

蒸汽鍋爐之自動控制

陳運銑編著

中國科學圖書儀器公司

出版

序

蒸汽鍋爐的運用，首要在於控制。而自動控制是一種最進步的控制方法。在我政府增產節約的號召下，為提高鍋爐效率，增進鍋爐功用，我國各地鍋爐在現階段雖然還沒有普遍全部裝置自動控制設備，但朝着這個方向前進，那是毫無疑問的。

蒸汽鍋爐自動控制之理論與應用的著述，常散見於各工程雜誌。一般動力書籍，反僅見一鱗半爪，難窺全豹。著者搜集了有關材料，剪裁釐訂，編寫成冊。企圖通過這本小小的冊子，扼要地、有系統地說明各種自動控制的理論，以及這些理論怎樣應用到蒸汽鍋爐，配合不同的情況，構成各式機械裝置，以達到預期的效果。

本書共分三章，第一章廣泛地介紹蒸汽鍋爐自動控制的基本理論。蒸汽鍋爐的運用為什麼要加以控制；那些成份可以控制；控制有幾種方式；怎樣才算控制得好；各種控制方法及其長短得失如何；完成控制任務應有那些基本機構；根據這一連串的問題，寫成了第一章。通過這一章，希望讀者對於自動控制的理論，能夠獲得一個基本概念。

各種蒸汽鍋爐可以控制而又必須控制的成份甚多。但是，最重要的，同時又是最複雜的，要算燃燒控制和給水量控制兩種。瞭解了這兩種控制機構，其他各成份的簡單控制裝置，不難舉一反三，想像得出。

第二章為自動燃燒控制裝置。自動燃燒控制是一種糾正控制。自蒸汽鍋爐開始應用時起，決定燃燒情況的燃料與空氣，便有了簡單的自動控制設備。但聯繫若干蒸汽鍋爐為整個單位，而由一個自動燃燒控制系統，統一操縱的裝置，是最近二十五年來的事情。在這期間，自動燃燒控制技術有長足的發展，種類的繁多，機構的複雜，動作的精巧，如果一一臚陳，不但得不到要領，反而無從探究其所以然。著者刪繁就簡，去蕪取精，劃分本章為兩個部份。第一部份屬原則性的研討，包括(1)自動燃燒控制之任務的說明，(2)自動燃燒控制機構各部份的習

價名稱及其作用,及(3)各種基本機構的配合原則等三節。第二部份根據第一部份所闡述的原則,列舉各種自動燃燒控制系統的實用範例。從這些典型例子中,可以瞭解燃燒控制機構是怎樣配合着不同的情況,運用控制的理論,以完成燃燒的任務。

第三章為給水量自動控制裝置。給水量的控制不但關係着鍋爐的效率,尤其重要的是牽涉着鍋爐的安全。所以各種鍋爐,不論能量大小、型式新舊、汽壓高低、對於給水量,莫不裝配自動控制的設備。本章在說明了給水量控制的目的後,接着指出給水量控制的兩個常用方法:一個是給水調節器的控制,一個是給水泵的控制。根據這兩個控制方法,劃分本章為三個部份。第一部份討論給水調節器。給水調節器是控制給水量的首要機構。要研討給水調節器,必先明瞭在不同蒸汽負荷情況下,水和汽在鍋爐中所發生的種種現象。更進而分析各種可能控制這些現象的因素,然後依照責成控制因素的多寡,由簡而繁,由粗而精,順序地講解各種給水調節器的實用範例。從這些例子中可以見到理論和實際是怎樣結合起來的。最後就給水調節器中一個構造簡單而任務重大的機件——給水調節閥,加以說明,用作補充,期臻完備。

第二及第三部份討論給水泵的控制。一般給水泵對於給水量的控制,只有糾正作用,而沒有決定作用。故第二部份專題說明給水泵各種糾正控制裝置的理論及其應用。因為給水泵本身又是一個極為重要的機件,它的安全影響給水的控制,關係整個鍋爐系統的運行,所以第三部份專題研討給水泵各種安全控制裝置。

本書可資電廠工作人員及大學機械電機兩系動力組參考之用。著者學識讀陋,經驗貧乏,匆促成書,舛漏難免。邯鄲學步,勢必貽笑大方;拋磚引玉,勉盡芻蕘之意。謹掬至誠,期待着各地讀者的批評和指正。

本書脫稿時,承浙江大學機械系陳時若、金文彬、施重歡、熊松林及電機系盧孝行等同學代為謄稿並繪製插圖,特此誌謝。付梓之前,程孝剛先生在百忙中曾予指正,尤所感激。

陳 運 鈺

一九五二、二、十八、於杭州浙江大學

目 錄

第一章 理論基礎	1-14
1-1 控制目的	1
1-2 控制成份	1
1-3 控制系統	3
1-4 控制技術之要義	3
1-5 控制方法	5
1-6 自動控制裝置之基本機構	10
第二章 自動燃燒控制裝置	15-58
2-1 自動燃燒控制之任務	15
2-2 自動燃燒控制機構各部份名稱及其作用	18
2-3 自動燃燒控制各種機構配合原則	21
2-4 自動燃燒控制系統實用範例	26
第三章 給水量自動控制裝置	59-82
3-1 給水量控制之目的	59
3-2 控制給水量常用的方法	59
給水調節器	
3-3 漲縮現象	60
3-4 鍋筒水位與蒸汽負荷的關係	61
3-5 責成控制給水量的因素	62
3-6 給水調節器實用範例	66
3-7 調節閥	71

給水泵糾正控制裝置

3-8 給水閥上下游壓力降控制方法	74
3-9 差別壓力調節器裝置	75
3-10 給水泵變動轉速的控制	75
3-11 給水泵主控制器之應用	77

給水泵安全控制裝置

3-12 止回閥	78
3-13 備用給水泵自動工作裝置	79
3-14 支路裝置	80

附 參考材料

第一章

理論基礎

1-1 控制目的

蒸汽鍋爐之運用，首要在於控制。控制之目的，綜括地有下列數點：

1. 保證工作安全，以免危害工作者及機器設備，
2. 維持必要情況，供應需要蒸汽，
3. 維持在最經濟情況下工作。

欲達到上述目的，盡靠人工，不如利用機械。故近代電廠大型蒸汽鍋爐多半應用機械自動控制裝置。

1-2 控制成份

為達到控制的目的，首須研究蒸汽鍋爐各部份可能控制的成份。茲條舉重要的而又可能控制的成份如次：

(1) 受熱面——鍋爐水管或火管、省煤器、蒸汽過熱器、空氣預熱器、蒸汽再熱器等等，其作用雖不同，而為受熱面(Heating Surface)則一。

- a. 鍋爐火管或水管，(包括水管爐壁)及省煤器受熱面積之多寡，固足以影響蒸發量，但為維持高度效用，一般皆完全利用，不予控制。
- b. 過熱器受熱面積之多寡，足以影響蒸汽之溫度，但為維持高度效用，一般亦不予控制，蒸汽之溫度隨負荷之大小及過熱器之性能而變化。但當負荷甚大，蒸汽溫度超出一定限度時，普通應用下列辦法之一控制之：

(i) 裝置支路(By pass)控制其鑄板(Damper)使部份燃燒氣體，繞道而過，以減少高溫的燃燒氣體與過熱器受熱面接觸之機會，用以壓抑蒸汽過熱之程度。

(ii) 使用過熱降低器(De-superheater)以控制蒸汽過熱之程度。

少數大型鍋爐對於蒸汽過熱溫度在基本構造上事先具備調節作用的，如：

- (i) 輻射式及對流式過熱器同時並用，以收互相調節之效。
- (ii) 設置兩個爐膛，使用差別燃燒法調節之。
- c. 蒸汽再熱器——其受熱面積與蒸發量無關，用者亦寡，茲從略。
- d. 空氣預熱器——受熱面積之多寡，直接影響空氣之溫度，間接影響燃燒的情況，同樣為維持高度效用，一般不予控制，除在甚高及甚低負荷情況之下，利用支路裝置，人工操縱其鑄板，就地調節之。

(2) 給水量——給水量與蒸發量之間有密切的關係，為維持蒸汽繼續供應，保證工作安全，給水量與蒸發量必須平衡，所以給水量的控制，至為重要。一般皆應用獨立自動控制系統。控制給水量最有效的辦法，有下列兩種：

- 1. 調節給水調節閥(Feed water throttle valve)
- 2. 調節給水泵(Feed water pump)

調節上述兩種機構，以變更給水之壓力與速度，可以控制給水量。給水量與蒸發量的關係，可從鍋筒水位、蒸汽壓力、給水壓力、蒸發量、給水流量等機械性質測定之。此種機械性質，可以用作自動控制的原始糾正動力。

(3) 燃燒因素——主要的燃燒因素，有下列三端：

- a. 燃料之供應，
- b. 空氣之輸入，
- c. 烟氣之抽出。

三者互相之間有密切關係，一般聯鎖成為一個獨立控制系統，其得失足以影響鍋爐蒸發量、蒸汽壓力與溫度、爐膛氣壓、鍋爐效率、以及各鍋爐間負荷之分配。

燃燒率與蒸汽負荷(Steam load)之關係，可從集汽管之汽壓測定之，故蒸汽壓力，可以作為自動燃燒控制之原始糾正動力。

此外如補給水(Make up water)之供應，給水預熱器中之水位，各水箱之水位等等，莫不需要加以控制。

1-3 控制系統

不論控制對象如何，目的如何，其控制之機構，大體不外下列三種系統：

(1) 人工控制 無自動裝置，一切調節率由工作者操縱之，其操縱方式，有下列兩種：

- a. 直接控制：無動力裝置，一切調節工作由工作者就地直接操縱之。
- b. 遠距離控制：調節工作儘可能分散在各需要地點，而控制設備則皆集中裝置，由動力操縱之。但各調節工作互相之間無機械的聯繫。

(2) 半自動控制 亦為一種遠距離控制，與人工遠距離控制不同之處，在於各調節工作互相之間有機械的聯繫，具“牽一線而動全局”之效。工作者視負荷之變動而控制之，但負荷變動不能自動控制調節單位。

(3) 自動控制 自動控制與半自動控制不同之處，在於負荷變動在一定限度以內，可以自動控制調節單位。自動控制系統中多另裝置人工控制設備，必要時可以轉變自動控制為人工控制。

人工控制設備簡單，但效率低，需要較多管理人員，適用於小規模工廠。自動控制設備複雜，費用大，可靠性低，危急時變動性(Flexibility)弱，但控制工作準確而靈敏，效率高，適用於大規模工廠。半自動控制居二者之間，適用於中等工廠。

1-4 控制技術之要義

欲求完善之控制，以達到預期的目的，首應研究控制之技術，控制技術雖種種不一，而其理論基礎，則無二致。

準確度(Accuracy) 為控制技術之一要義，事實上控制動作與控制機械之製造，同樣需要準確。欲得準確的控制動作，以減少不必要的滯後現象(Hysteresis)，操縱工作的動力必須遠較摩擦阻力為大。故完善的控制系統多應用接力機械，將測量變值加以放大，以為操縱之用。欲得準確的機械製造以適應不同的控制情形，首須明瞭控制因素之變化與調節機械的性能互相之間的關係。如控制因素為水位的變化，一般具有直線性質(Lineal characteristic)。如控制

因素為流量變化，一般具有半對數 (Semilog) 或等百分率 (Equal-percentage) 性質。如控制因素為溫度變化，一般具有對數之對數 (Log-log) 或逆常數指數 (Inverse-constant exponential) 性質。控制此等因素變化的調節機械，如果沒有具備跟它同樣的性質，而欲獲得準確的結果，殆為夢想。且調節機構經相當時期之應用，常有磨損變形等現象發生，保持經久而準確為控制技術之重要意義。

靈敏度 (Sensitivity) 為效果 (effect) 與動機 (Cause) 之比值，一儀器之總靈敏度，等於該儀器各部份靈敏度之積。理想之儀器所表示之相當變化數值 (效果)，應等於實際的變化數值 (動機)。故其總靈敏度應等於一。但因各部份之阻延 (lags)，實際儀器之靈敏度常在理想儀器之下。如何減低阻延，以求高度靈敏，為一重要控制技術。但過份靈敏，由於惰性關係，常引起震盪現象 (Hunting)，減低準確度，影響控制效果。震盪現象一般雖不能完全避免，亦應加以儘可能地抑制 (Damping)。

穩定度 (Stability) 在一般控制系統中極為重要。圖 1-1 表示各種不同調節的變化。從此可見穩定度與抑制之關係。控制系統中種種阻延，可以左右震盪現象。

(1) 容量阻延 (Capacity lag) 為控制之障礙 (Retardation)。如溫度之調節常因熱容量之大小而影響其變化之速度。

(2) 傳遞阻延 (Transfer lag) 亦為一種控制之障礙。如溫度之調節，常因導熱性 (Conductivity) 之大小而影響其昇降之速度。

(3) 輸送阻延或距離/速度阻延 (Transportation lag or distance/velocity lag) 則為一種控制之直接稽延 (Direct delay)。遠距離之控制系統中，動作媒介 (Operating medium) 如為液體則其影響較大，如為電能，則其影響較小。

阻延足以減小靈敏度，引起震盪現象。適當利用阻延性質，又可以抑制震盪

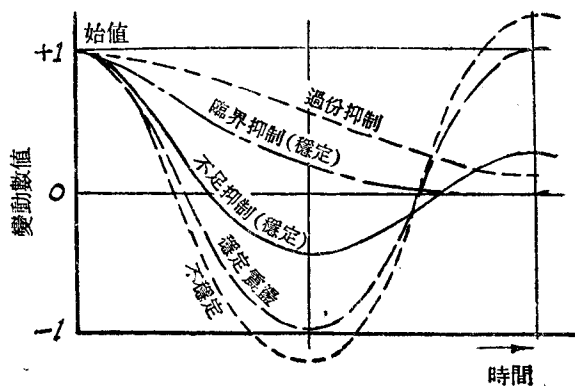


圖 1-1 各種不同穩定調節之變化。

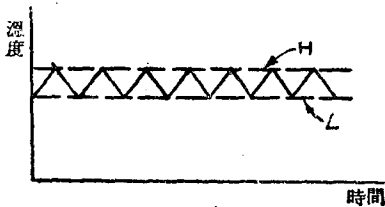
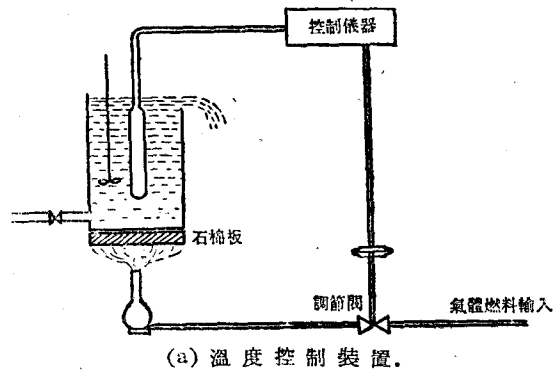
現象之發生，而得穩定的效果。

可靠度(Reliability) 一般言之，控制機構愈簡單，愈粗笨，則可靠度便愈高；愈複雜，愈精細，則可靠度便愈低。人工控制機構多簡單，故較可靠，穩定度亦較強，但不甚靈敏，亦欠準確，效率低。自動控制機構多精繁，穩定度略差，但靈敏而準確，效率高。為加強其可靠度，常附設轉移機構，以簡單的替代繁複的，轉移自動控制為人工控制，用策安全。

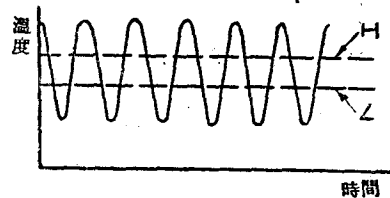
準確度、靈敏度、穩定度、可靠度四者互相消長，有密切的關係。安全控制(Protective control)以可靠度及靈敏度為最重要。糾正控制(Corrective control)以準確度，穩定度及靈敏度為最重要。如何保證準確、靈敏、穩定而又可靠、為研究控制技術者首要任務。

1-5 控制方法

控制的目的，未必盡同；達到目的的方法，亦不一致。理論上控制的方法，概括地有下列數種。根據理論上的方法，製造種種控制機械。



(b) 在圖(a)裝置中火焰與容器之間沒有石棉板的隔閡情形下之結果。



(c) 在圖(a)裝置中火焰與容器之間具有石棉板隔閡的情形之結果。

圖 1-2 斷續控制方法應用於控制溫度之裝置與結果。

(1) 斷續控制(On and off control)亦係兩位置控制(Two position control)控制機構依據測量變值(Measured variable)之上下兩極限,而決定調節變值(Regulated variable)之斷或續。圖 1-2 為應用此種控制方法以控制容器中液體之溫度的裝置(液體溫度為測量變值,氣體燃料為控制變值)。

圖(b)表示在圖(a)裝置中沒有石棉板隔閡的結果。溫度升高至 H 則調節閥閉,燃料供應斷。溫度降低至 L ,則閥開,燃料供應續。減低 H 與 L 間的溫度間隔,則溫度變動的頻率必隨而增加。圖(c)表示在圖(a)裝置中具有石棉板的容量阻延(或其他阻延)。當溫度升高至 H 時,調節閥雖仍然關閉,但溫度反而繼續升高。一直過了相當時間,容器中的液體溫度超出了極限 H 相當高度,才開始降落。相反地如果溫度降低至 L 時,調節閥照樣啓開,但溫度反而繼續降落;同樣過了相當時間,液體溫度越過了極限 L 之下相當度數,才開始升高。縱使上下兩極限 H 與 L 之間隔減小至零,而溫度變化的時間之稽延,依然如故。

斷續控制具鋸齒性質,其控制變值只有方向的變化,沒有量的變化。任何系統中如果阻延甚大,應用斷續控制,則其靈敏度必低,結果殊不準確。但如果阻延有限,同時增加調節的頻率,以提高其靈敏度,表面上似不穩定,實際平均效果,則甚準確。一般適用於電動裝置。

(2) 比例控制(Proportional control)比例控制之原則,在於控制調節機

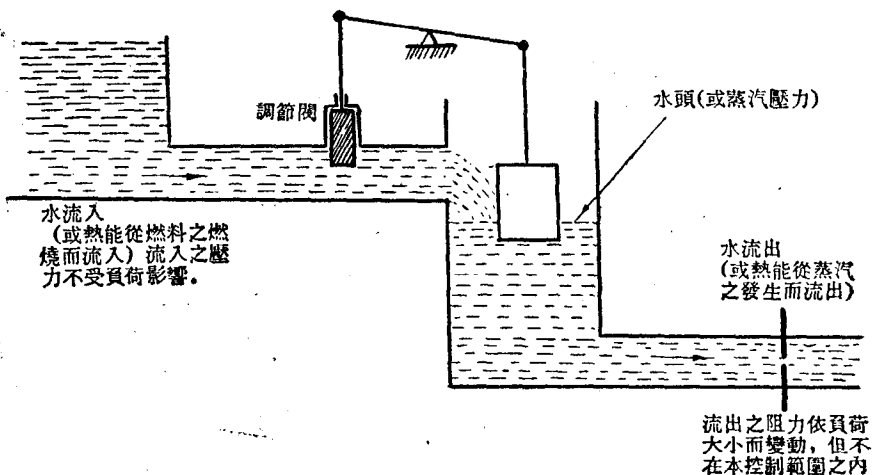


圖 1-3 比例控制。

構之位置，與所測量變值偏差(departure)之量，有一定的比例。如圖 1-3 水頭與水流入之間沒有時間的稽延。故此種控制較為穩定，但穩定的震盪又所不免。

水頭增加，則流入量減少；水頭減少，則流入量增加。如圖 1-4 稽延 180° ，表示測量變值與控制變值的方向，永遠相反，一個循環須要 360° 。比例控制之弱點，在於負荷變化，則所控制因素（一般從測量變值直接或間接表示之），亦隨而變化，不能維持恆一數值。此種性質，稱為負荷誤差(Load error or droop)。一般在工作範圍內，有一定的限度，中小型蒸汽鍋爐之鍋筒水位控制與自動燃燒控制，多採用此種方法。增加比例控制之靈敏度，至某一程度，則將破壞比例作用，變成斷續控制。故斷續控制實為比例控制之極端現象。

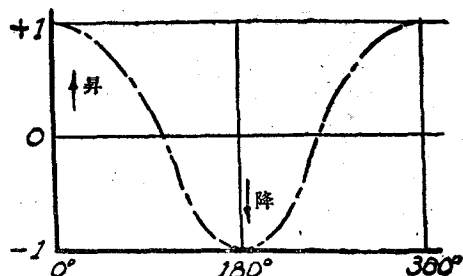


圖 1-4 穩定震盪之方向與相的稽延。

稱爲負荷誤差(Load error or droop)。一般在工作範圍內，有一定的限度，中小型蒸汽鍋爐之鍋筒水位控制與自動燃燒控制，多採用此種方法。增加比例控制之靈敏度，至某一程度，則將破壞比例作用，變成斷續控制。故斷續控制實為比例控制之極端現象。

(3) 浮動控制(Floating control) 如圖 1-5 調節量與所控制因素(或即測量變值)之偏差量無直接關係。調節工作繼續進行，直到所控制之因素，完全

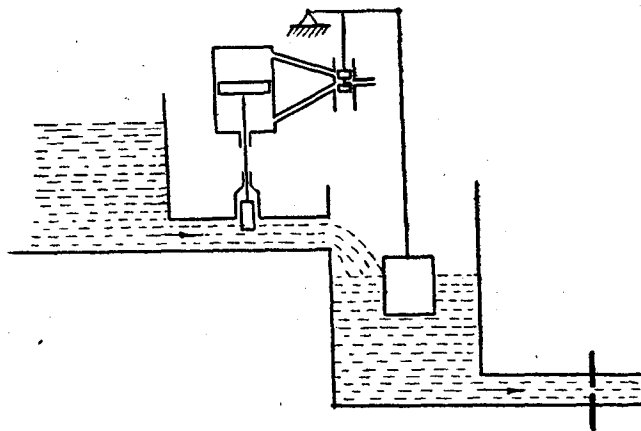


圖 1-5 浮動控制。

恢復原來狀態爲止。此種控制雖較準確，但因種種稽延，勢必發生強烈震盪，穩定度極低，不切實用。

(4) 浮動比例控制(Floating and proportional control) 如圖 1-6 利

用浮動因素加於比例控制系統之上，以收補償(Compensating)，或糾正效果，減少負荷誤差。此種控制作用在使調節工作之速率與所控制因素之偏差量，有一定的比例。調節工作繼續進行，直到所控制之因素恢復預定狀態為止。如補償作用不夠顯著，則所控制之因素依負荷之不同亦微有差異。但補償作用之速度愈高，則震盪之趨向亦愈大。

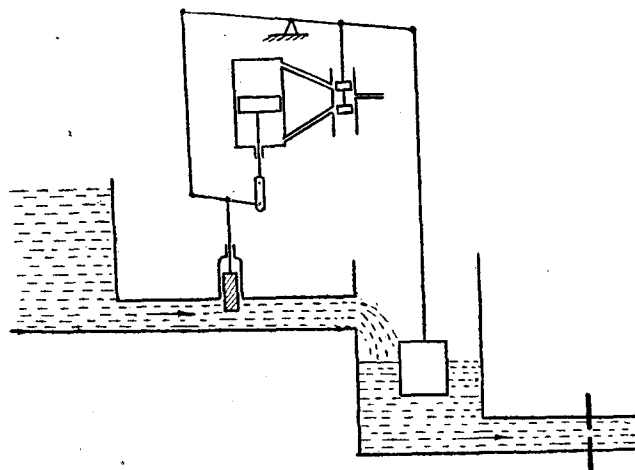


圖 1-6 浮動比例控制。

(此圖表示浮筒直接操縱與接力機械間接操縱兩種懸殊力量，同時加於一個調節閥上，其效果必不佳，不切實用)。

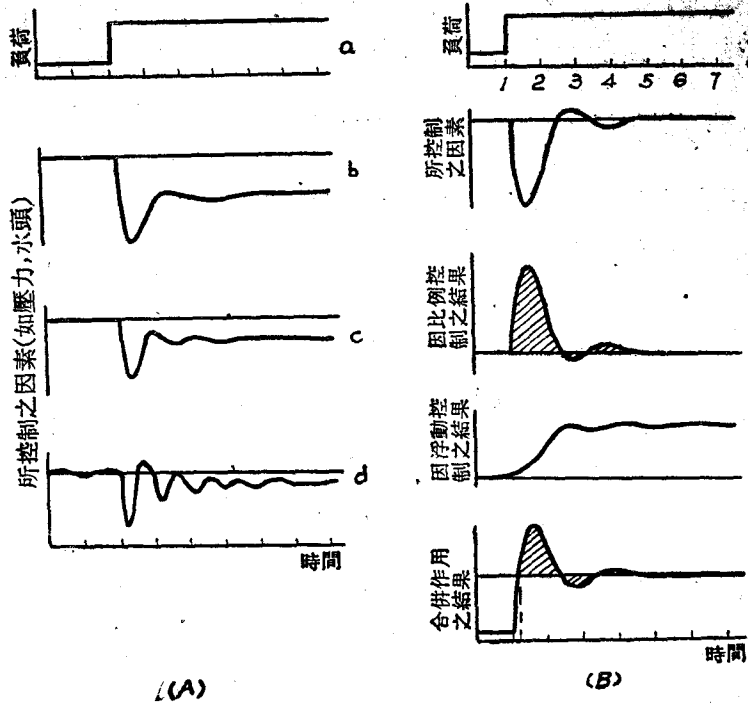
圖 1-7 表示比例控制與浮動比例控制對於所控制之因素的變化情形。

(5) 速率成份控制(Rate-component control) 如圖 1-8 加速率成份於浮動控制之上，有下列兩種不同辦法：

1. 調節工作與所控制因素的偏差速率(Rate of departure)(不是偏差量)成比例。
2. 調節工作與控制閥(Control valve)之動作速率成比例。而此控制閥之動作又與所控制之因素成比例。

控制系統中如阻延現象甚為嚴重(例如使用機械加煤器之鍋爐、燃料與空氣之供給、熱力之傳達、以及鍋爐之容量等阻延(lag)影響、燃燒率之調節與蒸汽壓力之變動、有相當時間之距離)，則在高度靈敏之比例控制系統中，其結果必不

溢 輪 轉 輪



曲線 b, c 及 d 表示調節範圍逐漸減少之結果。

圖 1-7 A 及 B 為比例控制與浮動比例控制下壓力變化情形。

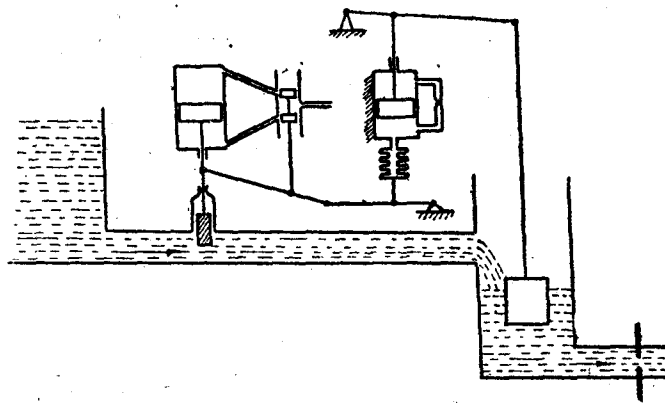


圖 1-8 速率成份控制。

穩定。如欲達到穩定效果，則需應用速率因數控制原則，或加速率成份於浮動比例控制系統之上，則其穩定效果，更為顯著。大規模蒸汽鍋爐多使用之。

1-6 自動控制裝置之基本機構

在蒸汽鍋爐自動控制系統中，無論控制的是燃燒率抑是鍋筒水位(或其他)，又無論應用何種控制方法，完備的控制裝置，應包括下列各主要機構：

- | | |
|---------|------|
| A. 測驗機構 | 傳動媒介 |
| B. 傳動機構 | |
| C. 操縱機構 | |
| D. 調節機構 | |
| F. 校正機構 | |
| E. 轉移機構 | |

測驗機構測驗蒸汽鍋爐之工作變化，經傳動機構傳達至操縱機構。操縱機構從而操縱調節機構以糾正足以影響工作情況之因素。糾正是否適宜，有賴校正機構之作用，確保完善的控制。自動控制在特殊情況下，每有失掉作用的時候，故有轉移機構之設置，必要時可以轉移機械自動控制為人工控制。各機構之間，有所謂傳動媒介以資貫聯，不同階段控制工作之情形，多裝置指示儀表，配合自動控制，以便考察。

A. 測驗機構 (Detecting unit) 在蒸汽鍋爐中，壓力、溫度、流量、速度、水位、電勢等等直接或間接足以表示工作情況的機械性質，一般用為自動控制的準繩。測驗此項性質的機構，其主要機件詳見表1。

所列各種測驗因素，加以相當的轉變裝置，可以互相轉變。測驗機構必須高度靈敏，無論測驗因素變化情形如何，要能獲得必需的位移，或信號，力求高度靈敏。各種測驗因素每有轉變形式的必要。

B. 傳動機構 (Transmitting unit) 貫聯測驗機構與操縱機構，其作用大致可分為下列數種：

1. 放大 (Amplifying) 普通從測驗機構所得信號 (Signal) 至為微弱，每經傳動機構放大之後，加於操縱機構，以資動作。

表 1 測 驗 機 構

測 驗 因 素	測 驗 機 件	附 屬 機 件
壓 力	波登管(Bourdon tube) 薄膜(Diaphragm) 壓力袋(Bellows) 液體微壓計(Liquid manometer)	槓桿機構 槓桿機構 槓桿機構 浮筒
溫 度	伸縮固體 伸縮液體 熱電偶 Thermo-couple 電阻線	槓桿機構 波登管 毫伏特計(milli volt meter) 或電位計(Potentiometer) 惠斯登電橋(Wheatstone bridge)
速 度	離心機械 磁電機(Magneto) 或發電機(generator) 泵或風扇	槓桿機構 伏特計 壓力計或微壓計
電 位	電壓計 電流計(Galvanometer)	
流 量 (一般轉變為壓力差)	同測驗壓力機件	
水 位 (一般轉變為壓力差)	自動同步機(Selfsynmotor) 同測驗壓力機件	

2. 補償(Compensating) 測驗機構測驗結果,如直接用作控制指南,每有過與不及之弊。補償裝置加於測驗機構之上(同體或異體),以糾正其偏向,使不同的控制方法可以實現。
3. 轉移(Transfer) 人工控制機構相當於測驗機構,在必要時藉傳動機構之轉移裝置,使人工與自動兩種不同的控制可以互相轉移,故亦屬轉移機構。
4. 綜合或平均(Totalizing or averaging)及比例(Ratio) 數種不同測驗機構的信號,藉傳動機構中之綜合平均或比例裝置,可以同時加於一個或數個操縱機構,以收綜合平均或比例效果。
5. 加速(Accelerating)或減速(Decelerating) 測驗的信號經傳動機構中之加速或減速裝置,對於操縱機構,可以提前或延遲其作用。

傳動機構中，最普通最重要的作用莫過於放大。放大機件可分為機械的與電動的兩種，如表二：

表 2 常用放大機件

種 類	基 本 機 件
機 械 的	槓桿系統 導閥、圓筒與活塞、薄膜或壓力袋等
電 動 的	開關(直接接觸或永接觸)及電動機，電磁繼電器(Electromagnetic relay) 變壓器(Transformer)

導閥有單動式(Single acting)如圖 1-9，與雙動式(Double acting)如圖 1-10 兩種。雙動式導閥除放大之外，本身兼有變更方向作用。單動式導閥只有放大作用，如欲變更方向，則在活塞或薄膜之外，必須加裝抗衡彈簧(Balancing spring)或抗衡重體(Balancing weight)。

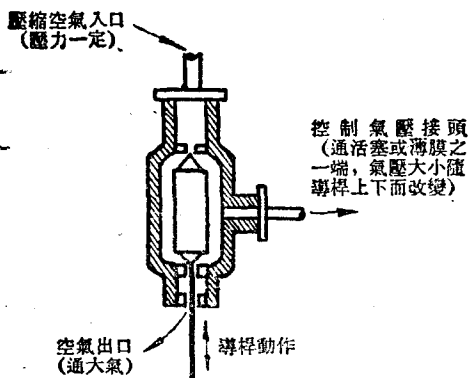


圖 1-9 單動式導閥(以空氣為傳動媒介)如導桿向上推，上閥座流通量減少，下閥座流通量增加，結果控制之氣壓減低。當上閥座完全閉塞時，控制氣壓等於大氣壓力。如導桿向下拉，上閥座流通量增加，下閥座流通量減少，結果控制之氣壓增加，當下閥座完全閉塞時，控制氣壓最高，等於供應之氣壓。導桿之位置一定，則控制氣壓亦有一定之值。

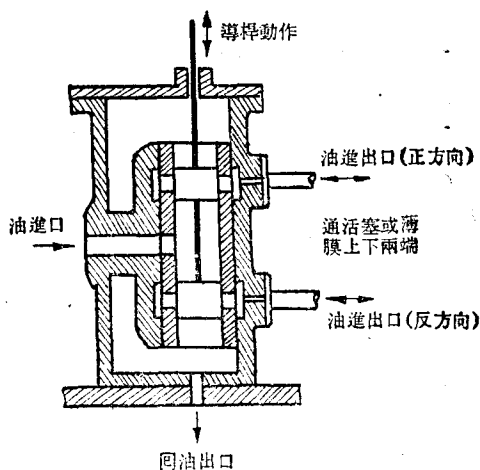


圖 1-10 雙動式導閥(以流體為傳動媒介)導桿向上推，則油從正方向輸出，反方向流回。導桿向下拉，則油從反方向輸出，正方向流回，圖上表示停止狀態，進油回油之速度與導桿位移大小有關。

傳動機構各種動作機件的構造種類繁多，當於各實用範例中分別說明之：

C. 操縱機構(Operating unit) 操縱調節機構常用的操縱器(Actuator)