

134538

實驗二電

原	著	В. Д.	契卡諾夫
譯	者	洪	夫
校	閱	林	訓
			明



上海中華書局出版

電 工 實 驗

原 著 者	B. Д. 契 卡 諾 夫
譯 者	洪 効 訓
校 閱	林 海 明

上 海 中 外 書 局 出 版

編號：0013 25 開 218 面 定價：精裝 36,500
平裝 23,000

版權所有 不准翻印

原著者	B. Д. 契卡諾夫
譯者	洪 勉 誠
校閱	林 海 明

責任編輯：錢 彥 之 校 對：曹 洪 琛

1952 年 11 月初版印 0001—5000 冊

1953 年 2 月再版印 3001—8000 冊

出 版 者

中 外 書 局

上海中山路一八八號

經 售 處

全 國 各 大 書 局

序

本書是 В. Д. 契卡諾夫 (В. Д. Чеканов) 所著 電工實驗室工作指南 (Руководство к Лабораторным Работам по Электротехнике) 的譯本。爲簡單起見，譯者將這書名譯做電工實驗。

契卡諾夫 長期在榮獲斯維特洛夫獎章的礦冶專科學術學校擔任電工學課程和指導實驗室工作，有豐富的實際教學經驗；他這本書原是爲了礦冶工業學校裏的學生做電工實驗寫的。全書共有三十七個實驗，每個實驗的實驗步驟中都提了一系列的中心問題。學生們如果一邊做實驗，一邊能把這些問題好好的回憶一下，那末以實驗來鞏固理論的這一目的，一定是可以達到的。每個實驗都附有記錄數據的表格及計算公式，這樣可以使學生們在做報告時感覺到很大的方便。書末幾個有用的附錄當中，有一個是關於實驗室裝備和佈置方法，對初建電工實驗室的新型學校提供了很寶貴的意見，值得參考的。

這本書三十七個實驗，除了實驗 35 礦井照明是專爲礦冶學生有它的特殊性外，所有其餘實驗，可以說是一般的，對於非電工專業的工科學生都是很適用的。

這本書所包含的實驗內容，絕大部分是以 В. С. 波波夫 的電工學爲理論依據；因此，如果採用波波夫電工學做教本，而以契卡諾夫的電工實驗做實驗室工作指南；譯者相信，一定能夠收到理論和實驗密切相配合的效果。

譯者學習俄文不久，譯稿中免不了會有一些錯誤，承蒙交通大學陳以鴻先生校閱大部分譯文，並承交通大學林海明教授修改全書譯稿，原書中有數處錯誤，也經林教授加以改正，使得這本書能夠更好地爲讀者

服務,這些都是我十分感謝的。

末了,書中如有錯誤的地方,還請讀者隨時指教,以便在再版時更正!

洪効訓 於北京工業學院

一九五二年十月

原 序

爲了戰後斯大林五年計劃的勝利完成和蘇聯國民經濟前途的繼續發展，我們的先決條件是要求有大量的和高度的理論與實際知識水平的高等和中等教育程度的專科畢業生。

要替我們社會主義事業培養出有高度熟練的專門技術人材，專科技術學校裏工作人員都負有重大的責任。

學習專門技術的學生，必須在他們所學習課程的範圍內有嚴格的理論知識以及在使用機器，工具和儀器的過程中有生產技術的熟練技巧。

因此，通過企業和實驗室中實習，來鞏固課程方面的理論知識，及掌握工具和儀器的使用技術，是不可缺少的。但是目前出版界關於專科學校教材的數量還是相當少，特別是有關實驗工作的教材。

本書的出版，在一定程度上，或可彌補了教材著述中存在的一些缺點，使得礦冶技術學校學生在電工實驗工作上有了一本適當的指導書。

B. Д. 契卡諾夫

導 言

許多年來，根據著者教授普通電工學和礦山電工學課程及指導實驗室工作的經驗，深感理論課程若無良好的實驗工作與相配合，則所學理論往往不能在腦海中鞏固下來。因此，為欲獲得良好的教學效果，理論與實驗必須緊密結合，這樣，可使我們獲得在生產戰線上所必需的知識和經驗。

著者長期在斯維特洛夫獎章獲得者勞動紅旗礦冶專科技術學校擔任實驗室工作，根據多年經驗，遵照課程大綱，編寫這本實驗室教科書，這對培養礦冶工業的中級技術幹部來說，是有一些價值的。

本書內容，比較地適用於礦冶技術學校的電工實驗室。

在實驗工作中，學員們必須能夠達到下面兩個目的：

1. 研究並試驗各種電機和電器以鞏固普通電工學及礦山電工學課程方面的理論知識。

2. 獲得實驗工作的實際經驗，俾能獨立構成各種實驗的線路圖，啓動及控制各種電機，電器，適當選用及連接各種測定儀器，識別及修復各種電機及其他設備的故障。

同時，又須在實驗中獲取心得，以便日後進行研究工作。

礦冶技術學校裏，一般都是先授普通電工，後授礦山電工，因此，本書為配合教材內容起見，也是先由普通電工的基本實驗開始，然後為礦山電工實驗。

為了充分利用實驗室面積及其設備，並為實驗工作創造優良條件起見，最好同時能開數個不同的實驗，將學員分為2人一組，輪流進行。

學員在實驗前，必須知道下列實驗室守則：

1. 實驗時必須遵守工程安全規則。試驗電機或電器時，用 380—220 伏的電壓，尤須嚴格注意到身體的安全。
2. 將電壓接入試驗線路前，必須經指導教師檢查線路，並獲得其允許。
3. 選用各種實驗儀器，必須獲得實驗室助理員的允許。
4. 實驗完畢後，必須將各種儀器分別整理，置於適當位置，或歸還助理員。
5. 每次實驗後，學員必須將實驗結果作出結論，交給教師。
6. 實驗設備如有損壞，學員須負賠償責任。

教師們最好預先能使學員們認識各種必需的實驗的特性；解釋做這些實驗的基本目的，是爲了從實驗中鞏固理論上的知識，並在日後的生產戰線上對電氣設備的運用，能有一些實際的經驗。

本書中，每一實驗的電源電壓及所用的儀器已一一列出，但電源電壓並非不能變更，線路圖及儀器的選用也可隨實驗室設備的條件及現有儀器的種類數量，作適當地改變。

書末附錄可供參考之用。附錄內容計有：電機的主要故障；電工計算法；各種參考表；實驗室裝備的例子等等。

目 錄

序	i
原序	iii
導言	ix
1. 直流負載的接入	1
2. 直流電路內並聯和複聯負載的接入	5
3. 電阻的測定	9
4. 電流的熱效應	14
5. 蓄電池的充電	17
6. 銅的電解	21
7. 直流電源的接法	24
8. 電抗線圈的分析	29
9. 交流電路內電感負載的並聯	33
10. 交流電路內電感性電抗和電容性電抗的串聯和並聯	36
11. 三相電路內負載的接入	41
12. 瓦時計的校正	46
13. 分激直流發電機的試驗	49
14. 複激直流發電機的試驗	54
15. 串激直流電動機的試驗	59
16. 分激直流電動機的試驗	64
17. 複激直流電動機的試驗	69
18. 單相變壓器的試驗	74

19. 三相變壓器的試驗.....	80
20. 三相線繞式感應電動機的負載試驗.....	84
21. 根據斷路試驗和短路試驗作出感應電動機的圓圖和特性 曲線.....	90
22. 同步電動機的試驗.....	97
23. 汞弧整流器的試驗	102
24. 發電機電動機組的電力傳動試驗	106
25. 交流電動機功率因數改進法	111
26. 電動機的溫升試驗	116
27. <i>HM</i> 型磁控啓動器內熱繼電器的試驗	120
28. 電纜的檢驗及其損壞處位置的測定	123
29. 礦井接地電阻的測定	128
30. 變壓器油絕緣強度的試驗	132
31. 繼電保護器的試驗	135
32. 置於控制箱 <i>KAM</i> (<i>AK-16</i>) 內的極大限流繼電保護器的 試驗	140
33. 鼠籠式感應電動機的啓動	143
34. 礦山通訊試驗	148
35. 礦井照明	152
36. 鼠籠式感應電動機的制動試驗	154
37. 電機故障的檢查(識別)	157
附錄 1. 電機的主要故障	162
附錄 2. 電工計算公式	165
附錄 3. 普通及礦山電工實驗室裝備一例	185
附錄 4. 參考表	191
表 1. 三角函數表	191

表 2. 電機繞組的許可溫度	192
表 3. 導體的阻電係數	193
表 4. 絕緣物質的介電係數	193
表 5. 絕緣物質的絕緣強度	193
表 6. 元素的電化當量	194
表 7. 磁性鋼的特性	194
表 8. 礆性蓄電池的規格	194
表 9. 電池的規格	195
表 10. <i>CK</i> 和 <i>CT9</i> 型蓄電池的規格	195
表 11. 油浸紙絕緣電纜	196
表 12. 估計電力電纜運用情況時的參考表	197
表 13. 熔斷保險絲的選定	197
表 14. 電纜沿軸線方向的許可負載電流	198
表 15. 絕緣導線沿軸線方向的許可負載電流及熔斷保護器 的額定電流	198
表 16. 變壓器 <i>TMIII</i> 的規格	199
表 17. <i>MA—140</i> 系, 鼠籠式、礦山安全式電動機的規格 ...	200
表 18. <i>MA—140</i> 系, 線繞式、礦山安全式電動機的規格 ...	201
表 19. 酸性蓄電池電解液的成分	202
參考書目	202

實驗 1

直流負載的接入

任何負載，用導線與適當的電源連接，即成為最簡單的電路(圖 1)。

導線和負載，對電源言，稱為外部電路；電源連同它本身的內阻，則稱為內部電路。

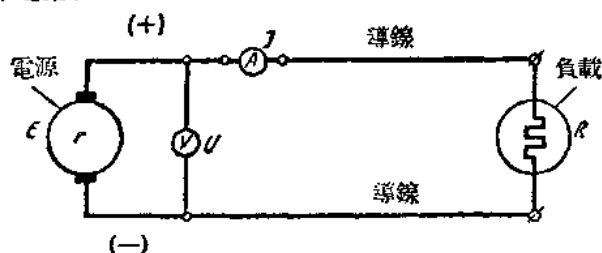


圖 1. 最簡單時電路。

在圖 1 所示的一種電路內，電流的大小可由歐姆定律決定，即：

$$I = \frac{E}{R + r},$$

這裏 E — 電源的電勢；

R — 外部電路的電阻；

r — 內部電路的電阻。

在決定外部電路的電流時，歐姆定律也可寫成：

$$I = \frac{U}{R},$$

這裏 U — 外部電路的端電壓。

數個負載連接時，如果第一個負載的末端與第二個負載的起端相接，第二個負載的末端與第三個負載的起端相接等等；最後，第一個負

載的起端與末了一個負載的末端分別與電源的两端連接，則這種接法稱為負載的串聯。

串聯電路內各部分電流相等，外部電路的總電阻是各個負載電阻的和，外部電路的端電壓則是各個負載電壓降的和(略去接線的電阻及其電壓降)。

實 驗 目 的

- a) 學習線路圖的構成。
- b) 根據線路圖上所用的電壓和電流，學習正確地選擇測定儀器和負載。
- c) 用實驗方法證實理論上關於串聯負載的各項定理，同時也證實歐姆定律對於部分電路和整個電路的應用。

儀 器 和 電 氣 設 備

電源電壓 —— 110 伏。

1. 120 伏鐵葉式(或轉圈式)伏特計，3 隻或 1 隻；
2. 5 安鐵葉式(或轉圈式)安培計，1 隻；
3. 30 歐和 5 安電阻，1 隻；
4. 接線(連接用的導線)；
5. 電阻 2 隻(由實驗者估計大小，見步驟 7)。

實 驗 步 驟

1. 將已組成的最簡單電路接入供電線內，如圖 2 所示。
2. 根據安培計和伏特計的讀數，用歐姆定律算出電阻 r 的值，

$$r = \frac{U}{I}.$$

比較計算結果與電阻上所標的值。

3. 算出負載功率 $P = I \cdot U = I^2 \cdot r$ 。

4. 將所得數據，填入表1。

5. 解釋電路內短路的意義。

表1

I	U	$r = \frac{U}{I}$	$P = I \cdot U$

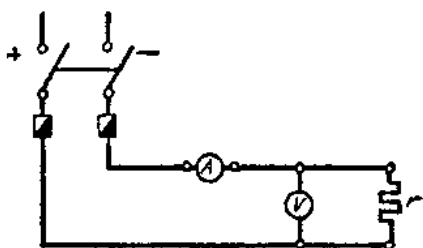


圖2. 電阻接入供電線的簡圖。

6. 解釋安培計為什麼不能與負載並聯。

7. 將兩個電阻串聯後接入供電線，如圖3所示，估計電阻的大小，務使電流不致超過5安。

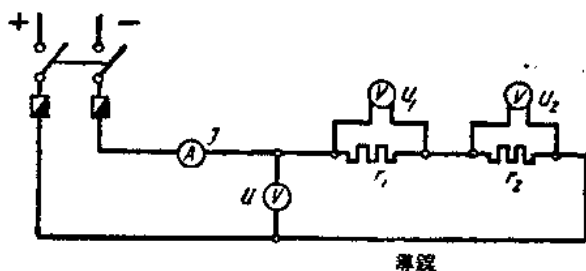


圖3. 串聯電阻接入供電線的簡圖。

8. 根據電計的讀數，決定：

a) 各部分電阻

$$r_1 = \frac{U_1}{I}; \quad r_2 = \frac{U_2}{I}.$$

b) 總電阻

$$R = \frac{U}{I}.$$

c) 整個電路的端電壓

$$U = I \cdot R.$$

比較計算所得的電阻與電阻上所標的值。

9. 算出各部分負載功率

$$P_1 = I \cdot U_1; \quad P_2 = I \cdot U_2.$$

10. 證實關於串聯負載的各項基本定理:

a) 電路內所有部分的電流, 大小一致。

b) 總電阻 R 為各部分電阻的和, 即:

$$R = r_1 + r_2.$$

c) 電路的總電壓 U 為各部分電壓降的和, 即:

$$U = U_1 + U_2.$$

d) 電路所消耗的總功率為各部分功率耗損的和, 即:

$$P = P_1 + P_2.$$

11. 將所得數據填入表 2。

表 2

觀 察 結 果				計 算 所 得					
I	U	U_1	U_2	R	r_1	r_2	P_1	P_2	P

附註: 作直流測定時最好能應用轉圈式電計。

參 考 書

B. C. 波波夫: 電工學(林海明, 洪効訓譯, 上海中外書局出版), § 9 和 14.

實 驗 2

直流電路內並聯和複聯負載的接入

當有數個負載，各以一端互相連接，然後再以共同連接點與電源或供電線的一極相連；而所有負載的另一端，連接一起後與電源或供電線的另一極相連，這種連接法稱為負載的並聯。

負載並聯時，各負載電流值與各負載電阻值成反比，電路的總電流等於各負載電流的和。

如果有一部分負載在電路內串聯，另一部分負載彼此並聯，則這種連接法稱為負載的複聯。

實 驗 目 的

- a) 學習數個負載接入供電線時，線路圖應如何構成。
- b) 學習儀器和電氣設備的正確選擇，以配合所採用的電壓和電流。
- c) 用實驗方法證實理論上關於並聯和複聯負載的各項定理。

儀 器 和 電 氣 設 備

電源電壓 —— 110 伏。

1. 120 伏鐵葉式(或轉圈式)伏特計，1 隻；
2. 10 安鐵葉式(或轉圈式)安培計，1 隻；
3. 5 安鐵葉式(或轉圈式)安培計，2 隻；
4. 5 安和 30 歐電阻器，4 隻；
5. 接線。

實 驗 步 驟

在供電線內，接入兩個並聯負載，如圖 4 所示。

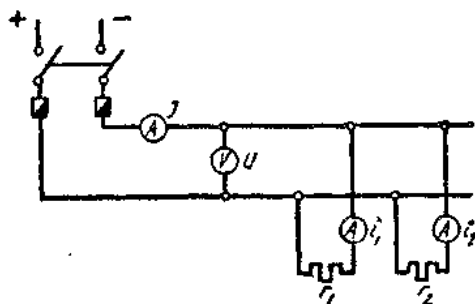


圖 4. 並聯電阻接入供電線的簡圖。

1. 根據安培計和伏特計的讀數，決定以下各值：

a) 各部分負載的電阻，即：

$$r_1 = \frac{U}{i_1}; \quad r_2 = \frac{U}{i_2}.$$

b) 總電阻

$$R = \frac{U}{I}.$$

c) 總電流

$$I = i_1 + i_2.$$

2. 算出各個負載的功率，即：

$$P_1 = i_1 \cdot U; \quad P_2 = i_2 \cdot U.$$

3. 證實關於並聯負載的各項基本理論：

a) 分配於各個並聯支路的電流與各該分路的電阻成反比，即：

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{r_2}{r_1}.$$

b) 電路的總電流等於各負載電流的和，即：

$$I = i_1 + i_2.$$