

觸電的種類及影響傷害程度的因素

主講者：李光昇博士

PhD MAppSc RSA RSO CMIOSH MSOE MIPlantE

Chartered Safety and Health Practitioner

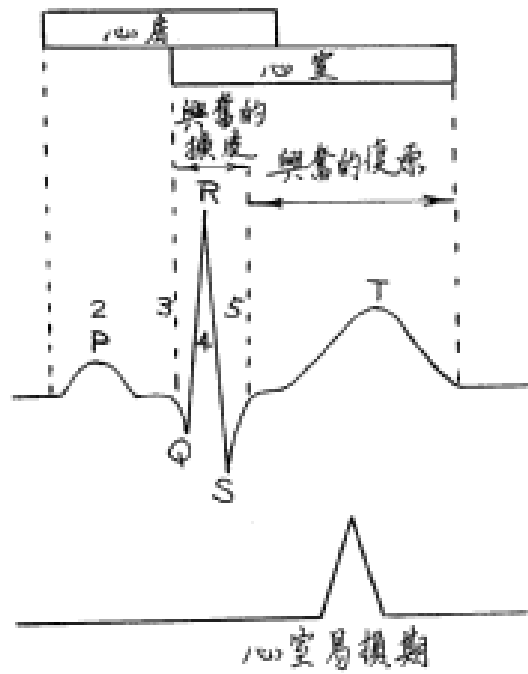
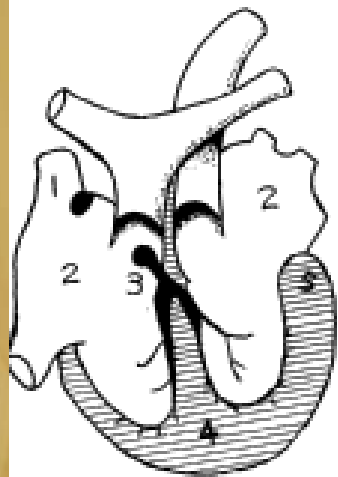
E-mail: kwongsing@yahoo.com

電流對人體的傷害形式

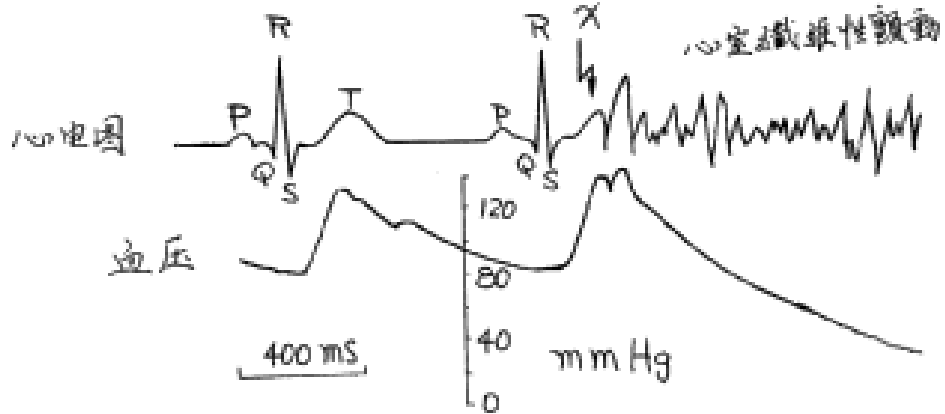
- ◆ 電流對人體的傷害主要有三種形式
 - ❧ 電擊
 - ❧ 電傷（灼傷，爆炸）
 - ❧ 電磁場生理傷害

電擊

- ◆ 電擊致死的主因是心室顫動。
- ◆ 所謂心室顫動，是指當電流通過心臟時，心臟原有的功能受到破壞，由每分鐘**70**次左右的跳動變為每分鐘數百次以上細微的顫動。
- ◆ 發生心室顫動時，由於顫動極細微，心臟不再起壓送血液的作用，使血液循環中止。



心動周期和興奮傳導



在易損期的激發引起心室纖維性顫動

電擊的分類及特徵

- ◆ 分類

- ❧ 直接接觸電擊

- ❧ 間接接觸電擊

- ◆ 主要特徵

- ❧ 傷害人體內部

- ❧ 在人體外表沒明顯痕跡

- ❧ 致命電流較小

電傷

- ◆ 電傷是電流的熱效應、化學效應或機械效應對人體的傷害，其中主要是直接或間接的電弧燒傷或熔化金屬濺出燙傷等。

電磁場生理傷害

- ◆ 電磁場生理傷害是指在高頻電磁場的作用下，使人呈現出頭暈、乏力、記憶力減退、失眠、多夢等神經系統的症狀。

影響電擊嚴重程度的因素

- ◆ 電流通過人體造成危害的嚴重程度與下列因素有關
 1. 流經人體的電流強度
 2. 電流通過人體的持續時間
 3. 電流通過人體的途徑
 4. 電流的頻率
 5. 人體的健康狀況

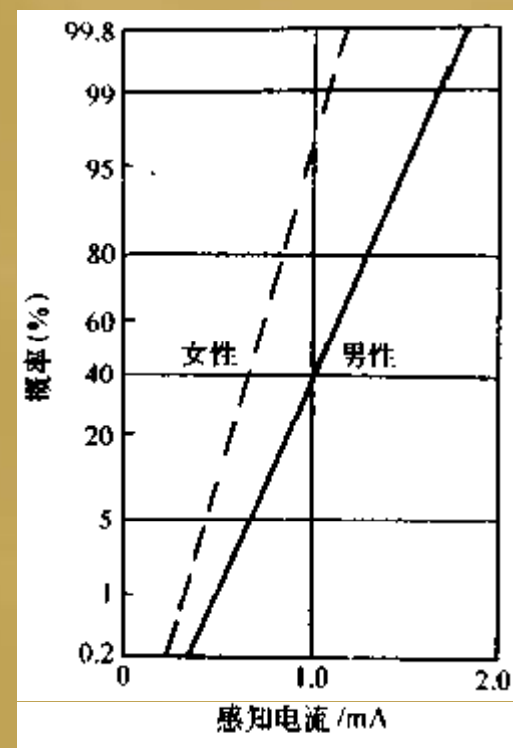
電流強度

- ◆ 流經人體的電流強度越大，對人體的傷害越嚴重。
- ◆ 電流越大
 - ❧ 人的感覺（如疼痛、麻木等）越強烈
 - ❧ 生理反應（痙攣、昏迷、窒息等）越明顯
 - ❧ 引起心室顫動所需的時間越短
 - ❧ 致命危險越大

感知電流

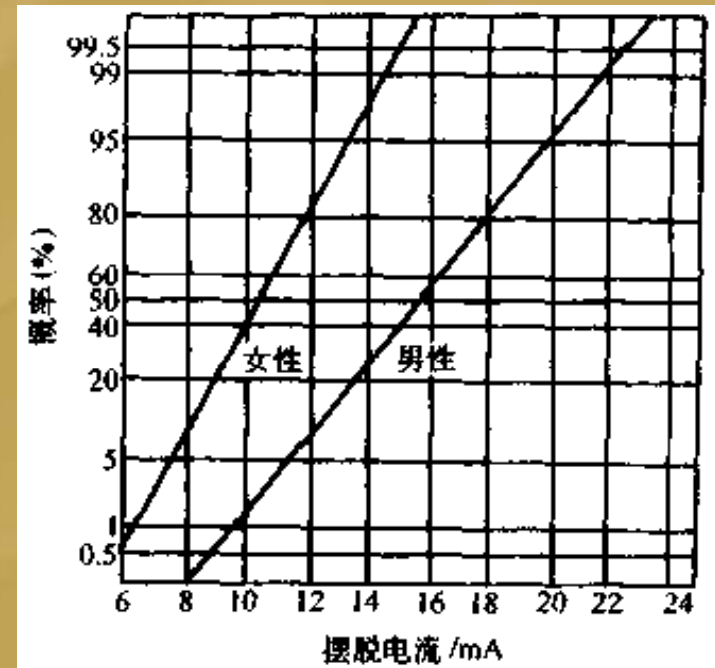
- ◆ 能使人感覺到的最小電流稱為感知電流
 - ❧ 工頻交流電約為 1 毫安(mA)
 - ◆ 男1.1mA，女0.7mA
 - ❧ 直流電約為 5 毫安
 - ❧ 交流電 5 毫安即能引起輕度痙攣

*1mA=1/1000 A



擺脫電流

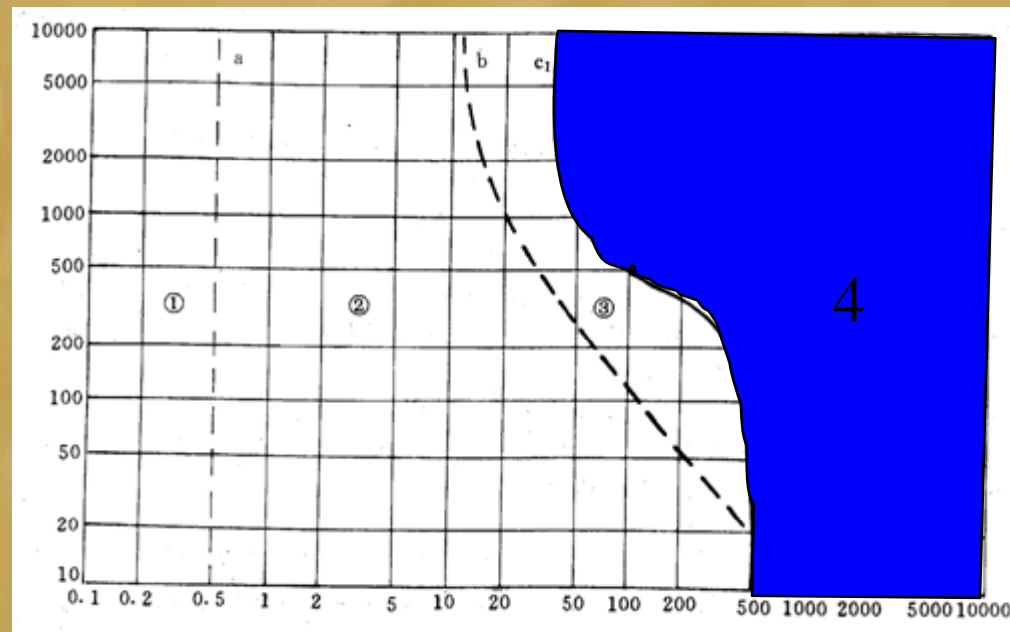
- ◆ 人觸電後自己能擺脫電源的最大電流稱為擺脫電流
 - ❧ 交流電約為**10毫安培**
 - ◆ 男9mA，女6mA (機率99.5%)
 - ❧ 直流電約為**50毫安培**



致命電流

- ◆ 在較短時間內危及生命的電流，稱為致命電流
 - ❧ 交流電約為**50mA(毫安)**
 - ❧ 在有防止觸電保護裝置的條件下，人體允許電流一般可按**30毫安**考慮
 - ❧ 安全電流參考值
 - ◆ 30mA (一般)
 - ◆ 10mA (高度危險)
 - ◆ 5mA (空中或水面)

致命電流



- 1 區無生理效應，沒有感覺的帶域
- 2 區有感覺，但沒有有害的生理效應
- 3 區沒有機體損傷、不發生心室顫動，但可肌肉收縮和呼吸困難
- 4 區有心室顫動的危險

觸電時間

- ◆ 人的心臟每收縮擴張一次、中間約有**0.1**秒的間歇，這**0.1**秒對電流最為敏感。
- ◆ 如果電流在這一瞬間通過心臟，即使電流很小（幾十毫安），也會引起心臟震顫。
- ◆ 如電流持續時間超過 **1** 秒，則必將與心臟最敏感の間歇重合，造成很大危險。

電流途徑

- ◆ 電流通過心臟時危險性最大，幾十毫安的工頻交流電流即可引起心室顫動，導致死亡。
 - ❧ 頭部：立即昏迷
 - ❧ 脊髓：肢體癱瘓
 - ❧ 中樞神經：中樞神經系統強烈失調導致死亡
 - ❧ 心臟：心室顫動
 - ❧ 心臟、中樞神經、呼吸系統：危險性最大
 - ❧ 最危險的途徑：左手-----腳

電流頻率

- ◆ 從安全角度看，25~300赫的交流電對心肌的影響最大，200赫以上的交流電對心臟的影響則較小。
- ◆ 高頻電電擊的傷害程度比工頻電輕得多，但高壓高頻電也有電擊致命的危險。

頻率(赫)	10	25	50	60	80	100	120	200	500	1000
死亡率(%)	21	70	95	91	43	34	31	22	14	11

健康狀況

- ◆ 人體健康狀況不同，對電流的敏感程度以及通過同樣的心流時的危險程度會有所不同。
- ◆ 凡患有心臟病、高血壓、糖尿病、顛癇、神經衰弱、精神病、醉酒等病症的人受電擊傷害的程度都比較嚴重。

單相觸電

電源中性點接地的單相觸電

流過人體的電流

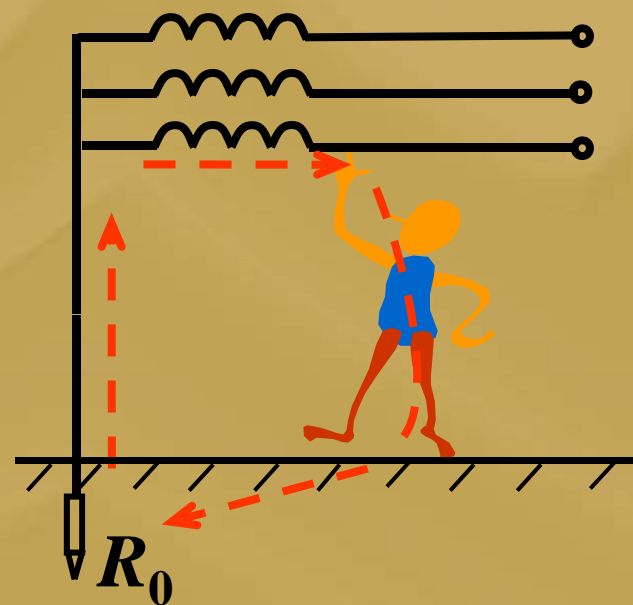
$$I_b = \frac{U_P}{R_0 + R_P} = 219\text{mA} \gg 50\text{mA}$$

式中

U_P : 電源相電壓 (220V)

R_0 : 接地電阻

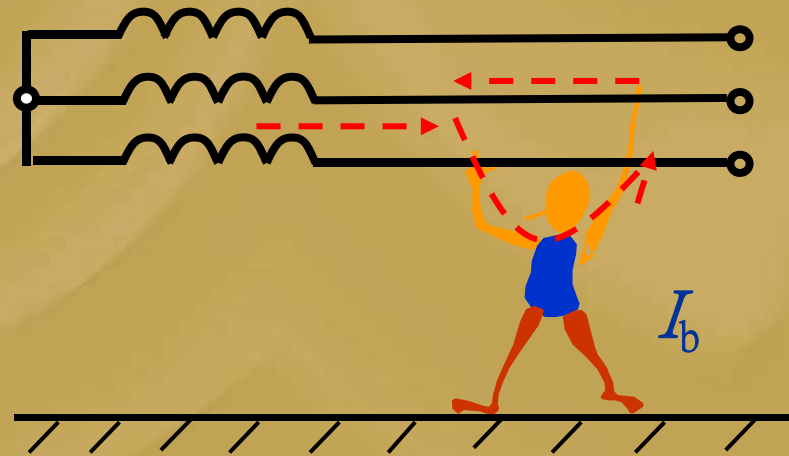
R_b : 人體電阻 1700Ω



兩相觸電

流過人體的電流

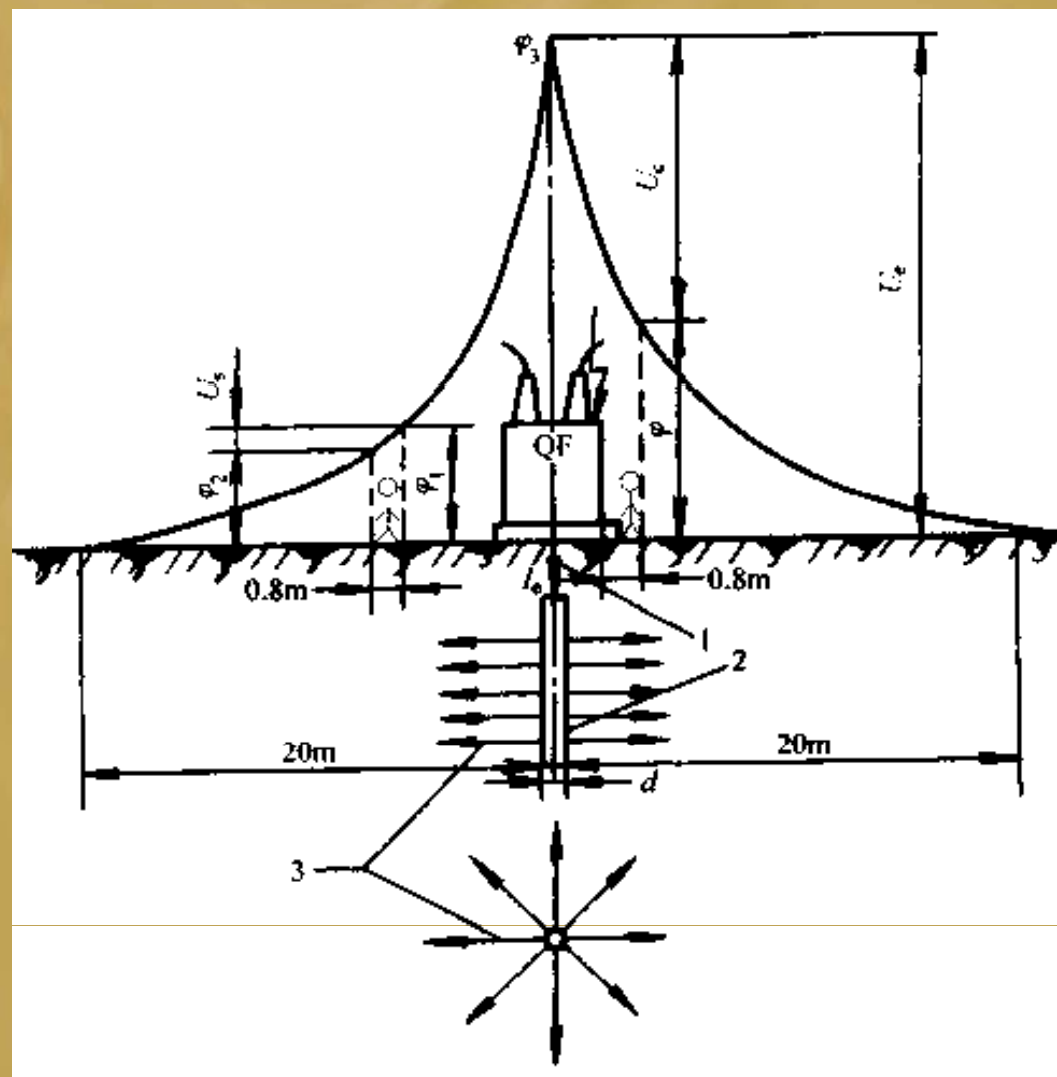
$$I_b = \frac{U_l}{R_b} = \frac{380}{1700} = 0.224\text{A}$$
$$= 224\text{mA} \gg 50\text{mA}$$



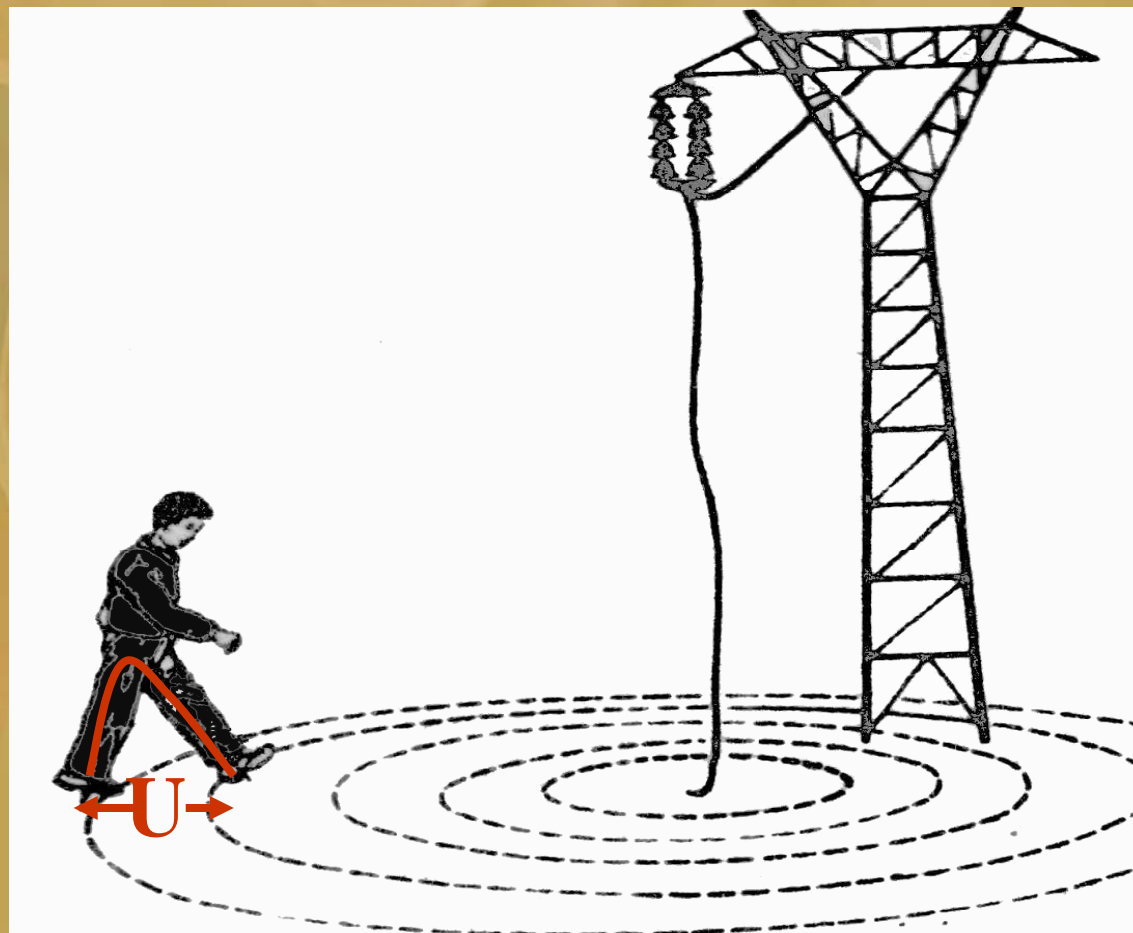
跨步電壓觸電

- ◆ 當帶電體接地有電流流入地下時，電流在接地點周圍土壤中產生電壓降，人在接地點周圍，兩腳之間出現的電壓即為跨步電壓。
- ◆ 高壓故障接地處或有大電流流過的接地裝置附近，都可能出現較高的跨步電壓。

接地電流向四周流散情況



跨步觸電示意圖



接近高壓帶電體

- ◆ 在1000v以上的高壓電器設備上，當人體過分接近帶電體時，高壓電能將空氣擊穿，使電流通過人體，此時還伴有高溫電弧，能把人燒傷。
- ◆ 在高壓電纜附近施工，必須留意物件與電纜的安全距離，任何高壓電纜的安全距離不得少於 9 米。

高壓帶電體放電



可能發生跨步電壓電擊的地方

- ◆ 高壓導體故障接地處
- ◆ 接地裝置流過故障電流時
- ◆ 較大的工作電流流過接地裝置附近
- ◆ 防雷裝置接受雷擊時，接地裝置附近
- ◆ 高大設施或高樹木遭受雷擊時

謝謝

