

中華民國二十四年三月出版

# 平綏技術彙刊

第一卷  
第三期

平綏鐵路機務處編



## 本刊啓事

本刊定期每三個月發行一次每期除分發本路各部分外並分送 鐵道部及各路局暨其他技術機關藉資請益同人等學識謬陋才力有限綆短汲深愧無以饜讀者之望各路局及其他機關同志如有關於鐵道技術之譯著願就本刊發表者同人極端歡迎稿件請惠寄平綏路局工務處查收以便按期刊載用光篇帙而資觀摩惟本刊係非賣品惠稿刊載概免奉酬屬在同志當荷 亮鑒

# 平綏技術彙刊目錄

第一卷 第三期  
中華民國二十四年三月出版

## 譯叢

鐵路高速車之研究

圓筒形鐵筋混凝土水櫃之設計

修鐸工作實驗譚

土壤軋實法之基本原則

## 著述

研究軌道之管見及已往工作之追述

凍道之緣由及其救濟之方法

風沙區域內鋪設軌道之研究

鐵路挖基坡頂之洩水溝

自製工務專用無線電報機件之芻議及設計

告實習諸生書

頁數

張霖謨 一

翁立可 九

章宏序 二三

郭懋誠 三一

吳翊綸 四一

司徒和 四九

蔣文荃 五三

黃鑑輝 五五

李恒鉞 五九

金濤 六七

選錄

路基排水

## 譯叢

# 鐵路高速度車之研究

R. P. Johnson 著  
張霖謨摘譯

譯自 Baldwin Locomotive Vol. 13 No. 1. 1934

近來鐵路之趨勢，多偏向於高速度運輸。一般之意見，以爲欲求列車速度之增高，祇須減輕機車車輛之重量，及改爲流線式（Streamlining，意即機車車輛之構造及設計，使於行駛時，對於空氣等阻力，能減至極低，以達高速度之目的。）即可。然此問題，固不如是之簡單。茲試分晰研究之。

### （一）流綫式機車車輛之研究

列車由緩而速，阻力必隨之增加，而牽力隨之減少。欲達高速度之目的，非將阻力設法減低不爲功。機車在任何速度時，其牽引力量，雖易計算，而列車在各種速度時之阻力，則計算較爲困難。以風力之大小，氣候之變化，以及機械之油潤，機車車輛

之構造，軌面路基坡度彎度之情況，均在在與列車阻力有關也。

按列車之全阻力，由下列各項阻力合成之。(一)在平道時阻力，(包括軸項，車輪，空氣等阻力，)(二)在坡道上之阻力，(三)在彎道上之阻力，(四)加速度時之阻力。

流線式車之製造，其最大目的，在設法減少空氣之阻力。如空氣阻力能設法減少，則高速度所需之牽引力即可增加。列車高速度之目的，即易達到。故茲先就空氣阻力研究之。

空氣阻力不僅指列車在穿行靜止空氣中所受之阻力，其同時受風吹之阻力，亦包括之。茲統稱為空氣阻力。列車所受之空氣阻力，約可分為三種，即車首阻力，車尾阻力，與車旁阻力是也。其力之大小，與列車速度之平方成正比例，流線式列車，其目的既在減少阻力，增加速度，對此三種阻力，自必設法減除。茲先就車首阻力研究之。按車首阻力之大小，與其正切面之面積成正比。又其形式，如能改為蛋圓形，阻力並可減小。次論車尾阻力。按普通列車車尾，多為方形。此方形車尾，行駛時可發生吸引阻力。如改為蛋圓形，則此種阻力即可完全免除。再論車旁阻力。車旁阻力之大

小，與列車之長短成正比。即車身愈長，阻力愈大。減少阻力之法，在設法使車面極為平滑，並避免兩車間之空隙，同時將車身下各旋動部分，設法擋遮。新式之流綫式車，即照上述各種減少阻力辦法以製造者。即列車首尾，均作蛋圓形，而車首切面面積，減至極小，並列車兩旁使極平滑，而各車聯合，不使中留空隙，車身下部以風擋擋遮。列車之如是建造者，可稱之為全流綫式車。至若為便於檢查機件起見，車身下旋動部分，不加風擋者，則稱之為半流綫式。二式列車空氣阻力與非流綫式列車空氣阻力之比較，經最近試驗，知半流綫式車約可減少阻力百分之三十五，而全流綫式可減少百分之四十三。

因改用流綫式而減少空氣之阻力，已如前述。然則其所減少之阻力，究可抵出牽引馬力數若干。此則因列車重量既各有不同，而所用原動力之性質亦互有相異，難作攏統之斷定。經以二列車試驗，其一為流綫式者，一為非流綫式者。比較其在各種速度下之阻力。知流綫式列車在各種速度下，能省出之馬力，其隨速率而遞增，正等於阻力之隨速率而逐減。

又經試驗兩式列車在各種速度下空氣阻力佔全部阻力中之百分數。知流綫式車空氣

阻力在全部阻力中，減少之百分數，隨速率而增加。又經作行駛記錄之試驗，即將兩式列車欲達到各種速率時，所需之時間與經行之里程，一一記錄，而比較之。知在每小時五十英里之速度以內，此二式列車所經之時間與里程，相差甚微。自此以後，則相差漸鉅。觀此可知流綫式列車，須在高速度行駛時，其效能方可顯著也。

以上所述，僅就在平道行駛時而言。如行經坡道，其結果自又不同。按列車行駛坡道，每百分之一之坡度，每噸重之阻力為二十磅。此種阻力，在任何速度時均屬相同。經試驗結果，列車改為流綫式後，對於此項阻力之減少，為効甚微。按坡道阻力與列車重量成正比例。故欲求行駛坡道時阻力之減少，非將列車重量減輕不為功。設列車重量能減輕百分之三十，則阻力即可減少百分之三十。故欲求列車阻力之減少，除改為流綫式外，尤須注意設法使列車重量之減輕。

列車行駛坡道時欲減少阻力，則減輕列車之重量，較改為流綫式為尤重要，前已述之。然則行駛平道時，其情形又復如何。經試驗結果，知在每小時三十英里以下之速率，減輕列車重量，較改為流綫式為尤要。自每小時三十英里以至每小時一百英里之速率，則改為流綫式呈顯著之効能。



## (二) 高速度車採用之限制

### (甲) 營業性質問題

高速度車之採用，首須攷慮者，爲鐵路之營業以貨運爲主，抑以客運爲主。若以貨運爲主，則現在貨運車輛之構造，多不適於高速度應用。故僅宜於客運。即客運亦只限於無坡之平道，及停車站地稀少之地段。

### (乙) 原有設備問題

高速度車之採用，必須顧及原有之機車車輛情況。建造新車而將舊車廢置，固屬極不經濟，而輕質車輛需牽力較少，用原有牽力甚大之機車牽引，亦屬虛糜機力。

### (丙) 車輛修養問題

流綫式輕質車輛既只宜於客運，故鐵路建造此式車輛，只能限於客車一部。此新式車輛之構造，既與其他車輛大不相同，其零件及設備等自不能與其他各車互相通用，似不甚經濟。

### (丁) 路基剖面問題

鐵路路基未有絕對平直者，而列車行駛於每百分之一之坡道，每一噸之重量即有二十磅之阻力。故高速度車行經坡道，其速率即不能不減低。行經彎道時亦如之。列車行經彎道時，其所生之離心力必使車輛向外傾歪，將彎道外邊軌道推出正綫以外之力甚大。補救之法，惟有將外軌增高。然外軌高出內軌之尺寸，亦有限度。按外軌高出之尺寸  $\parallel 0000 \times \text{彎道半徑} \times (\text{半徑})$  至多不能高逾八吋。高速度行駛遂不能不受此限制。故必欲行駛高速度車時，自必須改築路綫，較準直道，加重鋼軌，及鞏固路基。此則非有巨大投資不易輕舉。

### (戊) 安全問題

停車需用軔力之大小與速度之平方成正比例。故於列車行駛達高速度時，如急需停止，須注意車軔力量之如何，且對於是否能迅速停止而不損及機件及旅客，亦須注意。否則必影響安全也。又輕質車有主張用鋁及精煉鋼 (Aluminum and stainless steel) 製造，其堅固之程度是否能與非流線式所用之質料相抗衡，非加以切實試驗及研究不可。否則難期安全，而路基情形之如何，與安全問題亦有重大之關係也。

### (己) 價值問題

鋁及輕質精煉鋼之價值，較尋常應用之炭鋼 (Carbon steel) 價值昂貴多多。縱其力量較大，構造時可用輕薄之件，並可用接鐸工作，以減去鉚釘及其重量，但最後之總價，仍高出普通車輛甚多也。

### (庚) 站距問題

按流綫式車速度愈高，阻力愈減。故宜於高速度之行駛。但自靜止以達高速度，必須經過相當之時間及距離。因之不適宜於短距離之站距。如兩站間站距過短，經過短時即須一停，則永難達到最高之速度。其効用途不能顯著。

### (辛) 檢驗問題

流綫式車因爲減少空氣阻力計，車輛下部如輪架等，均須裝有風擋。在站停留時，對於檢查如車軻輪軸輪邊等均極困難。添加潤油，亦感不便，而機車則轉動機件幾完全遮藏，檢查困難更甚。即最簡之工作，欲更換閘瓦一塊，亦必大費時間。

### (壬) 燃料問題

燃料之省費與列車阻力成正比例。如流線式列車所能減少阻力百分之四，燃料亦即能節省百分之四。故採用流綫式車，燃料可以比較節省。

綜上以觀，流綫式列車之採用，實際上困難問題尙多。如不能一一加以解決，則應用效果難期完美也。



# 圓筒形鐵筋混凝土水櫃之設計

用算尺佈算所需用之公式

翁立可譯

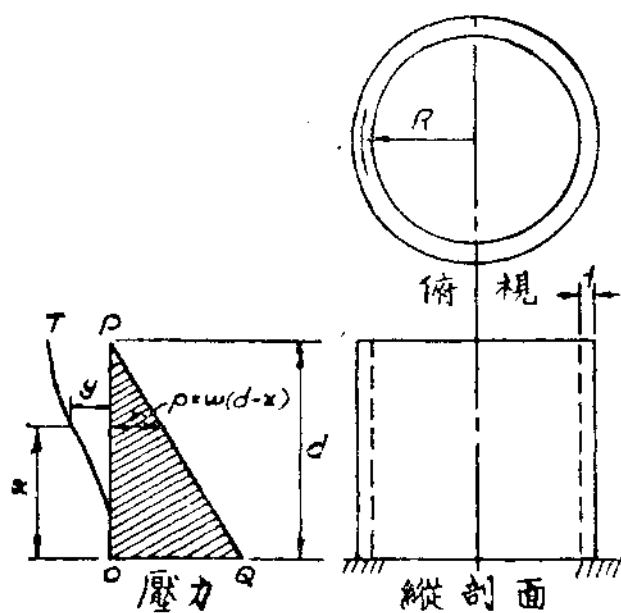
原文爲美國加利佛尼亞省洛杉磯顧問工程師保恩氏 Oliver G. Bowen 之設計師利珀氏 Laverne Leeper 所著見美國土木工程雜誌 Civil Engineering 第三卷第十一期（一九三三年十一月出版）

圓筒形鐵筋混凝土水櫃之設計，其佈算本甚繁難。然可用省略法，俾一切公式化爲簡式。祇用算尺 (slide rule) 一具，即可求得準確合用之數。利珀君著爲此篇。先以精嚴理論求得各公式。繼乃簡化之，以期易于施用。凡計算水櫃所任重量者，得利君之解法及所舉之特例，當必大感興趣而獲益良多也。

在理論上言，水櫃之形式，以平截面成圓形者最爲經濟。蓋因邊緣 (perimeter) 相等之幾何平面形，以圓形之面積爲最大也。凡水櫃之壁，其平截面爲直綫形者，如長方形之類，其抵抗內外壓力之方式，在能抵禦其本體各部分之撓曲。圓筒形水櫃，則須能抵抗緣邊力。(Circumferential stress) 若圓筒形水櫃之壁與底聯結極固，則櫃壁受櫃底之拘束，乃于緣邊作用 (或曰環式作用 Circumferential or ring action) 之外，另生出懸臂作用 (cantilever action) 此種懸臂作用，實令鐵筋混凝土固底水櫃之設計，益加繁複。

鐵筋混凝土圓筒形水櫃設計法中，兼顧環式作用及懸臂作用者，頗有發明。大都藉助于圖表公式。計算時殊為費力。亦有創立簡法，以期求得各數便于施用者。尤有悉屏理論而依據慣例者。此篇用意，務以謹嚴之理，求得簡捷使用之法式。故其說理處算式雖甚繁複，至其最後所得之略式，則極簡易而仍不失為準確。

此篇所論之水櫃，其形式略如第一圖。假設其櫃壁與櫃底係一體鑄成。櫃壁之性質，假定係通體有彈性而下端固定之圓筒。



第一圖

圓筒形鐵筋混凝土水櫃  
櫃壁所受壓力及變形圖  
(deflection curve)

關於水櫃之三恒數，以符號表之如下。

d 爲水櫃高度。假定即儲水深度。

R 爲空水櫃之半徑。(自櫃心至櫃壁中心)

t 爲櫃壁厚度。假定爲恒數。

本論所用其他符號如下。

x 以櫃壁底爲起點至某點之縱距。

y 在高度 x 處水櫃半徑長度變動之總額。

w 每立方呎水重。

p 在高度 x 處之水壓率。其量爲  $w(p_1 - x)$

p<sub>1</sub> p 之一部分。爲懸臂作用所擔荷者。

p<sub>2</sub> p 之又一部分。爲環式作用所擔荷者。

M 在高度 x 處，寬一單位之櫃壁平截面所受之撓率 Moment (以櫃壁中心綫爲中心)。

I 在高度 x 處，寬一單位之櫃壁平截面所受之慣性撓率 moment of inertia =  $\frac{t^3}{12}$  (以

櫃壁中心綫爲中心)

E 混凝土之彈率。 modulus of elasticity 假定縱向與橫向相同。

C<sub>1</sub> 恒數。其值等于 EI

$\mu'$  恒數。其值等于  $\frac{Et}{C_1 R^2}$

櫃壁可認爲由若干邊環相連合而成，而以縱懸臂爲之紐。其所受水壓力之總量，可以三角形  $OPO$  表之。如第一圖。因此重量而櫃壁彎成彈性曲綫。其形狀如圖內之  $OPI$ 。在高度  $x$  處，能使縱懸臂屈曲成此彎形之橫向力，按每單位面積計之，爲  $p_1$ 。按照彈性曲綫定理，則

$$P_1 = EI \frac{d^4 y}{dx^4} \quad [1]$$

在高度  $x$  處，同時令邊環變更長度之橫向力，按每單位面積計之，爲  $p_2$ 。按照薄壁圓筒之定理，則

$$P_2 = \frac{tEY}{R^2} \quad [2]$$

因水壓力之全量，爲環式作用及懸臂式作用所分擔，故水壓力之單位  $P$  應爲  $P_1$  與  $P_2$



之和。綜合上述兩方程式，則

$$P = P_1 + P_2 = EI \frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{EY}{R^2} \quad [3]$$

以恒數  $C_1$  及  $\mu'$  代入，則此微分方程式變為

$$\frac{P}{C_1} = \frac{d^4 y}{dx^4} + \mu'^4 y = \frac{w(d-x)}{C_1} \quad [4]$$

此方程式，在美國土木工程學會會報 (Transactions of A. S. C. E.) 第八十三卷中，(一九一九至一九二〇年出版。頁數自二〇二七以下) 曾由會員史密斯氏 (B. A. Smith) 詳為演算。其解答為

$$y = \frac{PR^2}{Et} + e^{\frac{\mu x}{\sqrt{2}}} \left( A \cos \frac{\mu x}{\sqrt{2}} + B \sin \frac{\mu x}{\sqrt{2}} \right) + e^{-\frac{\mu x}{\sqrt{2}}} \left( C \cos \frac{\mu x}{\sqrt{2}} + D \sin \frac{\mu x}{\sqrt{2}} \right) \quad [5]$$

其中之 A, B, C, D 依櫃底及櫃口之狀況而定。若櫃底完全固定，(a tank with base encastre) 則此四恒數為

$$A = 0 \quad [6a]$$

$$B = 0 \quad [6b]$$

$$C = -\frac{wR^2 D}{Et} \quad [6c]$$

$$D = \frac{wR^2}{Et} \left( \frac{\sqrt{2}}{\mu} - d \right) \quad [6d]$$

方程式(5)，爲  $y = f(x)$  之類。乃彈性曲綫之方程式。施以連續求微分法，即可得其他各種關係之方程式。因 A. B. 皆等於 0，其各微分數爲

$$\frac{dy}{dx} = \text{曲綫斜度} = -\frac{\mu}{\sqrt{2}} e^{-\frac{\mu x}{\sqrt{2}}} \times \left[ (C-D) \cos \frac{\mu x}{\sqrt{2}} + (C+D) \sin \frac{\mu x}{\sqrt{2}} \right] \quad [7]$$

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = \text{撓率} = -\mu^2 e^{-\frac{\mu x}{\sqrt{2}}} \left( D \cos \frac{\mu x}{\sqrt{2}} - C \sin \frac{\mu x}{\sqrt{2}} \right) \quad [8]$$

$$EI \frac{d^3y}{dx^3} = \text{剪力} = +\frac{\mu^3}{\sqrt{2}} e^{-\frac{\mu x}{\sqrt{2}}} \times \left[ (C+D) \cos \frac{\mu x}{\sqrt{2}} - (C-D) \sin \frac{\mu x}{\sqrt{2}} \right] \quad [9]$$

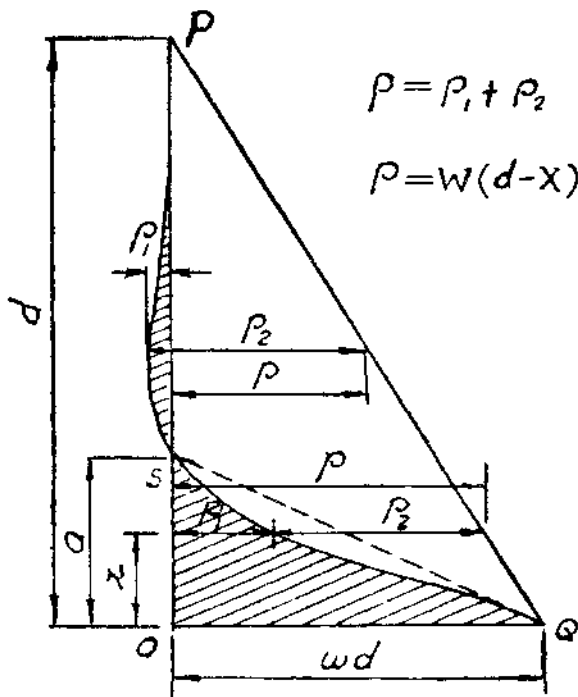
$$EI \frac{d^4y}{dx^4} = P_1 = -\mu^4 e^{-\frac{\mu x}{\sqrt{2}}} \left( C \cos \frac{\mu x}{\sqrt{2}} + D \sin \frac{\mu x}{\sqrt{2}} \right) \quad [10]$$

在方程式(10)內，假定  $x$  等于某某數而求相當之  $P_1$ 。然後以  $x$  之各值爲縱距而以  $P_1$  之各值爲橫距，即可繪成方程式(10)之曲綫。此  $P_1$  卽懸臂作用所受之水壓力  $P$  之一部分。因水壓力之另一部分，係由環式作用所擔荷，故在高度  $x$  處， $P_2$  爲  $P$  與  $P_1$  之代數差。在曲綫圖內，則爲曲綫與代表水壓力總量變化之直綫間之橫距離。

由方程式(10)製成之曲綫，其式略如第二圖。此綫在高度  $a$  處跨過縱軸後，至較高處而又折回。若水櫃之深度甚大，則此綫反復跨越縱軸，而成擺動式。其跨越縱軸之頻數 (frequency) 不變，而其擺幅 (amplitude) 則隨  $x$  之增加而銳減。

計算環式作用時， $a$  點以上曲綫之擺動，可略而不計。此曲綫自壁底  $P \parallel wd$  處至高處  $a$  跨越縱軸處，可認作一直綫。如第二圖內之虛綫  $OS$ 。故環式作用所應擔荷之水壓力  $P_2$ ，可以圖內三角形  $POS$  表示之。在任何高度  $x$  處， $P_2$  之值，即此三角形之橫寬。

圖 二 第



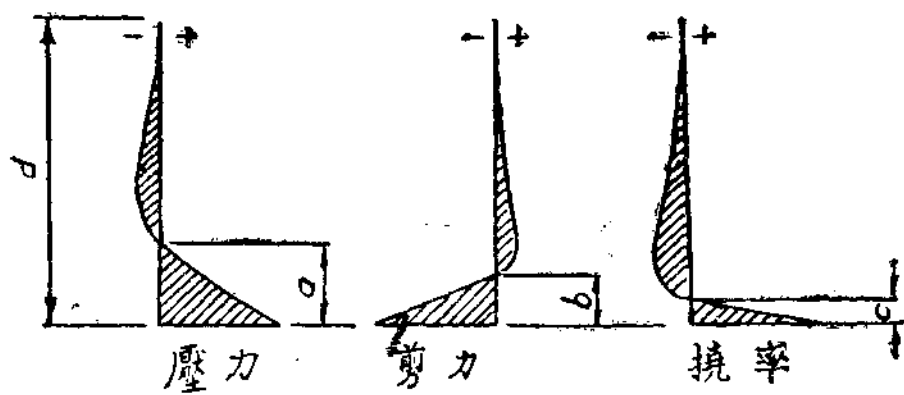
$$P = P_1 + P_2$$

$$P = w(d-x)$$

圓形水櫃壁所受  
 $P_1$   $P_2$  兩種壓力之  
 分佈式

若已知  $P_2$ ，則在此高度之環式作用之單位應力 (unit circumferential stress) 可由  $\frac{P_2 R}{t}$  求得之

第 三 圖



圓筒形水櫃壁所受壓力剪力  
及撓率圖

，而所需鋼之數量亦易審定。然後再求  $a$  之高度。

(8)(9)兩方程式，亦可照方程式(10)之法，繪成曲綫。此即  $p_1$  所生之撓率及剪力圖也。(8)(9)(10)三方程式之曲綫式，如第三圖。剪力曲綫與縱軸相交處，其高度為  $b$ 。較  $a$  為低。在高度  $a$  處之剪刀值，為剪力之最大值。撓率曲綫與縱軸相交處之高度為  $c$ 。又較  $b$  為低。在高度  $b$  處之撓率值，為撓率之最大值。

試由第三圖及方程式(7)至(10)考之，可見

若  $EI \frac{d^4Y}{dx^4} = 0$  則  $x = a$

若  $EI \frac{d^3Y}{dx^3} = 0$  則  $x = b$

若  $EI \frac{d^2Y}{dx^2} = 0$  則  $x = c$

若 公式(8)內  $x = 0$  則  $+M$  即得最大值

若 公式(8)內  $x = b$  則  $-M$  即得最大值

若 公式(9)內  $x = 0$  則剪力即得最大值

計算環式拉力 (ring tension) 所需鐵筋，須知  $a$  之高度。及  $+M$   $-M$  則為計算懸臂作用

之所需。最大剪力，則用以計算對角拉力，(diagonal tension) 以下材料：

設  $EI \frac{d^4y}{dx^4} = 0$ ，並將方程式(10)內所有恒數化為水櫃之三恒數，則

$$x = a = 0.76\sqrt{tR} \times \tan^{-1} \left( -\frac{d}{d - 0.76\sqrt{tR}} \right) \quad [11]$$

此方程式內之  $0.76\sqrt{tR}$  為數甚微。  $\tan^{-1} \left( -\frac{d}{d - 0.76\sqrt{tR}} \right)$  可認為  $\tan^{-1}(-1)$ 。則此角即為

$135^\circ$ 。即等于  $1.79\sqrt{tR}$ 。實際上此角常略小于  $135^\circ$ 。故此方程式之較近數為

$$a = 1.75\sqrt{tR} \quad [12]$$

設  $EI \frac{d^4y}{dx^4}$  等于 0，並將方程式(8)內所有恒數化為水櫃三恒數，則

$$x = c = 0.76\sqrt{tR} \times \tan^{-1} \left( \frac{d - 0.76\sqrt{tR}}{d} \right) \quad [13]$$

此方程式內末項之分子中第二項，為數甚微，亦可略去。此角即成  $45^\circ$ 。即等于

$$0.6\sqrt{tR}。實際上此角常略小于  $45^\circ$ 。故此方程式之較近數為  $c = 0.56\sqrt{tR}$  [14]$$

在櫃壁底  $x$  為 0，正撓率得最大值。若將方程式(8)內所有恒數化為水櫃三恒數，而令  $x = 0$ ，此方程式即可化為下列簡式。

$$M = +18Rt(d - 0.76\sqrt{tR})$$

[15]

當  $x$  等于  $b$  時，負撓率之值爲最大。  $b$  之值隨  $R$  及  $t$  之大小而增減。故當  $x = b$  時，方程式(8)內  $\frac{Rx}{2}$  即  $\frac{x}{0.76\sqrt{tR}}$  之值，可認爲一切水櫃之恒數。  $b$  之值曾依據各種水櫃之各恒數而令方程式(9)等于 0 以求之。而知各水櫃之  $\frac{p}{0.76\sqrt{tR}}$  幾等于 1.5。 1.5 radians 之角，以度數計之，爲  $83.5^\circ$ 。若作  $90^\circ$  計之，則方程式(8)即變爲

$$M = -4Rtd$$

[16]

若  $x$  等于 0，則在櫃底之橫剪力  $V$  得最大值。若將方程式(9)內各恒數化爲水櫃三恒數，而令  $x$  爲 0，則可得下列之簡式

$$V = -25\sqrt{Rt}(0.76\sqrt{Rt} - 2d)$$

[17]

方程式(12)(14)(15)(16)(17)爲設計時所需之各數。若  $R$   $t$  及  $d$  均以呎計，則由此等式求得之  $a$  與  $c$  爲呎數。  $+M$  及  $-M$  爲櫃壁每呎之呎磅數。  $V$  爲櫃壁每呎之磅數。各方程式之用法，曾就水櫃三座演算之以示其例。茲將所得各數，列成表式，以便觀覽，(附表)又因方程式(12)(14)(16)均係略式，爲證明其準確起見，另用方程式(11)(13)

(8) 計算  $a$ 、 $c$ 、 $M$  之確數，以資比較。其差誤百分數，併列表內。  
 演算所用各水櫃之各恒數如下。

	水櫃一	水櫃二	水櫃三
R	5 BR	9 BR	15 BR
t	0.75 BR	0.75 BR	1 BR
d	10 BR	20 BR	30 BR

表內所載由方程式(12)(14)(15)(16)(17)求得之各項，已足計算緣邊作用及懸臂作用所需鋼鐵之數量及櫃壁所擔荷之對角拉力。細察此表，可見方程式(12)(14)(16)雖係略式，然大率足以敷用。又可見此等方程式計算大水櫃較小水櫃為準確。表內各數之比較，以  $M$  之各值超過準值之百分數為最大。故方程式(16)之略式，係屬安全算式。本論後半推算各數，多援用懸定法。務求簡捷。凡含有正切等於某數之角 (arc tangents) 及  $e$  之各次方者，均設法避去，以省用表之煩。祇須算尺一具，即已足用。如欲更求精確，則有較密之方程式(11)(13)(8)可以採用。但此類公式，非特必須用表，且較諸各簡式，費時亦殊多。



篇內假定櫃壁之厚度，係自頂至底，通體一律。實則自高度  $a$  以上之厚度可以減少，而以上各公式仍不失其準確也。

附 表

求懸臂式及緣邊式應力準略兩法之比較

水櫃號數	a			c			+M		-M		V 求得之值 17
	準 值	求得之值 12	差誤百分數	準 值	求得之值 14	差誤百分數	求得之值 15	準 值	求得之值 16	差誤百分數	
1	3.36	3.39	0.9	1.04	1.09	4.8	575	140	150	7.1	900
2	4.56	4.55	0.2	1.45	1.46	0.7	2,190	516	540	4.7	2,470
3	6.77	6.78	0.15	2.15	2.17	0.9	7,290	1,720	1,800	4.7	5,520



# 修鐸工作實驗譚

章宏序譯

原文見養路工程雜誌 (Railway Engineering & Maintenance) 第二十卷第八期 (一九三四年八月出版)

修鐸工作，關係軌道用料至鉅。近數年來美國各鐵路施行氧炔鐸，(Oxy-acetylene

Welding) 雖尙有未能得充分利益者，然大多數均已採用此種方法矣。茲篇內容，係描

寫 (Proviso Yard of the Chicago & North Western) 實際工作，意欲使鐵路人員讀斯篇後，愈知

利用修鐸設備之道焉。

## 岔嘴之修鐸法

鐸補岔嘴最要工作，在使岔嘴不得過高。若嘴尖較幹軌 (stock rail) 爲高，則尖頂易致碎裂。其他如幹軌之頭，若有邊唇存在，亦足以使新岔嘴或曾經修鐸之岔嘴易于損壞。因此種邊唇，使嘴尖不能緊靠鋼軌，其結果當車輛經過時，祇有嘴尖頂部貼附幹軌，故易損壞也。

遇有此種情形，首須將邊唇剪除。剪除之法，最快者，爲氧割。若氧割後，軌邊不

平，可將鋼軌頭部燒熱，用槌 (Flater) 將軌邊槌平。惟剪除時，須注意軌頭本身，不可剪去過多。剪除邊層之器具，除氧割火嘴外，市上尚有各種器具，可供此項用途。最良者，爲輕便磨琢器。(Portable Grinder)，鐸補岔嘴時，爲避免鐵質過硬計，火嘴所發之火焰，必須調整得宜。鐵受熱後，須竭力槌擊，令其柔軟。岔嘴末端六吋之一段，宜用軟鋼鐸補，俾可得相當韌度。其法先鐸軟鋼一薄層，槌擊之，再罩以修鐸用之鋼鐵一層，使兩層鐵混合，成韌而不硬之鋼質，則堅固耐用矣。

### 歪曲岔嘴之矯正法

修鐸岔嘴時，鋼軌常易灣曲，以致軌端上翹。此種趨勢，與受熱之鋼軌長度成正比。欲免此病態，可在嘴尖經冷後，將軌底燒熱二三處，每處長約六吋，每二尺燒一處。色須深紅。當軌底受熱時，其軌端更形彎曲。逮經冷後，嘴尖即恢復原狀矣。

修鐸岔嘴工作，在軌道內軌道外均可。軌外工作，其佈置應與軌內同。鋼軌竈用頭部磨損較多者。如此可免嘴尖鐸補過高之弊。

現在市上出售之鋼軌磨琢器，于岔嘴之修鐸工作，大有裨益。因用此器，嘴尖高矮

可隨意磨琢，實較平常器具爲佳。

鐸補軌端完竣後，不可再將魚尾板更換，或改變其位置之方向，亦不可將軌節低處砸高。此種工作，均須在修鐸以前完成。否則軌端將至太高。因新魚尾鉸能使軌端略爲提起，再加以鐸補之厚度，必至太高。故魚尾鉸若能事先更換，則所需鐸補工作較少，其費用自亦較省。

現今所用曾經高度熱煉之魚尾鉸，受修鐸之熱度，殊無妨礙。蓋以鋼軌及魚尾鉸之散熱面積甚大，其熱力大部散去也。現在各鐵路頗有用乙炔火嘴，修理魚尾鉸者。

### 鐸工不應躁急

近一二年中，修鐸工作頗有過于求速之趨勢，而尤以鐸補軌節爲甚。嘗見千百軌節，因鐸補過速而損壞，亦有因新到之磨琢工人，以迫令求速而僨事者。總之修鐸方法，如應用適宜，獲益良多。寧可多費以求成績之佳，切不可省小費而致工作惡劣也。

### 修鐸自護轍叉須格外注意

修鐸自護轍叉之護軌，欲其成功，非格外注意不可。最好將轍叉移至軌道以外，如

此法不能實行，亦須于鐸補時竭力避免應用此義。否則當列車經過時，鐸補處尙未及加入較長之順坡，(Run-off) 將有出軌之險。鐸補此種損壞護軌，須用測徑規 Calipers 量其厚度，令與原鋼軌厚度相等。惟經冷後，其鐸補部分之厚度，常較原軌稍小，但此却有益。蓋以護軌過厚而順坡長度不足，每肇出軌之禍也。順坡須使長而漸薄，此節亦頗重要。

鐸補自護轍義之護軌，最好用逾量之乙炔，(Acetylene) 俾鐵質堅硬，足以抵抗磨削力。其餘方法，與修鐸轍義之其他部分相同。惟鐸工須有邊鐸 (side welding) 工作之經驗。

### 修理彎曲與破碎轍義之方法

轍義翼軌或轍尖常因火車出軌而致碎裂，義軌有時亦被擠彎。此種損壞轍義，據經驗所得，均可加以修理，完好如新。法于損壞轍尖携至工廠後，將此尖分而爲二，然後將損壞之邊緣整理完好，再將二軌鐸而爲一，成一尖頭 V 形。鐸時，先鐸軌底，次鐸軌腰，末鐸軌頭。軌底軌腰及軌頭之三分之一，均用軟鋼修鐸。其餘軌頭部分，用平常鐸轍義之鋼條完成之。

若轍叉翼軌向外彎曲，則在軌端螺絲孔穿一長螺絲，將彎曲處之軌底燒熱，再將螺絲轉緊，此翼軌即回歸原有地位。用此法矯正鋼軌，須令稍過所需之度。因鋼軌經冷，仍將向外彎曲少許也。若翼軌向內彎者，先照前法燒熱後，用小而有力之螺絲鎚，嵌入兩軌之間，即可將兩軌擠開。岔嘴若彎曲時，亦能用標準彎軌機，使之改直。其軌底亦須燒熱，與修轍叉同。

### 橋上鋼軌用平接鐸法

公路道口站台及車站終點各處之鋼軌，若用平口鐸接，則維持軌節經費可節省許多。目前各路橋梁上之鋼軌，尚少用平接者。惟此法將來必可推行，因其能節省橋梁維持費也。

普羅維蘇車場 (Proviso Yard) 修鐸轍叉及岔嘴，大都在小工廠內工作。惟近數月內，已考知除修鐸數量太少各地點外，在軌道上修鐸，較之在工廠內為經濟。因在道上修鐸，可省運費也。

### 鋼軌磨琢器之重要

近年磨琢器之發明，于鐸補軌端工作，大有裨益，而于四呎以上長度之修鐸，尤為需要。用普通鐵槌 (Flatter) 槌擊較長之鐸件，殊覺困難。若用鋼軌磨琢器，則此種工作較為簡易。磨琢器之重要功用，在能增加鐸工工作之效能，故所鐸補軌端，成績佳而用費少。

用氧割火嘴 (Oxy-acetylene cutting torch) 割切鋼軌，省費甚多。其便利處，約有數端。(一) 軌條勿庸自軌道上移開，即能割截。(二) 能在軌端切近處割截。此種工作，常為別種方法所不能及。(三) 割時極為安全，無鋼鐵飛揚傷人之事。(四) 工作迅速，每割切一軌，祇須一分半鐘，較任何方法為速。養路人員有以為用氧割火嘴，能令鋼軌碎裂者，殊屬謬誤。蓋曾用此法割切鋼軌以千計，從未見有碎裂者。

### 修鐸工作之程序

修鐸工作之步驟，曾經詳為計畫。一切修鐸均在軌道上工作，每年春季開始。將全車場分為十一段，一段完成後，再作第二段。如此繼續工作，至全場完竣為止。此種道上工作，均在每年氣候溫暖時，約七個月作完。凡道上不能作者，至冬季時移至廠



內工作。

### 修鐸工作不可每日臨時規定

修鐸工作，最好事先計畫工作步驟，以免臨時張皇，耗費時間。監工或監督人，指揮鐸工工作，不可每日臨時決定。因如此則鐸工完成一件工作後，其餘應為之事，不能繼續進行，而須靜候命令，誤工殊多。故每一鐸工，須指定地段，責令按期工作。如此則作工多而需時少，費用可大減矣。



郭懋誠譯

### 世界水力發展數量表

原文見美國工程新聞記錄 (Engineering News-Record) 第一二卷第二期第四十九頁(一九三四年一月十一日出版)

世界各國，發展水力，在十萬啓羅瓦特以上者，其數量，略見左表。此表為世界動力會議美國委員會 (the American Committee of the World Power Conference) 所製。其委員長為紐約市之米利兒氏。(O.C. Merrill) 米氏發表此項數字，據稱已力求準確。惟訛誤之處，仍恐難免。尤以發展數量在一百萬啓羅瓦特以下各國為甚。表內美國，坎拿大，意國，法國，日本及捷克斯拉夫等國之數量，係依據官報。瑞威，瑞典之數量，則根據本年送交世界動力會議之資料。德國之數量，係摘自德國水力協會 (the German Water Power Association) 所製之詳細報告。俄國之數量，則係古柏氏 (Hugh L. Cooper) 所供給。各國已發展之水力表 (不及十萬啓羅瓦特者從略)

國名	數量 (啓羅瓦特)	占全數百分比之幾
美國	一八〇〇〇〇〇〇	三〇
坎拿大	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
日本	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
法國	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
德國	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
瑞典	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
瑞威	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
奧國	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
俄國	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
巴西	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
芬蘭	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
印度	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
墨西哥	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
新錫蘭	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
南斯拉夫	一〇〇〇〇〇〇〇	一七
捷克斯拉夫	一〇〇〇〇〇〇〇	一七

# 土壤軋實法之基本原則

郭懋誠譯述

美國加利佛尼亞省羅杉磯城給水局野外工程師 R. R. Proctor 著原文見美國工程新聞記錄 Engineering News-Record 第一一一卷第九期（一九三三年八月三十一日出版）

土內水分與軋實後所成密度之關係，為土壤軋實法之最要原則。凡築土壩之土，受水濡浸，常有至于飽足狀態而軟化者，蓋以軋土時水分失宜，密度不合，其堅強拒水之力不足之所致也。故任工程之責者，須于土壤未經舂築之先，測定其保持堅度所需之密度。然後用適當方法求其實現。工作進行時並須有精密之設備，以測驗工作之效率。羅杉磯城給水局前為研求防止此種軟化之術起見，曾以二百餘種水分各異之土質，用同一方法，詳加試驗，察其良窳。所用土料之粗細，分等甚多。最粗者為帶泥之礫石， silty gravel 僅有百分之八通過二百孔篩。最細者為細黏土， fine clay 百分之九二能通過此篩。研求之結果，遂制定土壩施工設計之新法程。在過去二年中，曾用以建築土壩四處，乃愈臻美備。現在三處土壩已工竣而施用。其餘一處為布開谷第一道水壩。Bonquet Canyon Dam No. 1 其高二百二十一英尺。尙未完成。

此項新法程，係規定軋土工具之式樣用法，及軋土密度應需之水分。工作進行時，更有準確方法，以測定所軋土質築成壩後所能具堅強拒水之力。壩基之土，亦用同法試驗，俾可察知其不合用者，飭工除去。其所訂各法，一切填土工程，凡用軋土法以減其受水飽足所發生下陷或軟化之趨勢者，均可適用。爰詳述之。

### 土壤之性質

凡土壤均係多數形體大小不同之沙泥黏土之質點所合成。質點所佔之地位，並不充滿土壤之體積。其間有若干罅隙。是曰空隙。Void 亦曰多孔性。Porosity 二者均按土壤體積之百分數計之。由小質點在大質點間所佔地位之大小，遂定土壤內質點之總量。由質點之總量，可定土壤之密度及其空隙。軋實土壤，即係將其小質點排入大質點間之罅隙，以增其密度而減其空隙。所用壓力須能勝土壤質點間之阻力而令其移動。故軋土方法之效能，常受質點間阻力之限制。其關鍵則在土內之水分。

土壤之黏軟性，視其質點間磨擦阻力 *Frictional resistance* 爲進退。凡未被水浸透之土，加水則增其黏軟。蓋以水入土中，遂去其空隙間之空氣，其效力與滑油 *Lubrication* 相同

。極乾土內所含之水分，環繞各質點成一薄膜。藉皮面緊張之力 *surface tension* 而穩定。各質點之薄膜互相接觸之處，由其皮面緊張作用而發生微孔吸力，*capillary force* 能令各質點相固結而發生磨擦阻力。水在土中所生皮面緊張之作用，*Dr. Charles Terzaghi* 所著 *Principles of Soil Mechanics* 文中曾詳論之。見一九二五年十一月五日出版之工程新聞記錄第七四二頁。）若加水則能減損其微孔吸力。其質點乃稍稍鬆離。其質點間之磨擦阻力，隨而減少。土性遂漸黏軟。體積亦微漲。加水愈多則愈甚。直至微孔吸力幾全消失而體積乃不復漲。然土內水量仍未充滿質點間之空隙也。更加水則土性加滑，而體積仍不漲。至土內空隙爲水所充滿時，其質點之滑性，遂達極點。非將其質點重行排列，以益其空隙而增其吸水之量，則質點間之磨力不能再減。

故凡體積限定之土，*confined soil* 其中之空隙爲水所充滿而成完全飽足狀態時，其軟化程度即達于極點。然亦有或種土壤可軋成種種密度而含不同數量之空隙。則由其完全飽足所需水量之不同，其飽足後發生之軟化程度自亦各異。故土壤內空隙因軋實而能縮減之範圍，即其含水飽足後軟化之限度也。

### 水分與軋實密度之關係

凡含水極少之土質，一經軋實，能變爲堅實土塊，全無黏軟性。含水較多者，用同一方法軋之，則用力雖同，而以水量較多增其滑性之故，其質點之移動較多，而得較高之密度，較少之空隙，其黏軟性亦增高。繼續加水，至土內水分及少量未能排出之空氣，恰能充滿空隙，則軋實工作，已告完成。

是時此土質已達到用此種軋法所能得之最高密度及最少空隙。如欲更減其空隙，則非排出其一部水分或空氣不可。此尙非現今建築工具所能及也。土內水量如再增高，其軋實程度，亦僅至土內空隙與餘留空氣及水之體積適符而止。其結果成一空隙較多，密度較小，而黏軟性增大之土塊。此後每增其水量，則此種效果亦與之俱進。直至黏軟過甚，不復能勝軋實工具之重量而後已。

由此可見土內水分，能左右軋成後之密度與空隙。軋成後空隙最少者，得較少水量即滿足。其質點之滑性較小，故黏軟性較小，而堅穩性較大。其吸水後軟化限度亦必較小。

土內空隙，爲水液巡行之孔道。減少空隙至最小限度，即是減少水道至最低範圍。故以某種限定軋實方法而用與之相當之形成最少空隙之水分，軋實土壤以築壩，即可

得最堅穩拒水之土壩。

如用更高之軋力及與之相當之較低水分，則所成之土壩，密度增高，空隙減少，拒水力加大，吸水量縮小，黏軟性少，而堅穩性較勝。可見增加軋土工具之重量，即可增加土質之拒水性及堅穩性。故欲求土壩之堅強合度，須令土內水分適宜，並須用適宜之建築工具。

### 試驗結果之記載

附圖內各曲線，係由十三種水分各異之帶沙黏土， *sandy clay soil* 用同一方法試驗之結果繪成。其軋實重量線，係表明軋實後每立方尺之重量。乾重線係表軋實重量減去水分後，每立方尺淨土之重量。空隙成分線係由土之乾重及比重求得，表明軋實後空隙之成分。通常多用乾重綫表明軋實土壤之性質。其餘各線，則表明空隙及軋實重量與乾重之相互關係。

此十三種軋實土質之黏軟性，係用一種特製器具刺試，由其抵抗力計算得之。其刺入之力，與以十分一方寸之鉛筆桿刺試，每秒鐘貫入半寸許所需之壓力，約略相等。

觀察軋實土質之樣品，第一須測定其乾重，然後誌其數于圖內乾重線上最大乾重點 point of maximum dry weight 之側。由此可確知其所能吸水最少之量數。其餘量可由空隙成分綫算出。

### 低溼度軋實與高溼度軋實之比較

參看附圖

本試驗所用之土質，含百分之六·二水分者與含百分之二·二水分者，其軋實後之乾重及空隙成分均相同。此可證其能吸同量之水，而吸水後形性亦可相同。然其黏軟性乃相差甚遠。前者頗為堅硬，後者幾同灰漿。purity 用鉛筆桿刺試，前者須用一千磅之壓力。後者祇須〇·八磅。此即軋實之土有時因受水飽足而變成極鬆軟之理也。若以土壩受水液浸濡，常有一部或全體成飽足狀態之事實論之，則含百分之六·二水分時軋實之土，其性質應認為與含百分之二·二水分時軋實者完全相同。

此土含百分之八水分時，以軋實工具軋之，可至乾燥而不外躍。軋成後形頗堅實。每立方尺重一一六·六磅。其乾重為一〇八磅。空隙佔全體百分之三六·五。以鉛筆刺之，須用五百磅之壓力。其含百分之一九·二水分時所軋得乾重亦同，惟其軋實重



量則爲每立方尺一二八·六磅。以鉛筆刺之，僅須用二磅之壓力。其軋實重量增多之十二磅，係由水量之增加。含百分之八水分時軋成之土，能吸入此十二磅水，而其體積或空隙不生變化，而以鉛筆刺試所需之壓力，則由五百磅減至二磅，或且不及二磅。如此土質，其堅穩力殊不合土壩之用。

由上述各點，可見土質可以軋成堅實，形似完全合用，惟若所含水液，充滿其中，則又可變成極軟而失其堅穩之性，大凡軋實之土，以鉛筆刺試，須用十五磅左右之壓力者，其堅度方能阻止載重車輪之陷入。此種情形，曾于此項土質含百分之一六·五水分時求得之。

含百分之一六·五水分之土，軋成最小之乾重，爲每立方尺一一二·五磅。此較百分之八水分軋成者爲勝。其優點即在乾重由一〇八磅增至一一二·五磅也。又用含百分之九·五水分之土，亦可軋得此乾重一一二·五磅。軋實後以鉛筆刺試，約需二百磅之壓力。此兩項土質既可軋得同量之乾重，則軋製土壤，似以百分之一六·五水分較爲黏軟之土爲宜，因其軋成之密度或可較爲平勻也。如其水分超過百分之一六·五，則因水分之逾量，不能軋成能支車重之堅度，工作卽不能進行。如其水分稍減，則

軋成之質，更可較密而適用。故建築土壩，如用土車運土，並用本試驗所用工具軋實，則土內水分不得過百分之一六·五。

又此土含百分之一二·五水分時軋成之乾重，為每立方尺一百二十一磅，是為用此種軋機所能軋得最大之實度。其空隙為百分之二八·五。以鉛筆刺試，約須用一百磅之壓力。較之以百分之八水分軋成者，其數僅為五分之一。其黏軟性加高甚多。然每立方尺內之土，實增多十三磅。故其空隙亦由百分之三六·五減至百分之二八·五。大增其堅穩拒水之力。

由此可見凡土壤軋實後，其質黏軟，似不合築壩之用者，或反較軋成堅實，水分極少，至能受軋而不外躍者為勝。此項結論，已有軋實線圖 compaction curves 二百餘式及歷來工作實驗，足資證明。

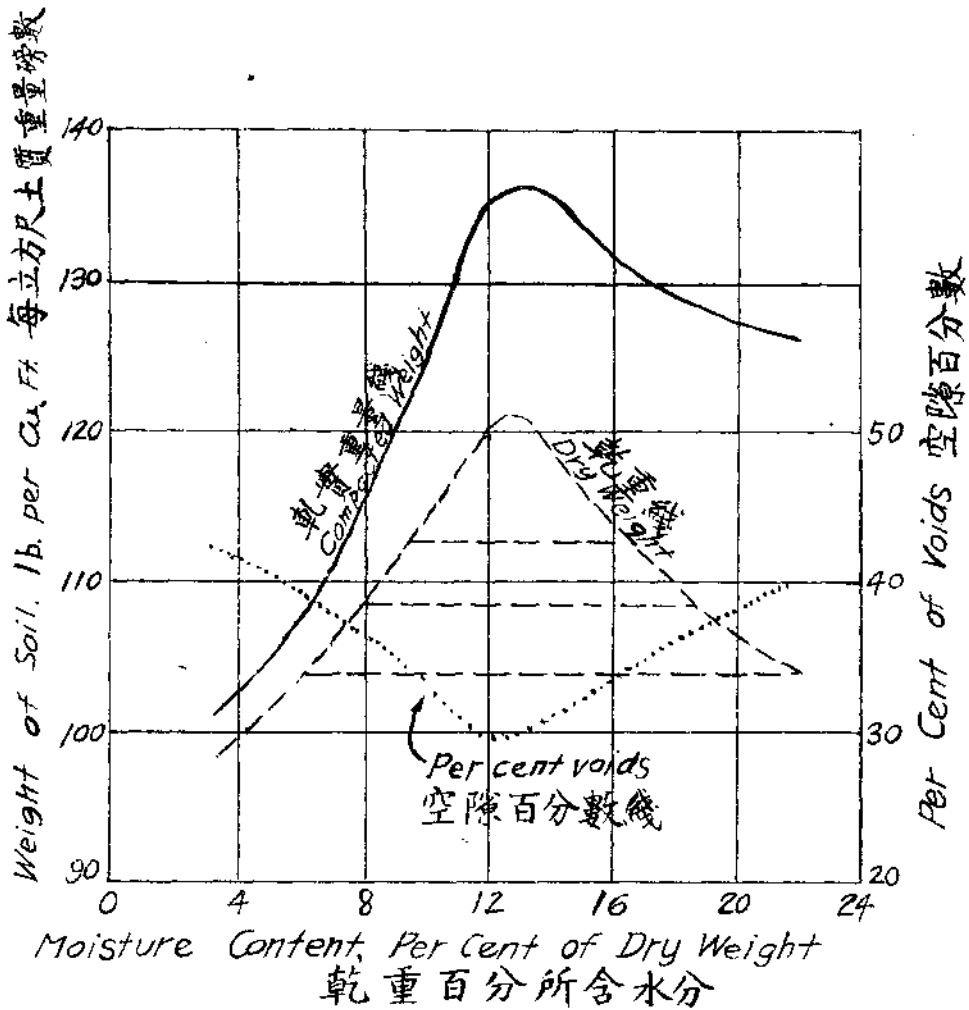
### 受水飽足後黏軟程度之測定

此土在乾重最高度一百二十二磅時，其飽足水分為百分之十五。此較最高軋實度 maximum compaction 所需百分之一二·五水分，增多百分之二·五。此百分之二·五即替代土內未經排出之空氣所需之水量也。又此項土料，以百分之一五·七水分軋實

者，其所含水量與乾重最高度一百二十一磅之土料飽和水液時相同。惟乾重少六磅。以鉛筆刺之，須用二十四磅之壓力。二者相較，則前者所含水量相同而土質則多六磅，其堅度必當遠勝。用此種計算法，並可證知此土在受水飽足，含水分百分之八而乾重一百零八磅時軋實者，以鉛筆刺之，須用一磅之力。是則此種土料，經過合度之軋實，其含水飽足者所需刺透力，較之用軋機軋乾至失其彈力者，可達二十四倍。

據歷來試驗，已知凡土壤含有與圖中軋實綫最高點相對之水分者，軋實後受水飽足時，其距離皮面二尺至五尺處所發生軟化現象，杳不可測。至其確測方法，當在後期論試驗土內涵水 *percolation* 及堅凝性 *consolidation* 篇內述之。





Graph showing the effect of moisture content on the compacted weight, dry weight and voids of a soil when compacted by a particular method.

圖內表明土內水分與軋實重量乾重及空隙之關係

## 著 述

# 研究軌道之管見及已往工作之追述

吳翊綸

軌道價值，佔鐵路資本之最大部分。其重要性亦遠在其他一切設備之上。保管倘有不週，不惟其本身之損失重大，營業亦且受直接之影響。平時修養，斷難放任。稽次衡先生所著之鐵道工作指導一書，至爲詳盡可法。覽讀之餘，觀感興起，因不揣固陋，將素昔之研究與已往之工作，筆而出之。稽君書中所已詳言者，避不多贅。普通工人之所習知者，亦從略不書。姑就軌距，軌端，軌面，外軌超高，更換枕木，抽換鋼軌，矯正爬行等工作之一知半解，列爲次第，凡記憶所及者，分別述之。其所不及者，留待異日。是否所不暇計，聊備芻蕘之獻而已。

### 一 軌距

軌距如較標準尺寸過寬或過窄，均爲不合。尤其是寬窄不勻，更足以影響行車之安穩，甚且損害車輛及軌道之本身。除在特別情勢之下，不能不權衡利害，斟酌變通者

外，養路負責人員，對於維持標準以及合理之勻順軌距，不宜忽視。蓋寬窄不勻之軌道，無論其不勻之程度若何，其對於行車所生之影響，與同量之軌面高低不平，爲害相等，甚或過之。行車發生之左右搖擺及顫動，鋼軌所受之左右磨擦與衝擊，顯而易見。因之道釘及螺絲日漸鬆動，軌距變化，更益加速，一切軌道附屬配件，且且削伐，可以損其壽命。對於行車安全，及養路經濟，所關甚大。

如果機車車輛之設備，均合規範，則標準軌距於行車之際，對於輪軸，均能與以適當之鬆活與靈動，而不至發生劇烈磨擦。直道如此，六百尺半徑之彎道，設外軌超高合宜，軌距加寬英寸六分者亦如之。此在平道歷驗不爽者。

關溝彎道，行駛大機車之區域，遠年枕木完整之時，外軌超高較大，軌距加寬，亦合標準。（半徑六百尺者加寬六分，餘遞減。）但行車雖緩，而外軌被磨甚速。嗣至枕木糟朽，軌距多被擠寬，而外軌被磨則減緩。在枕木相當糟朽尙能勉強維持之處，軌距被擠之現象如下。

就六百尺半徑之彎道論，起初被擠寬甚速，擠至加寬一寸一分以後則減緩。若枕木狀況較好，或竟不再擠寬，而外軌亦不甚被磨。（較未擠寬以前被磨減少）是可

見一寸一分之軌距加寬，爲是項彎道在目前行車狀況之下所需要者。美國工程袖珍書內稱「軌距加寬至多不能過一英寸」，較此實驗需要之數，相差不過一分。在此種需要情形之下稍微改變，與標準相去不遠，亦爲合理。

道岔之內，無論如何，總須維持標準軌距。設有遷就，爲害甚多。普通工頭，於護軌及邊軌間之距離，頗知注意。但於道岔整個之軌距，略差數分則不甚注意。以人字尖論之，因行車衝擊，整個人字尖，頗易發生少許之前進或後退。在彎道方面，道尖前進，則軌距減窄。道尖後退，則軌距展寬。減窄則尖端被擠。展寬則護軌被磨。無論被擠被磨，除岔尖本體損失之外，必至螺絲鬆活，道釘歪斜。不惟行車感覺不穩，道岔使用年齡，亦必大爲減少。負責養路者對於岔尖處整個之軌距，以及護軌邊軌之距離，皆須十分注意，隨時改正。

枕木糟朽不能維持軌距時，用三分厚二寸寬約五尺半以上長之扁鐵，兩端作道釘眼，墊於軌條下作拉條拉之，每節鋼軌下用四個拉條，效力甚大。

## 一一 軌端（軌條之兩端）



普通抽換鋼軌，多係彎道外軌被磨，直道上鮮有被磨或破壞者。間或有之，多係軌條之一端或兩端被車輪撞擊，至於低陷，削薄，彎曲，或破裂者。除因車輪不圓，以及其他種種不合規範之行車設備，可以破壞軌道者不計外，凡屬於軌道本身者，如螺絲鬆活，夾板損壞，軌面不平，枕木糟朽，石渣不足，路床濕軟，石渣帶土，漲隙之過大過小，軌道之爬行，以及軌距不勻，軌節下陷等，凡有關於軌節處之軌道病態，皆足使軌端受重大打擊，而漸至破壞不能使用。有一於此，爲害已甚。若兩項或較多之病態，同時發現，倘不速加整理，其軌端無不立即受傷者。

### 三 軌面

直線軌面，在平道上者，應前後左右，同一水平。在坡道上者，應左右平衡，前後勻順。彎道軌面，無論平坡，其外軌超高，均應在勻順之超高度上。不然者是謂軌面不合。必有突高或低陷之處，須隨時修改，低者起之，高者落之。平時起落，本非難事。惟當天熱之時，倘發現多節軌條相接處，全無漲隙，則起道工作，應十分謹慎，先設計而後進行。蓋偶有不慎，如起落太多，確有「起高此處，則彼處低陷，落低此處

，則彼處長高」之可能性。如在坡度陡峻，行車特殊之區域，或至發生拗曲，促進爬行，更難維持合宜之軌面。最好於未起道之前，先將漲隙改勻，並妥籌略短二三寸之鋼軌兩條，以備緩急。如情勢可能，或將預定工作之範圍以內之螺絲及道釘，略使鬆活，俾軌條可以漲縮自由，改良現狀，同時行車經過，亦可使不平之軌面，自動的改良少許，此後則工作較易爲力。此項工作必須有充分之枕木與石渣方可進行，自不待言。

#### 四 彎道之外軌超高

外軌超高，應按彎道半徑，行車速率，以及軌寬等各條件，用規範公式算出，是不待言。超高過大，則內軌受壓，過小則外軌被磨，亦爲一般所習見。但關溝段內彎道之外軌超高，照目前行車速率，已嫌稍大，而司機有時仍嫌其小。謂超高小則機車效能，受其影響，往往開行費力，上坡有時進行困難。是殆以闖坡速行之頃，超高小則輪邊緊貼外軌，阻力加大，以致防碍進行之故。因用三分至四分鐵板臨時墊於外軌下，稍爲增加超高以試之，其言良是。復思塗油於外軌裏邊，亦能減少阻力，無異增加外軌之超高，久欲一試，尙未實行。

#### 五 更換枕木

一般工頭普通心理，以爲在任何情形之下，新枕木必優於舊枕木，每於大批枕木到手，輒盡情更換，不顧其他，直至更換完畢，再注意作道，此最錯誤。往往因更換枕木太多，反發生行車不穩之弊。管工者應審慮人數力量，限制每日抽換之根數，並責成即日將軌道澈底整理完畢而後停工。如改正軌距，起平軌面，修正軌向，清篩新枕處之石渣，扎實連累提高之枕木等，皆須隨抽換枕木工作，即日整理完畢。


木紋粗大之枕木，不宜用於大坡道上，更不宜用於大坡道上之道彎。此種枕木，往往不待糟朽年齡，輒先破碎劈裂。在可能範圍內，如有兩種木紋粗細不同之枕木，宜選其較細者換於較大坡道上。

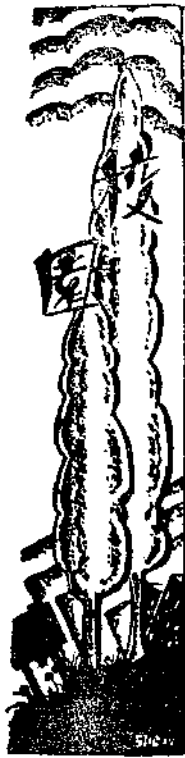
## 六 抽換鋼軌

此項工作，如在熱天，應先驗明其兩端接頭之漲隙如何。如兩端漲隙均擠嚴，而前後數節尙有未擠嚴者，可臨時先改勻漲隙，而後更換。如本身兩端及前後多節聯貫之軌，均漲隙太嚴，一時不易改勻者，絕不能換入原長之軌，可暫用略短鋼軌，臨時換入。徐將漲隙改勻，仍將原長之軌換入。如情勢許可時，不用短軌，用原長之軌，於

夜間天涼時換入，再徐徐改勻漲隙亦可

## 七 矯正爬行

不用制止爬行器具之處，軌條爬行實屬常見之事。為隨時較正，不使擴大起見，常備一寸至五寸長之短鋼軌數節，以為臨時應付行車之用。在車次不多之處，可以應付裕如。惟關溝車次太密，臨時加入及取出此項短鋼軌，以應付行車，極為不便。故另備切去鐵底之一寸至五寸短軌數條，其截面成形者，臨時夾入前後兩軌及魚尾板隙中，應付行車，尚較便利也。



### 巧勝天工之人造石

郭懋誠譯

方今之世，識見深遠之營造家，無論其好尚如何，苟欲求合意稱力之建築材，應非難事。蓋昔之僅限于木料磚石及混凝土者，今則不然。即如各種瓷釉板片 (porcelain-enameled slabs) 之類，可供選用者，則有 Thomas & Co. 是為製成片段之建築料。其高恰合一層房之用。又有軋鋼板，(pressed-steel panels) 瓷鋼板。(enameled-steel panels) 更有所謂露斯石者，(Rocstone) 則最近增出之品也。以上諸材，已有人用以建築私家住宅及獨立之房屋。較之常法所造同式之房，殊為省費。其省費之由，則以所用諸料，多為工廠專備品，其尺寸合用，且易于結構，故臨用時省工甚多。

露斯石者，化學工程師所造之合質石也。此物起源于一千九百二十五年。當時露斯 (David E. Ross) 赫利遜 (R. L. Harrison) 諸氏方研求治石著色永久不退之方法。轉而注意于天然成石法，藉為人工做造之倡導。據近 (Prof. R. Norris Shreve) 之報告，則此諸氏者，已告成功。其所得方法，能用廢料，以賤值造成石，可供營利用之用。

造石所用之生料，為頁岩石 (shale) 及鹼土類。(alkaline earths) 更實以石礦之碎屑。(quarry waste) 法以頁岩石屑與鹼土少許，浸溼和勻，再加礦屑及色料，經過高壓力，模製成形之後，置汽爐 (steam chamber) 內煉製 (cooked) 二小時。總計施工不及一日，其生料已藉化學作用，合為質料均勻之物。凡數百萬年生成之天然石所有性質，無不具備。說者謂此石質密。每立方英尺重一百三十磅。通體紋理均勻細。每方英尺面積，至少能任軋力 (crushing strength) 八千磅。性堅韌。極耐磨。吸水力 (absorption) 小。僅約百分之八。易受灰漿之黏合。(bonds readily with mortar) 且不含能損助力金屬 (reinforcing metals) 之化學質。會以五年餘之強烈空氣試驗 (exposure tests) 證知此石性耐久，不受天氣之影響，且不變色。

著色露斯石，分類甚多。有各種灰，棕，綠，藍，紅，及牛革，(buff) 乳皮 (cream) 等色。其色或通體一律，或互相間雜或互相混合，各隨建築家及顧客之好尚。更可藉彫刻及吹沙 (sand-blasting) 等法，製成深淺兩等相配之色。法以色彩迴殊或同色而深淺迥異之生料，照常法配合入模。其下層即石之本體為一色。其上層又別為一色。上層之厚薄，隨花紋之淺深而各異。又可製成類似填嵌之花紋。其色彩由石面透至其背。石出模後，類易磨治。不費修飾之工。聞石經磨後，能發光澤。並因其紋理細密，故在模時所成精細花紋，稍施手工，即纖微畢現。彫飾之工，大半用吹沙法，因石廠以此法易行而省費也。現在出品之廠，在印地安省。(Indiana) 地名拉法曳。(La fayette)

因此法所製各式建築材料，其尺寸能始終不變，現已有所謂露斯石建築法者產生。芝加哥百年進步展覽會 (Century of Progress Exposition) 之五室房，即其例也。此房之牆垣，屋頂，地板，梯級，牆帽，壁爐等物，皆以色彩相稱之露斯石配合製成。其外垣所用石片，高十七英寸，長四十八英寸，厚二英寸。以上諸物，運至建築地時，所有應用螺絲，均已按位鑄妥，極便安置。其屋架則由印地安造橋公司 (Indiana Bridge Company) 定製之輕鋼架也。

原文見美國 Compressed Air Magazine 雜誌第三十八卷第九期第四二三頁 (一九三三年九月出版)

# 凍道之緣由及其救濟之方法

司徒和

每屆冬令，鐵道路床多有受冰土凝結之影響，隆然墳起，以致平直之軌道，發生坎坷不平之現象。不獨外觀陋劣，而實際上列車行經其間，則顛播而呈不穩之狀態。故每年有凍道之處，道撥工人須先事將該處石渣取出，一遇凍漲，即將軌道落低，以求適合水平。但冰土凝結甚堅，又值天寒，施工甚艱，而所獲之成績甚鮮。及至春融冰解，漲度下減，路床低陷，又須填高。道撥工人爲數無幾。遇有凍道地段數處，卽不勝其勞瘁。其凍道太長處，正式工人外，須添額外工人十數名，以資協助，尙虞不給。所以凍道修養，殊感困難。平綏路綿延千餘里，路綫所經，多爲陵谷，更兼塞外氣候嚴寒，凍地較深，以故張家口迤西，凍道之處，不勝枚舉。謹就經驗所得，縷述其緣由及救濟方法，以資研究。

(一)凍道之緣由 其重要者厥有三端。

(甲)凡路線經過分水嶺，必擇其群峰最低點而穿過之。該處路段，或爲山洞，或爲挖方路基。惟該處旣爲群峰最低點，則泉水之源，均匯聚於斯，所以落方

路基兩傍壁坡，均有甚旺之伏泉流出。當春夏秋季，氣候溫暖，尙可由路基兩邊之水溝洩出。一屆冬令，隨流隨凍，旋至結塞，致源源續出之泉水不能宣洩，遂潛伏土內。故軌道下之土方，受嚴寒之侵襲，即逐漸墳漲而起，至於春融，始逐漸低減。例如堡子灣豐鎮間之五台窪挖深路基，以及十八台馬蓋圖間之挖深路基，其最著者也。

(乙)平坦之地挖掘不及三尺，即能出水者，若鋪軌道於其上，亦最易凍漲。例如綏遠車站內之軌道是也。

(丙)其他如半墊半落之路基，靠山坡之處，泉水頗旺，而宣洩不暢。又高道台之處，夏天雨水過多，以致積水蘊藏土內，亦易發生凍道之結果。每段凍結數節軌道之長，其漲高度不過數寸者，在平綏沿線患此者，當指不勝屈也。

(二)凍道之救濟 救濟之法，謹就管見所及，列舉如下。

(甲)於路基下或兩傍深若干尺處，安置陶器洩水管，埋至當地凍層之下爲度。(例如豐鎮凍至地下五尺，則埋至六尺深。十八台凍至六尺，則埋至七尺深。)

(乙)此種洩水管專爲引洩挖基兩壁坡之伏泉，使其流出之水，不受地面嚴寒之

侵襲。如是則路基下之土方，不受泉水之浸潤，自無凍漲之弊矣。（如圖（甲））此種救濟辦法，適用於凍道甚長之處，如五台窪，十八台兩處凍道，幾及一里，可以採用此法。但鋪管等工程，因有泉源之故，頗爲棘手，而費用亦頗鉅。

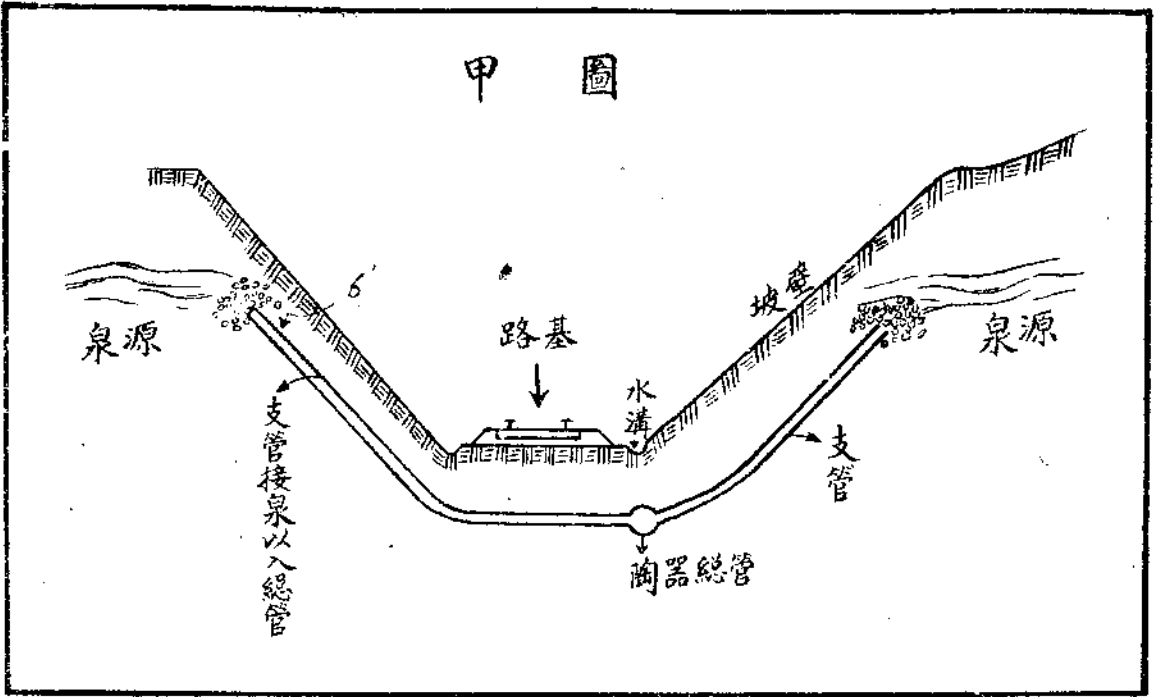
（乙）如挖方路基不深之處患凍道者，可將兩旁之溝加闊而濬深之，使其深度達至當地冰止層，俾落方兩壁坡之泉源，與路基土方絕緣。如是則路基土方，常保持乾燥之狀態，不爲泉源之水所侵犯矣。（如圖（乙））

（丙）於路基渣子之下，將原土取出，至深達當地之凍止層爲止，用片石或粗石渣遍墊其中。（如圖（丙））如是則挖方兩傍之壁坡，雖有泉水流至路基之下，因片石與石渣之功用，可以疏洩使其流通於不凍之深處，路基自無凍漲之病。竊以爲此種防凍辦法，適用於凍道三數節軌道，可用現有之道撥及飛班工人，漸次試辦，祇於凍道地段，多卸存石渣片石備用，最爲經濟也。

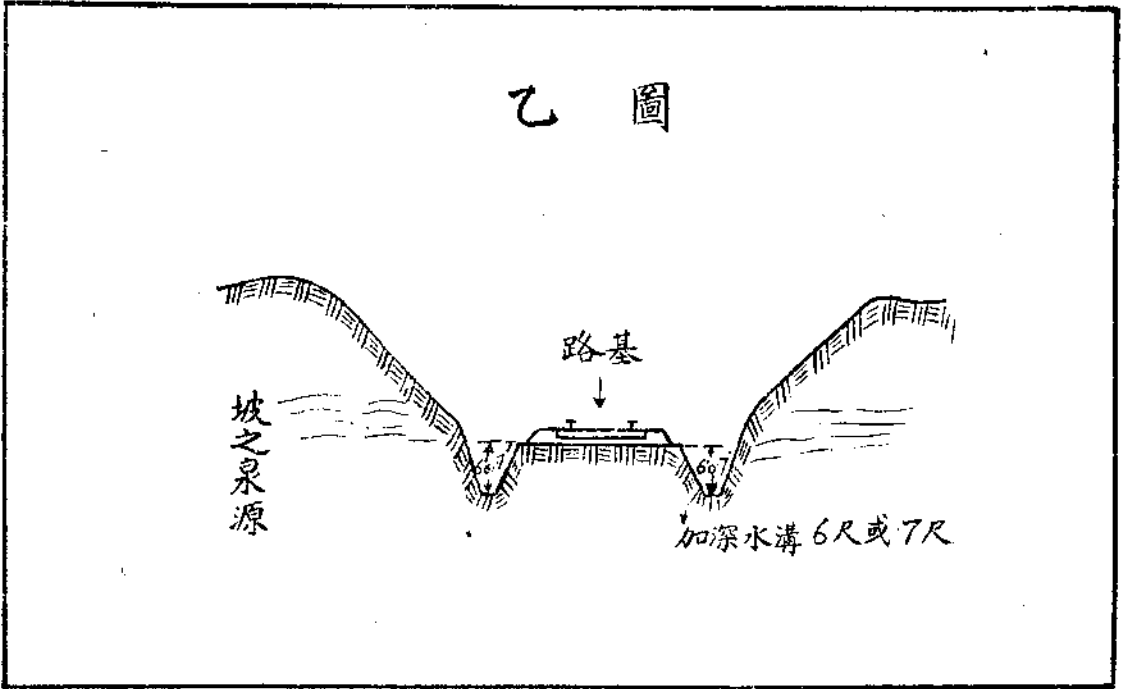




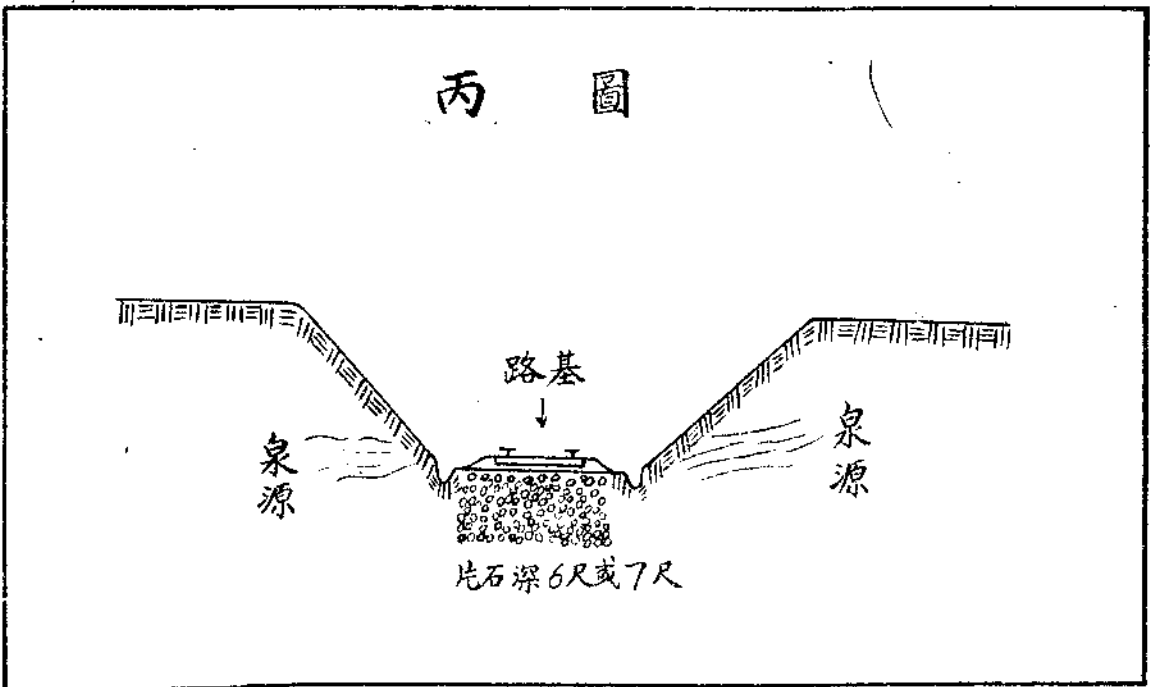
甲 圖



乙 圖



丙 圖



# 風沙區域內鋪設軌道之研究

蔣文荃

我國西北部，地近沙漠，狂風飛沙，天黯日昏，春初秋末，勢尤猛烈。鋪設鐵道過此，車輛機件，易致損壞，輪邊軌頂，磨耗特甚。因沙塵之摻雜，道渣清不勝清，屯水排洩不暢，枕木減少應用年限。甚或一夕風沙，淤沒軌頂，阻碍交通，危及行車。故風沙區域內行車，不特養路經費增高，而軌道之設備，亦有研究之價值。本路綏包西段，風沙爲害，已成普遍現象。將來展修包寧綫，更多同等情形。爰述管見，以爲研究之一助。

考歐美各國防止風沙，或用噴油法，使軌旁塵沙，受油染凝重，不致飛揚。惟平均每長一英里，第一次約需用油二千加侖。以後每年修養，需油約六百加侖。所費既極不賚，而論其實際，噴油所及，不過離軌中五十英尺，恐所得不償所失。或有於沙地種植蔓草，以減少軌道附近風沙之流動。此法較爲合用。惟我國西北部，天氣寒冷，春初秋末，風狂沙飛之日，正蔓草枯萎之時，故時間上又有衝突。至本路習慣，凡風沙區內，均將軌道直接鋪設道床上而不鋪道渣，既免清理道渣之煩，枕木又乾燥，可以延長應用年限。但枕底不實，行車左右搖擺。枕間空虛，枕木易歪斜，鋼軌易爬行

，軌距因亦不準。若遇彎道，弊竇更多。故此法亦欠妥善。查風沙之來，其源甚遠，噴油種草兩法，既不能播及廣遠，以遏沙源，則無寧在軌道上設法改善，以求簡便。茲舉軌道上應設備各點如下。

(一)添築塊石副渣床，(sub ballast) 俾路基堅實，行車不致搖擺。

(二)改用清砂道渣，(sand ballast) 上蓋碎石道渣 (stone ballast) 二寸厚。因如全用碎石道渣，有塵沙之摻雜，清理維艱。如全用清砂道渣，則行車時沙易飛揚，損壞機件，磨耗輪邊軌頂。故於清砂道渣上，加蓋碎石一層，既免沙塵之飛揚，清理又極簡易。

(三)清砂道渣，排洩水流，恐難通暢，如用木枕，易致腐爛。故應改用鐵筋洋灰混凝土枕。

(四)於風沙來源之一面，離軌中一二百尺處，種植樹木數行，以減風勢。再於離軌中十英尺處，編植叢矮樹枝籬笆，高約五英尺，以擋沙流。籬外築三尺寬三尺深明溝一道，以存積沙，每年清除一二次。

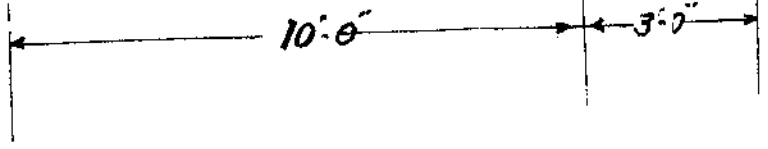
若是則風沙庶可減少，養路經費，亦可稍省矣。茲附草圖於後。

清沙道礫  
碎石道礫一層  
塊石副礫床  
鉄筋洋灰混凝土軌枕

叢樹籬笆

風沙方向

樹林



# 鐵路挖基坡頂之洩水溝

黃鑑輝

挖基坡頂洩水溝之設備，原以阻遏山水，導令遠去，免致奔流於軌床之上。惟據作者近年研察所得，此種洩水溝之效能，殊未可以一概論。例如湧月灣第一、二號道班之山坡，又第一、二號道班內籃池山坡，及十八台站西頭之挖基，此三處上游，均有洩水溝之設備。惟其效果，不獨未能宣洩水流，反將挖坡沖塌，或將該處彎道擠成不規則之直道，或將該處挖成一比一之土坡，變爲二比一之坡。（見附圖）勘察該處地質（指湧月灣籃池兩處。十八台西頭之山坡均係乏土，應屬例外。）爲土石摻合，又名塌山。其土質極細，遇水溼則易於滑流。遇陽光則易於乾固。遇暴風則易於飛揚。其色澤略帶櫻褐。蓋該處先有圓石層，爲遠年山溝流聚於此，適與該項土質摻合而成地殼。是以每年雨期，此特細土質經水溼後，即隨坡滑流。人工所砌之片石護坡，當然被其影響。且受地心自然吸引力，隨坡坍塌。此種變遷，係由天然物質遇合之所致。

至於上坡開挖洩水溝，將外層砂土掘去後，挖至相當深度，偶遇圓石層，工人當然停挖，以爲可作天然石層溝底。不知此種圓石溝牀，即爲完全妨害該溝之基本性能。

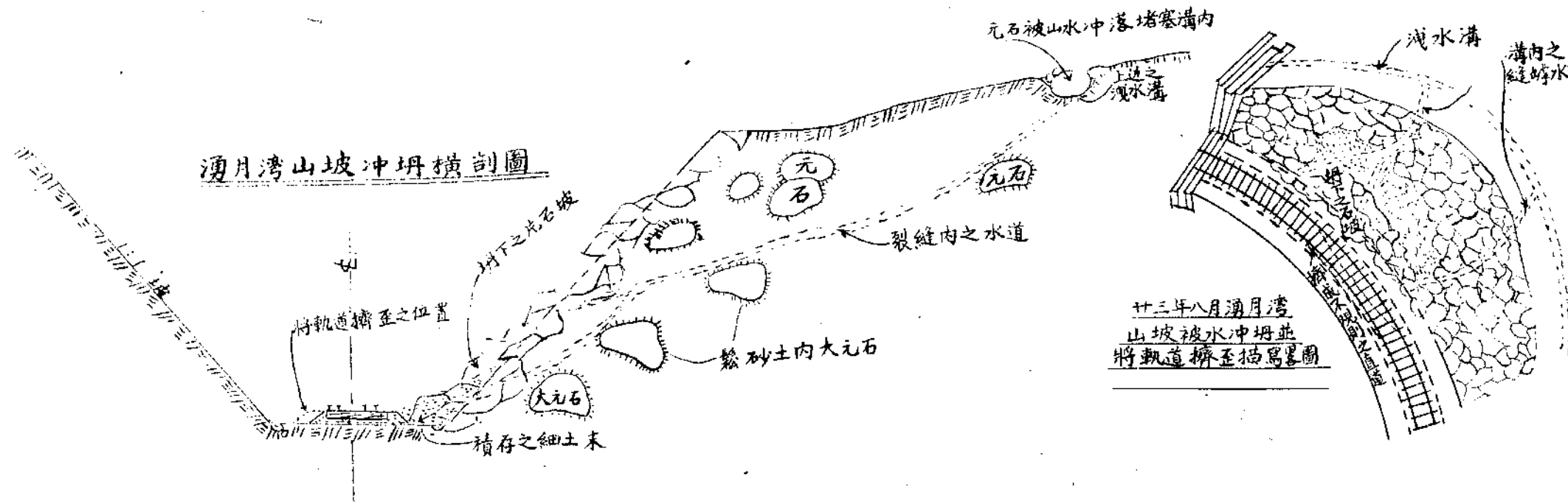
蓋該種圓石四週，多係此特質細滑之土末。久經氣候之變遷，一遇雨期，該土末即循圓石之縫罅而下，挾帶滑性，無孔不入。於是裏層之圓石，無土承托，即生變化。或往下沉，或填空罅。附近外邊之片石週縫，及路牀邊溝內，均有土末流出，堆積極多。此種坍塌，則由人力開挖洩水溝之所致也。復查每年雨期前後，一再犧牲工料，修補該坡及圓石溝牀。如工作稍爲薄弱，或灰漿配合稍有未勻，一經山水降臨，其溝內之縫罅，立復舊狀。土隨水沖，仍復深鑽。同時或因山水沖下石塊，積堵溝內，流向因而滯塞。或水力沖擊過猛，另闢成一溝。其在較近之坡，土石亦隨而坍塌。根本改良，似須另籌方策。

竊謂致病之原，半屬天然，半由人事，似應以天然人事兩法，合而治之。察其外層土質，厚薄不勻，由尺許至六尺，均係土石摻半。擬將該坡在鐵路界內之一部，遍植楊榆等樹，或特宜之樹木，或深根蔓引之草類。如地址不足，擬添購相當畝數。（現籃池坡上，種植楊樹，成績甚佳。惟上坡水溝仍露縫罅甚多。查湧月灣處多屬荒山，間有關蕎麥地者，每畝價錢不昂。）四週圍以刺線，通禁人畜越踏。數年後樹木長成，外層土石，自可堅固。內部亦無空罅驟陷之虞。山前坡面之雨水，亦可因樹木蔓草之吸

收而減量。如在窪坡草面，則任其自然流洩。照此設施，則挖基坡頂之水溝，似可無須挖掘，護坡片石自可穩固，而軌牀亦可免奔流漫沒之患矣。







湧月灣山坡冲坍横剖圖

廿三年八月湧月灣  
 山坡被水冲塌並將  
 將軌道擠歪描寫圖

# 自製工務專用無綫電報機件之芻議及設計

李恒鉞

## 一，設置工務專用無綫電報之理由：

本路工務事件之電報，向由車站電報房拍發。每值車務電報繁忙時，輒須稽遲時刻，殊有延誤之慮。無綫電報，經濟易設，即遇路上狂風暴雨山洪漫發，亦無線桿毀壞報務停頓之虞。

手提無綫電話機，殊便派出隊之用，列車亦可裝置一分，以爲行車時通信及報告之用。

## 二，購料自製之經濟

各公司因發報機件銷路甚少，每將其價格任意提高。嘗查售價二千元之發報機，其材料價僅千元，以每台二千元計算，每段一台，共須一萬八千元。是以若購料自製，

即用本路之工人工具，甚爲經濟，且輕而易舉。

### 三，採用之機式

嘗調查北寧鐵路所用之機件，其總局所用者爲五百瓦特及一百瓦特發報機各一架，其各段所用者均爲一百瓦特，皆購自天津中國無線電業公司。即以一百瓦特機件而論，購價應在三千元以上，（報務員處調查，）若購料自製，則僅需千餘元（概數）。且不特此也，鉞前在校內試驗，以自製百餘元五瓦特之短波發報機，與南北美洲通報，又與青島電台每日通報，試驗至一年之久，毫無變異，並與國內平津滬各地常常通報無阻。可見五瓦特之機件已足應用。其電力強大之機件亦不過信號較響而已。若各分段採用十五瓦特之機件，其所需材料僅二三百元，收聽機價僅百元，以每台四百元計算，則全路共需三千六百元，所費殊屬有限。

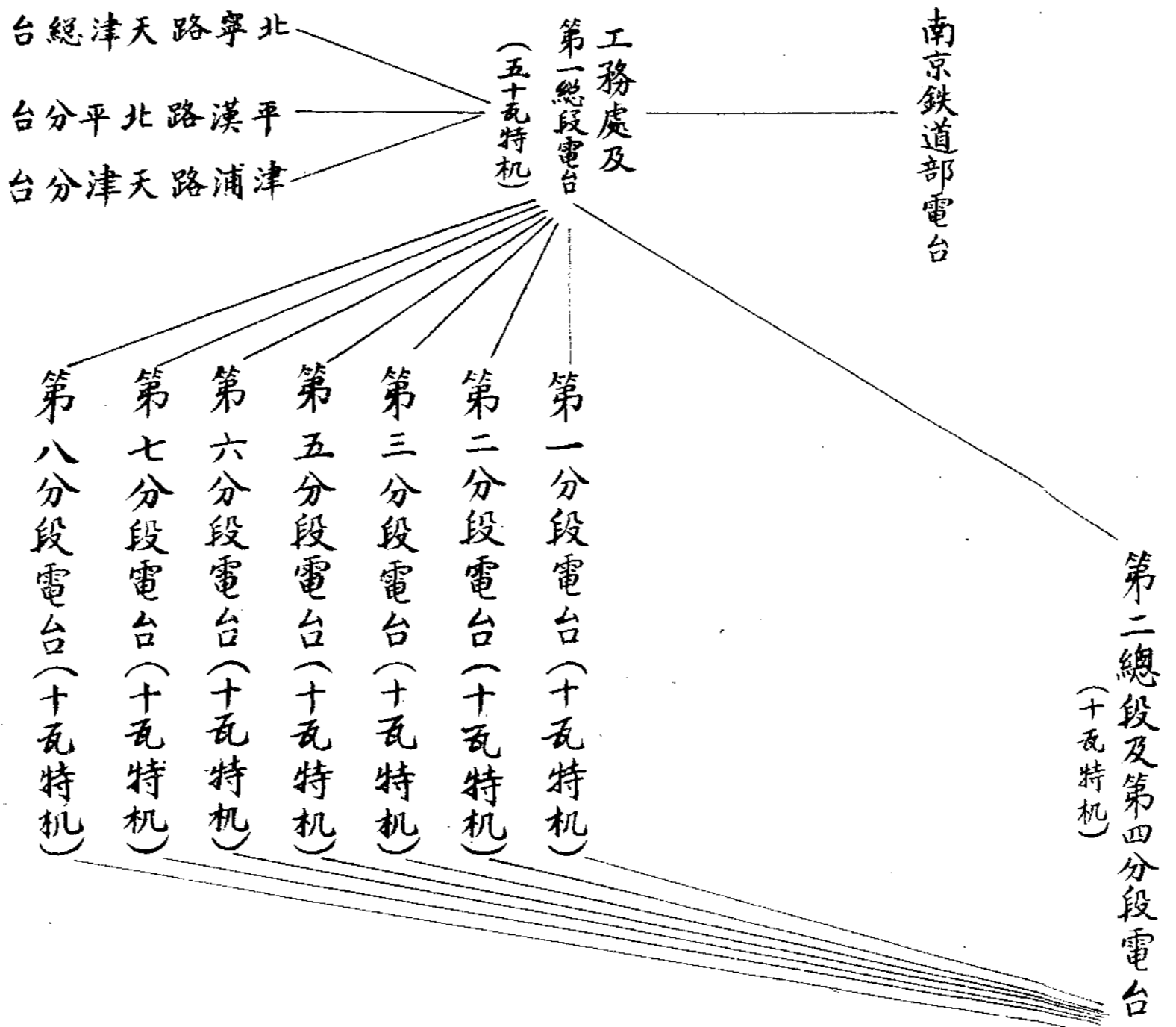
手提無線電話機爲出外攜帶及列車上所用，電力甚小，製價僅百餘元。

四、通信網之規劃：

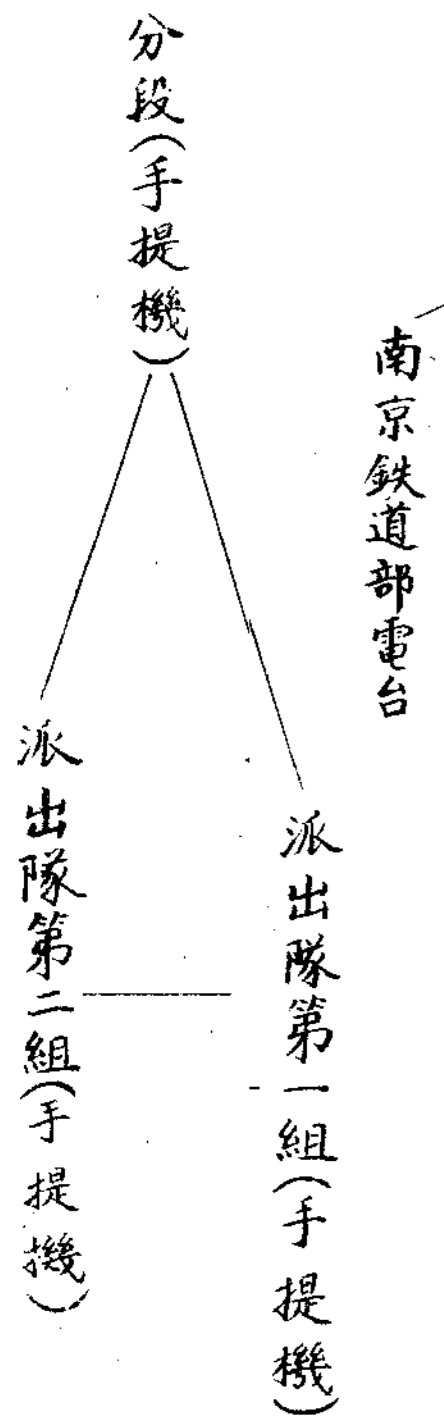
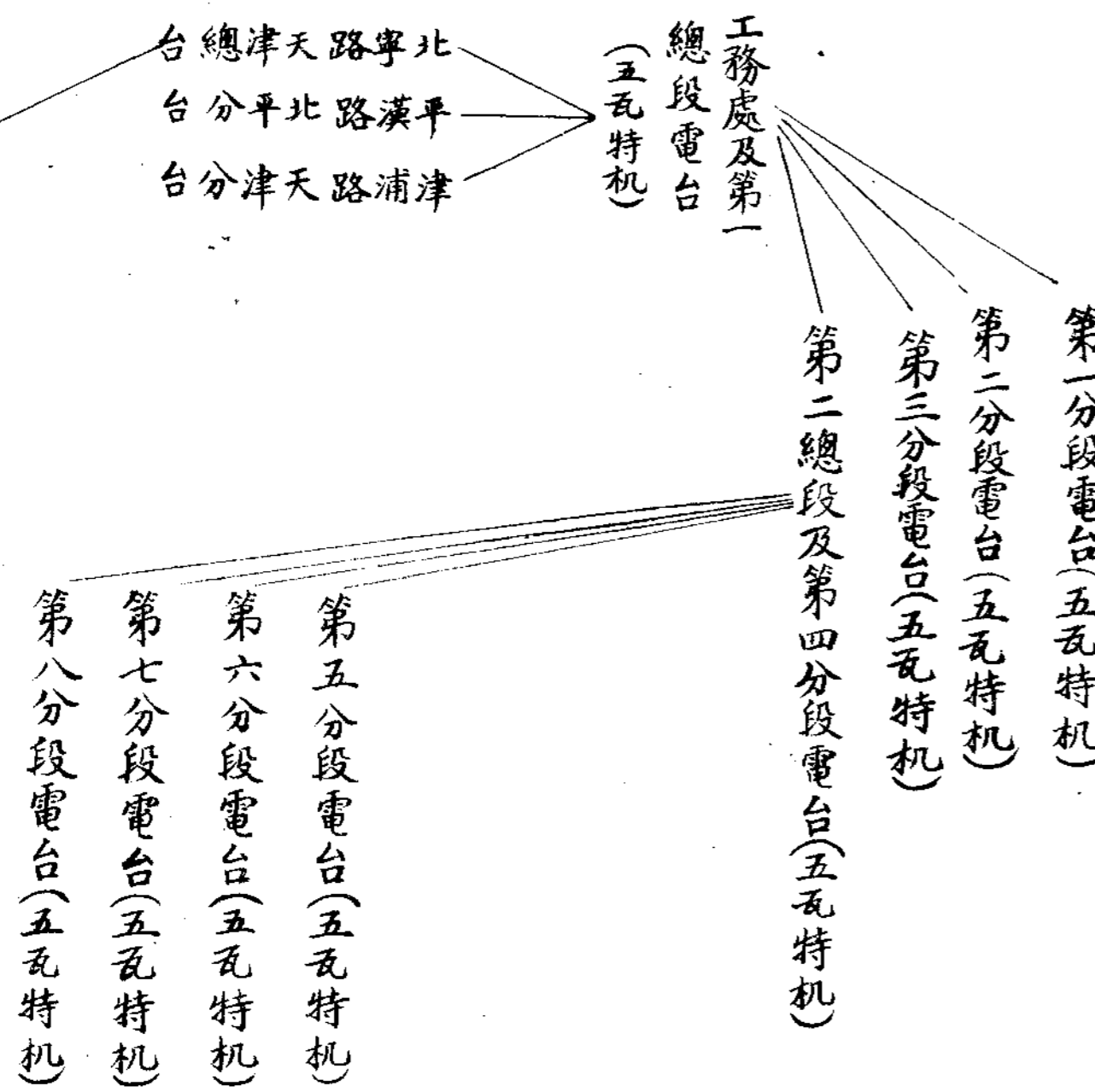
台站距離表：

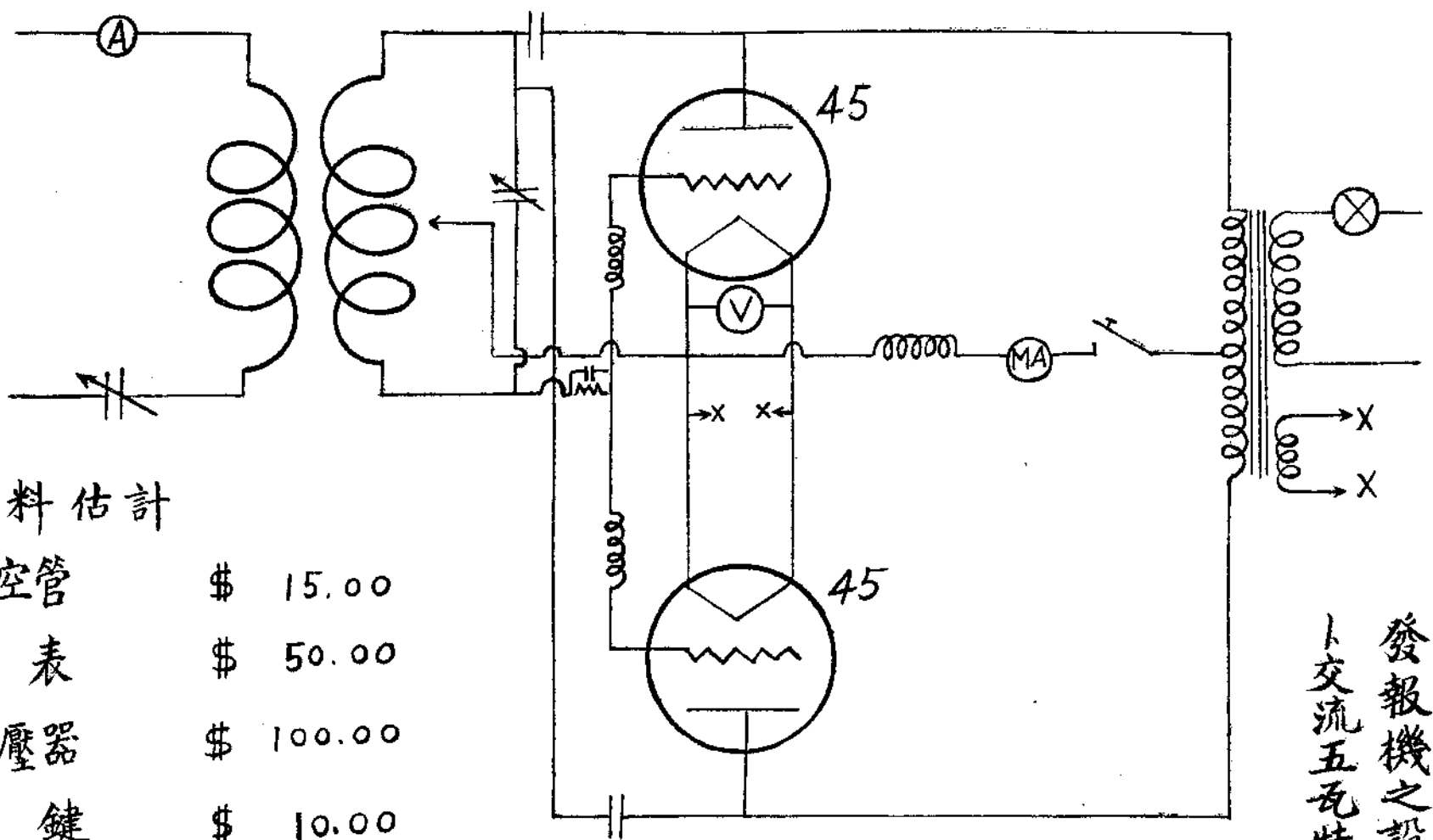
北平	五五	公里	南	口
	一四	公里	下	花園
	二〇	公里	張	家口
	三六	公里	大	同
	一三	公里	平	地泉
	二〇	公里	卓	資山
	二九	公里	綏	遠城
	四〇	公里	包	頭

(甲)規模較大之設備



(乙)足資應用之設備

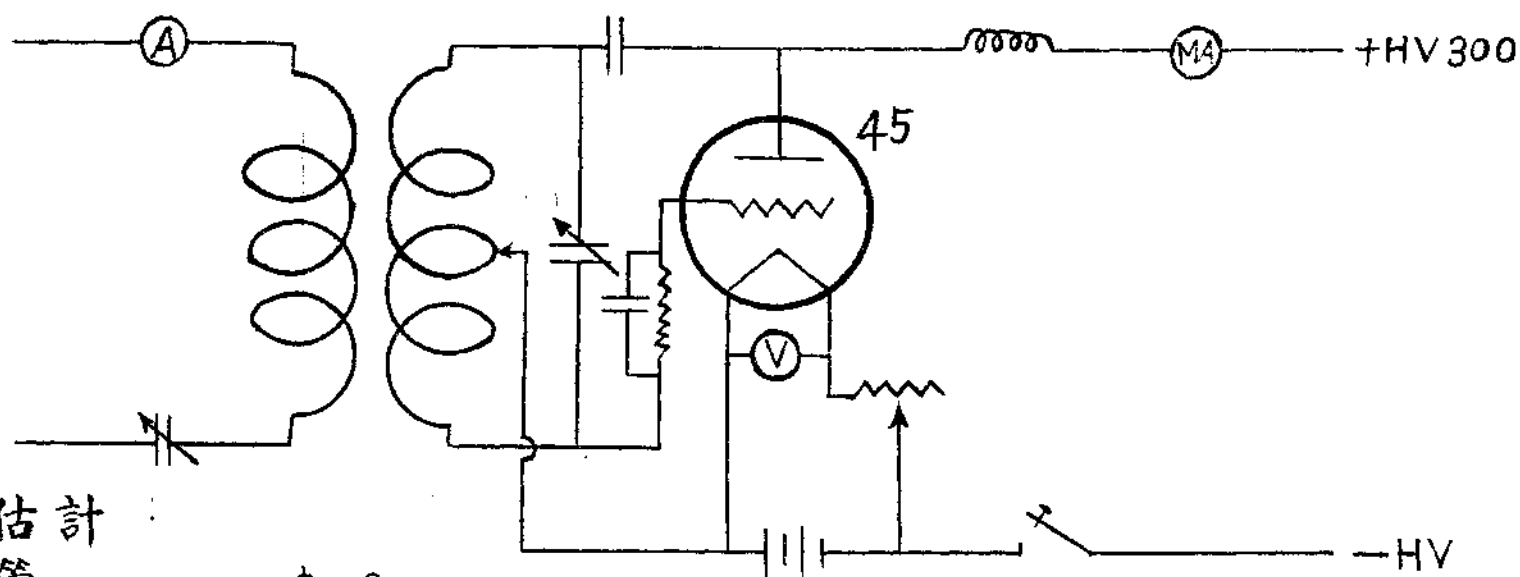




材料估計

真空管	\$ 15.00
電表	\$ 50.00
變壓器	\$ 100.00
電鍵	\$ 10.00
天綫	\$ 10.00
其他零件	\$ 50.00
	<hr/>
	\$ 235.00

發報機之設計圖  
 卜交流五瓦特發報機



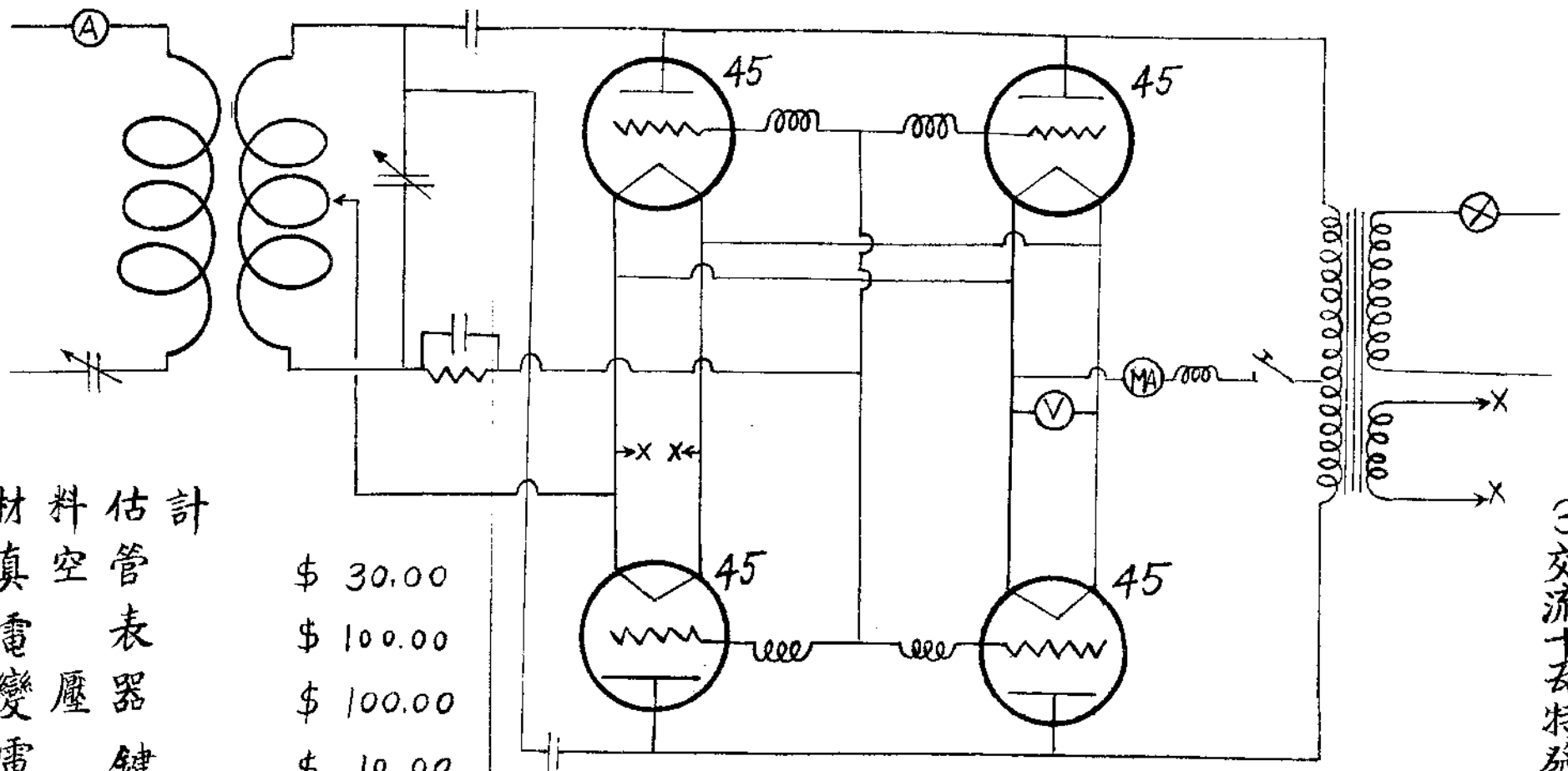
材 料 估 計  
 真 空 管  
 電 表  
 蓄 電 池  
 升 壓 器  
 充 電 機  
 電 鍵  
 天 線  
 其 他 零 件

\$ 8.00  
 \$ 50.00  
 \$ 80.00  
 \$ 30.00  
 \$ 50.00  
 \$ 10.00  
 \$ 10.00  
 \$ 50.00  


---

 \$ 288.00

2. 直 流 五 瓦 特 發 報 機

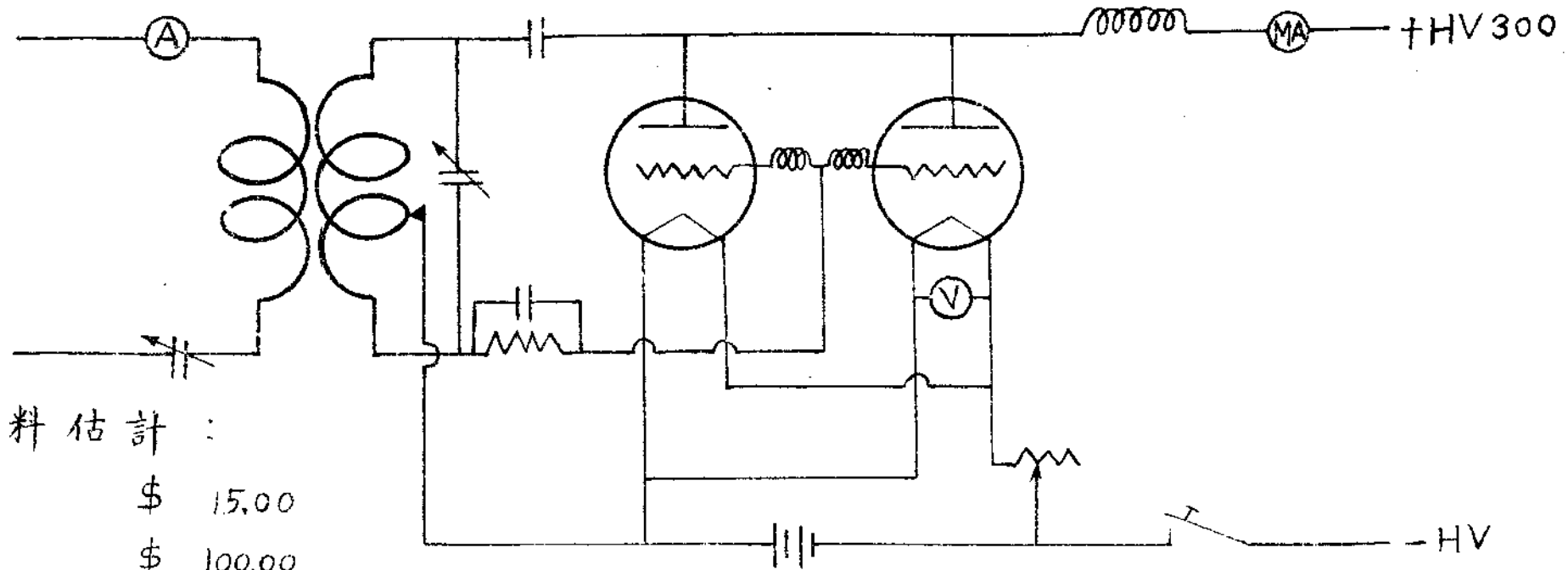


估計材料

真空管	\$ 30.00
電表	\$ 100.00
變壓器	\$ 100.00
電鍵	\$ 10.00
天綫	\$ 10.00
其他零件	\$ 80.00
	<hr/>
	\$ 330.00

3. 交流十瓦特發報機



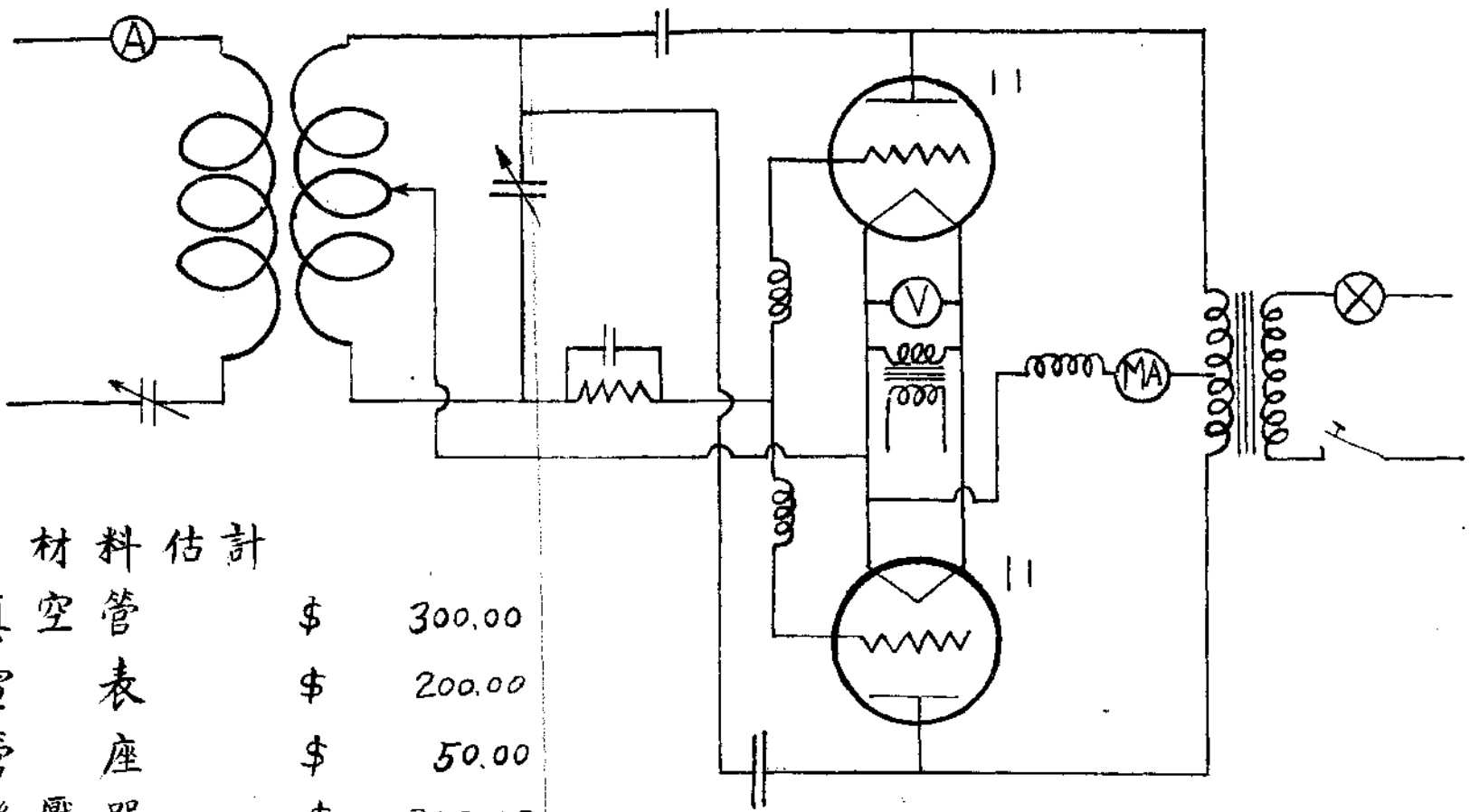


材料估計：

真空管	\$ 15.00
電表	\$ 100.00
蓄電池	\$ 80.00
升壓器	\$ 30.00
充電機	\$ 50.00
電鍵	\$ 10.00
天線	\$ 10.00
其他零件	\$ 80.00
	<hr/>
	\$ 375.00

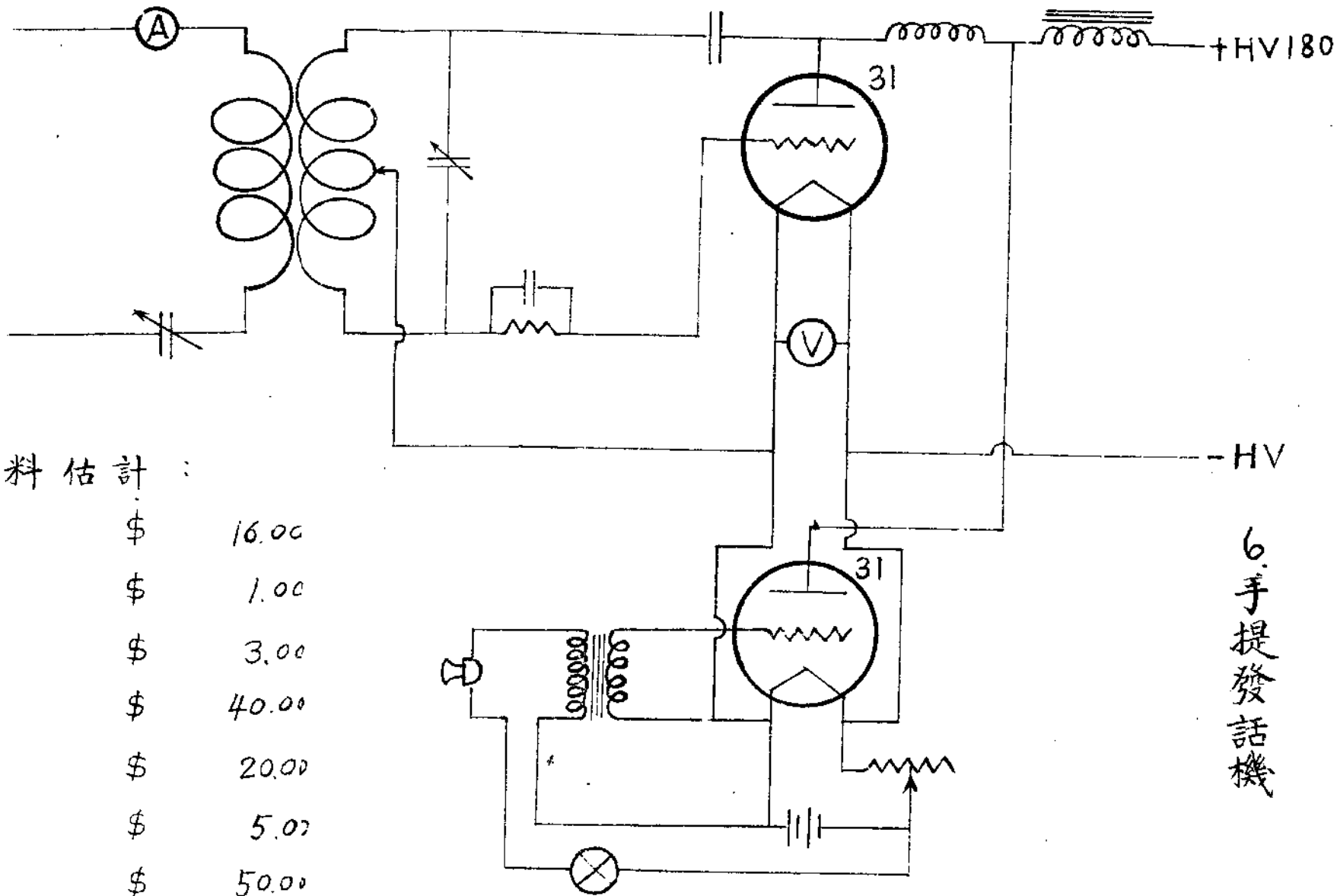
4. 直流十五特  
發報機

5. 交流五十瓦特發報機



材料估計

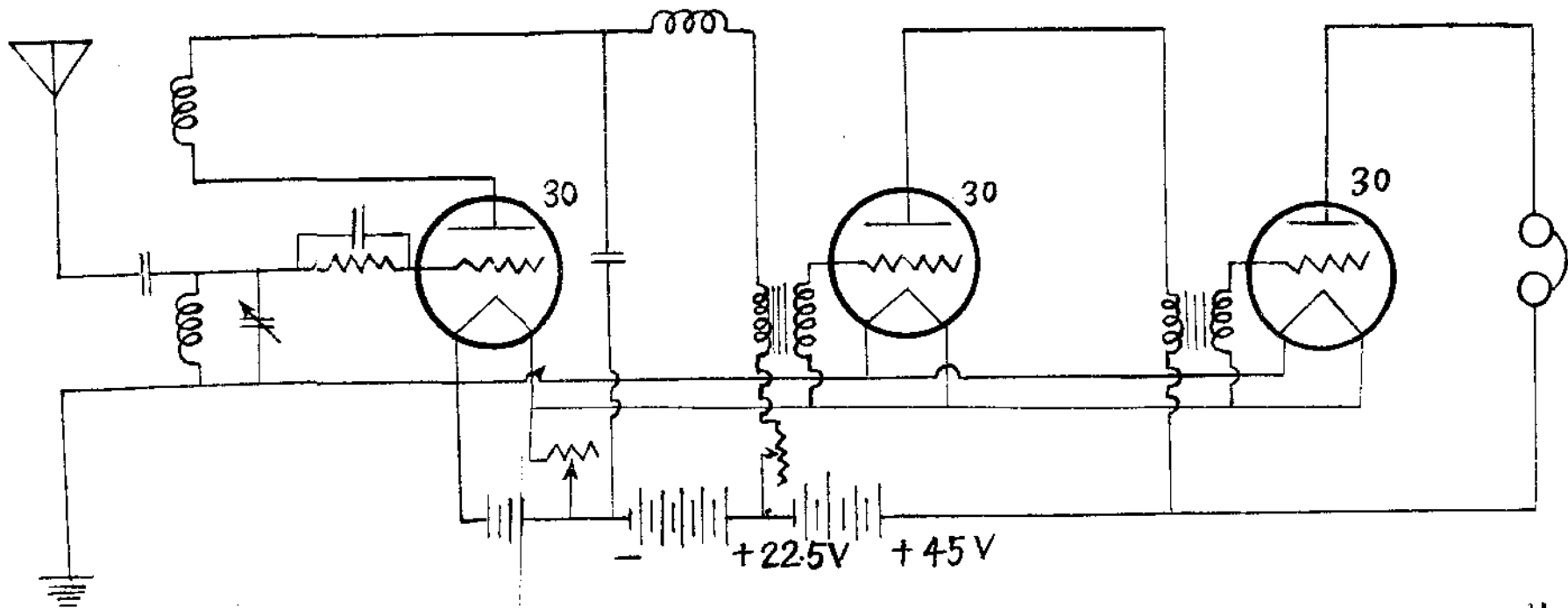
真空管	\$	300.00
電表	\$	200.00
管座	\$	50.00
變壓器	\$	300.00
電鍵	\$	10.00
天線	\$	10.00
容器	\$	50.00
其他零件	\$	300.00
	\$	<u>1220.00</u>



材料估計：

真空管	\$	16.00
管座	\$	1.00
甲電	\$	3.00
乙電	\$	40.00
話筒	\$	20.00
天綫	\$	5.00
電表	\$	50.00
其他零件	\$	50.00
	\$	<u>185.00</u>

6. 手提發話機



材料估計：

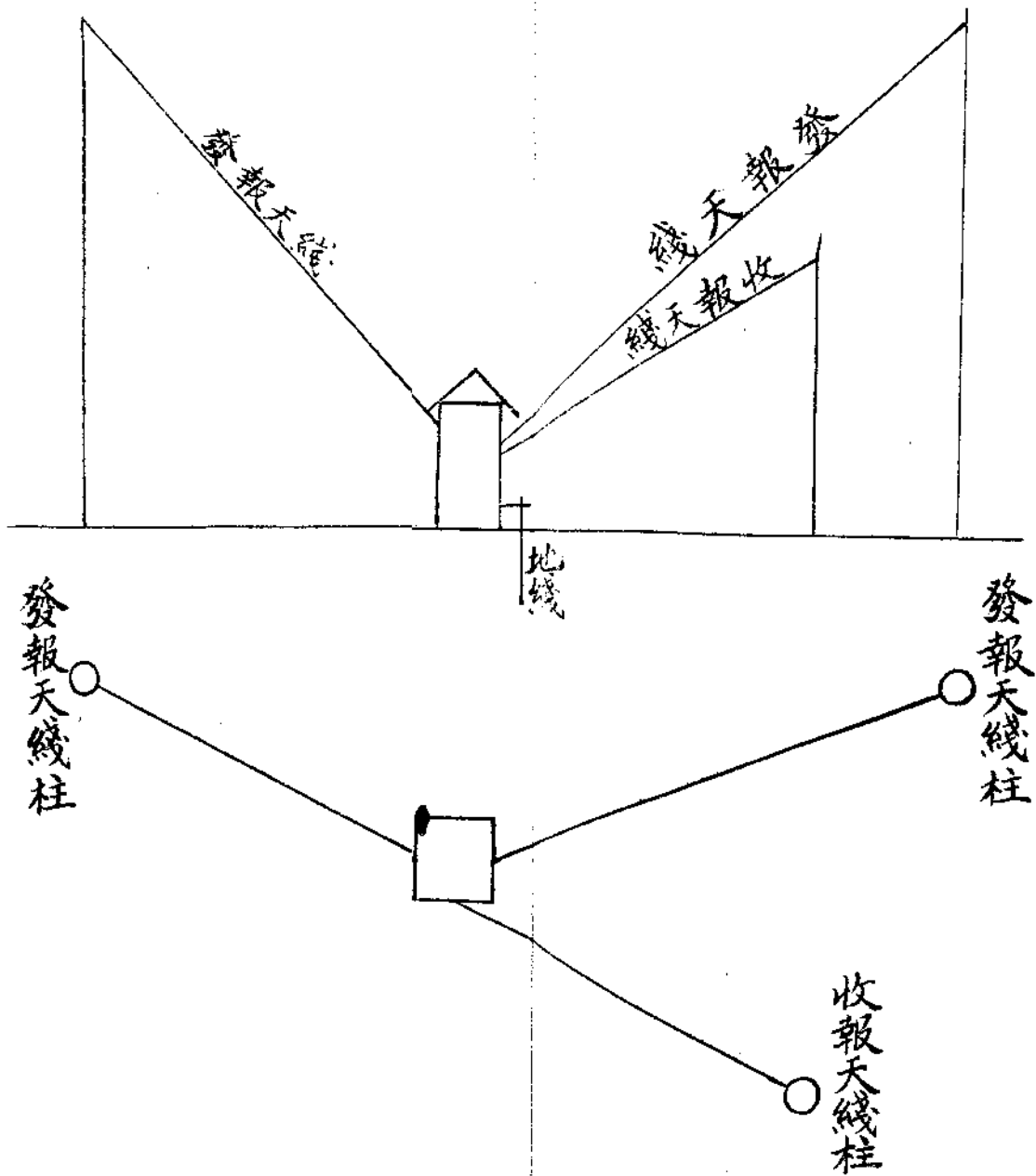
天地綫	\$	5.00
真空管	\$	15.00
低週變壓器	\$	6.00
管座	\$	1.00
甲電池	\$	3.00
乙電池	\$	10.00
耳機	\$	10.00
其他零件	\$	50.00
	\$	<u>100.00</u>

收報機之設計圖：

# 天地綫之設計：

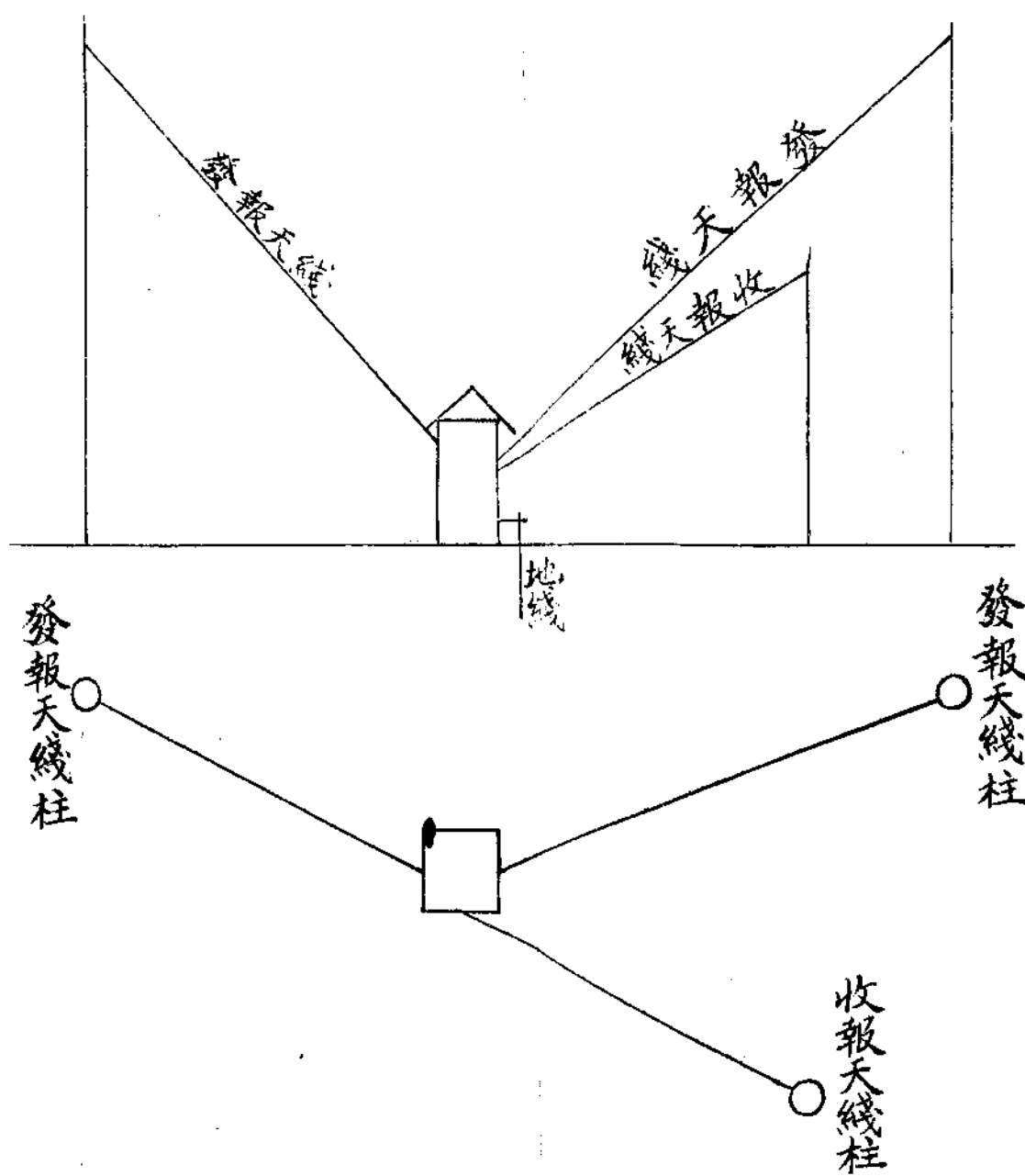
1. 發報天綫(不用地綫)：用十二號紫銅綫四十  
五呎者二根

2. 收報天綫：用十八號紫銅綫四十呎者一根
3. 收報地綫：用鐵筋一條長十呎，錘入地中



五呎者二根

2. 收報天線用十八號紫銅綫四十呎者一根
3. 收報地綫用鐵筋一條長十呎，錘入地中



## 五，機件之設計（參看附圖）

電力五瓦特已足應用，既如前述，然本路經濟狀況不甚充裕，最新式之機件與最完美之綫路，當然不能採用。茲特採用簡單價廉者如後。

### （甲）機件方式及波長之採擇

收報機：採用最簡單之自差式（autodyne）三管機，用耳機收聽，乾電池電源，用新式省電真空管。電池可用半年之久，甚為經濟。

發報機：採用最簡單之哈特萊（Hartley）自振式，其電源之為交流或直流，依各該地之情形而定。交流機採用省料價廉之自己整流式。無電燈之處，可用直流蓄電池兩組，輪流運至附近有電燈之分段充電。

手提電話機收發部分，均採用省電真空管，而以乾電池為電源。

波長：據鉞六年裝機通報試驗結果，波長以晝間用三十至七十公尺，夜間用七十至一百公尺為最宜。本路電台擬定為晝間用四十五至五十公尺，夜間用六十五至七十五公尺。

(乙) 電源之設計：

為節省經費起見，用自己整流式交流機，則只用變壓器即可。直流機以用特別製造之直流升壓器及蓄電池為最經濟。

交流

變壓器 \$ 100.00

直流

蓄電池 (6V)	\$ 80.00
升壓器	\$ 30.00
充電機	\$ 50.00
	<hr/>
	\$160.00

六、材料費之估計

全用美國貨。若用市上普通貨品，則價目可減三分之一。



甲，照通信網(甲)計算

五十瓦特機一架	\$ 1220.00
十瓦特機八架	
375 × 8 =	\$ 3000.00
收聽機九架	
100 × 9 =	\$ 900.00
共	<u>\$ 5120.00</u>

乙，照通信網(乙)計算

五瓦特機九架	
288 × 9 =	\$ 2592.00
收聽機九架	
100 × 9 =	\$ 900.00
共	<u>\$ 3492.00</u>

丙，手提話機。

1. 每段三架

發話機二十四架	$185 \times 24 =$	\$ 4440.00
收音機二十四架	$100 \times 24 =$	\$ 2400.00
共		<u>\$ 6840.00</u>

2. 每段二架

發話機十六架	$185 \times 16 =$	\$ 2960.00
收音機十六架	$100 \times 16 =$	\$ 1600.00
共		<u>\$ 4560.00</u>

3. 每段一架，與五瓦特機連絡

發話機八架	
185 × 8 =	\$ 1480.00
收音機八架	
100 × 8 =	\$ 800.00
共	<u>\$ 2280.00</u>

### 七，技術人材之養成

每電台一座，用報務員二人輪流即可。若撥有綫電人員訓練，六月即可應用。機件方面，可完全由製造廠之工人執掌之，以省經費。

### 八，通信方法

無綫電通信，現行者有二種：一為商電台及其他鐵路所用者，各台波長均不同。每日定時通報數次，非二台預定通報時間，因守聽波長不同，無法叫應。一為海軍陸軍所用者，各台均在一波長帶內分配，每一小時（忙時）或數小時（閒時）將收聽機在該帶內前後尋聽一次，任何台呼叫均可聽得，則隨時可以叫應，報務通暢，本路擬即採用此法。

## 九，製造廠

製造廠可以本路之工人及工具組織之。其暫時之工作爲製造安裝試驗各台收發機件，其永久工作爲修理補配各台機件，並可製造乾電池以供收聽機之應用。

## 十，異日之改進

異日經費充足，可將各機略添機件，改爲無線電話，則更形便利，並可增大發話機之電力，使收聽機內聲音更爲洪亮。

鍼學微識淺，對於電學尤未能窺其門徑。不揣鄙陋，謹將管見所及，倉卒錄出，謬之處，自所不免。尙望

諸先進不吝金玉，加以指教改正，則幸甚。

# 告實習諸生書

金 濤

二十三年  
十二月

諸君奉派到路實習，或係初至，或將及年，雖對於所習，有先後深淺之不同，若果能自得師，當已略知梗概。惟是事有萬殊，學無止境，不可自畫，不可自矜。簣土是積，方成九仞之山。尺寸不停，乃達千里之遠。又况青春易逝，歲月如流，允宜惜陰努力，勿縱過隙之駒。倘需問道指迷，幸有識途之馬。努力之方，進行之序，不揣固陋，敢爲諸生覲縷陳之。

在路實習，部局皆定有程序，內外兼賅，鉅細靡遺。諸生務須依照所定次序期限，服從所派指導各員，一一悉心實習，或加默識，或事研究，或多詢問，俾所見所聞所事，莫不澈底明瞭。然後筆之于冊，以免遺忘而備查考。規定之日記及報告，尤須逐日勤記，遵限呈送，以符功令而覘成績。

鐵路事務，技術與行政並重。兼則全，缺則偏。故諸生在路，固宜精研技術，以求深造，亦不可不留心行政，以增常識。部定之技術標準，局有之技術標準，爲設計工作之準則，在工務最爲重要，首宜熟諳，當爲諸生所深悉。此外如行政系統，內外組

織，公程式，行車規章，會計則例，各項成文之規章，不成文之習慣，以及車機警電醫務地畝等之情形，直接間接，莫不與工務辦事手續有關，亦須隨時留心，漸次熟習，以便遇事易於接洽，應付不至錯誤。

學問之道，問原與學並重。故聖賢勤學之外，以好問及不恥下問，爲求知之第二法門。諸生實習之際，內而一切標準格式規章學理，外而各項建築設備習慣材料，凡有不甚明瞭之處，或學理上發生懷疑之點，不但指導員爲負責指導之人，可以向之請益，卽同事同輩，或有經驗之總監工監工，以及工頭工人，亦不妨虛心請教。蓋不知不足耻，不知而不肯問，終安於不知，乃爲可恥耳。

工程業務，內而設計圖算，外而督工巡工，原屬勞苦生活，非素具艱苦卓絕之精神者，不能勝任愉快。欲求精神之振作，必須先有身體之鍛鍊。達此目的，當以操勞戒惰爲第一義。諸生年富力强，務須刻刻以勤苦自勵。始而勉強，久則自成習慣。任重致遠，將於此卜始基焉。

諸生雖有學校素習之學科爲根柢，然學問之道無窮，世界學術之進步亦無限，非時時增求新知，不足以應付未來之環境。故步自封，必至落伍，將生後悔。本處訂購工

程書報多種，原備翻閱研究之用，務須於公餘輪流傳觀，以增學識。

處世做事，固重學識才能，而敦品立身，尤爲切要。未有不端品而能任重立業者。勤以治事，儉以養廉，嚴以律己，謙以待人，潔身以奉公，開誠以率屬，謂之舊道德可，謂之新生活亦可。進德修業，斯爲要道。慎勿以老生常談而忽之。

以上所陳，或未能包舉無遺。然神而明之，存乎其人，亦在諸生之虛懷若谷，處處善自體會而已。





# 選錄

## 路基排水 Roadbed Drainage

稿 銓

### 引言

欲求良好之軌道，須有堅實之路床。欲求堅實之路床，須有乾燥之路基。欲求乾燥之路基，須有通暢之排水。故路基排水，實為修養軌道之先決問題。此問題如不得完善之解決，則一切整理軌道工作，等於徒勞。然排水問題，必須調查水源，雨量，地形，地質，及環境種種情形，斟酌盡善，考慮周詳。非作根本之探求，不能定悠久之計畫。支節應付，臨時救濟，徒勞虛糜而已，不足取焉。至排水計畫，以路基之建築言，可分路塹（挖基），路堤（填基），站場，及平交路四者。以水與路之關係言，不外（一）水之已入路基者，設法使之洩出路基，（二）水之未入路基者，設法擋住並引開，使之不入路基，（三）水之經過路基者，設法使之安然流過，不致侵害路基，三者而已。茲姑按路塹，路堤，站場，平交路，四者排水不良之病象，及各種治法，撮其大要

，分析論述如次。

## 第一章 病象

### 第一節 路塹 Cutting

路塹既爲挖基，地勢必較環境爲低，最易積水。積水亦最難排洩。其病象之大要，約有左列數種。

#### (一) 路基位于一面山坡上者

(甲) 山坡崩塌填塞軌道 如山坡地層，傾斜向路基者，上層爲透水鬆質土層，下層爲不透水堅質地層，雨水滲入上層土層後，至堅土層不能下滲，亦無出路，此交接處，鬆土飽含水份，成一傾斜滑面。上層鬆土，乃依此滑面下移，土塊崩落，填塞軌道。

(乙) 路基向下坡移動軌向不易維持 如路基位在山坡上，而此山係鬆性巒岩層 Loose conglomerate 或堆于山麓之沖積層，Debris 或膠泥層，Clay 存水無路宣洩，勢必整個地層，向下坡移動，軌道亦隨之移動，甚至常須改道，以維現狀。

(二) 路基位于兩面山坡間者

(甲) 挖塹寬度不足邊坡太陡土塊瀉落堵塞軌道 泥化石 *Shale* 地層，在開挖時，似可立於較陡坡度。日久經雨浸霜凍，極易碎裂崩落。如造路時，開塹不寬，以後邊坡坡度漸覺太陡，此病象立即發現。鬆土層如坡度不足，病象與此同。

(乙) 邊坡鬆土被雨水或泉水冲刷滑瀉坡脚堵塞邊溝 邊坡上如無引水溝槽，則雨水及泉水在邊坡上亂流，勢必將泥土冲下山坡，流入邊溝，阻塞水流。

(丙) 路基積水軟化泥漿由渣床上湧掩沒軌道 如路塹經過膠泥溼地，或山坡泉水流入路床，如無適當宣洩，則路床積水軟化，泥漿上湧，甚至掩沒軌道，阻碍行車。

(丁) 山坡上部有湖沼水滲入邊坡土坡軟化而崩瀉 如路塹坡頂附近，瀦有湖沼，並無出口，或灌溉山田，地層積水，勢必向低處求出路，乃滲入邊坡，土層軟化而傾瀉。

(戊)路床被行車震壓下陷膠泥橫向兩邊擠出填塞邊溝 路塹經過膠泥層，路床受水軟化，重車經過被壓，膠泥橫向兩面擠入邊溝，阻塞水流。

(己)路床積水冬季凍結膨脹軌平不易維持 低溼路塹，冬季凍結，路床上升不勻，軌平即高下不平。須用墊木墊平之，修養費頗鉅。

(庚)路塹盡頭邊溝水溜冲壞路基 路塹與路堤交接處，邊溝出口線路，如無適當水槽，引入附近水道，往往泛濫，冲毀路隄基脚，釀成事變。

## 第二節 路堤 Embankment

路堤地勢較高，排水較易。然堤內積有水窩，極難宣洩，逼近河流，易受冲刷。其病象亦有左列數種。

(一)路堤位于斜峻山坡脚者

(甲)路基下地層滑移軌道隨之移向下坡 此條與第一節路塹(一乙)項相同。

(乙)路基一部或整個沿山坡斜面向下坡滑移 路基排水不良，在山坡接觸處，土質軟化，變成滑面，乃向下崩移。

(丙)路基內部藏有水窩軌節下陷甚至大量崩陷 (一)上坡流下山水，滲入路

堤內部，如內部鬆質土層，被不透水泥層包圍，水無出路，即成水窩。此窩水如不引之外洩，不獨常須起道，抑將發生土崩。(二)如新築路堤，尙未沉實時，爲急於通車，先用鬆質渣床如爐灰之類，行車壓力，將之壓陷，如再將此料起高，則雨水滲入此鬆質渣料，被不透水土肩包住，無法宣洩，即成水窩。(三)地層泉水湧，亦可釀成水窩。(四)尋常培補堤肩，培土太高，超出渣床以上，石渣被土肩包圍，雨水滲入渣床，亦可發生水窩。

(丁)新堤與舊堤相接處新土崩瀉 單軌擴成雙軌時，如未將舊堤坡作成階級，新土往往沿舊坡面，(所謂裂面 Cleavage Plane)向下崩瀉。

(一)路基經過低溼澤地者

(一)路基鬆軟 低矮路堤，經過溼地，如堤裙 *Berm* 不寬，坡脚由毛孔吸力 *Capillary Attraction* 吸水上升，致路基鬆軟。

(二)路基整個下沉 如路基經過乾涸湖沼，土層鬆軟，地層蓄水未去，或係深厚流沙層，路基往往整個下沉，甚有一夜間十六呎高路堤完全沉沒水

中七呎之深者。路基下沉時，兩傍地層，被擠上升，致柵欄電桿，全部傾歪。

(三)路基在橋梁涵洞附近或位在山脚與乾涸溪澗相對者

(一)山洪暴發或大雨時行路基突受冲刷危及軌道 凡與路線正交之水流，尤其乾涸山澗，在春季解凍，或夏季雷雨時，常發生大量急湍，河槽容納不及，輒致泛濫。如路基無適當防禦設備，常被冲潰，危及行車。

(二)山澗急流冲下石塊堵塞軌道 暴雨時山洪驟至，由陡峻山坡上，挾帶石塊，流入乾澗。坡度較平，水流驟緩，挾帶物一齊停下，填高澗底，或堵塞軌道。

(四)路基逼近河道幾與平行者

(一)堤脚搜空上部崩落 高堤與溪澗並行，堤脚逼近河岸，河水盛漲時，急溜旋渦，往往將堤脚搜空。上部路基，勢必開裂，甚至崩落。

(二)堤坡冲成縱槽 水平高至堤腰，水面急溜，冲刷堤腰，如無防護設備，往往冲成縱槽，危及路基。

(二)路基冲斷 如洪水平高出路床之上，由軌頂橫流過去，往往將路床冲斷。或洪水未退前，大風激起巨浪，將渣床捲走，亦可將路基冲斷。

### 第二節 站場 Station Yard

站場皆係平地，面積又廣，排水之重要，並不亞于正道。如排水不良，可發生以下病象。

(一)轍岔下存有水窩 轍岔處如存有水窩，軌平突然陷落，極易釀成事變。

(二)岔道間化成汗潦 霖雨不止時，岔道存儲積潦，路基鬆軟，抑且有碍觀瞻。

### 第四節 平交路 Highway Crossing

(一)公路與鐵路相交處，公路頂平，須與軌頂等高。軌道渣床，被土床包圍，洩水往往不暢，且此處不常砸道，路基極易軟化。

(二)如公路較鐵路為高，則公路勢必斜下，與鐵路相交。雨水由公路下流，盡入路基，非常可厭。

## 第二章 治法

對上述各種排水不良之病象，如欲加以治理之方，必先調查觀察研究其原因之屬于

天時地文地質及環境種種關係，及程度，方可定適當之計畫。但排水之原則，不外上述三種。(一)對已入路基之水洩之使出。(二)對未入路基之水，擋之不來，或引之遠去。(三)對經過路基之水，設法防護，使之安然流過，不致爲患。大別之，此原則可分爲洩水及護土兩項。因排水二字，以狹義言，固只有洩水之意，以廣義言，所有排禦水流，防護路基，各種設備，似應包括在內。至於排水方法，可分爲四種。(一)排洩地面之水者曰明溝。(二)排洩地下之水者曰暗溝。(三)引地面之水流入地下鬆土層，作爲出路者，曰井洞。(四)協助排水計畫之不及，保護路基，使之不受沖刷而崩落者，曰護土設備。茲將各種排水方法，及如何應用于各種路基，分述於次。

### 第一節 洩水 Water Draining

洩水法不外挖溝，收集水泉，引之外洩。以所洩之水之來源言，分明溝暗溝兩種。以溝之位置言，分邊溝擋溝橫溝坡溝井洞五種。此外尙有清理渣床泥土，路基面中部略高，坡向兩邊。亦係協助洩水之法。

(一)路塹 路塹地勢，較周圍爲低，洩水最難。過溼區段，最好塹寬特別放寬，邊坡格外做平，以免常須清溝，或放寬路塹，非常困難。至溝之分類，不外



以下數種。

(甲)明溝 專洩地面之水者，所謂上層排水。Surface Drainage

(子)邊溝 Side or Track Ditch 位在路塹坡脚，軌道一邊或兩邊，專洩路塹

內坡上雨水或泉水，並軌道上雨水者，曰邊溝。(附圖二)

(一)重要條件

(1)溝之容量，須足以接受並宣洩山坡及軌面所受之雨水及泉水之最大量。

(2)溝心距軌心不可太近，如路基鬆軟，恐行車壓壞基肩。太遠恐減少宣洩效能。

(3)溝之綫路，在可能範圍內，必須繩直。

(4)溝邊必須光平不妨水流。

(5)溝底縱坡度，必須均勻，且足以自動清除沖積物。

(6)溝底必須平正。樹根石根，必須除去，免得水流。

(7)溝之式樣，須適應環境之需要。

(8) 出口處必須通暢。

(9) 出口處須引水入最近水道，並須避開路堤，不使沖及堤腳。

(10) 溝底距軌平下深度，不可太深，致妨路基之穩固。

(11) 溝內必須保持清潔。春季霜化後，及冬初上凍前，須清理一次。

(12) 溝內清出之土，須用車運至遠處，不得堆存坡腳，以免將來流入水溝。

(13) 路綫外私人地內之水，須禁止，不准利用路溝排洩。

(14) 彎道在路塹內者，其外股邊溝，最好分段截住，使水由橫溝經過軌道，流入內股邊溝，以防外股彎邊溝沖刷路基。

(15) 如坡度太平，流水不暢處，須用整個式溝，如混凝土溝等。

(16) 如無水道可洩，須用特別方法，如井洞，Sump Hole 引水入鬆質地層。

(17) 如路塹位在一面山坡上者，邊溝須築在軌道之靠山一邊，並須于相當距離處，引水入橫溝，穿過軌道，流下山坡。

## (二) 通常尺度

(1) 式樣 式樣分二種。

(甲) 路床無肩式 路床不做土肩，將自路床中點起，向兩面斜下之慢坡面引長，與路塹兩邊山坡脚相交，而成一天然溝。此最爲自然式樣。路塹寬度不足者，可採用此式。(參閱附圖一)

(乙) 路床有肩式 路床剖面與路堤同，在兩傍土肩外，再築邊溝。路塹較寬者，可採用此式。(參閱附圖二)

## (2) 截面

(甲) V字形 此形之優點爲(一)佔地較少，(二)水流集中，(三)能自動清除沖積物，尤其在水小之時。

(乙) 梯形 較V字形容積量較多。

(3) 位置與寬度 邊溝距軌條不可太近，太遠則開塹太大，又為經濟所不許。美國單綫路採 V 字形邊溝者，自左至右，由坡脚尖至坡脚尖，相距 19' 至 28'。如用梯字形邊溝，由坡脚尖至坡脚尖，相距 22' 至 28'。至溝之寬度，與排水量有關，須視路塹之深度長度而異。深而長之路塹，邊坡受雨面較大，沖積物較多，如邊溝容量太小，非泛濫即堵塞。如路塹甚長者，溝之容量，應向出口處逐漸增大。

(4) 深度 溝底距軌枕底之深度，視渣床厚度及土質而異，距路床面約 1.6"。(附圖二)

(5) 坡度 凡邊溝縱向坡度，如不小於 0.5%，即能自動清除沖積物。如小於 0.5%，必須人工清除。通常水溝坡度，決無超過路基縱向坡度者。如路基坡度太平，欲使流速較快，只有用混凝土溝，以減少流阻。

### (丑) 擋溝

Intercepting or Berm Ditch

位在路塹腰部或頂部，以擋住山坡上部流下之雨水或泉水，引之遠避路塹，流入山下水道，不使流入路塹內邊溝者，曰擋溝。(附圖二)

### (一)重要條件

(1)溝心距路塹邊坡頂邊，不可太近，以免溝內之水，滲入邊坡，使坡土軟化，而沖往坡下。

(2)溝之容量，須照溝上山坡受水面積，及該處最大雨量及泉量而設計。

(3)如路塹一邊山坡面積甚大，一行擋溝，不足以宣洩時，可用雙行擋溝。

(4)溝內取出之土，須堆在路塹之一面。

(5)溝兩端出口線路，須遠離路塹，並向外彎出。

(6)出口處，須引水至最低水道，不使溝水沖及提脚。

### (二)通常尺度

(I) 位置 最好距邊坡頂邊 10' 至 15'。至少 5'。

(2) 深度 通常為 18" 至 24"。如雨量甚大，排水面積甚廣者，有深至 3' 或 6' 者，同時寬度亦隨之增加。

(3) 寬度 溝底寬度，至少 12"。

(4) 坡度 至少 0.5% 以上。

(寅) 橫溝 Lateral Drain 位在軌道下，與邊溝正交，或斜交，專洩滲入軌

道之雨水，引入邊溝者，曰橫溝。其式樣須因地制宜，其通常採用者，不外以下數種。

(一) 枕木間除去石渣 此為最簡單之橫溝。

(二) 瞎溝 Blind Drain 挖一明溝，填以碎石。

(三) 開頂木箱溝 Wooden Box Drain 用油煮木板，組成一上頂開口之木

箱，安在軌枕間。

(卯) 坡溝 Slope Drain 位在路塹邊坡表面，與軌道正交，或斜交，專洩落

在坡面之雨水，及由塹上地層下流，在坡面冒出之泉水，引至邊溝

，以免土坡崩塌，或沖成深槽者，曰坡溝。其式樣及設計，須適應環境，隨地而異。邊坡坡度尚平者，可用正溝，沿坡面直下，與軌道正交。如邊坡坡度太陡，可用斜溝，沿坡面斜下，與軌道斜交，以緩水流而免沖刷。正溝兩邊，亦可設枝溝，與之相通。溝之剖面及距離，視土質及雨量而異。大致挖一<sup>2</sup>、寬<sup>3</sup>、深明溝，填以石子，或用半圓瓦，仰面鋪于坡面，溝在坡面外形，照Y字或W字形均可。

(乙)暗溝 位在地下，爲補助明溝之不及，專洩地下之水，所謂下層排水。

Sub drainage

(子)邊溝 Wet Cut 內地層溼透，明邊溝不足洩水，須在明邊溝之下，添設暗邊溝，以洩地層之水。此溝均係採用水管，其通常尺度及做法如下。(附圖四)

(一)深度 必使其能將現有地層水平，Water Table 下落至相當低度。在邊溝下至少<sup>3'</sup>，距枕木頂至少<sup>5'</sup>。

- (一) 管向 須與軌道平行，距軌條至少 5'。
- (二) 管坡 不得小於 0.2%。最好 0.4%。坡度須平勻，或向出口處少增其坡度。
- (三) 管徑 至少 6"，最大可至 12"，視排水量而異。長而溼的路塹，管徑向出口處，須逐段增大。
- (四) 出口 須引至附近水道，出口處坡度須極陡，並須用鐵絲網，以防小的野畜鑽入管內。
- (五) 溝料 瓦鐵管均可。惟其壽年須長，以免日後更換，阻碍行車。其耐力須能抵抗外力及負重，並須自始至終，維持其最大流量，不致單位分離，及沙石堵塞水流。
- (六) 覆料 管上須用上等透水料覆蓋，碎石礫石或爐灰均可。溝內挖出泥土，不得利用為覆料。
- (七) 墊料 管下須用上等透水料，以承托管腹，以作管座。
- (八) 挖溝 挖溝工作須敏捷，否則管之軸綫不易維持。如土性甚劣



，只好分段工作。土質太劣時，須用板樁擋土。最好挖溝與安管同時進行。

(丑)橫溝 在極溼路塹內，路床太溼，暗邊溝不足宣洩，須在路床下安設橫溝，以洩路床下層之水，引入暗邊溝。此溝相距10'至40'，隨土質而異。其坡度至少4%，最好8%，最大不得過16%。管料可用瓦管。管徑約8"。管端須伸入軌道中心。其位置須左右錯開。周圍填以碎石，或其他透水材料。(附圖五)

(寅)坡溝 坡面有泉水冒出，明溝不足宣洩，或明溝恐冲刷坡土者，可用暗坡溝。其位置可列成Y字形或W字形。管料可採用瓦管。管徑至少6"。先在坡面上挖出明溝，安妥水管後，填以碎石。溝之剖面，不必大于18"×18"。

(二)路堤 與洩水有關之設計頗多。(一)路床中部須高于兩邊。(二)如基面不寬，必須培寬時，培寬土料，最好透水者。(三)所培土肩，不得高過渣床之底，以免障水。(四)堤下裙堤，為防護堤腳滲水之用，須注意保持，不可由此

取土，以培堤肩。(五)取土坑逼近路基，須有排水設備，以洩存水。其洩水溝管，大致與路塹相似。

### (甲)明溝

(子)邊溝或擋溝 凡路堤位在一面山坡脚者，其靠山之一邊，須在山坡相當高度處，設一邊溝，即擋溝，(附圖三)以擋山坡流下之水，使之不沖路堤。或路綫經過低溼澤地，亦須用擋溝，以截住兩邊地面之水，不使流近路堤，滲入坡脚。溝心距堤脚至少3'。溝底橫坡面，須向外傾斜，不得向堤傾斜。

(丑)橫溝 凡路堤內層，藏有水窩，或鬆質渣料，被堤肩包住，不能外洩者，須用橫溝。其最有效之洩溝，為法式溝。French Drain 填基藏有水窩，因路基沉陷無定，不宜用水管，最好用法式水溝。由堤坡面，挖一明溝，斜向上升，伸入軌下水窩，約2'至3'寬，至少5'深，用一人可搬之蠻石填之，並用碎石包圍此蠻石，以排斥泥土。此溝之坡度，須斜陡足以洩水。如水量甚大，須用石砌水溝，引水下

坡，流入邊溝。

### (乙) 暗溝

(一) 凡極高路堤，內部藏有水窩，或有泉水滲入，無法宣洩者，明溝宣量不足，須用水管暗溝，如鑄鐵管或帶孔瓦稜鐵管，Arnico Pipe 埋在路基下層。一端與水窩底相接，一端引至邊溝。如係單軌路基，只須安設橫溝，左右相錯。其圓徑與相距，視土質及水窩而異。

(二) 如單軌路改成雙軌後，路基發生水窩，應在兩軌間挖一寬 30' 深 6' 之中溝，填以蠻石及碎石，並于每 50' 處，左右均安 6" 帶孔瓦稜鐵管，坡度 20%，在雙軌下，引水流入中溝。此溝亦有相當坡度，引水至出口管。此管係橫置于軌下，一端與中溝相連，一端位于坡脚。管徑八寸，每五百英尺一個。

### (三) 站場

(甲) 明溝 在兩岔道間挖一縱溝，填以碎石，並用枝溝，埋在軌下，洩入縱溝，或在梯道傍安一縱溝。

(乙)暗溝 站場地層太溼，明溝不足宣洩者，須用地下洩水法，安設瓦管或鐵管，引水入附近下水溝渠。

(丙)井洞 如附近無下水道可資宣洩，只有鑽掘井洞，Sump Hole 穿過不透水地層，引水入鬆質地層，以作出路。

(四)平交路 整理此處排水法不外

(甲)公路與鐵路路基相交處，如公路坡向鐵路，可將公路面中部突高，使雨水由兩傍流下，引入軌道兩邊邊溝。

(乙)公路與鐵路相交點，在軌條外，設一混凝土盒溝。溝上覆以軌條三根，軌底向上，以便行駛車輛。軌條不可密排，須相隔數寸，並在軌腰上相連。如是上面漏空，以便接受公路面流下之水，由盒溝引至邊溝。

(五)水管 採用何種水管，須視土質水量經濟及供給情形而異。通用者為瓦管鐵管兩種。

(甲)瓦管 此管較鐵管為賤。凡挖溝甚深，土質堅硬，水內帶有硫性物質，有妨礙管者，可用此管。管係燒泥硫化者。有時亦用洋灰管。燒泥管

接口爲鐘式。管徑6"。管長每節12"至18"。水從接口處流入管內，最平坡度每100'落下3"。管上及周圍須覆以稻草。再上可覆爐灰，或礫石，或其他透水材料。沙子切不可用，恐沖入管內。管之軸線，須距軌條5'。距邊坡脚亦須5'。管底距軌底最好亦5'。管接口處須鬆開以受水。安管時先將管頭塞入鐘口，至底，再拉出1"。安設瓦管之挖溝之底，寬自18"至30"。靠山坡一面，及靠軌道一面，均係垂直的。(參閱附圖四)或靠軌道一邊之溝牆照1:1坡度引長與枕端相遇。管上覆以爐灰。(附圖五)溝底須挖至管腹下2"至4"，以便在管腹下，墊以上好透水料。溝內挖出之土，須運至遠處，不得堆于附近。

(乙)鐵管 此管較瓦管爲貴。凡溝內覆物不深，土質甚軟，如用瓦管，恐被行車壓折，或易被推移之處，可用鐵管。此管除鑄鐵外，通用者爲瓦稜式鍍鋅鐵管，有 $\frac{1}{4}$ "小孔在瓦稜凹槽內，每孔相距 $1\frac{1}{2}$ "，佔圓周之 $120^\circ$ 部份，其餘部份並無小孔。其每節長度，自2'至30'。其安管挖溝，大致與瓦管相同。惟管上不可覆以爐灰。帶孔部份之圓周須作管腹向下。據稱

可得最大流量，沉澱物亦最少。

## 第二節 護土

### (一)路塹

(甲)防護土崩 凡逼窄路塹，爲地勢限制，不能放寬，而邊坡有崩塌之威脅者，及依山坡挖塹，山坡甚高，如令邊坡少平，土工太鉅者，必須有防護土崩設備，以助洩水設備之不及。蓋邊坡鬆土，在春季化凍時，及夏季大雨時，着水軟化，不能在坡上停住，勢必下溜，堆于坡腳，阻塞邊溝，極爲可厭。如用鐮鏟去，反令上部泥土，失去承托，更往下流。如水溝堵塞，水滯坡腳，勢必令坡腳軟化，致滑下泥土，更必向外溜瀉，甚至覆蓋軌道。故一面保持水溝清潔，流水暢通，坡腳不至軟化。一面須設法使坡土得一安全角度，不再崩瀉。

- (一)如霜解後，坡腳發生孔洞，在邊溝靠山一邊，打入木樑。如木樑傾斜，可用木條撐于軌枕之端，並于木樑後用木板，或舊枕以攔住鬆土。
- (二)如邊坡下溜泥土，稀薄如漿，爲保持水溝清潔，可在溝上覆以木

板，以承溜下泥土，使水在下流，不致被阻。

(三) 如有鉅量土崩之威脅，須在邊溝之靠山一面或在山坡之腳，打一行排樁。每樁相距 5'。樁後用木板或舊枕掩護。如恐木樁被土壓擠向軌道一面傾側，可用長條木頭，由軌下穿過，撐住軌道左右兩排木樁，互相維繫，使成整個，以抵土壓。如情形嚴重，可在此排樁外，再打一排樁，相距 8'，每樁相距 3'。樁後用圓木維繫，兩排樁間，用粗礫石填塞，使坡水由此瀘出，流入邊溝。

(四) 如土坡太陡，坡腳打樁，仍嫌太矮，安全角不能保持者，可砌擋土牆，邊坡脚由牆頂上升，則坡度自平，必可小于安全角矣。

(五) 清除崩土之最快辦法，如爲環境所許，可用炸藥炸散空中，使之遠飛。

(六) 大塊懸石，在山坡上最易溜下，堵塞軌道。大雨之前，應詳細檢查，如有不穩之處，須設法墊托，使之不動，或用鍊繫住于石根上。

## (乙) 防護冲刷

(一)鋪草皮 凡邊坡係膠泥，受水即軟化沖塌者，可鋪草皮，以護土面。

(二)砌石坡 經雨水沖成之溝槽，鋪以蠻石。

(三)撒草子 在邊坡上撒以草子，令其繁殖。草葉可以蔽雨，草根可以團土。

## (二)路堤

### (甲)防護土崩

(一)凡極高路堤，中部發生裂面，堤之一邊，向下滑瀉者，可在堤腰或堤脚，打板樁，以阻其下陷。

(二)凡經過湖沼土質極劣者，可放寬堤底，改緩兩邊坡度，或用階級式堤裙，以符其安全角度。

(三)堤坡佔地太多者，可在堤脚，建擋土牆。

### (乙)防護沖刷

路綫沿水道而行，路基邊坡，伸入河道者，尤其河道轉彎，正衝堤岸者



，遇大水時期，堤脚堤坡，極易被沖，危及軌道。須有防護設備，以保安全。

(一) 橋樑及涵洞前後之路基須充分護以蠻石。

(二) 如涵洞內有冰塊木頭堵塞，應速清除，免阻水流。

(三) 水溝有刻深槽底情形，應立即處置，以免擴大。

(四) 堤坡如有沖塌情形，應即填以蠻石或沙袋。

(五) 如水平高過軌道，有流過軌道沖空下部之威脅，應在上游堤肩，護以沙囊，或用木樑木板，圍護渣床，以禦橫流。

(六) 如有水被軌道擋阻，數量並不多者，可擇穩妥地點，將渣床扒開，令水流過。

(七) 如路堤兩邊存儲洪水，雖無水流，但一遇大風，激起巨浪，恐將渣床捲走。須用沙囊或蠻石堆于堤肩，擁護石渣，並用柳條稻草，扔于水面，以破水浪。

(八) 山澗陡彎，直衝堤坡者，須建石堰，或木椿內，填以亂石之橫壩，

斜向下游，伸入河中，使水溜改向，不衝堤岸。壩之上下游之堤脚，均須嚴密鋪砌石坡，以禦水冲。

(九)最貴之防護工程，爲砌石堤坡。在河底之堅實部份建立基脚，乃向上鋪砌蠻石，並使坡面平整。

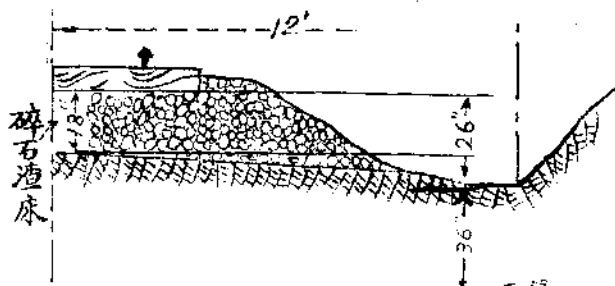
(十)較上項較賤之防護工程，爲堆石堤坡。將亂石堆于坡上，並不鋪砌，亦不必注意基工，只須將堆石厚度，逐漸向下加厚。如坡脚被冲，上部亂石自能滾下填實之。此項石坡，坡度最好 2:1，以保安全。

### 第三章 土質含水量試驗法

土質內所藏水份，分自由水及吸住水兩種。凡可藉地心吸力，*Gravitation* 用溝管引之下行外洩者，曰自由水。凡被土之毛孔吸力 *Capillary Attraction* 吸入內部，除蒸發外，地心吸力無法引之外出者，曰吸住水。此吸住水之數量，即土質之含水量。此量各種土質不同。土質愈劣者，含水量愈大。故欲辨土質之優劣，非先確定其含水量不可。含水量之多寡，視土之質點之大小形狀及質料而異。質點面積與其重量之比例愈大，吸入水份愈多。含泥愈多者，吸入水份亦愈多。

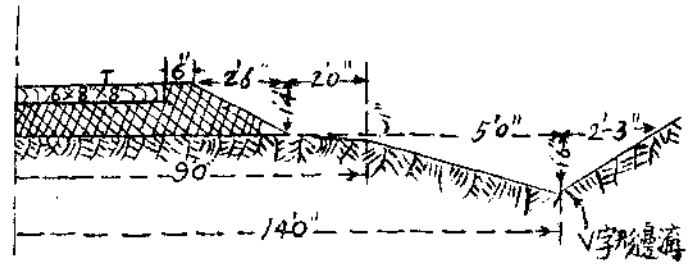
試驗含水量之法，係用小鍍錫鐵盤  $2\frac{1}{2} \times 6 \times 1\frac{1}{2}$ ，盤底有許多小孔，盤底覆以薄吸墨紙，稱其重量後，乃將受試之土料乾成粉末者盛滿之，搖實攤平之，再稱重量後，坐于一寬面水盆上，使水面恰淹沒吸墨紙，二小時後，再稱其重量，即得含水量。以乾土重量，除此含水量，再以一百乘之，爲之溼率。Field Moisture Equivalent 此溼率，在20以上者，土質即不甚可靠。如在20以下，土粒必大，可以順利洩水，即係好土。如土中存水，超過溼率，即係排水不暢，須用溝管排洩之。





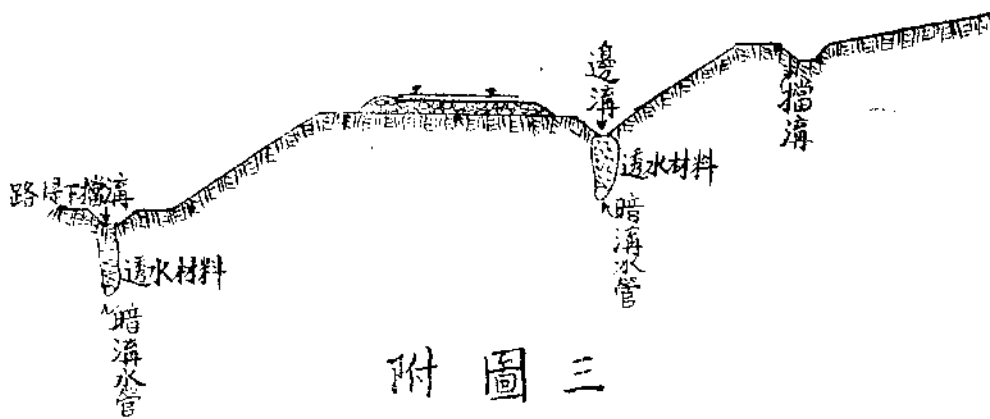
膠泥路墊內邊溝(路床無土層)

附圖一

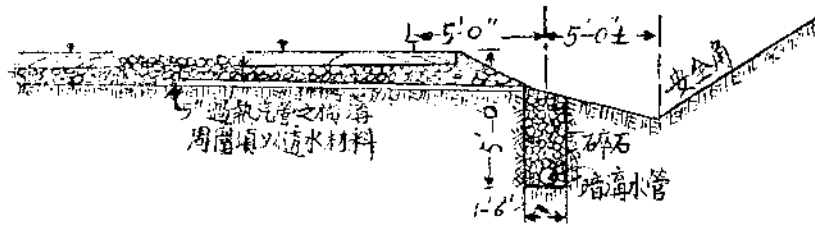


V字形邊溝(路床有土層式)

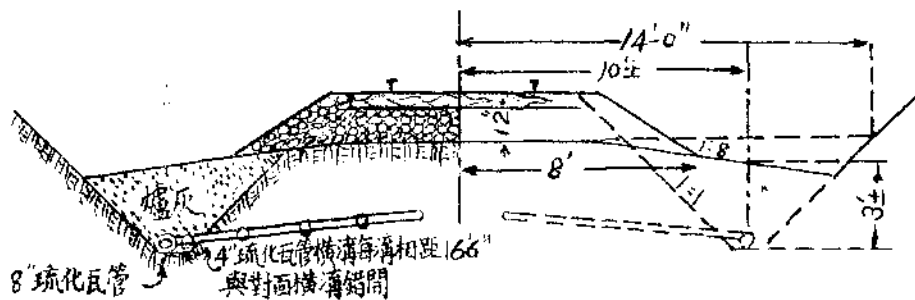
附圖二



附圖三



附圖四



附圖五