

科學圖書大庫

電 工 技 術

譯者 吳家駒

徐氏基金會出版

73.1
591

科學圖書大庫

電 工 技 術

譯者 吳家駒

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有

不許翻印

中華民國六十七年八月二十六日五版

電 工 技 術

基本定價 3.80

譯者 吳家駒 經濟部工業局技正

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
7815250 號

發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號

承印者 江淮彩色印刷股份有限公司 電話：5413269 • 5416842

譯 者 序 言

本書具有下列二項目的

1. 作為專科及高級職業學校電機工程科學生課本；
2. 作為電機工程從業人員自修資料。

本書內容包括電工原理及其實用。原理闡明，全用實驗證明，避免使用深奧理論及高等數學。讀者有普通代數基礎—有國中以上程度—即能融會貫通。實用方面含有電路防護連接，計量方法等。對各種發電機，電動機的構造，特性及用途等有詳盡的說明，可作為電機選用兩針。電化學的理論及應用，以及電腐蝕的發生及防護，亦有所說明。電子學的最近發展及概念，係以簡單的基本之原理出發，使此種新穎、而重要之材料，成為淺近而易懂，讀者能獲得有關之基本概念。

本書附刊明晰的附圖及照像七百餘幅，以助讀者對內容說明之瞭解。數表四十七表，全為有價值之參考數據。

第二章列舉應用於電機工程的各種金屬及非金屬及絕緣材料等的性質及用途，提供讀者對電機設計及修配時的參考。

本書對各種電氣用具的安全防護措施特別注意。家庭浴室的電氣設施的安全守則並有專章論述。此種規章對個人及公眾安全為不可或缺的知識。

本書譯文中的專門名詞儘量參照國立編譯館編訂之電機工程名詞，機械工程名詞，教育部出版之基本電工學及正中書局出版之工程材料學等書籍翻譯者。本書初次出版，譯校雖力求完善，惟謬誤之處，仍所難免，尚有待於大雅之指正。

譯者敬識 59. 5 . 18.

初 版 序 言

本書可能對從事電工工作者有所助益，可用以作深入研究電工學中有趣而略難的部份，因此對各種過程力求簡易。惟所有解說俱能符合現今科學水準。為達到此目的，對基本知識常以簡單而確實之實驗作說明。此類實驗在小規模設備之學校內即能從事者。由實驗對物理學的原理作進一步的理解。特別有價值者為簡單、明瞭容易理解的附圖、附圖大多簡單而明瞭，並有詳盡之說明。

在基本原理中提供諸多在職業上有實用的用途；諸如在“電功”章中附加暖氣器；“電磁學”章後說明防護線路；“電化學”章附有蓄電池的說明；依交流電流及三相交流的原理直接說明變壓器以及三相交流電機等的操作。交流電機的使用範圍較直流電機為廣，故在本書中亦加重說明。

如限於教學資料及合於學生職業程度，可略去一部份。

在所有各章節中全有對VDE規定有所介紹。VDE及DIN等之標準必需作進一步的深入瞭解。VDE規格中最重要的防護措施有專章研討。

為使對電工技術有完整的資料，本書含有關電工工作的材料學。

每節末列有複習問題，可就該節中所述的教材解答。能鼓勵對學習資料作進一步瞭解，自修者可用作自行測驗。

本書各節可作下列各種專業人員參考：電氣裝接技師，動力技師，電機技師及電機製造師等。電機工程的原理及電子學的要點有所說明。本書對電訊工程亦說明，雖非專門知識，然亦適合於無線電及電視等技術人員。特別為其實用方面，於其專門知識中，用作工程研究。

1964年 2 月

第 四 版 序 言

爲符合讀者要求，增加有關實用及學習方面的內容七節，刊印於第501頁至第518頁。

其內容爲：住宅浴室中的電氣設施

使用設備絕緣檢查

超壓防護設施的檢驗

電氣冷凍器

電子射線示波器

閘流體（矽控整流器）



德國電機工程學會 (V D E) 有各種標準發行，可作為安全操作及完善使用的保證。此類標準經常為適應工業需要，及時加以補充，因此僅能以最新刊行者作為標準。

V D E 標準適合作為電機工程上有效規章。因此亦作為法令解釋及判決的依據。如違反 V D E 標準工作將認為有罪，由此引起之災害，可能判刑，此外並對災害負責。

(V D E) 標準作為安全守則。

V D E 標準分為前言，條例及指示。

前言為工程需要遵守的事項，以避免發生危險 (必需遵守的事項) 。

條例為工程應該履行的事項，以保證電氣設備及其部品品質完善 (應該履行的事項) 。

指示為工程可能辦到的事項，使能適合並保持其使用目的 (可能辦到的事項) 。

V D E 標準以數字編號，例如 V D E 0100。刊行年月附註於後，例如 V D E 0100/11—58。

儀器、電線，開關，電燈以及施工設施等製造廠商應請求 V D E 檢驗，並允許使用 V D E 標記。

V D E 標記保證施工安全。



專家的另一組織為德國標準協會 (D N A)。在此協會中各工業專家商討對產品作劃一標準。例如各別工廠產製的插頭及插座俱能配合使用。標準協會之決議，以 " D I N 標準 " 刊行 (D I N 的意義為 " 此乃標準 ")。遵照此項標準使部品器材可以互換使用。

D I N 標準的推行由公告施行，此項公告為所有專家俱能獲得閱讀者。

目 錄

譯者序言

初版序言

第四版序言

第一部 電工

1. 緒述	1
1.1. 電路	2
1.1.1. 電氣用具	2
1.1.2. 電路的組成	2
1.1.3. 電路的開斷	2
1.1.4. 導體及絕緣體	3
1.1.5. 電路符號	4
1.2. 電流	5
1.2.1. 電流效應	5
1.2.2. 帶電	6
1.2.3. 原子構造	7
1.2.4. 電荷發生	9
1.2.5. 在金屬內的電流	9
1.2.6. 電流計量	10
1.2.7. 電流種類	11
1.3. 電壓	13
1.3.1. 電流方向	14
1.3.2. 電壓計量	14
1.3.3. 電壓發生	15
1.3.4. 電流類別及極性的測定	17
1.4. 電阻	20
1.4.1. 電阻及電導	20
1.4.2. 歐姆定律	20
1.4.3. 電阻計量	22
1.4.4. 電線電阻	23
1.4.5. 電阻及溫度	25

1.4.6. 電流密度	26
1.5. 電流危險	28
1.6. 安全	29
2. 基本電路	32
2.1. 串聯電路	32
2.1.1. 串聯定律	32
2.1.2. 前電阻	34
2.1.3. 導線中的電壓降	34
2.1.4. 測量電壓計計量範圍以外的電壓	35
2.2. 並聯電路	37
2.2.1. 並聯定律	37
2.2.2. 並聯電路的利用	39
2.3. 混合電路	39
2.3.1. 分壓計	40
2.3.2. 電流計計量範圍的增大	42
2.3.3. 由電流及電壓測量電阻	43
2.4. 照明電路	44
3. 功及功率	46
3.1. 機械功	46
3.2. 機械功率	46
3.3. 電功率	47
3.4. 電功	50
3.5. 功能(能量)	52
3.6. 效率	53
3.7. 熱	54
3.7.1. 溫度計量	54
3.7.2. 熱量	55
3.7.3. 比熱	55
3.7.4. 熱的傳遞	56
3.7.5. 電功及熱	56
3.7.6. 熱效率	57

3.8. 電熱的利用	58
3.8.1 電熱體	58
3.8.2 電熨斗	58
3.8.3 電灶	59
3.8.4 熱水器	62
3.8.5 室內電暖法	66
3.8.6 工業用電爐	67
4. 電流及磁場	69
4.1. 磁	69
4.1.1 磁極	69
4.1.2 磁場	70
4.1.3 永久磁鐵的利用	72
4.2. 電磁學	73
4.2.1 流過電流的導線周圍磁場	73
4.2.2 通電線圈的磁場	74
4.2.3 磁量	76
4.2.4 電磁的作用力	78
4.2.5 在線圈磁場中的鐵心	78
4.2.6 磁路	82
4.2.7 電磁應用	84
4.2.8 電驛	87
4.2.9 電流衝擊開關	92
4.3. 防護電路	93
4.3.1 電路線路圖	94
4.3.2 倒順電路	96
4.4. 保護開關	99
4.4.1 使用電磁斷路器的保護開關	99
4.4.2 使用溫度斷路器的保護開關	100
4.4.3 使用組合斷路器的保護開關	102
4.5. 磁場中的電流	104
4.5.1 在磁場中的通電導線	104
4.5.2 磁場中的通電線圈	106

4.6. 運動感應及靜止感應.....	108
4.6.1 運動感應 (發電機原理).....	108
4.6.2 楞次定律.....	109
4.6.3 靜止感應 (變壓器原理).....	110
4.6.4 渦電流.....	112
4.6.5 自感.....	114
4.6.6 電流集中 (表面效應).....	115
5.1 流電流原理.....	116
5.1.1 概述.....	116
5.1.1.1 週期.....	116
5.1.1.2 頻率.....	117
5.1.1.3 正弦曲線形的交流電流.....	118
5.1.1.4 角速度.....	119
5.1.1.5 相位角.....	120
5.1.1.6 正弦曲線及向量.....	121
5.1.1.7 波頂值及有效值.....	122
5.2. 交流電阻.....	123
5.2.1 真實電阻.....	123
5.2.2 視在電阻.....	124
5.2.3 感抗.....	125
5.2.4 有真實電阻及感抗的線圈.....	126
5.2.5 電壓三角形.....	128
5.2.6 阻抗三角形.....	129
5.2.7 電流三角形.....	129
5.2.8 交流電流功率.....	130
5.2.9 功率三角形.....	132
5.2.10 功率因數.....	133
5.3. 電容.....	134
5.3.1 直流電路中的電容器.....	134
5.3.2 電場.....	138
5.3.3 電容器製造型式.....	140
5.3.3.1 固定電容器.....	140

5.3.3.2	可變電容的電容	143
5.3.4	電容器在交流電路中	144
5.3.4.1	容抗	144
5.3.4.2	電容器的連接	145
5.3.4.3	電容器的相位角	146
5.3.4.4	電容器損失	147
5.3.4.5	電容器功率	148
5.4	真實電阻及容抗的連接	148
5.4.1	串聯	148
5.4.2	並聯電路	151
5.4.3	補償作用	154
5.5	振盪電路	158
5.5.1	共振	159
5.5.2	串聯諧振電路	160
5.5.3	並聯諧振電路	161
5.6	三相交流電流	164
5.6.1	產生	164
5.6.2	連接	165
5.6.3	三相交流電場	166
5.6.4	星形連接電路(識別符號Y)	167
5.6.5	三角形連接電路(識別符號 Δ)	169
5.6.6	星形連接及三角形連接的應用	169
5.6.7	三相交流的功率	170
5.6.8	三相交流的功率計算	171
6	變壓器(互感器)	173
6.1	單相變壓器	173
6.1.1	開路電壓	173
6.1.2	磁感應電流	174
6.1.3	負荷電壓	175
6.1.4	短路電壓	177
6.1.5	短路電流	178
6.1.6	關連電流	180

X

6.1.7. 小型變壓器	181
6.1.7.1. 小型變壓器的構造	181
6.1.7.2. 短路防止	182
6.1.7.3. 電壓標誌	182
6.1.7.4. 檢驗電壓	182
6.1.7.5. 特殊小型變壓器	184
6.1.8. 電弧熔接用變壓器	184
6.1.9. 變壓器效率	185
6.1.9.1. 鐵損失的計量	185
6.1.9.2. 繞組損失的計量	186
6.1.9.3. 年度效率	186
6.1.10. 自耦變壓器	186
6.1.11. 儀器用互感器	188
6.2. 三相交流接裝單相變壓器	191
6.2.1. V形連接	191
6.2.2. 三具變壓器組	192
6.3. 三相變壓器	193
6.3.1. 鐵心	193
6.3.2. 繞組	194
6.3.3. 油槽	196
6.3.4. 連接	197
6.3.5. 連接組合	199
6.4. 變壓器的並聯	199
6.5. 轉動變壓器	200
7. 電工機械	202
7.1. 概述	202
7.1.1. 電工機械構造式樣	202
7.1.2. 一般注意點	202
7.1.3. 均衡	204
7.1.4. 檢驗	205
7.1.5. 功率計量	205
7.1.6. 冷却及通風	206

7.1.7.	絕緣材料及限制溫度	207
7.1.8.	使用方式	208
7.1.9.	保養及修護	208
7.2.	無變流器的三相交流電機	209
7.2.1.	旋轉磁場的產生	209
7.2.2.	同步發電機	210
7.2.3.	同步電動機	213
7.2.4.	異步電動機	215
7.2.4.1.	繞線轉子電動機	215
7.2.4.2.	鼠籠式轉子電動機	220
7.2.4.3.	Doka 電動機(複短路電樞電動機)	222
7.2.4.4.	異步電動機的起動方法	223
7.2.4.5.	電壓轉換電動機	224
7.2.4.6.	極轉換電動機	227
7.2.4.7.	磁阻電動機	228
7.2.4.8.	制動電動機	228
7.2.5.	感應發電機	229
7.2.6.	三相交流繞組	230
7.3.	單相感應電動機	235
7.3.1.	預轉電動機	235
7.3.2.	電容器電動機	236
7.3.3.	使用電阻輔助繞組的分相電動機	238
7.3.4.	三相交流電動機用作單相交流電動機	239
7.3.5.	分隔磁極電動機	239
7.4.	使用單相交流之整流子電動機	240
7.4.1.	推斥電動機	241
7.4.2.	單相串激電動機	243
7.5.	使用三相交流之整流子電動機	244
7.5.1.	三相交流-串激電動機	245
7.5.2.	三相交流-分激電動機	246
7.6.	變流機	247
7.6.1.	電動發電機	247
7.6.2.	單電樞變流機	248

7.6.2.1	使用分開繞組的單電樞變流機	248
7.6.2.2	使用單一繞組的單電樞變流機	249
7.6.3	異步變頻機	250
7.7	直流電機	252
7.7.1	構造	252
7.7.2	直流發電機	253
7.7.2.1	連接	254
7.7.2.2	電樞正交磁場	257
7.7.2.3	整流磁極	258
7.7.2.4	補償繞組	259
7.7.2.5	正交磁場發電機	260
7.7.3	直流電動機	262
7.7.3.1	作用情形	262
7.7.3.2	轉動方向的變更	262
7.7.3.3	轉動力矩	262
7.7.3.4	起動電流	262
7.7.3.5	感應所生的反電壓 (反電勢)	263
7.7.3.6	轉速調整	263
7.7.3.7	電樞電流	264
7.7.3.8	電樞正交磁場	264
7.7.3.9	直流電動機連接	265
7.7.4	直流電機的端子識別符號及轉向	269
7.7.5	電動機作為發電機	270
7.7.6	直流繞組	271
7.7.6.1	定子繞組	271
7.7.6.2	轉子繞組	271
8	整流器	279
8.1	輝光陰極整流器	279
8.1.1	熱電子發射	279
8.1.2	真空管整流器的構造	280
8.1.3	真空管整流器的使用情形	280
8.1.4	充氣管整流器	281

8.2. 汞汽整流器.....	282
8.3. 半導體整流器.....	284
8.3.1. 半導體材料.....	284
8.3.2. n型晶體及p型晶體.....	286
8.3.3. pn整流器.....	287
8.3.4. 矽整流器.....	289
8.3.5. 鍺晶體二極管.....	290
8.3.6. 硒整流器.....	290
8.3.7. 氧化銅整流器.....	291
8.4. 單相交流電流的整流.....	292
8.4.1. 硒整流器的構造及作用.....	292
8.4.2. 連接.....	293
8.4.3. 整流片標誌說明.....	294
8.5. 多相電流的整流.....	295
8.5.1. 三相交流電路.....	295
8.5.2. 多相電路.....	297
8.5.3. 多陽極汞汽整流器.....	299
9. 電化學.....	302
9.1. 基本原則.....	302
9.1.1. 電解液.....	302
9.1.2. 電解.....	303
9.1.3. 決定游離的質量.....	303
9.1.4. 電解用途.....	304
9.1.4.1. 電鍍.....	304
9.1.4.2. 電塑.....	304
9.1.4.3. 冶煉純金屬.....	305
9.1.4.4. 陽極處理.....	305
9.2. 電池.....	306
9.2.1. 電池的作用情形.....	306
9.2.2. 電位序.....	306
9.2.3. 電解極化.....	307
9.2.4. 鋅-碳-電池.....	307

9.2.4.1	濕電池	307
9.2.4.2	乾電池	308
9.2.4.3	充水電池	308
9.2.4.4	空氣氧電池	308
9.2.5	標準電池	309
9.2.6	紙襪電池	309
9.2.7	氧化汞電池	309
9.2.8	鹼性褐石電池	310
9.2.9	鈕扣電池	310
9.3.	有負載的電池	10
9.3.1.	有端子上的電勢及電壓	310
9.3.2	開路及短路	311
9.3.3	電池放電	312
9.4.	電池連接	312
9.5.	蓄電池	313
9.5.1.	鉛蓄電池	313
9.5.1.1.	充電及放電	314
9.5.1.2.	構造	314
9.5.1.3.	鉛蓄電池作用過程	316
9.5.1.4.	放電量及效率	318
9.5.1.5.	充電方式	318
9.5.2.	鋼蓄電池	319
10.	電氣測量儀器	320
10.1.	基本觀念	320
10.1.1.	電氣計量儀器的部份品	320
10.1.2.	軸承	320
10.1.3.	阻尼	321
10.1.4.	標度及指針	322
10.1.5.	準確度及測量誤差	324
10.1.6.	靈敏度及本身消耗	325
10.2.	電氣量具	326
10.2.1.	旋轉鐵心量具	326