

# 中華民國第 53 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

高中組 生活與應用科學科

佳作

040814

以測謊技術偵測環境影響學生閱讀專注力(終級書齋)

學校名稱：國立台中高級工業職業學校

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| 作者：<br><br>職二 廖昱程<br><br>職二 蔡澤晨<br><br>職二 張虹儀 | 指導老師：<br><br>王晨洋<br><br>王祥宇 |
|---|-----------------------------|

關鍵詞：測謊技術、環境變因、閱讀專注力

# 作品名稱：終極書齋

## 摘要

本研究目的在研製**皮膚電阻**及**心跳**影響閱讀專注力偵測系統，以及分析環境**噪音**及**溫、濕度**對閱讀專注力之**生理感知**與**舒適度**。採用實驗研究法，首先針對量測數據進行校正，確保本系統能符合信度與效度之信賴水準。徵選有意願參與本研究之三位高職二年級學生為受試樣本，在閱讀「數學」科目下，調節環境聲音及溫、濕度，記錄受試者自律神經作用下引起皮膚電阻及心跳等生理變化。根據研究目的，獲致研究結果如下：（1）**指尖皮膚電阻變大**，表示閱讀專注力較佳，反之則呈現緊張的情緒；（2）**心跳振幅越大**，則情緒表現安定；反之則緊張；（3）**闔眼後再接受本實驗所偵測之閱讀專注力比較佳**。

**關鍵詞**：測謊技術、環境噪音、閱讀專注力

## 壹、研究動機

每個人在其心中應該都有各自認定最理想的閱讀環境，然而，**我們希望排除主觀意識的判斷**，進而藉由**科學實驗的數據來呈現與印證**在日常生活環境中，常因外在環境干擾變因，直接或是間接地影響學習專注力與學習效果。因此，若能藉由模擬圖書館的環境變因，進一步來診斷讀者在閱讀區的情緒，是否會受到外在干擾因素來影響其讀書效率？此外，我們屏棄使用問卷調查的研究方法，而是採用一連串的實驗數據來驗證，如此一來能**徹底的排除對於判斷上主觀意識的灰色地帶**，並能有效地增加實驗準確度與客觀性，而這也正是本研究的價值所在。

## 貳、研究目的

根據研究背景與動機，歸納本研究目的如下述：

- 一、探討測謊技術偵測環境因素影響中學生閱讀專注力之相關文獻。
- 二、研製皮膚電阻及心跳影響閱讀專注力偵測系統。
- 三、偵測分析環境噪音及溫濕度對閱讀專注力之生理感知與舒適度。
- 四、將人體對於環境的感官舒適度加以數據化。

## 參、研究設備及器材

### 一、軟體部分

| 軟體名稱                | 版本        | 說明                               |
|---------------------|-----------|----------------------------------|
| Visual Basic6.0     | 8176      | 自製測量及記錄人體電阻值之程式，將單晶片模組輸入之數值儲存至電腦 |
| KeiluVision4        | 8.05a     | 用來撰寫 8051 程式之軟體                  |
| SE120               | 3.6.0.0   | 數位式三用電表所附之軟體，顯示及記錄電表所量測的數值       |
| SW808               | 090721    | 環境參數檢測儀所附之軟體，顯示及記錄所量測的數值         |
| WaveEditor Standard | 1.0.1.332 | 音訊檔剪輯程式，將所錄的音訊檔剪成所需之檔案           |

## 二、硬體部分

| 工具名稱              | 規格                | 使用材料數量   | 用途說明  |
|-------------------|-------------------|--|---|
| 數位式三用電表           | CENTER<br>USB-120 | 1、紅色與黑色測試棒各 2 條<br>2、RS-232 傳輸線 1 條  | 記錄及量測心跳感測器之電壓變化   |
| 多功能環境參數<br>檢測儀    | LM8102            | 1、RS-232 傳輸線 1 條   | 記錄及量測環境參數   |
| 單晶片模組             | 89S51             | 220Ω 16 個、10KΩ 3 個、22μF 4 個、<br>30pF 2 個、150pF 1 個、0.1μF 1 個、<br>NK2222A 8 個、3.3KΩ 排阻 1 個、<br>MAX232、89S51、ADC0804、四位七<br>段顯示器、石英震盪器 1 個   | 將惠斯登電橋之電壓差<br>轉為 0~255 之數值並傳<br>至電腦                                     |
| 心跳感測器             | pulse sensor      | 1、杜邦線數條<br>2、3V 電池座(3 號電池 2 顆)<br>3、10kΩ 2 個、30kΩ 2 個、47kΩ 3<br>個、100kΩ 4 個、4.7kΩ 1 個、470k<br>Ω 1 個、68kΩ 1 個、10KΩ 1 個、<br>10μF 1 個、0.1μF 1 個、300pF 1 個、<br>TL084、UA741、LED、光感測器<br>CNY70 | 量測血液濃度的變化並<br>轉為 0~3V 間的電壓值<br>。<br>( 血氧濃度越低，電壓<br>值越小;濃度越高，電壓<br>值越大。) |
| 惠斯登電橋             |                   | 1、50KΩ 精密 15 轉可變電阻 1 個<br>2、50KΩ 精密 25 轉可變電阻 1 個<br>3、100KΩ 精密 25 轉可變電阻 1 個<br>4、30 X 30(孔)電路板 1 片<br>5、0.75mm <sup>2</sup> 多芯線 2 條  | 利用惠斯登電橋的原理<br>自製電路及指套，量測<br>人體電阻值的變化                                    |
| 音樂魔方<br>CD-PLAYER | PHILIPS           | 1、小型音箱 2 個<br>2、USB 隨身碟 1 個  | 將聲音檔存至隨身碟並<br>由 CD-PLAYER 播出  |

## 三、系統介紹

本研究所發展的偵測系統共分為以下五大部分

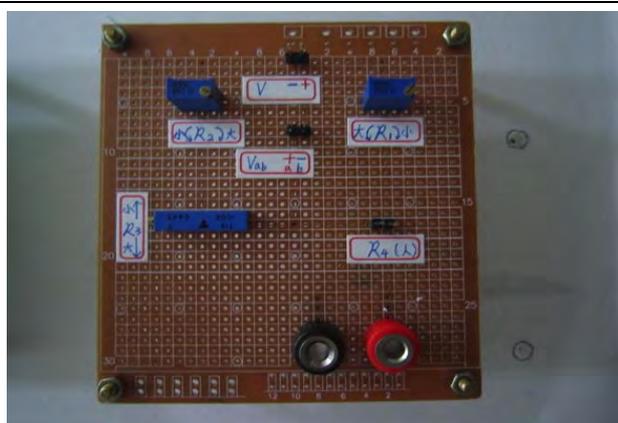
1. 訊號輸入
2. 訊號處理暨顯示介面
3. 惠斯登電橋(電阻值轉成電壓值)
4. 假負載
5. 軟體介面



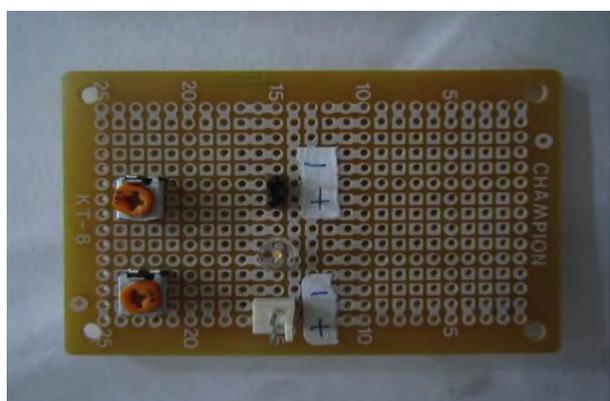
訊號輸入部分：又可分為兩個部分，第一部分如左圖紅色框中偵測手指皮膚電阻的指套傳輸線，套在**食指**跟**無名指**，第二部分如左圖藍色框中量測血氧濃度的指套傳輸線，套在**中指**。



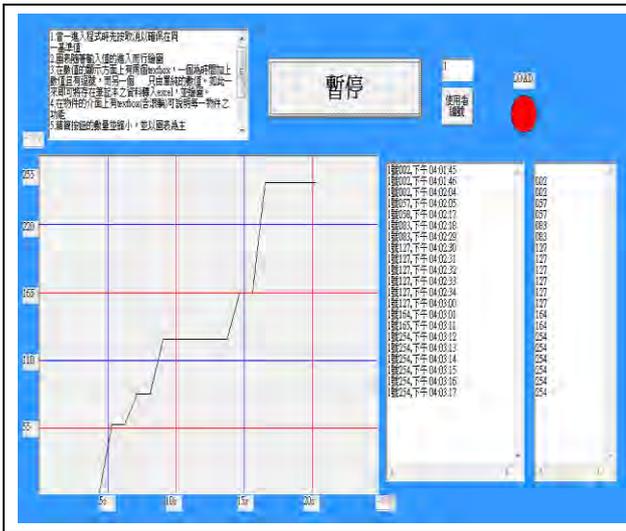
訊號處理暨顯示介面：當中使用 ADC 並經 89S51 處理訊息，再透過 RS-232 傳送至 PC 端，另有提供 4 位元 7 段顯示器，作為與**電腦顯示的波形作對照**之用。



惠斯登電橋：主要目的有二，第一:可把皮膚電阻轉換成電壓，第二:可設定偵測基準值，即可讓標準狀況下的阻值，經調整另三電阻後，使 ADC 輸出為 130 之電壓，**當作基準電壓**。



假負載：假負載的使用，是當測試階段時，**可提供簡易的電阻-電壓轉換**，並拿來驗證系統效率使用。



軟體介面：軟體介面可讓量測者即時看出人皮膚電阻的狀況，並記錄當下時間及寫入筆記本中，供量測後製表時使用，**另可儲存多組數據和量測暫停的功能。**

(一) 本研究發展生理偵測系統之信度與效度考驗

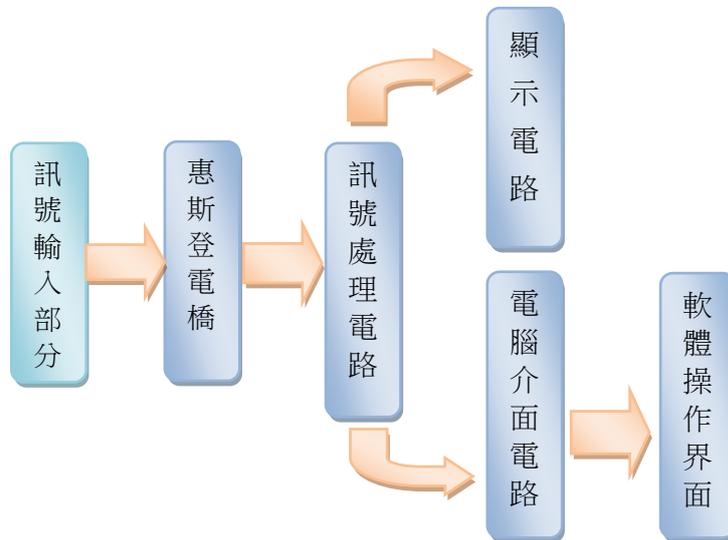
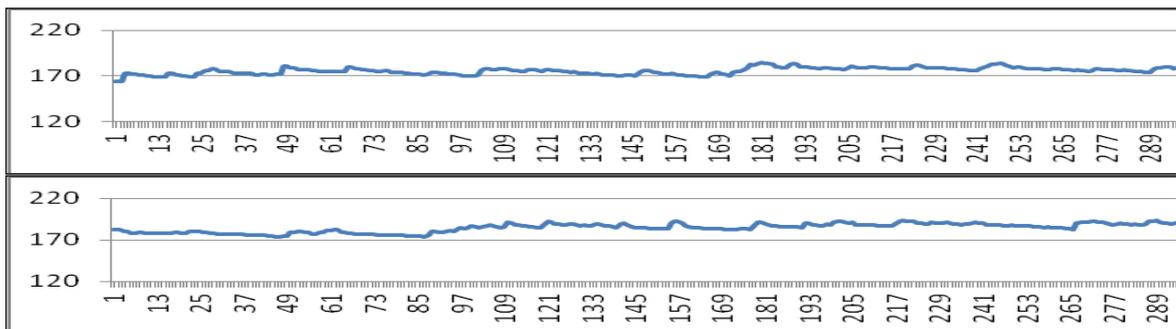


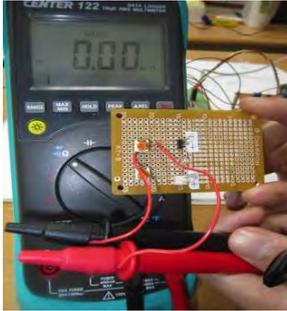
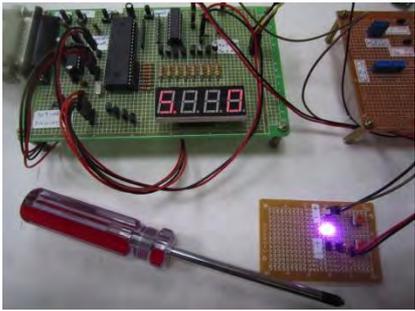
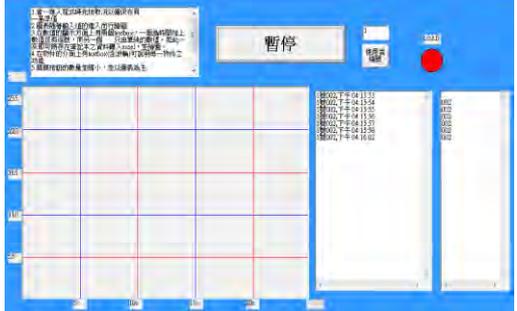
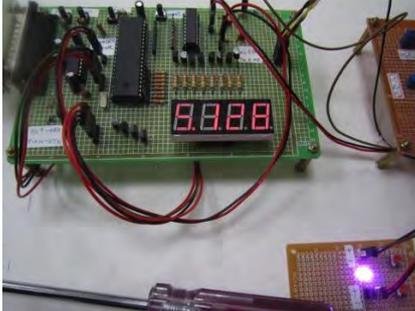
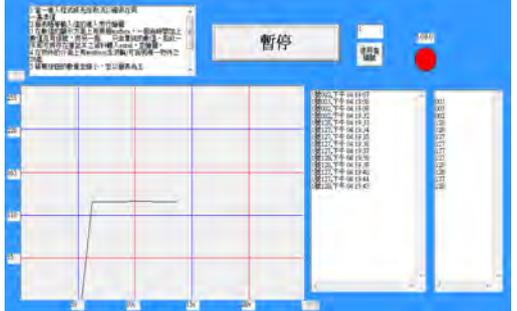
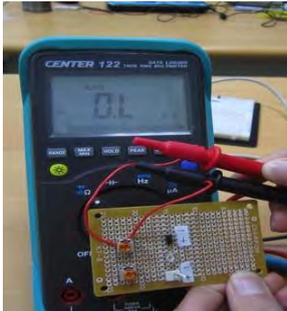
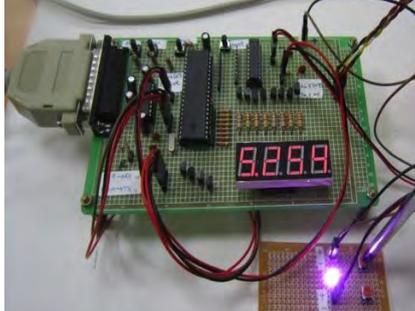
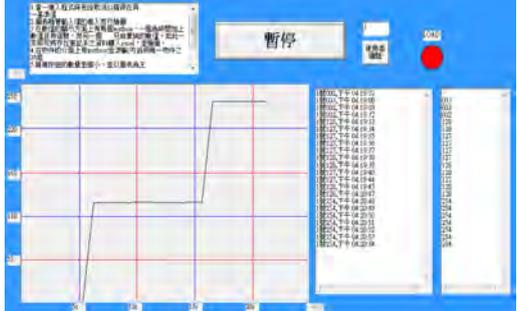
圖 1：本系統作動流程圖

為能確保本系統具有足以信賴水準的**信度與效度**，本研究採用重測信度，以及效度採用精密可變電阻替代受測者當作外在效標關聯效度。分析過程分成個兩部分，第一：重測信度部分，在此我們針對同一受測者、相同條件(理想環境)、不同時間(間隔時間)做測試得出的波形如下圖，**當中縱軸為皮膚電阻經惠斯頓電橋轉換後，進 ADC 產生之數位值，橫軸為時間(#/S)。**



由上兩圖可看出本系統的穩定性。

第二：對照外在效標，在此我們接入假負載(1MΩ)並調整供系統偵測，對照結果如下圖表：

|  |  |   |
|--|--|---|
|   |   |   |
| <p>精密 VR=0Ω</p>  | <p>經 8bits- ADC 轉換顯示 0</p>   | <p>值為 0 波形於底部</p>   |
|   |   |   |
| <p>精密 VR=500KΩ</p>   | <p>經 8bits-ADC 轉換顯示 128</p>  | <p>值為 128 波形於中央</p>   |
|  |  |  |
| <p>精密 VR 轉至開路</p>  | <p>經 8bits-ADC 轉換顯示 254</p>  | <p>值為 254 波形於上方</p>   |

綜合以上可知本偵測系統及軟體界面具有可接受的信度和效度。

## 肆、研究過程或方法

本研究主要依據文獻探討結果，歸納分析測謊技術的意涵及其相關量測參數，且掌握閱讀專注力受到環境變因的影響情形，規劃本研究過程以及採用適切的實驗方法，印證皮膚電阻及心跳影響等參數來閱讀專注力的情形，並分別摘要敘述本研究的研究過程及研就方法如下：

### 一、研究過程

本研究所研製「皮膚電阻及心跳影響閱讀專注力偵測系統」，分為（1）皮膚電阻偵測系統，及（2）心跳偵測系統，分別採用研究設計及製作，再以現行市售量測儀表進行校正與調整，以符合測量數據的準確性，整體研究過程如圖 2 所示。

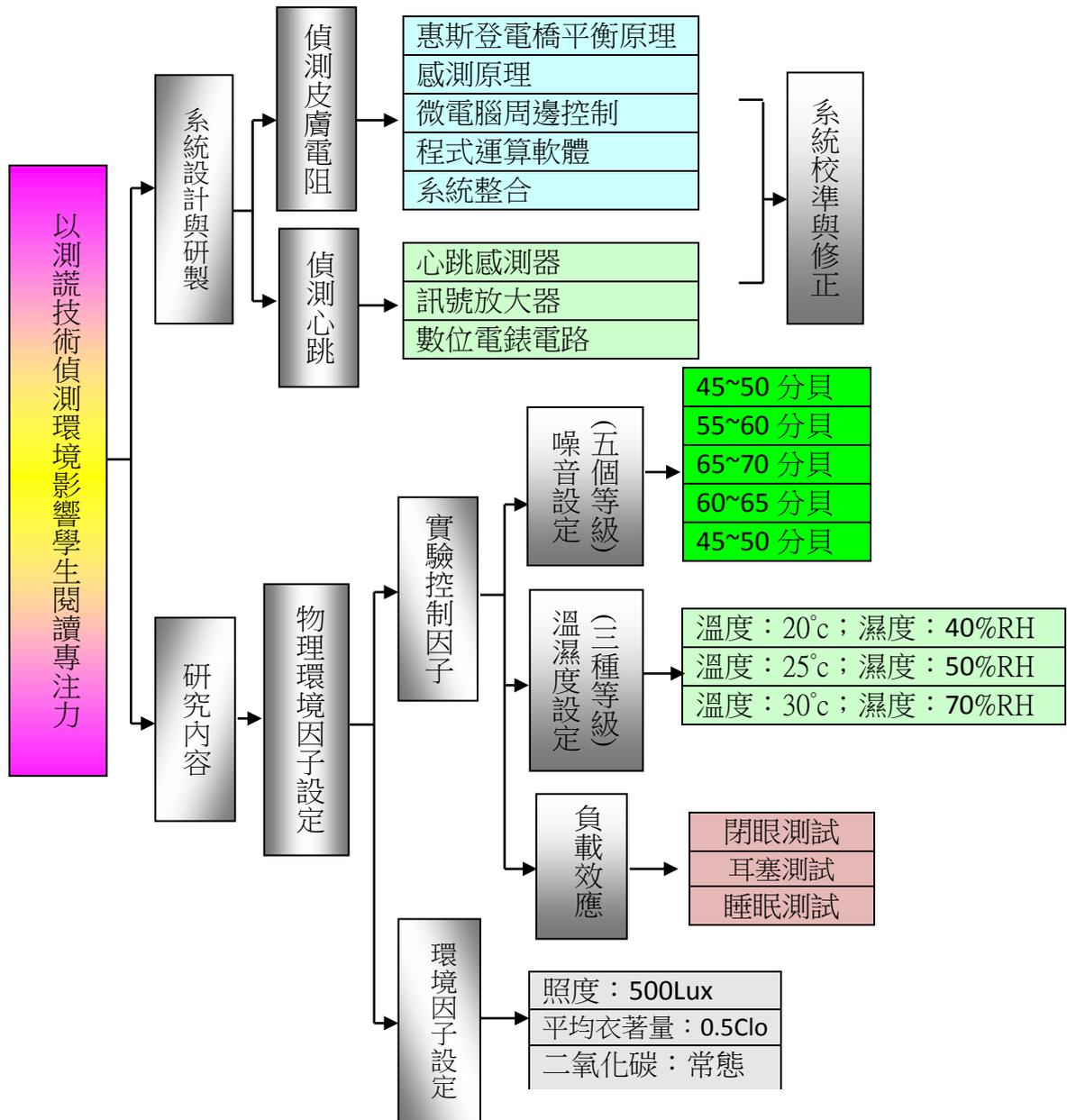
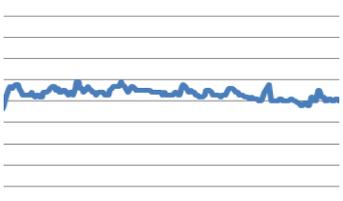
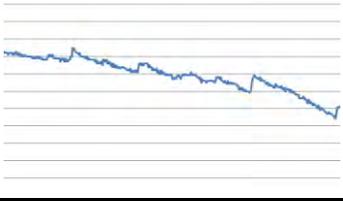
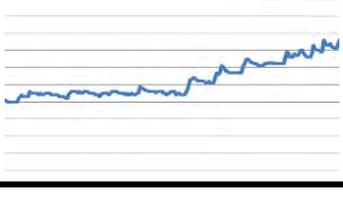
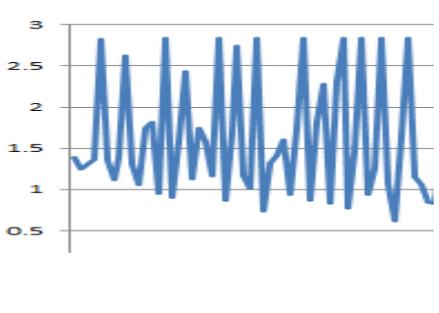
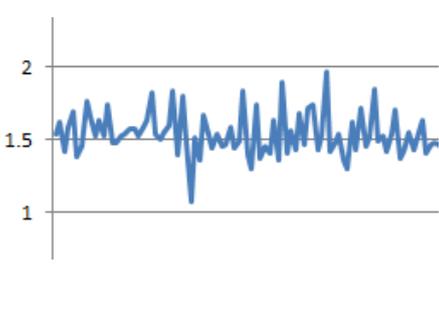
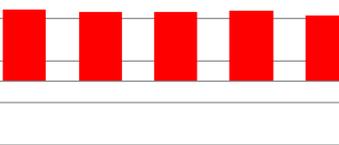
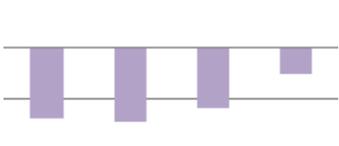


圖 2：研究過程圖

## 二、圖表分析及說明

|   | 圖形  | 圖形分析說明   |
|---|---|--|
| 曲<br>線<br>圖   |    | 正常:<br>在基準值 130 $\pm$ 4 的擺動下，為正常範圍。此時為專注不分心的時候。  |
|   |    | 異常向下:<br>由基準 130 向下擺動超過 4 且整體曲線向下時，可能為分心、有睡意或者閉眼。<br>若是高於 130 而整體曲線向下，可能是趨漸專心。   |
|   |    | 異常向上:<br>由基準 130 向上擺動超過 4 且整體曲線向上時，可能為分心、緊張或者煩躁。<br>若是低於 130 而整體曲線向上，可能是趨漸專心。  |
| 心<br>跳<br>圖   |  | 正常的心跳反應：<br>心臟縮放力量會使血氧濃度較濃及弱，故由我們觀察而判斷出心臟縮放時力道不定；外加感測器的電壓為 3V，我們將以中間值 1.5V 為判斷的基準值；<br>波形的變化代表了心臟收縮時造成血氧濃度的變化，當心臟正常跳動，血氧的變化呈現正常的變化，我們經過多次觀察發現若電壓值以 1.5V 為基準，變化量若為正負 1V 間的變動為正常的心跳範圍。 |
|   |  | 不正常的心跳反應：<br>心跳不正常時或血氧濃度較低時，會引發心跳加速的情形，例如：天氣寒冷、緊張或運動完，皆會造成血氧不足的情形，此時會造成呼吸加速且心跳加快，藉以來排去二氧化碳以增加血液之含氧量；因為此時血氧濃度較淡，故反應出來的電壓變動將會比較小，若電壓值以 1.5V 為基準，變化量為正負 0.5V 間的變動，則此時即可判斷為不正常的心跳範圍。     |
| <p>此研究系統並非測謊器，只是利用測謊的原理，來蒐集生理數值，故無法像市面售之精密測謊器來進行測謊。當此系統在量測皮膚電阻時，是需要一段時間才能看出其中的變化，因為人體本身的電阻在沒有人為的改變下(洗手後，手上水分增加，電阻大幅下降)，變化本來就不是那麼迅速，所以需要一些時間來蒐集電阻的數值，最後我們再來判讀分析數值之波形，進而了解受測者的情緒、專注力。因為電阻的變化不是即時的，所以我們還搭配心跳模組，做為即時的分析與參考。</p> |   |  |

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| <p>數值基準的訂定</p>            | <p>由於 ADC 的輸出為 8bits，其顯示的數位值為 0~255，所以我們取中間值 128，目的是讓數值的波動擺幅能夠達到最大，為了方便，我們最後以整數 130 訂為基準值。</p>           |   |
| <p>趨勢分析值<br/>(標準差百分率)</p> | $\frac{(x-130)}{130}$  | <p>x: 每 30 秒的平均值 (130 為標準值)<br/>由趨勢值的高低可以分析出是否偏離標準值，若趨勢值越大即代表差異性，由此我們可判斷該生此時的狀況及行為。</p> |
| <p>行為分析值<br/>(計算變動率)</p>  | <p><math>X = (b-a)</math> a:前一值的趨勢分析值 b:目前值的趨勢分析值<br/>行為分析的目的主要是更精確的分析差異性出現時該生的行為，由此分析方式更能增加本實驗的可信度。</p> |   |
| <p>趨勢圖</p>                |                        | <p>正常:<br/>以 130 為基準+3%~-3%，將此範圍訂為「專注」。</p>   |
|                           |                       | <p>異常:<br/>以 130 為基準&gt;+6%，將此範圍訂為「煩躁」。</p>   |
|                           |                       | <p>異常:<br/>以 130 為基準+3%~+6%，將此範圍訂為「分心」。</p>   |
|                           |                       | <p>異常:<br/>以 130 為基準-3%~-15%，將此範圍訂為「較放鬆」。</p>   |
|                           |                       | <p>異常:<br/>以 130 為基準&lt;-15%，將此範圍訂為「睡意或閉眼」。</p>   |

## 伍、研究結果

### 一、溫度及濕度測試實驗

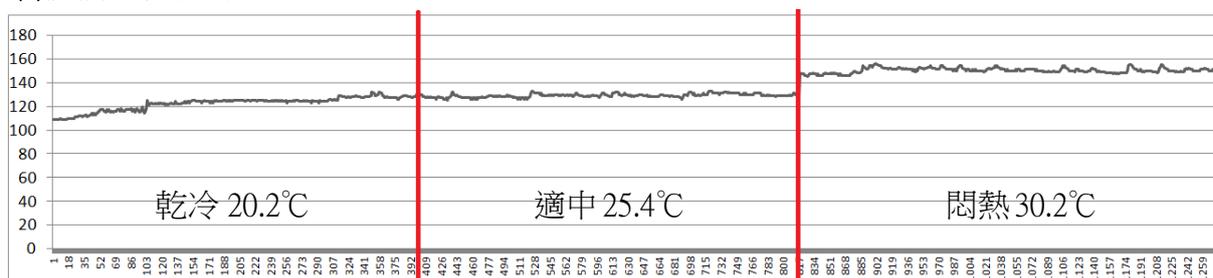
|            |           |           |           |
|------------|-----------|-----------|-----------|
|            | 乾冷        | 適中        | 悶熱        |
| 溫度 (°C)    | 20.2°C    | 25.4°C    | 30.2°C    |
| 濕度 (% R H) | 39.7% R H | 53.7% R H | 71.4% R H |

(一) 當日環境參數 (地點：家長會長室、日期：102 年 3 月 17 日)

(二) 實驗結果及圖表分析：

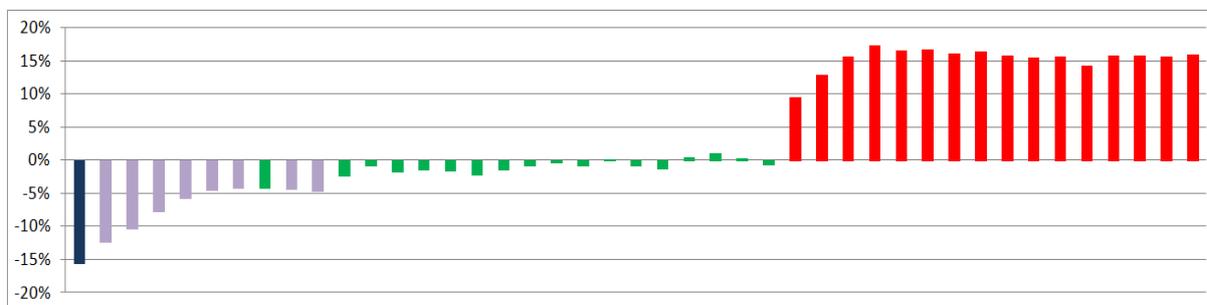
#### 1. 樣本 A 對溫度變因之測量數據分析結果

(1) 皮膚電阻曲線圖：

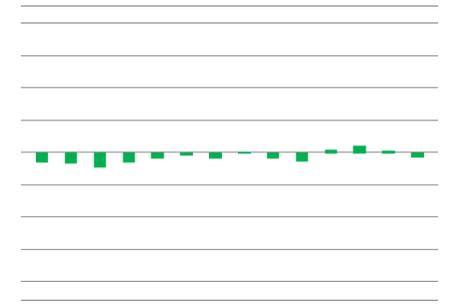
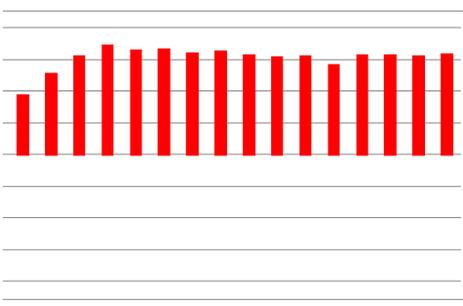


實驗狀況：我們模擬台灣海島型的氣候，設計出三種較常見的溫濕度環境，分別為悶熱、適中及乾冷的環境，則我們針對三種不同的溫濕度環境測量，觀察不同溫濕度的環境對受測者 A 的影響，並記錄及分析其生理變化。

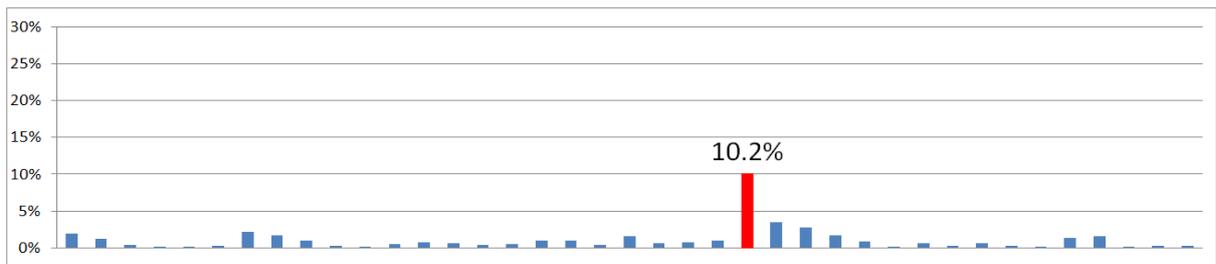
(2) 趨勢分析圖：



|    | 環境變因 | 趨勢分析  |
|----|------|---|
| 乾冷 |      | 該生在乾冷的環境時，其生理狀況處於較放鬆的狀態，並且數值皆偏低，由此判斷該生此時感到放鬆且甚至出現了想睡覺的狀況。 |

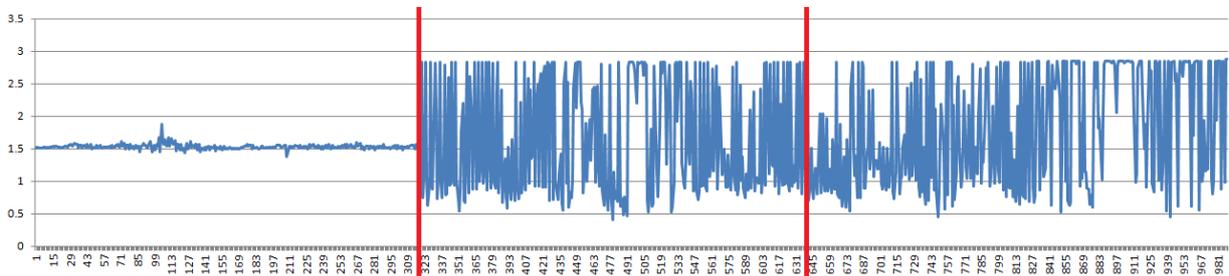
|    |   |   |
|----|---|---|
| 適中 |  | <p>該生在適中溫濕度的環境時，其生理狀況處於較可以專心的狀態，並且數值皆在 3%以內，由此判斷該生此時感到舒適且可以專心閱讀的狀況。</p> |
| 悶熱 |  | <p>該生在悶熱的環境時，其生理狀況處於較煩躁的狀態，並且數值皆在 6%以上，由此判斷該生此時感到不舒適且閱讀分心的狀況。</p>       |

(3)行為分析圖：



行為分析：該生在溫度由適中轉變為悶熱時出現行為異常的變化，其變動率上升約為 10%，判斷此時該生因為溫度的上升而產生了煩躁的感覺，並且之後亦無下降的趨勢。

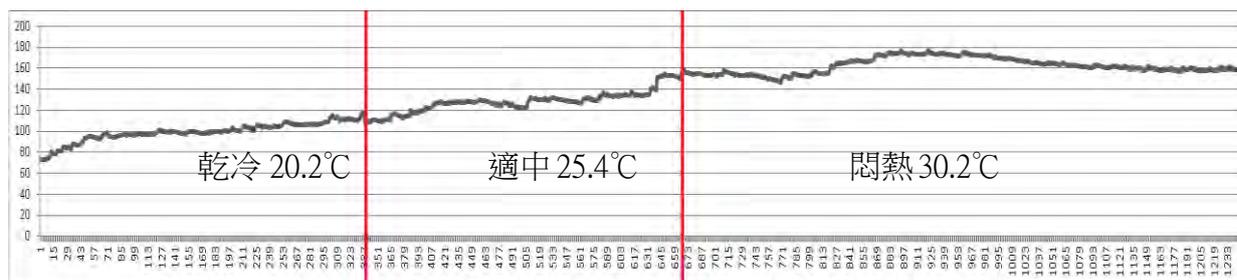
(4)心血氧濃度分析：



心血氧濃度分析：該生在乾冷環境時，心血氧濃度偏低，推斷因為溫度較低故身體呈現缺氧的狀況；適中溫環境時，心血氧濃度值較為正常；悶熱環境時，心血氧濃度正常但頻率較慢，推斷有可能是溫度較熱而造成的結果。

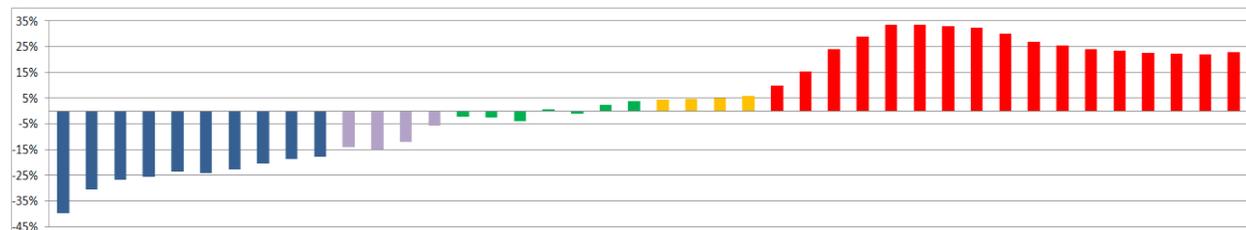
## 2.樣本 B 對溫度變因之測量數據分析結果

### (1)皮膚電阻曲線圖：



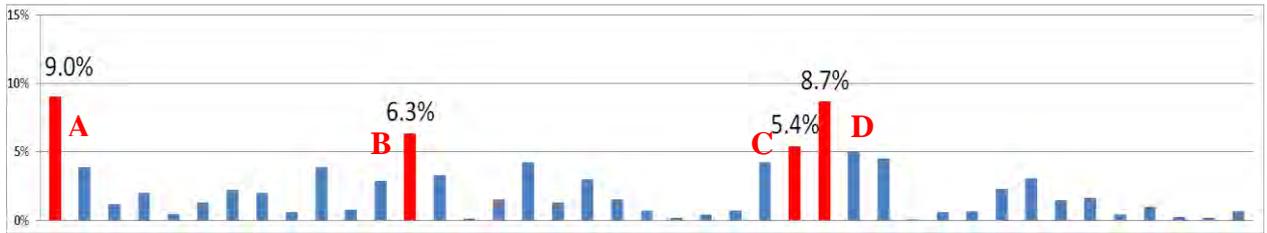
實驗狀況：我們模擬台灣海島型的氣候，設計出三種較常見的溫濕度環境，分別為悶熱、適中及乾冷的環境，則我們針對三種不同的溫濕度環境測量，觀察不同溫濕度的環境對受測者 B 的影響，並記錄及分析其生理變化。

### (2)趨勢分析圖：



|    | 環境變因 | 趨勢分析   |
|----|------|--|
| 乾冷 |      | 該生在乾冷的環境時，其生理狀況處於較放鬆的狀態，並且數值皆偏低，由此判斷該生此時感到極為放鬆且出現了想睡覺的狀況。        |
| 適中 |      | 該生在適中溫濕度的環境時，其生理狀況處於較可以專心的狀態，並且數值皆在 3%以內，由此判斷該生此時感到舒適且可以專心閱讀的狀況。 |
| 悶熱 |      | 該生在悶熱的環境時，其生理狀況處於較煩躁的狀態，並且數值皆在 6%以上，由此判斷該生此時感到不舒適且閱讀分心的狀況。       |

(3)行為分析圖：



行為分析：

- (A)：此時變化量高達 9%，判斷此時行為異常有可能是因為環境溫度太低而造成身體不適應所產生的變化。
- (B)：此時變化量達 6.3%，對照實驗時間發現此時測試溫度由低溫上升至適中溫，故推斷此時因為溫度變化而產生變異。
- (C)及(D)：此時連續兩段變化量大於 5%，對照實驗時間發現此時溫度由適中升高至悶熱，推斷此時該生因為悶熱而感到心情煩躁而產生了分心的情形。

二、噪音測試實驗

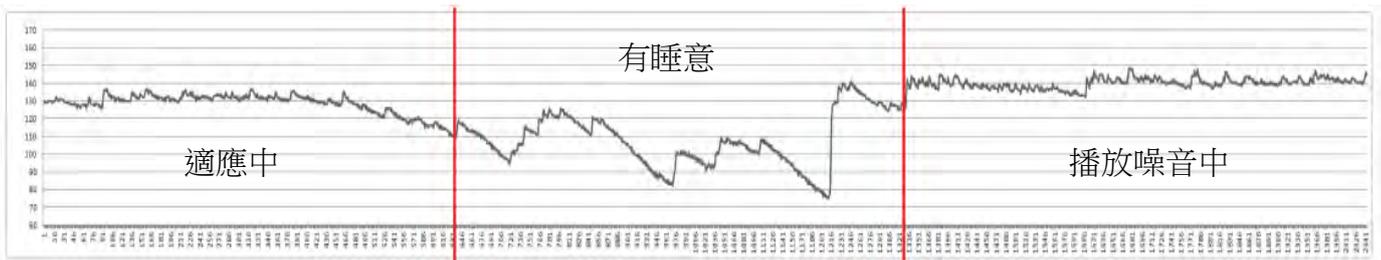
(一) 當日環境參數 (地點：家長會長室、日期：三月十六日)

| 項目 | 室內照度   | 室內溫度 | 室內濕度    | 室內分貝 | 室外照度    | 室外溫度   | 室外濕度  | 室外分貝 |
|----|--------|------|---------|------|---------|--------|-------|------|
| 數值 | 540Lux | 24°C | 59.3%RH | 36db | 1100Lux | 27.1°C | 50%RH | 50db |

(二) 實驗結果及圖表分析：

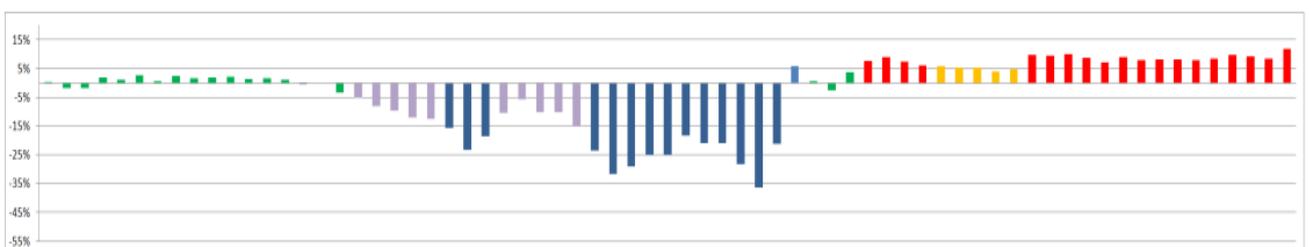
1. 樣本 A 同學對噪音變因之測量數據分析結果

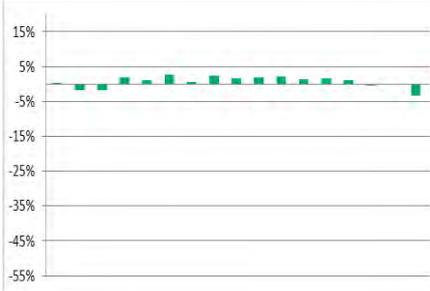
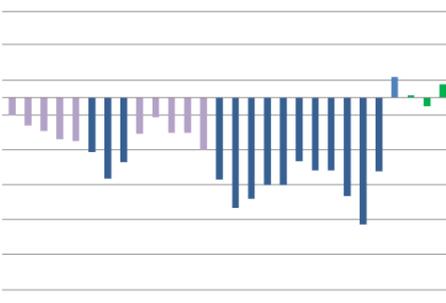
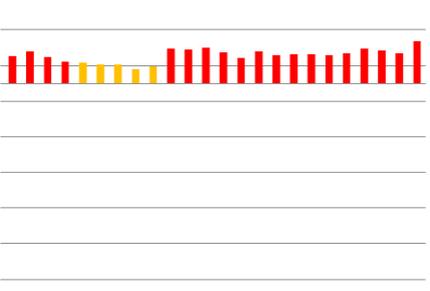
(1)皮膚電阻曲線圖：



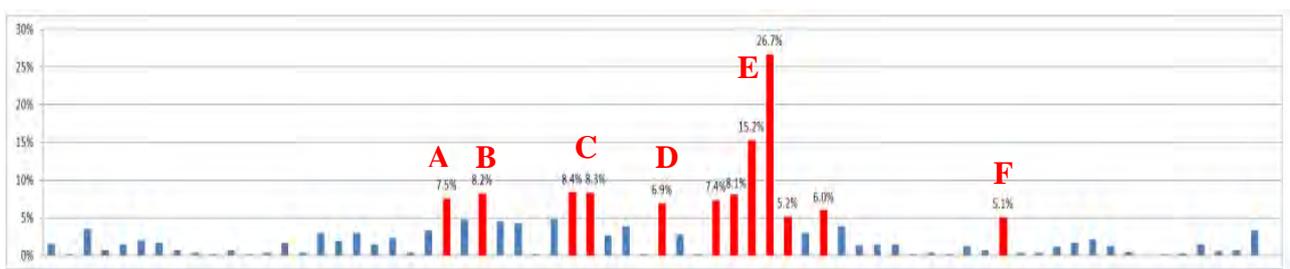
實驗狀況：A 同學先自習閱讀一段時間再測試時發現該生先是適應環境的過程，之後便開始昏昏欲睡，期間手機突然響起及有人經過，而後再放噪音來影響該生，則我們將根據行為的改變所量測之數據分段來加以探討數值改變的原因。

(2)趨勢分析圖：



|      | 環境變因   | 趨勢分析  |
|------|--|---|
| 適應中  |   | 當開始測試時，環境並未受到很大的變化，故該生的值較為平穩變化小，皆能維持在 3%左右，代表該生能夠適應此環境並能專心閱讀。           |
| 有睡意  |   | 實驗過程中，發現該生數值漸漸下降，由原本的 -2%下降至-36%，推斷該生應有了睡意；期間數值偏低並且起伏不定，應為產生睡意而正在掙扎的過程。 |
| 播放噪音 |  | 當開始實施噪音測試時，發現該生數值偏高，皆高於 6%以上，故推斷該生受到噪音的影響而分心甚至產生煩躁的感覺。                  |

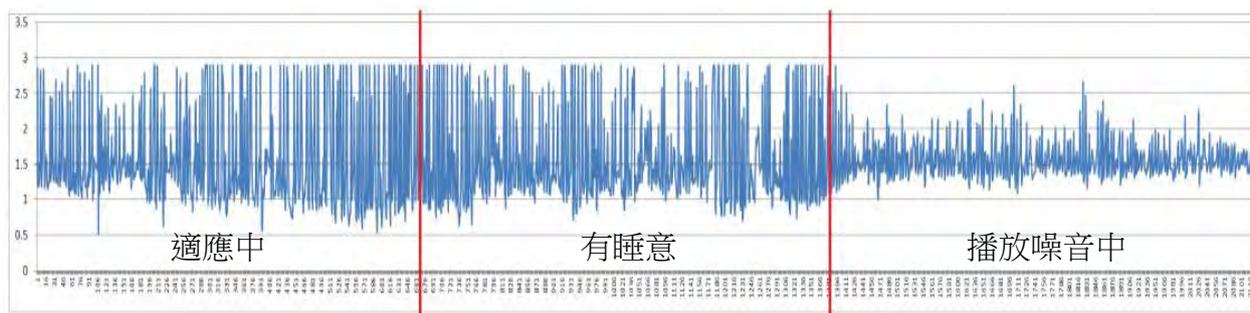
(3)行為分析圖：



行為分析：

- (A)及(B)：此時產生異常變化，由該生的趨勢圖可以發現此時該生由專心閱讀漸漸進入到有睡意的過程，並觀察該生此時確產生打瞌睡的行為，故產生此變異情形。
- (C)及(D)：此時該生已有睡意，此時所產生的變異情形應為該生處於掙扎並有可能已進入睡眠所造成的變動。
- (E)：此時變動最為劇烈，此時變動量甚至高達 26.7%，觀察這時的實驗時間點發現此時因為該生的手機突然響起，而該生極有可能由睡眠中驚醒，故推斷該生此時是受到了驚嚇才會產生如此劇烈的變化量。
- (F)：此時的便一發生在播放噪音實驗的階段，故推斷該生受到噪音的影響而分心躁。

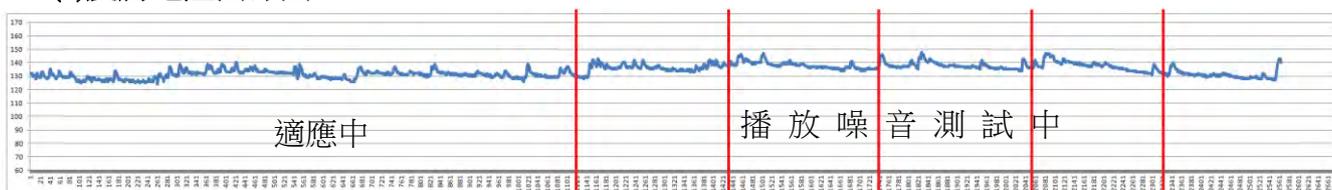
(4) 心血氧濃度分析：



心血氧濃度分析：該生在剛開始測試時，較能適應環境，故心血氧濃度呈現正常的狀況；測試中期，因該生產生了睡意，則此時因為想睡覺而產生缺氧的情形，心血氧濃度略微不穩下降；當開始播放噪音測試時，該生已經分心，則此時心血氧濃度明顯的下降，可能是因為煩躁而造成心跳加速的情形。

2. 樣本 B 同學對噪音變因之測量數據分析結果

(1) 皮膚電阻曲線圖：

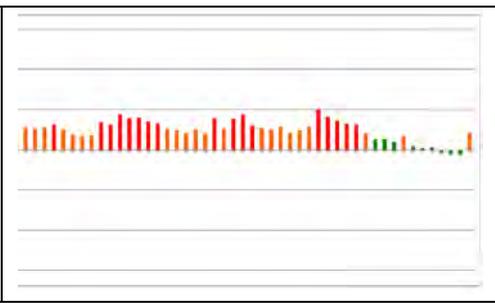


實驗狀況：B 同學先自習閱讀一段時間之後，再播放噪音來影響該生，則我們將根據其行為造成電壓值改變所示之數據分段來加以探討數值改變的原因。

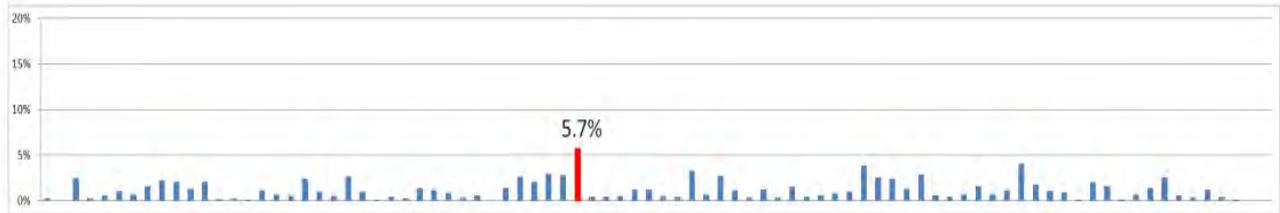
(2) 趨勢分析圖：



|     | 環境變因 | 趨勢分析   |
|-----|------|--|
| 適應中 |      | 開始測試時，環境並未受到很大的改變，故該生的值較為平穩且變化小，皆能維持在 3% 左右，代表該生能夠適應此環境並能專心閱讀。 |

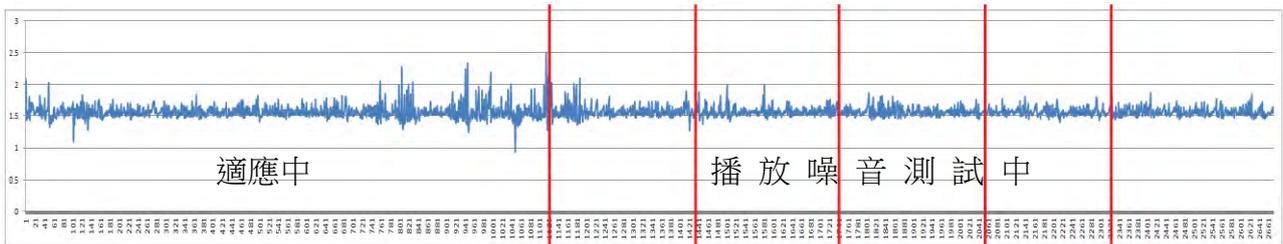
|             |   |  |
|-------------|---|--|
| <p>播放噪音</p> |  | <p>當開始播放噪音實驗期間，發現該生數值持續上升，且維持在 5%至 10%之間，推斷該生此時受到外在噪音的影響而導致分心且較為煩躁的狀況。</p> |
|-------------|---|--|

(3)行為分析圖：



行為分析：發現該生在測試過程中所產生 5.7%的變化量，觀察時間點後發現此時為剛開始播放噪音測試的時候，故推斷極有可能是剛開始播放噪音時，使該生產生不舒適的狀況所導致此變異的產生。

(4)心血氧濃度分析：



心血氧濃度分析：該生在剛開始測試時，該生雖能適應環境，但是其心血氧濃度呈現較低的狀況，推斷該生有可能是個性較為緊張的人；當開始播放噪音測試時，該生已經分心，則此時心血氧濃度下降，可能是因為煩躁而造成心跳加速的情形。

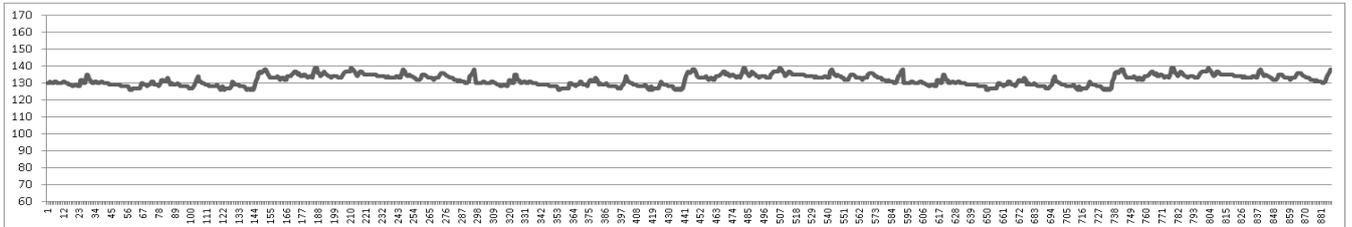
### 三、良好的讀書環境

(一) 當日環境參數 (地點：家長會長室、日期：三月二十四日)

| 項目 | 室內照度   | 室內溫度 | 室內濕度        | 室內分貝 | 室內風速      |
|----|--------|------|-------------|------|-----------|
| 數值 | 500lux | 26°C | 55%RH~65%RH | 50db | 0.5m/s 以下 |

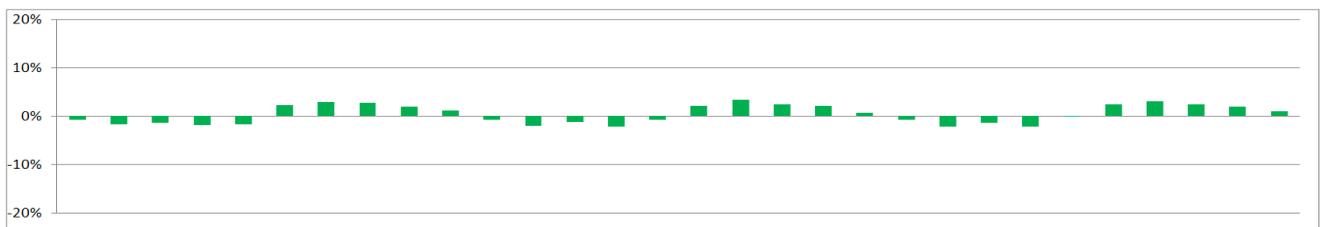
(二) 實驗結果及圖表分析：

(1) 皮膚電阻曲線圖：



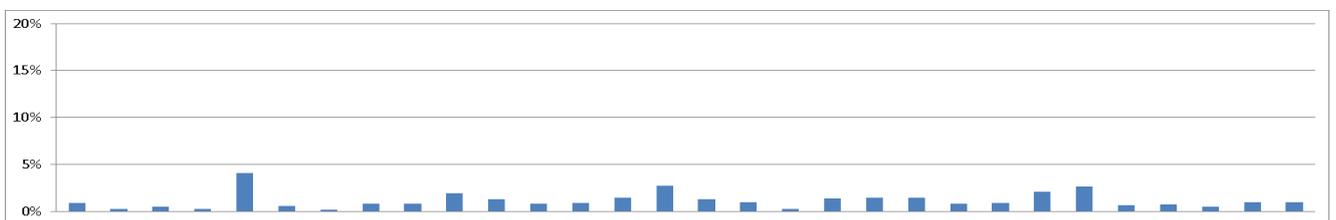
實驗狀況：根據實驗對於環境的改變做測試後，發現噪音、溫度及濕度皆會影響人閱讀的品質及效果，故我們根據文獻資料來設計出最佳的讀書環境，並參考實驗過後的結果做出環境的設定及調整，並將此條件做為我們的良好閱讀環境，測試 15 分鐘後觀察其數值的變化並加以探討。

(2) 趨勢分析圖：



趨勢分析：測試後發現受試者在我們所設計的良好環境中閱讀，效果明顯；測試的過程中，因為處於理想的環境中，故該生的值平穩且變化小，皆能維持在 3% 以內，判斷該生此時即為舒適並能夠在此環境中專心的閱讀。

(3) 行為分析圖：



行為分析：整段測試的過程中皆沒有明顯的變異情形，故判斷此時該生專心且極為穩定。

## 陸、討論

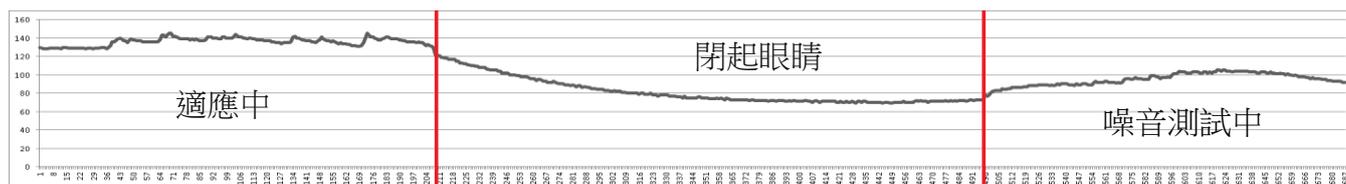
經過我們的實驗後發現了幾點較有趣且有價值的部份，針對這些部分我們將再次實驗後得到數據，並且分別加以分析探討比較：

### 一、環境背景：

| 項目 | 室內照度   | 室內溫度 | 室內濕度    | 室內分貝 | 室外照度     | 室外溫度   | 室外濕度  | 室外分貝 |
|----|--------|------|---------|------|----------|--------|-------|------|
| 數值 | 540Lux | 24°C | 59.3%RH | 36db | 11000Lux | 27.1°C | 50%RH | 50db |

### 二、負載測試實驗：

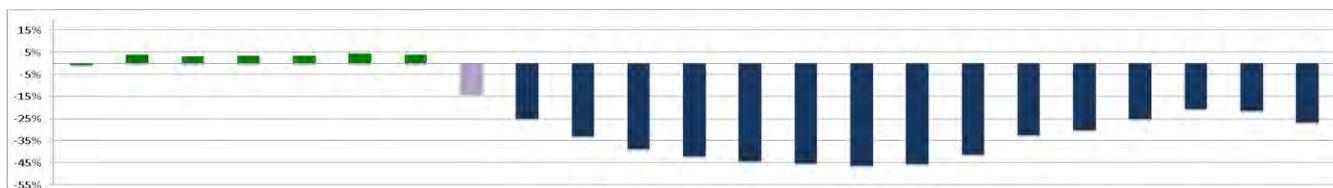
#### (一) 閉目養神測試之實驗



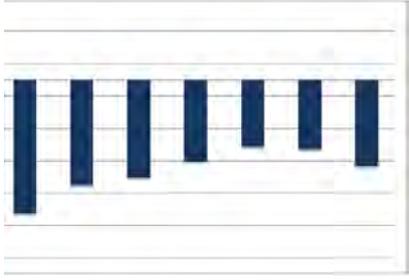
#### (1) 皮膚電阻曲線圖：

實驗狀況：當實驗開始時，先讓該生適應此環境，待環境適應後即請該生閉上眼睛休息冥想，但不是睡覺的行為；經過 10 分鐘後，請該生睜開眼睛並在此時播放噪音試圖影響該生閱讀，而我們將觀察此試驗的曲線變化。

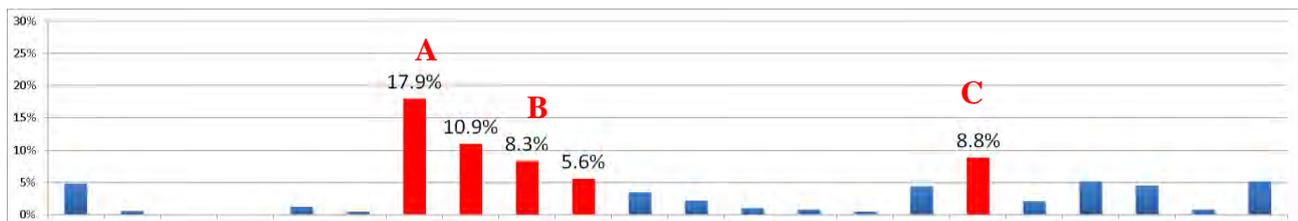
#### (2) 趨勢分析圖：



|      | 環境變因 | 趨勢分析  |
|------|------|---|
| 適應中  |      | 當開始測試時，環境並未受到變化，故該生的值較為平穩變化小，皆能維持在 3% 左右，代表該生能夠適應此環境並能專心閱讀。 |
| 閉目養神 |      | 當該生適應環境後，另其閉起眼睛休息冥想，但並非睡覺，結果發現趨勢大幅的下降，判斷此時該生的生理應該為放鬆負擔小的情形。 |

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| <p>播放噪音</p> |  | <p>約 10 分鐘後，另該生睜開眼睛後，播放噪音做噪音測試實驗，發現該生並不會受到噪音的影響而改變，持續維持在冷靜且輕鬆的狀態。</p> |
|-------------|---|---|

(3)行為分析圖：



行為分析：

- (A)：此時變化量高達 17.9%，觀察此時的時間點為剛由閱讀的行為轉變為閉起眼睛的狀況，研判此時因為閉上眼睛則身體的負荷量減小，故出現此行為變異。
- (B)：此時出現連續三段變異，推斷此時是因為身體負擔減小，且量測出的數值持續下降，並且由趨勢圖觀察發現下降至相當低的 -46%並且維持住，此時身體為最輕鬆的狀態，並且發現此時身體的狀態極為穩定放鬆，研判該生此時刻的心思可以最為冷靜。
- (C)：此時的變異時間點發生在由閉著眼睛轉換為睜開眼睛的過程，研判此變異是因為多了一種器官的使用所以造成身體的負荷增加，但是由趨勢圖發現上升的幅度並不多，即使之後播放噪音測試實驗亦不受噪音的影響，且可以維持在大約-15%左右，由此我們可以推斷古人所說「閉目養神」即為這個道理，因為閉起眼睛不但可以確實的讓心情平靜之外，且之後外界的環境改變亦難對之造成影響，故此實驗結果可以提供閱讀者非常好的幫助。



圖 5：閉目養神



圖 6：閱讀中

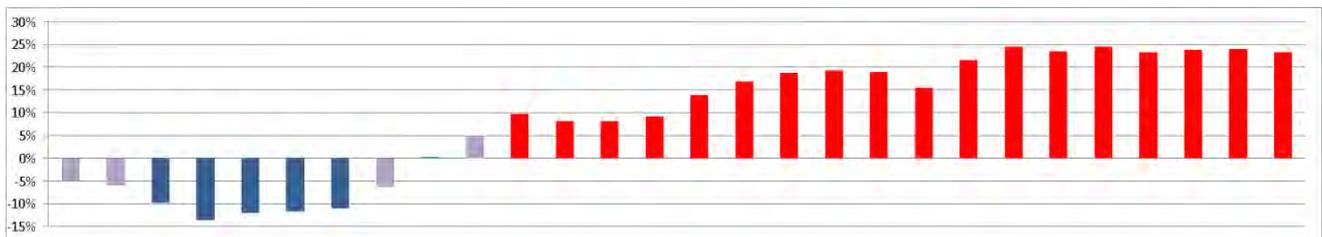
## (二) 耳塞測試之實驗

### (1) 皮膚電阻曲線圖：



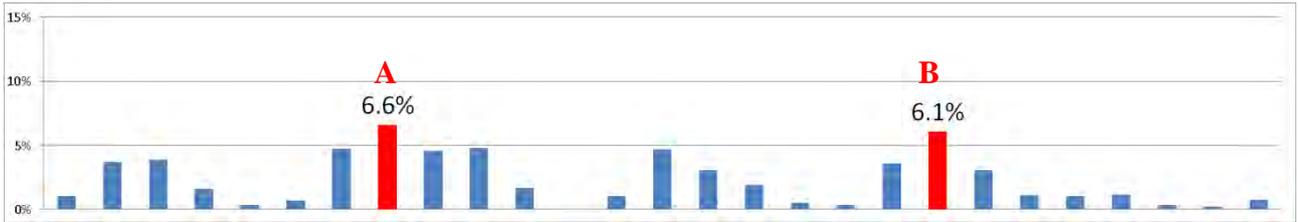
實驗狀況：當實驗開始時，先讓該生帶起耳塞，模擬該生減少使用一個器官並且觀察其數值是否會因負擔減小而下降；經過 10 分鐘後，請該生拿掉耳塞並在此時播放噪音試圖影響該生閱讀，而我們將觀察此試驗的曲線變化。

### (2) 趨勢分析圖：



| 狀況     | 趨勢圖 | 趨勢分析  |
|--------|-----|---|
| 帶起耳塞試驗 |     | 另其帶起耳塞阻絕外界噪音時，發現趨勢漸漸的下降，判斷此時該生的生理應為負擔減小所造成的向下趨勢。                  |
| 脫掉耳塞   |     | 約 10 分鐘後，另該生脫掉耳塞，此時尚未播放噪音測試實驗，發現該生的數值已漸漸上升，代表負擔再度增加，研判此時已經有分心的傾向。 |
| 放聲音    |     | 稍待平靜後，開始播放噪音測試實驗，發現該生的數值持續向上升且無下降的趨勢，代表負擔持續增加，研判此時該生已經有了煩躁的傾向。    |

(3)行為分析圖：



行為分析：

- (A)：當發生此行為變異時，觀察當下的時間點發現剛好是拿掉耳塞的時間，因此我們推斷該生由安靜的環境進入到了現實的環境中，會稍感不適，但接下來即為適應的過程，故此變異的發生應該是在調整生理的狀態所產生。
- (B)：此行為變異發生的時間點剛好是噪音測試開始的時間，故很明顯的是該生受到了噪音的影響而產生了分心煩躁的感覺。



圖 7：拿掉耳塞



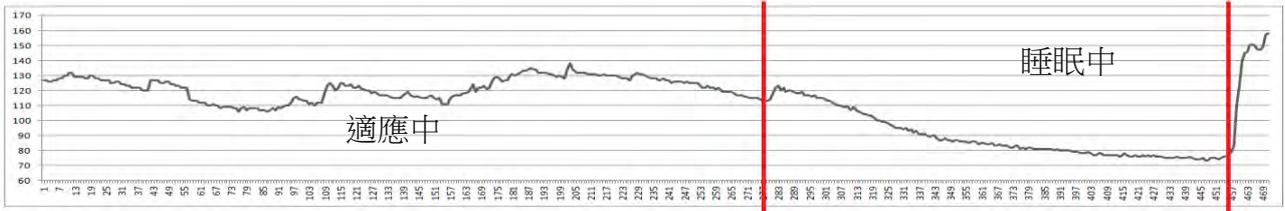
圖 8：帶起耳塞

(三) 閉眼睛與帶耳塞之比較(由上面之實驗可推得以下之結果)

- (1) 從閉目養神和帶起耳塞的實驗相比可得{閉目養神較能專心}。
- (2) 從閉目養神和帶起耳塞的實驗相比可得{閉目養神後抗噪音效果較好}。

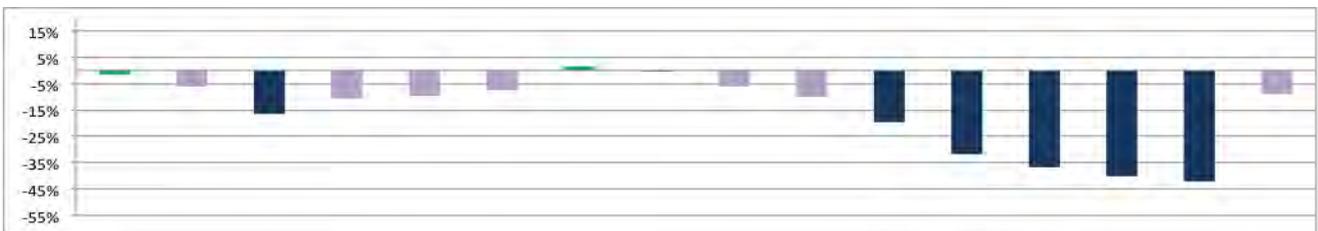
(四) 睡眠測試之實驗

(1) 皮膚電阻曲線圖：



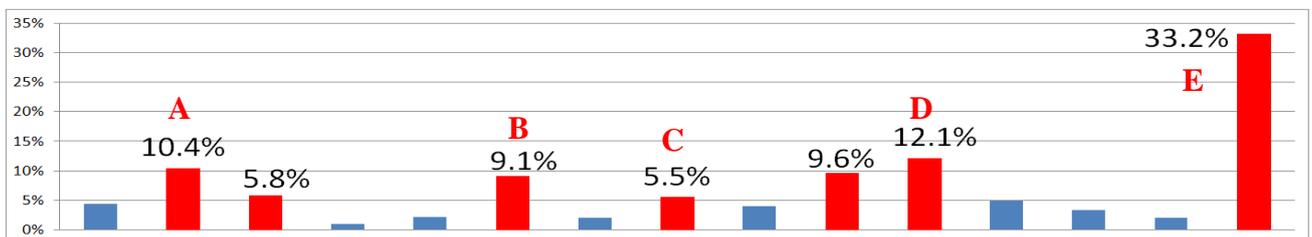
實驗狀況：為了了解負載效應的可信度，我們認為使用的器官數越多，則人體的負荷量就相對越大，因為睡眠應該是人體最放鬆負擔最小的時候，所以我們讓受測者進入睡眠狀態，而我們將觀察此實驗的曲線變化。

(2) 趨勢分析圖：



|     | 趨勢圖 | 趨勢分析   |
|-----|-----|--|
| 適應中 |     | 令該生趴下休息並適應環境，結果發現趨勢慢慢的下降，判斷此時該生的生理應該為較輕鬆且正在適應環境的過程。  |
| 睡眠中 |     | 約 10 分鐘後，發現該生的數值已經下降至 30% 以下並且維持一段時間，故推斷該生已經進入了睡眠狀態；而後在將該生叫醒，發現其數值迅速的上升由 -38% 上升至 -6%，推斷該生已受到影響。 |

(3) 行為分析圖：



行為分析：

- (A)：觀察此變異的時間點發現此時為該生趴下休息的時候，推斷此時為適應環境中，調整生理行為的過程。
- (B)及(C)：此時為環境適應的過程，此時趨勢仍繼續下降，判斷應是身體漸漸放鬆，亦有可能是該生已經產生了睡意所造成的變化。
- (D)：對照趨勢圖的變化發現，這個時候連續產生兩段大幅的向下變化量，極有可能是該生已經進入了睡眠狀態，所以此時身體的負荷量為最低，故此時期變化量甚至低於- 35% 以下。
- (E)：此時突然出現的變異，是因為我們將睡眠中的受測者叫醒，而受測者由原本正在睡眠的狀態進入到了慢慢甦醒的狀態，負荷量也從原本最低的情形突然迅速的上升，變化量更高達 33.2%，故由此我們得知該生可能已經醒來了。

#### (五) 討論:

經過以上三種對於身體負載的測試實驗後，我們做出以下幾點結論：

- 1.閉上眼睛和帶起耳塞確實皆具有讓該生安定的效果。
- 2.從中發現閉眼睛比帶耳塞無論是使專心或抗噪音皆較有效
- 3.起初的值為全神貫注時的生理電阻(包含眼和耳)，當我選擇用閉上眼睛時，生理電阻值便下降(即惠斯登電橋平衡電壓上升)，即視覺不受外在環境影響。隨即一陣子之後，便張開眼(如古人所說的閉目養神)，且之後確實心情比較平定，故證實了其所說的閉目養神之道理(為其數據化且合理化)。
- 4.因此我們假設人如同一個電源，當你負載越大時，電流變越大。故我們將外在感覺比喻成負載，當你是愈大的負載(外在感覺)，便需要更大的電流(惠斯登電橋的平衡電壓)。
- 5.觀察負載測試實驗後，發現皮膚電阻的電壓值下降速率皆為慢慢的下降之後趨於平緩，此結果非常符合人的行為模式，因為人無論在休息或是閱讀時要讓心情平靜下來都是循序漸進的；而當人要從平靜到不專心、浮躁或是驚嚇等大動作的狀態時，其電壓值會迅速的上升，**由結果可證明人要平靜很難較慢，但是要進入不專心卻是非常容易的。**



圖 11：激烈運動



圖 12：模板製作

## 柒、結論

本實驗主要目的便是為了營造出一個**最理想的閱讀環境**，故組成了一個小組，對讀書環境進行了一連串的研究與分析，並根據文獻及實驗結果設計出一個最佳的讀書環境；以往的文獻皆是由問卷調查或文字敘述的主觀方式來決定環境的舒適度，以現今強調科學證據的角度來探討，確實有失信度，故我們利用學校所學各種技能及知識，例如：電路設計、VB 程式語言、8051 單晶片設計、感測器原理及參考測謊原理的概念來加以設計出我們所需的工具及器具，我們以這些工具將原本文獻中的文字敘述轉換成了數據的科學概念，讓大家能更清楚的觀察出人在各種環境中的生理變化，因此更能夠增加可信度以及有創新的發展及結論，以下便是從上文中擷取的重要結論：

文獻中有列出有關環境變因的五項(濕度、溫熱、風速、照度和聲音)，故我們將針對濕度、溫度和聲音作為本實驗的閱讀環境變因，獲得之結果如下：

隨著聲音漸漸大聲或環境溫度由適中溫上下調，皆會引起生理電阻和血氧濃度的改變除了基本的環境因素變因實驗外，我們從中發現了一些有趣且有價值的結果：

### 1. 負載特性實驗:

其中又可分(1)全神貫注(全開)(2)戴耳塞(3)閉眼睛(4)睡覺(全關)

**負載量排行:全神貫注>>戴耳塞>閉眼睛>>睡覺(負載量越大，即表示壓力越大)**

以往的文獻中皆以個人的主觀來填寫問卷，所以得到噪音（即聽力感官）影響人的程度為最大；但經過實驗後我們推翻了這個理論，因為我們發現視覺感官可以對抗噪音的影響，這也是本實驗最有價值的地方。

### 2. 心血氧含量特性實驗:

心跳正常與運動後的比對之後，隨著運動之後，會使血液中缺氧，心跳加速，故振幅較低。由此得知天氣冷、心情煩躁或緊張皆會使心跳加速(即不專心)

|    |         |             |        |
|----|---------|-------------|--------|
| 項目 | 室內溫度    | 室內濕度        | 室內分貝   |
| 數值 | 25~26°C | 55%RH~65%RH | 50db ↓ |

我們根據文獻加上本實驗結果，推測出良好環境的物理值:噪音、溫度及濕度皆會影響人閱讀的品質及效果，故我們根據文獻資料來設計出一個最佳的讀書環境，並以此條件來做為我們的良好閱讀環境，結果是:根據本研究結果，提出建議以維繫圖書館閱讀品質，進而本量測系統可以在相關領域推廣應用，以利各種的教育機構抑或是住家書房皆可進行參考。

## 捌、參考資料及其他

本盛科技（2007）。電機控制實習。彰化：本盛科技。

吳富凱（1999）。測謊技術於刑事程序中之法律地位。中興大學法研所碩士論文。

李淵全（2008）。電機機械實驗。台北：高立圖書。

張慧君（2010）。室內溫度、濕度與風速對 29~60 歲人員感知與舒適度之研究－以人員閱讀狀態為例。樹德科技大學建築與環境設計研究所

郭庭吉（2004）。8051 C語言專題製作。台北：台科大圖書。

單晶片 8051 KEIL C 實作入門 (文魁資訊) 書號 P5067。

盧秀虹（2005）。論測謊之證據能力與證明力。國防管理學院法律研究所碩士論文。

謝進發、鄭錦鈞（2010）。基本電學實習 II。台北：台科大圖書。

## 【評語】 040814

本作品透過觀察皮膚電阻及心跳生理訊號，以瞭解噪音、溫度、濕度等環境因素對於閱讀專注的影響。在實驗過程，製作生理訊號偵測系統展現獨立完成實驗器材之工程能力，設計專注測試流程及方法則呈現科學精神，實驗結果之統計分析及歸納總結更衍生活應用之創新建議，總體而言本作品運用科學方法探討適宜閱讀專注之環境建置，實驗過程科學性高，實驗成果則具生活實用價值。