

# 現代鐵路

俞大維

第一卷

第五期

## 本期要目

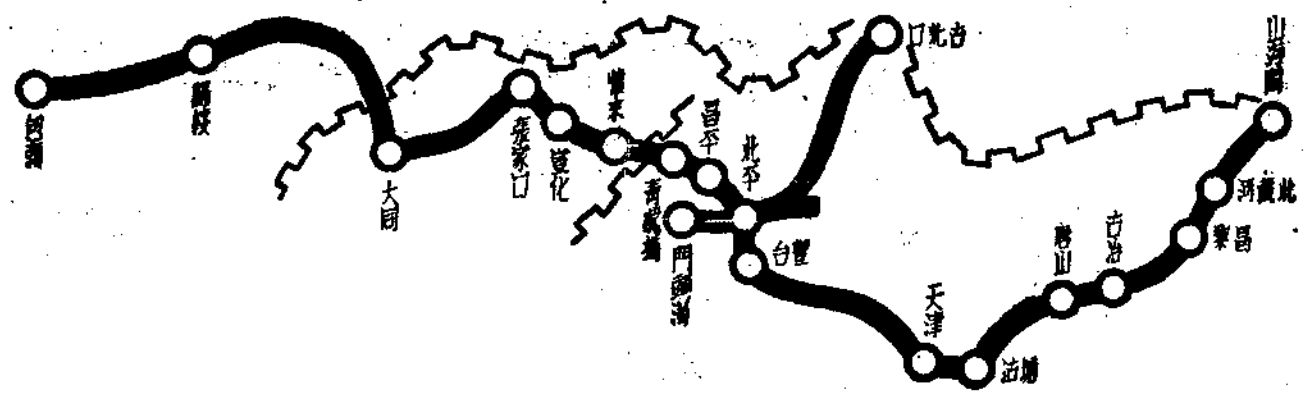
- |                    |     |
|--------------------|-----|
| 恢復負責運輸             | 曾世榮 |
| 行車延誤與列車數目之關係       |     |
| ——對於京滬綫之應用         | 張萬久 |
| 鐵路業務研究制度           | 程忠元 |
| 駝峯式分類車場與平地式分類車場之比較 | 王 柢 |
| 磁性檢驗法原理及其在鐵路上之應用   | 顧懋林 |
| 軌道視察車與鋼軌檢查車        | 馬秋官 |
| 鑄鋼概說               | 劉近義 |
| 挖土機刀刃之硬面處理         | 唐嘉衣 |
| 美國鐵路號誌發展概況         | 趙 平 |
| 6000 匹馬力柴油電機車      | 齊人鵬 |

現代鐵路雜誌社主編

民國三十一年五月一日出版

NATIONAL COUNCIL OF EDUCATION  
C. S. A.

# 平津區鐵路局



## 概述

本區管轄北寧平綏平古三線經行冀晉察綏平津六省市東通遼瀋南臨渤海北控蒙疆西鄰甘寧幹支線合計一四七五公里且與塘沽新港相銜接箱華北水陸運輸樞紐為東北與西北交通津梁對於地方工商經濟之繁榮及國家政治邊防之展布均負重大之使命

## 物產

雜糧	煤炭	鐵砂	皮毛	牲畜	藥材	魚鹽	水菓	洋灰	棉紗	麻布	梳打
沿線各地	唐山古冶門頭溝等地	宣化	察綏各地	津沽一帶	昌黎懷來宣化	唐山	天津唐山	塘沽			

## 名勝

大同雲崗石佛	青龍橋長城	昌平明陵	北平故宮	北平萬壽山	北戴河海濱
北魏遺跡雕塑精美集藝術之大觀	磚堡相望形勢雄壯為世界工程奇跡之一	石坊豐碑華表翁仲足供憑弔	殿宇宏敞金碧輝煌珍奇羅列琳瑯滿目	山色湖光相映成趣為四季遊覽名區	風景清幽浴場齊備本局設有賓館為消暑勝地

# 「現代鐵路」擴充篇幅

徵求基本定戶二萬戶 優先寄發 提前收到

本刊自發行以來，按月出版，從未愆期，謬承讀者獎許，殊深愧慰！茲為酬答雅意起見，定自第七期起擴大篇幅，充實內容，編排力求完善，印刷務期精美，酬贈友好，度歲瀏覽，均極適宜。現公開徵求基本定戶二萬戶，享受優先寄發，在公開發售之前，可提早收到。每份以半年為限，寄足六期，書款及郵費均不受增價影響。犧牲極重，額滿即止，訂閱至請從速。

## 現代鐵路訂閱通知單

茲附上書款連郵費\_\_\_\_\_元訂閱現代鐵路基本定戶(半年期) 份

祈自\_\_\_\_\_期起按期<sup>(平)</sup><sub>(快航)</sub>寄為荷此致  
(掛號)

現代鐵路雜誌社  
(上海郵政信箱2453處)

定戶姓名\_\_\_\_\_ 寄刊地址\_\_\_\_\_

### 訂閱刊例

- (1) 基本定戶只限半年(六冊)。
- (2) 每份半年計書款 9000元。
- (3) 平寄郵費不計，掛號照書款加二成，快寄加三成，航空加五成，國外一律加倍。
- (4) 凡預定二份以上，如姓名地址不同者請另附清單。

## 存菁去蕪 精益求精

——歡迎指正與建議—— 請將下表填寄本社

### 現代鐵路意見書

- (1) 我對現代鐵路的印象是\_\_\_\_\_
- (2) 我覺得內容太深( %看不懂);太淺( %沒有意義)。
- (3) 我覺得應當多刊載些後列的文章\_\_\_\_\_
- (4) 我對編排方面的意見是\_\_\_\_\_
- (5) 我對印刷方面的意見，紙張\_\_\_\_\_ 鉛字大小\_\_\_\_\_ 圖表\_\_\_\_\_  
封面\_\_\_\_\_ 裝訂\_\_\_\_\_ 其它\_\_\_\_\_
- (6) 其他意見是(請儘量寫)\_\_\_\_\_

讀者\_\_\_\_\_

服務處所\_\_\_\_\_  
通訊處\_\_\_\_\_

淮南



鐵路

溝通皖北皖南之唯一路線

鐵路部份——田家巷至蚌埠與津浦鐵路上下行特別快車銜接。

輪船部份——本路自備快輪多艘，經常行駛淮河正陽關蚌埠之間，並與本路旅客列車銜接，由田家巷至正陽關開行客船，舒適便利。

汽車部份——本路自備全新大客車及卡車，經常行駛，由水家湖經合肥而至蕪湖對江之裕溪口，並辦理由裕溪口至蕪湖之過江輪渡。

客貨聯運——為便利旅客起見，關於本路自辦之輪船汽車，辦理水陸客貨聯運，同時本路與津浦京滬兩路辦理三路貨物聯運。

開設

上海百老匯路二五九號

利源五金號

Lee Yuen & Co.

METALS, HARDWARE & SUNDRIES  
GENERAL IMPORTERS & EXPORTERS  
259 BROADWAY ROAD  
TEL. 43005-6

電話

四  
三  
〇  
〇  
六五

本號自運歐美各  
國大小五金專營  
路礦局廠輪船紡  
織各種應用材料

# 粵漢區鐵路

溝通南北 襟帶大江  
樹華夏之脊椎  
通國際之孔道

## 運輸業務

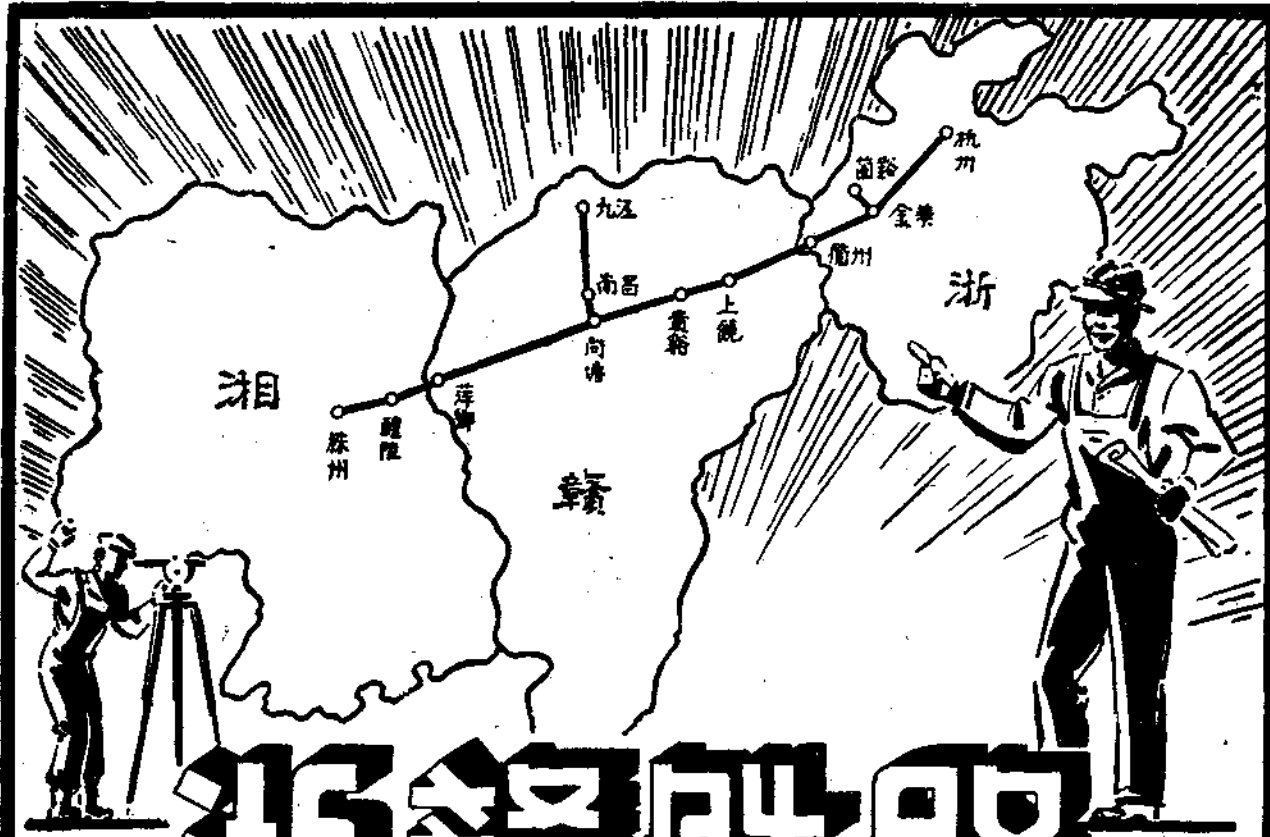
特別快車	餐車	餐車	夜行	駛	適
客臥	精美	車	座	位	舒
餐茶	精貨	車	侍應	週	至
直達	安全	顧	取費	日	開
迅客	商惠		竭誠	低	廉
				歡	迎

## 沿綫情況

物產	豐饒	氣候	溫暖
山嶺	奇蕩	湖邱	瀚瑰
江河	浩如	古蹟	秀備
名勝	林		

粵漢區鐵路管理局營業處謹啟





# 浙赣铁路

完成浙赣湘三省通道

需要400,000公噸材料

需要10,000,000人工

工程艰巨



# 隴海鐵路

橫貫中原 長驅西北

是

建國過程的大動脈

(位居中國之心臟)

本路客貨運輸業務

在

物質欠缺中求進步

環境艱苦裏謀發展

**西安隴海區鐵路管理局**



# 現代鐵路

第一卷

三十六年五月

第五期

發行人 駱 繼 綱  
 編輯委員會  
 主任委員 曾 世 榮  
 副主任委員 洪 紳  
 委員 郎鍾駱 李秉成 胡道彥  
 駱繼綱 徐宗蔚 修 城  
 黃宗瑜 趙 平 胡世悌  
 總幹事 陸 逸 志  
 發行所 現代鐵路雜誌社

上海郵政信箱二四五三號

## 銷售處所

全國各地中國文化服務社

南京	交通部路政司	錢又枚
上海	京滬區鐵路局上海總站	陳樹曦
北平	平津區鐵路管理局工務處	陳祖貽
	國立北平鐵道管理學院	張寅旭
濟陽	濟陽鐵路管理局	周鼎鑫
吉林	吉林鐵路管理局	陳壽昌
長春	中長鐵路管理局	修 城
錦州	錦州鐵路管理局	康信然
青島	青島港工程局	張印和
西安	隴海區鐵路管理局 張光銘	楊文光
	交通部西安總機廠	崔峻德
漢口	平漢區鐵路管理局運輸處	汪振鐸
衡陽	粵漢區鐵路管理局工務處	胡慎修
柳州	湘桂黔區鐵路管理局	唐靖華
重慶	四川內江成渝鐵路局	姚章桂
昆明	川滇鐵路公司	王運治
杭州	浙贛區鐵路管理局機務處	鄒孝標
玉山	浙贛鐵路衢饒段管理處	樓永錫
浦口	津浦區鐵路管理局	時之後
蚌埠	津浦鐵路車務第二段	楊寶民
九龍崗	淮南鐵路局	劉炯經
台灣	台灣鐵道管理委員會電氣課	鄭兆賓

定價每册國幣壹千元  
 預定半年平寄陸千元  
 航寄每期另加捌百元

內政部登記證京警國字第七十號

中華郵政登記證第七八號

## 恢復負責運輸

會 世 榮

如所週知，鐵路為一公共運輸機關，在其全程運輸過程中，應負完全責任，殆為公認。惟是我國鐵路於舉辦貨運之初，并無負責之議，嗣以時勢所趨，乃將負責範圍區分為二，一為鐵路負責，一為貨主負責，悉任貨商之選擇，又以鐵路負責，照顧較密，責任加重，故前者運價較後者另加一成，然考其結果，請求鐵路負責者，為數寥寥，是僅有負責虛名，毫無實效。民國二十一年九月間，前鐵道部為推行負責運輸，毅然取銷前定辦法，將普通一般貨物，一律規定由鐵路負責，實行以來，耳目一新，貨商稱便，尤為我國鐵路史中劃時代之革新，奠定完善之運輸制度，不幸此一優良丕基，旋為戰事所摧毀，追思往昔，深滋遺憾！

於茲復員以來，已近兩載，雖以政局既固，軍事頻仍，泰半路線以鄰近戰區，無法修復，然就通車路線而情形已較安定者，在此期內，亦尚未及時重建舊規。

說者或謂目前我國鐵路，承殘破之餘，貨棧設備，淪毀無存，有蓋蓬車，亦屬寥寥，而現時貨運擁擠，運出難如預期，如再實行運輸負責，徒滋增加糾紛，倘遇損失賠償，更復添增鐵路負擔，言之鑿鑿，似無可非議，殊不知任何事業之推行，應先具強烈之信心，毋自氣餒，更具實行之決心，庶底於成。我人如一究既往，我國實行負責運輸以東北各路為濫觴，而其時各路貨棧車場，既狹不備，蓬車亦少，然仍毅然實行；再以筆者過去服務浙贛鐵路之經驗而言，該路設備之簡陋，想為國內人士所稔知，恐較現時復員各路情形為尤甚，亦終於不顧一切，於民國二十年開始通車之時即奮然推行，且收佳效。究其因，無他，有強毅之決心必信其成耳。是以物質設備，固未可忽視，而心理建設尤應先於物質要求。

我人有進一步設想，在鐵路不負責運輸制度下，有形之損失，固無非轉嫁於貨商，而無形之損失，則更較由鐵路負責者，增加不知幾許，蓋因貨商押運所需之人力與財力，裝載之虛糜，時間之損耗，以及商貨之偷漏竊失等無一不較鐵路負責更多浪費，對整個社會至不經濟。際此物資缺乏，資金短絀，拆息龐大之今日，於貨商實增艱困。或謂不負責運輸，可減免鐵路賠償負擔，此更屬短見，須知業務之推進，必以優良之服務為條件，而賠償案件之多少既可作為管理優否之尺度，亦可予管理當局以控馭業務之指針，藉以督導所屬，勤奮從事，無因循渥沓之病。

復次，賠償費一項，亦可視作業務調查費，易言之，即利用貨商地位充作業務之監督稽查人員，協助管理當局耳目所未週之處，如是，則施政之得失，作業之良窳，均有賴彼輩之提貢意見，作有效之改進與推動。其於鐵路所獲益者，遠過賠償所需，所謂鐵路不勝負担賠償論調，當無以成立。

今後農村復興，工業繁榮，均有賴鐵路交通之助力，而負責運輸更為鐵路之最低使命，究如何期其實行，自有待我人之努力與莫大之決心焉。

# 行車延誤與列車數目之關係

## 對於京滬綫之應用

張 萬 久

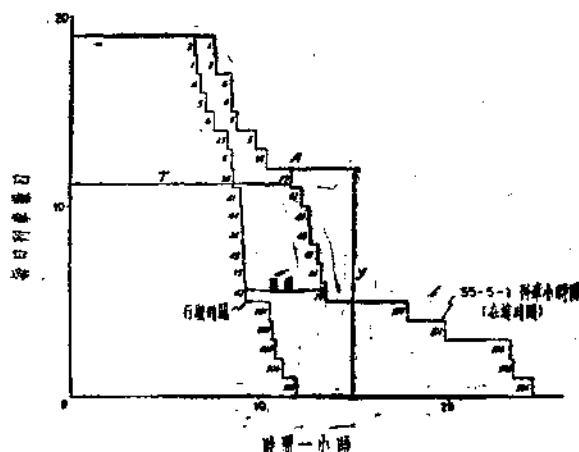
作者試曾分析美國紐約中心鐵路 Wade (近 Cincinnati 城) 至 Beech Grove (近 Indianapolis 城) 一段之行車延誤，發現在同一行車情形之下，行車延誤與行駛之列車數目有直線關係。<sup>(1)</sup> 茲以此理論應用於京滬綫而求行車速度改變及軌道改良，對於該線運輸量及軌道容量<sup>(2)</sup>之影響。

鐵路之軌道容量為一相對的數量。在同一行車情形之下，隨容許行車延誤之大小而增減。譬如某鐵路 A-B 一段，其行車延誤限定為零，則除機車損壞、熱軸、加煤及上水等之延誤不計外，交車延誤顯然亦不能任其存在，故 A-B 段在同一時間祇可行駛一列車，其軌道容量可以每日列車行駛之時間量之。若延誤之限度稍寬，則 A-B 段在同一時間即可容納一次列車以上，交錯行駛，軌道容量自可增大。但每列車駛畢全程之時間，必致增長。限度愈寬，即容許之行車延誤愈大，則容許行駛之列車數目亦愈多，軌道容量亦隨之而變。但實際行車延誤，必有一定之限度，在安全及經濟限度以內，客列車以愈快為愈佳，貨列車亦不能在途耽擱過久。在一定延誤限度之內，欲增駛列車，則惟有改善管理方法，及改進行車設備。而任一項改進對於運輸量影響之比較應以同一「行車延誤」為標準。

### 一 列車小時圖

鐵路每日行駛之各列車，雖有時刻表規定其在途及行駛時間，然因各種延誤之發生，極難逆料，故實際在途及行駛時間極不一致。若以一單位高度代表一列車，而以列車之在途或行駛時為橫坐標，將全日各列車依次排列時間，長者在下，短者在上，即成列車小時圖，如第一圖。

梯狀曲線上任一點 A 之橫坐標表示列車在途時間 T，縱坐標 y，表示在途時間長過該點橫坐標



第一圖

所表之時間之列車數目。梯狀曲線及坐標軸所圍成之面積，等於全日之列車小時即：

$$A = Nt + ND$$

而  $T_m = \frac{A}{N} = t + D$

式中 A = 曲線 a 及坐標軸所圍之面積

N = 每日列車數目

t = 平均行駛時間

D = 平均延誤

$T_m$  = 平均在途時間

Parodi<sup>(3)</sup> 假定各列車之在途時間 T，與平均在途時間  $T_m$  之差 t，與列車數目之關係，依概然率曲線排列。同時以 t<sub>1</sub> 代表  $\frac{1}{2}$  與  $\frac{3}{4}$  列車之在途時

(1) 參閱拙著「應用行車延誤與列車數目之關係作鐵路運輸量之檢討」工程第 16 卷第 1 期 32 年 2 月 1 日，中國工程師學會出版。

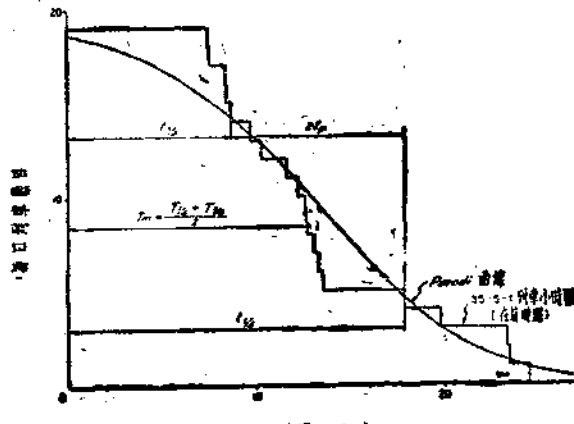
(2) 軌道容量以每日之列車小時為其量度單位。一列車行駛一小時謂之一列車小時。

(3) 參閱 Parodi. H. "Traffic Capacity of a Railway", Proc. A.R.E. A., Vol. 29, 1928, P. 1175.

圖之差之半，依下列數字作成 Parodi 曲線，如第二圖。

列車數	相當時間
0.9965N	$T_m - 4t_p$
0.9784N	$T_m - 3t_p$
0.9116N	$T_m - 2t_p$
0.7500N	$T_m - t_p$
0.5000N	$T_m - 0$
0.2500N	$T_m + t_p$
0.0887N	$T_m + 2t_p$
0.0216N	$T_m + 3t_p$
0.0035N	$T_m + 4t_p$

(N為每日列車總數)



第二圖

此曲線與實際列車小時圖不大符合，而尤以曲線之上部為甚，見第二圖。

美國鐵路工程協會第XXI委員會提出以經過列車小時圖上兩點之概然率曲線代表列車小時圖。第三圖示概然曲線， $y = Ne^{-ht^2}$  之右半部列車小時圖為此曲線，及一以列車總數為高，最小行車時間 $t_0$ ，為底之矩形表示之。 $y$ 為在途時間長過 $T$ 之列車數目，而 $h$ 為一參數。

今設此曲線經過列車小時圖上二點， $A(t_1, y_1)$ ，及 $B(t_2, y_2)$ ，則

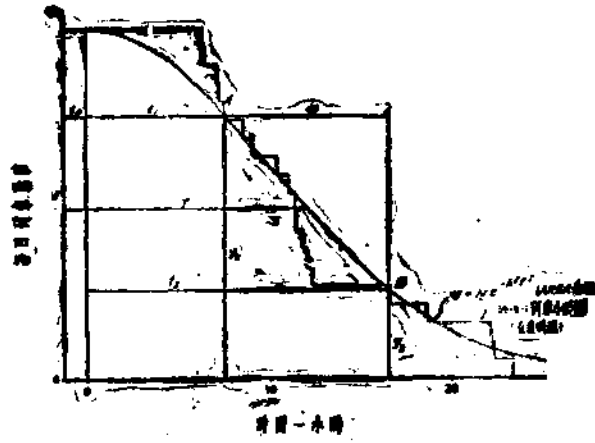
$$y_1 = Ne^{-ht_1^2} \quad y_2 = Ne^{-ht_2^2}$$

$$\text{而 } (ht_1)^2 = \log_e\left(\frac{N}{y_1}\right) \text{ 及 } (ht_2)^2 = \log_e\left(\frac{N}{y_2}\right)$$

由第三圖得知  $t_2 = t_1 + a$  故

$$(ht_2)^2 = \log_e\left(\frac{N}{y_2}\right) = h^2(t_1 + a)^2$$

化簡各式，得



第三圖

$$t_1 = \frac{a \left[ \log_e\left(\frac{N}{y_1}\right) + \sqrt{\log_e\left(\frac{N}{y_1}\right) \log_e\left(\frac{N}{y_2}\right)} \right]}{\log_e\left(\frac{N}{y_2}\right) - \log_e\left(\frac{N}{y_1}\right)}$$

$$\text{及 } h^2 = \frac{\log_e\left(\frac{N}{y_1}\right)}{t_1^2}$$

而在途時間  $T_1 = t_1 + t_0$

列車小時圖之面積，所以量度軌道容量，其單位為列車小時。此面積為二部分所構成，一部份為矩形 $Nt_0$ ，其他部份則為概然率線所圍面積之一半

$$\frac{N\sqrt{\pi}}{2h}，其總面積為：A_t = Nt_0 + \frac{N\sqrt{\pi}}{2h}$$

$$\text{平均在途時間則為 } T_m = \frac{A_t}{N} = t_0 + \frac{\sqrt{\pi}}{2h}$$

$t_0$  既假定為最小行車時間，則 $\frac{\sqrt{\pi}}{2h}$  即為平均行

車延誤。以A.R.E.A. 方法算得之曲線，第三圖與實際列車小時圖相近。但曲線僅通過列車小時圖上兩點，不能代表列車小時圖之一般情形，為其最大缺點。尤有進者，此方法中之 $t_0$ ，據 A.R.E.A. 第 XXI 委員會謂為最小行車時間，而事實上則 $t_0$  常較實際之最小行車時間為小。故 $t_0$  所代表者僅為一假想數值，事實上並無意義。即使各列車之行車時間均相同， $t_0$  亦不必與之相等，蓋尚有列車數目及在途時間，足以影響 $t_0$  之值也。

作者於此提供另一方法以代表實際列車小時圖。當平均在途時間 $T_m$ ，為最小行車時間 $t_0$ ，及

(4) 參閱 Proc. A.R.E.A., Vol. 23, 1922, P. 734.

延誤  $\frac{\sqrt{\pi}}{2h}$  兩項所代表時，其值為：

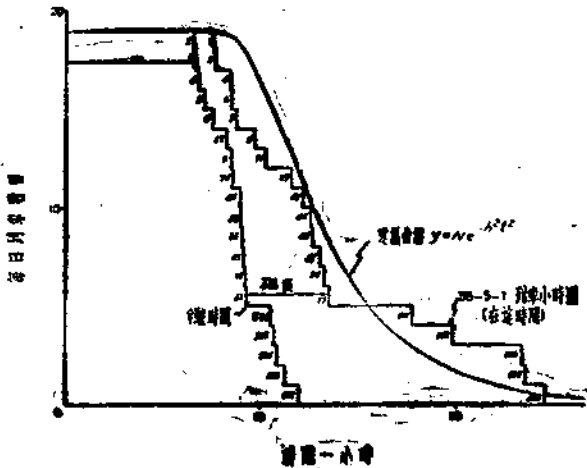
$$T_m = t_0 + \frac{\sqrt{\pi}}{2h}$$

設平均在途時間  $T_m$ ，及最小行車時間  $t_0$ ，已由行車記錄求得，則  $h$  可以上式定之。而列車小時圖可由下式代表：

$$y = Ne^{-h^2 t^2}$$

由此法所作之曲線，其所示之平均在途時間  $T_m$ ，及最小行車時間  $t_0$ ，均自實際行車記錄得之，故頗足以表示實際情形。同時每一列車之行車記錄，均為曲線決定因素之一，故無偏重之弊，而較優於 A.R.E.A. 方法，第四圖。

欲測未來行車情形，如各列車在途時間及行駛時間之分佈等，可先假定每日行駛之列車數目，最小行車時間及平均在途時間，繪劃上述曲線，以備應用。



第四圖

## 二 行車延誤與列車數目之關係

茲選定系京滬線34年11月16日起至36年3月1日止每月1及15日之行車表<sup>(5)</sup>，計算各該選定日期每列車之平均在途時間，平均行駛時間，及平均延誤，列於第一表。因京滬通車在錫滬、錫常及京錫間之在途時間及行駛時間，不易自行車表中分出，故計算之時，滬常通車之時間均以京滬線里程（311公里）與滬常間之距離（167.37公里）之比乘之，作為該列車行駛京滬全程之時間。錫滬通車之時間，則以  $\frac{311}{128.54}$ （錫滬距離）乘之。

將第一表A所載 34年11月16日至35年5月15

（在此時期行車係根據華中鐵路管理委員會第一號路員用行車時刻表）之實際平均行車延誤與其相當列車數目，同繪於第五圖，則各點可以一經過原點，及以行車延誤與列車數目之平均值為坐標之點之直線表示之，如第五圖。此直線必須經過原點，蓋若列車數目為零，則行車延誤亦必為零也。由此得方程式：

$$D = 0.28N \text{-----(1)}$$

式中  $D$  = 每列車之平均延誤，以小時為單位

$N$  = 每日列車數

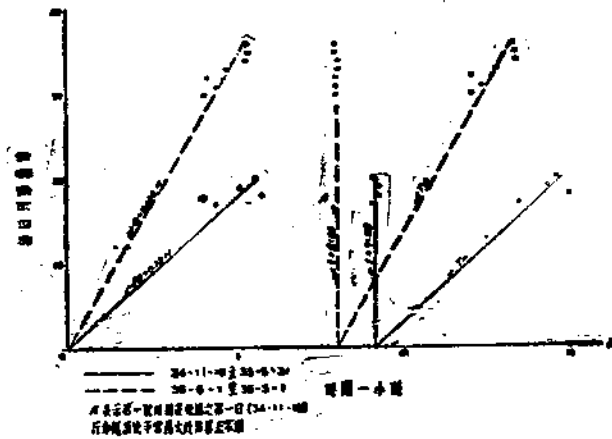
由此可知「平均行車延誤與列車數目成正比」

再繪 35年6月1日至36年3月1日（35年6月1日至35年10月9日行車係根據京滬區鐵路管理局第二號路員用行車時刻表，35年10月10日起用第三號行車時刻表）之平均行車延誤與其相當之列車數目於第五圖（參閱第一表B）。各點仍可以通過原點，及以行車延誤與列車數目之平均值為坐標之點之直線代表之。行車延誤方程式為：

$$D = 0.144N \text{-----(2)}$$

取(1)及(2)兩式加以比較，知自36年6月改用第二號時刻表起，京滬線平均行車延誤，已大為減少，足見行車調度進步之一班。

若將第一表所載各列車之平均行駛時間繪於圖中，第五圖，則通過行車時間平均值之點之垂直線，足以代表各點之趨勢。若通過此垂直線與水平



第五圖

(5)(a) 行車表為每日各次列車行駛情形之紀錄，包括各列車之在途時間，行駛時間及延誤時間與其原因等存於調度所。

(b) 偶或發現該選定日期之行車紀錄過於特殊之時，則另外加插附近一日之行車紀錄，原來選定之紀錄，仍予保留。

軸之交點，作一直線與延誤直線平行，則此線表示平均在途時間與列車數目之關係，自第一表所得各點可以證明之。

第一表 A

年月日	每日列車數	平均在途時間 \$T_m\$ 時分	平均行駛時間 \$t\$ 時分	平均延誤 \$D\$ 時分
34-11-16	16	17:54	9:57	7:57
	平均	17:54	9:57	7:57
35-1-12	17	13:30	8:42	4:48
35-1-15	17	13:45	9:12	4:33
35-2-1	17	13:00	9:12	3:48
	平均	13:25	9:02	4:23
34-11-27	18	14:15	8:48	5:27
34-12-15	18	15:42	9:51	5:51
34-12-27	18	14:45	8:56	5:49
35-1-1	18	15:09	9:23	5:46
	平均	14:57	9:14	5:43
34-11-30	19	15:12	9:38	5:34
35-5-1	19	13:36	8:55	4:41
35-5-15	19	14:09	9:08	5:01
	平均	14:19	9:14	5:05
34-12-1	20	14:18	9:00	5:18
35-2-15	20	14:31	9:06	5:25
35-3-1	20	14:06	9:05	5:01
35-3-15	20	13:42	8:58	4:44
35-4-1	20	15:24	9:07	6:17
35-4-15	20	15:25	9:04	6:21
	平均	14:34	9:03	5:31

卅四年十一月十六日起用一號行車時刻表

第一表 B

年月日	每日列車數	平均在途時間 \$T_m\$ 時分	平均行駛時間 \$t\$ 時分	平均延誤 \$D\$ 時分
35-6-15	30	12:31	7:54	4:37
35-6-20	30	12:17	7:59	4:18
35-8-15	30	11:18	7:58	3:20
	平均	12:02	7:57	4:05
35-6-1	31	13:21	8:03	5:18
35-7-7	31	11:46	7:41	4:05
35-9-1	31	11:59	8:04	3:55
	平均	12:22	7:56	4:26
35-7-1	32	12:02	7:53	4:09
35-8-24	32	12:32	7:55	4:37
35-9-15	32	11:40	7:57	3:43
	平均	12:05	7:55	4:10
35-7-15	33	14:01	8:21	5:40
35-8-1	32	12:55	8:14	4:41
36-2-15	33	11:30	7:37	3:53
	平均	12:49	8:04	4:45
35-10-1	34	13:42	8:17	5:25
36-1-1	34	13:01	7:55	5:06
	平均	13:22	8:06	5:16

35-11-1	35	14:07	8:12	5:55
35-11-15	35	12:02	7:45	4:17
35-12-1	35	13:23	7:57	5:26
35-12-15	35	12:44	7:59	4:46
36-1-15	35	14:49	8:04	6:45
36-2-1	35	13:08	8:03	5:05
36-3-1	35	13:07	7:40	5:28
	平均	13:20	7:57	5:23
35-10-15	36	12:43	8:01	4:42
36-2-22	36	13:48	7:51	5:57
	平均	13:16	7:56	5:20

三十五年六月一日起用第二號行車時刻表

三十六年十月十日起用第三號行車時刻表

### 三 限制速度提高至每時100公里 對於運輸量之影響

京滬線目前行車之限制速度為每時70公里，而列車平均行駛時間為8小時(第五圖)。若限制速度提高至每時100公里，則速度增加 $(\frac{100}{70}-1) \times 100$ 即43%。假定客貨列車之平均速度，均依此比例提高，則行駛時間(與速度成反比)將減少 $(1-\frac{70}{100})100$ 即30%。如平均在途時間不變，則容許延

誤自可增大，故列車數目可以隨之增加。其比為：

$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{1}{n}\right) \left(1+n-\frac{V_1}{V_2}\right)^{(6)} \quad (3)$$

式中 \$N\_2\$ = 增加後之列車數

\$N\_1\$ = 原來列車數

\$n\$ = 平均延誤與行駛時間之比

\$V\_2\$ = 增加後限制速度

\$V\_1\$ = 原來限制速度

$$\text{今 } n = \frac{D_1}{t_1} = \frac{0.144N_1}{t_1} = \frac{0.144 \times 36}{8} = 0.65 \text{ (圖5)}$$

$$V_1 = 70 \quad V_2 = 100$$

$$(6) T_m = t + D \text{ 即 } T_{m1} = t_1 + D_1, T_{m2} = t_2 + D_2$$

$$\text{令 } D_1 = nt_1 \text{ 而平均在途時間不變則 } T_{m2} = T_{m1}$$

$$= (1+n)t_1 = t_2 + D_2 \text{ 而 } D_2 = (1+n)t_1 - t_2$$

$$= t_1 \left(1+n-\frac{t_2}{t_1}\right)$$

$$= t_1 \left(1+n-\frac{V_1}{V_2}\right), \left[\frac{t_2}{t_1} = \frac{V_1}{V_2}\right]$$

$$\text{故 } \frac{D_2}{t_1} = \left(1+n-\frac{V_1}{V_2}\right) \text{ 而 } \frac{N_2}{N_1} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$= \frac{1}{n} \left(1+n-\frac{V_1}{V_2}\right)$$

$$\text{故 } \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{n} \left(1 + n - \frac{70}{100}\right) = 1.46 \text{ 即增加 } 46\%$$

第六圖曲線A。

如果列車荷重仍舊，則運輸量之比將等於列車數之比。故運輸量之增加亦為46%。但速度增加，列車阻力即行增大，設速度為 $V_1=70$ 公里/時，及列車阻力為10.7磅/噸，則速度為 $V_2=100$ 公里/時時，列車阻力為13.3磅/噸。阻力之增加為 $\left(\frac{13.3}{10.7}\right)$

-1)即12%。若假定用煤量與列車阻力成正比，則用煤量亦須增加12%。

若欲維持原來用煤量，則列車載重即應依阻力增加之反比而減小，即：

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{10.7}{13.3} = 0.81 \text{ 即減少 } 19\%$$

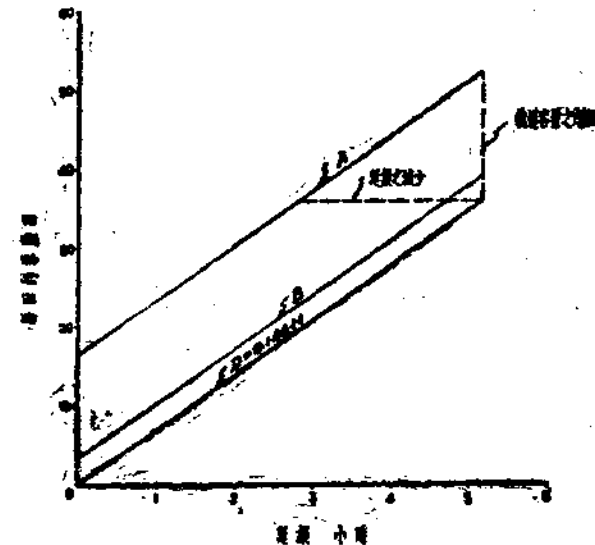
$$\text{而 } \frac{C_2}{C_1} = \frac{N_2 W_2}{N_1 W_1} = 1.18 \text{ 即 } 18\%$$

式中  $W_2, W_1$  = 列車載重

$C_2, C_1$  = 運輸量

目下平均行車延誤為  $D = 0.144N = 5.2$  小時/列車。最高速度提高以後，業務必須進改。故在途時間，必將減少。若維持現有行車數目(上下行共36列)則延誤不變，而平均行駛時間現因速度增加

可減至  $(t_2 = \frac{V_1}{V_2} t_1 = \frac{70}{100} \times 8) 5.6$  時，則平均在途時間可自13.2減至10.8小時。選定某一平均在途時間，即可用(2)式計算可能增駛之車次。



第六圖

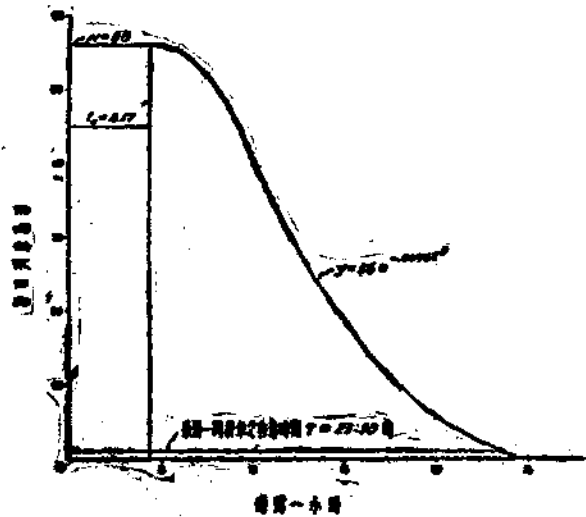
#### 四 採用112磅鋼軌對於運輸量之影響

京滬線採用112磅鋼軌以後，列車阻力可減小0.5磅/噸。如列車載重不變，速度約可增至76公里/小時。依(3)式，則

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{1}{n}\right) \left(n + 1 - \frac{V_1}{V_2}\right) = 1.12 \text{ 即增加 } 12\% \text{ (第六圖曲線B)}$$

如維持原有速度及列車數目，則列車載重增加之比為  $\frac{W_2}{W_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{10.7}{10.6} = 1.02$

$$\text{而 } \frac{C_2}{C_1} = \frac{W_2}{W_1} = 1.02 \text{ 即增加 } 2\%$$



第七圖

#### 五 採用較大號道岔對於運輸量之影響

若將京滬線之行車速度提高至100公里/小時，並改用12號道岔，則每一列特別快車所需之行車時間估算可省40分，貨列車可省35分。若改用16號道岔，則各可省80分及55分<sup>(7)</sup>。除行車時間受道岔號數影響較小之列車不計外，京滬線至少有特別快客車上下共8列，及貨車上下共6列，可因道岔號數改大而減少行車時間。故改用12號及16號道岔每日所省之行車時間為  $(8 \times 40 + 6 \times 35) 530$  分及  $(8 \times 80 + 6 \times 55) 970$  分，平均每列車各省14.7及27分。若維持平均在途時間，則平均延誤可由312 ( $D=5.2$ 小時) 分各增至326.7及339分。而列車數可以正比增加，故改用12號道岔，則(下接第30頁)

(7) 參閱拙著「軌道構造對於列車阻力之影響——

京滬線採用112磅鋼軌每年省多少煤?」京滬週刊第一卷第十期，36年3月16日上海京滬區鐵路管理局京滬週刊社出版。

# 鐵路業務研究制度

程忠元

本文為美國麻省理工大學商業及工程管理學院論文之一，原名業務研究為鐵路管理之工具 (Business Research as a Tool for Railway Management, by George Ruge)。著者喬治魯奇，曾受司洛安基金獎金，並在亞金生吐必加及聖他非鐵路服務，經兩年之調查，與各鐵路主管之商討，更與各大學教授，各工程運輸學會權威，互相研究論議，方成此文。譯者因於聯合太平洋鐵路實習時，各主管人員即擔任各部門之研究工作，對於業務研究，曾略予注意，並於歐馬哈城圖書館內，得讀此書，喜其資料豐富，見解超越，確為鐵路管理之有效工具，足供我國鐵路主管人員之參考。至其文字簡潔，猶為餘事，爰於工作餘暇，摘要譯成，以供同好，全文目錄遂譯如次：

一、前言；二、何謂鐵路業務研究；三、業務研究之重要性；四、業務研究之演進；五、業務研究機構在鐵路組織內應如何處置問題；六、業務研究制度之各類組織；七、業務研究人員之選擇訓練與管理；八、業務研究之對象；九、結論。

## 一 前 言

近代社會經濟及技術之逐漸改進，遂引起鐵道管理者對於鐵路業務研究之注意。凡有關鐵路業務研究之種種問題，例如：何謂鐵路業務研究？鐵路業務研究對於鐵路管理是否必需？其經過情形如何？其現在成績如何？對於鐵路究有何種貢獻？其經費若干？如何發展其工作？研究對象為何？等等問題，尤須詳加檢討。美國鐵路在今日狀態下，尤為需要一良好之研究政策，鐵道管理者，咸認為鐵路長期之業務計劃，更為重要，鐵路當局每因緊急事務，將全部時間注意到短時期之問題，而對長時期業務之計劃，反而忽略。欲求管理之成功，必須積累無數之事實而分析之，由於戰爭之結果，美國鐵路管理人員咸重視於長期之業務計劃，並訂定業務研究工作之程序，惟各路各自為政，其

業務研究工作，有處理成功者；亦有結果失敗者。吾人必須揷擇其長，刪除其短，於國有鐵路組織內，建立一完善之鐵路業務研究制度，實所祈望於當局者。

## 二 何謂鐵路業務研究

鐵路業務研究，即增進管理效能之研究，在工業時代開始之初，工業界人士，即努力於發明如何減輕勞力，而得增加生產之新工具，此種努力，即所謂工藝或工業研究。

每一種工藝上之改良，即增加管理上之責任及範圍，以其工作趨於超度之專業化，因而減少勞工之活動能力，在過去五十年間，工業研究機構，曾遍佈於全美各工商業，因之人民生活標準，得到普遍改善。近二十年來，工商界人士，對於工業研究，咸公認為管理與抉擇政策之有效工具。

業務研究包括經濟問題，如本業之復興研究，財務研究，市場研究，勞工關係，對外（公眾）關係等。鐵路事業為服務社會成就最大之工業，其對於業務上之管理的、經濟的、技術的貢獻，較其他工業為多，却而司開特林博士有言：「當吾人不能繼續應作何事之時，吾人即應思作何事」（Dr. Charles S. Kettering, Director of Research in General Motor Corporation—“What are we going to do when we can not continue doing what we are doing”）。所有全美工商界人士，對於此言，咸認為研究業務問題之圭臬。

每一成功之工商業，未有與研究工作脫節者，是以成功之管理，常根據事實，作客觀之分析，並不依照主觀之成見而抉擇政策，因此管理人員，咸認為研究工作，實一有助之工具而非管理之代替物，凡置身於研究工作人員，必須得到事實之根據，以供事業主管者決策計劃。額閱鐸耳 (Erwin H. Schell) 有言曰：「人類開始有創造力之思想時即說明並劃分其愚昧之界限」。故研究工作，實建造於人類思想之態度如何耳。

鐵路業務研究工作如一大環，在其核心，即為鐵路本身之業務，繞此核心，即為如何與全國其他工商業之聯繫，再擴而大之，即為國民經濟之範圍，擴展至最後階段，即涉及國際間之商業與貿易，各階段之關係，互相交錯，至為顯明。是以每一階段內之研究工作，必須分析明瞭其他階段內之工作。簡言之，亦可分為鐵路本身業務，全國鐵路業務組織及國民經濟三項。至於鐵路本身業務之研究問題，再析之為對內問題，一般政策問題，及對外問題三類，茲分述如次：

#### (一)對內問題之研究

對內問題之研究，即關於鐵路各部門內部所不能加以控制之問題，此種研究工作，其主要目的，即為如何供給鐵路各部門之資料，其詳細節目，蒐集至為不易，而一般普遍之問題，不外下列各點：

1. 運輸業務與市場問題，例如市場研究，廣告技術，運價政策，客商態度，招攬方法，發展工商業方法，發展農業方法等等研究。
2. 運輸業工作務方法問題，例如成本分析，資產折舊及報廢，終點位置，調車方法，養路方法，列車調度及行車管理方法，機車種類及式別之設計，燃料種類之分析，各類客貨列車應具之速度等等研究。
3. 人事管理與工業之關係問題，例如才能與態度之測驗，疲倦研究，薪工、任用、退休計劃，鐵路工會及其活動、死亡、疾病及傷害救濟計劃，配功制度，工作之估價計劃，訓練計劃，及擢選高級管理人員計劃等等研究。
4. 購料與存料問題，例如材料來源及價格之調查，採購方法，存料管理及存儲方法，材料之分配，廢料之利用等等研究。
5. 會計及統計問題，例如機械使用方法，報表格式之設計，會計統計與各部門之合作聯繫方法等等研究。

#### (二)一般政策問題之研究

一般政策問題，即係關於管理及保障鐵路事業問題之研究，其分類如次：

1. 理財投資及信譽問題，例如資本形式之變更，固定資產之投資，信譽之來源，及成本之研究，預算計劃等等研究。

2. 鐵路組織問題，例如各部門工作效率之比較，工作範圍及責任之確定等等研究。
3. 附屬事業問題，例如財務調撥方法，如何管理統制方法，附屬事業與鐵路事業聯繫方法等等研究。
4. 擴展及撤銷問題之研究。
5. 鐵路與其他運輸事業之競爭及聯運問題之研究。
6. 變更組織問題之研究。
7. 對外關係之問題，例如鐵路與公眾之關係研究。
8. 外界輿論之採擇問題之研究。

#### (三)對外問題之研究

對外問題，即係鐵路主管人員無法控制，又復超出鐵路業務範圍之外之問題，茲分類如次：

1. 經濟狀況及其趨勢問題，例如預測商業及經濟趨勢，工業上之更替，物價之變遷，消費者嗜好之變更，國家歲入，國際貿易之變動，生產之更易等等研究。
2. 政府之政策、管理，及鐵路與政府間關係等問題之研究。
3. 運輸技術上變更問題之研究。
4. 其他工業技術上變更問題之研究。
5. 國際政策及國際間問題之研究。

以上各項問題，並非新奇，而若干問題，在一世紀前即與鐵路管理之關係，已具有其重要性。迄現在止，成為兩大趨勢：其一為着重於鐵路內部之工作及管理；其二用最迅速之時間，以解決當前各項緊急問題，以上兩種趨勢，均係鼓勵技術研究，及專業管理之發展與進步。

關於對內對外及一般政策問題之研究，其分類已不能劃分一清晰之界限，有時涉及兩種範圍之問題，劃分更為不易。惟此項分類，以其與鐵路業務活動之目的相符，並供分析鐵路研究機構之參考而已。

鐵路業務研究為估量在某一時期某種情形下，技術進展之價值，例如鐵路在某一時期，對於使用柴油機車，以代替蒸汽機車問題，設由於機械效率言之，則宜採用柴油機車；倘由於煤運及油運比較言之，則其結論必不相同，良以柴油機車雖可減少營業費用，但其結果，使鐵路減少煤炭之購買，即將失去大量之煤運收入。



今之言鐵路技術者，普通常指工務、機務、材料試驗、及電信、號誌等部門，殊不知以上各部門之工作，皆為助成運輸部門之工作效率，其方法為成本之分析；其目的為經濟的管理。技術上之研究，有若干問題祇屬於一部門者，而另有若干問題，並非例行工作，其代價更不能以一部門為測量之標準者；換言之，倘賴一部門之工作不可恃，必須合各部門之工作方稱完善。是以某著作家有適當之言曰：「經濟分析者之責任，應時常提醒各專家，彼此咸為交響樂團之團員，並非獨唱或演奏者個人之功」。吾人當三復斯言。

### 三 業務研究之重要性

當經濟危機或不景氣發生時，甚至無遠見者亦能體察經濟危機之蒞臨，鐵路當局常感覺對於業務研究之需要。今日美國之鐵路，在過去二十年間，迭經改組，仍能償清債務，皆因設有業務研究組織，為其主要原因。在工商界對於經濟危機尤易發見，歷史上曾為吾人明白之指示，當工商業在最繁榮時期，亦即採用業務及技術研究之時。

現在各鐵路管理當局，正針對鐵路未來之危機，對於技術研究，足為吾人之銘記，實未能磨滅；而對於將來之問題，尤須深加策劃。業務研究在鐵路方面，較之工商業或公用事業，尚遜一籌。開南先生曾於「經濟研究對於交通運輸之需要」一書（The Necessity for Economic Research in Transportation—by L.J. Kierna）有云：「經濟研究對於鐵路自身之存在，確屬真實需要，——蓋鐵路為一大工業，倘欲生存，必須克服經濟的及競爭的問題，以求得到確切的，大量的運輸業務」。良以鐵路管理者，必不能對於鐵路任何部門之智識及業務，全盤明瞭；亦不能將小麥由經濟、政治、技術及社會各類報告中而分類；更不能對於最近社會上之趨勢，而說明鐵路之將來；欲解決以上困難，鐵路在過去有兩種方法補救之：

第一種方法採用幕僚制度（Staff Organization）此種方法，在各大公司運用尚稱良好，但至今日，鐵路各部門主管人員，以其管理責任加重，無暇顧及鐵路未來之問題，祇能供管理者之諮詢，不足以作為討論事實之結果，因而決定政策；第二種方法採用訓練繼任總經理政策，即將鐵路各部門，如業務、法律、財務、工程主管，加以訓練而選

用之。此種方法，在運輸競爭未完全開展，及社會情形未急速改變之前，運用亦屬合宜，但在今日，倘缺乏遠見，預測錯誤，即不易挽救。

某鐵路管理當局，在十年前對於上述困難之克服，曾有下列之建議：

「今日之鐵路，為一公用事業，不僅在鐵路技術方面，隨時加以改進，而對於其他方面之問題，如經濟、稅捐、政治及社會關係，均應予以注意，吾人可仿倣工商界已往之經驗，建立一研究組織，將許多事實於事前搜集分析，以決定一健全完全之政策，以免臨事措置，妨礙鐵路本身之利益」。

經營一事業有若干之困難，即除非該項事業得到社會公眾，以及勞資各方之信任，否則政府即將計劃指導，取而代之，祇有兢兢業業，詳為計劃，並經營其業務，方能贏得此困難。鐵路事業自不能例外，更有下列之問題：

（一）本國商業地理上有何變易？其變易與鐵路有何影響？

（二）沿線基本生產工業之變易，對於鐵路運輸有何影響？

（三）航空工業之發展，對於鐵路之利害如何？

（四）鐵路對於汽車運輸競爭將如何處理？

（五）鐵路與社會、勞工及政府應如何發展良好之關係？

（六）鐵路應如何供應社會所需要之業務及運價？

鐵路管理當局，對於解答問題，以及確述政策，必須詳悉事實，正如雪耳先生在「新的力量為新的領導」[New Strength for New Leader Ship—By E.H. Schell]一書有云：「預測未來之事實，亦即創造將來之時機，因不久即可體驗得到確屬迫切需要。至着重於不可避免之問題，亦為吾人每一個份子，最急迫最嚴重之責任，因此吾人必須圖謀事業未來命運於有利之途；吾人更須籌劃事業本身，長期保持駐在最高頂點，緣因與效果，循環不已，實互為因果。對於急迫之問題，尤需當機立斷，倘懷望黑暗，終無良好遭遇」。

關於戰後計劃之工作，若干人認為對於戰事無甚貢獻，應予擱置，孰知在戰時對於搜集資料以及研究分析等工作，仍不能減，甚或更需加倍之努力。因在戰時實為推陳革舊之良好機會，業務研究人員，用全力於戰時或戰後問題，其價值實勝於千

百倍未來之費用。如對於報告之編制，會計統計數字之審核方法，應予規定；對於人力、物力、財力如何經濟之辦法，亦應詳為計劃。以分析研究思想運用於上述問題，而備戰後和平時之實施，實屬必要。茲有某大製造公司，素極進步，曾聘請若干專業研究人員，對於公司會計的管理控制，工的訓練及管理，以及工廠動力的儘量利用等問題加以改進，經此研究改善後，該公司每一工作人之戰時產品，確實增加。同時亦知如何對於收益報告，在戰後仍保持黑字，倘吾人在戰時盡最大之努力，戰後推行時亦較便易。

#### 四 業務研究之演進

由於經濟觀點研討鐵路問題，早在鐵路建築之初，英國第一條鐵路建築在泰因河上之新砲台，(New Castle on the Tyne)即由於管理工程司，如何增加運輸量之思考結果。鐵路工業，原為經濟之一環，實以運輸與工商業關係密切，不可分離，在鐵路初築之時，即已感到其重要。但一般人咸願為定線工程司，如約翰司梯文斯者 (John Stevens)，而不願為業務研究分析者，雖至今日，即其他工商業已有實際經濟的分析工作，尙未能超越已往之觀念，因定線工程司，能決定鐵路路線之坡度、灣道、距離、填高、或挖低之權。

1850年鐵路經濟文庫載有拉德納 (Lardner) 下列之理論：

(一)鐵路最大收入，由於貨運，並非客運；

(二)最多而又可靠之客運收入，由於每人公里運率之減低；

(三)鐵路營業支出與運輸量，並非作正比例。

1880年威靈頓曾著：「鐵路定線之經濟觀」(Economics of Railway Location. By Wellington)一書，確為實用經濟學之名著。

在鐵路系統略具規模之後，遂引起運價及其差別待遇問題，此項運價問題，足以影響全國經濟與國民日常生活，常因個人之奢求，掩遮當日領導者所運用之完美的經濟的見解，乃有1887年州際商務規律(Interstate Commerce Act. of 1887)之規定，該項規律，包括範圍甚廣，集中注意於鐵路工作人員，須具備完善之業務方法，對於鐵路為無形之利益，此後工作由於下列各協會之合作，推進甚為努力。

(一)1886年標準時間協會(Standard Time Association 1886)

(二)車輛建築人員協會(Master Car Builders Association)

(三)鐵路會計人員協會(Railway Accounting Officers Association)

(四)1918年鐵路管理人員協會(Association of Railway Executives 1918)

(五)鐵路財務人員協會(Railway Treasury Officers Association)

(六)1910年鐵路經濟協會(Bureau of Railway Economics 1910)

(七)鐵路業務人員同業會(Associated Traffic Club)

(八)1923年各區運貨人諮詢局(Shippers Regional Advisory Boards 1923)

(九)其他各協會(Others)

由於上列各協會之完美的經濟的設施，建立了政府管理之基礎，在此時期內，遂形成鐵路由政府經營與自由民營，兩大趨勢之平衡點，由於政府當局賢明的經濟與社會政策，乃成為完全自由民營之原因。但經濟上錯誤之設施，又為鐵路業務失敗之原因，致各鐵路演成經濟恐慌之情形。至各協會工作之進行，設置委員會辦理之，遇有特殊問題時，另設特種委員會辦理之。迨1924年各協會合併為一個永久之組織，成立美國鐵路協會(Association of American Railroads)其目的在發展國際貿易，及改進鐵路業務。會內職員，均經精選，會務進行，貢獻殊多，未來工作，方興未艾，當更甚於今日。該會在過去對於基本技術研究問題，曾佔一重要位置，蓋任何鐵路對於業務研究，統一標準工作，均未能勝任，亦不能負此艱鉅。

業務問題研究在歷史上之趨勢，較年代紀事尤為重要。欲觀察其趨勢，不僅應注意鐵路本身，尤須著重於整個社會經濟，在過去鐵路業務研究趨勢，分下列各時期：

(一)幕僚制時期：在此時期，其趨勢，將鐵路業務問題，分配於各幕僚研究，因特殊才幹人員專研特殊問題，在鐵路業務方面，曾發展若干創造性工作。此種制度，在當時工商業及鐵路對於如何增加生產及運輸量，確屬主要。在今日之情形，因社會需要大量生產及運輸，如何適應此大量之管

理，遂成爲更重要之問題。

(二)鐵路運用統計及會計的管理時期：本期趨勢，由於業務上之需要，記載大量的數字。又各區域工作人員，在地理上之分散，鐵路乃運用統計會計數字，在經濟上之資料，因而增加，其數量，以爲管理比較之用，亦爲州際商會所請求搜集之大量資料。但有若干案件，不甚詳細，實不足以爲管理之依據；有時雖資料豐富，不能儘量利用；正爲安囊尼默於「鐵路經濟研究備忘錄」(Anonymous "Memo on Railway Economic search")所云：「此種資料，如同事業之流水賬，與一般經濟毫無關聯」。

(三)依據統計資料爲推測具體事實時期：當此時期之趨勢，所有全國工商業人員，咸公認依據統計資料，爲推測具體事實之錯誤觀念，甚至使用此項統計資料，超過其效用，因而得到相反結果，常因用此資料，間或蒙蔽營業政策之要點，並窒塞其創造力。

(四)著重市場公衆關係及工業研究時期：自1920年起一般趨勢，咸著重於市場、公衆關係，及工業之研究，此項趨勢在製造工業界尤爲注意。自1923年起鐵路方面，對於若干問題方始加以有系統之研究，其進步甚爲遲緩，誠以鐵路事業，在當時已有嚴密之組織，及高度之發展。

(五)分區分部研究時期：迄最近止，各工商界有採取分區、分段成分部研究組織之趨勢，該項組織，以服務於本區本部，並發明新產品，新業務及新技術爲目的，但各鐵路總管理處，尙另有研究機構之設立，與最高管理當局聯繫，用以處理各部各區間之問題，並決定鐵路營業政策。

以上各時期，其業務研究之趨勢，遂形爲今日美國鐵路業務研究制度之軌範。

## 五 業務研究機構在鐵路組織內應如何處置問題

鐵路管理當局，欲改善鐵路業務研究工作，首先必須決定，該項研究機構在鐵路組織內，應如何處置，下列各情形，足供其參考決定。

### (一)業務研究對於鐵路之目的

業務研究機構，在鐵路組織內，未決定應如何處置之前，必先闡明業務研究，對於鐵路之目的。業務研究之效能，對於鐵路之目的有二：其一爲服

務於鐵路管理當局；其二爲服務於鐵路主管業務人員。前者常爲總經理之諮詢單位，爲集中研究組織；後者爲各部各區主管人員之諮詢單位，爲分部或分區研究組織。在若干鐵路，兩種組織兼而有之，若干鐵路祇有一種組織，同時具備兩種目的；在各鐵路中有四路，其分部研究組織如業務、運輸、會計各部及其所屬單位成立後，並顯示其他各部以爲模範。在開始之時，即具有上項兩種目的，並與最高管理當局相聯繫。茲舉例言之，某鐵路在成立業務研究之時，其宗旨即係：「研究一切經濟現象，足以影響於鐵路業務者；關於各部份長期有利之任何經濟問題，尤須特別注意。」

如由管理當局，決定業務研究機構，如何處置問題，必須考慮各項可能發生之目的，然後再作決定，方爲妥善。其可能發生之重要目的如下：

1. 如管理當局認爲業務研究之目的，僅限於某數種緊要而複雜之問題，祇需成立一特別組織，以爲特別研究之用。最可顧慮者，此種研究制度，即將迅速演變爲改錯訂正之機構，除對內對外及一般政策問題相互間之區別外，尤應注意於問題之配合。

2. 若干鐵路管理當局，認爲訓練未來主管人員，必須曾任最重要目的之業務研究人員之一，某一工業界權威者，認爲造就大量未來之管理人員，必須於業務研究部門選任之。在鐵路已成慣例，是以各鐵路凡有永久性之集中研究機構者，在某限度內，即用以訓練青年管理人員，其結果尙屬滿意。至分部研究制度，因未完全發展，致未能察驗其對於訓練青年管理人員之結果。

3. 在若干鐵路，成立業務研究機構之目的，爲改進各部間之聯繫，與各級管理人員間之分層負責。一運輸學名教授對於此點有云：「良好的分層負責與內部聯繫，即係良好組織之試金石，倘若鐵路缺乏此種要素，任何種研究組織之設立，均將歸於失敗」。誠哉斯言。

4. 在若干情形下設立研究機構之目的，即將搜集之經濟資料，及其方法之說明，如何顯示。對於鐵路之價值，倘因此目的，祇需少數人員或一二人，在總經理室即可行之。但此種研究方式如欲在營業進款及支出方面，加以改進，至爲困難。

5. 尙有若干業務研究人員，即爲鐵路之管理工程師，在此情形下，此項研究人員應直接隸屬於

總經理室，或為駐外諮詢人員對總經理負責，故有若干人員亦自認為鐵路之管理工程師，其基本區別，為在工程經濟，與商務經濟之間，而其中心問題，亦即欲獲得兩者之工作平衡。

### (二) 鐵路組織之特質

鐵路組織之特質，足以影響研究機構之設置者有三：

1. 工作地域之隔離：因工作地域之隔離，遂使研究人員，如何得到報告之適當遞轉，至感困難；更由於地域之限制，致研究人員不熟諳實際工作情形，此種事實，在短距離之鐵路，問題甚少。但全美各鐵路，均屬遠距離大系統，動輒在萬英里以上，故地域之隔離，遂為決定研究機構處理問題之重要因素。

2. 職業專業化之需要：由於職業之專業化，各鐵路必須儘量增設若干專業部門，如機務、工務、會計、運務、客運業務、貨運業務等部，各該專業部門，其職責之劃分，尤須與各區各段管理作密切聯繫，同時對一切標準、規章、及政策，應由各該部制定之。其次，必須考慮者，即各部政策之經濟判斷，必須由各區各段管理人員之鑑別，並非由專業部門主管人員之決定。故發展業務之重要因素，必得到各層負責人員之合作，因其與實際工作相接近。如欲避免分區分段研究機構之設立，則分區分段主管人員，必須達到雙重目的，並與專業部門切實聯繫。此種情形在技術方面，尚無問題，惟經濟狀況變動異常，必須隨時予以密切注意；在短小鐵路即使分部研究工作，亦毫無影響。但在大系統之鐵路，對於分區研究工作，則關係非淺，不僅應在組織表內指明，尤須確定實際上各層負責人員，及各部門聯繫中心為宜；否則其結果必增時間上之消耗及若干困難，因此業務研究機構，不如稍緩成立。

3. 採用年資優先制度 (Seniorty)：全美各鐵路用人，均採用年資優先制度，因此各部門不易得到有外界經驗之工作人員，若將駐外人員，調職於總經理室所設之集中研究機構，尚較容易。若干鐵路管理當局，認為在業務研究機構中，具有鐵路外經驗之工作人員，亦屬需要。

### (三) 研究人員之年齡及其訓練問題

凡具有成績之業務研究部門，其工作人員，大部份為青年人，此種組織可作為訓練處所，造成青

年人之創造力與原動力；養成良好之資歷；年老之人甚少加入，咸願在原有部門工作；報酬較中級管理人員為優；故一個新的研究機構成立，上列之因素，對於有為之青年，甚多裨益。

倘缺乏有訓練之青年工作人員，鐵路當局以採用集中研究組織為妥，僅需少數工作人員，不必將有才能而合格人員分佈於各部門工作。有若干鐵路在過去，並無作有系統之研究，但曾造就大部份有訓練之青年幹部，大多數業務研究工作，均由彼等完成。

## 六 業務研究度制之各類組織

以前各章將業務研究與鐵路之關係，詳為檢討。茲將業務研究單位，在各鐵路及工商組織內，再加以分析，同時將各鐵路管理當局，運輸界教授及權威，對於本問題之意見，併予闡釋。至業務研究組織單位，可分下列五類：(一)集中研究組織 (Centralized Units)；(二)分部研究組織 (Departmental Units)；(三)委員會研究組織 (Committee Units)；(四)包含經濟專家或統計專家之研究組織 (Units Consisting of Economists and Statisticians)；(五)包含一個主管人員之研究組織 (Units Consisting of a Single Executive)。

### (一) 集中研究組織

集中研究組織有下列之特質：(一)集中研究組織常與各部分離；(二)直接報告於鐵路最高當局；(三)常有職業思想之傾向 (Professionally Minds)；(四)研究人員集中於一處；以上各點均為管理當局研究概念所影響。有若干研究組織開始之時，即由於某部主管人員進步之思想，逐漸擴展於各部門，直至該項研究機構集中為整個鐵路問題服務。如集中研究組織成立後，鐵路本身之困難，即形減少，但其工作之進行，至為艱鉅，除非選有精明強幹之研究指導不為功。某一鐵路管理當局品評曰：「倘業務研究指導，不能勝任為總經理，亦即不能勝任為研究指導。」足見研究指導之重要。

關於集中業務研究組織與各鐵路當局討論，及各報章雜誌所登載之文字，得到若干論點，雖然有若干意見，為相反的敘述，可分優劣兩點言之。其優點如次：

1. 集中研究組織，較分部研究組織，多客觀觀念，而甚少主觀，以其對於鐵路見解，為整個的，全部的，並非一部份的。

2. 集中研究組織內工作人員，大都學識淵博，經驗豐富，更富創造力，較分部分區者為多。

3. 集中組織易於集中人力，專研某一特殊問題。

4. 集中研究組織，可以養成良好管理人員。

5. 集中研究組織，盡力於創造計劃，常較其他工作為多，確屬事實。但有一點，即所擬計劃，盡為他人創議，則盡力於本身創造計劃將較少。

6. 工商界常要求設立集中研究組織，以其較統計工作，其效能為大。關於此點對於工商業或較有利。但在鐵路方面已有完備之統計組織，大量之統計資料，足供業務研究之需要，且研究指導，可以協助統計部門，如何搜集資料，以供其工作上之運用。

7. 集中研究組織對於政策之決定，有極大之影響，雖屬確切，但實際上純由業務研究指導個人之力量。由此可知，無論任何研究組織，其指導人或聯絡人，對於決定政策均有莫大之影響。

其劣點如次：

1. 集中研究組織，得到其他部份之原始資料，甚感困難。於是必須與其他各部份有密切聯繫，應造成友誼上互助互尊之關係，但有時需時甚久。

2. 各鐵路內部常發生帶有政治意味之黨派，使集中研究組織不易得到良好之合作，在觀察某鐵路時，鐵路本身政治問題，亦為困難原因之一。

3. 研究人員在集中研究組織中，常易引起干涉態度之危險。某研究指導指出，因常受各部份之壓力，而須使研究部份，請求管理當局強迫施行之傾向，如管理當局謹慎處理，則集中組織有減少干涉可能。

## (二) 分部研究組織

分部或分區研究組織，即係各部或各區內部之組織，可於各部內設立之，如業務、運輸、工務、機務、會計、採購、材料等部，其工作人員，可在各部份內任何處所，某一運輸學教授曾建議，謂業務研究人員，可配置若干機務段長，車輛調度主任，營業主任，工務段長，分區會計主任等，此種人員正可兼顧技術的與經濟的研究工作，在事實上，技術與經濟研究分設制度，必須合併；新創的工作，

必須有適宜之人數，以為協助，並可盡其全力於研究工作。此種組織即係一部之中心組織，更可發展於其他各部門，亦可得到全路各部工作平衡之發展。惟欲得到各部間共同合作，其方法有三：

1. 須有全部工作之研究人員，可直接報告於各部間成立之研究指導委員會。

2. 須有主任研究員，可直接向總經理報告。關於研究人員，由各主管部份調派，實際擔任搜集有關部份資料之工作，而主任研究員如同主席或秘書長，以與各部份調派之研究人員，共同合作。

3. 上列(1)(2)兩項辦法之合併方法，即一面成立研究指導委員會，一面由各部份調派之研究人員實際工作。茲舉例言之，研究指導委員會委員，由各部主管兼任，而實際研究人員，由各部分層負責人員調派，在工作之時，其一切原有職責，均予解除，俾用全力於指定之研究工作計劃，至完成為止。如有其他工作計劃，可另調他人研究。在理論上，如科學管理方法，有條理，有始終，以及客觀態度等研究工作經驗，為任何管理人員，應具有之實用工具。

分部研究工作，在技術方面，較業務方面易於進展。今日各鐵路，仍存有單獨的業務研究部門，其成績至為優良，雖有各鐵路亦同樣籌設，但其業務研究制度，由於缺乏實際事實以借研究，未能平衡發展於各部門。下列優劣各點之討論，多係專家意見，並非由於實際觀察所得，其優點如次：

1. 分部研究組織較集中研究伸縮性為大，如涉及全體性研究問題，則研究人員可依其需要，定其數量與類別。在集中研究組織，亦得向各部份臨時借調。

2. 業務研究人員，由於接近技術人員，知何種現象可能發生，何者應予協助其工作，故能得到良好之合作。

3. 研究工作，變成分層負責人員之責任，故易於接受研究意見，而收到合作功效。

4. 原有各部間互相聯繫方法，仍可適用。

5. 分部研究制度可以改善訓練低級幹部人員計劃，更可以訓練多數管理人員，對於問題認識較廣，但不若集中組織，更加完備。

6. 搜集資料較易，因接近實際工作及其工作人員。

其劣點如次：

1. 分部研究工作人員，較集中人員習慣於打經濟算盤，倘因經濟恐慌，則集中研究，即將全部取消，而分部研究組織，或可保留若干研究人員於原部份內，擔任其他工作。

2. 分層負責人員，易於通問研究工作，在分部研究組織中更為明顯。

3. 研究人員甚少處理本部日常工作，故對於遠瞻業務之未來，稍有限制。

4. 由於職務上之經驗，無偏見而公平之分析，未能捐棄，對於鐵路整個問題，可能有重大影響。但職務經驗，對於內部問題之解決，亦甚重要。此種職務觀念，有利亦有害，但視業務研究之目的如何。

5. 若干評論者，認為分部專業研究，對於最高管理原則，甚少影響，惟在工商業研究人員之觀察，適與此相反，其言曰：「關於集中研究組織之研究指導，僅知全部業務之一小部份；在分部研究指導，對於所任工作為專家，認識更為清楚，倘兩者個人能力與觀點相同，在業務上某種特別問題決定時，後者之影響常較前者為大」。

6. 如鐵路管理當局需要聯合研究時，因分部研究人員設於各部，常盡力於其本部計劃工作，即有極優之聯繫，在此情形下，亦不能完全免除不和諧狀態。

### (三)委員會研究組織

鐵路之設立業務研究委員會，即將各部份之管理人員及有才能人員，集合一處，共同研究鐵路某種問題。大多數鐵路對此項組織，作有限度之運用，祇有一條鐵路採用較為廣泛。在此制度下工作人員均與原擔任工作脫離，用全部時間於指定之研究問題，當計劃完成後，仍回原職。鐵路組織可毋庸變動，或增加人員。若干專家意見，對此組織，有贊成者，亦有反對者，茲分優劣兩點言之。其優點如次：

1. 此項研究組織，最具伸縮性，研究人數，最少為零，工作人員對於各種不同計劃，亦可時常變更。

2. 工作人員可以不受原主管部份工作之拘束，因而集中其注意力於所研究之問題。

3. 可不必有常時期之研究政策。

4. 可適用於技術的及經濟的研究問題。

5. 研究統治權未能發展。

6. 可以集合鐵路上最合格而有才能之工作人員，查彼等知如何以最善之方法，處理其工作。

7. 研究委員會之組織，可能作為重要訓練之機構，各部調派之工作人員，可以得到較廣之見識，同時鐵管理當局，亦可觀察所屬之工作能力。

8. 由於調用駐外人員工作，可以得到對外問題之論點。

9. 本制度易於聘到外界專家。

其劣點如次：

1. 研究委員會制度，欲調用年青有為，明瞭科學管理方法，及分析研究人員，甚難得到，因美國鐵路用人，採用年資優先制度，故此類人員，至為缺乏。

2. 此種制度過份倚賴有遠見之創議人。

3. 工作人員祇能順依問題而行，不能未雨綢繆，創議計劃。

4. 包含經濟專家或統計專家之研究組織

若干鐵路會聘請經濟學家，或統計專家，用以解釋基本之經濟趨勢，足以影響於鐵路專業者。此種專家，並非屬於統計部份之工作人員，且與各部完全分離，彼等主要工作，包括供給鐵路當局，關於一般的經濟趨勢之經濟資料，實為其重大之責任，但常因缺乏助理人員之限制，故甚難擔任業務上所需要之研究工作。

5. 包含一個主管人員之研究組織

此種組織，與包含經濟專家之組織相仿，試將一人抵作數人之用，在工商界運用已久，但至今日，重大問題，非一人之力所能辦，更不能於指導工作外再增加其責任。下列各表內，此種研究組織，鐵路採用甚廣，除去一個主管人員外，尚有聯絡員，以聯絡鐵路業務研究之活動。

第一表 以各鐵路現行之各類業務研究組織，作一撮要，其資料未免過於簡略，但足以表示今日各鐵路對於業務研究之推行情形。其中(a)(b)(c)三種組織，較為顯著，與本文有關，至(d)(e)兩種組織，亦為各鐵路所承認。至若發展工業部人員，及發展農業部人員，雖在各鐵路會擔任研究工作，本表未經列入，惟對於經濟研究，確有大量之貢獻，在現況下，其研究範圍尚無如是廣闊；另有若干鐵路，曾將工業及農業發展部份，合併於業務研究組織之內。



## 第一表

各鐵路現行各類業務研究組織  
(各類業務研究組織)

- (a) 集中研究組織
- (b) 分部研究組織
- (c) 委員會研究組織
- (d) 包含經濟或統計專家研究組織
- (e) 包含一個主管人員研究組織

鐵路	研究組織 (名稱如上)					備 考
	a	b	c	d	e	
I			√			工作人員與原職分離 委員會研究組織，偶 一運用。 總經理助理員專責處 理經濟資料之責，與 其他規定之職務同。
II			√			委員會研究組織，運 用甚廣。 委員會組織甚大。 工作人員與原職分離 委員會主任委員由副 經理中對於研究工作 有興趣者兼任。
III			√			最近開始組織，委員 會範圍甚小。委員會 工作人員與原職分 離。總經理助理員處 理基本資料。
IV	√			√		少數專家工作於總經 理助理員辦公室，為 總經理審核問題，搜 集資料。 委員會範圍甚小由副 經理組成指導。 工作人員與原職分離
V		√			√	每部參加研究人員三 人以助理較低級管理 人員工作。 總稽核擔任少量之研 究工作。
VI	√					採用集中研究組織， 由總經理助理員指導
VII				√		報告於副經理。
VIII					√	主管人員同時處理業 務研究工作。
IX	√					集中研究部由特聘人 員指導。
X					√	總經理助理員用全部 時間於研究工作。 研究制度業已推行。
XI					√	研究制度正考慮中。
XII	√					全部集中研究，由總 經理助理員指導。
XIII		√				分部研究範圍不廣。

XIV		√			√	副經理聯繫研究工作 分部研究，僅有一部， 即由該部副經理擔任 指導。 集中於該部問題之研 究。
XV			√			會運用委員會組織， 對於少數重大問題之 研究。 總經理助理員為委員 會主任委員。
XVI					√	大部份研究工作由各 部任之。 總經理對於特殊問題 之研究擔任指導。
XVII	√					專任研究人員由少數 人員佐理。
工商 業界	√				√	直隸於總經理助理員 處理所有本業未來業 務問題。 直隸於各部主管人員 處理各項本身業務問 題。

由於上表之分析可得到下列之啓示：

1. 各鐵路有各種不同之業務研究組織；(甲)三路有極優之集中研究組織；(乙)一路有一完整之分部研究組織；(丙)一路有少數研究工作人員，增設於各部內，並由副經理聯繫之；(丁)一路會運用研究委員會甚久，另創立一研究制度。
2. 大多數鐵路由總經理助理員擔任研究指導工作，或為研究工作聯絡人。
3. 各鐵路委員會研究組織，一般工作人員咸與原職分離。
4. 一個完善之分部研究組織，尙無存在。
5. 工商業研究組織，則以業務與技術合併，其功能則集中與分部兩種研究組織，全視問題之類別，而決定其何屬。

第二，三兩表為鐵路管理當局及運輸專家對於研究組織意見之調查，該項意見為非正式的，僅代表其理想，認為何種研究組織，功效最大。至編表方法，與第一表同。

## 第二表

各鐵路建議之各類業務研究組織  
(各類業務研究組織)

- (a) 集中研究組織
- (b) 分部研究組織
- (c) 委員會研究組織
- (d) 包含經濟或統計專家研究組織
- (e) 包含一個主管人員研究組織

鐵路	研究組織 (名稱如上)					備 考
	a	b	c	d	e	
I			√			承認研究工作之價值，對於研究組織，甚為懷疑。認為美國鐵路協會，可能推行較多工作。
II			√			並無特殊建議。現行方法，甚為滿意。
III	√					少數之研究人員三，四人直轄於總經理室即可。運用研究委員會其工作人員與原職分離。
IV	√					少數之研究人員三，四人直轄於總經理室即可。運用研究委員會，其工作人員與原職分離。
V		√				擴展分部研究組織。由最高管理當局，擔任聯絡職務。
VI	√					現行制度對於現行工作，尚稱滿意。
VII	√					由少數集中研究人員開始研究工作，逐漸推行於集中研究或分部研究，視其工作成績而定。緩緩推行，可以試驗何項研究組織為宜。
VIII	√					仿效各大工商業創立集中研究組織。
IX	√					現行制度對於現行工作尚稱滿意。最近工作之擴展將包括多數業務問題。
X		√				各部研究人員，報告於各部主管，但需要一各部間之委員會。接洽聯絡工作由總經理助理員擔任之。
XI						正調查各款組織中。
XII	√					正由指定人員，計劃較好合作方法中。
XIII		√				分部研究組織甚為滿意，但需要更多聯繫。
XIV		√				可能發展於集中研究組織，或分部研究組織，亦有可能性。
XV						確認需要較好研究組織，以掌理經濟研究問題，餘無其他建議。
XVI						正常鐵路組織足夠運用。
XVII						無任何建議。

### 第 三 表

運輸部教授建議之各類業務研究組織  
(各類業務研究組織)

- (a) 集中研究組織
- (b) 分部研究組織
- (c) 委員會研究組織
- (d) 包含經濟或統計專家研究組織
- (e) 包含一個主管人員研究組織

運輸教授	研究組織 (名稱如上)					備 考
	a	b	c	d	e	
I	√					集中研究組織報告於總經理助理員
II		√				完全分部研究組織，由總經理室擔任聯絡工作。
III	√					集中研究組織，報告於研究委員會，由副經理擔任指導。
IV	√					研究指導直接報告於總經理，並列席董事會。
研究顧問	√		√			一切計劃及發展工作均須集中。職務研究，可由分部工作人員行之。
管理工程師	√			√		未來問題及政策之研究必須集中。必須報告於總經理。業務研究之屬分層負責者應由分部研究。

上表之各專家意見，可以總結如次：

- (1) 在最高管理當局下，必須有一人，負聯絡業務研究工作，及審核有關一部以上計劃之責。
- (2) 必須有集中研究組織，以為覆核並計劃將來問題，足以影響於鐵路業務者。
- (3) 必須採用分部研究，或研究委員會制度，因可以得到研究人員，在鐵路已往工作上之良好經驗。(待續)

美國鐵路的最大坡度為 5.89%，地點在本雪法尼亞鐵道的美的生地方（景常）。



# 駝峯式分類車場與平地式分類車場之比較

王 柢

業務繁忙之鐵路貨車終點或轉點站，分類車場是一重要設備，此車場中之軌道，按目的地之路途及前後次序分爲各類，所有貨車車輛自收車場(Receiving Yard)來經導軌(Lead Track)而馳入分類車場(Classification Yard)時，視其目的地之方向、距離而分入各分類軌道之內，在車場之另一端用機車將已分組成功之車輛再按路程先後次序組成一個列車，拖入出車場(Departure Yard)，準備開車時刻按時開行。

分類車場之形狀、設備、長短、軌道數目，於整頓調車工作及效率關係甚大。

分類車場之式樣大別分爲平地式與駝峯式二種，平地式場中機車在全列貨車之後，由導軌馳入分類軌，利用前進撞力，將車輛推入需要之位置，然後機車再拖其餘全列車返至導軌，再依法推第二第三輛等等。駝峯式場係將導軌之盡端提高而成山峯形狀，使車輛自由滾下而入分類軌內，其車輛之速度有由人工在車輛上搬動手閘調節者，有用軌道上裝置之自動減速機者，表面上觀之，此二種形式分類車場之比較可簡略說明如下：

1、平地式車場機車與全列車在導軌及分類軌上往返行駛，費時多而分車少，在最大之單方向平地式車場每日24小時分車數目可達1,500輛，而單方向駝峯式車場每日24小時可以分車2,000輛至3,600輛，若在業務極端繁浩之鐵路終點處每日需要分車在1,500輛以上者，平地式場不能負擔，則駝峯式場確爲必要。

2、駝峯式車場大部份需要多數機械設備電動力，如自動減速機，電動道岔，揚聲電話，電報打字機等等。其整個之建築費較平地式高出甚多，若業務不甚繁忙，貨運收入利潤不大，不足以超過建築費之利息，則爲一種不經濟之舉，仍以用平地式爲宜。

3、貨運業務程度在介乎以上兩種極端之間時，鐵路方面常常有究以用何種車場爲宜之問題發生，欲解答此項問題，則非僅以表面之利弊可以

權衡之，必須將業務情形、車輛數目、分類數目、每次分車之車輛數目、需要分車之速度、運輸費用、養路費用等等經濟問題詳加攷慮，并計算得其確切數字之比較，始能決定取捨也。

在研究業務情形，計算比較數字之先，有二重要前題須加說明：

A. 所研究之車場是一行將建築者，抑是一平地式舊車場擬改成駝峯式車場？

如果是一新築車場，其業務情形，貨運數量完全是根據全綫經濟調查而假定之數量。若是在新建築之鐵路上，多半是預測若干年後之運輸情形，新成的路一時當然無此大量，但若將來之運量甚大，則建築駝峯車場之地位，規模須事先有所準備也。如果是一舊場改成駝峯式，則運輸情形有案可稽，比較各項經濟條件較爲確切。

B. 駝峯式車場并非全數需用多量機械設備，其中亦有多用人工，少用機器者，大別分之可有二種：

1、用自動減速器管制車輛速度，由控制台控制其動作，并由此台管制電動道岔。

已有之駝峯車場多設三個控制台，共管7—11個減速器，20—50個電動道岔，每台有一人管制，如晝夜分車共用9人，在場內則用人甚少，多數鐵路規定，每一條軌道上第一輛車、牲畜車、汽油車及其他危險車輛，在馳入分類軌時，須用手閘車人在車上管制車輛速度，以策安全，但爲數極少耳。

2、不用自動減速器與電動道岔，無電動力，所有車輛上均用人工以手閘管制車輛速度，車輛到目的地之後，開車人下車，用電搖車送回駝峯頂點，繼續工作，此車場之中多半無電動設備，所有道岔均用人工搬動之，共用人數相當多，分車速度亦甚快。

以以上二種駝峯車場相較，第一種適合於有電動力，有機件來源，人工較貴，業務繁浩，須晝夜24小時工作之處；第二種則僅用於環境較差，人工便宜，而不須晝夜工作之地。以第二種駝峯式

場與平地式比較，固然是平地式分車速度較小，而用人較少，用費較省，同時選擇二式前之經濟條件必詳加考慮，須確有足以每日工作 8 小時之車輛數目，始選用駝峯式。否則多用人工而業務少，收入又不多，或隔日工作，或每日工作 4,5 小時，則甚不經濟，寧用平地式。

如果原車場是平地式，因業務增加而擬改成駝峯式，多數情形最好逕改為第一種全部機械化者。蓋因平地式須作大量土方始成駝峯式，即第二種人工車場改為第一種機械車場，其坡度之建築，軌道之分佈亦不相同（詳見本刊第一期『駝峯式分類車場設計之要點』），故若初因業務增加而改成人工駝峯場，後如再因車輛增加而改機械者，則土方之翻動，軌道道岔重新鋪設，重複二次，多半不經濟也。

如果業務數量已至須用機械駝峯式場之程度，而因電動設備不夠，自動減速器及電動道岔一時不易裝置，則可暫時建築人工駝峯場，俟一切設備齊全，再改建機械化者。蓋雖然坡度軌道之建築方法不同，但由人工式駝峯改造為機械式駝峯，較由平地式場改為機械駝峯場輕易多矣。

在美國機械與人工比較經濟情形之下，美國鐵路工程協會對於選擇分類車場之式樣有一概略之方針，雖不完全適用於我國國情，但是可以供吾人之參攷，茲介紹如下：

1、24小時之內連續分車數目在 800 輛以上者宜用駝峯式場。

2、分類數目在 10 種以上者用駝峯式。

3、每 100 輛車中之分掛數目 (No. of Cuts) 在 20 以上者用駝峯式。

4、需要高速度分車，駝峯車場分車速度每小時約 50—100 次，平地式最多不過 20—50 次，視分掛次數之多寡而定其車輛數目。

5、20% 以上之車輛需要稱其重量者，用駝峯式。

以上五種條件，其相互之關係甚切，每日分車數目視分掛數目而變，某一平地式分車場每日分

車平均 1,350 輛，而其每 100 輛車之分掛僅有 17.6 次，亦即每次分掛有 5.6 輛之多，故雖為平地式仍可應付。

多數之駝峯車場中，每次分掛只有 1—2 輛車，即每 100 輛有 60—80 次分掛。

軌道數目通常較分類數目 (Number of Classification) 多出 10%—30% 以作重新分車時機車來往，搖車往返。實際上在美國之平地式車場其分車數目在 800 以上，其軌道數目遠多於 12,13 條者甚多。例如聖路易司之聯合鐵路 (Terminal Railroad) 貨場之平地式場，每日兩方向最多時可分 2400 輛，有 36 條軌道，芝加哥西北鐵路 (Chicago & Northwestern Ry.) 之普羅維新 (Proviso) 之西北向分車場為平地式，每日 1500 輛，有 22 條軌，其原因當然是其分掛數目較小，暫時可以應付，同時亦因經濟條件關係，未能改成駝峯式也。

6. 經費之比較如下：

a. 等量車輛所需之機車，平地式中數目多於駝峯式。

b. 人工薪資之比較：

平地式場中需用搬道夫、鈎夫，人工駝峯場除此之外尚需用閘車人若干，用人最多。機械式駝峯場則僅用控制台中之管制人，鈎夫及少數閘車人（用於第一輛牲畜車汽油車等上），完全不用搬道夫，用人最少。

c. 養路經費：

路軌之養護費，平地式最省，人工駝峯場次之，機械式駝峯場須加機件之養護，動力之消耗，費用最大。

車輛修理費，平地式場與機械式駝峯場相似，人工駝峯場之車輛修理費較為節省。

d. 建築費及設備費之利息：

平地式最省，人工駝峯場稍多，機械駝峯場最重。

美國鐵路工程協會第十六委員會（行車經濟）曾研究發表計算比較分類車場經費之公式，頗可引為參攷，謹特直譯如下：

平地式與駝峯式分車之經濟比較公式

項 目	平地式車場		駝峯式車場	
	上行 或北向, 西向	下行 或南向, 東向	上行 或北行, 西向	下行 或南向, 東向
(1) 列車—(24小時) (a) 收進 (b) 開出 (c) 每列車最多車輛數 (d) 二小時內所到列車最多數				
(2) 車輛 (a) 收進 (b) 開出 (c) 所分車輛數目 (d) 分類數目 (e) 每類中之車輛數目 (f) 每次分掛之車輛數目				
(3) 業務情形 (a) 每日工作時數24-16-8 (b) 貨車種類(易腐, 速, 慢)及每種數目 (e) 車輛自入場至出場之平均時間				
(4) 所需機車 (a) 分車用 (b) 各場間之運送 (c) 場外之工業, 碼頭, 裝卸需用之軌道上				
(5) 所需機車小時數 (a) 分車用 (b) 各場間之運送 (c) 場外之工業, 碼頭, 裝卸需用之軌道上				
項 目	平地式車場		駝峯式車場	
	數 目	價 值	數 目	價 值
(6) 管理費用24小時 (a) 薪工費 場長及助理 事務員 場內司機 場內押車員 搬道夫 手開車人 控制台管理人 其他工資 (b) 機車費用 機車本身之利息及折舊 修理費 燃料費 水 滑油及其他 機車房費用 場內消耗費 (c) 雜支 汽車費用 場內電機拖車 服務列車上之員工 其他雜收 (d) 號誌費用 薪工費 其他 (e) 動力費用 電消耗 其他動力 (f) 消耗及損失 貨物 器具				
(7) 養護費用 (a) 枕木 (b) 鋼軌 (c) 道渣 (d) 路基及其他附屬 (e) 橋梁及其他構造 (f) 號誌 (g) 自動減速器設備				
(8) 每日行車費用共數				
(9) 每日資本支出				
(10) 每日費用總數				
(11) 每年費用總數				
(12) 每輛車平均費用				

# 磁性檢驗法原理及其在鐵路上之應用

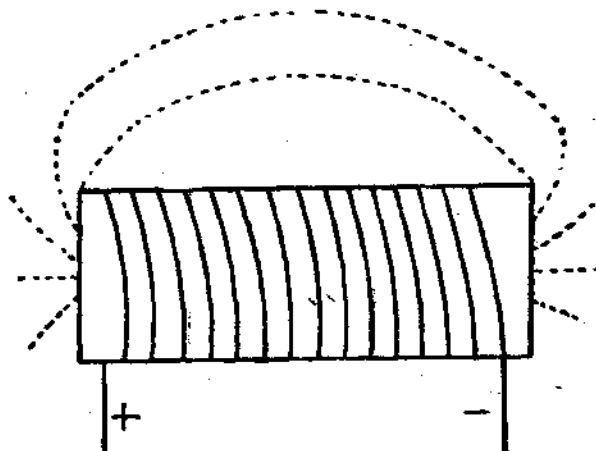
顧 懋 林

## 一 基本原 理

過去工業界遇有需 要製造強 度較 大之機件時，其唯一方法在增大每一部份之尺度。但製成品既極笨重，又費材料。近代因冶金學及機械設計之進步，工業製造家咸期以最經濟之材料，製成強度最大而又輕便之成品。為欲達到此種目的，故對於材料質地之選擇，必須異常審慎；材料之結構，必須均勻純一；並不可有絲毫傷痕或罅裂之存在。否則不但減低製成品之強度，有時竟因材料不良，機件損裂，釀成巨禍。

物理學家和金相學者皆討論如何以最精確之方法檢驗材料，但多具有破壞性，祇可適用於檢查原料，而不適於製成品。晚近經科學家與工程師之不斷努力，發明一種不具破壞性而又精確檢驗材料方法，亦即本篇所討論之磁性檢驗法 (Magnaflex Inspection)。

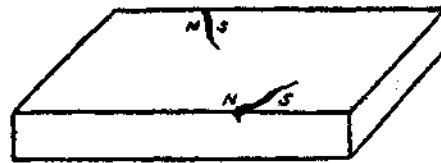
磁性檢驗法之原理與電磁石 (Electromagnet) 完全相同，即在易於受磁化之物體上繞以導電體，當電流通過導電體時，中心體即因感受磁化作用而變為一誘導磁石，並產生一誘導磁場(如第一圖)。磁場之強度及兩極之方向，依通過導體之電流之大小及方向而定。



第一圖 通電於線圈以發生誘導磁場

電流之來源，係由特製之磁性檢驗機 (Magnaflex Inspection Unit) 發生，此種磁性檢驗機

之構造，當於後節詳述之。凡需加檢驗之機件或材料，放在磁場內，即因受誘導作用變成磁石，若此機件之任何部份有些微罅裂或傷痕等不良現象，即每個罅裂成為一小磁石，具有南北兩極，並產生小而集中之磁場(如第二圖)。



第二圖 因材料不良而發生罅裂小磁場

罅裂磁場之存在，或由於機件之破裂，或因其中有非金屬質，或因該部份之密度特然發生相差等。在上述種種缺點中，有非吾人肉眼所能察出者，可用磁性檢驗法試出。

檢驗方法有二：將磁性氧化鐵粉末撒在機件或材料之表面，罅裂磁場即吸引氧化鐵粉末，表現出病斑之實形，此謂之乾燥檢驗法。又有將機件或材料浸在存有磁性氧化鐵混懸 (Suspensions) 媒質溶液內，亦能得同樣效果，是謂之潮濕檢驗法。

## 二 磁化方法之分類

檢驗機件或材料時，有數種方法能使其磁化。但各有優劣，須視環境之需要如何而定。最普通之磁化方法可分三類，茲分述於後：

(1) 殘存磁化法及連續磁化法 (Residual Magnetization and Continuous Magnetization)：凡軟鋼製成之機件，其透磁性大，保磁性小，以用連續磁化法為合宜。但其缺點易於將氧化鐵粉沖去。除軟鋼外，其餘鋼件概以用殘存磁化法較佳。

(2) 圓形磁化法及直線形磁化法 (Circular Magnetization and Longitudinal Magnetization)：依誘導磁場之不同，分為圓形磁場及直線形磁場。凡電流直接通過被檢驗之機件時，即產圓形磁場。如機件為中空形狀，可在中空部份放一導

體，將電流通過其上，亦可得同樣之磁場。但磁化作用僅表現在機件之內表面，惟有一例外，即外表面之鱗裂或傷痕若與磁力綫成直角時，亦可檢出。

通電流經過繞在機件外面之電纜上，即產生直綫形磁場，例如鐵路機廠內檢查搖連桿、輪軸等是，其原理正與以電流通過軟鐵心外面之綫圈相同。

(3) 直流電磁化法與交流電磁化注 (D. C. Magnetization and A. C. Magnetization): 因所用電流性質之不同，分爲直流磁場和交流磁場。交流電易於檢查表面病疵，而直流電易將表面下之傷痕驗出。但何時宜用交流抑用直流，須視有效電力供應之情況而定。

### 三 磁性煤質之特性及其使用法

磁性檢驗法所用之煤質，係普通鐵屑或帶磁性之黑色氧化鐵粉末，其顆粒大小標準，以適可通過每一吋有100孔之眼篩爲適度。如欲得較佳之極化作用，可將鐵屑製成略帶扁長形，並塗些潤滑油，以防止氧化，且可增加流動性。煤質顏色之選擇，應與受檢驗機件之表面顏色易於辨別爲最佳。乾燥法中所採用者爲白、紅、黑三種顏色；潮濕法所用者爲呈紅色或黑色之糊狀物。

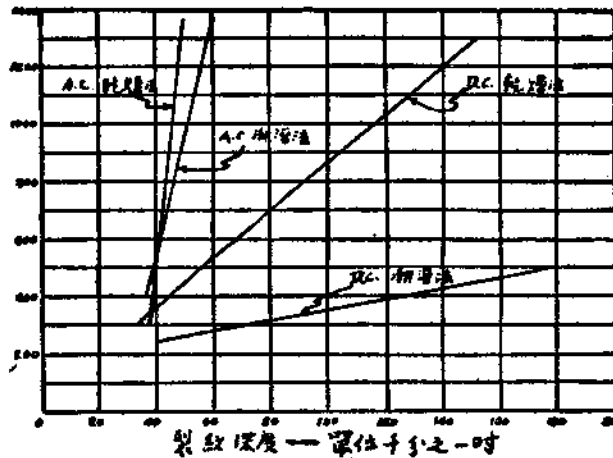
用乾燥法檢驗機件或材料時，將煤質撒在表面即成。而潮濕法，必先將煤質混懸 (Suspended) 於一種流動性較大而無腐蝕性之流體 (如輕油等是) 中，然後將機件放在流體內，或將流體均勻敷於機件表面，故其手續較繁，但亦有其優點，茲將兩法之優劣比較於次：

#### (1) 乾燥法之優點及劣點：

- a. 乾燥法比較清潔，所用煤質放在一個罐內，便於攜帶。
- b. 檢查機件用乾燥法較爲適宜。
- c. 如第三圖所示，用交流電時乾燥法與潮濕法之效果相仿，但用直流電，且當電流較小時，乾燥法遠比潮濕法爲滿意。
- d. 乾燥法可將表面下之傷痕查出 (見第三圖)。
- e. 乾燥法係用手將煤質撒在機件表面，因煤質本身受重力影響，故流動性亦隨之減低。

1. 若所查機件之磁場係直綫形磁場，則煤

質有集中兩端之趨勢。設担任檢查工作之工人，經驗不足，往往誤會爲有病疵。



第三圖 乾燥法與潮濕法之比較

#### (2) 潮濕法之優點及劣點：

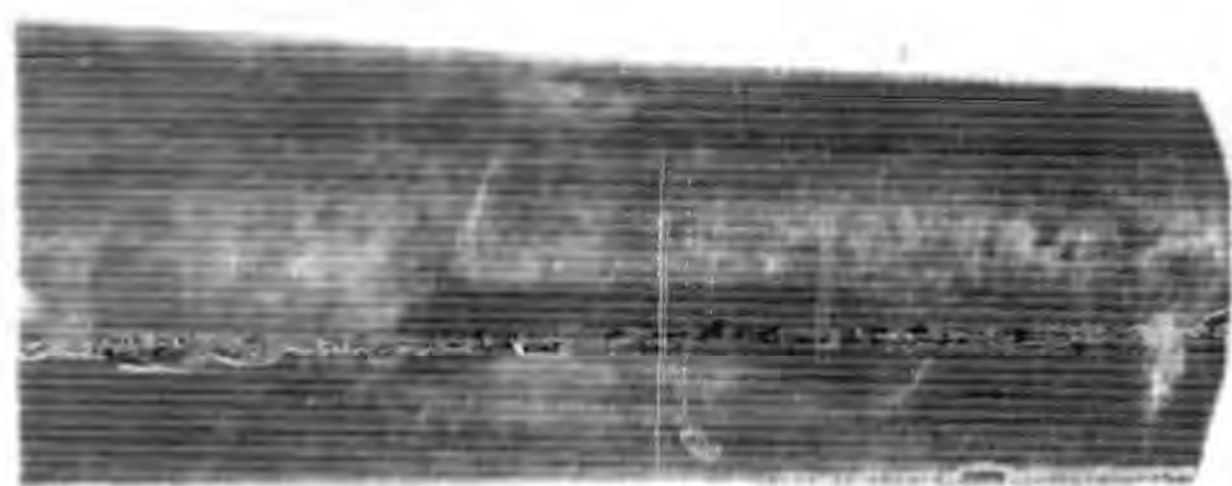
- a. 潮濕法中所用之煤質，其合成比較均勻，便於檢查小件。
- b. 用潮濕法可於同時將機件各面傷痕或鱗裂查出。
- c. 配合煤質(糊狀混懸體)時，所用之油料，必須具備下列各條件，缺一不可：
  1. 着火點應高，以策安全。
  2. 蒸發率應低。
  3. 無不良惡臭。
  4. 價格低廉。
- d. 潮濕法必須備有油桶及其他設備，不若乾燥法之輕便。在磁性檢驗法中，無論採用乾燥法或潮濕法，在檢查之前，必須將污垢、油蹟、漆紋、銅皮垢、炭沉積等去淨拭乾，方可開始着手檢查。

### 四 磁性檢驗機在鐵路上之應用

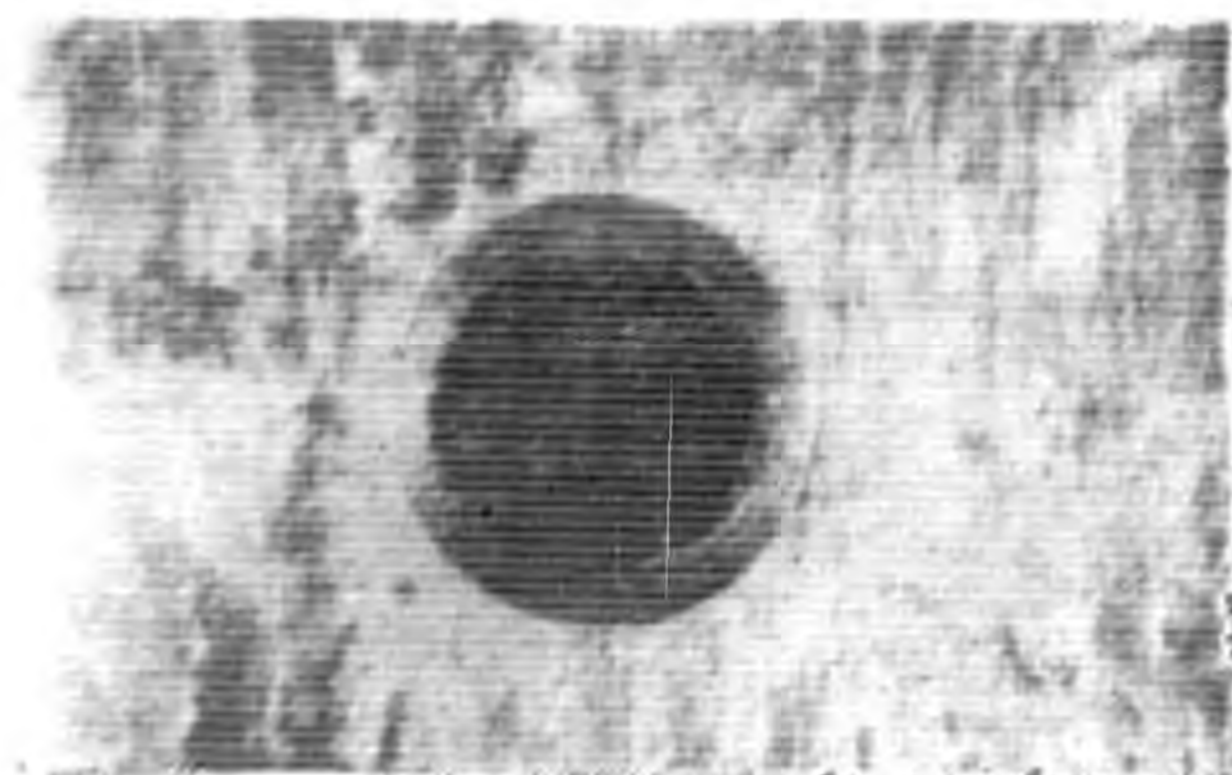
美國 Denver & Rio Grande Western 鐵路公司最先採用磁性檢驗法檢查機車各部份機件，自1937年6月至1938年1月共檢查機車零件達5,481件之多，發現其中1,268件已有傷痕須加修理，或竟已不能再用。該路創導在先，成績卓著，嗣即爲全國各路所採用。凡機廠、車房及材料庫，均有是項設備，機車大修時，幾乎每件重要機件，必經一番仔細檢查，而特別受注意者爲偏心曲拐、十字頭、牽引拉桿、搖連桿、各種吊桿、插軸、車軸、動輪及導板架等，其他若鍋爐鉚釘頭或螺撐四週之裂紋，鍋板接縫處之蝕槽，十字頭汽缸及挽鈎等鑄



件內之砂眼等，亦可用磁性檢驗法試出(參閱第四圖至第八圖)。



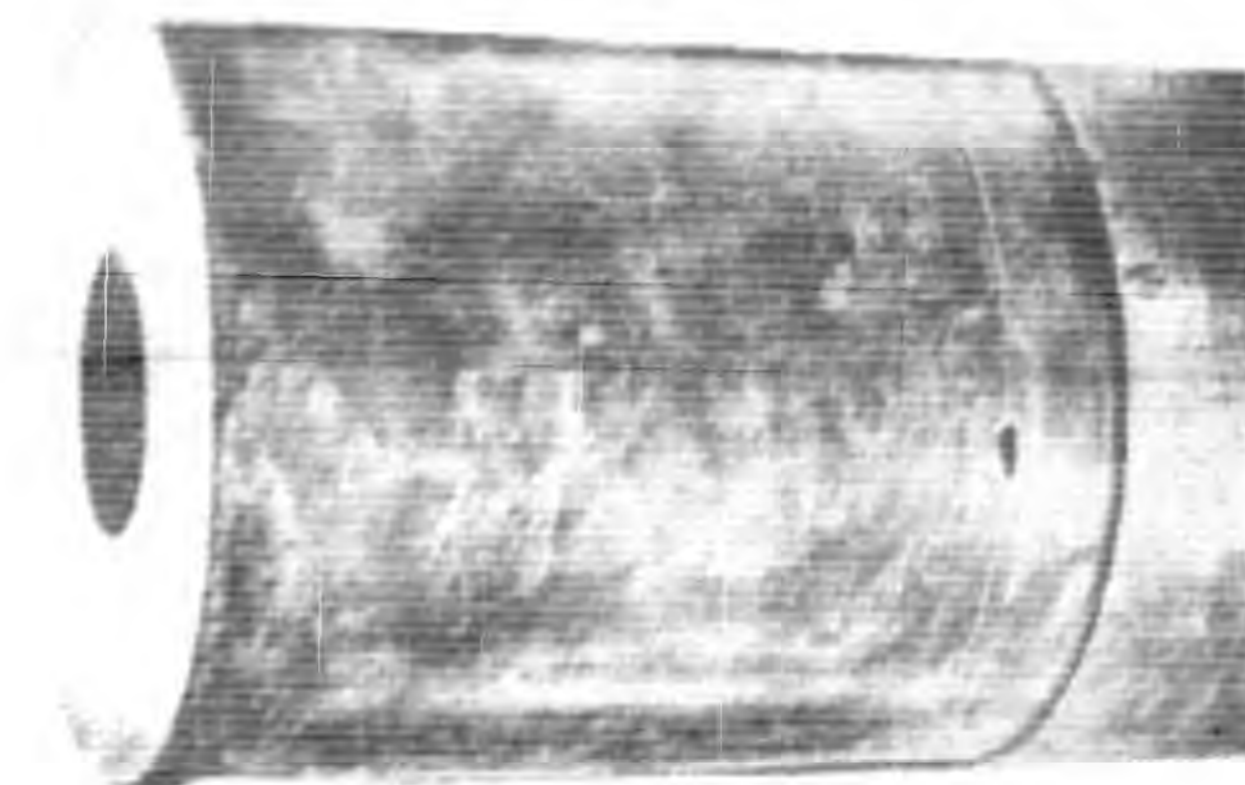
第四圖 搖桿上加油孔附近之裂紋



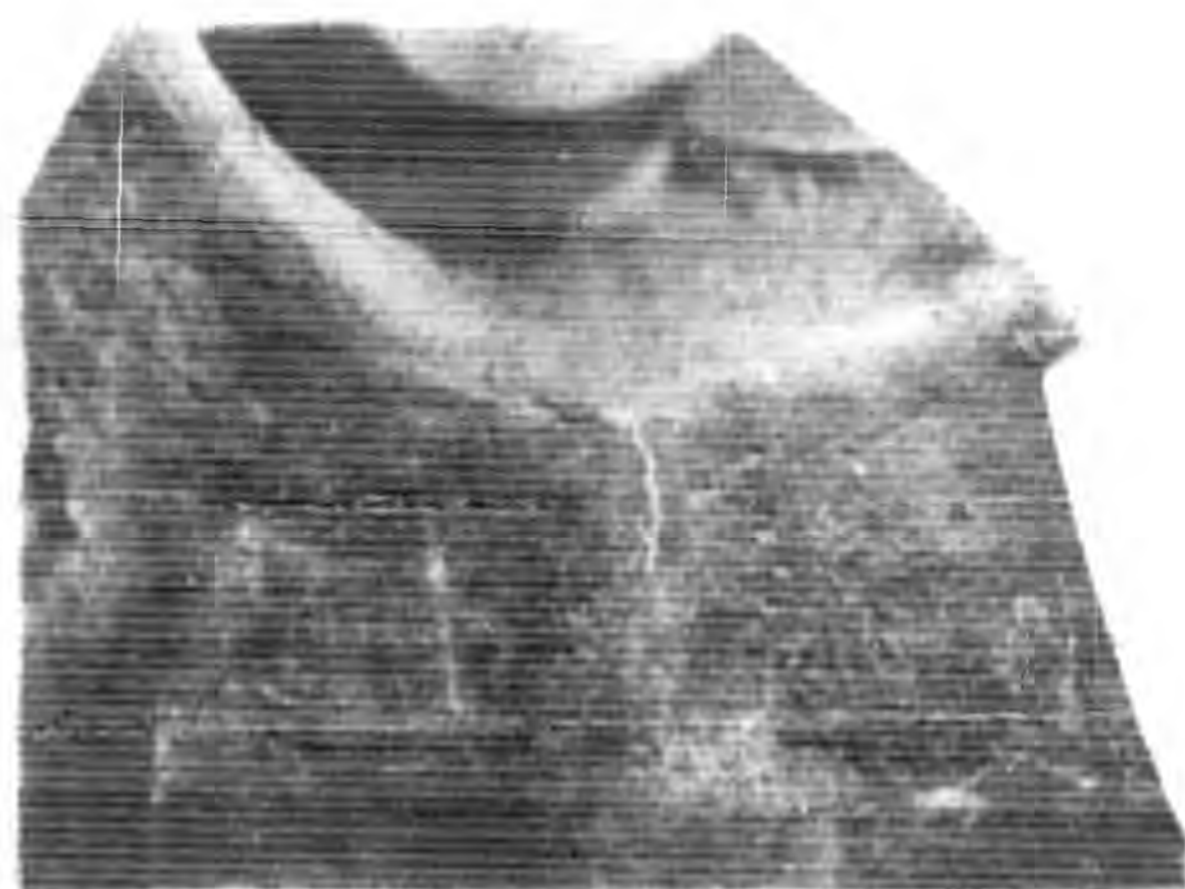
第五圖 汽閥桿插銷附近之裂紋



第六圖 爐板螺釘孔中裂開成層次形狀



第七圖 空心管子表面之裂紋



第八圖 十字頭鑄件上之裂紋

磁性檢驗法中，以磁性檢驗機為主體，其式樣頗多。機廠及車房所用者，大多為輕便型，既便搬移，又切實用。材料庫選購新料及檢查舊料，亦多採用之。此外工務方面，則有一種便於運轉之磁性檢驗車，檢查銲接鋼軌、轍尖、魚尾板等。茲將鐵路上最通用之各種磁性機之性能及應用方法分述於以下各節中。

## 五 輕便型磁性檢驗機

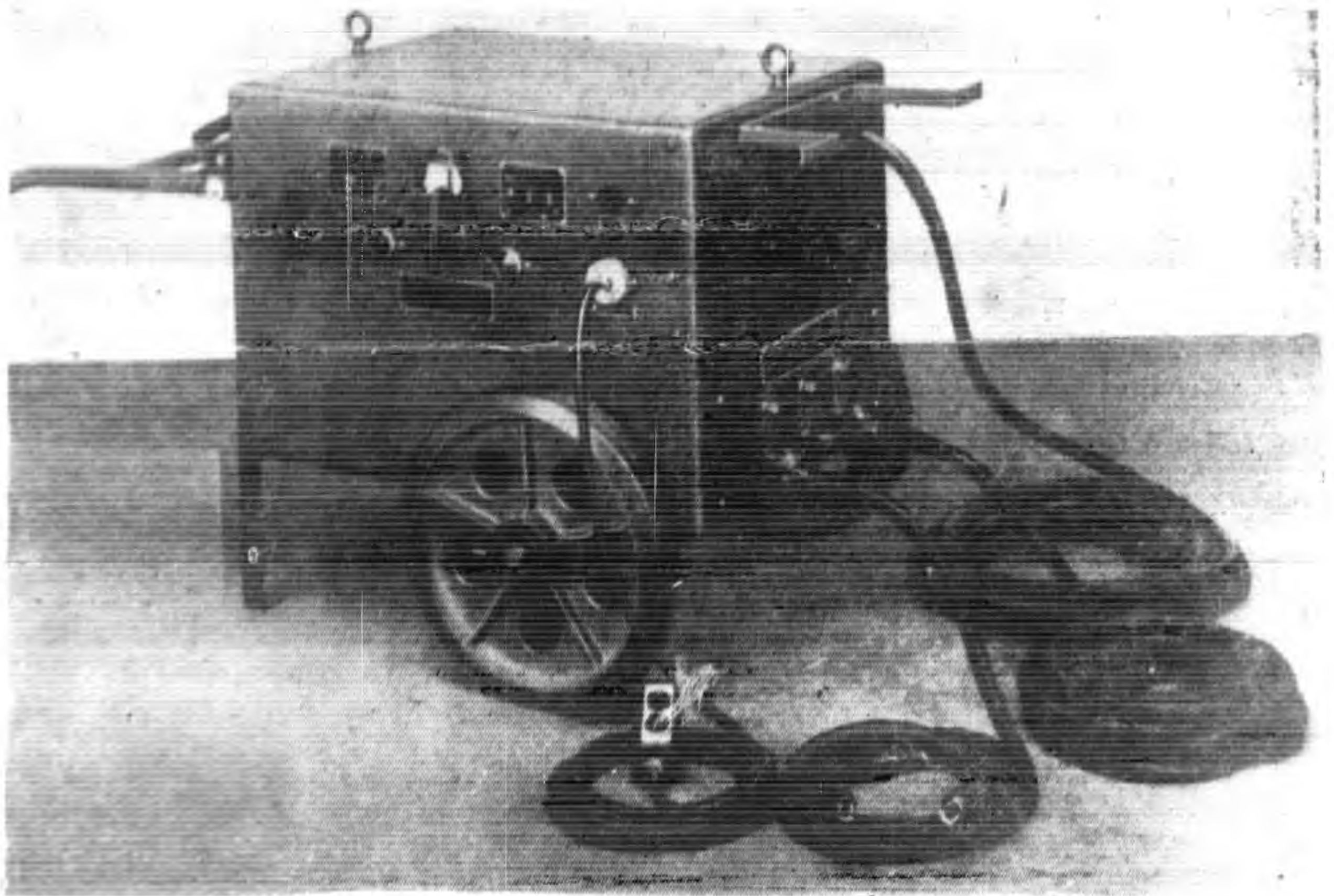
第九圖所示為輕便型檢驗機之一種，製造廠家定名為KT2.5式。此種檢驗機體積不大，價格較廉，甚適於機車廠、車輛廠及車房之採用，構架完全由鋼板銲接而成，並裝有手推挽柄及直徑16"之橡皮胎輪，全重不過485磅，多動極便。機面上裝有兩個眼圈螺絲，便於起吊，電流之最大輸出量為2,500安培，但在繼續使用時，平均輸出約為500安培，另有非0000棉紗包裹之電纜兩根，一長11'，一長20'，可當作退磁綫圈之用。輸入之電流或為60週期220弗打之單相交流電，或為50週期440弗打之單相交流電，此為其便利之點。

第十圖所示為K-3式輕便型磁性檢驗機，輸入電流為交流電，在20弗打電壓時，電流之最大輸出為3,000安培，直徑10"左右之機件，如車軸、搖連桿等，均可用K-3式檢驗其病疵。

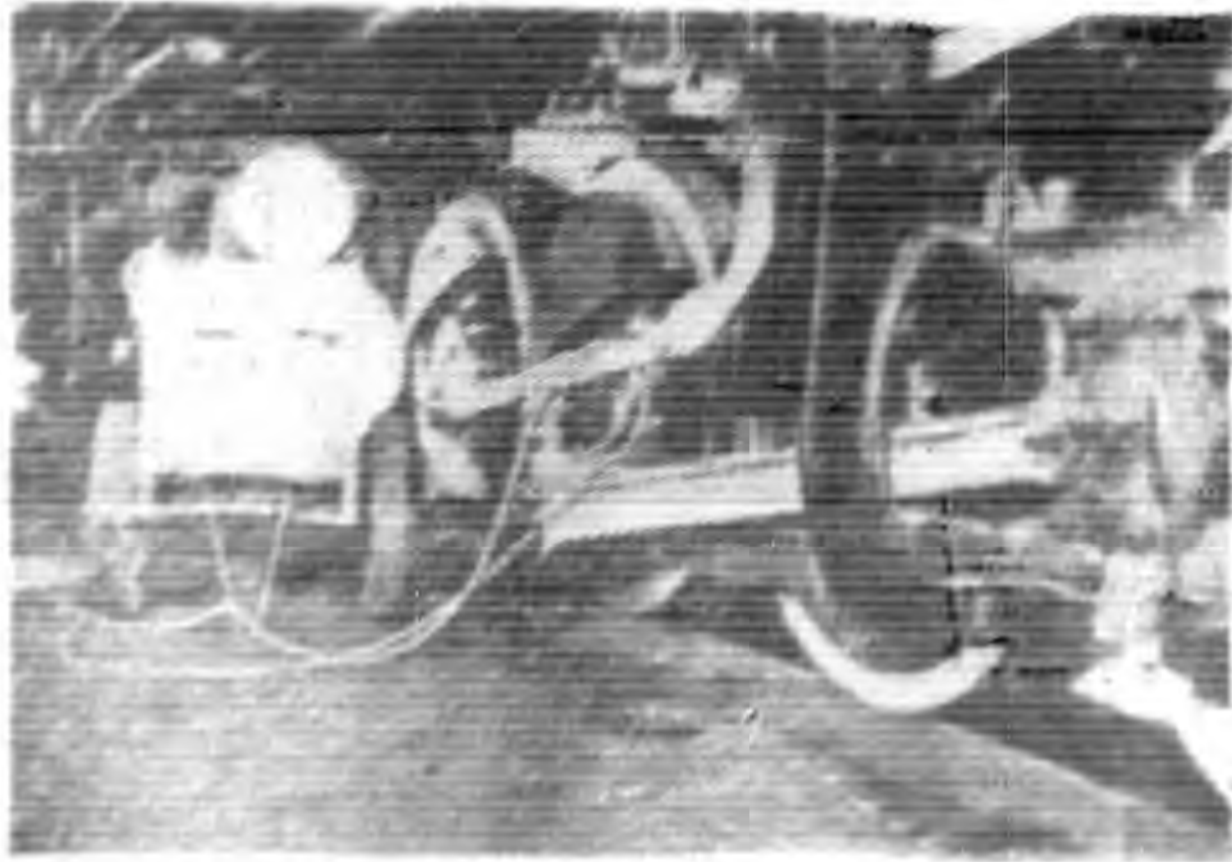
## 六 固定型磁性檢驗機

第十一圖所示為固定型HC-1025式磁性檢驗機，全體由堅固之鋼料製成，足可支持3,000磅之重軸，另有鋼架兩只，為停放受檢查桿件之用。機架上裝有尾架(Tailstock)一具，能在架面上移動，或用螺絲固定之。凡檢驗車軸等圓形機件時，



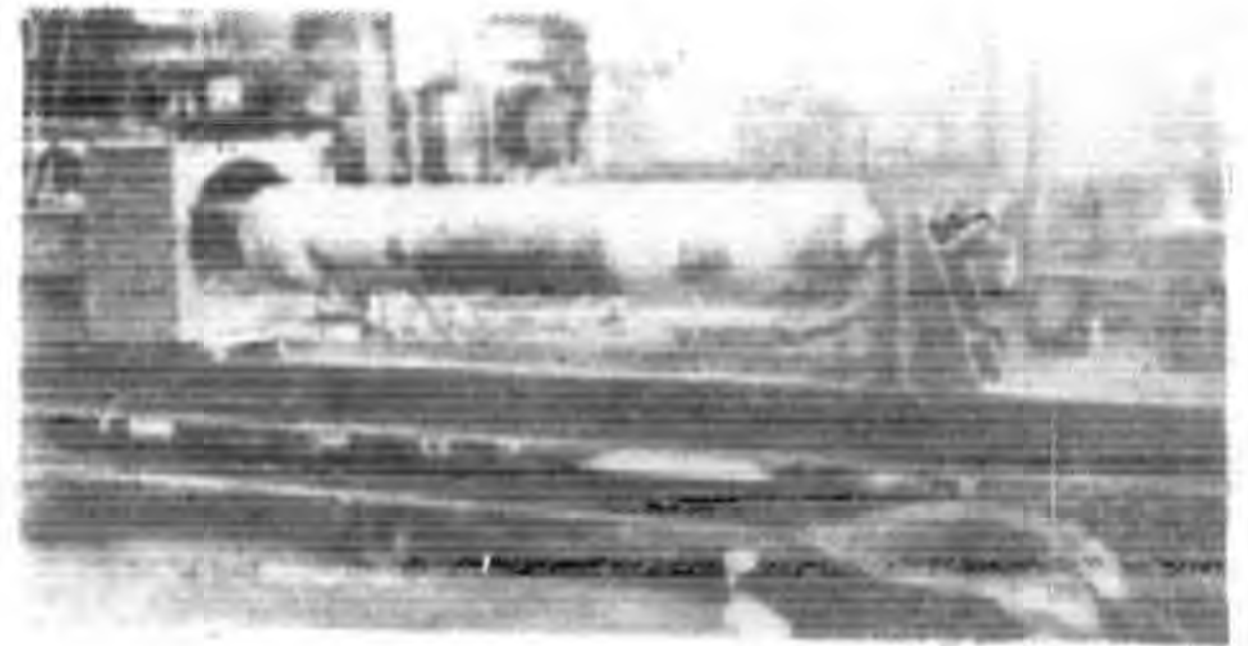


第九圖 KT 2.5 式輕便型磁性檢驗機



第十圖 用 K-3 或輕便型磁性檢驗機在車房內檢查偏心桿

可以尾架作支持一端之用。機架下面有一鋼皮製成之盤，檢驗機件時，漏落之媒質粉末聚於盤內，可再收集之，作次一回檢查之用。機架之他端，有一堅固木箱，箱下裝有滾筒，能在機面軌條上滾動，箱內有一固定綫圈，專備作檢查車軸之用。另有一輕便綫圈，則為檢查桿件及機車其他零件用。在未將欲檢查之機件放入綫圈箱中之前，若電壓為 20 弗打，則流過綫圈中之電流為 1,000 安培，但在檢查時，實際上僅有 300 至 400 安培，此種綫圈箱及輕便綫圈專為檢查機件上橫形裂紋 (Trans-



第十一圖 HC-1025 式磁性檢驗機檢查車軸之情形

verse Cracks) 之用。

電壓控制表，安培表及信號燈等均裝在一直立電板上，變壓器裝在電板下面，初級圈中電壓為 400 弗打時，其最大電流為 230 安培，此時次級圈之電壓若為 20 弗打，電流之最大輸出為 5,000 安培。檢查車軸上縱長，裂紋 (Longitudinal Cracks) 時，即用 5,000 安培之電流，以產生圈形磁場。控制磁場之方法甚為簡便，在機架前面下方，裝有一遙遠控制撥鈕開關 (Remote Control, Push-button Switch)，担任檢查之人員，按動撥鈕，即可增強或減退磁場。

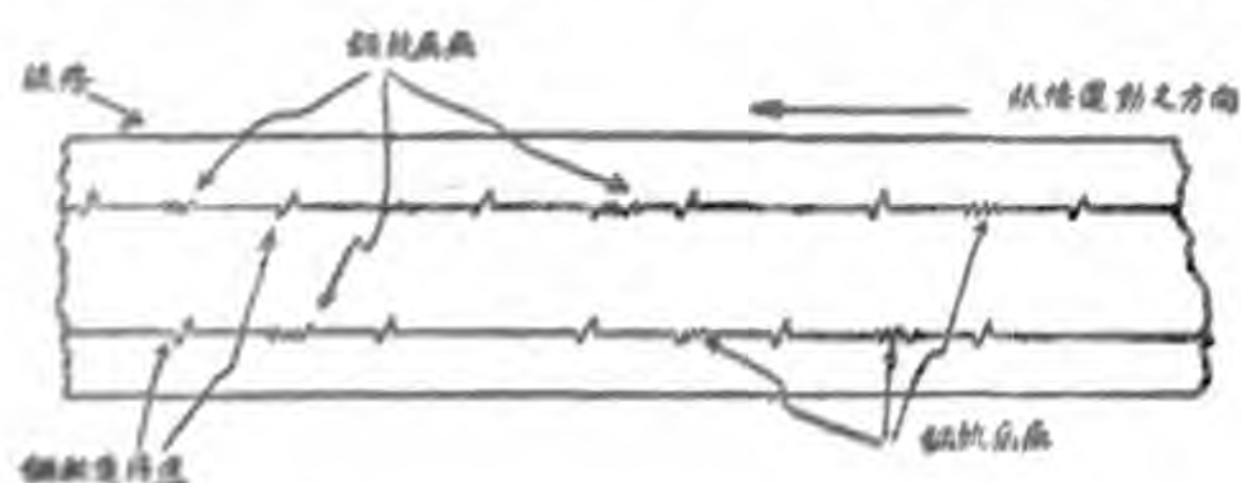
次級圈之電壓，可視需要情形，自 20 弗打，減



低至10、8、4、弗打等，但當次級圈電流超過1,000安培時，僅能將磁性開關作瞬息之關閉，否則因電流過大，發熱太多，易將線圈燒毀。

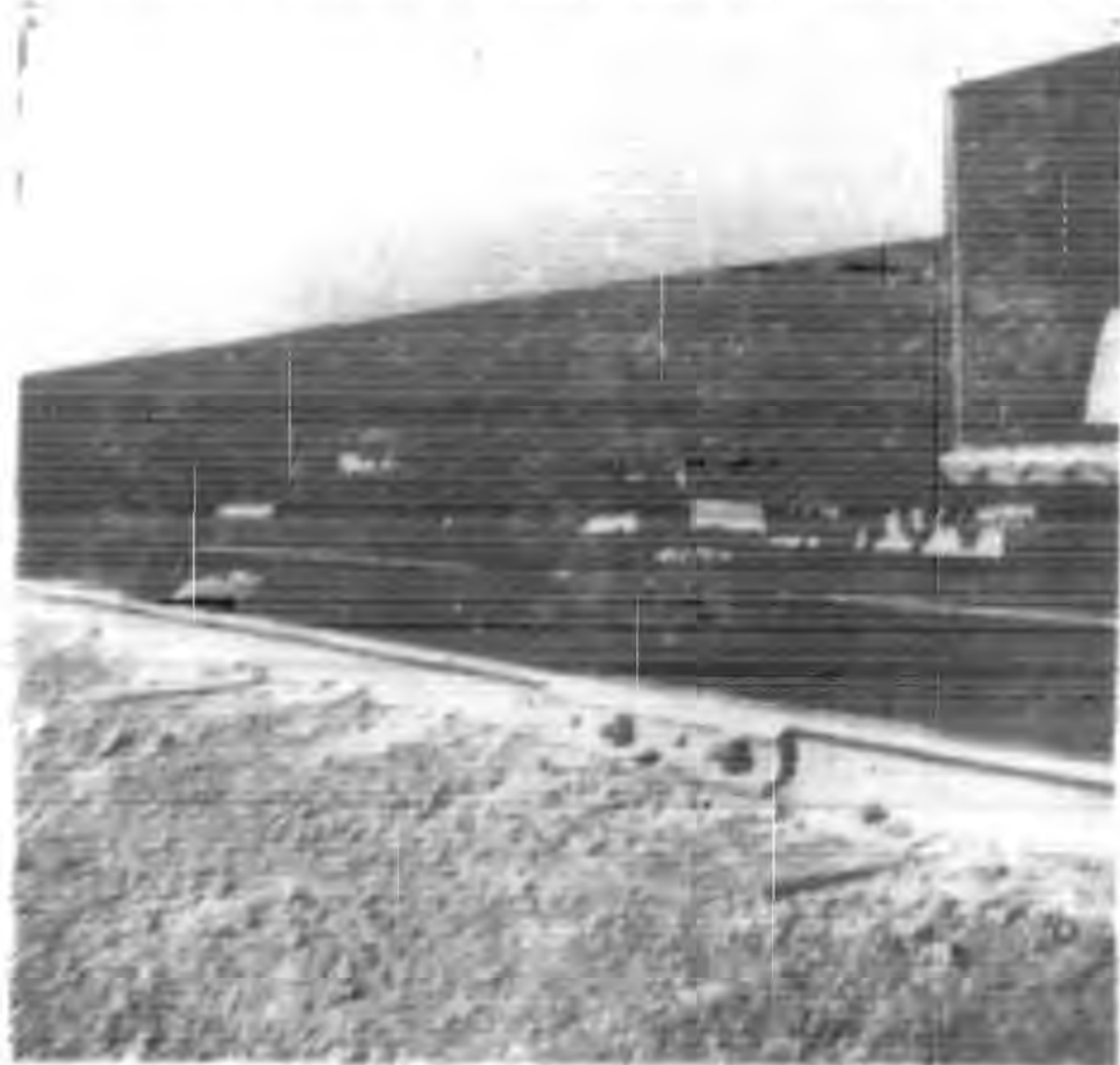
## 七 磁性軌道檢驗車

鋼軌上之裂紋，銲接軌條及輪尖等之病斑，可用一特備之磁性軌道檢驗車 (Rail Detecting Car) 以檢查之。檢驗車車架之下有三對接觸靴 (Pads)，前後排列，當車行駛時，接觸靴即在鋼軌上磨過。自前端計起，第一對稱磁化靴 (Magnetizing Pads)，能使鋼軌磁化；第二對稱測驗靴 (Detecting Pads)，設鋼軌上有裂紋等病斑，磁場即發生部份之變化，測驗靴經過時，即將磁場變化傳至紀錄器 (Recording Instrument)，其上有筆尖兩枚，筆尖下有溜動之紙條，紙條溜動之速度與車行之速度，成一定之比例，筆尖即在紙條上將鋼軌之病斑記出 (如第十二圖)；第三對稱退



第十二圖 溜動紙條上記錄病斑之情形

磁靴 (Demagnetizing Pads)，將鋼軌上之磁場完全除去。如此三對靴形之物，按照上述次序，接踵磨過鋼軌，立即能察知肉眼所不可見之裂紋或其他傷痕，即裂紋不在鋼軌面上，亦能測知之。第



第十三圖 檢驗車架下面靴形物裝置之實形

十三圖所示為靴形物之一，用彈簧吊在車架之下，測驗時將靴形物放下使與軌面相接觸即成。

有時因無檢驗車之設備，或在許多場合不能使用檢驗車，則另備有一種具有手柄之鋼軌檢驗器，其主要部份為愛而力科 (Alnico 即鎳鋁鐵之合金) 合金製成之磁石，將磁石接觸鋼軌，再將磁性煤質粉末，洒在鋼軌上，即可檢出病斑。

## 八 結 論

磁性檢驗法自在實驗室中研究始，以迄今日之廣為工業界所採用，其歷史不過短短十數年，已有顯著之成效表現。至於鐵路方面，在美國幾乎每一機廠、車房、材料廠及有關部份，皆備有磁性檢驗機，攷其最重要之功用，有下述三點：

(1) 預先檢查機客貨車之各種機件，設有不良之處，立即加以修理或更換，使機車車輛出廠後，不致因機件之損壞而減少在軌道上運轉期間，換言之，增加機車車輛在軌道上之運轉期間，立即增加鐵路上之營業收入。

(2) 許多機件及設備，在起始發生裂紋或其他不良跡象時，倘用磁性檢驗法察出，隨即加以磨光或補整，俾可繼續使用，以減少材料之消耗。

(3) 研究材料疲勞之原因及其所生之影響，從而研究補救之辦法，例如更改設計，製造技術及使用方法等。

## 鑲配匠用的白粉

普通國內工廠劃線用的白粉，都是熟石灰用水一拌，或者乾脆就是粉筆塗一塗，很容易脫落，露天更放不得，下面一種混合法比較好。

石灰	約一斗八升
食鹽	九升
石膏	1½磅
水膠	1磅
水	5加侖

石灰先用水拌過，用細篩過濾，除去砂粒，加熱使溫，將食鹽放入，膠先用水溶開倒入，再加熱至沸開為止，同時攪拌，冷卻後即可。(標)

——工廠拾零——



# 軌道視察車與鋼軌檢查車

馬秋官

這兩種車子是現代鐵路的養路利器，前者是視察軌道的灣度、超高、平度以及接頭過低等情形而用的，後者是檢查路上鋼軌內部有無破裂或其他損壞情形而用的。若要提高軌道的標準，增加行車的安全，這兩種車子實在是不可缺少的。現在把這兩種車子的構造和運用的方法略配於下，以供參考。

## 一 軌道觀察車

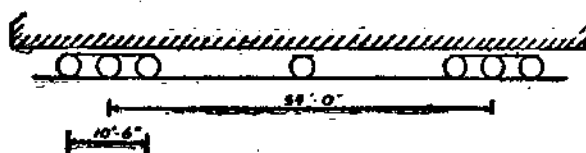
### (Roadway Inspection Car)

這種車子是專為視察軌道情形而製造的，能把軌道的灣度、超高、軌面平度以及接頭過低等情形自動記錄在紙上，畫成圖表，成為永久的記錄。

若要維持高度標準的軌道，軌面平直，灣道均勻，超高適度，接頭平順，祇靠用人去考核度量是不成功的。因為用人去度量，一則過為遲緩，不勝其煩；二則細微的地方，眼睛看不出來，而且一度量也不可能。所以有人發明了一種視察軌道的車子來做視察的工作。早年設計的，很是簡單，經過多次改良，方進步到現在的樣子。這種車子因各鐵路為視察本路軌道的，多半自行設計製造。在美國有這種車子的鐵路並不多，作者所敘述的是屬於 Chesapeake and Ohio Railway Company 在它自己的亨頓機廠 (Huntington Shops) 於 1939 年製造的，是現在在全美國這種車子當年最新式的，也是一輛普通客車所改造。車身前後為三部分，前一部分右面是甬道，左面是三間小房間，計休息室、計算室和繪圖室。中間一部分是記錄機，因為主要操縱輪在車子中間的緣故。兩旁是觀察窗，以一小角度探於車外幾英寸，觀察員就坐在這窗前視察沿路的標誌。兩端有存儲櫃，放補充用品和修理工具。中間是記錄台，是最重要的部分，一切軌道的情況，均用機械的連繫傳達到記錄台上，由自動記錄的筆畫成圖表。後一部分有階級式的座位六排，前高後低，預備隨車視察人員乘坐。車後是大玻璃門窗，和風景觀察車 (Observation

Car) 差不多。視察軌道時，這部車子是掛在列車的後面，所以軌道的情形從座位上看得很清楚。

車子的底盤和輪軸前後有兩個車輪架，中心相距 54 英尺，每車輪架有三根車軸。在這兩個車輪架的中間，另加一個單軸的車輪架詳如下圖。



這個中間的車輪非常重要，它對於前後兩車輪架向左右擺動，量出灣道的度數；上下運動，量出軌面平度 (Track Surface)；同時又可量出橫平 (Cross Level) 或超高度 (Superelevation)；帶動記錄紙捲的輪軸和速度計亦是連在這個車輪上。另外還有配載低接頭 (Low Joints) 的機件。所有這些機械的動作，都用機械的或是油類的水壓力 (Hydraulic Pressure)，間接傳達到記錄筆，而畫出各種圖表 (Graph)。

記錄用的紙是一捲薄白紙，略似印圖紙，寬 24 英寸。穿過許多滾子而到記錄台上。這捲記錄紙向前移動的速度和車行的速度成正比例。車行 100 英尺，紙移  $\frac{1}{2}$  英寸，即 1:4800。

自動記錄的筆一共 8 支，分述如下：

第一支筆記錄沿線標誌 (Landmark)，這支筆並非自動的，乃是觀察員用電鈕管理的。觀察員坐在觀察窗前，每看見一個標誌，如里程標、道班分界標、公路交叉、鐵路交叉、車站、橋樑 (大橋註起訖點)、公路過頂橋、道岔等，從窗前經過的時候，手撥電鈕，口報標誌的名稱，記錄員就用橡皮圖章印在那個標誌旁邊。標誌務求詳細，日後可以從這些標誌找出軌道缺點的地步。

第二支筆記錄時間，每 20 秒鐘筆偏一下，停留 2 秒鐘後再回原位置，有鐘錶司理動作。

第三支筆記錄距離，車行 100 英尺配一下，紙移

1/2英寸。這兩支筆(時間和距離)所記錄的圖表可求出任何時間內列車速率。

前三支筆用紅墨水，後五支筆用黑墨水。但是這五支筆的前面各有一支筆用紅墨水畫基線(Base Line)，以為度量的根據。

第四支筆記載軌面平度，即前中、後、三個車輪架引一水平線，凡中輪高或低於這水平線的，就是「軌面不平」(Out of Surface)。高或低的限度是1/4英寸，超過這個限度就算一個「劣點」(Demerit)。記錄台前有自動記數機，以統計某段內劣點的總數。車子後面在大玻璃窗的上面有鈴和黃燈，每有一劣點，則燈亮鈴响。另有紅燈，凡中輪高或低於1/4英寸以上，則紅燈亮鈴响，以警告視察的人員。圖表的比例尺是1:1，中輪高則筆偏左，中輪低則筆偏右。亦有例外時，在機車下軌的時候，筆離開基線而偏左；車子經過銳灣道的時候，筆亦離開基線而偏右。在評判的時候，這些地方不能算做劣點。

第五支筆記錄軌道橫平，即左右兩鋼軌彼此高度的差別。如車行直線上，兩軌同高，這支筆就和基線相合，實際上多少總有點不規則；車行灣道上，筆畫出來的圖表，與基線之間的距離就表示超高度。比例尺是1:4，左軌高筆向左，右軌高筆向右。有一具平衡儀(Gyroscope)管理這支筆的運動，車輪斜度和平衡儀之間的相對的運動就是橫平。平衡儀和筆槓桿連接很複雜，記錄台旁有小電動發電機(Motor-generator Set)；電動機用車上32伏打直流電，發電機再發出90伏打，週率200，三相的交流電，以轉動平衡儀。

第六支筆記錄軌道灣度。車子走過直線，這支筆就在基線上。灣道向左，筆向右；灣道向右，筆向左。在通常情形之下，灣角度數(Degree of Curve)與矢距(Mid-ordinate)成正比例。弦(Chord)長是恒數(54'-0")。比例尺0.22英寸等於英制一度。製有比例尺來量灣道的度數。但在速率高於每小時50英里的時候，這個圖表所示的常較實際為小，不過是可表示灣度的變化。又在半度以下的灣道亦比實際為小。

第七支筆記錄左軌低接頭。

第八支筆記錄右軌低接頭。

在後車輪架的三對輪子，中輪對於前後兩輪相連之直線之降落，即代表接頭過低。凡接頭低於

1/2英寸時，即算一劣點。記錄台前亦有自動記數機，車後亦有黃燈、紅燈和鈴，左右軌的鈴聲不同，以資區別。這個動作是用油管聯起，用油的壓力推動筆的槓桿。台上尚有兩個校正的柄，因為有時漏油，旋動手柄使筆常在基線上。車輪經過道岔的岔心時，亦有低落。所以這個圖表應當和第一支筆的道岔位置相對照，有道岔的地方不算劣點。

軌道橫平和灣道的圖表，一方面看它的正確與否，同時還得注意它的均勻程度(Smoothness)，而評定它的劣點數。

視察的結果，各道班所轄里程分別計算。每道班平均轄6英里，每項圖表的劣點亦分別計算。

$$\frac{\text{某道班總劣點數}}{\text{所轄里程}} = \text{每英里平均劣點數}$$

$$100 - \text{每英里平均劣點數} = \text{每英里優點數}$$

$$\text{每英里優點數} \times \text{百分數} = \text{比重平均分數}$$

各項比重平均分數的和數，就是該道班的分數。

各項的百分數如下：

評判分數	30 %
軌面平度	12.5 %
軌道橫平	20 %
軌道灣度	20 %
低接頭(左右軌合計)	17.5 %
共計	100 %

評判分數是隨車視察人員用眼睛和感覺判斷某段的優劣分數。隨車視察人員有鐵路公司總經理、總工程司、段長、段工程司、軌道視察和監工等人。後來覺得這種評判方法不可靠，也不公平，所以不用了。其他四項照比例計算。各段按照位置的重要性和運輸量的大小分為4組，每組分別比賽。得分高的段，軌道稽查和監工都有獎金。該路每年視察軌道3次，大約在2月、5月和10月間。1945年10月視察的一次，比較1944年10月的分數為低。原因有二：一則因1945年改線工程多，佔去養路工人不少；二則因戰時工人缺乏，不易維持以前的標準。其中有一段，分數不比別段高，但比他去年的分數為高。大家都退步而獨他進步，所以亦得獎。

工作的時候，記錄員和助手是常在記錄台前的；觀察員則多由段派，因為對於路線情形熟悉一點；另外兩人在繪圖室找出圖表上的缺點；一人在

計算室用電計算機計算分數，因為數字很多，不用計算機是算不過來的。有時記錄員、繪圖員和計算員交換工作，藉以鬆鬆腦筋。記錄的圖表，也晒成藍圖發給各段，以作下期養路工作的參攷。

視察軌道的時候，每經過養護較差的一段，車子後節紅黃燈常亮，鈴聲亂响。這時管那一段的軌道稽查和監工臉上都很難以為情，所以這種辦法可以鼓勵養路人員努力工作。

我國有20000多公里鐵路，至少也應當有一輛軌道視察車，排定日程，輪流供給各路視察軌道。此種辦法既省人力，且容易提高養路標準。如果添設，以向美國製造過的機廠定製為宜，因為我們自己發明自己設計，實在多費力氣。況平衡儀的構造複雜，更非短期內所能製造得了。祇要我們供給單位和所需的標準定製，好在所需不多，價格稍貴亦無關係。

## 二 鋼軌檢查車 (Rail Detector Car)

這種車子是專為檢查鋼軌內部有無斷裂內傷和其他損壞情形而用的。是司培萊博士所發明的。司培萊博士因為發明了這種車子，可以檢查出眼睛不能看見的鋼軌斷裂，因而避免列車出軌而致生命財產的損失，政府和學術團體贈與多種獎章，以記其功。他組織了一個司培萊鋼軌服務社 (Sperry Rail Service)，共有鋼軌檢查車19輛，輪流供給美國、加拿和墨西哥各鐵路作檢查鋼軌之用。

鐵路如果將要檢查鋼軌，須先期通知服務社，由社排定檢查日程。一方面使車子能儘量利用，少走不工作的里程，同時按照各鐵路棧情況和彼此地位作一個通盤籌劃。鐵路按照兩種標準付給服務社款項，其一是試軌時間，其二是其他時間，茲分述如下：

- (1) 試軌——以里程計算，每英里 9 元。
- (2) 出車和收車 (Tie Up)——車從宿站開出到起始試軌地點的時間，和從工作終了地點開到宿站的時間。
- (3) 空車 (Run Light)——如遇新舖軌或其他情形，不需要檢查鋼軌的時候，空車駛過的時間。
- (4) 避車 (Traffic)——駛入岔道，以避列車

經過的時間。

後三種時間相加以小時計，每小時給價 15 元。這兩項款項的總數，就是鐵路應付給司培萊鋼軌服務社的費用。星期假日不檢查鋼軌時亦不給價。

試軌時由服務社供給車輛設備和以下人員：

檢查長	1 人
檢查員	2 人
助手	1 人
廚夫	1 人

鐵路應派以下人員：

工務處所派工程司	1 人
工務段所派工程司	1 人
司機	1 人

(領道路上行駛。因為各路號誌和路上情形不大相同，所以需要一個司機來領導，好像船舶進港口需要領港一樣)。

有時亦派列車長，號誌養護員和軌道稽查來指導工作。

軌道視察車(前節所述)是掛在快車後面以視察軌道，速度可高至每小時 90 英里。而鋼軌檢查車則是自己發動，單獨工作。檢查鋼軌時的速率是每小時 9 英里，雖則它行駛的速度可高至 50 英里。檢查鋼軌時須特為排定行車時刻，並且須受各段調車人員的命令，以避開列車、工程車、搖車或其他在軌道上行駛的車輛。車子的最前部是發動機及駕駛員室。發動機是由汽油發動的發電機，所發電壓可高至 700 伏打，但平常檢查鋼軌時祇用 340 至 400 伏打即足。電壓是隨着行駛速度而變更的，速度高則電壓亦高。駕駛員室的後面依次序是廚房、餐室、休息室和臥室，餐室預備 4 個人用飯的座位，在試軌時輪流交換用飯。臥室有 4 個上下床舖和衣櫃。再後面是浴室廁所和機器室。機器室最大，內有工作台、工具櫥、油漆筒、滅火機等；中間有電動發電機 (Motor-generator Set.)，即用車首所發的電流變成低壓直流電，電壓僅 1 伏打，但電流可至 5,000 安培，檢查鋼軌時用 3,000 至 3,800 即足，這電流就是檢查鋼軌用的。車子最後一部分是工作室，向車後開的有觀察窗，可以觀察軌道的情形。窗前有記錄台，和前章所述的差不多，但較狹窄。記錄的紙寬 6 英寸，向前移動的速度和車行速度的比例是 1:150，即車行 100 英尺，紙移動 8 英

寸。記錄的筆共有 9 枝，都是用虹吸作用引墨水劃在紙上的，因為這 9 枝筆距離近，所以可合用一個長的墨水槽。前章所述的記錄筆因彼此距離遠，且有兩支筆的動作範圍大，所以每枝筆都是用各別注墨水的設備。中間一支筆是記錄時間的，每 5 秒鐘劃一記號。左 4 支筆記左軌，右 4 支筆記右軌。靠記錄時間筆的兩支是表示過低電流 (Low Current Indication)，其他 6 支筆則表示鋼軌內破裂情形。外面一支筆表示鋼軌面小凹或小裂，第二支筆表示中等裂縫，第三支筆表示大裂。然每逢鋼軌接頭處，這三支筆亦動，但是可以看得出來。車子下面在輪子前後各有 3 付偵查單位 (Searching Units)，利用低壓電流通過鋼軌，又利用電磁力，使檢查機件靈敏化。每遇鋼軌斷裂的地方，電阻增加，使記錄台上的筆移動，每遇兩支筆或三支筆動，有白油漆自動射於軌上斷裂處，所以很容易找出來。凡遇鋼軌斷裂，必停車在該處重試一次，如果沒有錯誤就下車用手試法 (Hand Test) 來決定是屬於何類的破裂。手試法是如下所記：車後有一電鐵條，以壓縮空氣壓在鋼軌上，另有一電磁鐵，放在距此 5—6 尺遠的鋼軌上，而使裂處居這兩兩塊鐵之間，另外有一輕便電鐵條，手拿這鐵條往復在裂處移動，看一個電表指針擺動的情形，就可以知道破裂在何處而屬於何類的。試軌的時候車子常是開、停和後退，很少見在 1 英里之內繼續前進的。進退由記錄員以電鈴信號通知司機。

該服務社在 1944 年一年中，所檢查之軌道 160,000 英里，所發現之破裂鋼軌，超過 100,000 根，其詳細分類如下：

名稱	數量	百分比
(1) 橫斷裂 (Transverse Fracture)	38,128	37%
(2) 複斷裂 (Compound Fracture)	13,056	13%
(3) 機車磨傷裂 (Engine Burn Fracture)	7,692	7%
(4) 軌首平裂 (Horizontal Split Head)	13,503	13%
(5) 軌首縱裂 (Vertical Split Head)	29,136	28%
(6) 其他 (Miscellaneous)	2,197	2%
總計	103,712	100%

其中最危險的是橫斷裂及複斷裂，因為它不

易為目光察覺，並且往往會突然中斷，而致列車出軌。又這種斷裂按佔軌首面積的百分數分作大、中、小三種：

小斷裂	不及 20%
中斷裂	21% 至 40%
大斷裂	41% 以上

斷裂多半因鋼料的疲乏應力 (Fatigue Stress)，由小裂漸漸發展成中裂和大裂，鋼軌檢查越勤的，中裂、大裂越少，因為小裂尚未發展到中，大裂即被檢查出來更換了。以下是 1944 年檢查鋼軌，按每年檢查次數而發現的大、中、小斷裂的百分比：

每年檢查次數	小裂	中裂	大裂
一次	55%	27%	18%
兩次	71%	21%	8%
三次至六次	88%	9%	3%

該服務社自 1930 年至 1944 年檢查出斷裂之鋼軌，大裂、中裂亦漸減少，雖則車輛軸重，運輸密度和列車速度都有增加，原因是逐年檢查，有大裂、中裂的鋼軌已經更換過，茲將每年檢查出大、中、小裂百分數列下：

年份	小裂	中裂	大裂
1930	21%	34%	45%
1931	43%	34%	23%
1932	47%	27%	26%
1933	47%	30%	23%
1934	56%	28%	16%
1935	54%	28%	18%
1936	56%	26%	18%
1937	61%	23%	16%
1938	64%	19%	17%
1939	66%	16%	18%
1940	63%	19%	18%
1941	67%	19%	14%
1942	68%	19%	13%
1943	68%	21%	11%
1944	72%	20%	8%

由此可見該服務社的成績和檢查鋼軌的重要。

司培萊鋼軌服務社對於鋼軌檢查車有專利權，聞亦可向美國鐵路協會 (Association of American Railroads) 申請仿造此項檢查車。然而各路因為維持一輛車和檢查人員不甚經濟，所以多

半是向服務社租用。我國鐵路如欲用這種車子檢查鋼軌，可由交通部向該服務社接洽，派遣車輛和人員來華的辦法。該服務社前曾派遣車輛和人員赴法國檢查鋼軌，我國亦可援例。先試辦一年，以後再看情形和需要，決定繼續租用或是申請仿造自行管理的辦法。

#### 附記——鋼軌斷裂的分類和說明

甲，斷裂鋼軌——斷裂的平面和鋼軌垂直，是較嚴重的斷裂，可分為四類：

(一)橫斷裂(Transverse Fissures)：多在軌首部分，其起因是鋼料內部缺點，由一小核(Nucleus)。在車輪不斷捶擊之下，漸漸擴大，而致斷裂。這種斷裂除非達到表面，不易察覺。到達表面的時候，常常有一細紋發現在鋼軌發亮的一邊，或在軌首旁邊，或在首腰交界處。而在這細紋的下面，有一縷銹痕。因為水進裂處而致鐵銹由紋下流出。一有發現這種裂紋，立刻須更換，因為含有橫斷裂的鋼軌，往往不止一處斷裂。

(二)複斷裂(Compound Fissures)：是橫斷裂和軌首平裂的組合，多半由平裂紋漸漸發展，轉向上方或下方，成為橫裂，然後達到軌面而致破裂。通常情形橫裂紋先達到軌首的旁邊，也有銹紋。發現這樣的鋼軌也應當立即更換，它和橫斷裂一樣的危險。

(三)由表面缺點所發展的斷裂：

(a)機車磨傷裂(Engine Burn Fractures)：機車有時下開太猛，輪軌磨擦發生高熱，並在重車軸壓力下，軌面遂致磨傷。從這地方漸漸擴大成為平裂或橫裂，與前述二種相同的斷裂。這樣的斷裂常在機車磨傷的部分或附近有一裂紋。

(b)其他表面缺點斷裂，如道釘錘傷痕和其他表面缺點所發展的裂紋。

(四)突然斷裂(Sudden Rupture)：是破裂以前並無任何缺點，也找不出任何跡象而突然橫斷或者斜斷的。

乙，缺點鋼軌——縱裂或其他缺點，影響不如斷裂鋼軌的嚴重，可分為12類：

(一)軌首展開(Flowed Head)：是鋼軌頂部的鋼向旁展開，原因是鋼質過軟。這種缺點本身並不嚴重，但是必須時常注意可能發展成其他的斷

裂。

(二)軌首壓低(Crushed Head)：是鋼軌頂部幾英寸的下陷，但是並無裂縫出現，原因是該部分鋼質過軟，經過重車軸多次經過而致下陷。這種缺點的鋼軌因為表面不平，發現後亦應當換過。

(三)軌首縱裂(Vertical Split Head)：是軌首中間有一縱裂，由數英寸至數英尺，原因是鋼料不良或含有雜質，以致中裂。有這種缺點的鋼軌，其首腰相接處的內灣(Fillet)處有一銹痕或裂縫，或軌頂微陷，或軌頂有一縱暗痕，或鋼軌內沿下陷等現象。發現這種裂痕的鋼軌，亦須立刻更換。

另外有一種脫落(Slivers)，是軌面一薄條鋼片從本身分離，顏色變暗，很像軌首縱裂，但是軌首不陷或不變寬。脫落的鋼軌並不嚴重，但是須注意其他的缺點。

(四)軌首平裂(Horizontal Split Head)：是軌首中間有一平裂，原因或許是鋼料不佳，或原有裂縫。如果鋼軌沒有傾斜(Cant)，往往先在內面露出；鋼軌有傾斜，往往先在外面露出。在裂紋增大以後內外皆現，軌首部分漸變成壓扁狀態。這種裂縫或能發展成複斷裂，所以也很危險，發現後立須更換。

(五)殼狀裂縫(Shelly Rail)：是上述平裂中較小的，往往在鋼軌內面軌首發現薄片裂開。這種裂縫在面上看得出來，也現暗色痕跡。它本身是不危險的，但必須注意其他的發展。

(六)軌腰裂(Split Web)：是軌腰平的或橫的裂紋，常常發現在兩端螺栓孔處，軌條中間有時亦有，它的起因很多，或許是鋼質不良，或許從鋼軌傷痕發展的，如用錘猛擊鋼軌以校正位置，或在軌腰燒一孔等等。這種裂紋多半是平的，發展成橫裂到軌首和軌底，而致鋼軌斷裂，發現後亦立須更換。

(七)軌首與軌腰分離(Head and Web Separation)：多發現於公路交叉處，因為土石常常蓋在軌面上，而且不易觀察。原因是鋼質不佳，起初是在軌首與軌腰中間一道平裂，逐漸擴大，而致軌腰與軌底折斷。發現後亦須立刻更換。

(八)軌腰成管狀(Piped Rail)：和軌首縱裂差不多，不過後者是裂紋在軌首，前者裂縫在軌腰。原因是軋製的時候中間的縫隙沒有焊合，或含

有煉鋼的渣滓(Slag)在內，或有空氣在內，都能發展成管狀縱裂。此種裂縫多半光滑，而軌首縱裂則現鋼料折斷的粗糙面。發現後亦須更換。

(九)軌底破裂(Broken Base):是軌底的裂紋，往往順軌條方向伸展，而趨破裂。原因是枕木墊板放錯方向，傾斜相反，而致軌底一邊吃力太大，或鋼軌誤放在墊板的肩上而壓裂的。

(十)傷軌(Damaged Rail):是因爲破裂車輪的經過，道釘錘的傷痕，以及列車出軌時所軋的傷痕。普通說起來，在軌腰和軌底的傷痕比軌首的傷痕較爲嚴重。傷軌應該時常注意它的發展。

(十一)軌條扭曲(Kinked Rail):是軌首向軌道中心扭轉，並且以相等的距離出現。該距離即是機車推進輪的周圍或其倍數。原因是不平衡的推進輪連續捶擊而成，這種鋼軌雖然沒有大危險，但是使軌道粗糙。

(十二)軌面現被波狀(Corrugated Rail):亦使軌面不平，起因是鋼料硬度不勻，在多次車輪壓過後成爲波紋狀。

## 英國 Southern Railway 行車誤點記錄

英國 Southern 鐵路客車誤點，已甚進步，照 1946年1月至5月之紀錄，每天各客列車誤點時間，平均數如下(以分計):

	一月	二月	三月	四月	五月
蒸汽車	5.85	3.77	2.99	1.89	1.60
電氣車	4.04	2.42	2.30	1.45	1.23

最優之紀錄爲5月16日，平均誤點爲0.88分而已。此項紀錄已屬十分滿意，該鐵路早晨列車，大都供職員上班之用，其誤點平均數恒在半分鐘以下。最佳紀錄爲4月27日，平均誤點12秒。是項紀錄，係指上午7時起至10時之列車而言，至於貨運列車之誤點紀錄則如下:

一月	二月	三月	四月	五月
22.3	19	17.8	12.5	11.3

(上接第6頁)

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{326.7}{312} = 1.04 \text{ 即增加 } 4\%$$

若改用16號道岔則

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{339}{312} = 1.08 \text{ 即增加 } 8\%$$

因速度提高可以增加之列車數爲46%(第3節)，若列車載重不變，則運輸量之比各爲:

$$\frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right) 1.46 = 1.52 \text{ 及 } 1.58$$

即增加52或58%

若維持原來用煤量，則運輸量之比各爲:

$$\frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right) 1.18 = 1.23 \text{ 及 } 1.28$$

即增加23或28%

## 六 結 論

(A)現在京滬線每日行駛之列車數目爲36，根據第5節，若速度提高至100公里/時，改用12號道岔，並維持現在平均在途時間，則每日可行駛之列車數目爲(36×1.52)=55。若改用16號道岔，則爲57。故軌道改進，及速度提至100公里/時以後，京滬線即可每日行駛客列車17對及貨列車11對。若號誌有所改進，則平均在途時間更可減少。就業務改良良言，自應加以採用，但非絕對需要。

(B)設增駛列車以後，客列車中有4次之在途時間爲4½小時。除去停蘇州、無錫、常州、及鎮江四大站，約需延誤20分，則最小行駛時間， $t_0$ ，爲4時10分。若在途時間， $T_m$ ，仍爲13.2時，則因

$$T_m = t_0 + \frac{\sqrt{\pi}}{2h}$$

$$\text{故 } h = \frac{\sqrt{\pi}}{2(T_m - t_0)} = \frac{\sqrt{\pi}}{2(13.2 - 4.17)} = 0.098$$

而列車小時圖之曲線爲

$$y = Ne^{-h^2 t^2}$$

今  $N=56$ ,  $h=0.098$  故

$$y = 56e^{-0.0098t^2}$$

此曲線繪於第七圖，顯示各列車在途時間之分佈。最慢一列貨車之在途時間爲23時30分。

(8)參閱拙著「京滬線採用10號12號及16號道岔之比較」京滬週刊第一卷第七期36年2月23日。

# 鑄鋼概說

劉近義

## 一 鑄鋼之略史

鑄鋼係於 1851 年為德國 Westphalia 城 Bochum 鋼廠工程師 Jacob Mayer 所發現。其後在萬國博覽會中，曾陳列教堂鐘，係用鋼鑄，鳴聲清悅，價僅銅鐘之半，始漸為人注意。

1861 年美國 Buffalo 鋼廠開始用坩堝鑄鋼。不久平爐，白塞爐起而代之。其時所出成品，多係鐵路用具如路叉、車輪、橋樑構架等。迨 1906 年 Crucible 鋼廠始用弧熱式電爐鑄鋼。1913 年更由該公司創用感應式電爐，鋼之成品益見精良，合金鑄鋼之使用遂遍及各種工業矣。

範鑄方面模砂初用泥漿、焦炭末、膠水與火泥混研而成，繼則採用石英砂 摻以各種 結合劑 (Binders)，稱之曰合成砂 (Synthetic-bonded Sand)。其後 J.G. Mc Roberts 創用濕模法 (Green Sand Mold)。1889 年 Hainsworth 發明模砂機 (Molding Machine)。1900 年 Logan 公司採用噴砂清理法 (Sand Blasting)。1898 年美國鑄鋼公司 (American Steel Foundry Co.) 及 Watertown 兵工廠即已用離心式鑄鋼法 (Centrifugal Casting) 製車輪砲筒等。

## 二 鑄鋼與鐵路之關係

鑄鋼工業之興起，由於鐵路用具之需要，已如上述。但鐵路之大量採用鑄鋼配件，則始於自動機鈎與氣軛之發明。當時所產鑄鋼幾為鐵路所獨佔。其後各種工業勃興，鑄鋼產量激增，而鐵路所佔之成分漸減。然據 1943 年統計，美國年產 1,250,000 噸鑄鋼中，鐵路成品佔 30% 仍居各項工業之首位。即以機客貨車配件論，從前除車架、輪心、機鈎早為鑄鋼外，餘如汽缸、轉軸、十字頭、枕梁、轉向架、煤水車架等，多為鑄鐵或扁槽鐵鑄接而成，今則均為鑄鋼所代。尤以最近汽缸合鑄之車架 (Integral Steel Casting Cylinder & Locomotive Bed) 及整體邊架 (Integral Side Frame) 之引

用，對於修理拆裝方面省工至鉅，美國鐵路界競相採用之，且納為標準之設計焉。

## 三 鑄鋼與鑄鐵及鍛鋼之比較

鑄鋼之性質與鑄鐵之比較，其優點為：

- (1) 抗張力 (Tensile Strength) 大，同樣成品之重量因而減輕。
- (2) 延性 (Durability) 高。
- (3) 衝擊抵抗力 (Impact Strength) 強，無脆裂之弊。
- (4) 易電銲補接。
- (5) 不易變形。
- (6) 能耐高溫及高壓。

與鍛鋼之比較為：

- (1) 不需機械加工，成本銳減。
- (2) 凡成品之設計複雜，非鍛鋼所能勝任者，鑄鋼優為之，且具同樣之強度。

然鑄鋼亦不無缺點，即：

(1) 因需極富流動性之鋼液，精確之化學成分，而排氣工作 (Degasification) 亦應較鍛鋼為完全，故煉鋼及熱處理方面須極注意，非若鍛鋼尚可在機械加工時彌補其成分之不均也。

(2) 因鋼液凝固時體積縮減至巨，且抗張力及延性亦在此時為低，鋼液之流動性 (Fluidity) 又較鐵液為弱，故設計、製型、鑄模工作較鑄鐵為困難。

(3) 因鋼液之溫度較鐵高多，故模砂之配製、清理亦非若鑄鐵之簡單。

綜上觀之，鑄鋼之優點甚多，應用日廣，在複雜結構之成品方面，實有漸趨淘汰鑄鐵及鍛鋼成品之傾向。其主要之癥結即在製造手續上之困難，若能在此方面加以研究改進，其他當可迎刃而解也。

## 四 鑄鋼之製造手續

鑄鋼製造手續，可分下列 10 個步驟：



- (I) 設計(Design)
- (II) 製型(Pattern Making)
- (III) 鍊鋼(Steel Making)
- (IV) 配砂(Sand Preparation)
- (V) 製模(Molding & Core Making)
- (VI) 澆鑄(Tapping & Pouring)
- (VII) 清理(Cleaning & Finishing)
- (VIII) 銲補(Welding)
- (IX) 熱處理(Heat Treatment)
- (X) 檢驗(Inspection & Test)

茲將各項工作及應注意之點，分別略述如下：

### (I) 設計

鑄鋼物之設計需注意下列幾點：

(1) 使用應力之抵抗 (Resistance to Servicing Stresses)，即就已知某種鋼之成分及物理性質，以及應力之大小及特性，用材料力學公式計算其每肢體之尺寸再斟酌各肢體相互關係，使其整個機構配合其使用年限之條件，然此項設計有兩種因素不容忽視，第一為鑄鋼之質量作用 (Mass Effect) 即其質量集聚之截面，常有脆弱之現象。第二為應力集中點 (Stress Concentrations) 如鍵槽 (Keyway) 填角 (Fillet) 螺紋、孔眼、凹陷 (Recess) 等，部分常因疲勞現象 (Fatigue) 減低其持久限度 (Endurance Limit)，故設計者當竭力避免之，務使各部應力較趨均勻為要。

(2) 範鑄缺點之防止 (Designing to Avoid Casting Stress)，範鑄缺點最主要者厥為鋼之凝縮 (Shrinkage) 與熱裂 (Hot Tear) 現象。前者由鋼液凝固至室內溫度之總凝縮率平均為 11.8%。凝固之速度方向則視砂模之式樣、散熱率 (Heat Diffusion Coeff) 冷結狀況、溫度差率 (Temperature Gradient) 以及體積與表面之比而異。設計者當運用匠心，在可能範圍內儘量使之順向凝固 (Directional Solidification)。否則常致造成管痕 (Piping) 或中線縮裂 (Midwall Shrinkage) 流弊，而不能得堅實之鑄物。

熱裂之形成有兩個條件：(1) 高溫度 (2280° - 2370°F)；(2) 較低之應力 (1700 - 2500 lbs/sqin.) 蓋鋼在此溫度時強度適為最低，若遇外加壓力 (多由於冷凝不均或砂模過硬) 超過其強度幾千磅/方吋時即易熱裂。此現象常深藏於鑄物內部，非經 X 光透視，不易察出，且發生後無法補救，故其為患

最大。設計者當於應力較大區域，儘量消除熱斑 (Hot Spot) 如結塊 (Isolated Mass)、凹袋 (Pocket) 等，並加大填角支筋 (Rib)，以免應力集中為要。

(3) 生產經濟之設計 (Designing for Production Economy)，設計者在此前題下須就範鑄需要力求簡便而不損及本質。有時故意增減各剖枝節以便範鑄而節工時；有時將巨長鑄品，冗繁結構，剖分簡化，再用銲接種種方法以求最經濟之生產。

### (II) 製型

模型種類可分下列五種：

- (1) 木質或金屬單型 (Single, Loose, Wood or Metal Pattern)。
- (2) 木質或金屬帶澆口型 (Gated, Wood or Metal Pattern)。
- (3) 金屬比盤型 (Metal, Match-plate Pattern)。
- (4) 木質或金屬上下箱型 (Wood or Metal, Cape & Dray Pattern)。
- (5) 特種模型裝置 (Special Pattern Equipment)。

各型之選擇，胥視製型之工費，使用之時間而不致變形，以及生產經濟之需要。

製型時應注意各點如下：

(1) 餘裕 (Allowance)：模型之尺寸，須加留餘裕，以供凝縮變形及機械加工之需，其大小視鑄物設計，澆鑄溫度，砂模硬度及式樣而定。大概凝縮餘裕，最多不超過 1/8 吋，機工餘裕最多 3/4 吋。

(2) 容限 (Size Tolerance)：鋼液澆鑄時，因其結構各部大小不同，凝縮率亦不一，故製新型時為審慎起見，可留容限至少為其最大凝縮餘裕之 1/2。

(3) 斜度 (Draft)：模型立面應留斜度，以便自模砂中取出時，不致毀壞砂型，其大小視模鑄方法而定，最大不超過 1/16 吋/呎。

(4) 型心端承 (Core Prints)：型心兩端常突出少許，以便裝置支持型心，其長度約等於型心之直徑或寬度。

(5) 分箱線 (Parting Lines)：為木型置鑄模中上下箱劃分之線，此線須平直最佳，以便鑄模。

(6) 澆口及縮口 (Gating & Riser)：兩口位置之選擇與大小依金屬種類、鑄模式樣及方



法而異，蓋適當之澆鑄對於模鑄便利及產品優良甚有裨助，製型者當與模鑄者共同審慎決定之。

近時巨型鑄鋼成品，結構複雜者多用型心結構(Cored Construction)，即由有經驗之製型者將鑄品藍圖各部劃分樣版(Template)製成型心箱(Cored Box)，再將各型心堆成鑄模。此種方法較之普通型模結構，對於複雜設計之成品，工作簡易，大量生產，尤為經濟。

### (III) 鍊 鋼

鑄鋼熔鍊方法依爐式可分以下四類：

爐 別	在美國每年產量之百分比
(1) 平爐(酸性或鹼性)	65%
(2) 電爐(酸性或鹼性) 弧熱式	31%
感應式	2%
(3) 迴轉爐(酸性)	2%
(4) 坩堝	<0.1%

因其工作性質之不同，各種方法可再分四組如下：

(1) 凡熔料化學成分之總比例不變者，均用坩堝或感應式電爐。

(2) 凡有故意或不可避免之氧化作用以致易氧化之元素如矽鐵之成分減低者，用酸性平爐、電弧爐或迴轉爐。

(3) 凡欲故意減低熔料之磷質，矽鐵砂亦起氧化作用者，用鹼性平爐及電爐。

(4) 凡欲減低熔料之硫磷雜質矽鐵砂亦起氧化作用者，用鹼性電弧爐。

其選擇則視生產經濟與熔化利益而定。

在酸性電爐、平爐氧化作用為主要之階段，冷料熔化後加入氧化物，以減低碳至需要之成分，同時矽鐵氧化物在熔化時浮起成滓，最後加入矽鐵、錳鐵或矽錳合金使之還元，其還元物亦浮液面成為滓質。

鹼性平爐通用於含磷過多之熔料，因磷被氧化成五氧化二磷與石灰滓，化合成較安定之磷酸鈣，同時一小部份之硫分亦可減低。

鹼性電爐能將硫磷雜質減至他法所不可能之限度，磷氧化成滓後，即將滓傾出，再造第二次還元性滓，內含二碳化鈣，鹼性極強，可將硫分減至最低限度。

坩堝、迴轉爐，最初用於少量鑄鋼頗多，以後即為電爐所代。惟最近因減硫減磷作用可在由熔

鐵爐傾入盛鋼坩，酸性迴轉爐又轉趨重要，因其裝置較廉，鋼液流動性較強也。

總之施行冶鍊調節，旨在適量消除鋼液之氧化物，防止過量去氧物之生成，並增進優良之鋼質。通常矽鐵錳鐵或矽錳合金於出鋼前加入熔爐作為最後去氧劑，有時特種去氧劑如鋁、錳鐵、鈣、鈣砂等亦加入盛鋼坩去氧之用。經過此次再度冶鍊調節後，因加入之合金適量精純，可得所需之鋼質成分，且適於此種鑄物之溫度及流動性，在熔鍊全程中亦得以維持。

### (IV) 配 砂

大部鑄鋼均用砂模，故鑄鋼砂性必須符合下列需要：

(1) 有堅強結構，以支持鋼液重量。又須柔韌不影響鋼液適量之凝縮。

(2) 耐火性強，不受鋼液高溫之影響。

(3) 滲透性(Permeability)高，能使所生氣體經過鑄模本身，而不致滲入鋼液。

(4) 傾澆熱鋼液入模時不致蝕削。

(5) 澆鋼冷凝後鑄物易清除。

鑄鋼所用之砂均係合成砂，即將純砂篩洗後加入各種結合劑如火泥、穀粉、砂粉、洋灰、油膠瀝青粉之類，加水混研而成。然各種結合劑之特性不同，優疵互異，故其成分之調節，研磨時間與水分之多寡，須視整個砂性所需之強度、耐火性、滲透性而定。

以上係指裏砂(Facing Sand)而言，若表砂(Backing Sand)則多將舊砂清篩研洗後加入適量新砂及結合劑即可。

至型心所需之砂多係烘乾後具有下列性質：

(1) 堅強便於搬運，但不妨礙鋼適量之凝縮。

(2) 在依照設計，完成其分佈鋼液之任務後立可粉碎。

(3) 耐火性極強。

(4) 發生氣體少，且均經過型心通氣孔逸出。

(5) 鑄物易剝除。

型心砂所用之結合劑多為亞麻仁油或型心油，蓋可使表面潤勻，煙氣少而崩解易也。

### (V) 製 模

製模機具(Molding Machines)在搗砂方面者，可分以下數種：

(1) 氣動搗砂器(Pneumatic Sand Rammer)，

多用於手製及陷坑鑄模(Pit Molding),較之純用手搗自速而易調節,惟各單位面積力量不易平均。

(2) 榨模機(Squeezer),多用於小型鑄模,因其需要較高之全面壓力,但榨擠力量向下漸減,故其砂面硬度較軟,適於輕薄鑄物。

(3) 震模機(Jolt Machine),適用於中型鑄模,係將砂模置板上,下用風力頂起,再使之自由降落,震動鬆砂成形,砂面硬度較大且較均勻。

(4) 撒砂機(Sand Slinger),多用於中巨型砂模,係模砂用機械方法兜轉至高速度,衝撒砂箱內,其模面均勻,硬度較高,滲透性亦佳,因擲砂時,砂受空氣潔化(Aeration)作用,質較純潔也。

退型方面可分以下數種:

(1) 撤型機(Stripper),係將模型固定型板上,退型時或將型支(Support)移下,或將砂模舉出,適於小型鑄物。

(2) 翻轉機(Roll Over Machine),係將上箱用風力翻轉,再取出砂型,適於中型鑄物。

(3) 震動器(Vibrator),多為風力或電力,連於吊車型板,邊舉邊震,使型退出,適於巨型鑄物。

以上各種機具,除撒砂機、震動器外,餘均互相結合而成,俾便搗砂退型同時工作。

製模有濕砂(Green Sand)乾砂(Dry Sand)之分,前者多用於複雜設計之機件,取其抵抗鋼之凝縮力較小,費用較廉也。後者則用於巨重型砂模因其抵抗鋼液重量,蝕削較佳,鑄品整潔。最近有用表皮烘乾法(Skin Drying),係在濕砂表面噴塗模漿一層,用火炬烘乾,模面堅實而不失濕砂之崩解性,可云兼前二者之長。

製模最應注意之點,厥為如何補救鋼液凝縮問題,故澆口縮口之位置大小必須適當。有時用金屬速冷劑(Chills)置於模面及凹陷處,或於模面割痕(Cracking Strips),其作用無非使凝縮速度平均趨於順向也。

#### (VI) 澆 鑄

澆鋼(Tapping)前,最應注意鋼液之溫度,測量之法如下:

(1) 靜置法(Set Test),用長杓塗成礦滓一層,伸入爐中取出鋼液,靜置凝視其表面結膜所需之時間。普通 11 秒左右即可得鋼液之適當溫度(2900°F),少則過冷,多則過熱。

(2) 光熱計法(Optical Pyrometer Test),爐

內鋼液因為礦滓蓋住,頗難用光熱計指示其正確溫度,故多用以觀察澆鋼入鋼屨(Ladles)之溫度。

其他如流性法(Fluidity Test),熱差計法(Thermocouple Test),不當使用故略。

澆鋼入鋼屨時應慎防礦滓混入鋼液而減低鋁等之去氧作用,出鋼孔較小,或加離滓裝置(Slag Trap),可防此弊。

澆鑄方法不良,當因以下條件使氣體混入熔鋼,造成鑄物多孔(Porosity)之弊:

- (1) 爐口及盛鋼屨不乾。
- (2) 爐口及盛鋼屨內有揮發物質。
- (3) 盛鋼屨缺乏排氣口。
- (4) 盛鋼屨有舊餘沈滓。
- (5) 澆鋼在空氣中曝露。
- (6) 加入鋼屨中之去氧劑有水份。
- (7) 推滓棒有氧化物附着。
- (8) 鋼屨瓦套,塞孔耐火質不良。
- (9) 塞孔漏洩。

傾鋼液入鑄模時,以溫度低速度慢為宜,蓋溫度過高,易使鑄物表面粗礪;速度過快則鋼液在鑄模中升起太快,溫度差率亦高,易造凝縮之弊。

#### (VII) 清 理

鑄物由砂模拆出後先行清砂工作(Cleaning),巨型模砂結塊,可用氣動割砂器(Pneumatic Corebreaker)劈裂之,或置筵板搖震(Rattling)使之分離,小型鑄物則置滾筒(Tumbling Barrel)中輾磨,使其表面光滑。中巨型者則用噴擊清理法(Blast Cleaning),係將磨料(Abrasive)用下列各種動力衝擊鑄物表面以除去黏附沙垢。

(A) 壓力噴擊(Pressure Blasting)。

(1) 風壓噴擊(Compressed Air Blasting)

又分直壓(Direct Pressure) 吸射(Injector) 二式。

(2) 水壓噴擊(Hydro-blasting)。

(B) 機力衝擊(Mechanized Impact)係將磨料推進轉輪,由於高速離心力衝擊鑄物表面,轉輪可分三式:

(1) 衝葉式(Batter Type): 係磨料直衝輪葉彈出。

(2) 滑葉式(Slider Type): 係磨料沿輪葉甩出。

(3) 無葉式(Vaneless Type): 係使磨料由於

離心作用留附於高速轉動輪之內周，再滑經環孔，由一自由旋轉鋼盤掃出。

所用磨料，以前多用砂粒，今則多為鋼粒、白鐵屑所代，因其質量堅勻，屢用不損也。

砂質消除殆盡後，再行切劃銹磨工作，以除去澆縮口及多餘金屬，使鑄物表面潔勻與藍圖尺寸符合。澆縮口通用氧炔焰或鋸剪銼擊切斷，多餘金屬如鑄邊(Fins)，尖角(Sharp Corner)等則用風鎚剷除，然後再用砂輪磨平。

#### (VIII) 鐸 補

鑄物砂質清除後，常發現有澆縮、氣孔、裂紋及砂滓混入等缺點。補救之法先將缺點區域，用氧炔焰或風鑿抉(Gouging)成溝槽，磨除其氧化物結膜及積鏽，再用磁束試驗(Magnaflux Test)或酸蝕法(Etching Test)清查此種缺點是否完全除去。鐸補前用氧炔焰燒紅接補處，以防止鋼質變硬並增加其延性與機製性(Machinability)，再用高電流弧罩鐸條(Shielded Arc Electrode)電鐸，分層接補。電弧距離須長，以免鐸條外罩雜質滴入熔鋼，接補幾層，稍冷用風鎚敲擊使鐸金分佈接補處，以免除澆縮之弊，如是再鐸再擊，以底於成。

#### (IX) 熱處理

鑄鋼成品清理鐸補後，常施行熱處理，以消除冷縮所發生之應力，並使其鑄時粗粒組織變為細密，以發揮其所需之強度。

鑄鋼所用熱處理爐式有以下數種：

(1) 底車式(Car Bottom Type)最為普通，可荷重 $\frac{1}{2}$ 至150噸

(2) 底坑式(Pit Type)多為長時間退火之用。

(3) 箱爐式(Hearth or Box Type)為小型鑄鋼處理之用。

(4) 輸送式(Conveyor Type)可分四五地區加熱，作用均勻且自動連續處理，工作極便。

(5) 熱風式(Recirculating Hot Air Type)為最新設計，係用高速風扇吹送熱空氣使之循環加熱，作用既快，溫度極勻，且易調節。惟風扇本質受溫度影響，退火溫度不能太高。

熱處理爐所用之燃料，依其使用之百分比而列，燒油最多，煤氣其次，電又其次，聯合使用者最少。

熱處理方法以用爐內退火(Full Annealing)空氣退火(Normalizing)最普通，他如液體驟冷

回火(Liquid Quench & Temper)，分層淬火(Differential Hardening)等新法尚不多用。

普通鑄鋼退火手續可分三期：

(1) 加熱期(Heating Period)：加熱手續係依照鑄鋼之規範成分將鑄物熱至其臨界限度(Critical Range)上之適當溫度。加熱作用必須均勻，速率必須調節，以免鑄物本身發生溫度差率，差率過高易至彎扭折裂，此種現象多半發生於鑄物一部份經過臨界限度時之溫度，而同時較重之截面則在較低之溫度。蓋鋼之溫度增高，抗張力及降伏點(Yield Point)均減低，至臨界溫度範圍時，最為顯著，故在臨界溫度下之加熱率，儘可加速每小時增高 $400^{\circ}\text{F}$ 。並非罕見，其實簡單均勻之截面鑄物即加熱率大至每小時 $1500^{\circ}\text{F}$ 亦無妨害，因是爐內溫度在起始加熱時即定 $1000^{\circ}\text{F}$ ，迨鑄物達此溫度時再行加熱，既可節省力熱時間，又免高溫度差率之發生。

(2) 保留期(Holding Period)：普通規範，此期時間為照鑄物最厚截面，每吋應保留其熱處理溫度最少一小時，蓋因在臨界溫度時，再結晶作用(Recrystallization)已行完全，惟其擴散率較慢，故需長時間保留以求其組織均一。然擴散率隨溫度增高而加速，故可提高保留溫度最多不超過 $200^{\circ}\text{F}$ ，以求節省時間而免加速粗粒之生成。

(3) 漸冷期(Cooling Period)：普通鑄物均在爐內漸冷至 $750^{\circ}\text{F}$ — $300^{\circ}\text{F}$ 始行移出，蓋鑄物截面有大小，冷縮率亦互異，若不加以調節，則冷縮應力常致超過其降伏點，而致變形。在 $750^{\circ}\text{F}$ 以下無此現象，且降伏點亦因溫度下降而漸高，故此時溫度差率較大，當無問題。新式爐底常有吹風裝置以減少漸冷時間，但風力亦不可與鑄物直接觸及耳。

#### (X) 檢 驗

檢驗之目的在用種種物理化學方法測定鑄品性質之精純與否，以適合使用之要求。鑄品完成後先由有經驗之檢查員用眼力測查其表面，再用尺規樣板校正其尺寸形式。至於鑄鋼之物理性質與化學成分則另由附着或外澆之鋼樣(Test Specimen)測定分析之。檢驗之項目依其工作性質可分述如下：

(A) 物理性質之測定：

(1) 抗張力、降伏點、伸長率、面積縮減率可由張力測驗機(Tensile Testing machine)測定。

(2) 硬度(Hardness)係用勃氏(Brinell)、洛氏(Rockwell)或希氏(Schroscope)硬度測驗機測定,前兩者最為普通,後者則用於巨型鑄鋼或硬度範圍較高之物。

(3) 彎度(Bend Test)係將直徑一吋之鋼棒冷彎至若干角度,彎部外端不致發生裂紋為限。

(4) 衝擊(Impact Test)係鋼鐵抵抗突擊之性質,可由Izod或Charpy試驗機測定,以吸收之動能或擊斷鋼樣所需之打擊次數表示之。

其他如疲勞限度(Fatigue Limit),高溫荷重(Creeping, Strength),腐蝕及磨耗抵抗(Corrosion & Abrasion Resistance),尚無標準測定方法故略。

### (B) 化學成分之分析

(1) 碳(Carbon)係用直接燃燒法(Direct Combustion),即將鋼末在氧燃燒所發生之二氧化碳用鹼水吸收,測知其重量成分。工廠中有用分碳器(Carbon analyzer),係利用碳鋼感應電流不同直接指出其成分。

(2) 錳(Manganese)係將鋼末用硝酸溶解,加過氧化物使成高錳酸而由滴定或辨色法測知之。

(3) 矽(Silicon)係用硫酸溶解鋼末蒸發過濾,使成二氧化矽,稱重後再加氫酸成氟化矽,冷乾後稱重,矽之成分即由所失之重測得。

(4) 硫(Sulfur)係用鹽酸溶解鋼末所生硫化氫,被氨水及硫酸銨吸收,再用碘溶液測定。

(5) 磷(Phosphor)係用磷鉍酸氫沉澱與苛性鈉滴定法測定之。其他合金元素如銅、鎳、鉻、錳等各用特殊化學分析處理之。

此種化學分析雖極精確,但需時甚久(手續較繁,最近發明用分光儀(Spectrograph),測知各種成分,簡速之至。

(C) 毀壞性試驗(Destructive Testing)此種試驗係將鑄品用鐵球墜落使之破碎而檢驗其截面有無缺點。有時用鋸割斷,再用酸蝕截面檢驗之。

(D) 非毀壞性試驗(Non Destructive Testing),此種試驗多用於檢驗鑄品內部與表面組織均一與否,而不毀壞其成品,通用下列方法:

(1) X光或γ線透視法(X-Ray or Gamma Ray Radiography),此種輻射線由X光管及密封錫箔透視鑄物內體,攝成影片可資檢查有無缺點。

(2) 磁束試驗(Magnaflux Testing),係將欲試鑄物一部用感應電流磁化再撒佈磁鐵粉於上,則鑄物表面凡有微細裂痕,均有粉末黏附其上,清晰指出,必再用去磁電流始可除去。

(3) 壓力試驗(Pressure Testing)多用於試驗鑄鋼壓力容器如汽缸、水閥之類,係將容器密封,用水泵壓水至超過其工作壓力若干時,試驗其有無漏洩。

## 澳洲 Hawkesbury 大橋之完成

該鐵路橋在 Sydney 附近,係於1899年完成,在1926及1931年曾加修理,後於1938年經派工程師之查勘,發覺橋墩已有裂縫,故決計另建新橋。因世界大戰,工作頗有遷延,終於1945年7月1日完成通車。該新橋共為八孔,其中二孔各長445呎8吋,每孔重1650噸;四孔各長347呎6吋,每孔重1040噸;二孔各長147呎,每孔重260噸,以上均為鋼桁。另有75呎之鋼筋混凝土拱橋二孔,總長為2764呎,共用鋼7980噸云。(逸志)

## 要多少用風用電的小工具

國內的鐵路機廠,向來把用電或者用風的小工具,視同女人的扣花一樣,寶貴得要緊,少得可憐,實在此物價值無幾,其功用全在常備手邊,順手拈來,購買設備時,主管者不必限制太緊。茲舉美國某鐵路機廠為例,此廠每月修機車18輛,修理週到的程度,可說脫胎換骨,無微不至。從事修理工作的工人,却只有六百人,而其新風鑽、電鑽及其他轉動類小工具共為329副,鑄釘及錘錘共計198副,統計527副。此數只是機車部份,其他車輛部門未算在內,幾乎是人手一只。(標)

——工廠拾零——

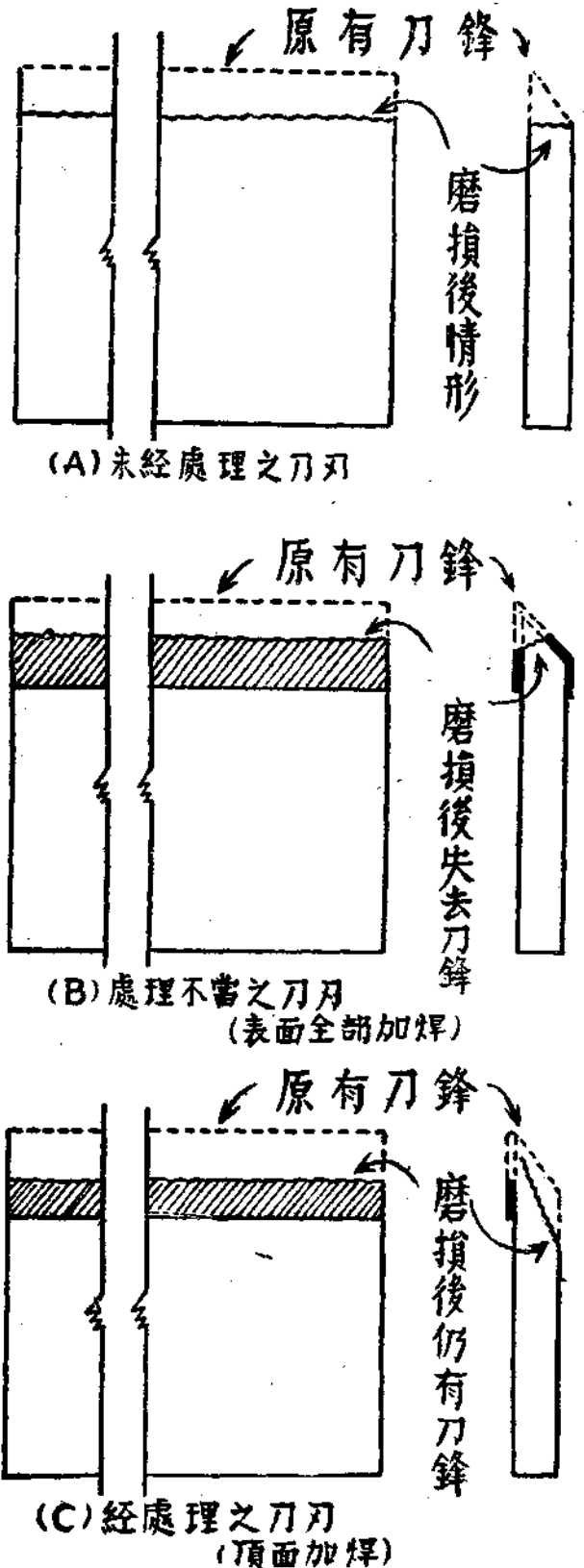
# 挖土機刀刃之硬面處理

唐嘉衣

挖土機為土木工程必需之機具，應用至廣。惟其刀刃(Blade)使用壽命甚短，實為修養挖土機一嚴重問題。為延長刀刃壽命，必須增強其抵抗磨擦(Wearing)及衝擊(Impact)之能力，而將未經使用之刀刃加以處理使成一堅固硬面。所謂硬面處理(Hard Facing)者，即在刀刃頂面，加焊一層厚約 13/16 吋，寬約 1 吋至 3 吋之面層。所用焊條(Electrode)係半奧司登耐高炭合鋼(Semi-Austenitic High Carbon Alloy Steel)。此種鋼在緩冷狀態下，含有大量之馬登賽(Martensite)組織。其硬度及抗磨能力均強。故加焊於刀刃後，不需其他熱處理(Heat Treatment)，即可能到硬面之效果。

經硬面處理之刀刃，係於其頂面加焊。故不但表面抗磨擦能力甚強，且刀刃本身，亦有自行磨銳之作用(Self-Sharpening)。蓋硬面下之刀鋒部份，較硬面易受磨損，故刀刃經長期使用後，硬面磨損甚緩，而下部磨損較速，令刀刃始終保持銳利之狀態，此實為硬面處理特有之優點。若將上下兩面同時加焊，其表面硬度增強，固能延長刀刃之壽命，然日久仍失去刀鋒，逐漸遲鈍，不復能使用矣。故硬面處理僅及刀刃頂面，使其本身有磨銳之作用。茲為易於明瞭計，將未處理、經處理及處理不當之刀刃，所受磨損情形有如下列第一圖。

在加焊處理之前，須先完成兩部準備工作。第一擦淨刀刃表面，能在磨床(Grinder)上磨光自然更佳。蓋塵土或鐵銹留於硬面與刀刃之間，易生硬面脫落現象。其次為將刀刃預熱(Pre-Heating)因熱能對鋼鐵影響甚顯著。一切熱處理(Heat Treatment)均利用此原理增強鋼鐵之特性。但在鋼鐵之焊合(Welding)中，熱之影響易引起隆起現象(Up-Setting)。當鋼鐵受熱，不但長度增加，體積亦膨脹。在硬面處理進行時，刀刃表面正在加焊之部份受到強熱，而熱量一時難以播散，傳熱又不易均勻，故受熱部份，局部膨脹，而發生隆起現象，甚至冷卻後亦不易恢復原狀。為避免隆起，處



第一圖

理時將刀刃用螺栓栓於另一鋼板上，並加以預熱。即於處理之前，在刀刃下面，用一排熱煤氣管將刀刃烘熱（如第二圖所示），而減少處理時刀刃局部之膨脹，且可免除因溫度變化所生之內應力。至於預熱方法，亦可用氫氧吹管（Hydro-Oxygen Torch）或乙炔氧吹管（Oxy-Acetylene Torch），代替煤氣管，惟效能稍遜耳。

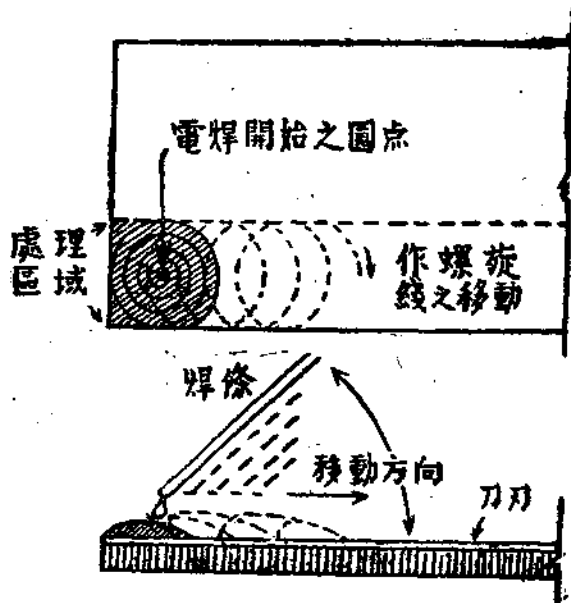


### 煤氣管預熱方法

第二圖

硬面處理加焊之方法有二，一為電焊，一為乙炔氧焊。惟均與普通鋼鐵之焊接稍異。茲分述如下：

一、電焊法（Arc Welding）——電壓應較普通電焊，略高，使電弧稍長，而得較大之受熱面積。則焊條之溶液在刀刃上僅形成一片淺層。處理時焊條與刀面略成 $45^\circ$ 角。先令焊熔液形成一直徑一吋左右之圓點，然後將焊條於刀面上作螺旋線之移動（如第三圖所示）。



第三圖

但移動至相當距離，即行停止，普通約長6吋至9吋。加焊時即以每6吋至9吋為一段，分段先後施焊。為避免熱量集中於刀刃之一端，而起隆起

現象計，應先焊刀刃之兩端，再及刀刃之中段，間隔加焊，其秩序即如第四圖。



### 加焊之秩序

第四圖

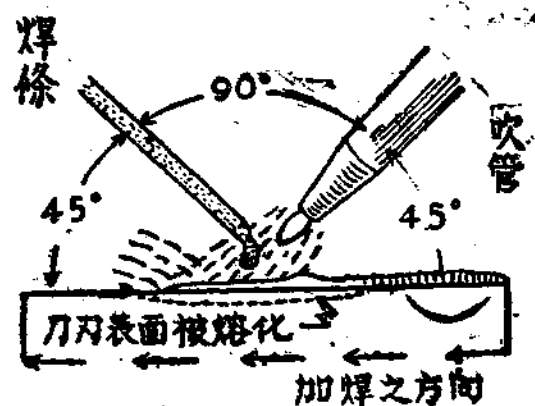
至於電焊所用之電量，應於焊條大小有關。茲將美國林肯電力公司（Lincoln Electric Co.）所採用之數值列後，以供參攷。

焊條尺寸(直徑)	電流	電壓
5/32吋	100-165 Amp.	22-25 Volts
3/16吋	125-200 Amp.	24-27 Volts
1/4吋	175-230 Amp.	26-32 Volts

如用直流電（Direct Current）時，最好以焊條充作正極（Positive），以刀刃充作負極（Negative）。

二、乙炔氧焊（Oxy-Acetylene）準備工作與電焊法相同，亦需磨淨及預熱兩步驟。處理時焊條及吹管（Torch）各與刀面成 $45^\circ$ 角，如第五圖所示。

吹管之火焰必須和緩，使膨脹之影響盡量減少。因猛烈之火焰，易使刀刃表面熔化過深，實非所宜。同時乙炔之用量，亦應適中。過少易令刀刃表面氧化；過多則生還原作用。故氧與乙炔之壓力應以每平方吋10磅左右為宜。至於加焊部位之秩序，與電焊法略異。應自刀刃之一端開始加焊，逐向他端移動，而不採用分段加焊方法。



第五圖

不論電焊法或乙炔氧焊法，當加焊完畢後，應用鋼刷將刀面上之焊渣及碎屑刷去，下接第14頁

# 美國鐵路號誌發展概況

趙平

現代鐵路號誌，在歐美各國，早已廣泛應用，充分發展。國內東北各大鐵路及前北平鐵路，亦早採用自動號誌。國內其他各大鐵路，亦有簡單號誌設備。抗戰以前，京滬路即曾有裝用新式電氣號誌之議，但因抗戰而中止。最近又復舊事重提。其他各大路，亦有在考慮採用適當號誌設備者。現吾人在歐美所見者，為鐵路號誌百餘年來逐步發展之成果。當茲國內鐵路，正在考慮採用現代號誌之際，歐美各國鐵路號誌之發展經過，頗多值得研究而資借鏡者。鐵路號誌，以英國發展最早。一切制度之設計，及設備之製造，在西曆 1927 年以前，為全世界之最完美者。但自美國通用號誌公司 (General Railway Signal Co.)，最先發明初期中央控制行車制後，美國號誌設備，隨之而有重大進步。英國原有號誌制度，乃相形見拙，大為遜色。但因各路均已裝有舊式號誌設備，一時又不能仿照美國新制改良，故最近美國號誌設備，可謂為全世界之最進步者。爰特根據美國鐵路協會，各號誌公司，及有關雜誌之記載，擇要介紹美國鐵路號誌發展概況，並略予申述，以供關心鐵路號誌問題者之參攷。

鐵路號誌之最早主要目的，係在傳達有關行車消息，通知列車駕駛人，俾其得能適當駕駛其車，以保行車安全，而增行車效率。最初係完全用人工辦法，將列車前方情形，用號誌通知駕駛人。其所用號誌，異常簡單；且沿綫僅有少數地點，有人處理是項工作。嗣後隨同鐵路其他部門逐漸進步；由人工而逐漸機械化，再由機械化而部份自動，再進而為完全自動，集中控制。至沿綫號誌設備，亦由車站而擴展為全綫。使鐵路設備，得能充分發揮其功能，而達最大效率。

手作號誌為鐵路號誌之發端。遠在西曆 1806 年即開始在美國力波花崗石公司 (Thomas Leiper Granite Quarry Co.)，運花崗石之鐵路採用。當時之鐵路，尚無蒸汽機車，而用驢馬拉動者。手作號誌，僅用手及臂為之，用以傳達消息，通知

駕車者如何駕車。不久即感備用手及臂之手作號誌視界過近；且不適用於夜間。至 1829 年，Baltimore & Ohio 鐵路，首先開始於日間採用旗幟，夜間採用燈籠，以為手作號誌。此即延用百餘年之手作號誌之開端。於此可知，鐵路號誌，自有鐵路以來，即已開始採用，未嘗或缺。實為鐵路中重要部門之一，所不同者，其採用之範圍及方法，則隨時代而逐步進展耳。

此後號誌設備，即進入原始之「高球時期」。1832 年 New Castle & Frenchtown 鐵路，因感黑白旗幟及燈籠之手作號誌，視界仍嫌不足，開始用通常裝桃子之藍筐，蓋以白布或黑布，倒懸於 50 英尺高之旗桿上。其顯示辦法如下：

- (1) 蓋以白布懸掛於桿頂者，表示列車可以直通前進。
- (2) 蓋以白布懸掛於桿中者，表示應在車站停車，上下客貨。
- (3) 蓋以白布懸於旗桿下部者，表示應即停車。
- (4) 蓋以黑布懸掛於桿頂者，表示有列車因故滯留。

至 1840 年，上述桃籃之外，更加一直徑 4 英尺之紅色圓鐵板，上漆「危險」二字，同裝於號誌桿上，左右旋轉；並裝有紅色及白色燈火，以作夜間號誌。鐵板與軌道平行或白燈，表示列車可以前進。鐵板與軌道垂直或紅燈，表示列車應停止前進。當時各站之間，尚無電話電報等通訊設備，故上項號誌，均須在鄰站用望遠鏡察看。是項辦法，在現在看來，雖極笨拙，但從此奠定固定號誌及區段號誌之基礎；區段行車制，亦由此而得以發展。

1851 年，伊里鐵路公司 (Erie R.R. Co.) 首先將莫爾斯電報，與原始時代之固定號誌聯合使用。此為號誌設備採用電氣化之開端。此後逐漸改進，逐步推廣。待發明軌道電路後，無須用望遠鏡察看鄰站之高球號誌；亦無須用莫爾斯報機傳達行車情形。軌道電路，即成為隨時監視及傳報行車情況



之唯一完全有效利器。從此進而發明現代各種自動區截號誌，及中央控制行車制。增加行車安全，提高行車效率，俾益鐵路運輸，實非淺鮮也。

綜觀美國鐵路號誌之發展，當發明初期，完全係從安全方面着想，逐漸進而為安全與經濟並重。最近已發展至以經濟為主要着眼。蓋現代號誌制度中，安全幾已為不成問題之問題矣。當號誌採用之初，其進步極形滯緩。由於各鐵路負責人之穩重保守，推廣亦甚不易。直至自動區截號誌，及機械式聯鎖站發明後，各種號誌設備之製造，又多進步；然後方始大步邁進。第一次世界大戰時，美國鐵路運輸需要激增，各路競相增加號誌設備，以增運量，藉得適應戰時需要。第二次世界大戰中，又有同樣情形，且多過之。於此可知號誌與鐵路運輸關係之密切也。

鐵路號誌之發展，主要係從配合行車需要而演進。有時因行車問題，（例如行車速率或行車密度之增加，或場站設備之改進等。）而改進號誌；有時因新式號誌之採用，而改良行車制度，修改場站設備。一切為針對增加行車安全，提高行車效率而發。故欲明瞭號誌之發展概況，如能明瞭其與行車最有關係之部份，可得一大概。其他大都僅為隨同配合進展，與整個發展過程，並無重大關係。本文因限於篇幅，不能將各種號誌制度之發展，一一詳予說明，僅能擇其主要者，分別酌量敘述如次。

## 一 固定之號誌 (Fixed Signal)

凡裝設於固定地點之號誌，用各種不同之色澤或方位，以表示該號誌所代表之地段內之路軌情形，藉以引導列車行駛者，均稱為固定號誌。前述「高球時期」，用桃子籃筐，蓋以白布或黑布，倒懸於旗桿上，可謂為固定號誌之鼻祖。是項最原始之號誌，應用若干年後，深感使用不便，於是羣相設法改良，從各方面加以改進，由最簡單之號誌，進化為各種形式之號誌；再由此各種號誌中，逐漸淘汰，逐漸改良，而成為現今所用之數種號誌。茲為使讀者較易得一有系統之觀念起見，就固定號誌之發展方向，分為構造、動力及顯示方法等三部份，擇要分別予以說明。

### 固定號誌構造之演進

1832年，開始採用固定號誌後，第一次較重要之改良，為1853年Philadelphia & Reading鐵路所用碟式固定號誌。用四個碟式鐵板，分漆紅白二色，裝於號誌樓之鐵桿上，用人工操作；另裝紅白大玻璃管各一，內裝油燈，以作夜間號誌。紅色鐵板或紅色玻璃管有燈時，表示停止；白色鐵板或白色玻璃管有燈時，表示前進。

次一重要改進，為1860年新英鐵路 (New England R. R.) 所用揚旗式號誌。此即延用迄今之揚旗式號誌之開始。當時之揚旗式號誌，固遠不如現代之揚旗式號誌；但在構造形式上，已大致相仿。揚旗板係木製，其一端裝於號誌桿，亦用紅玻璃及油燈作夜間號誌；並亦有鉛塊以平衡揚旗板重量。惟當時揚旗板之方位，僅用橫平及45度傾斜二種而已。

1863年Camden & Amboy鐵路，採用匣式號誌。係用一適當之號誌匣，其一面上下裝有紅白玻璃各一塊，內用活動燈一盞，用繩索上下移動，顯示紅色或白色燈光。不久又改為活動玻璃，及固定不動之燈。此為現代有色燈光號誌之發軔。

以上兩種，在現在看來，可稱為當時最好之固定號誌，僅須在製造上設法改進，即可運用自如；足以適合當時需要，但因當時一般人士，對以上兩種號誌，尚不能充分瞭解其優點，故在此後若干年內，仍有各式各種之固定號誌，先後採用。

1864年，Belvidere & Delaware鐵路採用汽球式號誌，係用一汽球式之燈籠，懸掛於號誌架上，夜間則置燈火於其內。此汽球式之燈籠，可以上下移動。向上時則為號誌架所遮蔽，表示列車可以前進；向下移動後，列車司機即可看見此汽球式之燈籠，表示列車應即停止。

1866年，Philadelphia & Trenton鐵路採用圓筒式號誌。係用雙層圓筒，外層四面開口，內層可以自由旋轉，使能從外層之開口處，顯示白色或紅色燈光，以指揮行車。

1868年，Belvidere & Delaware鐵路，又採用壓碎式號誌。係用一準備被壓碎之木板（懸掛於路軌上。如被放下，則在路軌上成一障礙物，以阻列車通過；如將該木板拉起，則列車可以照常通過。

1869年，斯底瓦(Stewart)與弗爾登(Phelps)發明旗幟號誌。如旗幟顯示時，則表示停止。



以上係當時各鐵路採用各種號誌之主要種類，此後即進入改良時代，各種號誌，均在多方逐漸改進，相互比較，各爭長短，例如1871年揚旗式號誌之改用煤氣燈，以代替油燈；同年匣式號誌之改用紅布裝於輕巧之鐵環上，以代替笨重之玻璃，並以煤油燈以代替油燈等。在各種號誌之競爭中，揚旗式及匣式（即進化爲現代之有色燈光號誌），始終佔據優勢，直至1882年後，始另有新發展。

1882年，Boston & Albany鐵路採用有色方位燈號誌。係用四個有色燈所組成，二個白燈並列，表示停止；二個綠燈豎列，表示前進。

1889年後，英國之魚尾式號誌，曾一度在美國各路廣爲採用。其構造與揚旗式完全相似；惟魚尾式之揚旗板較爲顯目耳。是項號誌，不久仍爲改進後之揚旗式號誌所代替；因原來的揚旗板，實已足夠顯目，魚尾式則反覺過於笨重也。

1895年，Delaware, Lackawanna & Western 鐵路採用活動式號誌。係可以旋轉之有色圓筒，用馬達爲動力。當圓筒旋轉時，表示「前進」；圓筒不動時，表示「停止」。

1902年，若干鐵路會開始採用時間式號誌。係一自動時間間隔或距離間隔（Time or Space Interval）之號誌。狀似鐘表之面；能自動表示前一列車經過該號誌後已有若干分鐘。

1904年，波斯登鐵路（Boston Elevated R.R.）首先開始採用現代有色燈光號誌（Color Light Type of Automatic Block Signal）。此係用電燈裝於適當之匣內，匣面蓋以適當顏色之玻璃。每燈作一種表示。

1915年，本薛文尼亞鐵路（Pennsylvania R. R.）首先開始採用現代之方位燈號誌（Position Light Signal）。此係 Rudd 及 Churchill 二人所發明專利者。用數排電燈組合而成。其顯示方法，與揚旗式相似，即直立之一排電燈發光，與揚旗直立表示同樣意義；傾斜45度之一排電燈發光，與揚旗傾斜45度表示同樣意義。

固定號誌構造上最近之一重要發明，爲白裏克氏（Mr. Black）於1917年所發明之探照燈式號誌。由霍爾號誌公司（Hall Signal Co.）首先採用；於1920年第一次裝用於Grand Trunk 鐵路。探照燈式號誌，係單燈多色者，用電燈一個，後裝反光鏡；使燈光集中於一點，通過一小塊活動之有色玻

璃，然後再經折光玻璃，而使光線集中於視界最好之方向，以增光度效率。有色玻璃共有紅黃綠三小塊，合裝於活動之小架上。其位置之移動更換，使燈光變換適當之色澤。

以上所述各種固定號誌，均爲裝置於號誌桿上者，高出路軌約十餘英尺。1932年，Pere Marquette 鐵路將通常用於岔道或調車場內之矮號誌（Dwarf Signal）約高於路軌一英尺左右，應用於幹線（Main-line Operation）。此係通用號誌公司所設計，採用探照燈式號誌裝設。

綜上各節，可知百餘年來固定號誌之演進，已有一段進化史，有如曇花一現，即被淘汰者；有逐漸改進，沿用迄今者。最近廣爲採用之號誌，有下列數種：

- (1) 揚旗式號誌 (Semaphore Signal)
- (2) 有色燈光號誌
  - (a) 多燈式 (Color Light Signal)
  - (b) 單燈式 (即探照燈式) (Search-Light Signal)
- (3) 方位燈號誌 (Position Light Signal)
- (4) 有色方位燈號誌 (Color Position Light Signal)

以上四種號誌，各有長短。至目前爲止，尙難即加定論，認爲某種較某種良好。但就大勢看來，揚旗式號誌，因其建築及維持費用均較高，有逐漸被淘汰可能。至各該號誌之詳細構造及其特性之比較，當另作專文介紹之。

### 固定號誌所用動力及控制方法之演進

固定號誌所用之動力，最初爲人力，即號誌方位之變動，或色澤之更換，均用人力直接操作之。至1862年，始開始用機械。當時係用一固定之重量，利用如鐘表之各級齒輪，使碟式號誌向一定方向旋轉。管理號誌者，僅需用一電鍵以控制其動作，使號誌有適當之顯示。

至1864年，New Haven 鐵路採用電磁力操作之碟式號誌。其原理與當時新發明之莫爾斯電報機機件原理相似。是項號誌，不必再用人力管理，而係用踐踏器（Treadle）裝於軌道上以控制之。列車駛過時，車輪壓下踐踏器，使電路通達（Circuit Close），號誌即自動動作。此即爲自動號誌之發軔也。

1869年，斯狄威瓦及弗爾登氏(Stewart and Phelps)發明用馬達操作旗幟號誌。此又為固定號誌採用馬達之開端。

1871年，Schnabel and Henning 二人發明用水壓力操作號誌。

1872年，史威德氏(Mr. Sweat)發明用壓縮空氣操作號誌。

同年魯賓生氏(Mr. Robinson)發明軌道電路(Track Circuit)，裝用於Philadelphia & Erie 鐵路，用以控制號誌之動作，此為鐵路號誌中之一極重要之發明。各種號誌行車制，均得由此而逐漸完成，行車安全亦得由此而增加。

1879年，Fitchburg 鐵路採用電氣控制之壓縮空氣所操作之揚旗式號誌(Electro-pneumatic Semaphore Signal)。此亦為完全自動之號誌，係用軌道電路控制者。

同年 Fitchburg 鐵路，並採用 Gassett 及 Fisher 二氏所發明之完全自動，而用固定重量操作之號誌，亦用軌道電路控制。當列車駛入該軌道電路後，經繼電器(Relay)作用，使單向制動鍵，解除其制動作用；於是號誌由於其本身之重量墮下，以顯示停止。當列車駛過該軌道電路後，再由繼電器之作用，使另一單向制動鍵，解除其制動作用；於是有一固定重量，經齒輪再將號誌吊起，以顯示前進。是項固定重量，每隔數日即須換重一次。

至此，固定號誌所用動力及控制方法之演進，告一段落。此後即無若何新辦法發明，僅在1892年 New York Central & Hudson River 鐵路，應用馬達於揚旗式號誌；1900年 Boston Elevated 鐵路，應用電氣控制之壓縮空氣動力於揚旗號誌；及1906年 New York, New Haven & Hartford 鐵路，採用電氣控制之水壓力揚旗號誌(Electro-hydraulic Semaphore Signal)等局部改進。因當時號誌之演進，已進入燈光號誌之階段；如有色燈光及方位燈光等號誌之採用，均無活動部份(Moving Parts)。除燈光所需電力外，已不需其他動力矣。同時軌道電路之自動控制，實為最安全合適之控制主體；雖然其詳細辦法，逐年多所改進，其主要原理，則無若何變動也。直至1907年，New York Central 鐵路首先採用中央控制行車制(Centralized Traffic Control)後，固定號誌

之控制方法，又有一大改進。由完全自動控制，進而為自動及人工之聯合控制；且人工控制已不限於各站就近控制，而為全段之集中控制矣。

綜觀上述各節，固定號誌所用動力，自人力進化而為機械，再進而用電磁力、水壓力、氣壓力及電動力等；至控制方法，則由人工而進步為自動，再由自動進而為人工及自動之聯合控制；其控制範圍，並由各站就近控制，進而為全段集中控制。經數十年之進化，及配合其他號誌部份之進展，最近所用固定號誌，大都完全自動，或自動及人工聯合控制。其用機械力、電磁力及水壓力者，已完全絕跡；用氣壓力者，亦已成為稀少之古董。更由於揚旗式號誌，有被淘汰之趨勢，故用電動力者，亦將隨之而有被淘汰之趨勢。

### 固定號誌顯示方法之演進

固定號誌之最初顯示方法(Aspects)，前已提及1832年時，New Castle & Frenchtown 鐵路，於白日以桃籃所蓋白布或黑布等色澤，及桃籃懸掛於桿頂、桿中或桿底等方位，以表示各種不同之意義。是項顯示方法，在原則上沿用迄今，可謂並無若何分別。因近代號誌之顯示方法，仍不外乎以色澤或方法之變化，而表示各種不同之意義也。但方法上則頗多改進，其改進之目標，不外下列各點：

- (1)須顯明而視界遠。
- (2)須有足夠之變化，以代行車所需之必要表示(Indication)。
- (3)須簡單明瞭，使司機一望而知，不致忙中有錯。
- (4)須儘量減少因天氣、太陽之斜光或機車頭燈之燈光等，而造成錯誤之表示(False Indication)。
- (5)須經濟而能配合其他號誌部份之要求。

採用號誌之初期，各路所用號誌，種類極多；其顯示方法，更不一致。在『固定號誌構造之演進』一節中，已曾概略敘述。白日有用號誌方位之變換，以表示停止或前進者；有用有號誌表示停止，無號誌表示前進者；有用白色鐵板表示前進，紅色或黑式鐵板表示停止者。至方位之變換，又有各種不同方式。有用高低分別者；有用匣內匣外分別者；有用鐵板與軌道垂直或平行以分別者；有用燈光

排列成方位變化分別者。至夜間號誌，有用有燈表示停止，無燈表示前進者；有用紅燈表示停止，白燈表示前進者；有用方位燈者，形形色色，極形紛亂。但歸納各種顯示方法，每一號誌，備有二種表示，即前進與停止。所用色澤，為紅色與白色；與現用者亦不相同。直至1880年，Philadelphia & Reading鐵路，方始首先採用三種表示之號誌。此時所用者，為旋轉式之三面碟式號誌。紅色鐵板顯示時，表示停止；藍色鐵板顯示時，表示注意；白色鐵板顯示時，表示前進。

初期固定號誌，更有一點與現有號誌不同者。當初凡用動力操作之號誌，平常顯示前進(Normal Clear)，必須用動力操作後，方能顯示停止。是項辦法，有一極大缺點，即當動力設備發生障故或損壞時，號誌顯示，不論其所控制區域內之路軌情形如何，始終顯示前進，故不安全。是項缺點，不久即被發覺改良。1871年 New York and Harlem and the Eastern 鐵路所裝自動風截號誌，首先改用平常顯示停止(Normal Danger)之號誌，即有電力時顯示前進，無電力時顯示停止。當時有一部份鐵路，因礙於原有號誌構造之限制，有未能立即全部改用平常顯示停止號誌者。但逐漸改進，不久即全部改良矣。

初期固定號誌所用之色澤，最初為白色及黑色，嗣用紅色以代替黑色表示停止；後又有參用藍色、綠色、紫色及乳白色等其他色澤。但因各該顏色，如合置一處，於天氣不正常時，易於淆混；故仍僅有其中二種顏色同時採用。直至1899年，始將久懸未決之第三種顏色問題解決。New York, New Haven and Hartford鐵路，首先用黃色為第三種顏色，使用滿意，沿用迄今。

固定號誌顯示方法歷年改進，以揚旗式號誌之方位變化最多，可足代表一切顯示方法之演進。1860年最初之揚旗式號誌，揚旗板向上傾斜45度，表示前進；揚旗板平直(Horizontal)，表示停止。1863年 Utica and Black River鐵路所用揚旗式號誌，向下傾斜45度，表示前進；平直表示停止。比後各路揚旗號誌，有用上象限(Upper Quadrant)者；有用下象限(Lower Quadrant)者；但均為二種表示之號誌。至1886年 Kentucky and Indiana 鐵路首先採用三種表示之上象限號誌(3-Position Upper-quadrant Semaphore Signal)。向上直立

表示前進；向上傾斜45度表示注意；平直表示停止。1887年，Jeffersonville, Madison and Indianapolis 鐵路，又用三種表示之下象限號誌(3-Position Lower-quadrant Semaphore Signal)。向下直立表示前進；向下傾斜45度表示注意；平直表示停止。1889年，Pennsylvania 鐵路又用二個二種表示之揚旗號誌，合裝於一桿。用第二個號誌之停止顯示，以表示注意。當時各路所用揚旗號誌之顯示方法，除上述二種及三種表示之分別，與上象限及下象限之分別以外，尚有左右之分。嗣後逐漸改進，由於上象限者，在構造上較易適合『平常顯示停止』(Normal Danger)之原則；下象限者漸被淘汰。又因行車速度漸高，且三種表示之號誌，較二個二種表示之號誌，經濟合用，故二種表示之號誌，又漸被淘汰。再因號誌桿裝置地位方便，左面之上下象限者，均被淘汰。

從上述各節，可知僅揚旗號誌一種，即已有各種不同之顯示方法；再加其他固定號誌之各種顯示方法，其種類之多，可謂極形紛亂。1906年，鐵路號誌協會有鑑於此，乃規定下列原則：

(1)紅燈——夜間停止表示。

(2)黃燈——夜間注意表示。

(3)綠燈——夜間前進表示。

(4)揚旗號誌之白天顯示方法，應用右上象限(Upper Right-hand Quadrant)。

揚旗板平直表示停止；向上傾斜45度表示注意；向上直立表示前進。1907年，鐵路號誌協會又規定：揚旗號誌得於必要時，在揚旗號誌下加用字牌副號誌(Letter Ballot for Supplementary Indications)。1912年，該會又規定另一重要修正。最初凡號誌引入二股以上股道時，即用數個號誌合裝於一處，每個號誌代表一股道，使司機一望可知將進入何道，此原係英國所用之辦法，在英國沿用迄今尚未變更。但美國則於1912年由鐵路協會修正，用字牌副號誌以代替二個以上之號誌。司機看號誌及副號誌之聯合顯示，可知通過該號誌時可用之速度，不再致慮將進入何股道。因連鎖設備改進，司機除看號誌外，進入岔道時，已無必要再看軌道情形。故與駛入岔道之安全問題有關者，僅速度而已；實無再多用設備，表示進入何道之必要也。最近又因副號誌視界過近，故各路進站號誌，又多改用雙號誌(Double-arm Signal)或三

號誌(Three-arm Signal);但所顯示之表示,則仍為各種速度之不同。如此在最大車站,有數十股道之多者,雙號誌或三號誌仍可運用自如也。

號誌顯示方法之演進中,另有一事,可足一提者,即為鄰近燈光(Approach Light)之應用。最初各種號誌,凡用燈光者,均終日發光,無時或間。如此極不經濟,因每日列車經過該處之時間極短。如每天 60 列車,每列車經過時,司機能看見號誌之時間,僅一分半鐘,則每日實際使用該號誌之時間,總共僅一小時半而已,實無 24 小時不斷發光之必要。又因號誌設備,沿綫均有,在二站之間,窮鄉僻壤,電源供給困難,燈光及燈泡之節省,實甚重要也。Atchison, Topeka & Santa Fe 鐵路,於 1900 年首先將揚旗號誌,改用鄰近燈光。此後各鐵路絡繹改用。現有各路所用號誌,不論係揚旗式,有色燈光式,方位燈光式,或有色方位燈光式,均

已採用鄰近燈光矣。

晚近行車速度漸高,行車密度益增;最近客車最高速度達每小時 100 英里以上;行車密度達每 3,5 分鐘一列車;為增加軌道最高行車密度容量起見,幹綫上僅用一個三種表示之號誌,已覺不敷應用。1931 年 Boston & Maine 鐵路,及 Baltimore & Ohio 鐵路,於同一年內,先後採用雙號誌於幹綫。此即所謂三區截制或四區截制(Three Block System or Four Block System)。詳情將另於區截號誌制一章中說明。此又為號誌顯示方法中之一大改進也。

綜上各節,可知鐵路號誌顯示方法,歷經改進,變化繁多,迄今為止,而未能完全一致。惟原則上,大體仍遵照 1906 年鐵路協會所規定之原則辦理,即在此原則內所構成之各種顯示方法,已有不少種類。其詳細情形,當另文詳為介紹也。(待續)

---

(上接第 38 頁)勿使與焊面黏結,而造成他日硬面脫落之後果。並將刀刃置爐中用緩火烘熱,至華氏 800 度至 1000 度左右,然後停止熱源,令刀刃在爐中,慢慢冷卻。或用吹管將刀刃加熱,再置於沙或石灰中冷卻之。如是可使刀刃於加焊時所生之內應力還原,以減少將來使用時之破裂。

若刀刃本身應受或曾受熱處理(Heat Treatment)時,則加焊硬面後,亦須重行熱處理,以維持

刀刃應有之特性。惟熱處理所用之溫度,不得超過華氏 1800 度,且宜注意,勿使熱處理之後果,與加焊硬面之作用發生干涉。

通常經硬面處理後之刀刃,其硬度按洛克維爾(Rock Well)氏 C 級之試驗,可達 60 左右。且其本身有自行磨銳作用。故刀刃經過硬面處理,可增長其使用壽命,對挖土機之保養,實極有裨益也。

---

(上接第 45 頁)變換數次。此項濾清的空氣,用於燃燒、壓縮和牽引電動機的鼓風機,餘熱經過鼓風機和支管以移去。

有寬大的擋風窗,所以司機的視線很清楚。在司機右側的各種指示表板,夜間有暗光照明。司機室左側的表板裝有暖汽表和調整閥等,此項暖汽是供給列車的取暖。所有三節機車的操縱裝置,是在司機室的每一端來使用的。

## 更正

本刊第四期第 24 頁末段第二行,約需用值美金之機具數字,應更正為 150,000 至 200,000 美元。

——編者——

# 6000 匹馬力柴油電機車

齊人鵬

美國機車製造公司(American Locomotive Company) 為適應現代鐵路原動力的新需要,今後將以大部分的力量從事於新型柴油電機車的設計和製造。該公司斯肯奈克他地工廠(Schenectady Plant) 在1946年9月22日完成的第七萬五千輛機車,就是和奇異(G-E)電氣公司所合作的6000匹馬力流線型柴油電機車。這輛機車是給聖他非鐵路造的,用以牽掛旅客列車,在芝加哥和西岸之間行駛。

這輛機車是由三節組成,每節有2000匹馬力。其中兩個A節帶有司機室,一個B節沒有司機室,但有司機操縱的地方。由於此種組成,所以此機車在兩端都可操縱,到達終點站後,不需要轉頭的工作。更有進者,此機車可按動力需要的多少來分節應用。在牽引少數旅客列車,或貨物的快速運輸時,此機車可將兩節A連在一起,或一A一B連在一起,使分成為4000匹馬力,或單用A節的2000匹馬力。

三節合成的6000匹馬力機車共重450噸,總長194呎10吋。

2000匹馬力的A節,計長65呎8吋;高14呎11吋;輪距49呎8吋;重304,500磅;動軸上的重量50,750磅;起動牽引力61,000磅;兩個6輪轉向架,車輪直徑40吋;4循環柴油機V型16缸;汽缸直徑9吋;汽缸衝程10½吋;燃料油量1,200加侖;潤滑油量2,500加侖;速度至每小時120哩。

車底架以至整個司機室的結構,全部都應用電焊,內部各件需要保養的地方,工作者都易於到達。柴油機和各附屬品的周圍有一條通路,拆裝機件更有較寬闊的工作地位。

由於應用超定壓渦輪加風器,此機可產生多餘的馬力,是以有一充足的2000匹馬力到發電機上而為牽引之用。

超定壓渦輪加風器,是很有趣的去利用熱乏氣,以轉動氣渦輪,由於渦輪之轉動而帶動了壓風機,叫壓風在高壓時進到汽缸裏,這樣較多的壓

風進到汽缸裏,不僅清潔了乏氣經過的汽缸,並且使較多的燃料得以燃燒,以增加機器上的動力。

發電機、牽引電動機操縱裝置,以及其他電氣設備,都是S城奇異電氣公司所造。車身、轉向架、柴油機以及其他機械設備則是美國機車製造公司所造。

美國機車製造公司的製造設備,其廠地面積佔112英畝。該公司今後特別致力於柴油電機車的製造,將使用分區工作,順序裝配的製造的方法,這是機車製造工業充分引用標準件制的大量生產方法。

新柴油電機車的設計,是可以按部分來組成的,每一部分包括機械、電氣和其他部分品等。柴油機本身的製造是沿着一條裝配線上順序在每區域內停站,以逐漸完成組立的工作。

柴油機的組立場面積,最近擴展到230,000平方英尺。機車的各部分先分區製造和預先整備,然後集中在一條裝配線上順序完成。

工場的配置,主要是一條直線式裝配線,各部分的製造和整備工作則在兩鄰。例如在一相鄰的工場專做鐵銹類工作者,則有機頭前部、棚頂部、散熱間、油櫃、電池箱等項。其他工場則分別製做底架側樑等。至接觸器和已完成的散熱器,則在整備場裏製做。

所有各關係部份,都按照機車完成的順序,送到每一地區裝配起來。

此項新型柴油電機車的特點:(1)機車重量既輕,牽引力甚大;(2)機件的互換性(旅客機車或載貨機車的磨損機件,有98%可以互換,因是可以減低備品的費用);(3)起車與停車均平穩,此點對於旅客列車頗為重要。這是動力調節系統使用水力和電氣操縱的結果。其他特點是流線型的外觀,和司機室裏司機使用的設置。

司機坐在一隻極舒服的皮椅上,操縱着極容易管制的機構和號誌,進入司機室裏的空氣,係經過過濾的,並在一定溫度下每分鐘(下接第44頁)







# 津浦錢駁

浦兗段管理處

本路浦兗段特別快車，浦口與徐州之間有「勝利號」及「建國號」，每日往返對開。又浦口蚌埠間有「和平號」，每日往返一次。均備有頭二三等客車及餐車。建國號掛有頭等臥車。一律先期發售客票對號入座。下關浦口間有本路「澄平」輪渡接運，安全迅速。

本路與京滬隴海兩路辦理聯運。特在京滬路南京車站與本路中山碼頭之間，專備接送汽車，時間銜接經濟便利。

簡明行車時刻表

6	4	2	車次	1	3	5
和平號	建國號	勝利號	站名	勝利號	建國號	和平號
	7.00	21.00	徐州	8.30	22.20	
	5.04	19.03	宿 嶽	10.27	0.17	
	4.56	18.56	固 鎮	11.40	1.30	
22.05	3.43 3.33	17.43 17.33	蚌 埠	12.47 12.57	2.37 2.47	7.20
20.18	1.46	15.46	明 光	14.50	4.40	9.13
18.09	22.36	12.36	滁 縣	17.01	6.51	11.24
16.20	21.00	11.00	浦 口	18.30	8.20	13.05

銜接他路車次備覽

- 本路 1 次(勝利號)接淮南 1 次京滬 9 次 11 次。
- 3 次(建國號)接京滬 7 次。
- 4 次(建國號)接隴海 302 次 2 次。
- 5 次(和平號)接京滬 3 次。

本路營業所設立地點及電話號碼如下

太平路 242 號 電話 22092  
 南京營業所 中山碼頭 電話 32392 • 34014 • 32392 • 33032  
 國府路 373 號 電話 21793  
 徐州營業所 中正路 25 號 電話 市用 440 路用 401

京滬隴徐各地中國旅行社均代售本路客票暨聯運票

# 華新水泥股份有限公司

總公司

漢口揚子街九號

電報掛號 漢口 5478  
電話 2114

駐京代表辦事處

南京鼓樓頭條巷四號

電報掛號 南京 1004

長沙辦事處

長沙福慶街二十六號

電報掛號 長沙 3136

## 工廠

華中水泥廠

廠址 湖南辰谿梨子灣  
電報掛號 辰谿 5478  
常德轉運站 常德漢壽街二十四號  
電話掛號 常德 3136

昆明水泥廠

廠址 雲南昆明陽海口蔣凹村  
營業掛號 昆明 3055

大冶水泥廠

廠址 大冶石灰窰楓葉山  
電報掛號 大冶石灰窰 3055

中國鐵路材料專家

# 大昌實業公司

**CHINESE ENGINEERING & DEVELOPMENT CO., INC.**

(Specialists in Chinese Railway Supplies & Equipment Since 1921)

401 Hill Building, Washington, D.C., U.S.A.

Shanghai Office: Dollar Building, 51 Canton Road, Shanghai.

Tientsin Office: 42, Woodrow Wilson Street, Tientsin 6.

# 鴻昌五金號

地址：北京東路五十九號

電話：一六五六二號 一六五六三號

採 辦 ：	歐 美 名 廠	五 金 材 料	專 營 ：	路	船	一 應 俱 全
				礦	舶	
				工	用	
				廠	品	

如蒙賜顧·無任歡迎

# 大華五金號

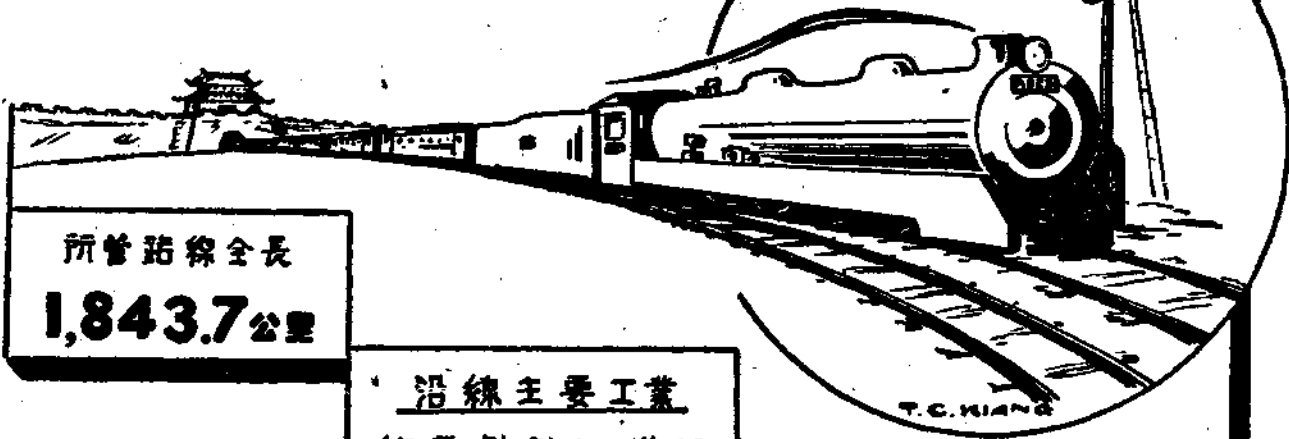
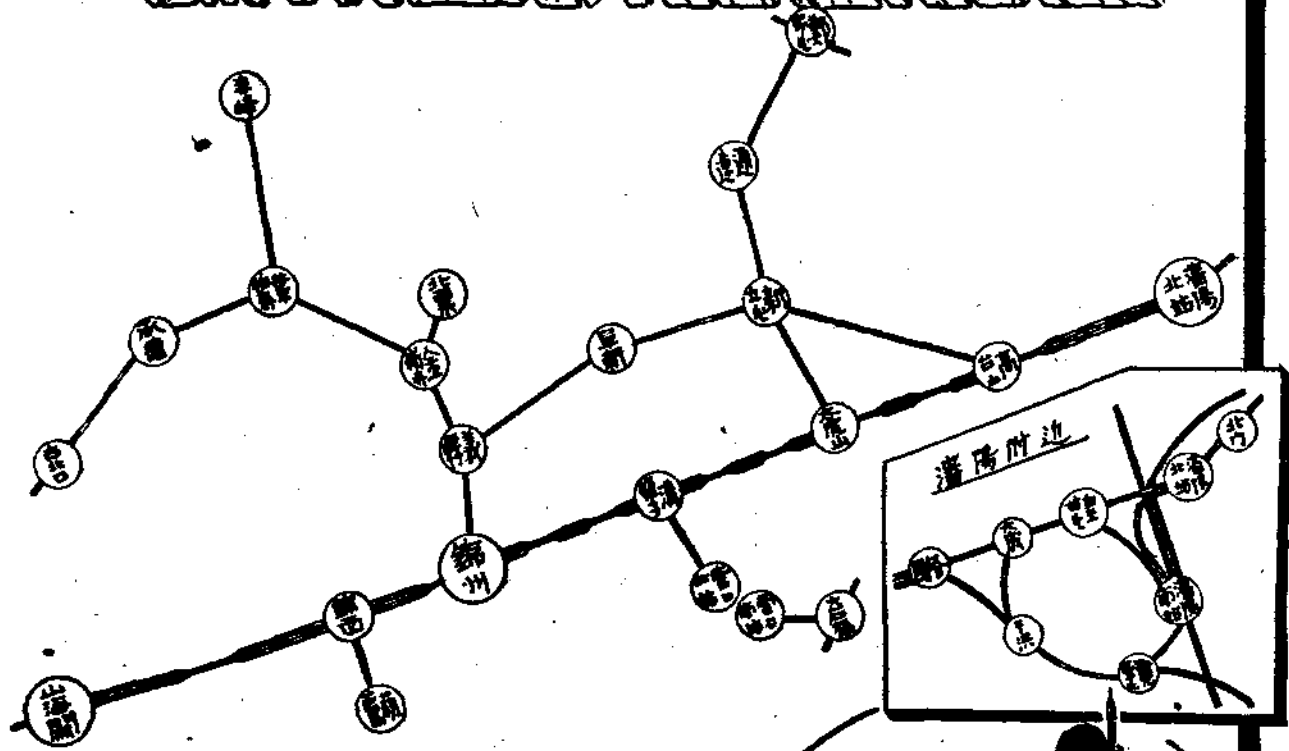
上海南潯路一二四號

經 售

歐	大	路	建	船	油	汽	機
美	小	礦	築	舶	漆	車	械
各	五	局	材	司	繩	紡	工
國	金	廠	料	多	索	織	具

電話 四二三四五號

# 一 錦州區鐵路管理局



所管路線全長  
**1,843.7公里**

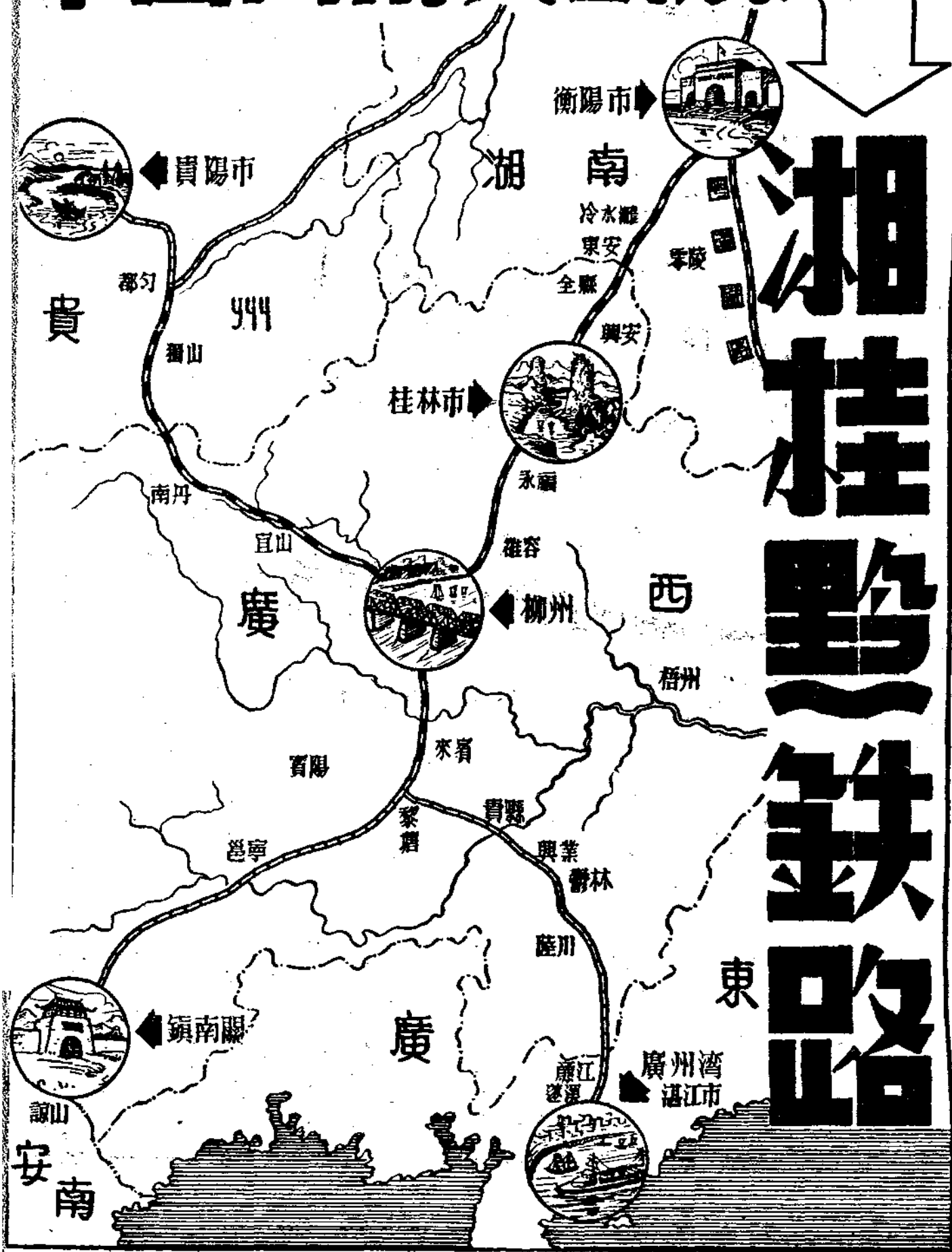
**沿線主要工業**

紡織	發電	製油	製糖	紙煙	煤炭	輕金屬
機械	造紙	麵粉	釀酒	水泥	焦炭	

**沿線主要物產**

大豆	玉米	高粱	小麥	棉花	花生	芝麻	水果	羊毛	魚	煤	鉛	銅	鐵	金	鑲	寶石
高粱	粟	黍	麥	棉	麻	油	梨	羊	魚	煤	鉛	銅	鐵	金	鑲	寶石

# 中國西南大動脈







北京

鎮江

榮州

無錫

蘇州

上海

松江

嘉興

杭州

# 京滬區鐵路

沿綫互廠林立  
助長實業發展