

五年制專科學校適用

電 工 實 習

第一冊

呂 理 雄 編 著
鄭 光 超

臺灣開明書店印行

電 工 實 習

〔第 一 冊〕

呂 理 雄
鄭 光 超 編 著

臺 灣 開 明 店 書 印 行

民國六十年十一月初版發行
民國六十七年九月八版發行

每冊基價一元五角
(按照同業規定倍數發售)

電 工 實 習

〔第一冊〕



有 著 作 權 • 不 准 翻 印

主編者	國立編譯館
編著者	呂理雄 鄭光超
補助機關	國家科學委員會
發行人	劉 甫 琴
印刷者	臺灣開明書店

總發行所

臺北市中山北路一段七七號
電話 五二五九 五二六〇 五二六四
郵局劃撥賬號第一二五七號

臺灣開明書店

行政院新聞局登記證：局版臺業字第〇八三七號

前 言

配線乃電機工程中之基礎實習課程，以所了解的最淺易電工知識而作使用最廣範之電工實習——配線；凡建築物不論其作為何種用處，居住、辦公、工廠、或陳列室等皆以照明為不可缺之工程，該工程須備二大條件——安全與經濟。

安全——可分為標準化與可靠性，凡配線工程皆須符合中國國家標準 (CNS) 與臺灣電力公司之規定，並要求其確實可靠，不致發生危險、停電及其他故障、俾免施工完成後發生困擾，因而安全、可靠之要求列為首務。

經濟——可分為人工、材料與時間三方面，該三點皆以主持者之利益為出發點；以最少之人力，最少之材料及最短的時間而完成最標準、最安全、最可靠之配線工程，前三者亦即以花費最少的金錢，要求最完美的效果，但三者亦有相互衝突之處，諸如某工程以五人作十天可完成，然以十人作五天即可完工，故若欲每項皆要求為最低標準似有矛盾之處，因而應衡量人力、材料與時效之重要性而選擇何者條件優先。

配線之基礎工作為連接導線，導線按其有無絕緣層之分有裸導線與絕緣導線，前者多用於高壓工程，後者多用於低壓工程。低壓工程中絕緣導線多以橡皮絕緣導線與 P.V.C. 絕緣導線為主，前者計有第三種第四種絕緣導線，此乃以白色橡膠、黑色橡膠、紙帶、布帶及棉線編包而成，以其層數之多少而分，後者乃以一種多元氯化碳氫樹膠混合物 (Poly vinyl chloride) 為絕緣層，此類導線以其優點而大量使用，其優

點爲抗水、抗熱、耐油、耐酸、耐鹼及耐磨、又使用年久，遇熱或暴露皆不生龜裂現象，同時着色容易，導線顏色變化多便於施工。

導線連接之要求不論戶外或戶內皆須達下列三點：

1. 不得增加該接合處之接觸電阻

線路長度無法與導線之製作長度配合，導線若過長將其剪斷，若過短則必須接上適當長度之導線，由於導線本身有其內阻，該內阻與導線品質，長度及截面積有關，此可說是一定的。然在連接處因工作之正確與否却影響其接觸電阻值極大，若將暴露過久之裸銅線連接，其表面未加處理則連接處之電阻不是導線相接觸，中間尚隔一層氧化銅增加其電阻值，故連接前必須先將導線表面刮淨，依標準接合法使導線成線與線間之充份接觸，並留有空隙俾填入錫更進而構成面與面間之接觸，使該接觸處之電阻盡量小甚至爲零。

2. 不得減低該連接處之金屬物理特性

架空線路導線乃賴相距甚遠之電桿上礙子支持，其本身除須承受自身之重力外在兩端尚有拉力存在，同時由於氣候與環境之影響尚有其他外力存在，諸如雨、風力、雪或地震等，導線之選擇線徑除在安裝之初應詳加計算設計外，在連接時應依標準連接法俾免因承受不住外力而拉斷。

3. 不得減低該連接處之絕緣性

絕緣電線因連接需削開絕緣層，除上列兩點依標準工作法接合外尚須纏以絕緣包布防止漏電。

有關電工理論及計算應用公式等應在其他課程中講述，本實習僅就實際的工作方法與實例應用加以練習，由接線而配線，在不同之建築場所施以不同之配線法，諸如礙子配線，PVC 管配線，及金屬管配線等。

此書在倉促中編出，難免有錯誤及遺漏，若蒙指正，則感激不盡。

編 者 識

電 工 實 習〔第一冊〕

目 錄

第一篇 配線實習

實習一	導線之材料、規格及量測線徑	1
實習二	導線之連接——單線的直路與分路接合	9
實習三	導線之連接——絞線的直路與分路接合	14
實習四	磁珠礙子配線——磁珠綁紮	21
實習五	磁珠礙子配線(一)	25
實習六	磁珠礙子配線(二)	29
實習七	非金屬管配線——P.V.C. 管之處理	32
實習八	P.V.C. 管配線(一)	38
實習九	P.V.C. 管配線(二)	42
實習十	金屬管配線——鍍鋅鐵管之處理	44
實習十一	金屬管配線(一)	47
實習十二	金屬管配線(二)	50
實習十三	防盜式照明配線	52
實習十四	住宅公共場所照明設計之異同點	55
實習十五	配線設計練習	61

第二篇 家庭電器原理與修護

第一章	修護概論	65
第二章	電熱類電器	70

第一節 電熱原理.....	70
第二節 電 熱 器.....	75
一、電 爐	
二、電 熨 斗	
三、電 鍋	
四、電烘麵包器	
五、電熱水器	
六、電烤肉器	
七、電 烙 鐵	
八、電咖啡壺	
九、電炒菜鍋	
十、電子烹飪器	
十一、暖房電熱器	
第三章 電動機類電器.....	96
第一節 家用電動機之原理和修護.....	96
第二節 使用電動機之電器.....	105
一、電動洗衣機	
二、電 扇	
三、電吹風機	
四、手提工具電鑽	
五、果 汁 機	
六、食物攪拌機	
七、電動吸塵器	
八、電動抽水機	
第四章 磁力作用的電器.....	135
第一節 磁力原理.....	135

第二節 利用磁力作用的電器·····	139
一、電鐘及定時控制器	
二、電 鈴	
三、蜂 鳴 器	
四、按 摩 器	
第五章 變壓器類電器·····	145
第一節 變壓器原理與分類·····	145
第二節 利用變壓器之電器·····	146
一、電源用電壓器	
二、電鈴用電壓器	
三、電鉗鎗、點焊機及銅線焊接機	
第六章 照明類電器·····	149
第一節 光之探討·····	149
第二節 家用照明電器·····	151
一、熾 熱 燈	
二、日 光 燈	
三、弧 光 燈	
第七章 冷凍及冷氣類電器·····	166
第一節 家用電冰箱·····	166
一、壓縮系統	
二、馬達與控制器	
三、電冰箱的故障排除	
第二節 箱型空冷機·····	181
第三節 窗型冷氣機·····	183

第一篇 配線實習

實習 一

導線之材料、規格及量測線徑

【目 的】

在求明瞭導電體之選擇，其線徑大小的量測及規格之相互演算。

【說 明】

金屬之物理性質甚多，其中有導電之特性；由於電流之流經導電體（以後簡稱導體或導線 Conductor 亦即電線），該導線即對電流之流過發生阻力亦即為電阻，電阻值愈小則產生之電壓降（電流與電阻相乘積 $I \cdot R$ ）及電功率損耗（電流值平方與電阻相乘積 $I^2 \cdot R$ ）亦愈小，故須選擇電阻係數最小的金屬為導線；銀為電阻係數最小亦即電阻最小之金屬，然以其產量少，價格高為憾，故選電阻係數次小的銅為導線之主要材料；近年由於鋁金屬在耐張特性，電阻係數與價格諸條件衡量下亦被採用為導線然僅限於電力傳輸電路中，故銅可稱為導線之主要材料。

表 1-1 電阻係數 ρ （室溫下之近似值）

材 料	ρ (歐姆-米)	材 料	ρ (歐姆-米)
銀	1.63×10^{-8}	鉛	22×10^{-8}
銅	1.724×10^{-8}	水 銀	95.78×10^{-8}
鋁	2.83×10^{-8}	鎳鉻合金	108×10^{-8}
鎢	4.37×10^{-8}	炭	3500×10^{-8}
鐵	9.8×10^{-8}		

導線按其本身構造可分為單線、絞線，前者乃以直徑之大小為準，

後者乃以其總截面積之大小為準而其值亦須量測單根導線之直徑而演算其截面積再而求總面積，故求導線之直徑乃首要工作，以線規、螺旋測微計等皆可量得導線線徑，然以螺旋測微計測得者為最準。其構造如圖，副尺 T 為一圓柱形，藉右端螺旋之助可在主尺 S 前後移動，米制螺旋測微計之副尺沿圓周有 50 分度，每轉一週移過主尺 0.5 毫米，故最少可測至 $0.50 \text{ 毫米} / 50 = 0.010 \text{ 毫米}$ ，因副尺每轉兩週始移動 1 毫米，故應注意副尺指在主尺分度一半之前或後，如圖主尺之讀數為 7 毫米，副尺之讀數為 48.5，則該數應為 7.485 毫米。

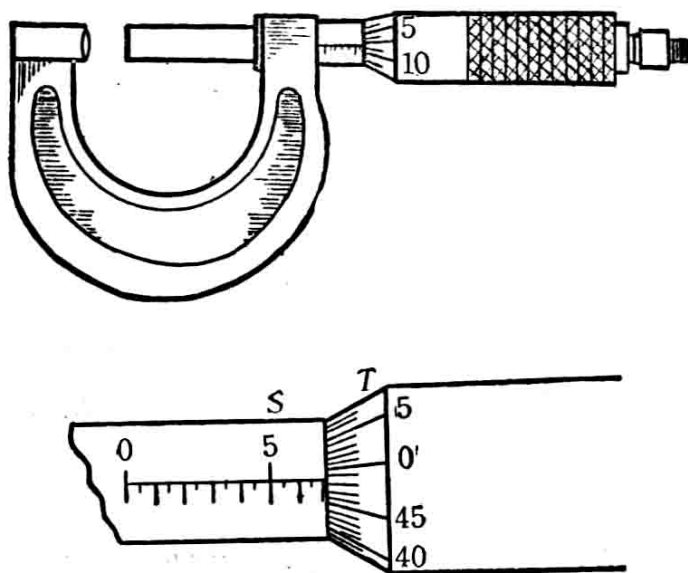


圖 1-1

導線之線徑有公制 (M. M. G.)，美規 (A. W. G. 即 B & S)，英規 (S. W. G.) 等數種規格，本實習附表即為諸制中導線號數比較表；密爾 (Mil) 為千分之一英寸，用以表示導線直徑；圓密爾 (C. M., Circular mil) 為面積單位，直徑為一密爾者稱之。我國現行線規乃採公制，單線以其直徑毫米 (m.m.) 表示，絞線則以其截面積平方毫米 (m.m.^2) 俗稱平方表示。

表 1-2 單線與絞線

單 線	絞 線	
直 徑 (m.m.)	組 成 (根/m.m.)	截 面 積 (mm ²)
12.0	127/3.2	1000.0
10.0	127/2.9	850.0
9.0	91/3.2	725.0
8.0	91/2.9	600.0
7.0	61/3.2	500.0
6.5	61/2.9	400.0
6.0	61/2.6	325.0
5.5	61/2.3	250.0
5.0	37/2.6	200.0
4.5	37/2.3	150.0
4.0	19/2.9	125.0
3.5	19/2.6	100.0
3.2	19/2.3	80.0
2.9	19/2.0	60.0
2.6	19/1.8	50.0
2.3	7/2.6	38.0
2.0	7/2.3	30.0
1.8	7/2.0	22.0
1.6	7/1.6	14.0
1.4	7/1.2	8.0
1.2	7/1.0	5.5
1.0	7/0.8	3.5
	7/0.6	2.0

【工具及儀器】

螺旋測微計、電工刀、手鉗。

【實習步驟】

1. 取不同線徑之單線及絞線多種。

2. 檢視螺旋測微計主尺與副尺之零點是否相合，如不相合則加以校正，無法校正者記下其零點之正值或負值讀數。
3. 夾測導線之直徑多次，記下其讀數。
4. 將每次讀數減去零點讀數，記下各測定值。
5. 自各測定值求出導線之直徑平均值。
6. 該平均值即為導線之直徑。
7. 絞線之截面積須以單根導線之直徑演算其截面積再求總截面積。

例：設螺旋測微計測得之直徑為 1.6m.m., 2.0m.m. 之 7/1.6 及 19/2.0 絞線，其截面積為若干？

$$(1) \text{ 截面積 } A = 7 \cdot \pi \cdot R^2 = 7 \cdot \frac{22}{7} (0.8)^2 = 22(0.64) = 14.08$$

$$(2) \text{ 截面積 } A = 19 \cdot \pi \cdot R^2 = 19 \cdot \frac{22}{7} (1.0)^2 = 59.6904$$

故約各為 14, 60 平方毫米絞線。

【數 據】

導線種類									
次 數	零點	讀數	測定值	零 點	讀數	測定值	零點	讀數	測定值
第 一 次									
⋮									
第 n 次									
平 均 值									
截 面 積									

【注意事項】

1. 導線若有絕緣層，則須以電工刀削去絕緣層以量測裸銅線，然

須留意刀口不得傷及導線，以免影響線徑。

2. 使用螺旋測微計量測金屬物時，以手持轉頭旋轉聞五響棘齒聲即可，而測紙之厚度僅需一響。

實習一附表 電線號數比較表

Gauge				直 徑		Gauge				直 徑	
B.W.G	B.S	S.W.G	M.M.G	mil	mm	B.W.G	B.S	S.W.G	M.M.G	mil	mm
—	5/0	—	—	516.5	13.12	1	—	1	—	300	7.620
5/0	—	7/0	—	500	12.70	—	1	—	—	289	7.341
—	—	—	12	472.4	12.00	2	—	—	—	284	7.214
—	—	6/0	—	464	11.79	—	—	2	—	276	7.010
—	4/0	—	—	460	11.68	—	—	—	7	275.6	7.000
4/0	—	—	—	454	11.53	3	—	—	—	259	6.579
—	—	5/0	—	432	10.79	—	2	—	—	258	6.559
3/0	—	—	—	425	10.80	—	—	—	6.5	255.9	6.500
—	3/0	—	—	410	10.41	—	—	3	—	252	6.401
—	—	4/0	—	400	10.19	4	—	—	—	238	6.045
—	—	—	10	393.7	10.000	—	—	—	6.0	236.2	6.000
2/0	—	—	—	380	9.652	—	—	4	—	232	5.893
—	—	3/0	—	372	9.449	—	3	—	—	229	5.817
—	2/0	—	—	365	9.271	5	—	—	—	220	5.588
—	—	—	9	354.3	9.000	—	—	—	5.5	216.5	5.500
—	—	2/0	—	348	8.839	—	—	5	—	212	5.385
0	—	—	—	340	8.636	—	4	—	—	204	5.182
—	0	—	—	325	8.255	6	—	—	—	203	5.156
—	—	0	—	324	8.230	—	—	—	5.0	196.9	5.000
—	—	—	8	315	8.000	—	—	6	—	192	4.877

實習一附表 電線號數比較表(續一)

Gauge				直 徑		Gauge				直 徑	
B.W.G	B.S	S.W.G	M.M.G	mil	mm	B.W.G	B.S	S.W.G	M.M.G	mil	mm
—	5	—	—	182	4.923	14	—	—	—	83	2.108
7	—	—	—	180	4.572	—	12	—	—	81	2.057
—	—	—	4.5	177.2	4.500	—	—	14	—	80	2.032
—	—	7	—	176	4.470	—	—	—	2.0	78.74	2.000
8	—	—	—	175	4.191	15	13	15	—	72	1.829
—	6	—	—	162	4.115	—	—	—	1.8	70.87	1.800
—	—	8	—	160	4.064	16	—	—	—	65	1.651
—	—	—	4.0	157.5	4.000	—	14	16	—	64	1.625
9	—	—	—	148	3.759	—	—	—	1.6	62.99	1.600
—	7	9	—	144	3.659	17	—	—	—	58	1.473
—	—	—	3.5	137.8	3.500	—	15	—	—	57	1.448
10	—	—	—	134	3.404	—	—	17	—	56	1.422
—	8	10	—	128	3.251	—	—	—	1.4	55.12	1.400
—	—	—	3.2	126	3.200	—	16	—	—	51	1.295
11	—	—	—	120	3.048	18	—	—	—	49	1.245
—	—	11	—	116	2.946	—	—	18	—	48	1.219
—	9	—	2.9	114.2	2.900	—	—	—	1.2	47.24	1.200
12	—	—	—	109	2.769	—	17	—	—	45	1.143
—	—	12	—	104	2.624	19	—	—	—	42	1.607
—	—	—	2.6	102.4	2.600	—	18	19	—	40	1.016
—	10	—	—	102	2.591	—	—	—	1.0	39.37	1.000
13	—	—	—	95	2.413	—	19	20	—	36	0.9144
—	—	13	—	92	2.337	—	—	—	.90	35.43	0.9000
—	11	—	—	91	2.311	20	—	—	—	35	0.8890
—	—	—	2.3	90.55	2.300	21	20	21	—	32	0.8128

實習一附表 電線號數比較表(續二)

Gauge				直 徑		Gauge				直 徑	
B.W.G	B.S	S.W.G	M.M.G	mil	mm	B.W.G	B.S	S.W.G	M.M.G	mil	mm
—	—	—	.80	31.50	0.8000	—	—	—	.35	13.78	0.3500
—	21	—	—	28.5	0.7239	—	—	29	—	13.60	0.3454
22	—	22	—	28	0.7122	29	—	—	—	13.00	0.3302
—	—	—	.70	27.56	0.7000	—	28	—	.32	12.60	0.3200
—	—	—	.65	25.59	0.6500	—	—	30	—	12.40	0.3150
—	22	—	—	25.3	0.6426	30	—	—	—	12	0.3048
23	—	—	—	25	0.6350	—	—	31	—	11.6	0.2946
—	—	23	—	24	0.6096	—	—	—	.59	11.42	0.2900
—	—	—	.60	23.62	0.6000	—	29	—	—	11.3	0.2870
—	23	—	—	22.6	0.5740	—	—	32	—	10.8	0.2744
24	—	24	—	22	0.5588	—	—	—	.26	10.28	0.2600
—	—	—	.55	21.65	0.5500	31	30	33	—	10.0	0.2540
—	24	—	—	20.1	0.5105	—	—	34	—	9.2	0.2337
25	—	25	—	20	0.5080	—	—	—	.23	9.055	0.2300
—	—	—	.50	19.69	0.5000	32	—	—	—	9.0	0.2286
26	—	26	—	18.0	0.4572	—	31	—	—	8.9	0.2261
—	25	—	—	17.9	0.4547	—	—	35	—	8.4	0.5134
—	—	—	.45	17.72	0.4500	33	—	—	—	8.0	0.2032
—	—	27	—	16.41	0.4166	—	32	—	—	7.9	0.2007
27	—	—	—	6.0	0.4064	—	—	—	.20	7.874	0.2000
—	26	—	—	15.9	0.4039	—	—	36	—	7.6	0.1930
—	—	—	.40	15.75	0.4000	—	33	—	—	7.1	0.1803
—	—	28	—	14.80	0.3757	—	—	—	.18	7.087	0.1800
—	27	—	—	14.20	0.3607	34	—	—	—	7.0	0.778
28	—	—	—	14.00	0.3556	—	—	37	—	6.8	0.727

實習一附表 電線號數比較表(續三)

Gauge				直 徑		Gauge				直 徑	
B.W.G	B.S	S.W.G	M.M.G	mil	mm	B.W.G	B.S	S.W.G	M.M.G	mil	mm
—	34	—	.16	6.299	0.1600	—	41	45	—	2.8	0.07112
—	—	38	—	6.0	0.1524	—	42	—	—	2.494	0.06335
—	35	—	—	5.60	0.1422	—	—	46	—	2.4	0.06096
—	—	—	.14	5.512	0.1400	—	43	—	—	2.221	0.05641
—	—	39	—	5.2	0.1321	—	—	47	—	2.0	0.05080
35	36	—	—	5.0	0.1270	—	44	—	—	1.978	
—	—	40	—	4.8	0.1219	—	—	—	.05	1.969	
—	—	—	.12	4.724	0.1200	—	45	—	—	1.761	
—	37	41	—	4.4	0.1118	—	—	48	—	1.6	
36	38	42	—	4.0	0.1016	—	—	49	—	1.2	
—	—	—	.10	3.937	0.1000	—	—	50	—	1.0	0.02540
—	—	43	—	3.6	0.09144	B.W.G: Birmingham Wire Gauge B.S: Brown & Sharpe Wire Gauge S.W.G: British Standard Wire Gauge M.M.G: Millimetre Gauge $1 \text{ mil} = \frac{1''}{1,000} = 0.0254 \text{ mm}$					
—	39	—	—	3.5	0.0889						
—	—	44	—	3.2	0.08128						
—	40	—	—	3.1	0.07874						