

學報電

毛鈞業編

龍門聯合書局出版

大學用書

學報電

編業鈞毛

龍門聯合書局出版

目 錄

第一章 單工電報

1.1 電碼	1
1.2 單流制單工電報	4
1.3 莫爾斯電報機	9
1.4 雙流制	12
1.5 單工幫電器	17

第二章 雙工電報

2.1 繼電器	21
2.2 差接式雙工電報	30
2.3 橋接式雙工電報	37
2.4 半雙工	39
2.5 雙工幫電器	41
2.6 四工電報	42

第三章 重疊電路

3.1 電報電話共同傳送	46
3.2 報話單合電路	47
3.3 報話複合電路	48
3.4 竄報	52

第四章 電報信號的畸變

4.1 電報信號的性質·····	55
4.2 單流電報信號的波形·····	55
4.3 偏畸變·····	61
4.4 雙流電報信號的波形·····	63
4.5 特性畸變·····	65
4.6 不規則的畸變·····	70

第五章 莫爾斯電碼高速自動制

5.1 原理·····	71
5.2 三柱鑿孔機·····	71
5.3 鍵盤鑿孔機·····	73
5.4 惠斯登自動發報機·····	75
5.5 惠斯登收報機·····	77
5.6 克利德自動發報機·····	81
5.7 克利德接收復鑿孔機·····	83
5.8 克利德印字機·····	83
5.9 虹吸印碼器·····	85

第六章 打字電報制

6.1 打字電報制原理·····	87
6.2 德律泰打字電報機·····	90
6.3 鍵盤發送部份·····	90
6.4 接收打字部份·····	93
6.5 德律泰打字復鑿孔機·····	108
6.6 德律泰自動發報機·····	113

6.7 接線盒.....	118
--------------	-----

第七章 打字電報制(續)

7.1 克利德打字電報機發送部份.....	121
7.2 克利德打字電報機接收部份.....	125
7.3 克利德鑿孔機, 復鑿孔機和自動發報機.....	134
7.4 打字電報交換機.....	141
7.5 電話用戶使用打字電報機.....	143

第八章 再生幫電器及畸變測定器

8.1 再生幫電器的功用.....	145
8.2 再生幫電器.....	146
8.3 五位電碼信號的畸變.....	154
8.4 畸變測定器.....	158

第九章 載波電報制

9.1 載波電報制原理.....	168
9.2 音頻載波電報的發送設備.....	169
9.3 音頻載波電報的接收設備.....	177
9.4 音頻載波電報的運用.....	181
9.5 超音頻載波電報.....	190
9.6 移頻載波電報.....	192

第十章 複工及變工電報制

10.1 複工電報原理.....	194
10.2 波多式複工電報.....	196
10.3 變工電報原理.....	202

10.4 變工電報的設備·····	205
-------------------	-----

第十一章 傳真電報

11.1 送像設備·····	210
11.2 收像設備·····	230
11.3 同步和同相·····	237
11.4 傳真信號的傳送·····	244
11.5 特殊的應用·····	245

第十二章 水底電纜電報

12.1 水底電纜的構造·····	247
12.2 電路·····	249
12.3 發送器件·····	250
12.4 接收器件·····	251
12.5 水底電纜技術的改進·····	253

第 一 章

單 工 電 報

1.1. 電碼。電報通訊的方法是以電碼來傳送文字。外國的文字簡單，每個字以若干字母拼成，字母總數祇有三十個左右，每個字母由一電碼代表。電碼主要可分為二種：一種是莫爾斯電碼，一種是五位電碼。莫爾斯電碼發明較早，應用普遍。五位電碼發明較遲，應用限於打字電報機方面。中國的文字複雜，不像外國文字是由有限的字母拼成的，所以電碼無法簡化，必須備一電碼書，載明全部文字，每字由四個數字代表。此外又有所謂羅馬字母電碼，每個中國字以三個羅馬字母組成，以便利國外華僑和祖國通訊。

莫爾斯電碼由“點”“劃”兩種信號組成，這二種信號是以時間的長短來區別的。點是一個時間單位，劃是三個時間單位。每個字母以若干點劃的排列組成。點劃之間的間隔亦是一個時間單位，字母和字母之間的間隔是三個時間單位，字和字之間的間隔則是五個時間單位。莫爾斯電碼如圖 1.1 和 1.2。圖中所示的電碼又稱做國際莫爾斯電碼，為國際間所通用。美國所用的略有不同，有幾個字母，點劃間的間隔並不等於一個時間單位，數字方面更是麻煩，這種電碼不及國際莫爾斯電碼合理。圖 1.2 中列有大打數字和小打數字。大打數字冗長，小打數字精簡。如果電文包括外國文字和數字，則應採用大打數字，小打數字和有些字母相同，不能使用。如果電文祇包括數字時，例如發中文電報，那麼採用小打數字可以節省許多時間。

五位電碼的信號不分長短，每個字母以五個脈衝組成，脈衝祇分

“正”“負”，或“有”“無”，長度是一樣的，共有 2^5 計三十二個電碼。最新式的打字電報機亦有採用六位電碼的，每個字母以六個脈衝組成，共有 2^6 計六十四個電碼，使用起來更加便利。

А	П	Х	А	К	У
Б	М	Ц	В	Л	В
В	Н	Ч	С	М	W
Г	О	Ш	Д	Н	Х
Д	П	Щ	Е	О	У
Е	Р	Ъ	Ф	П	З
Ж	С	Ю	Г	Q	
З	Т	Я	Н	Р	
И	У	Ы	І	С	
К	Ф	Ь	Ј	Т	

圖 1.1. 俄文莫爾斯電碼；英文莫爾斯電碼。

1	—	1	—	1	—
2	—	2	—	2	—
3	—	3	—	3	—
4	—	4	—	4	—
5	—	5	—	5	—
6	—	6	—	6	—
7	—	7	—	7	—
8	—	8	—	8	—
9	—	9	—	9	—
0	—	0	—	0	—

圖 1.2.

圖 1.3，第一項以電流的久暫來代表點劃；第二項以電流的方向來代表點劃。圖 1.4，第一項“.”代表點，“—”代表劃；第二項尖的代點，鈍的代表劃；第三項向上代表點，向下代表劃。圖 1.5 及圖 1.6 是五位及六位兩種電碼。

А	В	С	Д	Е	Ф	Г
• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •
• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •
• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •

А	В	С	Д	Е	Ф	Г
• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •
• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •
• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •

圖 1.3. 鑿孔機在紙條上鑿出的國際莫爾斯電碼。

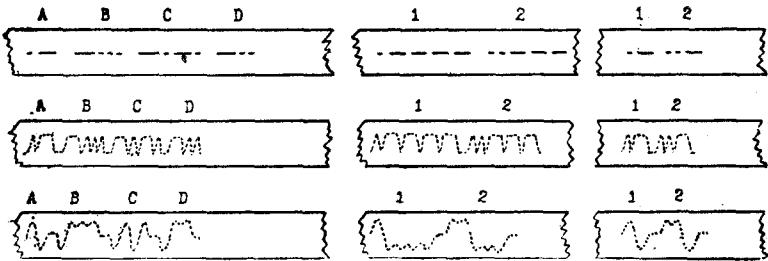


圖 1.4. 收報機在紙條上錄出的國際莫爾斯電碼。

電碼脈衝			電碼脈衝		
A	-	1 2 3 4 5 ●●○○○	P	0	1 2 3 4 5 ○○●●●
B	!	●○○●●	Q	1	●●●●●
C	:	○○●●●	R	4	○○○○●
D		●○○●●	S	1	●○○○○
E	3	●○○○○	T	5	○○○○●
F		●○○●●	U	7	●●●○○
G		○○●●●	V	-	○○●●●
H		○○●●●	W	2	●●○○●
I	8	○○●○○	X	/	●○○●●
J		●○○●●	Y	6	●○○●●
K	(	●●●○○	Z	+	●○○○○
L	)	○○○○●	同車		○○○○○
M	.	○○●●●	數字		●●○○●
N	,	○○●○○	字母		●●●○○
O	9	○○○○●	總行		○○○○○

輸格 ○○○○●

圖 1.5. 五位電碼。

A	██████	M	██████	Y	██████
B	██████	N	██████	Z	██████
C	██████	O	██████	1	██████
D	██████	P	██████	2	██████
E	██████	Q	██████	3	██████
F	██████	R	██████	4	██████
G	██████	S	██████	5	██████
H	██████	T	██████	6	██████
I	██████	U	██████	7	██████
J	██████	V	██████	8	██████
K	██████	W	██████	9	██████
L	██████	X	██████	0	██████

圖 1.6. 六位電碼。

此外又有所謂密碼，可隨意編製，以縮短電文。通報時並可應用若干規定的密語，俾迅速地明瞭彼此收發的狀況。

以上不同形式的各種電碼，現在祇是初步介紹，它們應用的原理及產生的方法，將於以後各章中詳細敘述。

1.2. 單流制單工電報。單流制的單工電報是指甲乙兩地之間，通以線路，各接上收發報器件，以單向電流傳送電碼的方法。線路可以是雙線的；或者是單線的，另一線由地回路代替。單流制的單工電報電路見圖 1.7。

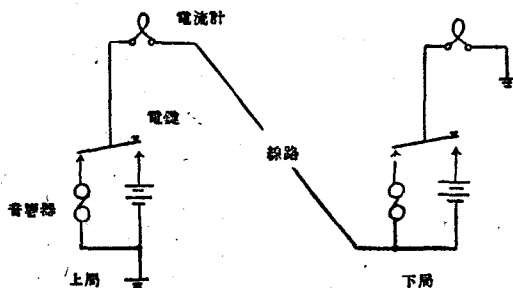


圖 1.7. 單流單工電路。

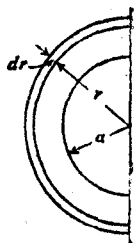


圖 1.8. 電阻的計算。

電報線路很多是單線的，另一線以地球代替。地球的電導係數雖差，然因體積極大，所以電阻很小。地球的電阻可由下列計算得一概念。

設 a = 半球面電極的半徑，

ρ = 地球的電阻係數，

r 及 $r+dr$ = 從電極到兩同心半球面的距離。

$$\text{兩同心半球面間的電阻} = \rho \times \frac{dr}{2\pi r^2},$$

$$\text{從電極到無窮距離的電阻} = \int_a^\infty \frac{\rho dr}{2\pi r^2} = \frac{\rho}{2\pi a}.$$

$$\text{從電極到距離 } 2a, \text{ 電阻} = \int_a^{2a} \frac{\rho dr}{2\pi r^2} = \frac{\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} \right) = \frac{1}{2} \frac{\rho}{2\pi a}; \text{ 在}$$

$$2a \text{ 與 } 4a \text{ 之間, 電阻} = \frac{1}{4} \frac{\rho}{2\pi a}; \text{ 在 } 4a \text{ 與 } 8a \text{ 之間, 電阻} = \frac{1}{8} \frac{\rho}{2\pi a}. \text{ 依次}$$

推算,在 a 與 $100a$ 之間,電阻約為方程式中的 99%。這證明電阻的大部份是在電極的附近。

設兩半球面電極,半徑為 a_1 及 a_2 ,距離很遠,則

$$\text{兩電極間的電阻} = \frac{\rho}{2\pi a_1} + \frac{\rho}{2\pi a_2}.$$

由上面計算的結果,可知地回路的電阻,和埋入地下的電極,及附近的土壤,有極大的關係。設半球面電極的半徑為一呎,試在不同的距離,計算其電阻。地球的電阻係數為每立方厘米 800 歐。計算的結果如圖 1.9。當距離伸展至無窮大時,電阻值的限度約為 4.17 歐。

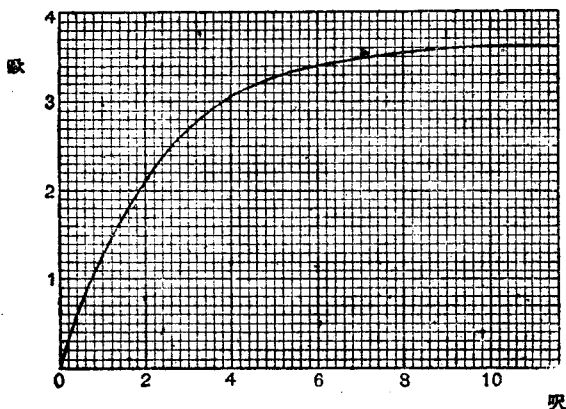


圖 1.9.

兩地之間,地回路的電阻和連接兩地的線的電阻比較起來,實在是微乎其微。所以如果利用地回路,則需要的電池組電壓可以減低,敷線的費用可以減少。尤其重要的是,發生障礙的可能性亦將減少。

因此,電信局的地回路是極重要的,如果地回路裝置不佳,則電阻增加,各線路間必有互相干擾的情形發生,使通訊發生困難。要地回路的電阻減低,必須有良好的接地裝置。裝置地線普通用 $2\frac{1}{2}$ 呎見方的鍍鋅鐵板數塊分埋入潮濕的地下。每塊鐵板各銲接七股絞線,各絞線連在一起,作為一切單線電路的總地線。講究的地線裝置用四呎見

方的銅板數塊埋入地下，銲接的地線用十九股絞線。普通亦可以用銅管數個埋入地下，管上銲有絞線，引出地面作為地線之用。銅管可稍露出地面，以便傾水，使接觸更為良好。自來水管亦可以利用以接地線，絞線可以銲接在自來水管上，或者由地線夾將線夾緊在自來水管上，作為地線。

如圖 1.7 所示，上局按鍵發報，電流經過的途徑如下：上局電池組正極——上局電鍵的前觸點——上局電流計——線路——下局音響器——下局電鍵的後觸點——下局電流計——下局地線——地回路——上局地線——上局電池組負極。電鍵按下，即“傳號”，線路中有電流經過；電鍵放回，即“空號”，線路中沒有電流經過。這種情形叫作單流。如果上局發報，則下局收報，如果下局發報，則上局收報，任何一端不能同時收報發報，所以稱做單工。單流制單工電報祇限用於線路較短，報務清閒的地方。

單流鍵。單流鍵有時又稱做莫爾斯鍵，是發報器件，它的作用是将電池組和線路連接，連接時間的長短根據電碼的點和劃。結構如圖 1.10 所示。A 是水平的黃銅桿，叫作鍵桿。BB 是鍵桿架。螺簧 E 使鍵桿平時和後觸點 D 接觸，其拉力可以由一螺釘調整。

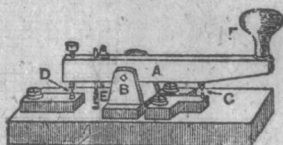


圖 1.10. 單流鍵。

將鍵桿的 F 端按下，可使鍵桿和前觸點 C 接觸，和後觸點 D 分開。C 和 D 各觸點皆鍍以白金，在發生電花時，可以避免氧化。D 觸點的螺釘是調整鍵桿活動的距離的。調整螺釘各有夾緊(或止動)裝置，以防調整後受震而鬆動。

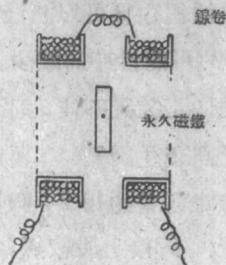


圖 1.11. 單流電流計。

單流電流計(或稱顯電表)。電路的終端各有動磁鐵式電流計一，如有電流經過，則電流計的指針偏轉。報務員可觀察指針偏轉的情形，以明瞭通訊及線路的狀況。電流計的構造形式各異，惟原理則一。此計有一錄卷，錄卷

中放一小型永久磁鐵，中心有軸，指針即附在軸上。這小型永久磁鐵本身亦可以由軟鐵製成，而被另一強有力的永久磁鐵所激磁。當電流經過錄卷時，錄卷中產生一磁場，小型久磁依磁場的方向及強弱而左右擺動，附於其軸上的指針亦即隨之左右偏轉。此計的木盒頂端，有調整螺釘一，其下有一針形磁鐵，以供調整小型久磁位置之用。

音響器。音響器又稱做莫爾斯音響器，是電路中的收報器件。它的構造如圖 1.12。A, A 是電磁鐵的兩個錄卷。B 是軟鐵製成的銜鐵，平時由彈簧 S 拉住，和鐵芯離開，如圖所示。錄卷的兩端和底座上的接錄柱 TT 連接。在底座下有一無感電阻，和電磁鐵的錄卷並聯。銜鐵 B 附着於 L 形黃銅桿 K 的上面，後者以 EE 兩螺釘作軸承。K 的左端可以在 C 和 G 兩觸點間上下活動。K 的左端向下時，螺釘 D 和 G 接觸，使銜鐵和鐵芯間有一間隙。當電流經過錄卷時，鐵芯磁化，銜鐵被吸，K 即向下，螺釘 D 衝擊 G，發出一清晰的聲音。當電流停止，彈簧 S 將 K 拉上，銜鐵從鐵芯離開，K 衝擊觸點 C，產生另一尖銳的聲音。這兩種聲音相距的時間根據電流通過的久暫，時間短表示點，時間長表示劃。螺釘 F 調整彈簧 S 的鬆緊，使 K 桿動作輕快。

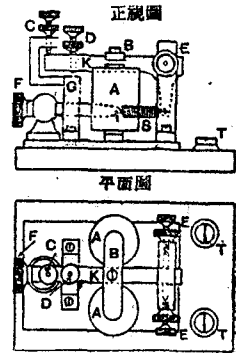


圖 1.12. 音響器。

局部電路內和原電池連用的音響器，錄卷電阻是 21 歐，並聯的電阻是 420 歐，總電阻是 20 歐。靈敏值，即是能夠使這音響器工作的最小電流值，是 55 毫安。平常的工作電流約為 60 到 90 毫安。

局部電路內和蓄電池連用的音響器，錄卷電阻是 1000 歐，並聯的電阻是 9000 歐，總電阻是 900 歐。靈敏值是 11 毫安，平常的工作電流約為 20 到 26 毫安。

和音響器錄卷並聯的電阻，在電路斷路，錄卷內產生感應電壓時，可以吸收電能，以減少或免除電花。

要音響器工作良好，必須調整適宜。K 桿應在軸承 EE 間活動自如，然後將螺釘夾緊。其次調整螺釘 D，將 K 按下，使銜鐵和鐵芯間的距離能夠允許一張紙張通過。K 活動的距離以 1/20 吋為度，可以由螺釘 C 調整。D 和 C 調整後須夾緊。最後調整螺釘 F 使彈簧的拉力適宜，以得到清晰的聲音。

如果經過音響器鐵卷的電流太強，則銜鐵易被黏住，必須將螺釘 D 旋下，螺釘 C 旋上；如果電流很弱，則須將 S 放鬆，D 旋上，C 旋下，產生的聲音亦將稍弱。

蜂音器。在通報速率較快時，音響器發出的聲音，不大清楚。這是因為銜鐵有相當的重量，動作遲鈍，以及點和劃是依靠兩種聲音的間距來決定的緣故。在這種情形下，報務員收報容易發生錯誤。如果用蜂音器來代替，則發音清楚，收報成績能夠改進不少。圖 1.13 示蜂音器的簡單構造。當收到電流時，簧片震動，發出蜂鳴的聲音。蜂音器必須調整適宜，使簧片震動自如，發出悅耳的聲音。

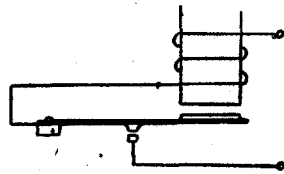


圖 1.13. 蜂音器。

上局和下局。所謂上局和下局，乃是相對的名稱。例如以一國的首都為中心，則離開首都較近者為上局，離開首都較遠者為下局。有些國家用東局西局等名稱。

普通說來，上局和下局收發報器件的接法各宜規定，以利裝置及檢查。

中間局。如果線路很短，而報務並不忙碌，則中間局可以和上下兩局接於同一線路上，如圖 1.14 所示。

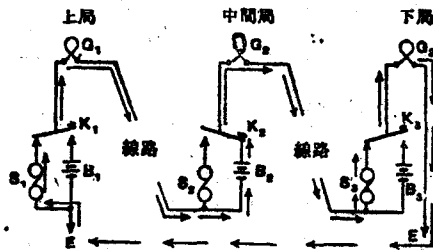


圖 1.14. 中間局。

中間局的收發報器件並不接到地線。中間局對於上局而言，是為下局；對於下局而言，則為上局。普通線路以三局為限，如果超過此數，則每

局需要的電池組電壓太高，必須另行設法，在局內裝置繼電器。所謂繼電器乃是圈數很多的電磁鐵，微弱的電流就可使其動作，其構造及作用以後敘述。

圖中，中間局正在發報，電流如箭頭所示，音響器 S_1 及 S_3 都被吸下，每局的電流計都有指示，中間局的音響器則並無聲音。

上局下局和中間局亦可以在同一線路上並聯，那稱做並聯式，和上述的串聯式不同。並聯式當任何一局發報時，其他局各收到不同的電流，收報器件因發報局變換而時須調整，容易產生漏點連碼等弊，所以普通並不應用。

常流制。以上所講的各電路可稱為暫流制，因為電流祇有在電鍵按下時流通，平時線路中並沒有電流。另外有一種常流制或稱通路制，平時線路中有電流經過，發報時先開斷一開關，然後按鍵，電路如圖 1.15 所示。常流制的優點是：(1) 如果線路斷路，各局立即發覺。所以當任何局發報時，其他局可以開斷開關，使全體接收器件停止工作。原來發報的報務員發覺後應當停止發報，將開關閉合，靜俟後者發報。這叫作“中斷”。(2) 並不需要每局各備電池組。缺點是：(1) 電池的消耗大於暫流制。(2) 電流向一個方向流通過久，收報電磁鐵內易增剩磁效應。

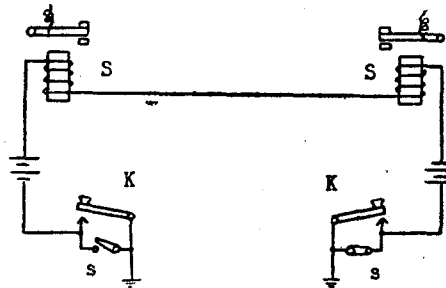


圖 1.15. 常流制的電路。

1.3. 莫爾斯電報機。音響器祇發出聲音，收報靠報務員抄錄。如果要直接記錄，則可採用油墨印碼器。油墨印碼器又稱做莫爾斯印碼器，將收到的電碼印在紙條上，然後再由報務員譯成電文。所謂莫爾

斯電報機就是將單流鍵，電流計，莫爾斯印碼器及莫爾斯繼電器共同裝置在一木質底盤上的人工電報機，此外尚有開關，接線柱及放紙卷的抽屜等。莫爾斯電報機在電報通訊方面，有悠久的歷史和成績，惟因油墨及紙張耗費可觀，故不及音響器的簡單，耐用和節省。單流鍵，電流計等在前面已經講過，現將印碼器及繼電器的構造敘述如下。

莫爾斯印碼器。圖 1.16 是一印碼器。B 是電磁鐵，線卷的電阻約 40 到 50 歐。A 是銜鐵，由軟鐵管做成，中間分裂，銜鐵固定在一水平桿上。當銜鐵被吸下時，另一端的油墨輪 M 即向上，和紙條接觸，根據電流的久暫，在紙條上印出點或劃。油墨輪在油墨缸內轉動，以保持邊緣的油

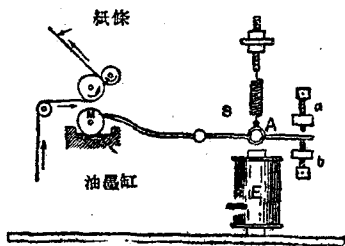


圖 1.16. 莫爾斯印碼器。

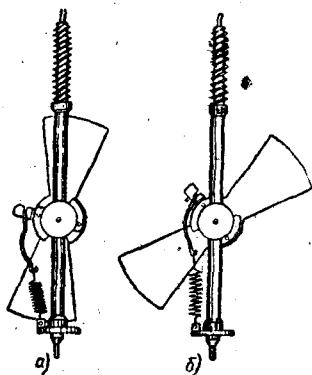


圖 1.17.

墨。紙條在滾紙輪和壓紙輪之間經過，滾紙輪上有細齒，轉動時將紙條徐徐拖動。滾紙輪的動力則由一強有力的發條經過若干齒輪供給，其速率由一離心式調速器控制，如圖 1.17，以每分鐘能輸送紙條五六呎為最適宜。

若要電碼記錄清楚，則必須調整適宜。先調整螺釘 b 及 a，當銜鐵按下被 b 抵住時，油墨輪 M 應在紙條上劃線順利，而並不將紙軋住。當銜鐵放回時，M 應距紙條約一毫米，然後將 a 及 b 夾緊。其次應當調整另一螺釘（圖中未示）使電磁鐵上下，當銜鐵按下時，銜鐵和電磁鐵相距以紙張的厚薄為度。最後根據電流的強弱調整彈簧 S 的拉力。

滾紙輪，油墨輪，發條，齒輪及調速器等皆須保持清潔，並應加以適當的潤滑油，使它們動作靈便。

莫爾斯繼電器。如果線路增長，則線路的電阻增加而絕緣電阻減低。尤其在天氣潮濕的時候，遠端的接收局祇能收到發訊電流的一部份，不足以推動音響器或印碼器。提高發送端的電池組電壓可以減輕通訊的困難，然而費用昂貴而不經濟，並且是有限度的。現在有一種器件可以接收微弱的信號電流，這種器件叫作繼電器。繼電器是靈敏度很高的電磁鐵，通訊的兩端各備一具。繼電器銜鐵的動作使一局部電路接通——局部電池組供給音響器以強大的電流，使後者發出明晰的聲音；如以印碼器代替音響器，則使印碼器錄出清楚的電碼。繼電器的原理如圖 1.18。

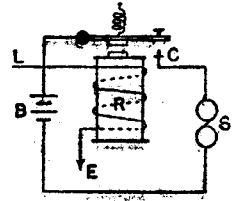


圖 1.18. 繼電器的原理。

圖 1.19 是莫爾斯繼電器。UD 是電磁鐵錄卷的兩端（U 圖中未示）。SN 是 L 形永久磁鐵。由於永久磁鐵的感應作用，使銜鐵 A 的外端成為一南極，兩鐵芯上端的極塊各成為北極。銜鐵 A 與舌片 T 相連。如果舌片 T 停留在 S 觸點，則 A 和 S 一邊的極塊接近而和 M 一邊的極塊遠離，所以被吸向 S。反之如果舌片 T 停留在 M 觸點，則 A 和 M 一邊的極塊接近而和 S 一邊的極塊遠離，而被吸向 M。

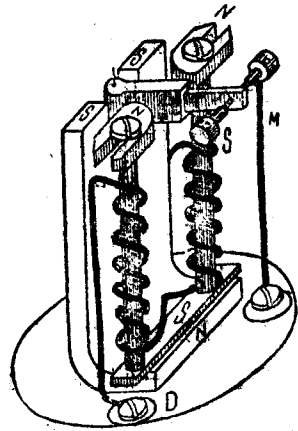


圖 1.19. 莫爾斯繼電器。

如果調整 S 及 M 觸點的硬膠座的位置，則可使銜鐵總是趨向 S 一邊的極塊，而舌片總是趨向 S 觸點（當錄卷中並無電流經過），這現象叫作磁偏。

當繼電器收到電流，而電流的方向是從 U 到 D 的，則 S 一邊極塊的 N 極被消除而 M 一邊極塊的 N 極被增強，則銜鐵必被吸向 M 一邊，而 T 接觸 M。如果電流停止，或者電流的方向變為從 D 到 U，則 T 仍回到 S。當 T 接觸 M 時，局部電池組和印碼器電磁鐵錄卷串聯的