

高電壓工程

(附實驗)

林 清 一 編著

興業圖書股份有限公司

高 電 壓 工 程 實 驗

顏 世 雄
黃 慶 連
林 清 一
編 著

版權所有·翻印必究

中華民國六十八年一月一日

高電壓工程

定價：九十元

編著者：林 清 一

發行人：王 志 康

出版登記證局版台業字第〇四一〇號

出版者：興業圖書股份有限公司

地 址：台南市勝利路一一八號

郵政劃撥南字 31573 號

發行所：興業圖書股份有限公司

本書另有實驗本配合採用極有幫助

敬請指導愛護·電話 373253 號

高電壓實驗應注意事項

- (1) 高電壓試驗，從頭到尾要在指導者監督下操作。
- (2) 試驗用控制盤上之開關器等，未經許可或指示，絕不能接觸或送電。
- (3) 試驗前要確實檢查裝置及配線尤其是接地是否完全，以及高電壓部份之隔離距離是否足夠，絕對確保安全。
- (4) 球間隙與其他物體相接近時，會使球隙間之電場分佈發生偏差，並且使火花放電電壓產生誤差，所以球之支持金屬架，需距離閃絡發生點有 L 之長度，其中 $L = 0.083V (m)$ (V 為測定電壓 ($K.V$)) 以上之距離。高電壓側發生電暈之接觸線及加電壓之送電導體，皆須有球徑10倍以上之隔離距離。
- (5) 使用一球接地之球間隙時，實驗室內建築結構應與高壓側發生閃絡之點有5倍球徑以上之距離 (長度) 。
- (6) 實驗室內之配線或接線，應確實防止因實驗影響或受振動而脫落之情形。
- (7) 實驗中如警報器或警報燈開始示警時，絕對不能進入高壓設備之危險區域以內。
- (8) 高電壓設備需用手接觸時，應確定電源已開啓 (斷路) ，並且其高壓端應先接地，尤其是電容器回路，絕對要先行接地放電後才能觸摸。
- (9) 高電壓實驗，往往因操作純熟，反引起疏忽，此情形絕對要避免。務必小心注意，並且如情緒不安或心事煩重時絕對要禁止作高電壓試驗。
- (10) 高電壓試驗絕對禁止“活線作業”，即送電中進行修正線路，此外每一次實驗禁止單獨一人操作試驗，應有二人以上共同試驗，以確保安全。
- (11) 試驗期間所有不用的電容器類，必須短路並予接地。
- (12) 試驗完畢後所有加過電壓的電容器類必須確實予以放電。

高電壓實驗目錄

| | | |
|------|---|----------|
| 實驗一、 | 高電壓試驗概論 (Introduction To High Voltage Tests) | 1 |
| 實驗二、 | 絕緣電阻測量 (Measurements of Insulation Resistance) | 14 |
| 實驗三、 | 靜電高電壓試驗 (Electrostatic High Voltage — Van de Graff Generator) | 21 |
| 實驗四、 | 間隙火花放電試驗 (Air - Gap Spark - over Test) | 29 |
| 實驗五、 | 高電壓之測量 (Measurements of High Voltage) | 40 |
| 實驗六、 | 絕緣材料之絕緣破壞試驗 (Breakdown Tests To Insulation Materials) | 48 |
| 實驗七、 | 加電壓試驗 (Applied Potential Tests) | 58 |
| 實驗八、 | 衝擊電壓試驗(一) (Impulse Voltage Tests (I)) | 67 |
| 實驗九、 | 衝擊電壓試驗(二) (Impulse Voltage Tests (II)) | 78 |
| 實驗十、 | 50 %閃絡電壓試驗(碍子試驗) (50 % Flash - over Voltage Test — Insulator Tests) | 93 |

附錄

| | | |
|------|---------------|-----------|
| 附錄一、 | 參考資料 | 102 |
| 附錄二、 | 噴嘴設計圖 | 103 |
| 附錄三、 | 絕緣等級與衝擊電壓值之選擇 | 104 |

實驗一 高電壓試驗概論

I、高電壓試驗之目的：

對於電機機械或電氣器材之絕緣程度是否良好，絕緣劣化之情形如何等問題，單是以絕緣電阻之測量，無法確定所需要之絕緣特性，故針對所適用之環境經過特定之高電壓試驗，以判定絕緣特性之等級。實際上，加高電壓試驗乃在於確定長時間加入額定電壓是否能正常運轉，以及對於各種異常電壓之承耐程度，為目的而實施的一種試驗。

II、A 高電壓試驗，依其試驗目的之不同，可分為下列數種：

- (1) 耐電壓試驗：在加入規定電壓及承受時間下，試驗材料無異常狀態發生者為合格。
- (2) 絕緣破壞試驗：在試驗材料上，加入漸增而會使絕緣遭破壞之高電壓，用以測量達到絕緣破壞之最低電壓，並且求出絕緣強度極限值的試驗。
- (3) 閃絡 (Flash-Over) 試驗：碍子、套管等加高電壓之情形，在絕緣破壞尚未發生前，電極間會發生火花之閃絡現象，而不能完全絕緣，此時求出閃絡現象之最低電壓值，以判斷此類絕緣材料之特性的試驗。

B 如以試驗電壓之種類，加以區分有下列數種：

- (1) 交流電壓試驗：以 50 Hz 或 60 Hz 之商用頻率，加高電壓的試驗，為一般最常用的方法，在試驗材料兩端加入較佳波形之商用頻率交流高電壓。
- (2) 直流電壓試驗：電力用電纜及電容器等，因為有極大之靜電電容，若加入交流高電壓，則會通過甚大之交流電流，因此需要極大之設備裝置，在此情形下改用直流電壓試驗，可減低試驗設備之開支且輕便容易作現場試驗。
- (3) 衝擊電壓試驗：由於雷擊或開關突波 (switching surge) 等衝擊性電壓，所造成絕緣破壞或閃絡現象之情形，與商用頻率所產生者有顯著之不同，此種試驗乃對易於遭受衝擊性異常電壓侵襲之電機機械或絕緣器材等，加以模擬雷擊之衝擊性電壓，對絕緣材料試

驗。

Ⅲ、高電壓之測定：當測定之電壓較高時，若由指示儀器來測量，必需要使用倍率器或儀器用變壓器來輔助，但此等儀器造價昂貴，故一般對高電壓之測量，大部分利用空氣中火花放電之方法來測量。

此種方法原則上以均強電場電極（如 Rogowski 電極等）所作之均強電場所生之火花放電為宜，但是此種電極在製作上有諸多困難，故以近似於均強電場之球形電極來代替，而有下列各種規定：

- (1) 標準間隙：球間隙，乃是指球電極間距離小於球半徑時，兩球中間所夾空間之最短距離，其附近之電場分佈近似於均勻者，以此種標準球間隙之大小，來訂定電壓值之測量法則。表 1 即標準球直徑長，球徑大小容許差，與適用之測量電壓範圍之關係。

表 1

| 球 徑 (mm ϕ) | 20 | 50 | 62.5 | 100 | 125 | 150 | 250 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 球徑容許差 (mm) | ± 0.2 | ± 0.5 | ± 0.6 | ± 1.0 | ± 1.2 | ± 1.5 | ± 2.5 |
| 適用電壓 (kv) | 2.4~40.0 | 8.0~82.4 | 14.2~101 | 16.9~155 | 16.7~186 | 16.5~219 | 31~345 |

- (2) 使用商用頻率之標準球間隙之放電電壓：

表 2 即表示一球接地之情形，在標準氣壓 (1013 m - bar) 及標準溫度 (20°C) 下之放電電壓 (波峯值 kv) 。

表 2

| 球 徑 (mm) | 20 | 50 | 62.5 | 100 | 125 | 150 | 250 | |
|----------|------|------|------|------|------|------|-----|--|
| 間隙長 (mm) | | | | | | | | |
| 0.5 | 2.4 | | | | | | | |
| 1.0 | 4.4 | | | | | | | |
| 1.5 | 6.3 | | | | | | | |
| 2.0 | 8.2 | 8.0 | | | | | | |
| 3.0 | 11.5 | | | | | | | |
| 4.0 | 14.8 | 14.3 | 14.2 | | | | | |
| 5.0 | 18.0 | | | 16.9 | 16.7 | 16.5 | | |
| 6.0 | 21.0 | 20.4 | 20.2 | | | | | |
| 7.0 | 23.9 | | | | | | | |
| 8.0 | 26.6 | 26.3 | 26.2 | | | | | |
| 9.0 | 29.0 | | | | | | | |
| 10 | 31.2 | 32.0 | 31.9 | 31.6 | 31.5 | 31.3 | 31 | |
| 12 | 35.1 | 37.6 | 37.5 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|-----|--|
| 14 | 38.5 | 43.0 | 43.0 | | | | | |
| 15 | 40.0 | | | 45.6 | 45.6 | 45.5 | 45 | |
| 16 | | 48.1 | 48.4 | | | | | |
| 18 | | 53.0 | 53.6 | | | | | |
| 20 | | 57.4 | 58.2 | 59.1 | 59.2 | 59.2 | 59 | |
| 22 | | 61.5 | 63.1 | | | | | |
| 24 | | 65.3 | 67.4 | | | | | |
| 25 | | 67.2 | 69.6 | 72.0 | 72.0 | 72.6 | 72 | |
| 30 | | 75.4 | 79.1 | 84.1 | 85.2 | | 86 | |
| 35 | | 82.4 | 87.5 | 95.2 | 97.2 | 98.1 | | |
| 40 | | | 94.8 | 105 | 109 | 110 | 112 | |
| 45 | | | 101 | 115 | 119 | 122 | | |
| 50 | | | | 123 | 129 | 132 | 137 | |
| 55 | | | | 131 | 138 | 143 | | |
| 60 | | | | 138 | 146 | 152 | 161 | |
| 65 | | | | 144 | 154 | 161 | | |
| 70 | | | | 150 | 162 | 169 | 184 | |
| 75 | | | | 155 | 168 | 177 | | |
| 80 | | | | | 174 | 185 | 205 | |
| 90 | | | | | 186 | 198 | 225 | |
| 100 | | | | | | 209 | 243 | |
| 110 | | | | | | 219 | 260 | |
| 120 | | | | | | | 275 | |
| 130 | | | | | | | 285 | |
| 140 | | | | | | | 302 | |
| 150 | | | | | | | 314 | |
| 160 | | | | | | | 325 | |
| 180 | | | | | | | 345 | |

(3) 空氣密度變化時標準電壓之修正

當相對空氣密度為 $\delta = 0.95 \sim 1.05$ 時

$$V = \delta V_n$$

其中 V = 放電電壓 (波峯值 kv)

V_n = 標準氣壓下與標準溫度下之放電電壓 (kv)

δ = 相對空氣密度 = $0.289b / (273+t) = 0.386p / (273+t)$

b = 測量時之氣壓值 ($m\text{-bar}$)

p = 測量時之氣壓值 (Torr) ($m\text{.mHg}$)

t = 測量時之周圍溫度值 ($^{\circ}\text{C}$)

當相對空氣密度小於 0.95 或大於 1.05 之情形時

$$V = \alpha V_n$$

其中 α = 修正係數，表 3 表示 α 與 δ 之關係，表中以外之數值，可以內插法或外插法求得。

表 3

| | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| δ | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.05 | 1.10 |
| α | 0.72 | 0.77 | 0.81 | 0.86 | 0.91 | 0.95 | 1.05 | 1.09 |

- (4) 以標準球間隙測量衝擊電壓之放電電壓方法：

對於一正端球接地之情形下，（即負衝擊電壓），在標準溫度與標準氣壓下之標準球間隙之放電電壓值，如表 4 所示，表 5 為負端接地之情形（正衝擊電壓），如同前述標準狀態之放電電壓值。

IV、衝擊電壓發生裝置：

- (1) 衝擊電壓發生裝置之原理：

第 1 圖所示為一衝擊電壓發生裝置之原理圖，電容器 $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ ，經由高電壓整流管 K_1 (Kenotron) 或高電壓整流排 D_1 並聯充電，而皆帶有“E”電壓。

表 4 (a) 負性衝擊電壓與球間隙長關係表

| 球間隙長 (Cm) | 波峯 (KV) (20°C , 1013m - bar) | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------------------|--------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|
| | 球直徑 (Cm) | | | | | | | | | | |
| | 2 | 5 | 6.25 | 10 | 12.5 | 15 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 |
| 0.05 | 2.8 | | | | | | | | | | |
| 0.10 | 4.7 | | | | | | | | | | |
| 0.15 | 6.4 | | | | | | | | | | |
| 0.20 | 8.0 | 8.0 | | | | | | | | | |
| 0.25 | 9.6 | 9.6 | | | | | | | | | |
| 0.30 | 11.2 | 11.2 | | | | | | | | | |
| 0.40 | 14.4 | 14.3 | 14.2 | | | | | | | | |
| 0.50 | 17.4 | 17.4 | 17.2 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | | | | | |
| 0.60 | 20.4 | 20.4 | 20.2 | 19.9 | 19.9 | 19.9 | | | | | |
| 0.70 | 23.2 | 23.4 | 23.2 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | | | | | |
| 0.80 | 25.8 | 26.3 | 26.2 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | | | | | |
| 0.90 | 28.3 | 29.2 | 29.1 | 28.9 | 28.9 | 28.9 | | | | | |
| 1.0 | 30.7 | 32.0 | 31.9 | 31.7 | 31.7 | 31.7 | 31.7 | | | | |
| 1.2 | (35.1) | 37.6 | 37.5 | 37.4 | 37.4 | 37.4 | 37.4 | | | | |
| 1.4 | (38.5) | 42.9 | 42.9 | 42.9 | 42.9 | 42.9 | 42.9 | | | | |
| 1.5 | (40.0) | 45.5 | 45.5 | 45.5 | 45.5 | 45.5 | 45.5 | | | | |
| 1.6 | | 48.1 | 48.1 | 48.1 | 48.1 | 48.1 | 48.1 | | | | |
| 1.8 | | 53.0 | 53.5 | 53.5 | 53.5 | 53.5 | 53.5 | | | | |
| 2.0 | | 57.5 | 58.5 | 59.0 | 59.0 | 59.0 | 59.0 | 59.0 | 59.0 | | |
| 2.2 | | 61.5 | 63.0 | 64.5 | 64.5 | 64.5 | 64.5 | 64.5 | 64.5 | | |
| 2.4 | | 65.5 | 67.5 | 69.5 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | | |
| 2.6 | | (69.0) | 72.0 | 74.5 | 75.0 | 75.5 | 75.5 | 75.5 | 75.5 | | |
| 2.8 | | (72.5) | 76.0 | 79.5 | 79.5 | 80.0 | 81.0 | 81.0 | 81.0 | | |
| 3.0 | | (75.5) | 79.5 | 84.0 | 85.0 | 85.5 | 86.0 | 86.0 | 86.0 | 86.0 | |
| 3.5 | | (82.5) | (87.5) | 95.0 | 97.0 | 98.0 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | |
| 4.0 | | (88.5) | (95.0) | 105 | 108 | 110 | 112 | 112 | 112 | 112 | |
| 4.5 | | | (101) | 115 | 119 | 122 | 125 | 125 | 125 | 125 | |
| 5.0 | | | (107) | 123 | 129 | 133 | 137 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| 5.5 | | | | (131) | 138 | 143 | 149 | 151 | 151 | 151 | 151 |
| 6.0 | | | | (138) | 146 | 152 | 161 | 164 | 164 | 164 | 164 |
| 6.5 | | | | (144) | (154) | 161 | 173 | 177 | 177 | 177 | 177 |
| 7.0 | | | | (150) | (161) | 169 | 184 | 189 | 190 | 190 | 190 |
| 7.5 | | | | (155) | (168) | 177 | 195 | 202 | 203 | 203 | 203 |

表 4 (b)

| 球間 隙長 (Cm) | 波峯 (KV) (20° , 1013m - bar) | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------------------------|---|------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 球直徑 (Cm) | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 5 | 6.25 | 10 | 12.5 | 15 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | |
| 8.0 | | | | | (174) | (185) | 206 | 214 | 215 | 215 | 215 | | |
| 9.0 | | | | | (185) | (198) | 226 | 239 | 240 | 241 | 241 | | |
| 10 | | | | | (195) | (209) | 244 | 263 | 265 | 266 | 266 | 266 | |
| 11 | | | | | | (219) | 261 | 286 | 290 | 292 | 292 | 292 | |
| 12 | | | | | | (229) | 275 | 309 | 315 | 318 | 318 | 318 | |
| 13 | | | | | | | (239) | 331 | 339 | 342 | 342 | 342 | |
| 14 | | | | | | | (302) | 353 | 363 | 366 | 366 | 366 | |
| 15 | | | | | | | (314) | 373 | 387 | 390 | 390 | 390 | |
| 16 | | | | | | | (326) | 392 | 410 | 414 | 414 | 414 | |
| 17 | | | | | | | (337) | 411 | 432 | 438 | 438 | 438 | |
| 18 | | | | | | | (347) | 429 | 453 | 462 | 462 | 462 | |
| 19 | | | | | | | (357) | 445 | 473 | 486 | 486 | 486 | |
| 20 | | | | | | | (366) | 460 | 492 | 510 | 510 | 510 | |
| 22 | | | | | | | | 489 | 530 | 555 | 560 | 560 | |
| 24 | | | | | | | | 515 | 565 | 595 | 610 | 610 | |
| 26 | | | | | | | | (540) | 600 | 635 | 655 | 660 | |
| 28 | | | | | | | | (565) | 635 | 675 | 700 | 705 | |
| 30 | | | | | | | | (585) | 665 | 710 | 745 | 750 | |
| 32 | | | | | | | | (605) | 695 | 745 | 790 | 795 | |
| 34 | | | | | | | | (625) | 725 | 780 | 835 | 849 | |
| 36 | | | | | | | | (640) | 750 | 815 | 875 | 885 | |
| 38 | | | | | | | | (655) | (775) | 845 | 915 | 930 | |
| 40 | | | | | | | | (670) | (800) | 875 | 955 | 975 | |
| 45 | | | | | | | | | (850) | 945 | 1050 | 1080 | |
| 50 | | | | | | | | | (895) | 1010 | 1130 | 1180 | |
| 55 | | | | | | | | | (935) | (1060) | 1210 | 1260 | |
| 60 | | | | | | | | | (970) | (1110) | 1280 | 1340 | |
| 65 | | | | | | | | | | (1160) | 1340 | 1410 | |
| 70 | | | | | | | | | | (1200) | 1390 | 1480 | |
| 75 | | | | | | | | | | (1230) | 1440 | 1540 | |
| 80 | | | | | | | | | | | (1490) | 1600 | |
| 85 | | | | | | | | | | | (1540) | 1600 | |
| 90 | | | | | | | | | | | | (1580) | 1720 |
| 100 | | | | | | | | | | | | (1660) | 1840 |
| 110 | | | | | | | | | | | | (1730) | (1940) |
| 120 | | | | | | | | | | | | (1800) | (2020) |
| 130 | | | | | | | | | | | | | (2100) |
| 140 | | | | | | | | | | | | | (2180) |
| 150 | | | | | | | | | | | | | (2250) |

表 5(a) 正性衝擊電壓與球間隙關係表

| 球間隙長 (Cm) | 波峯 (KV) (20°c , 1013m - bar) | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-----|-----|
| | 球直徑 (Cm) | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 5 | 6.25 | 10 | 12.5 | 15 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 |
| 0.05 | | | | | | | | | | | | |
| 0.10 | | | | | | | | | | | | |
| 0.15 | | | | | | | | | | | | |
| 0.20 | | | | | | | | | | | | |
| 0.25 | | | | | | | | | | | | |
| 0.30 | 11.2 | 11.2 | | | | | | | | | | |
| 0.40 | 14.4 | 14.3 | 14.2 | | | | | | | | | |
| 0.50 | 17.4 | 17.4 | 17.2 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | | | | | | |
| 0.60 | 20.4 | 20.4 | 20.2 | 19.9 | 19.9 | 19.9 | | | | | | |
| 0.70 | 23.2 | 23.4 | 23.2 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | | | | | | |
| 0.80 | 25.8 | 26.3 | 26.2 | 26.0 | 26.0 | 26.0 | | | | | | |
| 0.90 | 28.3 | 29.2 | 29.1 | 28.9 | 28.9 | 28.9 | | | | | | |
| 1.0 | 30.7 | 32.0 | 31.9 | 31.7 | 31.7 | 31.7 | 31.7 | | | | | |
| 1.2 | (35.1) | 37.8 | 37.6 | 37.4 | 37.4 | 37.4 | 37.4 | | | | | |
| 1.4 | (38.5) | 43.3 | 43.2 | 42.9 | 42.9 | 42.9 | 42.9 | | | | | |
| 1.5 | (40.0) | 46.2 | 45.9 | 45.5 | 45.5 | 45.5 | 45.5 | | | | | |
| 1.6 | | 49.0 | 48.6 | 48.1 | 48.1 | 48.1 | 48.1 | | | | | |
| 1.8 | | 54.5 | 54.0 | 53.5 | 53.5 | 53.5 | 53.5 | | | | | |
| 2.0 | | 59.5 | 59.0 | 59.0 | 59.0 | 59.0 | 59.0 | 59.0 | 59.0 | | | |
| 2.2 | | 64.0 | 64.0 | 64.5 | 64.5 | 64.5 | 64.5 | 64.5 | 64.5 | | | |
| 2.4 | | 69.0 | 69.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | 70.0 | | | |
| 2.6 | | (73.0) | 73.5 | 75.5 | 75.5 | 75.5 | 75.5 | 75.5 | 75.5 | | | |
| 2.8 | | (77.0) | 78.0 | 80.5 | 80.5 | 80.5 | 81.0 | 81.0 | 81.0 | | | |
| 3.0 | | (81.0) | 82.0 | 85.5 | 85.5 | 85.5 | 86.0 | 86.0 | 86.0 | 86.0 | | |
| 3.5 | | (90.0) | (91.5) | 97.5 | 98.5 | 98.5 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | 99.0 | | |
| 4.0 | | (97.5) | (101) | 190 | 110 | 111 | 112 | 112 | 112 | 112 | | |
| 4.5 | | | (109) | 120 | 122 | 124 | 125 | 125 | 125 | 125 | | |
| 5.0 | | | (115) | 130 | 134 | 136 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | |
| 5.5 | | | | (139) | 145 | 147 | 151 | 151 | 151 | 151 | 151 | 151 |
| 6.0 | | | | (148) | 155 | 158 | 163 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 |
| 6.5 | | | | (156) | (164) | 168 | 175 | 177 | 177 | 177 | 177 | 177 |
| 7.0 | | | | (163) | (173) | 178 | 187 | 189 | 190 | 190 | 190 | 190 |
| 7.5 | | | | (170) | (181) | 187 | 199 | 202 | 203 | 203 | 203 | 203 |
| 8.0 | | | | | (189) | (196) | 211 | 214 | 215 | 215 | 215 | 215 |
| 9.0 | | | | | (203) | (212) | 233 | 239 | 240 | 241 | 241 | 241 |

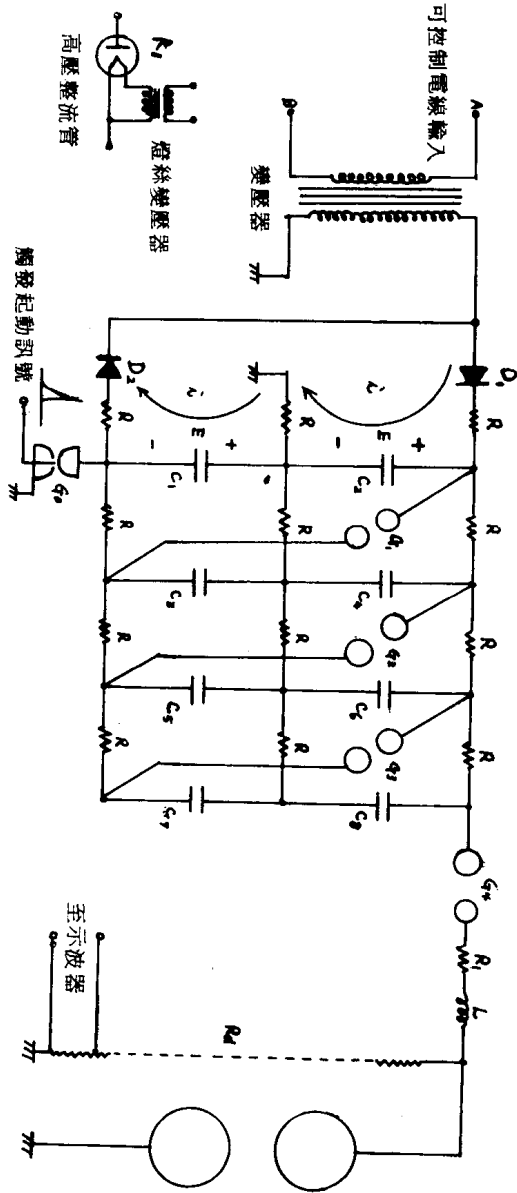


圖 1 8 級衝擊電壓發生裝置圖

各級間之間隙 G_0, G_1, G_2, G_3, G_4 ，經過火花放電，而導致 $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ 間之接續串聯，成為 $nE (V)$ 之高電壓，而產生衝擊電流 i ，於輸出端與地點乃有衝擊電壓 $R \cdot i (V)$ 之發生。觸發起動裝置為各間隙同時發生火花放電之引發設備，即是間隙 G_0 之一端之兩極如圖 2 所示者，觸發起動電源之按鈕開關，被按入時，針狀電極 a 與半球狀電極 b (接地) 之間發生火花放電，此為引起間隙 G_0 發生放電之原因。

G_0 放電之時，由圖 2 - b 可看出間隙 G_1 瞬間加上了 $3E$ 之電壓，立刻發生電，同樣的，此時間隙 G_2 加上了 $5E$ 電壓，亦立刻發生放電，如此一直接續上去，這種作用，因觸發起動球隙之放電，引起各間隙發生放電，於是此等弧光瞬時的將各電容器串聯起來

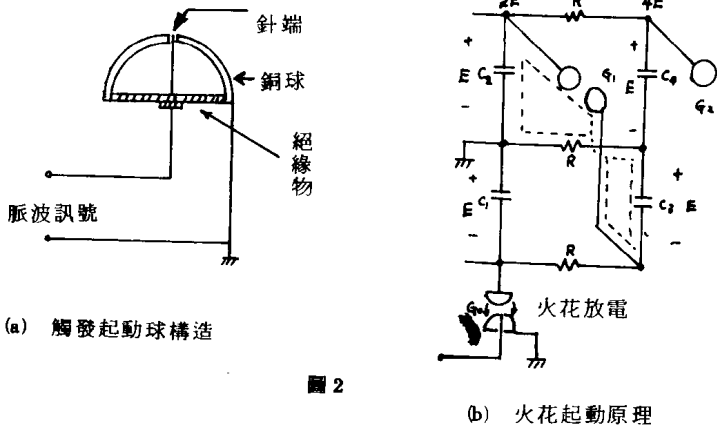


圖 2

(2) 衝擊電壓之波形：

衝擊電壓試驗，求出如同雷波之衝擊電壓對絕緣物作用之特性，試驗電壓之波形，為雷電壓之近似波形而已，實際上的雷電壓，其構成十分複雜，由於此困難，才採用近似波形來代替，而為求統一之故，將近似波形也規定出一個標準波形來。

- (a) 衝擊電壓為單波單向性電壓，不得含有顯著之振盪成份，在極短的時間內，由零升達最大值，再經一稍長的短時間，由最大值漸降至為零。其正極性與負極性二種波形，可參考第 3 圖。

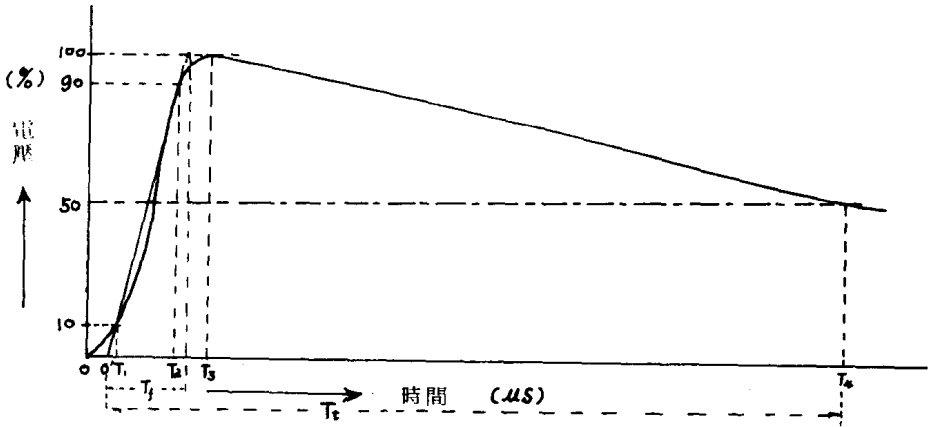


圖 3 標準衝擊電壓波形

- (b) 波頭長 (Wavefront Duration) (圖 3 中之 T_r) : 在電壓波形上自 10% 點 (T_1) 上升至 90% 點 (T_2) 之經歷時間乘以 1.25 即是。

$$T_r = 1.25 \overline{T_1 T_2} \quad (\overline{T_1 T_2} \text{ 表自 } T_1 \text{ 至 } T_2 \text{ 之長})$$

- (c) 波尾長 (Wavetail Duration) (圖 3 中 T_i) 自規約零點 (Nominal Zero) O' 上, (90% 點與 10% 點連線交於橫軸上之點) 至波尾降至 50% 點 (T_4) 之時間值:

$$T_i = \overline{O' T_4}$$

一般之波頭長與波尾長為衝擊電壓重要特性之一, 如稱一 1.5/50 μs 之衝擊波形, 即謂波頭長 1.5 μs , 而波尾長 50 μs , 在

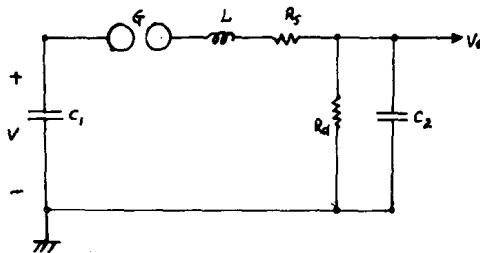


圖 4 衝擊電壓等效電路圖

國內工業界上，及 *IEC* (國際標準) 美國 *ANCI* 等均採用 $1.2 / 50 \mu s$ 之波形為標準，故本試驗仍根據此值實施。

衝擊電壓之等值電路如圖 4 所示，對圖中之元件 C_1 ， L ， R_1 ， R_2 等值如作適當調整，可以調變圖 3 中發生電壓之波形。

- (3) 50%閃絡電壓：碍子或套管等加以衝擊電壓或交流高電壓，並逐漸提高電壓值，直到某一數值之電壓，使試驗器材，有閃絡之情形發生，然而此種情形，在溫度、氣壓、濕度等周圍條件相同之下，存在某種程度之概率，此種概率若以百分率表示，則稱為百分放電率。當所加電壓提高時，放電率也隨着提高；在某種電壓值以上，放電率可達 100%，但是碍子或套管等衝擊閃絡電壓，以放電率為 50%之電壓（波峯值）來表示，因此稱為 50%閃絡電壓，實際上作試驗，要求 50%放電率之電壓，十分困難，放電率在 20%~50%及 50%~80%之範圍內放電率與閃絡電壓之相關曲線可視為直線，故可分別作出放電率為 20%~50%以及放電率為 50%~80%各種閃絡電壓，並作出其放電率對閃絡電壓之曲線，再採用內插法，求出 50%閃絡電壓。