



熱危害預防與管理介紹

陳旺儀 研究員

 勞工安全衛生研究所 INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH

1



內容大綱

- * 熱環境危害的重要影響因素
- * 熱環境對人體的危害
- * 熱危害的量測與評估
- * 熱疾病的預防與管理

 勞工安全衛生研究所 INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH

2



熱環境危害的重要因素-環境因素



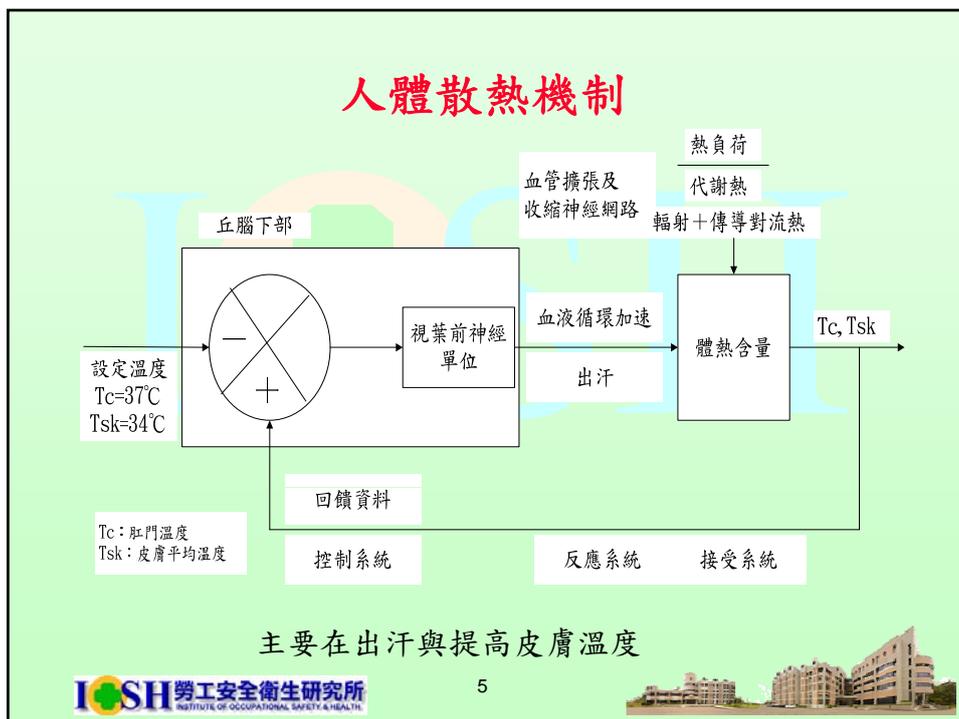
熱環境危害的重要因素-個人因素



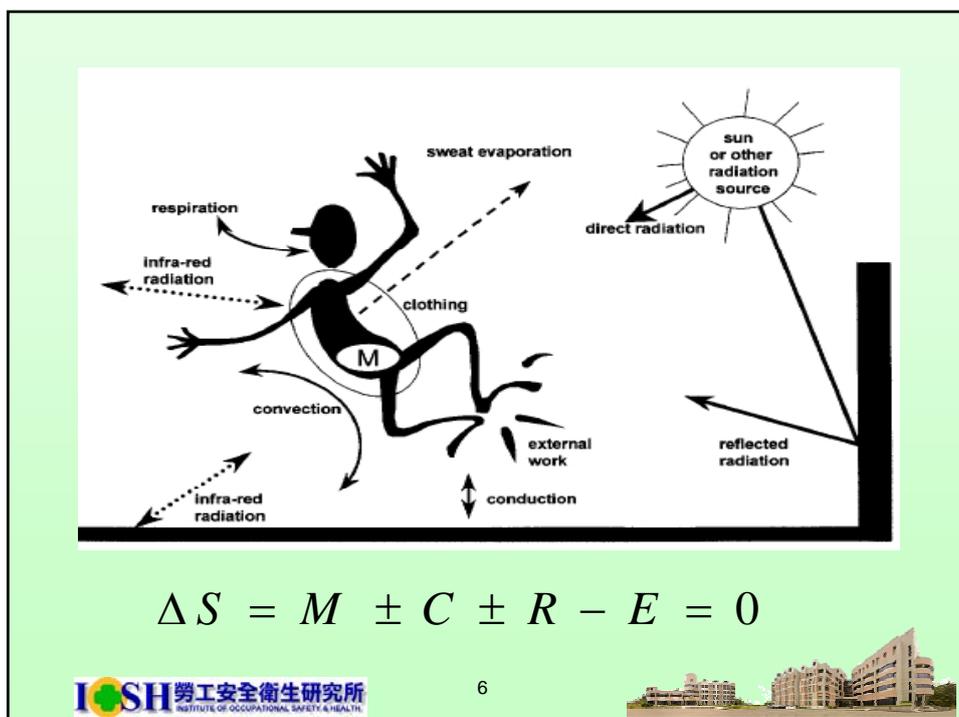
當人體活動所產生之代謝熱M，
必須能散發環境，否則人體將熱
蓄積S，使體溫上升。

依WHO建議，不使體內溫度超過
38度，控制情況下，在38至39度。

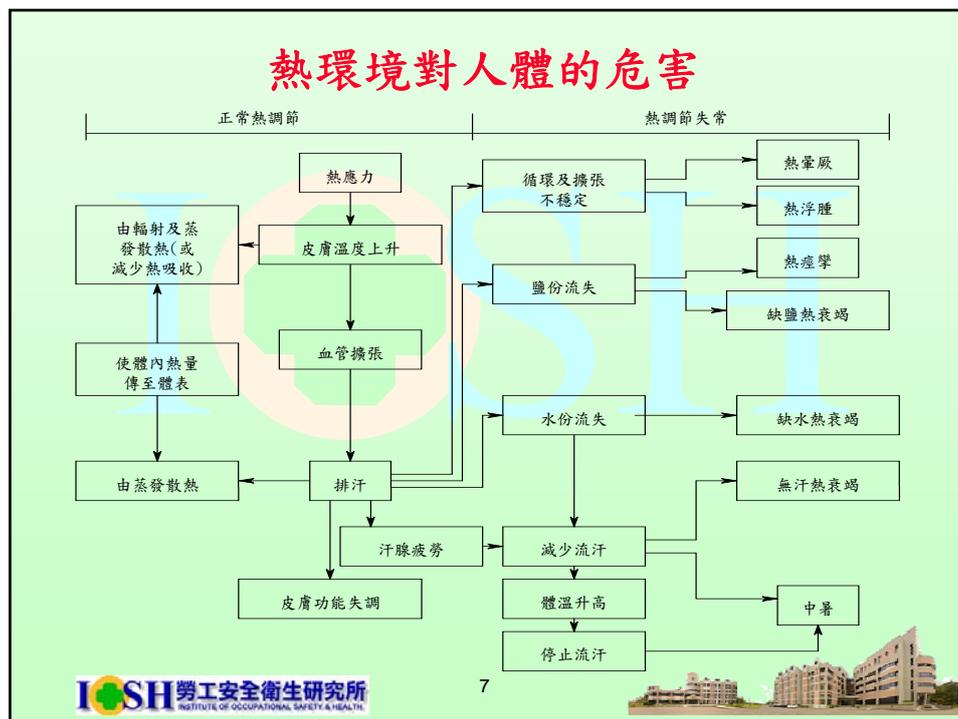




5



6



熱環境誘發之疾病-1

- ★熱衰竭是因大腦皮質血液供應不足造成的一種虛脫狀態。為維持人體之恆定性，人體遭受熱危害而使血管擴張所致。
- ★熱痙攣是一種隨意肌引起的痙攣，這種現象係發生於血內氯化鈉濃度過低所引起的。氯化鈉大量損失的原因是由於出汗過多所致；喝大量的水，亦會把餘存於體內的鹽分稀釋。

熱環境誘發之疾病-2

★ 中暑乃因平均體溫高至危及若干生命組織繼續發揮功能所致,其顯示體溫調節機制嚴重失能而無法適當的維持熱平衡。一般中暑有三大主要症候：

1. 皮膚熱而乾、發紅、有雜色斑點或呈現淺藍色
2. 體溫常高到41°C或以上，並有繼續上升之勢
3. 患者有精神錯亂、譫妄、神志衰失、驚厥和昏迷現象



熱環境誘發之疾病建議處理方法

| 健康危害 | 原因 | 症狀或徵候 | 急救處理 |
|------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 熱痙攣 | 大量流汗，致使鹽分過度流失。 | 大量流汗，致使鹽分過度流失。 | 大量流汗，致使鹽分過度流失。 |
| 熱衰竭 | 肌肉疼痛性的痙攣，體溫仍正常或稍低。 | 肌肉疼痛性的痙攣，體溫仍正常或稍低。 | 肌肉疼痛性的痙攣，體溫仍正常或稍低。 |
| 熱中暑 | 適當休息，給予生理食鹽水。輕微按摩痙攣部位。 | 適當休息，給予生理食鹽水。輕微按摩痙攣部位。 | 適當休息，給予生理食鹽水。輕微按摩痙攣部位。 |



熱危害指數要件

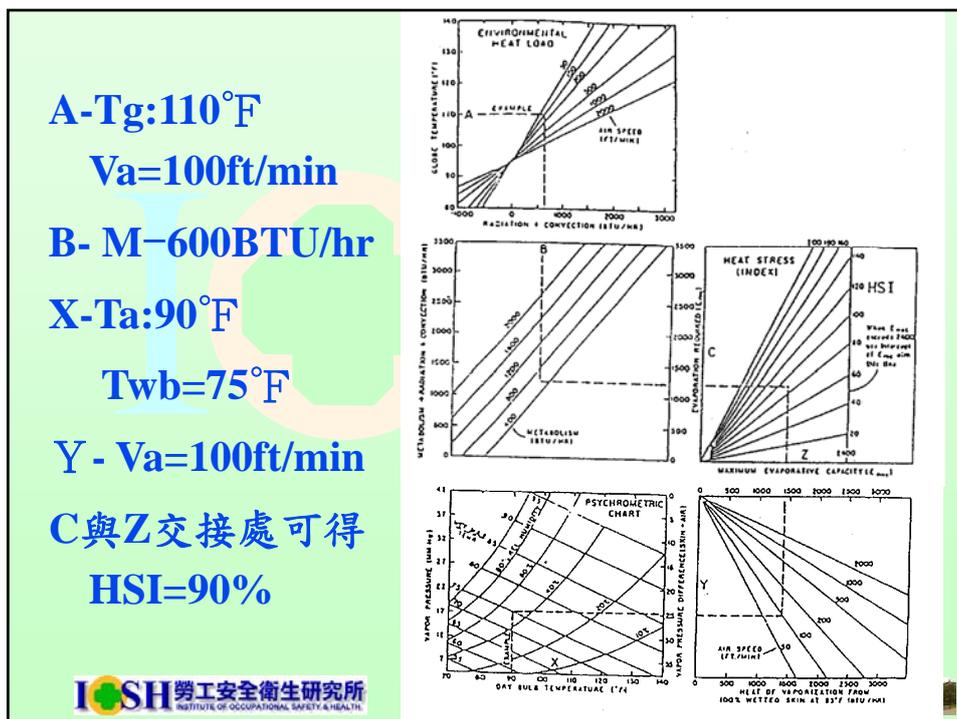
- 在使用上是可行的且具精確性
- 所有重要因素如環境、體內代謝、衣著等必須被考慮在內
- 必要的量測方法與計算必須簡單且不影勞工工作
- 量測結果能真實反應勞工暴露
- 所設定的界限必須能運用在廣泛範圍的環境和代謝狀況下



常見熱危害指標

- 一. HSI(Heat Stress Index)熱危害指標
 - 1995 Belding and Hatch 8hrs/day熱暴露生理與心理影響之指數
 - 計算方式 $HSI = (M + R + C) / E_{max} \times 100$ 或
量測風速(Va)、氣溫(Ta)、濕球溫度(Twb)、平均輻射溫度Tg等環境因素及人體代熱M
 - 假設皮膚溫度設定為35°C，平均出汗量1公升/小時





| HSI 8hrs/day 暴露評估 | |
|-------------------|-------------------|
| 0 | 無熱危害 |
| 10 | 溫度到達中等熱危害 |
| 20 | 對重體力工作有些微的影響 |
| 30 | 對高度智慧、警覺性工作已有影響 |
| 40 | 嚴重之熱危害 |
| 50 | 對於勞工健康具有威脅 |
| 60 | 必須對勞工健康篩選 |
| 70-90 | 很嚴重之熱危害 |
| 100 | 極少數熱適應之年輕人可以忍受之極限 |

IOSH 勞工安全衛生研究所
INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH

二、CET(Corrected Effective Temp)校正有效溫度

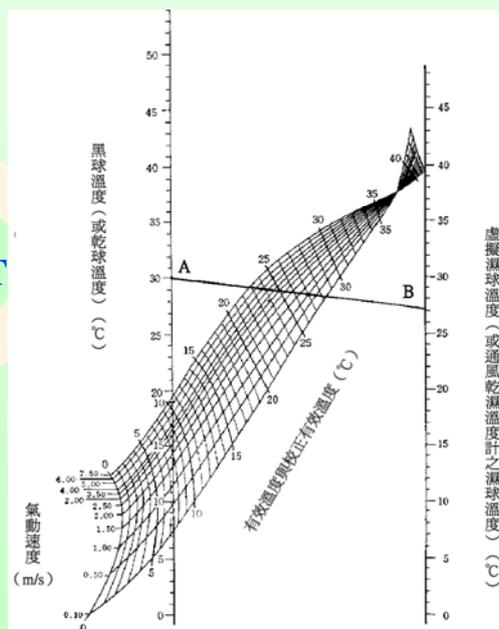
- 某濕度、氣溫、風速條件下假設採取坐姿、穿著長襯衫長褲、輕工作時其感覺溫度(ET)
 - 欠缺輻射之影響。因此氣溫被修改以黑球溫度替代，即為校正有效溫度(CET)
- 量測黑球溫度、濕球溫度



A點黑球溫度 30°C

B點濕球溫度 27°C 時

- 風速為 1.0m/s ，CET為 27°C
- 風速為 2.0m/s ，CET為 26°C



三.WBGT(Wet Bulb Globe Temp)綜合溫度熱指數

- 1957年被提出，做為軍隊訓練時熱危害評估
- 量測儀器簡單、堅固、易使用、且計算容易
- 計算公式：

在日曬情形 $WBGT=0.7T_{wb}+0.2T_g+0.1T_a$

在無日曬情形 $WBGT=0.7T_{wb}+0.3T_g$

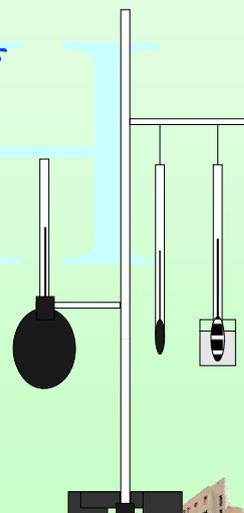
此種指數已被世界標準組織(ISO)推薦為勞工熱危害評估方法，且為美、瑞典、澳、日等國所使用，我國亦使用。



綜合溫度熱指數(WBGT)評估實務

量測儀器及使用

- (一)乾球溫度計：範圍在 -5°C ~ 50°C ，具 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 精確度
- (二)自然濕球溫度計：以紗布覆蓋乾球溫度計，布延伸至水槽所盛之蒸餾水中，約半小時以後讀值
- (三)黑球溫度計，為一個六吋直徑之中真銅質圓球，外面塗上黝黑，溫度計球部要固定在黑球中心，至少25分鐘後讀值



日時量平均綜合溫度熱指數：工作日日時量平均綜合溫度熱指數計算方法如次

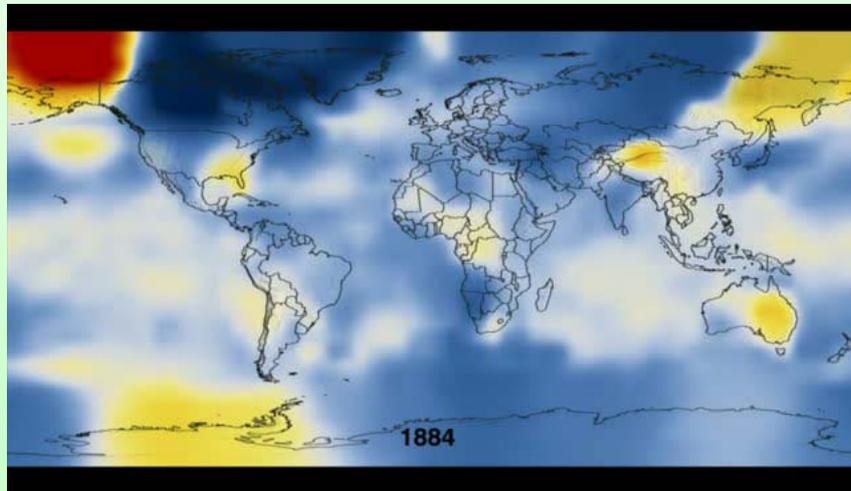
第一點綜合溫度熱指數×第一點作息時間＋
 第二點綜合溫度熱指數×第二點作息時間＋...＋
 第 n 點綜合溫度熱指數×第 n 點作息時間
 第一點作息時間＋第二點作息時間＋...＋第 n 點
 作息時間
 作息時間總合為480分鐘



| 每小時作息時間比例 | | 連續作業 | 75%作業 | 50%作業 | 25%作業 |
|--------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | | | 25%休息 | 50%休息 | 75%休息 |
| 時量平均綜合溫度熱指數 數值℃ | 輕工作 | 30.6 | 31.4 | 32.2 | 33 |
| | 中度工作 | 28 | 29.4 | 31.1 | 32.6 |
| | 重工作 | 25.9 | 27.9 | 30 | 32.1 |



全球暖化



July 20, 2006

熱浪襲歐美 19人亡

倫敦挑戰39°C新高 荷蘭300人昏倒

【本報倫敦二十日電】熱浪襲擊歐洲與美國，在兩地已造成至少19人喪生。倫敦挑戰39°C新高，荷蘭300人昏倒。熱浪襲擊歐洲與美國，在兩地已造成至少19人喪生。倫敦挑戰39°C新高，荷蘭300人昏倒。

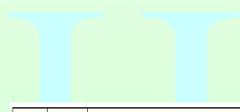
歐洲：已有19人因天氣太熱而死亡。在倫敦，已有19人因天氣太熱而死亡。在倫敦，已有19人因天氣太熱而死亡。

美國：已有19人因天氣太熱而死亡。在倫敦，已有19人因天氣太熱而死亡。在倫敦，已有19人因天氣太熱而死亡。



美國-Heat index與氣溫、溼度關係

| Temp. | | HEAT INDEX °F (°C) | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|--|
| | | RELATIVE HUMIDITY (%) | | | | | | | | | | | | | |
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | |
| 110 (47) | 136 (58) | | | | | | | | | | | | | | |
| 108 (43) | 130 (54) | 137 (58) | | | | | | | | | | | | | |
| 106 (41) | 124 (51) | 130 (54) | 137 (58) | | | | | | | | | | | | |
| 104 (40) | 119 (48) | 124 (51) | 131 (55) | 137 (58) | | | | | | | | | | | |
| 102 (39) | 114 (46) | 119 (48) | 124 (51) | 130 (54) | 137 (58) | | | | | | | | | | |
| 100 (38) | 109 (43) | 114 (46) | 118 (48) | 124 (51) | 129 (54) | 136 (58) | | | | | | | | | |
| 98 (37) | 105 (41) | 109 (43) | 113 (45) | 117 (47) | 123 (51) | 128 (53) | 134 (57) | | | | | | | | |
| 96 (36) | 101 (38) | 104 (40) | 108 (42) | 112 (44) | 116 (47) | 121 (49) | 126 (52) | 132 (56) | | | | | | | |
| 94 (34) | 97 (36) | 100 (38) | 103 (39) | 106 (41) | 110 (43) | 114 (46) | 119 (48) | 124 (51) | 129 (54) | 135 (57) | | | | | |
| 92 (33) | 94 (34) | 96 (36) | 99 (37) | 101 (38) | 105 (41) | 108 (42) | 112 (44) | 116 (47) | 121 (49) | 126 (52) | 131 (55) | | | | |
| 90 (32) | 91 (33) | 93 (34) | 95 (35) | 97 (36) | 100 (38) | 103 (39) | 106 (41) | 109 (43) | 113 (45) | 117 (47) | 122 (50) | 127 (53) | 132 (56) | | |
| 88 (31) | 88 (31) | 89 (32) | 91 (33) | 93 (34) | 95 (35) | 98 (37) | 100 (38) | 103 (39) | 106 (41) | 110 (43) | 113 (45) | 117 (47) | 121 (49) | | |
| 86 (30) | 85 (29) | 87 (31) | 88 (32) | 89 (33) | 91 (34) | 93 (35) | 95 (36) | 97 (38) | 100 (39) | 102 (41) | 105 (42) | 108 (44) | 112 (44) | | |
| 84 (29) | 83 (28) | 84 (29) | 85 (30) | 86 (31) | 88 (32) | 89 (32) | 90 (33) | 92 (34) | 94 (35) | 96 (36) | 98 (37) | 100 (38) | 103 (39) | | |
| 82 (28) | 81 (27) | 82 (28) | 83 (29) | 84 (29) | 84 (29) | 85 (29) | 85 (30) | 86 (31) | 88 (32) | 89 (33) | 90 (33) | 91 (34) | 93 (35) | | |
| 80 (27) | 80 (27) | 80 (27) | 81 (27) | 81 (27) | 82 (28) | 82 (28) | 83 (28) | 84 (29) | 84 (29) | 85 (29) | 86 (30) | 86 (30) | 87 (31) | | |

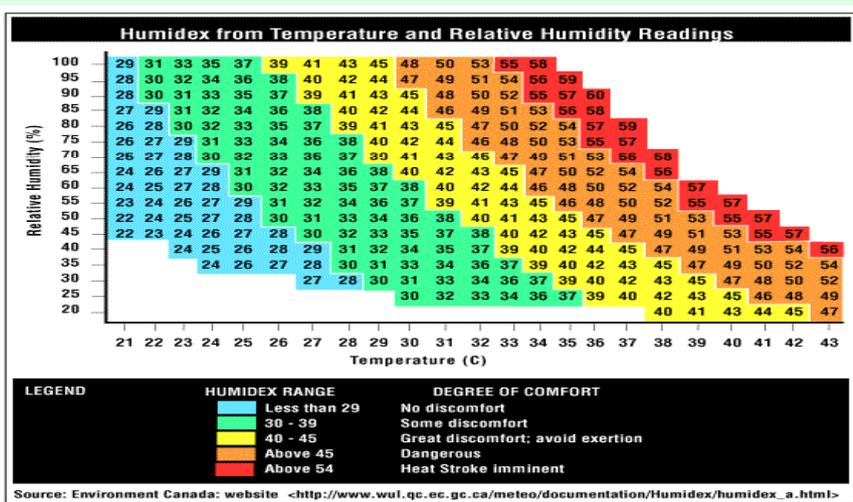


| Category | Heat Index | Possible heat disorders for people in high risk groups |
|-----------------|----------------------------------|--|
| Extreme Danger | 130°F or higher (54°C or higher) | Heat stroke or sunstroke likely. |
| Danger | 105 - 129°F (41 - 54°C) | Sunstroke, muscle cramps, and/or heat exhaustion likely. Heatstroke possible with prolonged exposure and/or physical activity. |
| Extreme Caution | 80 - 105°F (32 - 41°C) | Sunstroke, muscle cramps, and/or heat exhaustion possible with prolonged exposure and/or physical activity. |
| Caution | 80 - 90°F (27 - 32°C) | Fatigue possible with prolonged exposure and/or physical activity. |

Source: NOAA's National Weather Service



加拿大-Humidex與氣溫、溼度關係



Source: Meteorological Service of Canada



日本-WBGT與氣溫、溼度關係

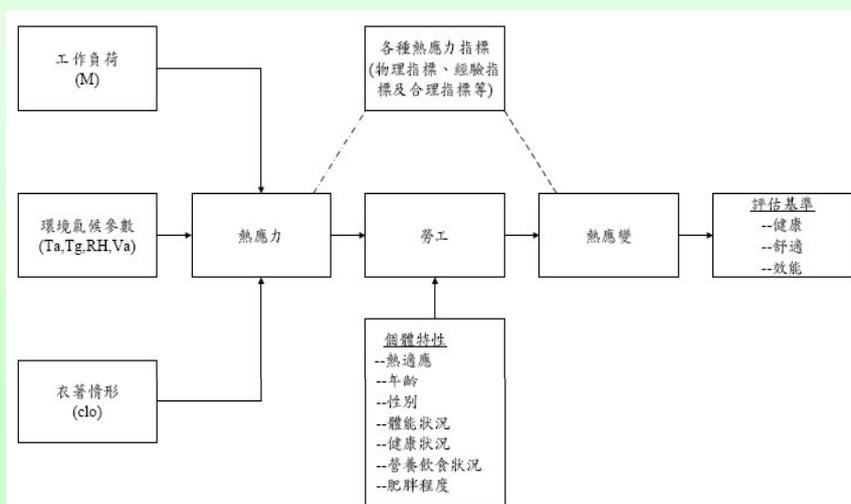
| WBGT (°C) | | 每日最高氣溫時之相對濕度(%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|------|---------------------------|-----------------------------|
| | | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | | | |
| 每日最高氣溫 | 40 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | (°C) | WBGT ≥ 31°C 危險級 | |
| | 39 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | | | 28°C ≤ WBGT < 31°C 嚴重警戒級 |
| | 38 | 28 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | | | |
| | 37 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 41 | | | |
| | 36 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 39 | 39 | | 25°C ≤ WBGT < 28°C 警戒級 | |
| | 35 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 38 | 38 | | | |
| | 34 | 25 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 37 | 37 | | WBGT < 25°C 注意級 | |
| | 33 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 35 | 36 | 36 | | | |
| | 32 | 23 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 31 | 32 | 33 | 34 | 34 | 35 | 35 | | | |
| | 31 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 | 26 | 27 | 27 | 28 | 29 | 30 | 30 | 31 | 32 | 33 | 33 | 34 | | | |
| | 30 | 21 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 | 26 | 27 | 27 | 28 | 29 | 29 | 30 | 31 | 32 | 32 | 33 | | | |
| | 29 | 21 | 21 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 | 26 | 26 | 27 | 28 | 29 | 29 | 30 | 31 | 31 | 32 | | | |
| | 28 | 20 | 21 | 21 | 22 | 23 | 23 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 | 28 | 28 | 29 | 30 | 30 | 31 | | | |
| | 27 | 19 | 20 | 21 | 21 | 22 | 23 | 23 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 | 27 | 28 | 29 | 29 | 30 | | | |
| | 26 | 18 | 19 | 20 | 20 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 | 26 | 26 | 27 | 28 | 28 | 29 | | | |
| | 25 | 18 | 18 | 19 | 20 | 20 | 21 | 22 | 22 | 23 | 23 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 | 27 | 28 | | | |
| 24 | 17 | 18 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 | 26 | 26 | 27 | | | | |
| 23 | 16 | 17 | 17 | 18 | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 | 22 | 22 | 23 | 23 | 24 | 25 | 25 | 26 | | | | |
| 22 | 15 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 | | | | |
| 21 | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 | 21 | 22 | 23 | 23 | 24 | | | | |
| 20 | 14 | 15 | 15 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 | 21 | 22 | 23 | 23 | | | | |

| WBGT | 乾球溫度 | 濕球溫度 |
|---------|---------|---------|
| 31°C以上 | 35°C以上 | 27°C以上 |
| 28~31°C | 31~35°C | 24~27°C |
| 25~28°C | 28~31°C | 21~24°C |
| 25°C未滿 | 28°C未滿 | 21°C未滿 |

Source: 日本生気象学会, 2008



勞工熱負荷影響因素



Source: Juang YJ, 2007



高氣溫熱危害預防指引規劃方向

- 正視全球暖化現象導致夏天戶外氣溫逐年升高的問題
- 以保障勞工健康為宗旨-研訂『保障勞工安全與健康與企業永續經營』的雙贏對策
 - 雇主/勞工之責任/義務共同採取健康管理、環境監控、作息管理等預防措施



- 雇主-掌握工作環境狀況，提供勞工適當的健康防護
 - 勞工健康管理
 - 作業前-健康評估(先天疾病或服用藥物狀況)
 - 作業中-採團隊作業互相照
 - 環境監控
 - 作業前-隨時掌握地區氣象資訊
 - 作業中-監測環境運用風扇、細水霧或其他技術以降低氣溫
 - 作息管理
 - 作業前-提供陰涼處所
 - 作業中-必要時應增加休息時間
 - 其他特殊注意事項
 - 提供運動飲料或具膠質之冷飲(如：愛玉、仙草...等)
 - 安排勞工熱適應與教育訓練
 - 緊急處置或送醫機制



- 勞工-配合雇主之健康管理與自我日常生活管理
 - 保持充足睡眠
 - 每天要吃早餐
 - 工作前及工作中避免喝酒或喝含咖啡因之飲料
 - 接受熱適應與高氣溫危害教育訓練
 - 配合工作時定期補充運動飲料、或加少許鹽的冷開水
 - 穿著淺色、透氣與易排汗衣服
 - 如自覺身體不適，儘量不要勉強工作，並適時通知工作伙伴請求協助
 - 選擇於陰涼處休息



謝謝聆聽!
敬請指正!

