

多元記錄器使用之濕度及氣壓感應器之研製

Design of Pressure and Humidity Sensors for Multi-element Recorder

蔡木金 亢玉瑾 曾德旺 金士勳
 M. K. Tsay Y. C. Kang D. W. Tseng S. C. Chin

前 言

多元記錄器(亢等, 1979) 經長時期之校驗, 性能相當良好, 但為了更上一層樓, 作者等不斷改進, 使記錄器能夠隨時觀測任意頻道之讀值, 而且各頻道之小數點可以個別定位。為使電路簡化, 記錄器全部改為類比輸入(亦可全部改為數位輸入)。所設計之感應器, 只要其輸出之電壓小於 1.999 伏特, 均可直接使用本記錄器。氣壓感應器使用美國國家半導體公司 (National Semiconductor Corp.) 出品之 LX-1701A 元件, 溫度感應器亦以該公司出廠之 LX-5600 感溫元件作為設計。濕度則以乾一濕球及濕敏電阻作感應器, 經校驗後, 性能非常好。濕度方面, 因乾一濕球溫度差非線性比例於濕度, 尚需進一步作資料處理或電路修正。

一、感應器之研製

所有感應器設計之先決條件為其輸出電壓需小於 1.999 伏特。這是受限於 LD (亢氏, 1979) 系統之額定值。當然, 只要在 LD 系統之前加個分壓器, 即可以滿足較大之輸入電壓。不過多元記錄器系全自動式, 而且各感應器之轉換電壓均不大, 故沒有必要加分壓器。各式感應器之設計分述如下:

(一)大氣壓力感應器

氣壓之測定, 在氣象學上之應用非常重要, 傳統上是使用空盒氣壓計; 本文對氣壓計作多種感應器, 但其基本原理仍用機械空盒 (Wang, 1975), 其機械位移相應於大氣壓力之變化, 再將此位移轉化為電壓信號, 再經校驗電路, 即可以測定 800-1080 mV 電壓值以相應於毫巴 (mb) 之大氣壓力讀值。將此電壓信號接至多元記錄器之第一頻

道, 即可將大氣壓力讀值記錄下來。各式氣壓感應器略述如下:

1. 電阻應變計 (Resistance strain gauge) 之原理是當一電阻線受壓力後會使其長度變化, 而改變其電阻值 (陳氏, 1974), 事實上利用此原理以求應力變化, 早為材料學方面所廣泛使用。但大都用於應力較大之處。對於小壓力之變化, 則較少看到。設計此感應器, 需把應變電阻線固着於一彈性良好之塑膠膜上, 再將塑膠膜封於空盒上。空盒氣壓校正為 1080 mb, 由電橋放大器 (圖 1) 將信號放大。依此設計, 所作之實驗效果不佳, 概此式應變計對小壓力之變化不顯着。較精密之氣壓規大都採用 pattern resistance strain guage, 但價錢太貴, 且採購不易。因有固態 LX 1701 A 大氣壓力感應元件應市, 故此式壓力計, 即未進一步採購及試製。

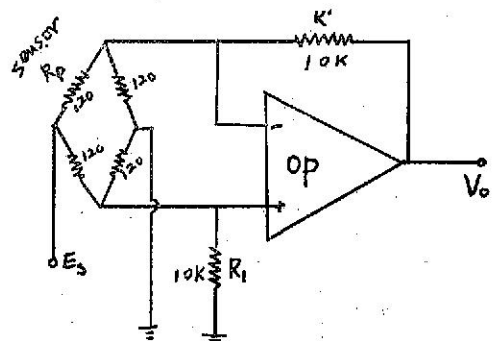


圖 1. 電阻應變計及電橋放大器
 Fig. 1. Resistance strain gauge and Bridge Amp.

2. 電容性感應器:

平行板電容之一端固定, 另一端接於壓力空盒上, 則大氣壓力變化時, 兩平行板間之距離即發生變化, 使電容值亦改變, 即

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \dots \dots \dots (1)$$

式中 ϵ 為電介常數， A 為平行板截面積，而 d 則為平行板間之距離。其轉換電路則如圖 2 所示。

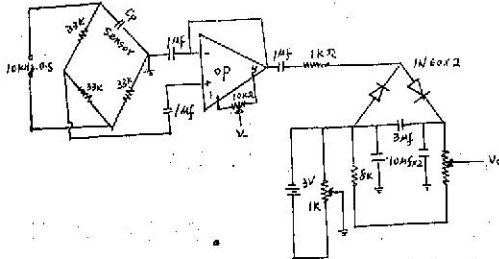


圖 2. 電容性氣壓感應計及其電網路
Fig. 2. Capacitive Pressure Sensor and network

此式感應器對 10 毫巴以下之感性不靈敏，10 毫巴以上則感應良好。改良之法有(1)在平行板間加上電介常數較大之介質。(2)設法加上多重平行板，使電容呈並聯式增加，但此方式之機械結構複雜，且需考慮介質之溫度補償，若非大量製造，成本太高。而且多重電容尚需考慮彈簧之彈性，事實上很難達成。

3. 半導體感壓元件：

本式感應器是採用美國 National Semiconductor 公司出品之 L×1701 A 絕對壓力感壓元件製成。其感壓範圍為 689.5-1379 毫巴，符合地面大氣壓力測定之需要。其等效電路示於圖 3。

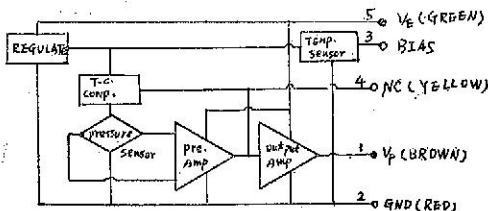


圖 3. LX1701A pressure Sensor 方塊圖
Fig. 3. Block diagram of LX1701 Pressure Sensor

此式感應器經轉換電路及緩衝器後，即可輸出 800-1080 毫伏之電壓(圖 4)，相對於大氣壓力 800-1080 毫巴。其線性度甚高(圖 5)；本文使用精密水銀氣壓計作校正，讀值可測到 0.1 毫巴。LX 1701 A 之反應時間只需 0.5 秒。水銀氣壓計則需 5-10 秒。故使用 L×1701 A 感壓元件，是目前最精確的大氣壓力測定器。

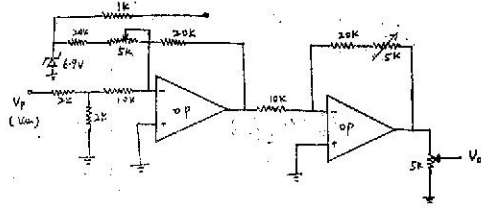


圖 4. LX1701A 氣壓感應器轉換電路
Fig. 4. Pressure Converter for LX1701A

(二) 濕度感應器

濕度之測定有多種方式，但經轉換電路後，大都不能直接讀出濕度值，而需查表或經特殊資料處理。究其因，主要是相對濕度受氣溫、氣壓、飽和蒸汽壓之影響很大(Wang, 1975)。本文採用二種感應器，分述如下：

1. 乾一濕球濕度感應器：

本文採用電阻球莖 (Resistance bulk，由新大山儀器公司提供) 作為乾濕球之探針，再將其轉換成電壓信號(圖 6)，即可以直接讀出乾一濕球溫度 (T_D 及 T_W) 其溫度差 ΔT 。其與標準儀器所測之溫度差，示於圖 7，其線性度至為良好。但換算成相對濕度之電路，則正借助於微處理機之使用；此種直接讀得相對濕度之設計，仍在進行中。

2. 濕敏電阻感應器：

本文採用 Haneywell 公司出品之 Q 229A 感濕元件製成，此感應器由電解質所構成；Q229A 係由金屬電極表面塗以氯化鋰電解膜而成，其電阻隨大氣濕度之變化而改變，反應時間僅需 0.5 秒。通常置於通風良好之處所，使氯化鋰之膜與大氣接觸。若通風不良好，則最好用馬達帶動氣流，使測值趨於平均濕度。此式感濕元件之線性度雖然良好，但是受限於其額定值範圍內；絕不可能在 0~100% 相對濕度內均呈線性。每種濕敏電阻測定範圍約 20%。若欲得到 0~100% 之相對濕度需使用 3~6 種濕敏電阻，故不太合算。圖 8 為其轉換電路，圖 9 為三種 Q 229 A 濕敏電阻之讀值。線性範圍不同，但在其額定值內，線性度良好，其中以 Q 229A-1137 較適合大氣濕度之使用。但 10% 以下及 80% 以上之相對濕度之測定，則需使用其他型式之濕敏電阻予以補償。一般而言，此式感濕元件適用於濕度控制方面。對於廣範使用之濕度測量，則電路甚複雜，價錢亦很昂貴。

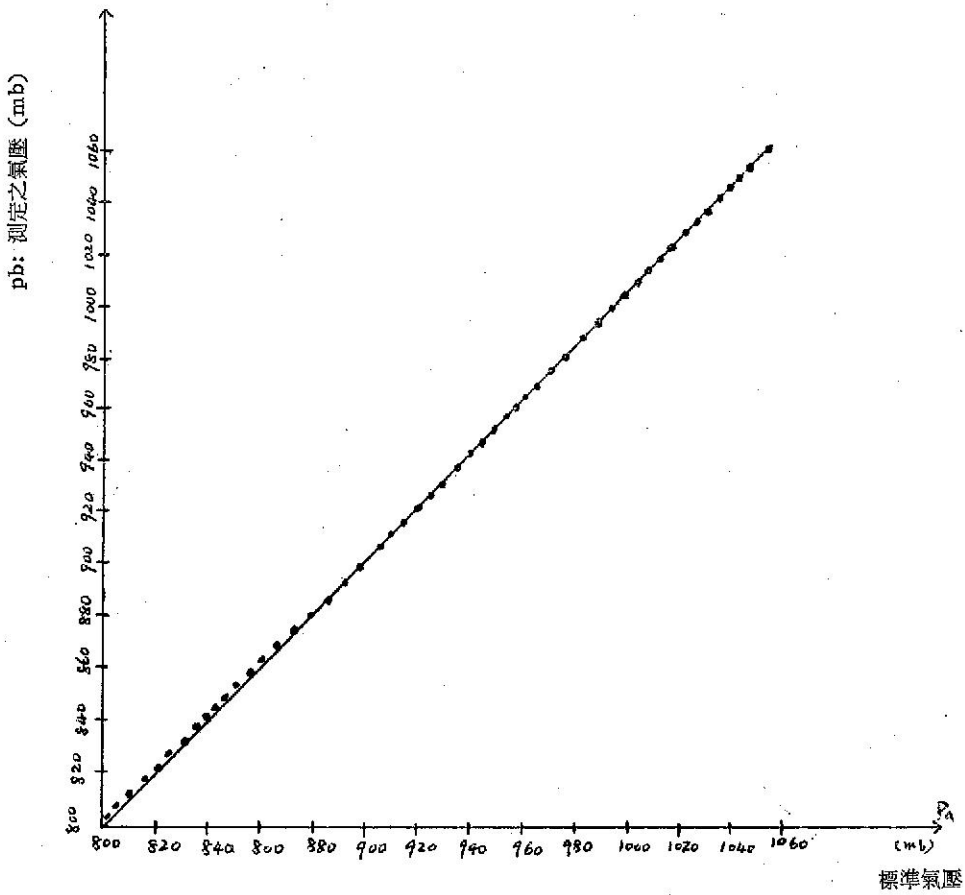


圖 5. LX1701A 氣壓感應器讀值與精密水銀氣壓計測值之發散圖
Fig. 5. Scatter diagram of atmospheric Pressure measured by LX1701A Converter With Standard Pressure Instrument

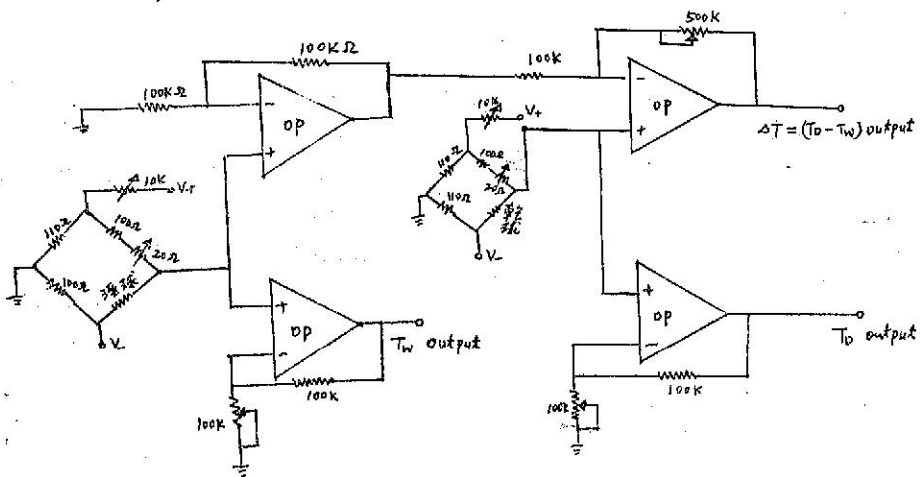


圖 6. 電阻球莖乾濕球電壓轉換電路
Fig. 6. Resistance Bulk (Wet-dry) humidity converter

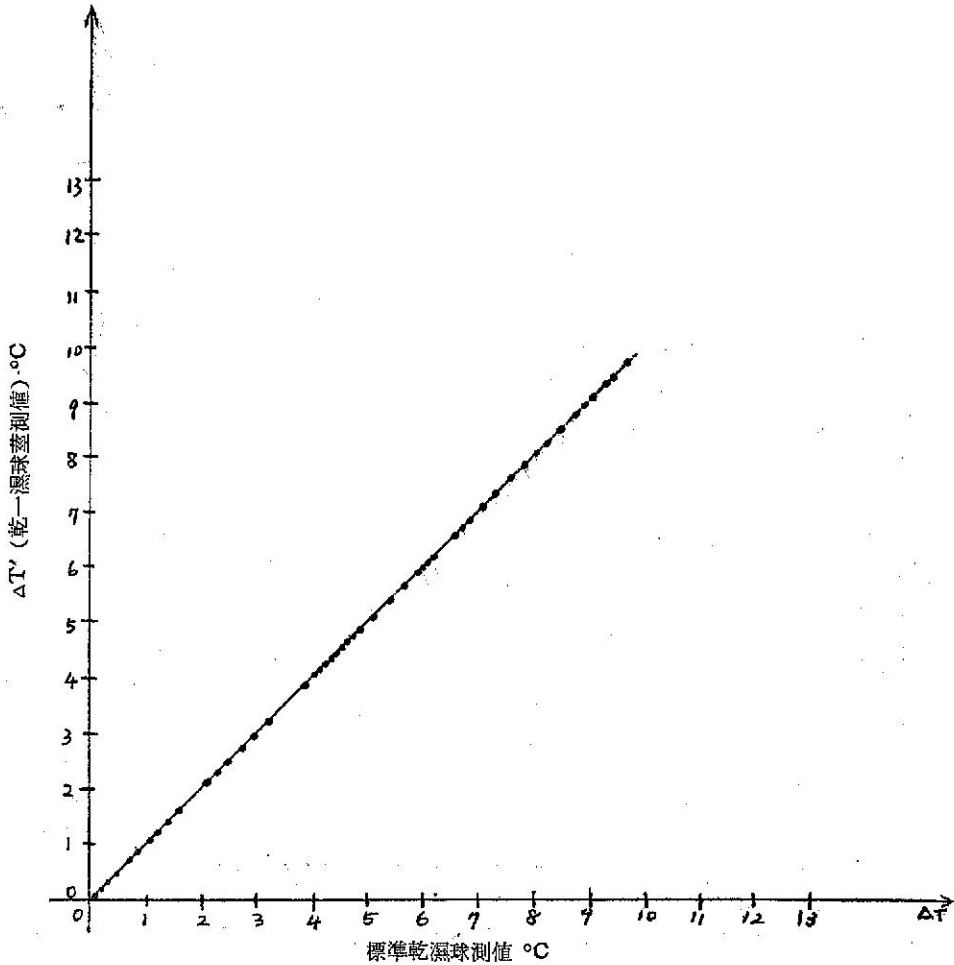


圖 7. 乾濕球差測出之乾濕球溫度差與標準值之發散圖

Fig. 7. Scatter diagram the diffence of dry-wet Resistance bulk of the system with standard dry-wet temperature reading

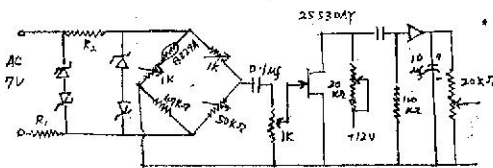


圖 8. Q229A 溼度轉換電路

Fig. 8. Converting network for Q229A humidity pensor

二、多元記錄器之改良

多元記錄器經一年多來之試用，發現幾點不便；經不斷改進後，已可成多用途。前記錄器採用數位及類比混合輸入方式，經改良後均採用類比輸入方式，以簡化控制系統。除了原有之特性（尤

等，1979) 外，本式記錄器尚有下列各種優點：

(1)記錄器頻道數目，可以選擇；本式記錄器最大頻道數目為16，但可依需要使用1~16頻道，其餘不用之頻道，可以不必消耗電能。

(2)記錄器打出之值包括數據四位，時間四位及頻道名稱二位，其間以“0”分隔之。例如記錄器打出 20.3 0 1230 0 02 表示十二點三十分第二頻道(溫度)之讀值為 20.3。

(3)各頻道之數據可以用手控方式於任何時間顯示出來。

(4)各頻道之小數點位置可以自由定位，使打出來之數據與真正讀值相同。

5.記錄時間可以控制為 10 分，30 分或 60 分打

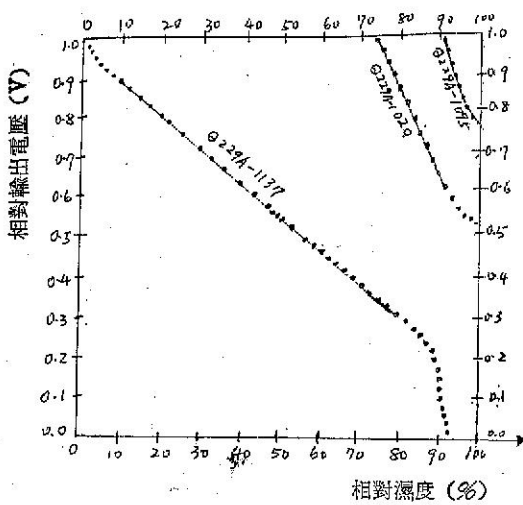


圖 9. 三種 Q229A 轉換電路輸出電壓與相對溼度關係

Fig. 9. The output voltage of three Q229A sensors and Relative humidity

一次，以適各種需要。

6. 所有輸入方式均為類比方式，以利電路之簡化。

三、大氣溫度感應器之改良

大氣溫度感應器為配合乾一濕球溫度需要，改用電阻球莖式氣溫感應器，其準確性甚高，已於一節敘述過。原探針式溫度計(亢氏等, 1978)已達實用階段，若個別測溫度(不測濕度)仍非常合用。不過本計劃中繼續研究，以求更精確，靈敏及經濟之感應器。本文以 National Semiconductor 公司出品之 LX5600 為溫度感應器，其轉換電路如圖 10 所示，其中之 5 kΩ 電位計用以作零位

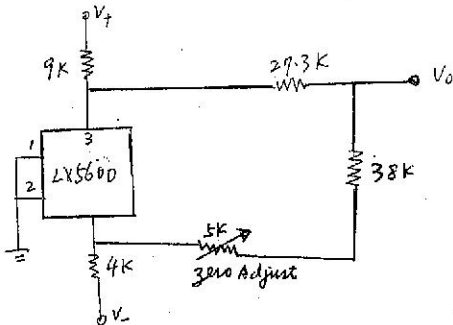


圖 10. LX5600 溫度感應器轉換電路
Fig. 10 Converter for LX5600 temperature sensor

調整之用。此式感應器有溫度補償裝置，故測值相當準確、所需時間常數僅為 0.1 秒。圖 11 為此式溫度感應器與標準溫度計所測溫度值之發散圖，其線性度很高。利用此式感應器之優點是其可用黑白球方式測定日射能，有關黑白球測日射能之設計及檢驗，將由中央大學及臺糖研究所繼續研究。

四、檢討及展望

本計劃原則上不採購昂貴之全套感應器，而僅選擇感應元件，再配合適宜之轉換電路或相關之配件設計而成。但因購置數量少，故採購不易，或因價錢太貴(數量 10 個與 1 千個的價錢即相差甚多。)而在經費上碰上難題。幸而有許多同仁不斷提供資料，或以「樣品」相贈，使本計劃得以進行。感應器之研製，涉率之技術甚廣，與材料、電子、機械、化學及氣象均有關連，可謂集衆人之力以完成之。目前溫度及氣壓已達實用階段。濕度方面，正設法以微處理機作資料處理，以直接讀取濕度值。雨量計目前仍保持傾斗方式(數位信號)，若需類比信號，則尚需另行設計雨量感應器。日照時間及日射能亦大致研究改良完成，一俟黑白球實驗完成，即能使用。三維風速，風向，蒸發量及其他大氣感應器，更有賴各同仁之合作而設計。使此式記錄器能發揮最大之效能。記錄器可全用數位輸入方式或全用類比方式，以利電路設計及維護。不論那一種輸入方式之記錄器，在製造上均無問題。作者擬把雨量、日照、日射(累計方式)，風速及風向用數位輸入方式，而把溫度，氣壓，濕度及蒸發等用類比方式，在設計及經濟上均甚合算。目前全部系統已設計改良完成，達實用階段；筆者等深願各有關單位能參藏全盤計劃成果，如認為可以使用，且具發展前途，則先委以設計後，並研究其他感應器，加以鼓勵及倡導，使生產逐漸規模化；而儀器大量生產結果，必至更緊湊及精密；並使生產成本降低。則不止可風行全國，並可以推廣外銷，以爭取外匯。蓋此多元記錄器，不限於大氣要素之記錄，其可適用於任何類比輸入或數位輸入之記錄。

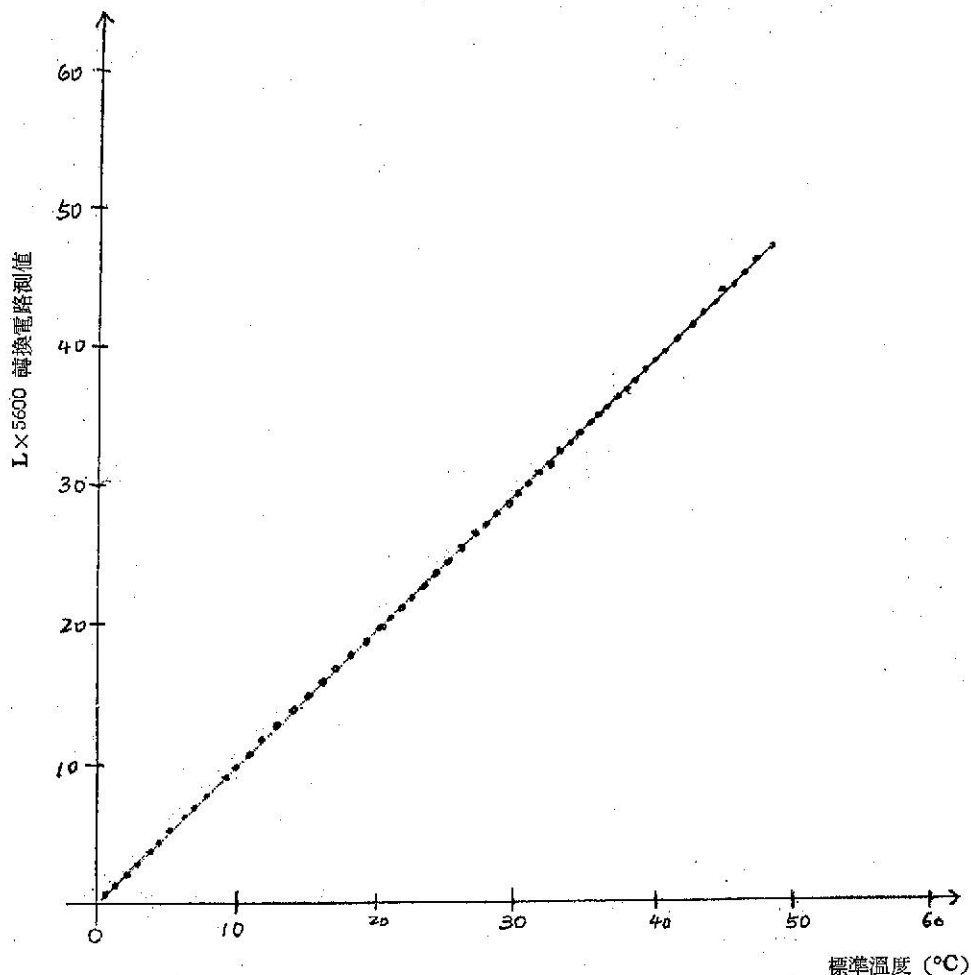


圖 11. Lx5600 溫度感應器轉換電路輸出與標準溫度之關係
Fig. 11. Scatter diagram of temperature measured by Lx5600 converter and standard thermometer

誌 謝

本計劃蒙國家科學委員會之資助，計劃編號為「NSC-67M-0204-01(06)」。劉益靈先生多方協助；李銘新先生短期合作；新大山儀器公司蔡秋賢先生予以鼓勵及支援；漢威公司提供初期濕度元件；中央氣象局允借校驗儀器，均屬情誼深厚，特併致謝。

參 考 文 獻

1. 亢玉瑾、蔡木金、吳清吉，1978，探針式大氣溫度計之研製，臺灣大學大氣科學系研究報告第二期 39-52

2. 亢玉瑾、胡三奇、蔡木金，1979，多元記錄器及雨量計之設計，氣象學報，25 1 1-7.
3. 陳之敦，1974，工業儀器分析
4. National Semiconductor Corp. 1977.
 - (a) Linear data book
 - (b) Pressure transducer Hand book
 - (c) DMOS data book
5. Texas Instrument Incorp. 1973. The TTL data book for Design Engineers.
6. Wang, J. Y. Instruments for physical environmental measurements, Milieu information service, U. S. A.