

科學圖書大庫

電 工 學

譯者 翁上錦 · 劉光萬

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

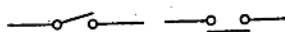
電 工 學

譯者 翁上錦·劉光萬

徐氏基金會出版

圖解符號

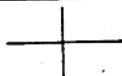
接觸開關 (一般性)



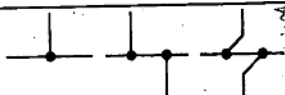
切換開關



跨線



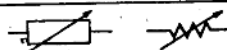
連接線



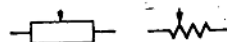
固定電阻



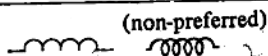
可變電阻



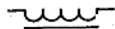
分壓器



電感或繞組



帶鐵芯電感器



電容器



阻抗



保險絲



接地



燈泡

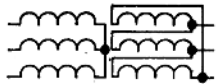
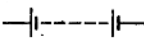
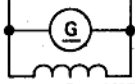
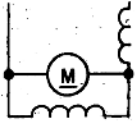
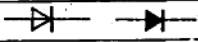


帶鐵芯變壓器



自動變壓器



電流變壓器	
三相變壓器 Y - Δ 連接	
電池	
直流發電機、直流馬達	
交流發電機、交流馬達	
直流發電機、分激式	
直流並激發電機	
直流串激發電機	
直流複激發電機	
三相同步發電機，Y 點輸出	
三相鼠籠式馬達	
三相感應馬達	
整流器	
電晶體 (npn ; npn)	

長度、體積、質量和時間單位

量	單位	符號
長度	公尺	m
	公里	km
質量	仟克 (公斤)	kg
	百萬克	Mg
	(公噸 1Mg)	t

量	單位	符號
體積	立方公尺	m ³
	公升 (0.001m ³)	ℓ
時間	秒	s
	分	min
	小時	h

電學與磁學

數 量	數量符號	單 位	單位符號
導納	Y	西門子 (siemens)	S
角速度	ω	徑 / 每秒	rad/s
電容器	C	法拉	F
		微法拉	μF
		微微法拉	pF
		庫倫	C
電荷或電量	Q	西門子	S
電導	G	西門子 / 每公尺	S/m
傳導係數	σ		
電流	I	安培	A
		毫安培	mA
		微安培	μA
瞬間值	i		
最大值	I _m		
電流密度	J	安培 / 平方公尺	A/m ²
電位差	V	伏特	V
		毫伏特	mV
		仟伏特	kV

瞬間值	v		
最大值	V_m		
電場強度	E	伏特 / 公尺	V/m
靜電磁通	Ψ	庫倫	C
靜電磁通密度	D	庫倫 / 公尺 ²	C/m^2
靜電力			
穩定或有效值	E	伏特	V
瞬間值	e		
最大值	E_m		
能量	W		
		焦耳	J
		仟焦耳	kJ
		百萬焦耳	MJ
		瓦特小時	$W \cdot h$
		仟瓦小時	$kw \cdot h$
		電子伏特	eV
力	F	牛頓	N
頻率	f	赫 (hertz)	Hz
		仟赫	KHz
		百萬赫	MHz
阻抗	Z	歐姆	Ω
自感抗	L	亨利 (henry)	H
互感抗	M	亨利	H
磁場強度	H	安培 / 公尺	A/m
磁通	ϕ	韋伯 (weber)	W_b
磁通密度	B	泰斯拉 (tesla)	T
磁動力	F	安培	A
自由空間導磁率			
磁常數	μ_0	亨利 / 公尺	H/m
相對導磁率	μ_r	亨利 / 公尺	H/m
絕對導磁率	μ	亨利 / 公尺	H/m

自由空間誘電率			
誘電常數	ϵ_0	法拉 / 公尺	F / m
相對誘電率	ϵ_r	法拉 / 公尺	F / m
絕對誘電率	ϵ	法拉 / 公尺	F / m
功率	P	瓦特	W
		仟瓦特	kw
		百萬瓦特	Mw
電抗	X	歐姆	Ω
伏安電抗	—	光	VA _v
磁阻	S	安培 / 韋伯	A / Wb
電阻	R	歐姆	Ω
		微歐姆	$\mu\Omega$
		百萬歐姆	M Ω
電阻係數	ρ	歐姆公尺	$\Omega \cdot m$
		微歐姆公尺	$\mu\Omega \cdot m$
電納	B	西門子	S
轉矩	T	牛頓公尺	N · m
伏安	—	伏安	VA
		仟伏安	kVA
波長	λ	公尺	m
		微安尺	μm

光

數 量	數量符號	單 位	單位符號
照明	E	勒克司 (Lux)	lx
亮度 (接物鏡亮度)	L	燭枱 / 公尺 ²	cd / m ²
光通量	ϕ	流明 (Lumen)	lm
發光強度	I	燭枱	cd
發光效率	—	流明 / 瓦特	lm / w

電工機械

項 目	符號
電樞導體的數量	Z
整流子片或棒的數量	C
極對總數	P
並聯電路的數量	C
相位總數	m
圈數	N

各種倍數之縮寫

T	tera	10^{12}
G	giga	10^9
M	mega 或 meg	10^6
K	kilo	10^3
d	deci	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	pico	10^{-12}

使用希臘字母作符號

字 母	大 寫	小 寫
Alpha	—	α (角度, 電阻溫度係數, 電晶體共基極電路電流放大倍數)
Beta	—	β (電晶體共射極電路電流放大倍數)
Delta	Δ (增量, 綱目連接)	δ (小增量)
Epsilon	—	ϵ (誘電率)

Eta	—	η (效率)
Theta	—	θ (角度, 數度)
Lambda	—	λ (波長)
Mu	—	μ (微, 導磁率, 放大倍數)
Pi	—	π (圓周 / 直徑, 圓周率)
Rho	—	ρ (電阻係數)
Sigma	Σ (和)	σ (傳導係數)
Phi	Φ (磁通)	ϕ (角度, 相差)
Psi	Ψ (電磁通)	
Omega	Ω (歐姆)	ω (方角, 角速度, 角頻率)

其他類型的符號

項 目	符 號	項 目	符 號
近似等於	$\simeq$	小小於	$\ll$
比例於	$\propto$	自然對數之底數	e
無限大	∞	x 的普通對數	$\log x$
和	Σ	x 的自然對數	$\ln x$
增量或有限差量符號	Δ, δ	$\sqrt{-1}$ 複數符號	j
大於	$>$	溫度	θ
小於	$<$	時間常數	T
大大於	$\gg$	效率	y
		每單位	PU

電子值和半導體元件

放大倍數	μ
互導	gm
陽極交流 (或斜率) 電阻	r.
電壓放大倍數	A
共基極電晶體電路之電流放大倍數	α
共射極電晶體電路之電流放大倍數	β

各種名稱的簡稱

陽極	A, a
陰極	K, k
控制柵極	G, g
射極	E, e
基極	B, b
集極	C, c

以大寫情況描述直流和平均值

I_A = 直流陽極電流 (無信號時)

V_G = 直流柵陰電壓

I_C = 直流集極電流 (無信號時)

V_{CB} = 電晶體電路直流集基電壓 (無信號時)

以小寫情況描述變化值

i_A 和 I_A = 陽極電流部分各別瞬間值或有效值

v_{CB} 和 V_{CB} = 電晶體電路中集極和基極電壓變化的瞬間值或有效值。

一致的描述：上列電壓值或電流值的註腳表示第一端對於第二端之間的數量；因此 V_{CB} 代表電晶體電路中集極對於基極間直流電壓。

參考點的選用不需要維持符號的意義，第二個文字描述常被忽略；因此， V_A 代表陽極直流電位對於陰極的電壓值。

電和磁 S I 單位的定義

安培 (A) 是電流的常數，假如有二股電流維持在兩條並聯無限長導體中 (忽略環繞交叉部分)，置於真空中距離 1 公尺，這兩條導體將產生 2×10^{-7} 牛頓 / 公尺的排斥力。庫倫 (c) 是 1 安培電流通過 1 秒所得的電量。

伏特 (V) 是兩個帶有 1 安培電荷導體間之電位差，當這兩點間功率消耗等於 1 瓦特時。

歐姆 (Ω) 是當有 1 伏特固定電位差加在兩導體之間使產生 1 安培

電流所顯示出來的阻力。(這導體並非任何電動力的來源)。

亨利 (H) 是當有一股電流在封閉迴路內規則地以每秒 1 安培的速率變化，所產生 1 伏特應電勢的電感。

(注意：這股電流也會在第二個電路感應生出電動勢，那就是互感。)

法拉 (F) 是 1 庫倫電量充在電容器兩端，在兩板上產生 1 伏特電位差的電量。

韋伯 (Wb) 是指 1 伏特應電勢在磁路內規則地在 1 秒內減少至零所產生的磁通量。

泰斯拉 (T) 是磁通密度，等於 1 韋伯 / 公尺²

其他有關 S I 單位的定義：

牛頓 (N) 是指 1 公斤質量，使它產生 1 公尺 / 每秒每秒的加速度所需要的力。

Pascal (Pa) 是壓力的單位，等於 1 牛頓 / 公尺²

焦耳 (J) 是指有 1 牛頓的力作用在物體上，順著作用力的方向，移動 1 米所作的功。

瓦特 (W) 是功率的單位，等於 1 焦耳 / 每秒。

赫芝 (Hz) 是頻率的單位，亦指每秒變化的次數。

流明 (lm) 是具有 1 燭台規則亮度的點光源在單位立體角所通過的光通量。

勒克司 (lx) 是 1 流明 / 公尺² 的照明單位。

目 錄

圖解符號

字母符號、縮寫與定義：

第一章 電路..... 1

單位—標準—電阻—最大功率轉移—重疊定理—克希荷夫定律—戴維寧定理— Δ —Y和Y— Δ 轉換—直流分佈系統—雙重描述符號

第二章 電磁學..... 36

磁通—作用在帶電導體之力—電磁感應—佛來銘右手定則—楞次定律

第三章 磁路..... 52

各種磁場單位及其關係—組合磁路—漏磁—磁滯—電磁的環流理論—電磁的最小體積—磁鐵負載線—銅磁鐵—長線筒—磁性拉力—帶電導體間的作用力

第四章 直流電路內的電感..... 97

自感—環形線筒的電感—鐵芯電感器—感應電路內電流的擴張與衰微—互感—耦合係數—感應耦合線圈串聯後的電感

第五章 靜電學..... 128

原子的結構—電荷—導體中電子的運動—靜電單位—電容器接成串聯

與並聯—平行板電容器—作用在電場中絕緣電荷的作用力—通過靜電場之電子的偏向—充電與放電電流—在介電質中的位移電流—充有電荷之電容器的貯能—充電板間的吸引力—介質強度	
第六章 直流電機	171
環形繞組電樞—換向器—搭疊與波形繞組—感應電勢方程式—電樞反應—換向	
第七章 直流發電機	195
激磁方法—開路特性—串聯並聯負載特性，複激和分激發電機	
第八章 直流電動機	206
轉速和轉矩特性—起動—以變阻器和開流體控制轉速	
第九章 直流電機的效率	227
直流電機中的損失—最大效率條件—效率的求法—斷路器，分別測量損失法和霍普金森試驗法	
第十章 交流電壓與電流	240
交流感應電壓的產生—平均值和有效值—交流的相量表示法—相量的加減	
第十一章 單相電路	258
R L C串並聯電路—串聯並聯諧振 Q 值因素—功率與功率因素—Locus diagrams—非理想電容器	
第十二章 複數符號	301
j 運算法—電阻，電抗和阻抗—電導和導納和電納—功率和伏安功率—共軛複數	

第十三章 二相和三相電路.....320

二相系統—三相系統—具有平衡負載情況下，在Y連接系統的線電壓與相電壓之關係和在 Δ 連接系統的線電流與相電流間之關係—平衡負載功率—功率與功率因素測量—雙瓦特計法

第十四章 變壓器.....344

動作原理—感應電動勢方程式—有效磁通與漏磁—洩漏電抗—等效電路—電壓調整—損失和效率—開路與短路測試—三相變壓器—自動變壓器—電流變壓器—磁化電流波形

第十五章 交流發電機繞組.....378

突極與非突極型的組成—一定片繞組—感應電勢方程式—分配與節距因素

第十六章 旋轉磁場的產生.....392

由於二相和三相電流所產生的磁通—同步速度—磁通旋轉的反方向

第十七章 同步發電機和電動機的特性.....401

同步發電機中電樞反應—電壓調整—同步阻抗—同步發電機的平行動作與同步化—改變負載和激磁的效應—起動—同步感應馬達

第十八章 三相感應電動機.....417

動作原理—滑動和轉動間 I^2R 損失的關係—轉矩/滑動特性—具有滑動圈轉子電動機的轉速控制—具有鼠籠式轉子電動機的起動

第十九章 電子管值.....431

真空二極管—充氣整流器—水銀弧整流器—金屬整流器—電橋電路與倍壓器—真空三極管—靜態特性—電壓放大—負載線—電阻電容交連—陰極偏壓—功率放大—米勒效應—四極管和五極管—閘流管—陰極

射線示波器—靜電與電磁偏向在陰極射線管的螢光幕—光電池	
第二十章 半導體元件	480
原子結構—共價鍵—N型和P型半導體—摻納二極體—接合型電晶體—共基極和共射電路—等效電路—開流體	
第二十一章 電燈與照明	510
光譜—發光強度，光通量，照明與亮度之測量及其單位—白熱燈絲燈—高壓水銀蒸氣燈—鈉蒸氣燈—螢光水銀蒸氣管—光電晶體	
第二十二章 電氣測量	532
控制與阻尼—可動線圈，可動鐵心，熱電耦，電動力，整流電樞和伏特計—靜電伏特計—電動瓦特計—電阻值的測量—歐姆錶—惠斯頓電橋—電壓計	
第二十三章 電解：一次和二次電池	558
電解—簡易電池—勒克蘭社電池—水銀電池—鉛酸，鉛鹼電池的組成，動作，及其特性—安培小時和瓦特小時的效率—硫化鈉電池的動作原理—燃料電池	
附錄：電工機械的一般理論	574
繞線組—機電能量轉換—轉矩的產生—轉矩和 $dM/d\theta$ 之間的關係—應用到整流子和三相同步電機	
例題解答	584
英漢名詞對照	604

第一章 電 路

1-1 國際單位系統

有名的國際單位系統SI通行於每一國家，各種不同的技術都緣由於下列七種基本單位。

數量	單位	符號
長度	公尺	m
質量	公斤	kg
時間	秒	S
電流	安培	A
溫度	開爾文 (Kelvin)	K
發光強度	燭台	cd
物質總數	摩爾	mol

“公尺”等於在國際指定，放電燈中橘紅色光譜線的1650763.73波長的長度。

“公斤”為質量之單位，等於一個白金銻合金製就固體圓柱之質量，此器藏於巴黎國際度量衡局。

“秒”定義為9192631770赫的輻射光所佔有的間隔距離，或相當對應於鉍原子（分子量133）的傳動時間。

“安培”之定義載於第1～6節。

水的“動態熱電溫度”凝固點的 $1 / 273.16$ 為克氏溫度 (Kelvin)，在攝氏溫度標內，水的凝固溫度點為 0.01°C ，

因此， $0^{\circ}\text{C} = 273.15\text{K}$

1°C 的溫度差距 $\Rightarrow 1\text{K}$ 的溫度差距

1-2 力的單位

SI 單位系統內，力的單位為牛頓 (Newton) N，定義為“作用在 1 公斤質量，獲得 1 公尺/秒² 的加速度”，因此，作用力 F 需要給 m 質量重的物體具有 a 的加速度。則：

$$F (\text{牛頓}) = m (\text{公斤}) \times a (\text{公尺/秒}^2) \dots\dots\dots (1-1)$$

重量：為地心引力作用在物體的作用力。由於地理位置的關係，同在海平面上，不同緯度之處，將具有不同的地心引力，如圖 1-1 所示，重 1 公斤的質量在海平面上，置於倫敦地區，實重 9.81 牛頓，一般而言，我們均假設，物體的重量 $\approx 9.81m$ 牛頓 $\dots\dots\dots (1-2)$

這裏 m 為物體的質量，單位公斤。

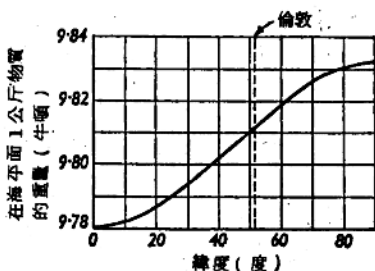


圖 1-1 緯度對重量的變化。

〔例 1-1〕 有 50 牛頓的力作用在 200 公斤質量上，求加速度。

〔解〕 代入 (1-1) 式， $50 (\text{牛頓}) = 200 (\text{公斤}) \times a$

$$\therefore a = 0.25 \text{ 公尺/秒}^2$$

【例 1-2】 某銅塊重 80 公斤，靠近倫敦地區的海平面，該銅塊重若干？

〔解〕 因為 1 公斤質量，重約 ≈ 9.81 牛頓。

$$\begin{aligned} \therefore \text{該銅塊重量} &= 80 (\text{公斤}) \times 9.81 (\text{牛頓/公斤}) \\ &= 784.8 \text{ 牛頓} \end{aligned}$$