如河上易於跨橋，則兩岸不妨互用之。在河流彎折過甚之地，常因往復跨過，而得較爲直捷之路線。大抵一河之流域上游地勢常較下游爲峻急，故欲全線坡度平均，則下游之路線須依河面兩旁之坡度略爲升高。若全線之限制坡度

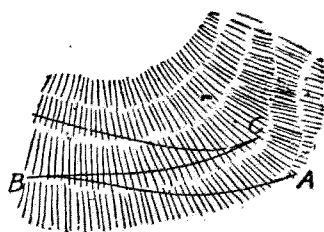
Ruling Grade (限制坡度之定義,須俟研究鐵路工程經濟學時方能明瞭,現爲便利起見,可假定爲一路所能採用之最大坡度,實際上不盡然也。)等於或大於最大之天然坡度,則採擇路綫與坡度無重要關係,可全視建築上之經濟而定。如路綫必須作橋跨河,則須研究河牀及兩岸地質情形,以爲計畫橋基及橋墩之根據。若河岸泥土鬆浮,不適於建築橋基時,則路綫之選擇,常視最佳之橋址爲定。

大陸路 若路綫經過大陸岡巒起伏之地,則路綫亦隨之而有一處或數處之頂點,因之勘綫問題較爲複雜,蓋以多數可能路綫之中,殊難斟酌其利害而選定之。大抵路綫頂點應取其低,河流跨過應取其高,使於一高一低之間得一較平易之坡度不大於一路之限制坡度。鐵路路綫所經常合帶有山谷路與大陸路兩種之性質,而以大陸路較難得適當之坡度。草測時祇須略定全路之限制坡度,或此路之限制坡度,因他種原因先經斷定時,則草測時祇須選擇一綫,其最大之坡度,不超出於預定之限制坡度。

山嶺路 山嶺間之溪河,常有極急峻之坡度,超過該路之適當限制坡度,故山嶺路綫常難沿河流域而行。路綫經過山嶺區域,多用“展綫法”,或參以山洞之穿鑿。所謂展綫者,乃故將路綫延長,俾於極大之相差水平間,得較長之平面距離,而路綫之坡度得紆徐不急也。展綫之方法,須視地勢情形,而定其利用之方,茲分述如下: (甲)最普通者,如第一圖所示,由A點至B點距離太近,而坡度相差甚大,故由A點轉向沿河慢慢斜上,及抵所升高度約及一半,急轉

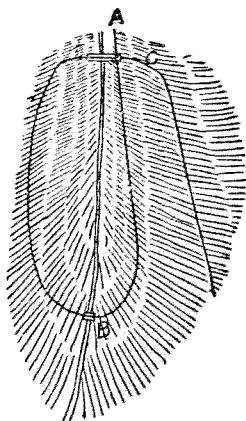


第一圖

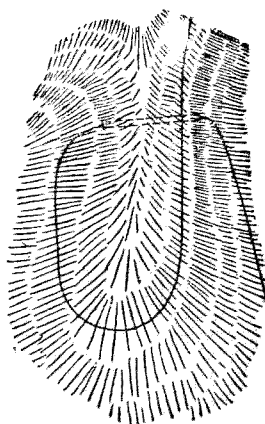


第二圖

跨河，再向 B 點慢慢斜上。(乙)反向上坡法 Switch-back。在地勢極峻峭之路，可用反向線以上極急之斜坡。如第二圖用一段 BC 之反向線，則由 A 點可直升至 C 點，增加高度甚多。但列車經行反向線速度甚緩，在 B 點及 C 點須完全停車，而 BC 之間列車須逆行，於運輸及管理上頗為不便。能免用最佳。平綏路線由居庸關上升八達嶺時，亦在青龍橋站作反向線。(丙)橋梁螺旋線。在山谷深而窄之地方，易於建築高橋者，可適用之。如第三圖，路線由 A 起，沿河岸而上，至 B 處跨河，轉向再上，至 C 處將本路跨過，然後依原方向進行。由 A 至 C 可升高 30 或 40 公尺。(丁)山洞螺旋線，與橋梁螺旋線之理相似，不過易橋梁以山洞。在狹而峭之山脊地勢，山洞不甚長，宜利用之，如第四圖。上述(乙)(丙)(丁)三項，均非正辦，苟非必不得已，不宜採用。若不得已而至採用，則地勢之崎嶇已可想見矣。



第三圖



第四圖

草測所須注意之事項 測勘工程師於所勘各路線應注意於下列之事項：(1) 路線所經地勢之情形，沿途農礦土產及工業製造之數量，藉作目前路務運輸之估算，並定將來前途之良否；(2) 所得路線限制坡度之約數，路線長度之大概，路線起伏之情形，彎曲之多寡，及最小半徑之約數，藉作行車費用之估算；(3) 土方數量之大概，及土質鬆石堅石之分類，沿路有無木材及石料之供給，可用作枕木道碴及其他建築物，地價之情形，較要橋梁之座數，及各座之長度，藉作建築費之估算。

參考地圖 若有現成之地圖足資參考者，則所裨於草測實多，獨惜能得之地圖率詳於城市，而於一縣一省之大，則略而不詳。參謀部測有全國各省區地理圖，頗為精細可靠，雖非盡根據於地理上或地質上，然足為測勘國內路

綫之助者，惟此而已。就現成之地圖而卻無等高綫足以尋覓其高低之處者，亦可依其河流情形，以測知其大概。譬如兩河流之小支河反向而流，則其間必為一分水嶺。兩河流方向平行而又甚近者，其間亦必有狹而長之山帶。若在五萬分之一之比例尺圖上察知一河流方向甚直，大抵水流湍激，而兩旁甚為斜峻。苟河流往復彎曲，而弧形之半徑又甚大，大抵坡度甚緩，而所經乃沖積之地帶，其沖積之流域或甚廣闊。如河流直行，而頻有急遽之轉角者，則轉角處當是山阻，或成極峻峭之崖。凡此情形，皆足為草測時之一助。若就現成之地圖，可因以知路綫之平面距離，則草測不過定路綫上關係數點之水平高低度而已。

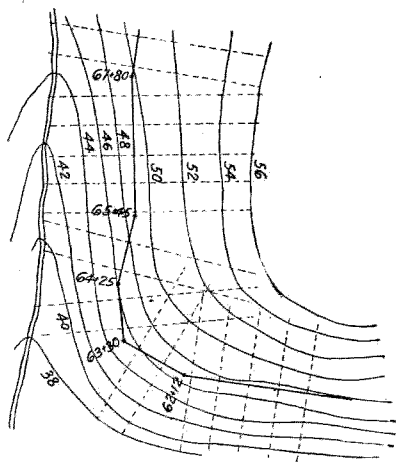
高度測量 草測時高度之差異，近多藉氣壓表之利用以測定之。以近日氣壓表製造之精密，凡一公尺高度之差，悉能顯出。氣壓表有水銀氣壓表 Mercurial Barometer，及不用液體氣壓表 Aneroid Barometer 兩種。大抵以水銀氣壓表置於測量隊之大本營，而以不用液體氣壓表隨身應用，以時與水銀氣壓表相較正。草測時之所需，不過如是而已。

平面距離測量 若所測量之地帶無詳細可靠之地圖，藉以略定兩點間之平面距離，則草測時須以簡捷之方法測量之。或用視距儀 Stadia，由望遠鏡內兩橫綫間所截遠處測尺之度數，以算出由測者至遠處測尺之距離。然此法僅能行於平望無阻之地，若林木叢密，即生困難。或用旋轉儀 Odometer，以一定輪徑之輪盤，就地轆轤，驗其迴轉之

次數，以算出其經行之距離。雖在林木之地，亦可用之，且其結果亦較準密。

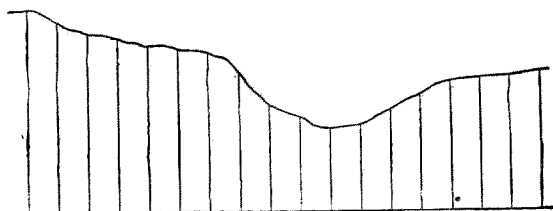
草測關係重要 以上所述，僅及草測之手續方法，至路線之選擇，則須以測勘者之全副學識與經驗赴之。蓋定綫時之謬誤，坡度之不宜，雖耗費尙能改良之。建築上之謬誤，如軌路之太輕或太重，建築物之太輕或太重，終能改良。管理上及運輸上之謬誤，亦得改變政策，以圖補救。惟測勘時選擇路線之謬誤，苟不於建築之前覺悟而改良，則建築後必至因牽動太大，而因錯就錯，路政上常年之損失，不可勝計。或竟因此而全局失敗，亦未可知。路線得宜，則負擔之資本與維持費均輕；不然，路線不良，則雖有極堅固之工程，於事無補也。

(2) 初測 鐵路初測，係將草測時所擬定一條或幾條路徑中再加以較精細之地勢測量，俾最適當之鐵路路線得於所測之地帶內選擇而出。所測地帶之寬度，視地勢情形而異。如所擬鐵路路線沿河邊而行，而河岸地勢復斜峻者，則路線所必經常不出乎一二公尺以外，所須測量之地帶，亦可略狹。反是，



第五圖

在平原廣漠之地，所應測量之地帶，亦須較闊。測量之法，應用測量儀器沿假定之路綫中綫進行，而於中綫上一定距離間向左右各若干公尺以手用水平儀及皮尺測量其地勢之高度，因之繪出兩公尺間之等高綫，如第五圖。路綫測量隊過後，水平測量隊即隨之前行，以定各測站之水平高度及所過各溪河之最低度，因之繪出縱剖圖，略如第六圖。



第 六 圖

有時於草測所定幾條路徑之中，而欲速行決定取舍時，可將初測分為二步舉行。其第一步即草測較詳細者，其目的在早日發現各路間比較利害之點，以免對於各綫均須詳細測量，徒費工夫也。吾人當知草測與初測均屬路帶面積之測量，而非路綫之測量，其目的在於測出與路綫有關之各處地勢，而予定綫時選擇之標準也。

草測與初測均不宜草率從事，實應耐心比較，以期一勞永逸。蓋以測量雖耗時費財，然實係鐵路發軔之始，以視路綫選擇不良，而致長日失時耗費，不可同日語也。

(3) 定綫 路綫經初測後，繪成路綫圖，載明等高綫，可即就圖中為定綫之計畫。初測路綫圖僅繪出多數之直綫聯絡而已，定綫時則於兩直綫間以弧綫與兩直綫相切而

聯接之。故全路路綫遂爲多數直綫與多數弧綫聯接而成。如是定綫法，謂之紙上定綫法。

定綫之始，當首先研究有關係各要點：如路綫之兩終站，路綫經過最高處之最低可能點，及江河之跨過點等。最好能使路綫爲一“面上之路綫”，即能使挖填工程減至極少也。路綫之限制坡度須預爲訂定，定綫時務使坡度不超過於預定之坡度。大抵定綫之法，視兩大站間地勢之平易或坡度急峻而不同。若天然之坡度平易，祇須斟酌路綫之直捷，與土方之減省定之。如兩站間之天然坡度近於最高之限制坡度，則定綫時須擇一面上之路綫，同時須使坡度不超過於限制坡度。如路綫之大部分爲直綫，則可先將直綫畫定，然後加以相當之弧綫聯絡之。若在山嶺之地，且故意將路綫展長以求適當之坡度，則弧綫常較直綫爲多，可先將弧綫畫定，而以直綫聯接之。凡此悉依初測之路綫圖以爲標準。在山路崎嶇之地，有時尙須從起點另繪新綫，以期與初測時之路綫互爲比較。路綫既定，可按照路綫與等高綫之交點繪出路綫縱剖圖。在縱剖圖上繪出路綫之坡度，可以因知上方工程之多寡。又在平面圖上可以確知直綫之長度，弧綫之中心角及半徑等。

路綫縱剖圖繪出後，路綫坡度之如何酌定，頗須詳細研究。定綫設計時多費數小時之時光，或可省每公里數百元之建築費也。畫定坡綫時所須注意之點有二：一爲關於機車之運轉者，一爲關於土方之經濟者。在前者於設計之時，當知將來所用之機車爲何種式樣及構造，務使滿載之

機車從起點起，於所定坡綫之一段內，能得最大之速率路上之時高時低，於機車運轉上為不利，但如欲免除，則土方工程較大，兩者須比較定之。至關於土方者，應於路綫縱剖圖上繪出坡綫時，研究挖掘工程與填築工程能否大致相等，以期物料之節省，及搬運途程之縮短。

習 題

1. 鐵路測勘可分為幾大部分？
2. 草測時所應注意之事項為何？
3. 何謂等高綫？等高綫密時表示何種地勢，疏時表示何種地勢？路綫宜與等高綫平行，抑宜與等高綫相切？
4. 定綫及畫定路綫坡度時所應注意之事項為何？

第二章 路綫

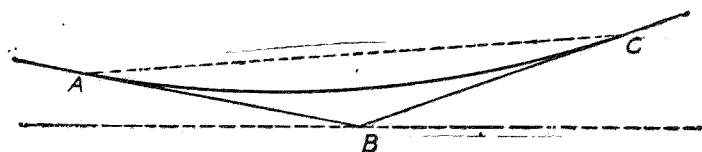
本章所謂路綫，乃指一鐵路兩軌條間之中綫而言。中綫在平面既有彎曲，而在縱剖面亦有高低譬如一直路綫跨過一最高之點，則就平面而言，一直綫而已，而在縱剖面，則爲兩斜綫與一弧綫所聯接而成。又如路綫在坡度上轉彎，在平面爲一弧綫，其實路之中綫爲一螺旋綫故一路之中綫爲直綫，弧綫，及螺旋綫所聯接而成。本章特就其縱剖面及平面而分別論之。至於單弧綫 Simple Curve，複弧綫 Compound Curve，及漸曲綫 Transition Curve，則僅就平面論之而已。

坡度 路綫升高及降下之坡度，常以百分數表示之。譬如路綫在 100 公尺之平面距離內升高 1.5 公尺，此坡度曰百分之 1.5，或曰 1.5%。其上升或下降，則以 + 或 - 符號表示之，如 +0.5%，即上升之坡度，-0.5%，即下降之坡度。

鐵路坡度與鐵路行車有至大之關係，故坡度務取其平易。大抵由 0.0% 即平地至 0.4% 之坡度，謂之平易，0.4% 至 1.0%，謂之通常，1.0% 至 2.0% 之坡度，謂之急峻。2.0% 以上之坡度，非有不得已之故，斷不用之。國有鐵路建築標準及規則（交通部鐵路技術委員會所制定，下文凡述本國定制均指此。）規定在幹路上坡度不可超出於 1.5%。然在山嶺之路，如平綏鐵路經過關溝一段，引用 $3\frac{1}{3}\%$ （每 30 升 1）之坡

度，係屬極不得已之舉，行車上久感困難。

直面曲綫 當路綫改變其坡度時，兩坡度之間將成一直面之角度，事實上須免除此角度，而以一直面曲綫聯結兩坡度之直綫。若路綫由下落之坡度，轉而為上升之坡度，兩直綫間成一槽形時，直面曲綫尤不可少。蓋以急行之重載列車過此時，常受劇烈之衝動，對於車輛及軌道兩見危害。況列車下急峻之坡度時，車輛間之輓鉤鬆動，車輛向



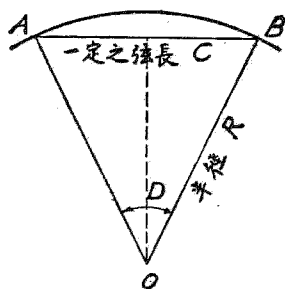
第七圖

機車緊擠，及轉而上坡，發生強烈之牽力，輓鉤間驟見緊張。牽力之強，足使後部車輛之輓鉤折斷，甚或使車輛出軌。若有極長之直面曲綫以聯絡兩坡綫，則此種危險可以避免。然以近日彈簧輓鉤製造之進步，與車輛內氣閘之裝置，直面曲綫問題較易於解決。

照本國國有鐵路定制，路綫坡度之改變在0.2%以上，即須引用直面曲綫。此曲綫之長度與坡度改變之度為比例。如坡度改變0.1%，則凸形曲綫應至少長20公尺，凹形曲綫應至少長40公尺。曲綫半徑往往甚大，約為10,000公尺。

單弧綫 同一半徑之弧綫，謂之單弧綫，普通用之最多。單弧綫之稱別法有二：一為單稱其弧綫半徑之長度，歐洲各國通用之。即半徑愈小，彎度愈大也。一為單稱其一定

長度之弦所含之中心角，如第八圖之 D ，美國 通用之。角度愈大，半徑愈小，即彎度愈大也。事實上弧綫之彎度甚小，半徑甚大，故弧綫中心點之所在，在定綫時毫無關係。在第八圖中假定 AB 為半徑 R 之弧之一定長度弦綫， AOB 為中心角 D ，則



第八圖

$$AO \sin \frac{1}{2}D = \frac{1}{2}AB = \frac{1}{2}C,$$

所以

$$R = \frac{\frac{1}{2}C}{\sin \frac{1}{2}D}.$$

此弦綫之長度，習慣上所用者有三種：一為 100 英尺，美國 全國採用之；一為 66 英尺；一為 20 公尺，則 歐洲 所慣用也。本國所定制度，亦以弦長 20 公尺之中心角度度數表示弧綫之曲度。同時亦須載明半徑之公尺數。第一表乃示弦長 20 公尺之曲綫半徑，知其一即可求其他。表中並載明 英尺 數以資參攷。依上界說，則

$$\text{半徑以公尺計算} = \frac{10}{\sin \frac{1}{2}D}; \quad \text{以英尺計算} = \frac{32.808}{\sin \frac{1}{2}D}$$

路綫之有弧綫，除增加路綫之長度外，於鐵路修養及運輸之便利及安全上均為不利。車輛兩輪軸間之距離足以限制弧綫之彎度。近日車輛增長，輪軸間之距離亦增，弧綫曲度尤有限制之必要。大抵 1 度之弧綫為極平易，6 度以上之弧綫為極彎曲。山間鐵路偶有用 8 度至 12 度之弧

第一表

弦長 20 公尺之曲綫半徑

$$\text{半徑以公尺計} = \frac{10}{\sin \frac{1}{2} D}$$

$$\text{半徑以英尺計} = \frac{32.808}{\sin \frac{1}{2} D}$$

D.	R.		D.	R.		D.	R.	
	公尺數	英尺數		公尺數	英尺數		公尺數	英尺數
0°10'	6875.5	22557.4	1°0'	1145.9	3759.5	2°0'	572.99	1879.9
12	5729.6	18864.5	2	1109.0	3638.4	2	563.59	1849.0
14	4911.1	16112.5	4	1074.3	3524.6	4	554.51	1819.2
16	4297.2	14098.4	6	1041.8	3418.0	6	545.70	1790.3
18	3819.7	12531.8	8	1011.1	3317.2	8	537.18	1762.4
20	3437.8	11278.8	10	982.23	3222.5	10	528.92	1735.3
22	3125.2	10253.3	12	954.95	3133.1	12	520.90	1709.0
24	2864.8	9398.9	14	929.14	3048.3	14	513.13	1683.5
26	2644.4	8675.8	16	904.69	2968.1	16	505.58	1658.7
28	2455.5	8056.1	18	881.49	2892.0	18	498.26	1634.7
30	2291.8	7519.0	20	859.46	2819.7	20	491.14	1611.3
32	2148.6	7049.2	22	838.49	2750.9	22	484.33	1588.8
34	2022.2	6634.5	24	818.53	2685.5	24	477.70	1566.6
36	1909.9	6266.1	26	799.50	2623.0	26	470.96	1545.1
38	1809.3	5936.0	28	781.33	2563.4	28	464.60	1524.3
40	1718.9	5639.4	30	763.97	2506.5	30	458.40	1503.9
42	1637.0	5370.7	32	747.36	2452.0	32	452.37	1484.1
44	1562.6	5126.6	34	731.46	2399.8	34	446.50	1464.9
46	1494.7	4903.9	36	716.22	2349.8	36	440.78	1446.1
48	1432.4	4699.5	38	701.60	2301.8	38	435.20	1427.8
50	1375.1	4511.5	40	687.57	2255.8	40	429.76	1410.0
52	1322.2	4337.9	42	674.09	2211.6	42	424.45	1392.5
54	1273.3	4177.5	44	661.13	2169.1	44	419.28	1375.6
56	1227.8	4028.2	46	648.66	2128.1	46	414.23	1359.0
58	1185.4	3889.1	48	636.65	2088.7	48	409.30	1342.8
			50	625.07	2050.7	50	404.48	1327.0
			52	613.91	2014.1	52	399.78	1311.6
			54	603.14	1978.8	54	395.19	1296.5
			56	592.74	1944.7	56	390.70	1281.8
			58	582.70	1911.7	58	386.31	1267.4

第一表 (續前)

弦長 20 公尺之曲綫半徑

$$\text{半徑以公尺計} = \frac{10}{\sin \frac{1}{2} D}$$

$$\text{半徑以英尺計} = \frac{32.808}{\sin \frac{1}{2} D}$$

D.	R.		D.	R.		D.	R.	
	公尺數	英尺數		公尺數	英尺數		公尺數	英尺數
3°0'	382.02	1253.3	4°0'	286.54	940.1	5°0'	229.26	752.2
2	377.82	1239.5	2	284.17	932.3	2	227.74	747.2
4	373.71	1226.1	4	281.84	924.7	4	226.24	742.3
6	369.70	1212.9	6	279.55	917.1	6	224.76	737.4
8	365.76	1200.0	8	277.30	909.8	8	223.30	732.6
10	361.91	1187.4	10	275.08	902.5	10	221.87	727.9
12	358.15	1175.0	12	272.90	895.3	12	220.44	723.2
14	354.45	1162.9	14	270.75	888.3	14	219.04	718.6
16	350.84	1151.0	16	268.64	881.4	16	217.66	714.1
18	347.30	1139.4	18	266.55	874.5	18	216.29	709.6
20	343.82	1128.0	20	264.51	867.8	20	214.94	705.2
22	340.42	1116.9	22	262.49	861.2	22	213.60	700.8
24	337.08	1105.9	24	260.50	854.6	24	212.29	696.5
26	333.81	1095.2	26	258.54	848.2	26	210.98	692.2
28	330.60	1084.6	28	256.61	841.9	28	209.70	688.0
30	327.46	1074.3	30	254.71	835.7	30	208.43	683.8
32	324.37	1064.2	32	252.84	829.5	32	207.17	679.7
34	321.34	1054.3	34	251.00	823.5	34	205.93	675.6
36	318.36	1044.5	36	249.18	817.5	36	204.71	671.6
38	315.44	1034.9	38	247.36	811.6	38	203.50	667.7
40	312.58	1025.5	40	245.62	805.8	40	202.30	663.7
42	309.76	1016.3	42	243.88	800.1	42	201.12	659.8
44	307.00	1007.2	44	242.16	794.5	44	199.95	656.0
46	304.28	998.3	46	240.47	788.9	46	198.80	652.2
48	301.61	989.5	48	238.80	783.5	48	197.66	648.5
50	298.99	980.9	50	237.16	778.1	50	196.53	644.8
52	296.41	972.5	52	235.53	772.7	52	195.41	641.1
54	293.88	964.2	54	233.93	767.5	54	194.31	637.5
56	291.39	956.0	56	232.35	762.3	56	193.22	633.9
58	288.94	948.0	58	230.79	757.2	58	192.14	630.4

第一表 (續前)

弦長 20 公尺之曲綫半徑

$$\text{半徑以公尺計} = \frac{10}{\sin \frac{1}{2} D}$$

$$\text{半徑以英尺計} = \frac{32.808}{\sin \frac{1}{2} D}$$

D.	R.		D.	R.		D.	R.	
	公尺數	英尺數		公尺數	英尺數		公尺數	英尺數
6°0'	191.07	626.9	7°0'	163.80	537.4	8°0'	143.36	470.3
2	190.02	623.4	2	163.03	534.9	2	142.76	468.4
4	188.98	620.0	4	162.26	532.3	4	142.17	466.4
6	187.94	616.6	6	161.50	529.8	6	141.59	464.5
8	186.92	613.3	8	160.75	527.4	8	141.01	462.6
10	185.91	609.9	10	160.00	524.9	10	140.44	460.8
12	184.92	606.7	12	159.26	522.5	12	139.87	458.9
14	183.93	603.4	14	158.53	520.1	14	139.30	457.0
16	182.95	600.2	16	157.80	517.7	16	138.74	455.2
18	181.98	597.0	18	157.08	515.3	18	138.18	453.3
20	181.03	593.9	20	156.37	513.0	20	137.63	451.5
22	180.08	590.8	22	155.66	510.7	22	137.08	449.7
24	179.14	587.7	24	154.96	508.4	24	136.54	448.0
26	178.22	584.7	26	154.27	506.1	26	136.00	446.2
28	177.30	581.7	28	153.58	503.9	28	135.47	444.4
30	176.39	578.7	30	152.90	501.6	30	134.94	442.7
32	175.49	575.8	32	152.22	499.4	32	134.41	441.0
34	174.60	572.8	34	151.55	497.2	34	133.89	439.3
36	173.72	569.9	36	150.89	495.0	36	133.37	437.6
38	172.85	567.1	38	150.23	492.9	38	132.86	435.9
40	171.98	564.2	40	149.58	490.7	40	132.35	434.2
42	171.15	561.5	42	148.93	488.6	42	131.84	432.5
44	170.28	558.7	44	148.29	486.5	44	131.34	430.9
46	169.45	555.9	46	147.66	484.5	46	130.84	429.3
48	168.62	553.2	48	147.03	482.4	48	130.35	427.7
50	167.79	550.5	50	146.40	480.3	50	129.85	426.0
52	166.98	547.8	52	145.78	478.3	52	129.37	424.4
54	166.18	545.2	54	145.17	476.3	54	128.88	422.8
56	165.38	542.6	56	144.56	474.3	56	128.40	421.3
58	164.59	540.0	58	143.95	472.3	58	127.93	419.7

綫，美國鐵路之經過落機山 Rocky Mountains 者，其最彎之弧綫為半徑 240 英尺，約合 15 度。本國定制在幹綫上最大之中心角度為 5 度，即最小之半徑為 230 公尺。在山路崎嶇之地，事實上難守此限制時，得由政府特許通融之，而在支路及工業鐵路，則無須守此限制也。以上俱指標準軌距 Standard Gauge 之鐵路而言，即兩軌頭內面之距離為 1.435 公尺（英尺 4 尺 8½ 寸）。

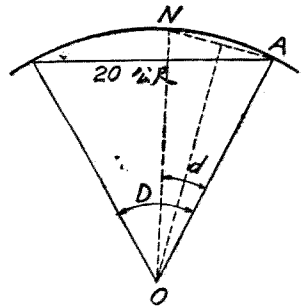
設於 20 公尺之弦內作分弦幾條，如第九圖，則知分弦所含中心角之和，等於全弦之中心角，而分弦長度之和，則較大於全弦。故以分弦所含之中心角作分弦長度之比例，實為不合。分弦之真長度可依下式求得之。如圖中 C 為分弦之長，所含之角度為 d ，則

$$\sin \frac{1}{2} d = \frac{C}{2R},$$

即

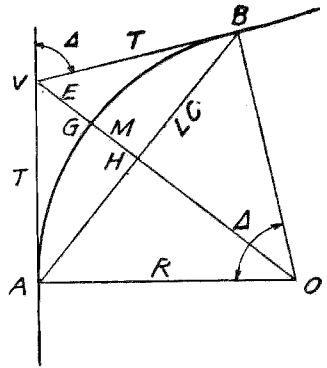
$$C = 2R \sin \frac{1}{2} d.$$

上式 C 為分弦之真長度，如中心角度不大，則此真長度與 $20 \frac{d}{D}$ 所差甚為微渺，不必置意。故普通平易之曲度，路綫中綫之畫定，可即以長 20 公尺之弦依次畫定。但在彎度極大之曲綫上，則須用 10 公尺或 5 公尺之分弦畫成，其分弦之長度，可依上式計算之。



第九圖

單弧綫之稱謂 如第十圖設路線係由 A 至 B , 則 A 點謂之“弧綫起點”, B 謂之“切綫起點”。在 AB 兩點各所切綫相交之點 V 曰“頂點”, 兩切綫相交之外角, 等於弧綫之“中心角”, 曰 Δ 。由頂點至 AB 兩點之長曰“切綫之長”(T), 弦綫 AB 曰“長弦綫”($L. C.$), 由長弦綫之中(H)至弧綫之中(G)曰“中長度”(M), 割綫中之 GV 一段曰“外長度”(E)。就第十圖可得以後各公式:



第十圖

$$T = R \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$L. C. = 2R \sin \frac{1}{2} \Delta$$

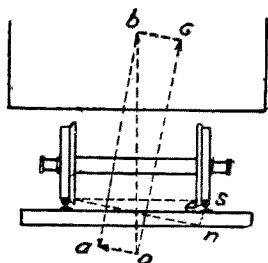
$$M = R \text{ vers } \frac{1}{2} \Delta$$

$$E = R \text{ exsec } \frac{1}{2} \Delta.$$

學者須明白弧綫中心角(Δ)與弧綫角度(D)之不同。弧綫中心角處處不同, 視弧綫之長短而異, 而與弧綫之彎度無關。弧綫角度則限於一定之弦長, 為彎度平易與彎曲之標準, 與弧綫之長短無關也。

複弧綫 複弧綫乃合二或多數彎度各異之單弧綫而成。在兩弧綫相遇之點作切綫, 為兩弧綫之共同切綫。此種複弧綫在山嶺之路常須用之, 俾在一弧綫內能變更其彎度, 以適合地勢之情形。

曲綫上外軌之超高度 凡物體沿一圓軌行動時，必須有向心力以保持其行徑。由力學原理，吾人知此向心力等於 $GV^2 \div gR$ 。式中 G 為物體之重， V 為速度， g 為地心力之加速度， R 為圓軌之半徑。在鐵路轉彎處，兩軌若平列，則列車經行時所需之向心力祇能因車輛輪沿壓逼軌條時而發生。此種現象，實危害於行車之安全。為避免此種危險起見，故曲綫上之鐵路常將外邊之一軌條升高，如第十一圖，使軌道對於車輛之反應力為斜上。除抵抗車輛之重壓 G 外，復能發生一橫力，與向心力相等。圖中假使 ob 為軌道



第十一圖

之反應力， oc 即抵抗車輛之重，等於 G ，其橫力 oa 即等於向心力。在標準軌距之鐵路上， ns 之度，即外軌之超高度 E ，得約以下式表示之：——

$$E = 0.009864 DV^2$$

式中 E 為外軌超高度之公釐數， D 為弦長 20 公尺之中心角度數， V 為車輛速度每小時公里數。由上式得知外軌之超高度與速度之平方為正比例，若速度增加十分之一則超高度當增加二十分之一以上。但車輛經過曲綫時，其速度殊不一定，故實無法能得一適宜之超高度，俾合於車輛之各種速度。是以超高度之計算，實無過求精細之必要，即在事實上敷設路軌時，亦不能過於精細也。

曲綫外軌之超高度，在本國及美國習慣均使內軌依

原來之地位敷設，而使外軌完全超高。歐洲習慣則多使路之中綫依原來之水平綫，而使內軌略為低陷，外軌略為升高。如是可免急行列車經行時乘客所感之不快，亦可免重載貨車經過最大之限制坡度時發生上坡之困難。

超高度之實用法 實用上超高度之預備有視列車之最大速度而定，如是則速度較小之車輛經行時，其輪摺與外軌間之壓力因之減少，於事實為無傷。超高度常有加以一定之最高限制。美國多以 6 英寸 (150 公釐) 為最大之超高度，本國定制，以 125 公釐為最大之超高度，列車上之司機者於急行列車經過彎度極大之弧綫時，須減少其速度，以合於事實上之超高度。

吾人既知路綫在弧綫時其外軌須有若干之超高度，則路綫由直綫而至弧綫時，外軌須漸漸超高，俾漸達於應有之高度。有時在弧綫範圍內升高超高度之全部，而於弧綫兩端之直綫上漸漸降平。然直綫上實不應有超高度，蓋常使軌條與輪沿間發生強烈之磨擦力，為避免此不良之結果，於是有漸曲綫之利用。

漸曲綫 漸曲綫者，係於直綫弧綫間引用一段之曲綫，其曲度係由直綫起 (半徑無窮大)，將曲度漸漸增大 (半徑漸漸減小)，直至與所聯接弧綫之半徑相等，即與弧綫聯接。外軌之超高度因之由直綫與漸曲綫之間起，逐漸增大，至弧綫時即達所需之超高度全數。超高度之數 (E) 與弧綫之角度 (D) 成正比例，故漸曲綫之角度數與由始點起曲綫之長度為正比例。

本國定制，兩弧綫間須有直綫一段。如兩弧綫係同向，則此段弧綫須長 100 公尺，如兩弧綫係反向，則須長 50 公尺。此最小之直綫長度，即留為漸曲綫之用。又規定凡弧綫之角度數達 2 度（半徑 572.99 公尺）及以上者，應即引用漸曲綫。又弧綫之角度數達 4 度（半徑 286.54 公尺）或曲度更大者，其漸曲綫之長度須有 55 公尺。至漸曲綫之形式，或為螺旋綫，或為立體拋物綫，則得由工程師任便採用之。

超寬度 軌距定制本國所定標準軌距為兩軌頭部內邊自軌面下 15 公釐之處相距 1.435 公尺（4 英尺 8½ 英寸）。然此係指直綫而言，蓋以鐵路車輛之輪軸隨輪旋轉，成一長方形，其形不變。輪與輪之距，在直綫內恰為適宜，在曲綫內則為太長。故曲綫內鐵路之寬度，當較在直綫內者略大，其所較大者，謂之路之超寬度。國際鐵路協會會規定直綫內之軌距為 1.435 公尺，而在弧綫內為不得大於 1.465 公尺，兩者之差為 30 公釐，即最大之超寬度也。本國定制規定路之超寬度依弧綫之角度數而異，列表如下：—

弦長 20 公尺之角度	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9 及以上
超寬度 (公釐數)	2	3	5	7	8	10	12	13	15	17	18	20	22	23	25	27	28	30

依上表，則最大之超寬度，亦與國際鐵路協會所定者同也。

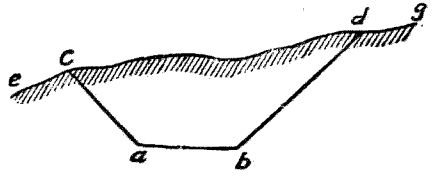
習 題

1. 試以百分法表示下列之坡度：— 每 125 升 1；每 150 升 1；每 250 升 1。

2. 如以 100 英尺爲一定長度之弦綫，試作計算弧綫半徑之公式（半徑以英尺計及以公尺計兩種）。
3. 何謂單弧綫？何謂複弧綫？
4. 試述超高度之意義及超高度與漸曲綫之關係。

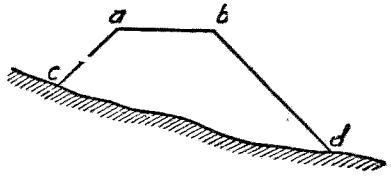
第三章 土方

路坎與路堤 鐵路路線經過高低之地挖掘者，曰路坎，填築者曰路堤。普通之路坎形式，如第十二圖 cd 為天然地勢， ab 為路基之地位及寬度， ca 及 db 為兩旁之傾度，從

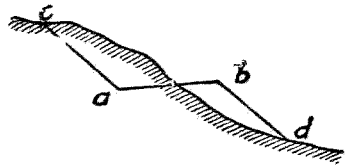


第十二圖

a 及 b 起，至地面為止，視傾度而異。普通路堤形式，如第十三圖。 ab 為路基之寬度， c 與 d 之地位，亦視兩旁之坡度而異。有時鐵路路基與天然地面相交，如第十四圖，則為半坎半堤之形式 c 與 d 亦視兩旁之傾度而異，而兩旁之傾度，又不必一致也。



第十三圖



第十四圖

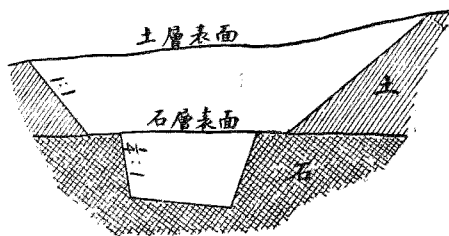
兩旁傾度 (甲)路坎。路坎兩旁所應有之傾度，視兩旁土質而異。如係堅硬之石質，不因暴露於空氣而致剝落者，則兩旁可為垂直。我國黃河上游之土質，多極黏結，故隴海正太兩路路坎兩旁多有垂直者如土質極為鬆軟，如流

沙或極浮之土質，遇水即失其固結之力者，則坡度應為橫四直一之比例。普通土質，以用橫 $1\frac{1}{2}$ 直1為最宜。若兩旁坡度過於斜陡，則土質易於崩墜，為路線之障礙，有發生危險之虞。

(乙)路堤 路堤兩旁之傾度，大約由1:1至 $1\frac{1}{2}$:1。石砌路堤，普通可用1:1，若外層以大塊之石密為砌成，如一石牆然，則較陡之坡亦可適用。有時路線在極斜陡之山邊經過，則一邊之路堤必須用較急之坡度。土質路堤應採用橫 $1\frac{1}{2}$ 直1之坡度，如起首時所築坡度過急，日久必斜落而下，以致路面陷落，時時填補，甚為耗費。

雜合土質 如路坎所挖掘之土質上層為土，下層為石，則路線之橫截面為複雜式，如第十五圖。如先用試土法

以定石層之地位，則路線之橫截面可以預為計定。施工時先將上層之土挖掘并放寬，以便將適當之石層地面暴露，然後依法挖掘，以達



第十五圖

路基。土層挖掘之寬度，須較石層為寬，俾於土層之下石層之上兩邊各留一公尺之隙地，以防兩旁鬆土之墜入路坎也。

路基之寬度 欲使一路路基堅固，宜常令其乾潔整齊。在填築之工程，則兩旁苟有相當之坡度，水分即能向兩旁卸去，使路堤常能乾潔。若在挖掘之工程，則土質雖佳，非

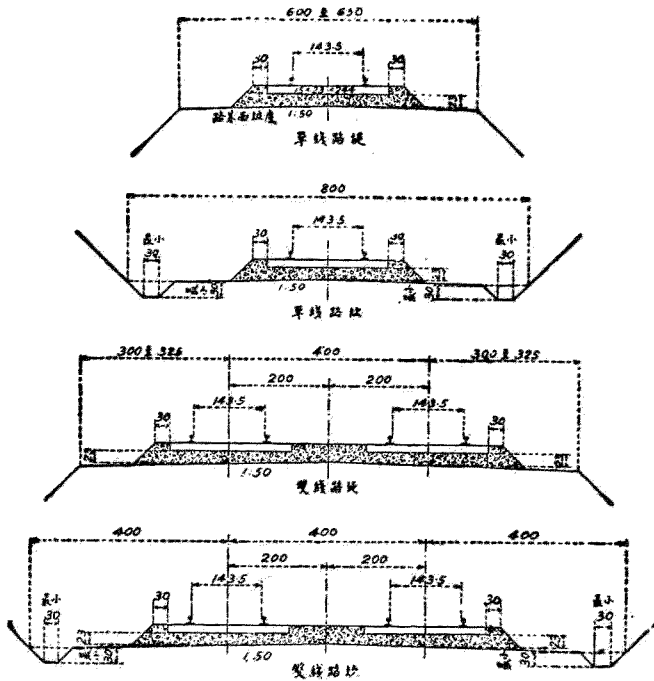
於路坎兩旁開溝流水，無從宣洩。是以路坎所需之路基恆較路堤所需之路基為寬。

路基之寬度，與一路之建築費極有關係，蓋若增加或減少半公尺，以全路計算，與土方工程影響甚大。是以普通趨向悉收縮至極狹，僅使路堤不至危險，而路坎亦有餘地以為相當之流水設備。其實路坎之除水與一路之修養費至有影響，寧取較寬之路坎，以省修養費，而舍較狹之路坎，以省建築費也。

路基之寬度，在法國單綫上之路堤多由 5.80 至 6.00 公尺，雙綫多用 9.60 公尺。美國單綫路坎之路面寬度殊不一致，平均約為 7.50 公尺(24.6 英尺)，亦有小至 5.84 公尺(19 英尺 2 英寸)。單綫路堤最普通寬 5.49 公尺(18 英尺)。雙綫路基之寬，則於上述距離之外，再加兩綫中綫間之距離，普通為 4 公尺(13 英尺)。本國鐵路大多數為標準軌距路基之寬，各路不一，如京漢路堤上面之寬度為 5.50 公尺，路坎上面之寬度為 6.00 公尺。據新定國有鐵路標準路綫橫截面所示，則在幹路上單綫路身高度等於或少於 6 公尺者，其寬度為 6 公尺；路身高度大於 6 公尺者，其寬度為 6.50 公尺，單綫路坎之寬度，定為 8 公尺。雙綫路堤及路坎照單綫加 4 公尺，即兩中綫間之距離，如第十六圖。

土方之形式 路基上面之形式，在昔多取平易之弧角，或從中部起向兩旁略作傾斜。本國定制，亦規定從路中起兩旁各作 1:50 之傾度(第十六圖)。其意蓋使路面之水得以傾卸於兩旁。在認真堅實不撓之土質，未嘗不然，但尋

常土質多受壓力之壓迫而下陷,尤以在軌條之下爲著每一車輛經過,其車輪之壓力,常壓迫軌條下面之道碴,陷入於路基尋常養路工程又多於軌枕兩端之道碴加以舂擊,尤足使軌條下面之道碴愈加深厚。在運輸極忙之路上,若



凡尺寸均以公分計

第十六圖 標準路線橫截面

啓路碴而驗之,常見軌條下之道碴厚於中部之道碴一倍。足知弧式路基,或兩旁傾斜,均不能達理想上除水之功用,因之美國鐵路工程協會規定平式路基。

旁溝 鐵路軌道之結實,全繫於路基之鞏固,而最足

爲路基鞏固之障礙者，厥惟水，應設法使遠而避之。即不免降落於軌道之上，亦須設法使速爲排除，以免侵入路基，爲軌道之害。在寒冷之地帶，路基常因凍結而龜裂，亦以水量侵入路基之故，尤應慎防之。

旁溝之形式，大都爲平底，寬約30至60公分，兩旁斜坡除石質外，至少應爲1:1，普通應用 $1\frac{1}{2}:1$ 或2:1。V式之旁溝不宜於用。據水力學之原理，在一定坡度上，其形式，以使水之橫剖面與旁溝周圍濕水一部分之比例最大時爲最佳。蓋以無論水量多少，其流卸之速度一律也。半圓形之形式與此較相近，但以兩旁過於垂直，於修養甚費工夫，故事實上仍以平底兩旁傾斜之形式爲最良（第十七圖）。有時流水量過大，或於一定時期水流急激時，則旁溝宜加以相當之鋪砌。若天然地土易於爲水所冲刷者，尤不可忽。

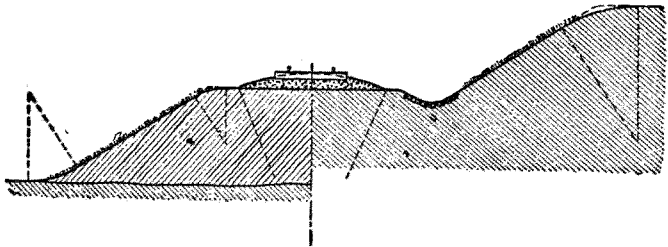


第十七圖

此或於旁溝之下半公尺左右敷設15公分徑之瓦筒，使直通出於路坎之外爲止。除此之外，別無善法足以常使土質乾燥也。

如路坎深廣，即須預防水量之由高而下，以免路坎爲水所浸淹，及路基之爲水所冲刷。應於兩旁溝之上，先掘一溝渠，用碎石鋪砌，俾山上之水有一定之途徑，直至出路坎之外不至爲害而止。如路基建於山邊，應於路基之下，時作橫過之水溝，以資宣洩。

斜坡之草皮 美國鐵路工程家常主張將所有斜坡之尖角改用弧綫，斜坡上鋪以草皮，並用鋪砌之旁溝。美國



第十八圖

上等之鐵路多沿爲習慣，如第十八圖。各種設備均係於建設之始一次完成，建築費雖加大，然修養費可以減省。

路基之縮壓 路基建築後，因列車之重壓，及土質之收縮，體積之縮壓甚著。縮壓之度，因土質而不同。他如建築路堤之方法，路堤之年齡，均有關係。有時土質極爲鬆浮，路堤經重壓後，土質向兩旁擠出，因之路面陷落。此問題之原因甚爲複雜，其結果得以大約分析如下：

一，鬆浮土質之體積 無論何種土質，若從此處挖掘，而運至彼處堆填，則其堆填之體積常較其原來之體積大 20% 至 25%。

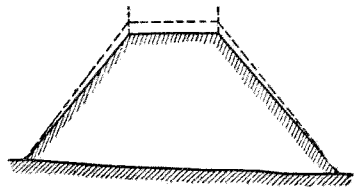
二，堆填方法之關係 如先於路綫上搭一高架，而將鬆浮之土質從高架堆填而下，則路基甚鬆，多出之體積甚大，所需縮壓至永久體積之時間亦至長。苟用小車載土堆填，或用馬車層層堆積，則馬蹄及車輪之壓力已足使路基發生多量之縮壓，其體積之加增較少。是以路基縮壓之度，及所需經過之時間，與堆填方法及用具有至大之關係。

三，永久縮壓所需之時間 此乃半視堆填路基之方

法，半視土質之情形而異。如極軟之泥質，鬆浮堆填，則初次經過乾燥氣候，即發生極顯著之裂罅，新雨一降，此裂縫驟為收縮，全部分體積因以縮小。砂石質之物料則不然。鬆浮之路基須經過二年之時期，方不覺其繼續縮壓。如堆填之法係用小車或馬車，則時間與縮度均減少。

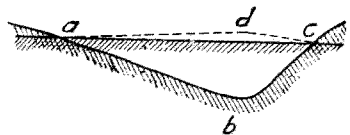
四、土質與縮壓之關係 鬆浮之地面，泥土有植物滋長者，挖掘時最易使體積增加，而其縮壓之度亦最著。土質及砂質石卵質地土較佳，石質地土挖掘後之體積大增，然堆填後體積縮壓之度反不甚著。

路堤縮壓之預留法 在通常情形，路基初築時須較高出於原定之高度，俾經過一定期間後得與原定之高度相符，如第十九圖。譬如假定路堤下之路基不發生縮壓，則路堤之縮壓悉依垂直的方向，因之高堤縮壓之度比之低堤為大。故路線苟經過



第十九圖

高低極不平之路面，而欲預留路堤縮壓之度，勢必先將路面築成 $a d c$ 之綫，如第二十圖，俾歷時既多，得達 $a c$ 之直綫。此法在理想上似頗適當，而事實上未能盡然。 $a d$ 之坡度雖屬一時的現象，但於運輸方面或生極大之不便。有時預留之縮壓度過多，以致路面永不能降至預定之平面，因之須將路面削低。或則預留之度不足，



第二十圖

路面過於陷落，須另為填起。凡此皆鐵路建築上極煩難之事，要在施工時之善於審擇。大抵初建土質路堤超出原水平約 8% 至 15% 便合，而 2% 至 3% 亦有用之者。下表乃示各項物料應留之縮壓度：

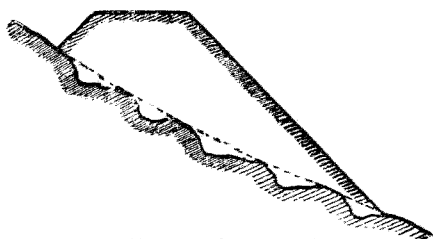
石子或砂	大約 8%
土質	10%
泥質	12%
地面之鬆浮泥	15%

路堤之建築法 在尋常高度之路堤，普通以人工挑泥填積為多。苟無就近挖掘處之泥土可取，則於路綫之旁作借土坑，取土於是。此法在本國最通用。本國定制，為防路堤之危險起見，規定路堤之足至借土坑之上部至少須距離 3.60 公尺。借土坑之法，在低窪之地帶最為相宜。因借土成坑，路堤愈高，兩旁愈低，路基易於除水也。如取土之地方畧遠，則宜用小車載土堆填，以省人工之勞。且能層層壓緊路基，以減少將來之縮壓。

若路堤甚高，而取土之地與預定路面之高度相若，或高出於預定之路面，無須引重登高時，則宜用大車從一端起築至預定之高度，逐漸向彼端堆填。若取土之地方甚遠，採用機車牽引多數車輛，以期迅捷，則宜搭一架道，用車輛載多量之土，從高填積而下。積土鬆浮，縮壓之度甚大，為此法不良之點。若路綫橫過長而極深之山谷，架道必甚費，可利用鐵索之運輸，俾於山谷之兩方取土堆填，較為廉而捷。

有時路堤建於斜而較平滑之山坡上，則路堤有滑落

之虞，不可不預防之，俾新成之堤與原來之路面有適當之關聯。第二十一圖所示，乃其辦法之一，祇須於原來地面挖



第二十一圖

掘數處，使與新填之堤犬牙相錯，土質在乾燥時或不至有傾斜之虞，但一為水所浸潤，即失其固結性，而隨坡而下。故第二十一圖之填土法，仍須於路基下敷設瓦筒，以為除水設備，俾路基得保持乾燥。

土方工價之分析 土方工程為鐵路工程中最重要之一部分，而其價值亦居全路建築費之重要地位。歐美各國工價昂貴，於此問題尤為注意。但土方工價，包含分子極為複雜，欲為全部分工價之研究，不可不先將各分子分析之。以下乃舉一分析之例，得依情形將兩項合併，或將一項再行分析之。

一、鬆動天然之地土。

二、將鬆動之地土載入任何車輛上。

三、牽引此項掘出之地土，以堆填路堤。如係路坎，則於餘地上堆填之。

四、分配地土於路堤之上。

五、隨時整理路堤以便運輸。

六,整理路堤以合於圖樣上之形式。

七,工程器械及工具之修理,損壞,折舊,及資本之利息。

八,管理費及臨時費。

石質之炸解 路綫若經過石質之地,不易用人工及機械挖掘者,宜用炸藥炸解。用於土方工程之炸藥,大致可分為猛性與緩性二種。甘油炸藥 Nitro-glycerine 為猛烈炸藥之一種,攜帶甚屬危險。顧用之於堅脆之石層,最為相宜,轟炸之力,足使大塊之石層爆炸而下。反之,在柔韌之石質,或堅固之土質,此種炸藥最少功效,祇能擴大藏藥之洞孔而已。甘油炸藥甚昂貴,普通炸藥有 75% 之甘油硝酸者較為相宜,且施工時較安全也。至於鑿孔於石以置炸藥,則須研究石層狀況,俾一定量之炸藥能得最大之效果。

習 題

1. 平面路基與斜面路基孰為優劣?
2. 試言建築土方之方法與路基縮壓之關係。
3. 述路堤之建築法。

第四章 道 碴

道碴即鋪在路基之上，軌枕之下，用以藏護軌枕之物料。或用煤屑，或用鐵爐滓，或用碎磚，或用沙，或用石子，或用碎石，視運輸之情形，物料之價值，當地之情形，及一路之經濟狀況而定。軌枕下之不用道碴者，祇敷設於路基之上，俗謂之泥土道碴，實非道碴也。道碴之功用，在分布上面車輛之壓力於下層面積較廣之路基，保持軌枕平整之狀態，流卸軌道上面之水量，以防冬季之凍裂，保持軌道之水平高度，及增加軌道之彈力。道碴物料之良否，視其能否發生此種效力為斷。良好之道碴不一定為最廉賤之物料。人常以購用最廉賤之物料為最經濟，此實錯誤，蓋不知苟以略高之價，用較良之料，其良好之結果，在經常費用上甚為顯著，是為至經濟也。

道 碴 之 要 義 良好之道碴宜具之性質如下：(1) 宜堅硬而能受壓力；(2) 宜能滲水，以免水分侵入路基，使之鬆動，及防冬季凍裂之虞，且不使水量浸漬於路面，以促枕木之朽腐；(3) 宜潔淨而不含腐植土；(4) 宜具彈力，令車隊經過時之震動可以和緩；(5) 不宜太粗，亦不宜太細。太粗則空隙多而耐力小，太細則易變為塵土，隨車飛揚，足以損害車輛之機件；(6) 不宜笨重，以便隨時可以擠墊或剔

除；(7)宜能沖洗，以便除去積土，蓋積土既易蓄水，復能滋草也；(8)宜不含黏土，蓋以黏土溼則膩滯，乾則易結成硬塊也。

碎石 碎石之大小，宜在 2 公分至 6 公分之間，不宜太大，太大則空隙較多，亦不宜太小，太小則一碎不復適用。石質宜堅硬不宜脆，宜能禦寒而不致凍裂。碎石道碴較其他物料為費，若路線之旁有相宜之石鑛可以取石，則為費較廉，類多用之，以其堅硬有耐力，潔淨而富於滲水性，有保持軌枕之功用。軌枕一經藏護，修養之工夫甚省。在運輸衝繁之鐵路，尤必須用碎石之道碴。我國各鐵路亦大半習用之。

碎磚 在難覓石子或碎石之地帶，而有適宜之土質可供利用者，可就地製磚擊碎之以作道碴。惟製磚之燃料須乾潔，火候須勻透，得磚方佳。磚價廉於碎石，而堅耐力較遜，不能經久。津浦鐵路北段昔日即就地取土製磚，以為道碴之用，今則多用碎石。

煤屑 路上用煤屑作道碴者，亦甚夥，即可利用路上機車及機廠所遺下之煤屑。煤屑之利處，尤在易於排卸水量。正綫已成而欲添築支路及展綫，則價值至廉。其害處之最著者，厥惟易軋成灰塵，飛揚於空中。大抵在車站之車場內，煤屑較勝於石子，外路則否。

石子 亦為良好道碴物料之一種，凡鐵路所經，鮮有不易覓得者。石子之價每廉於碎石，蓋以取之較易，碎石則先須鑿山，次須軋碎，費工甚多。石子須擇其粗糙，而去其圓

滑，須無泥土及細沙之混雜。若有是項物質，即應施行沖洗或篩去。但石子道碴仍須雜以 25% 左右之粗沙，以填其空隙。

沙 沿海岸之地，積沙每甚富，故傍岸之路，不妨就地取沙，以作道碴。價甚廉賤，尤富於排水之性質。然海沙往往過於潔淨，山沙之略含黏土者較爲適宜，因此少量之黏土尚不足以蓄水，而卻能使沙質略具黏力也。沙易於飛揚，沙粒滿布於軌面，使軌條與車輪均易損壞，且沙粒能飛入機車及車輛機件之內部，此則沙之害處。

鎔爐滓 如易得多量之鎔爐滓，則足作良好之道碴。因鎔滓絕無泥土之混合，排洩水量亦易。但鎔滓之種類及性質各有不同，宜慎加選擇。

泥質 如天然之泥土畧含砂質，天雨後尚能排水容易，則在輕量運輸之下，亦可一時勉強作道碴之用。但若運輸量重，則不相宜，全路用之尤不佳。蓋一經雨後，即呈變態，修養之工夫甚煩也。

道碴之厚度 重量列車經過軌路時，軌路下面所生之變態至有研究之價值。據細密觀察之所得，則重載列車經行時，軌枕每一經車輪之碾過，即被壓入道碴之內。道碴被壓，則一部分之物料必被壓碎。無論物料如何堅實，必難免之，不過較鬆脆者較易壓碎而已。其結果則被壓碎之物料變爲粉末，爲滲水之障害。同時因受上面之高壓，而陷入於路基。故苟將使用日久之軌道揭開，而觀察其路基，則在軌枕之下者陷入，而在軌枕之間者突出，具一鋸齒形之縱

截面。此陷入之處，最爲蓄水之淵源。此種現象之顯著程度視一路之運輸量而異。故一路道碴之厚度要與該路之運輸量爲比例。美國鐵路工會 (American Railway Engineering and Maintenance of Way Association) 分鐵路之運輸量爲 A, B, C 三類；屬於 A 類者，其道碴之厚自軌枕下面至路基上面爲 30 公分 (12 英寸)，B 類爲 23 公分 (9 英寸)，C 類爲 15 公分 (6 英寸)。本國國有鐵路定制，幹路採用 23 公分 (第十六圖)，約合 B 類之運輸，次要路則採用 20 公分之厚度。

道碴之鋪設法 在新路上最廉省之鋪設道碴法，爲先鋪軌枕及軌條於整理好之路基上，而以工程車運載道碴沿途鋪設，然後將軌條升高，將路面之道碴擠墊於下，以使軌面達於路面預定之水平。此法雖簡省，但軌條易於損壞。蓋以軌條鋪於不平之路基上，經工程車重壓，難免有彎曲及折斷之虞。而擠墊道碴將軌條升高之時，亦易致軌條損傷，故不宜爲法。較佳之法，先將由軌枕下至路基上面一層之道碴鋪好，然後敷設枕木及軌條，再通行工程車，添上相當之道碴物料，使緊護軌枕之四圍，以合於預定之形式。

若求鐵路之建築費不超過一最小之限度，而於最短時期內開始運輸時，常有先鋪軌條後墊道碴之事。但苟能避免，則以先鋪道碴爲愈也。

習 題

1. 述道碴之作用及良好道碴應具之性質。
2. 道碴物料有幾種？以何種爲較佳？

第五章 軌枕

軌條之承墊法 軌條之下須有相當之物以承墊之及支持之，俾兩軌條之間，得保持應有之距離，並減少軌條所受之外力。承墊之物，不宜過於堅硬。如敷軌條於堅石之面，實所不能。亦不宜過於缺乏抵抗力。應具有均勻之彈性，以減少列車經過時之震動。承墊之法有二：(甲)縱承墊法，將軌枕之長與軌條之長同向，而墊於軌條之下。此法歐洲偶有用之，美洲惟橋梁上及鐵路終站車場內偶見，不過縱向軌枕之下，常再加以橫向軌枕。本國平漢等路橋梁上軌條亦多着於縱向軌枕之上。(乙)橫承墊法，係用木或鋼鐵作軌，橫鋪於軌條之下。此法最為普通，本章所述即以此為限。

物料 軌枕以木料最為普通。但世界上已開闢各國木料漸告缺乏，而木枕之來源漸見稀少。此不特為歐美各國之問題，即本國以木料蘊藏之不富，及內地運轉之不便，枕木一項遂為漏卮之一大宗，占鐵路常年支出之重要位置。鋼鐵軌枕在歐洲習用甚久，膠濟鐵路德人建築之時即用之，原價當必甚昂，然其使用年限之長，自無疑問。廣三鐵路亦曾用比國鋼鐵軌枕，其他各路鋼製軌枕之用有而不著。以本國林產之缺乏，煤鐵之豐富，將來或竟用鋼枕以代木枕，未可知也。近日三和土軌枕與鐵筋三和土軌枕之說

甚盛，然以彈力之缺乏，一經車輛之震動，常失其支持之能力，是以三和土軌枕祇可謂之尙在試驗時期中。

軌枕之經濟 軌枕之真正經濟，繫乎長期間之修養費，購置之原值不過經濟上問題中之一而已。廉賤之軌枕常須抽換，每次抽換所需之工費，不問軌枕之爲堅木爲柔木也。堅木能耐久，則抽換之次數省，而抽換之工價因以省。廉賤之軌枕使路軌不平，修養費工，且以常須抽換之故，以致路碴時須挖掘，軌枕鋪上後實未嘗有堅着於軌道上之機會。況廉賤之枕木，長短厚薄寬狹都不齊，足使道碴之功用不均勻，損耗亦參差。是以枕木使用之年齡實直接影響於軌條之使用年齡，機車及車輛之損害，及列車之行駛速度。此數者雖未能盡以金錢之數量計算之，但若能在一極長之時間內統計廉劣枕木之頻頻抽換，與所增加之抽換工價，高出於使用較久之良好枕木，與次數較稀少之抽換，足以證明枕木之經濟不在採用廉劣之物料，以求原價之減省也。至於研究軌枕之直接經濟，必須注意以下四問題：(1)軌枕之原值，(2)使用年齡，(3)抽換枕木之工價，(4)資本之利息。而四者之中亦須視孰爲重要。譬如資本缺乏，而於物料原值不能不加以限制，則不得不以(1)(4)兩項爲重，而(2)(3)兩項爲輕，特此每非善策耳。以下所論天然枕木蒸製枕木與鋼鐵軌枕之經濟，乃根據各該項物料在一極長時期內修養之總值，包括軌枕之原值，鋪設及修養之工價，機車車輛之損蝕，及列車速度之關係而言。

枕木種類之選擇 關於適宜木料之選擇，自當視各

該地之所產爲定。卽有極良好之木料，而其價值或運費過於昂貴，反爲事實上所不許。大抵木質不宜太柔，太柔則抵抗力薄弱，易於爲軌條所磨軋而蝕落及枯朽。亦不宜太剛，剛硬之木雖能使用長久，然過脆則下道釘時常有使木質破裂之虞，因之未至相當之年齡，卽不堪復用。故木料之可貴者，惟堅實而有韌性，最宜作軌枕之用。木料種類大概以松類最爲普通。雖屬於柔木類，然世界各處多有出產，故最著於用。本國林產甚稀，除滿洲之紅松木，海林松，及安徽所產尙經久耐用外，其他多取材於日本之北海道，中以橡櫟及雜木爲多。美國太平洋岸各省產松最富，俗謂之美松 Oregon Pine，本國各路亦多仰給之。近年以來，有採用堅木之趨勢，常購用南洋羣島之堅木及甲拉木 Jarrah。滬寧鐵路及滬杭甬鐵路近有完全採用甲拉木之計畫。至於湘產松木常一再試用於湘鄂鐵路，價廉而出產不足，功效尙未見著。

枕木之採伐 枕木之木材在北方地帶宜於冬季汁液不流時採伐之。採伐之後，應使在大氣中經過一長時期之風候，使之結實，然後取用。此長時期之風候，實與枕木之使用年齡至有關係。此時期至少應有六個月至一年之間。枕木有斫成與鋸成二種。枕木之斫成者，兩端常不平整，爲使枕木之大小整齊起見，自以用鋸爲佳。但鋸成之面每較斫成之面爲粗糙，兩端尤然。爲促成含蓄水分及枯朽之一原因。用斫則須較良好之木材，用鋸則否，於木料較爲經濟。故二者之利害，難爲絕對的比較，視各工程師之好尙而定。

之惟若施以木油蒸製者，則以鋸成爲多。枕木切成後，常須於承墊軌枕之處刨平之。近日有機器專爲刨平承着軌條之處而設。所有已切成之枕木應堆砌之，以預備風候。堆砌之法，須使各枕木間留有空隙，爲空氣流通之用。枕木堆砌宜於木林之處，俾不至受過分之風日，而有驟行縮裂之弊。

枕木之耐用 枕木之使用年齡，視以下各種情形而定：(1) 氣候，(2) 道碴之滲水，(3) 運輸之總量，重量，及速率，(4) 路綫上之曲綫，(5) 墊板之有無，(6) 採伐木材之時期，(7) 敷設以前木料之年齡及風候之程度，(8) 產木處之土質情形。

若就枕木之自身而言，則枕木損壞方法有三種：(1) 天然之枯朽，(2) 軌條下面之磨蝕，(3) 道釘孔之鬆動。就中以天然枯朽最爲普通。大地上之氣候乾溼不時，在低溼之地帶或滲水不良之道碴，則枕木之外面常先爲枯朽。地位高爽，且道碴易滲水者，外面之枯朽較緩。有時道釘鬆動，另易地栓釘時，其舊釘孔足以含蓄水量，促枕木之腐蝕。枕木之不着於土地者，如在橋梁上之枕木，則其枯朽常自內起，基於內部液汁之醱酵。枕木在道路上既不能免潮溼之侵害，則其枯朽乃是遲早之事。較堅實之木不易枯朽，然道釘孔一經鬆動，須另行鑽孔，枕木上面既不寬，而可以鑽孔之範圍又有限制，若釘孔依次鬆動，則木雖不朽腐，已不足再作枕木之用。松類與紅木雖頗能抵抗朽腐，然以木質之柔軟，常受軌條下面之磨蝕，載重之車輪輾過時，能立將木質纖維壓斷而剝落。爲減少軌條下面之磨蝕，因有墊板之利

用，下章再述之。在極彎曲之弧綫上，運輸之量又極重，則車輪經過時輪緣與軌條之間發生強烈之橫壓力。此橫壓力有使軌條向側傾倒之趨向，使一邊之道釘爲所牽拔。此種道釘常受牽拔，則必漸漸鬆動，而不復能保持軌條之地位。是以弧線上之軌枕常受道釘鬆動之影響，其使用年齡常不及其天然枯朽之年齡。

枕木之年齡既視許多情形而異，殊難爲概括之論斷。平均計算，不曾蒸製之枕木大約可用七八年，若運輸之量甚輕，而天氣及其他情形均特別優良，則枕木有曾用至二十五年者。本國所用各種枕木之年齡及經濟曾經株欽及周襄鐵路總工程師美人開爾氏 G. A. Kyle 作詳細之分析，其結果如附表所列。

此表中國各部枕木年齡之不同，則以氣候差異之故。而南方天氣潮溼，枕木常爲白蟻所蛀害，尤爲減少年壽之一大原因。又枕木上四孔鑽價之有列有不列者，則以柔軟木料不必鑽孔，直可用鐵錘將道釘錘下，堅木則錘釘恐致枕木破裂，故先鑽孔，然後下釘。統就此表以觀，則日本檫木實爲本國最經濟之枕木。以各路需用枕木之多，而致仰給於鄰國，誠路政上一大問題也。

枕木之大小 在標準軌距之路上，最適宜之尺寸爲長約由 2.4 至 2.7 公尺，厚約由 15 至 18 公分，寬約由 20 至 25 公分。次要之路，枕木之長有縮至 2 公尺者，亦有數路用 3 公尺長枕木者。本國定制，枕木長 244 公分，厚 15 公分，寬 23 公分。（約合英尺長 8 呎，厚 6 吋，寬 9 吋，爲本國素所適用

項 目	日本檫木	Apitong	馬拉木	堅 木	滿洲松	美 松
<u>年齡之估計</u>						
中國北部.....	9年	10年	18年	7年	5年	7年
中國中部.....	8	9	16	6	4	6
中國南部.....	7	7	14	5	3	5
中國各部平均	8年	9年	16年	6年	4年	6年
<u>價值之估計</u>						
每根接收之價.....	2.25元	2.75元	6.00元	2.20元	1.50	2.60元
四釘孔之鑽費.....	0.04	0.04
四枚道釘之價.....	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
安放枕木及釘枕之費.....	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
每根枕木在軌道上之總價.....	2.68	3.22	6.47	2.63	1.93	3.03
年息六釐*	0.16	0.19	0.39	0.16	0.12	0.18
每根之價.....	2.84	3.41	6.86	2.79	2.05	3.21
每年之值.....	0.35½	0.38	0.43	0.47	0.51	0.54

按此係根據資本僅能預支一年故建築時期利息以一年計算

之大小。)

枕木之大小有斫成及鋸成二種，前已述及，因木紋常有不直者，故鋸成之面粗糙，易於含蓄水分，而致枯朽，惟用木油蒸製法可避免之。鋸成之木大小一律，便於使用，而用在橋梁之枕木尤當鋸成，俾尺寸勻整。

枕木之排列法 枕木排列之疏密視枕木之寬狹而異。大抵以 9 公尺之軌條用枕木 14 根至 16 根承墊最爲普通，亦有減至 12 根至 10 根者。減少根數原非一定經濟之道，蓋以軌枕之疏密，與軌條之重量，皆所以示軌路鞏固之程度，若運輸之量需要一定之軌路鞏固程度，則減少軌枕之數，即須增加軌條之重量也。但軌條之增加亦自有限，蓋以兩軌條之間應留充分之隙地，俾道碴得將軌枕緊護，而無鬆浮之患。普通兩軌枕間之隙地約等於軌枕厚度之一倍。故若用寬 23 公分厚 15 公分之枕木，則 9 公尺之軌條下應用 17 根也。較小之枕木用數較多，然尺寸較小者價常較廉，可比較以定之。

枕木之排列不宜平勻，蓋以兩軌條聯接之處爲軌路上較弱之點，應有較鞏固之承墊，故鐵路上大抵在兩軌條聯接處悉使枕木較爲密排，每聯接處約用軌枕三四根，而以其餘根數平勻排於軌條之中部。

枕木之化學保用法 木質纖維內常有汁液或空氣之存留，苟非因所含汁液之醱酵，木質不至枯朽。故現今所用之化學保用木料法，其原理即注在將木質內之水分及汁液盡量取出，而於木質纖維之空間內滿充以防腐之劑，

特所用提出木汁方法及施用化學物質之不同耳。柔質木料較之堅質木料所含汁液為多，蒸製法亦較易。一蒸製之柔木與一蒸製之硬木功效不相上下，而比之一未經蒸製之柔木則遠勝故今日之言化學保用者，大抵以柔木為限。

木油蒸製法 此法係以木油壓入木質之內。所用木油，英文名曰 Creosote，乃從木料中蒸煉而得。蒸製枕木時將多數枕木納於大圓筒中，而封固之。於圓筒之內先施以蒸汽壓力，繼將筒內空氣用抽氣機抽出。由是更番舉行，歷數小時之久，俟木質內之水分及液汁完全抽出後，將木油熱至華氏表 170° ，導入筒內，再以壓氣機施行高壓，直至筒內之氣壓約及每平方公分 $5\frac{1}{2}$ 至 7 公斤之數。如是繼續一二小時，視木之大小而異。乃將筒揭開，將油質除去，而蒸製之事畢。計每一次蒸製約需時 18 至 20 小時。每一立方公尺木料需用木油約 160 公斤。雖一立方公尺木料內之空隙所能含蓄木油不止此數，但事實上未能完全以木油充塞之，亦不必也。此法較為耗費，然最為有效。我國鐵路亦有自行設廠以此法蒸製枕木者。

氫化鋅 Chloride of Zinc 蒸製法 此法與上法大略相似，不過所用之化學劑不同，無須先為燒熱，且木質之更番加壓及抽氣不必如前法需時之久。用此法者，須注意各根枕木之風候程度相等，蓋在同一時期內，久經風候者所吸收之氫化鋅較之新木為多，苟非各根之風候程度相等，則蒸製後枕木之性質即不一致也。此法之弊有二：一為此種化學劑之易為水所沖刷，而恢復易朽之狀態；一為木料經

此法製煉後，喪失耐力之一部，性較脆弱若用諸棧道等之負重建築，殊不相宜。

二氯化汞 Bichloride of Mercury 蒸製法 此法需時較久，而耗費較廉，木質所吸收之化學劑亦甚少。但其弊處在化學劑之有毒性，工人常為所毒害而致疾故用之較少。

銻與樹皮酸合劑 Zinc tannin 上述蒸製法，皆使液體之防腐劑充塞於木質纖維之小孔，一經水浸，不免沖洗而去，在大氣之溼氣或雨水中亦不免受其影響，特沖洗之程度有遲有速耳。此法乃將化學劑二種，一為銻化銻及膠質，一為樹皮酸，更迭壓入木質纖維內此種化學劑單獨能溶於水中，故壓入甚易，但兩者一經遇合，即成爲一種革狀不溶之物質，外界之水不能將存在纖維內之銻化銻沖洗以去。此法昔日曾經試用，認爲能延長枕木使用年齡三倍，並可增加道釘之牽着力，但頗爲耗費，故用亦不廣。

蒸製枕木之經濟 蒸製枕木之法，在今日尙未能廣爲施用者，則以所增之年齡，常不值所增之耗費也。譬如每根一元之枕木，所需蒸製之費爲一元，而其結果僅能將其年齡倍之，則所謂經濟蓋有限，所省不過一次之敷設費，而須負擔所增資本之利息，况資本支出爲數倍大，不免發生困難乎。若甲種堅木之原值尙大於乙種柔木之原值外加蒸製之費，而使用之年齡又復相似則自以乙種爲經濟。至於原值及蒸製之值大，而使用之年齡長，則須詳細比較以定之。

鋼鐵軌枕 鋼鐵軌枕歐洲久經通行，尤以德國爲多，

美國僅在試驗時期而已。鋼製軌枕之耐用，尚爲一待決之問題。因此種軌枕迄未得一適當之形式，而鋼鐵軌枕之破壞，又多由於形式之不良也。利用之者，常謂能使用三十年至五十年，反之者，謂不在二十年以外。然鋼枕與木枕有不同之點，木枕之枯朽與使用及年齡二者均有關係，至鋼之破壞，則視運輸之量，而與年齡無甚關係。形式良好之鋼枕據謂能載 150,000 至 200,000 列車。若路上每日經行列車 20 次，則有 25 至 33 年之功用。每日 20 列車在單綫上已甚爲繁重。鋼枕多有生銹之弊，在卑溼之地帶及山洞之內尤甚。然路上山洞範圍甚有限，且洞內抽換爲難，自以採用年齡較久之軌枕爲佳。鋼枕之破壞，大抵始於枕上道釘孔旁之裂罅。此種釘孔爲便利起見，多爲鑿成而非鑽成，孔邊一裂卽爲破壞之兆。若以小鑿鑿後，再以鑽機擴大之較爲安全。總之以世界木料之缺乏，改良鋼枕誠目前需要之圖也。

鋼枕之形狀大小 軌枕之主要性質在乎在道碴上地位之穩固。故枕之兩端須向下彎曲，或軌枕下面有適宜之支柱。如第二十二圖所示，乃普通鋼枕之一種。有時鋼枕之弊病在於鋼質之太薄，大抵 45 公斤以下



第二十二圖

重量之鋼枕失之過輕。德國鐵路上多用 45 至 60 公斤以上重量之鋼枕。鋼枕之大小應與木枕無甚差異，但厚度則視木枕遠減，大約在 65 公釐至 95 公釐之間。

習題

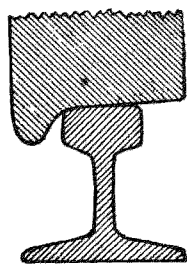
1. 何為軌枕之真正經濟？
2. 軌枕木料應如何選擇？
3. 枕木使用之年齡所關係之事項為何？
4. 枕木之損壞方法有幾種？每種應施用何種人工方法以抵抗之？
5. 蒸製枕木多施於柔木或多施於堅木？其故為何？
6. 依照本國情形，堅木與柔木何者較為經濟？蒸製枕木是否為目前急要之事？

第六章 軌條及其附屬物

形式 軌條形式各國不同，一國之中，亦不畫一。昔日沿用之舊式姑不具論，即今日所通用者，細別之不下數百種，而大別之不外乎二類：一雙頭者，一平底者。雙頭者多用於英國、法國尚有沿用之。計畫此雙頭式之意，係預備一頭經過多量之運輸而致損蝕過甚時，可將軌條倒置，與一新軌無異，由是鋼軌使用之年齡，幾可及倍。然就過去之事實而觀，則鋼軌下面之一頭在承墊處之損蝕亦甚著。若向上之一頭損蝕過度時，其他之一頭亦幾不可復用即勉強用之，而軌面已經損蝕之處甚為粗糙，且或因軌條內部耐力變遷之故，甚為脆弱。是於倒轉翻用之原意，未能得達。又有一種，則向下之一頭完全為承墊之用，然承墊之物，雖謂較宜於載重而行速之車輛，然於構造及修養均見耗費。

平底鋼軌幾通行於全球，我國各路亦祇有此一種，特其截面之大小形狀不同耳。軌條截面中各部分鋼質之分配，主張軌頭占較大成分者頗不乏人。蓋以軌條最大之用在承托並限制車輪之行動，因受此等外力而易磨損者厥惟軌頭。軌頭大而厚，則使用可久，而不至時時更用新軌。但軌腰太弱，則無以承負軌條中之剪力，軌底太弱，則軌條易於傾側，軌枕易於壓毀。且軋轆鋼軌之時，若頭部過大，則底部已冷，而頭部尚熱，易使鋼質顆粒粗糙。是以平底鋼軌之

原理，即在使軌底較闊，軌頭較小，能於較低之溫度輾軋，俾鋼質堅實勻淨，冷時不至撓曲。美國土木工程師會 American Society of Civil Engineers 經多數專家之研究，歷數年之久，於1893年之大會，決定軌條截面鋼質之分配如下：軌頭42%，軌腰21%，軌底37%。平底之軌頭頂面宜略平闊，使與輪箍接觸之面較廣。軌頭兩肩上面之曲度宜有甚小之半徑；但此說尚聚訟紛紜，莫衷一是。或謂兩肩尖銳足使輪沿磨損，輪沿磨損過甚，則出入岔道時恐不免有出軌之虞。反之者則謂輪箍與軌條之接觸面小，則面之磨蝕甚微，直至磨蝕漸多，接觸之面愈廣，則磨蝕之度亦漸速。軌頭與輪沿之關係如第二十三圖。軌頭之兩邊，美國舊制軌頭上下大小，為 10° 之傾斜，其後土木工程師會所定，則為垂直。最近美國鐵路工程師會復規定其斜度為橫一而縱十六，其意欲使軌頭下之魚板接觸面得以加大，而不易壓毀也。



第二十三圖

軌底宜寬平，一則得較穩之承座，二則可免傾側之虞。如軌枕之下施用墊板，則軌底之寬度可減少之。軌腰無須太厚，但軌身宜略高，俾軌條較富於堅韌性。富於堅韌性之軌條能減少行車之馬力也。

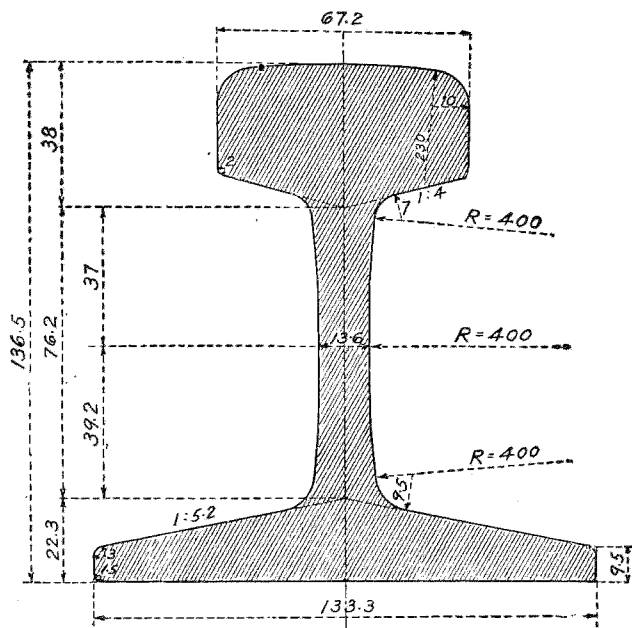
軌條之重量 軌條之堅韌與其截面之惰性動率為正比例，而在相似形式之截面，則惰性動率與截面面積之平方成比例，即與單位長度軌條重量之平方為比例。換言之，即軌條之堅韌與其重量之平方成正比例。如兩軌條之

重量相等(面積相等),則堅韌之程度與軌條之寬度及高度之立方為比例。因堅實之軌道足以減少修養之費及行車之力,故採用較重而較高之軌條,實為經濟之道。但以軌條所受之外力,頗無一定,機車及車輛之輪重雖可得而知,然當速行時所發生衝擊之力,及路基抵抗力經過軌枕之如何分配,全在不定之數。故應用若干之重量,完全為一經驗上之問題也。

軌條之重量在英美制以每碼(3英尺)之磅數表示之,在萬國通制則以每公尺長之公斤數表示之。在運輸量輕之路宜用每公尺30公斤(約合每碼60磅)至每公尺37公斤(約合每碼75磅),運輸較重之路宜用每公尺37公斤至每公尺43公斤(約合每碼85磅),而最忙之路常有用至每公尺50至55公斤者(約合每碼100至110磅)。近因車輛載重之日益加增,而軌價尚無甚增益,故以軌條與軌枕較,常加重軌條以增加耐力。多用枕木足以增加修養之工費也。况軌條之堅韌程度與重量之平方為正比例,既如上述,則引用重軌所增加之堅韌程度視所增之購價為速。在通常之鋼軌截面重量增加,其單位之值常不變。譬如重量增加10%,其原值亦增加10%,然其堅韌力則增加21%。可知重量之軌實較為經濟,雖運輸之量不一定需求此項重軌,亦宜採用之。其使用年齡之加增比例,亦在價值加增之上也。

本國各路昔日建築之始,多採用每碼65磅之鋼軌(約合每公尺32公斤),近則主要幹路多改用85磅之重軌。昔年交通部召集國有鐵路工程會議時,決定採用每公尺43

公斤之軌(約合每碼85磅),爲幹路之標準軌重。次要之路,則准用32公斤輕軌。至於鋼軌截面,亦曾經多番研究討論,今所採用者如第二十四圖。



(圖中尺寸均以公釐計)

面積以平方公分計	54.878
對於橫中立軸之慣性動率以四方公分計	1405.68
對於豎中立軸之慣性動率以四方公分計	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

第二十四圖 標準四十三公斤鋼軌截面

軌條之長度 軌條之長度，美制以33英尺為標準（約10公尺），歐洲則9公尺10公尺皆有之。近年頗有採用長軌之趨勢，15公尺及20公尺均曾試用，蓋以軌長則接縫少，接縫少則較經濟，而軌條之耐力強，且較勻淨，於行車及修養均見有益。或謂較長之軌用在弧綫上較易屈曲，短軌則須機力以屈曲之。然長軌亦應有相當之限制，過長之軌重量過大，搬運艱難，且冷熱漲縮之度，在長軌為太大。鋼鐵之長度漲率為0.0000065（每華氏一度）。譬如一地方最高之溫度，為華氏130°，而最低之溫度為華氏-20°，則20公尺長之軌兩條在130°兩端接觸時，則在-20°，必留有2公分寬之空隙。如空隙預留太少，則伸漲時軌條有撓曲之虞。街市鐵路及電車軌道常用長軌，且兩軌間之接縫堅固，使軌條無伸縮之餘地，則以街市鐵路之軌條常為道上鋪砌所掩護，所感受溫度之變化較微，而其伸縮之力又有鋪砌物以抵抗之也。

本國定制之標準軌條長度有二種：一為10公尺，一為12公尺，得由工程師依地方天氣極寒極熱之度而斟酌採用之。

鋼軌之化學成分 鋼軌所常含之主要雜質為炭、矽、錳、磷、硫等質。炭之成分足使鋼質堅實，然太多則足令其脆弱。在別色麻鋼 Bessemer Steel，宜有0.35%至0.55%，在馬丁鋼 Open Hearth Steel，可有0.75%至0.85%。矽質能令鋼質鈍厚，宜含0.1%至0.2%。錳質在別色麻製鋼法為必要，宜有0.7%至1.0%。磷與硫皆為有害雜質，但不能全數除

盡。磷質足使鋼質脆弱，硫質足使鋼質生裂縫，所含宜均不出 0.07% 以外。

鋼軌之使用年齡 鋼軌之壽命不能以年月算，祇能以所載重量之公噸數或所載之列車數表示之。在直線上鋼軌之損蝕全在頂面，而就統計之所得，則磨蝕愈甚，磨蝕之速度愈緩。又據長期間試驗之所得，則在直線上之鋼軌載過重量 10,000,000 公噸時，其軌頭鋼質之磨蝕約為每公尺去半公斤。在每公尺 43 公斤之鋼軌，其頭部約有 18 公斤之鋼料，假使軌頭最甚磨去一半，則此鋼軌約可載過 180,000,000 公噸之重量。平均言之，可謂在 100,000,000 至 200,000,000 公噸之間。較重之軌如每公尺 50 公斤可載過 400,000,000 公噸之重量。但車輪與軌條之磨擦，以機車為甚，故軌條之損蝕，大半由於機車。故祇就所載之重量而言，仍未知此項重量之如何分配，為長列車或為短列車也。故使用之年齡又常以所載之列車數表示之，約在 300,000 列車至 500,000 列車之間。而在車站車場內，調車甚多，鋼軌之年齡亦較短。

弧線上之損蝕 在直線上軌條上部之損蝕如第二十五圖。因重壓而鋼鐵又略有韌性，故除上部損蝕外，軌頭兩旁各擠出鋼料少許。在弧線上則外軌之軌頭裏面受重大之磨蝕，其裏面擠出之少許鋼料，漸漸為車輪磨蝕以去，如第二十六圖。直線上軌頂之損耗愈久愈慢，而在弧線外軌，則愈久愈速。弧線內軌之



第二十五圖

損蝕限於軌面，但其損蝕之速較之直綫上為甚。蓋以車輛經行弧綫時，內外軌之長度不同，而車輛之左右輪所經之地則一，故車輛必有滑軌頂而過，發生劇烈之擦力。



第二十六圖

軌條之向內傾斜 歐洲習慣，每於一路綫上之軌條向內略作傾斜，使軌頭之形式與輪沿相合。其利有三：(1) 車輪之向下壓力能直接傳播於軌條，不變更其方向，因之軌條在負重之下，無向內傾側之趨向；(2) 因重量位在軌條正中之故，故軌頭一邊不至磨蝕，即有磨蝕，亦以軌頂之面為限；(3) 據學者實測所得，鋼軌之年齡可因之增加30%。欲使軌枕上預留一斜面之槽，以便安置軌條於相當位置，可採用近



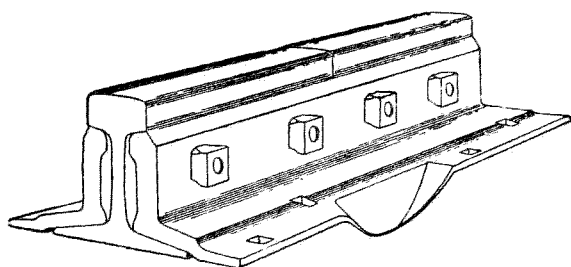
第二十七圖

製一種墊板，上面預留一斜面之槽，俾軌條安上時得有適當之向內傾度。本國亦規定軌條向內傾度為1:20 (第二十七圖)。

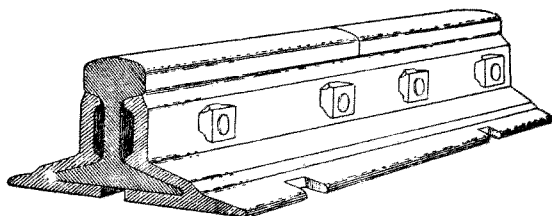
軌條聯接之要義 軌條因為便於運送及免除過量之伸縮起見，其長度常有一定之限制。既如上述，則軌路上必有多處之軌條聯接。軌條聯接之要義，在使聯接處之耐力及堅實程度與軌條一致，不過高亦不過下；須使於軌枕鋪設之法則不發生障礙，其原值及修養費並須低廉。聯接處之堅固程度及耐力，所以要與軌條一致者，蓋以重量車輪行駛於富於彈力之軌條上，軌條鋼料在車輪之前者，因

車輪轉動而發生一種波狀之行動苟軌條聯接處之堅固程度或彈力變更,必令軌條之接縫受強大之震擊力。彈力之變更愈大,則震擊力愈大,即對於接縫之破壞性亦愈大。良好之軌條聯接應使車輪經過接縫時所接兩軌之兩端左右上下均不變其位置,兩軌猶如一軌,使車輛之輪緣由此軌至彼軌時不至忽然躍起或變更方向理想上之聯接,惟有將兩軌銲為一軌,但事實上既不得行,惟製造適宜之聯接法,務期達此目的而已。

軌條聯接之形式 近日通用之軌條聯接大別之可為二種:一為魚尾鉸式 Fish Plate Joint or Angle Bar, 一為橋式 Bridge Joint。第二十八圖為魚尾鉸聯接之一種,第二



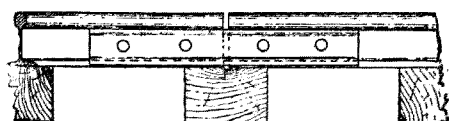
第二十八圖



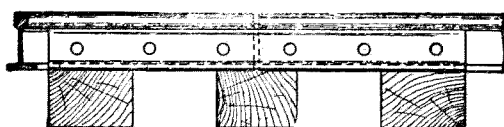
第二十九圖

十九圖爲橋式聯接之一種。本國向來通用魚尾鉸式。鐵路技術委員會所制定者如第三十圖。

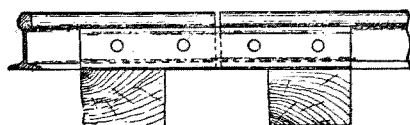
軌條聯接得依其下部軌枕之排列而分爲承墊聯接與懸空聯接兩種(第三十一圖)。承墊聯接者,即兩軌端之



短魚尾鉸承墊聯接



長魚尾鉸承墊聯接



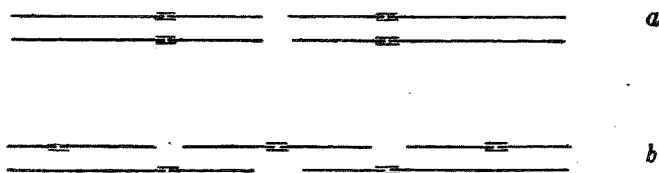
懸空聯接

第三十一圖

接縫正位在軌枕之上,如用短小之魚尾鉸,則聯接處單獨承墊於一根軌枕之上,如用長魚尾鉸,則魚尾鉸之兩端尙各著於一軌枕,是不啻爲三根軌枕所承墊。懸空聯接者,兩軌端之接縫位於兩軌枕之間,即承於兩軌枕之上。魚尾鉸式之聯接,承墊懸空均有用之,後者較爲通用。本國亦通用之。蓋以前者位於一根軌枕之上,則軌枕受力較大,若用三根軌枕,則中間一根薄弱時,成一極長之懸空聯接,故不如

直用懸空聯接之爲愈也。橋式聯接(第二十九圖)包固兩軌接縫之下部,故當然爲懸空接縫,俾承接於兩軌枕之間。

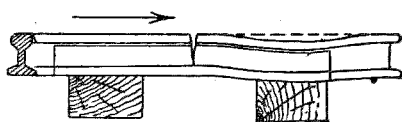
軌條聯接有平排者,即兩行軌條之接縫左右相對(第三十二圖a),有錯列者,即一軌條之接縫與一軌條之中部左右相對(第三十二圖b)。二者各有短長,但在路基堅固



第三十二圖

善於修養之路,宜用錯列者。若路基不固,道碴不良之次要鐵路,或以用平排聯接爲較安全,車輛經行時對於聯接及聯接處之軌條施較大之打擊,但機車及車輛可減少左右擺動之弊。本國路上以用平排聯接爲最多。有用直線上平排,而弧綫上錯列者,如平漢路其一例也。然部頒定制,則一律以錯列爲標準。

軌條聯接之作用 軌條聯接無論如何堅實,對於負重行速之車輪,不能不有若干之讓步。車輪躍過接縫處後,對於前向一條之軌端,發生猛烈之打擊,因之磨蝕軌面較甚。故凡雙綫鐵路於軌條接縫處



第三十三圖

依列車運轉之方向前一軌條之一端每發覺深著之磨損。

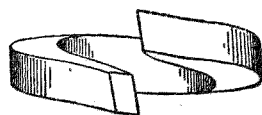
單綫鐵路則聯接處兩軌端均發覺之此猛烈之打擊力每致聯接處前一條軌枕下陷。苟不勤加巡察及修理，則此軌枕下陷後，聯接處之抵抗力減少，且所受之力由壓力而變為拉力常致軌條接縫崩斷，如第三十三圖。

車輪經過接縫時，軌條所受之力傳於軌條聯接，苟軌條聯接不將接縫下部包固之，則此力將傳於螺旋釘此釘頻經外力之加壓，漸漸鬆動，失其耐力，因之聯接與軌頭之間支持不穩。故聯接處軌頭之支柱究不若軌底支柱之重要。苟此後仍沿用目前所用之平底鋼軌及軌枕，則橋式聯接或居較重要之位置也。

魚尾鉸 魚尾鉸有短而容四釘者（每軌端二釘），亦有長而容六釘者（每軌端三釘），視軌條聯接式而異。魚尾鉸之重量須與軌條之重量為比例。我國定制用於每公尺43公斤鋼軌之魚尾鉸如第三十圖。

魚尾鉸上之孔多鑽為長圓形，以適合於栓釘中圓形之一部，以免栓釘鬆動。

栓釘 軌條接縫之栓釘應有充分之耐力，俾將兩塊魚尾鉸與軌條栓緊，使魚尾鉸得發生全部分之效力。栓釘之頭部宜作橢圓形，其長度應使尾端於栓緊後尚突出少許。為栓緊起見，



第三十四圖

宜添用一種之彈性襯圈如第三十四圖。

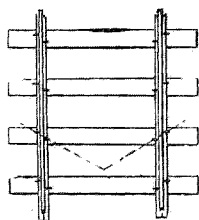
道釘 軌條着於軌枕之上（以下凡軌枕即指枕木），須用道釘釘固，俾兩軌間合於標準之軌距。道釘不止應有

抵抗力，並應有保持其抵抗力之性。以道上需用之多，及施工之繁，故其價須廉，其工須易。軌條為車輛軋過時，對於道釘常有繼續不斷之直向震動，此直向震動足令道釘鬆動，失其抵抗之力，直至道釘完全鬆脫時，即重行錘擊，亦不能持久。若另行易地釘軌，則至多可易地一次，枕木不久即因道釘孔鬆動或枯朽而不能復用，故道釘之形式及其着力至須注意。

狗頭釘 普通所用者，曰狗頭釘，美國多用之，如第三十五圖。此法實未為滿意，不過為經濟便利及安全起見，為



第三十五圖



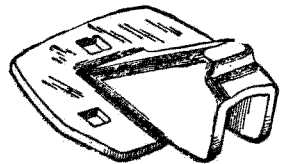
第三十六圖

較簡捷之法。道釘之釘法與其緊力頗有關係，宜略如第三十六圖所示。道釘錯列，則釘下時木質不易罅裂，而軌枕上普通每釘可新易地一次。

螺旋釘 為增加道釘之緊着力起見，螺旋釘之用亦甚廣。歐洲多用之，本國各路則狗頭釘與螺旋釘參半。部頒定制，則兩者俱可，惟工程師所擇。螺旋釘之形式如第三十圖。價值較狗頭釘為昂，錘釘之工費亦較昂，因須先在枕木

上鑽孔也。螺旋釘之緊着力優於狗頭釘，在堅木軌枕可二倍，柔木軌枕可五倍。因之不必時常更易，且可減少留孔積水之弊。在曾經蒸製之枕木上，最為適宜。以本國路上尋常狗頭釘被竊之多，且工價之廉，螺旋釘實較優勝也。

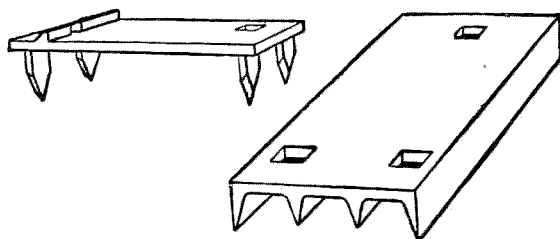
軌條支撐 弧線之外軌常因車輪趨向直線行駛之故，軌頭一部受極強之橫壓力，有向外傾倒之勢，致令軌底之外端壓入枕木，而使枕木破裂，且使內邊之道釘為所拔起。故昔日多採用一種軌條支撐以補救之，如第三十七圖。其數視弧線之彎度而異，彎度大者得每隔一軌枕裝用一枚，或每軌枕一枚。本國各路弧線之較彎者亦多用之，平綏鐵路其尤著者。此項支撐本為外軌而設，然常於內軌亦用之，安裝於同一軌枕上。



第三十七圖

墊板 墊板乃係一種鋼板，墊於軌條之下。軌枕之面，藉以傳播車輛之重載於一較大之軌枕面積上，以免枕木之為軌條所軋碎者也。其功用如下：(1) 較軟之枕木常因軌條之重壓而破裂，若運輸量繁重，則木質常於未至其天然之使用年齡以前，輒不堪復行使用，加墊板可免此弊；(2) 弧線上外軌之易於傾覆，及外軌內邊道釘之易於拔起，雖有軌條支撐可以利用補救，然墊板之效能實過於支撐；(3) 有墊板則道釘可穿過墊板，而在墊板左右之道釘可多得互助之效，使軌路更加鞏固；(4) 道釘之磨蝕大為減輕；(5) 使用墊板後所獲軌枕年齡之增加，修養之省事，與行車之

便利，其價值遠在墊板費用之上。本國路上亦有使用墊板者，然以國內鋼料之貴，運輸量之輕，且多購用柔木作枕，年齡至為短促，墊板能否得其完滿功用，尚為疑問。但路上之用蒸製枕木者，則墊板之利用，可無疑也。



第三十八圖

墊板之形式為一紛爭之問題。歐式多平底者，美式多於底面尖出數條，如第三十八圖。據謂底面尖出者較之平底者多需 20% 之力方能將板壓入同深度之木中。墊板之大小約自寬 8 公分至 15 公分。自身須有充分之耐力，以免受重載而屈折。其上面有時亦留尖起紋，以示軌條之適當位置，並保持此位置。

習 題

1. 論軌條重量與軌枕排列疏密之關係。增加軌條重量與增加軌枕數目孰較為經濟？
2. 軌條普通長度若干？其長度與工事上有何關係？
3. 如用 10 公尺長之 43 公斤斬條，則每一公里之單

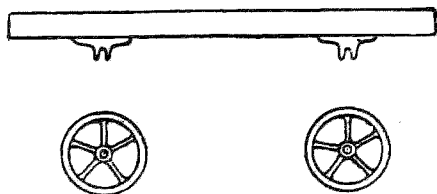
線鐵路內需軌條若干？共重若干？

4. 述弧線上內軌條與外軌條之損蝕情形。
5. 軌條聯接之要義為何？
6. 試比較狗頭釘與螺旋釘之優劣各點。

第七章 鋪路法

標概 在鋪路之前，應先於路基上佈插標概，以爲識別。標概多以松木爲之，長約 1.2 公尺，寬厚各約 5 或 6 公分，露出於土面者約半公尺。此種標概不插於路之中線上，應插於中線之旁離開 2.25 公尺之處，與最近軌條之距爲 1.5 公尺。若在雙線鐵路，則插於兩線中線之中。標概頂面應誌出標點，或埋以一小釘爲誌。在直線上標概之佈插可每隔 100 公尺一根，謂之一站。在曲線上則通常可每隔 30 公尺一根。曲線之起點，尾點，須另插標概。傾度改變處亦如之。標概頂面之高度，即預定將來軌面之高度，故其矗立宜極爲精確。

材料之運送及分佈 材料之如何運送及分配實爲鋪路時最重要之一事，與時間及經濟均至有關係。大抵所用材料恆於路之起點建庫房以存儲之，然後一面鋪路，一面行車，以利運送。第一公里內所用材料可用小平車以人力載運，以後之路如能用機車，則以用機車爲佳。第三十九圖乃示此種小平車，

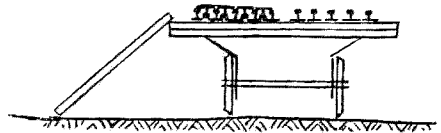


第三十九圖

其構造僅爲一長方車底及兩輪軸，易於湊合及分離，我國

公路建築時，載運輕量之材料，多用此車，頗為輕便。若路上有機車行駛，則望見機車時可將平車拆卸為三部，車隊既過，再行裝湊可也。

軌條之運送宜用二輛平車聯接以載運。卸時不可擲下，宜用兩木擱成傾面，如第四十圖，令軌條沿傾面而下。木之上面宜鑲鐵片，使之平滑，並應使軌與軌不致撞擊。軌條卸下後有時尚須抬行，計工人每名約可負



第四十圖

重50公斤，則九公尺長之43公斤鋼軌每條須有八人抬行。由是可想見採用長軌運用時之窒礙也。軌枕可與軌條分載於兩車，前後相隨。枕木卸下時，亦不宜擲下，致木質有破裂之弊。小件材料如道釘、墊板、螺旋釘之類，宜裝在箱內。零星載卸，蹣跚必多。

軌枕鑿槽及鑽孔 如用墊板，應於軌枕上先行鑿槽及鑽孔，可用槽規一具，槽規左右之鐵板恰與軌底寬度或墊板之尺寸同。板上圓孔之地位，即枕木上道釘孔之地位。由是依槽規以鑿槽及鑽孔。鑿鑽既畢，再以槽規覆按之，則將來軌條妥放其上，即合於預定之軌距。

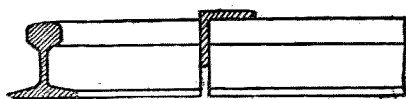
直綫內鋪軌 鋪路工隊宜有隊長一人，用木尺一枝，長約與半軌等。於木上依軌枕排列之疎密，作軌枕軸線之記號，即以此尺為準，在路基上以白灰作記號，以誌軌枕應居之地位。復以此尺在軌條上作記號，以誌軌枕與軌枕之

距。鋪設手續之次序如下：(1) 將軌枕依路基上之記號分佈之，(2) 如用墊飯，即將墊飯分佈於軌枕之槽內，道釘，魚尾飯及螺旋釘可同時分佈，(3) 將軌條二條安放於左右兩行墊飯之上，(4) 先將軌條之一用道釘使與軌枕鬆鬆聯結，(5) 視察此軌條之位置是否妥善，妥善後再將道釘使軌條與軌枕緊為聯結，(6) 依法令他一軌條與軌枕聯結，同時以寬度規檢察兩軌之距是否適宜。先驗兩端，次驗中部，太寬或太緊則扳正之。此事與將來行車關係至重，勿令忽寬忽緊。釘軌時道釘之錘下能使軌條向左或向右移動少許，故宜慎之。

軌條與軌枕之釘結須順序而行。若先插軌內之道釘，則宜順手先插軌內者，插畢再插軌外者。忽內忽外，易致遺忘。道釘不宜太緊，太緊則軌底受咬而易受傷。亦不宜太鬆，太鬆則軌未曾咬住，亦不堅固也。

左右兩軌先後鋪成，即可接續依向前進。欲令軌路之中綫符合，應先令標橛與較近一軌之距離為 1.50 公尺，其法可用一木尺一端擱於橛頂，一端擱於軌面以度之。

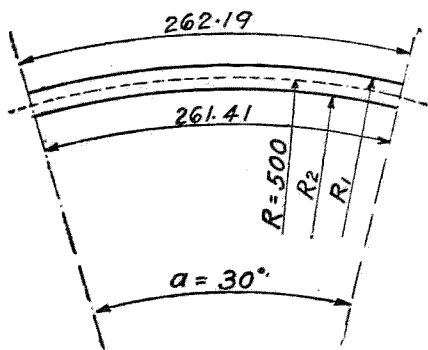
接縫 兩軌之接縫應為預留，既如前章所述。鋪路時應即按照氣候溫度以定接縫之度。其法可用角鐵一塊，其寬宜逾於軌條之寬，其厚則等於所欲得接縫之寬度，名曰接縫準，如第四十一圖。陸續將此接縫準置於已鋪之軌端，然後令續鋪之軌端迫近之，鋪好



第四十一圖

後徐徐將接縫準取出。鋪路時用接縫準甚多，可用竹或硬木爲之，用畢即不拔去，亦無妨於事也。聯結兩軌端之魚尾鉸不宜初時即行栓緊，因若即將已鋪軌端之螺栓栓緊，則續鋪之軌端不易插入也。

弧綫內鋪軌 弧綫內鋪軌之手續與直綫無異。標樑之佈插更宜慎確。弧綫內之兩軌不能同長，若同長，則軌之接縫不能同居於一半徑之上，故內軌當短於外軌。如第四十二圖，假定半徑爲 500 公尺， α 角爲 30° ，又假定二軌中心之距爲 1.500 公尺，則外軌與內軌長度之相差如下：



第四十二圖

$$R = 500 \text{ 公尺,}$$

$$R_1 = 500.75 \text{ 公尺,}$$

$$R_2 = 499.25 \text{ 公尺,}$$

$$\begin{aligned} \text{長度相差} &= \frac{2\pi\alpha}{360}(R_1 - R_2) \\ &= \frac{2\pi \times 30}{360}(500.75 - 499.25) = 0.78 \text{ 公尺,} \end{aligned}$$

故內軌宜用較短之軌條，其數與外軌軌條之數同。京漢路

軌條之長爲 9 公尺，短軌則爲 8.95 公尺。全路所用短軌多如此。此種短軌在每一弧綫內應用若干條應先爲計算運佈材料之時，尤不可忘誤。短軌之兩端宜用漆塗之，以便識別。

道碴之鋪法 新闢之路，欲其速成且爲省節工費起見，常於路基上先行鋪設軌枕及軌條，然後以機車或手車逐次鋪佈道碴，並將軌道升起，以達預定之路面。在尙無道碴之路，行車本極不可恃，但土基上稍有車隊經行，能令土方較爲堅實，使道碴既鋪後，不易嵌入土內。

道碴每分兩次作兩層散佈。運送道碴之車宜能容 5 立方公尺至 15 立方公尺，每一列車之道碴約可載 100 立方公尺。第一層道碴之體積約爲全體積三分之一，俟軌條高度業已完全升起及軌枕之小振撼業已終止之時，方可加鋪第二層。至每地所卸之量，宜恰如每地所需之量。道碴車逐漸進行，隨進隨卸，其零落散布於軌面者，宜掃除淨盡，以免車輛之危險。

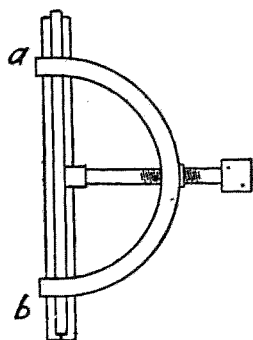
軌綫之升起 軌條之水平高度，本屬預定。顧初時僅鋪在路基上，俟鋪第一層道碴後，即將軌條升起若干，俟第二次升起軌條，乃居於其預定之水平高度。故軌條之升起分爲兩次，第一次在已鋪第一層道碴之後，第二次在未鋪第二層道碴之前，其間爲期約數天。蓋所以使第一層道碴先略受壓結也。軌道升起不可過高，升起過高，而再欲其降下，甚爲困難。

軌枕之墊擠 軌條之升起，係僅墊擠軌條下軌枕之

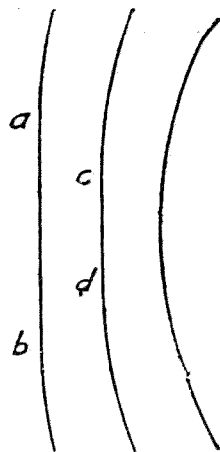
一部,其軌枕之中部及兩端,尚須墊擠之。鋪路隊長須沿途將各根軌枕之各部用鐵錘輕輕擊之,如聲音堅實,則墊擠已堅實矣。

魚尾鉸之栓緊 鋪軌之初,魚尾鉸本已安置,螺栓亦已旋上;惟未緊旋。俟軌條已升高至預定之高度,軌枕亦已墊擠,及經一次之巡察,軌條之位置確已臻妥適後,方可將魚尾鉸旋緊。魚尾鉸旋緊賴有螺栓,而所以旋緊螺栓者,賴有螺鑰以旋緊螺帽也。螺帽宜在兩軌條之內,蓋以軌道受車隊之振動,螺帽常有鬆脫之虞。若各螺帽均在兩軌條之內邊,則路工祇須在路之中央行走,可以同時注視兩軌條各聯接處之螺帽也。

彎軌 弧綫內之軌條須設法撓曲之。若弧綫之半徑頗大,則鋪軌時祇須於道釘將插之前,先用棍扳屈之,即能

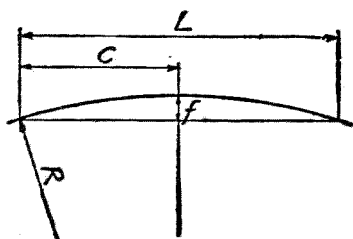


第四十三圖



第四十四圖

得適宜之彎度。若半徑頗小，彎度頗大，則此法不濟事，且難得適合之彎度，應於鋪軌之前，將軌彎之。彎軌器式樣甚多，如第四十三圖乃普通之一種，將全軌分為三段或四段，算知每段之矢度若干，令彎軌器居於每段之中央，按其矢度依次彎曲之，如第四十四圖。至矢度之計算法如第四十五圖。



第四十五圖

$$R^2 = C^2 + (R - f)^2,$$

即

$$f^2 - 2Rf + C^2 = 0,$$

$$f = \frac{C^2}{2R - f}.$$

但此式須開方，方能求得 f 之數，事實上不使用之。但觀上圖 f 為數甚小， $2R$ 與之相較為數甚大， $2R - f$ 實與 $2R$ 相差無幾，故可用

$$f = \frac{C^2}{2R},$$

或

$$f = \frac{L^2}{8R}.$$

此式極方便易用，故為短弧線上習用之簡式。但弧線漸長， f 漸大，此式亦漸不適用。

截軌及鑽孔 路上常須短軌，故常須臨時鋸截。鋸截

之器,普通所用者,有手用鋸,其式樣與木匠所用之鋸同,長約半公尺以內。此外有輪力鋸,又有火截法,則以火力截斷之。火截甚速,但截面欠平整。手鋸最佳,臨時鑽孔亦有手機之利用,用時常須注油或水,以免發熱。

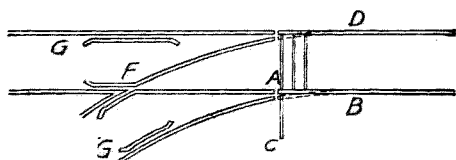
習 題

1. 標橛之作用爲何? 標橛不插於路線之中心,而插於中線之旁,其故安在?
2. 直線上鋪軌之手續如何?
3. 述路線上道碴之鋪墊法。

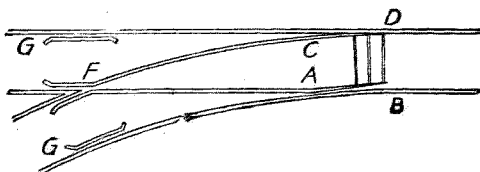
第八章 路綫之分道叉及交道叉

路綫常有由本綫分出之綫，如路綫支路，避車道，及本綫與他綫之聯絡等。亦有兩路綫互相交加者。車輪在軌路上既須有輪沿嵌於兩軌之間，以免有躍出軌道之危險，則經過路綫之分叉及交叉處，發生極大之不便。或須使輪沿躍分出之軌條而過，或須於軌條上預留空隙之地，俾車輪得以通行。前者於車輛上為不便，今日之分叉及交叉皆利用後法，以為標準。故有分道叉及交道叉之不同，各有特殊之設置，茲分述之。

分道叉 當路綫由本綫分出時，須用分道叉，並須有兩條活動之軌條，俾成一轉轍器 Switch。此兩條活動之軌



第四十六圖



第四十七圖

條，或全為本綫上之軌條，或兩條之中一條為本綫軌條，而其他一條為分道叉軌條。前者謂之鈍形轉轍器 Stub Switch，

如第四十六圖，後者謂之尖形轉轍器 Point Switch，如第四十七圖。

在鈍形轉轍器，本綫兩軌條均截斷，其一端可以活動。由 A 至 B 一段之軌條(第四十六圖)，不釘著於軌枕，但於兩軌條間，用繫桿 Connecting Rod 以維繫之。其 A 端之適當位置，則由 C 點之轉轍機關司之。分道叉之外軌與本綫軌條交加處 F ，謂之轍叉。軌條上須留兩路車輪所過之槽，以便車輛之出入。軌條一端 A 點轉移之度，謂之軌尖之擺度。與轍叉相對處之 G 點有護軌兩條，使車輪經行 G 處時貼靠軌條，以防在轍叉處之萬一出軌也。此種設置，各種轉轍器均相同。但鈍形轉轍器之最大弊處，為列車在正軌上依轉轍之反向行駛時，苟忘將轉轍器撥正，必至有列車出軌之虞。即不然路軌中斷，其一端復鬆動，列車急行至為危險。且截斷處中間之空隙常甚寬廣，尤為行車所不宜。故此種轉轍器昔雖至為通用，今則僅有用於次要之道路，及工程苟簡速率遲慢之路而已。

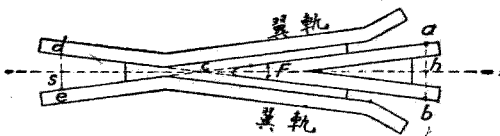
尖形轉轍器為最通用之轉轍器。其詳細結構亦各有不同，普通形式如第四十七圖。圖中正軌一條及分道叉軌一條連續不斷，其他正軌一條則截斷，而於截斷之一端 A 點起接以一段之尖軌 AB 。分道叉之軌條亦接以尖軌一段 CD 。 AB 與 CD 均不釘著於軌枕，而以若干繫桿聯結之。其端能活動，以便車輛出入於分道。照圖中所示，是預備從分道入正道，或從正道入分道也。

在上述兩種轉轍器中，其活動一端之軌條，謂之轍尖

尖軌固定之一端，謂之尖軌跟。在軌尖之下常有一根或二根之加長軌枕，用以承墊活動之軌條，並為設立撥動轉轍機關之處。

轍叉 轍叉所以預留兩槽，以便正分兩道間車輛之出入者也。其形式如第四十八圖。昔日多以鑄鐵製成，今則以與正軌相同之軌條為之。轍叉之種類大別有二：一為固定者（第四十八圖），即兩道之輪槽常存在者也；一為彈簧者，即兩輪槽之一受彈簧之力而閉合，俟車輪經過時，逼之使啟放，車輪過後，即自行閉合者也。後者謂能減少車輛經行時之震動。

轍叉開合之度，常以一數表示之，謂之“轍叉之數”。所謂轍叉之數 n ，係由轉轍尖至尖軌跟之長度以尖軌跟之寬度除之所得之數。在第四十八圖中，即 $\frac{hc}{ab}$ 是也。惟圖中



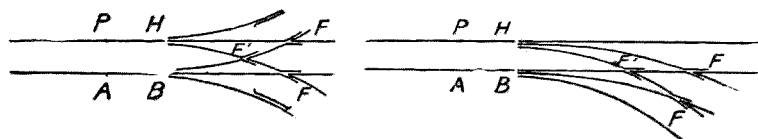
第四十八圖

c 點不易覓得，事實上 ed , ab 及 hs 之長較易量得，故 n 之數，可以下式表示之：

$$n = hc \div ab = hs \div (ab + ed) = \frac{1}{2} \cot \frac{1}{2} F.$$

複式轉轍 如在路線上之同一點欲分出二支綫，則惟有用鈍形轉轍器，如第四十九圖所示。此種轉轍，謂之三聯式轉轍。而正軌 PH 及 AB 之地位，則視車輛欲入何一

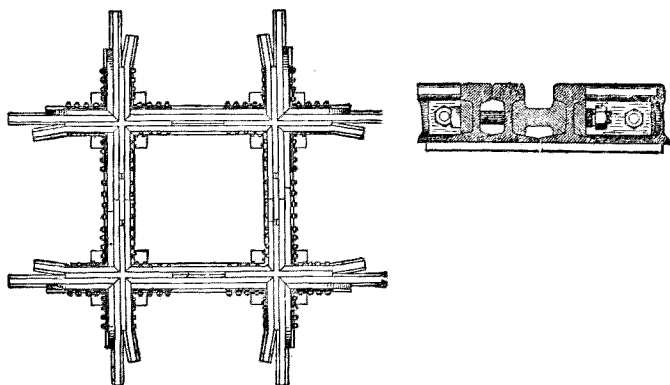
岔道而異。轍叉 F 及 F' 之開合度最好相等，但 F' 之角度常較大，即其數較大也。尖形轉轍器不能爲此種之複式轉轍，



第四十九圖

即不能同時在一點上有三聯之設置，若欲由一正道上分出兩旁道，祇可用兩副之轉轍器，後一副須設置於先一副之尖軌跟之外。或者前一副之軌尖與後一副之軌尖相隔約一公尺，亦可由同一之轉轍機關運用之。

交道叉 當一路綫與其他一路綫在同一平面上相交，須用交道叉，並須用轍叉四副。若兩綫以直角相交，則轍叉之角度均爲 90° ，如第五十圖。如非以直角相交，則兩轍



第五十圖

叉爲銳角，兩轍叉爲鈍角，如第五十一圖。苟一直綫與一弧

綫相交,或兩弧綫相交,則四副轍叉皆不相等。車輛經過交道叉時,常以極急之速度行駛,故交道叉之構造須極堅固,且角度以等於或近於 90° 為宜。讀者須注意圖中之護軌及釘栓之設置。

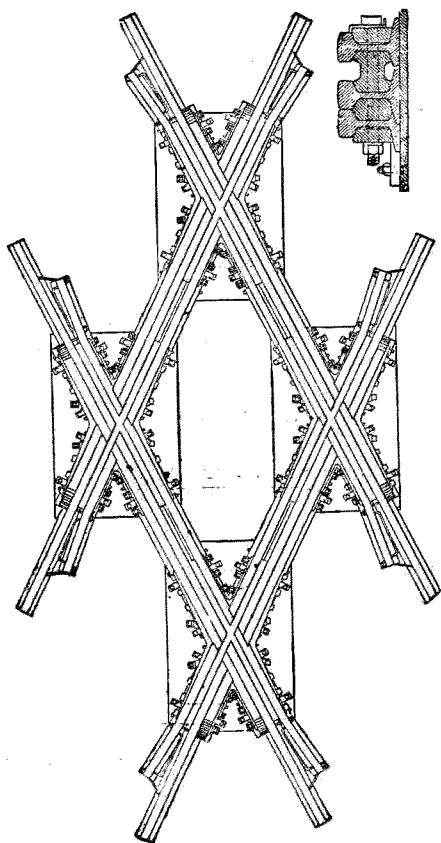
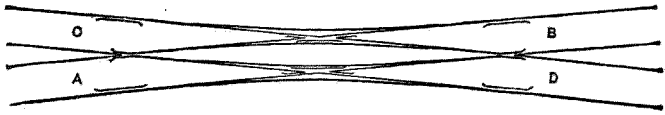


圖 一 十 五 第

交分道叉 兩路相交,而同時兩路復有聯絡,謂之交

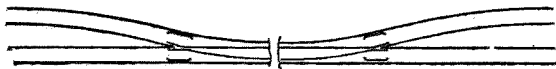
分道叉,如第五十二圖。無論由A或C均可至B或D,由B



第五十二圖

或D亦可至A或C。但兩路交叉之角度當在 9° 及 4° 之間,太大太小均不適宜,即用之亦以在調車場內為限耳。

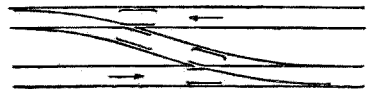
套式分道 Gauntlet Track 在雙綫之鐵路,有時其兩綫之一在一有限地段內因事不能通行,如雙綫之橋梁因其中之一綫受修理而不能通行,則為免用轉轍器起見,得



第五十三圖

用一段之套式分道。如第五十三圖,僅用轍叉兩副,不須轉轍器之設置。

兩平行綫之聯絡 在雙綫鐵路,如欲聯絡兩平行軌道,可用兩副分道叉,如第五十四圖。但須注意兩正道之行車方向,使順軌尖之方向,以減少車輪與軌尖之衝突。

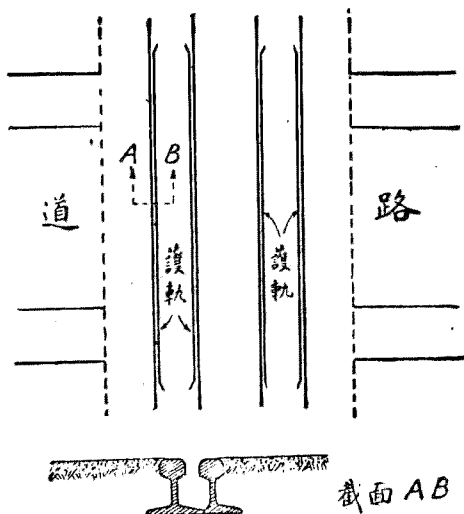


第五十四圖

鐵路與道路之平交 如鐵路與道路在同一平面上相交,則在鐵路上兩軌之間宜鋪平,以便道路上車輛之交

通同時亦須留一槽隙，使車輪之邊沿得以經過。故平交之處，應設置護軌兩條，如第五十五圖護軌之長應超過道路之寬。

道路與鐵路平交，宜為直角，不然，亦不宜過於斜銳。本國定制不能小於 45° ，所以防危險也。又道路交過鐵路時，兩端應各有一段之平坦道路，俾列車經行時，道上之車輛便於停放也。



第五十五圖

習 題

1. 鈍形轉轍器與尖形轉轍器優劣各點為何？
2. 交道叉與交分道叉何別？何以交道叉之角度宜近直角，而不宜過大或過小？
3. 聯絡兩平行線所應注意之點為何？
4. 何謂轍叉之數？

第九章 車站之規畫與車場之軌路

車站概要 車站之選擇關係於地方公衆及鐵路本身者甚大。對於公衆務宜利便，對於鐵路本身亦應使建設費不至過鉅，且須有充分之擴張餘地。蓋市鎮車站無論大小，必有擴張之時，而市鎮之擴張，又常向車站漸進。故建設車站之始，不妨距市鎮略遠，以留充分之擴張地步。然在重要之城市，工商業極繁，且旅客衆多，則車站宜設在城市中央，或宜設在其一隅，亦有二說。持後說者，謂在近郊則地面廣大，且免煙煤爲城市居民之累，近郊與中央復得用汽車或電車以聯絡之，庶幾客貨出入不慮其太遠。而持前說者，則謂汽車與電車之聯絡究爲耗費，若車站設在中央，則客貨出入不但節費，且節時省事也。大抵普通市鎮之車站，離市鎮不妨略遠，而大城市之車站，則以能占城市之中心爲宜。若然，則建設之始，即須遠爲規畫。不然，城市愈發達，則鐵路之伸入愈難。即能引入城市之中心，亦不知費幾許財力與艱難矣。重要城市旅客衆多，且人事繁賾，時間寶貴，故旅客車站占居城市之中心，於公衆自爲便利。至於貨物車站及車場，則占地較多，且須與他路或水運聯絡，事勢上當仍擇郊外也。

車站與車站之距離亦有二說。其一使各站間之距離約略相等，可令列車在各距離內之速力亦約略相等。又其

一則隨地方繁簡之情形以定之。依此則站與站之距離，勢難平均。然此特就單綫鐵路而言。若雙綫鐵路，則車站距離之選擇，自可全視地方情形而異。

車站宜在無橋之地。非但站內宜無橋，即站外相近亦宜無橋。蓋若有橋，則將來擴張時或須將原橋增寬，所費甚大。或致車站範圍為橋所限，而不克充分發展。

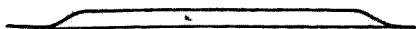
車站不宜與道路相交，且不宜與之相近。因站上列車及機車之行動甚多，對於道路上之車馬及行人交通均為阻塞，事後擁擠，尤多危險。在交通衝繁之道路，實為市政上之大礙。上海京滬鐵路車站與寶山路貼近，實予該路交通以極大之不便。他如北平西直門及水關門均因靠近車站之故，致為該處交通之礙。

正路副路之區別 車站內及附近站外之軌路，有正路副路之別。正路為車隊直通之路。副路如 (a) 避車之路，為此列車與彼列車相遇時相避之路，(b) 讓車之路，為此列車讓彼列車先行之路，(c) 分歧之路，(d) 保險之路，單綫鐵路或須將受損列車暫居他處，以便他列車通行也，(e) 通商之路，為鐵路代商家建築之路，以便達於商號門前或廠內，(f) 調車之路，(g) 析車之路，(h) 裝貨之路，(i) 車房之路，(j) 工場之路，(k) 庫倉之路等等。

軌路之布置 車站內軌路布置之優劣，影響於路上職務者甚大。就已往之陳迹而觀，往往因布置不善，以致職務上有左支右絀之感。故軌路之布置宜於始事時悉心研究，其特別關係於客運及貨運者，後再詳述之。

站內之軌路宜無傾度。蓋有傾度，則下降時列車不易停止，上升時不易出發。且停息之車輛遇有大風，若未安置輪擋，則車輛易為風所吹動，以致肇衝突之禍。（調車析車軌路之宜有坡度者不在此例）站內軌道以直為佳。若有曲綫，則車站月台亦須彎曲，於上下車時發生不便。

單綫鐵路在車站內應有避車路之設置，其長度應能容納二列車或四列車之長。普通之避車軌道如第五十六



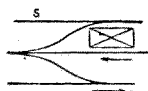
第五十六圖



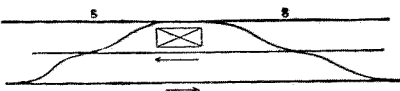
第五十七圖

圖。但為預備將來運務加繁起見，可設置如第五十七圖。如兩列車相遇，一列車可取一避車道，而他列車可取正道。如同時兩列車相遇，復有第三列車之到達，則一二兩列車可各取一避車道，以讓第三列車之通行。此式雖增加轉轍器兩副，但停在副道之列車各能出發無阻，不相妨礙也。

雙綫在站上之副道如第五十八圖及第五十九圖，須



第五十八圖



第五十九圖

注意於客貨上落之便。如旅客至距站較遠軌道上之列車，得由天橋或地道過去，至貨物之便利，則較須注意也。

車場概要 鐵路運送無論為旅客為貨物，其費用之一大部分，實為車站內及車場內之所耗，而以貨物之運送為尤然。譬如商品一宗，在起站起運時，必須先使車輛靠近貨倉，多半以人工逐漸搬運，然後駛入車場，占有可寶貴之位置。展轉調動聯接，未曾起運之先，在車場內所經行之里數已自可觀。及目的地既達，上項手續仍須一一按倒置之序行之。故車輛一經滿載後，其行程之長短與運輸之總費關係實甚小，而運輸之總費大部分已消耗於車場內也。

是以車場之布置與運輸所關至大。然大半車場於建設之始，未能廣為規畫，以致臨時增添軌道，積年以來，其發達毫無規則及秩序。滿載之車，常須在車場內作許多無謂之調動，其中時間與金錢之損失，實增加於不自覺。苟不速為設法改良，其結果祇有延長此不良之現象，以致有積重難返之勢而已。譬如改良一車場內之布置，其結果可省卻一調車機車，則積累一年內此無謂之調車機車之費，常超出於改良車場布置所需資本之利息也。

車場問題可分析為以下數項：(a) 收集分類及支配貨車之車場，簡稱曰貨物車場，(b) 調車場及關於調車之一切設置，(c) 旅客車站，(d) 路綫終站，(e) 港岸車站，下分述之。

貨車場之要義 一路之運務貨物常較旅客為多。依中華國有鐵路之統計，則除京滬滬杭甬廣九三路客運收入多於貨運外，其他各路莫不以貨運為收入之大宗。况貨物運送之手續，常較旅客運送之手續為繁。其貨運多者，路

上貨車場之設置又較客車場爲多，是以貨物車場之布置，與一路之運務極有關係。計畫之要義，厥惟車輛調動之經濟。蓋車場之設，非爲存放車輛之用，而爲車輛到站後收集，分析，組成，及出發之場所。須使調動時費時最短，費用最輕也。

車輛之調動 一路上所須運轉之車輛，其一部分常由聯運之他路而來，或成一全列車，或不成一全列車。其組合之次序，自依該他路之便利爲定。至於本路之車輛，則在出發之站裝載時，有須經行全路者，有須於途中卸下者。其經行全路者，自以自行組成列車爲至經濟，使於途中再無調動之必要。其須於沿途卸下者，應依其卸落之站之次序而組成之。其最先卸落者，離機車最近，俾列車到站，機車即可將應卸下之車輛立刻駛出於別道，而依次前進。凡此種種之調動，在出發之站辦妥，較之在外站調動爲經濟省時。故在出發之前，應將在站收集及裝載之車輛依最便利之方法組成列車。此種在出發站收集及裝載之車輛得爲分類如下：

1. 須經行全路或全段之車輛。
2. 在一段內須沿途卸下之車輛，包括在聯站駛入他路之車輛而言。
3. 空載車輛之須存放者。
4. 空載或滿載車輛之須修理者。

1,2兩項之車輛，再可分爲快車及慢車二種。快車如牲口車，鮮肉車，鮮果車，及其他裝載易腐貨物之須速運者。此種車

輛大抵自行組成一急行列車運送之。慢車爲裝載普通商品及煤石等物之不須速運者。

凡有聯運之路，卽有此路貨物轉而之彼路者。譬如乙路收到甲路轉來之車載，此車載之貨不必再由甲路之車輛轉裝乙路之車輛，仍由甲路之車輛載至乙路之目的地，其經過乙路之運費由乙路攤得之，不過乙路須付甲路租用車輛之費每天若干而已。乙路借用甲路之車輛，應負保管修理之責，並須於預定時期內依車輛之原有狀況歸還甲路，故乙路收受甲路轉來之車輛時，應視察車輛一次，如有失於修理之處，應先修理之。如係小修，則貨物不必移裝，大修理則或不免移裝之手續也。

軌道之種類 車輛既有分類，則軌道亦應分類以容納之。貨車場上所需之各項軌道如下，此係指一方向之車輛行動而言，每一方向須有軌道各一副也。

1. 收集軌道 須逾一列車之長，所有到站之列車由機車牽引而停放於此。同時機車須有極直捷之路，以達於機車房。

2. 分類軌道 其長度約視每半日間所能調動每一類之車輛數而定。此種車輛係從到站之列車中，用調車機車依車輛之種類分送入各軌道。軌道之數，須等於所分析之類數。有時區間車及直達車須各備一道。

3. 分站次序軌道 車輛既分類，復依到站次序之先後排列，其長或不足一列車之長。

4. 出發軌道 車輛既組成，可卽駛入出發軌道，俾在

機車房內之機車得有極直捷之路徑，以拖掛列車，預備出發。此種軌道惟速行貨車有之，其長須大於一列車之長。

5. 修理軌道 係為車輛之須臨時修理者而設。

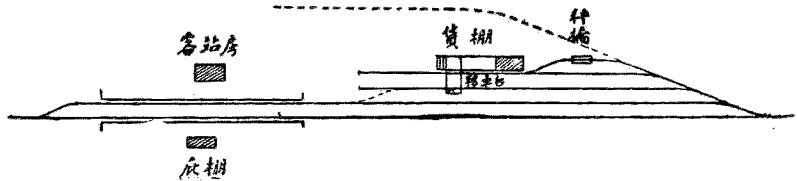
6. 存放軌道 係為存放暫用不著之車輛而設。

7. 其他軌道之通達煤站，移車台及車廠等者。

車場軌道與正道之聯絡 為車輛行動之安全起見，車場軌道與正道之聯絡祇限於車場之兩端。兩端聯接處之轉轍，並須有相當之號誌以保護之。車場之設置既多附屬於較大之車站，則列車之往來有上下行兩方向之不同。車場內軌道之設置，亦須有上下行之別。是以車場之地位有時為上下行之軌道所穿過，分車場為二部分。在上行軌道之旁者，即為上行列車之用，在下行軌道之旁者，為下行列車之用。然此或須於正道之兩旁各為同樣之設置，凡軌道房屋及其他建築設備均須重複，否則車場軌道須時越正道而過，致為行車之礙。故車場宜完全設置於上下行軌道之一旁，或使上下行軌道遠為分離，而使車場一切軌道及建築設置悉介乎二正道之間。如是一方向之正道與車場之交通與其他方向之正道無涉。

貨物軌道之佈置 本國習慣，在小車站上不為貨車另設專路。但為便利運務起見，宜分設之。貨物軌道與旅客軌道可令其分居站上房屋之兩旁，或令兩種軌道同居於站房之一旁。在單綫之小站宜用後法，蓋以路員不必超越軌道而照料貨場也。第六十圖乃示小站貨物軌道之佈置。此法貨物軌道因障礙路上職務，故不能居車站之前，又因

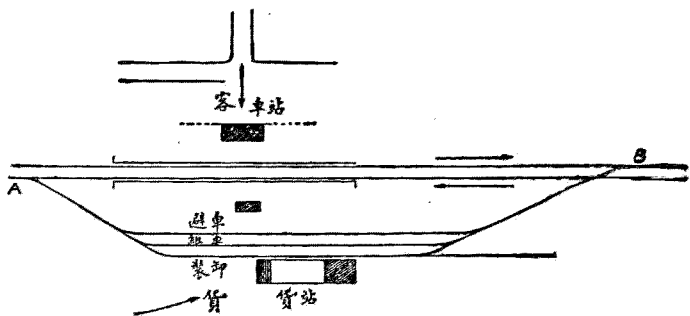
障礙公共之便利，亦不能居車站之後。故軌道必較短，且不能與正道之他端聯接，若貨物不多，則此弊不足慮。此種車



第六十圖

站宜有避車之路一，裝卸貨物之路二。其軌道之長大約400公尺至500公尺。台站後面宜留餘地以便他日添設軌道之用。貨物兩軌道之距宜較寬至少約4.7公尺，為他日添設旋盤之預備。

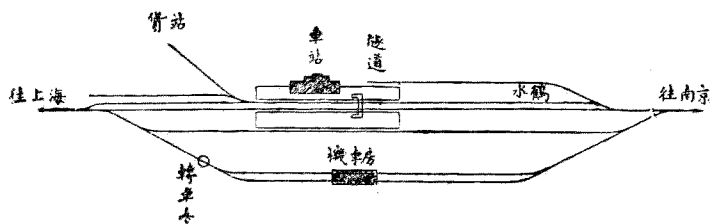
在較重要之車站，宜令副路之二端均與正路聯接。既欲聯接，不得不將副路置於後面，如第六十一圖。其正道上



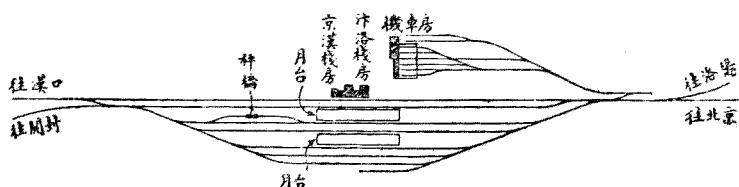
第六十一圖

左右往來之列車欲取車或留車均須在正道上經過分道又一次，如A或B是也。A及B之佈置，務令上下行之列車均取跟而不取尖，以保安全。此式除上下行正道外，有一副

路其一爲讓車或避車之路，其二爲調車之路，其三爲裝卸之路。裝卸路之一端宜引長之，成一盡頭路，以爲車輛暫留及笨重貨物裝卸之所。蓋以笨重貨物裝卸極遲，在此處則不礙他車之行動也。本國重要車站軌道之可舉爲例者，如第六十二圖乃蘇州車站之佈置，第六十三圖乃鄭州車站之佈置。



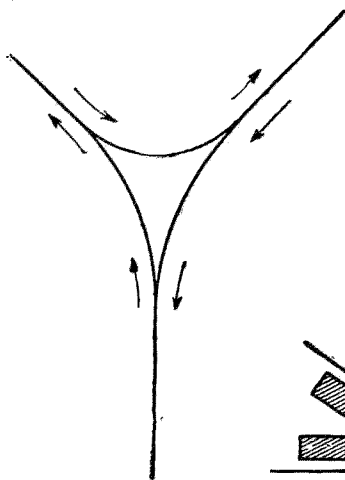
第六十二圖 滬寧鐵路蘇州車站軌道佈置略圖



第六十三圖 鄭州車站軌道佈置略圖

公共車站 分歧之路若分屬於二機關，則必有公共車站如天津總站，鄭州車站等皆是也。二機關之職務可分居於二邊，或同屬於一邊如天津總站鄭州車站二機關之職務皆同居於一邊，呼應較爲靈便。我國各路間之聯絡佈置多不合規則，以致影響於運務者極大。他日路線發達，則公共車站必多，而路線間之聯絡佈置，極須妥慎研究者也。

三角站 三角站之用途有二：其一用以轉車，如第六十四圖。但此種佈置所占之地面較大，故不能時常適用。又



第六十四圖



第六十五圖

其一為便利職務起見，如第六十五圖。站台是三角形，以便站上路員隨時可照料二路。

車場之計畫 計畫車場時，應注意下列各事：每一方向入站及出站列車之最長度，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，每類日後增加之臆度，及每日所須預備之空載車等等。在已經營業之路，以上各問題得召集路上各處會議決定之。在新開之路，則惟有藉工程師之判斷以為準。

交分道叉之設置以少為佳，多用交分道叉即為車場佈置欠缺調動不靈之證。故交分道叉之數足為車場效率

高低之表示,數目愈小,效能愈高也。

車場上之煤站,灰坑,沙房,及水塔,水鶴等之設置,應靠近機車房,並應使機車有極直捷之路可以到達。

車場內之軌道不宜過長,過長則調動車輛時行駛速度或不免過大,致生危險,而站上工人之往返亦覺不便。

在此路與彼路聯絡之站,其各路之車場亦應聯接,如兩車場相距太遠,則兩車場之間應有聯絡之軌道,足以容納一日間兩路互相交換之車輛。

旅客車輛不應停放在貨物車場之內,應另設置客車場,並使靠近客車站。

車場內之轉轍器須為有條理之設置,並宜有聯鍵之設備,得由號誌台上之機關司其動作。

在聯接,收集或分析之軌道上,須有秤橋之設置,每輛車輛經過得秤其重量。其在重要之車站,多笨重之貨物,由載貨汽車裝上車輛者,應設置適量之起重機,以便裝卸。

在重要之車站,車場廣大,事務繁多者,其各部分消息之交通應有電報電話及鈴號之設備。

晚間車場上須有充分之光量,以電燈為最宜。電燈之設置宜高,高則不為建築物所礙。其位置不宜與號誌相近,以免與號誌上之燈光混亂。

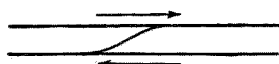
調車方法及路緯之布置 調車之最忙者,常為貨車。某貨來自某地,復分往某地。故每一列車到達,須先分析之,次組合之,卒乃發出之。其車站大而運務多者,則調車所需之軌道甚多,組成一路緯。受貨路緯之旁,宜有一路或二路

以爲機車或車輛流通之用。路緯宜與流通之路聯絡，使較短之車隊不至爲他車隊所圈禁。

調車方法視路務情形而異。在重要車站，貨運多，調車忙，而有多數之路緯者，則普通方法有三：(A) 列車到達後，以調車機車一輛掛於列車之後端，而將前列車輛數輛之欲調入某類軌道者，先與其餘車輛之掛鉤分離。調車機車由後推行，至相當之地點，驟然停止，而前排鬆脫之車輛遂得繼續前進，入於預定之軌道上。機車復將其餘之車輛牽回原處，其以下各批之車輛之欲駛入何類軌道上者，皆得一一依次行之。其須分析之一車輛或數車輛，由一旗夫隨行，使於適當之地位上停止之。此法機車及車輛均須往復行使多次，且對於車輛衝擊力甚大，近人多不喜之。(B) 調車機車沿列車所在軌道之旁一軌道上行駛，先將列車依其車輛之種類及次序，拆開掛鉤，分爲數截。調車機車先在頭一截之末，用一桿著於末端，將頭一截推行，亦用旗夫一人隨第一截行駛，俾達於目的地爲止。然後使調車機車回至第二截之末端，依法一一推其前進，分送於各軌道之上。(C) 係利用地心吸力，使車場由受車軌道至出發軌道沿一平勻之斜坡下降，使車輛之分析及組合不須調車機車之力，或僅藉其助動之力已足。但若此斜坡係屬天然之斜坡，則凡車輛之駛入者必同入於一端，而出發者又必同出自一端，對於上坡入站之列車，勢須爲無謂之繞越，以期從彼端順坡入站，出發亦然，至爲不便。故斜坡之利用僅能以人力建築之斜坡，而無天然之斜坡爲限。使於車場兩端入

站之軌路高起，出站之軌路低落，兩不相混，或使車場中部之地面高起，向兩端低落，亦得同一之效用。

旅客車站之軌道 旅客車站除正道外必有副道中之一種或數種，如避車軌道，讓車軌道，或調車軌道等，均是也。單綫之路有正路一或二，雙綫之路恆有正路二。二正路宜有聯絡，正路與副路亦宜有聯絡。雙綫之軌路各正路聯絡之佈置，宜令速行車隊悉取跟不取尖，以免意外之變故，如第六十六圖。本國鐵路多屬單綫，故站上常有避車軌道，以備列車之交加。避車道之長應能容最長之列車而有餘。國內各路情形略舉如下：

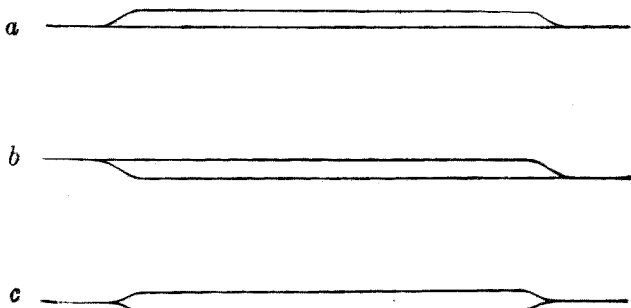


第六十六圖

<u>平漢綫</u> —— <u>鄭州</u>	一等站	$\left\{ \begin{array}{l} 1250 \\ 1096 \end{array} \right.$ 公尺
<u>高邑</u>	二等站	
<u>北寧綫</u> —— <u>唐山</u>	二等站	$\left\{ \begin{array}{l} 807 \\ 546 \end{array} \right.$
<u>黃村</u>	三等站	
<u>津浦綫</u> —— <u>德州</u>	二等站	$\left\{ \begin{array}{l} 812 \\ 685 \end{array} \right.$
<u>楊柳青</u>	三等站	
<u>京滬綫</u> —— <u>蘇州</u>	一等站	$\left\{ \begin{array}{l} 695 \\ 686 \end{array} \right.$
<u>南翔</u>	三等站	

隴海綫——開封 一等站 $\left\{ \begin{array}{l} 564 \\ 474 \end{array} \right.$

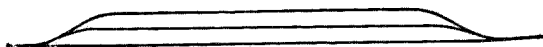
避車道之形式，視營業情形而異。就單綫之路言之，約爲三種。第一種如第六十七圖 a，能使直達快車經行無阻。此式在本國最爲普通。第二種如第六十七圖 b，列車常在



第六十七圖

左綫經行，每一列車入站恆依直綫，出站時恆依曲綫。北寧鐵路如唐山等站即用此式。兩道均謂之正道。第三種如第六十七圖 c，列車出入站時，均須轉向。

單綫之路既須有避車之路，亦須有讓車之路。避車之路本可同時用作讓車，但若時有交叉之列車及超越之列車，則須有二副路，方能應用。故客車站軌路最通行之佈置爲有一正道二副道，如第六十八圖。

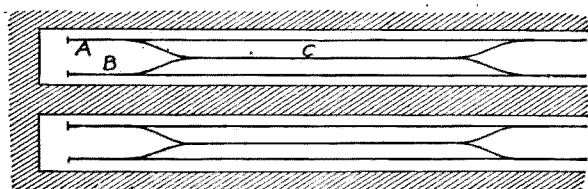


第六十八圖

路綫終站之軌道 路綫終站多是商業極盛之大城

市。故為職務上之便利計，站上之佈置宜令旅客軌道與貨物軌道分離。旅客車站宜設於城市之中心，並須預留擴充之餘地，以免日後需用隧道鐵路與駕空鐵路之費鉅事繁也。旅客軌道之多寡，視每日開到列車次數之多少，以六路為最普通。中二路為幹路之結尾，左右各二路為支路之結尾。

站上之軌路每認定若者為列車出發之用，若者為列車到達之用。每一列車到站，機車宜能自列車之首繞越於列車之尾，俟旅客下車後，即將空車挽離車站。我國終點車站軌道之規畫多如第六十九圖。每一路線有軌道二，如 A



第六十九圖

與 B 是也。C 為機車出入之路，介乎 A 與 B 之間，以便出入 A 路或 B 路。

港岸車站 凡重要之港岸城市，其港岸與車站必須有直接之聯絡。無論城市中有無另設車站，應另於港岸特設港岸車站，以為水陸直接交通之用。港邊車站之形勢有二種：一為平行綫形，一為垂直綫形。垂直綫形須有伸出海面之大堤，長而且寬，建設費甚鉅。但輪船停泊甚便，裝卸貨物較為直捷。

港岸車站之最應注意者，即為軌道之佈置務使水陸間之裝卸貨物迅速無滯。蓋以手續遲鈍，所影響於車務者，有數之車輛而已，而影響於水運者，或因少數貨物待卸或待裝之故，而致船期為之延誤，其損失較大也。

習 題

1. 旅客車站宜設於城市中心抑或城市近郊？試備述其優劣各點。
2. 車場與正道之聯絡應為何種之佈置？
3. 計畫車場所應注意者為何事？
4. 調車方法有幾種？與車場上之建設有何關係？
5. 避車軌道之佈置有幾種？其優劣點何在？

第十章 棧道

棧道或曰旱橋，係以鋼鐵或木材所構造，用以承墊路軌，跨過山谷或溪河或平原，以代填築之路基者也。棧道建築以木料為多，棧道之用，在國內不多見。蓋以國內鐵路之建築究未廣，而人工填土又常較鋼料及木料為廉。然歐美用之甚著。即事實上棧道之用常不能免。棧道之性質有永久及臨時二種。其屬於永久性質者：(1) 軌道之水平離天然之地土甚高，築土作基為事實上及經濟上所不許。此種棧道多以鋼鐵構成，其高有近一百公尺者。(2) 跨過水道者，如淺水之湖沼等用之，類不高而極長，亦不克築土作基。(3) 跨過水潦卑濕之地，或舊河牀等處，常有山水暴發之患者用之。其屬於臨時性質者：(1) 欲一路於最短時間內通車，故高堤之地段多以棧道代之。但與鐵路建築之經濟影響甚大。(2) 鐵路之原有建築發生事變，如橋梁之斷折，或為水沖毀，高路基因發水而致崩壞，為欲速行恢復通車原狀起見，暫建棧道以代之。(3) 建築鐵路之始，若須填築極高之路基，而就地無可取之土，或遠處有土可資利用，因在路基之址先築棧道，鋪設臨時軌道俾車輛能向遠處取土，駛行其上，以填築下面之路基。(4) 有時路綫跨過溪河，在未建永久橋梁或涵洞之先，先修棧道以通車，俾得充分之時間以研究所應預留之洞口，或得從容搬運適宜之石

料，作橋墩或橋基之用。蓋以建築之始，最難決定者，厥惟路基下預留水道之大小。過小則改建甚不易，且尤有爲水沖毀之虞。過大則耗無謂之費。有暫時之棧道以先行通車，則可從容計劃也。

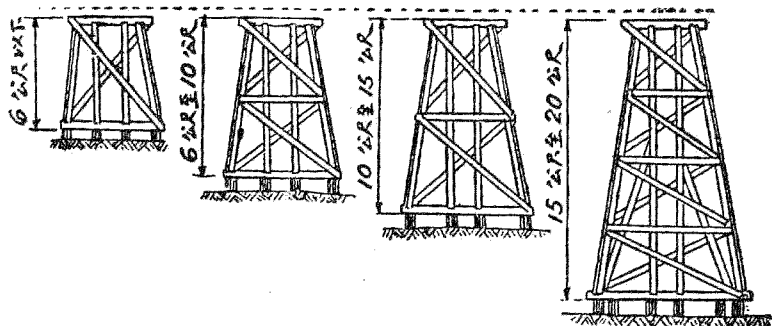
棧道與路基之比較 棧道與路基兩者之比較，視高度而異。高度甚小，則路基之建設費及維持費均較棧道爲低。極高之路基建築費甚昂，然一經建築後，維持費甚省。同一高度之棧道，建築費或較廉，而修養費則較鉅。故苟專就經濟方面而言，究在若何高度以上，方以棧道爲較經濟，當視木價工價及土方價之互相關係爲斷。大抵十公尺以下之路基，除上節所述之特別理由外，無用棧道以代之之理。至於何爲路基之最高限度，過此限度卽以棧道爲經濟，究爲難定。譬如路基跨過山谷，而須留一涵洞以洩瀉山水，則除路基之費外，尚有涵洞之費，因之路基之經濟高度較爲減少。若專就高度而言，則路基建築費之加增，視高度之加增爲遠速。極高之路基，其建築費幾與高度之正方爲比例。棧道建築費之增加，通常每不若高度加增之速。雖地方情形各有不同，要而言之，在20公尺以下，仍以路基爲較宜也。鋼鐵建築較之木料建築原值高而維持費廉，故高大之棧道而性質又永久者，除木料特別廉賤外，又以鋼鐵建築爲較經濟矣。

木質棧道之兩種建築 木質棧道大別之可爲二種：一曰木樁棧道，一曰結構棧道。木樁棧道常有埋入地下一部木樁枯朽之弊，抽換爲難，且其高度亦殊有限，祇可用之

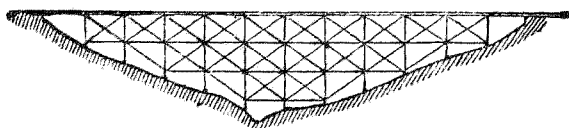
於十公尺以下之棧道，高深之棧道常以結構式為多，且任一部分之抽換及修理，於運務無甚妨礙也。

木樁棧道 木樁棧道每一道係以四根木樁錘入地下而成。其入地下之度，應使棧道不獨能抵抗車輛之直壓力，並能抵抗行車時之橫衝力。木樁之上，加以橫桿一條如離地頗高，應作交叉支撐。木料之選擇，耐久性較要於抵抗性。蓋以木樁多有強力，而每缺抵抗枯腐之性也。至於應用木樁之大小，因情形複雜，殊難為準確之計算。大抵最小之木樁，其粗大之一端，應有25至30公分之直徑。

結構棧道 結構棧道之矮小者可為簡單式，其高度可至十公尺。再高之棧道，應為數層之建築，如第七十圖。每層之高度可由5公尺至10公尺不等。因棧道經過之地，高



第七十圖

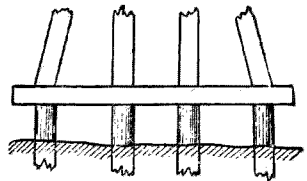


第七十一圖

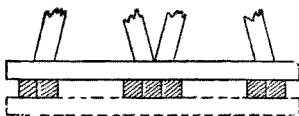
低不平，故上層之高度宜一致，其不一致者，則在下層伸縮之，以期觀瞻上之整齊，如第七十一圖。

棧道每道之宜短宜長，應比較定之。每道距離近，則道數多，距離遠，則承墊軌道之橫梁須甚重大，其費亦鉅。究應距離若干，應以棧道各道之值與橫梁之值之和為最小時為最經濟。普通以 3 公尺至 5 公尺最為適宜。

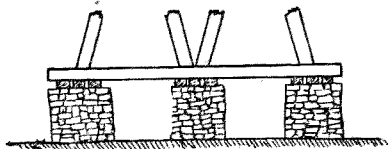
結構棧道之基礎有(1)用木樁者，如第七十二圖，宜於鬆土及臨時之建築。蓋以其施工速而為費廉也。新路之欲速於通車者，多用之。(2)鬆土上每道之下可用木數根直排以承墊之，如第七十三圖所示。其所需根數視土質定之。(3)石



第七十二圖



第七十三圖



第七十四圖

塊砌成之地基，如第七十四圖，最為耗費，但其用最佳。

橫梁之結構 每道棧道之上，應有橫梁，以承托軌道。每軌條之下，有用橫梁二根至四根者。每根常跨過兩跨度，接筭處大抵兩根互錯，而兩根之間，又常留空隙以便空氣之流通，不致促其枯腐。至於橫梁所應承受列車之力，及橫梁上之軌枕及護軌之佈置，與橋梁相同，待橋梁章再述之。

棧道上防火之設備 木質棧道火災最為堪虞。不獨棧道本身易致焚燬，且恐因此發生行車之事變，而致生命財產之損失。故棧道上面之木料宜釘以一層之鐵皮，以免為機車上火星之所濺射。美國鐵路之採用極長棧道者，常將橫梁密排，上鋪以道碴，如堅實之地面然。雖為費過大，實一極妥之法也。棧道兩端宜常置備木桶及消防設備，在長棧道，則每一百公尺間即宜設置月台，以儲水桶。此種月台，同時可作路工之躲避處。

習 題

1. 棧道之用途有幾？
2. 建築棧道多用何項物料？棧道基礎建築法如何？
3. 棧道與路基比較孰為優劣？何以本國鐵路少築棧道？

第十一章 涵洞及橋梁

天然雨水之降落於地面上，雖有一部分滲入於地下，一時不復出現，然其大部分常在地面上流卸，且常趨向低處之水道以爲歸宿。鐵路路堤常須跨越多數之水道而過。此種水道，其小者往往平時乾涸，僅當雨季始有水量之流通。其大者則或溪或河，或通航或不通航。故鐵路路基之下應爲流卸此水量之設備，以免激水上堤，致有崩決之虞。路基下面應施之設備，得依水量情形而分析之如下：

(A) 路基跨過之地，若有不重要之少量泉水或雨水之流卸，可用暗溝。

(B) 若有小溪河流通，平常無水，僅於雨季及融雪之際有水流瀉者，可用方溝或圓溝。

(C) 路基不高，而須留 1 公尺至 5 公尺闊之地位以流水，則可用開孔或橫梁橋。路基過低不克建方溝或圓溝時常用之。

(D) 在極高路基之下，而欲留水道以流雨水或溪河者，可用拱形涵洞。

(E) 路線跨過較深之山谷，或有水或無水，可用木質棧道。木質棧道之原值常較高深路基加相當涵洞之原值爲低廉，上章已詳述之。

(F) 路線經過廣闊之淺沼，或草澤之地，低窪之處，可用

木樁架橋，情形略與棧道同。

(G)路綫跨過較大之溪河或大道，或其他鐵路，宜用鈹梁橋。或一孔，或多孔。其每孔之寬，約在 5 公尺至 25 公尺之間。

(H)跨道較大於 25 公尺者，宜用一孔或多孔之桁梁橋。恆以鋼鐵爲之。跨過較寬之河道，常有合用鈹梁橋與桁梁橋二式者。

涵 洞

計畫之要義 涵洞之計畫，務須使水量能自由通過，不至泛濫於路堤之一邊，以致危害路堤。涵洞所可自由流瀉水量之能力，自以涵洞截面之面積關係最要，亦視涵洞之形式，長短，傾度，涵洞之建築材料，及出口處之佈置而不同。若路堤不高，不能作高深之涵洞，而所受之水量又極大，或須任水量積高，過於涵洞之口，以便徐徐流通。但路基之建築及涵洞之建築均須加固，以免沖刷崩決之患。此不過不得已之辦法，究非正辦也。

水道截面面積之計算 計算涵洞所應留水道通過截面之面積，牽涉其他諸不確定之問題甚多。欲完全根據學理以求一適用之結果，事實上爲不可能。今將所關係之各問題列述如下：一

(a) **降雨量** 涵洞之容積須當極大急雨之時能使水從容流卸，不至泛濫。此種非常之大雨或多年不一見。故僅就一地降雨量之統計，而求其平均每一期間內之降雨量，殊不足以作標準。須就多年之統計中多雨季之極大降雨

量，庶可作涵洞所需大小之標準。

(b) 溪河流域之面積 路基所跨過之河道，其上游流域面積與通過涵洞之水量至有關係。如溪河之流域範圍甚小，可於初測時一齊測量。如流域範圍甚廣，或須自他種詳細地圖中約略估算之。如問題關係重要，并須特為測量一次，俾有較翔實之根據。

(c) 地土及種植情形 此與雨量由溪河流域流至路基之下之流行速度極有關係。如上游地土堅實不透水，及地面少樹木之滋生，則驟雨之下，其流卸甚為迅速，因是涵洞須在極短之時間內有極大之流量。反之，如地土鬆而透水，地面草木蕃殖，則水流速率為之銳減，經過涵洞之量較為均勻，即一時間內之最大流量亦為較小。

(d) 水道之形式及傾度 如水道長而狹，遠處之水量須歷較長之時間方達路基下之涵洞，故水流較為均勻。水道之傾度平易者，水流尤滯。如遠處之傾度陡斜，則雨水一降，洪流立即匯集而浮湃於路基之旁，增加涵洞之擔負。

(e) 涵洞形式之關係 按照水力學之原理，涵洞截面之形式，傾度，長度，內面之情形，出口入口處之佈置，均與一定時間內流瀉一定水量所需截面面積有極大之關係。不過在此多種水力問題混雜之下，而求一定理以為計算截面面積之標準為不可能耳。

面積計算法 涵洞面積計算法有三：(a) 依據學理之計算法。因與水流有關係各問題之複雜，勢不能完全根據學理，以演出一計算面積之方法。其較近於學理者，則為

採用實用之方程式，以估計在一定時期內匯集於涵洞上端之水量，然後依據水力學理以計算一定涵洞之流水速率。但苟非運用經驗之所得以濟之，其結果仍不可靠。故估算法以第三者為較宜，學理上之估算無重要之價值，不再贅述。(b) 實用公式，最通用者有二（詳下）。然兩者均牽涉一係數，其係數究為幾何，仍須用經驗以定之。故此種實用公式雖佳，僅縮小錯誤之範圍而已，仍以實驗上之判決為較可靠也。(c) 由觀察所得之計算法，在永久之工程最為適用。先在近路基處水道至窄之處調查或考察其已往最高之水綫，以定最大之水流量。若在新開闢之地，無已往之統計可追考者，則最安全之策，莫若先建一臨時之棧道，然後儘在棧道之使用年齡內實測水道之高綫，以為將來永久涵洞工程之準備。計算棧道所應留之水道時，不妨利用實用公式，並留充分之餘地，俾將來之永久工程得在棧道之下開孔範圍內建設之。

實用公式 美國工程界所通用之實用公式有二。

水道截面面積，平方英尺數 = $C_1 \sqrt{\text{河流域之英畝數}} \dots\dots (1)$

水道截面面積，平方英尺數 = $C_2 \sqrt[4]{(\text{河流域之英畝數})^3} \dots\dots (2)$

(1) 式中之 C_1 為一固定之係數，在平原應用 1，在山嶺及巖石之地應用 4。(2) 式中之 C_2 在山嶺地帶應用 $\frac{3}{4}$ ，至 1；在農植之地，春季有雪解流漲之情形，及流域之長度三四倍其闊度者，應用 $\frac{1}{2}$ ；在無雪解之地，及流域長度數倍於其闊度者，可為 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{1}{4}$ 。今若以萬國權度制表示之，則 (1) (2) 二式變為：

水道截面面積(平方公尺數)

$$=C_3\sqrt{\text{河流域之平方公里數}}\cdots\cdots\cdots(3)$$

水道截面面積(平方公尺數)

$$=C_4\sqrt[4]{(\text{河流域之平方公里數})^3}\cdots\cdots\cdots(4)$$

式中 C_3 係約自 1.5 至 6; C_4 係約自 1 至 6。

上述公式之外,其他類似之實用公式尙多。此種公式之價值,視乎係數 C 之選擇,故未可奉爲固定之法則,祇可利用之以測定一最大及最小之數,而於最大及最小數中再判定一適當之數而已。

觀察上之結果 由觀察所得之結果以測定橋梁及涵洞之面積,最爲可靠。若在新開闢之國土,無昔日之紀載足以得知該地最大雨季時水流之量,則雖建一臨時棧道,尙爲未妥。蓋在臨時棧道使用年齡內,最大之雨量或未一遇也。然河流之地帶常有最高之水誌,可以觀察而得,因之可以預留水道之空間。譬如在河流出口之處,河牀坦平而寬闊,若兩岸築堅固之橋基,足以抵禦水之衝刷,則水道不妨多爲縮窄。至河口以上,水道經過之處土質矗立者,則橋基宜與兩岸齊平。大抵河流經過平坦之地,水流甚慢者,水道可以縮窄。水流急速,及地勢高下者,不宜縮窄。至於山澗之地,常有山水暴發之虞者,則應留之水道須較尋常水道之面積爲寬。

上述水道面積之計算,及觀察測度,自難得一精密之結果,而事實上亦無過於精細之必要。蓋以一路上之涵洞爲數甚多,其大小殊不一致,爲設計上及構造上之便利及

經濟起見，常有採用一定數種之標準設計，以分別施用於各地方。譬如一60公分直徑之管形涵洞，其面積為2827平方公分，如認此面積為略小，或須採用次一號之大管，其徑為80公分，有面積5026平方公分。此管比前者大78%，雖不免過大，而事實上或即採用之。

橋梁或涵洞所應留水道之面積，應否預備希世不一見之洪水，亦為疑問。蓋以橋梁或涵洞之構造過大，耗費甚鉅，此種增加資本之利息，或足以抵償數十年一遇之水患損失而有餘。況此特殊之水患或於橋梁涵洞使用年齡內竟不一遇乎？此則在施工者之善為判斷，而未可以一言蔽之者也。

暗溝 暗溝係以大塊之圓石或碎石砌成，橫藏於路基之下，俾少量之水得慢慢流過。此僅為極少量之水而設，最好以小瓦管代之，兩端以護牆護之。

管形涵洞 管形涵洞可用生鐵管或土製管為之，製造輕便，極能耐用，價值亦廉賤。因管之內部平滑之故，頗易流卸多量之水。如係生鐵管，並可施用於較低之路基，靠近路軌亦無妨礙。在已成路基之暫時採用較大木質涵洞者，改用管形涵洞之時，尤易於裝置，不須擾及路基。

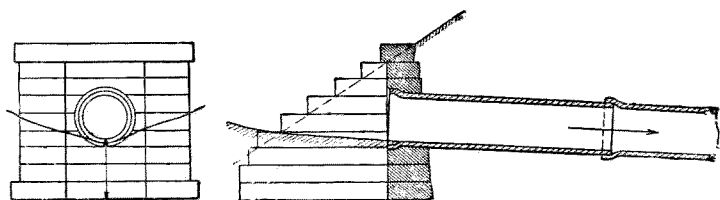
管形涵洞之建築，須先有一堅固之基礎，以防為水所冲刷。基礎之上，留半圓形之槽，以承墊管筒。在鬆浮之地質上，應於每一管之聯接處以三和土作基承墊之，管之短者，其全長度均宜用三和土承墊。管之聯接當使此管之一端插入於彼管之一端，逐段聯接，並應有相當之傾度，以便

之流瀉。因恐管內有不平滑及裝放時或不準確，或其沈陷有不平均之弊，故管形涵洞應至少有 $\frac{1}{20}$ 之傾度。涵洞之長可以下式約略計算之：

涵洞之長 = $2 \times S \times$ 路隄之高 + 路面之寬，

式中 S 為路隄兩旁之坡度為橫與直之比例。但事實上應視所用管類之段數或等於上式之長度，或超過之。

生鐵管涵洞 生鐵管即可用平常之水管為之，路基低者可用低內壓力之水管，路基高者可用高內壓力之水管。管徑普通自 30 公分至 120 公分不等。每段之長可至 3 公尺以外。其建築法如第七十五圖。若一管之面積不足，得用

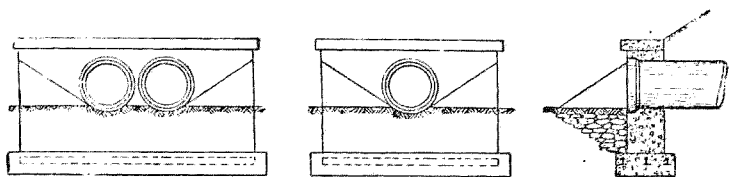


第七十五圖

數管平列。生鐵管之徑大而身短者可用於大面積之涵洞。直徑可大至 3.60 公尺。其每段之聯接須用螺栓旋緊，並以水泥填密其縫。

土製管涵洞 此種管徑大約由 30 至 60 公分，有用二行或多行平排者。但如所需水道面積較大，則以採用別種涵洞為宜。涵洞土管之耐力須較之平常水溝土管之耐力為大。但據試驗之所得，土管外面壓力之增加，不與路堤高度壓之增加為比例。路堤達一定高度，土管外面之壓力達

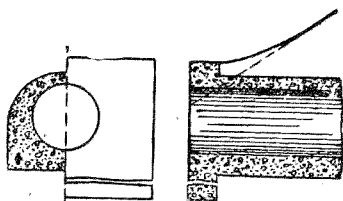
最高時，路堤高度之增加與壓力無甚影響。反之，路堤不高，土管太靠近軌面時，軌面之震動能直接傳達於土管，而使



第七十六圖

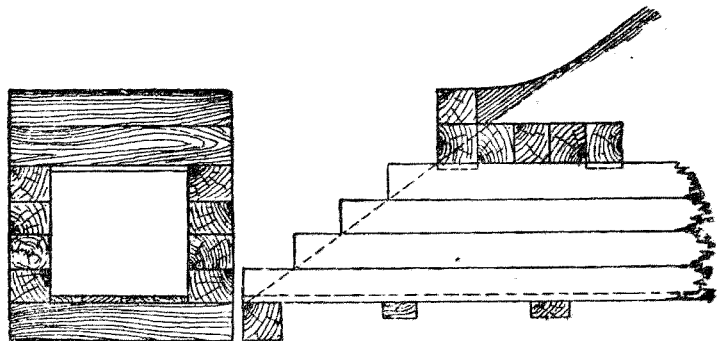
之破裂。故土管在軌枕之下應有一公尺左右。土管涵洞之建築如第七十六圖

三和土管涵洞 三和土涵洞有製作管形而甚著成效者。若當地石子或碎石易得而值廉，尤宜用之。三和土管涵洞之建築法如第七十七圖。



第七十七圖

箱形涵洞 箱形涵洞有木構、石砌及三和土建築之

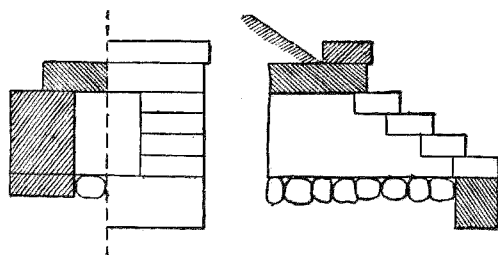


第七十八圖

別。木構箱形涵洞大抵用於新工及木材便宜之地，且多為一種臨時之建設，藉以測知水量之多寡，以為永久建築之根據者也。故木構涵洞之面積常故意加大，使將來之永久建築得建於木構涵洞之內，而不致動及路基。木構涵洞多為長方形，並以巨大之木材結構之，如第七十八圖。

在富於石料之地帶，石塊便宜，則石砌涵洞實為永久涵洞最佳之一種，

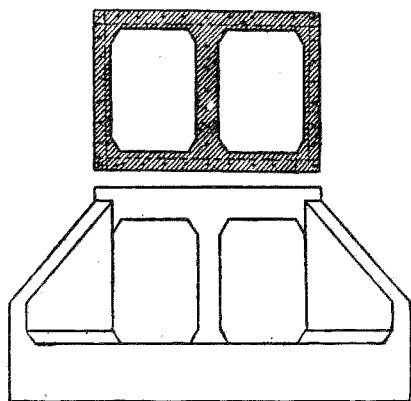
不過流水量不能太大耳。此種涵洞之兩邊以大塊之石砌成，其上以長石塊蓋之，因長石塊為費較巨，故石



第七十九圖

砌涵洞鮮有寬過一公尺者。如水道面積較廣，或可用兩洞以洩水。石砌涵洞之形式約如第七十九圖，其寬為一公尺。

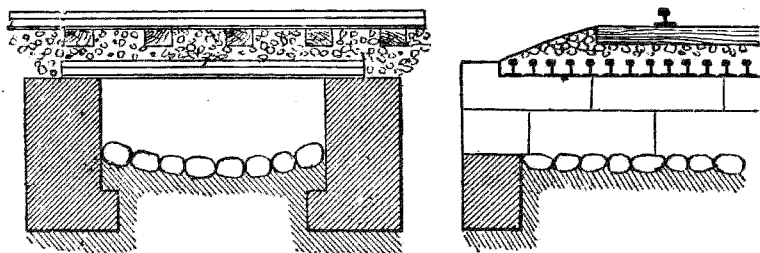
近世三和土之用甚著，而用於鐵路之涵洞者尤廣。除拱形涵洞外，亦有採用方形者。其特殊之處在得一不阻斷之平滑底面，不特易於洩水，且富於抵抗力。三和土方形涵洞之形式甚多，第八十圖乃示



第八十圖

普通之一種每孔之寬約1.20公尺。

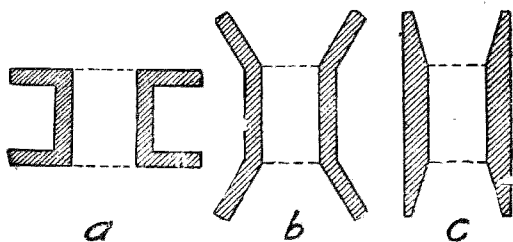
有時路隄甚低，而欲留一較廣闊之水道，則可用舊軌以作涵洞，如第八十一圖。涵洞之上面與路軌靠近。涵洞之



第八十一圖

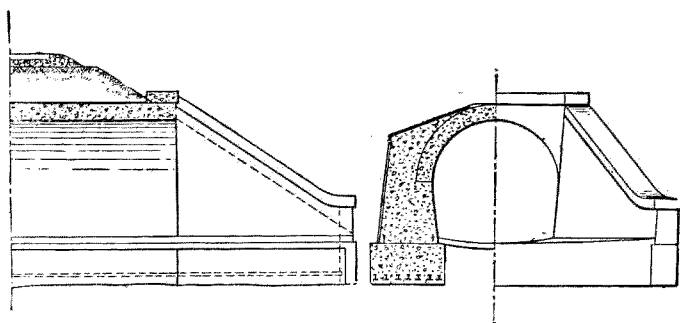
寬約2公尺，用舊鐵軌一排以作涵洞之蓋，軌條之長約3公尺。

拱形涵洞 拱形涵洞可以流洩多量之水。昔日多作磚砌或石砌拱，今則用三和土或鐵筋三和土為多。本國平綏鐵路涵洞尤以三和土拱形建築為最著。但拱形涵洞之設計與工程之經濟及效能至有關係。欲得一至經濟而效能最高之涵洞形式，當分別研究 (a) 物料數量之經濟，(b) 建築法之簡易，(c) 翼牆之設計，(d) 翼牆與拱面之聯接，



第八十二圖

(e) 建築之安全及經久。以上各項情形每不能一致，而常有矛盾之處。譬如建築法之最簡單者，莫若兩翼牆平直，如第八十二圖 a。但就水力方面而觀，則為不宜。蓋以翼牆之外將為水流之旋渦，水流阻力大，因之不能通暢。第八十二圖 b 為最佳之形式，但其效能仍視 (b) (d) 兩項之詳細設計。依水力學原理，則涵洞形式須較繁複而費巨，與 (b) (d) 兩項不相侔。第八十二圖 c 所需物料，較少於 a 與 b，然水量或侵入護牆之後，水盛時或因衝蝕而致崩圮之虞。第八



第 八 十 三 圖

十三圖乃示三和土拱形涵洞之一種，其寬與高各約 3.50 公尺。

木梁 路隄較低而水道較寬者，宜用木梁，兩端各着於墩，墩之旁應有護牆以保護之。墩與護牆近，悉以三和土之構造最為普通，再以鐵筋加固，實為最良好之物料。

木梁之大小視長度及所用根數而異。亦須視市面所通用木料之大小為標準。梁之長約可達 5 公尺。根數有用四根，六根，或八根不等。如用四根者，則每軌之下用二根承

托之。每對中心距離約 1.50 公尺。每對兩根間離開 5 至 10 公分，以木塊間之，並用長螺旋聯繫之。用六根者每軌下承以三根，用八根者每軌下承以四根，其聯繫法如前。

橋 梁

鐵路路綫經過較大之溪河或大道或其他鐵路，須建一孔或多孔之橋梁。若係跨過溪河，則水道面積之計算法與涵洞之計算同。務使最高之水綫不侵及於橋梁之下。如河流通行舟楫者，應使水漲時普通之船隻仍可通行。若係大河之通行輪船及軍艦者，則橋梁下部離去水面之高度，應得當地市政府或中央政府之許可。或須建較低之活動橋，俾得依時啓閉，以出納船隻。雖非善法，然在特殊情形上，或不能免。若橋梁經過大道，則離出大道面之高度應以大道所在地市政府之所規定者為準。橋梁跨過其他鐵路，則離出鐵路面之高度應以其他鐵路所規定之淨空間為準也。

橋梁之跨度 在寬闊之水道，橋梁須有數開孔者，其每孔之跨度若干，為一應先決之問題。就橋梁本身而言，則橋梁每孔之費約與其跨度之平方為正比例，即跨度兩倍須建築費四倍也。故就橋身而言，跨度愈短，即孔數愈多愈為經濟。但孔數愈多，則橋墩愈多，橋墩之費愈鉅，故就橋墩言，則以愈少為愈佳。故全橋之經濟實以橋身與橋墩橋基總值之和為最小時為準，而最經濟之跨度又常以下例表示之，即全橋橋身之值與橋基橋墩之值相等時，其每孔之跨度為最經濟之跨度。但此不過為一通常定例耳，仍當視

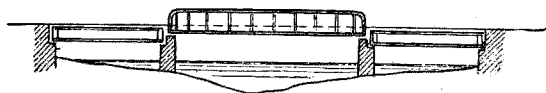
當地情形爲斷。其首當研究者，即多數之橋墩實爲水流之大礙，與水道或大有影響。譬如小河而有石質河牀，則建墩之費甚省，若求橋身全值與橋墩橋基全值相等，則每孔之跨度必甚小，而河身將爲多數之橋墩所橫斷。又如重要之河道，不許於河身建墩者，則橋梁之跨度爲之增加。總上諸端，惟有按照情形，並施以經驗之判斷，足以定跨度之長短。

橋基及橋墩 橋梁兩端之橋基有用石砌，有用三和土製成。除承着橋端之基外，應有二翼牆以護之。橋基之厚度約自 1.5 公尺至 2.0 公尺。河中橋墩之長應視橋之爲單綫或爲雙綫及橋梁之構造而異。橋墩宜上小下大，其頂面應有適量之地位以承墊兩橋梁之兩端，墩身兩端各作尖形或半圓形，以減小河流之障礙。橋墩之建築以上等蠻石砌成爲最佳，外觀亦美。近則三和土之用最廣。至於橋墩及橋基下部之基礎及施工之詳細方法，則範圍太廣，本編不及備述。

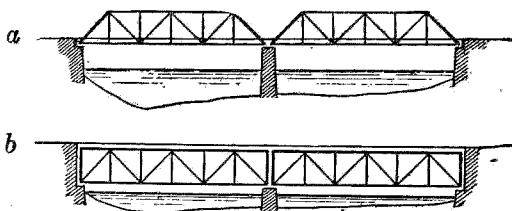
石砌橋及三和土橋 如附近鐵路地帶有良好之石料足以砌橋或作碎石以摻合三和土，則在通常短小之跨度，宜用多孔之石砌橋或三和土橋。石砌橋爲拱形；三和土橋之短小者（約在 10 公尺以下）可作橫梁式，而以三和土樁作墩承着之。若跨度較大，則多作拱形。本國鋼料缺乏，鋼鐵來自外國，爲費較巨，且國內多石，而砌拱之工自古著稱，故石砌拱橋及三和土拱橋最爲適用。平綫路其尤著者。

鋼橋 鋼橋建築較三和土爲易，廠中之裝配雖費多時，然施工時甚爲簡捷。鋼橋易於拆卸，移調，修補，或加固，均

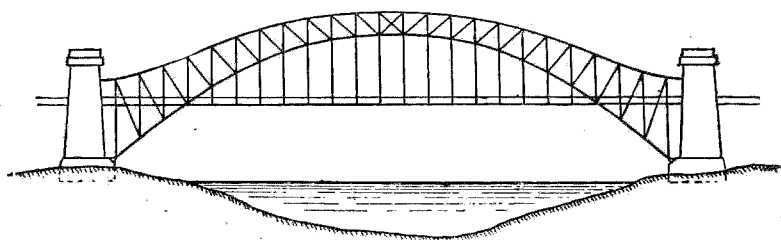
爲較優於三和土之點。況鋼橋能作長大之跨度。單孔簡單式橋有長至203公尺者，單孔拱橋有長至297.94公尺者，單孔翹橋有長至548.64公尺者，皆非三和土橋所能及。鋼橋跨度短小，約在6公尺以下者，可用工字鋼梁橋；5公尺至



第 八 十 四 圖



第 八 十 五 圖



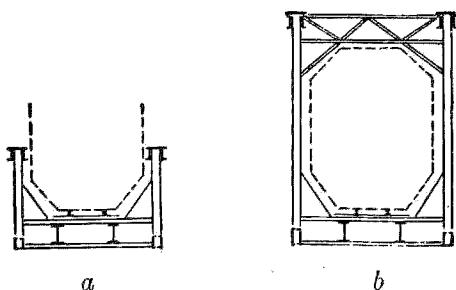
第 八 十 六 圖



第 八 十 七 圖

25公尺之間者，應用鈹梁橋（第八十四圖）；25公尺以上之跨度，應用桁梁橋（第八十五圖 *a* 及 *b*）；跨度在150公尺以上者，應用拱橋（第八十六圖）或翅橋之一種（第八十七圖）。以上所謂跨度，乃指單孔之跨度而言；此係普通之習慣，固非不可變易者也。鋼橋有上軌與下軌之別。下軌橋梁軌道在橋梁之下部，如第八十四圖中間一座及第八十五圖 *a* 是也。上軌橋軌道在橋之頂面，如第八十四圖首尾兩座及第八十五圖 *b* 是也。上軌橋常較下軌橋為廉。蓋以橋身之寬度常可以減小，鋼料較省。且橋墩橋基省料甚多。如有一多孔之橋，則上軌橋之經濟甚著。但或因河面距離軌道水平甚近，或因河道通航，上軌橋常為事實上所不許。

下軌橋兩旁之桁梁有高低二種之不同。跨度短小者，桁梁之高度自小，因之兩桁梁之上端不能互相聯繫，如第八十八圖之 *a*。此式在歐洲最喜用之，即30公尺至40公尺

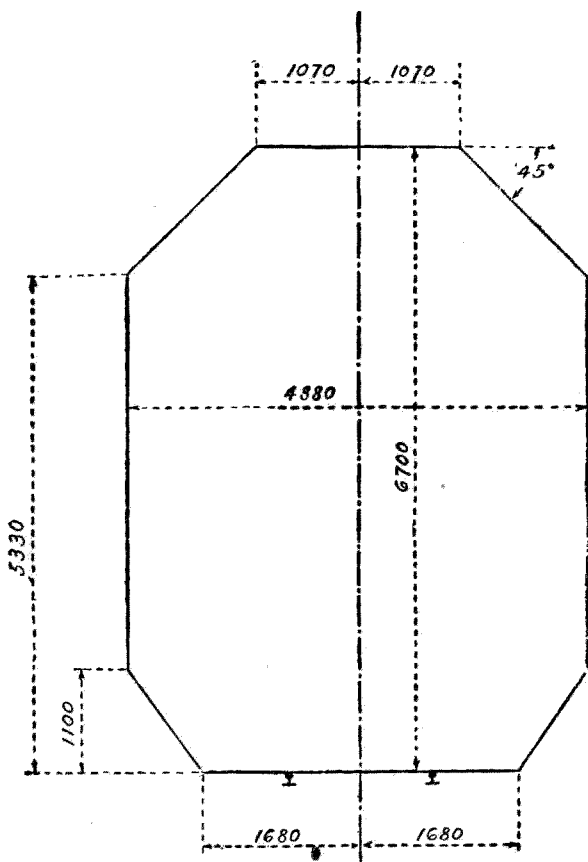


第八十八圖

跨度之橋，兩旁桁梁亦低小，而不能聯接。京漢鐵路下軌鋼橋大半屬此類。此式兩桁梁上部不聯，易於震動，故跨度較大者，自以較高之桁梁並使上部互相聯接為宜，如第八十

八圖 *b*。美國即 30 公尺跨度之橋亦喜用之，謂為較結實而不易震動也。

橋梁之最小淨空 下軌橋梁兩旁橋桁上端互相聯繫者，其截面之空間應留通過機車及車輛之地位。此地位



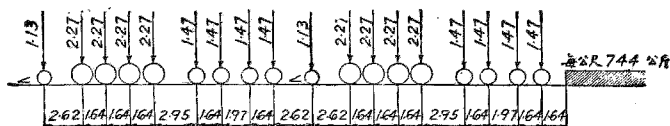
(凡 尺 寸 以 公 釐 計)

第 八 十 九 圖 單 線 橋 梁 最 小 淨 空

謂之橋梁之最小淨空。其形式及尺寸自視一路上所用機車及車輛之形式及尺寸爲斷。本國制定之用於單綫及直綫上者，如第八十九圖所示。如橋梁係在曲綫內，則兩桁之距離應酌量加闊，兩桁則仍直而不曲也。

橋梁與機車之關係及鋼橋之重量 橋梁所以負載機車及車輛，故橋梁之設計當根據將來行駛於橋上機車之載重力及衝擊力爲準。世界各國橋梁設計之術每每略異，亦以各適其機車行用之情形耳。凡鐵路之運務必日益發展，如不能再增加每日開發列車之數，惟有增加機車之牽引力，以增加每一列車之載重量。故機車之載重因牽引力之需要而有日益增加之趨勢，因之建築橋梁之始須預留將機車改進或加重之地步。如預計一鋼橋之壽命爲四十年，須預估四十年內運務之加增而爲之備，不然，則機車加重，予橋梁以危害，或橋梁薄弱，致爲運務之礙。故定一橋梁負重之標準，爲最關重要之事。國內各路今日所感之困難，厥惟鋼橋能力薄弱，以致不克負荷過量之重，於運輸之量及運輸之速率均發生影響。且因運務發達，不能不引用強力之機車，常超出乎所過橋梁之能力，以致因機車過重而斷折橋梁之事，曾發生於平漢及膠濟等路。近年國有各路經多次之會議，始決定以古柏氏 E 類 50 載重 Cooper's Class E-50 Loading 爲今後幹路鋼橋之標準載重。所謂古柏氏 E 類載重者，乃仿照美國之通用習慣，設爲有四連一頭軸式機車兩輛，連同煤水車，首尾銜接，後附掛載貨車輛，作爲平均載重。其輪數及各輪間之距離爲一定，而各輪所

載之重量，則依其 30 或 40 或 50 之數目字為比例。所謂古柏氏 E-50 載重如第九十圖。圖中重量以公噸計，距離以公尺計。自有此標準，今後之建築新路或修改舊橋及重建新橋



古柏氏 E-50 載重 附註

- 載重指每輪軸而言
- 載重以公噸計
- 距離以公尺計

第九十圖

均當以此為依歸。然此亦祇能適合今後三數十年之情形耳，他日仍當依運務發達之情形而變更之。

鋼橋物料之估算 有時為估算一路之橋工建築費起見，須將一橋之鋼料先為約略估算。橋梁鋼料固視每孔之跨度與橋梁之載重能力而異，尤與設計時所預計橋梁所受之衝擊力有至大之關係。歐式橋梁之設計所預計機車之衝擊力，常較之美式橋梁為小。故美式橋梁之鋼料常較之歐式橋梁為重，此則鋼橋規範之不同使之然也。在單綫鐵路古柏氏 E-50 載重之橋梁，其鋼料之重量，得以下諸式計算之，各式於機車衝擊之預算與美式相近也：—

$$(A) \text{ 鋼梁橋} \quad W = 58 l^2 + 150 l$$

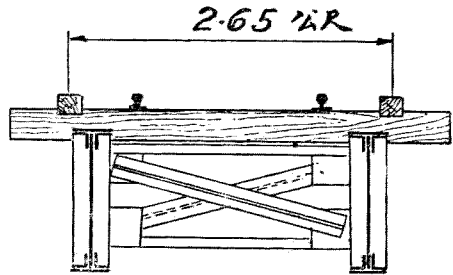
$$(B) \text{ 上軌鈹梁橋} \quad W = 55 l^2 + 530 l$$

$$(C) \text{ 下軌鈹梁橋} \quad W = 63 l^2 + 900 l$$

$$(D) \text{ 桁梁橋} \quad W = 34 l^2 + 980 l$$

以上各式中 W 爲每孔橋鋼質重量之公斤數, l 爲每孔跨度之公尺數。但在鈹梁橋之 l , 係自鈹梁首尾兩極端起計算。

鋼橋上軌道之設置 鋼橋上之軌道有於橋面作密實之建築, 而鋪道碴於其上, 以承墊軌枕及軌條。然普通多不用道碴, 直接將枕木釘栓於橋面, 以承接軌條。爲減少橋上出軌之危險, 故軌條之旁恒釘着木質護軌



第九十一圖

兩條以防護之。護軌以堅木爲之, 其大小約爲 120×200 公釐, 下部嵌入枕木約 25 公釐, 如第九十一圖。

橋上軌枕之鋪設法有橫鋪者, 有直鋪者。直鋪者係將長軌枕依軌條之長方向承墊之。此種法則在國內鐵路亦略見之, 平漢路 橋上軌枕之鋪設法大都類此。爲行車安全起見, 軌枕宜橫鋪, 且其排列應較路基上爲密。近世最良好之路工悉於橋上特用堅木軌枕, 其長度較通常者爲長, 約自 3 公尺至 3.5 公尺 (因軌條旁有護軌之故)。其排列法務使兩軌間之空間等於或小於每枕之寬度。軌枕之下端復嵌入橋之托軌梁, 而每三枕或四枕即旋緊於托軌梁之上。

習 題

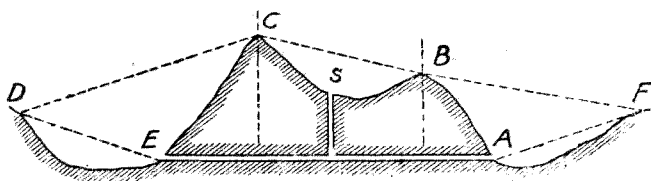
1. 定橋梁或涵洞之水道截面面積所當注意各關係事項爲何?
2. 假定路堤下用土製圓管三管以流洩一小溪之水,小溪上游之流域爲平原,流域面積爲 $\frac{1}{4}$ 方公里,問每管之直徑應爲若干? [用(3)公式]
3. 鋼橋與三和土橋之優劣比較如何? 本國鐵路宜多用鋼橋抑或多用三和土橋?
4. 述上軌橋與下軌橋之比較。
5. 橋梁跨度與建築費之關係如何? 何謂橋梁之經濟跨度?

第十二章 隧道

穿鑿隧道與開掘路坎 路線平面降在天然地面之下，則或須穿鑿隧道，或須開掘一極深之路坎，兩者間之比較，自爲一經濟問題。高深之山嶺無論矣，若天然之地面非甚高，介乎可隧道可路坎之間，則須視其原值及其直接或間接所影響之歲修等費爲定。若隧道之建築費與路坎之建築費相若，而有下列情形之一者，仍以隧道爲宜：(1) 土質之情形有傾卸之危險者；(2) 地帶多雪，有雪崩之危險者；(3) 地價昂貴，或地面有有價值之建築物，思避去拆除者蓋以路坎愈深，土質愈鬆，則地面所需之土地愈多，牽動愈大也。以上係就一定之路綫而言。至於鑿隧道以避免急峻之坡度，及過曲之弧綫，以及縮短路程，則另爲一鐵路經濟問題。

隧道外面之測量 隧道之開鑿常於兩端同時進行，隧道過長，則須於中部之一處或數處鑿井，至相當之深度後，再由井底向兩端開鑿。由是一隧道之工分而爲二爲三，較爲便捷。開鑿長隧道之處，大抵爲山嶺險惡之地，故測量之法，務宜格外精細，以期審確，俾免錯誤。隧道能免用弧綫最佳，以弧綫隧道之開鑿較難，且較費也。尋常開鑿隧道之先，於天然山嶺之面，測定一綫，如第九十二圖之 $DCBF$ ，使此綫與隧道之中綫 EA 成一垂直之平面。 $DCBF$ 之綫須

往復校對，以期準確。因 $DCBF$ 之綫以得 EA 二點，以定隧



第九十二圖

道口之中概。 EA 二點既得，則隧道之中綫可依此二點之方向而前進開鑿。同時 EA 兩點間之水平差度及兩點之平面距離，均須以極準確之方法測定之。

井下之測量 如隧道過長，須於中部開鑿一井，如第九十二圖之 S ，俾得於井底同時向兩端進攻。則在井底之下須知隧道中綫之水平高度，及隧道中綫之方向。水平高度大致可從井口以鋼尺帶垂下測量之。至於隧道中綫之測量，須有極審慎之方法，蓋以井之面積極為狹小，而欲於極狹小之地引長一長千數百公尺之綫，以與兩端之綫相符合照接，非極精確不為功。京張鐵路工程紀略一書述該路開鑿八達嶺隧道及測量方法甚詳，茲摘述如下：八達嶺隧道因洞身過長，僅恃兩端開鑿之法，費時必久，故於洞身之中部開闢大井，與兩端同時並進。其作法先將井口中綫及水平測準，然後施工轟鑿洞井，迨所開尺寸稍深，即架設轆轤俾工人得以上下更替，井內之土石積水井外之材料炸藥等均可升降出入。是井之深為八十四尺，井徑為十尺，每一晝夜可掘深三尺。井邊厚九寸，以石料與 1:3 洋灰漿膠砌之。井工既完，即將原定中綫移下井底，俾工人有所

依據，以為內部之工作。其法（第九十三圖）以木梁二根橫置井面，相距九尺，用經緯儀對準原定之中綫，各定一點於木梁上，各釘小釘為記。於小釘上各繫鋼絲一條，鋼絲下端各繫鐵錘一枚，重約十五斤。復於井底置水桶二個，乃將鐵錘下墜，浸入桶內，使鐵絲得以穩靜不搖。然後將經緯儀移至井底平實之處，使經緯儀之中綫與兩鋼絲成一平面，由此平面上之點從兩端延長之。此延長之直綫即隧道內之中綫也。隧道內之中綫既準，即可逐漸開鑿。

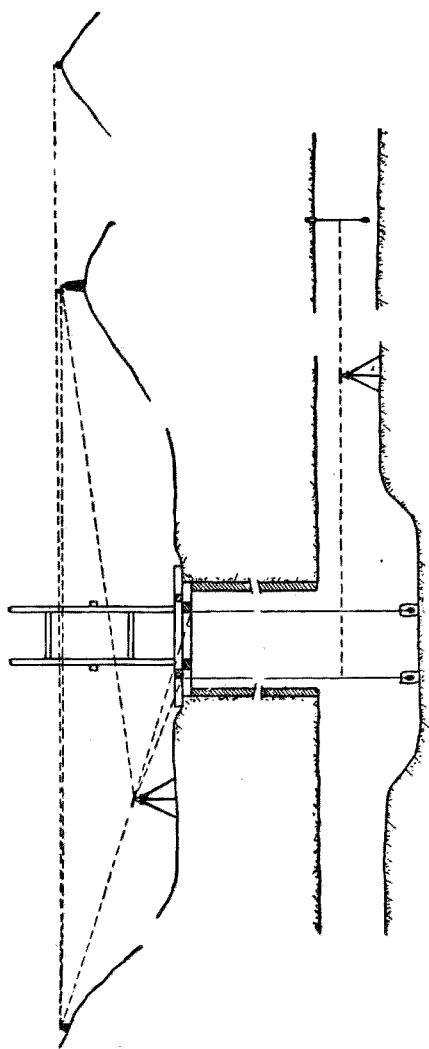


圖 三 十 九 第

隧道內之測量

凡在隧道內測量

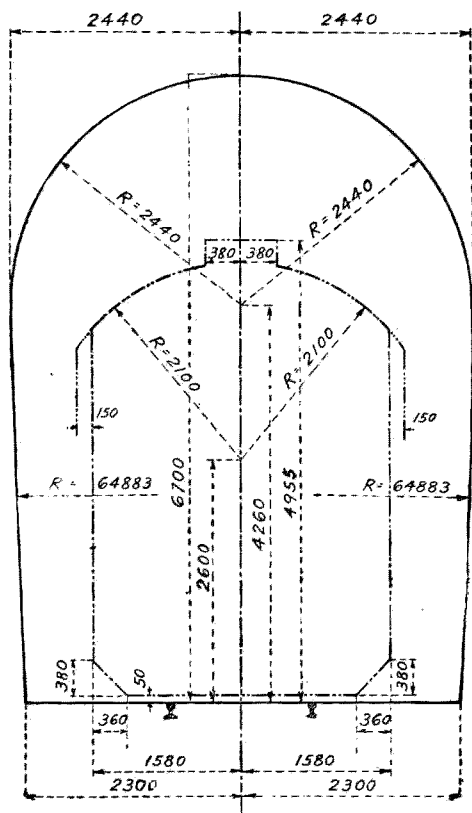
必須藉燈光之力，俾經緯儀鏡上之橫綫得以瞄準，而所視

之目的物亦得清楚。隧道內測量之記號不宜設在地上，恐易埋沒失落而不易識別也。此項重要之標誌宜設於隧道上部之木架上。但須防土質之移動，蓋無論土質若何堅實，當開鑿進行之時，終不免多少之移動也。隧道內工程進行時煙灰甚烈，常為測量之障害，故測量應俟工事暫停之時舉行之。

隧道之形式 隧道之形式各有不同，普通為一長方形，上端接以一半圓形或半橢圓形。若土質鬆軟，則下端亦宜成一倒置之拱形。隧道兩旁亦為拱而不為垂直。其兩旁為平面者，有時亦不垂直而傾斜。隧道之長者，其截面可依各處所遇土質之不同而隨時變其形式。若土質係堅石，不因暴露而塌落者，則隧道內不必填砌為整形，直可用炸解後之原形，不過隧道內之土質不能侵及一路之最小隧道規限而已。若土質鬆軟，則上部兩旁及下部均須另以物料依隧道之最小淨空所規定而砌平之。

隧道之淨空規限似應與橋梁之淨空規限相同，而實則不然。淨空規限原應視車輛之最大限而異，而車輛之最大限常有日漸增大之勢。橋梁之使用年齡三數十年而止，淨空太小猶可補救也，隧道幾為永久之建築，則其規限自須較為寬餘。況機車須藉空氣循環之力以升火，洞內空氣又須藉風力以流通。長隧道內之流通空氣為一重要問題，故洞內規限宜較橋梁之淨空規限為大。本國規定在直綫上單綫及雙綫隧道最小淨空如第九十四圖及第九十五圖。實施上隧道淨空宜略比規定者為大，因日久土質必略

有低垂,致侵入於規限之內,到時再事修改,甚為費事。



符號 { 隧道之最小淨空
 - - - 車輛最大限
 - - - 車旁之燈

凡尺寸均以公釐計

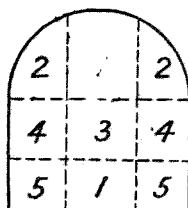
第九十四圖 單線隧道最小淨空及車輛最大限

隧道短小，則急坡度亦無妨。平綏鐵路之居庸關山洞有每三十升一之坡度 ($3\frac{1}{3}\%$)，但甚短耳。若隧道內之坡度長而峻，則因空氣壓力之增加，與洞內潮溼軌條黏力之減少，每使機車之前進甚為吃力。機車以吃力之故，放出之氣愈速，愈足使洞內空氣污濁，殆至污濁之空氣充滿洞內，司機與火夫易受毒害，乘客亦極感不快。萬一列車停滯不前，為禍將不堪設想。

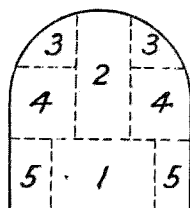
隧道內之填砌

石質及土質有不須填砌而自能屹立不動者。然多數一經與空氣接觸即行剝落，遇此等地質之隧道應填砌之。通常可用良好之磚塊。如上層壓力甚大，宜用石塊，以最良好之洋灰漿砌之。有時祇砌上部，有時兩旁及底面均須填砌。

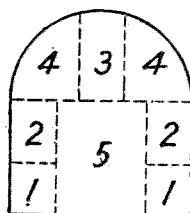
開鑿方法 開鑿隧道之法，各國不同。如第九十六圖所示，乃各國之慣用方



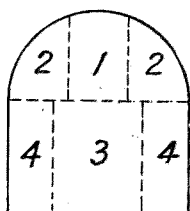
英



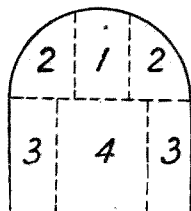
奧



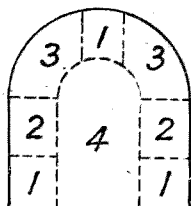
德



比



法



美

法，圖上之數目字即施工之先後次序也。開鑿如遇堅實之土石，須利用炸解，其炮眼之深淺方位，以及裝藥之分量，均須視石質之構造堅軟，亦須經驗有得，方能動中竅要。洞孔既鑿，土石鬆軟須防坍塌，故必建設木架，以大木橫架洞內，以爲椽柱，再用橫木作環拱以鞏固之。拱之上端均隔以厚板，以免沙土之散墜。若係山石堅結之處，則可不用木架。

隧道之長者，開鑿至深處須預爲空氣流通之法。若所鑿係巖石，並須炸解，則人力通風尤爲必要。自有壓氣鑽機以來，鑽鑿稱便，而新鮮空氣復得由此而供給。若不用炸解，亦須用打氣機，使空氣從外間打入。受壓之空氣驟然澎漲時，溫度爲之降低，有時洞內空氣酷熱，打入空氣，並得助清涼之功。

躲避處 列車經過隧道，常值工人正在洞內巡查或修理之時，故須於隧道內設有躲避處，令工人得以趨避。其應設之數，以隧道之長短曲直而定。尋常約每隔50公尺設一處，其曲而徑小者，或每40公尺設一處。此種躲避處宜於隧道內兩旁錯列分設之。

通風樓 隧道之長而開鑿時須於中部鑿井者，完工後可利用此井以爲通風樓，如八達嶺隧道之通風樓是。上加覆蓋，使通空氣，而不爲雨水所侵入。

習 題

1. 穿鑿隧道與開掘路坎之比較如何？
2. 隧道之形式及淨空規限有何關係？

第十三章 車站房屋及其他建築物

總局 鐵路總局宜設於總站之近旁，俾種種職務便於指揮支配，如北寧總局之設在天津總站，京滬總局之設在上海北站，湘鄂總局之設在徐家棚，廣九總局之設在大沙頭，皆其例也。北平平漢鐵路總局地點距西站較遠，職務上常感不便。

鐵路事業日漸發達，則事務必日趨於繁賾，故總局佈置須留為異日擴張之地步。況總局所在之處，常占城市重要之地位，他日尤必為交通之孔道，若不於建設之始注意於日後擴張之地步，則他日必有實逼處此之患。

鐵路事務之重要者，可分為工務、機務、與車務三部。總局房屋之佈置，應就職務上之便利而支配之。鐵路總局大抵宜於樓房，樓房之建築較之同面積之平房為廉。車務處與公眾交接之時最多，宜佔平層。局長及總務宜佔第二層。工務及機務可佔二層或三層。若總局建築同時並作車站之用者，則平層宜全為車站所用，車務處及站長辦公可佔第二層。

總局建築宜壯麗而與一路之業務為比例。過於奢華，則資本之負擔甚重，過於簡陋，則無以引起公眾之注意。總局為策畫設計之機括，發號施令之中樞，故房屋宜清潔寬廣，空氣光綫均應有適宜之度，以便執事者得運用其活潑

之思想。宜有夏涼冬暖之設備。又因總局案件多爲極有價值之資產，故房屋應能禦火，並須有種種防火設備，以保安全。

旅 客 車 站

車站之形式 車站之形式宜有適宜之氣概，依其建築之大小而有雄偉與緊俏之不同，宜開展而不宜隱僻。其地位宜明顯，務使公衆於未到車站之前，即能遠望而知之。若地位隱僻，則尋覓爲難，而失其雄大之氣概。出入車站之正門，亦宜令公衆一望而知之。

一路上之車站甚多，其形式可各殊，亦可相同。形式各殊，則設計製圖施工皆覺繁困，形式相同，則設計製圖施工皆簡易。事實上不必各殊，亦不能盡同。折衷之道可採定二三種形式以爲標準，依站務之繁簡情形而分別施用之。站屋之佈置一方面固宜注重於方便，一方面亦宜注意於觀瞻，觀瞻優劣，固因奢儉而有不同，然有多費而不能使觀瞻優美者，是則設計製圖者所不可不知也。

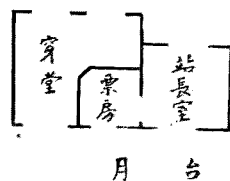
車站之佈置 車站內各室之佈置一方面宜能便於路員之辦事，一方面又應便於公衆之往來。凡售票室，行李室，候車室，飲膳室，電話室，電報室，郵務室，雖因站之大小而有併設或省略之不同，然均宜能令公衆易於瞥見，並宜用粗大之字標示之，藉以減少站上之糾紛。穿堂爲公共出入駐足之所，面積宜大，每一年內必有一期或數期爲旅客最多之時，穿堂之面積宜能容此最多時期之乘客，且宜能敷他日交通發達旅客增多之所需。

車站之佈置有時須視路上對於乘客之規章及一時一地之人民程度與風俗而不同，而非可固守不變者也。譬如鐵路有常許旅客入站台者，有僅於車隊到達時始許旅客入站台者。前者站台宜大，而穿堂及候車室可較小，後者站台可較小，而穿堂及候車室可較大。又如舊日車站之佈置，往往候車室甚大，穿堂甚小，蓋其時人民尚未慣於乘車，且時光不甚寶貴，地方上無一標準之時，故乘客到站常太早，而候車室實為重要，且須有較大之面積。近日地方民智之開通者，往往於開車前之短時間內闕集於穿堂，而入候車室候車者較少，故候車室可較小，而穿堂須較廣，亦為一例。

欲估計站上面積之大小，應先估計乘客之多少。在鐵路建設之始，祇能約略估算之。一年內必有旅客最多之一日，此一日內旅客之數，可假定等於全年旅客總數二百分之一。又一日之內必有旅客最多之一時，此一時內旅客最多之數可假定等於全日旅客總數三分之一。每一旅客在站上所佔之面積假定為一方公尺，則依此可算得站台穿堂及候車室之大小。本國情形雖略異，而研究時不妨以此為標準。至日後每年旅客增加之數，據歐洲統計，每年約增百分之五。本國城市大而人口衆多，大站乘客之增加，當不止此數。

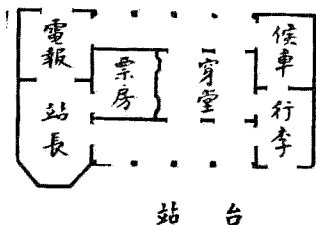
小站 最簡單之車站應有票房，站長室，穿堂即作候車之用。穿堂內應有秤，以為收運行李之用。其位置應令行李過秤後能直接推運至站台，而不妨礙於公衆。路務電報

及電話均設於站長室內，其事務由站長兼任之。第九十七圖乃示最簡單之小站佈置。站長室之地位須一方面能照顧站務，一方面能瞭望站台及兩方向來往之車輛。



第九十七圖

中站 中等車站須有站長室，售票室，行李室，及庫房。穿堂可兼作三等旅客候車之用，而設專室為一二等旅客候車室。路務之電報電話可仍在站長室內，站長室須能聯絡站台，售票室，及行李室，以便消息靈通，易於照料。第九十八圖乃京滬鐵路中等車站之佈置。

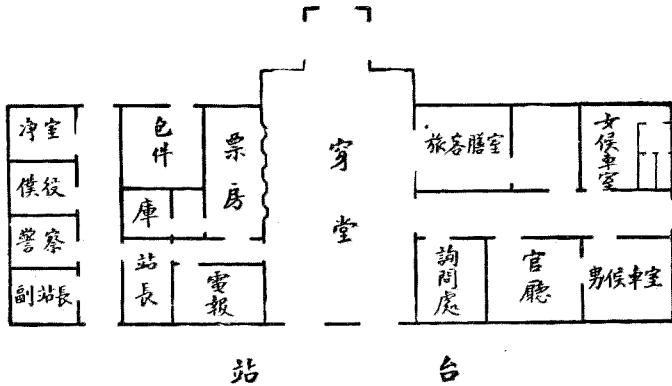


第九十八圖

大站 在重要城市之處，應設大站。大站之佈置，隨境而變，自不能立一標準，以資模仿，在體察運務與當地情形悉心研究而已。大站之候車室常有一二三等之別，或合一二等為一室。售票處亦常依坐位之等第而分設售票之窗。售票之窗宜多，俾旅客極多之時，可從容售票，以免擁擠。京滬鐵路上海北站之售票室設於穿堂之中央，即為便利旅客售票之故。

售票室宜與行李掛號室相近，以免旅客往來奔馳之苦，亦不宜相距太近，以免妨礙售票處之旅客。職務繁者可將到達之行李及出發之行李分為二室，當依情形隨時變通。

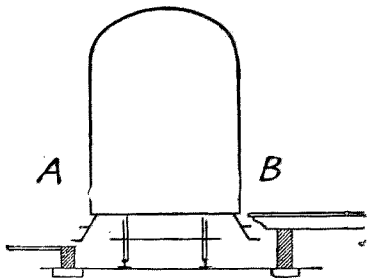
大站站長室宜與電報室聯絡，又能照料站台售票室及行李室。職務繁者應添設副站長室，及警員室等。又大站



第九十九圖

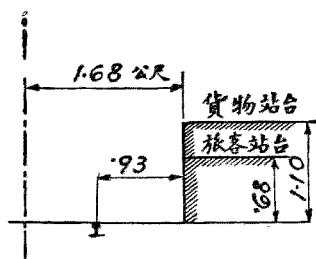
宜設旅客膳室，以便旅客之飲膳，詢問室以待公眾之詢問，宜將行車時刻及價目表標示於公眾易見之處。第九十九圖乃示京滬鐵路蘇州車站佈置之大概。

站台 站台有高低兩種。歐洲大陸習用低站台，高出軌面約 0.30 公尺，如第一百圖之 A。車內地板距軌面約 1.30 公尺以外，旅客由站台上車須升三級，旅客既苦不便，且常使車隊停止之時刻較多。英國習用高站台，如第一百圖之 B。站台之面略與車內地板齊平，旅客上下甚為便易。且旅客登車可少擁擠之弊，因旅客立在站台即



第一百圖

能窺見車之內部，而向旅客較稀少之車進行，故高站台較低站台為優。本國普通之站台高出軌面約 0.68 公尺，實介乎高低二者之中。國有各路所規定者，係按照現時情形定旅客站台高出軌面 0.68 公尺，裝貨卸貨站台高出軌面 1.10 公尺，如第一百零一圖。



第一百零一圖

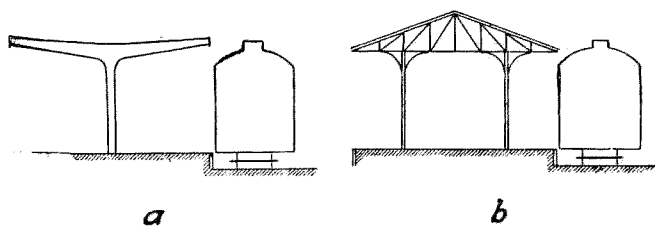
站台之長須能容最長之車隊，其寬度須能容一年內最多之人數，及行李推車等之往來。站屋前面之月台至少應寬 5 公尺，大站前之月台宜寬 10 公尺，兩軌道中間之月台至少應寬 7.50 公尺。站台之面重要者用三和土或用整石鋪砌，或用地瀝青鋪砌。其次者用碎石壓結，或僅用石子及粗砂，或用木塊鋪平。站台之沿，則用石及三和土為最宜。

站上之列車若不停放於站屋之正面，而停放於其他之一軌路，則旅客，及行李勢須跨越軌道方能登車。行李之搬運大抵多於站之兩端，各跨軌道作過路，以便行李小車之運轉。至於旅客，則歐洲大陸既習用低站台，故常將站台之一部再行減低，於軌路上鋪設木塊，以為過路。然此非安全之法，祇可於不重要之車站行之，若重要之車站，則宜有隧道或跨橋，以為旅客之過路。

隧道與跨橋 隧道便於跨橋，而較貴於跨橋。隧道之高可縮至 2 公尺，而跨橋之高，至少須 4.80 公尺，旅客及行李之上下頗為不便。歐洲用隧道作過路者甚著，不獨旅客

由此通過，即行李亦多由此通過，隧道之寬度約自 2 公尺至 3 公尺不等。本國鐵路之用隧道作過路者，京滬鐵路有之。跨橋有木者，有鐵者，有三和土者，可用傾面，又可用階級。用傾面則可將行李用手車推行，但傾面過於光滑及斜陡，則不便於行人。跨橋之寬度宜為 2 公尺，其地位應在站台之一端或二端，距站房不宜太近，以免擁擠。本國北寧鐵路跨橋多鐵質，滬杭甬鐵路跨橋多木質，津浦鐵路跨橋多用鐵筋三和土。

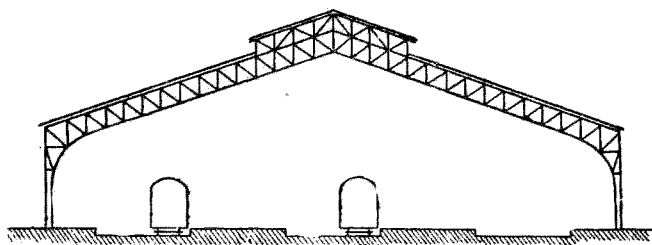
站台之翅棚及罩棚 站台之上，應有翅棚或罩棚之一種以庇護旅客，免受風雨。本國北方各路，此種建設多付缺如，以雨量甚少之故；但為旅客便利起見，宜悉設之。翅棚僅建於月台之上，如第一百零二圖 a 及 b，其兩旁須伸出



第一百零二圖

若干，俾旅客登車不受雨滴。此種建設應使棚柱之數目少，而尺寸小，以減少旅客往來之障礙。

在重要城市之車站，宜使站台與軌道一並為棚所掩蔽，此種高而大之棚名曰罩棚。大概以鋼鐵結構而成，如第一百零三圖。罩棚之下可容軌道十數綫，然構造之費極大。



第一百零三圖

非在極重要之城市及鐵路業務極發達者不易辦此。本國各路尙未有此種建設也。

貨運建築物

站台 貨物運轉須有站台以利裝卸。站台之高宜略與車底齊平。本國定制爲距軌面 1.10 公尺，如第一百零一圖。站台之沿宜用堅石，或用舊軌條以耐撞擊及剝蝕。站台之一端或二端宜作傾面俾貨物得由平地推入站台，或由站台推至平地。若有貨物須在車之二端裝卸，如車輛及牛馬之類，可令站台與軌道之盡頭處相接。在牲口極多之地，多數牲口同時裝卸，則站台之外面亦宜有傾面，以便上落。

貨棚 爲蔽風雨起見，站上恆有貨棚，一面爲軌道，一面爲車馬可通之路。軌道有在棚之內者，有在棚之外者。如在棚之外，則棚檐須寬闊，以掩庇車身。貨棚之門宜用浪紋鐵葉，以作捲門。

機務建築物

機車房 一路須於相當地點建設機車房，存留機車，爲添加列車常備之用，或代替途中損傷之機車，或圖列車

到站迅速出發起見，先將機車滿裝煤水，準備以待，一俟列車到站，即可替班立時出發，而無有將原有機車添煤添水之遲滯。其長途運轉甫息征塵之機車亦能即行駛入機車房，施以相當之檢察及修理。

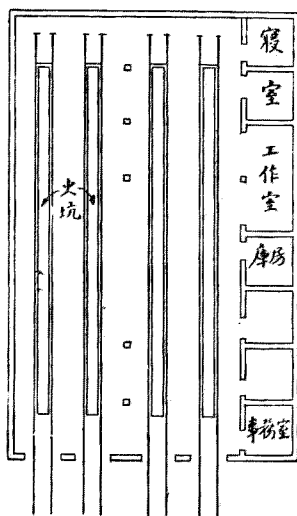
路上機車房之地點及各機車房間之距離當視運務情形及機車種類而異。機車房類多設於大站，故其距離亦因大站之距離而定之。本國京滬鐵路各機車房之距離約自60公里至80公里不等，津浦鐵路由臨城機車房至徐州機車房70公里，由徐州機車房至蚌埠機車房164公里，其間差異一倍以上也。

機車房內軌路之長度須視本路機車及煤水車之長度，而無用太長。軌路之下，須有火坑，為灰燼暫留之所。其深度須能令機匠立於機車之下，以便檢驗各機件之有無損壞。機車房內除軌道外須有事務室庫房工作室等。此等副室宜並列於機車房之一旁，或機車房之底，總以便於工作及管理，並不礙將來房屋之擴張為主。機車房之上面宜有煙罩，使機車停止時發出之煙可以向上發散。機車房之構造宜用磚木。鐵質畏煙，頗不適宜。屋面不宜用鐵葉，以防為煙所侵蝕。即用之亦宜先塗以油，稍可經久。

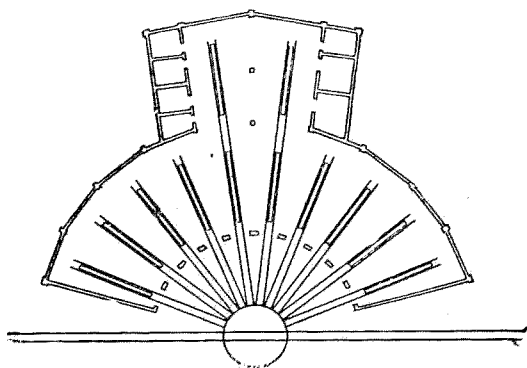
方形車房與圓形車房 機車房有圓形及長方形二種，小者宜用長方形。若兩端均可進出者，則每軌道之上可容機車兩輛。車房之寬應視所容軌道之數而定。第一百零四圖乃四條軌路之車房，旁有工作室等。但若軌路之數甚多，則以圓形機車房為宜。長方形車房之軌道常由正道分

出平行軌道數條，以達車房，無需旋橋之設置。若於車房之外建設旋橋，則旋橋與車房之間應留一段之軌路，俾車房萬一有火警時，機車得逐一開出，不必藉旋橋以爲惟一之出路。

圓形車房得爲全圓形或半圓形或扇形。車房之外必有一旋橋，俾機車得由正道駛入車房內之任何軌道，如第一百零五圖。車房之外牆可爲一連接而成之直牆，實則一多邊形也。在地面狹小之處，則圓車房與旋橋之設置較之一長方車房所能容納機車之數爲多。



第一百零四圖



第一百零五圖

車房外部較寬闊之地位，正合修理時工作之用。不過圓形

車房在管理上不如方形之便，且旋橋偶有障礙，則全機車房爲不靈耳。圓車房之外牆多用磚砌，其向旋橋一面之牆則幾爲柱與門所組成，亦有於門之上再砌短牆，使雨水在屋頂上向外流卸者。

車輛房 客車及貨車在一路之兩終站及大機廠處，每設車輛廠，以爲存放及修理之處。中途各站無之，貨車亦不必有房也。車輛房宜與機車房相近，宜有水管以便沖洗，光綫宜充足，以便修繕。房之前面宜有移車台以以便移轉。廠中每一軌道上須能容車輛多輛。

機廠 一路之兩端或一端或於中途之適宜地點，應建設總機廠，以爲修理一路機車車輛及其他機件之處。如北寧總廠之在唐山，平漢總廠之在長辛店，津浦總廠之在濟南，京滬總廠之在吳淞是也。鐵路機廠有不僅司修理而兼司製造者，如北寧路之唐山廠是也。機廠內之分部及佈置，視當地情形及廠之範圍爲定。

煤台 機車房之前必有煤台，與水塔相近，俾機車受水時，同時可以添煤。煤台之高應略等於煤水車之高，務使裝煤極易。其建築普通多爲木構，或用三和土。煤台兩端宜有傾度，以便運煤。

水站與水供 普通機車拖帶煤水車所能容水之量，約自12立方公尺至26立方公尺不等。至機車行駛時用水之量，極爲不同，約視機車之工作而異。在長而下降之坡度，機車用水甚少，在上升之急峻坡度，則每行駛一公里，約需0.15至0.24立方公尺之水不等。客車機車之大者，其煤水

車或能載90公里內所需之水,但載貨機車水站之距離應較縮短。故在輕量運輸之路,水站間之距離至多以35公里至45公里為度。運輸量重,而坡度急峻者,應相隔20公里之間。平漢鐵路各水站平均之距離約為44公里,津浦為43公里,京滬為40公里,而平綏則僅為18公里。

水站設置之地點,亦得依其特別情形而定之。苟沿途長距離內無適宜之水可用,或經過沙磧之地,無水可得,則機車拖掛之煤水車或須加大,或不止一輛。至於取水之處,自以適宜之水源定之。路上常跨過溪澗,可以取水,但須防石灰質太多,致為鍋爐之害。或開鑿深井,或以管導水於數公里之外,常為事勢所不能免。其城市車站有城市之水供者,自以城市之水供為最適宜。水站大抵設置於列車停頓之站,及沿路之大站及終站。

機車上水供之清潔程度頗關重要。凡井泉之水及水之經過石灰地層者,類多帶有鈣及鎂之碳酸及硫酸鹽,及其他之雜質。水在鍋爐內沸騰時,此種雜質留存於鍋爐下部,積為堅實之垢殼一層,不易除去。火爐外面接觸於火,至為熱烈,所賴以分散熱力以保護鍋爐殼者,惟鍋爐內之水耳。如垢殼層積,則鍋爐殼之熱力不能直接傳散於水,其損壞與崩蝕較速。防之之法,惟有時加以檢查及沖洗,或先將水以化學方法清潔之,使無垢殼之弊。然檢查與沖洗事繁費巨,且垢殼最足為害之處,厥為邊角間隙之地,最不易檢查與沖洗之處,故清水方法,常不可忽。

清水之法,常於水未注入鍋爐之前,先於水缸內加以

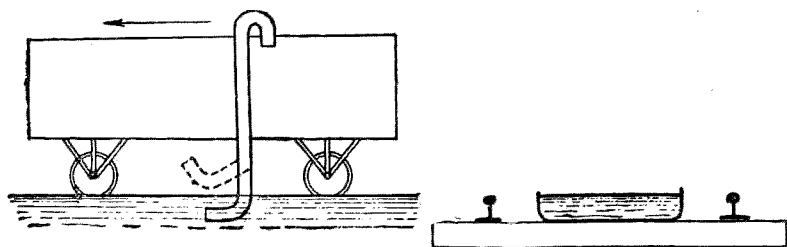
生石灰或碳酸鈉，使雜質下沈於缸底，然後就缸面取水入鍋爐。此法最不費，而功效甚著。或於水入鍋爐以後，施用化學物料，使雜質沈澱，而不結為堅實之垢層，則日後將自來水沖射，即可將雜物除去。水之用於鍋爐者，不潔固不佳，過於清潔亦為不宜。蒸溜之水固為清潔，然對於鋼鐵有侵蝕之性，如酸類然，水過清潔，則鍋爐水管之剝蝕亦較速。故凡用極清之水，或加少許之石灰，使於鋼鐵之面成一薄層，不足為害，而可以保護鋼鐵。

水塔及水鶴 水站之旁宜有喂水之具，即水塔或水鶴是也。水鶴之水，來自水塔。在有機車房之車站，可將水塔設於機車房之外場，而令其通達於路旁之水鶴。在無機車房之車站，可即將水塔設於路旁，水塔上裝置可旋動之水管，俾得直接注水於車上。較重要之車站則可於站之一端設水塔，而於其他端設水鶴。水之用途除供機關車所需外，應並能供洗刷車輛及洗刷站內地方之用，故其容積宜較事實所需者為裕。平綏路水塔小者容積約30立方公尺，大者100立方公尺。平漢路則有50立方公尺與100立方公尺二種。津浦路亦大多類是。國有鐵路定制則為至小50立方公尺之容積，流水之速率為至少每秒鐘5立方公尺。

水塔之上恒為水櫃，支座之下或即用作唧機室以抽唧水源之水，以入於水櫃。水櫃或以木為之，或以鐵葉，而四圍以板護之。今日則以鐵筋三和土之用為最著。水櫃外面應有標尺，以標示櫃內水之高度。水管徑宜略大，徑大則流速，而車隊停頓之時間可以減省。

水塔及水鶴之地位務使其注水之口得適合於煤水車之受水口，其高度亦然。但須注意勿為號誌視綫之障礙。高大水塔而又有注水口者，常笨大而不免此弊。本國規定從注水之口至軌面之距離為3.50公尺。

軌道上之水櫃 亦名行動喂水具。蓋為急行客車能於行動中吸水，而無須停頓以取水也。如第一百零六圖，於



第一百零六圖

兩軌條間設置鐵製之長槽，中貯以水。於煤水車內裝一直管，其末端能活動如圖，車行駛於水槽之上時，末端放下，因行動之力，水槽內之水即能吸入於煤水車內。此法須有700至800公尺平而直之軌道，且鐵槽太費，冬令水易凍結，故歐美安設之處雖不少，而未能通行也。

其他房屋及建築

工務建築物 屬於工務之建築物，除職員事務所及住宅外，僅庫房與廠舍而已。庫房為一路工務材料儲藏之所，往往由段長兼管，與段長之事務所相近。廠舍或分設或並設於機廠，無一定之準則。要之此類房屋多簡單而樸實。

職員住宅 路上職員以工務機務車務為最重要，其

職務常無時間上之限制，故路上恆備住宅，以謀職務上之便利。其地位常近路旁，並與其事務所相近。又路上道夫司一路之巡察與保養，故沿路有道夫宅。平漢路每約四公里即有道夫宅一處。

習 題

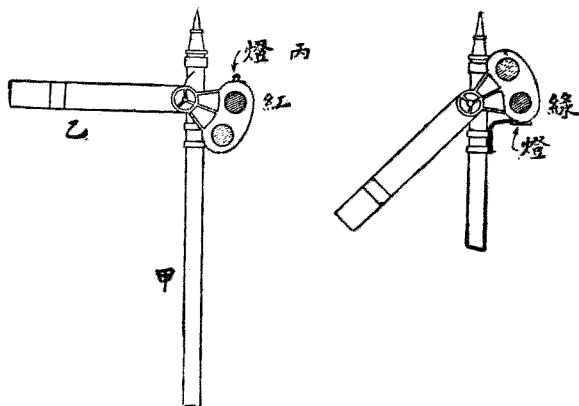
1. 試述旅客車站佈置應注意之事項。
2. 站台之寬狹及站台之高低有何關係？各應如何規定？
3. 圓形機房與方形機房之優劣比較如何？
4. 述站上用水之供給方法及水站距離遠近之研究。
5. 試述水質與機車鍋爐之關係及機車用水之清潔法。

第十四章 號誌之設備

本章所述之號誌，乃指一路上之固定號誌而言。所謂固定號誌者，乃設於一定之地點，藉以傳遞號令於列車之司機，使之進行或緩行或停止者也。號誌之設備，各國習慣懸殊，其設置之繁簡，又因運務之情形而異。本章述號誌設備之大概，而參以本國所習用之號誌法。要之一國境內之鐵路，欲歸於一統治之下，則號誌先須有統一之法則也。

號誌得分為二部分述之：1. 區截法 Block Signaling, 藉以保護在同一軌道上行動之列車，免其衝撞；2. 聯鍵法 Interlocking, 用於鐵路轉轍或交叉，以防列車之衝撞或出軌。

號誌 目下最普通之鐵路號誌，謂之臂形號誌 Semaphore

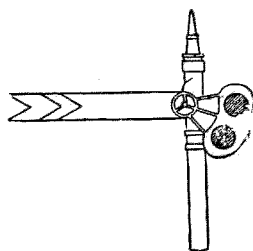


第一 百 零 七 圖

phore Signals。如第一百零七圖，甲爲號誌柱，乙爲號誌臂，丙爲號誌燈。號誌臂之姿勢卽爲一種表示。每一姿勢卽對於列車之司機者表示一種之號令，如臂橫爲“危險”或“停止”之表示，臂斜 50° 爲“小心”或“緩進”之表示，臂垂爲“前進”之表示。晚間則於臂之支點一端設一三色之玻璃，置於一燈之前。因號誌臂姿勢之不同，而燈前亦得顯現紅，或黃，或綠色。如臂橫時現紅色，臂斜 45° 時現黃色，臂垂時現綠色，每色之表示與同時臂之姿勢同。臂之斜 45° 及垂直有向上者，有向下者，而燈之顏色，亦不一定以紅，黃，綠爲準。紅色表示危險，世界幾一致用之。黃綠二色有代以白色或橙色者，則習尚之不同也。

本國鐵路習慣，號誌臂僅有橫與下斜 45° 之二姿勢，晚間顏色爲紅爲綠，表示停止及前進，而無小心或緩行之號誌。紅綠二色晚間遠望甚顯，白色易與車站上之燈光相混，而黃色又與白色相差無幾也。

如站內有障礙，外來列車不許進站，應於站外設置號誌，俾列車一見危險之表示，卽行停止。然列車在急速度行駛時，或不能於望見危險號誌後於有限之距離內完全停止，致生不測。故每於進站號誌之外若干距離，再設一號誌，名曰遠距號誌。如遠距號誌示安全，則進站號誌定必安全，列車得開駛入站。如遠距號誌示危險，則列車得於未到進站號誌之前，完



第一百零八圖

全停止。本國進站號誌臂之末端爲平直，遠距號誌臂之末端爲魚尾形，如第一百零八圖，俾列車司機者得一望而知之。

號誌柱之設置，有在軌路之左者（依列車進行方向視之），有在軌路之右者，此則各國習尚之不同。在軌路之左者，則號誌臂亦設於號誌柱之左（第一百零七圖），在軌路之右者，號誌臂亦設於號誌柱之右。本國號誌則以在軌道之左爲標準。然在大站軌路分歧，號誌衆多之地，則多建一號誌橋，跨過各軌道。橋上每一號誌司一軌道上列車之行動。

號誌臂之運用，多以人工爲之，在車站站台上操縱之。號誌臂之一端連於一鐵索，以轆轤之支座接至站台上之槓桿，槓桿板動，即能變更號誌臂之姿勢。然欲使號誌臂之姿勢正確，使列車之司機不至分辨不清，應於號誌柱上設置槓桿一種，其一端爲一重量之鐵塊，使臂橫時鐵塊下墜，則因鐵塊重墜之故，平橫之姿勢得以保持準確。且萬一鐵索中斷時，鐵塊重墜，號誌臂立時平橫，阻列車之入，以備萬一之虞。本國號誌之設置多類此。然號誌之運用，有用壓氣或電力者。

區截法 爲行車之安全起見，同一段之路內，不容有兩列車同時同方向行動。所謂一段之路者，即兩端各有號誌以保護之，以表示此段內有無列車也。然苟一段之路綫太長，則前行之列車須出於此段之外，後之列車方能繼至，其間時間甚長，實爲每日能向一方向開發列車次數之一

大限制區截法者，即將此一段較長之路分爲數短區，每區之始點設一號誌，以保護之。列車入第一區時，第一號誌即示危險，迨出第一區而入第二區，第一號誌示安全，而第二號誌示危險，後開之列車可駛入第一區。每區之長度既小，則前後兩列車間之時間較短，因之每日能開發列車之次數可較多。譬如每區之長爲 5 公里，列車速率爲每小時 50 公里，則列車能隔 6 分鐘開行一次。不過事實上列車之密度如此之大，則每區之長或更減小耳。如此謂之絕對區截法，然事實上或因過於束縛，以致一列車之停滯，影響於以後各列車之行程。故列車遇危險號誌時，仍得以減少之速度徐徐前進，預備望見先行之列車在前，隨時可以停止，而後開之列車，均得徐徐而進，如此謂之通融區截法。

上述區截法係適用於雙綫鐵路，每綫用於各一方向之行車，而欲於同一方向之路增加列車之次數者也。若在單綫鐵路，則每一段內應於兩端各設號誌，以管轄兩方向列車之行動。譬如列車欲駛入一區，則須先得此端號誌之許可，同時亦須使彼端號誌表示危險，以阻列車之從彼端駛入。如此則行動中之列車固可免對方列車之迎面而來，亦可免後方列車之接踵而至。

國內鐵路除北寧之唐榆一段（唐山至山海關），及平漢之平保一段（北平至保定）爲雙綫外，其他皆單綫。運輸情形，尙未需用區截法。至於目前號誌之設置，雖與區截法相似，然其區間之距離，卽爲此站與鄰站之距離，實未能盡區截法之利用也。改鋪雙軌資本之負擔甚重，改良號誌爲

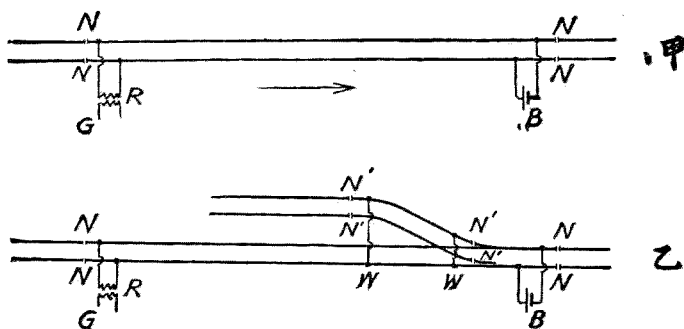
費較輕，故在單綫路上能改良號誌之設置，以省添鋪雙軌之繁，誠本國路上目前之要圖也。

區截法之運用 區截法之運用普通以人工爲多。卽於每區出入號誌之處，設號誌夫守之，凡列車之行動，各區之間以電話互通消息，而號誌夫因使號誌爲危險或安全之表示。區截之長者宜用人工，若每區間之距離短，則需用號誌夫較多，應用自動區截法。

路簽 單綫路上以人工運用號誌，或因記憶錯亂而有疏虞，因有電氣路簽爲之助。路簽爲列車開行之證，司機者須從站員處獲得路簽，方能開行。其構造爲一木製或一金屬製之圓桿，以電氣鎖於路簽箱之上。電鎖之開閉，不司於本區之人，而司於前一區之人。凡列車未入本區之前，先由路員向前一區詢問，苟無列車由前一區逆向而來，前一區之人卽將電鎖開放，然後本區得以取出路簽，交給來車之司機，以爲開行之證。及抵前一區，司機者卽將原路簽交給該區之人，放入路簽箱後，非得他區之許可，又不能任意取出。如是可免記憶之偶一錯亂，而保安全。本國各路多用此法。

自動區截 自動區截者，所有每區始點之號誌，均以電力運用之，使列車一入該區時，其保護該區之號誌，卽能自動而爲危險之表示，無須用人力者也。此法便利而省人工，且若機件完好，無錯誤之虞，區間之距離，亦可縮小。其設置法及運用法今設一例以明之。如第一百零九圖甲，爲軌道之一段。由蓄電池 B 發出低壓之電流，經過兩軌條而至

於 R 。軌條兩端 N, N 處用絕緣體阻止電流之散失。 R 為一替換電力器 Relay, 如全部分之電流經過 R 時, 能引動電力, 以運用號誌 G , 使之表示安全, 列車可照所示之方向以駛入。但列車一經駛入, 通過左端之 N 點, 則電流為車之輪



第一百零九圖

軸所截, 電流從車輪軸直接流通, 而不經過 R 。電力不經過 R , 則不能引動電力, 以使號誌作安全之表示, 因之立作危險之表示 (號誌機無電流經過時, 號誌臂常表示危險, 惟當 NN 段內無車輛停放或行動, 使全部分電流經過 R 時, 始能使號誌臂斜垂表示安全)。故列車一經駛入, 號誌即能自動表示危險, 不須人力之運用也。如在兩路交會之處, 亦可用類似之設置。如第一百零九圖乙, 於岔道軌條上裝設絕緣體 $N'N'$ (左端之 N' 約在平行軌道起首彎入正道之處), 及聯接綫 WW 。如 NN 及 $N'N'$ 之內無列車, 及轉轍器 S 之位置如圖之所示, 則電流完全從 R 經過, 號誌表示安全, 列車可以駛入。苟有下列情形之一, 則號誌立示危

險：(1) 正道上 NN 之間有列車，(2) 岔道上 $N'N'$ 之間有列車，(3) 轉轍器撥與岔道相通（蓋以電道截斷，無電流經過）。凡有以上情形之一，皆不容有列車駛入。

聯鍵法 聯鍵法包含下列三要素：(1) 於路綫分岔及交加處設置號誌，以管轄列車之行動；(2) 將所有運用此種號誌之槓桿聚集於一號誌台，以便運用；(3) 爲防止號誌夫之萬一錯誤起見，所有號誌槓桿之管轄對方列車行動者，均有關鍵互聯，務使一種之號誌表示安全，准許列車從一方向駛入時，則管轄對方列車行動之號誌，受聯鍵之牽制，而不能移動以表示安全。欲移動此號誌以表示安全，非先俟他方之號誌先示危險不可。機件上互相牽制，自無雙方同時皆作安全之表示。自有聯鍵法，而路上列車行動之危險可以大免。

若單綫鐵路上下行兩列車同時在站上交車，則爲避免危險計，亦應阻止兩車同時入站，必使一車先入站停止後，始許他車駛入。故上下行列車之號誌均在站上有聯鍵之設備。一方號誌表示安全時，他方號誌不能同時表示安全。必須一方之列車入站，號誌由安全而變爲危險後，他方號誌方能表示安全，以許他方列車之駛入。本國各路之號誌設備大都如此。

聯鍵之運用有完全用機械者，有助以電力者。機械之設置僅限於較小之範圍，電力則可以及遠。如遠距號誌之運用，則以電力爲宜，蓋遠距號誌常在進站號誌 1000 公尺或 1500 公尺以外，俾速行列車得從容停頓。在此遠距離未

能全藉機械之利用也。

號誌之構造 號誌柱近多以三和土加鐵筋製成。號誌臂以鐵板爲之，長約 1.50 公尺，末端寬約 20 公分，支端寬約 15 公分。本國習慣則用平直之鐵板爲之。正面塗以紅色，間以白條一條。背面塗以白色，俾不與正面相混，司機見之，無庸注意。號誌平常悉表示危險，僅於前站通知列車已出發時，始爲安全之表示，故站員須時常留心注意號誌臂之姿勢。日間在站多能望見之，晚間宜置一白燈，使號誌臂橫平時，在號誌之背面表現白色，號誌臂斜垂時無光，則在站上望見白光之有無，即知號誌之姿勢爲何如矣。

連接號誌之鐵繩，有藏於鐵管內，以資保護者。然苟非有道路跨過，致爲行人之障礙，多數祇用鐵繩，而以轆轤支座支持之。如路綫彎曲，尤須多用支座及轆轤，俾得運用自如，不生障礙。

此外他種號誌如圓牌號誌，移動號誌等等，於管轄行車上關係甚大，然於工程上不甚重要，本編不及備述。

習 題

1. 何謂臂形號誌？臂形號誌之姿勢如何？何以進站號誌之外須另有遠距號誌？
2. 何謂絕對區截法？何謂通融區截法？改良號誌之設置何以能增加單綫鐵路之運輸量？
3. 聯鍵法之要義爲何？其功用何在？

第十五章 鐵路之修養

養路機關之組織 凡事無一勞而可永逸者，鐵路亦然。鐵路建築後，苟能善加修養，常常保持其原有之狀態，則長久可以使用。若不加修養，則不旋踵而路上之設置可至崩潰剝落，不堪復用。故鐵路宜有堅固之建築，尤應有適當之修養，此鐵路家所以視修養與建築有同等之重要也。

工程時代，一路之建築由總工程師執行之。工程既竣，通車營業，則此後修養之責，屬之於路局之工務處。本國鐵路每將一路綫分爲若干大段，每大段設工務總段長一人，或名正工程師。每一大段分爲若干小段，每小段設工務段長一人，或曰分段長，或曰分段工程師。每一小段再分爲若干短段，每短段設一監工，每短段再分爲若干節，每節設一工頭，或曰道夫長。每節之長約爲4公里，除工頭一人外，有道夫四名或五名，成一道夫隊。每一短段約長30至40公里，每一小段約長120至180公里，每一大段約長400公里，則視路綫之長短與工程之重要情形而定之。凡遇較重要之車站，則每道夫隊所轄之路綫應略縮短。遇有倉庫之處，宜另組道夫隊，專司材料之裝卸及分送。每遇重要之橋梁，可專設橋工或專設監工一人，橋夫一二人以守護之。

修養之秩序 鐵路修養有日常之修養，有臨時之修養，二者得同時並交互行之。日常之修養者，每一道夫隊於

所轄一節之路內，自首至尾，順序修養之。但當日常修養之時，或有臨時發生急須修養之處，謂之臨時之修養。

日常之修養甚為仔細，每人每天平均可修養約 8 公尺。今設道夫隊有工頭一人，道夫五人。工頭司指揮監督之責，故祇能作半日之工，故一隊每日能修養之路程為 $5 \times 8 + 4 = 44$ 公尺。如以 300 為一年中之有效工作日數，則一年能修養之路程為 13,200 公尺，即 13.2 公里。若道夫隊管轄之一節長 $\frac{4}{5}$ 公里，則該節內之日常修養至多每年四次。

修養之事物及方法

地界 鐵路購地以為路幅，每於界址立石，以為標識。路幅不規則，則界石之數甚多。路幅之寬大而一時尚曠廢者，得暫時租出之。此種界石平時宜留意勿使缺失，缺失則補立之。又須注意勿為人所移動，應按照地界圖之尺寸以為標準，時加覆核，以保路產。

路基 路基首重防水，凡足以蓄水或阻水者，均須設法除去之。如路堤中部之橫溝常為碎石砌成，歷時既久，蓄土必多，應除淨之。在路基兩旁之旁溝平時固不宜聽其淤塞，而在雨季之前，尤應掃除清潔，拔除雜草，以暢水流。大風之後，常有沙土填積於溝，宜淨除之。

一國之鐵路與水利至有關係。凡鐵路之防水及宣洩，祇能及於鐵路附近及路務所能及者為止。苟一國之水利不修，則波及於鐵路者至大，非鐵路所能為力矣。然在未開通之地方，每遇水患，輒歸咎於鐵路路堤之梗阻，而鄉人有將路堤私自挖斷之事，修養之工常致棘手，應預先提防，事

後宜用臨時修理法以堵塞之。

鐵路又與一國之大道交通有密切之關係。大道不修，鄉村間之交通不便，因鐵路路堤頗平直而整齊，故鄉人多因便而趨之。且不特行人而已，車馬牲口隨意踐踏，為害甚大，道夫應隨時禁止之。

道碴 道碴經用久，則逐漸研碎，土質充塞，滲水性薄弱，應時取而剔淨之。普通用篩一具，其篩孔之大小等於所規定最小塊道碴之大小。凡從篩孔漏出者，不復使用，其留存於篩者，再納之於原路。其所失之分量，應補充之，以保持軌路適宜之高度。道夫應隨時按照路上預定道碴形式圖，以考察若干處道碴欠缺，須為增補。曲綫之內尤為重要，曲綫內之道碴須有抵抗橫勢向外推力之能力，故曲綫內道碴之量必較豐厚。

路上常有一處或數處道碴場，為道碴堆存之所。凡路上所需添補之道碴數量，先為算明，由監工轉向段長陳請運付。道碴之運付應由機車拖帶道碴車，沿途卸落，或分量少者用平車推送之。每一道碴列車能載若干之道碴，則以機車之駛力及卸落之時間不礙於日常之運務而定之。道碴之運輸費應由車務處記入工務處之帳，作為工務處修養之費。

路綫 路綫之應修正者，為日常修養之事。如軌路之高度有下陷者，須用墊擠之法逐層升起之。軌路之高度在急峻之傾度上甚為重要。如預定之傾度為限制坡度，若一部分之軌條再下陷，則傾度更大，行車困難。曲綫及漸曲綫

均須依照公式以修正之。直綫亦應確直，無稍凸凹之弊。超高度須按照超高度之定則而驗其準確與否。超高度若察出太小，應一面用綠色號誌警告列車，以免肇禍，一面宜用墊擠之法以修正之。軌距太大或太小之處，應用軌距規修正之，或於軌枕改鑽新孔以代舊孔。軌條有因年久及軌枕不平而致彎曲者，應用彎軌機修正之。若非彎軌機所能撥正，則宜換用新軌。

軌枕 凡枕木之破斷或腐蝕過甚者，即須更換。如破裂之紋自此端直達彼端，則雖未腐蝕，亦須更換。枕木上之道釘孔有因鬆動而致道釘不能將軌條嵌緊，則須易地鑽孔。若新孔又已鬆動，則木質雖未腐朽，而枕之使用年齡已罄矣。有時枕木外觀完好，而內已腐爛者，欲驗知之，可以錘輕擊而察其聲，其聲浮則內部已枯蝕矣。凡腐爛之枕木，應整塊抽出，不應破碎而將殘塊棄置於道碴。舊枕取出尚有若干之價值，殘塊木片足使道碴不淨。

抽出舊枕之先，應先翻開四圍之道碴，將舊枕抽出後，宜將道碴再揭除少許，蓋以新枕每厚於舊枕也。若相連多塊軌枕皆腐朽待換，宜逐一抽換，而不宜同時將數枕抽出，以防列車之驟至。新枕木上，宜誌以更換之日期，以驗每枕使用之年限。日期之識別可以火焰印於枕木中央之上面。

軌條 凡軌條頭部磨蝕過甚，或兩端有損傷，或有破裂，即須抽換。如有彎曲而不易撥正者，亦宜換下，以移作不重要之用。軌頭因磨擦而致損蝕，其損蝕之情形已在第六章詳述。損蝕過甚，則車輪之摺緣或致與軌條聯接處之魚

尾鈹接觸，即應更換更換軌頭磨蝕過甚之軌條時，須使新代之軌端與兩端所聯接之他軌軌端脗合，而無左右凸凹之弊。

魚尾鈹 魚尾鈹之磨蝕，以螺栓之孔及道釘之孔較爲顯著。道釘孔若因蝕落而致魚尾鈹之地位鬆動，則關係於軌距甚爲重大。故宜換用粗大之道釘，使之緊固。若釘孔處損蝕過甚，則惟有換用魚尾鈹而已。

螺旋道釘 螺旋道釘之消蝕有在有螺紋之部者，有在無螺紋之部者。有螺紋之部其消蝕多因酸性作用，而無螺紋之部多因車輪之橫力，由軌條而施於道釘所致。故道釘之損蝕以曲綫之內部爲尤著。若枕木上之釘孔擴大，以致道釘鬆動，而道釘尙完好者，自可另鑽新孔。惟舊孔宜以木栓塞之，以免積水，新孔宜塗以煤脂。

圯工橋梁 橋梁上所用之石料常有凍裂之性。故新橋建築一二年後，宜細察其各部有無因凍而致裂。即舊橋亦宜時加注意。凡重要之橋梁及高大之橋臺及橋墩應時注意其高度有無變動，豎勢有無變更。若在短橋而橋孔窄小者，宜注意橋孔勿爲亂石所堆塞，若發現此等情事，當於未雨之前速除去之。

鐵工橋梁 鐵工橋梁之修養，較之圯工橋梁之修養爲繁，此爲圯工橋梁勝於鐵工橋梁之一原因。蓋因鐵工橋梁因使用而有損傷，或因失修而致銹蝕。應每年舉行查驗一次，至多每五年舉行詳細查驗一次。凡鐵橋所賴以結構者，厥惟鉚釘，鉚釘實關係於全橋之安全，雖一枚亦不可疏

忽。鉚釘之鬆動者，與無鉚釘等。故查驗之時，應用鐵錘將每一鉚釘輕輕敲擊，如察知鬆動，應另換之。鉚釘之已銹者，其周必有銹痕，亦宜更換，使將橋之聯接各部釘緊。

爲預留鐵橋之伸縮起見，橋之長者每於一端安放於轆轤之支座，俾有伸縮之餘地。但轆轤常有壓扁而失其橋體漲縮時之功用。若察出此弊，應將橋體抬起，將轆轤從新安置適宜，使之輾動順利。凡足以防止橋梁之漲縮者，應除去之。凡橋上有螺旋之處，應時注意螺帽有無鬆脫。

上軌橋之較長者橋上往往有躲避臺，以便行人或路工在橋上遇列車時，得躲避於此。此種躲避臺亦宜時常檢驗其是否堅固，以防萬一之危險。

平交路 平交路有用柵欄以維護者，有不用柵欄者。無論有無柵欄，行人車馬經過於此，護軌常受撞擊，而改變其與正軌之距離。此距離過小，則阻礙車輪之摺緣，而易生危險，過大則於大道上車馬爲不便。故護軌間宜以舊枕木或道碴鋪平，不可任其破損。鄉人無知，或自取泥土鋪填，或以石子充塞正軌與護軌之間，危險孰甚。道夫宜注意於此，而時通除之。

分道叉 交道叉 分道叉之運用爲車務處之事，故其修養常由車務處司之。然工務人員亦宜時加細察，凡關於尖軌及號誌各件每日須檢查一次。軌枕道釘等之檢查，宜較他處爲勤，蓋道叉處常爲肇事之原因也。冬令雪降軌面，由雪凝冰，在軌面者有過於油滑之虞，在軌旁有充塞輪緣過道及妨礙轆叉動作之虞，故在雪季至宜注意於此。

護路工程 路堤兩旁常植樹以堅固土質，但樹枝不宜與列車過於接近，俾免機車上之火星灼及枝葉而成災。樹枝不宜為電綫之障礙，曲綫內之樹不宜太高，高則障礙視綫。

路堤或路坎之兩旁常有用圻工以資防護。若有剝落，即宜修補，否則剝落日多，而修補之費將益巨，且恐因此致成大患。

軌路之巡察 軌枕下道碴墊擠之勻否，與軌路至有關係。如墊擠均勻，則軌條之支柱均勻。假若有墊擠不均勻之處，則列車經過時軌枕必陷下，而軌條支柱間之距離因之過長。軌條不能具此過度之耐力，常有折斷之虞。故軌條之耐力問題頗為複雜，蓋以軌枕之高低或有不同，而又因列車之行動而常有變化也。

道碴墊擠不勻，或超高度不合規則，或聯接處不合規則，列車經過必受特別之振動。巡工者應在車上感覺振動之所在，以誌其弊病之點。工務段長或監工巡路常用搖車以代步。若以急速度行駛，則路上軌枕高低不勻之處，必感覺振動而聞聲。鐵橋上面尤著。搖車在平路上每小時可行20公里，實為巡路之利器。

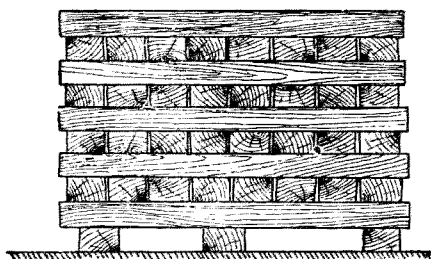
魚尾鉸之螺旋釘受列車之振動而易鬆脫。鬆脫則魚尾鉸失其應有之位置，至為危險。故路上工頭應每日親為巡視，以察螺帽有無脫落之弊。每數日又應查其有無已鬆者，祇須用小錘敲擊之，即可察出。工頭巡路時應攜備紅綠旗以資保安，並常須攜帶螺釘鑰及螺栓、道釘、號炮等各數

具，以備臨時之需。

材料之分配

道碴 路上常有開鑿石礦，以便就近取石，用作道碴。或有一二處堆存道碴之場，由段長兼管之。用時再由路上裝車運送。

枕木 路上一年所須抽換之枕木，為數甚多。今假定軌條之長為 9 公尺，每軌條之下用枕木 12 根，則每一公里路綫需枕木約 1333 根。又假定枕木之使用年齡平均為 7 年，則每一公里內每年所需抽換之枕木為 $1333 \div 7 = 190$ 根。若每一道夫隊所管轄一節之路綫長 4 公里，則每一節路綫內每年所需新枕木之數為 760 根。此 760 根之新枕木當以一半預存於該段之倉庫，而以其他一半分別堆存於道夫房之旁。其堆法先以舊枕木三數根作墊，然後將新枕木逐層堆上，如第一百一十圖，以免新枕木之潮溼。枕木堆存

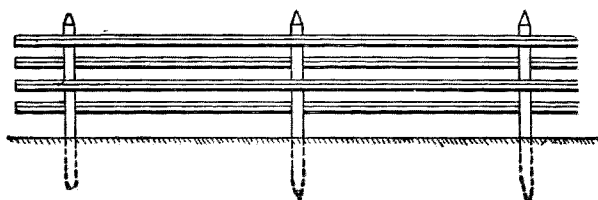


第一百一十圖

於道夫房之外，宜常防其被竊。到須抽換之時，則以平車載送至抽換之地點。

軌條及其附屬物 凡軌條及一切之附屬物如轍叉，

魚尾鉸，螺栓，道釘，墊板，尖軌，繫桿等，均應於段長倉庫內有適宜之儲備，以資臨時取用。每一公里內至少須儲備軌條一根，每一道夫隊須至少四根。此項軌條應擱置於路旁，其擱置法如第一百十一圖，有支柱三，以免軌條中部之彎曲，

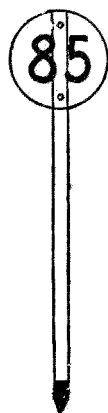


第一百十一圖

且宜離地較高，以免潮溼。在曲線上需用短軌之處，並應儲備相當之短軌。軌條抽換時將新軌鋪放後旋即將舊軌帶回，以備他項之用。

工具 修路工具之最習用者，如各式之鑿，各式之鏟，其次如螺鑰，如鑽，如軌鉗（用以鉗起軌條），如超高準，寬度準，水平準等，均須由段長供給完備，以資應用。其他如挑運石子等之挑槓，筐及繩等，均為常用之品，由工頭隨時向段長領用。

每一道夫隊應有平車一輛，以運送材料。所有運用平車時所附帶之燈旗及燈上之紅綠色玻璃均不可缺乏。每道夫隊在路上工作時，應隨帶小圓牌二個，以鐵板製成，插於木桿。凡因抽換軌條及其他軌路之修



第一百十二圖

理，而致一時不能通行時，應於路綫障礙處兩端各一公里之處，各插一圓牌，俾列車得以停駛。圓牌一面爲紅色，一面爲綠色，上面書明道夫隊之號數，如第一百十二圖。如遇濃霧或恐圓牌不易爲司機所看見，應兼用號炮，以爲阻止列車之用。

保安方法 修路時所用之臨時號誌，日間爲旗，夜間爲燈。紅色表示危險，綠色表示安全，與固定號誌之顏色一致。圓牌之顏色亦然。此種路牌應於修路處前後各一公里設置之，至少亦須在半公里以外。如用平車運送材料，亦宜於前後一公里至半公里間有人同行守護。此種保安手續，不可疏忽。雖爲時不過數分鐘，亦不宜忽之。段長或監工對於道夫應時加訓練。

晚間路上障礙之處，宜立紅燈爲誌。紅燈多爲油燈，須注意油量充足，能達天明，不至中夜熄滅。監工須注意勿令工頭作弊，致因省油而誤事。燈固須有油，亦須擦拭明亮，方能醒目。

管理方法 監工應鎮日在路上步行巡視，隨時考查道夫是否稱職。段長亦須至少每旬出巡一次，以視修養工程之是否合法。監工須每旬報告段長一次，每月更須作詳細之報告。凡日常之修養之達於何處，臨時修養之爲何種，抽換軌枕及道釘之處及數量，皆一一記載。段長亦應於每月將工程情形及使用材料清單彙報於主管。

監工對於道夫宜時防其作弊。路上所用各材料應防其偷竊。即舊枕木常有相當之價值，不宜聽道夫隨便棄置。

或變賣，應整齊堆存於站，以待檢查。此項舊枕木於水患須堵塞決口時常著效用。段長對於監工亦須為同樣之監察。路務上常有臨時添雇工人之時，須由監工隨時檢察，免有偷工之弊。即平時日常之修養，亦須由監工嚴察其有無曠工及扣工之弊，致修養之工受其影響。

習 題

1. 本國鐵路養路機關之組織如何？
2. 路綫上之應修正者為何事？
3. 養路時分配枕木及軌條之方法如何？

第十六章 鐵路之策畫

鐵路事業，先有策畫，然後實施工程，故事實上策畫為鐵路事業之最初步。然學理上則須於鐵路各項工程之建設，及施工之手續，完全明瞭，方足以言策畫。且不獨工程之建設而已，建設後一切之修養程序，亦須一一瞭然，方能着手無誤。本編於路上工程之建設與修養之方法，既於前數章詳述，學者於一路之構造及維持已得其大概，故殿以策畫之一章。

運輸量之估算 估算一策畫中之鐵路所能吸收客貨運輸之量當視運輸之是否限於本路，或有聯運之便利。即就一路而論，亦須視運務之性質多為通過全路，或多限於區域。凡聯運之路，欲知過路之運額，須先知新路與原有之路銜接之關係，新路與航運之關係，及陸路貨物因航運之便利而易地以出口之關係。若單就本路而言，欲得知客貨運額之概數，應先調查沿路人口，及農工商狀況，並取已成鐵路情形類似者之客貨運額以為比例。

美國鐵路學者威靈敦氏 Wellington 曾立一普通運輸數量估算之通例。其說曰：“一路之運額與沿路所供應居民人數之平方為比例”。此說於事實上頗為切近。若就全國各路之成績而比較之，可取已成各路之營業進款總數（如交通部每年編製鐵路統計年報所發表者），以各路

經過省區所供應人民之數除之，得平均每人每年付入鐵路之款。若就過去多年統計而比較之，並可得知運務增長之速率。此每人每年付入鐵路平均之數，以在策畫中之路經過地方所供應人民之數乘之，即得知本路運額之大概。然此法之弱點在（a）全國各路平均之數未必適合於目前一路之情形，（b）估算新路所供應人民之數頗為難事。故此法祇能作一概數，以資參證，不足以言準確也。

比較已成各路運輸量之法，可取已成諸路之中其情形與所擬新路相近者以為比例，或分析逐段之情形而比較之。此法之弊，在易誤認兩種情形為近似，而實相去甚遠。或明知其情形不同，而估算其不同之處，難於準確，故亦祇可作參證之用。

較切近之估算法，自以詳細調查及研究所擬路綫兩旁之農工商情況為宜。如調查路綫兩旁可耕之地畝數，種植之種類，及每畝所能出產之量，可以因知農產物運額之大概。其他如沿途之牲口約數，林產約數，鑛產約數，工產約數，建築材料約數，須一一調查。工產盛者，則原料及燃料之運輸亦盛。鐵路事業因運速而費廉，故日後之運額必增多，但估算時不必張大其數。即現在沿路各種出產是否必由鐵路運輸，尚須審慎研究。蓋有時因特別理由，貨物之一部分仍有不就鐵道運送者。至於客運，則可於其他情形類似市鎮之客運數比較而得之。此法如運用得宜，則所得結果頗為切近。

一路運輸之量，與一路對於運輸之設備，互有關係。地

方上出產待運之物，本具一種潛量，而此潛量能否完全實現，須視一路之運輸設備而異。而鐵路開通之始，運輸之量或不能即行發達，亦須通車後經過一長期間，方能逐漸發達。故雖於將來之發達確有把握，而目前不妨依最近之狀況而為設備。雖日後之擴充或者較月前為貴，然所增加資本利息之負擔甚重，况運輸量達於所期數量時，其間時期常出於預料之外也。

一路客運與貨運有多少之不同，普通以貨運較客運為多。然亦有地方情形不同，而多寡互易者。本國各路多以貨運稱盛。然京滬路則因所過多富庶之區，而貨運則有航路之競爭，故客運優於貨運。廣九亦然。實為國有各路中特

	平漢		北寧		京滬	
	收入	百分數	收入	百分數	收入	百分數
客運	\$ 5,902,624.80	26.2	\$ 9,501,472.87	46.8	\$ 5,169,873.27	69.6
貨運	16,647,240.32	73.8	10,767,777.54	53.2	2,251,703.75	30.4

殊之例。今試取民國十一年平漢及北寧兩路客貨之收入而比較之，則知北寧路因有南滿及西比利亞之聯絡，經過天津及瀋陽兩大商埠，而天津復為大海港，故北寧客貨約相等，而平漢貨多於客。

株欽及周襄鐵路於籌辦時曾經測量由信陽至成都 14,600 公里之路綫。因路綫範圍過廣，未能於沿路農工商各業詳加調查。其估算該路開車後常年之運額，係先調查路寬約 50 公里居民之數，假定此項居民每年平均有貨物

百分之二十五噸由鐵路轉運，每四人中有一人搭車旅行。又假定平均貨物之行程爲240公里（京滬約爲225公里，平漢約爲260公里），每旅客平均行程爲180公里（平漢約120公里，國有各路平均約90公里），貨物轉運每噸公里（即每一公噸貨行一公里路）所收入計銀幣一分五釐五（平漢路約一分四釐，國有各路平均約一分二釐），每客公里（即每搭客行一公里程）所收入計銀幣一分三釐五（國有各路平均約一分二釐五），因此可以得知每年客貨運輸收入之大概。此外復加運煤炭每年約700,000噸，平均行125公里，每噸公里收價8釐，不在貨運之內。

今假如以上述各單位爲標準，而14,600公里之路綫在路寬50公里以內有居民15,360,000人，則運輸收入得約計如下：

(a) 貨物	$= 15,360,000 \times 25\% = 3,840,000$ 公噸,
	$3,840,000 \times 240 \times 0,0155 = \$ 14,284,800.$
(b) 旅客	$= 15,360,000 \times 25\% = 3,840,000$ 人,
	$3,840,000 \times 180 \times 0,0135 = \$ 9,331,200.$
(c) 煤炭	$= 700,000$ 公噸,
	$700,000 \times 125 \times 0,008 = \$ \underline{700,000.}$
總計全路客貨運費收入	\$ 24,316,000.
另加他項收入 2%	<u>486,320.</u>
總收入	\$ 24,802,320.
平均每公里收入	\$ 17,000(約).

若以全路寬度50公里以內之居民平均計算，是一路收入

每人每年1.61元。

建設上之策畫 建設上策畫最重要者，爲寬路與窄路之選擇，單綫與雙綫之選擇，及半徑與坡度之選擇。今分別略述之。

寬路與窄路 鐵路軌距以1.435公尺（4英尺8 $\frac{1}{2}$ 英寸）最爲普通，是名爲標準軌距，亦曰寬路。其他有1公尺者，有1.070公尺者（3英尺6英寸），皆謂之窄路。寬路窄路之選擇，以路綫之重要與否爲準。其影響於建築費者，則窄路之廉於寬路不在軌路材料，而在土方及橋梁。窄路之道碴較少，軌枕較短，此項材料所省甚少。窄路之半徑可以縮小，則土方大減，重要之橋梁亦可減少，所省之建設費極大。至於營業費用，則寬路與窄路所差甚微。故運輸量重者，應用寬路，其運額之數足供寬路之建設。運輸量輕者，則不妨用窄路。日本鐵路之寬度爲1.070公尺，常有改爲1.435公尺標準軌距之趨勢。

一國之鐵路應有一律之軌距。不獨國內爲然，即國際間亦然。若設置不一律，寬路與窄路銜接，則此路之車不能通至彼路，客貨均須換車。旅客換車既屬不便，而貨物換車尤爲事繁費重。本國國有各路以1.435公尺軌距爲標準。惟正太鐵路用一公尺之窄路，於運務影響已多。讓與鐵路中如滇越鐵路亦爲一公尺之窄路，然於國內交通上無大影響。東省鐵路連接西比利亞鐵路及南滿北寧各路，爲直通北平與歐陸之幹路。然北平客貨實不能直達哈爾濱，則以南滿鐵路軌鉤之高度與北寧不同，兩路車輛不能聯接。而

東省鐵路又係寬 1.524 公尺 (5 英尺) 之寬路也。苟一國之鐵路多數軌距相同，而獨有一二歧異者，如本國之正太，則將來改齊劃一時所須加寬軌路之費尙小，而原有之機車車輛悉歸無用，其困難有如此者。

單綫與雙綫 一路通車之始，恆無建設雙綫之必要。必俟運務發達，單綫之能力不足，而所加收入又足抵償雙綫之設置費，方爲雙綫之設置。但爲日後雙綫之預備，必須於開始之時，先購入雙綫之路幅。此爲近年來國內鐵路界所爭論之點。贊成購用雙綫路幅者，則謂交通便利，則鐵路兩旁之地價日以長，苟不先爲收購雙綫所用之路幅，則日後購用，或爲地價所限制，或爲兩旁已建房屋所束縛，即欲收購，爲費浩繁。反對之者，則以本國情形各路在長年期內尙無設置雙綫之必要，徒耗資本。兩者之選擇，當視一路將來運務發達如何，及目前沿途豐瘠情形定之。

路幅預備雙綫，則橋梁與隧道均生連帶之關係。即橋梁與隧道應設單綫或雙綫是也。大抵鋼橋之年壽不過三五十年。若預料一路在三五十年之內尙無設置雙綫之必要，則先建單綫可也。若在二三十年之內即有雙綫之必要，即宜爲雙綫之設備。北寧鐵路由天津至北平，及京滬鐵路由上海至蘇州之橋梁皆建雙綫者也。橋梁之應爲單綫或應爲雙綫亦應視橋梁之大小而定。大抵雙綫鋼橋之建設費較之一單綫鋼橋多 50%。故若係極大之橋，橋工極費者，或無須早爲雙綫之預備，以增加資本利息之負擔。津浦鐵路之黃河橋爲雙綫，然何時始鋪雙軌，殊在不可知之數。即

使三五十年內有建設雙線之必要，則沿路儘鋪雙線，而留橋梁一段為單線，亦無不可也。

隧道與橋梁略異，則以隧道之建設較橋梁為永久，故一路既為雙線之預備，則凡不重要之隧道皆宜先建雙線，其重要而工鉅者，則可先建單線，以俟他日於他處另開一洞。

半徑及坡度

主要幹路之曲度，半徑不宜小於 500 公尺。若同時有頗大之坡度，或在極長隧道之中，則宜大於 500 公尺。蓋隧道內恆潮溼，主動輪與軌面之粘結力甚小，則轉身較難也。主要幹路之坡度不宜大於 1%，最多亦不可過 1.5%。若大至 3%，則必有特殊情形矣。今將本國各大路之最小半徑及最大坡度列表如右：

路名	最小半徑	最大坡度	
平漢	200 公尺	1.5%	
北寧	246	1.0%	
津浦	津韓	300	$\frac{2}{3}\%$
	韓浦	610	$\frac{2}{3}\%$
平綏	南康	183	$3\frac{1}{3}\%$
	其他	244	1.0%
汴洛	200	1.0%	
道清	538	1.0%	
廣九	436	$\frac{2}{3}\%$	
吉長	土們嶺	403	3.0%
	其他	458	1.0%
京滬	586	0.4%	
株萍	153	2.0%	
廣三	293	$\frac{1}{2}\%$	

路線上特別之

處，及站上軌路曲度之半徑可以略小，但不宜小於150公尺。

建設費之概算 在一路實測完竣後，應為建設費之概算，根據交通部規定鐵路資本支出分類則例編製之。此概算中之項目，有可與其他已成鐵路之統計比較而得者，如總務費，籌辦費，路綫保衛，電報電話等是也。有須按照測量所得之結果而分別估算者，如路基建築，隧道，橋工等項是也。有須按照預料運務情形而估算者，如車輛及機廠等項是也。今先將中華國有鐵路民國十一年建築資本支出分類帳附載於下，然後逐項分述之：

資—1：總務費 此係包含鐵路工程局工程，機務，車務，電務，會計，材料，警務，衛生各部之辦公室，房屋，及薪水公費等而言。在國有各路，平均為建築費用總數10.9%。

資—2：籌辦費 包含測勘費，測量儀器，及設備品等費用在內。此項費用合國有各路計算，平均每公里1.536元，約在費用總數1.9%。

資—3：購地 此項用費，各處不同，視乎地形地價各種情形，及其他問題而異。須調查沿路各處現時地價，並另加遷墳購地賠償及各種意外費用。如購用雙綫地幅，則購地費必多。然目前不用之地面，儘可賃出，則所用之資本，非全不生利者也。國有各路此項費用在建築費全數4.5%。

資—4：路基築造 此項用費得依照初次測量所繪各切面圖，及所估各項物料之數量及工料之價而得之。株欽鐵路昔日測量信陽至成都路綫編造預算所用之單價如下表所列：

挖掘泥土	每立方公尺	\$ 0.155
挖掘雜土	"	0.52
挖掘鬆石	"	0.78
挖掘硬石	"	1.18
填築路基借用泥土	"	0.155
填築路基借用雜土	"	0.52
填築路基借用鬆石	"	0.78
填築路基借用硬石	"	1.18
運土過100公尺以外	每立方公尺每100公尺	0.24
粗石填基用人工者	每立方公尺	3.90
粗石填基用起重機者	"	5.25
建築斜牆	"	6.55
清除地面草木磚瓦	每1000方公尺	15.00至25.00
掘去樹根	每100公尺	65.00

按此項費用在國有鐵路平均數約占建築費總數之72%。

資—5: 隧道 隧道之數目,每處長度,及所開鑿之物質種類,均於測量時測定估算。株欽鐵路所用各項工價單位如下:

挖掘洞長300公尺以下	每公尺	\$ 650
挖掘洞長300至600公尺	"	820
挖掘洞長600公尺以上	"	1,060
隧道擴大	每立方公尺	2.60
隧道鑿頂	"	11.80

資—10 號誌及轉轍器	資—11 車站及房屋	資—12 總機器廠	資—13 特別機廠	資—14 機件之設備	資—15 車 輛	資—16 維持費	資—17 船塢船港船埠	資—18 淨水設備品	合 共
\$ 971	\$ 5,125	\$ 550	\$ 81	\$ 951	\$ 25,054	\$ 1,428	\$ 27	\$ 78	78,505
1,306	7,079	3,816	3	790	31,277	185	135	143	89,520
982	7,658	2,347	249	257	15,637	2,014	874	503	90,342
614	9,630	2,249	410	1,101	18,412	—	2,432	—	90,782
815	5,573	—	3	681	13,876	3	363	—	65,397
1,042	4,809	432	—	218	11,247	884	—	—	55,258
1,259	7,976	2,975	102	1,578	22,819	929	—	—	91,857
597	2,369	834	35	57	13,672	—	114	—	47,050
833	3,365	—	—	2,266	11,881	754	—	—	72,835
1,025	8,337	1,703	—	642	11,106	175	—	—	61,189
549	6,933	642	—	1,724	9,970	69	5	—	93,888
1,367	4,103	12	—	5,357	4,543	—	15,499	1,290	113,839
405	3,257	945	8	1,262	12,380	2,406	193	—	95,776
750	6,392	—	—	808	—	724	—	—	48,082
953	6,139	1,547	89	802	18,896	1,326	410	134	80,029
1.2%	7.7%	1.9%	0.1%	1.0%	23.6%	1.7%	0.5%	0.2%	100.0%

路名	資—1 總務費	資—2 籌辦費	資—3 購地	資—4 路基築造	資—5 隧道	資—6 橋工	資—7 路線保衛	資—8 電報及電話	資—9 軌道
平漢	\$ 8,498	\$ 36	\$ 2,004	\$ 4,866	\$ 179	\$ 12,091	\$ 64	\$ 275	\$ 15,327
北寧	6,726	368	2,303	3,502	114	12,143	274	353	18,995
津浦	10,014	815	3,836	6,223	—	19,264	365	627	18,672
京滬	7,371	144	9,118	6,562	1,146	8,447	274	525	22,347
滬杭甬	6,341	1,299	6,609	3,386	—	8,400	283	350	17,415
平綏	4,125	514	1,910	5,601	723	6,355	66	346	16,986
正太	13,615	2,467	1,475	10,336	2,429	9,073	256	612	13,956
道清	11,342	201	2,492	833	—	2,528	22	286	11,703
汴洛	10,277	393	1,588	7,990	2,646	15,638	73	205	14,926
吉長	8,088	366	1,895	5,514	8,991	5,622	11	602	14,204
株萍 ^①									
廣九 ^②	10,966	708	11,798	14,547	—	16,054	493	240	19,190
廣三 ^①									
漳廈	28,216	1,714	5,543	13,886	—	16,422	—	82	15,805
湘鄂	15,302	15,466	5,147	9,301	—	12,035	208	378	16,183
四洮	7,979	188	1,994	3,258	—	5,705	104	793	19,387
統計平均	8,716	1,536	3,562	5,730	412	11,917	197	414	17,249
百分數	10.9%	1.9%	4.5%	7.2%	0.5%	14.9%	0.2%	0.5%	21.5%

① 民國十一年無統計報告

② 僅包括華段 143.30 公里

第二表

民國十一年中華

隧道填石	每立方公尺	5.20
隧道築砌磚石裏	”	18.30

國內各路有有隧道多處者，有未有隧道者。各路平均數約占建築費總數0.5%，此則絕不足為一路之例也。

資—6: 橋工 預算橋工之費用，當先定橋梁之總長，每孔之跨度，為圪橋或為鋼橋，及兩岸橋基河中橋墩基礎之情形。本國各路此項平均數合建築費總數 14.9%。株欽鐵路預算時所用各項工價單位如下：

鋼鐵連建築費	每公噸	\$ 230
三和土石工	每立方公尺	18
鐵筋三和土石工	”	23
洋灰膠泥砌石石工	”	32
一等蠻石石工	”	16
二等蠻石石工	”	13
灰漿鋪道工價	”	13
三和土橋樁工價	每直公尺	20
木料橋樁工價	”	5
板梁橋面工價	”	20
桁梁橋面工價	”	26
挖掘乾泥土基礎	每立方公尺	0.26
挖掘溼泥土基礎	”	2.50
挖掘乾雜土基礎	”	0.90
挖掘溼雜土基礎	”	4.50
挖掘乾鬆石基礎	”	1.30

挖掘溼鬆石基礎	每立方公尺	7.20
挖掘乾硬石基礎	”	1.60
挖掘溼硬石基礎	”	10.50

上述關於鋼鐵連建築費須視鋼鐵之時價而異。如本國供給不足，而須取材於外國，則須計及兌換率之差異，及水陸運費，保險費等。株欽鐵路預算之編製，正當歐戰之時，彼時預算工程七年，其中一年係用戰時之價，六年係用平時之價，此則估算時所當注意者也。

資—7：路綫保衛 此項包括柵欄，圍牆，籬笆，界石，標誌等費。國內各路情形極不一致，平均數占建築費之總數0.2%；較之泰西各國為少，則情形及習尚之不同也。

資—8：電報及電話 此項費用之多寡，視用器之優劣，時價漲落，及購買情形而異。國內各路亦不一致，平均為建築費總數0.5%。

資—9：軌道 此項費用估算較易，既定軌條之重量，則依據時價可得軌條與附屬物之值。軌枕之種類尺寸，及排列之疏密，皆易擬定，而照算其值，及其鋪設之工價。國有各路平均此項費用居建築總費21.5%。

資—10：號誌及轉轍器 此項包括一切號誌器具如各種轍叉，護軌，岔道，特別軌枕，以及其他轉轍材料，及號誌機件聯鍵設備，電氣路簽等器具，視一路設備之完善與否及用具之精粗而異。國有各路平均此項占建築總費1.2%。

資—11：車站及房屋 此項專指總局房屋及其附屬品，車站房屋及其附屬品，並小工廠貨倉等。惟資—12之總

機器廠不在其內。此外又如員司住所，養路工人住所，及醫院藥室，及其他附屬品之費。國有各路平均此項約居建築總費7.7%。其中於車站房屋一項，多有用之太奢者。若節省此款移作購備車輛之用，使之優美而豐富，較為勝算。

資—12: 總機器廠 此項包括構造車輛，修理車輛之大工廠，及模型廠，油漆廠，木工廠，鑄模廠，發動機廠，水塔，及其他同性質之房廠，以及各種機器，重大器具，為總機廠所需者，均在其內。各路設備之豐裔，大有不同。國有各路平均占建築總費1.9%。

資—13: 特別機廠 此項包括發光及發力廠，注射廠，裝配橋梁廠等。各路或有或無，未可定論。此項在國有各路平均計算占總數0.1%。

資—14: 機件之設備 此項用費包括建築期內工程師所用之機件及器具，如小汽船，寓艇，及附屬品，駁貨船機器用具，各種篷帳，及牲口等物，為工程處於新開路綫及工廠所用者。又如築路開工時之機車小工廠，機車房，客車小工廠，客車房內第一次所裝置之各種機器及用具。又小汽船，民船，為建築所用，而非營業所用者。又各種傢具為開工時常川辦公室及車站所用者，均在其內。國有各路此項用費平均約在總費1.0%。

資—15: 車輛 此項包括機車，客車，睡車，飯車，行李車，貨車，電機車，道碴車，及各種建築公事車，如鋪道車，推車，手車，打樁汽機，鏟機等。設置之多少，因路上運額情形及地方豐裔而不同。其價目則視時價運費兌換率而異。國有各路

車輛用費占建築總數23.6%。

資—16: 維持費 此指永久工程自建築時起至開車營業止之路工維持費,及車輛維持費及修理費。此項在國有各路占建築總費1.7%。

資—17: 船塢船港船埠 此項因地理情形或有或無。

資—18: 浮水設備品 指汽船渡船等而言。亦因地理情形或有或無。

統上十八項目,皆第一類建築帳內之項目。此外尚有第二類建築以外收支帳,合成鐵路資本總帳以其非工程性質,不及備述。就第一類之帳目而論,國有各路平均建築費每公里平均 80,029 元。新路雖有特殊之性,然苟據此以爲標準,而取各已成路中之情形近似者以爲比較,再加以時價損益之斟酌,則於一新路之工程費用思過半矣。

習 題

1. 估算運輸量之方法有幾? 以何者較爲切近?
京滬鐵路及廣九鐵路客運多於貨運,其故何在?
2. 寬路與窄路之選擇如何? 窄路之經濟何在?
3. 單綫與雙綫之選擇如何? 應否於建設之始即收用雙綫地幅?
4. 建設費之估算應如何着手? 建設費中何者須依路綫及運務情形而定? 何者可以比較而得?
5. 平綏鐵路工程困難,何以建築資本獨輕? 京滬鐵路工程簡易,何以建築資本獨鉅?

索引

(排列以畫數爲次序,數字表頁數)

二 畫		四 畫	
二氫化汞蒸製法	45	水平準	158
三 畫		水平測量隊	8
土方	23	水站	137
土方工價	31	水塔	139
土製管涵洞	105	水銀氣壓表	6
小平車	63	水櫃	139,140
三角站	87	水鶴	139
三和土管涵洞	106	火坑	135
三和土橋	111	井下測量	120
三聯式轉轆	73	木油蒸製法	44
工字鋼梁橋	112	木梁	109
工務段長	150	木樁棧道	95
工務處	150,152	中心角	18
工務總段長	150	中長度	18
工業鐵路	17	分段工程師	150
工頭	150	分段長	150
山谷路	2	分站次序軌道	83
山洞螺旋線	4	分道叉	71,155
山嶺路	3	分類軌道	83
大陸路	3	反向上坡法	4
		不用液體氣壓表	6

手車 172

五 畫

外長度 18
 出發軌道 83
 生鐵管涵洞 105
 石子 34
 石砌橋 111
 石質之炸解 32
 正工程師 150
 正路 79
 平交路 155
 平底鋼軌 48
 平面距離測量 6
 半徑 167
 公共車站 86
 公事車 172
 甲拉木 39
 打樁汽機 172
 切線之長 18
 切線起點 18

六 畫

行李車 172
 行李室 128,130
 行動喂水具 140
 交分道叉 75
 交通叉 71,74,155

自動區截法 146
 尖形轉轍器 72
 尖軌跟 73
 存放軌道 84
 初測 1,7
 民業鐵路 2
 圪工橋梁 154

七 畫

車站 78
 車務處 152,155
 車場 81,87
 車輛之調動 82
 車輛房 137
 收集軌道 83
 旱橋 94
 沙 35

八 畫

狗頭釘 59
 事務室 135
 固定號誌 142
 枕木 37,153,157
 種類之選擇 38
 之採伐 39
 之耐用 40
 之大小 41
 排列法 43

化學保用法	43
泥質	35
承墊聯接	56
定線	1,8
弧線起點	18
河岸路	2
限制坡度	3
坡度	2,11,124,167
參考地圖	5
析車	79
長弦線	18
直面曲線	12

九 畫

拱形涵洞	99,108
拱橋	113
面上之路線	9
弦長20呎之曲線半徑表	14
客車	172
客運	163
界石	151
軌底	48
軌枕	37,38,67
軌條	153,157
重量	49
升起	67
長度	52
承墊	37

向內傾斜	54
聯接	54,57
鑿槽及鑽孔	64
軌條支撐	60
軌腰	48
軌頭	48

十 畫

修理軌道	84
翅棚	133
翅橋	113
秤橋	88
窄路	165
特別機廠	172
桁梁橋	113
售票室	128
候車室	128
穿堂	128
站長室	129
站臺	131,134
建設費	168
庫房	135
旁溝	26
栓釘	58
推車	172
展線法	3
草測	1

十一畫

視距儀	6
旋盤	85
旋橋	136
旋轉儀	6
紙上定線法	9
國有鐵路	2
國有鐵路建築標準及規則	11
頂點	18
進站號誌	143
通風樓	126
通融區截法	145
移動號誌	149
旅客車站	81, 90, 128
旅客膳室	131
貨車	172
貨物車場	81
貨物軌道	84
貨棚	134
貨運	163
涵洞	99, 100
面積之計算	101
船埠	173
船港	173
船塢	173
副站長室	131
副路	79

套式分道	76
高度測量	6
斜坡	27
魚尾鉸	58, 154, 156
魚尾鉸式聯接	55, 68
郵務室	128

十二畫

超高度	19
超高準	158
超寬度	21
躲避處	126
躲避臺	155
搖車	156
區截法	142, 144, 146
棧道	94, 98
測勘	1
鉸梁橋	113
等高線	8
單弧線	11, 12
單線	25, 166
接縫	65
接縫準	65
鈍形轉轍器	71
港岸車站	81, 92
最小淨空	115

十三畫

路坎	23	飯車	172
路基	24, 28, 151	煤水車	138
路堤	23, 30	煤屑	34
路緯	89	煤臺	137
路線	11, 152	圓牌號誌	149
路線終站	81, 91	結構棧道	95
路線測量隊	8	暗溝	104
路線圖	8	跨度	110, 113
路線選擇	2	跨橋	132
路簽	146	罩棚	133
路簽箱	146	詢問室	131
道夫	150	複式轉轍	73
道夫長	150	複弧線	18
道夫隊	150	傾度	23
道釘	41, 58, 153	試土法	24
道碴	26, 33	碎石	34
道碴車	172	碎磚	34
道碴場	152	煙罩	135
電氣路簽	146	截軌	69
電話室	128		
電報室	128		
電機車	172		
寬度準	158		
寬路	165		
運費	164		
運輸量	36, 161		
鉤釘	154		
睡車	172		

十四畫

旗夫	89
管形涵洞	104
號誌	142
號誌夫	146
號誌柱	143, 149
號誌橋	144
號誌燈	143, 149

號誌臂	143, 149
遠距號誌	143
漸曲線	20
墊鈹	40, 54, 60
蒸製枕木	45

十五畫

標準軌距	17, 165
標檝	63
鋪軌, 直線內	64
弧線內	66
鋪道車	172
鋪路法	63
箱形涵洞	106
橫中立軸	51
橫承墊法	37
橫梁	97
廠舍	140
隧道	119, 167
形式	122
內測量	121
外測量	119
養路機關	150
監工	150
鋅與樹皮酸合劑法	45
氫化鋅製法	45
調車	79, 88
調車場	76, 81

十六畫

橋工	150
橋夫	150
橋式聯接	55
橋基	110
橋梁	99, 110, 115, 154, 166
橋梁螺旋線	4
橋墩	110
轉車臺	86
轉轆器	71, 72
鋼橋	111, 115, 117, 166
鋼鐵軌枕	45, 46, 52, 53
雙線	25, 166
雙頭軌條	48
豎中立軸	51

十七畫

避車道	71, 80, 90
臂形號誌	142

十八畫

職員住宅	140
聯運	161
聯鍵法	142, 148
總工程師	150
總局	127
總務費	168

總機器廠	172
縱承墊法	37
縱剖圖	8
彎軌	68
彎軌器	69
機車	172
機車房	134
機廠	137
鎔爐滓	35
繫桿	72

十九畫

護軌	72
護路工程	156
籌備費	168

轍叉	72,73
轍叉之數	73
轍尖	72
警員室	131
襯圈	58
螺旋釘	59,154
鏟機	172

二十畫

鐵工橋梁	154
鐵路測量	1

二十一畫

懸空聯接	56
------	----

