

民國二十八年六月

有線電學

通信軍士
測驗用

軍事委員會軍訓部編

國民政府軍事委員會軍訓部訓令 訓通渝字第五號

茲編訂有線電學(測驗)，作為通信軍士用書，仰即遵照試用。
此令！

中華民國二十八年六月 日

部長白崇禧



3 2168 9562 7

序

有線電信，線路與機械並重，欲求平時維護之完善，障礙時修復之迅捷，自應熟諳學理，注重測驗。軍事通信上，前後方之連絡設備，關係緊要，非測驗無以明機械線路之通阻，與障礙發生之類別，故各種測驗方法，實為軍士所應知。本書內容，敘述雖簡，但一般通信軍士之測驗常識，大致已備，如能善為教育，使學者得以變化應用，則本書似不無裨益也。

通信兵監華振麟

有線電學

通信軍士用
測驗

目次

第一章 測驗概述

第一節 測驗的用意與類別

第二節 測驗須知

習題

第二章 簡單儀器

第一節 線規

第二節 電表

第三節 電阻器及開關

習題

第三章 一般測驗

第一節 直接閱表法

有線電學 目次

第二節 簡單測驗法

習題

第四章 線路測驗

第一節 平時測驗大要

第二節 平時測驗法

第三節 障礙時測驗法

習題

有線電學

通信軍士用
測驗

第一章 測驗概述

第一節 測驗的用意與類別

一、測驗的用意 電信上所用的各種器材，及裝設完成後各部份的機件和中間連絡的線路，常須舉行測驗。所謂測驗，係用各種電表及其他儀器，試驗線路或機件等的性質和動作，是否正常，如果發生變化，與平時或規定不符，就可據以斷定障礙的存在，並可應用各種測法，以測知障礙的類別及發生的部份或地段，使修復得以便捷。

二、測驗的類別 普通的測驗，大概可分為兩類：一係機件的測驗，就是將裝置的一部份機件，加以試驗，如電池的電壓是否充足，繼電器的動作是否靈敏，感應線圈是否短路，磁石發電機是否斷線等；二係回路的測驗，如電報的局部回路測驗，外線回路測驗，電話的通話回路測驗，振鈴回路測驗等。大抵雙方通信之後，重要的回路，

每天或每隔數天，通常測驗一次，如或發生障礙，則所測即與平時所得的結果不符，由是相互比較，就可明瞭障礙的大概。無論電報或電話，通信所於發現障礙時，先須判明障礙抑在所外或所內，所以常在線條引入的地方，將線條拆開，分頭測驗。障礙如在線路，即派查線兵或線工巡修，如在所內，則舉行逐步測驗與檢查，自不難查得障礙的所在。

第二節 測驗須知

一、測驗時的注意 測驗人員，不但應深切明瞭電氣學理，且須對於各種儀器的性質、構造、及其使用方法，都有充分的熟習，否則所測得的結果，往往不能正確。倘若連接錯誤，或宜用低電壓者，以高電壓加入，更能使電表焚燬，發生危害，所以每次測驗，須加意謹慎，最好於接線完成後，再詳細審視一過，確屬無誤，然後開始測驗。至於欲求測驗的精密，則所用的儀器，亦須更加精細靈敏，本書是供軍士用的，所以祇述其普通而簡單者。

二、已知數與未知數 屬於電氣的各種性質，都可加以測驗，如容電器的電容，被覆線的絕緣等均是，但最通常的，乃應用歐姆氏定律，以測知電流電壓及電阻，其公式爲：

$$I = \frac{E}{R}, \quad E = IR, \quad R = \frac{E}{I}.$$

在上列各公式中， I 爲電流，單位安培。 E 爲電壓，單位伏脫。 R 爲電阻，單位歐姆。須有兩個已知數，庶能求得一個未知數，設如欲求得線路的歐姆數，則所用電池的安培數及伏脫數先應確知，其餘可以照此類推。

習題

- 1 測驗的用意何在？
- 2 測驗約分爲兩類，有何區別？
- 3 要斷定障礙在通信所內或通信所外。應該在何處測驗？
- 4 設如測驗時所用的電流爲千分之五安培，電壓爲二伏脫，問所測的電阻有若干歐姆？

第二章 簡單儀器

第一節 線規

一、線規的種類 電線的粗細，與電阻成反比例，其長短與電阻成正比比例，線規號數即用以表示線條的粗細，比較通用的線規，有下列的三種：

(甲)標準線規(Standard Wire Gauge)、

(乙)白明漢線規(Birmingham Wire Gauge)、

(丙)美國線規(American Wire Gauge or Brown & Sharpe Wire Gauge)、

標準線規，簡稱S.W.G.，在英國最通用，已經定為線規的標準。

白明漢線規，簡稱B.W.G.，在英國使用最早，現在亦很通行。美國線規簡稱爲A.W.G.，在美國應用極廣。原來是美國人J.R. Brown氏所首創的，所以又稱爲Brown & Sharpe Wire Gauge、簡稱爲B.&S.。

現在將這三種線規的表，及量長度面積的各種單位，分列於下面：

白明漢線規表

號 數	B. W. G.					
	直 徑		面 積		市 量	電 阻
	(英寸)	(公厘)	(平方英寸)	(平方公厘)	(每千英尺磅數)	(每千英尺歐姆數)
0000	0.454	11.53	0.1618	104.44	623.92	0.050
000	0.425	10.80	0.1419	92.52	346.76	0.057
00	0.380	9.65	0.1134	73.165	437.10	0.071
0	0.340	8.64	0.0908	58.573	349.93	0.089
1	0.300	7.62	0.0707	45.60	272.43	0.115
2	0.284	7.21	0.0633	40.87	244.15	0.128
3	0.259	6.58	0.0527	33.99	203.06	0.154
4	0.238	6.05	0.0445	28.70	171.46	0.182
5	0.220	5.59	0.0380	24.52	146.51	0.213
6	0.203	5.16	0.0324	20.88	124.74	0.250
7	0.180	4.57	0.0254	16.42	98.08	0.319
8	0.165	4.19	0.0214	13.79	82.41	0.379
9	0.148	3.76	0.0172	11.10	66.30	0.471
10	0.134	3.40	0.0141	9.098	54.35	0.575
11	0.120	3.05	0.0113	7.296	43.59	0.717
12	0.109	2.77	0.0093	6.020	35.96	0.869
13	0.095	2.41	0.0071	4.573	27.32	1.144
14	0.083	2.11	0.0054	3.491	20.85	1.498
15	0.072	1.83	0.0041	2.486	15.69	1.991
16	0.065	1.65	0.0033	2.141	12.79	2.443
17	0.058	1.47	0.0026	1.704	10.18	3.069
18	0.049	1.24	0.0019	1.217	7.27	4.299
19	0.042	1.07	0.0014	0.94	5.34	5.852
20	0.035	0.89	0.0010	0.621	3.71	8.427
21	0.032	0.81	0.0008	0.519	3.10	10.081
22	0.028	0.71	0.0006	0.397	2.37	13.167
23	0.025	0.64	0.0005	0.317	1.89	16.517
24	0.022	0.56	0.0004	0.245	1.46	21.329
25	0.020	0.51	0.0003	0.203	1.21	25.808

有線電學

五

標準線規及美國線規表

號	數	直徑	面積	號	數	直徑	面積
S.W.G.	A.W.G.	(公厘)	(平方公厘)	S.W.G.	A.W.G.	(公厘)	(平方公厘)
44	—	0.08128	0.005189	—	21	0.7229	0.4105
—	39	0.08969	0.006316	—	—	0.7366	0.4263
43	—	0.09144	0.006567	—	20	0.8118	0.5176
—	38	0.1007	0.007967	21	—	0.8128	0.5189
42	—	0.1016	0.008107	—	19	0.9112	0.6527
41	—	0.1118	0.00981	20	—	0.9144	0.6567
—	37	0.1131	0.01005	19	—	1.016	0.8107
40	—	0.1219	0.01167	—	18	1.024	0.8231
—	36	0.127	0.01267	—	—	1.12	0.98
39	—	0.1321	0.0137	—	17	1.15	1.038
—	35	0.1426	0.01597	18	—	1.219	1.167
38	—	0.1524	0.01824	—	16	1.291	1.309
—	34	0.1601	0.02014	—	—	1.321	1.369
37	—	0.1777	0.02343	17	—	1.422	1.589
—	33	0.1798	0.0254	—	15	1.45	1.65
36	—	0.193	0.02927	16	—	1.626	2.075
—	32	0.2019	0.03203	—	14	1.628	2.081
35	—	0.2134	0.03575	—	13	1.828	2.624
—	31	0.2268	0.04039	15	—	1.829	2.627
34	—	0.2337	0.04289	14	—	2.032	3.243
33	—	0.254	0.05067	—	12	2.053	3.309
—	30	0.2546	0.05093	—	—	2.108	3.491
32	—	0.2743	0.0591	—	11	2.305	4.172
—	29	0.2859	0.06422	13	—	2.337	4.289
31	—	0.2946	0.06818	—	—	2.362	4.38
30	—	0.315	0.07791	—	—	2.565	5.167
—	28	0.3211	0.08098	—	10	2.588	5.261
29	—	0.3454	0.09372	—	—	2.616	5.373
—	27	0.3606	0.1021	12	—	2.642	5.481
28	—	0.3759	0.111	—	—	2.845	6.353
—	26	0.4049	0.1288	9	—	2.906	6.634
27	—	0.4166	0.1363	11	—	2.946	6.818
—	25	0.4547	0.1624	10	—	3.251	8.302
26	—	0.4572	0.1642	—	8	3.264	8.366
25	—	0.508	0.2027	9	—	3.658	10.51
—	24	0.5106	0.2047	—	7	3.665	10.55
24	—	0.5588	0.2452	8	—	4.264	12.97
—	23	0.5733	0.2582	—	6	4.115	3.3
23	—	0.6096	0.2919	7	—	4.47	15.7
—	22	0.6138	0.3255	—	5	4.621	16.77
22	—	0.7112	0.3973	6	—	4.877	18.68

有線電學

六

$$1 \text{ (公厘)} = \frac{1}{1000} \text{ (公尺)}$$

$$1 \text{ (英寸)} = \frac{1}{12} \text{ (英尺)}$$

$$1 \text{ (米爾)} = \frac{1}{1000} \text{ (英寸)}$$

第一圖所示。凡圓米爾的面積，即等於其直徑的米爾數的平方。例如



直徑一英寸(即一千米爾)的圓形，其圓面積等於一千米爾的平方，即等於一萬圓米爾。

二、線徑的表示 公尺本是法國採用的單位，因係十進，使用很便利，所以世界上多數的國家，連我國亦在內，都採用牠作為量長度的標準單位。線的粗細，如能一律用一公尺的千分之一——公厘——來表示，而不用線號或其他的單位，就可免除換算的麻煩，所以標準線規

八號硬銅線，就可稱牠為四公厘徑硬銅線，標準線規十二號鍍鋅鐵線，就可稱牠為二、六公厘徑鍍鋅鐵線（小數點以下的數字，可以酌刪）除用線號或各種單位表示線的粗細外，從前亦有用每英里線條的重量（磅數）表示線徑粗細的，如左表所示：

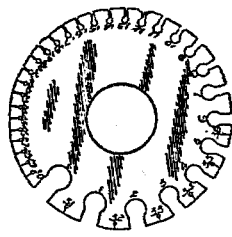
四至十四號鍍鋅鐵線之重量

B.W.G.	直徑 (公厘)	重量 (每英里磅數)
4	6.05	8.11
6	5.16	590
8	4.19	390
9	3.76	314
10	3.40	258
11	3.05	206
12	2.77	170
14	2.11	99

所以八號鍍鋅鐵線，亦可稱爲四百磅鍍鋅鐵線，十一號鍍鋅鐵線，亦可稱爲二百磅鍍鋅鐵線，不過從改用公斤制以後，應該以每公里的重量（公斤數）爲準。這種每公里的重量，在有線電學線路第三章所講的線料中，有表可查，所以不必贅述。

三、量線器的應用 測量線徑的器具，可分爲下列的三種
(甲)測微線規 (Micrometer Caliper)。

第二圖 量線規



(N)量線規
(W)線規

(Wire Gauge) 如第二圖所示，
(V Gauge)。

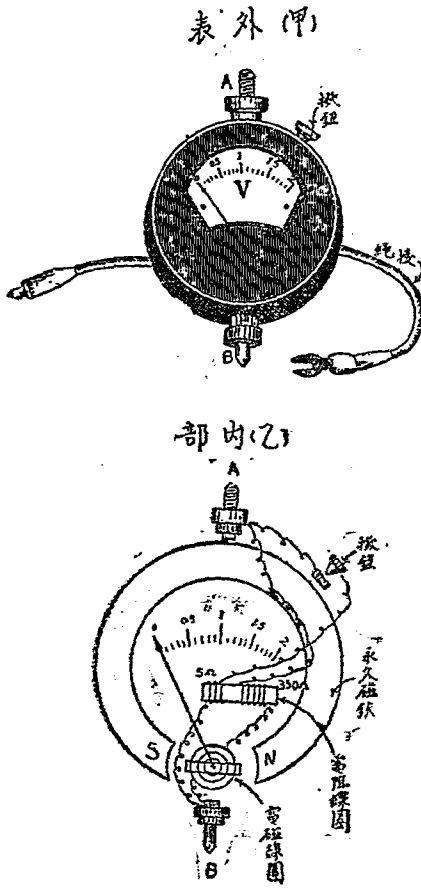
其中以用量線規 (Wire Gauge) 的方法為最簡單，祇須將線條夾進適當的凹口內，閱讀量線規上面所標的線號，就可知線條的粗細，其他的二種方法，尤以使用測微線規 (Micrometer Caliper) 比較最準確，不過在軍用工程上，不甚需要，所以用的很少。

第二節 電表

一、電池測電表 軍事通信上測驗用的電表，最簡單而普通的有兩種：就是電池測電表與線路測電表。電池測電表亦稱電壓表，是用以測驗電池的電壓。牠的內部，有一塊環形永久磁鐵，其兩極的中間，置一能轉動的線圈，線圈的上面，裝有指針和刻度盤等，固定於膠木盒或皮盒的裏面。當電流通過線圈的時候，線圈周圍就發生磁場，

上端為N極，下端為S極，因此與固定磁鐵原有的兩極，起了吸拒的作用。

第三圖 電池測電表



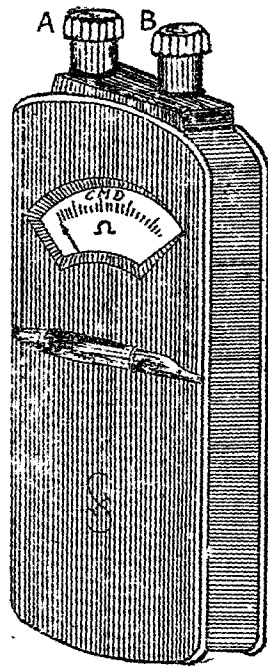
例如線圈的南極，則和磁鐵的北極相吸，若同是北極，則成相拒。由於吸拒，遂使線圈轉動，指針亦即隨之旋轉，所以看其指示在刻

度盤上的偏差度數，即知所測電池的電壓。線圈轉動位置的時候，指針所示的數目，就是電壓的數值。

上面所講是電池測電表構造的簡單原理，實際上牠的內部除了電磁線圈之外，還有電阻線圈兩個，同繞在一個鐵心上面，其連接如第三圖(乙)所示，在A B兩接頭分別接觸電池兩極的時候， $350\ \Omega$ 線圈，同時接入回路之內，倘再將按鈕按下，則 $5\ \Omega$ 線圈，就和測電表的兩端並聯，其用意是看表上所指的電壓這時是否降低，倘或過分降低，則所測的電池，就不能用。

二、線路測電表 如第四圖所示為線路測電表，亦稱導通試驗器。牠的構造，和電池測電表大致相同，連電池裝在膠木的盒內，啓開背後活動板的蓋板，就可換裝電池。牠的指針在刻度盤上所顯示的，是電阻的歐姆數，測計的範圍，在五干歐姆以內，過此則僅能知其大概而已。

表電測路線 圖四第



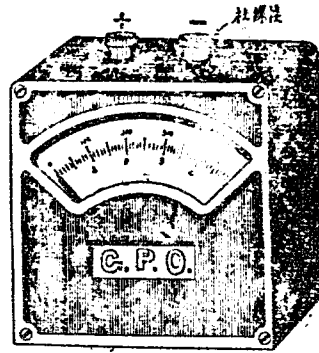
三、安培表 通常測驗電流的數值，所用的電表，大的以安培為單位，稱為安培表，小的以千分之一安培為單位，稱為米厘安培表，其式樣很多，現在所講的，是較普通的一種，形似方盒，盒面裝有兩個接線柱，一標正號（+），一標負號（-），正號的接線柱，是電流流入的一端，負號的接線柱，是電流流出的一端（見第五圖）。測驗交流電，可以不分正負，將其連接，測驗直流電，則接法是有一定的。盒面嵌一扇形的玻璃片，可以看見裏面所裝的刻度盤與指針，在電流並不通過的時候，指針停在零位，如有電流通過，指針就會轉動，

其轉後停止的位置上所示的度數，即為通過電流的安培數。

四、伏脫表 前面所講的電池測電

表，牠所能指示的限度，最多亦不過兩伏脫，因此祇能測驗單位電池或低電壓。除了電池測電表以外，通常用以測驗電壓的表，稱為伏脫表，牠的式樣亦很多，有的製成方盒形，和上述的安培表相似，亦有製成扇形的，如第六圖所示，就是其中的一種，至於電流通過時，

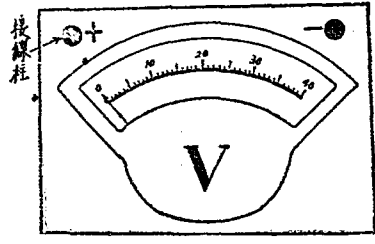
圖五第 種一的表培安



由指針的轉動，指示度數，其情形亦和安培表一樣，不過所示的，是伏脫數而非安培數。

以上的安培表與伏脫表，其構造原理，大致與電池測電表所講的相同，但亦有特異之點，就是安培表內線圈的電阻，很小而幾可等於零，伏脫表內線圈的電阻，則數值很高，常在數千歐姆以上，因為安

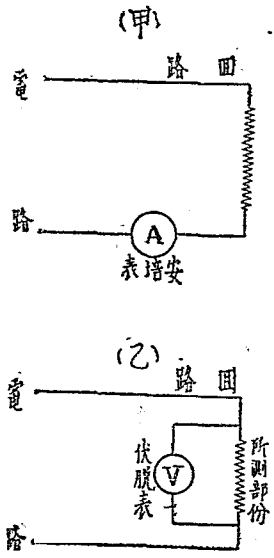
圖六第 種一的表脫伏



將安培表用串聯法接入回路，如第七圖（甲）所示。要測回路中某一部分的電壓，應將伏脫表用並聯法與所測部分的兩端連接，如第七圖

培表內線圈的電阻，倘使增多，勢必減低電流的數量，指針所指示的，並非原來所欲測知的電流，而是安培表接入後的電流了。反之，伏脫表內線圈的電阻，倘是很低，則接連於所測部分的兩端，同樣可使電壓消失一部分，使指針所指示的，並非原來所欲測知的電壓，而是伏脫表接入後的電壓。還有極應注意的一點，即在測驗的時候，要測某一回路中的電流，應

圖七第 法接的表脫伏與表培安



(乙)所示。倘或錯誤，在安培表的位置，接以伏脫表，結果所指示的，完全不是電流的數值，但亦並無危險，若在伏脫表的位置，接以安培表，則因大量電流，流經表內，超過牠的限度以上，勢必電表灼熱，甚至焚燬，這是測驗人員所應該知道的。

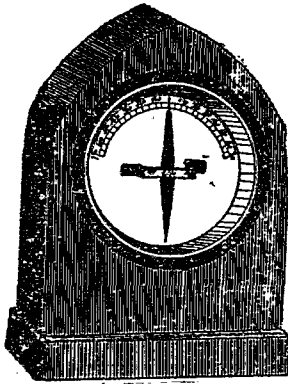
五、顯電表 還有一種電表，亦是測驗時所用的，稱為顯電表，如第八圖所示。牠的指針，是在中間，可以左右擺動，顯示通過電流的

方向，至於電流的大小，雖亦能在表上顯示其大概，但不甚精確。該表的構造，可參看有線電學電報第二章。

第三節 電阻器及開關

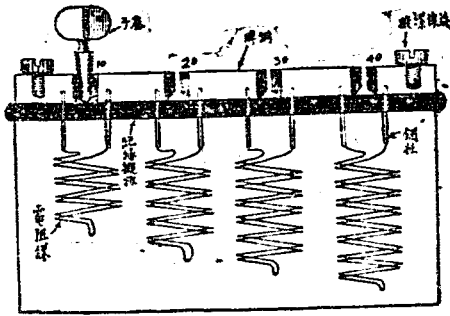
一、電阻器 電阻器的作用，是將已知數值的電阻，加入測驗的回路中，使電流得以酌量增減，俾能適應需要。牠的種類很多，大都用電阻線配定電阻的多寡，分別纏繞而成

第八圖 顯電表的一種

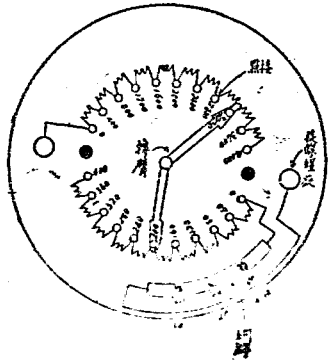


，其繞法使電流的進出，方向相反，可以免除感應。如第九圖，稱為插塞式電阻器，所示的為直截面形，於表面銅牌上，刻明電阻歐姆數，各銅牌下面，經過銅柱，分別與各電阻線圈相連。設如兩端接線螺旋，接通回路的時候，我們所需要的，約為九〇歐姆的電阻，則將銅的塞子，插入一〇歐姆的塞孔內，使其餘的電阻，都加入回路之內，

器阻電塞式插 圖九第



器阻電式臂轉 圖十第

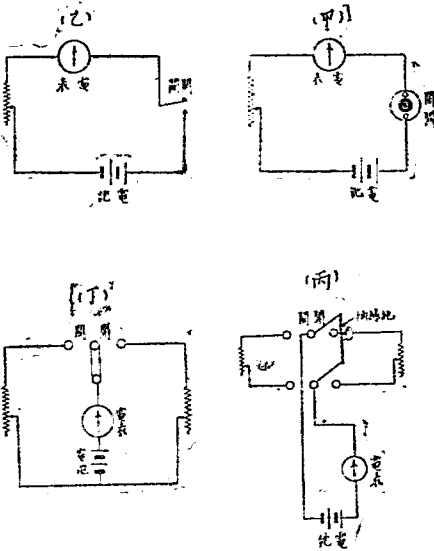


概有一〇歐姆的電阻，因塞子的插入，成爲短路（就是電流差不多全經銅牌和塞子，直接流過，電阻線沒有作用）。又如第十圖的式樣，亦可稱爲轉臂式電阻器，所示的爲平面形，牠的兩臂，成爲電流的通路，可以左右轉動，分別與兩面半圓形上的各個接點相接觸，使所有的電阻，能隨意變換，設如兩個接線螺旋接通回路之後，圖中各銅牌中間的塞孔，都已插入塞子，而一臂與二〇〇歐姆接點相連，另一臂與三三〇〇歐姆接點相連，則此時加入回路中的電阻，即爲三四〇〇歐姆，其餘都可照此類推。此外還有滑線式電阻器，製成圓筒式，上面纏有電阻線，有一接觸片，可以滑動，視其接觸的地位上所標的歐姆數，就可知道所用的電阻，形式雖然不同，原理是一樣的。

二、開關 各種測驗，除了直接用表測知的以外，在回路中，常加用開關，在需要時候，將開關閉合，使電流通入回路，不需要的時候，將開關釋放或搬開，使電流停止。這樣的啓閉自由，不但可以節省電流的消耗，並且在電流不通過時，能作適當的調整，則一經測驗

，所得結果，更較穩定而正確。通常所用的開關，如第十一圖所示，有的為揸鈕式，如電鈴所用的浦司司（圖甲），有的為電鍵式，如電報上所用的發報電鍵（圖乙），有的為閘刀式，如一般所用的閘刀開關（圖丙），有的為扳鍵式，可以左右扳動，使接點分離或接合（圖丁）。至於測驗上連

圖一十第 各開關的式



接電池、電表、開關、或其他機件所用的線條，大概都是膠包或棉包銅線，因其距離很短，所以牠的電阻極小，尋常可以不計。

習題

- 1 試說通用線規的種類。
- 2 何謂圓米爾？

- 3 某號銅線的截斷面積爲一百萬圓米爾，問其直徑有若干米爾？
- 4 說明量線規的用法？
- 5 電池測電表如何構造？
- 6 線路測電表所能指示的，在若干歐姆以內，比較尙見正確？
- 7 安培表和伏脫表在構造上有何不同？
- 8 如第七圖，所測部分的電壓頗高，倘將安培表接入伏脫表的位置，何以即可焚燬？
- 9 電阻器有何作用？一般的如何構造？
- 10 測驗回路，何以中間須加用開關？

第二章 一般測驗

第一節 直接閱表法

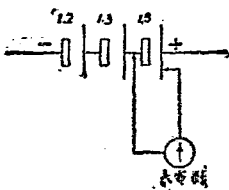
一、電池測驗 測驗電池的電壓，最簡單的，是用直接閱表法，所謂直接閱表，就是看到表上指針所指的度數，不必另用方法計算，

就可得到測驗的結果。前章所講的電池測電表，將其兩個接頭（其中的一個接頭可用接繩接出）分別接觸電池的兩極，其電壓多寡，一看表上即明。倘或多數電池串聯成爲一組，要測驗牠的電壓，則可任下列的兩種方法之一：

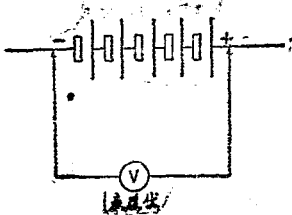
（甲）單位測驗 照上面所講的方法，將各個電池的電壓，逐一測驗，加成總數後，就是電池組的總電壓。設如第十二圖（甲）所示，三個電池的電壓，分別測得爲一、二伏脫、一、三伏脫及一、五伏脫，則總電壓即爲四伏脫。

（乙）成組測驗 由多數電池串連而成的電池組，爲免除單位測驗的麻煩，可用伏脫表，照第十二圖（乙）的連接，此時表上所示的，亦就是電池組的

圖二十第
驗測的壓電組池電
驗測位單 (甲)



驗測位成 (乙)



應電壓。

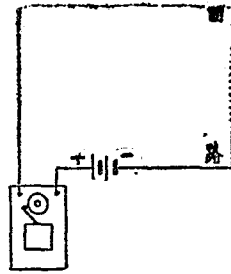
倘電池組接入回路之後，要知道所供電流的大小，可用安培表或米厘安培表，照第七圖的接續，其安培或米厘安培數，亦能一閱表上即明。

二、導通試驗 祇欲試驗回路的通阻，不必知道回路中電阻的數值，最簡單的方法，可用電池與電鈴（亦可用燈泡）照第十三圖的接續（如回路中原來有電流通行的，則電池就可不必接入）。如用線路測電表，（見第十四圖）

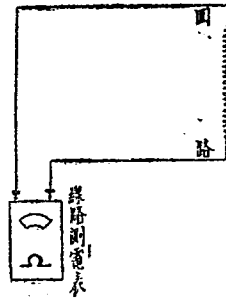
，不但可知回路的通阻，並可直接在表上看出回路中電阻的約數，不過使用線路測電表的時候，應該知道：

（甲）表內已有電池，不必另接電池。

（乙）表內電池的電壓，不可過低，如已降至百分之十以下，則所測得的結果，常不能正確，所以就應換新。



第十四圖 用線路測電表試驗通阻



第二節 簡單測驗法

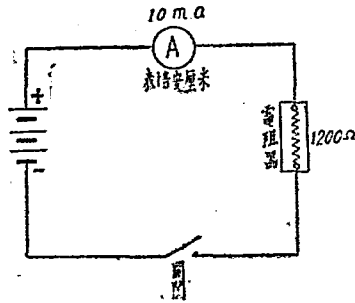
一、電壓的測驗 倘使要測驗電池組的電壓，而沒有伏脫表，亦可用安培表（或米厘安培表）與電阻器，如第十五圖的接法。電阻器內加入的電阻，可視電流的大小而酌定，然後將開關按下，這時表上顯示通過的電流量，而電阻的歐姆數，亦可在電阻器上一看便知，參照第一章第二節的歐姆公式，就很容易將電池組的伏脫數計算而得。

（例）設如電阻器所加入的電阻為一二〇〇歐姆，開關按下後，米厘安培表上顯示一〇米厘安培，問電池組的電壓有若干伏脫？

答...
$$E = IR = \frac{10}{1000} \times 1200 = 12V$$

二、電流的測驗 倘使已經知道回路中的電阻，要測驗回路中的電流，但是沒有安培表，亦可用伏脫表，如第十六圖的接法，將開關

圖五第十 電壓測驗



按下，視表上所指的伏脫數，就很容易將電流的安培數，計算而得。

(例) 設如回路中的全電阻為五〇〇歐姆，開關按下後，伏脫表上顯示一〇伏脫，問回路中的電流，有若干安培？

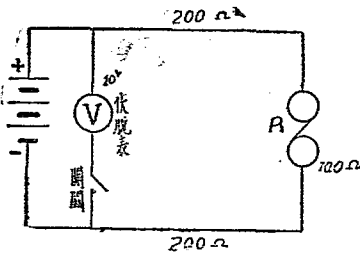
答：· $I = \frac{E}{R} = \frac{10}{100} = 20 \text{ m.a.}$

三、電阻的測驗

測驗電阻的方法很多，以用韋斯登電橋為更見正確，不過須用比例計算，且測法頗多變化，初學者往往不很容易明瞭，所以本書暫不講及，茲另舉測驗電阻的簡單方法，說明如下：

(甲) 兩表合用法 就是安培表（或米厘安培表）與伏脫表合用的方法，如第十七圖所示

圖六十第 電流測驗



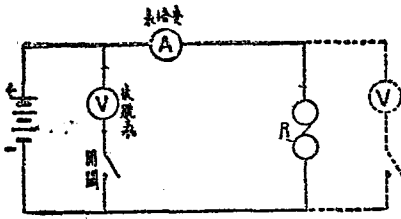
，將兩隻電表，分別連接，並加用開關，就可測知線圈R的電阻數，因電池的電流，在安培表上一看便知，而兩端的電壓，於開關按下後，在伏脫表上，亦即顯示，應用歐姆公式，線圈R有若干歐姆，自不難計算而得，不過因為伏脫表的本身，亦有電流通過，所以測量比較高的電阻，應如實線所示的接法，測量比較低的電阻，應如虛線所示的接法，這樣可使差誤很少。

(例) 設如照兩表合用法的接續，安培表所示的，是一二米厘安培，伏脫表所示的是一五伏脫，問R的電阻有若干歐姆？

$$\text{答} \cdot R = \frac{E}{I} = \frac{15}{\frac{12}{1000}} = \frac{15 \times 1000}{12} = 1250\Omega$$

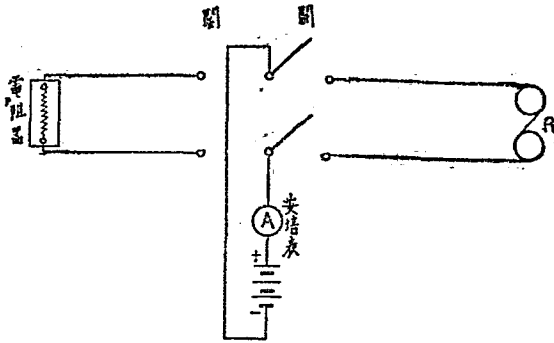
(乙) 電阻比較法 參照歐姆公式，倘兩個回路中，所用電池的電壓相同，電流的大小，亦是一樣，則回路中的電阻，當然相等，根據這樣的

第十七圖 測電阻的常用接法



理論，我們就可用已知的電阻，與未知的電阻比較，而求得牠的數值。

法一又的阻電驗測 圖八十第



如第十八圖的接法，圖中的電池，是雙方通用，且亦不變的，但是用的伏脫數則並不知道。這時如將開關閉合右的一邊，看安培表（或米厘安培表）上所指的度數，再將開關撥動，閉合左的一邊，看安培表上所指的度數，倘度數比測驗右邊時為高，就可將電阻器的電阻酌加，倘度數比測驗右邊時為低，就可將電阻器的電阻酌減，照這樣的變更電阻，直至安培表上所指的度數，雙方相同時為止，然後看電阻器上所用的電阻數，不必計算，當然就是所測線圈R的電阻數。

習題

- 1 何謂直接閱表法？
- 2 用電池測電表測驗電池組的電壓，倘組成的電池，在二隻以上，應該如何測法？
- 3 用線路測電表測驗電阻，是否須另接電池？
- 4 要測驗電池的電壓，倘無伏脫表，而用安培表與電阻器，應該如何接法？
- 5 設如某一回路，線路的電阻為八〇〇歐姆，機器的電阻為一〇〇歐姆，測得所用電池的電壓為一二伏脫，問回路中通過的電流有若干米厘安培？
- 6 在兩表合用法中，伏脫表有兩種接法，其理由何在？
- 7 試說電阻比較法的簡單理論。
- 8 用電阻比較法，是否同時亦可測知所用電池的伏脫數？如何計算？

第四章 線路測驗

第一節 平時測驗大要

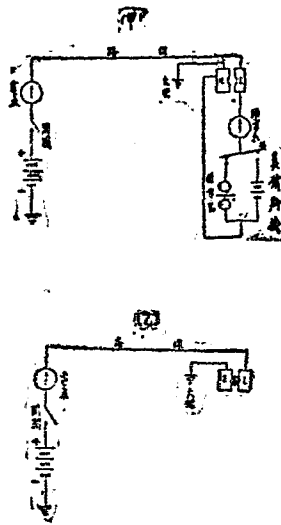
一、平時測驗的要旨 在電信方面，各通信所，都應備有必要的儀器，就是通信上並不發生障礙，亦應規定日期，輪流測驗，並將測驗的結果，詳細記載保存，這樣一則可以明瞭實際的情形，二則可以逐次比較，並可於發生障礙時，作為參考。大抵平時的測驗，可概別為兩種，茲說明於下面：

(甲)用話機或報機試驗 在電話交換機上，由司機人員將塞子插入後，呼喚用戶答應，試驗通話是否清晰，同時亦可覺察通話電流是否異。在電報機上，由值機人員，拍送呼號，使對方答應，試驗通報是否靈敏，同時視顯電表上指針的轉動，亦可覺察通報電流，是否正常。

(乙)用儀器測驗 就是將本通信所的通信機器與線路分開後，在

線路方面接上儀器，向對方測驗，因線路經過的距離很長，尤其是裸線路，暴露於空間，容易發生障礙，所以平時對於牠的導線電阻，絕緣電阻，都應舉行測驗，以知其有否變化。

第十九圖 可容測驗與線路測驗



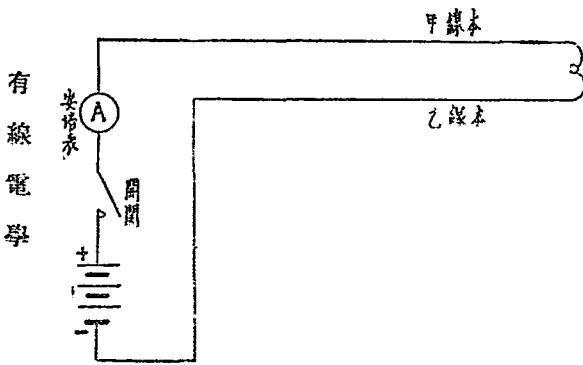
所示，並方莫爾斯機上，L與E錐牌間，插入塞子，成為短路，即無異將顯電表與繼電器等電阻，脫離回路，這時就可稱為線路測驗，亦就是本章所要講的。

第二節 平時測驗法

二、回路測驗與線路測驗

所謂回路測驗，是包含對方的機件，一併測驗在內。如第十九圖(甲)所示的接法，則對方莫爾斯機前顯電表與繼電器等，所有的電阻，都加入測驗回路之中。倘如第十九圖(乙)

阻電的路線程變驗測 圖十二第

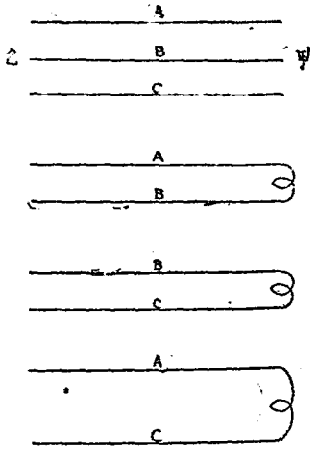


一、測驗全線路的電阻 如爲單程線路，可用安培表（或米厘安培表）、開關、和電池等，照第十九圖（乙）的接法。在測驗之前，應

該先知道所用電池的伏脫數（如須測知，可參看第三章第一節及第二節），接續之後，將開關按下，看安培表上所指的數值，就可應用歐姆公式，算得全線路的電阻。如爲雙程線路，可使對方將本線甲和本線乙連成環路，同時並將安培表等照第二十圖的接續然後舉行測驗，其測法及計算，與上面所講的單程回路相同。

二、測驗導線的電阻 雙程線路，因爲兩根導線差不多長度相等，所以將測得的電阻，以二除之，結果就

是一根導線的電阻，至於單程線路，則須通過大地，因此測得的歐姆數，不單是導線的電阻，而是連到板和大地間的電阻一起在內的，但如甲乙兩方，有兩根單程導線，線徑彼此相同，就可照雙程線路的測法，以得每根導線的歐姆數。又或甲



乙兩方，有三根單程導線，則雖線徑不同，一經比較測算，亦能求得每根的電阻。設如第二十一圖所示的A B C三線，其電阻並不一樣，測驗的時候，可由甲方先將A B兩線連成環路，乙方照雙程線路的測法，求得其結果，次將B C兩線，再次將A C兩線，依樣測算，分別求得其結果，然後按照下列的公式，可得每根導線的電阻如下：

$$A+B = \text{第一次測得的歐姆數}$$

B+C = 第二次所測的歐姆數

A+C = 第三次所測的歐姆數

$$\frac{(A+B) + (A+C) - (B+C)}{2} = \frac{2A}{2} = A \text{ 線的歐姆數}$$

(A+B) - A = B 線的歐姆數

(A+C) - A = C 線的歐姆數

(例) 測驗ABC三根導線，AB的電阻為一一〇〇歐姆，BC的電阻為九〇〇歐姆，AC的電阻為一〇〇〇歐姆，問每根導線的電阻若干？

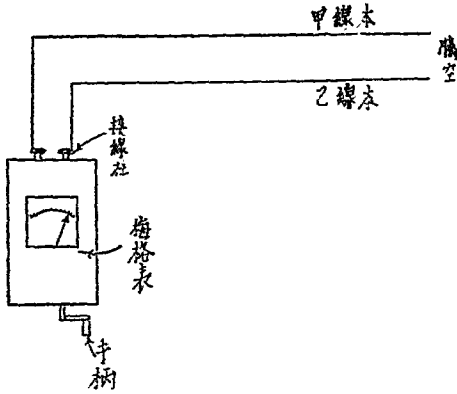
$$\frac{1100 + 1000}{2} - 900 = 600 \Omega \dots\dots A \text{ 線}$$

$$1100 - 600 = 500 \Omega \dots\dots B \text{ 線}$$

$$1000 - 600 = 400 \Omega \dots\dots C \text{ 線}$$

三、測驗線路的絕緣電阻 如果線路的絕緣電阻很低，就成爲漏電障礙，所以絕緣電阻的測驗，很爲重要。在單程線路上，所測的是導線與大地間的絕緣，一端在測驗，另一端應將導線騰空（就是不與

第二十二圖 絕緣電阻



過使用此表，祇能測得其約數，至於欲求精確，自須另用別的方法。

大地接觸)。在雙程線路上，所測的是兩根導線間的絕緣，一端在測驗，另一端應將兩線分開。測驗絕緣電阻，最簡單的方法，是用一隻梅格表。此表的外形，為長方形的匣，其旁有一手柄，可以搖轉發電，所以不必另接電池。上面的刻度盤，由零位起至二〇梅格歐姆（一梅格歐姆等於一，〇〇〇，〇〇〇歐姆）再高至無限大（Infinity）。如第二十二圖的接法（倘係單程回路，則梅格表接線柱的一個，應接大地），將手柄繼續搖轉，指針即逐漸轉動，直至無可再升，此時視指針所指的度數，就知線路的絕緣電阻為若干歐姆或若干梅格歐姆，不

第三節 障礙時測驗法

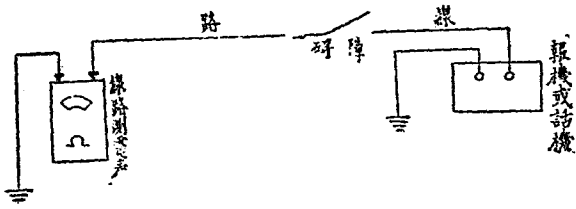
一、測知障礙的種類 線路的障礙，比較最普通的，有斷線、漏電、入地、混線、感應等，在有線電學線路中，已都講及，至由障礙的現象，以判斷障礙的種類，在電話線路上，可接以試線電話機，在電報線路上，可看電報機上的顯電表，在通入電流時，指針有否轉動，或轉動是否異常，由此據以推斷，即知障礙屬於何種，凡此亦在有線電學電話與電報中講過，所以本節無庸多述。

軍事通信，在線路發生障礙時，為使用上的熟習，往往就用線路測電表，以測驗障礙的種類，除線路發生感應很難測知外，其餘都可查視表上指針轉動的情形，加以判斷，茲說明於下面：

(甲)斷線 用線路測電表，如第二十三圖的接法，這時如表上指針所指的為無限大，即表示線路已斷。

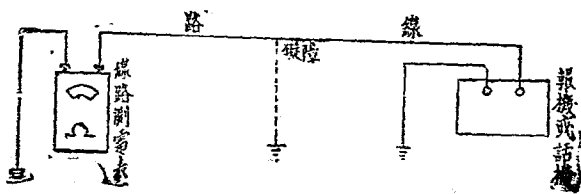
(乙)漏電或入地 用線路測電表，如第二十四圖的接法，這時如表上指針所指的電阻，較平時很低，即表示線路發生漏電，倘或更低

線斷知測表電測用 圖三十二第

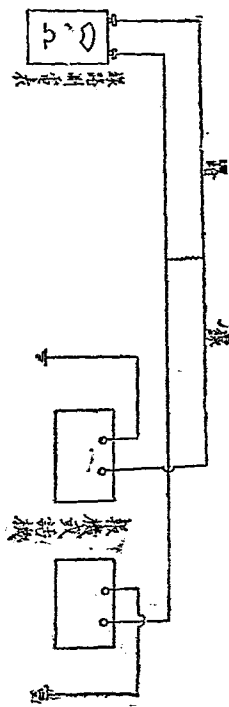


而幾近於零，則可斷定其為入地障礙。

地入或電漏知測表電測用 圖四十二第



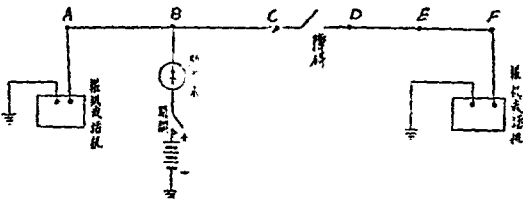
線阻知測表電測用 圖五十二第



(丙)混線 用線路測電表，將發生障礙的兩根導線，如第二十五圖的接法，此時如表上指針轉動，所指的電阻很低，就可斷定也為混線，倘或更低而幾近於零，則可斷定發生障礙的地點，距測驗的所在不遠。

二、測定障礙的地點 既知障礙的種類，而欲測定地發生的地點，最簡單的，是應用分段測驗法，將全線路分成若干段，逐段測驗，就可確知障礙屬於何段，茲分舉其測法，如下面所講：

第二十六圖 斷線障礙的測定



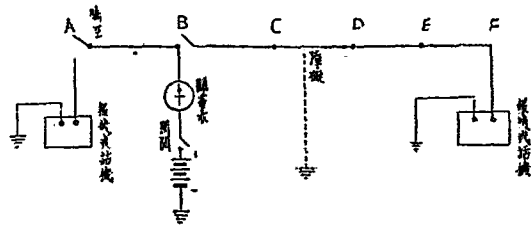
(甲)斷線 可用顯電表、開關、電池等，照第二十六圖的接法，

先在B點接續後，按下開關，此時如顯電表上指針轉動，則再前進至C點，照樣試驗，倘在D點接地時，開關按下後，指針靜止不動，就可斷定斷線障礙，是在C至D一段中間，自難巡查而得。

應用上面所講的方法，如B.C.D.各點，都是通信所，有機器相通，則A端祇須在機上依次逐一呼叫，如中間某一通信所呼叫不應，則斷線障礙，就在最後答應的通信所與呼叫不應的通信所之間。

(乙)漏電或入地 將先A點騰空（或將機上接通外線處拆離），仍用顯電表、開關、電池等，照第二十七圖的接續，在B點將線拆開，向A端測驗，此時按下開

定測的礙障地入或電漏 圖七十二第

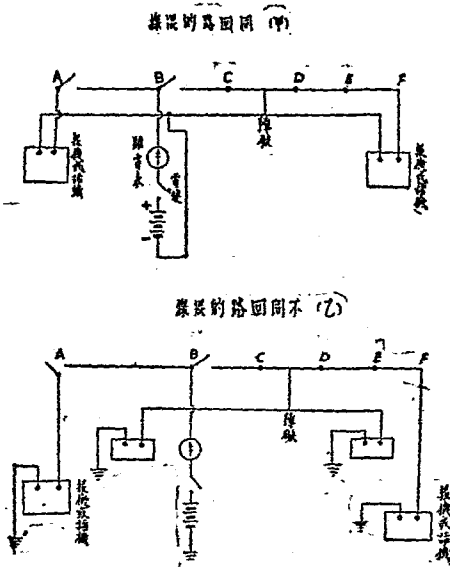


關，如顯電表上指針靜止不動，則將B點接好後，再前進至C點，照樣試驗，倘在D點拆開測驗時，開關按下後，指針作若干度的轉動，就可斷定C至D一段，有漏電的障礙，如轉動的度數較多，就可斷定漏電很重，如轉動極烈，有大量電流通過，就可斷定導線成爲入地。倘不用顯電表，而於A端裝一磁石式電話機，沿線逐段巡查，於B.C.D.各點拆開後，用輕便電話機向A端接通試驗，則在B.C.兩點上，通話清晰，在D點上即呼喚不應，且旋轉手搖發電機時，覺很沉重，其能測定障礙的所在，結果正與上述相同。

(丙)混線 同一回路的兩導線互絞，或兩回路的導線互絞，都可用顯電表、開關、電池等，照第二十八圖(甲)或(乙)的接續，先將A

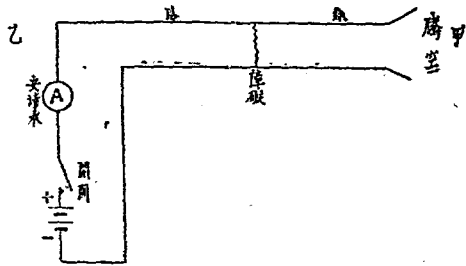
點騰空，逐段在B.C.D.各點，將線拆開，向A端測驗，此時按下開關後，看顯電表的指針轉動與否，倘B.C.兩點拆開測驗時，指針靜止，而D點拆開測驗時，指針轉動的度數很多，就可斷定C至D一段，有混線的障礙。

定測的礙障線混 圖八十二第



在同一回路，或不同回路而兩根互絞的導線粗細是一樣的，則可應用測驗電阻的方法，以斷定障礙發生地點與測驗所在的大約距離，如第二十九圖所示，將互絞的兩根導線，在甲端騰空後，乙端用安培

定測的離距線混 圖九十二第



表、開關、電池等照樣接續。所用電池的電壓，應該預先知道。然後按

下開關，看安培表上所示的安培數，應用歐姆公式，就可求得兩根導線至障礙地點的合併電阻，再以二除之，就是一根導線至障礙地點的電阻。此時應查視平時的測驗紀錄，導線的電阻，平均每公里約有若干，以每公里的歐姆數，除一根導線的電阻，所得的結果亦就是障礙地點與乙端距離里程的約數。

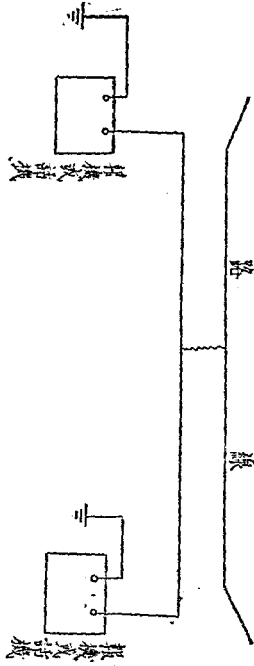
(例) 用三、五伏脫之電池組，測定混線障礙，照第二十九圖的接法，測得電流為七米厘安培，設如平時每公里的電阻為一〇歐姆，問障礙地點距測驗所在的里程若干？

答：

$$R = \frac{E}{I} = \frac{3.5}{7} = \frac{3500}{7} = 500 \Omega \dots \dots \dots \text{兩根導線合併電阻}$$

$500 \div 2 = 250\Omega$ 一根導線的電阻
 $250 \div 10 = 25$ 公里 障礙地點的距離約數

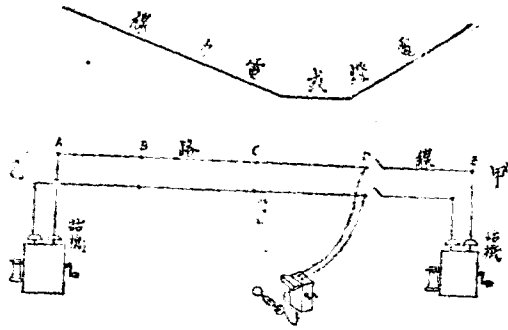
利用在線導線一根線阻 圖十三第



兩根導線互絞後，通常仍可利用一根導線通信，不過應如第三十圖所示，將兩根中的一根，兩端騰空，纔能通信不受影響。

(丁)感應 線路發生感應，影響電話很重，欲測試而斷定其發生的地點，可如第三十一圖的接法，用輕便電話機，在B.C.D.各點，將線路拆開後，分別接通試話。設在B點與C點上試話，都是乙端則收

第三十一圖 感應障礙的測定



聽清晰，甲端則聞有雜音，是障礙在甲端方向，倘到D點，同樣試話，乙端忽發生雜音，而甲端則變為清晰，就可斷定感應障礙，是在C至D一段的中間，自不難巡查而得。

習題

- 1 線路何以平時須常加測驗？
- 2 平時的測驗，大別為幾種，試分別說明其大概。
- 3 回路測驗和線路測驗，有何區別？
- 4 設如甲乙兩通信所間，有線徑相同的導線兩根，欲知每根導線的電阻，應該如何測算？

5 設如甲乙兩通信所間，有ABC三根導線，電阻各不同，測驗之後，結果為： $A+B=200$ ， $B+C=230$ ， $A+C=270$ ，問各根導線的電

阻？

6 何以須測驗線路的絕緣電阻？簡單的測法，是用何種儀器？

7 用線路測電表，試驗混線障礙，倘或接通之後，有時指針轉動很微，有時忽轉動很烈，幾至無限大，是何原因？

A 何謂分段測驗法？

9 試說線路入地後障礙點的測定法。

10 設甲乙兩根導線，線徑相同，發生互絞，用四伏脫的電池組連接安培表測驗，此時安培表上所示的為二〇米厘安培，問每根導線至障礙地點的電阻若干？倘導線每公里的電阻為二、五歐姆，問距離有若干公里？

民國二十九年一月初版

版權
所有

編訂者 軍事委員會軍訓部

印刷者 軍訓部印刷所

52

11