

學電車汽

著編壽昌陸

行印局書中正

汽 車 電 學

陸 昌 壽 編 著

正 中 書 局 印 行

版權所有



翻印必究

中華民國四十七年八月臺初版

中華民國六十五年八月臺八版

汽車電學

全一冊 基本定價四元

(外埠酌加運費滙費)

編著者 陸 昌 壽
發行人 黎 元 譽
發行印刷 正 中 書 局

(臺北市衡陽路二十號)

海外總經銷 集成圖書公司

(香港九龍油麻地北海街七號)

海 風 書 店

(日本東京都千代田區神田神保町一丁目五六番地)

東 海 書 店

(日本京都市左京區田中門前町九八番地)

新聞局出版事業登記證 局版臺業字第〇一九九號(4102)
(2000) 榕

序

汽車除引擎外，電器部份爲最重要之機件。由於電器之易於控制，各汽車製造廠家都竭盡能力，向電器方面求研究改良，歷年來汽車上電器日新月異，精益求精，進步神速，前途尙未可限量。

但本國汽車業之一般技術員工，平時對電器因缺少認識，再加電器種類繁多，分辨不清，每因一綫之誤，使電器全然不起作用，或使引擎效能降低，甚至立刻燒壞機件，遭受無謂之損失。故吾人對汽車電學實應加倍努力，以求迎頭趕上。實際上凡從事電器工作者，若能明白其原理，略加思索分析，順序處理，立可化繁爲簡，事半功倍，並興趣盎然。

本書對汽車各種電器之原理、保養及修理方法，均有極詳細完善之介紹，配以近千幅之精緻插圖，甚易做照學習，務使讀者因本書之助，成爲一個能知能行之汽車電氣優秀技術人員。

編著本書曾抱定寧缺不濫之宗旨，積年來網羅國內外各汽車電學教科書、各汽車最新雜誌、及各廠牌汽車之修護手冊凡四十餘種，積地三呎餘高，取精捨蕪，著成此書，此外美國諸大電器製造廠家亦直接提供普通書籍中不可獲得之許多寶貴資料，一併列入本書，故本書無愧稱爲最完備之汽車電學全書。

著者 中華民國四十七年七月十五日於臺北

汽車電學

目 錄

第一章 電磁原理

1. 1 電與水之比較.....	1	1.12 靜磁.....	12
1. 2 單位與符號.....	2	1.13 磁力綫.....	13
1. 3 串聯,並聯,複聯.....	3	1.14 磁感應.....	14
1. 4 電壓.....	4	1.15 電磁.....	14
1. 5 電流.....	5	1.16 綫圈.....	16
1. 6 電阻.....	5	1.17 互感應與自感應.....	17
1. 7 歐姆定律.....	7	1.18 磁場,電流,運動.....	18
1. 8 電功率.....	9	1.19 電學中常用符號.....	19
1. 9 導電體與絕緣體.....	9	1.20 電綫.....	21
1.10 電路,斷路,短路,搭鐵.....	10	1.21 電流錶與電壓錶.....	21
1.11 靜電.....	11	1.22 習題.....	26

第二章 汽車電路

2. 1 充電系統.....	27	2. 4 燈路系統.....	30
2. 2 起動系統.....	23	2. 5 其他電路系統.....	32
2. 3 點火系統.....	23	2. 6 習題.....	32

第三章 電瓶

電瓶原理

3. 1 電瓶功用.....	33
3. 2 電瓶構造.....	34
3. 3 充放電作用.....	41
3. 4 由電水比重決定充電程度.....	44
3. 5 比重之溫度校正.....	43
3. 6 電瓶電壓.....	46

3. 7 電瓶容電量.....	47
3. 8 溫度對於容電量之影響.....	59
3. 9 熱帶地區電瓶之使用.....	50
3.10 寒帶地區電瓶之使用.....	50

電瓶保養

3.11 清潔電瓶.....	51
3.12 電瓶加水.....	52

3.13	電瓶拆裝	57
3.14	定期保養	59
3.15	其他保養注意事項	60

電瓶檢驗

3.16	電水比重檢驗	61
3.17	高速放電檢驗	63
3.18	開路電壓檢驗	67
3.19	低速放電檢驗	63
3.20	鏽蝕檢驗	69
3.21	容電量檢驗	73

電瓶充電

3.22	車上充電不足之原因	77
3.23	工場充電	78
3.24	充電前之準備工作	79
3.25	充電率	79
3.26	等流充電法	80
3.27	等壓充電法	81
3.28	快速充電法	82
3.29	充電用之整流器	86

電瓶故障與處理

3.30	影響電瓶壽命之因素	91
3.31	電瓶不能經常保持充滿狀態	95

3.32	硫化電瓶之處理	93
3.33	電瓶電水比重失常時之處理	97
3.34	電瓶中有雜質之處理	93
3.35	分電池反極之處理	93

電瓶修理

3.36	電瓶分解	99
3.37	分解後之檢驗	102
3.38	電瓶修理	103

新電瓶之使用

3.39	新電瓶之使用準備	111
3.40	新電瓶大小之選擇	114
3.41	備好記錄	115
3.42	新電瓶退回工場後之檢驗	115

電瓶儲藏

3.43	內部放電	116
3.44	電瓶儲藏方法	117
3.45	儲藏倉庫	120
3.46	儲藏管理	121
3.47	習題	122

第四章 發電機

4.1	原理	123
4.2	構造	127
4.3	發電機種類	131
4.4	發電機保養	133
4.5	拆修前之檢驗	135

4.6	發電機之分解	136
4.7	清洗	133
4.8	磁場線圈之檢驗	139
4.9	磁場線圈之修理	141
4.10	電樞檢驗	142

4.11 電樞修理.....	143
4.12 發電機蓋板檢驗.....	143
4.13 蓋板修理.....	150
4.14 裝配.....	151

4.15 裝配後之檢驗調整.....	152
4.16 檢修發電機其他注意事項	154
4.17 習題.....	155

第五章 調整器

5.1 調整器之功用.....	153
5.2 調整器之構造.....	159
5.3 調整器之種類.....	160

德可雷美牌調整器

5.4 標準型與重級型之區別...	160
5.5 調整器構造及作用.....	162
5.6 溫度調節.....	163
5.7 調整器注意事項.....	163
5.8 調整器白金點修理.....	171
5.9 斷電器檢修校正.....	174
5.10 電壓調整器檢修校正.....	181
5.11 電流調整器檢修校正.....	187
5.12 按實際情況適當校正.....	191
5.13 簡單檢驗法.....	190

奧圖來特牌調整器

5.14 標準型與重級型之區別...	192
5.15 調整器構造及作用.....	194
5.16 溫度調節.....	199
5.17 散流器保護白金.....	200
5.18 充電線路電阻檢驗.....	202
5.19 調整器檢修前之準備工 作.....	204

5.20 電壓調整器檢修校正.....	206
5.21 斷電器檢修校正.....	208
5.22 電流調整器檢修校正.....	211

福特牌調整器

5.23 概述.....	211
5.24 調整器構造及作用.....	214
5.25 斷電器檢修校正.....	216
5.26 電壓調整器檢修校正.....	219
5.27 電流調整器檢修校正.....	221

重級調整器

5.28 德可雷美牌重級調整器構 造及作用.....	222
5.29 德可雷美牌重級調整器檢 修校正.....	223
5.30 奧圖來特牌重級調整器檢 修校正.....	225

礮片式調整器

5.31 調整器構造及作用.....	229
5.32 調整器檢修校正.....	230
5.33 習題.....	232

第六章 起動馬達

構造原理

6. 1	起動馬達作用原理	235
6. 2	起動馬達構造	236
6. 3	傳動機構	239
6. 4	起動開關	243

檢修保養

6. 5	起動馬達保養	257
6. 6	起動系統電阻檢驗	263
6. 7	起動馬達分解前之檢驗	261
6. 8	起動馬達分解與清洗	261

6. 9	磁場繞圈之檢驗	262
6. 10	磁場繞圈之修理	261
6. 11	電樞檢驗	261
6. 12	電樞修理	238
6. 13	蓋板及軸承檢驗	269
6. 14	蓋板及軸承修理	270
6. 15	傳動機構檢驗	271
6. 16	起動開關檢修	272
6. 17	起動馬達裝配	230
6. 18	起動馬達運轉試驗	231
6. 19	習題	283

第七章 電樞修理

7. 1	簡單電樞繞綫方法之說明	287
7. 2	疊式繞綫法	292
7. 3	波式繞綫法	293
7. 4	進繞及退繞	293
7. 5	記錄舊電樞之資料卡片	302
7. 6	舊電樞剝解前加註記號	305
7. 7	剝解電樞	307
7. 8	鐵芯之壓合及絕緣	309
7. 9	汽車發電機電樞繞綫實例	310
7. 10	綫圈綫頭焊連前之檢驗	311
7. 11	綫圈綫頭焊連於整流子	313
7. 12	電樞之搭鐵檢驗	315
7. 13	搭鐵電樞之修理	318

7. 14	電樞之短路檢驗	319
7. 15	短路電樞之修理	321
7. 16	電樞之斷路檢驗	323
7. 17	斷路電樞之修理	324
7. 18	電樞繞圈接反之檢驗	325
7. 19	電樞縛紮	323
7. 20	上漆與烘烤	324
7. 21	整流子構造	330
7. 22	新雲母片及雲母環之製造	332
7. 23	整流子之裝合	335
7. 24	整流子之修理	336
7. 25	電樞修理工場所用之工具	339
7. 26	習題	344

第八章 點火系統

構造原理

8. 1	概述	343
8. 2	高壓電之產生	347
8. 3	發火綫圈構造	350
8. 4	分電盤構造	353
8. 5	點火提前	361
8. 6	白金閉角	370
8. 7	火花塞	371
8. 8	高壓電極性	378
8. 9	雙白金, 雙點火及雙火花塞 點火系統	379
8.10	加外電阻發火綫圈之改良 綫路	383

檢驗

8.11	綫路檢驗	383
------	------	-----

8.12	發火綫圈檢驗	333
8.13	分電盤白金臂檢驗	392
8.14	分電盤容電器檢驗	399
8.15	分電盤零件檢驗	402
8.16	分電盤點火提前機構檢 驗	403
8.17	火花塞檢驗	409

保養修理

8.18	發火綫圈保養	415
8.19	分電盤保養	415
8.20	分電盤拆卸及分解	417
8.21	分電盤裝配及安裝	419
8.22	火花塞拆卸及安裝	423
8.23	習題	432

第九章 汽車儀錶

汽油錶

9. 1	綫圈串聯式汽油錶	435
9. 2	綫圈並聯式汽油錶	440
9. 3	電熱偶式汽油錶	445
9. 4	雙電熱偶式汽油錶	449

機油壓力錶

9. 5	波唐管式機油壓力錶	453
9. 6	電熱偶式機油壓力錶	454
9. 7	綫圈串聯式機油壓力錶	457
9. 8	綫圈並聯式機油壓力錶	458

溫度錶

9. 9	波唐管式溫度錶	459
9.10	電熱偶式溫度錶	461
9.11	綫圈式溫度錶	463

電流錶

9.12	直綫式電流錶	464
9.13	綫圈式電流錶	463

路碼錶

9.14	路碼錶	467
9.15	習題	472

第十章 其他電器

燈路

10. 1	燈光之條件.....	474
10. 2	汽車燈泡.....	475
10. 3	頭燈.....	476
10. 4	頭燈之校正.....	479
10. 5	頭燈之拆裝.....	487
10. 6	頭燈繼電器.....	483
10. 7	其他燈光.....	491
10. 8	燈開關.....	492
10. 9	自動變光開關.....	493
10.10	超載斷流器.....	499
10.11	轉向燈.....	504

10.12	警告燈.....	507
10.13	燈光綫路.....	503

喇叭

10.14	喇叭之構造.....	510
10.15	喇叭之檢修與保養.....	513

電動雨刷

10.16	電動雨刷之構造.....	520
10.17	電動雨刷之檢修.....	522

電動窗子

10.18	電動窗子.....	525
10.19	習題.....	529

第十一章

故障處理

11. 1	電瓶充電不足.....	530
11. 2	發電機發電不足.....	535
11. 3	發電機發出電壓過高.....	537
11. 4	利用電流錶初步檢定充電 系統故障.....	537
11. 5	起動開關按下,但不能搖 動引擎.....	541
11. 6	利用車上頭燈,初步檢定起	

	動系統故障.....	543
11. 7	每根火花塞均無火花.....	547
11. 8	有幾根火花塞纔發出良 好之火花.....	543
11. 9	所有火花塞祇是偶然發 生火花.....	548

第十二章

最近發展

12. 1	12伏特電系之使用.....	550
12. 2	鎢金電瓶.....	553

12. 3	交流充電系統.....	559
-------	-------------	-----

測驗

附錄一 各廠牌汽車電系類別

附錄二 習題及測驗答案

汽車電學

第一章 電磁原理

1.1 電與水之比較

汽車上各項另件，如活塞，聯桿，輪胎等，吾人目可看見，手可摸到，較易瞭解。電却不同，無法看見摸到，故一般汽車技工皆認為電學，極為神祕奧妙，難於想像與學習。但如將電之各項性能，以水來解釋，電學之困難就不再存在。

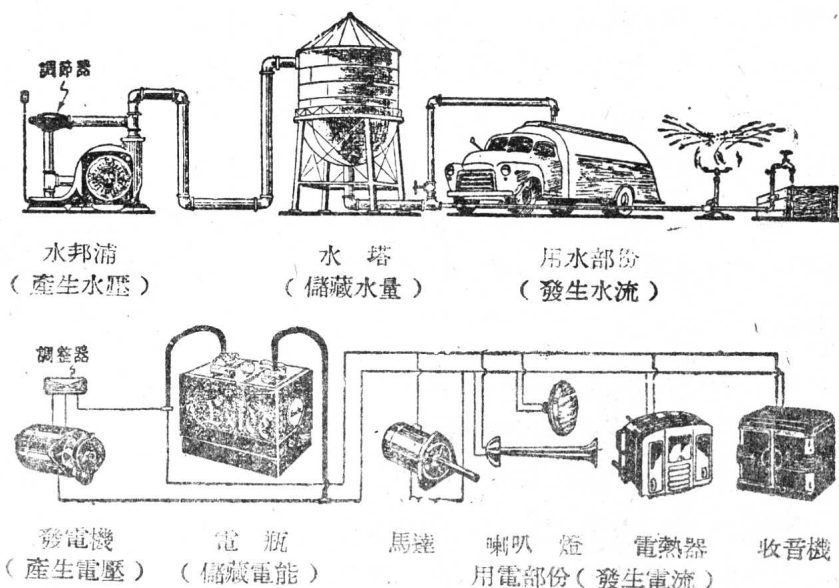


圖 1 電與水之比較

圖1之上圖，說明一個水邦浦轉動時，將水池中之水，經過調節器，送到很高之水塔中儲藏。當各用水部份開關打開時，水塔中之水，受本

身重量之壓力(就是水壓),向下流動到用水部份,如水車,噴水池等,發生水流。

圖1之下圖是電的對照情形,說明一個發電機轉動時,將電瓶充電,儲藏電能。當開關閉上時,電瓶中之電,受電壓力量,使電流動到各用電部份,如馬達,喇叭,燈等,發生電流。實際上電流是電子在流動。

普通一根水管,不論製造得如何精細光滑。其表面經放大鏡高度放大後,猶如圖2般高低不平,水在其中流動時,與四周之邊壁相撞,受到阻力,不能暢快地流過,稱為水阻。

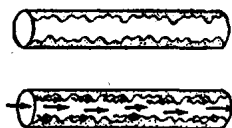


圖2 水阻和電阻

電線在吾人肉眼中,祇是一根平滑之電線,但對於細小之電子而言,電線之內壁也正與水管一般高低不平。電子流動時,受到邊壁之阻力,不能順利流過,此項阻力,稱為電阻。

又水從水塔流下,裝滿水桶,代替吾人到水池取水,是水做的功。為明白作功之快慢,以一秒鐘做多少功來區別,稱做水功率。

電燈燃亮,使吾人能讀書做工。電爐將生米燒成熟飯,此均為電所做之功,稱為電功。一秒鐘電做多少功,稱為電功率,或者解釋為一秒鐘消耗電之數量。

綜結以上,得獲下列定義:

電壓——推動電子流動之力量。

電流——電子流動之現象或速度。

電阻——電子流動時受到之阻力。

電功率——一秒鐘電做之功,或者消耗電之數量。

1.2 單位與符號

習慣上,吾人稱呼一本書,一碼布,一斤米,其中“本”,“碼”,“斤”均

為單位，以區別東西與數量。如誤稱為一碼米，或一本布，必然貽笑於人，故單位不能誤用。電學中之電壓，電流，電阻與電功率，亦各有其單位，為紀念發明人，即以其發明人之名字作為單位，它們亦不能誤用，為書寫方便起見，又規定出它們簡寫之代表符號如下：

	單	位	符	號	其 他
電 壓	伏	特	V		電阻符號 
電 流	安	培	A		
電 阻	歐	姆	Ω		
電 功 率	瓦	特	W		

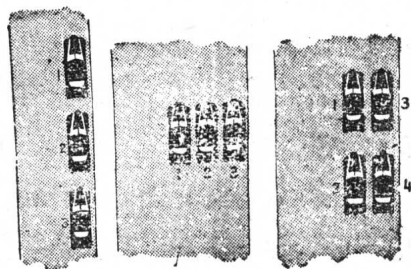
如果某項電器名牌上註明110 V. 5A. 550W., 其意義是電壓110伏特，電流5安培，電功率550瓦特。

1.3 串聯 並聯 複聯

汽車上常常一個線路中，包含幾項電氣另件，由於連接方式之不同，而有串聯，並聯與複聯三種連接方法。

試以汽車行駛例子解釋，圖3之甲圖，第1, 2, 3三輛汽車首尾相接，第3輛跟隨第2輛，第2輛跟隨第1輛，三輛汽車走同一路線，成一連串，稱為串聯。

乙圖三汽車並排前進，各車走各自路線，互不干涉，稱為並聯。



(甲) 串聯 (乙) 並聯 (丙) 複聯

圖3 串聯，並聯，複聯

丙圖中，第1與第2號汽車，第3與第4號汽車各為串聯，而第1與第3

號,第2與第4號汽車又爲並聯,同時有串聯與並聯存在時,稱爲複聯。

1.4 電 壓

(1) 串聯

圖4之上圖,說明三個水桶,均爲6呎高,如將三桶重疊,每桶下開一出口,則第3桶水必須流至第2桶,再至第1桶流出,成爲串聯。其總水壓與18呎高之水桶相等,比原來每桶水壓爲大。

同理,三個6伏特電瓶,如果將正極與負極相連,則第3只電瓶之電,流經第2只電瓶,再至第1只電瓶流出,成爲串聯,其總電壓爲18伏特,比原來每只電瓶電壓爲大。

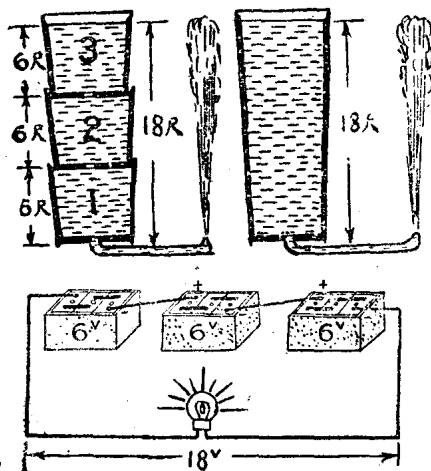


圖4 串

(2) 並聯

若將三個水桶並排放置,用一水管將三桶之

底部連通,則第3桶水逕自流出,不必流至第2桶與第1桶,各桶水互不干涉,成爲並聯。其情況宛如水桶橫方向加大,高度不增加,所以總水壓仍與原來水壓相同。(圖5)

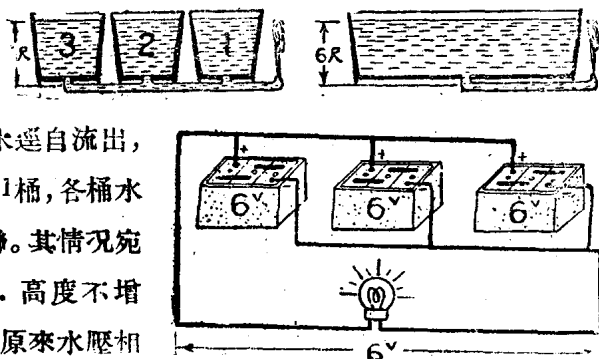


圖5 並 聯

同理三只電瓶正極與正極連接，負極與負極連接時，如圖5，則各電瓶之電逕自流出，成爲並聯。其總電壓仍爲6伏特，與原來每只電瓶電壓相同。

由此得出結論：

串聯時，總電壓比原來電壓爲大。

並聯時，總電壓與原來電壓相同。

1.5 電流

水恆由高處向低處流動，直到二處水壓相等，同樣高度時，水不再流動。

電亦是從高電壓向低電壓處流動，直到二處電壓相等時，電不再流動。習慣上，吾人假定電是由正極(+)流向負極(-)，車身與地面電壓是零。實際上電子是由負極(-)流向正極(+)。

一安培相當於一秒鐘流過一庫倫之電子量，即6,280,000,000,000,000個電子。

汽車上各處各電線之電流方向恆爲一定，稱爲直流電，簡寫成D.C.。電力公司供給各家庭各工廠之電流方向，經常在變換，稱爲交流電，簡寫爲A.C.。每秒鐘變換之次數，定名爲週率，如50或60週率之交流電，表示每秒鐘正負電來回交換50或60次。

1.6 電阻

(1) 粗細——前文述及，水管四壁，即使精細加工，仍是粗糙不平，不論粗管或者細管，其邊壁粗糙程度相等。以粗管而言，水流動時，雖然邊圍受到阻力，中央大部份水，仍可暢行無阻。但對於細管，幾乎大部份爲糙面所阻，中央無阻力處所騰無幾。所以粗管阻力小，細管阻力大。

粗電線與細電線，對於電子流動之情形，正與水相仿，亦是粗線電

四小，細線電阻大，圖6。

市面上電線出售，以號數區別。常用之電線自0000號至40號止，分44種號數，號數愈大，電線愈細。例如0號，10號與30號三種電線，以0號為最粗，10號中等，30號最細。以此三種電線各取1000呎長，在攝氏25度時測量其電阻，0號線為1/10歐姆，10號線為1歐姆，30號線為105歐姆。由此證明電線愈細，電阻愈大。

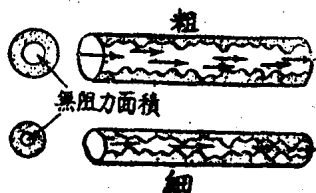


圖6 粗線阻力小，細線阻力大

(2) 長短——如自來水廠以同樣粗細之自來水管敷設，必定是靠近水廠之人家，水流暢通，遠離水廠之人家缺水。因為水管愈長，水在管中流過之路程愈長，受到邊壁之阻力愈多，所以短管阻力小，長管阻力大。

同理，短線電阻小，長線電阻大。

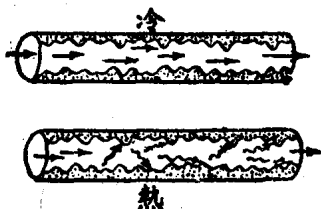


圖7 電阻冷時小，熱時大

(3) 冷熱——一盆冷水放置時，水面平靜安定。若經加熱，即可看到水之分子上下四周翻動，極不穩定。可以想像冷水在水管中平穩地流動，碰撞邊壁機會較少，受到阻力小。熱水因水分子本身不安定，流動時屢次向邊壁碰撞，受到阻力較大。

電子亦是冷時穩定，熱時活躍，故電線冷時電阻小，熱時電阻大。汽車上多種電器部份，規定要先運轉引擎，使變溫熱後，方可調整，即為此項理由。

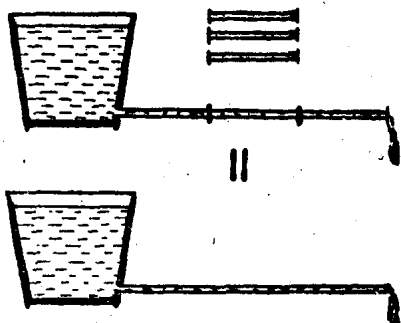


圖8 水管之串聯

(4) 串聯，並聯——如果三根

同樣粗細之水管，將之首尾連接，再與水桶接上，其情況與一根長管相同，長管之阻力大於短管，故串聯時，總阻力比原來每根阻力為大。圖8。

反之，將三根短管同接在水桶，各管中水逕自流出，互不干涉，成為並聯。其效能宛若桶上裝置一根粗管。粗管之阻力小於細管。故並聯時，總阻力比原來每根阻力為小。圖9。

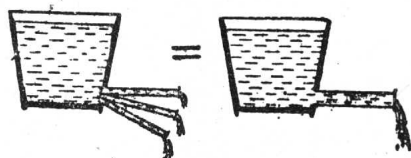
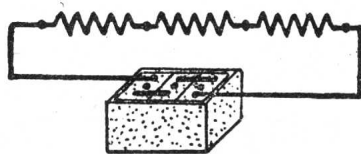


圖9 水管之並聯

對於電亦是一樣，三個電阻串聯時，電流連續經過三次電阻，故串聯時，總電阻變大。如圖10。



若三個電阻並聯時，電流三路並進，可大量流出，相當電阻變小，故並聯時，總電阻變小。圖11。

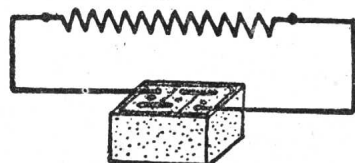


圖10 串聯時電阻變大

(5) 結論——綜合前述各點，關於電阻之大小，得出下表：

電阻大	細線	長線	熱	串聯
電阻小	粗線	短線	冷	並聯

此外線頭髮動時，電阻大；線頭收緊時電阻減小。

1.7 歐姆定律

電壓，電流和電阻之間，有一個相互關係，就是歐姆定律，其公式為：

$$\text{電壓} = \text{電流} \times \text{電阻} \\ (\text{伏特}) (\text{安培}) (\text{歐姆})$$

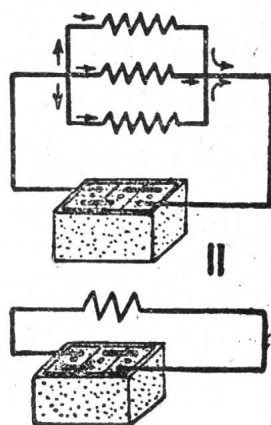


圖11 並聯時總電阻變小