


工業配管學

蔡長艷 編著

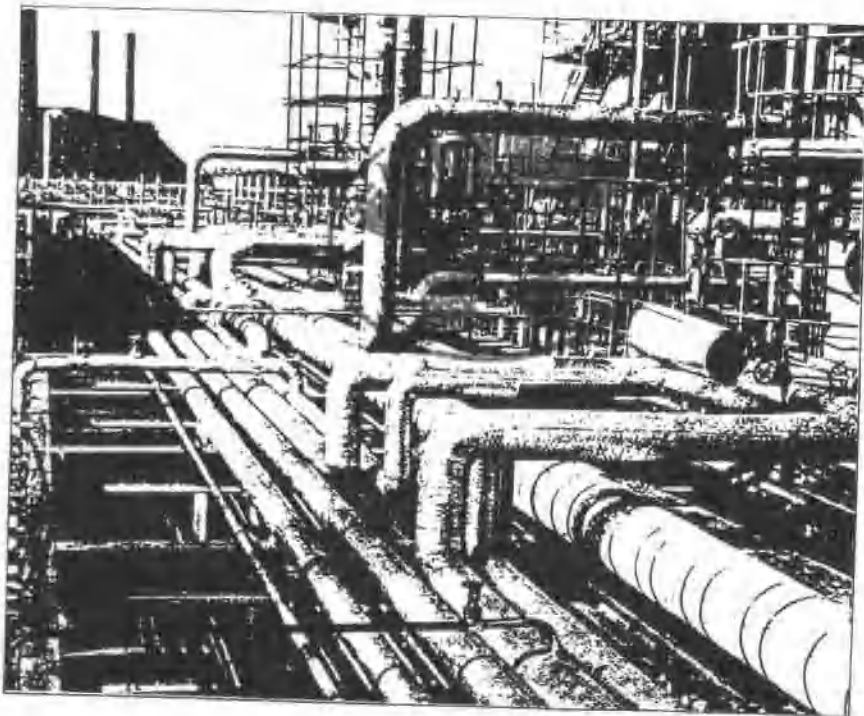


 全華科技圖書股份有限公司 印行

最新部訂課程標準

工業配管學

蔡長艷 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

工業配管學

編 著 蔡長艷
封面設計 傅師達
發行人 詹儀正
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 號 2 樓
電 話 (02) 25071300 (總機)
傳 真 (02) 25062993
郵政帳號 0100836-1 號
印刷者 宏懋打字印刷股份有限公司
登記證 局版北市業字第〇七〇一號
圖書編號 0049101
二版十刷 90 年 11 月

定 價 新臺幣 390 元
I S B N 957-21-0527-2(平裝)

全華科技圖書
<http://www.chwa.com.tw>
book@mail.chwa.com.tw

全華科技網 OpenTech
<http://www.opentech.com.tw>

版權所有 · 翻印必究

序

當我們國家的工業型態，步入重工業時，石化、船舶、飛機、和核能發電等工業，便成為發展的重心，而這些工業的動脈——管路，亦更顯的重要，其所需求的精密度、準確度、已隨之日漸提高。

工業水準愈高，管路上自動控制的系統就愈多，管子、配件、閥和配管儀器，不祇需要有熟練的按裝技術，還須有理論的配合，本書即擔當此重任。

本書將幫助你：

1. 突破你對管路的陌生感，將使你覺得配管還是很有趣的。
2. 書中有很多的圖，讓你讀起來印象深刻，縱使你從未接觸過，亦能瞭解。
3. 書中使你有系統的入門，和建立清晰的觀念。
4. 引起你進一步學習工業配管的興趣，也有能力對工業配管作進一步的研究。

本書適合作高工配管科的教科書，及大專機械工程、造船工程、工業設計等科系的管線設計教材，亦適用作為工廠從業人員的參考書籍。

本書編著期間，蒙楊校長多次鼓勵和陳朝彬老師從旁協助，增加我編著的信心，特記於此，以示感激之意。

恩師連錦煌在百忙中，抽空為我校閱，並給我很多的指正，在此謹致最深的謝意。

本書編著都在課餘，編著者才疏學淺，匆促之際，疏漏謬誤處在所難免，尚祈先進愛護指正，俾於再版時更正。

編著者 蔡長艷 謹識

目 錄

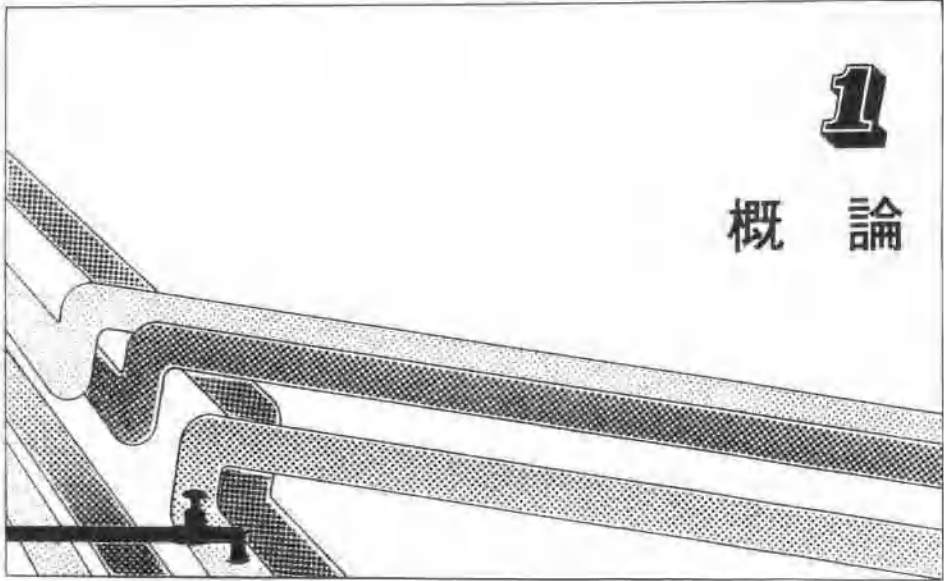
第一章 概 論	1
1-1 管線 (piping)	1
1-2 配管有關的設備與術語.....	2
1-3 管線上常用的標示符號.....	12
1-4 儀器管路常用的符號.....	13
1-5 配管上常用的簡稱.....	14
練 習 一.....	17
第二章 流體的特性	19
2-1 流體的物理性質.....	19
2-2 雷諾數和柏幣利定理.....	23
2-3 壓 力.....	25
2-4 泵浦的揚程.....	27
2-5 管路中流動的流體，停止時產生的壓力昇.....	29
2-6 常用的數據.....	31
2-7 綜合公式.....	32
2-8 單位換算.....	50
2-9 綜合例題.....	55
練 習 二.....	61
第三章 管和配件	63
3-1 管壁厚度的決定.....	65
3-2 管 號.....	67

3-3	常用的鋼管規格	68
3-4	ASTM合金鋼管化學成份	69
3-5	管子的性質	70
3-6	彎管	80
3-7	配件	91
3-8	法蘭與螺栓尺寸	97
3-9	密合墊	101
練習三		109
第四章 閥		111
4-1	閥的基本型式	111
4-2	閥的機械結構	115
4-3	閥帽的種類	119
4-4	閥桿	120
4-5	閥體的材料	120
4-6	閥的特性、功用	121
4-7	操作閥的機構	124
4-8	控制閥	128
4-9	閥的填料	146
練習四		152
第五章 管的其他附件與系統組和		153
5-1	管的其他附件	153
5-2	管的系統組合	170
練習五		194
第六章 掛管架和支架		195
6-1	掛管架的位置決定	195
6-2	熱位移計算與掛管架負荷計算	202

6-3	其他求熱位移和掛管架負荷的方法	218
6-4	掛管架的選擇	222
6-5	掛管架的設計	238
練 習 六		239
第七章 伸縮管之導件和固定架		241
7-1	管線上常見的問題	241
7-2	伸縮管	242
7-3	固定架負荷計算	244
7-4	管導件	249
7-5	伸縮管在兩固定點間的適當位置	254
7-6	活節和角位移伸縮管	256
練 習 七		265
第八章 管路系統的應力分析		267
8-1	熱膨脹	267
8-2	管線系統上的重心、形心、慣性積和慣性距	272
8-3	管壁上的應力	282
8-4	撓度和應力增強係數	285
8-5	管線系統的應力分析	292
練 習 八		316
第九章 熱傳導與絕熱層		317
9-1	熱傳導	317
9-2	絕熱層	322
9-3	絕熱層的材料	323
9-4	絕熱層加工和保護塗層	326
9-5	絕熱層的成品	326
9-6	應用時應注意事項	337

練習九	348
第十章 管系的檢驗維護	349
10-1 目視檢查	349
10-2 焊縫檢查	349
10-3 針孔檢查	359
10-4 壓力試驗	359
10-5 尋管儀和檢漏儀	360
10-6 保護塗層	363
10-7 陰極防蝕	364
10-8 管線的維護	368
練習十	372
第十一章火力發電廠管路系統	373
11-1 火力發電廠	374
11-2 發電廠的燃料	375
11-3 火力發電廠的設備	376
11-4 火力發電廠設備位置和主要管路圖	392
11-5 發電廠蒸汽管安排與設置	409
練習十一	414
第十二章核能發電廠管路系統	415
12-1 核能電廠	415
12-2 反應爐	417
12-3 輕水型沸水式反應爐(BWR)管路系統	419
12-4 輕水型壓水式反應爐設備與管路系統	427
12-5 氣冷式反應爐(GCR)：	427
12-6 反應爐的補助系統	427
12-7 PWP核能電廠設備與管路圖	431

練習 十二.....	440
附表 1 含鐵材料之彈性模數 E 與扭曲剛性模數 G	441
附表 2 管子材料之熱膨脹量一吋 / 呎.....	442
附表 3 管子材料之熱膨脹量一吋 / 呎.....	443



1-1 管線(Piping)

管線是工業的幹道，用以輸送流體、蒸汽、氣體、泥漿粉末等，使得許多工業能一貫作業生產。



石油及化學工業中，在管線、製程設備與儀器的聯合操作下，由進料到產品的完成都是自動控制，所以說管線的功用為連接設備、支配流量、運送產品。

工業配管都應用在石油工業、化工工業、製造工業及原動力廠上，所用的管類約有十餘種，像鑄鐵管、鋼管、銅管、鉛管、不銹鋼管、撓性金屬管、塑膠管、石棉管、混凝土管、玻璃管等，每種材料都有其特性，設計時按照需求，審慎選擇。

1. 管線材料選用時要考慮到：

- (一) 合於規格。
- (二) 強度大、不易破損、抗壓、抗剪、抗拉。
- (三) 耐蝕性大—耐腐蝕及沖蝕。
- (四) 容易加工，裝配簡單。
- (五) 耐於管線內流體的壓力、溫度。
- (六) 重量輕，易於搬運。
- (七) 運輸能力大。
- (八) 外觀美好，價格低廉。
- (九) 可靠性及安全性。

1-2 配管有關的設備與術語

1. 設備



(一) 煉油廠 (refinery) :

煉油廠以原油當它的進給原料，轉變成很多為我們使用的副產品。例如：汽油、柴油、煤油、丁烷、丙烷、瀝青等。

(二) 汽油廠 (gasoline plant) :

汽油工廠把天然氣 (蒸汽) 當進給原料，分餾蒸汽的比重，汽油、丙烷、丁烷就被蒸餾出來。像瀝青等，比重大的碳氫化合物是不能在汽油工廠生產的。

(三) 碳氫化合物 (hydrocarbon) :

碳氫化合物是碳和氫原子的混合物，乃石油產品的基本形式，通常以蒸汽和液體的型態存在，但也有的是固體，在煉油廠和石油工廠的管線系統是輸送碳氫化合物或公用設施。像水、電等。

(四) 石化工廠 (chemical plant) :

石化工廠是將煉油廠、石油工廠的半成品，藉著管線流程至各化工製程設備，有時還混合了其他產品，最後成為日常需要的產品，例如塑膠、藥品……等等皆然。



(五) 塔槽區 (Tank farm) :

塔槽區包含煉油廠、石油廠或石化工廠巨大的儲藏槽，這些塔槽通常和主要生產過程的單位隔離，以避免火災，它們的直徑有200呎或更大，可容納工廠幾天需要的進給原料，這些塔槽也用來儲藏工廠的產品，等待出貨給消費者。

2. 製程工廠的公用設施 (process plant utilities) :

公用設施是工廠的服務部門，就像家庭裡需要水、煤氣和電，煉油廠或其他工廠有更多的公用設施。



(一) 蒸汽 (steam) :

工廠很多項目都要蒸汽服務，鍋爐和加熱器將產生各種不同溫度、壓力的蒸汽，它們利用熱來轉變冷凝液 (純水) ，成為蒸汽，由蒸汽管路系統輸送到各不同工廠使用。很多人認為他們看過蒸汽，那是不可能的，蒸汽是看不見的，他們看到的是由蒸汽凝結的水珠。

(二) 凝結水 (condensate) :

當蒸汽能量被使用後，就成為凝結水，由溜水器排至另一管路，再送到一較低的收集點，由泵浦重新抽送到鍋爐管加熱，轉變為蒸汽。因此凝結水一直在循環。

從蒸汽 → 凝結水 → 蒸汽。

(三) 燃料油 (fuel oil) :

燃料油管線是另一公用設施，由煉油廠製造，一部份自己使用，其餘產品供給一般工廠的火爐。

(四) 儀器用空氣 (instrument air) :

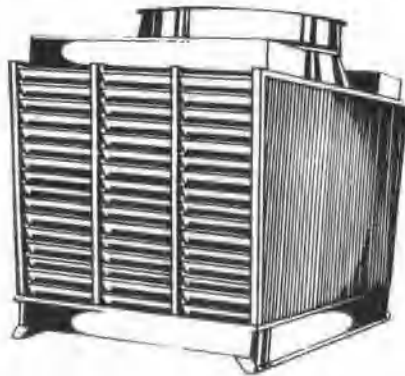
用來操作工廠的儀器的公用設施，在這管線系統分佈的儀器用氣體，已被壓縮和除去濕氣，以免濕氣傷害到儀器。

(五) 公用設施用空氣 (utility air) :

公用設施氣體管線用來轉動空氣馬達和在物體上吹氣，以便清潔物體，就像理髮師用空氣軟管吹顧客的頭髮。

(六) 冷却水 (cooling water) :

冷却水用來冷却工廠的各種流體，先在冷却塔冷却，再由泵浦抽上管路系統去交換熱量，當它吸熱後變的較熱時，又流回冷却塔冷却，預備作再一次的循環，就像前面提到的蒸汽與凝結水系統。



(七) 排洩道 (drains) :

排洩道是地下公共設施，獨立的管路系統收集由漏斗或水池的排水，輸送它們到廢水處理站，排水管內沒有壓力，所以排水管線必須傾斜，才能流動，100呎通常有1呎或更大的傾斜度。設計排水管系統是非常困難的，它們延伸於地下又必須與其他的管路系統分開，舉個例子 2500 萬美金的化工設備，將有兩萬碼長的混凝土為地基，排水管系統必須繞過，而不遇到所有的地基。

大部份工廠都有一條以上的排洩系統，通常設有一條油污管線，一條

雨水管線，和一條酸的下水管線。油污管線處理油滴和含油的排水，雨水管線收集工廠雨水排水，酸的污水管線收集含酸的排水。

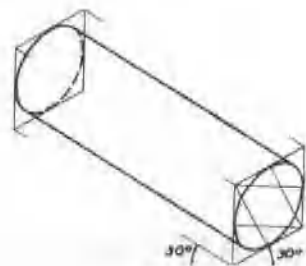
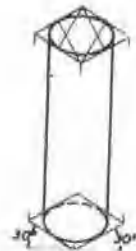
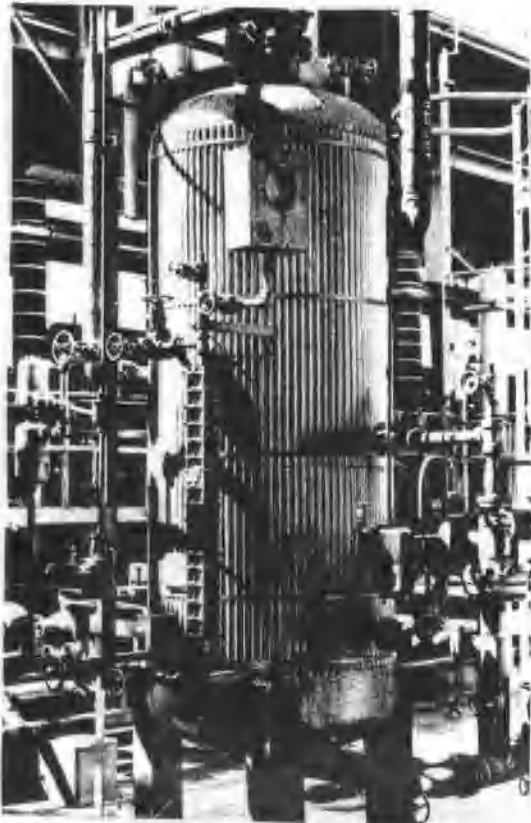
(A) 火焰 (flare system) 系統管線：

火焰系統管線輸送蒸汽到火焰煙囪，煙囪相當高，且在頂上有火焰燃燒，這些蒸汽是由釋放閥排出的廢氣，在晚上火焰煙囪在高空裡有顯著的火焰，如果這些廢氣沒有燃燒將會產生空氣污染。

3. 製程設備名稱和功用：

(一) 容器 (vessel)：

容器是一直徑大的管子，內部是中空的，有的是水平裝設，像加油站地下面的容器，儲藏著預定和額外的汽油，有的是垂直裝置，有各種尺寸和型式，有一種比較高的，內部有分餾托盤，那就是分餾塔，通常有100呎或更高。



(二) 反應塔 (reactor) :

反應塔是垂直或球狀體的容器，內部包含有觸媒劑，流體流經反應塔即發生化學反應，改變分子的結構。

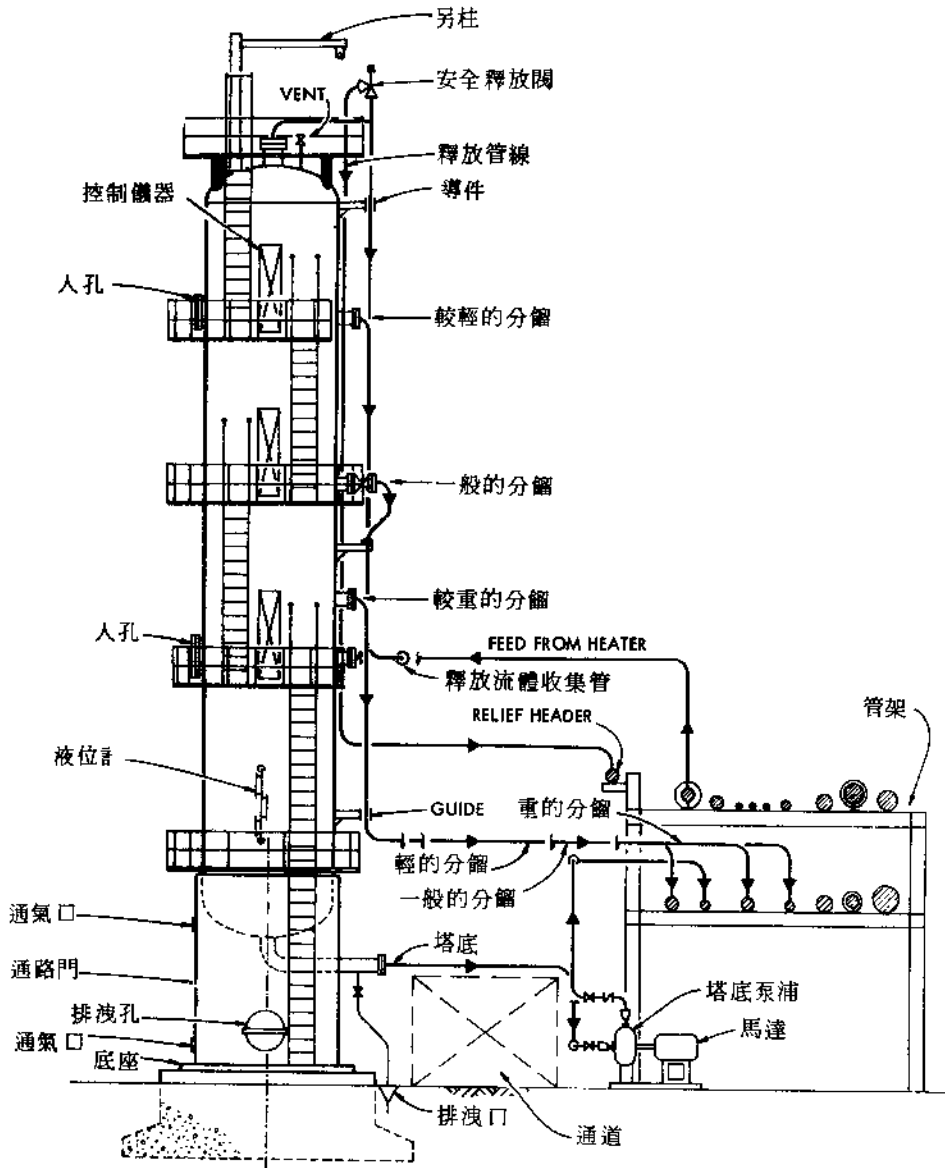


(三) 分餾塔 (fractionating tower) :

分餾塔沒有化學反應發生，由不同沸點來分離各種不同混合物成不同的產品，沸點低的混合物在精餾段濃縮成蒸汽由塔頂餾出，而沸點高的混合物在脫餾段，形成液體由塔底流出，由塔頂分餾送出之混合蒸汽，經冷凝器凝結成液體後，除一部份當產品儲存在架空積蓄器中，其餘部份再迴流到塔內，如此可使產品獲得較精純，而由塔底流出的混合液體，經加熱器再加熱，一部份當產品，另一部份再蒸發回塔內，分餾塔是分餾產品，沒有化學變化產生，就好像奶油從整個牛奶中分離，但在反應塔中將發生化學變化。

四 架空集蓄器 :

架空集蓄器，有時叫迴流集蓄器，是一水平容器，收集從分餾塔頂餾出的產品，加以冷卻，除一部份迴流到塔內其餘當產品，通常存有 $1/2$ 的液體在集蓄器裡面。



(五) 儲藏槽 (storage tank) :

儲藏槽仍然歸入容器類，但在石化製程設備的範圍，他們通常一起出現，又稱為槽區，槽的直徑大約有200呎，高在40呎到60呎，它們儲藏原油，一直到製程需要使用時，儲藏各種產品直到售出或被工廠使用，