

科學圖書大庫
最 新
汽車故障修理與保養
(車體、引擎、電路)

譯者 簡熊泰 吳橋林

徐氏基金會出版

譯 序

汽車在路上拋錨，或者引擎不能起動，起動困難，動力不足，運轉不平穩等等，多半起因於電路系統的毛病。電路系統，往往只要適當的加以清潔、緊固、調整或更換小零件，就可將故障排除，恢復其原來性能。因此，研究電路系統是很有價值的。

Leonard Holmes 所著“Car Electrical Handbook”是專為駕駛汽車人士寫的書，不談高深理論，不談複雜的儀器檢驗法。它以簡明方法說明汽車電路系統，指出那些零件容易發生故障，以及如何以簡單的工具（譬如一隻檢驗燈）去檢驗。這是一本值得一讀的書，據說原著在英國，幾乎人手一冊，因此特予譯出，以饗讀者。

簡熊泰 謹序

前 言

對於一般車主來說，即使他可以理解機械零件，却往往覺得汽車上的“電”很神秘。不過，要得到有用的工作知識，並不一定需要去研讀電學教科書。本書將現代汽車上的電系統，作簡明而實用的指導。本書解釋每個零件作什麼用途，如何作用，如何保養，如何找出其毛病，和如何修理，如何安裝種類繁多的附件。理論和技術性討論減至最少量，容易瞭解，對於重視實用的車主，提供他所要知道的常識。

目 錄

電與電工 1

主要電路.....	1
電的基本理論.....	3
歐姆定律.....	4
電磁.....	4
電路.....	5
工具與儀器.....	6
如何軟焊.....	8

汽車線路系統 10

電纜.....	11
電纜連接器.....	12
搭鐵.....	13
保險絲與斷路器.....	13
汽車線路圖.....	15
電纜顏色法規.....	15
線路毛病.....	16
額外設備裝線.....	18
拖車的燈光.....	19

蓄 電 池 21

蓄電池原理.....	21
蓄電池壽命.....	22
蓄電池保養.....	23
蓄電池檢驗.....	24

蓄電池毛病.....	25
------------	----

蓄電池充電.....	27
------------	----

直流發電機與交流發電機

.....	28
發電機警告燈.....	28
直流發電機構造.....	29
直流發電機修護.....	30
直流發電機毛病.....	33
直流發電機控制單位.....	33
控制單位毛病.....	35
交流發電機構造.....	36
交流發電機控制.....	38
交流發電機修護.....	39
交流發電機毛病.....	40

起動系統 42

電路與起動開關.....	42
起動馬達構造.....	44
慣性式傳動機構.....	45
預接式傳動機構.....	46
起動馬達保養.....	46
起動馬達毛病.....	48

點火系統 51

磁電機點火.....	51
電子點火.....	51

蓄電池——線圈點火·····	52	警告燈·····	89
點火正時提前·····	54	電流表·····	91
冷車起動系統·····	54	電壓表·····	91
線圈與高壓線保養·····	55	溫度表·····	92
分電盤修理·····	56	汽油表·····	92
火花塞·····	57	電壓穩定器·····	93
點火正時檢驗·····	60	油壓表·····	93
點火系統毛病·····	62	引擎轉速表·····	93
照明與信號·····	64	收音機與錄音機·····	95
照明電路·····	64	收音機·····	95
燈泡·····	65	安裝收音機或錄音機·····	97
頭燈·····	66	安裝揚聲器·····	99
頭燈對光·····	69	安裝天線·····	101
駕駛燈·····	70	收音機干擾之抑制·····	102
其他車燈·····	70		
安裝輔助燈·····	72		
信號系統·····	75		
閃光指示器·····	75		
煞車燈·····	77		
附件與儀表·····	79		
電動汽油泵·····	79		
電動引擎風扇·····	81		
超速控制系統·····	81		
喇叭·····	82		
擋風玻璃刮雨器·····	84		
擋風玻璃洗濯器·····	86		
汽車暖氣設備·····	88		
後車窗加熱器·····	88		
電鐘·····	88		
電動車窗升降機·····	88		
儀表板·····	89		

電與電工

不論研究汽車修理手冊中的線路圖，或研究實際安裝在車的線路，誰都會承認現代汽車的電系統看起來很複雜。但是我們瞭解這一大堆電線和電器（electric components）是由許多小的、比較簡單的電路組成的。我們可以由揭開電的神秘開始去瞭解它。

主要電路

汽車的電力是由蓄電池（battery）和發電機（generator）供應，所有其他電器都是電力的消耗者。這些電器組合成各種電路，供以電流使其發生作用。（圖1）

引擎是電力的真正來源，但引擎僅在運轉時纔有動力。引擎不運轉時，由汽車的蓄電池（電瓶）供應引擎起動、泊車燈、車內燈等等所需電流。當引擎在運轉時，引擎驅動發電機（直流發電機或者交流發電機），由發電機供應電器所需的電力，並給蓄電池充電，以補充蓄電池在汽車起動時消耗的電流。汽車上主要電路有下列幾種：

充電電路：充電電路（charging circuit）將發電機和蓄電池連接起來，此電路也包括某種形式的控制系統，以確保蓄電池所獲得的充電電流適合各種不同需要而不會充電過度。發電機警告燈顯示充電電路作用是否正確。

起動電路：引擎零件必須轉動，才能使靜止的引擎運轉起來，做這工作的是電馬達。起動馬達（starter motor）使引擎起動的數秒鐘中，自蓄電池抽取大量電流，因此在起動電路（statter circuit）必須使用粗的電纜。

點火電路：當引擎運轉時，引擎依賴一連串的电火花去點燃燃料（汽油與空氣混合法）。點火電路（ignition circuit）的高壓電路在需要的瞬間感應高壓，在每一次花塞（sparking plug）產生強烈的火花。

照明電路：照明電路（lighting circuit）供應電流給汽車各種燈。當引擎靜止時，車燈由蓄電池供電；引擎運轉時車燈由發電機供電。信號燈（signaling light），包括閃光指示器及煞車燈，屬於輔助電路，由於法

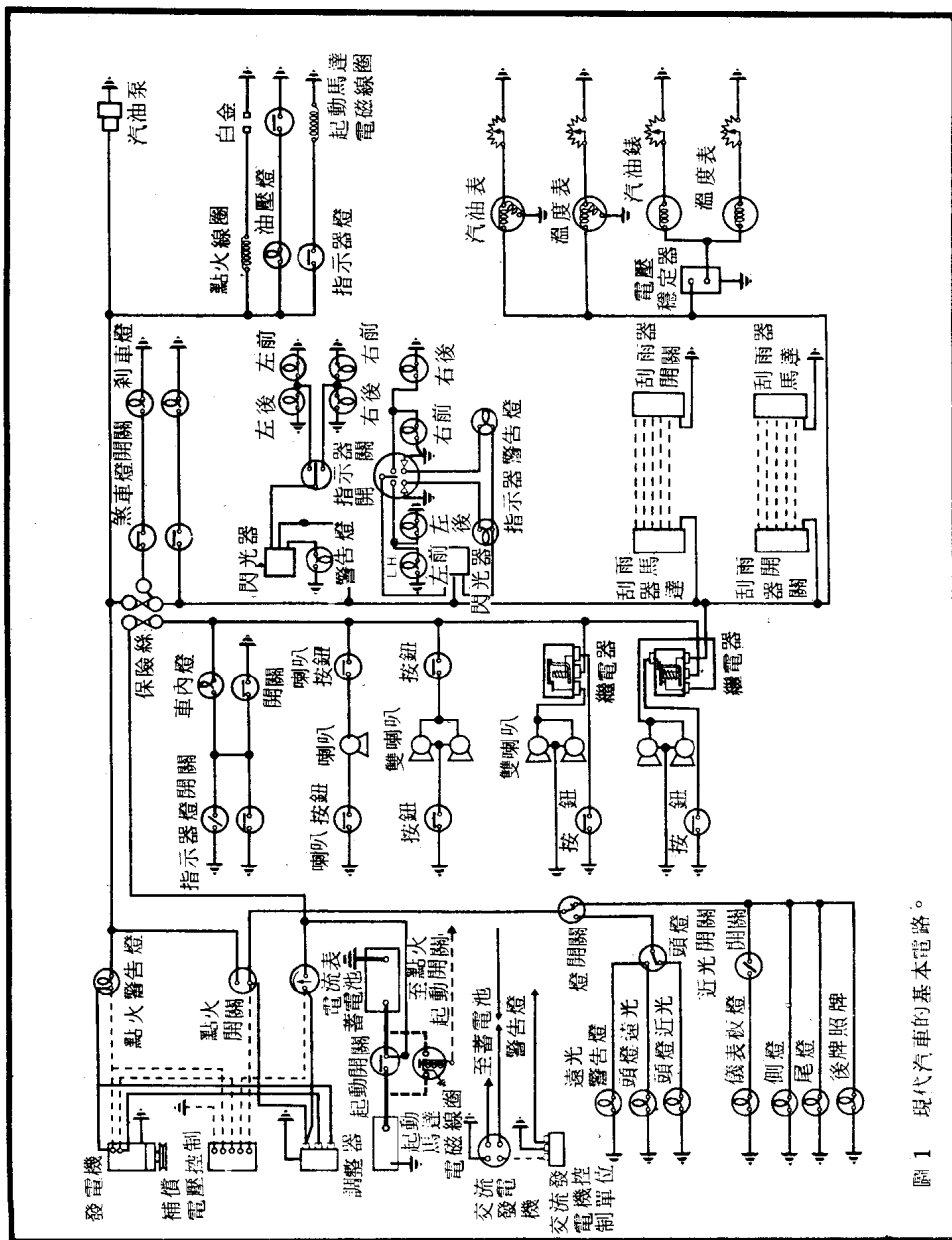


圖 1 現代汽車的基本電路。

令要求，今天汽車的信號燈電路越來越複雜。

附件電路：附件電路（accessories circuit）供應輔助電器的電流，像電動汽油泵（electrical fuel pump），擋風玻璃刮雨器，喇叭，暖氣設備、吹風機、收音機和儀表。

電的基本理論

瞭解汽車各電路系統的操作，真正需要的僅僅是一點電學理論。我們在這裡不討論電的性質，簡單地講，電流是電子的流動，電子脫離原子而以等速度向另一原子移動就成為電流。

汽車中用以負載電流的導線，主要的材料是銅線，但是在電器材料中可能包含各種金屬，碳等。導線使電流通過，而絕緣材料則防止電流通過。因此電纜（cable）的心是金屬線，用以導電，而外面則包覆橡皮、塑膠或其他絕緣材料，以防電流流失。點火電路中的絕緣要特別留意，因為高壓電很容易漏電。

電流有兩種形態：直流電和交流電，汽車系統一定使用直流電。某些車主知道他的汽車裝置交流發電機，聽到汽車一定使用直流電這句話，可能感到驚奇。這個問題這樣解釋：直流發電機（dynamos）和交流發電機（alternators）均產生交流電，直流發電機本身將交流電轉變為直流電以供應到系統，而交流電發電機則利用另外的裝置將交流電轉變為直流電以供應到系統。因為汽車上都是使用直流電，所以下面所談的也僅限於直流理論。

任何電源，像蓄電池或發電機，有兩個線頭（端鈕）。當線頭與線頭間用電路連接起來，而兩線頭間有電壓差存在，則電流自一線頭經電路流到另一線頭（圖2）。此種電流繼續流動，直至不再有電壓差纔會停止。例如蓄電池所儲存的電力耗盡，或者發電機不運轉，或者電路斷路，像開關未開上，或者是連接電線斷了。（本書所說“開關關上”的意思是開關觸點閉合，電路通了。）

習慣上假定電流由正極（+）流至負極（-），任何連接到電路中的電器也有相當的正極線頭和負極線頭，只要正負極間有電壓差存在，電器就會工作。

在電路中電器及金屬線，對電流流動有某種程度的阻力，此種阻力必須由電壓予以克服。當電壓迫使電流克服此電路阻力時，要花費相當量的電功率（electrical power）。

我們現在可以設計測量電的壓力（電壓），電流流動率（電流），阻力（電

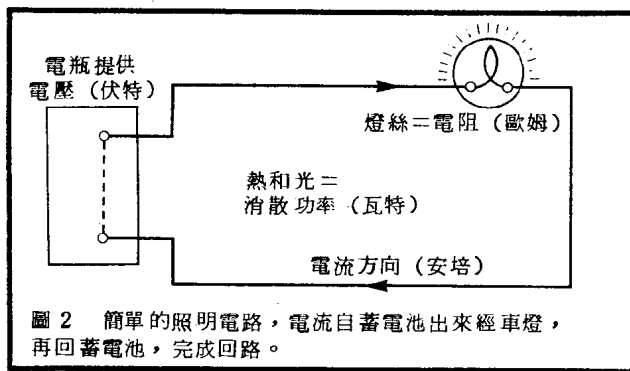
阻)及功率的實際單位爲：

伏特 (Volt)：電壓單位，符號是 V。

安培 (Ampere)：電流的單位，符號是 A。

歐姆 (Ohm)：電阻的單位，符號是 Ω 。

瓦特 (Watt)：電功率的單位，符號是 W。



歐姆定律

伏特、安培與歐姆三個單位之間有一定的關係，要使一安培的電流流經一歐姆的電阻，需要一伏特的電壓。此關係可由歐姆定律明白表示如下：

伏特 = 安培 $\times$ 歐姆

安培 = 伏特 $\div$ 歐姆

歐姆 = 伏特 $\div$ 安培

只要知道三者中之二，就可計算出第三者，此定律對於計算如電纜及保險絲的電流容量，蓄電池上之負荷，電器之電壓降等頗爲有用。功率的單位，一瓦特是當一安培的電流流動於一伏特電壓所消耗的功率，可以這樣表示：

瓦特 = 伏特 $\times$ 安培 (或伏特² $\div$ 歐，或安培² $\times$ 歐姆)

電 磁

鋼的永久磁鐵能吸引其他含鐵金屬，因爲磁鐵產生看不見的力量稱爲磁場 (magnetic field)，電流通過導線時也會在導線四周建立磁場，並且能將此性質傳授給非磁的軟鐵。相反地，磁也使導線中產生電流，此種磁

和電的關係稱爲“電磁”(“electromagnetism”)，這是汽車上許多電路的基礎。

電磁原理的第一個效應：電流通過導線時產生磁力，此原理用於電馬達、汽油泵(fuel pump)，電壓調整器(voltage regulator)，及諸如起動機電磁開關(starter solenoid switch)等繼電器。第二個效應：導線(線圈)在磁場中運動，切割磁力線，導線就有感應電流產生，這是直流發電機和交發電機的基本原理。除此之外，電磁也被用於點火電路的高壓線圈，此種應用將於以後再詳加討論。

電 路

在系統中每一電路連接到電源，每一電路供應電流到一個或數個電器，電路中附有某種形態的開關以控制其操作。電器在汽車的標準電壓工作，但它們消耗的電流却各有不同。所有的汽車幾乎都是標準化的12——伏特系統。6——伏特系統僅存在於少數汽車像Volkswagen及DAF車。

串聯與並聯

電路中的電器可以串聯或並聯(圖3)。串聯是第一個電器(+)極連接到電源(+)極，而(-)極連接第二電器之(+)極；第二電器之(-)極連接第三電器(+)，第三電器之(-)極與電源(-)連接成回路。串聯電路中各電器的電壓可以不同，在12——伏特系統，各電器總共電壓12伏特，但是流經各電器的電流均相同。如果一個電器撤除或損壞不作用，其他所有電器均停止作用。串聯電路的例子是點火低壓電路。

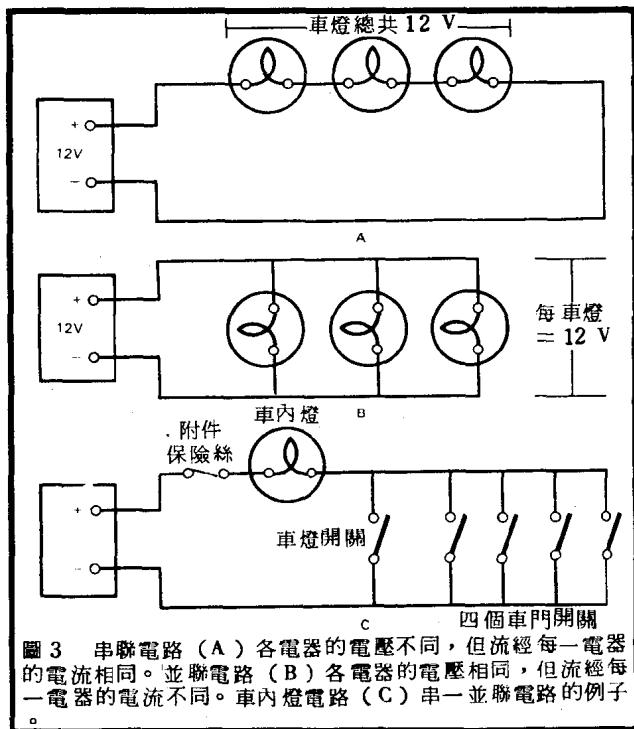
並聯電路，各電器的(+)極均同時與電源(+)極連接，各電器(-)極均與電源(-)極連接。各電器均在同一供應電壓下工作，但電流量各有不同。如果其中任何一電器撤除或損壞不作用，其餘電器仍然繼續作用。例如汽車側燈，尾燈、牌照燈及儀表板燈等是屬於並聯電路。

有時候是串聯並聯混合，稱爲串——並聯或混聯，例如車內燈串聯在火線線頭及車門開關之間，但四個開關本身是並聯連接，因此其中任何一個開關均能完成車燈電路。

短路與斷路

因爲每一電器對於電流之流動都有相當程度的阻力，如果在兩線頭之間用電線連接，則電流流經低電阻的電線，而不從高電阻的電器通過了，則電

器稱為被短路 (short circuits)。如果電線絕緣損壞，電線互相碰觸，電流不經過原來的電阻，直接由碰觸處向前流去，也會發生短路現象 (圖 4)。電路中發生短路時，電阻減少，電流增加 (歐姆定律)，保險絲燒斷，或使電線因為電流負荷過重而損壞。

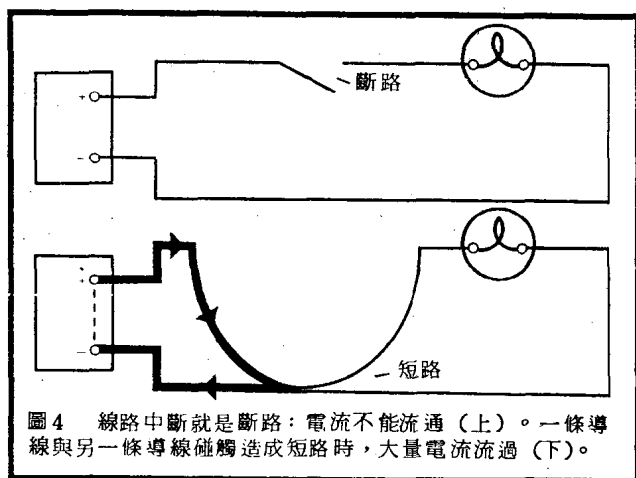


電路中任何一處斷開，電流就不能流通，全部電路中都沒有電流，稱為斷路 (open circuits)，例如電路中開關未開上，或者接線斷了，均導致電路間斷。在串聯電路，斷路時所有電器均停止作用，但如果是並聯電路，斷路時僅部分電器受到影響。

工具與儀器

主要電器之大修，或者將汽車重新裝電線的工作，顯然地是屬於汽車電工匠的工作。但是許多其他的電工工作是業餘者可以做的，例如損壞的零件，用一新品更換，而且今天將整組電器換新比修理更便宜而且更令人滿意。

定期保養工作不難，許多普通的缺點也不難發現，將它改正也容易。



機匠所用的普通工具就足以將電器零件拆卸和安裝。再輔助以數隻不同尺寸之螺絲起子（最好有絕緣的柄），和一對絕緣的長鼻“收音機鉗子”，剪斷金屬絲工具，剝電線皮工具（wire-stripper），以及可調節孔之大小的剪刀。焊鐵（soldering iron）用於焊接連接線和小的修理工作，也是常用工具。

簡單的檢驗儀器，包括用於檢驗蓄電池的液體比重表（hydrometer），火花塞檢驗器，斷續光測頻式正時燈（stroboscopic timing light）。測量儀器諸如伏特計（電壓表），安培計（電流表），歐姆表等，如果有適當的刻劃，並且瞭解其使用方法，可能很有價值，但在一般尋找故障以及檢驗上並非很需要的。不過，下面的項目很有價值的，而且很容易做。

跨接線以及保險絲

跨接線（jumper）只是一段絕緣電線，兩端各連接一個夾子。跨接線在尋找毛病時以及暫時裝線時，可以節省許多時間（圖5）。如果懷疑某電線在有毛病時，或懷疑線頭接觸不良，開關接觸不良時，均可以利用跨接線代替。譬如車燈昏暗，懷疑塔鐵（ground）不良，將跨接線一端接車燈外殼或外殼上線頭，另一端接良好塔鐵，檢查看看是否現在車燈光度正常。

二三條不同長度的粗電線，並附有焊牢的夾子的跨接線組是值得擁有的

。在跨接線中可能加入一個 35 安培保險絲環 (fused link)，如此在檢驗期間，發生短路時很有用，在檢驗蓄電池時，可以將蓄電池搭鐵線拆下來，而將跨接線接在極柱與搭鐵間之間試試。不論連接到什麼電路，保險絲燒斷就表示短路。

檢驗燈

檢驗燈主要用於證明在系統內任一特定點是否有電，有一種檢驗燈，在絕緣柄內裝有燈泡，線端連接有夾子和探針，價錢不貴，作為電路檢驗器很理想。使用時以夾子在搭鐵線頭，探針碰觸要檢驗的線頭，或者刺入絕緣的電線內部，以判定在該接點是否有電流。

自己也可以製作檢驗燈，只要在柄處裝一汽車燈泡，引線端各接一個夾子 (圖 6)。12——伏特系統，要用 24 或 36 瓦特的燈泡。因為少於此數目，用於並聯電路的電器時會產生錯誤的指示。另外一種檢驗燈，安裝一個 12——伏特 festoon 燈泡到管狀保險絲的柄內，連接引線。在 festoon 燈泡的曝露端焊接探針，而成為有用電纜檢驗器。

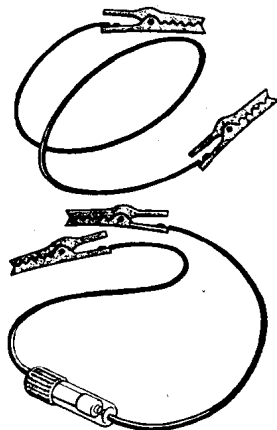


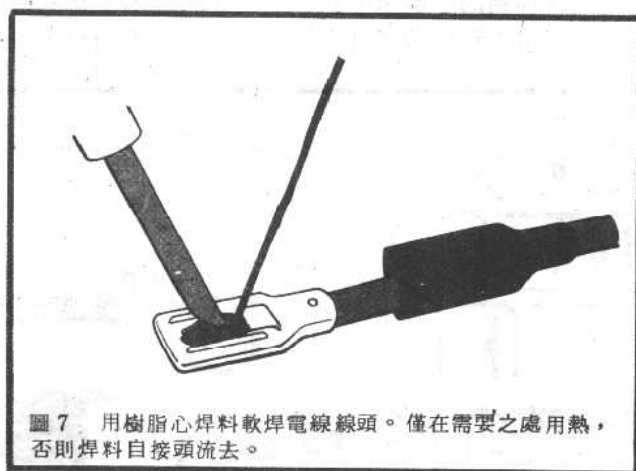
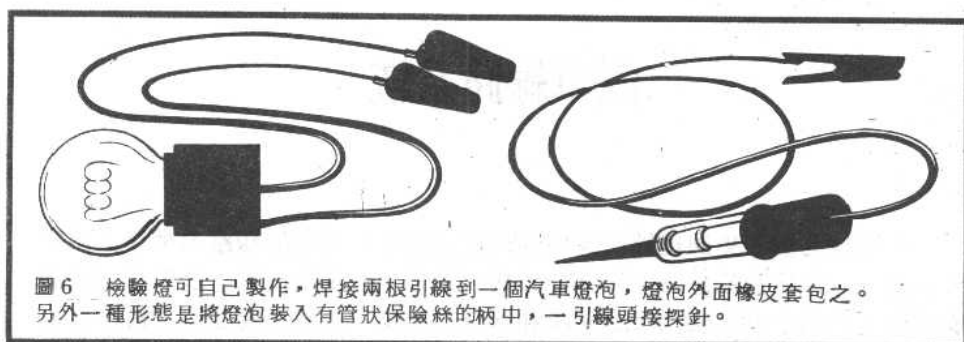
圖 5 跨接線以及保險絲環是很有用檢驗附件。

如何軟焊

軟焊的藝術是在焊接的接頭，使用少量的焊料，而且電上健全，機械上牢固

。處理小工作的最容易方法是使用樹脂心的焊料捲 (resin-cored) (圖 7)。比較大的工作，用棒形焊料 (焊錫) 和非酸焊劑。要焊接的零件必須清潔而無油脂，因此如有需要，用適當的溶液清潔之，並用金剛砂布將所要焊接金屬磨亮。焊鐵 (烙鐵) 尖也必須清潔並包錫。包錫 (tinning) 的意思，將一點點焊料與焊劑塗敷在焊鐵尖，擦去，留下亮的表面。

等焊鐵完全熱之後纔開始軟焊。在接合的金屬，像裸露的金屬線和連接器上也要包錫，並將多餘的焊料擦去。用長鼻鉗子將零件牢固夾在一起，軟焊時只需使用剛剛夠用的焊料即可，以免濺污整個接頭。將零件夾住，直到焊料凝固為止。



汽車線路系統

在尋找毛病，更換電路或安裝額外的設備時，汽車的線路易使車主困惑，但是一旦你研究線路圖，你就能分類。事實上，現代汽車上的電線很少造成麻煩，因為它有堅韌的保護絕緣和安全的接頭。比較老式的汽車較易生短路、接線頭鬆動、斷線、塔鐵不良及超載等毛病。

完整的線路裝置稱為高壓線束（harness）或線束。在最新的汽車上，分成三或四部分，利用多路插頭／插座連接器安裝在前隔框上（圖8）。

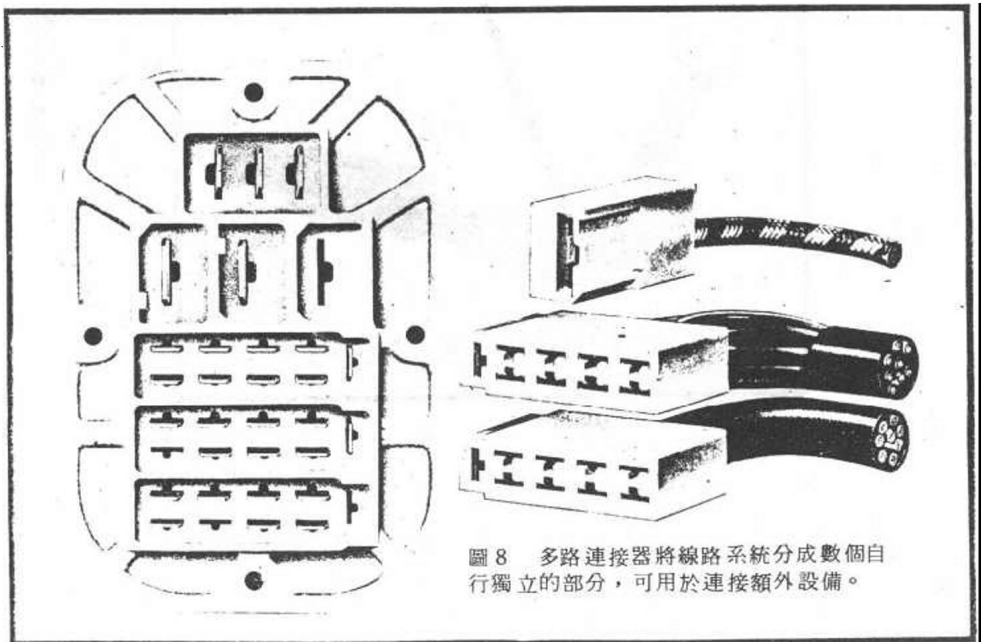


圖8 多路連接器將線路系統分成數個自行獨立的部分，可用於連接額外設備。

例如Austin 1800 型車，在隔框安裝一個連接器單位，編入汽車的三個保險絲。一個高壓線管連接器的後面，供應所有儀表板及轉向柱控制的線

路，並連接至另外的高壓線管以供應後面車燈。塞入連接器前面的高壓線管再分開成兩部分，供應引擎蓋下面各電路。連接器單位有備用插座，以供額外附件能很容易地加入系統中。

同方向的電纜編在一起，利用外套束縛在一起，到所要連接的電器時纔露出該電纜線頭。

電 纜

今天大部分汽車的電線用PVC包覆，塑膠絕緣不會變壞，並且不受汽油、機油、酸和水之侵蝕，但是遇熱熔化，因此不可與引擎和排氣系統等熱的表面接觸。在比較老式的汽車上，仍可發現用橡皮絕緣包覆的光線，這種形態的電線強韌度夠，也很少造成麻煩，但是時間久了，橡皮會裂開、毀壞，而造成電流自車身金屬流失（短路）。

最新的發展，像Lucas Fabrostrip 車的線路系統，數條並聯線路緊密而平直地裝訂至塑膠條上，如此可減少空間，用在Austin Allegro 型車上，此種形式的線路將來會廣被採用。

關於電纜，重要的是要能負荷它所需負荷的電流。所有導線對電流流動均有阻力，阻力的大小與導線長度成正比，而與截面積成反比，產生的熱與電阻和電流值成正比。高電阻造成沿導線之電壓損失，高電阻使溫度升高。

簡單地說：(a)同樣大小的導線，導線長則電壓降較多，而(b)電流大則需用粗導線，以免過熱和燒壞。

要謹慎選擇電纜的尺寸，以適合每一種電路。而且不可擅自更換成較小尺寸的電纜。電纜是由數股的金屬絲扭在一起，標準的電纜尺寸是由股數以及每股金屬絲的直徑設計的。例如14/.012電纜有14股金屬絲，每一股0.012吋直徑。此等級之電纜的電流容量為8.75安培，因此在12——伏特系統，它可安全地對付高至105瓦特功率（ $12 \times 8.75 = 105$ ）。

電纜尺寸

典型的電纜尺寸，以及其電流容量示於下表：

蓄電池至控制單位，電流表	44/.012(27.5 A)
以及車燈開關	
充電電路	44/.012 (27.5 A) 或
	28/.012 (17.5 A)
直流發電機磁場電路	14/.012 (8.75 A)