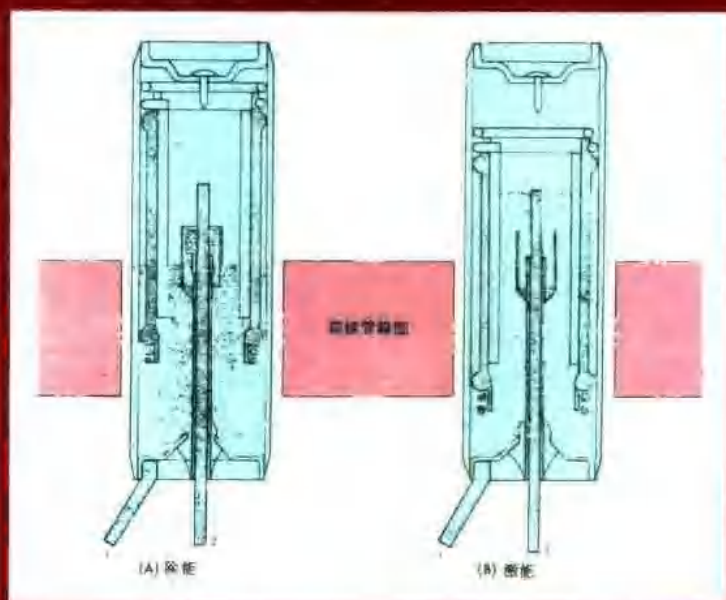


# 工業電子學

原理與應用

Industrial Electronics  
Principles and Applications

柯開維 編著



科技圖書股份有限公司

# 工業電子學

原理與應用

**Industrial Electronics**  
**Principles and Applications**

柯開維 編著

科技圖書股份有限公司

版權所有



翻印必究

# 工 業 電 子 學

柯 開 維 編 著

出版者：柯 開 維

總經銷：科技圖書股份有限公司

台北市重慶南路一段49號四樓之一

電 話：3118308・3118794

郵政劃撥帳號 0015697-3

七十七年五月初版

特價新台幣 180 元

# 序 言

當今的工業電子學在工業界曾經是個重要的引導先驅者，若是沒有它的話，其他的元件恐怕也無法製造出來。所以，今後我們應貢獻更多的時間與精力，以使這門學科更為充實高深。至於本書的目的則是對工業界工業電子學範疇做個概略的介紹而已，還不至於會難讀不易了解。

本書主要的內容偏重於對工業元件或裝置的功能與動作原理之描述，而不注重數學方面的推導。我想這樣應該能滿足技術人員的需求，其中有些資料也值得工程師們參考利用。不論是大學、技術學院或是高工的學生，以及就業訓練課程之安排，都可使用本書做為教材，相信對主修（或從業於）電子及電機的人更能有所助益。

接著談到關於內容的編排。第 1 章述及電力／電子安全，這是從事這方面研究或工作的人員都應該注意的問題。第 2 及第 3 章是對一般的元件做一番說明。第 4 章到第 7 章的內容都和電力／電子電路有所關連。第 8 章主要講的是有關轉換器方面，這是一般作者經常會忽略的課題。第 9 章談及機器監督裝置。第 10 章為工業界非常廣泛的一門科學——光電子學。第 11 章則偏向於對運動的監督與控制——光學編碼器。

書中已涵蓋了相當廣泛的範圍，希望由這些篇幅對工業電子學的範疇所做的介紹，能刺激讀者再進一步去研讀較高深的書籍。

柯開維



# 工業電子學 (原理與應用)

## 目 錄

### 序 言

### 第一章 工業安全

1-1	前 言	1
1-2	工作場中的電力安全	2
1-3	安全用具	3
1-4	工作區域的管訓	5
1-5	封鎖及 / 或用標籤	7
1-6	操作電力設備的防護衣物	9
1-7	電力電路及 / 或設備測試	10
1-8	電力用橡皮手套的使用及注意	11
1-9	低電壓測試器	15
1-10	中及高電壓檢波器	16
1-11	接地人員保護	18
1-12	工作場合中電路斷路器安全維護之檢查事項	20
1-13	封閉的空間 - 進入時的程序	26
1-14	電氣開關應用	31
1-15	電子火災緊急時機	39
1-16	電子休克的影響力	49
1-17	急 救	50

## 第二章 工業用電力元件

2-1	基本的電力元件	56
2-2	開 關	81
2-3	繼 電 器	96
2-4	保 險 絲	100
2-5	斷 路 器	101

## 第三章 工業電子元件

3-1	電子管裝置	103
3-2	固態裝置	117

## 第四章 直流電源供給

4-1	固態整流器	138
4-2	直流電源之濾波	143
4-3	直流電源調整	145
4-4	完整的直流電源供給	149
4-5	電源供給之負載控制	155

## 第五章 離散和積體放大器

5-1	雙極電晶體	159
5-2	單接面電晶體(UJT)	174
5-3	接面場效電晶體(JFET)	176
5-4	金屬氧化物半導體場效電晶體	181
5-5	積體電路(IC)放大器	186

## 第六章 電子數位電路

6-1	數位電路之介紹	199
-----	---------	-----

6-2	開	205
<b>第七章 微處理機及微算機</b>		
7-1	計算器	232
7-2	基本的計算機組成	233
<b>第八章 轉換器、感測器及檢波器</b>		
8-1	測量機能	239
8-2	信號分析	241
8-3	主動轉換器元件	243
8-4	被動轉換器元件	250
8-5	一些特殊的轉換器元件	254
8-6	自然頻率	261
8-7	測量及誤差	262
8-8	轉換器的種類	262
<b>第九章 機器監督轉換器</b>		
9-1	機器監督的參數	284
9-2	機器監督轉換器的安裝	285
9-3	轉換器的部份	287
9-4	轉動機器裝置的測量	288
9-5	鍵相量器	292
9-6	振動測量	298
9-7	振動參數	303
9-8	位置測量	304
9-9	速度 ( RPM )	307
9-10	溫度測量	308
9-11	轉動機器操作測量的相互關係	308

#### IV 工業電子學 (原理與應用)

9-12 外殼擴張 (膨脹) 轉換器	309
9-13 差動擴張轉換器系統	309
9-14 加速度轉換系統	312
9-15 速度轉換器系統	314
9-16 非接觸式轉換器在移動或轉動機器監督應用之安裝	314
9-17 接觸式轉換器在機器振動、加速度及其它移動監督應用之安裝	315
9-18 參 考	317

### 第十章 光電子學

10-1 光源、傳導與接收	320
10-2 電場照明	332
10-3 光二極體	333
10-4 光發射二極體	336
10-5 光電晶體	339
10-6 光隔離器	340
10-7 纖維光學	341
10-8 雷 射	346

### 第十一章 光學編碼器

11-1 編碼器	355
11-2 典型的旋轉式編碼器	363
11-3 編碼器之介面	378
11-4 編碼器之應用	379
11-5 編碼器之應用	386

### 中英名詞對照



# 第 1 章

## 工業安全

### 1-1 前 言

在電力系統中，所謂的安全包括三個項目，生命的保護，設備財產的保護及防止故障可能發生。而要提高安全性往往僅需要一些計劃辦法的實施而不需要額外的設備儀器投資。在三個項目中，尤以生命的保護最為重要，因為設備財產可以更新代換，故障可以經由修理重新開始，但是人的生命却是任何東西所不能補償回來的。為了提高對生命的保護，必須在具有大電力的機器設備及已經故障的裝置上附上特別顯目的標誌以提醒人員，擬定一套管理辦法及簡化電力系統的設計，並對工作人員施以良好正確的訓練。當以上這些事情都做到了，自然可以增進人員生命的安全，同時亦提高財產設備的保障，減少了電力系統設備故障的可能發生。這章主要是談電力安全，開關練習及防止意外發生。

下列幾項是防止電力意外事件發生的基本原則：

- 知道所做的工作是什麼及如何去做。

## 2 工業電子學（原理與應用）

- 熟悉工作環境中可能存在的危險及可以熟加利用的便利之處，尤其是與工作項目直接有關的。
- 穿著不易著火的工作服，配戴有安全玻璃的眼鏡及其它一些視工作需要而攜帶使用的安全裝置。
- 使工作所使用到的電路或設備與外界絕緣，以防止意外發生。
- 把將要工作的所有能源供應器與電路關閉起來並用標籤標示清楚。
- 使用已經過測試的測試儀器測試電路或設備是否有電能的存在，在測試時要穿戴絕緣手套。
- 使用“熱桿”（hot stick）將工作場所的四周做一有效的接地，所有的接地在任何時刻都必須讓所有的工作人員看得見。
- 用帶狀障礙物（tape barrier）將工作場所圍繞起來。

### 1 - 2 工作場中的電力安全

在進行工作場中的工作以前，每個工作人員首先要清楚瞭解下列幾項原則，並在工作進行時確實遵行這些原則。

通常工廠中的領班與資深的員工都會被指派來為其他員工提供有關的工作指導與安全指導，但是，無論如何，只要本身的工作是與電力有關的，都必須確實遵守下列的幾項指示：

- 知道工作的內容與程序，尤其是安全標準。
- 知道工作所需要的工具及儀器，而這些儀器設備必須是有助於工作的安全且經過校準或經過修理好的。
- 在工作進行之前，先檢查尚未啟動的電路與設備是否已經關好，並且確定工作場的四周已經接地。
- 用障礙物或帶子把工作區域隔離起來，使所有的工作局限在這個區域，並防止非工作人員進入。
- 確定工作場所四周具有能量的電路或設備都已經絕緣起來，並

且至少用兩種方法標示清楚以求達到人員的保護。

- 沒有得到單位主管的直接授權以前，不可以私自操作動作中的機器設備，若得到授權，在操作機器時就必須配備一些可以保護安全的裝置，如橡皮手套，絕緣的工具等等。
- 你的領班或資深的工作人員必須告訴你工作中所有的改變狀態，而你也必須告訴他們對於這些工作狀況，你是否完全清楚瞭解。
- 切莫個人單獨地工作，要與另外的工作人員共同工作。
- 沒有得到領班或資深的工作人員的允許，不可以進入正在工作的區域。
- 在工作進行以前必須與領班或資深的工作人員討論工作的每一步驟。
- 在工作場所中，不可以任意接觸看起來不大對勁的人，因為他可能已經觸電了，這時候要用絕緣的東西把他與所接觸的物體移開。
- 當你對於繼續進行的工作感到疑問或對於安全措施覺得懷疑及有任何危險的可能存在，那麼你最好向領班或資深的工作人員反應，得到了他們明確的指示才開始繼續工作。
- 工作時，一定要健康良好，精神充沛。

### 1 - 3 安全用具

下列幾項是一些備用或用於工作進行所必需的安全用具及所需的數量或規格：

- 紅色的安全繩或帶子（300 呎）。
- 紅色閃光燈（6 個）。
- 安全警報器（6 個）。

#### 4 工業電子學（原理與應用）

- 紅色標籤，上面寫著“不可操作”（15張）。
- 鎖頭，鑰匙及所用的扣環（6組）。
- 接地錯誤電路斷續器（Ground fault circuit interrupter），15安培，125伏（1具）。
- 滅火器（2具）。
- 個人的安全防護裝備。
  - 不易著火的工作服。
  - 安全眼鏡。
  - 防護面罩。
  - 安全帽。
  - 及其它工作所需的用具。
- 易燃氣／氧氣偵測器。
- 輕便的通風吹風設備。
- 地線迴路阻抗測試器（Ground loop impedance tester），歐姆表（1具）。
- 電壓偵測器（Voltage detector）。
  - (1) 固定型（一台）。
  - (2) 高架伸縮型（1台）。
- 音 頻
  - (1) Tic 追蹤器。
  - (2) ESP。
- 電壓／電流表（1具）。
  - Amprobe 電表。
  - Simpson 電表。
- 橡皮手套及適當程度的保護裝置。
- 接地用鉤及電纜。
- 熱桿。

## 1-4 工作區域的管制

當有工作人員處於管制的區域時，正確的管制方法是在這些管制區域設有明確的標示器及提供所需的狀態訊息，如此才能防止意外發生。以下是一些常用的管制用具及用途。

### 1-4.1 紅色堅固的繩索

紅色繩索障礙物（通常還附帶使用安全警報器及紅色閃光燈）是用來將工作區域圍繞，以防止非工作人員的進入及管制與這個工作區域無關的工作人員的進入。

因此，這個紅色繩索障礙物的目的就是把工作區域圍繞起來，防止任何不熟悉該工作區域的人員進入，因接觸該區的設備而發生任何意外，唯一能進入該區的，是對於該區設備的使用及操作有相當瞭解的工作人員。

而為了本身的安全，工作人員亦不可以任意進入尚未以紅色繩索圍繞起來的工作區域，除非經由一特定的安全路徑進入及離開，否則若任意地進出，常會招致意外的發生。

在這裏有一點相當重要，就是紅色繩索的使用及人員管制一定要強制執行，以下幾項是使用紅色繩索障礙物時所須滿足的需求條件：

- 當覺得某工作區域有危險存在時，就必須用紅色繩索完完全全地確實圍繞起來。
- 圍繞的紅色繩索一定要圍繞在明顯可見的地方，如此才能形成有效安全的障礙物。
- 所圍繞的區域一定要大的使在該區的工作人員與危險存在的部份之間有足夠的空間活動。
- 繩索安裝之後，要能使被紅色繩索圍繞的區域以外區域的任何測試裝備很安全地安裝或操作。

## 6 工業電子學（原理與應用）

- 這種紅色繩索的用途是用來防止任何與該項工作無關的人及不明瞭危險所在的人進入，以確保安全之用，決不可用於其它用途。
- 當工作完成之後或工作的危險不存在之後，就可以把紅色繩索移開。

而在紅色區域以外的部份工作時，一定要經過資深且經驗可靠的技術人員鑑定之後才算是有了安全的保證。

### 1-4.2 白色及紅色條紋相同的狹帶

白色為底紅色條紋的狹帶的主要用途是將具有臨時性危險的地方圍繞並孤立起來，禁止任何人進入該區域，為了使圍繞的危險區域受到有效地防護，這種狹帶障礙物的使用要受到有效地掌握及人員強制執行，以下是使用這種狹帶的法意事項：

- 要將危險存在的區域或設備完完全全地圍繞起來。
- 把帶子放在所有靠近的人都能很容易看到的地方，這樣才構成有效的障礙物。
- 要確定所圍繞的危險區域外與區域的範圍之間有明確的區分。
- 狹帶的安排要使測試儀器的安裝能在圍繞的危險區域以外的地方進行。
- 這種狹帶只能用於隔絕暫時的機械或電力的危險，不可用於其它方面。
- 把狹帶圍繞的區域當做**連鎖的圍場**（interlocked enclosure）。
- 當危險不再存在之後，把帶子拿開。

## 1-5 封鎖及／或用標籤

爲了保護在電力導體或電力設備上工作的人員，必須使柵罩及鎖頭把所有獨立的裝置或電線密閉起來，再把經由領班或經驗可靠的技術人員簽名過的標籤貼在這些獨立的裝置上。接下來，要介紹標籤的種類及使用場合。

### 1-5.1 危險標籤

危險標籤只能由有經過授權的人員提供使用，並且提供使用標籤的人必須在標籤上註明日期並簽名蓋章。當使用危險標籤時，下列幾點注意事項要滿足：

- 危險標籤的目的是人員安全的保護，這是當人員需要靠近或在一些可能會引起傷害的設備時使用的。
- 危險標籤要附在隔離的裝置上，以表示這是被“封閉”的設備，另外還要把這些設備的電源或連接的管道及相關的儀器電路標示清楚。
- 當人員繼續地在這些設備上工作或是危險仍存在，那麼，危險標籤就要繼續保持下去。
- 任何裝置貼上了危險標籤就不能操作。(圖1-1)。

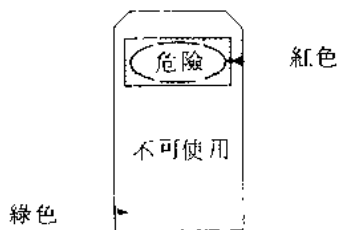


圖 1-1 危險標籤

### 1-5.2 故障標籤

故障標籤是用來限制一些有機械性故障或其它原因存在的設備之操作，但是這些故障存在的設備並不會對人員產生安全的威脅，另外要在標籤上寫明原因以及被允許操作這些裝置的人員名單。（圖1-2）。

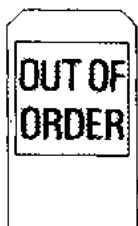


圖 1-2 故障標籤

### 1-5.3 停止使用標籤

停止使用標籤是用來標示一些已經停止使用的設備，是一種黑底白字的白色標籤。

### 1-5.4 警告標籤

警告標籤表示有潛在的危險狀態，這是一種黑底黃字的黃色標籤。

### 1-5.5 危險標籤的使用

危險標籤是用在一些隔離獨立的裝置上，是一種“封閉”設備的方式，其安裝的地方一定要明確。而這些標籤只能那些經過廠長或設計工程師允許授權的人使用。

當有許多人在同樣的設備上工作，若覺得有危險存在時，每位工作夥伴都必須把標籤及鎖附在裝置上，如圖1-3所示，這樣才能做到對所有的工作夥伴最大的保護。



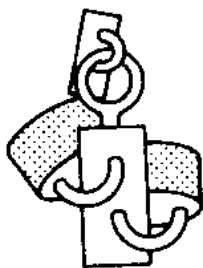


圖 1-3 危險標籤及鎖

危險標籤只能被原來安裝及簽字的人移開，倘若不能把標籤移開，那麼就要由工廠設備管理員選擇一個委員會，來判斷是否已經沒有危險存在，若已經沒有危險存在就可以把標籤移開，而這些參與判斷的人員必須完全瞭解當初標籤被安裝的原因。

## 1-6 操作電力設備的防護衣物

所有工作人員在具有能量或會有能量產生的電力設備上工作時，必須穿戴下列防護衣物。

- 長袖且防火的工作服。
- 電力架線人員所使用的安全手套及保護裝置。
- 可保護臉部及頭髮的防護面罩，或可以附上安全帽的防護面罩。
- 在安裝及收回電路斷路器，連接或切斷接地點，及測試具有能量的電路或設備時，任何人都必須穿戴防護衣物。
- 只有合格的人員才能操作交換設備。