

科學圖書大庫

工業過程之自動控制(一)  
工業儀錶要義

編譯者 王洪鎧

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

工業過程之自動控制(一)  
工業儀錶要義

編譯者 王洪鎧

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會  
監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

# 科學圖書大庫

版權所有

不許翻印

中華民國六十七年十月十八日再版

## 工業過程之自動控制(一) 工業儀錶要義

基本定價 1.40

編譯者 王洪鎧 中興電機公司工程師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號

發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號

承印者 燕南彩色印刷有限公司 電話：3121392 • 3015790

## 編譯者序

早期的手工業時代，其工業產品多靠手藝配以簡陋的器械製造，其產品之規格與品質難求一致，且無法作出精密而高品質之產品。降至現代，由於科技的進步，任何種類的生產製造由原料到製成品，無不要經過一系列的生產線，在生產過程上每一階段都需要嚴格的自動控制，方能保證產品規格與品質之劃一，尤以近年來國家已將各項工業納入標準來管制。凡不合法定標準明文規定之產品，將不能開拓市場而必被淘汰。故自動控制在工業製造過程上之重要性可想而知。惟製造行業繁多，其控制儀器與系統更難以數計，一般技術人員及學生雖欲研習而每感不易獲得合適之中文書籍進行或參考。有鑑於此，拙有意將徐氏基金會提供之資料，及個人歷年來向世界各大廠商所收集來的說明資料與訓練教材，譯編彙整為“工業過程之自動控制”並分冊陸續出版，其第一冊著重在說明美國 Honeywell 公司工業儀器之介紹，與其基本之作用原理，後續各冊將採取漸次教學方式，由淺入深，以訓練讀者了解每一種工業用感測與控制機件儀器之原理與構造，各類過程控制系統之組成與配置，並引入人體工程，電腦自動控制，公害控制之說明，以及工業自動控制之最新發展技術資料。文內避免採用繁複之公式與理論上之誇張，以期引發多數讀者之興趣。希望能在吾國進入現代化工業國家之際，略盡綿薄之力，期能拋磚引玉，並祈博雅君子不吝指教。

王洪鎧 敬識

民國六十六年三月

# 目 錄

## 編譯者序

## 第一章 甚麼是測量與控制

- 第一節 名詞定義…………… 1
- 第二節 測量工具基本特性… 3
- 第三節 基本過程特性………… 10
- 第四節 自動控制基本特性… 16

## 第二章 過程變量的測量

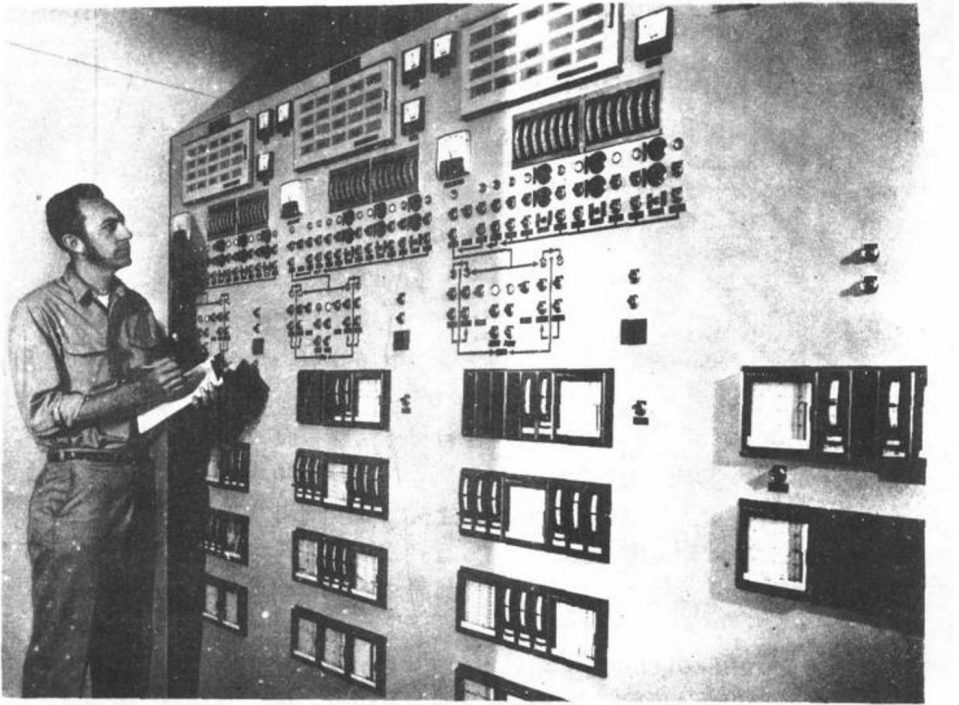
- 第一節 壓力之測量…………… 24
- 第二節 溫度之測量…………… 33
- 第三節 濕度之測量…………… 50
- 第四節 露點之測量…………… 52
- 第五節 流量之測量…………… 53
- 第六節 液位之測量…………… 58
- 第七節 分析及電位測量…… 62

- 第八節 色層分離法測量…… 69
- 第九節 速率之測量…………… 72
- 第十節 力與重量之測量…… 75
- 第十一節 運動及位移及電比  
之測量…………… 76
- 第十二節 遙隔測量…………… 77

## 第三章 過程變量的控制

- 第一節 自動控制器的種類… 80
- 第二節 控制閥…………… 89
- 第三節 程式控制……………100
- 第四節 級聯控制……………105
- 第五節 比率流動控制……107
- 第六節 縮型氣動控制系統…110
- 第七節 縮型電子儀器……118
- 第八節 計算機電腦控制系統121
- 第九節 燃燒安全防護工作…125

# 第一章 甚麼是測量與控制



一家大型銅礦採礦公司控制室內的自動控制盤。縮型電動Vutronic儀器能自動控制著各種變量如噸位，礦砂與水比例。pH值、密度及礦粒尺寸等。

## 第一節 名詞定義

任何自動控制系統 具有兩大主要部份：(1)過程及(2)自動控制器。每一部份都有重要的特性足能影響整個系統的控制能力。

所謂“自動控制器”，常被認為儀器本身部份，是一種能夠測量某種變

Handwritten note: H-166/17

## 2 工業過程之自動控制 ①—工業儀錶要義

量之值，並改正或限制其值至所欲之值。因之“自動控制器”這一名詞包括了感測、測量、及控制諸等器械。

所謂“過程”(process)常被定義為“衆設備在控制某變量(variable)中所表現出的集合功能”。因之“過程”一詞包括了除自動控制器外，任何能影響控制中變量的一切事項。

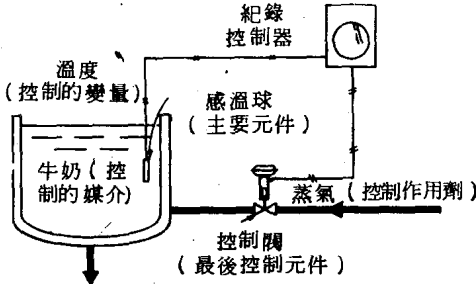


圖 1 一蒸氣加熱鍋的溫度控制系統

圖 1 即示一種牛奶自動被加熱到殺菌溫度的一種過程。在本例中，“自動控制器”包括一感溫球、紀錄器、及氣動控制閥。

圖中的牛奶本身是“控制的媒介”(controlled medium)，牛奶的溫度則是“控制的變量”(controlled variable)。至於加熱牛奶用的蒸氣，稱為“控制作用劑”

(control agent)。又在此例中，“操縱的變量”(manipulated variable)即為蒸氣的流率，受牛奶溫度的變動而被增加或減小(被操縱)。

**測量工具 (Measuring Means)** 在自動控制器方面，有兩個部份，即是測量工具及控制工具，前者包括一感溫球，能感測牛奶的溫度，稱為“主要元件”。其他測量工具諸如毛細管——連接感溫球及紀錄器——以及位於紀錄器箱中的發條或螺旋壓力元件。(另有許多其他型式測量工具如熱耦電位計、孔口板、流量錶等，將在本書稍後討論。)

**控制工具 (Controlling Means)** 控制工具係由(1)在儀器中的控制機構能產生氣動信號者及(2)一氣動的“最後控制元件”所組成。在圖 1 中，最後控制元件為在蒸氣管路上的控制閥。該閥依據控制器的氣動輸出信號而開關。

至於控制工具的“置定點 (set-point) 調整”係決定控制的變量位於或接近控制動作發生處之值。如在圖 1 中，控制器的範圍至 0 到 250°F，它的置定點則調整至 143°F。當牛奶溫度降至 143°F 以下，控制器即開啓控制閥以允許蒸氣流入蒸氣鍋，若升到 143°F 以上，則使閥關閉蒸氣而牛奶會冷下來。

## 第二節 測量工具基本特性

在研討測量工具時有兩點基本的考慮：其一是“精確度”，另一是“反應的速度”或“遲後”。雖則反應速度對精確度而言關係至為密切，但為了解釋清楚起見，仍加以分別討論。

**測量中反應的速度** 最理想的狀況是只要變量一有變動，“立即”有“完全”的反應效果，但事實上任何一種物理系統，包括工業自動控制上均不能達到這種境界。反應是可以使其“立即”開始，但必需要一段時間後才能“完全”其效果。

這種時間元素，一般而言，稱為遲後(lag)。是某一物理狀況關連另一物理狀況間的一種時間落後或遲滯的現象。例如，溫度的改變不能使感溫球立即測知，因為熱必須透過感溫球壁，到達球內的充填物體，然後該物體受熱膨脹產生壓力，再傳送到接收的螺旋元件內。因之遲後在一組充填物體感溫球系統內包括了熱傳導，充填物體的輕微流動，壓力的傳送，再加上轉動元件的機械動力(螺旋元件)等因素。

由以上的例子，可以很明確的指出測量工具的遲後發生在：主要元件、傳送系統、及儀器的反應內。

**主要元件的反應** 由於溫度在工業處理過程中，是最常見且重要的控制變量，因之本書內也偏重於它的講述，但其作用原理可推廣於一般的測量工具中。

如果將一充填系統溫度計的裸感溫球——通常成為長圓筒狀充填以液體或氣體，能隨溫度之升降而脹縮——突然浸入一維持 $270^{\circ}\text{F}$ 的有攪動的盆中，溫度計的指針就循圖2的曲線A上升。該曲線為指數性，或非直線性者。指示溫度漸接近於盆中的溫度。

若把攪動盆的溫度降低到 $170^{\circ}\text{F}$ ，再試一次，溫度指示曲線如圖2之曲線B，依然是相似於曲線A。任何感溫球在一特定時間內對一

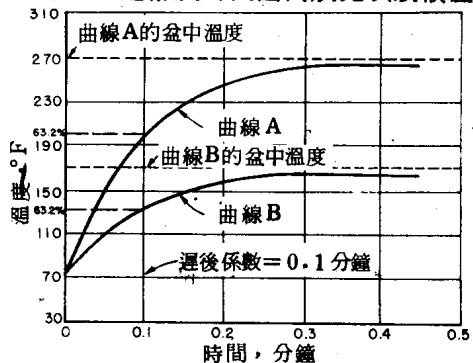


圖2-感溫球的反應速度



總變動量維持一特定的百分比反應，而不論溫度變動量的大小如何。例如同—感溫球在一分鐘內對溫度變動  $100^{\circ}\text{F}$  可反應 95%，則在同一時間內，對溫度變動  $1000^{\circ}\text{F}$  時亦可反應到 95%。

儀器化工業界通常同意將裸主要元件的反應速度以它們對一總變動反應到其 63.2% 時所需的時間來表示。在圖 2 中，遲後係數等於 0.1 分鐘。

**電氣主要元件的反應** —“熱電耦”係用兩種不同金屬線將其一端互相焊合。當其焊接或“測量連接點”有溫度變動時，其另一端或“參考連接點”即有電動勢發生且隨之變動。Honeywell 公司將原來傳統性的絞合焊接端改進

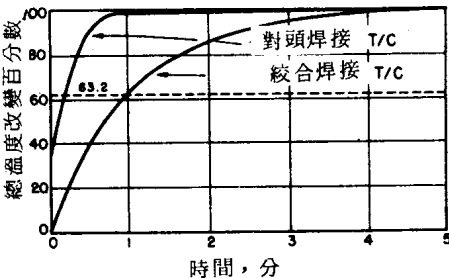


圖 3 熱電偶的反應速度 (在靜止液體中)

成“對頭焊接”(butt-welded)方式，結果熱電耦的反應速度大為增進，此因為測量連接點的質量減小了很多之故。圖 3 即示傳統的絞合焊接與對頭焊接的熱電耦對溫度的反應曲線。

—“電阻感溫球”基於某些金屬線(如鎳、銅、或白金等)當溫度變動時其電阻亦隨之變動原理，可用以作成溫度感測元件。通常電阻感溫球是將金屬線繞在一個蕊上成為線圈，再包封入一壳中，其對溫度變動之反應曲線示於圖 4 中，請注意將其置入移動的空氣中或液體中時，反應之速度大有不同。

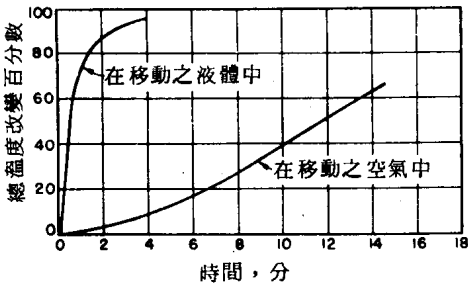


圖 4 電阻感溫球的反應速度

“輻射型”的主要元件靠著自一熱源吸收其輻射熱來偵測溫度。它使用一“熱電堆”(許多小的熱

電耦串聯在一起)將熱源來的輻射熱用焦聚鏡焦聚到輻射偵測器上。該器並不像熱電耦或感溫球要浸入熱源中。圖 5 示輻射偵測器的反應速度曲線，它之反應所以如此迅速有兩個原因，第一，輻射熱的傳送幾乎是瞬時的，第二，熱電堆的質量非常小。製造廠商一般同意以總溫度變動量中反應到其 98% 所需的時間來表示其速度，而不像其他種以 63.2% 來作基準。除圖 5 所示的標準型偵測器外，另有高速偵測器，它反應到 98% 所需的時間可小至 10 毫

秒 ( milliseconds ) 。（即百分之一秒。）

**傳送遲後** 一充填系統溫度計的傳送遲後視毛細管的內徑和長度以及接收元件的容積而定。水銀或液體充填溫度計具有傳送遲後但常可忽略，因為在溫度變動中只一非常小體積之液體必須通過毛細管。氣體及蒸氣引動的溫度計具有一小但可覺察的傳送遲後，因為該等充填劑具有可壓縮性。

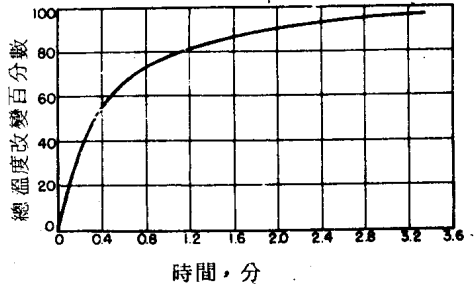


圖 5 輻射偵測器的反應速度

**防護管或井的效應** 通常並不適宜將裸感溫球或熱電耦與被感測的媒介物接觸，因為在高溫及高壓中，直接接觸易使熱電阻線加速被腐蝕或氧化，所以常需要將它們置入一個防護井 ( protect well ) 中。

雖則防護井有防護作用，但亦緩慢了感測溫度的反應速度，圖 6 即示裸感溫球與加了金屬防護井的反應速度，由於加了井，使原來的遲後係數由 0.1 分增加到 1.66 分，或者約 16 倍。

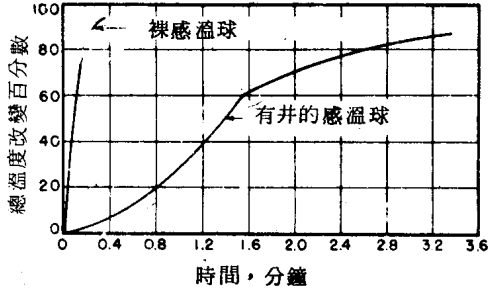


圖 6 感溫球的反應速度，有井或無井 (在流動的液體中)

圖 7 示一熱電耦用了玻璃井、陶瓷井、及熟鐵井。遲後係數由裸熱電耦的 0.58 分增加到玻璃井的 1.1 分，陶瓷井的 1.7 分，和熟鐵井的 2.0 分。玻璃井與陶瓷井有較低的遲後係數，因為它們具有較小的熱容量 ( 較薄的井壁及較小的質量 ) 同時它們能靠輻射直接傳達更多的熱量。

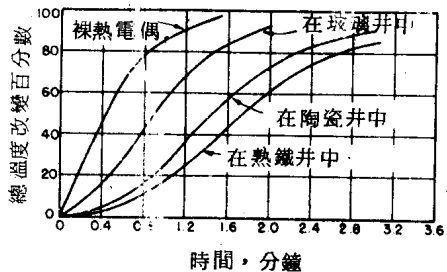


圖 7 熱電偶的反應速度，有井或無井 (在空氣中)

**空層的效應** 在防護井壁與感溫球及熱電偶間的空層 ( 空氣空間 ) ，

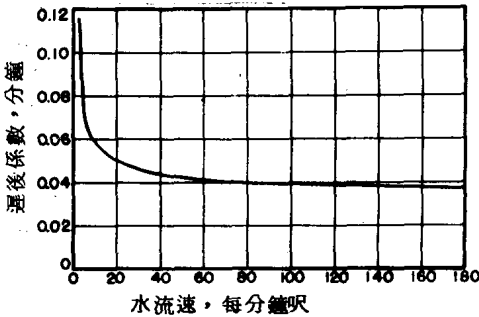


圖 8 感溫球的反應速度對流體速度

導致了主要元件反應的附加遲後。靜止的空層抵銷了由於選用小感熱質量與高傳熱材料所獲得的利益。在高速電阻感溫球中，井內壁和防護管外壁間，及防護管內壁和線圈間的空層空隙，要作得盡量小，以促進熱自井外壁傳到線線上所需的時間。又把熱電偶的尖端接地至井壁以作良好熱接觸，亦有助於增加反應的速度。

**影響反應的其他因素** 如前所述，圍繞元件的流體種類，以及其流動的速度是影響溫度測量元件遲後的重要因素，因為這些因素能決定持續將熱提供並傳送到元件上的狀況。低流速的液體通過元件能大量增加傳熱到元件的阻抗。

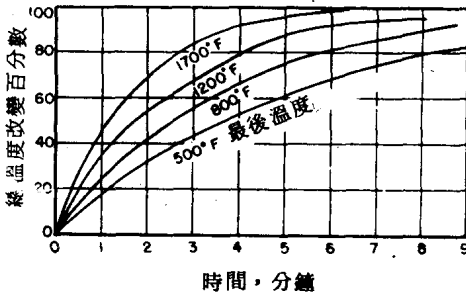


圖 9 在加熱火爐中熱電偶的反應速度

水流過感溫球的速度所產生的效應已被考慮。它的遲後係數示於圖 8 中。當流速每分鐘 2.0 呎增加到 20.0 呎時，遲後係數能從 0.10 分降到 0.05 分鐘。為了維持遲後係數有一合理的最小限度，水流通過感溫球的速度不得少於每分鐘 60 呎。如果感溫球或井壁粗糙不平或非為平面，流速更應提高到每分鐘 120 呎，以帶走圍繞井或球表面的隔熱水膜。

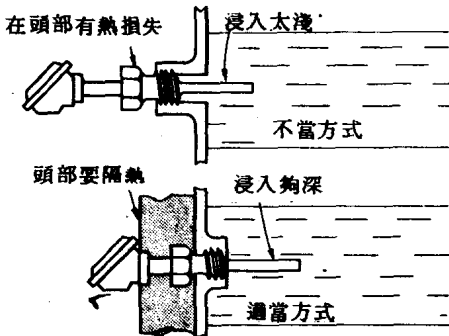


圖 10 防護井的安裝

空氣的熱容量和熱傳導是很低的，因之溫度元件在空氣中較在液體中的遲後係數更高許多，圖 4 即示二者間的差異。因之空氣流過感溫球的速度至少每分鐘 400 呎，以減低遲後係數至一最小程度。

熱電偶或溫度計井裝得不夠深入，如圖 10 所示，會增加測量的

遲後。在此情況，沿著井朝向井外壁形成一熱流動的低阻抗通路。靠著傳導的熱損失不能傳到熱電偶上，以致測量到的溫度實際上低於流體的真正溫度。具有高度熱傳導的防護井通常插入必須夠深，同時在頭部要有隔熱，以獲得迅速確實的測量結果。

輻射式的主要元件不依賴與受測溫度物體直接接觸，故其反應也不直接受液體速度及種類的影響。但若熱源和高溫計的輻射偵測器之間的空氣有煙霧或有高濃度的水蒸汽，將吸收輻射熱而導致不精確的結果。

當一輻射高溫計具有封閉端靶管 ( target tube )，則靶管必須浸入夠深使得它的一部份能夠被高溫計看見以接受來自熱源的直接輻射。同時當靶管浸入液體中時——如有時測量溶化之金屬液體——管是被“傳導”加熱，然後熱能自管“輻射”出來並被偵測器所接收。在這種應用下，流體的速度及熱容量問題必須考慮，因為這時“傳導”與輻射一樣也是獲得正確溫度指示的一個因素。

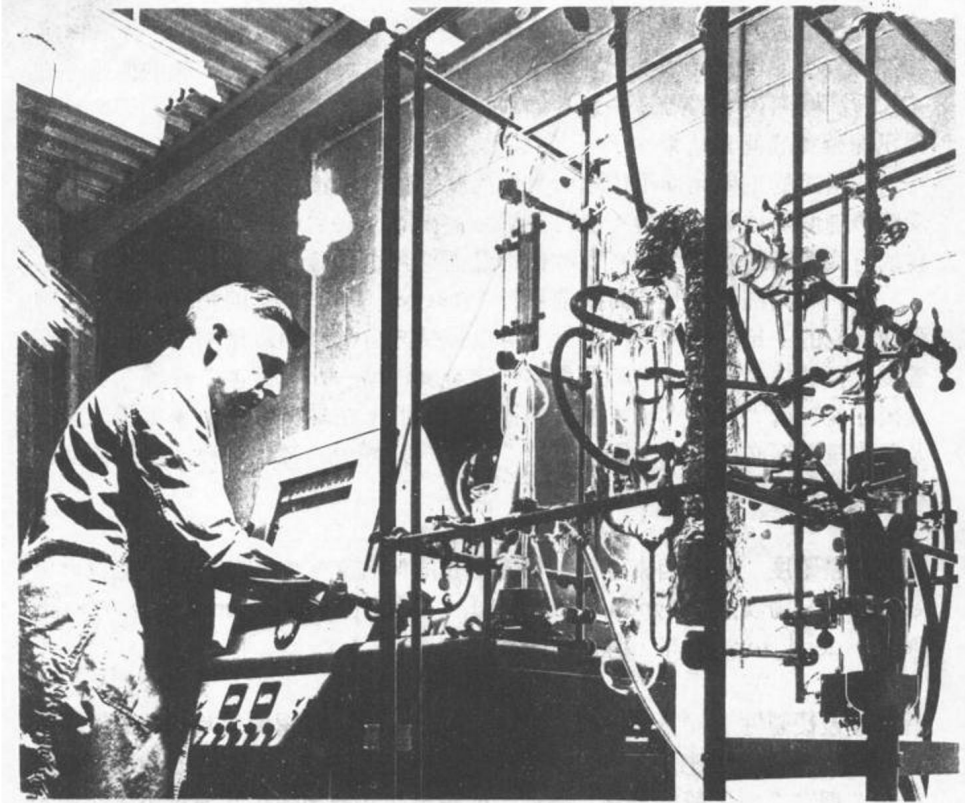
**測量之精確度** 一些因素能直接影響測量的精確度。它們如靜誤差 ( static error )、動誤差 ( dynamic error )、複製性 ( reproducibility )、寂靜區 ( dead zone ) 等，將在以下敘述。

**靜誤差及複製性** 測量的“靜誤差”來自變量之真實瞬間值時儀器讀數之偏差。大的靜誤差數是應避免的，但它並不有害於自動控制。特別的是把變量維持在“穩定”值尤較維持在“確切”值時重要。靜誤差在此情況下才不會被干涉。

精確度通常以儀器的靜誤差來表示，並為其範圍的百分數。如一儀器其範圍自  $200^{\circ}\text{F}$  至  $1200^{\circ}\text{F}$ ，能夠說成具有“ $\pm 0.25\%$  的精確度”時，即是其靜誤差在尺度上的任一點決不超過  $2.5^{\circ}\text{F}$ ，即是  $(1200 - 200)$  的  $0.25\%$ 。

“複製性”是在不同時間內，能夠測量一變量同樣值的靠近程度。在自動控制上複製性尤較精確度重要。即使“不精確 (對靜誤差言)”時，一自動控制若能“有複製性” (如在不同時內能精確重覆同樣的不精確度時) 仍然是非常有效的。

**動誤差** 在討論反應的速度時，僅論及一種“階梯變動”即是變量瞬間自一值變到新值，但這却是一種理論狀況，在實用上，你不會遇到這種現象。在



在實驗室內，質量分光計分析並紀錄真空熔合金的各種氣體之百分比。

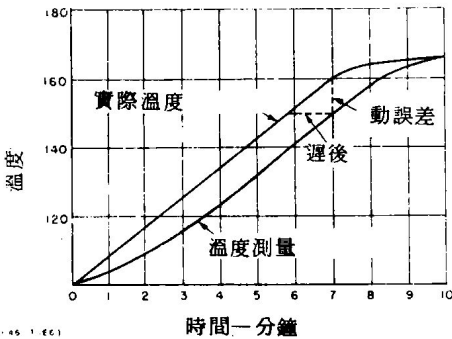


圖 11 當一逐漸變動時的動誤差和遲後

自動控制中，儀器測量一變量“逐漸變動”所生的誤差遠較其對一階梯變動的反應為重要。

圖 11 說明一儀器若無靜誤差時，逐漸變動對其精確度所產生的效應。在開始時，實際及測得溫度相符，儀器測量實際溫度無誤差。然後盆中溫度使逐漸上升，其測得溫度即開始對實際溫度產生遲後，且遲後量對時間而言逐漸增加，直到  $3\frac{1}{2}$  分鐘到達最大誤差。當盆中

溫度停止變動，測得溫度誤差開始減小，到 10 分鐘時，二種溫度再度重合，此時已無誤差。

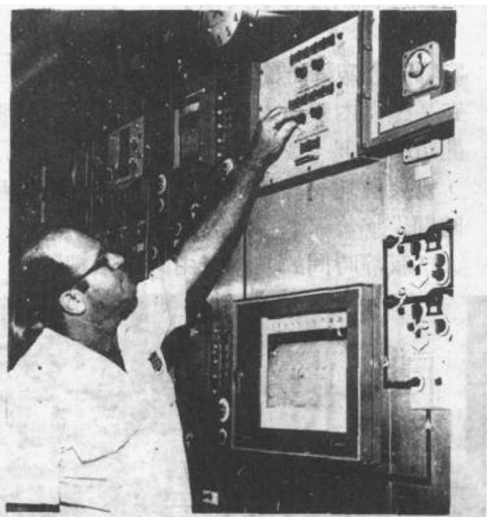
我們稍前曾討論反應的速度時，知道實際與測得溫度之時間相差即為“遲後”。我們也了解“誤差”是實際與測得值間溫度的相差。兩個觀念同時可用在此處，它們之間僅有的不同是當在測量一變量有變動時，有“動誤差和遲後”發生。

動誤差具有獨立性，與儀器的靜誤差無關。即使一儀器無靜誤差，但仍常有動誤差。此因由於諸儀器在物理系統上均共有共同點，即是它們對能量的傳送都需要時間。此等時間延遲只要在動力學的狀況下就會發生。即變動時所產生的誤差我們稱為動誤差。

### 週期循環變動 (Cyclic Change)

在自動控制時，控制下的變量每一變動都會產生一改正動作。此示於圖 12 中，當一盆中溫度對其置定點上下循環時，實際溫度和測得溫度均作正弦曲線的改變，但二曲線由於有遲後故並不重合。主要元件的遲後導使測量循環延遲，同時減小了振幅。在振幅上之減小係由於實際溫度到達循環擺動之一極限點，並在測得值抓住它以前即開始向另一方向轉向。測得值因之在其到達循環擺動之極限前即會轉向，因之，它也會循環擺動，不過較小而已。

動誤差在這種情況下也非常重



在釀造工廠中，操作者正在調整在特殊目的的變程式機操縱下第二釀造鍋的溫度升。

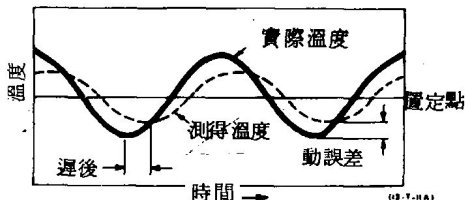
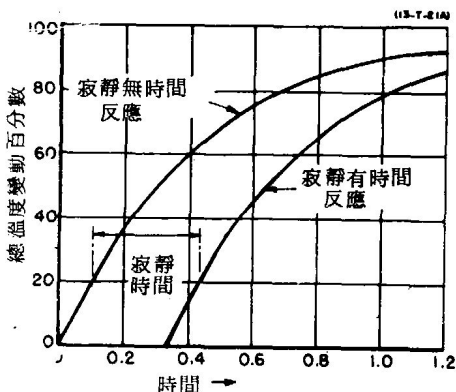


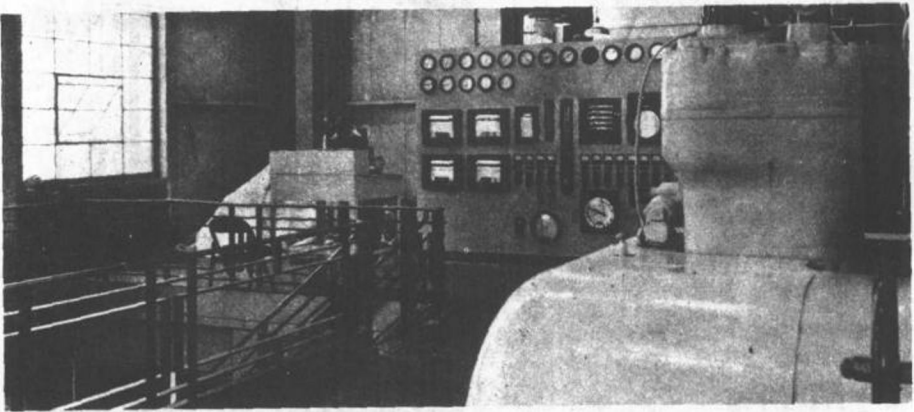
圖 12 當一循環變動時之動誤差與遲後



要，因它能阻止指示器或紀錄器顯示在處理過程中實際的狀況，顯然測量上的遲後必須盡量求其減小。

**寂靜區及寂靜時間 ( Dead Zone and Dead Time )** “寂靜區”為一種在某範圍內變量之變動却不能為儀器所測知之最大範圍。它的效果是產生一開始的延遲，或遲後，是故又一步減少了儀器的反應速度。視變動率的狀況，需要消耗一段時間後，儀器才能測知變量之改變，這段時間就稱為“寂靜時間”。

寂靜時間的效應可由圖示曲線說明，並在下節中加以詳述。



在一發電廠內，Electronik 儀器持續不斷測定透平機和發電機的溫度

### 第三節 基本過程特性

在選用自動控制設備時，每一過程 ( process ) 顯示兩種效應必須應予顧及。它們是：(1)由於過程中狀況的變動而使得控制的變量變動，一般稱之為“負荷變動”；及(2)當負荷變動發生時，需要一段時間延遲才能使過程中變量到達一新值，稱之為“過程遲後”。這種遲後係導源於一或多個過程特性如“流容 ( capacitance )、阻抗 ( resistance ) 與寂靜時間”。

**過程負荷 ( Process Load )** “過程負荷”是在過程中任何時間內為維持一平衡狀況所需控制作用劑的總量。例如在一熱交換器中，一流動流體持續被蒸氣 ( 控制作用劑 ) 所加熱。當流體在一特定流率下，需要某種量的蒸

氣來維持流體在一特定溫度。若流體流率增加，自是需要更多的蒸氣，因之造成了過程負荷上的變動。另一方面，若增加流體的進入熱交換器溫度，將需要較少的蒸氣，也是一種負荷上的變動。

過程負荷直接有關於最後控制元件的置定值，任何過程負荷的變動，需要最後控制元件位置作改變俾維持一平衡狀況（即維持控制的變量在置定點）。無論負變動的大小及變動率如何均為使用自動控制器的主要因素。

**負荷變動的來源** 在過程中的負荷變動並不常易於了解。一些過程負荷變動的例子為：

1. 靠著控制的媒介對控制作用劑有較大或較小的需求。在前述熱交換器的例中提到過，流體流量的增加，或流體溫度的增加構成了負荷的變動，因為增加流量需要更多的蒸氣，反之，增加流體入器溫度却需要較少的蒸氣。同樣的，當一車磚坯加入窖洞中，或更多的原料加入了一冷卻鍋中，都造成負荷的變動。
2. 控制作用劑品質的改變，譬如一燃料加熱的過程中，正維持某一工作溫度時，燃料中的 Btu 含量為某種原因突然下降，燃燒器的輸出即行降低，過程中的加熱量減少。即使過程中的其他狀況未變，此時必需立即加添燃料以維持原來的溫度。另外蒸氣壓力的改變同樣會造成負荷的變動。
3. 周圍狀況的改變。此特別是戶外裝置的設施對這種狀況發生更具有意義，因為靠輻射的熱損失相當大之故。
4. 在一化學反應中（外部熱的或內部熱的過程）熱之產生或吸收量的變動亦為一種負荷變動，因為過程本身生熱或吸熱，導致控制作用劑也要增加或減少。最後控制元件的位置必須隨時變動以適應需要。

**流容 (Capacitance)** 過程之流容在自動控制上是一極重要的因素。雖然流容對於容量 (capacity) 有關係，但二名詞却有很不同的意義。

過程之“容量”是測量其容納能量或物料之能力，係以量的單位來量度。例如圖 13 兩個水槽的容量都是 128 立方呎 (ft<sup>3</sup>)，因為任一槽能容納 128ft<sup>3</sup> 水的能力。

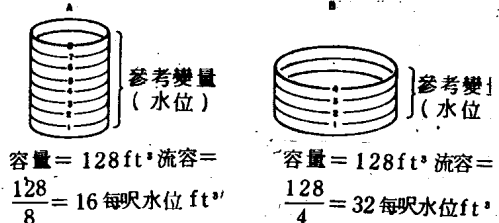


圖 13 容量對流容的關係



過程之“流容”是在“某些參考變量的單位量”上觀點來測量其能夠容納能量或物料之能力。它是用量的多少單位被參考變量所除來測量的結果。例如在圖 13 中，若以水位高度這個參考變量而言，它們就有不同的液體體積流容，A 水槽較細高，裝了  $128 \text{ ft}^3$  水時水位 8 呎高，故其液體體積流容為  $128 \div 8$ ，或“ $16 \text{ ft}^3/\text{ft}$  水位”。B 水槽較粗矮，裝了  $128 \text{ ft}^3$  水時水位 4 呎高，故其液體體積流容為  $128 \div 4$ ，或“ $32 \text{ ft}^3/\text{ft}$  水位”。

**容量及流容的型式** 數種型式的容量及流容可能同時存在於單一過程中。就由於這樣，我們不足以簡單的說，圖 13 的 B 水槽具有與 A 水槽相同的“容量”。雖則二者有着相同的“液體體積”容量（ $128 \text{ ft}^3$ ），但它們却有不同的“液位”容量。A 水槽具有兩倍 B 水槽的液位容量，即 8 呎對 4 呎。因之容量的型式應常以它所有關的能量或物料型式來加以說明。

同樣的，我們也不足以說 B 槽的“流容”較大於 A 槽。流容的型式必先加以指定。爲了這些，不但需要說明能量或物料的型式，而且還要說明參考變量爲何。是故正確的說法是：B 槽具有較 A 槽兩倍大的“對水位而言的液體體積流容”，即  $32 \text{ ft}^3/\text{ft}$  水位對  $16 \text{ ft}^3/\text{ft}$  水位。

假定 A 槽所裝的液體需要  $200 \text{ Btu}$  去升高其溫度  $1^\circ \text{F}$ ，而 B 槽只需要  $100 \text{ Btu}$  即可。則 B 槽的每度“熱”流容只有 A 槽的一半，這是它們體積對水位流容關係的相反說明。

**流容對過程遲後** 在任何過程中，不論是分批的或是持續性的，對自動控制來講，總希望有較大的流容相關於控制作用劑的流量。它的作用就像在一蒸氣驅動發電機的飛輪一樣。飛輪愈大，愈有轉動穩定的趨向，而不論負荷狀況的改變如何。同樣的，一相當大的過程流容也有維持控制的變量穩定的趨向，而不論其負荷變動如何。大的流容易於維持一變量於某一值上，但較難以改變到另一新值。

雖則大流容在總效果上是良好的，但却介入了時間遲後的不良現象，這遲後是在控制作用劑改變的時間對控制變量反應改變的時間。當一液體在一鍋中被加熱，熱供給量增加後，液體要過一段時間才能升到一較高溫度。究竟要多少時間，則主要視相關於熱供給的液體熱流容爲何。是故流容的總效果足以影響一自動控制器的改正動作。就由於此，在分析任何過程控制上，流容總是一個主要的因素。