

547461

501

4384

T. A

電子電路
基礎講座
— 4 —

電學與電子學入門叢書

瞭解及使用

試驗儀器

黃鑑村 編著



無線電界雜誌社印行

基本電學與電子學

第四卷

瞭解及使用試驗儀器

黃鑑村 編著

無線電界雜誌社印行

501

4484

1. 4

3474

书

登

電學與電子學入門叢書

第四卷 瞭解及使用試驗儀器

中華民國六十五年五月初版

版權所有 不許翻印

特價 NT\$ 70

編著者：黃 鑑 村

發行者：無線電界雜誌社

台北市復興南路13-1號

電話：7 1 1 2 7 6 5

郵政劃撥帳戶：2 7 5 6

印刷者：中美美術印刷廠

台北市天水路32號

登記證：局版臺誌字第1026號

本講座的主要內容 全五卷

本講座共分五卷，以簡明的敘述統一介紹電學與電子學的原理，採取現代已知的一切方法來啓發並強化學習，其內容之設計係作為一完整標準課程之構想，使學者在研讀五卷之全部內容，而獲得電子科學之基本知識更有進者，本講座有特殊設計之版式，以資作自學之工具，因之，教師如採用本書作為教科書，則其教授方法，可較以往客觀且收效宏大。

雖然本講座之每一卷都予以謹慎編撰，使各自具有獨立性，但如要了解每一卷的原理，就必須參照在其前面各卷所供給之知識。

第一卷供給整個電學和電子學的一般初步知識。這一卷主要目的是供給學習隨後各卷所需的基本原理。

第二卷講解基本的交流及直流電路。對於已有若干基本電學知識的讀者，就可以用此書作為電路基礎之一般教科書。

第三卷為關於電子管及電晶體電路的完整教科書。此卷之寫作係基於一項假定——即讀者已經熟習第一及第二卷中所講的原理。

最先的三卷涵蓋了一般電學及電子學原理，可作為爾後的一般性或專門性學習之基礎。

第四及第五卷涉及專門研究。若讀者已徹底了解最先三卷的內容，則無論第四或第五卷都可獨立使用作為專門教科書——試驗裝備及服務在第四卷，馬達及發電機在第五卷。

第四卷

瞭解及使用試驗儀器

目錄

第一章 多用電表	頁數
第 1—1 節 最常用之試驗裝備.....	(7)
第 1—2 節 基本要念.....	(7)
第 1—3 節 電表之前面板.....	(15)
第 1—4 節 電表及電壓標度尺.....	(16)
第 1—5 節 多用電表之準確度.....	(18)
第 1—6 節 直線式標度之範圍.....	(20)
第 1—7 節 歐姆表之標度尺.....	(22)
第 1—8 節 歐姆表之使用.....	(26)
第 1—9 節 多相電表之電路.....	(27)
第 1—10 節 多用電表之使用.....	(37)
第二章 真空管電壓表	
第 2—1 節 真空管電壓表之能力.....	(45)
第 2—2 節 VTVM	(47)
第 2—3 節 真空管電壓表之電路.....	(48)
第 2—4 節 VTVM 之使用.....	(57)

第 2 — 5 節	VTVM 特殊預行注意事項.....	(58)
-----------	--------------------	--------

第三章 示波器

第 3 — 1 節	電表之限制.....	(61)
第 3 — 2 節	波形之重要性.....	(62)
第 3 — 3 節	什麼是示波器.....	(66)
第 3 — 4 節	陰極射線管.....	(67)
第 3 — 5 節	電子槍.....	(74)
第 3 — 6 節	電子注偏向系統.....	(77)
第 3 — 7 節	控制電路.....	(89)
第 3 — 8 節	示波器之使用.....	(114)

第四章 真空管及半導體試驗器

第 4 — 1 節	真空管試驗器之應用.....	(135)
第 4 — 2 節	真空管特性.....	(136)
第 4 — 3 節	真空管試驗器.....	(142)
第 4 — 4 節	真空管試驗器如何工作.....	(148)
第 4 — 5 節	如何使用真空管試驗器.....	(156)
第 4 — 6 節	半導體試驗器.....	(158)

第五章 橋式儀器

第 5 — 1 節	橋是什麼.....	(169)
第 5 — 2 節	橋式電路如何工作.....	(170)
第 5 — 3 節	電阻橋.....	(174)
第 5 — 4 節	惠斯登橋.....	(176)
第 5 — 5 節	用電橋測量電容.....	(180)

第 5 — 6 節	用橋測量電感.....	(187)
第六章 信號產生器		
第 6 — 1 節	信號產生器是什麼.....	(191)
第 6 — 2 節	信號產生器中之組成單位.....	(192)
第 6 — 3 節	聲頻信號產生器.....	(197)
第 6 — 4 節	使用聲頻信號產生器.....	(207)
第 6 — 5 節	射頻信號產生器.....	(210)
第 6 — 6 節	使用射頻信號產生器.....	(213)
第 6 — 7 節	無線電接收機之故障檢查.....	(227)
第七章 電子裝備之故障檢查		
第 7 — 1 節	故障檢查之需要.....	(233)
第 7 — 2 節	故障檢查之必要條件.....	(234)
第 7 — 3 節	邏輯故障檢查法.....	(237)

本叢書之序

我們生活在電學與電子學的世界中。電力爲我們帶來人造的光和熱，以及担任許多工作所需之能。電學是無線電、電視、計算機——亦即所謂「電子學」的整個領域——之基礎。

雖然我們在工藝上的進步已達到能成功地衝破太空阻碍之程度，但我們仍在不斷學習關於電學與電子學之新事物。其主要原因之一是電在某些方面是無法捉摸的。換言之，電不可依平常的方法用人類的感覺來觀察之。然而，我們能觀察電的存在所生之結果，並不斷發現用電的新方法，在電子學方面爲尤然。

電子學是一門相當新的科學。雖然我們對於電學可以追溯至富蘭克林、貝爾、及愛迪生，但電子學僅可追溯至數十年前馬可尼及德福雷斯特 (De Forest) 的發現與發展。事實上，直到有了無線電以後，電子學才真正變成一門長滿初生羽毛的科學。第二次世界大戰造成了迅速的工藝發展之需求，而長程無線電、無線電導航、雷達、聲納等得以實現。自第二次世界大戰以來的這些年中，電子學已有不斷的迅速發展；實際上，由於其發展步調如此之迅速，以致教育與訓練之設施難以追隨。

電子科學已擴展至如此的寬度與深度，以致其現在確爲各項專門工藝之併合。誠然，這些個別的工程都是基於相同的基本原理——由於教材和教授法的關係，這些原理一直都難以了解。

本叢書共分五卷，代表邁向電學與電子學原理的統一而簡單的途徑之一主要步驟。本叢書利用現代已知的一切方法來啓發並強化學習，其內容係設計作為一標準課程者。更有進者，本叢書有特殊設計之版式，以資作為一自教之工具；因之，教師使用本叢書作為教科書，則其教授方法可較以往客觀，而收效也要大得多。

雖然本書之每一卷都已予以謹慎編撰，使各自具有獨立性，但如要了解每一卷的原理，就必須參照在其前面各卷所供給之知識。第一卷供給整個電學和電子學的一般初步知識。這一卷主要目的是供給學習隨後各卷所需的基本知識。不過，僅需要對本科目習得相當簡單概念的讀者也可以只讀第一卷，而不用其他各卷。

第二卷講基本的交流及直流電路。對於已有若干基本電學知識的讀者，就可以僅用此書作為電路基礎學之一般教科書。

第三卷為關於真空管及電晶體電路的完整教科書。此卷之寫作係基於一項假定——即讀者已經熟習第一及第二卷中所講的原理。

最先的三卷涵蓋了一般電學及電子學原理，可作為爾後的一般性或專門性學習之基礎。

第四及第五卷涉及專門研究。若讀者已徹底了解最先三卷的內容，則無論第四或第五卷都可獨立使用作為專門教科書——試驗裝備及服務在第四卷，馬達及發電機在第五卷。

——各位作者、編者、及顧問對本書貢獻良多。他們希

望本書可作為期待已久之標準教科書，而用以作為自教之指引，或用於任何需要了解電學與電子學原理之訓練中。

無線電界雜誌社

謝啟

謹以至誠，對參與本叢書準備，資料蒐集，及編輯之全體人員深致謝忱。若無諸君之寶貴貢獻，則本叢書不可能編成。

美國海軍電子學校教育專員孟尼士先生 (Bernard G. Monnes) 對本叢書之寫作、編排、及最後審核方面尤具卓越之貢獻，茲向孟先生表達最大之謝意。本叢書之最後定稿工作，不論在技術內容及教育價值，均主要地得力於孟先生的孜孜不倦，負責不懈之精神。

美國海軍史起模 (Ashley G. Skidmore) 先生及韋爾里上尉 (Lt. Loren Worley) 對本叢書之原始準備及協同編輯貢獻甚多，茲並伸謝忱。艾仁 (Irene) 及古席士 (Don Koosis)、孟久 (Raymond Mungiu)、諾佛尼 (George V. Novotny)、及布萊特 (Robert J. Brite) 諸君提供技術寫作，並對規劃表達方法貢獻良多，合併致謝。而史耐德 (Robert L. Snyder) 先生對於本叢書之初步準備及編組工作，尤應特別致謝。

本計劃學習叢書的最初構想則應歸功於訓練與重訓練公司 (Training & Retraining Inc.) 的職員希夫曼先生 (Stanley B. Schiffman)。

最後，謹向出版部之編輯同仁表達特別之謝忱，因為他們的寶貴協助已超乎出版者與著作者的平常關係之外。

無線電界雜誌社 主編黃鑑村

第四卷

瞭解及使用試驗儀器

引言

此爲本叢書之第四卷，其中所講的是試驗裝備，爲電子學領域中專門化而極爲重要之部份。本書除了解釋每一種測量裝備如何工作外，還要講儀器之正當用法。並舉有實際應用的例子。用這種方法就可以保持你對此科目的興趣，而使學習較易進行。你的學習是集中在常用試驗儀器之原理與設計。所以，你在本卷所得的知識可實際應用於電及電子裝備之故障檢尋。

你將學些甚麼

在本卷中，對各種最重要之電子試驗裝備將予以頗詳細之講解。你將學習伏特表、安培表、歐姆表之工作原理，你會見到這三種儀器的功用如何合併於多用電表中。基本電表動體之工作情形將予以解釋，並包括電表標度之認讀。真空管電壓表將予廣泛討論。

你將學到，示波器能顯示波形以供研究，所以它是一種應用廣泛的儀器。示波器之工作情形將予詳述。陰極射綫管、鋸齒波產生器電路、放大器、及示波器之其他重要部份都要講到。本書將解釋使用示波器作測量及故障檢尋之方法。

真空管及電晶體試驗器也要講到。你將學習其如何工作，並學知其能力及限制（缺點）。

有一章是講橋式儀器的。其中要講這些儀器如何可用以測量電阻、電容、及電感。

你將學到信號產生器如何供給一可控制之信號，而用以檢查及修理電子裝備。聲頻及射頻信號產生器都要講到，書中並將指示如何有效使用之。校整無線電接收機之適當方法將予提供，故障檢尋之信號代替法及信號尋跡（追蹤）法將予解釋。

電子試驗裝備的最重要用途之一是檢尋其他電子裝備之故障。本卷之最後一章中就要講這種合乎邏輯的故障檢尋法。你將學到如何能用試驗裝備並配合你的電子學原理之知識對一電子裝備中之故障作一有系統之偵查。

你在開始學習前應該知道些甚麼

在你研讀本書之前，你應對電學及電子學原理（包括真空管及電晶體之基本知識）有良好之基礎。這些知識可研讀本叢書前三卷而獲得。你有了這些知識之後，就應該不難了解本書。一切新名詞都予以謹慎之定義。對於重要之原理，都有足夠之數學以作精確之解釋，但只要你曉得加、減、乘、及除，則數學式子難不倒你。

第一章 多用電表

 * 您將 *
 * 學些什麼 *

在本章中你將學習多用電表之功用及工作原理，多用電表為電子技術人員最常用的儀器。你修畢本章之後，你將能測量電壓、電流、及電阻，而且，用某些多用電表，還可用測量其他電特性。你將學到如何用此儀器以達其預計之目的——即把電路中的資料傳送給技術人員。

第1-1節 最常用之試驗裝備

試驗裝備有幾個基本類別。多用電表(multimeter，複合電表)為一大類中之一例；示波器代表另一大類。在每一大類中有許多型別(type)或模式(model)。有些型別的精確度較其他型別為大。

在一大類試驗裝備中的儀器之類型可能各有不同，但其功能原理及正確之使用程序從根本上講來是相同的。因此，不必學習幾百種不同類型的逐步使用程序。技術人員可先行學習一套重要的基本知識，然後將其應用於實作中，以鍛鍊其技巧，因而獲得電子學方面的能力。

第1-2節 基本要念

多用電表將伏特表、安培表、及歐姆表合併在一單獨的儀器中，而只共用一隻電表本體(meter movement，或稱為「表頭」)。

多用電表可用以在其幾個數值範圍的限度之內測量電壓、電流、及電阻。從技術人員的觀點看來，一切多用

電表都是由三個基本部份組成——即表頭、電路、及前面板。

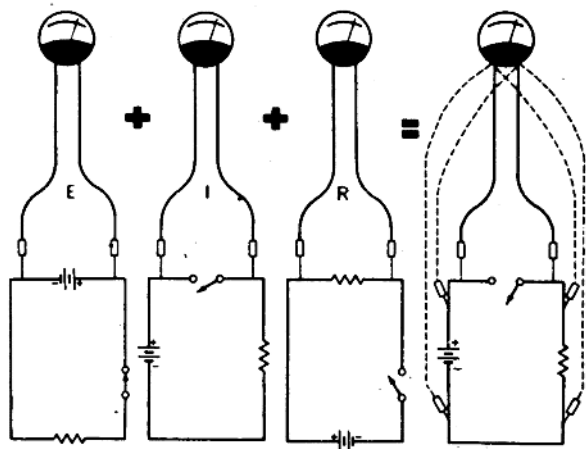


圖 1-1 多用電表為幾個電表合而為一。

電表的線圈推動一指針，移過一校準的標度尺，停於一處，以指示所量得之量。電路為一組件網，用以決定功能（歐姆表、安培表、伏特表）及範圍。前面板含有各控制器及插口，以便操作此儀器。

大部份的電表都有動圈式表頭(moving-coil movement)。顧名思義，這種表頭有一線圈，可以自由旋轉於一永久磁體的北極與南極之間。電流通過線圈就建立一磁場。此磁場與永久磁體兩極間之磁場發生作用，而引起線圈旋轉。

連於線圈之指針移至標度板上之一位置；指針所到達之位置視通過線圈的電流之大小而定。

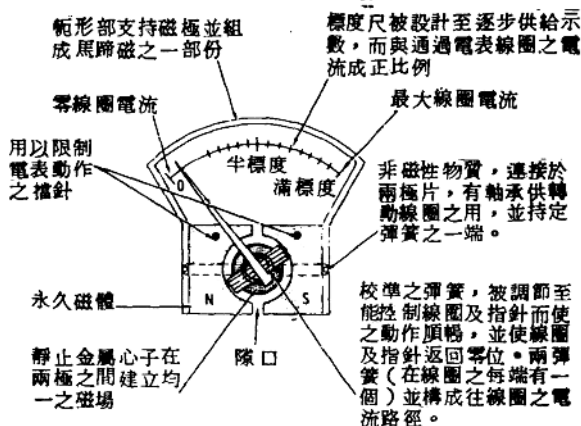


圖 1-2 電表之基本構造。

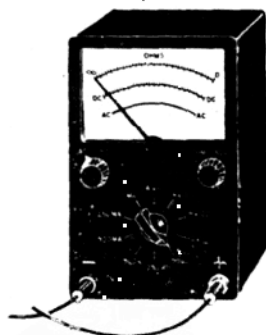


圖 1-3 多用電表外形之一例。

- 問題 1. 在圖 1 - 3 電表中之電流有那些範圍？
- 問題 2. 同圖中電表之最大電壓範圍為何？
- 問題 3. 同圖中電表之歐姆範圍有幾？
- 問題 4. 最大之電阻示數為多少？

你的答案應該是

答 1. $0-10\text{ ma}$, $0-250\text{ ma}$, $0-500\text{ ma}$ 。

答 2. 500 伏特。

答 3. 有三。

答 4. 無限大。

〔電表之扭力〕

當有一小電流通過綫圈時，就產生一弱磁場。這就在綫圈磁場與永久磁場之間引起一扭力（旋轉之力）。於是綫圈及指針旋轉一小量。一較大的電流通過綫圈，就在綫圈周圍產生一較強之磁場，因而有較大的扭力，綫圈及指針轉動較多。

〔電表之線圈〕

電表的綫圈是用細綫繞在一矩形鋁框上而製成。綫圈框之裝置方法，應使它能在綫圈心子(core)與磁極間之空隙內自由轉動。在有些電表中，在前面板上（剛好在指針軸之上）有一螺釘，用以準確地調節指針之位置。當沒有電流通過綫圈時，指針應指於零（指毫安表及伏特表之標度而言）。

〔電表之靈敏度〕

電表之靈敏度(meter sensitivity)可用兩個方法表示之，即電流靈敏度(current sensitivity)及每伏特歐姆數靈敏度(ohm-per-volt sensitivity)。

• 電流靈敏度是用使電表指針作滿標度偏移所需之電流表示之。每伏特歐姆數靈敏度為當有1伏特電壓加上時，使電表指針作滿標度偏移所需與電表串聯的電阻之歐姆數。