

大學叢書

直流電機原理

上 冊

蘭 司 獨 夫 著
顧 毓 琇 譯

商務印書館出版

原著者爲中文譯本特撰之序文

選擇拙著以譯成中文，鄙人認爲非常榮幸，非常感激。此書若不但可以供給學者以專門之知識，且因此而使青年得到思想準確理路通達之訓練，則鄙人之貢獻雖小，實是引以爲愉快者。貴國豐富之文化，久爲人所共仰，對於西方世界之貢獻，實至偉大，今鄙人得有此特殊機會，答報貴國之青年，實更不勝愉快之至。

貴國顧博士及浙江大學諸同人苦心孤詣，翻譯此書，鄙人謹致敬意，並祝成功。

蘭司獨夫

一九三一年三月六日

譯者序

蘭司獨夫教授所著直流電機原理爲美國「電機工程教科書」之一種，1915年初版，1919年再版，1923年三版，1931年四版。此書我國各大學，如交通大學，中央大學，浙江大學，清華大學，南開大學等處，凡有電機系者，無不用之。日本「電氣工學名著叢書」中亦採用此書，譯成日文（昭和三年出版），惜所根據者乃爲1923年版。

鄙人在民國十八年（1929），始囑國立浙江大學電機科民二十級同學試譯此書（1923年版）經一年餘之努力，得完初稿。旋即詳加校改，於十九年九月先將第六章在電工雜誌第一卷第三期發表，以求國內電工學者之批評與指正。嗣後第七章第一章亦分期在電工發表。二十年三月得蘭教授爲中文譯本特撰之序文，本擬即將全稿付印，後又接蘭教授來信，云第四版不久即將出版，遂即延期，以待根據新版修訂；二十年底四版問世，鄙人始得將第二第三第四第五各章分別改譯，先後在電工第三卷（1932）第四卷（1933）發表。二十二年間，本擬將稿付印，後以是年春間，教育部正召集天文數學物理討論會，對於物理各名詞正有所擬定而中國工程師學會亦有委托鄙人重訂電機工程名詞之舉，故爲鄭重起見，又加擱置。今年春初，物理名詞草案擬定，鄙人所改訂之電機工程名詞，亦得於四月出版。半年以來，復將譯稿根據增訂電機工程名詞加以改正，故遲遲至今，方告完成。計自始業至此，瞬經五載，未嘗不引以爲憾。但因遲延之故，一則可以參照新版增補，一則可以採用最新擬訂之

物理名詞及電機名詞，則亦聊可以自慰也已。

本書初擬爲中國電工雜誌社叢書之一，現中國電機工程師學會於本年十月十四日成立，即改爲中國電機工程師學會電工叢書之一。本書承商務印書館賜予承印，不勝感謝。

譯者於校改期間，承國立清華大學教授（前國立浙江大學教授）倪俊、章名濤二先生，及國立浙江大學教授楊耀德先生賜助校閱，並承國立浙江大學電機科民二十級同學供給初稿，並此誌謝

顧毓琇

一九三四年十二月

國立清華大學工學院

目 錄

第一章 定律及定義

1-1. 引言	1
1-2. 磁鐵, 磁場	1
1-3. 單位磁極	4
1-4. 磁場強度, 勻布與不勻布磁場	5
1-5. 磁力線及磁力管	6
1-6. 磁導係數	9
1-7. 應電流及電勢	10
1-8. 應電勢之方向	12
1-9. 磁場中電流發生之力之方向	12
1-10. 電流在磁場中發生之力	15
1-11. 單位電流, 單位電量	19
1-12. 應電勢之大小	19
1-13. 電阻, 歐謨定律, 焦耳定律	23
1-14. 電勢與電位差	27
1-15. 普通化之歐謨定律	29
1-16. 啓旭夫定律	32
1-17. 磁位	40

1-18. 等位線與等位面	43
1-19. 圓線圈之磁場強度	43
1-20. 螺管軸上之磁場強度	44
1-21. 圓圈軸上之磁位	46
1-22. 任何形狀之線圈在任何點之磁位之一般方程式	47
1-23. 磁勢	49
1-24. $B-H$ 曲線	51
1-25. 磁滯	57
1-26. 磁路定律及磁阻	60
1-27. 磁路定律之應用	61
1-28. 自感	65
1-29. 互感	68
1-30. 磁場之儲能	71
1-31. 電磁鐵之曳引力	72

第二章 電機

2-1. 電機,發電機與電動機	80
2-2. 簡單交流發電機之電勢	83
2-3. 交流發電機電勢之一般情形	85
2-4. 交流電勢之矯正	87
2-5. 分布線捲之效用	88
2-6. 直流電樞之平均電勢	90

2-7. 電勢脈振之量	92
2-8. 樞捲之電阻	96
2-9. 電機之構造	96
2-10. 雙極及多極機	98
2-11. 整流器	98
2-12. 電樞鐵心, 渦流	100
2-13. 齒及齒槽之形式	102
2-14. 磁極鐵心及極靴	103
2-15. 軛	104
2-16. 電刷, 刷握, 及搖環	105
2-17. 電動發電機組, 發電電動機	106
2-18. 渦輪發電機	108
2-19. 整流磁極電機	109
2-20. 單極電機	110
2-21. 電機之磁激	111
2-22. 別激	111
2-23. 自激	112
2-24. 串激	112
2-25. 分激	114
2-26. 複激	115
2-27. 磁場捲之構造	117
2-28. 磁場變阻器	120

2-29. 發電機之極性.....	121
2-30. 電動機迴轉之方向.....	122

第三章 電樞線捲

3-1. 電樞之各式.....	127
3-2. 線捲之各式.....	129
3-3. 環捲與鼓捲.....	129
3-4. 線捲單位.....	133
3-5. 摺捲及波捲.....	134
3-6. 所需之電刷組數.....	138
3-7. 單重捲與多重捲,重入次數	139
3-8. 一般討論.....	142
3-9. 導線數,線捲單位數與整流片數	142
3-10. 線捲節距,整流節距與槽節距.....	143
3-11. 磁場位移	144
3-12. 電樞路之數	146
3-13. 普通定則	147
3-14. 重入次數之通則	151
3-15. 線捲定則摘要	152
3-16. 線捲單位之構造	154
3-17. 單重摺捲與波捲實例	156
3-18. 多重線捲實例	161

3-19. 雙整流器線捲	164
3-20. 等位或均壓連接	165
3-21. 多重捲中之均壓連接	170

第四章 場捲及樞捲之磁化效應

4-1. 磁化曲線及飽和曲線	177
4-2. 主要磁路	178
4-3. 飽和曲線之實驗測定	179
4-4. 磁化曲線及飽和曲線之預定	182
4-5. 磁漏	184
4-6. 電樞之磁化作用	186
4-7. 整流	188
4-8. 電樞反作用之組合成分	189
4-9. 交磁與去磁安匝數	190
4-10. 多極機中之交磁與去磁作用	191
4-11. 反安匝去磁作用之改正式	194
4-12. 樞流所生磁場之形狀	198
4-13. 總磁場分布概況	199
4-14. 交磁化之去磁成分	200
4-15. 有載狀況時所需之磁激	201
4-16. 磁流分布之實驗決定法	205
4-17. 電位曲線	206

4-18. 氣隙中磁流分布之預定法	207
-------------------------	-----

第五章 磁化曲線及漏磁之預計法

5-1. 總論	212
5-2. 氣隙所需之安匝數	212
5-3. 極弧之改正	215
5-4. 軸長之改正	216
5-5. 齒部所需之安匝數	217
5-6. 樞心所需之安匝數	221
5-7. 極心與極靴所需之安匝數	221
5-8. 軛部所需之安匝數	221
5-9. 漏磁之簡單公式	222
5-10. 電機極數甚少時之磁散係數	225

第六章 發電機之運用特性

6-1. 用途需要	231
6-2. 特性曲線	232
6-3. 調整	233
6-4. 別激發電機之特性曲線	233
6-5. 旋轉速度對於外特線之影響	238
6-6. 負載特線	239
6-7. 電樞特線	240

6-8. 串激發電機之特線	241
6-9. 特線形狀依速度之關係	242
6-10. 穩定運用之條件	243
6-11. 定流之調整法	244
6-12. 分激發電機之特線	246
6-13. 特線形狀依速度之關係	251
6-14. 特線形狀依分激場捲阻之關係	252
6-15. 分激發電機特線之近似數學分解	253
6-16. 複激發電機之特線	257
6-17. 串聯分流器	260
6-18. 數發電機合用之連接法	261
6-19. 屠利電系	261
6-20. 發電機之並行運用	263
6-21. 三線發電機	267
6-22. 提利爾調整器	272
6-23. 反電勢調整器	274

第七章 電動機

7-1. 用途需要	279
7-2. 反電勢,轉力及功率	279
7-3. 電動機之起動	284
7-4. 別激電動機之特線	286

7-5. 分激電動機之特線	290
7-6. 串激電動機之特線	292
7-7. 複激電動機之特線	296
7-8. 電動機特線之比較	300
7-9. 起動變阻器之分組	301
7-10. 手動羅盤式起動電阻器	309
7-11. 鼓式控制器	311
7-12. 自動磁性起動器	312
7-13. 反電勢, 倒轉電動機	322
7-14. 差複激電動機之起動	324
7-15. 分激電動機速度之控制	325
7-16. 分激及複激電動機之應用	332
7-17. 串激電動機之應用	334
7-18. 串激電動機特線之方程式	335
7-19. 電氣鐵道電動機之工作週	345
7-20. 混聯控制法	347
7-21. 電氣鐵道之控制器	349
7-22. 電動機加速及減速之力學	354
7-23. 電動機加速所需之時間	356
7-24. 電動機速度之減小	361
7-25. 動力制動法, 再生控制法	363
7-26. 飛輪之均載作用	365

7-27. 數電動機負載之分擔	366
-----------------------	-----

第八章 整流

8-1. 基本觀念	370
8-2. 整流理論之物理基礎	372
8-3. 電感理論用於簡單環捲之通用方程式	373
8-4. 基本之數學關係	375
8-5. 通用方程式之討論	377
8-6. 火花標準之修改式	379
8-7. 直線整流	381
8-8. 整流片之電流密度一般情形	383
8-9. 電刷局部電流密度之變化	387
8-10. 其他各例	387
8-11. 相鄰線圈之同時整流	389
8-12. 一槽內數線圈短接之各形相	392
8-13. 波捲中之選擇整流	396
8-14. 短接之時間	396
8-15. 刷寬對於平均電抗電壓及大概整流情形之影響	397
8-16. 刷寬間位落之變化	402
8-17. 整流電勢, 電抗電壓及電刷位落之關係	403
8-18. 整流磁場之脈振	408
8-19. 短接電流對於主磁場之反作用, 飛閃	409

8-20. 火花常數	411
8-21. 樞磁理論	412
8-22. 有槽電樞中自感係數 L 之計算法	413
8-23. 互感係數 M 之計算法	420

第九章 整流裝置,補償捲及整流極

9-1. 電機無輔助裝置時之整流	425
9-2. 最早時之整流裝置	429
9-3. 補償原則	431
9-4. 補償線捲	432
9-5. 整流極	435
9-6. 氣隙間之磁流分佈	437
9-7. 整流極之線捲	438
9-8. 整流極之複激作用	440
9-9. 整流極機之磁漏	442
9-10. 整流極對於線圈自感之影響	443

第十章 效率,定額及發熱

10-1. 慣例及測定效率	445
10-2. 直流發電機及電動機之損耗	448
10-3. 恆電位恆速度電機之效率及損耗	450
10-4. 變換之效率,電氣與機械效率	457

10-5. 最大效率之條件	458
10-6. 最大效率點之所在	461
10-7. 全日效率	462
10-8. 變磁流變速度電機中之效率及損耗	463
10-9. 電阻耗	465
10-10. 鐵心耗	468
10-11. 機械耗	476
10-12. 負載雜流耗	478
10-13. 定額及容量	480
10-14. 溫度限制	482
10-15. 美國電機製造業公會之定額	486
10-16. 鐵道電動機之發熱	487
10-17. 整流限制	488
10-18. 過速限制	489
10-19. 出量方程式	489
10-20. 發熱及降冷曲線	491
10-21. 電樞之發熱	495
10-22. 場圈之發熱	499
10-23. 整流器之發熱	500
10-24. 封閉式電動機之定額	501

第十一章 昇壓機及平衡機,列車電矽制

11-1. 昇壓機	504
11-2. 串激昇壓機	504
11-3. 分激昇壓機	505
11-4. 恆流昇壓機或單向昇壓機	507
11-5. 雙向昇壓機	510
11-6. 昇壓機之輔助控制	511
11-7. 赫巴特反電勢制	511
11-8. 恩芝制	512
11-9. 畢蕉制	514
11-10. 平衡機	515
11-11. 列車電炤	516
11-12. 列車電炤制中之電壓調整法	518
11-13. 電阻調整法	518
11-14. 發電機磁場調整法	519
11-15. 磁場與線路調整法	521
11-16. 利用電樞反作用之調整法	524
11-17. 盧森堡列車電炤發電機	524
11-18. 盧森堡電機作為電動機之運用法	531
11-19. 盧森堡發電機之改良	532
11-20. 第三電刷式之發電機	534
11-21. 特種弧銲發電機	549
11-22. 分磁極發電機	551

直流電機原理

第一章 定律及定義

1-1. 引言 電機之設計，與其運用之特性均基於一定之學理，欲求對於此學理獲一明晰之概念，則須先於電磁學中之根本物理現象，以及關於此現象之種種定律及定義，均能徹底明瞭而後可。本章之目的，即將此種現象，定律及定義，擇其可應用於直流電機原理上者，作一簡約之敘述。若讀者願於此基本原理上得一更詳盡之了解，則請參閱其他參考書。

1-2. 磁鐵，磁場 磁鐵之名，原自磁石而來。磁石為一種氧化鐵 (Fe_3O_4)，即今所謂磁鐵礦是。此物早有人發現能吸引鋼鐵細屑，且如以鐵或鋼與磁石相磨擦，則吸引之特質即傳至鐵或鋼上，而成磁鐵。但至十九世紀，方知用絕緣線圈 (coil) 環繞鐵質物體，通以電流，即得人造磁鐵。鋼之合金中，如鉻鋼等磁化後能保持此種特質永久不變者，謂之為永久磁鐵。如欲增加持久性，可使該磁鐵受適當限度之交變冷熱，蓋如此可收人工陳老磁鐵之效。純粹之軟鐵，雖受電圈之電流極強磁化，