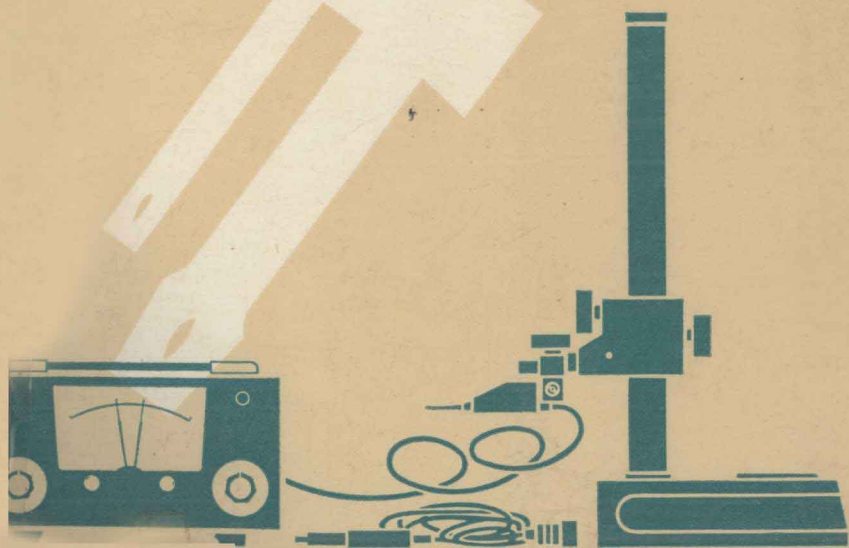


# 工廠電子設備

馮藻英著



香港萬里書店出版

# 工廠電子設備

馮藻英著

香港萬里書店出版

---

## 工廠電子設備

馮藻英著

出版者：香港萬里書店

香港北角英皇道486號三樓

(P. O. BOX 15635, HONG KONG)

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：光藝印刷有限公司

香港北角英皇道657-659號四樓

定價：港幣五元五角

版權所有 \* 不准翻印

---

(一九七五年四月版)

## 前 言

在工業中應用電子技術和設備解決生產的問題已有幾十年的歷史。特別在近20年間，電子技術的高速發展和超卓的成就，使工業生產大量導入先進的電子技術，並漸漸形成了一個完整的學科——工業電子學。要了解 and 熟習應用近代的工業電子設備，按步就班地學習工業電子學是基本的步驟。然而，近年來香港的廠商大量採用先進的生產設備，其中很多是關係到電子裝置方面的，這使設備和使用者形成脫節。爲使一般沒有工業電子學常識的員工能對這些電子設備有所認識，筆者曾在專業雜誌上作過一些以行業分類的介紹，頗能引起讀者的關注，是以在其基礎上加以整理，編印成書。本書對原理方面的介紹並不着重其系統性，好處是使各業的從業人員能扼要地吸收，達到「速成」的目的。對於所介紹的行業肯定是不夠全面的，這主要限於筆者的經驗和接觸實際還不夠廣泛。希望藉此與各業先進共同研究。

著者識 1972.8.

# 目 次

## 前 言

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>1. 引 論</b> .....                 | 1  |
| 電子設備與工業生產.....                      | 1  |
| 電子設備的安全用電常識.....                    | 3  |
| 變換各種物理量爲電量的變換器件.....                | 7  |
| 工業電熱裝置常用的溫度控制器.....                 | 9  |
| 幾種簡易實用的定時控制器.....                   | 13 |
| 矽可控器件在工業中的應用.....                   | 19 |
| <b>2. 靜電植毛與靜電噴漆</b> .....           | 25 |
| 靜電植毛絨.....                          | 25 |
| 靜電噴漆.....                           | 29 |
| 高壓靜電發生器.....                        | 31 |
| <b>3. 加工 P. V. C. 軟膠的高頻設備</b> ..... | 36 |
| 高頻電場使介質生熱的原理.....                   | 37 |
| 高週波機的構造.....                        | 39 |
| 電源供給部份.....                         | 40 |
| 自激振盪器.....                          | 43 |
| <b>4. 電鍍工業</b> .....                | 48 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 電鍍整流器·····               | 50         |
| 換向電鍍及其附屬設備·····          | 54         |
| <b>5. 電真空與燈泡製造業·····</b> | <b>58</b>  |
| 測量真空度的電子儀表·····          | 58         |
| 高頻測漏器·····               | 61         |
| 測量燈泡電參數與光參數的電子儀表·····    | 64         |
| <b>6. 紡織染工業·····</b>     | <b>70</b>  |
| 使用於鍋爐的電子裝置·····          | 70         |
| 使用於紡織染工業的其他電子裝置·····     | 82         |
| <b>7. 金屬工業與機械工業·····</b> | <b>93</b>  |
| 金屬工業·····                | 93         |
| 測量金屬和機械的電子儀器與方法·····     | 101        |
| 各種電加工機床·····             | 114        |
| <b>8. 銲接工業·····</b>      | <b>125</b> |
| 電阻銲機的電子裝置·····           | 126        |
| 自動弧銲機的電子裝置·····          | 131        |
| 超聲波銲接設備·····             | 133        |
| 其他銲接設備的電子裝置·····         | 135        |

# 1. 引 論

## 電子設備與工業生產

古語有云：「欲善其事，先利其器。」的確，從原始社會的勞動生產開始，人類便在實踐的基礎上總結經驗，不斷改良和創造新工具、新工作方法，為發展社會的生產力提供必要條件。直至20世紀70年代的今天，社會生產力和技術的進步當然不可同日而語，然而繼續尋求改良和創新工作方法、製造和採用新工具設備的重大意義仍不減於當年。

電子技術是在電工學和無線電學的基礎上發展起來的，它的指導理論是電子學。電子技術卓越的成就應用到工業生產中去是近數十年間的事。特別是自50年代後半導體技術的迅速興起，促使了工業電子技術進入興盛的時代。這種興盛的表現在於工業生產設備和技術中大量導入先進的電子技術。另一方面，生產力的進步又使到更多更優異性能的電子器件被發明與製造。這種因果互惠的關係推動了工業生產和電子技術的不斷進步。

目前應用在工業領域上的電子儀器和設備正是五花八門，數不勝數。但歸納來說主要可分為三大類：（1）檢測儀器和檢測系統；（2）自動機械運行的控制及自動化系統；（3）電加工機床和器械。應用電子儀器可對工業生產過程中的各種物理量如溫度、壓力、流量、水位、外型尺寸、光度、色澤、重量、速度、轉數等作迅速準確的測量，另外又可對各種氣體、液體及金屬進行定性和定量分析。自動化機器與設備採用電子控制的方法不但效率高，反應敏捷，而且和電子檢測一樣可方便地實現程序控制和遙遠控制。這是其他方法不容易達到的。現代大型的自動化系統中，控制訊息的傳輸和處理幾乎毫不例外地採用電子學方法進行。至於應用電子學方法而製成的電加工設備就更具其獨特的優異性。譬如靜電噴油、電鍍、電解、高頻介質溶合和高頻冶煉、電火花加工、超聲波清洗等設備，它們的加工質量和效率通常都是一般設備所不能達到的高水準，或甚至是一般設備和方法根本不能作如此的加工。由此可知，工業生產中使用電子裝置和設備既能提高工作效率和改善產品質量，又能在一定程度上降低生產之經濟成本。

既然工業電子設備具有如此多的優點，那是否有了它，在生產上就可安枕無憂呢？答案是否定的。因為工業生產的過程是需要綜合性的科學技術來支持，況且設備只是具有一定潛力的死物，沒有使用它的人員的正確操縱與保養，那設備所發揮的效用將會大打折

扣，或甚至得物無所用。故此要訓練使用與保養電子設備的人材，在目前，特別是香港而言就顯得極其重要了。如果只盲目崇拜電子設備的超卓性能，而忽視了人材的培養及其他方面的技術配合，那儘管購置大量先進的電子設備，但對生產的發展仍是無濟於事的。就以電鍍而言，假如已購置了性能完好的電鍍用整流器，但若沒有熟練及有豐富電鍍工藝技術經驗的人員使用，而不懂得配製最佳的電解液，不懂得掌握電鍍中的電流密度和時間，不懂得鍍前鍍後的清洗等等。肯定電鍍整流器的作用不能發揮，有時甚或會弄巧反拙。

總括來說，在工業上應用電子設備可以促進生產力的發展。但能否發揮設備的應有功用和潛力，就決定於操縱使用的人員身上。換言之，「人」的因素仍然佔主導地位。所以培養和訓練這些技術人員同樣是發展工業生產力的必要步驟。

## 電子設備的安全用電常識

應用在工廠中的電子設備在工作時都要耗用電能。除了為數極少的電子儀器是使用乾電池或鎳鎘蓄電池為電源外，其他絕大多數的電子設備是使用市電交流電源。下面列出有關電子設備的安全用電要點給讀者參考。

## 電源方面

交流市電向用戶的供給通常有分單相及三相兩類。一般民用住宅類的供電多數只有單相，而工廠則多數是單相、三相兼備。供電的電壓和頻率因各地而有所不同。通常以200~230V，50 c/s和100~117V，60 c/s 的體制居多。香港則屬採用前者的體制。至於三相電源的綫間電壓則是單相電壓的 $\sqrt{3}$ 倍，即約為1.7倍。例如香港單相電源的電壓是200V，而三相電源之綫間電壓就約是340V了。

使用電子設備時應首先清楚了解其運用的方法和附屬條件，並查看電源供給是否和設備的要求符合。諸如電壓、電源頻率、單相或是三相等。因為目前有相當部份的電子設備都是購自外地的，而原產地的出品有些對電源的要求和香港的不一樣。故盲目地接入電源使用將會有損壞設備的可能。

另外就是要知道設備的耗電容量是否會超過原有電力供應綫路的容量。因有些電子設備如高頻金屬加熱裝置、大型電鍍和電解用整流器等，它們的耗電量往往在數十千伏安以上。假如原有供電綫路的容量不足，應重新擴大增設。否則在過荷的情況下使用電力綫路會使設備的效能降低或失常，嚴重的甚至會有導致火災發生的危險，這是非常值得留意的。

## 接地的問題

「接地」是用電器具使用的一項重要安全措施。

所謂「接地」者通稱為「接水綫」。其方法是用金屬導綫接用電器具的接地端子（常用字母E或符號表示）或金屬殼，而另一端則用金屬板埋接於地下，或者借助水喉管而引導至地下。現在一般戶內的電力用佈綫都有「水綫」的敷設。良好的接地可使用電器具萬一在絕緣損壞時，發生的嚴重漏電會使保險溶絲燒斷，自動切斷電路，免除了觸電的危險，同時亦可使人們早日發覺而及早進行維修。工業用電子設備亦不例外地需要良好的接地，而且比一般用電器具的要求還要嚴格。因為除了安全的理由外，工業電子設備的良好接地還具有下述的意義：

首先是電子儀器和電子控制裝置，為了確保測試準確和動作正常，因此要極力避免外界因素的干擾，特別是電磁干擾。因而很多裝置都加設金屬屏蔽或抗干擾的濾波器。若沒有良好的接地，濾波器和金屬屏蔽的抗干擾能力將會低落。另一方面，有部份的電加工設備（如高頻和超聲波設備）和電子控制動力系統，它們在工作時會有干擾電場產生，而這些干擾通常亦由金屬機殼屏蔽及加設濾波器來抑制清除，避免向外界洩漏。假如設備的接地不良，抑制干擾洩漏的能力同樣大打折扣。故此在可能的條件下應敷設真正的接地綫。特別處於高層樓宇的工廠，因為這時水喉管至地下有一段長距離，而各段水喉管之接駁亦要加麻根油灰等絕緣性的防漏黏劑，所以借助水喉管不容易得到良好的接地，這只不過是權宜之計而已。

## **關於保險熔絲**

保險熔絲俗稱「灰士」( FUSE 的譯音 )，它常串接在電路中。當電路內阻減少、短路或因負載過荷時，電路的電流大增就會使保險熔絲發熱而燒斷，從而切斷了電路藉以保護用電設備免受進一步的破壞。保險絲熔斷電流值是隨其粗幼和結構形狀不同而異，而一般電子設備裝有的保險熔絲都有一額定最大容許電流值標明。

當電子設備發生保險熔絲燒斷時，有兩個可能的原因存在：其一是設備有偶然的過荷或突發性短路現象(如發生火花放電)產生，其二是設備內部有故障或零件損壞而造成。因此經已燒斷的保險熔絲應用同一規格的換上。但要注意兩點，就是要切斷電源更換和千萬不能用不明規格的金屬絲代替。

更換保險熔絲後可重新改用設備，若設備回復正常工作就表明其內部沒有故障。反之，如果換上的保險熔絲又再燒斷時，那很大可能是設備內部有損壞，應切斷電源請熟練的技師進行檢查維修。

## **重視操作使用的規則**

對於有指明使用規則或屬附條件的電子裝置與設備。在使用時就應要遵守，不能貪圖一時的方便而自作主張。否則小者會影響設備的效能或使用壽命，大者會損壞設備或發生事故。例如有些指定要預熱，有些

則指定要冷卻的條件下方可工作。操作的程序步驟亦要熟練和嚴格遵守。

### **其 他**

1. 電子裝置或設備發生故障後，不懂該類知識者切不可存僥倖心理作嘗試修理。而懂得修理者亦應在切斷電源的情況下工作，帶電進行修理往往會造成危險。

2. 電子設備的安置應在乾燥和空氣流通的地方，切忌放置在潮濕及高溫或有嚴重腐蝕性氣體的環境中，振動亦要盡量避免。

3. 對於測量用的電子儀器，應在測驗時選擇好適當的量程。若不知何擋量程範圍適合，那應從儀表的最高量程（即最低靈敏度）開始試測，直至換到最佳的量程為止。這樣做可避免損壞儀器的表頭和影響測試的準確性。

## **變換各種物理量為電量的變換器件**

要實現電子測量和電子控制，在工業中常需要把各種變化着的物理量如溫度、壓力、流量、水位、光度等變換為電量的訊號，然後才利用電方法對訊號進行處理。所以在很多工業電子儀器和電子控制裝置中都有訊號變換器件，由訊號變換器與電參數測量裝

置就可組成一部基本的非電量測量儀器。舉例說，要測量溫度，當選用熱敏電阻為變換器件時，它具有把溫

表1.工業常用的非電量訊號變換器件

| 變換器件名稱                    | 變換的物理量                           | 基本工作原理                                     |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| 光電管<br>光敏電阻<br>半導體光電管     | 光→電<br>(電阻)<br>(電流)              | 外光電效應<br>內光電效應<br>光使載流子增加                  |
| 熱電偶<br>熱敏電阻<br>熱膨脹開關      | 熱→電<br>(電壓)<br>(電阻)<br>(電流)      | 塞貝克效應<br>溫度使載流子增加<br>熱脹冷縮                  |
| 電阻應變片<br>壓電晶體<br>壓力敏感半導體管 | 形變<br>壓力→電<br>(包括聲壓) (電流)        | 應力電阻效應<br>壓電效應<br>壓力使荷電體產生                 |
| 差動變壓器<br>電容變換器<br>磁敏電阻    | (電壓)<br>位移→電<br>液位<br>厚度<br>(電阻) | 鐵芯移動使感應電壓變化<br>利用平衡電橋作二次變換<br>利用動磁為媒介作二次變換 |
| 濕敏電阻                      | 濕度→電<br>(電阻)                     | 表面吸收現象                                     |
| 測速發電機<br>光電變換器件<br>磁電變換器件 | (電壓)<br>轉速(轉數)→電<br>加速度          | 轉速和發電電壓成正比<br>利用光電為媒介作二次變換<br>利用運轉的磁體作二次變換 |
| PH 儀變換器                   | PH 值(化學)→電                       | 電化學效應                                      |
| 電位器變換器                    | 旋轉角度→電(電壓)                       | 電位器的分壓原理                                   |
| 差動變壓器<br>電容變換器            | 流速→電<br>流量<br>(電壓)<br>(電壓)       | 利用流體力學的差壓原理<br>利用流體力學的差壓原理再作二次變換           |
| 粒子計數管                     | 放射綫→電 (電流)                       | 放射綫引起電離                                    |

度變化轉換為對應的電阻值變化之性能，於是用電阻表加上熱敏電阻就可組成一簡單的電子溫度計了。至於電子控制裝置，訊號變換器件就等於是它的感覺器官，由它檢拾到的物理量訊號作為控制動作的根據。由此可知，訊號變換器件在工業測量和電子控制裝置中有特殊重要的地位。附表 1 列出了常用各類物理量訊號轉為電訊號（電壓、電流或電阻）的變換器件。能夠直接轉換的稱為一次變換，而要間接轉換的稱為二次變換。例如移位的測量可用差動變壓器作一次變換。亦可以利用移位使可變電容器容量變化，而這容量變化再經電橋綫路轉換為電壓變化，這就是二次變換。另外值得一提的是，近年來效率卓越、體積小巧的半導體一次訊號變換器件大量湧現，這是應用的新趨勢。

## 工業電熱裝置常用的溫度控制器

電熱裝置在各行工業上都廣泛應用着，例如烘箱、電焗爐、塑膠和樹膠機械，加熱器等等。為了能對這些電熱裝置的溫度作自動調節和保溫，通常都加裝溫度控制器。而近年來日本製及西德製的溫度控制器大量充斥，故應用十分普遍。在此就這類溫度控制器作一介紹。

圖 1—1 是其結構方框圖，它主要由測溫器和控

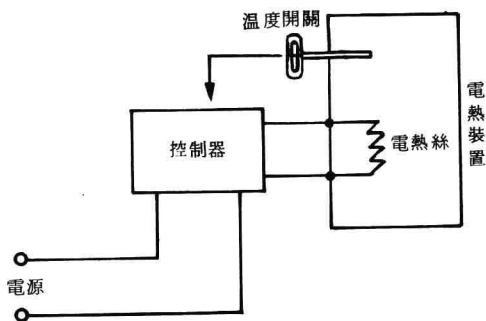


圖 1 — 1 溫度控制器的結構方框圖

制器兩部份組成。測溫器實際上就是一個氣體膨脹式溫度開關，它是利用氣體在一定體積的容器內當溫度升高時，能引起膨脹而致壓力大增的原理製成。該類溫度開關見圖 1 — 2 的 ( A ) 和 ( B )，感溫部份由金屬製成管狀或泡狀，內部充有熱膨脹很敏感的氣體或容易氣化的液體。而指示表和開關部份實際上是一個帶有可調節雙指針的金屬氣壓表，它與感溫部份之間由金屬管或軟喉連接。氣體膨脹式溫度開關的工作過程是這樣：當環境溫度升高時，感溫部份內的氣體膨脹，並使到氣壓表的指針偏轉。另一指針經人手預先調節後固定在某一位置上。在氣壓表指針偏轉到和固定的指針重合時，鑲在兩指針上的導電觸點即接通，相當於開關閉合了。若溫度下降，氣壓表指針下降而使觸點分離。很明顯，溫度的升降自動使溫度開關作

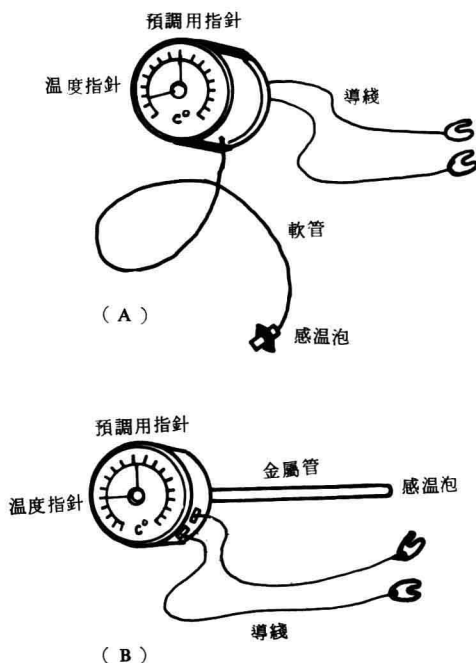


圖 1—2 兩款溫度開關的外貌

ON或OFF。

圖 1—3 是溫度控制器與電熱裝置連接的綫路圖，其中虛綫包括的部份就是控制器部份。為了使溫度開關耐用可靠，所以由它控制一個靈敏的直流繼電器  $R_y$ ，而  $R_y$  的其中一組觸點則控制電磁開關。電熱裝置的加熱電路就由電磁開關所管制。小型降壓變壓器  $T$  及半導體整流器  $D$  構成的低壓直流電源，輸出約  $12V$  的直流電供  $R_y$  之用，溫度開關的接綫就是串接在  $R_y$