

3315-37

中華民國十八年編訂

鐵道學教程

全一册





MG
62
8

鐵道學教程

目錄

第一編 總論

第一章 鐵道之略史

第二章 鐵道之定義

第三章 研究鐵道所包含之各事項

第二編 路工之部

第一章 鐵道之測量及計劃

第一節 草測

第一款 路線之選擇

第二款 路線之性質

第三款 草測所須注意之事項

第四款 參攷地圖

第五款 平面距離測量

第二節 初測

第三節 定綫

第四節 路線之計劃

第一款 坡度

第二款 單弧綫

第三款 超高度

第四款 超高度

第二章 路盤，軌枕及軌條

第一節 土方

- 第一款 路坎與路堤
- 第二款 土方之測量及計算
- 第三款 路堤之建築法
- 第四款 土方工價之分析
- 第五款 石質之炸解

第二節 道渣

- 第一款 舖設道渣之目的及其要素
- 第二款 材料
- 第三款 道渣之適宜厚度
- 第四款 道渣之舖設法

第三節 軌枕

- 第一款 軌枕之經濟原理
- 第二款 木枕
- 第三款 木枕之蒸製法
- 第四款 鋼鐵枕及三合土枕

第四節 軌條

- 第一款 軌條之標準式樣
- 第二款 軌條之重量及長度
- 第三款 軌條之膨脹與其接軌時所留之餘隙
- 第四款 軌條之化學成分
- 第五款 軌條之聯接法

第六款 魚尾鉸及狗頭釘

第三章 路綫上之分道叉及交道叉

第一節 分道叉之構造

第一款 分道叉之要素

第二款 鈍形轉轍器

第三款 尖形轉轍器

第四款 轍叉及轍叉之數

第二節 交道叉之構造

第四章 隧道

第一節 隧道之測量法

第一款 隧道外部之測量

第二款 隧道井下之測量

第三款 隧道內之測量

第二節 隧道之計劃

第一款 橫斷面

第二款 坡度及洩水

第三款 隧道之填砌

第三節 隧道之施工

第五章 涵洞及橋梁

第一節 涵洞計劃之要義

第一款 水道截面面積之計算

第二款 涵洞面積計算法

第三款 實用公式

- 第四款 觀察之所得
- 第二節 管形涵洞
 - 第一款 生鐵管涵洞
 - 第二款 土製管涵洞
 - 第三款 三合土管涵洞
- 第三節 箱形涵洞
- 第四節 拱形涵洞
- 第五節 橋梁
 - 第一款 橋梁之跨度
 - 第二款 橋基及橋墩
 - 第三款 石砌橋及三合土橋
 - 第四款 鋼橋
 - 第五款 橋梁之最小淨空
 - 第六款 橋梁與機車之關係
 - 第七款 鋼橋上軌道之設置
- 第六章 鐵路之修養
 - 第一節 養路機關
 - 第二節 修養之秩序
 - 第三節 修養之事物及方法
 - 第四節 材料之分配
- 第三編 機務之部
 - 第一章 機車原理
 - 第一節 工作

- 第二節 能率
- 第三節 熱力
- 第四節 熱力之應用
- 第五節 機關車之四要部
- 第二章 機車之進化
- 第三章 機車之分類法及各類機車之性質
 - 第一節 槐歐分類法
 - 第二節 蒙古式
 - 第三節 固組式
 - 第四節 大西洋式
 - 第五節 太平洋式
 - 第六節 合組機關車
- 第四章 機關車中蒸汽之動作
 - 第一節 蒸汽在機關車中所走之途徑
 - 第二節 蒸汽之入汽櫃
 - 第三節 蒸汽之入汽缸
 - 第四節 在汽缸內之蒸汽
 - 第五節 離汽缸後之蒸汽
- 第五章 汽鍋
 - 第一節 汽鍋之分類
 - 第二節 火管
 - 第三節 支撐帽釘
 - 第四節 煤柵

-
- 第五節 灰盤
 - 第六節 穹形磚牆
 - 第七節 烟室及前端之設備
 - 第八節 蒸汽導管
 - 第九節 出汽管及其構造
 - 第十節 止灰鐵網
 - 第十一節 阻衝鉞
 - 第十二節 鼓風管及鼓風作用
 - 第十三節 烟突
 - 第十四節 燃燒速率
 - 第十五節 火星中所消失之熱力
 - 第十六節 增高蒸汽之壓力
 - 第十七節 燃燒面
 - 第十八節 高熱管(超熱管)
 - 第十九節 汽鍋之計劃
 - 第二十節 汽鍋之能率
 - 第一款 燃燒面
 - 第二款 火管之長度
 - 第三款 汽鍋馬力之定義
- 第六章 蒸汽機
- 第一節 外餘面，裏餘隙，及導程之定義
 - 第一款 外餘面
 - 第二款 裏餘隙

第三款 導程

第二節 閥(滑塞)之動作

第一款 閥之要素

第二款 司音文生閥鏈

第三款 華爾喜閥鏈

第三節 行動機件

第一款 主動輪

第二款 輪軸

第三款 曲拐針

第四款 機關車之底架

第五款 汽缸及圓鞍

第六款 汽閘與汽閘桿

第七款 丁頭與導路

第八款 連桿

第九款 並行桿

第十款 機車之底盤

第十一款 炭水車

第七章 機車之附件

第一節 安全塞

第二節 鍋水注射器

第三節 汽笛

第四節 汽壓表

第五節 水準表

第六節 吹管

第七節 總汽塞(史落活塞)

第八節 乾汽管

第九節 滑油裝置

第十節 空氣制動器(或名氣軛)

第四編 車務之部

第一章 機車之實施

第一節 機車之駕駛

第一款 燃燒

第二款 注射鍋水

第三款 蒸汽之用法

第四款 熟習路綫

第五款 機車之達終站

第二節 機車之檢查

第三節 機車之清潔

第四節 機車之修理

第五節 機車所遇意外之事端

第一款 並行桿之破裂

第二款 連桿之破裂

第三款 主動輪彈簧之破裂

第四款 鍋水之過分下降

第五款 鍋水發酵

第二章 機車之病原及其補救法

- 第一節 機車特殊之性質
- 第二節 特異之響聲
- 第三節 蒸汽過分之耗費
- 第四節 汽鍋之需隨時注意
- 第五節 機車之互撞
- 第六節 出軌
- 第七節 汽鍋之爆炸
- 第八節 焰管之爆裂
- 第三章 鐵路上之號誌
 - 第一節 可聞之號誌
 - 第二節 活動號誌
 - 第三節 列車之號誌
 - 第一款 機車頭燈及尾燈
 - 第二款 列車未接之尾燈
 - 第三款 在風雪之夜之尾燈
 - 第四款 臨時列車
 - 第五款 最後列車之尾燈
 - 第四節 固定之號誌
 - 第一款 場內號誌
 - 第二款 遠方號誌
 - 第三款 出發號誌
 - 第四款 調車號誌
 - 第五款 側線號誌

第六款 交叉點與大站上之號誌橋

第七款 轍尖記號

(完)



鐵道學教程

第一編 總論

考世界工程發達歷史，其初只有軍事工程 (Military Engineering) 及土木工程 (Civil Engineering) 二者而已，其他各種工程如機械工程，電汽工程，水利工程，造船工程，蒸汽工程，採礦工程，衛生工程等，均隨後世文明之進步而產出者也，然軍事工程係一切關於軍事上的事業，土木工程者包含鐵路工程而言，以和平事業為目的，蓋土木者英語為 (Civil) 根源於拉丁字 (Civeils)，即屬於公民之意，工程者英語為 (Engineering) 拉丁字為 Talerd 即生產之意，由字義解釋之，即維持國內和平生產事業之意，是與軍事工程其性質絕對相反者也，後世文明日進兩者互相利用，國家修築鐵路之目的，不但為國內和平生產的事業，而兼為軍用者，在鐵路本身之目的，亦不但為國內生產事業，而兼以運載軍隊者，是以兩者遂

(南)

有密切之關係而不可離，故一國軍隊動員之敏捷與否，必視其鐵路運輸之方法若何，至鐵路能力之大小，又必視軍隊與路員能否合作以爲斷，否則各顧一方面之便利，未有不貽誤戎機者也，本校有鑒于此，特於工兵科中另設鐵道一班，詳加教授，養成專門人材，俾他日用兵時對於鐵道運輸，庶無扞格之慮，

第一章 鐵道之略史

鐵道之設約分四種，馬車鐵道，人車鐵道，電氣鐵道及普通鐵道，四者之中普通鐵道其用至廣論其發達之起源由於車輛行於天然之道路凸凹不平艱澀滯故欲減少地面與車輪間之摩擦使輕滑而迅速，其一能減少勞力其二能短縮時間其三能節省經費由此三者之原理則不得不於地面上敷設軌條爲特別之道路名曰軌道，其始也自希臘與埃及發其端而制度之原委則不可攷，西歷一千五百年時德意志於黑伽寨 Harz 地方因運搬礦石敷設木軌之車道工藝未精效力亦小爾後經多少人之研究始張鐵片於木軌道之上以防磨損所謂布勒特勒耶路 *Platelaye* 者是也及英國經濟上之發達進步鑛山業日以繁盛覺此種軌道尙不便利乃製凹字形鐵軌以車輪含於其中而供運轉之用然屢屢有脫線之虞至千七百八十九年矯前凹字形之弊而爲凸字形之鐵軌其車輪附以輪緣於是能使用於普通道路上之車輛不能使用於鐵軌上而鐵道之經營上生一大變動爾後經種種之改

良至千八百三十年斯管文生氏製終始同一切斷面之鍛鐵軌條而軌條之結構漸達完全之域，軌道之改良既如上述然其構造尚簡單，若機關車則其構造既複雜而各工程師之計劃復日新月異當於下章中詳論之

第二章 鐵道之定義

鐵道之觀念今昔不同在礦山鐵道時代為供礦產運送之用不過僅有軌道待千八百二十五年以降藉蒸汽為動力而一時能運轉多數之車輛其觀念一變至於今日以有一定之軌間藉蒸汽力於軌道上運轉機關車而牽引列車而為一種運送機關詳言之則鐵道在原始時代不過有軌道而對於線路之名稱而已且為一已或一公司之專有物無使人自由利用之觀念未嘗公之於衆，至千八百二十五年以後乃開放之而供一般公衆之用凡旅客與貨物限於不在法律所禁者償一定之運費後不妨自由利用之，及隨社會之進化而愈發達其利用之範圍不僅在一國之內更擴張至於國際進而至今則與海運連絡而成供世界公共交通之機關，今可綜合以上之所述而得以下之定義曰

鐵道者有一定之軌間於軌道上藉科學的動力而運轉車輛於法令所許之範圍內而供一般公衆旅客貨物之運送者也

第三章 研究鐵道所包含之各事項

今欲研究鐵道不外工務，機務，及車務三種，工

務之重要在一鐵路之建設時期，若在其已成之後則僅時時修理之使彼保持原狀而已，若有意外之事發生則有臨時工程，然欲能應付日常修理，及臨時修理則不得不洞悉工程原理，

研究機務則凡機關車及車輛之構造及其運行時之狀態均須明瞭以備修理及駕駛時遇有困難問題易於着手解決此機務之重要初不亞於工務也

所謂車務者即管理車輛營業及運輸等事務之謂也故可再分為營業及運輸二部，營業者招攬客貨使彼利用此鐵路而增加鐵路之收入，及視鐵路與顧客雙方之利益起見而酌量定適當之運費，及徵集運費後間接移交於會計處，以上三項為營業部之天職然無關於軍校之工兵科故於後章中從略，若運輸部則凡關於車輛之配置行車之規則均須熟習而深究之俾不至於發生危險，所以此種智識之於工兵科之鐵道隊為不可少也

第二編 路工之部

第一章 鐵道之測量及計劃

良好之鐵路測量人才應有鐵路土木工程學全部之智識而於複雜之鐵路經濟問題尤為重要但此種經濟問題每留在後來研究，故此章中所研究者僅為機械的測量法及少數普通易於明瞭之經濟問題如關於地形等類

普通鐵路測量之步驟大約可分為三部 (一)草測

，(二)初測，及(三)定綫，大概以上三者均屬必須之步驟然亦有時因某種情形之下而有所偏重當於下章中詳論之

第一節 草測

草測者在一個地段之內作一迅速之踏勘藉以表決在各條路徑之中誰為有施以初測之價值，草測之工夫必較簡略，以求迅速，其目的僅在觀察所擬之各路徑誰居優勝之地位，因之可將無初測價值之各路取消，而僅留利害不相上下之兩路或數路留待初測後再擇定之

第一款 路綫之選擇

兩大站間路綫之選擇普通非工程問題而為一經濟問題，因鐵路經濟上之需要而定其應否經過某某區域然總以能增加營業收入為原則，然此則已在工程範圍以外本編所不及述，故以下所討論路綫之選擇完全以地勢為標準，

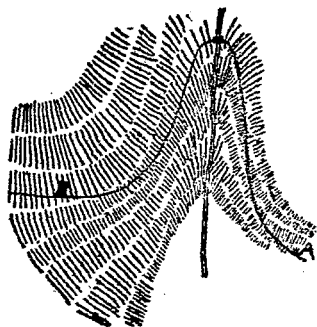
第二款 路綫之性質

因地勢之不同其所擬定之路綫故有以下各種之名稱如山谷河岸路，大陸路，及山嶺路等，所謂山谷河岸路者係沿山谷之低處或依溪河之流域以選擇路綫，此法最為簡便，若兩城鎮在同一流域之上則路綫之選擇，祇須求一坡度最平易之綫，如有大河流經此山谷中，則路綫當然常在河流之一旁，草測時當沿河察看

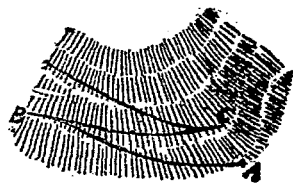
兩岸地勢以定路線之取道此岸或彼岸，如水上易於跨橋，則兩岸不妨互用之均隨實地情形而定，

路線經過大陸岡巒起伏之地，則路線亦隨之而有一處或數處之頂點此即所謂大陸路，大抵路線頂點應取其低，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，所謂限制坡度者即一路上所能採用之最大坡度此最大坡度則視所擬用機車之大小及普通列車之載重而定

所謂山嶺路者即一路經過山嶺之中，其間之溪河常有極急峻之坡度，超過該路之限制坡度，故山嶺路線常難沿河流而行，路線經過山嶺區域，多用“展綫法”或參以山洞之穿鑿，所謂展綫者乃故將路線延長，俾於極大之相差水平間，得較長之平面距離，而路線之坡度得紆徐不急也，展綫之方法須視地勢情形，

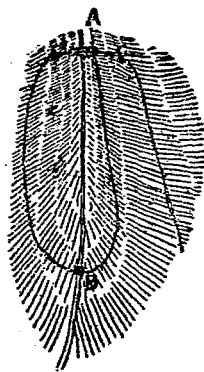


第一圖

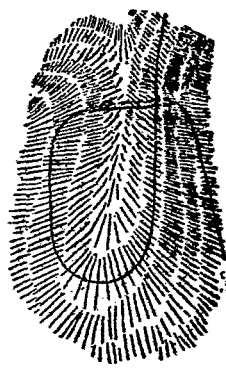


第二圖

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，急轉跨河，再向 B 點慢慢斜上，(乙)反向上坡法 Switch-kack，在地勢極峻峭之路，可用反向綫以上極峻急之斜坡如第二圖用一段 B C 之反向綫，則由 A 點可直升至 C 點，增加高度甚多但列車經行返向綫速度甚緩，在 B 點及 C 點須完全停車而 B C 之間列車須逆行，於運輸及管理上頗為不便，能免用最佳，京綏路綫由居庸關上升八達嶺時亦在青龍橋站作反向綫(丙)橋梁螺旋綫，在山谷深而窄之地方，易於建築高橋者，可適用之如第三圖，路綫由 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



第三圖



第四圖

公尺，(丁)山洞螺旋綫，與橋梁螺旋綫之理相似，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

第三款 草測所須注意之事項

(1) 路線所經地勢之情形，沿途農礦土產及工業製造之數量，以定全路將來應得之營業

(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，

(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，可用作枕木道渣及其他建築物，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

第四款 參攷地圖

若有現成之地圖足資參攷者如，參謀部則測有全國各省區地理圖頗為精細可靠，可用為參攷，如有現成之地圖而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，凡此情形，皆足為草測時之一助，若就現成之地圖，可因以知路線之平面距離，則草測不過定路線上關係數點之水平高低度而已

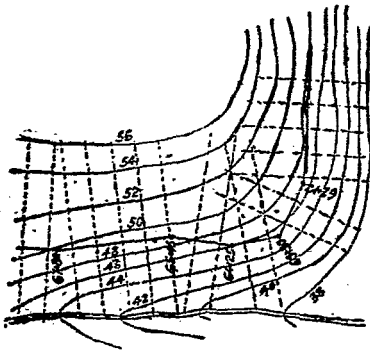
第五款 平面距離測量

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測量員之步數乘每步之張間惟此法甚不可靠因每步之張間時有大小也，或用旋轉儀，以一定輪盤，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，

第二節 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，俾最適當之鐵路路綫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，如所擬鐵路路綫沿河邊而行，而河岸地勢復斜峻者，則路綫所必經常不出乎一二公尺以外所須測

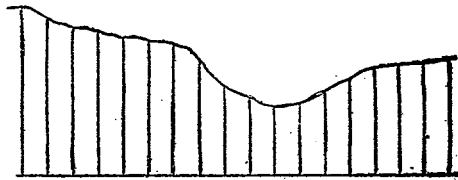
量之地帶，亦可略狹，反是在平原廣漠之地，所應測量之地帶，亦須較闊，測量之法應用測量儀器沿假定之路綫中綫進行，而於中綫上一定距離間向左右各若干公尺以手用水平儀及皮尺測量其地勢之高度，



第五圖

因之繪出兩公尺間之等高綫如第五圖，路綫測量隊選

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

第三節 定綫

路綫經初測後繪成路綫圖，載明等高綫，可即就圖中爲定綫之計劃，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線相切而聯接之，故全路路綫遂爲多數直綫與多數弧綫聯接而成，此種定綫法，謂之紙上定綫法，

如兩大站間天然之坡度平易，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，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，可以因知土方工程之多寡，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

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，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程途之縮短，

第四節 路綫之計劃

所謂路綫者乃指一鐵路兩軌條間之中綫而言，因地形之變遷故一路之中綫爲直綫，弧綫，爲螺旋綫所聯接而成以下當詳細論之，

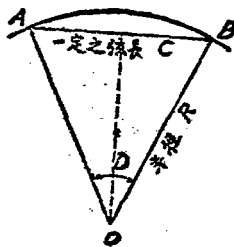
第一款 坡度

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%，其上升或下降則以十或一表示之，坡度與鐵路行車關係至大，故務取其平易，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，則非有不得已之故，斷不用之，我國在幹路上規定坡度不得過於1.5%然在京綏鐵路經過關溝一段則引用 $3\frac{1}{3}\%$ 之坡度，因之運貨機車不得不用機力較大機身較重之馬蘭式，機車一重，煤之消耗既大且所用之鐵軌不得不較重，故坡度之大對於工程既屬不經濟於行車上尤感困難也，

第二款 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，如第七圖之 D ，美國通用之，角度愈大半徑愈小，即彎度愈大也，在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，在第七圖中假定 AB 為半徑 R 之弧之一定長度弦綫， AOB 為中心角 D ，則



第七圖

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

$$\text{所以 } R = AO = \frac{\frac{1}{2} C}{\sin \frac{1}{2} D}$$

此弦綫之長度，習慣上所用者有三種：一為 100 英尺，美國全國通用之；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

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

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度之弧綫爲極平易，6度以上之弧綫爲極彎曲，山間鐵路偶有用8度至12度者，美國落機山中最彎之弧綫有至15度者，本國定制在幹路上最大之中心角爲5度即最小之曲半徑爲230公尺，若在山路或支路上則不受此限制得由政府特許通融之，以上俱指標準軌距之鐵路而言即兩軌頭內面之距離爲1.435公尺或即英尺4尺8½寸

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	100'	1145.9	3759.5	200'	572.99	1879.9
12	5729.6	18864.5	2	1109.0	3638.4	2	563.59	1843.0
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	1799.3
18	3819.7	12531.8	8	1011.7	3317.2	8	537.18	1762.4
20	3437.8	11278.8	10	982.23	3222.5	10	528.92	1758.3
22	3125.2	10253.3	12	954.95	3133.1	12	520.90	1709.0
24	2864.8	9393.9	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	484.22	1588.8
34	2022.2	6634.5	24	818.53	2685.5	24	477.50	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	1718.0	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	4337.0	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

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

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

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'	332.02	1253.3	4°0'	286.54	940.1	5°0'	229.26	752.2
2	377.32	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	243.83	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	789.0	46	198.80	652.2
48	301.61	989.5	48	238.80	783.5	48	197.66	648.5
50	299.99	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

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

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

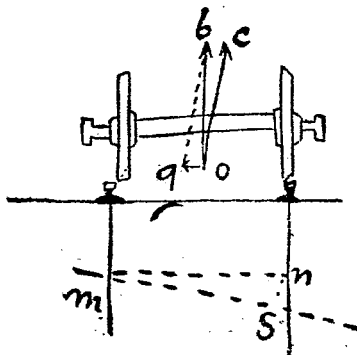
D.	R.		D.	R.		D.	R.	
	公尺數	英尺數		公尺數	英尺數		公尺數	英尺數
6°0'	191.07	623.9	7°0'	163.30	537.4	8°0'	143.36	470.3
2	193.02	623.4	2	163.03	534.9	2	142.76	468.4
4	188.98	620.0	4	162.26	532.3	4	142.17	466.4
6	187.94	616.6	6	161.50	529.8	6	141.59	464.5
8	186.92	613.3	8	160.75	527.4	8	141.01	462.6
10	185.91	610.9	10	160.00	524.9	10	140.44	460.8
12	184.92	606.7	12	159.29	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

第三款 超高度

凡一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

$$GV^2 \div gR$$

上式中 G 爲物體之重， V 爲速度， g 爲地心力之加速度， R 爲圓軌之半徑，在鐵路轉彎處，兩軌若並列，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，爲避免此種危險起見，故曲綫上之鐵路常將外邊之一軌條升高如第八圖使軌道對於車輛之反應力爲斜上，除抵抗車輛之重壓 G 外，復能發生一橫力，與向心力相等，圖中俾使 Ob 爲軌道之反應力， OC 即抵抗車輛之重等於



第 八 圖

G ，其橫力 O_1 即等於向心力，從兩個相似之三角形，可作以下之比例式 $SN : SM = AO : OC$ 如 $g = 980R = 1146 + D$ 如 $V = 100,000V \div 3600$ ， V 即每小時之速率以公里數 MN 是兩根鐵軌之軸心距離在準軌道爲 1.5 公尺，但 SM 是小於

MN，若以SM作1.435計算則 $E=SN=SM\frac{80}{06}=1.435$

$$\frac{G \cdot 2}{9R} \frac{1}{G} = 1.435 \frac{(100000V)^2 D}{980 \times 3600^2 \times 1146}$$

$$E=0.009864D^2$$

上式中E爲外軌超高度之公厘數，D爲弦長20公尺之中心角度數，V爲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爲正比例

超高度常有加以一定之最高限制。美國多以6英寸(150公厘)爲最大之超高度，本國定制則爲125公厘

第四款 超寬度

本國所定之標準軌距爲兩軌頭部內邊自軌面下15公厘之處相距1.435公尺(4英尺8 $\frac{1}{2}$ 英寸)，然此係指直線而言，蓋以鐵路車輛之輪軸隨輪旋轉，成一長方形，其形不變，輪與之輪距，在直線內恰爲相宜，在曲綫內則爲太長，故曲綫內鐵路之寬度，當較在直綫內者略大，其所較大之量，謂之路之超寬度，國濟鐵路協會曾規定在弧綫內之超寬度不得過於三十公厘，即在弧綫內之軌距不得大於1.465公尺也，本國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	1	1 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$	3	3 $\frac{1}{2}$	4	4 $\frac{1}{2}$	5	5 $\frac{1}{2}$	6	6 $\frac{1}{2}$	7	7 $\frac{1}{2}$	8	8 $\frac{1}{2}$	9	及以上
超寬度(公厘數)	2	3	5	7	8	10	12	13	15	17	18	20	22	23	25	27	28	30

第二章 路盤，軌枕，及軌條

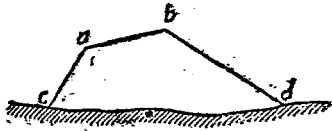
第一節 土方

第一款 路坎與路堤

鐵路路線經過高低之地挖掘者曰路坎如第九圖填築者曰路堤如第十圖，有時亦有半坎半堤之形式如第十一圖者築路於山坡之上每用此式



第九圖



第十圖



第十一圖

路坎兩旁所應有之傾度，視兩旁土質而異，如係堅，硬之石質，不易剝落者則兩旁可為垂直，如土質極為鬆軟，如流沙或極浮之土質遇扎即失其固結之力者，則坡度應為橫四直一之比例，普通土質以用橫1½直一為最宜

路堤兩旁之傾度大約由1:1至1½:1，石砌路堤，普通可用1:1

，若外層以大塊之石密為砌成則較陡之坡亦可適用，土質路堤應採用橫1½直1之坡度

路基之寬度云者即路堤之頂部或路坎之底部之寬度也，據新定國有鐵路標準路線橫截面所示，則在幹

路上單綫路身高度等於或少於6公尺者，其寬度爲6公尺，路身高度大於六公尺者其寬度爲6.50公尺，單綫路坎之寬度，定爲8公尺，雙綫路堤及路坎照單綫加4公尺，卽兩綫之軸心距離，

第二款 土方之測量及計算

在以下土方工價之分斷中，應注意搬運土方之距離極足以應需工價，若欲知土方移動之平均距離只須丈量挖土之重心點至堆土之重心點，土方之重心點可將種種方法定之，但以利用土方圖之法最爲便利，

第三款 路堤之建築法

在尋常高度之路堤，普通以人工挑泥填積爲多，若近處無泥土可取，則於路綫之兩旁作借土坑，取土於是，爲防路堤之危險起見本國規定，從路堤之足至借土坑之上部至少須距離3.60公尺

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，若取土之地方甚遠則宜用機車牽引多數之車輛以期邊捷，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，爲爲法不良之點，若路綫橫過長而極深之山谷，架道必甚費，可利用鉄索之運輸，俾於山谷之兩方取土堆，填較爲廉而捷

第四款 土方工價之分斷

土方工價爲鐵路建築費中一門重要之支出，歐美各國工價昂貴故於此問題尤爲注意但土方工價包含分子極爲複雜欲爲全部分工價之研究，不可不先將各分子分斷研究之如下

- 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

第五款 石質之炸解

路線若經過石質之地，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，大致可分爲猛性與緩性兩種，甘油炸藥(Nitro-glycerine)爲猛烈炸藥之一種，攜帶甚屬危險，願用之於堅脆之石層，最爲相宜，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，此種炸藥最少功効，祇能擴大藏藥之洞孔而已甘油炸藥甚昂貴，普通炸藥有75%之甘油硝酸者較爲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

第二節 道渣

第一款 鋪設道渣之目的及其要素

道渣之爲物，即鋪在路基之上枕軌之下，用以支護軌枕之物料，或用煤屑，或用碎磚，而以用碎石爲最佳，鋪設道渣之目的，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，道渣物料之良否，視其能否發生此種效力爲斷，由以上之目的而有以下之要素，

- (1) 宜堅硬而能受壓力
- (2) 宜能滲水，以免水分浸入路基，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) 宜潔淨而不含腐植物
- (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
- (6) 不宜笨重，以便集時可以擠墊或剔除
- (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

第二款 材料

道碴每就地取材所以省去運費也各處出產之道碴材料初不相同而有以下各種

碎石； 碎石之大小，宜在二公分至六公分之間不宜太大，太大則空隙較多，亦不宜太小，太小則一碎不復適用，碎石道碴較其他物料為費，以其堅硬有耐力，潔淨而富於滲水性，有保持軌枕之功用，在運輸衝繁之鐵路，尤必須用碎石之道碴，

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，磚價廉於碎石而耐力較遜不能經久，津浦鐵路北段昔日即就地取土製磚，以為道碴之用，今則多改用碎石矣

煤屑； 煤屑則多用於支線及車場，其利則為價廉與易滲水其害則為易成灰塵

石子； 石子亦為良好道碴物料之一種，價既廉且易於覓得，惟須擇其粗糙，而去其圓滑。

沙； 在濱海之鐵路，可用海岸之積沙作道碴，價廉而富於排水性惟最好雜以少量之黏土以減少沙粒之飛揚

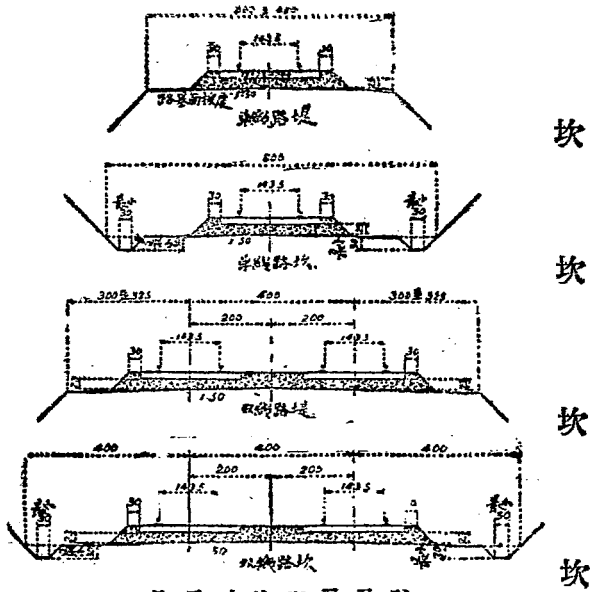
第三款 道碴之適宜厚度

一路道碴之厚度要與該路之運輸量為比例美國鐵路工程協會分鐵路之運輸量為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為 30 公分，B類

爲23公分，C類爲15公分。本國國有鐵路定制，幹路採用23公分如第十二圖約合B類之運輸，次要路則採用20公分之厚度。

第四款 道渣之鋪設法

在新路上最廉省之鋪設道渣法，爲先鋪軌枕及軌條於整理好之路基上，而以工程車運載道渣沿途鋪設，然後將軌條升高，將路面之道渣擠墊於下，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，而擠墊道渣將軌條升高之時，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渣鋪好，然後鋪設枕木及軌條，再通行工程車，添上相當之道渣物料，使緊護軌枕之四圍，以合於預定之形式。



凡尺寸均以公分計

第十二圖 標準路線橫截面

第三節 軌枕

軌枕用以承墊及支持軌條使兩軌條之間保持應有之距離，軌枕不宜過於堅硬，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（乙）橫承墊法，係用木或鋼鐵作軌枕橫鋪於軌條之下，此法最爲普通，本節所討論以卽以此爲限

第一款 軌枕之經濟原理

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，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道碴時須挖掘，因使路軌不平故廉賤之軌枕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，故軌枕之經濟問題不在使用廉劣之物料以求原價之減省，必須注意以下之四問題如（1）枕軌之原值，（2）使用年齡，（3）抽換枕木之工價，（4）資本之利息，權其輕重，求其何者爲最經濟，而定其取舍

第二款 木枕

木料之選擇。視各該地所產而定，若本地所產不適於用，而必仰給他處，則其路之遠近運費之多寡每足以影響其取舍，至於木質大抵不宜太柔，太柔則抵抗力薄弱，易爲軌條所磨軋而蝕落及枯朽，亦不宜太剛，剛硬之木下道釘時常有使木質破裂之虞，故堅實

而有韌性之木料，最宜作軌枕之用，軌枕之材料以松類最爲普通，世界各處多有出產，本國林產甚稀，除滿洲之紅松木及海林松外，少合於枕木之用，美洲太平洋岸各省產松最富，俗謂之花旗松，本國各路多仰給之，然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，至於湘產松木常一再試用於湘鄂鐵路，價廉而出產不足，功效尙未見着

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 吋爲本國素所適用之大小）

枕木之大小有石斤成及鋸成二種，因木紋常有不直者，故鋸成之面粗糙，易於含蓄水分，而致腐朽，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定，大抵以 9 公尺之軌條用枕木 14 根至 16 根承墊爲最普通，增加枕木之根數足以增加鐵路鞏固之程度，然根數亦不能過多，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寬度之一倍，然在軍事時期臨時

性質之鐵路，固枕木之節省及工程之迅速起見有僅用 7 根或 8 根在每一軌條上者

枕木排列不宜平勻，蓋以兩軌條聯接之處爲軌路上較弱之點，宜使枕木較爲密排於聯接之處，每處應用軌枕三四根，而以其餘根數平均排於軌條之中部

第三款 木枕之蒸製法

枕木使用之年齡視許多情形而定，平均計算大約可用七八年，若運輸之量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，枕木若經過化學藥品蒸製後，其使用年齡因之延長 有延長至一倍者，以下當將最普通之蒸製法略述之

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(Creosate) 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 ½ 至 7 公斤(即每平方英寸 80 至 100 磅)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，此法雖屬耗費，然最爲有效，我國鐵路亦有自行設廠以

此法蒸製枕木者

第四款 鋼鐵枕及三合土枕

鋼鐵軌枕歐洲久經通行，尤以德國爲多，鋼製軌枕之耐用，尙爲一疑問，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，利用之者每謂能使用三十年至五十年，反之者則謂不在二十年之外，然鋼枕與木枕有不同之點，木枕之枯朽與使用與年齡二者均有關係，至鋼枕之破壞，則視運輸之量而與年齡無甚關係，鋼枕有生鏽之弊在卑溼之地帶及山洞之內爲尤甚，然以世界木料之缺乏，改良鋼枕誠目前之急務也

因鐵筋三合土之爲用，已推廣至各種建築工程，故有想利用之於軌枕，然從1907美國鐵路工程協會研究之結果，有十餘種之式樣均不合於實用，自彼時迄今鐵筋三合土之軌枕尙未能施諸實用尙在試驗中也，

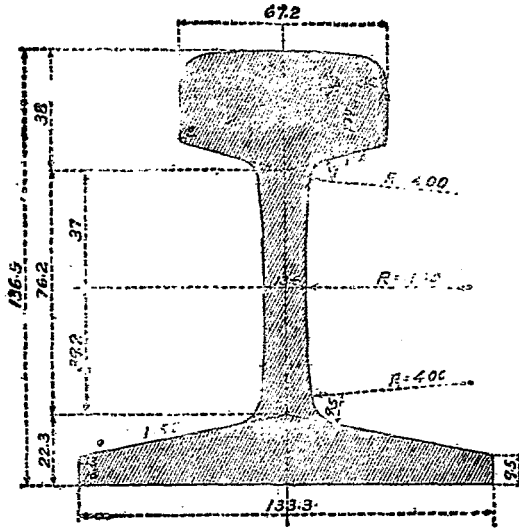
第四節 軌條

西歷一千六百年時代有人焉運搬礦石於河邊而以馬曳其車當時道路惡劣運送困難，乃發明車輪旋轉於二條並行之木片上此爲鐵道軌條發明之始，至1768年以鍛鐵(Wrought Iron)製道軌條而減少其摩擦力，此爲鐵路軌條命名之始至1867年別士馬鋼(Bessemer Steel)製造大進步，鋼價暴落始有以鋼製軌條者，在先1838年斯普文生發明雙頭軌條至1843年波爾的姆烏海塢鐵

路公司始用橋形軌條而今則橋形軌條已廢棄不用，雙頭軌條雖在歐洲尚有用之者，然平底軌條實已普及於五洲(視第十三圖)

第一款 軌條之標準式樣

平底鋼軌通行於全球而亦為我國之標準式樣，特其截面之大小式樣各各不同耳，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託並限制車輪之行動，軌頭大而厚，則使用可久，然軌腰太弱，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，故於計劃鋼軌截面時於鋼質之分配不容不審慎也，本國交通部昔年對於鋼軌之截面曾經多番研究討論而定如第十三圖



(圖中尺寸均以公釐計)

面積以平方公分計.....	54.878
對於橫中立軸之惰性動率以四方公分計.....	1405.68
對於豎中立軸之惰性動率以四方公分計.....	3280
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

第十三圖 標準四十三公斤鋼軌截面

第二款 軌條之重量及長度

軌條之重量在英美制以每碼 3 (三英尺) 之磅數表示之，在本國定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 六十磅) 至公尺 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) 而在歐美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)，近因機車與車輛載重之日益加增故軌條之重量有不得不增之勢

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)，近則主要各路多改用 85 磅之重軌，則年交通部召集國有鐵路工程會議決定採用每公尺 43 公斤之軌 (約合每碼 85 磅) 為幹路之標準軌重，次要之路則准用 32 公斤輕軌

軌條之長度，美制以 33 英尺為標準 (約 10 公尺)，歐洲前 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，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亦為太大

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

第三款 軌條之膨漲與其接軌時所留之餘隙

鋼鐵之長度漲率為 0.000065 (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 公尺長之軌在 130° 在軌道上兩端接觸時，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，不可不注意之，

第四款 軌條之化學成分

雖鋼軌之主要成分(從 98 至 99.5%) 為鉄然鋼軌之價值則視其餘雜質之分配而異，此種雜質為量極少，美國某鐵路公司將彼公司常用之軌經 32 次化驗之結果，如下

炭	0.211 至 0.52%
矽	0.013 至 0.256%
磷	0.055 至 0.181%
錳	0.35 至 1.63%

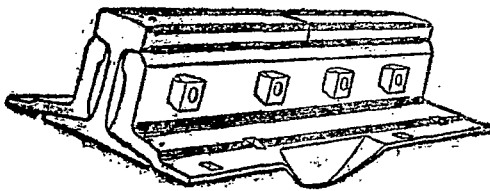
炭之成分足使鋼質堅實，然太多則足令其脆弱在別十馬鋼，Bessemer Steel，宜有 0.35% 至 0.55% 在開爐鋼 Open Hearth Steel，可有 0.75% 至 0.85%，矽質能令鋼質鈍厚，宜含 0.1% 至 0.2%，錳質在別十馬製鋼法為必要，宜含有 0.7% 至 1.0%，磷與硫皆為有害雜質，但不能全數除去，磷質足使鋼脆弱，硫質足使鋼質

生裂縫故愈少愈妙

第五款 軌條之聯接法

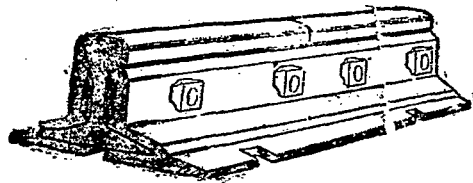
軌條不能過長其長度總在10至20公尺之間前既言之矣是則一鐵路之鐵軌乃由多數軌條聯接而成其聯接法之良否關係鐵路建築之堅固是軌條之聯接法不容不研究也，其聯接之要義在使聯接處之耐力及堅實程度與軌條一致，須與鋪設軌枕之法不發生障礙，其原值及修養費亦須低廉

近日通用之軌條聯接，大別之可為二種：一為魚尾鉞式Fish Peate Joint or Angle Bar，一為橋式Bridge Joint，第十四圖為魚尾鉞聯接之一種，第十五圖為橋式聯接之一種本國向來通用魚尾鉞式，鐵路技術委員會所制定者如第十六圖



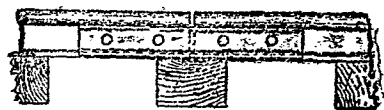
第十四圖

第十五圖

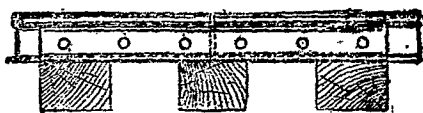


軌條聯接得依其下部軌枕之排列而分為承墊聯接與懸空聯接兩種如第十七圖承墊聯接者即兩軌端之接縫正位在軌枕之上懸空聯接者，兩軌端之接縫位於兩軌枕之間，魚尾銜式之聯接，承墊懸空均有用之，後者較為通用本國亦通用之

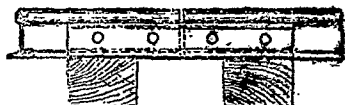
軌條聯接有平排者，即兩行軌條之接縫左右相對（第十八圖a），有錯列者，即一軌條之接縫與一軌條之中部左右相對（第十八圖b）二者各有短長，但在路基堅固養於修養之路，宜用錯列者若路基不固道碴不良之次要鐵路，或以用平排聯接為較安全，車輛經行時對於聯接及聯接處之軌條



短魚尾銜承墊聯接

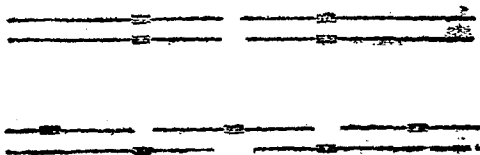


長魚尾銜承墊聯接



懸空聯接

第十七圖



第十八圖

施較大之打擊，但機車及車輛可減少左右擺動之弊，本國鐵路上雖以平排聯接為多然最近部頒定制則以錯列為標準

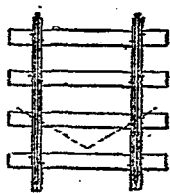
第六款 魚尾鋸及狗頭釘

魚尾鋸有短而容四釘者(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，魚尾鋸之重量須與軌條之重量為比例，我國定制用於每公尺43公斤鋼軌之魚尾鋸如第十六圖，魚尾鋸上之孔多鑽為長圓形，以適合於栓釘中長圓形之一部，以免轉動而致脫落

道釘用以釘著軌條於軌枕之上，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，故道釘之形式及其着力，主須注意



第十九圖



第二十圖

普通所用者，曰狗頭釘我國多用之如第十九圖此法實未為滿意，不過為經濟及便利起見，為較簡捷之法，道釘之釘法與其緊力頗有關係，宜如第二十圖所示，道釘錯列，則釘下時木質不易罅裂，而軌枕上

普通每釘可新易地位一次，

爲增加道釘之緊着力起見，螺旋釘之用甚廣，歐洲多用之，本國定制則兩者俱可，螺旋釘之式樣如第十六圖，價值較狗頭釘爲昂，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，因之不易脫落，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

第三章 路綫上之分道叉及交道叉

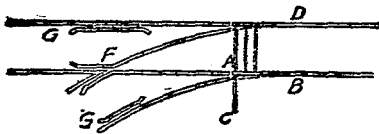
路綫常有由本綫分出之綫，如路綫支路，避車道，及本綫與他綫之聯絡等，亦有兩路綫互相交加者，因車輪上有輪沿之故，故必須在此聯絡點或交叉點有分道叉或交道叉之設置，彼等之構造當在下節中詳細說明之

第一節 分道叉之構造

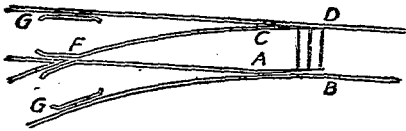
第一款 分道叉之要素

在分道叉上有兩條活動之軌條組成一轉轍器 Switch，此兩條活動之軌條，或全爲本綫上之軌條，或兩條之中一條爲本綫軌條，而其他一條爲分道叉軌條，前者謂之鈍形轉轍器 Stub-Switch，如第二十一圖，後者謂之尖形轉轍器 Point Switch 如第二十二圖

第二款 鈍形轉轍器



第二十一圖



第二十二圖

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（第二十一圖），不釘着於軌枕，但於兩軌條間，用繫桿以維繫之其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，轍叉之構造當於下款中詳論之，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，必至有列車出軌之危險，即不然路軌中斷，其一端復鬆動，列車在急行中至為不利，故此種轉轍器昔雖通用，今前僅用於工程簡陋速率遲慢之路而已

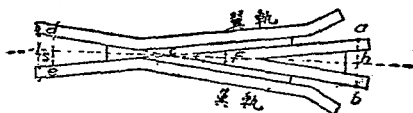
第三款 尖形轉轍器

尖形轉轍器為最通用之轉轍器如第二十二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均不釘着於

軌枕，而以若干繫桿連結之，其端能活動，以便車輛出入於分道也，

第四款 轍叉與轍叉之數

轍叉所以預留兩槽，以便正分兩道間車輛之出入者也，其形式如第二十三圖昔日多以鑄鐵製成，今則以與正軌相同之軌條爲之



第二十三圖

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

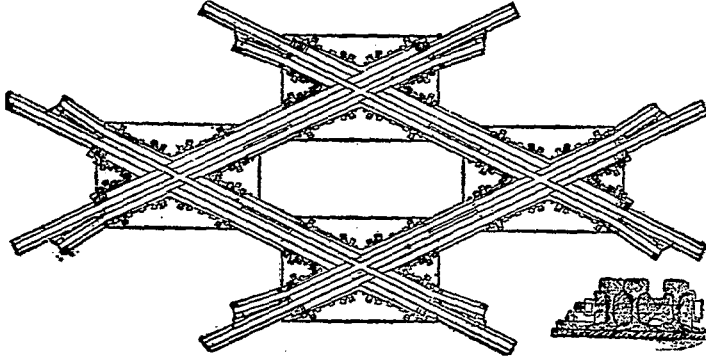
軌跟之寬度以尖軌跟之寬度除之，所得之數在第二十三圖中，即 $\frac{hc}{ab}$ 是也，惟圖中 C 點不易覓得，事實上 ed , ab , 及 hs , 之長較易量得，故 n 之數，可以下式表示之

$$n = hc \div ab = hs \div (ab + ed)$$

第二節 交道叉之構造

當一路綫與其他一路綫在同一平面上相交，則須用交道叉，並須用轍叉四副，若兩綫以直角相交，則四副轍叉之角度均爲 90° ，如非以直角相交，則兩轍叉爲銳角兩轍叉爲鈍角，如第二十四圖，苟一直線與一弧綫相交，或兩弧綫相交則四副轍叉皆不相等，車

輛經過交道又時，常以極高之速度行駛，故交道又之構造須極堅固且角度以等於或近於 90° 爲宜



第二十四圖

第四章 隧道

路線穿過山嶺或經過山坡其坡度不得超過於限制坡度者，在前者不得不用隧道，在後者或須穿鑿隧道，或須開掘一極深之路坎，若無別種問題則二者之取舍應視何者爲經濟而定，若有下列情形之一者則仍以開鑿隧道爲宜，(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) 地價昂貴者

第一節 隧道之測量法

第一款 隧道外部之測量

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

第三款 隧道內之測量

凡在隧道內測量須藉燈光之力，俾經緯儀鏡上之橫綫得以瞄準，而所視之目的物亦得清楚，隧道內之記號不宜設在地上以免埋沒，宜設在上部之木架上，普通工程進行時烟灰甚烈，常為測量之障礙，故宜在工事暫停時舉行之

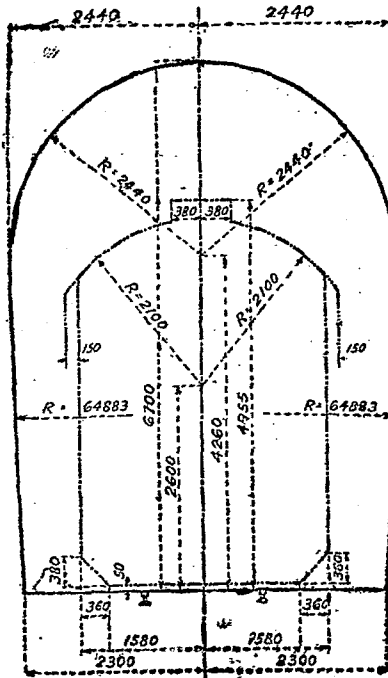
第二節 隧道之計劃

第一款 橫斷面

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，隨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，則隧道內不必填砌為整形，直可用炸解之原形，若土質鬆軟，則上部兩旁及下部均須另以物料依隨道之最小淨空所規定而砌平之

本國規定在直線上單綫隧道最小淨空如第二十六圖，實施上隧道淨空宜畧比規定者為大，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

第三款 坡度及洩水



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

第二十六圖 單線隧道最小淨空及車輛最大限

害，乘客亦將感不快矣

隧道內宜有 0.2 % 之坡度，以資洩水，如隧道在兩坡度之頂點，則隧道宜平正，但不妨向兩端各作微小之斜坡，使頂點居隧道之中央，洞內水量得從兩端流出若隧道在繼續上升之急峻坡度上，最好於隧道處略為削平若隧道短小，則急坡度亦無妨，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，機車因吃力之故，放出之氣愈多，使污濁之空氣充滿洞內，司機與火夫易受毒

第三款 隧道之填砌

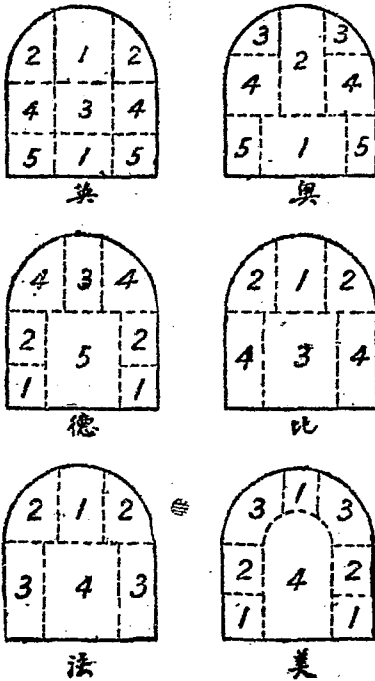
石質與土質有不須填砌而自能屹立不動者，然多數一經與空氣接觸即行剝落，遇此等地質之隧道應填砌之，通常可用良好之磚塊，如上層壓力甚大，宜用石塊，以最良好之洋灰漿砌之，有時祇砌上部，有時

兩旁及底面均須填砌

第三節 隧道之施工

開鑿隧道之法各國不同如第二十七圖所示乃各國慣用方法，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，其砲眼之深淺方位以及裝藥之分量均須視石質之構造堅軟，洞孔既鑿土石鬆軟須防坍塌，故必建設木架，架以厚板，以免沙土之散墮若係山石堅結之處則可不用木架



第二十七圖

第五章 涵洞及橋梁

兩水降落於地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遇此種水道小者平時往往乾涸，僅當雨季始有水量流通，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，設備之不同，可依水量情形而分析之如下

1. 路基跨過之地，若有少量之泉水或兩水之流卸，可用暗溝
2. 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
3. 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
4. 在極高路基下，而欲留水道以流雨水或溪河者可用拱形涵洞
5. 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
6. 路線經過廣闊之淺沼，或草澤之地，低窪之處可用木樁架橋，情形與棧道同
7. 路線跨過較大之溪河或大道，或其他鐵路，宜用鉸梁橋，或一孔，或多孔，其每孔之寬

約在五公尺至廿五公尺之間

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

第一節 涵洞計劃之要義

涵洞之計劃，務須使水量得自由通過，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，其計劃之法如下

第一款 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

(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，此種非常之大雨多年或不一見故雨量之計算，須就多年之統計中求得一最大之降雨量而根據之

(B) 溪河流域之面積： 路基所跨過之河道，其上游流域之面積與通過涵洞之水量至有關係，如面積甚小可於初測時一齊測得之，如流域太廣可從詳細地圖中約略估算得之

(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因樹根在雨季時能吸收水分而於乾季時放出之有調濟水量之功用也

(d)水道之形式及傾度：如水道長而狹則水流較為平均，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，洪流立即匯集於路基之旁，則涵洞不得不較大

(e)涵洞截面之形式：涵洞截面之形式，傾度，長度，內面之情形，出入口之佈置，均與流瀉之速率有絕大之關係不過甚為複雜耳

第三款 涵洞面積計算法

涵洞面積計算法有三(a)為依據學理之計算法然因與水流有關係之各問題之太為複雜，純粹最據學理之計算法頗難演出，其較近於學理者，則為採用實用之方程式，(b)實用公式，最通用者有二(詳下)然兩者均牽涉一係數，其係數之究為幾何，仍須用經驗以定之(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攷察其已往最高之水綫，以定最大之水流量，若無統計之可攷則可察其水痕詢諸故老否則不得不先築棧道然後逐年實測水道之最高綫以為將來改築涵洞之地步

第三款 實用公式

美國工程界所通用之實用公式有二，如下

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

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

(1)式中之 C_1 爲一固定之係數，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 $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{1}{3}$ ，在無雪解之地及流域長度數倍於其闊度者，可爲 $\frac{1}{5}$ 或 $\frac{1}{6}$ ，此種公式之價值全視乎選擇係數之適當而已

第四款 觀察之所得

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可沿此河流之地帶細心考察最高之水誌，因之可以預留水道之空間，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

第二節 管形涵洞

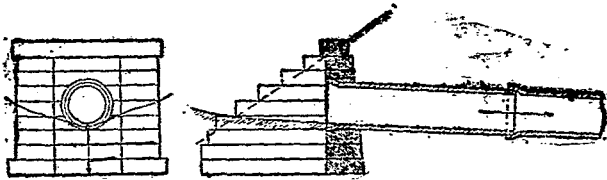
管形涵洞可用生鐵管或土製管爲之，製造輕便，極能耐用，價值亦廉賤，因管之內部平滑之故，頗易流卸多量之水，管形涵洞之建築須先有一堅固之基礎

，以防爲水所冲刷，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合土作基承墊之，管之聯接當使此管之一端插入於彼管之一端，逐段聯接，並至少應有壺之傾度，以便水之流瀉，坡洞之長可以下式約略計算之

涵洞之長 = $2 \times S \times$ 路堤之高 + 路面之寬
 式中 S 爲路堤兩旁之坡度爲橫與直之比例

第一款 生鐵管涵洞

生鐵管即可用平常之水管爲之，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，其建築法如第二十八圖。若一管之面積不足，得用數管並列，生鐵管之直徑可大至 3.60 公尺其每段之聯接須用螺栓旋緊，並以水泥填密其縫

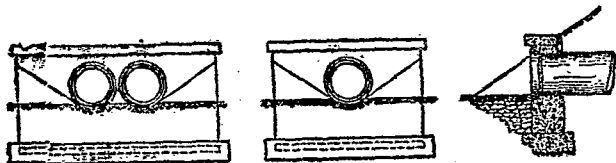


第二十八圖

第二款 土製管涵洞

此種管徑大約由 30 至 60 公分，有用二行或多行並排者。涵洞土管之耐力須較之平常水溝土管之耐力

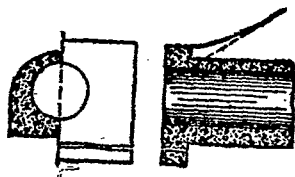
爲大但據試驗之所得，土管外面壓力之增加，不與路堤高度之增加爲比例，路堤達一定高度，土管外面之壓力達最高點時，此後路堤高度之增加與壓力無甚影響，反之，路堤不高土管太靠近軌面時，軌面之震動能直接傳達於土管，而使之破裂，故土管在軌枕之下至少應有一公尺左右，土管涵洞之建築如第二十九圖



第二十九圖

第三款 三合土管涵洞

三合土涵洞有製作管形而甚着成效者，若當地石子或碎石易得而值廉，則尤宜用之，三合土管涵洞之建築法如第三十圖

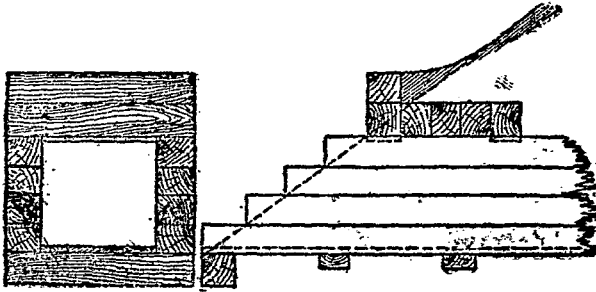


第三十圖

第三節 箱形涵洞

箱形涵洞有木構石砌及三合土建築之別，木構箱形涵洞大抵用於新工及木材便宜之地，且多爲一種臨時之建設，木構涵洞多爲長方形，並以巨大

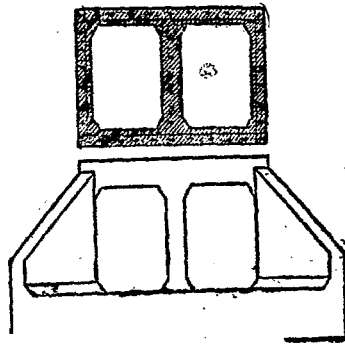
之木材結構之如第三十一圖



第三十一圖

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，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，

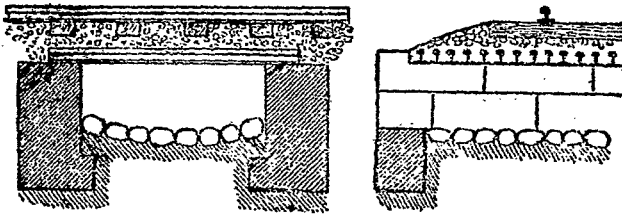
涵洞亦有用三合土製者除拱形涵洞外，亦有採用方形者，其特殊之處在得一不阻斷之平滑底面，不特易於洩水，且富於抵抗力，三合土方形涵洞之形式甚多，第三十二圖乃示普通之一種，每孔之寬約120公尺



第三十二圖

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，如第三十三圖涵洞之寬約2公尺涵洞之上與路軌靠近，用舊鐵軌一排以作涵洞之蓋，軌條之長約三公尺，

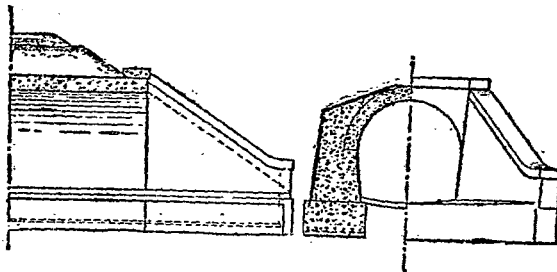


第三十三圖

第四節 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合土為多，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(e)建築之安全及經久，第三十四圖乃示

三合土
拱形涵
洞之一
種，其
寬與高
各約3.
50公尺



第三十四圖

第五節 橋梁

鐵路路線經過較大之溪河或大道或其他鐵路時，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，橋梁跨過其他鐵道，則離出鐵路面之高度應以其他鐵路所規定之淨空間為準

第一款 橋梁之跨度

在狹小之河道上建築橋梁僅須有一孔者無論已若在寬闊之水道橋梁開孔之多寡實為一經濟問題，橋梁之所費大致可分為兩大項，一即橋梁本身之費，一即橋墩之費，互為消長。蓋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最小時為準，依學理上言其最經濟之跨度為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，然此不過依學理而言在實施時當視彼地之情形及施工之難易爲斷

第二款 橋基及橋墩

橋梁兩端之橋基有用石砌，有用三和土造成，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，橋墩亦以石砌爲最佳，然以三合土製最爲普通

第三款 石砌橋及三合土橋

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合土者，則在短小之跨度，宜用多孔之石砌橋或三合土橋，石砌橋爲拱形；三合土橋之短小者（約在10公尺以下）可用橫梁式，而以三和土樁作墩承着之，若跨度較大，則多作拱形

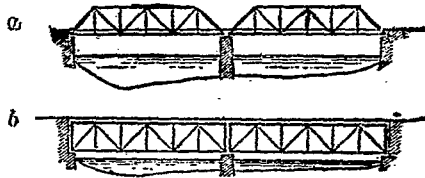
第四款 鋼橋

鋼橋建築較三合土爲易，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合土橋之點，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，皆非三合土橋所能及，鋼橋跨度短小，約在六公尺以下者

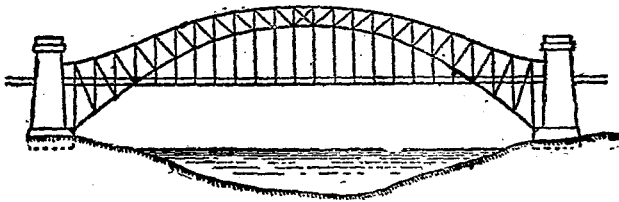
，可用工字鋼橋梁：6公尺至25公尺之間者，應用鐵梁橋(第三十五圖)；25公尺以上之跨度，應用桁梁橋(第三十六圖)跨度在150公尺以上者，應用拱橋(第三十七圖)或翅橋之一種(第三十八圖)以上所謂跨度係指單孔之跨度而言，鋼橋有上軌與下軌之別，下軌橋梁軌道在橋梁之下部，如第三十五圖中間之一座及第三十六圖 a 是也，上軌橋軌道在橋之頂部，如第三十五圖首尾兩座及第三十六圖 b 是也；



第三十五圖



第三十六圖

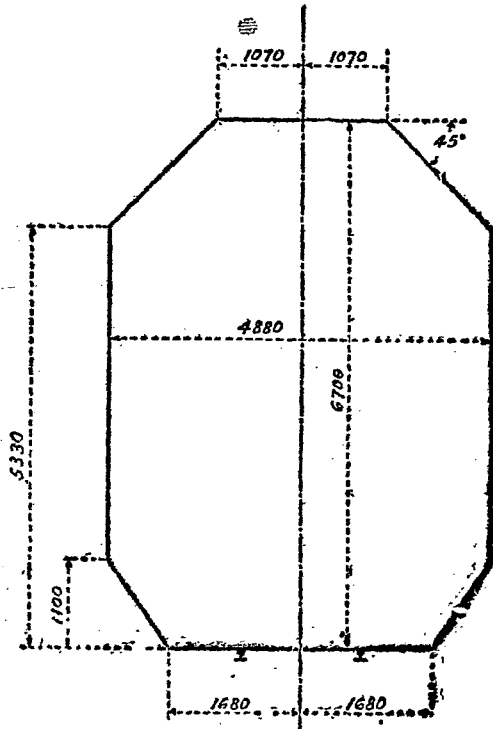


第三十七圖



第三十八圖
第五款 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
尺寸為斷，本
國定制之用於
單綫及直綫上
者，如第三十
九圖所示，如
橋梁係在曲綫
內，則兩桁之



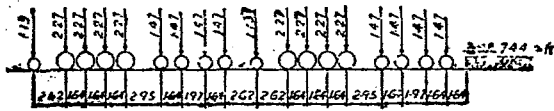
(凡尺寸以公釐計)

第三十九圖 單線橋梁最小淨空

距離應酌量加闊，兩桁則仍直而不曲也。

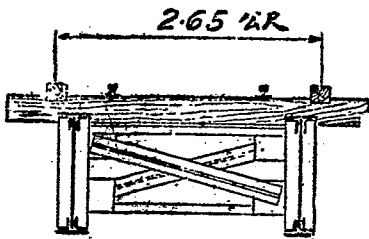
第六款 橋梁與機車之關係

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為四十年，須預估四十年內運務之加增及機車之加重，不然，則機車加重，予橋梁以危害，或橋梁薄弱，致為運務之礙，故定一橋梁負重之標準，為最關重要之事，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，曾發生於京漢及膠濟等路，近年國有各路經多次之會議，始決定以古柏氏 E 類 50 載重為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有固組式(280)機車兩輛，連同炭水車 首尾銜接，後附掛載貨車輛，作為平均載重，其輪數及各輪間之距離為一定，而各對動力輪所載之重量之千磅數即 30,40 或 50 之所由得也，例如古柏氏 E-50 類載重其每對動力輪所載之重量為 50,000 磅餘類推，若照中國定制用公尺，公噸計則古柏氏 E-50 載重圖當如下第四十圖



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

第四十圖



第四十一圖

第七款 鋼橋上軌道之設置

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，為行車安全起見，軌枕宜橫鋪，且其排列應較路基上為密，近世最良好之路工悉於橋上特用堅木軌枕，其長度較通常者為長，約自3公尺至3.5公尺(因軌條旁有護軌之故如第四十一圖)，其排列法務使兩軌枕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，而每三枕或四枕即用螺拴旋

緊於托軌梁之上

第六章 鐵路之修養

第一節 養路機關

鐵路建築後須時加修養，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，每一大段設工務總段長一人，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，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，每節之長約爲四公里，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，均視路綫之長短與工程之重要情形而定之，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

第二節 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，則一年中能修養之路程為13200公尺，即13.2公里，若道夫隊管轄之一節長 $4\frac{1}{2}$ 公里，則該節內之日常修養至多每年四次

第三節 修養之事物及方法

地界： 建築鐵路時所購入之地每於界址立石，以為標識此種界石平時須留意勿使缺失或被人所移動，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，如路堤中部之橫溝及路基兩旁之旁溝均宜潔淨通暢不宜聽其淤塞，鐵路與水利至有關係，凡鐵路之防水與宣洩，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，每不得保附近一帶於洪水泛濫之時期，故在未開通之地方每遇水患，輒歸咎於鐵路堤之梗阻，鄉人每有將路堤私自挖斷，因之列車經過時有出險之虞，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。

道渣：道渣經用久，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渣之大小，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渣形式圖，以考察若干處道渣欠缺，須為增補，曲線之內尤為重要，曲線內之道渣須有抵抗橫勢向外推力之能力，故曲線內道渣之量必較豐厚，

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，若一部份之軌條再下陷，則傾度更大，行車困難，曲綫亦須依照公式以修正之，直綫亦應確直，無稍凹凸之弊，超高度須按照超高度之定則而驗其準確與否，超高度若太小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，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，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空，若新孔又已鬆動，則木質雖未朽亦必須更換，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

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，新枕木上宜用火烙印更換之日期，以驗每枕使用之年限，

軌條：凡軌徑頭部磨蝕過甚，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

魚尾鉞：魚尾鉞之磨蝕，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鉞之地位鬆動，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，則惟有換用魚尾鉞而已

鋼橋：鋼橋因使用而有損傷，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帽釘，帽釘實關係於全橋之安全，雖一枚亦不可疏忽，帽釘之鬆動者，與無帽釘等，故查驗之時，應用鐵錘將每一帽釘輕輕敲擊，如察知鬆動，應另換之

軌路之巡察：軌枕下道渣墊擠之勻否，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

道渣墊擠不勻，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，通知道夫修理之

魚尾鋸上之螺旋釘受列車之振動而易鬆脫，危險實大，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

第四節 材料之分配

道渣：路上常有開鑿石礦就近開採以作道渣之用再在重要之站設堆存道渣之場，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，則每一公里路線需枕木約1333根，又假定枕木之使用年限平均為7年則每一公里內每年所需抽換之枕木為 $1333 \div 7 = 190$ 根，每一道夫隊所管轄一節之路綫倘長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，而以餘一半分別堆存於道夫房之旁，隨時取用

軌條及其附屬物：凡軌條及一切之附屬物如轍叉，魚尾鋸，螺栓，道釘，墊鋸，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

工具：修路工具之最習用者，如各式之鑿，各式之錘，其次如螺鎚，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

第三編 機務之部

第一章 機車原理

第一節 工作

機車之功用是在做工作，工作是用力移動一物件經過一任何距離，故工作包含有二個原素一個是所用之力，一個是被此力所移動之距離，

力之單位為磅而距離之單位為呎，故工作之單位當為呎磅，例如有一重10磅之物在一平面上，需2磅之力方可將彼在此平面上推動，若將彼移動10呎則此力所做之工作為 $10 \times 2 = 20$ 呎磅，蒸汽機亦同此理，蒸汽推動汽閘而做相當之工作

第二節 能率

若在一秒鐘內蒸汽推動汽閘作一完全行程與在五分之一秒鐘內所作之一完全行程其工作相等，但以能率而言則後例中之能率當五倍於前例，因能率為工作之速率故也

例如牽曳一火車每小時行五哩機車需力 20,000 磅此機車每小時所做之工作為 $20,000 \times 5 \times 5280 = 528,000,000$ 呎磅，此即機車之能率，若此能率以馬力計算則 $528,000,000 \div (32000 \times 60) = 267$ 馬力因每一馬力 = 33000 呎磅每一分鐘，倘此同量之工作欲在 12 分鐘做

畢或列車之速率每小時增至25哩則機車之能率需五倍之即 $267 \times 5 = 1335$ 馬力是也

第三節 熱力

所謂能力也者即指做工作之能力：熱為能力之一種故名熱力，如煤在機車之火室內燃燒，所發生之熱力即在機車所做之工作表示之，此熱力與工作二者單位互相之關係為778呎磅等於1B.T.U. (熱力之單位)，778科學家即名之曰熱之機械相等數：

如以上之機車之能率為1335馬力變至熱力之單位則 $1335 \times 33000 \div 778 = 56630$ B.T.U. 每分鐘，普通每磅之煤燃燒時能出 12600 B.T.U. 故以上之機車每分鐘需煤 4.5 磅，但因機車上熱力消耗甚多，所有變成之機械力僅得煤炭中所發生熱力15分之1，4.5 磅之數又需乘以15得67.5 磅，故每小時行二十五哩之機車倘其曳引力為20.006，每分鐘煤炭須費67.5磅

第四節 熱力之應用

以上之原理是指一切熱力機而言本節中當將此原理應用在機車上之一部詳細說明之

普通之煤每磅可發生從 12.000至16.000B.T.U. (熱力單位)，將此煤或用手或用機器鏟入火室，當被燃著時煤中發出燃燒氣質，助燃燒之養氣從空氣中吸入經過煤柵及着火之煤層，煤塊燃燒時溫度極高給與火室及火管外部之水約35至40% 彼所含之總熱力，進火

管之燃燒氣質其溫度約在華氏2000度左右，出火管之彼端時溫度約在500至800度大概有百分之15至20煤炭中之熱力隨之而出而消失於空氣之中，從汽缸中排出之汽經由煙室中之出氣門上衝煙突鼓動氣流而助火室中之燃燒，

水從炭水車中用水注射器注入汽鍋，或用打水機，鍋水逕燃燒而蒸發為蒸汽，乾燥之氣聚集在鐘形氣室，彼處有一總氣塞(即史落活塞)，駕駛員將此汽塞撥開蒸汽即由此入乾汽管，乾汽管是在汽鍋內水平線之上由鐘形汽室通至煙室之五六吋對經之鉄管，蒸汽既通至汽鍋之前部即由兩旁之導管通至汽缸中，惟需先經過一滑塞，彼即支配蒸汽使之交替入於汽缸之兩端也

普通新式機車均有高熱管，在此種汽鍋中五分之一的燃燒面均換以焰管，焰管之位置及作用與火管無異惟較火管為大，對經約自三吋半至五吋半，高熱管即套置在內，蒸汽從乾汽管出後先通至高熱管頭，由彼分散於多數之高熱管中，在彼管中蒸汽之溫度另增150度華氏而其氣壓則仍舊，蒸汽溫度增高後使彼十分乾燥然後再通至另一高熱管頭，由此逕導管而入汽缸，焰管中火焰之溫度在火室之一端約有華氏1800度而在煙室之一端則自600至800度由此可知兩端溫度相差之巨，

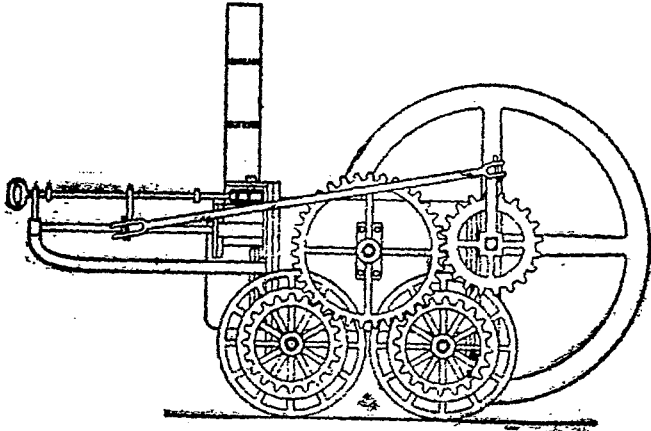
煤中之熱力由是已傳至蒸汽中 Drivingwheel，蒸汽在汽閘上之壓力即傳達至連桿而轉動主動輪，從輪已動機車因之有牽曳力而使列車行動

第五節 機關車之四要部

機車上之四要部爲火室，汽鍋，汽缸，及主動輪，火室能力之大小每爲煤柵面積所限制蓋即因煤柵上燒煤之多寡有所限制也，汽鍋能力則爲燃燒面積所限制蓋每方尺之燃燒面每小時所蒸發之汽亦有限制也，惟汽缸則僅傳達能率故其能力並無限制，其最小之限度自不得小於移動機車自身所需之能力，

機車之牽引力則爲其自身一部份重量所限制此部份重量即着於主動輪者 故欲求機車牽引力之大務須求着於主動輪之一部份重量增高

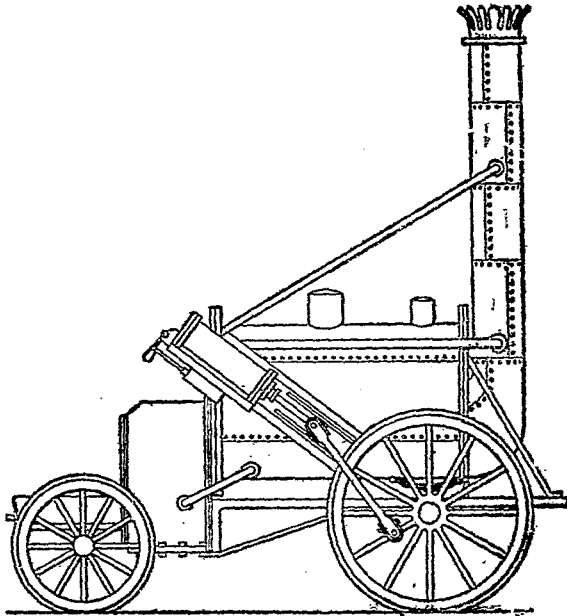
故機車能力之大小僅視汽鍋之蒸發量及主動輪上粘着力之大小而不在乎汽缸



第四十二圖

第二章 機關車之進化

歷史上第一輛行在軌道上之機車是造在一千八百〇三年，此機車之發明家爲一南威爾斯之煤礦工頭名曰屈里維雪克此雖爲一很簡陋的機車然其重要部分之原理與現今最新式之機車極相類似，所不同者僅在汽鍋之一部分耳，此機車有一回焰管式之汽鍋六十呎長，及一對直徑52吋之主動輪，汽缸僅有一個長五十四吋直徑八吋，蒸汽從汽缸泄出後即通至烟突亦利用其鼓動氣流而助燃燒，此機車(第四十二圖)在九哩長之軌道上試驗多次，其成績爲每小時行五哩，牽引力爲二噸此爲機車發明史上第一次之大成功然無商業上之效用，



第四十三圖

自屈里維雪克機車成功後許多工程師計劃各種式樣之機車思有以勝過之而可應用於商業運輸，經過多數之失敗後司雷文生之落克忒(Rocket)卒抵於成，此機車如(第四十三圖)造於1828，彼在一速率比賽中每小時得29½哩，若拖一坐三十旅客之客車時其速率則降至每小時28哩其成績較之屈里維雪克機車進步實多，其構造之原理與最近新式之機車實無甚差異，彼有

一多管式之汽鍋，用汽缸泄出之汽以鼓動氣流，汽閘桿用連桿直接接至主動輪上之曲拐針，以上三點與最近之機車極相似，不過汽缸方向是傾斜的且其尺寸之比例較之最近之機車甚覺特別耳，以上兩個機關車均發明在英國然在美國機械工程司方面亦多貢獻

美國第一條做普通運輸業之鐵路為波爾的姆烏海塢鐵路，彼在1827註冊1830年開始營業，同時南加羅立那鐵路亦造成，當時此路之董事會經長時期之討論對於究用馬仰用機車作此路之原動力，因彼等遠大之目光卒用機車為原動力

在美國自造機車之前一年達賴衛黑德孫路局從英國購得一機車名曰獅子機車，當時有一美國著名工程司名愛倫者，經彼試車之結果宣言謂此獅子機車用於美國之鐵路路基及橋梁，似覺太重，故彼自己造一機車名曰屈爾思頓之好友(第四十四圖)，此為美國自造機車之濫觴，屈爾思頓之好友為一四輪之機車其兩個氣缸均帶傾斜，輪心為木製而其緣則為鐵製，其氣鍋則在底架之一端，此底架則放在四輪之中間，汽缸有兩個，其直徑各為六吋，長各十六吋，輪之直徑為4呎半機車之總重量為10000磅，用新法計算此機車倘用50磅汽壓，每小時行20哩其產生之能率當為12匹馬力左右

其後載重逐漸增加機力亦隨之力求擴大，客車機

車式樣由美國式，大西洋式，改至太平洋式，貨車亦由蒙古式改良至固組式而至馬雷合組式而極機車之大觀矣

第三章 機關車之分類法

第一節 槐歐分類法

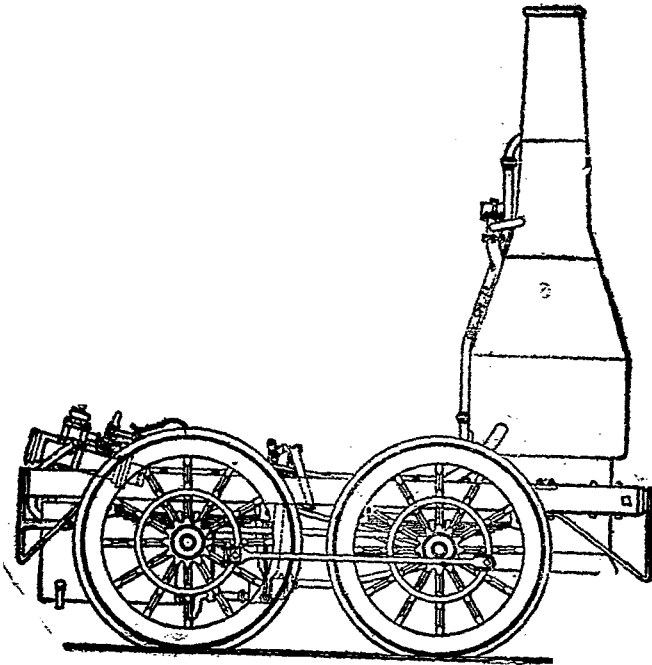
欲詳細研究各式之機車則不得不將機車先行分類，槐歐分類法最爲普通其法即將前轉轍架之輪數，主動輪之數，及後轉轍架之輪數以三位數表示之，如260爲蒙古式442之爲大西洋式，462之爲太平洋式是也，在蒙古式(260)中第一數2表示前轉轍架有二輪，6表示主動輪有六個，0表示無後轉轍架輪也，用此法將機車分類最爲便利故到處通行

以下爲一槐歐分類表普通機車之式樣都在其中

槐歐機車分類表

040	△○○	四輪
060	△○○○	六輪
080	△○○○○	八輪
240	△。○○	六輪
260	△。○○○	蒙古
280	△。○○○○	固組
2882	△。○○○○○○○○○	馬電合組
2100	△。○○○○○	地扣博
440	△。○○○	八輪

460	△ ◦ ◦ ○ ○ ○	十輪
242	△ ◦ ○ ○ ◦	哥倫比亞
282	△ ◦ ○ ○ ○ ○ ◦	日皇
442	△ ◦ ◦ ○ ○ ◦	大西洋
462	△ ◦ ◦ ○ ○ ○ ◦	太平洋



第四十四圖

從上表所列可知目下通用之機車種類繁多，今亦

不必將每一種詳加討論，僅提出最普通之數種研究之足矣，其最普通之數種如 040,060,080,260,280,440,442,460,及462，在前列之數式如040,060,080僅用於車場調車工作而不宜於路上，040是為最小之機車僅用於小車場中，較大之車場宜用060，若080則在中國為不常見僅用於歐美之大車場中作調車之用，060及080可改造為蒙古式260及固組式280僅需添上一對導輪，如此即成為最好之運貨機關車

第二節 蒙古式(260)

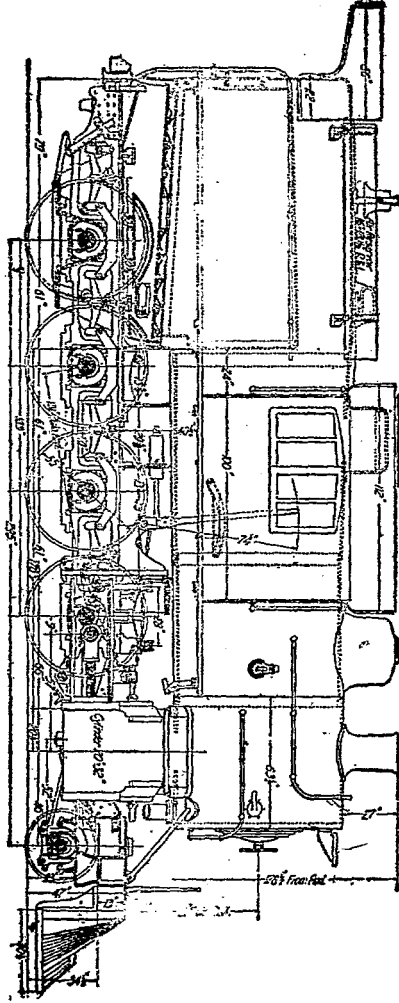
蒙古式之機車普通均用之於運貨列車，然亦有時用之於重載之運客列車，此種計劃之目的在使彼較之普通有四主動輪者（如440等）有較大之牽引力，蒙古式之機車在先盛行之於運貨列車，待後運貨列車載重增高固組式（280）始起而代之，但因修理省費起見倘在可能範圍以內仍以用主動輪數較少之機車為經濟，雖在坡度峻急之處，重載之列車不得不用固組機車，然在平坦之處仍可用蒙古式然普通快貨列車均用固組式

蒙古式有一對導輪使之走曲線時較易，大部分之重量均在三對之主動輪上，如是方可得較大之牽引力

第三節 固組式(280)

固組式普通用在牽引重大之運貨列車過峻急坡度之處如（第四十五圖），各種運貨機車中此式最為盛行，此種機車之總重量大概在150,000至300,000磅之間

第四十五圖



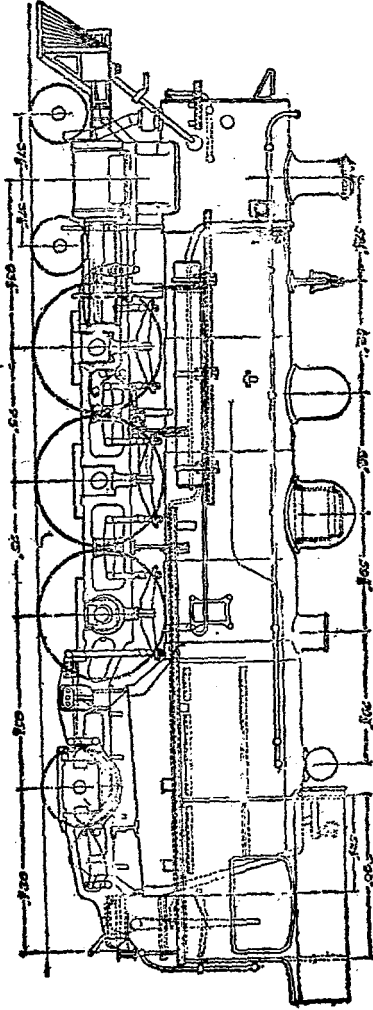
第四節 大西洋式(442)

倘在準時刻與準速率之火車上例如運客列車等汽鍋蒸發量必須留有餘地以備萬一有不佳之氣候或拖額外之車輛，不致因蒸汽缺乏而有誤時刻，汽鍋蒸發量倘需留有餘地則必需有較大之汽鍋。在440式中有四輪之前轉轍架有四個主動輪而無後轉轍架，燃燒面及煤柵面均因之有限制因煤柵必須置在兩主動輪之間，因之汽鍋之蒸發量亦有所限制，欲免去此種限制而增高汽鍋之能率故有大西洋式之計劃(即442) (第四十六圖)大西洋式較440所多之部分為一兩輪之後轉轍架，用後轉轍架則煤柵面積可擴大而不受主動輪之限制，如是則可用較大之汽鍋較大之火室而便於燃燒輕煤

第五節 太平洋式(462)

近來客運有繼長增高之趨勢故運客列車亦因之逐漸增重車數亦因之增多，四個主動輪不足發生此巨大之牽引力，故機械工程師增加大西洋式上之主動輪從兩對加至三對而發明目下所謂太平洋式之機車，因此種機車用於最重之運客列車故彼必需有大號之汽缸，偉大之牽引力及甚巨之汽鍋蒸發量。細觀（第四十七圖）中之太平洋式彼與大西洋式所異之點僅為多一對主動輪，因增多一對主動輪汽鍋亦因之增大，燃燒面積與煤柵面積均因之放寬，牽引力亦因之加大，在此式機車之中其煤柵面積可得40至50平方呎供給意外之需要，燃燒面積之放寬亦甚重要因巨大之汽缸需用較多之蒸汽也。各種運客機車比較之下總重量相等之機車太平洋式之燃燒面較任何機車為大

圖 七 十 四 號



第六節 合組機車

在研究機關車之進化程中不得不注意合組機車，合組機車之構造是使蒸汽先入一氣缸名之曰高壓汽缸，在此高壓汽缸內蒸汽澎漲至一半程度，然後由此汽缸出而至一低壓汽缸內澎漲至大地汽壓而止，蒸汽在兩汽缸中澎漲時由熱力變而為機械力推動汽閘而作相當工作，低壓汽缸之容積較高壓汽缸為大，

合組機車種類甚多而以馬雷式為最有名，京綏路上亦用之

第四章 機車中蒸汽之動作

第一節 蒸汽在機車中所走之途徑

在機車工作中最重要之作用，是傳遞在火室中燃燒之煤之熱力至主動輪而成為一種機械力，故我儕自始必須明瞭各步之變態自蒸汽從汽鍋中蒸發起直至做工作後而流出至空氣中，倘欲作此種研究則必須利用(圖6)

在未經研究之先必須先知蒸汽之性質，在尋常大氣壓力之下水之沸點在華氏為212度，然若壓力增高則水之沸點及蒸汽之溫度亦隨之而高，倘溫度在212度氣壓為大地氣壓下所成之蒸汽行經低溫度之汽櫃而入汽缸，則蒸汽必因之而凝結而失其熱力，欲免去此種現象在汽鍋中蒸發之蒸汽必須有較高之壓力，如是則當彼在汽缸中澎漲時，雖因失去其所有之熱力而溫

度低降時其結果溫度尚高於相當之凝結溫度，記得此原理則可進而研究蒸汽所行之途經及其沿途所有之變態，

普通在總汽塞開放時蒸汽即從鐘形汽室中流至乾汽管前行至烟室，在彼處蒸汽由丁字管而通至兩旁之導管而入汽缸，膨漲之後即由出汽管而通至空氣中

第二節 蒸汽之入汽櫃

在最初之一步總汽塞展開之時蒸汽由汽室而入乾汽管，汽壓即因之降低而至汽櫃，汽壓之相差有數磅之多此可用汽壓表放在彼兩處證明之，亦即利用此汽壓之相差故汽鍋內之蒸汽當總汽塞展開時衝動汽閘而使機輪轉動，故在各處汽管中及蒸汽流通之處蒸汽均在流動，僅在管壁上之磨擦力能使彼速率減低，其結果則使此處之汽壓每低於汽鍋內之汽壓，其相差之度相視總汽塞開口之大小及蒸汽之消耗量而定，總之在機車行駛之時汽櫃內之汽壓每較汽鍋內為低，

第三節 蒸汽之入汽缸

蒸汽達汽櫃後即因閘(活瓣)之作用而交替入於汽缸之兩端，閘之啓閉是一種連續的動作，啓閉之度是從未開逐漸至全開然後漸閉至漸閉，此種動作是含有磨擦力在內而使汽壓之相差愈大，此種壓力之消失視機車之速率成正比例

第四節 在汽缸內之蒸汽

蒸汽達汽缸後又有一種消失名曰汽缸凝結因汽缸壁，汽缸頭，及汽閘之溫度每低於蒸汽之凝結點，此種消失可用法使之減低，其法維何即用石棉或別種不良導體圍在汽缸之外部，惟不能使此種消失絕對除去，即使無放射之消失但蒸汽出汽缸時之溫度較之入汽缸時之蒸汽相差甚巨，故出汽時足使汽缸之溫度減低

當蒸汽在汽缸內爲澎漲工作時汽壓更因之低降低降之度數視停止點而定，停止點可大可小隨工師之意而定故此處汽壓之消失亦有大有小，當蒸汽推動汽閘時蒸汽自離汽鍋後初次做相當工作

蒸汽推動汽閘經連桿及曲拐等而轉動主動輪，其推動之力則各處不同因在汽閘之一面則蒸汽在澎漲中而在彼面則正在出汽及出汽後餘汽之壓縮，再連桿與汽閘桿及曲拐之兩只角度亦時刻不同亦足以使推動力隨時變化

第五節 離汽缸後之蒸汽

蒸汽推汽閘至衝程 (Stroke) 之終點後，在回衝程時即離汽缸而外出，彼離汽缸時在汽閘上尙有少須壓力名曰回壓力此回壓力足使有效壓力減少而爲一種直接之損失，蒸汽從汽缸出後經汽缸壁中之出汽途徑而通至烟室中之出汽孔，蒸汽在此處之壓力雖甚小然因其速率甚高，故尙足以鼓動氣流而助火室中之燃燒

第五章 汽鍋

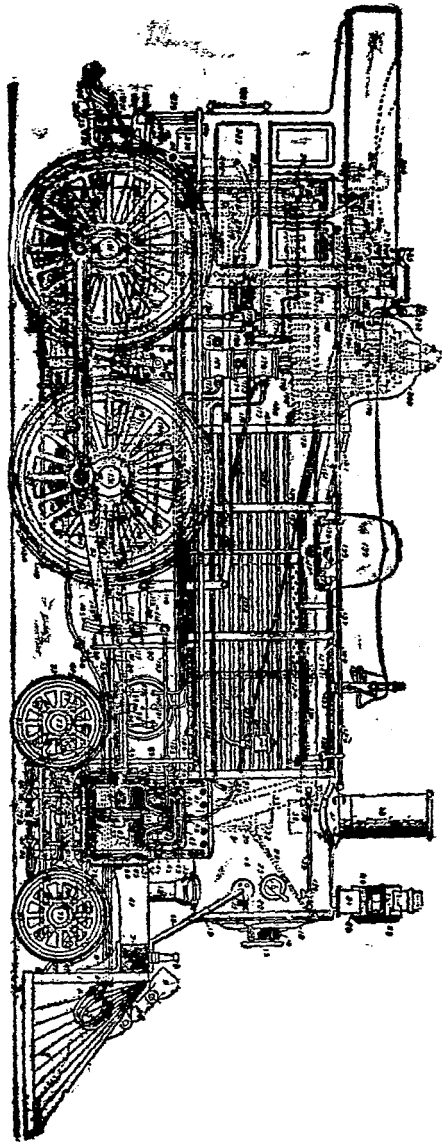
在詳細研究機車各部之先，應先熟悉各部之名稱及各部間互相聯絡之關係，第四十八圖是一八輪式之縱截面圖各部之名稱甚為詳盡，學者須熟習之

機車上之汽鍋者是一種鋼板製成之鍋內容清水，此種清水經火室內之火焰煎沸而蒸發為汽，以之供給機車之原動力也

機車上之汽鍋普通用內燃火室，直火管式，汽鍋圓筒形之部內含火管及烟管，後端較大之處包含火室，圓筒形之部向前延長而為烟室，烟室之上為烟突

第一節 汽鍋之分類

汽鍋可分之為，平頂式，車頂式，及長車頂式，平頂式之汽鍋，從火室至烟室其汽鍋壁成爲同直徑之圓筒，車頂式之汽鍋，在火室與烟室之間，有一部圓錐體之鍋壁，長車頂式之汽鍋，此種汽鍋與車頂式之汽鍋相似，惟在圓錐形鍋壁與火室之間尚有一重或數重圓筒形鍋壁，



第四十八圖

1.2. 一、排障器，3. 一、摺軌鈎，4. 一、空氣信號接管，5. 一、空氣接管，6. 一、接管鈎，7. 一、阻衝梁，8. 一、排障器繫柱，9. 一、旗桿，10. 一、汽鍋前繫柱，11. 一、前底架，12. 一、溜炭管，13. 一、溜炭管門，14. 一、烟室，15. 一、前端，16. 一、號誌燈，17. 一、機車號數板，18. 一、烟箱門，19. 一、烟箱前板，20. 一、烟箱前圈，21. 一、頭燈托架，22. 一、頭燈箱，23. 一、頭燈罩，24. 一、頭燈，25. 一、清潔門，26. 一、鉄絲網，27. 一、阻衝鈎，28. 一、阻衝鈎關鍵，29. 一、氣壓機出汽管，30. 一、吹管，31. 一、出汽管，32. 一、出汽管口，33. 一、導管，34. 一、丁字管，35. 一、乾汽管聯接，36. 一、鼓風管，37. 一、煙突座，38. 一、煙突，39. 一、弧形扶手，40. 一、油管塞，41. 一、汽缸圓鞍，42. 一、汽櫃外包皮，43. 一、汽櫃蓋，44. 一、汽櫃，45. 一、汽缸安全塞，46. 一、平衡鈎，47. 一、滑塞，48. 一、滑塞軛，49. 一、滑塞桿，50. 一、滑塞桿墊，51. 一、汽櫃門，52. 一、滑塞座，53. 一、橋，54. 一、出汽門，55. 一、汽閘桿螺帽，56. 一、汽門，57. 一、汽缸，58. 一、後汽缸蓋，59. 一、汽閘桿墊，60. 一、汽閘桿，61. 一、汽閘，62. 一、汽閘環，63. 一、底盤中心鈎，64. 一、前汽缸蓋，65. 一、汽缸蓋包皮，66. 一、汽缸棉，67. 一、汽缸包皮，68. 一、汽缸排水塞門，69. 一、汽缸排水塞鏈，70. 一、機車底盤輪，71. 一、機車底盤，72. 一、底盤輪緣，73. 一、底盤輪軸，74. 一、底盤軸承，75. 一、底盤軸承箱，76. 一、底盤柱，77. 一、底盤架，78. 一、底盤柱托架，79. 一、底盤架托架，80. 一、底盤均衡梁，81. 一、底盤彈簧吊鈎，82.

—底底彈簧，83—底盤彈簧帶 84—底盤彈簧座，85—安全吊鈎，86—底盤制動器，87—車輪護板，88—信號管，89—導路，90—導路軌，91—導路磚，92—連桿，93—連桿箍，94—銷，95—丁頭針，96—丁頭，97—底架，98—冷氣箱托架，99—冷氣箱，100—氣壓機連接，101—氣管聯接，102—滑塞桿，103—總氣管，104—清潔塞，105—鏈，106—懸空臂，107—鏈磚針，108—鏈磚，109—偏心聯接，後向，110—偏心聯接，前向，111—鏈吊環 112—反轉軸臂，113—反轉軸，114—反轉軸槓，115—抵制彈簧桿，116—落桿，117—落桿匣，118—伸桿，119—注射管，120—止汽塞匣，121—止汽塞，122—火管，123—油管，124—汽鍋橫縫，125—汽鍋圓縫，126—汽鍋棉，127—汽鍋包皮，128—汽鍋包皮帶，129—扶手，130—扶手托架，131—鐘座，132—鐘，133—蒸汽鐘擺，134—沙函，135—瀆沙器，136—沙管，137—主動輪緣，138—主動輪心，139—灰盤，140—制動鞋，141—主動輪彈簧，142—主動輪彈簧吊鈎，143—主動輪彈簧均衡梁，144—均衡梁托架，145—底架下桿，146—柱托架，147—主動輪軸承墊板，148—軸承斧形墊板，149—斧形墊板螺栓，150—主動輪軸承匣，151—主動輪軸，152—並行桿，153—並行桿軸承，154—連桿聯接，155—底架，156—底架托架，157

一底架栓，158—前進偏心輪，159—後退偏心輪，160—前進偏心輪桿，161—前進偏心輪帶，162—後退偏心輪桿，163—後退偏心輪帶，164—煤棚搖桿，165—煤棚，166—澎漲板，167—澎漲鏈，168—跑板，166—壓氣機空氣氣缸，170—壓氣機蒸汽汽缸，171—空氣清潔器，172—氣管，173—排水塞，174—汽閘桿墊，175—壓氣機出汽管，176—壓氣機進汽管，177—節制器，178—壓氣機閥室，179—鍋水注射器，180—注射器洩水管，181—水管，182—汽管，183—汽塞，184—引水管，185—水塞，186—火室，187—火管飯，188—頂飯支撐桿，189—頂飯支撐帽釘，190—支撐帽釘，191—乾汽管，192—汽鍋立管，193—乾汽管吊鈎，194—史落管，195—史落活塞，196—史落曲柄，197—史落桿，198—鐘形汽室，199—汽室帽，200—汽室包皮，201—安全塞，202—汽笛，203—汽笛桿，204—通風窗，205—司機室，206—壓氣機滑油器，207—氣壓表，208—汽壓表，209—蒸汽支配塞，210—注射器汽塞，211—吹管塞，212—表燈，213—信號氣笛，214—壓氣機汽塞，215—史落活塞橫，216—空氣射沙器，217—反轉橫，218—司機員制動氣塞，219—水準表塞，220—弧飯，221—截止汽塞，222—火室，223—汽缸排水塞桿，224—汽缸滑油裝置，225—油瓶架，226—扶手，227—搖

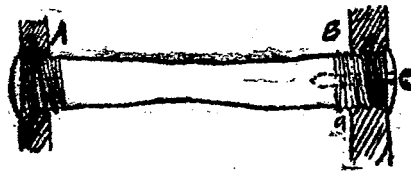
桿，228—灰盤門把手 229—信號氣笛塞，230—製動氣箱，231—總氣管，232—總氣管象皮聯接，233—信號管，234—信號管象皮聯接，235—注射管吊鉤，236—注射管，237—注射管象皮聯接，238—底架尾端，239—司機室托架，240—平衡重量，

第二節 火管

從第四十八圖及第 圖可知汽鍋之大部份是火管或焰管所成，且汽鍋中大部份之燃燒面爲火管之壁，故焰管之良否影響汽鍋之壽命亦即影響機車之壽命故火管之裝置及修理須特別注意之也，汽鍋大部份之修理費是用在火管上而在硬性水質之處尤爲確實，此種硬性之水每能成 $\frac{1}{16}$ 至 $\frac{1}{8}$ 英寸之水鏽在火管之外面與火管以大不利如膨漲及收縮之不平均及燃燒過度等，此等情形每易使火管在兩端爆裂，冷空氣從火門而入亦足與火管以不利，倘欲免去火管之破裂對於以上諸點當特別注意，火管須以最好之鑄鐵爲之，須經過高壓力之試驗，最近之習慣每用2至2 $\frac{1}{2}$ 英寸直徑之火管長約15至20英尺視汽鍋之大小而定，火管之兩端接在火管板之孔內，此類之孔每比火管之外直徑大 $\frac{1}{8}$ 英寸，在火管之長度當較兩火管板之距離略長 $\frac{1}{4}$ 英寸，此長出之部份當翻出之而用錘擊之使不漏汽，每一汽鍋所用火管之根數則視汽鍋之大小而定約300至500枝，火管板當比其餘之汽鍋板爲厚，普通爲 $\frac{3}{8}$ 英寸

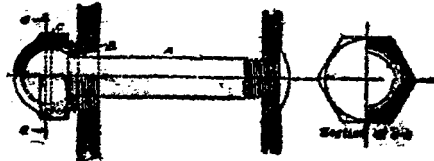
第三節 支撐帽釘

支撐帽釘用以支撐兩平汽鍋板，使彼等保持其相當距離，此等支撐帽釘兩端有螺文用以旋入汽鍋板再用錘打圓其二端，如第四十九圖，此圖中A係汽鍋之內壁或火室之壁而B則為外壁，在支撐帽釘之外端每鑽一小洞 $\frac{1}{8}$ 英寸對徑， $1\frac{1}{4}$ 英寸深如圖中之C名曰禿爾禿爾洞，倘支撐帽釘如有斷裂即有水或蒸汽從此孔流出而支撐帽釘之斷裂每在此一端故修理工人每能察出之，支撐帽釘所以斷裂之故則因兩汽鍋板之漲縮不等



第四十九圖

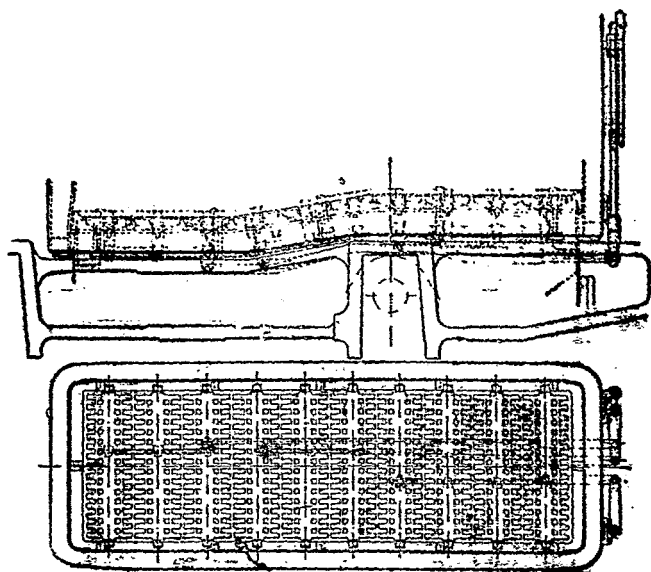
一則與火室為隣漲縮大一則否故漲縮小，因漲縮之不公平支撐帽釘故斷裂，欲免去此弊故汽鍋上又有用柔性支撐帽釘如第五十圖，蓋此釘之一端可在帽中轉動故可免斷裂之虞



第五十圖

第四節 煤柵

煤柵是爲一副並行鉄條所構成，位置在火室之底部用以承託煤塊者也，此種鉄條爲生鉄所製成，每三或四根成爲一組，每組連以一鉄鏈通至司機室，火夫倫運用此鉄鏈卽能將煤柵前後傾動而將其上之煤炭及炭燼傾出之，如第五十一圖

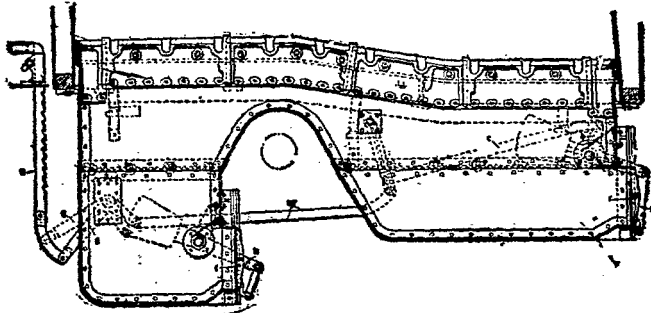


第五十一圖

第五節 灰盤

灰盤是垂在煤柵之下所以盛從煤柵

及炭爐如第五十二圖，其下有風門兩個及鉄鏈一副通至司機室所以司彼等之啓閉也，此種風門支配火室中燃燒時所需之空氣，風門開口不得過小，過小則火室中空氣不足，燃燒不完全，則甚不經濟，若過大則火室及烟管中過冷亦不相宜，故其開口之大小悉由火夫之經驗定之

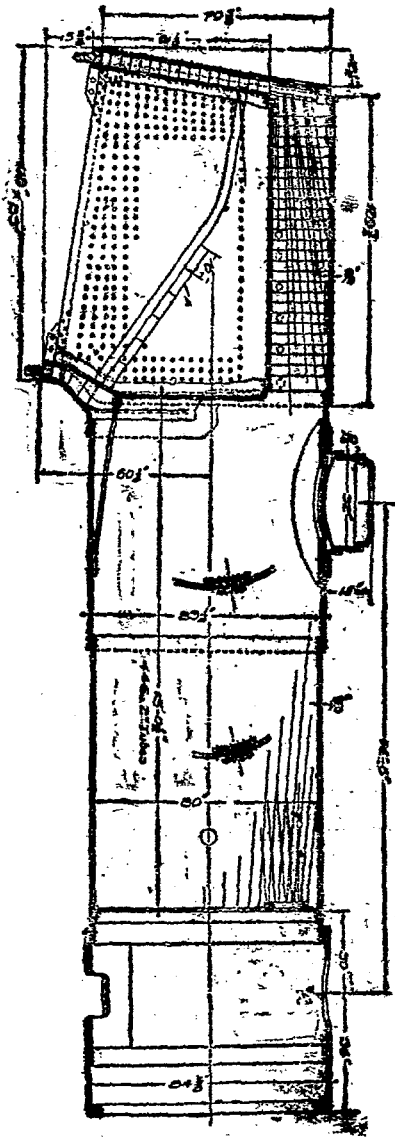


第五十二圖

第六節 穹形磚牆

穹形磚牆位置在火室之中除近火門之一部外，適將火室分爲上下二部如第五十三圖，穹形磚牆之功用，在增加火焰在火室中所經行之路而使其燃燒更爲完全，且使高熱度之火焰之支配在火室中更爲普遍，因其在火焰之中心故其溫度極高，火焰中所挾之炭質及輕氣與彼接觸時因其溫度之高無不立燃，故能減少煤煙而增進煤斤之經濟，此種火磚普通有4或5英寸厚平舖在2根或4根水管之上，兩旁則用輕質角梁釘在火室之旁壁上，用此種穹形磚牆不利之點爲修理費巨因須時時更換新火磚也

第五十四圖



第七節 烟室及前端之設備

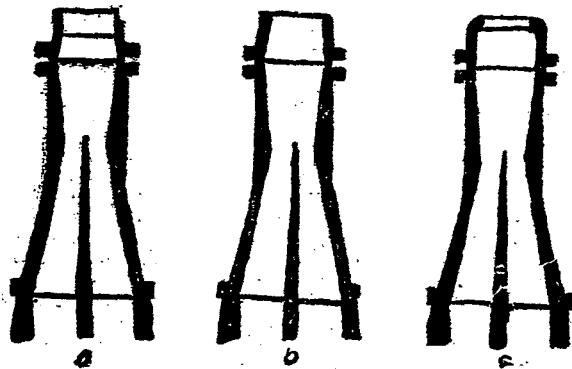
所謂烟室也者即在前火管板之前部，汽鍋壁之內，烟突之下，圓筒形之一部而言也，位置在烟室中之各要件則有蒸汽導管，出汽管，止灰鐵網，阻衝板，及鼓風管等，詳第四十八圖

第八節 蒸汽導管(33第四十八圖)

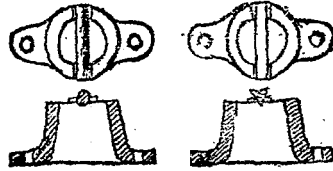
蒸汽導管有兩個在煙室之左右，上接丁字頭34而通乾氣管191下接左右二汽櫃而導蒸汽入汽缸57，

第九節 出汽管及其構造

出氣管者蒸汽從汽缸泄出而瀆至煙突之途徑也，其普通式樣有三種如圖五十四，而以左端之 a 式最爲適用，若汽缸中之蒸汽不能流動通暢，則習慣上每置一三棱形或圓筒形之鉄條在出汽管之口如第五十五圖或將出汽管之口徑收小



第五十四圖



第五十五圖

第十節 止灰鐵網

止灰鐵網33是一種粗笨鐵絲網裝置在煙室之中所以阻至大塊着火煤灰由煙突瀆出而預防引起火災者也

第十一節 阻衝鈹

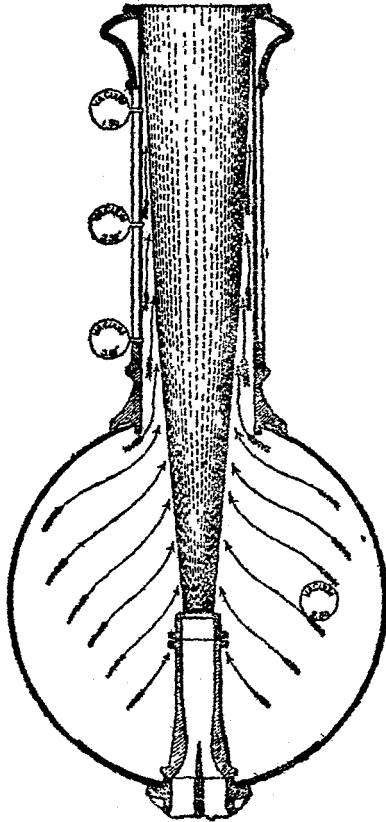
阻衝鈹是一塊鐵鈹斜置在火管之前端所以使火焰在出煙突之前流向下，如是則使在火管中之汽流之速率，較為平均，此阻衝鈹開闔之度數可以隨時視需要而更動之

第十二節 鼓風管及鼓風作用

鼓風管36是一種生鐵管連在煙突之下，亦有用二枚連在一起者，其功用在於鼓動氣流而助火室中之燃燒

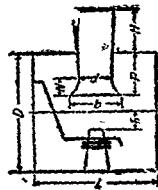
鼓風管可視作能做工作之機關 原動力之來源為自汽缸中泄出之蒸汽，彼所做之工作為吸引³⁵(或謂之鼓動)空氣從灰盤，煤棚，火門等處而入火室助燃燒，再由火室中吸引正在燃燒之火焰經由火管及煙管而至煙室³⁶，然後由煙室而瀆出煙突之外，欲達此目的在煙室中之氣壓不得不較小於大地氣壓，此則得之於出汽管之瀆射，此即所謂鼓風作用，詳第五十六圖

中，



第五十六圖
第十三節 煙突

，煙突是汽鍋前端最重要部份之一，以前曾有多種之式樣試驗之結果除二種外均覺不適於用，此二種式樣即直形及粗細形是也，在美國普渡大學機車試驗室試驗之結果，知粗細形之煙突其鼓風作用較之直形之煙突為佳，故最近之傾向粗細形之煙突其採用較廣，所謂粗細形之煙突也者，其最細之部份名曰咽喉者在底邊之上 $16\frac{1}{2}$ 英寸，在咽喉以上之部份其圓徑逐漸放大，其放大之率為每呎兩吋，煙突之直徑與出汽管口之距離至有關，倘彼與出汽管口之距離小則彼之直徑亦須較小，倘此距離大則彼之直徑亦必較大，其尺寸最適當之比例當如第五十七圖，圖中之



第五十七圖

- H = 煙突從汽鍋壁上之高度之公分數
 D = 汽鍋壁之直徑之公分數
 L = 煙室之長度之公分數
 P = 煙突伸入煙室之公分數 (或即鼓風管長度之公分數)
 N = 咽喉至煙突下端之距離

b = 煙突底部之直徑

d = 咽喉處之直徑

h = 出汽管之口與煙室中綫之距離

倘欲求其鼓風作用之完善，且與 h 之尺寸務求其大，其餘尺寸當以下列為準

$$D = 21D + .16h$$

$$b = 2d \text{ 或 } 5D$$

$$P = .32D$$

$$N = .22D$$

第十四節 燃燒速率

從熱力學上普通所公認者為每一磅煤炭當發生一定量之熱，故燃燒速率增加在一定時間內所發生之熱量亦增加，但每小時在每一平方英尺之煤柵上燃煤50磅每磅之煤能蒸發 $8\frac{1}{2}$ 磅之水，倘燃燒速率增為180磅乃每磅之煤僅能蒸發5磅之水，此其故一則由於過量之熱經過燃燒面時燃燒面不能充分吸收，一則由於煤炭燃燒之不完全故不及前者之經濟，經多次試驗之結果知減低燃燒速率足以增加火室之效能，故高度之燃燒速率甚不合算，在機車上煤柵之面積愈大則愈妙蓋即所以減低燃燒速率也

第十五節 火星中所消失之熱力

火星從煙突中瀆出，其所消失之熱力亦為汽鍋中主要消失之一種，從經驗所得火星及着火煤灰從煙突

中瀆出之量與燃燒速率而俱增，有時竟至所鑿入之煤之10%至15%爲害於附近之房屋與森林者實距

第十六節 增高蒸汽之壓力

因近來機車能率(即牽引力)有增加之需要，故有利用高汽壓之傾向，昔時汽鍋所用之壓力每甚低而今則每平方英寸200或220磅之汽鍋已甚普通，然因利用高汽壓故汽鍋上所發生之種種困難及病症亦因之加劇，如惡劣之水質，火管之泄漏及汽鍋各處隱僻漏水之處均因汽壓而增加困難，

第十七節 燃燒面

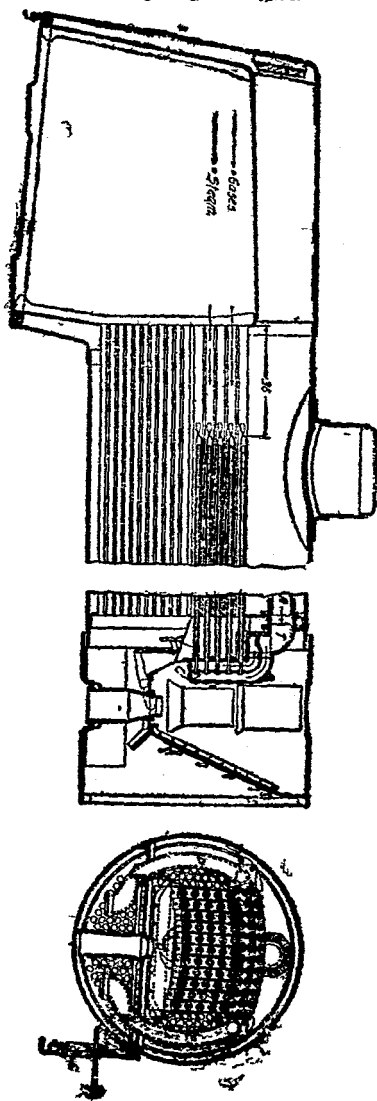
以上所討論者均爲關於蒸發蒸汽重要之點而最關緊要者則莫若汽鍋上之燃燒面，從以前多次試驗之結果知每一平方英尺燃燒面之燃燒速率愈低則每磅煤之蒸發量愈大，在各種汽鍋上火管與火室燃燒面積之比例殊無定數，介於9比1與18比1之間，此二者之間或有一數最爲經濟適用但現尙未有所發明，燃燒總面積與煤柵面積之比例亦然，各視汽鍋之計劃而異，但倘能不超出機車預定之重量則汽鍋上之燃燒面積愈大愈妙，增加燃燒面積總不至與機車以不利，增加燃燒面積足以增加汽鍋之能力，間接即足以增加機車行駛之速力，

第十八節 高熱管(超熱管)

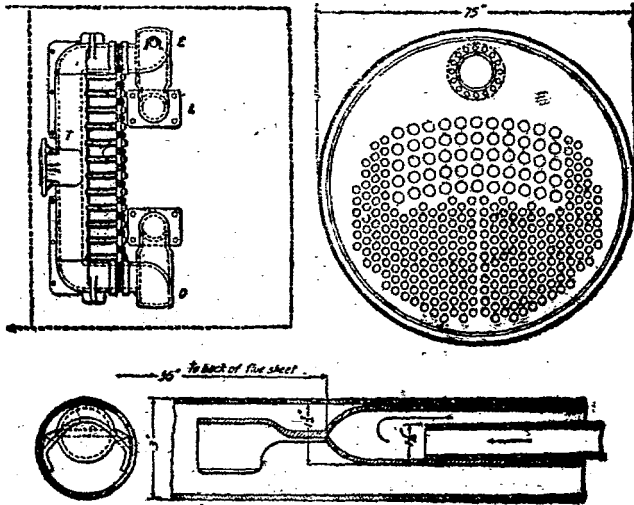
當蒸汽入汽缸之時遇汽缸壁，汽缸壁之溫度較低

於蒸汽，因之一小部份之蒸汽凝結為水，汽閘經過停止點後再向前進當蒸汽在膨漲之行程中，蒸汽汽壓下降前所凝結之水因之重行蒸發，吸收蒸汽中之熱力而為一種重要消失，此種消失謂之重蒸發消失，欲免去此種重蒸發消失不得不增高蒸汽之溫度，使彼即遇冷汽缸壁蒸汽之溫度亦不至降至水之蒸發點以下，欲增高蒸汽之溫度故在新式之機車汽鍋中大半均有高熱管之裝置，

高熱管之種類不一不及備載，今將其最普通之一種名曰斯敢奈克多式者(Schenectady Superheater)詳言於下斯敢式高熱管為美國機車公司所發明，近來十分通用成績亦佳，其詳細之構造詳第五十八圖及第五十九圖，倘參觀第五十八圖蒸汽從乾汽管A流至丁字管T進至高熱管頭之前房，由彼處分入五十五個高熱內管，由此等高熱內管之彼端出至高熱外管而回至高熱管頭之後房，在高熱外管中受管外火焰之燃燒此種蒸汽之溫度因之提高，由高熱管頭之後房再流至丁字管之下部而入左右兩導管進左右汽缸，經試驗之結果知此種高熱管能節省14至20%之水及5至12%之煤



第五十八圖



第五十九圖

第十九節 汽鍋之計劃

機車上汽鍋及蒸汽機之計劃是一個很高深之問題，需得有充分之思想與研究，因限於編幅不能有詳盡之討論，以下僅舉數箇公式，可依之計算汽鍋壁之厚度，帽釘應有之距離，及帽釘應有之大小等等為習慣所通用者

計算汽鍋壁之厚薄當用下列公式

$$t = \frac{P D f}{2 T E}$$

此處 t = 汽鍋壁厚度之吋數

P = 汽壓每平方吋之磅數

D = 汽鍋壁內直徑之吋數

F = 安全係數普通不得小於 $4\frac{1}{2}$

T = 每平方英寸鋼板張力之磅數，普通作為55,000

E = 縱聯接得力數普通以小數，85表示之

例題： 有一機車上之汽鍋，其頭節之直徑為60吋蒸
汽之壓力為200磅，汽鍋壁之厚度應為若干

$$\text{解： } t = \frac{200 \times 60 \times 4.5}{2 \times 55000 \times .85} = .57 \text{ 吋}$$

在圓錐形汽鍋壁之一節上當以大端之內直徑為標準
計算火室前後左右壁上支撐帽釘之距離可用以下
之公式

$$a = \sqrt{\frac{49500t^2}{2P}}$$

a = 支撐帽釘距離之吋數

例題： 倘一氣鍋上火室之壁板為.4吋，汽壓為200磅
試求火室上支撐帽釘應有之距離

$$\text{解： } a = \sqrt{\frac{49500 \times .4^2}{2 \times 200}} = \sqrt{19.8} = 4.5 \text{ 吋}$$

以下略舉汽鍋壁板普通應有之厚度：倘汽壓不超過200磅火室之頂板，旁板，及火門內之板應為 $\frac{3}{8}$ 吋厚，外頂板外旁板，各節之鍋板及鐘形汽室之板均當

$\frac{1}{8}$ 吋厚，若汽壓超過200磅而240磅之下則以上各處均應為 $\frac{9}{16}$ 吋厚

第二十節 汽鍋之能率

在先機車之設計員不甚注意汽鍋之大小，意謂汽缸能稍增大足以牽引相當大小之列車，上本路上最高之坡度其動輪不致溜滑者，即已視為滿意，而今則不然，現倘欲計劃一機車每以汽鍋蒸發之能率視為最重要之一點，每計劃汽鍋在預定機身重量範圍之內總以愈大愈妙，在可能情形之中每欲將別部減輕以讓汽鍋增加重量，普通現已明瞭倘能增加汽鍋能率即可增加行車速率，應社會之需要列車之載重及速率均已逐漸增加，而此增加之可能每為汽鍋能率所限制，其結果機車上之汽鍋其能率亦逐漸增大，因有此目的故以下汽鍋上之諸要部不得不加以詳細之研究

第一款 燃燒面

汽鍋上各處之尺寸對於蒸汽蒸發量多少總有關係而燃燒面之大小其最着者也，每小時內所燃煤炭之量雖為煤柵面積所限制然蒸汽蒸發速率則視每平方呎之燃燒面所用之煤炭量而定，關於每平方呎之燃燒面之燃燒速率則與工廠汽鍋相似，即燃燒速率愈低每磅煤所蒸發之量愈大，

第二款 火管之長度

火管之長短亦與汽鍋之能率有關，在歐洲精細試

驗之結果知14呎長之火管最爲經濟，14呎長之火管在火室內需用3吋水壓力之鼓風作用，倘欲增加火管之長度必須增加鼓風壓力，故在美洲20吋長之火管亦甚普通倘在煙室內之火燄之溫度能高於汽鍋內之水則總有熱力射汽鍋內之水，倘增加火管之長度而不增鼓風之壓力則煤之燃燒量當必減少而間接影響汽鍋之蒸發量，

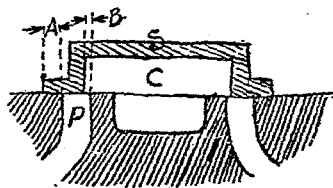
第三款 汽鍋馬力之定義

倘注入之水溫度爲 100° 華氏，在70磅汽壓之下每小時能蒸發30磅蒸汽者爲一匹汽鍋馬力，此即等於從 212° 華氏之水蒸發成爲蒸汽仍在 212° 華氏而每小時能蒸發得 $34\frac{1}{2}$ 磅者即謂之一汽鍋馬力，

第六章 蒸汽機

第一節外餘面，裏餘隙，及導程之定義

倘欲研究蒸汽機之實施作用，不得不先明瞭外餘面，裏餘隙，及導程等之定義及其作用，



第六十圖

第一款 外餘面

外餘面者當滑塞在中間位置時滑塞S蓋過汽門P之距離如第六十圖之A。增加外餘面所以在衝程中提早蒸汽之停止點，外餘面又等於在蒸汽入汽缸前滑塞所須行過中間位置之距離

第二款 裏餘隙

裏餘隙者當滑塞在中間位置時，汽門P開口於出汽門C之距離如第六十圖之B。昔日普通機車上之蒸汽機每有 $\frac{1}{4}$ 吋之裏餘面，但近來機車逐漸改良，因速率之增加出汽之須通暢故此裏餘面逐漸減小，待至今日非但無裏餘面且有 $\frac{1}{8}$ 至 $\frac{1}{4}$ 之裏餘隙，從裏餘面改至裏餘隙倘無他項變動其結果足使出汽提前及壓汽提後即所以增長出汽門開口之時間，故使出汽更覺通暢且能減低反壓力在高速率之蒸汽機上最為需要，在多次試驗之結果知在高速率之機車上如每小時40至50英里者增加裏餘隙足以增加機車之能力，然在低速率之機車上則不然增加裏餘隙足以減小彼之能力及其效率，

第三款 導程

導程者，汽門在汽閘衝程之始所開之度數，在實用上導程約為0至 $\frac{1}{4}$ 吋最為相宜，適當之導程使有足夠之蒸汽在汽閘之後當一衝程開始之時，此導程且能使蒸汽機開動時較為平穩，但在一衝程終了之前蒸汽之入汽閘之後足與汽閘以不利之阻力故導程須加以限制且須視彼速率而增減之也

第二節 閥(滑塞)之動作

滑塞一名曰閥，其動作須適合以下之要求

(1)須有相當設置使閥之動作可支配機車上之蒸汽機使能任意作前後進行也，

(2)此相當之適置亦必須使機車能以任何速率行駛且須使機車能拖動重列車在出發時間

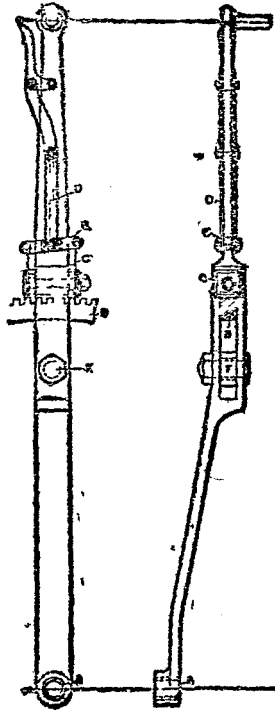
(3)第三種之要求為構造之簡單及修理之便利

前人早有數種滑塞機件之發明，彼此多少均能適合以上之三種要求，如司啞文生鏈及華爾喜鏈最為普通，

第一款 司啞文生閥鏈

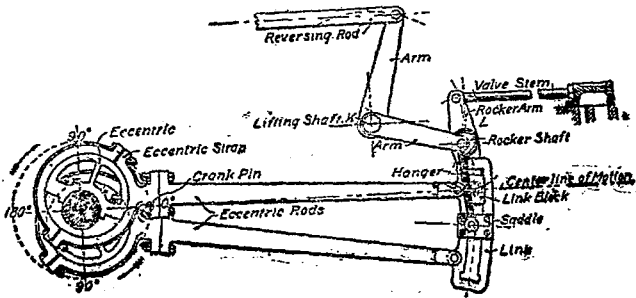
司啞文生鏈包含以下各種機件如：反轉槓，伸桿，反轉軸，鏈鈎，鏈，偏心輪，及落桿臂等

反轉槓有各種計劃之不同，但以第六十一圖之計劃最為普通，反轉槓轉心於 A 在司機室之下，可沿 B 弧板前後轉動並可用 C 鈕銷着在一點，此 C 鈕為一彈簧所壓，方向向下，弧板分有多齒，故在蒸汽機之蒸汽停止點可隨意增減之，



第六十一圖

伸桿或曰反轉桿是用螺栓繫於反轉槓上之F點如第六十一圖其構造爲一根扁鉄條其彼端接於反轉軸，如第六十二圖之K



第六十二圖

反轉軸如第六十二圖之K 爲一橫軸用托架固着於機車底架上，此橫軸上有臂三個其一個向上者係聯接於伸桿之臂，其他兩個水平向之臂則鏈所由垂着處也

鏈鈎是一碗扁鐵條兩端均有一圈，上端接在反轉軸之臂上下端接在鏈中段之鏈座上，故拉動反轉桿可升降此鏈，如第六十二圖，

鏈如第六十二圖是一碗中空之鐵架，其中空之部份適足以容鏈磚在彼上下移動，此鏈之上下兩端各有一鐵桿接至輪軸上之偏心輪如圖，

偏心輪爲鑄鐵造成裝在輪軸上面如第六十二圖每一鏈必有偏心輪兩個

落桿臂是爲一鐵軸，此上有臂兩枚，上面之臂接至活塞桿，下面之臂接在鏈磚上如第六十二圖

以上已將司奮芬生鏈之各部詳細說明以下當將此

鏈之全體如何動作研究之，

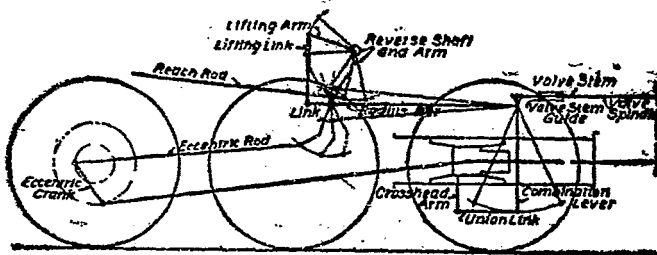
試觀第六十二圖活塞桿接於落桿臂之一端而鏈磚則接於彼之他端，故活塞桿之左右運動適得鏈磚之反，此鏈磚能在鏈之槽中上下滑動，而此鏈則因鏈鈎，反轉軸，及伸桿之聯接得由司機員升降之使活塞之動作得取鏈弧綫上任何點之動作，鏈之一端用鉄桿接於前進之偏心輪，他一端則接於後退之偏心輪，倘鏈磚在鏈之槽中移至前進之一端前進偏心輪足使活塞之動作適足使機車前進，倘鏈磚移至彼端則足使機車後退，倘鏈磚放在鏈槽之中間則兩偏心輪之功用抵消機車即停止不動，所謂前進及後退偏心輪者即偏心輪與主動輪上曲拐所成之角度使活塞在適當之時放蒸汽入汽缸推動汽閘使機車前進或後退也

第三款 華爾喜閘鏈

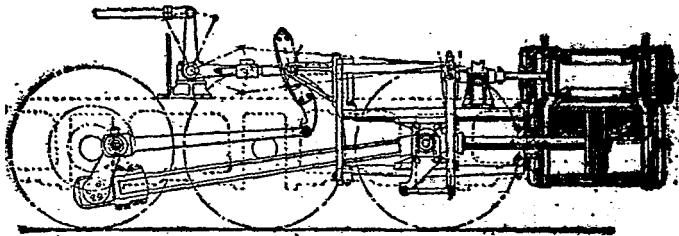
華爾喜鏈之簡圖如第六十三圖 a，其應用於固組式之運貨機車則如第六十三圖 b，倘將第六十三圖 a 稍加研究即知活塞運動之來源是從丁頭及一偏心曲拐上得來的，此偏心曲拐則係緊著於曲拐主針上，此偏心曲拐之功用與司奮芬生鏈上之偏心輪相似，二種鏈所不同之點即在丁頭聯接，此為司奮芬生鏈所無，丁頭聯接所傳與活塞之運動之量當丁頭在衝程之兩端時適等於餘面與導程之和，此時偏心曲拐適在居中位置，導程係固定之量不能增減有一半徑桿以連絡鏈磚及

活塞桿如圖第六十三圖 a，故活塞之運動得之於偏心曲拐，鏈，半徑桿，及活塞桿其情形與司雷芬生鏈完全相同，所不同之點不過丁頭聯接，此聯接給與活塞以定量之導程，

倘此活塞為內進汽式則半徑桿與聯合槓之聯接當在活塞桿之上如第六十三圖B，倘為外進汽式則此聯接當在活塞桿之下如第六十三圖A，再此活塞而為內進汽式則偏心曲拐當在主曲拐之後，此而為外進汽式則偏心曲拐當在主曲拐之前



第六十三圖 A



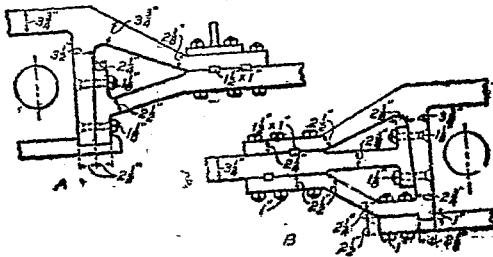
第六十三圖 B

，在1896年之前輪心之材料僅有鑄鐵一種待後機車牽引力增加汽缸增大，因欲減少各部之重量故改用鑄鋼輪心，此種主動輪之輪心略如第六十六圖，普通附著輪緣於輪心之法是將輪緣之內直徑製就略小於輪心然後用火燃燒鋼緣使彼澎漲內直徑擴大時套上輪心，如第二圖待彼冷卻即已固著於輪心之上，普通收縮之度採用每呎直徑減短 $\frac{1}{80}$ 吋在 $5\frac{1}{2}$ 呎以下之主動輪，倘在 $5\frac{1}{2}$ 呎以上之主動輪則每英尺直徑減短 $\frac{1}{16}$ 吋，

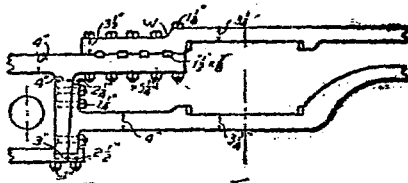
輪輻之數當依輪心之外圓周每一呎之距離當有輪輻一枝，普通輪輻之數亦可依輪心直徑之吋數以4除之即得但總以奇數為便，

平衡重量：倘將第六十六圖稍加研究即將注意到平衡重量因其亦為輪心之一部也，平衡重量者鑄在輪心之上適對曲拐所以平衡曲拐，曲拐針，連桿及並行桿之一端之旋轉作用之離心力，此離心力若無相當之平衡重量以抵銷之則為害非淺，蓋倘曲拐在輪軸之上部時則離心力足以舉主動輪使離軌條，而曲拐在輪軸之下部時則離心力將主動輪重壓軌條之上，若是無異一巨錘重擊軌條使彼易有裂痕，故在計劃機車時平衡重量不可不特別注意也

機關車各部之製造當以底架最關緊要，蓋底架所以支撐聯接各行動機件及靜止部份也，現在最近普通底架之式樣實由多年逐步改良之結果並非純粹由算理而得也，倘欲分析一切底架所受之外力則異常困難，底架普通可分為兩類，單前桿底架如第六十八圖及雙前桿底架如第六十九圖，此種底架用最良之鋼名曰范奈亭鋼者鑄成，通行於美洲，在英國則有所謂鋼鍛底架者，蓋彼之底架用工字鋼梁及角梁等結構而成我國滬甯京奉等路亦時見之



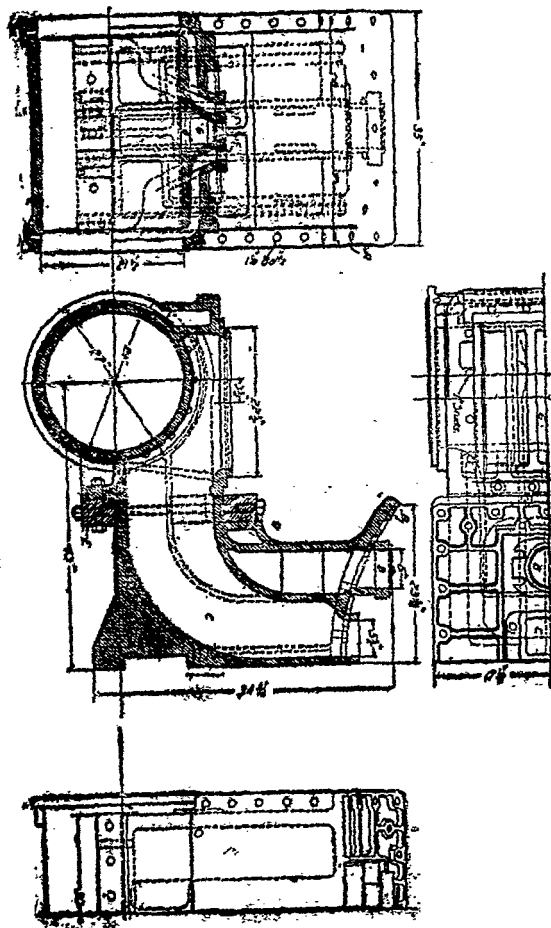
第六十八圖



第六十九圖

第五款 汽缸及圓鞍

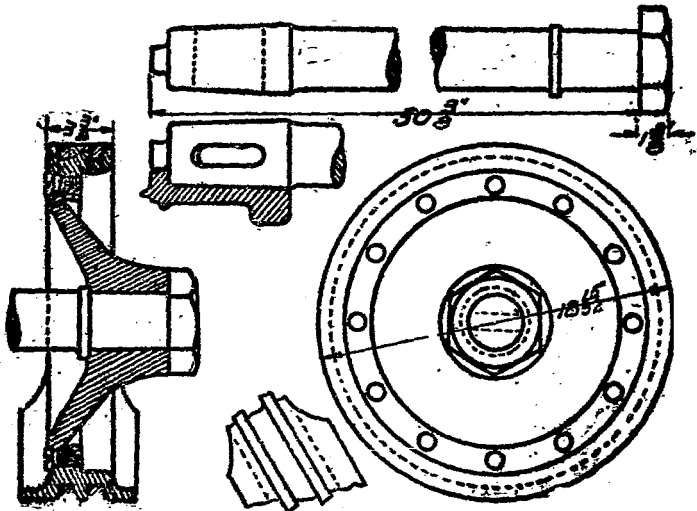
一簡單機車之汽缸略如第七十圖，汽缸及圓鞍當爲上等鐵鑄成，普通鑄爲左右二部而用螺栓聯繫之亦有將圓鞍獨鑄一魂而合左右兩個汽缸爲三魂者，左右兩個汽缸完全相同儘可對調而用 $1\frac{1}{2}$ 吋之螺栓旋緊，圓鞍即弧綫之部 A，適配汽鍋前端煙室之下部，此圓鞍部份鑿至適合煙室下部時即用螺栓將兩部旋緊，此相接之處非但須堅固尤須不漏氣如是則煙室中之真空得以維持，從第五圖之橫切面進汽管 B 及出汽管 C 均甚明瞭，蒸汽從導管通至進汽管再入汽櫃，由汽櫃經由汽門 F 而入汽缸，蒸汽在汽缸中做工作後即由出汽門 G 經出汽管 C 而至煙突，汽缸下著底架上接汽鍋，D 與 E 表示汽缸與底架聯繫之法，



第七十圖

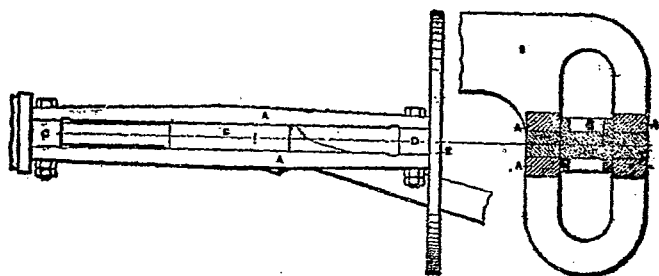
第六款 汽閘與汽閘桿

各式機車汽閘之計劃初不劃一種類甚多其原理則似，因機車上之汽閘支配全機車之原動力故其質料必須堅固，構造必須不漏汽，普通汽閘均為一鉄餅裝在汽閘桿之一端，鉄餅之外表面有槽兩條所以受汽閘圈，汽閘圈之為用是免汽閘漏汽且減少磨擦，普通汽閘之材料均為鑄鉄然有時因須特別堅固兼有用鑄鋼者，第七十一圖為普通汽閘之圖樣，此圖汽缸為鑄鋼而汽閘圈則為鑄鉄，其下部所以較上部為寬之故則因欲增加磨擦面減少磨損程度也

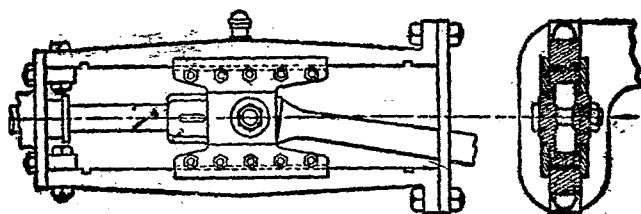


第七十一圖

從上圖又可明瞭汽閘與桿聯接之法，汽閘桿之材料則爲鋼



第七十二圖



第七十三圖

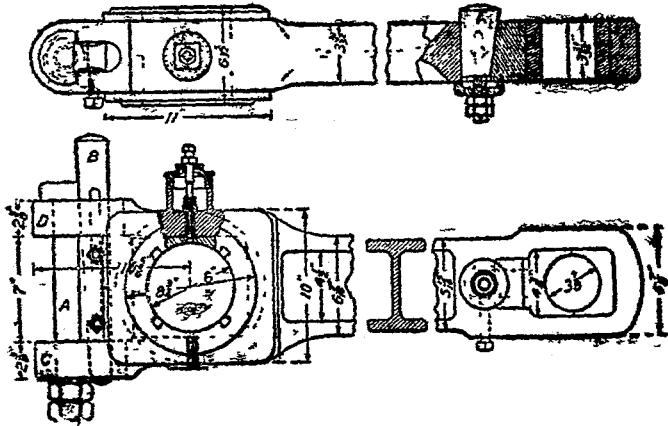
第七款 丁頭與導路

丁頭與導路之種類不一，其中之最普通者則有兩種，一種名曰四塊導路，如第七十二圖，第二種名曰兩塊導路如第七十三圖，四塊導路式多用於較小機車上者，四塊導路之位置如圖中之A，丁頭B則在其間，此種導路多製以鋼丁頭則以鑄鋼而用合金爲其磨擦面，導路四塊A用螺栓繫在導路磚C與D，C則與汽缸

蓋連在一起，D則與導軌E相聯，導軌E為鋼所製成通機車之兩側用螺栓栓在底架之上所以支撐左右兩導路之後端，

兩塊導路式如第七十三圖有上下兩塊而丁頭在其中，丁頭之中綫與汽缸之中綫須適合一直綫，此種式樣之導路因其較為簡單故易於裝配及修理，

丁頭之計劃其磨擦面自以較大為妙所以預防因磨擦而發熱，普通之習慣在運客機車上丁頭與導路間之壓力不得過每平方吋40磅，在運貨機車上此壓力可稍大然亦不得過50磅，

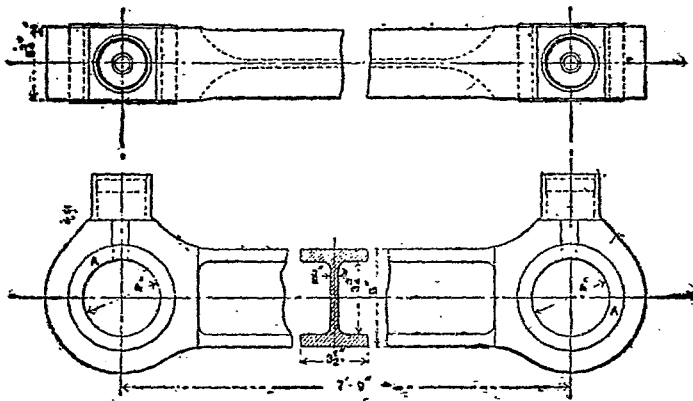


第七十四圖

第八款 連桿

連桿是為最佳之鋼所鍛成，其橫剖面為工字形因

從材料力學上知工字形鋼梁以最輕之質量而得最堅強之力，第七十四圖是一種連桿最新之計劃用於較大之機關車者，從此圖觀察除普通尺寸以外尙可注意其構造之大概如銅軸承之裝置及支配之法及油杯之構造等



第七十五圖

第九款 並行桿

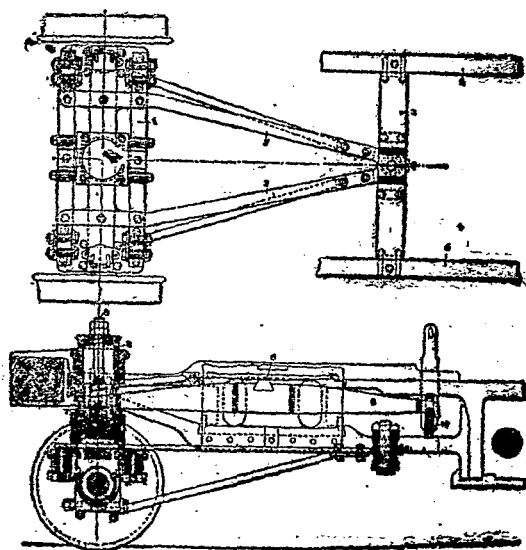
並行桿亦以工字形之鍛鋼爲之，其理由與連桿相同，第七十五圖爲並行桿目前最通行之式樣，此種並行桿亦爲鋼所鍛成與連桿相似而油杯亦鍛在一起，其擴大之兩端，鑽孔較曲拐針所以容銅軸承，此銅軸承係用水壓力壓入者，連桿與並行桿俱受很大之外力，此種外力有時爲張力，有時爲壓力或爲擊力，均因汽閘之來回及連桿與並行桿之離心作用所由起也，

第十款 機車之底盤

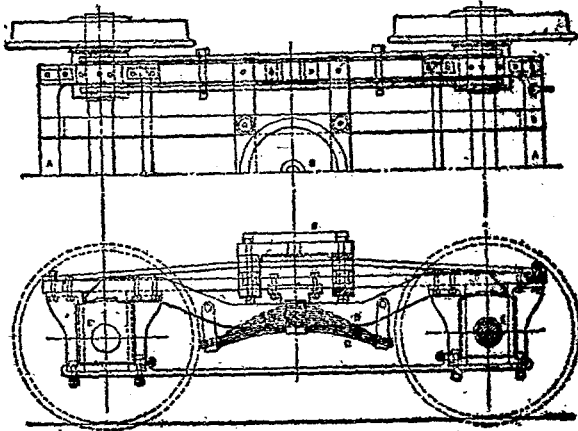
底盤之用在機車之前端者普通有二種：一即兩輪底盤或曰馬底盤，一即四輪底盤，

馬底盤如第七十六圖其構造為兩輪與一輪軸，1為底架負擔機車前端之重量，2為半徑桿轉心在橫桿3之上，橫桿3則用螺栓繫在機車底架4之上，馬底盤可繞半徑桿而旋轉使機車在轉灣時較易，

四輪底盤之構造式樣甚多，第七十七圖所示不過其一種耳，彼之構造尚為簡單為一長方形之底架A上裝一中心板B，軸承是在輪之裏邊與馬底盤相似，

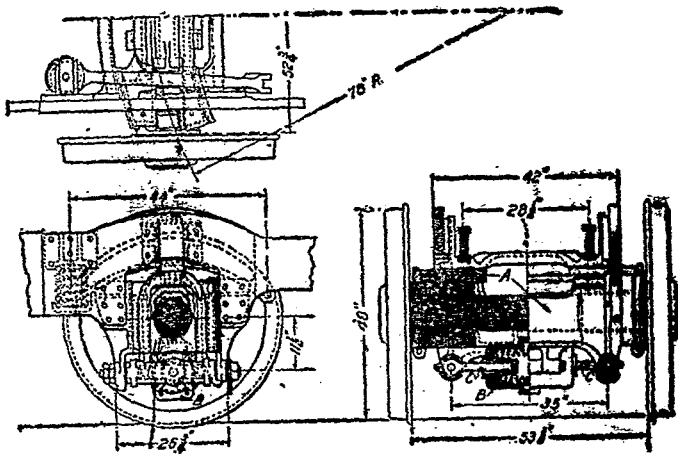


第七十六圖



第七十七圖

底盤之用在機車之後端者名曰惰輪底盤如第七十八圖，其目的在擴大汽鍋之火室，



第七十八圖

第十一款 炭水車

機車後面所掛之炭水車所以供給汽鍋內之水及煤炭者也，炭水箱下著於木製或鋼製之底架而現在則以鋼製最為普通，底架之下承以兩個四輪底盤，炭水箱之式樣普通均為凹字形，其開口之一端用以置煤炭而適對火門取其便於鏟煤也，水則由前端兩角上有皮帶通至機車上之左右兩個注射器，在前端之兩角上有相當之水塞，在水箱上面近後端之處有人洞一個以便工人得入水箱內作相當之修理，水亦由此人洞從水鶴注入箱中，水箱係用 $\frac{1}{4}$ 吋之鋼板構成，其接縫處均用帽釘使不漏水，水箱之內部用阻衝板分成若干小室互相通聯所以免水之前後衝擊也

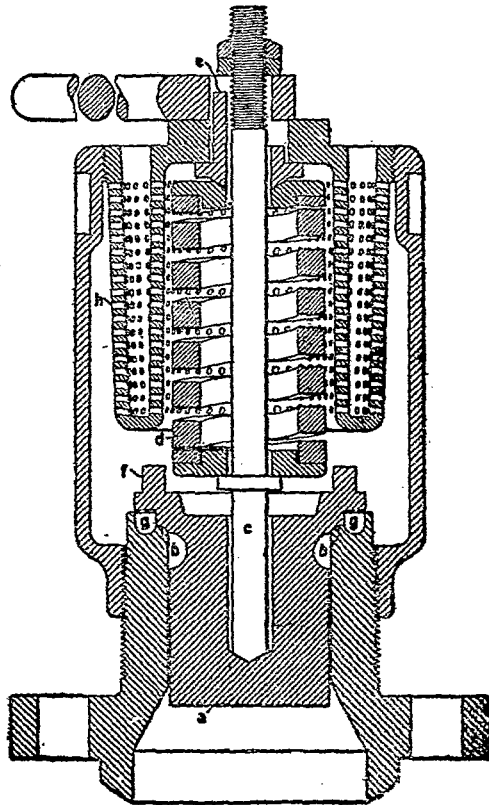
第七章 機車之附件

倘欲使駕駛員開車應手無甚困難則必須有相當之機件以輔助之，此種附件如：安全塞，汽笛，汽壓表，滑油裝置，水準表，吹管，總汽塞，鍋水注射器，空氣制動器等均為不可少之物

第一節 安全塞

普通在機車上均有二個汽鍋安全塞之裝置，其功用在使過量之蒸汽外洩且作聲使火夫注意其汽壓已超過安全之最高度數而使彼作相當之校正手續也，計劃精良之安全塞，當其潰發時，其洩出之汽適與汽鍋內蒸發之汽等且待汽壓下降至安全地位即自闔

普通安全塞均置在汽鍋之頂部爲黃銅所製成如第七十九圖

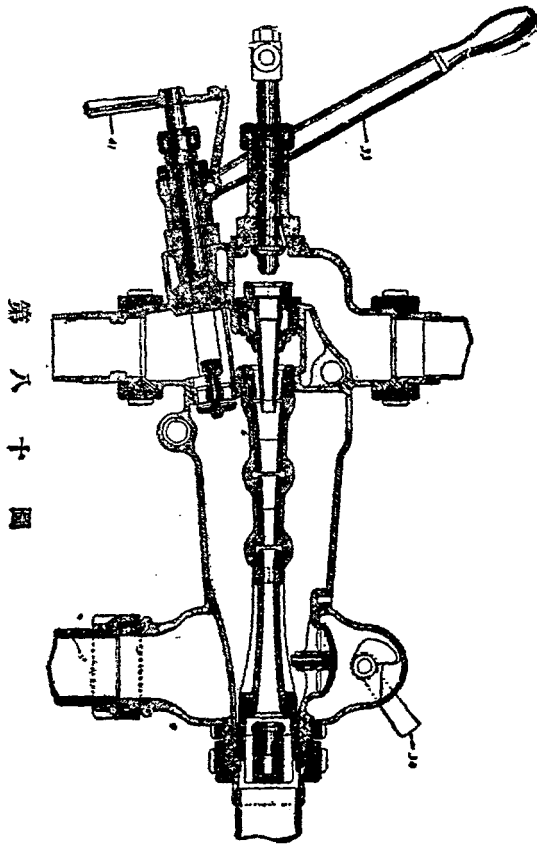


第七十九圖

圖中之活塞a受c桿下壓緊靠其座b，c桿下壓力之來源則因其上有一螺旋彈簧d，此彈簧d之下壓力可撥動執手e而增減之，彈簧之壓力每撥至相當之地位使彼潰汽之後待汽壓降至安全磅數之下四磅然後自闔，出汽孔h如圖中之構造所以減少聲浪也

第二節 鍋水注射器

注射器是一種利用速率以抗汽鍋之壓力注射清水入汽鍋之器具，其構造是有內外兩管如第八十圖，外管通水車之底部，內管通至汽鍋，兩管之內徑均前端小於後端，蒸汽在內管中向前流動時因前端小於後端故速率增加，待出內管之口時速率非常之高即挾外管內之水向前潰去，但因外管亦為前端小於後端者，故速率更為增高，然速率高則壓力亦大故管內之水與蒸汽能潰入汽鍋

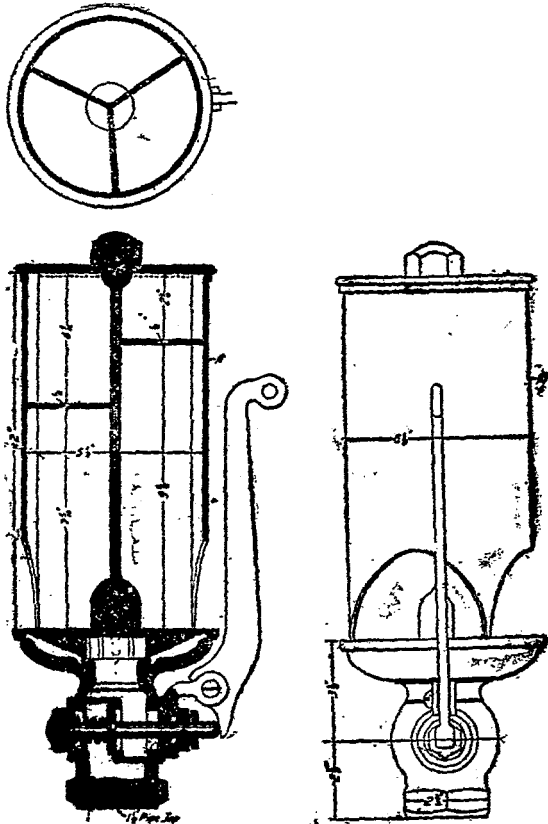


第八十一圖

第三節 汽笛

汽笛亦為信號之一種其構造為一銅製之圓筒開口於下部，其壁與口均甚銳薄如第八十一圖蒸汽從一圓

形之縫中洩出，適對準汽笛之口，洩出蒸汽之一部入彼倒置之銅圓筒，在內鼓動空氣而發生聲浪，鼓動愈速聲浪愈大



第八十一圖

第四節 汽壓表

汽壓表爲一圓形之匣位置在司機室內汽鍋之頂部，其內部之構造爲一彎形之銅管，此銅管一端通至汽鍋，其彼端則封塞，管上附著一針而在圓匣上有一弧形之度數表，當汽壓增高之時，彎形之銅管有伸直之趨勢，針即隨著而轉而在度數表上指示汽壓之磅數，

第五節 水準表

普通機車上水準管有左右兩箇所以防損壞也水準管以玻璃爲之上下端各經過一汽塞而通入汽鍋，其上端通入汽鍋之處須在汽鍋內水平綫之上，其下端則通在水平綫之下，如是則汽鍋內之水平綫之高下得在玻璃管內望見之其上下端所以必需有兩汽塞者防玻璃管有破損之時也

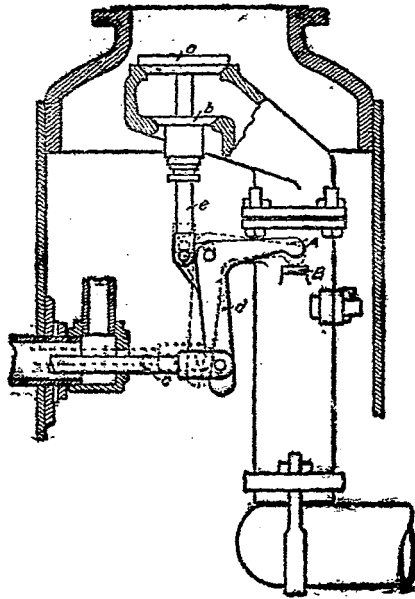
第六節 吹管

吹管之功用是在鼓動煙室中之氣流與出汽管同，不過用在機車停止之時，此時出汽管無蒸汽瀆出若欲鼓動氣流以助燃燒則不得不用吹管，其構造僅爲一蒸汽管從司機室經過一活塞而通至煙突，其在煙突中之管口向上所以引導氣流，

第七節 總汽塞(史落活塞)

總汽塞或名史落活塞，其最普通之式樣爲一雙座汽塞如第八十二圖，此圖中a與b爲兩個汽塞裝在同一汽塞桿上，a較大於b，故a之上部與b之下部同時有蒸

汽壓力不過 a 比 b 大故其壓力之相差足以使兩個活塞緊壓於其座上而不至漏氣，其所以須用兩個活塞之故因欲使兩面汽壓平衡而減少展開時之困難， c 為通至司機室之鐵桿，司機員倘欲開總汽塞僅須拉動鐵桿 b ， d 即隨之向左，總汽塞因即展開，



第 八 十 二 圖

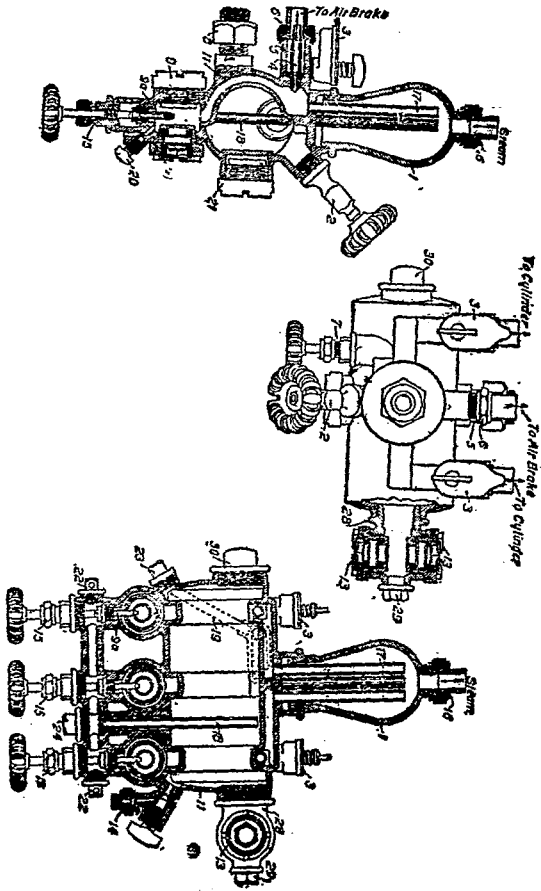
第八節 乾汽管

乾汽管接在史落活塞之下如第八十二圖，從鐘形汽室通至烟室中之丁字管如第五十八圖從丁字管通至左右二導管而入左右二汽缸，故乾汽管之容量必須能通過足夠之蒸汽以供給左右兩汽缸，即在甚高之速率時而無慮或缺，

第九節 滑油裝置

滑油裝置最要之部份爲滑油瓶，機車各部所用之滑油即支配於此，滑油瓶每裝在一托架，此托架則附著於汽鍋之後端司機室之內，滑油瓶式樣有大小之不同有二管，三管，四管，與五管之分，所謂二管者即有兩根油管通至左右兩汽缸之謂也，三管者除左右兩汽缸之外尚有一壓氣汽缸須一油管也，四管五管者在用高熱蒸汽之機車上左右汽缸上之兩個滑塞亦需要機器油滑潤之也，其構造略如第八十三圖

第八十圖



第十節 空氣制動器

在1833年司啻文生發明一種用蒸汽之制動器其制動氣缸爲一蒸汽汽缸，其他制動鏈及制動鞋等之構造大略與空氣制動器相似，至1844年奈密司與梅氏發明一種眞空制動器，以上兩種發明因其不甚經濟與適用故至1869年喬治西屋氏發明空氣制動器後蒸汽與眞空兩種制動器即置而不用，

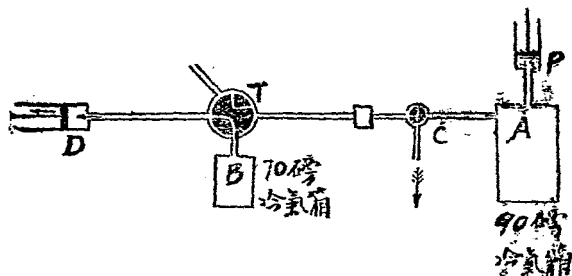
西屋氏第一次所發明者名曰簡單空氣制動器，其

構造爲蒸汽氣壓機，冷氣箱，總氣管，及制動氣缸等，蒸汽氣壓機與冷氣箱均裝置在機車上，總氣管則貫通全列車，車輛之間接之以象皮聯接，每一車輛上則有制動氣缸一個，倘欲應用制動器以停止列車之時僅須將冷氣箱內之氣由總氣管通至各車輛上之制動汽缸，然後由制動氣缸拉動鉄鏈及制動鞋即可將制動鞋緊壓輪面，倘欲放鬆制動鞋僅須將氣缸內之空氣洩出外間，此啓閉之動作均可在司機室內駕馭之，

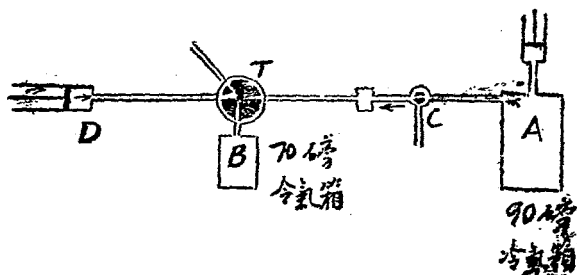
簡單空氣制動器是狠爲危險，因倘有時象皮聯接管破壞，全列車上之制動力即無所運用，應停之時不能驟停以致遇險，故必須有能自動的制動器方爲適用因之在1872西屋氏有自動制動器之發明，二者不同之點在總氣管內之氣壓，在自動制動器倘欲運用制動器僅須將總氣管內之氣壓降低，第八十五圖欲將制動器鬆放僅須將總氣管內之氣壓增高，第八十四圖

自動制動器之設備異於簡單制動器者在每一車輛上多一補助冷氣箱及一三門氣塞如第八十四圖及第八十五圖

三門汽塞之功用有三(1)添實補助氣箱以高壓空氣(2)運用制動器(3)鬆放制動器，至於三門汽塞之構造則編者以限於編幅不及備載學者可參攷西屋廠制動器手冊，



第八十四圖



第八十五圖

第四編 車務之部

第一章 機車之實施

第一節 機車之駕駛

機車之駕駛法僅可得之於實地之經驗，但有幾條原理可默記於心待臨時應用之

第一款 燃燒

在欲練習而成爲駕駛員之先必須費甚長之時期學爲火夫，火夫必須注意煤之燃燒，機車火室與普通固定汽鍋火室不同之點爲在機車火室中煤之消費量較之火室中爲高，在機車火室中每平方呎之煤柵每小時能燒煤150至200磅

第二款 注射鍋水

注射鍋水是狠技術與經驗之一事而以做重量工作之汽鍋爲更，現在鍋水注射器已到處通行，在可能範圍以內最好用一平均之注射量，此注射量當爲全行程中之平均數，如此則因需要之忽多忽寡汽鍋內之水平線亦將爲之高低不定但總不至使火室之頂飯現於水上，鍋水亦不得低於水平準之下水塞，

倘不能得到平均注射量則在下坡時或停在車站時當盡量注射，在此時盡量注射足以減低蒸汽壓力及預防汽壓過高而由安全塞洩出蒸汽之損失，蓋當下坡時火室中之煤則照舊燃燒而汽機則全無工作故汽壓易於超過安全量也

第三款 蒸汽之用法

駕駛員用蒸汽之法在汽缸之中足以應嚮燃煤之經濟與否，在開車時應將反轉槓向前推使汽缸中多得蒸汽，當速率逐漸增加應將反轉槓拉回，減短蒸汽之供給所以增加蒸汽之澎漲而增高效率。

由經驗上知停止點之在四分之一行程之前不經濟因汽缸凝結將抵消由增加澎漲而所得利益，

第四款 熟習路綫

熟習路綫爲駕駛員最重要之學問，彼必須熟悉彼所走全路之坡度，弧線，交叉點，車站，橋梁，號誌等，并默記其位置，彼當常知彼自己之在何處而不容有一絲之模糊彼非但須知各個水塔之在何處亦須知水塔內所含水之性質，如是則彼可選擇性質較佳之水有益於汽鍋者非淺

若欲熟習路綫則於其各處之坡度不可不知，彼必須知彼之機車能拉多少重量在彼坡度之上，及到彼坡度之前應如何駕駛彼之機車，及到達坡度之時須知當如何駕駛以過彼坡度，機車在到坡度之前開足速率則易於過此坡度，若到坡度之足時而有停止及減低速率等情則其過坡度時將遇困難

第五款 機車之達終站，

當行程已告終了之後，駕駛員應將機車詳細檢查一過所以報告一切應行修理之處，在第二次出發之前

俾機車房內之工匠得施以相當之修理，駕駛員之責任至此已告終了，然後由機車房之車手將此機車前往水塔添水再往煤堆加煤，然後將火室內之餘燼及灰盤內之灰炭除去之，乃將此機車安置於機車房中之修理槽上，細細的檢查與揩擦，

第二節 機車之檢查

機車之檢查須極為詳細，包括一切在外表之磨擦面及內部隱藏處之情形，所有螺栓與螺帽須用小錘試驗其是否堅固，在烟室中之鐵絲網須時時檢查彼曾否被火焰燒去，支撐帽釘亦須按期察視倘有斷折者必須即行更搖，主動輪及一切行動機件須詳察其有無裂痕

第三節 機車之清潔

在每一行程終了之後，必須將機車細細的清潔一次，因灰及塵埃均足以隱藏裂痕或很重之損傷而致釀成巨大之災害

第四節 機車之修理

輕易之修理而為機車房內所能辦，當立即將彼修竣，機車房內可修之工作，如更換煙室中之鐵絲網整理蒸汽管之口，焰管漏縫之修理，更換連桿及平行桿之銅軸承，重磨活塞之座，修理灰盤，更換煤柵，及更換制動鞋，在此種種工作之外尚有機車房中最普通之工作，即更換油綿及沖洗汽鍋等工作，

第五節 機車所遇意外之事端

機車在路上行動常有意外之事發生如機車某部有破裂之處而必須立刻修理者，破裂之爲何處及其損壞應需之所及可定此機車能否自行回廠或須別一機車前來拖帶，以下數法用以應付較爲普通之損壞者

第一款 並行桿之破裂

倘有一並行桿斷裂則此斷裂之平行桿及機車彼面與此桿相對之平行桿均須取下，倘開車時僅一面有平行桿則機車將失其均衡而與機車以種種之不利

第二款 連桿之破裂

倘一連桿破裂而未損及汽缸則此破裂之連桿須即時取下而將丁頭及汽閘用木塊固定在行程之一端，並行桿之須除去與否則視曲拐針之損傷情形而定，曲拐針而無所損傷則並行桿可保留，否則均須取下，活塞桿之在破裂之一邊者須從落桿臂解下而將彼與活塞固定在活塞行程之中間，照上述佈置停妥後則此機車可僅用一邊之機件而開回機車房

第三款 主動輪彈簧之破裂

倘主動輪彈簧有一破裂可將一木塊嵌入主動輪箱與底架之間，嵌入之法先將破裂之彈簧及其鞍取去，後將其他之主動輪用劈升高即可將木塊嵌入無彈簧之主動輪與底架之間，因取去彈簧而下垂之均衡槓須升高至水平之地位，然後用木塊固定之，

第四款 鍋水之過分下降

有時因任何原因而使鍋水過分下降或有意外而將燃燒面現於水平之上，即當用垃圾鏟入火室中使火焰減弱，萬不可用水瀆入火室中，

第五款 鍋水發酵

當鍋水有時發酵時須將史落活塞逐漸關閉以旁水面驟降而將火室頂板現於水面，倘汽鍋上備有水面瀆水塞須即將彼開放而將水面之雜質瀆去，倘此發酵為水箱內之油質所攪成則機車達前站後須將水箱內之水統行換過且須加入石灰少許，

以上不過幾種普通而為路路上常發生之意外事端，即未有意外發生亦須先事防備，預防之法當將機車意外之事詳細研究并預計暫時修理之法，不至有臨事慌張顧此失彼之弊

第二章 機車之病原及其補救法

第一節 機車特殊之性質

一個新的機車是很像別種新的機器，倘製造時機匠之工作認真則試車之結果當必非常滿意且此後倘能駕駛之得法則必甚經用而少困難，但有數點為機車與尋常蒸汽機全然不同者，第一點機車非固定於一點而全然不動者，機車乃隨時隨處在相當之鐵軌上行動，機車有此種特殊之性質使彼之構造特異，其結果使彼之行動機件特多而其所佔之地位獨少，第二點因其行動機件獨多故其各件之間之磨擦亦烈，故一機車在工

作長久之後難保無意外發生，再須注意者為軌道之情狀，普通甚難得理想的水平軌道而軌道之不平應嚮於機件實大，以下當將機車之病源及其補助法略述數點，

第二節 特異之響聲

凡為機車上之難聞之聲響及非常之震動均在本節研究之列，在駕駛時聲響之來源甚難尋出，然倘不與理會其結果或至機車損壞而不能行，故當盡力將機車特異之聲響覓出而報告於丁頭，有經驗之駕駛員於機車行動時各種之聲響非常熟悉，倘有異響發生自易於尋覓

既發現有特異之聲響即當辨別其是在左邊抑在右邊，此種異聲或因在各部潤滑油之不善，如在活塞與汽缸，主動輪軸，曲拐針，丁頭，或為行動機件鬆動之故，活塞配置之不善亦足以使機車發生特異之聲響，在任何行動機件因磨擦過度而侵蝕故鬆動而發異聲，其他發聲之原因甚多不能悉述，

第三節 蒸汽過分之耗費

在路上駕駛機車時除供給汽缸及各處不可少之需要外每有一部份之蒸汽為所消耗，此種無益之消耗自應減至最小限度，此種之消耗大概總可歸咎於機車管理之不善，或因機車房中機匠修理之不善或因駕駛時之大意，再所用鍋水之不良或汽壓太高而蒸發太速亦

可爲蒸汽過分消耗之原因，蒸汽之耗費每見之於各處之漏洩及安全塞之潰發 均宜想法減少之

第四節 汽鍋之須隨時注意

汽鍋之壽命全視機匠施於彼保養之工作及彼用在地段而異，汽鍋所需清潔及修理之時間各處不同當視其所做之工作及所用水之性質而有長短，潰水塞應用於適當之時期甚爲重要因如是方可免去雜質在水內之積聚，汽鍋內之沈澱物最好在機車到達終站時除去之因此時儘可將汽壓減低且鍋內之水方靜止不動也

第五節 機車之互撞

當駕駛員見將有機車互撞之事發生，彼不能心慌必須立即將史落活塞關閉及轉動制動活塞撥至立停之點，倘明知制動器之有損壞不能應用則其他之救急方法惟有撥動反轉槓使機車倒退，惟在高速率時撥轉反轉槓行動機件極易損壞故必須留意出之，

機車之互撞以同向之互撞最爲普通，其互撞之原因總不外乎前行列車因事停至前進而忘使司旗員向後行相當距離而作危險之表示，惟此種互撞在美國最爲普通因彼處在同一分段內用追蹤制度得容兩列車，我國則不然互撞之原因每爲站長之失察或駕駛員之誤會蓋我國固已規定在同一分段內不得容兩列車同時行動也，

有時機車自由行動而無相當之駕駛員在車上足控

馭之，此等機車有時竟愈走愈速而致發生巨大之互撞，預防之法惟在當駕駛員離機車時須將史落活塞緊閉，汽缸排水塞門開放，及將反轉槓置在中間之地位，然後可保機車自由行動之危險

第六節 出軌

倘機車因事出軌，駕駛員當先將史落活塞關閉同時當應用制動器：待機車停止後即當使司旗員向後方作危險之表示，倘機車未倒翻且火室頂板未現至水面則火室內之水無須熄滅，否則必須將火熄滅，倘機車尚未全行出軌則無須待別一機車之助，而用機車重置鐵墊在機輪之下，然後用機車自己之動力，倒行而入軌道

第七節 汽鍋之爆炸

在實濟上汽鍋之爆炸甚難求其原因蓋一炸之後證據完全消滅也，然不難一言以蔽之曰汽鍋內之汽壓大於汽鍋材料之能應付時汽鍋即將爆炸汽鍋之破裂或由汽鍋之材料不及預計之堅強不能支持於普通汽壓之下或由於汽鍋內之汽壓逐漸增高至超出於預定之磅數，在其第二個原因倘有適用之安全塞則汽鍋即不至於爆炸，若其第一個原因則雖有安全塞亦無能為力只能歸咎於機車之製造廠或修理之不善，

第八節 焰管之爆裂

倘在機車行動時間而有一焰管或火管爆裂，其洩

出之水與蒸汽足以使火室內之火焰熄滅，臨時修理法係將一鐵塞或一木塞釘入此爆裂之管，然後此機車可自行駛回機車房而施以相當之修理，

第三章 鐵路上之號誌

鐵路號誌為鐵路行車上極重要之部分，近來鐵路專家極注意之，但彼並非一種新事業亦由多年之逐步改良始有今日之現狀，雖在昔日即知鐵路號誌為行車必須要素，但其重要與車務之繁重及行車之速率而俱增，故鐵路號誌之須逐步改良以適應目前之需要為必要矣，

雖市上所售號誌之種類極繁多然若將彼等細加分晰則不過以下之四種，即(1)可聞類，(2)可動類，(3)列車號誌，(4)固定類，

第一節 可聞之號誌

可聞之號誌不外鐘聲，汽笛，紙質爆彈，鐘聲僅用於車場工作，汽笛則用於路上，若紙質爆彈則在大霧之中遇路上有危險欲使前來列車停止時用之，用之之法係將此爆彈夾置在軌條上面，使列車經過時碾裂而暴發之，

關於汽笛者在中國鐵路上有下列之數條規則須得遵守之

- (1) 司機者在開車以前必須先吹汽笛
- (2) 一列車抵站或離站時倘見在側線上停有別一

列車或別一列車在側綫上調車，必須吹汽笛

(3) 倘列車經過隧道或有工人正在修理之軌道上必須鳴汽笛，

(4) 倘列車行抵弧綫之處視綫爲物所阻，必須鳴汽笛

(5) 路綫經過路坎之處每有汽笛牌植在路綫之旁列車到達此處必須鳴汽笛

(6) 在達較長之鐵路橋五百公尺之處及進鐵路橋之前必須鳴汽笛

(7) 列車經過鐵路與道路水平交點之時必須先鳴汽笛及細視是否無行人來往

(8) 當列車行止鐵路聯接點時，倘欲進從左邊第一條軌道時駕駛員當鳴汽笛一聲，欲進第二條軌道當鳴汽笛二聲以此類推，然倘臂形號誌表示危險或彼欲進之軌道早已爲彼預備則無須鳴笛，

關於紙質爆彈亦有數條規則須遵守者如下

(1) 機車駕駛員，守衛者 站長，號誌員，守門者，及路上工頭均須備有爆裂彈可隨時應用

(2) 在天氣晴明之時倘一列車有一枚或二枚爆彈在彼輪下爆炸彼必須立即減低速率至易於停止之程度，駕駛員必須留意前面軌道之狀態，見有危險之情形，須將列車立即停止，倘過爆發點二公里之後尙未見有何危險情狀，機車即可恢復彼原有之速率，

(3) 在大霧之時或飛沙，落雪之候，倘一列車有一枚或二枚爆彈在彼輪下爆炸，司機員必須將彼列車立即停止，然後細覓有否別種危險信號，倘無危險信號可開車向前緩行隨時留意其有無危險情形，倘過爆發點二公里之後尙未見有何危險情狀者，機車即可恢復彼原有之速率

第二節 活動號誌

活動號誌在日間可用紅綠旗，在夜間，在隧道中，及在大霧，飛沙，大雪之時可用紅綠燈

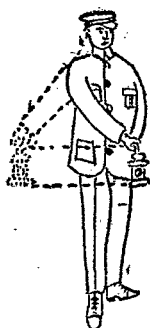
紅燈或紅旗表示危險僅用以命令列車或機車停止，倘無紅燈而欲表示危險可將任何顏色之燈劇烈搖動亦為危險之信號，

綠旗與綠燈之用法如下



第八十六圖

- (1) 綠旗或綠燈向上下緩緩搖動如第八十六圖在調車時為命令向前進
- (2) 綠旗或綠燈向左右緩緩移動，如第八十七圖在調車時為命令向後退
- (3) 車隊長將綠旗或綠燈高舉在頭上，為命令駕駛員開車出發
- (4) 貨車上之守衛者從貨車之末節守衛車將綠旗或綠燈高舉對駕駛員表示貨車已全
- (5) 站長或號誌員，或守衛者將綠旗或



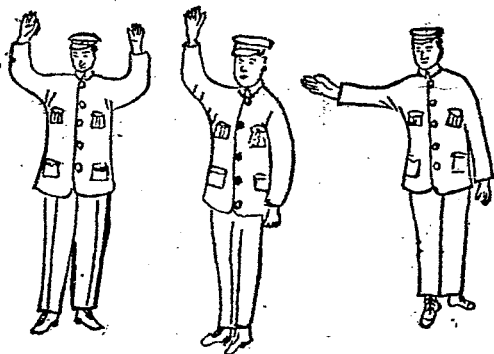
綠燈向左右緩緩移動對駕駛員表示
列車已分而為二

- (6) 站長或號誌員將綠旗或燈固執於手中允許駕駛員因調車而經過危險號誌
- (7) 號誌員將綠燈固執於手中在大霧，大雪或飛沙天表示固定之號誌是在安全之位置

第八十七圖 (8) 工人將綠旗或綠燈左右搖動命列車
減低速率至每小時二十公里

- (9) 號誌員或站長將綠旗或綠燈固執於號誌之前表示安全；及號誌因損壞而失其效用
- (10) 站長或號誌員將綠旗或綠燈固執於手中對駕駛員表示前段中無列車但前站則不空

在日間倘
無紅綠旗在手
則可用手勢表
示號誌(1)雙
手高舉表示危
險(2)一手高
舉表示留意(當
心)(3)一手
橫舉表示安全
如第八十八
圖至第九十圖



第八十八圖

第八十九圖

第九十圖

紅綠燈或紅綠旗除非用以指示實在危險地點者應携在手中不得任意棄置在地因列車行經該處時易起誤會也

第三節 列車之號誌

第一欸 機車頭燈及尾燈

機車之駕駛員在夜間當負責安置一頭燈在機車之前以便站長，號誌員等有所識別

倘機車之頭燈而用探海燈則當機車進遠方號誌時即進站時須將探海燈熄滅，非至出站時不准再燃所以免因強烈之光綫而有傷站長及旅客之目光，且減少危險也

夜間車場機車在車站之側綫上或車場中工作時須於首尾安置白色之燈各一

各種列車頭尾紅綠燈之分別如第九十一圖至第九十六圖



第九十一圖

特別快車
或救急車



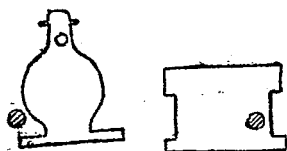
第九十二圖

尋常
客車



第九十三圖

貨車



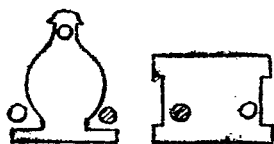
機車在站與站之間獨自行駛
，機車在前炭水車在後

第九十四圖



機車在站與站之間獨自行駛
，炭水車在前機車在後

第九十五圖



車場機車

第九十六圖

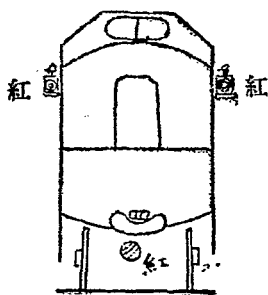
第二款 列車未接之尾燈

列車在路上行走無日間或夜間必須有一紅色之尾燈安置在未接車輛之尾端，除在大霧，大雪之時，此尾燈在日間無須點火，站長見此尾燈即知此為完全之列車而車輛未曾在路上有所解下或分而為二列車等情，

倘非大霧大雪之時此紅燈在日間可代之以紅圓板，

第三款 在風雪之夜之尾燈

在有風雪之夜間每一機車必須撥亮頭燈，倘在單獨行駛并須一紅色尾燈，在有風雪之夜間每一列車在路上行駛在彼之末接車輛必須有一紅色尾燈及兩盞側燈如第九十七圖



第九十七圖

在車尾之守衛者當負責將尾燈及側燈點著，倘在半路有車輛接上或解下守衛長在開車以前必須負責檢查尾燈是否安置在相當之處

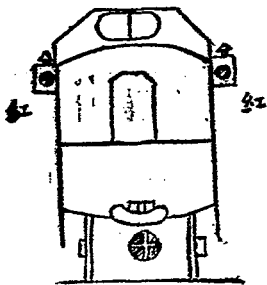
第四款 臨時列車

倘欲添開一臨時列車必須發一書面之命令至有關係之各站，若時間同促不及發書面之命令則必須由始站打電報至有關係之各站告彼等以臨時列車到站之時刻，而在單綫上各站站長須隨時預備其有臨時列車庶不至臨事慌亂，

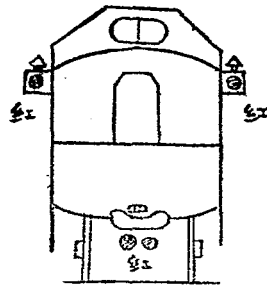
如在日間列車之後端而多添一白十字之紅板或在夜間而有紅燈兩隻此卽有臨時列車不久到站之表示，站長必須立刻預備，倘此種號誌而放在機車之前則表示有臨時列車將到本站交車，如第九十八圖第九十九圖第一百圖倘事前有書面之命令則無須表現此種號誌，倘交車已過則必須立即將機車前之紅燈撤去以免誤會

第五款 最後列車之尾燈

一日中最後之一列車其尾端之號誌除一盞普通之紅燈以外再須添一白燈如第一百零一圖路上各站人員必須見此白燈列車過後方可去職，



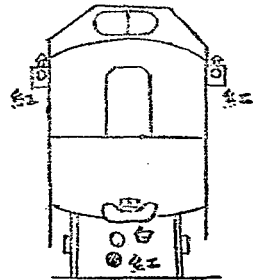
第九十八圖



第九十九圖



第一百圖



第一百〇一圖

第四節 固定之號誌

固定號誌可再分為遠方號誌、場內號誌、出發號

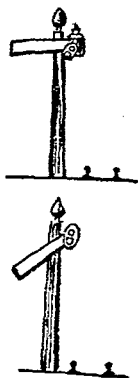
誌，側線號誌，及調車號誌

號誌尋常之表示為危險且損壞時亦必須表示危險否則不適於用，

固定之號誌在日間普通用號誌臂而在夜間則用號誌燈

第一款 場內號誌

場內號誌之構造如第一百〇二圖其危險之表示在日間號誌臂表現水平之地位在夜間表現紅燈，其安全之表示在日間其號誌臂下降 45° ，在夜間表現綠燈，



第一百〇二圖

場內號誌係裝在場內或路線之交叉點者所以允許列車之通過此點與否，倘場內號誌而表示危險任何列車不得在彼處通過，

倘一場內號誌表示安全而讓一列車在彼通過然在此列車通過之後此場內號誌須立刻表示危險，庶不至有第二列車再進此區域

第二款 遠方號誌

遠方號誌之構造為一魚尾形之臂形號誌，如第一百〇三圖，遠方號誌係與場內號誌相對而言，二者之距離當容一列車從高速率之行駛時用制動器逐漸減低其速率而在到達場內號誌之時得完全停止



第一百〇三圖

遠方號誌之作用與場內號誌大致相同其與場內號誌區別之處為魚尾形之臂而非長方形，在夜間其安全之信號則無所分別若危險之信號則為黃燈而非紅燈，

駕駛員倘見遠方號誌而表示危險則當減低其速率預備見危險之場內號誌而即行停止，

第三款 出發號誌

出發號誌係設置在一路之始點其構造與作用與場內號誌相似，普通一號誌桿上出發號誌在上端，調車號誌在其下倘有一列車欲經過出發號誌向路上前進，必須先待出發號誌下降及向站長取得相當路簽後方可前進

第四款 調車號誌

調車號誌係裝在出發號誌之下已如上述，彼之功用便利調車時經過出發號誌當出發號誌作危險之表示時，

第五款 側線號誌

側綫號誌之構造與場內號誌大略相同用以司側綫與正綫之進出而免去危險者也

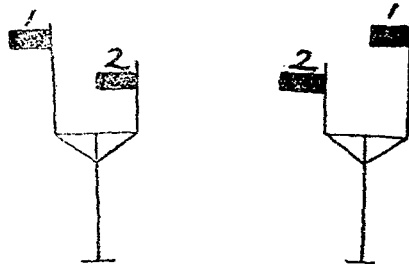
第六款 交叉點與大站上之號誌橋

在交叉點每條路綫上必須有各個的號誌，即在大站上倘有二條以上之路綫或有通至貨車場之支綫每條

綫上亦必須有各個之號誌，

正綫之臂形號誌係裝在正綫號誌之桿上較高於支綫或貨場支綫之號誌臂

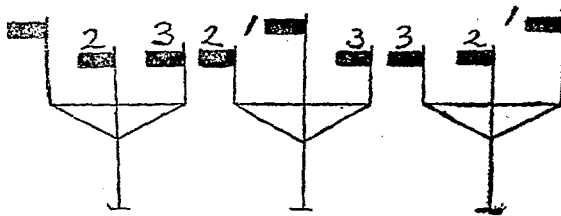
正綫之號誌臂每較任何之號誌臂為高，號誌之位置如第一百〇四圖與第一百〇五圖



一 第 百 〇 四 圖

- 1. 正綫
- 2. 在右之支綫

- 1. 正綫
- 2. 在左之支綫



第 一 百 〇 五 圖

- 1. 正綫
- 2. 在右之支綫
- 3. 在右之支綫

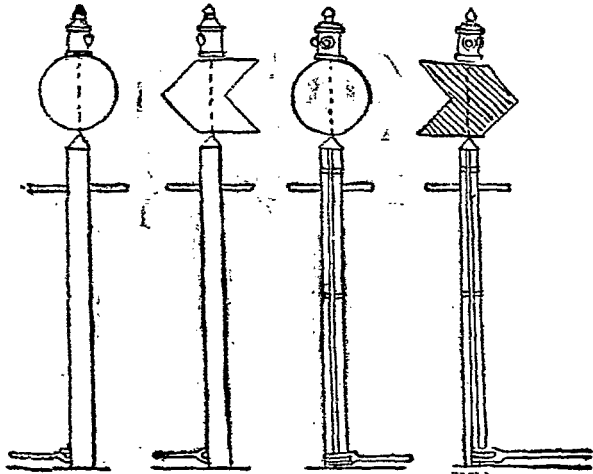
- 1. 正綫
- 2. 在左之支綫
- 3. 在右之支綫

- 1. 正綫
- 2. 在左之支綫
- 3. 在左之支綫

第七款 轍尖記號

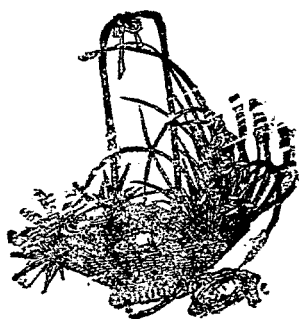
轍尖記號所以表示轍尖之方向也轍尖記號之構造與普通號誌完全不同甚易於區別，

轍尖記號之構造爲一綠色之圓板與一紫色魚尾形之板成一直角，當轍尖撥動時同在一垂直之鐵桿上旋轉，當綠色之圓板與軌道成直角時或在夜間望見綠燈時表示轍尖接至正綫，倘紫色魚尾形之板與軌道成直角時或在夜間望見紫燈時表示轍尖接至支綫或側綫，其構造如第一百〇六圖



第一百〇六圖

正綫 支綫 正綫 支綫
正面 反面



12232

中國國民黨 中央黨部圖書館

借閱者注意

- A. 加意愛護勿失原有形狀
- B. 損壞或遺失應照原價加倍賠償
- C. 借閱以二星期為限
- D. 滿期之書欲續借者須持書至本館聲明但本館若必要收回時即須交還

600

