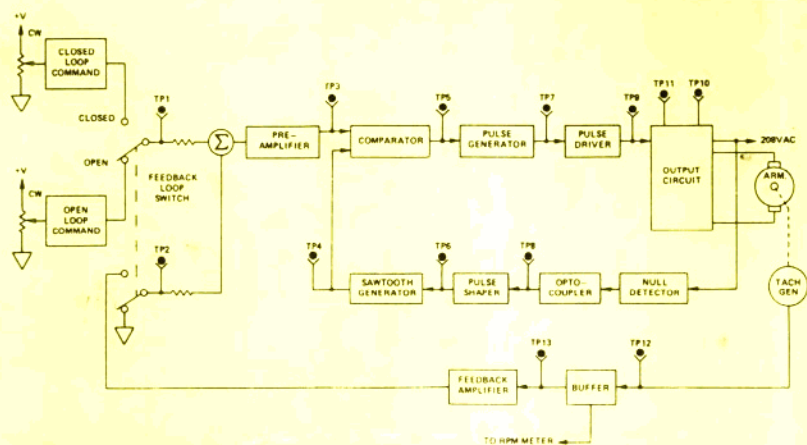


固態控制系統(3)

直流馬達控制



朋編譯

版
權
所
有



翻
印
必
究

臺內著字第

號

DC馬達控制

中華民國七十二年八月廿日

出版

發行人：趙 希 朋

編著人：趙 希 朋

地 址：臺北縣中和市興南路一段 93 巷 26 之 2 號

郵政劃撥第 105833 號 趙希朋

電 話：(02)9428371

總經銷：師友工業圖書公司

地 址：臺北市羅斯福路 5 段 59 巷 16 號之 3

郵政劃撥第 100538 號 師友工業圖書公司

電 話：9317778 9329508 5333

印刷者：快印設計印刷公司

地 址：中壢市中光路 89 號

電 話：429542

定價 捌拾 元正



序

本書是根據美國 LAB-VOLT 的一套訓練教材：固態控制系統 (STATIC CONTROL TRAINING SYSTEM) 編撰而成。

固態控制系統共有五冊，分別爲：

1. 固態邏輯控制系統。
2. A C 馬達控制系統。
3. D C 馬達控制系統。
4. X - Y 定位控制系統。
5. 角度定位控制系統。

整個系統涵蓋了電子、電機以及數值 (N C) 與計算機自動化控制 (CNC) 於一體，觀念清晰、目標明確，經由系統操作，按控制流程將線路予以分析、測試與比較，能有效達到系統操作、測試、保養維護與故障排除，並具有啓發性爲訓練目標的一種綜合性技術，是目前工業自動化技術的精華。

際此國家工業步入精密自動化需材殷切之際，筆者因從事於職訓工作，由於職志所在，面對如此優良完整的教學資料，如不能公諸於工業與職教界，實非所願，雖自知才疏學淺，乃勉力陸續出版，尙祈學界先輩不吝指正。

本書承蒙郭老師炳源與許老師安之的鼎力協助，敬致謝意；並以此書向前故訓練課長 孫瑋先生對本中心的奉獻表示由衷的懷念與敬意！

朋 識於臺灣省北區
職訓中心工業電子

目錄

序

課程指導 0 - 1.

課程一 直流馬達控制設備的認識

目的 —— 基本觀念 —— 相關知識 1 - 1.

了解有關人員與電力設備的安全與人體電阻的測試
..... 1 - 2.

課程中所使用的控制設備的介紹 1 - 5.

綫路操作（分析）與測試：

1. 磁場開關放大器的接綫與操作 1 - 10.

2. S C R 電樞電壓控制器的接綫與操作 1 - 11.

綜合 —— 問題 1 - 13.

答案：圖 1 - 9 1 - 15.

課程二 磁放大控速器

目的 —— 基本觀念 —— 相關知識 2 - 1.

綫路操作（分析）與測試：

1. 磁放大器控制電流對負載電流的測試·····	2 - 6.
2. 磁放大器的增益計算·····	2 - 7.
3. 控制電流對馬達轉速的控制·····	2 - 9.
4. 控制電流對電樞電流與扭力的關係·····	2 - 10.
綜合 —— 問題·····	2 - 12.
答案：表 2 - 1·····	2 - 13.
答案：表 2 - 3。表 2 - 7·····	2 - 14.
答案：表 2 - 4。表 2 - 8。表 2 - 9·····	2 - 15.

課程三 磁場電流開關放大器

目的 —— 基本觀念 —— 相關知識·····	3 - 1.
-------------------------	--------

綫路操作（分析）與測試：

1. 2. 綫路接綫與示波器設定·····	3 - 11.
3. 磁場電流開關放大器波形測試·····	3 - 12.
4. 5. 6. 開路控速·····	3 - 16.
7. 閉路控速·····	3 - 19.
8. 磁場電流與脈衝工作週期·····	3 - 21.
9. 工作週期與最大最小轉速·····	3 - 22.
10. 開路穩速百分比的計算·····	3 - 23.

11.閉路穩速百分比的計算·····	3 - 25.
綜合——問題·····	3 - 26.
答案：圖 3 - 12.·····	3 - 27.
答案：圖 3 - 13.。表 3 - 3 ·····	3 - 29.
答案：圖 3 - 16.。表 3 - 4 ·····	3 - 30.

課程四 反向制動與動力制動

目的——基本觀念——相關知識·····	4 - 1.
綫路操作（分析）與測試：	
1.動力制動與反向制動的接綫·····	4 - 5.
2.反向制動操作與測試·····	4 - 7.
3.動力制動操作與測試·····	4 - 9.
綜合——問題·····	4 - 10.

課程五 SCR 電樞電壓控制器

目的——基本觀念——相關知識·····	5 - 1.
綫路操作與測試：	
1. 2.將 SCR電樞電壓控制器接綫並完成開路操 作設定·····	5 - 12.
3.電壓控制器的閉路設定·····	5 - 14.

4. 開路與閉路的操作與測試	5 - 16.
5. 6. 7. 比較器基準信號與鋸齒波信號之產生與其 頻率	5 - 20.
8. 9. 10. 脈衝產生器與 SCR 的激發控制與測試	5 - 21.
11. 12. 開路與閉路控速效益的比較以及電樞電流與 轉速的關係	5 - 23.
13. 14. 15. 比較輸出的工作週期與馬達轉速的關係	5 - 24.
14. 開路操作時改變控速鈕對電樞電流波形的變化	
15. 在閉路操作改變閉路控速鈕對回授電壓的影響	
16. 開路操作滿負載時的穩速百分比	5 - 25.
17. 閉路操作滿負載下的穩速百分比	5 - 26.
綜合 —— 問題	5 - 27.
答案：圖 5 - 11.	5 - 28.
答案：圖 5 - 12.	5 - 31.
附 錄：參考書籍	6 - 1.

課程指導

固態控制是一套專門用來訓練工業電子技術人員的一系列課程，著重於能反映現代工業上有關自動控制在實際應用上的各項概念。適合於大專、職校、職業訓練以及工業界技術人員在職訓練進修之用。同時也是現代化銷售工程師們的一門必修課程。

固態控制系統一共包括有五部份，即：

1. 固態控制系統。
2. A C 馬達控制系統。
3. D C 馬達控制系統。
4. X - Y 定位控制系統。
5. 角度定位控制系統。

而每一部份都有一本專用教材，並配合一套支援設備，供綫路之分析、操作與測試之用。

本書是屬固態控制系統中的「D C 馬達控制系統」。全書共分成爲五個課程來討論。而每一課程也都有一特定的重點。現將各課程內容重點分述於下：

課程一：認識直流馬達控制器。使學者了解安全規則，安全是每一個從事於電力設備的工程人員所必須遵守的。任何個人不安全的行爲，都會影響到全體的生命與財產，故不可不慎。同時對課程中所使用的設備予以認識與操作功用先予了解，以作爲以後課程的預備。

課程二：磁放大控速器。使學者了解磁放大控速器的構成和原理，以及如何使用磁放大控速器來控制—並激 (shunt) 直流馬達的激磁繞圈以控制其轉速的技術。並由測定的數據，以計算其放大增益。

課程三：磁場電流開關放大器。使學者了解如何使用固態電子繞路來控制一直流馬達的定子繞圈的電流來調節的馬達轉速。並由對磁場開關放大器的繞路的分析與測試，了解信號流程與功用。同時設定馬達的負載（轉矩）觀察控制繞路對馬達轉矩與轉速間在開路與閉路操作時，比較其穩速百分比。

課程四：反向制動 (Plugging) 與動力制動 (Dynamic Brake)。使學者了解如何使直流馬達制動的原理與應用，以將一直流馬達啟動，制動以及反向的各項技術。

課程五：SCR 電樞電壓控制器。使學者了解使用固態繞路控制一直流分激馬達的原理。課程中對 SCR 電樞電壓控制器的繞路予以詳細分析。同時對繞路上各信號間相互間關係的研究。並由繞路的操作分析測試，觀察對控制鈕的設定對直流並激馬達轉矩—轉速間的關係，並由所測得的數據計算其穩速百分比。

書中每一課程都是一獨立的單元，所以對課程的進行非常有彈性，如果是以課程難易的程度來排列，其學習的順序應為 1. 4. 2. 3. 與 5. 。

在學習的過程中，要深入一個控制系統前，首要清晰控制系統的正确操作順序爲起始，然後根據線路控制信號的流程，將線路予以分析與測試，然後了解流程中各控制信號間的關係，進一步才能對系統作邏輯的保養維護，故障的檢查與排除以達到最高的效率。

工業上靜態控制將電子、電機與機械結合爲一體的一種精密科學技術，因此學者在課程開始前必順要對課程中所使用的各項裝置或設備，具有基本的相關知識與認識，且對電子儀表能夠正確使用，才能臻於完善。現將課程中所據以討論的各項裝置的規格以及連接，分別簡述於後以爲參考。

課程設備規格

1. 電源供應器，可以供應下列各種電源：（參考圖 0 - 1）

(1) 輸入 $120/208\text{ Vac}$ ， 3ϕ ， 4 W 。

(2) 頻率， 60 Hz 。

(3) AC 電壓輸出：

a、可變 3ϕ ， $0-120/208\text{ Vac}$ ， 60 Hz ， 5 A 。

輸出端：4-5-6 爲三相輸出。

N - 爲中線。

b、可變 1ϕ ， $0-208\text{ Vac}$ ， 15 A 。

輸出端：4-N，5-N，6-N。

N - 爲中線（共用）。

c、固定 3ϕ ， $120/208\text{ Vac}$ ， 60 Hz ， 15 A 。

輸出端：1-2-3。

d、固定 1ϕ ， 120 Vac ， 10 A ， 60 Hz 。

輸出端：1-N，2-N，3-N。

N 爲中線。

(4) D C 電壓輸出：

a、可變 0-120 Vdc, 8 A。

輸出端：7 - N。

d、固定 120 Vdc, 2 A。

輸出端：8 - N。

8 爲正端，N 爲負端。

(5) 電壓調整旋鈕 - 以順時針方向旋轉，可增加可變 A C 或 D C 電壓。

(6) 指示燈：指示三相電源 (O N)。

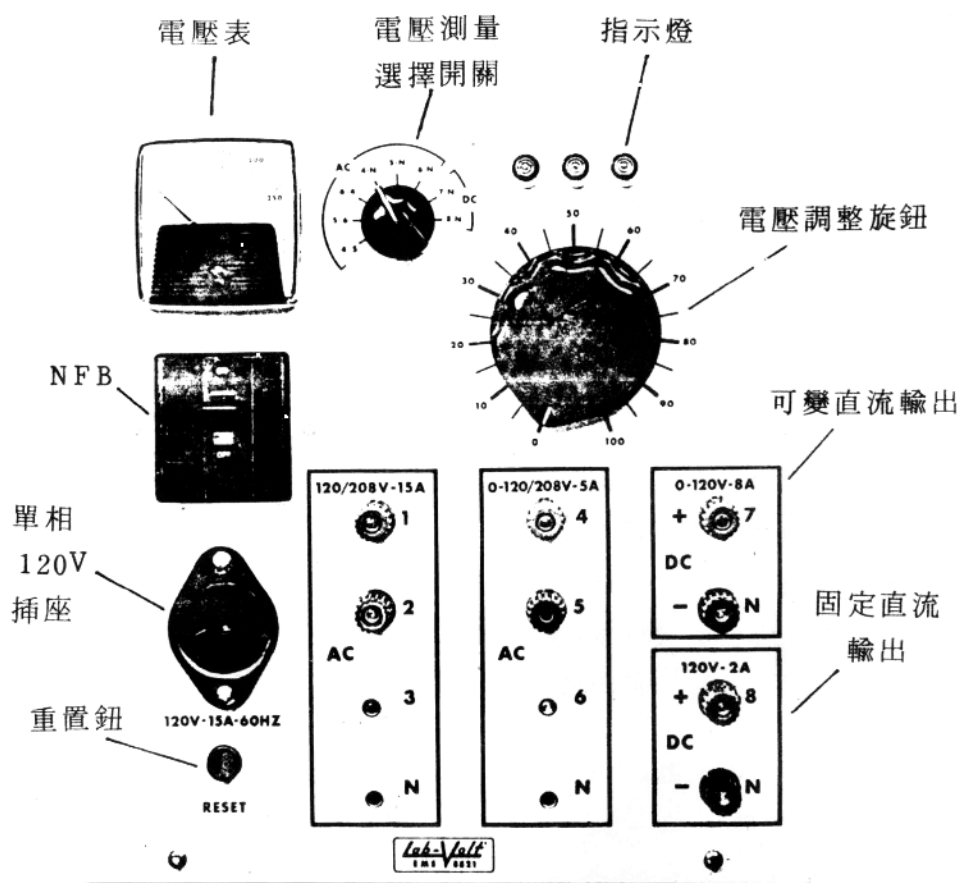


圖 0-1

- (7)電壓表：可指示 A C、D C 及各相（線）間的電壓。
- (8)選擇開關－用來選擇由電壓表指示出各相（線）間的交流電壓或直流電壓。
- (9)無熔絲開關：3 極 15 A 電源開關與保護裝置。
- (10) 120 Vac 電源插座－供應 120 V-15 A 60 HZ 的單相電源。
- (11)重置按鈕（ RESET ）－每種電源均經過斷路器（ C B ）保護，可於過載跳脫後重置之用。
2. 直流馬達－如圖 0-2 所示為直流馬達的面板接線符號。
- (1)接線端 1 與 2 是馬達的電樞。
 - (2)接線端 3 與 4 是馬達定子上的串激磁場線圈。
 - (3)接線端 5 與 6 是馬達定子上的並激磁場線圈。
 - (4)接線端 7 與 8 是一可變－電阻器，當與並激磁場線圈相串接，可改變馬達的激磁電流。
 - (5)馬達規格：D C 120 V 分激馬達。 $\frac{1}{4}$ HP 2.8 A。
- 3 與 4 間的直流電阻為 $\underline{20} \Omega$ 。
- 5 與 6 間的直流電阻為 $\underline{260} \Omega$ 。
- 7 與 8 間的可變電阻為 $0-500 \Omega$ 。

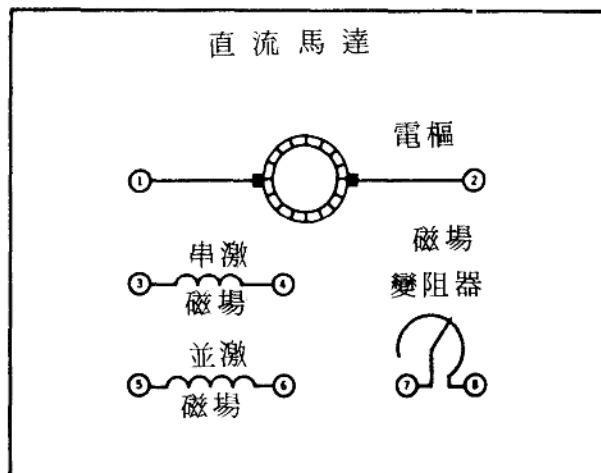


圖 0-2

(6)圖 0-3 為馬達的並激接線圖：

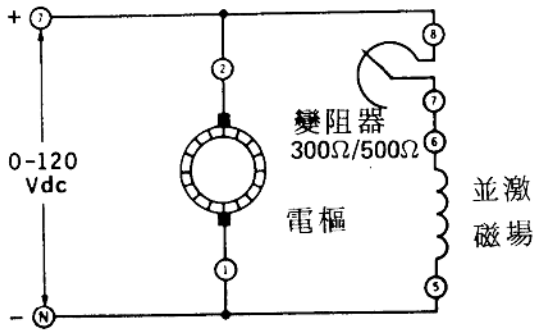


圖 0-3

(7)圖 0-4 為馬達的串激接線：

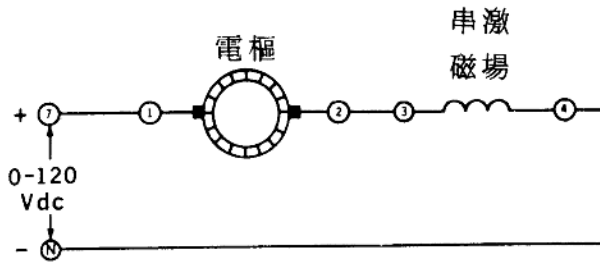


圖 0-4

(8)圖 0-5 為馬達的串激并反轉接線：

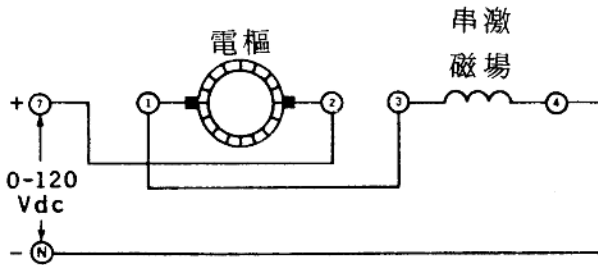


圖 0-5

3. 可變電阻箱－如圖之所示：

(1) 圖 0-6 為一可變電阻箱，共分成三組完全相同的組合。

(2) 每組 電阻分別是由 $1200\ \Omega$ ， $600\ \Omega$ 與 $300\ \Omega$ 三個電阻所組成，可分別由開關各別並聯使用。

(3) 規格：綫繞固定電阻。

$1200\ \Omega$ $0.1\ \text{A}$, $\pm 5\%$ 。

$600\ \Omega$ $0.2\ \text{A}$, $\pm 5\%$ 。

$300\ \Omega$ $0.4\ \text{A}$, $\pm 5\%$ 。

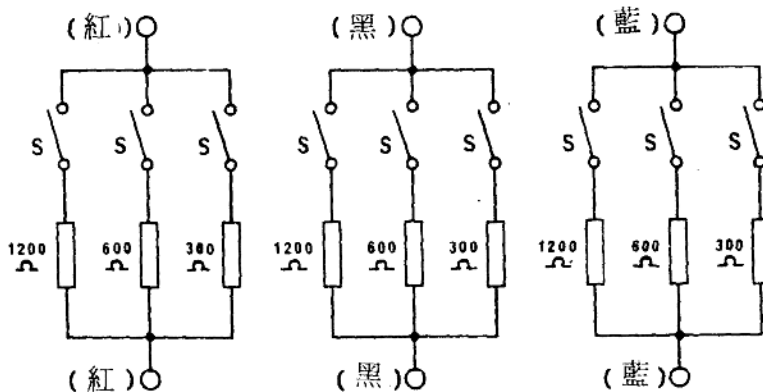


圖 0-6

4. D C 電壓電流表組合－如圖 0-7 所示。

(1) 直流電壓表的測量範圍：

a、 $0-20\ \text{Vac}$

b、 $0-200\ \text{Vac}$

(2) 電流表測量範圍：

a、 $0-0.5\ \text{A}$ 直流

b、 $0-2.5\ \text{A}$ 直流

c、 $0-5\ \text{A}$ 直流

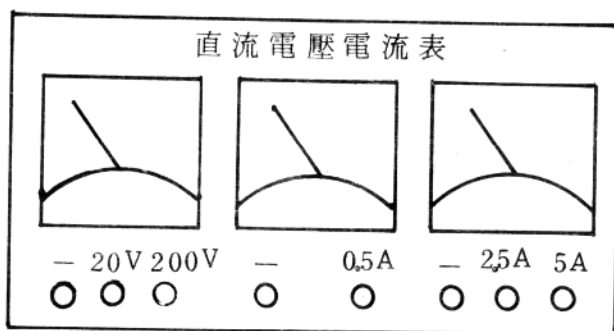


圖 0 - 7

5. 扭力計 (Electro - Dynamometer) 。

(1)圖0 - 8為電扭力計，其扭力的大小可由“ 扭力調節鈕 ”之調節。

(2)扭力計使用前，必須要將其扭力軸與馬達轉軸的皮帶輪用齒皮帶連接起來。

(3)在 1 與 2 的接線端接上 120Vac ，經過整流器。旋轉“ 扭力調節鈕 ”，即可改變加在馬達軸上的轉矩（負載）。

(4)扭力調節範圍 00-27 Lb -in 。

並有指標將扭力指示出來。

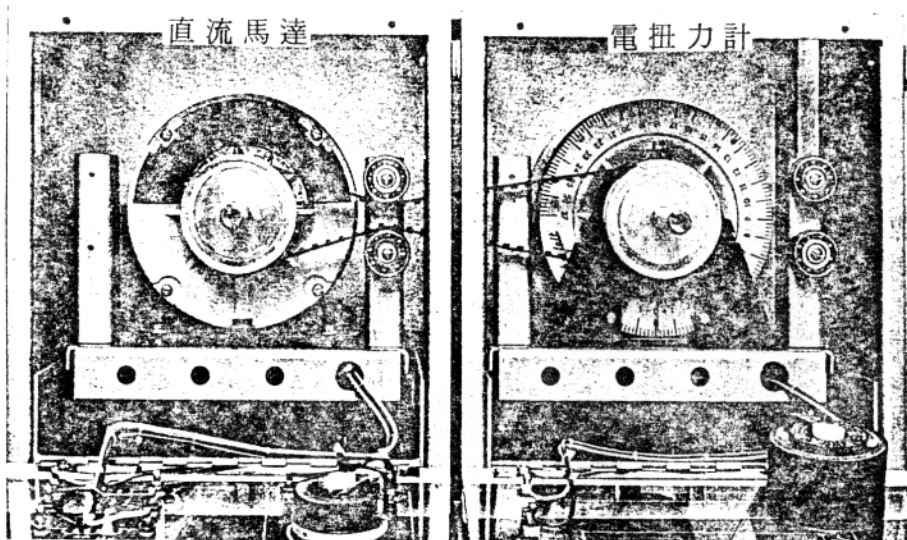


圖 0 - 8

課程一

直流馬達控制設備的認識

目的：

- 1.使從事於電子工作人員了解安全規則。
- 2.了解直流馬達控制器的構成與各種應用。

基本觀念：

- 1.從事於電工或一般電力工廠的工作者，其安全規則的第一條是：“動手前先動腦筋”。
- 2.任何從事於電力工作或機器的操作均須遵守安全規則。
- 3.任何從事於電力或電子設施的工作人員，均有被電擊的可能。
- 4.使用直流馬達控制器，可將直流馬達做各種之靜態控制。
- 5.直流馬達的轉速與流過其電樞的電流間，存有一種正比的關係。
- 6.直流馬達的轉速與流過其激磁繞圈的電流間，存有一種反比的關係。
- 7.控制一並激直流馬達的轉速，可由調節其定子的激磁電流而獲得。
- 8.一並激直流馬達的轉速的控制，可由調節其流過電樞的電流而獲得。

相關知識：

安全是每一個人的責任。在工作場所的公共安全必須要每一個人的合作才能獲致。如果忽視了安全的規則，將使我們自己或別人的健康和生命受到危害。

安全並不是很難的事情，有時僅是一般知識，但必須是一種共識當成一個整體問題來重視它，否則任何人的疏忽，將危及其本人及其他人的生命和財物的災害，故不能不謹慎。

在本課程中所使用之直流馬達控制器，可做多種的控制功用，因此對

其構成與操作必須要熟悉，並能正確應用。

安全在每一項工作中，都是一件非常重要的事。為避意外事故的發生，使必須服從安全規則。大多數意外事故的發生，多是肇因於對安全規則不遵重所致。

下面所列就是一般從事機具與動力設備工作者，每個人所必須遵守者。

1. 不可開玩笑或作遊戲，許多痛苦的傷害，都是由於粗心和無知。
2. 在動手工作前，先要經過老師的許可。
3. 如有傷害發生，必須立刻提出報告。
4. 在有屑飛起的場所，要戴安全眼鏡以防止碎片進入眼睛。
5. 保持你工作環境附近的地板整潔與暢通以免跌倒。
6. 正確使用工具與儀表，如果工具不對，不要任意使用代用品。
7. 用正確的姿式搬運重物，用你的腿力—不可用腰力。最好多人共同搬運重物。
8. 不要對用心接綫或測量的工作者說話。
9. 永遠不要離開一個尚在運轉，或者尚未停止的機器。

電氣災害的發生，並不是完全發生在對電沒有常識的人，通常也會發生在經過良好訓練的技術人員。原因是太過於自信或者是太粗心觸犯人員安全的基本規則。

因此對於安全規則的討論或了解實屬必要，現有一個最好的忠告就是：

動手前先思考

在實驗中的電壓與電流，如果能遵守安全規則不會造成嚴重的災害或危險。但如果偶觸電，會突然造成一種震驚。這種突然受到電擊的感覺，有時產生一種反射作用，而造成了第二次的傷害。這種第二次的傷害可能非常嚴重，諸如激烈的肌肉收縮，使身體或手碰到牆壁，手中的工具或有