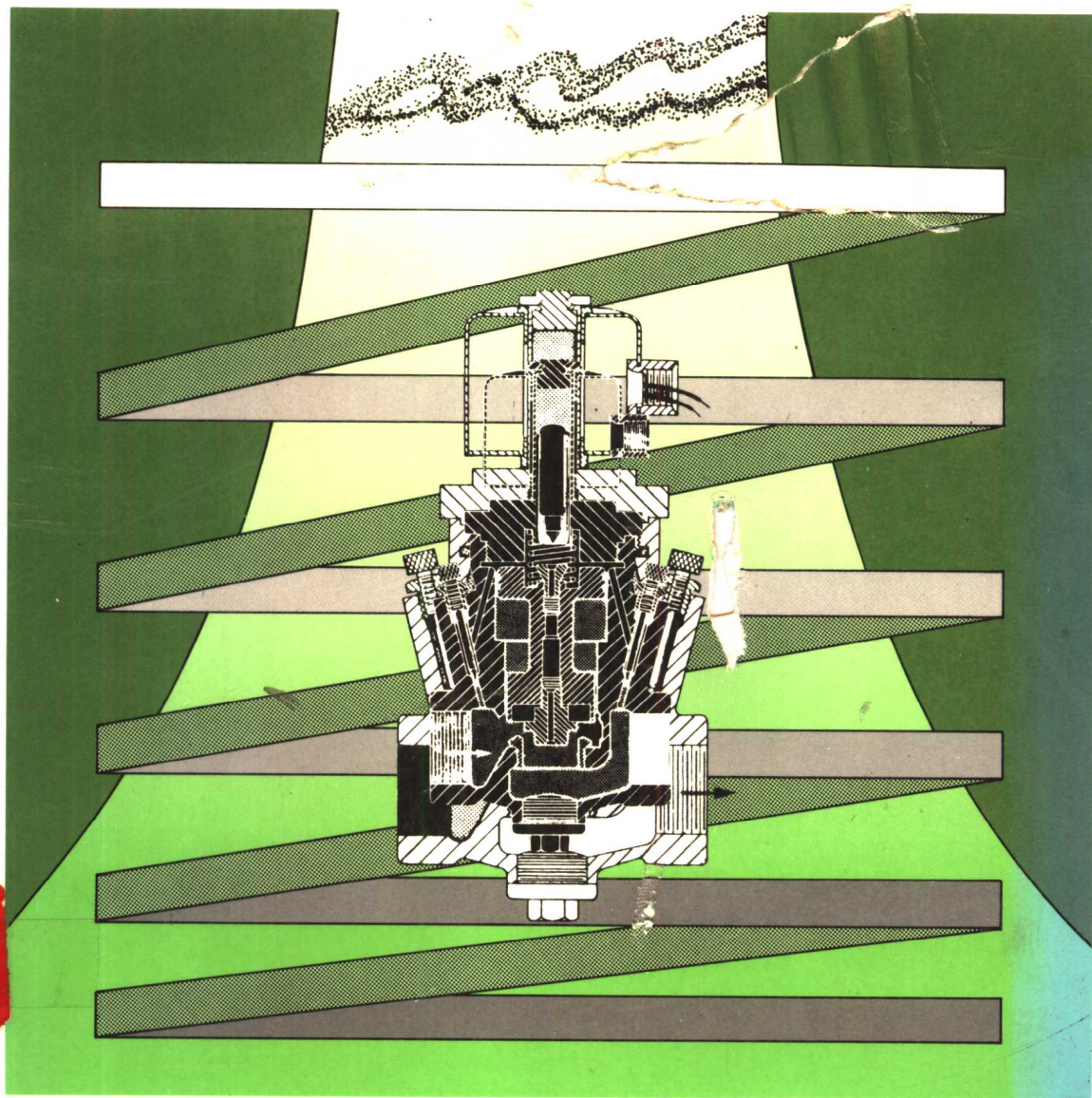


大 專 用 書

程序控制概論

陳福春 編著

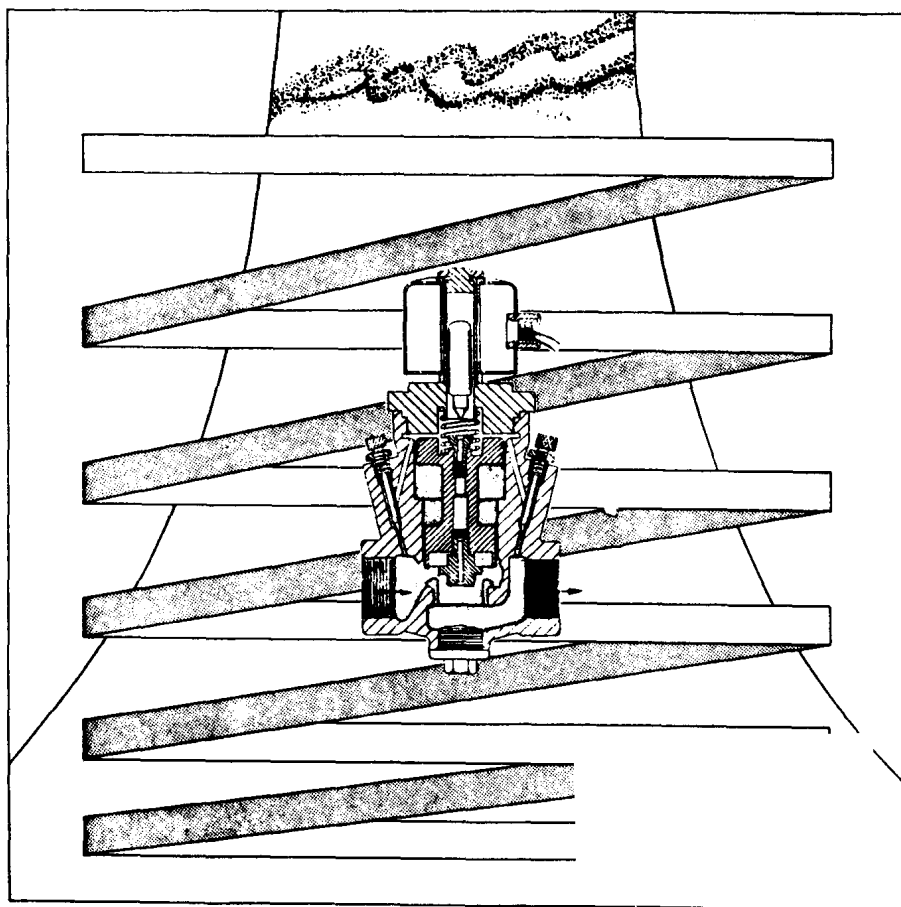


全華科技圖書股份有限公司 印行

大 專 用 書

程序控制概論

陳福春 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

程序控制概論

陳福春 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5071300 (總機)

郵撥帳號 / 0100836-1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3612532 • 3612534

基 價 6 元

二版 / 78年 8 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 0121712

編輯大意

1. 本書係參考最新部頒五專電機科“程序控制概論”課程標準及積作者多年之教學經驗編寫而成。
2. 本書對程序控制提供詳盡的資料，並對各種控制作詳盡的分析，使學習者能對程序控制有充分的了解，進而應用到實際控制上。
3. 本書共分 8 章，內容包容整個程序控制及相關知識，介紹各種程序控制知識及原理，使學生能經由本書，而對程序控制有具體的認識，並奠下良好的基礎。
4. 本書內容豐富，取材精審，圖說力求新穎，以利學生了解。每章之前有學習目標、學前評量，每章之後有摘要，學後評量與習題使學生能經由本書巧妙的安排，能更有效地達成學習目的。
5. 本書倉促付梓，疏漏之處在所難免，尚祈諸先進，不吝賜教與指正。

陳福春 謹識

目錄



概 論

1

學習目標

1

學前評量

1

1-1 程序自動化

2

1-1-1 何謂自動化

3

1-1-2 程序自動化系統

4

1-2 連續程序法

16

1-3 分批程序法

18

摘 要

18

學後評量

19

習 題

19



程序控制系統之基礎與構成

21

學習目標

21

學前評量

21

2-1 反饋控制

22

2-1-1 反饋控制系統

22

2-1-2 控制器的選擇

38

2-1-3 前饋控制系統

41

2-2 數值控制

42

2-3 程序控制方程式

43

2-3-1 程序特性

43

2-3-2	控制系統參數	45
2-3-3	不連續控制器模式	50
2-3-4	連續控制器模式	59
2-4	流程圖與方塊圖	75
2-4-1	轉移函數	78
2-4-2	方塊圖的簡化	80
	摘 要	82
	學後評量	82
	習 題	82



程序控制之符號與儀器 85

	學習目標	85
	學前評量	85
3-1	程序控制符號	86
3-2	程序控制儀器	90
3-2-1	溫度儀器	91
3-2-2	流量儀器	105
3-2-3	位面儀器	123
	摘 要	128
	學後評量	128
	習 題	128



變換器與傳輸器 131

	學習目標	131
	學前評量	131
4-1	程序控制用檢出器	132
4-1-1	溫度檢出器	132
4-1-2	流量檢出器	145
4-1-3	液面檢出器	160
4-1-4	壓力檢出器	173
4-2	傳輸器	186

摘 要	193
學後評量	193
習 題	194



調節器 195

學習目標	195
學前評量	196
5-1 直接操作調節器	196
5-2 間接操作調節器	204
5-2-1 類比控制器	204
5-2-2 數位控制器	229

摘 要	239
學後評量	239
習 題	240



操作器 241

學習目標	241
學前評量	241
6-1 電機式操作器原理	242
6-1-1 DC 馬達	247
6-1-2 AC 馬達	255
6-1-3 步進馬達	256
6-2 空氣式操作器	260
6-3 油壓式操作器	263

摘 要	265
學後評量	266
習 題	266



程序控制之種類 269

學習目標	269
學前評量	269

7-1 定值控制	270
7-1-1 單一變數控制	270
7-1-2 串級控制	273
7-1-3 多變數系統控制	275
7-1-4 控制系統品質	277
7-1-5 穩定性	283
7-2 比率控制	285
7-3 程式控制	286
摘 要	290
學後評量	290
習 題	291
 程序控制實例研討	293
學習目標	293
學前評量	293
8-1 鍋爐之構成及其控制	294
8-2 燃燒控制	295
8-3 給水控制	304
8-4 溫度控制	308
8-5 定壓控制	312
8-6 其 他	313
摘 要	315
學後評量	315
習 題	316



概論

學習目標

1. 了解程序自動化意義。
2. 了解連續程序法。
3. 了解分批程序法。

學前評量

1. 程序控制的主要目的，是使_____維持在一_____。
2. 溫度、壓力、流量、液位是屬於_____變數。
3. 任何物理的參數能夠自然的改變，或由外在之因素影響變化，稱為_____。
4. 程序自動化是採用_____控制。
5. 機械自動化是採用_____控制。

1-1 程序自動化

自從在地球上出現生命的開始，程序控制就已經存在於自然界中，而且到目前還繼續存在世界每一角落。我們得承認自然界之程序控制是一種調節（regulate）有機體中的自然特性。自然調節最普通的例子，例如人體的溫度、血管的壓力、網膜之明暗感覺度等都和自然界的調節有關。

人類發現爲了要繼續生命必須調節外界之某些自然的參數，所以產生了人爲的程序控制。調節的完成，是由觀察到的參數值與期望值作比較後，所採取的動作，使參數回到期望值。例如用爐火控制亮度和溫度，食物之冰凍控制和簡單的熔解控制等等。

爲了提高製造之效率，發展出許多程序控制的術語，這種程序是自動的，而人類的感官，不再符合需求，所以要了解各種工業製造程序的自動調節，必須先考慮下列的術語：

1. 動態變數（dynamic variable）

任何物理的參數能夠自然的改變，或由外在之因素影響變化，稱爲動態變數。動態——含有隨時間變化的觀念，此種變化可能是未知或不明確的影響，變數——含有影響改變量之意。在程序控制上，我們重視的是那些在工業應用上需要調節的動態變數，例如溫度、壓力、流量、液位、力量、密度、濕度等，我們稱調節動態變數爲控制變數。

2. 調節（regulation）

程序控制的主要目的，是使一些動態變數維持在一固定值，或近於某些期望特定值。因爲變數本身是動態的，所以我們必須提供一正確的調校動作，以保持變數爲一常數，調節之定義爲維持操作之值，我們說程序控制調節一個動態變數。

3. 程序控制（process control）

讓我們參考一個簡單的例子，以說明程序控制調節的重要特色，再來定義程序控制。如圖 1-1 所示，一個人在控制槽內之液位高度，在這裡程序是流體、水池、液體流入和流出，動態變數爲槽內液體液位。調節是要維持在某一液位設定高度 H ，我們看到出口閥 A 控制液體流失量。我們可以看出流入之液體不受控制。如果系統沒有控制，槽內液位依照流進及流出的量保持在任一值，

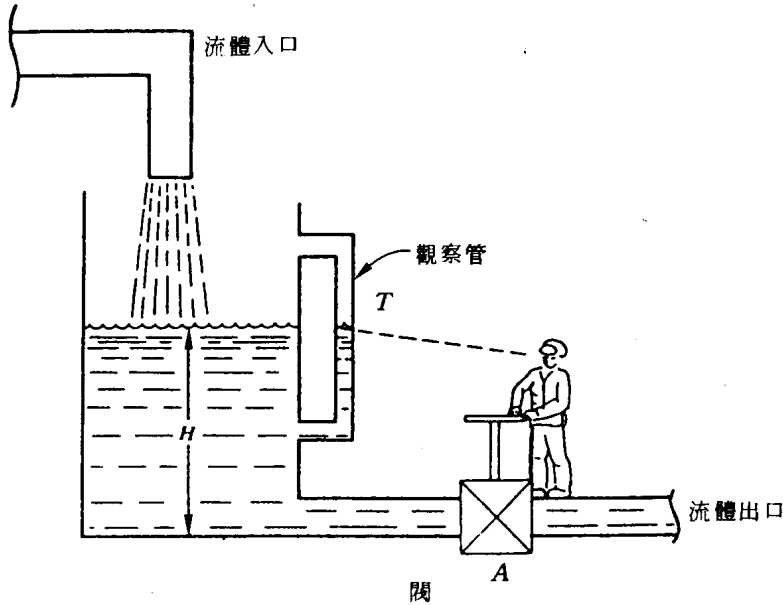


圖 1-1 一個基本程序控制系統，為調節槽內流體液位

若流體的黏度或某些參數變化，將會影響流入的流量，於定槽內液位將產生新的液位高度。此種是沒有調整的系統或稱為開迴路系統。若要達到調節的目的，必須要有反饋（feedback）液位的資料給控制元件。本例中控制閥 A ，即是用來調節液位的變化。既然用了回饋，我們已經產生一個閉迴路控制系統或稱為調節程序。在這例中，我們讓一個操作者提供回饋閉迴路需求。因此，觀察管 T ，允許操作者作視覺的液位測量，並在操作者的腦中評估、水位是否太高或太低或恰好，當液位不合時，操作者經過測量，評估後，決定去調整控制元件閥 A ，使液位高度到正確為止。以上提到三個術語：①測量（measurement），②評估（evaluation），③控制元件。形成自動控制的基本描述環路。

1-1-1 何謂自動化

所謂自動化，就是將操作方法利用儀器的控制，變為自動型式。所以大多數的自動化是指控制、計測、計算、資訊管理的自動化。它對生產、作業、事物等以合理化、省力化承擔很重要的任務。

目前自動化可分為以動力代替人力的動力（power）自動化，以及控制、計測的資訊自動化兩大類。

4 程序控制概論

自動化優點，有下列各項：

- (1) 提高產品的品質，並使其具均一性。
- (2) 提高生產速度。
- (3) 降低成本。
- (4) 增進效率。
- (5) 安全。
- (6) 舒適與便利。

在自動化的應用方面，可分為下列三類：

- (1) 程序自動化 (process automation)——例如石化工廠的自動化。
- (2) 機械自動化 (mechanical automation)——例如機械工廠的自動化。
- (3) 業務自動化 (business automation)——例如辦公室的自動化。

以自動化的技術領域而言可分為：

- (1) 反饋控制 (feedback control)。
- (2) 連續控制 (sequence control)。
- (3) 資訊處理 (information processing)。

這三技術領域，程序自動化是採用回饋控制，機械自動化是採用順序控制。業務自動化是採用資訊處理方式。

1-1-2 程序自動化系統

在前面已經描述過程序的定義，如圖1-1所示，是一種人員操作的方式，若利用儀器代替人員的操作就成為自動化，如圖1-1所示的程序控制稱為程序自動化。所以程序自動化可以定義為如石油煉油工業或化學工業等，所有裝置工業或過程工業之自動化。例如石化工業中有以蒸餾塔、反應槽、過熱爐等的主要設備所構成，這些有關的設備稱之為設備工業，這些設備工業是處理物理或化學反應的過程為目的，所以亦稱為過程工業，而處理過程不外乎，將溫度、流量、壓力、液位、黏度……等等環境條件的變化，能夠用儀器自由的控制。所以這種的控制稱為程序控制，亦可說程序控制擔任着程序自動化的重要角色。

在程序控制系統中可分為壓力、溫度、流量、液位、分析、微處理系統等來加以說明。

1. 壓力系統

在壓力系統中包含有液體、氣體、蒸汽、空氣等流體常用於工業中作為控制的能量或動力。在程序過程中將這些流體變為動力的能源有液壓、氣壓等控制系統。

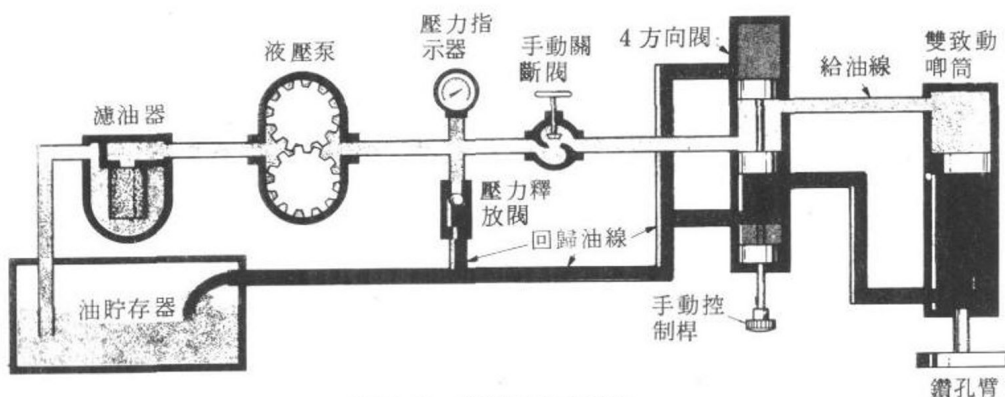


圖 1-2 雙致動液壓系統

(1) 液壓系統

液壓是工業程序控制系統的主要項目，這種形態的系統常發現應用於自動控制的動作。如圖1-2所示為一個雙致動液壓系統（a double-acting hydraulic system），主要控制鑽孔壓力臂（punch-press ram）。泵和油槽，馬達旋轉帶動泵使流體能源進入裝置內作為動力，圖1-3所示為雙翼液壓泵，圖1-4所示為雙翼液壓泵的解剖工作圖。系統的動作原理如下：

利用液壓泵抽取油槽內的油；經過濾油器 - 泵 - 壓力指示器 - 手動關斷閥進入4方向閥到雙致動唧筒，利用油壓力量壓下鑽孔臂，此時下面（黑色部分）油流回槽內。若要釋放鑽孔臂時，操作手動控制桿往上推，此時給油線由下面往上推，使鑽孔臂往上縮，而上面的油經由4方向閥流回槽內。

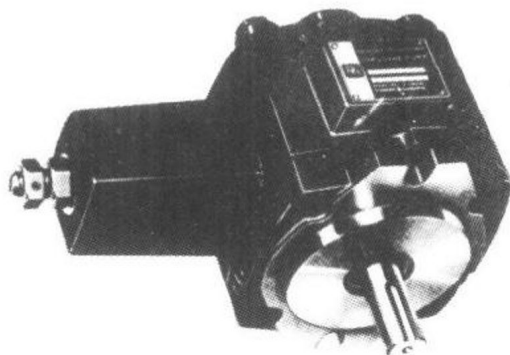


圖 1-3 雙翼液壓泵

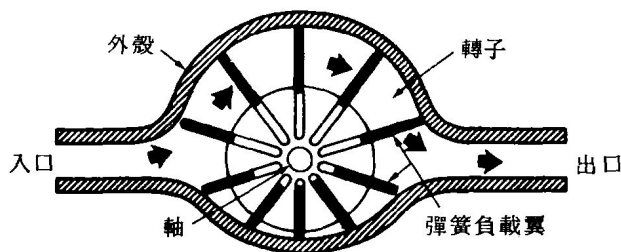


圖 1-4 雙翼液壓泵解剖工作圖

(2) 氣壓系統

氣壓系統亦是工業上動力的工具。能源的來源是由泵或壓縮機與儲存槽組成。壓縮機泵由電氣馬達驅動。圖1-5所示為一簡單氣壓系統為驅動一個雙致動的唧筒臂。

馬達帶動壓縮機而產生空氣壓力，儲存於槽內，此壓力經由手動開斷閥與空氣過濾器到3方向控制閥，進入空氣唧筒推動鑽孔臂往上升。當壓下3方向控制閥操作桿時，阻斷氣壓流入唧筒，而使唧筒內的氣壓由3方向控制閥的空氣釋放孔釋放掉，於是唧筒內沒有氣壓，而使唧筒內的鑽孔臂自動掉下原位。

圖1-6所示是典型的工業壓縮機，空氣槽和空調器等結合在一起的單一體型。

(3) 靜態壓力系統

靜態壓力系統通常使用於工業上各種不同處理上的分配應用。大多利用靜態落差壓力 (static head) 作為動力，例如圖1-7所示是利用槽內液體靜態落差壓力來推動渦輪帶動發電機作為產生電力用。

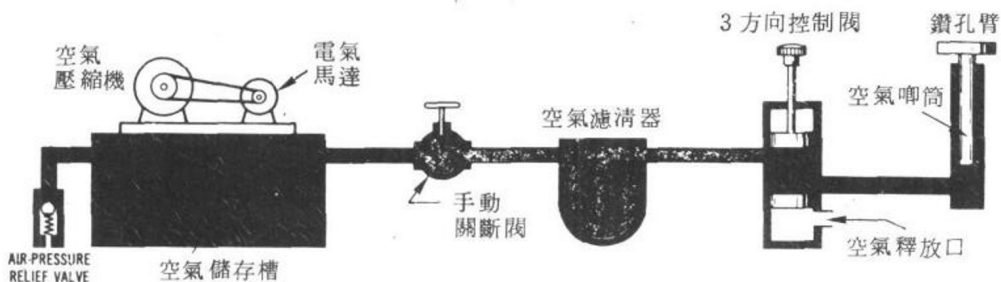


圖 1-5 簡單氣壓系統圖

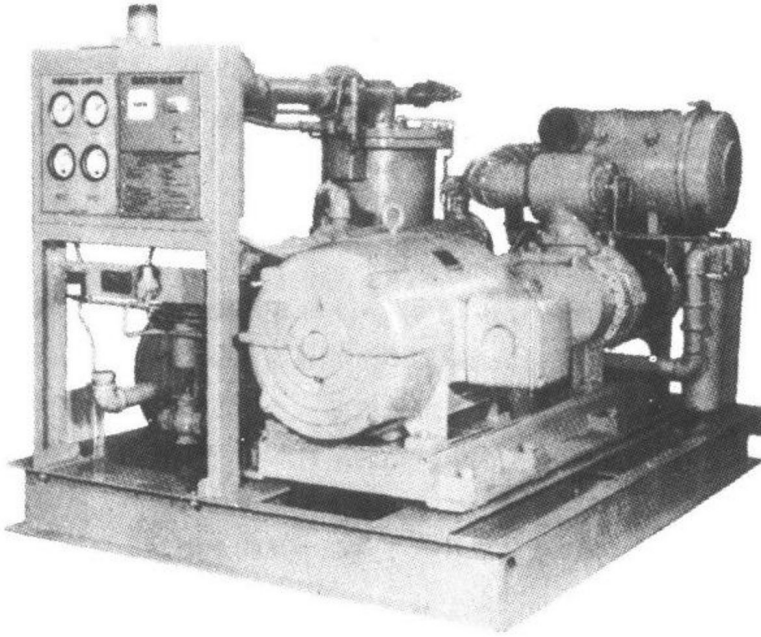


圖 1-6 典型的工業壓縮機，空氣槽與空調器結合在一起的單一體型

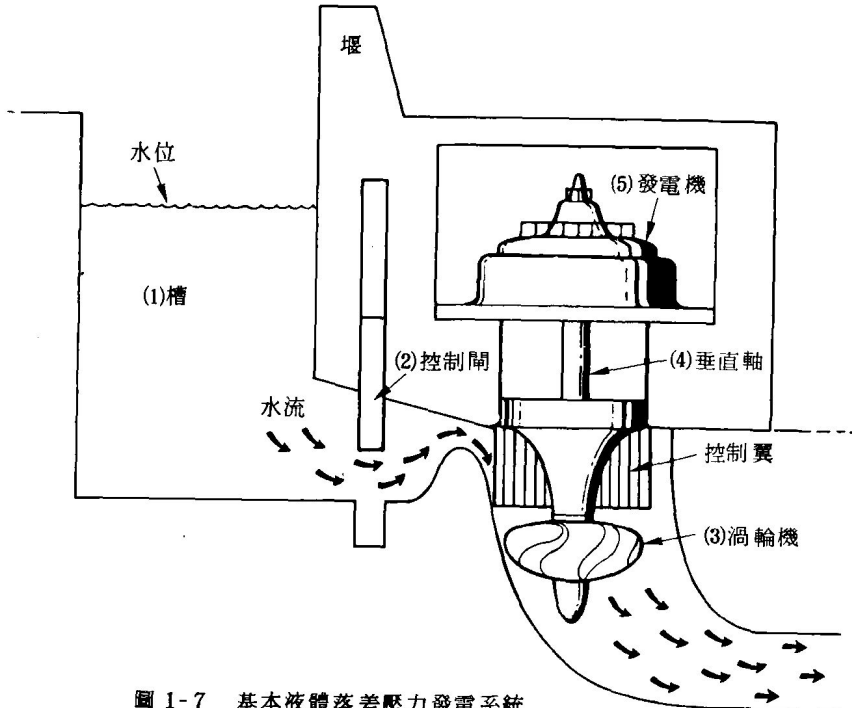


圖 1-7 基本液體落差壓力發電系統

(4) 蒸汽壓力系統

蒸汽壓力是使用於熱源的工業上，例如食物處理、化學產品處理等，這是由液體加熱產生蒸發的轉換。圖1-8所示為一個小型工業鍋爐與蒸汽發電機組。

圖1-9所示為簡單鍋爐系統使用蒸汽來驅動一個蒸汽鍋輪以便帶動發電機作為發電用，圖1-9的操作過程如下。

加熱的材料為燃料油，碳或瓦斯、火焰加熱燒水使產生蒸汽，然後蒸發進入渦輪機並帶動發電機，通過的蒸汽釋放進入冷卻系統，凝結為水再利用循環泵打入鍋爐內，作為補充水源系統。

由以上的壓力系統可發現，若不利用自動化的處理過程，很難達成目的。

2. 溫度系統

工業上溫度系統佔了很大的比例，例如中鋼的煉鋼廠，溫度都相當的高，若不採用自動化的控制，很難達到產品要求。在圖1-10所示為一個電弧熔解機械，內部必須有很多的溫度控制器與指示器以達到程序自動化的目的，圖1-11所示部份為填充系統溫度控制器的解剖圖，而圖1-12所示為一個溫度指示計。

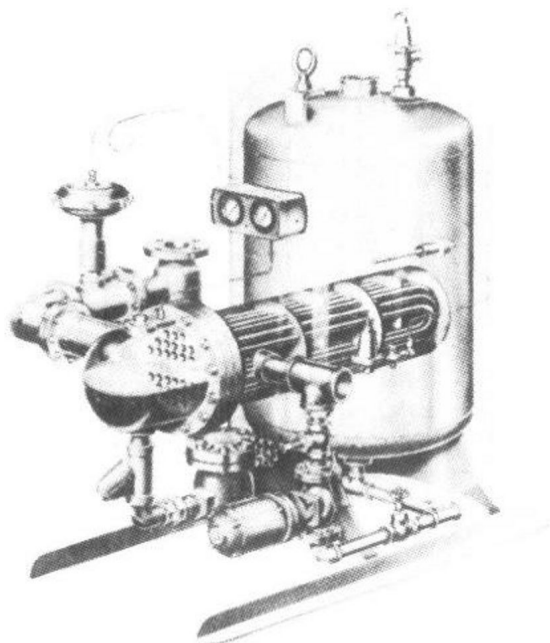


圖 1-8 工業用鍋爐 / 蒸汽發電機組

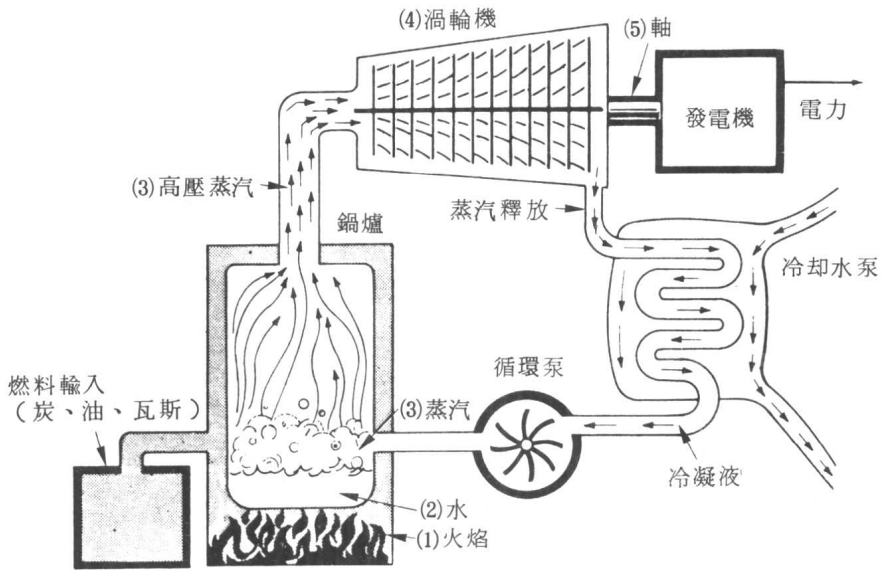


圖 1-9 簡單鍋爐發電機系統

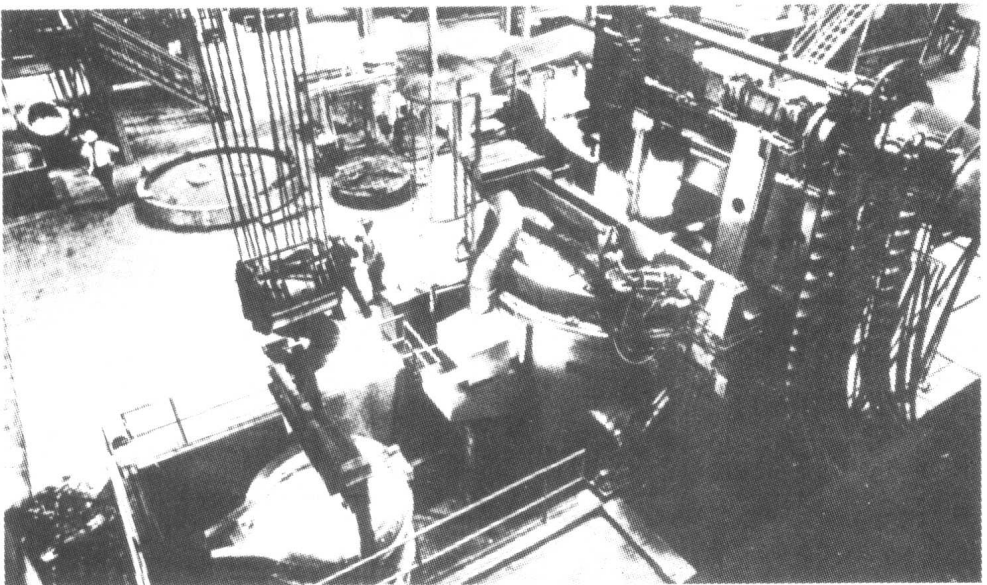


圖 1-10 電弧熔解機械