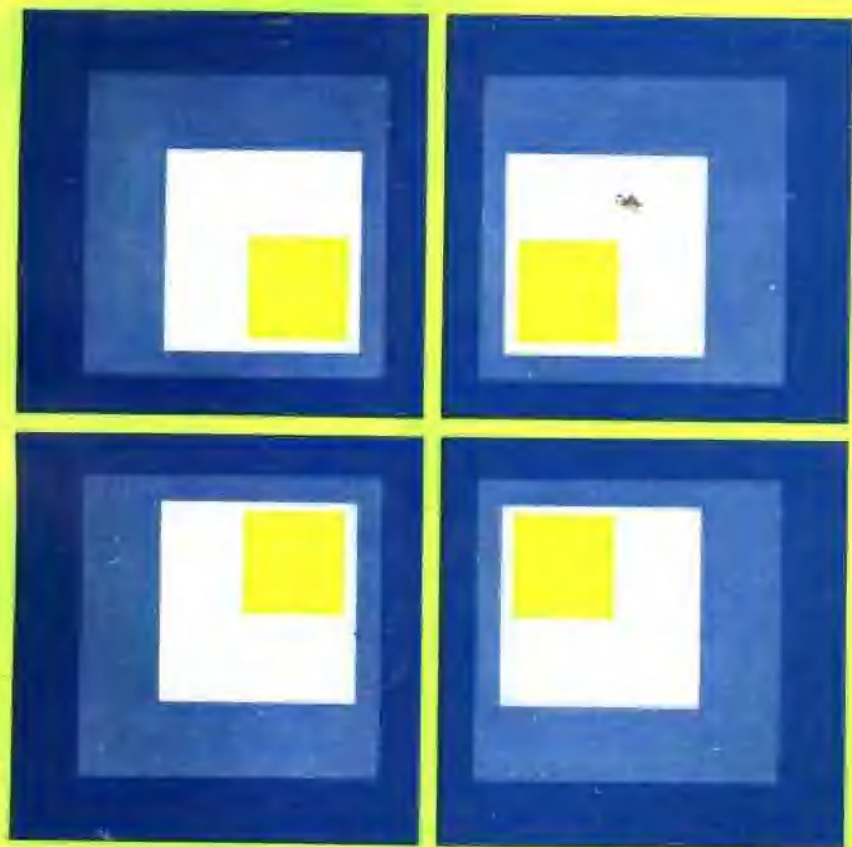


# 機 構 學

朱 越 生 著



# 機 構 學

朱 越 生 編 著

三 民 書 局 印 行

中華民國六十九年十二月初版

◎ 機 構 學

基本定價貳元捌角捌分

著 者 朱 越 生

發 行 人 劉 振 強

出 版 者 三民書局股份有限公司

印 刷 所 三民書局股份有限公司

臺北市重慶南路一段六十一號  
郵政劃撥九九九八號

號〇〇二〇第字業發版局證記登局聞新院政行

## 三民科學技術叢書(一)

書名	著 作 人	任 教 學 校
數 學	葉 能 哲	清 華 大 學
微 積 分	何 興 恭	淡 水 工 商 學 院
圖 物 理	梁 炳 光	成 功 大 學
物 理 實 驗	陳 龍 英	交 通 大 學
普 通 化 學	陳 龍 英	交 通 大 學
普 通 化 學 實 驗	陳 龍 英	交 通 大 學
普 通 化 學 實 驗	王 魏 登 明	師 範 大 學
化 學 實 驗	魏 明 振	師 範 大 學
化 學 實 驗	吳 振 成	成 功 大 學
電 子 學	吳 振 成	成 功 大 學
電 子 電 路	余 振 成	成 功 大 學
電 子 電 路	李 清 正	中 原 工 學 院
電 子 電 路	高 正	成 功 大 學
電 子 電 路	吳 耀 亭	成 功 大 學
電 子 電 路	李 耀 亭	成 功 大 學
電 子 電 路	陳 龍 英	交 通 大 學
電 子 電 路	林 惠 非	交 通 大 學
電 子 電 路	夏 少 非	成 功 大 學
電 子 電 路	夏 少 非	成 功 大 學
電 子 電 路	周 達 如	成 功 大 學
電 子 電 路	周 達 如	成 功 大 學
電 子 電 路	蔡 健 藏	成 功 大 學
電 子 電 路	劉 演 武	成 功 大 學
電 子 電 路	毛 齊 武	成 功 大 學
電 子 電 路	毛 齊 武	成 功 大 學
電 子 電 路	周 達 如	成 功 大 學
電 子 電 路	沈 在 育	成 功 大 學
電 子 電 路	孫 林 益	成 功 大 學
電 子 電 路	詹 益 慶	清 華 大 學
電 子 電 路	黃 歐 文	成 功 大 學
電 子 電 路	黃 本 源	成 功 大 學

大學專校教材，各種考試用書。

# 機 構 學 (上) 目 錄

## 編 輯 大 意

### 第一章 概 說

1-1 定義和對象.....	1
1-2 原動件, 從動件和運動對.....	2
1-3 運動鏈.....	4
1-4 運動的傳送和循環.....	5
1-5 簡圖中的配連符號.....	6

### 第二章 螺 旋

2-1 機械利益和機械效率.....	9
2-2 螺旋線和螺紋.....	10
2-3 動力螺旋.....	19
2-4 差動和複動螺旋.....	22

### 第三章 螺栓, 螺釘和螺帽

3-1 螺栓.....	27
3-2 螺釘.....	31
3-3 螺帽.....	35
3-4 鎖緊裝置.....	37

3-5 墊圈.....38

## 第四章 鍵 和 銷

4-1 一般說明.....41  
4-2 鍵的功用、種類和規格.....42  
4-3 銷的功用、種類和規格.....52

## 第五章 彈 簧

5-1 彈簧的功用和材料規格.....57  
5-2 鈹片彈簧.....59  
5-3 螺旋彈簧.....62  
5-4 扭轉彈簧.....64  
5-5 盤形彈簧.....65

## 第六章 軸 承

6-1 滑動軸承的功用和潤滑.....69  
6-2 滾珠和滾子軸承.....77

## 第七章 軸的聯結裝置

7-1 聯結器的種類和功用.....87  
7-2 離合器的種類和功用.....96

## 第八章 帶 輪

8-1 帶圈和帶輪.....	103
8-2 帶輪的速比.....	107
8-3 帶圈的長度.....	109
8-4 帶圈裝置律.....	110
8-5 繩和繩輪的傳動.....	112
8-6 帶圈傳送的馬力.....	113

## 第九章 鏈 輪

9-1 鏈條的種類和構造.....	117
9-2 滾子鏈輪的主要尺寸.....	121
9-3 鏈條的長度和軸間距離.....	123
9-4 鏈條轉動時的弦線作用和速比.....	125

## 附 錄

專門名詞英譯表.....	129
--------------	-----

# 第一章 概 說

## 1-1 定義和對象

將多個能抵抗外力的物體，作適當配置而成爲一個單元，利用輸入的能量而使內部依次發生變動，最後能產生預定效果的，通常就稱作機器或機械。例如車床，刨床，汽車，洗衣機等等，都可以叫作機器或機械。有時候我們將任務比較單純的叫作機器，而將數個機器聯合起來完成某種綜合任務的設備叫作機械。

機器或機械的組成份子通常就稱作機件，其中不動的就叫作靜止機件，如機架，結構件和作爲固定導路的都是。能活動的機件就叫作活動機件，作用是在傳送一定的動作到其他活動機件。

兩個或以上的機件，由于適當的連接，使其中一個機件的動作，迫使其他機件隨著產生動作，就成爲一種機構。我們將機器和機構區分如下：凡可用作傳送或變換運動方式的設備稱作機構，而用來傳遞或變換能量的設備才稱作機器。可見任何一種機器，都可以當作機構來用；但是機構就不一定是機器了。

每一種機構通常又可分成若干更爲單純並相互合作的單元，稱作單位機構。利用單位機構的特性分析，就比較容易了解整個機構的作用。

機構學是研究機構中各機件運動和傳力所遵從的法則之科學。我們這裡所研究的對象，是以機構動作的情形爲主，並介紹各類機構以及其中常用的機件，以求獲得使用，維護和修理汽車的基本知識。



## 1-2 原動件，從動件和運動對

一個質點或物體的運動和靜止，通常都是相對於某種觀察框架而言的，很難決定是否處在絕對的靜止或運動狀態。我們在機構學中，硬性將地球當作固定不動的，而由地球所觀察的運動情形，當作絕對運動。若利用對地球作相對運動的框架，來觀察一物體的運動情形，所得到的就稱作相對運動。但有時候所研究的對象，整體也是對地球在運動的，例如研究車輛，船舶，飛機等機器的時候，爲了此等事物內部機構的分析方便起見，我們改用這類機器的機架作爲固定的觀察框架，來區分絕對運動和相對運動。

在任何一種機構之中，不論是單位機構或合成機構，總有一個機件要首先接受外力使生運動；這一個先動的機件，在機構學中稱作原動件。原動件就將運動依次傳送至其他相互連接的機件，這種後動的機件，都可以稱作從動件。

圖 1-2-1 表示一種單位機構，由曲柄 DE，連桿 EF 和滑件 F 以及固定軸，固定導路相互配合所構成，是機器中廣泛應用的一種機構。現在若將曲柄 DE 當作原動件，那末依次運動的連桿 EF 和滑件 F 都是從動件，而連桿又是滑件的原動件。這樣動作的單位機構，是可以將圓周運動變換成往復的直線運動。但我們也可以將滑件 F 當作原動件用，那末依次運動的連桿 EF 和曲柄 DE

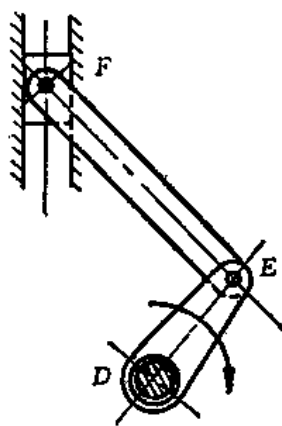


圖 1-2-1

都成了從動件，而連桿又是曲柄的原動件。這樣就成了能將往復直線運動變換成圓周運動的機構了。由此可見原動件和從動件的劃分並不

是具有絕對性的，是要看機件的劃分範圍和動作的先後次序來決定的。又同一個機構可以具有不同的功用，這種情形稱作功用的倒換。

一個機構中若有甲機件受另一乙機件的直接約束，產生一定路線的運動時，一定要靠甲機件中的某一部份和乙機件中的某一部份，直接接觸並相互成爲對偶而配連在一起。這樣所形成的對偶統稱作運動對。

一個運動對的兩部份：從絕對運動的觀點來看，其中的一個可以是靜止的或者兩個都不是靜止的；但是從相對運動的觀點來看，兩部份中任何一個都可以當作靜止的。

由於點或線接觸配連而成的運動對，通常是要依靠外力或重力來維持接觸的。例如將一圓球放在一個平板上，成了點接觸的運動對，要靠重力來維持接觸。兩個齒輪相配是線接觸的運動對，要靠外力來維持輪心間的距離才能維持接觸的。

由於面接觸配連而成的運動對，通常是可以不靠外力來維持接觸的，並且可以分成下列常用的三類：

(1) 滑行對 是可以作相對的直線或曲線運動的運動對。例如圖 1-2-2 中的 (a)(b) 就是屬於滑行對，它的運動情形是可以確定的。但 (a) 中的滑件若是圓柱形，那末又可以轉動，運動情形就並不確定了。

(2) 迴轉對 是可以作相對旋轉或搖擺的運動對，例如圖 1-2-2 中的 (c) 就屬於迴轉對，它的運動情形是可以確定的。但倘若取消 A 件兩邊所附的凸緣，那末又可以滑行。運動情形就並不確定了。

(3) 螺旋對 是可以作相對的旋轉和直線運動的運動對，例如圖 1-2-2 中 (d) 的螺桿和螺帽就是屬於螺旋對，它的運動情形是可以確定的。

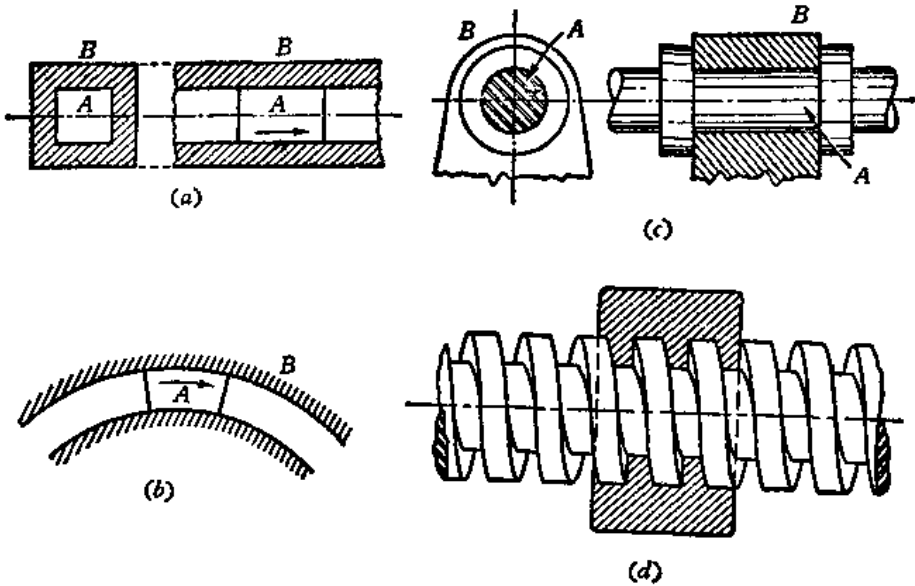


圖 1-2-2

### 1-3 運動鏈

將上一節中所說的運動對，用某種聯結物相連接時，我們把這種聯結物，統稱作連件。連件通常都是指由剛性材料所製成的，但是從廣義的立場來看，也可以用柔性材料，甚至可以利用流體來產生連件作用的，連件當然也是機件。如圖 1-2-1 所示的單位機構中，在 D、E 和 F 位置是三個迴轉對，曲柄 DE 和連桿 EF 都是用來聯結兩端的迴轉對的，而靜止不動的部份是用的聯結一端的迴轉對和一端的滑行的皮帶，液壓機中的流體等，都可以稱作連件。

由數個連件以及數個運動對所組成的事物，可以稱作連件組，若這種連件組可以產生確切相對運動的，我們就稱這種連件組為運動鏈。

否則祇是鏈形物而已。一個運動鏈中的一個連件若是固定不動的，那末這個運動鏈就成爲機構。所以圖 1-2-1 中所示的是一種機構，當然也是一種運動鏈。

#### 1-4 運動的傳送和循環

我們已經說明機構是單純用作傳送或變換運動的事物，而機構又要依靠機件的配連才能完成，所以倘若不計自然的引力和壓力，機件間的配連，必須依靠直接接觸才能依次傳送運動。也就是要靠點線或面的接觸來傳送運動，但純點接觸的情況實際上是不可能存在的，所以直接接觸不是線接觸就是面接觸。但線接觸也祇有完全剛性體之間才可能存在。

兩個機件靠直接接觸來傳送運動，接觸的方式可以劃分成：

- ① 純滾動    ② 純滑行    ③ 純推動

有時傳動的方式是由上面幾種方式的某種混合而成的，那末就可以稱作複式傳動。

機器運轉的時候，它內部的機件連續發生位置變動，若能經過一段時距而回復到某一原始位置，那末就形成這機件運轉的一個循環，這一段時距就稱作這一循環的週期。機器之所以能繼續運轉，就是依靠內部各部分和機件的形成循環，這樣機器才能有使用的價值。例如汽車發動機要靠燃料的週期性注入而動作，其中每壹部份和機件都有它自己的工作循環；四行程的氣缸要靠主軸旋轉兩圈（兩個循環）才完成氣缸的工作循環。水箱裡的冷卻水通常要利用散熱方法來維持一定的溫度，所以水溫變化很小而時距極短；但水的勢態仍舊是在進行循環。由此可見一個機器運轉的時候，它內部任何一部分，不管是動的或是不動的，都會有它的本身工作循環和週期。所以我們就說機器

的運轉是具有循環性和週期性的。

### 1-5 簡圖中的配連符號

要分析一個機器內部主要機構的動作情形，通常要利用圖樣來補助文字的說明。若採用實際的圖形或實際的斷面圖，固然對了解主要機構的運動情況很有幫助，但畫的時候就比較困難。通常我們祇要利用簡單的符號，畫出具有代表性的圖形，能說明這個機構中各機件之間的主要幾何關係和相對情形，就可認作滿意。利用這種觀念所畫出

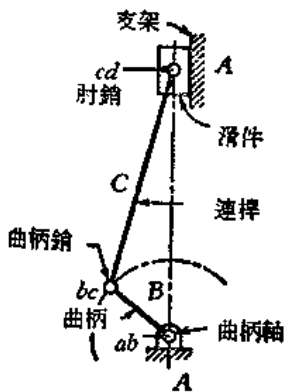


圖 1-5-1

來的圖形，稱作這機構的簡圖。畫簡圖的時候，要採用規定的符號，那末讀圖時才不會發生錯誤。

圖 1-5-1 所示的，就代表一個六缸柴油機內，氣缸內部活塞的滑行運動變換成曲柄迴轉運動機構的簡圖。實際情況比較接近圖 1-2-1 的情形。但在簡圖中，我們用兩條直線段來代表曲柄和連桿，用長方形代表滑件，用加有陰影線段的來代表固定的部份，

用一個小圈代表可以運動的銷接點，但小圈外另外連有陰影線外圍的，就代表不動的銷接點，用了這類符號以後，再加上實際全部幾何關係的資料後，就可以分析這機構的運動情形了。

由于機構的種類繁多，畫簡圖的符號當然就相當的多，無須在這裡先作綜合介紹。上面我們因為已談到機件的配連情形，所以這裡先將有關配連的符號列成圖 1-5-2 以供採用。

(a) 中的小圈 bc 代表一個可以移動的樞軸，從小圈向外接出的線段 B 和 C 分別代表連桿或其他機件，是可以彼此相對繞軸轉動的。

所以實際上 B, C 連桿通常是在平行的平面內作相對的轉動的。

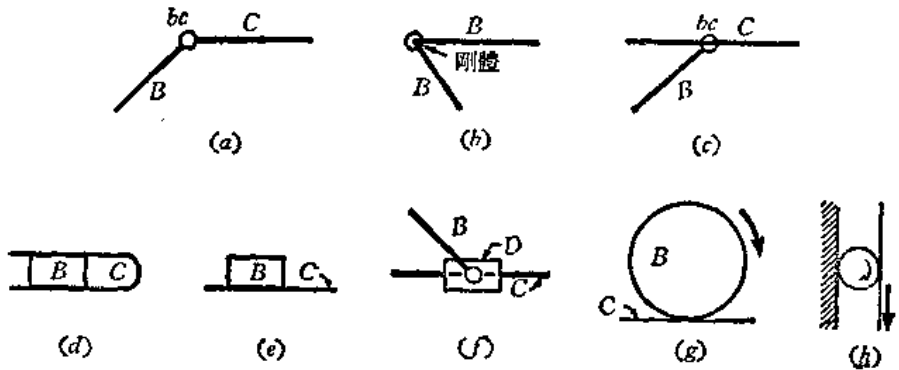


圖 1-5-2

(b) 圖中兩根連桿交於一點，代表是結成剛體的。交點的地方畫了一個小圈，就代表是一個可動的樞軸，所以這剛體是可以繞軸擺動或轉動的。

(c) 圖中小圈 bc 還是一個可動的樞軸，但連桿 C 穿通小圈，是一根桿子。連桿 B 是從小圈外面接出的，代表套在樞軸上的機件。圖中的 B 和 C 連桿都可以繞 bc 作相對的搖擺和迴轉運動的。

(d)(e) 圖都代表兩件可相對滑行的機件 B 和 C；B 是滑件，C 是導路，若是平面運動，那末這兩圖都表示可以相對作直線滑行。當 B, C 中有一件是固定時，祇要加幾條陰影線就可以了。

(f) 圖中 D, C 代表可以相互滑行的機件，而 D, B 則代表可相對迴轉的機件，其中也可以加陰影線來表示固定件。

(g)(h) 圖都代表可以相對滾動的機件，當然也可容許相對的滑行，即使接觸部份配上輪齒，但輪齒和輪齒表面間仍會有滑行現象。

將上列數種常用配連符號，恰當地配合使用，再加上我們學習工程畫的知識，就可以簡單的圖形來代表複雜機構的情形，因此對機構的分析更容易着手了。

### 習 題

- 1-1 我們是怎樣來定義機器和機構的？試舉例說明。
- 1-2 說明相對運動和絕對運動的觀念。
- 1-3 原動件和從動件是如何區分的？並用例來說明。
- 1-4 什麼叫做運動對？通常不靠外力來維持面接觸的運動對可以分成那幾類？
- 1-5 連件，運動鏈是如何定義的？
- 1-6 直接接觸的傳動方式通常分成那幾種？試舉例說明。
- 1-7 機器的運轉若沒有循環性和週期性，會有什麼結果？
- 1-8 說明簡圖在機構學中的用途。
- 1-9 機構學是怎麼樣的一種學科。
- 1-10 從事汽車修護行業的人，為什麼要學機構學？

## 第二章 螺 旋

### 2-1 機械利益和機械效率

任何一種機構，當作機械使用時，就牽涉到力的關係。要靠原動部份連續施加相當的力，才能使從動部分產生一定的效果或工作，來克服某種反抗的力。我們將施加的力，稱作**作用力**；而反抗的力稱作**抵抗力**。有一類機械是用來補助人力的不足的，例如施用人力於機械，來抬起不能用人力直接舉起的重物。所以我們就定義一個量，稱作**機械利益**的，用來說明這類機械省力的程度。設某一機械設備的作用力是  $F$ ，而抵抗力是  $W$ ，那末這機械或設備的機械利益  $M_s$  就定義成：

$$M_s \equiv \frac{W}{F} \quad (2-1-1)$$

所以機械利益又稱作**力比**。對省力的機械來說，它們的機械利益都是大於一的，因為作用力都比抵抗力來得小。但是機械的目的若是在於增加從動件的速度的，那末作用力就要比抵抗力大才行，所以機械利益就小於一了。

任何一種機構，當作機械使用時，在原動部份所輸入的功或能量，由於摩擦的存在而有摩擦損耗；同時機械自身各部分的運轉，亦消耗相當的功，因此最後從動部分所輸出的功或能量，一定會耗失一部分的。所以我們就定義一個量，稱作**機械效率**；用來說明這機械中能量損失的程度，和可以利用的程度。設某一機械輸入的功或能量用  $E_1$ ，輸出的功或能量用  $E_2$ ，機械運轉所損失的功或能量用  $E_f$  來表示時，



就將機械效率  $\eta$  (唸成“依搭”) 定義成:

$$\eta = \frac{E_o}{E_i} = \frac{E_i - E_f}{E_i} = 1 - \frac{E_f}{E_i} \quad (2-1-2)$$

通常一個機械的機械效率，是用百分率來表示。它的數值當然要由設計是否優良來決定，但是沒有一種實際機械的機械效率能達到 100% 的。祇有理論的機械才會有 100% 的機械效率。

數個機械依次結合使用時，綜合所成的整個機械，它的機械利益和機械效率，分別就是個別機械的機械利益的連乘積，和個別機械的機械效率的連乘積。

## 2-2 螺旋線和螺紋

設想將一條線斜繞在一個圓柱上，並規定沿軸向的行進率是相同的，這樣所形成的曲線，稱作正螺旋線或柱形螺旋線，通常就簡稱作螺旋線。若將這圓柱的表面展開成平面，螺旋線顯然就展開成一條斜直線。一條螺旋線的作圖法有如圖 2-2-1 所示，右方的圓就是圓柱的正切面，如圖分成 12 等隔得 0, 1, 2, ……11, 12 各點。在圖中左方畫

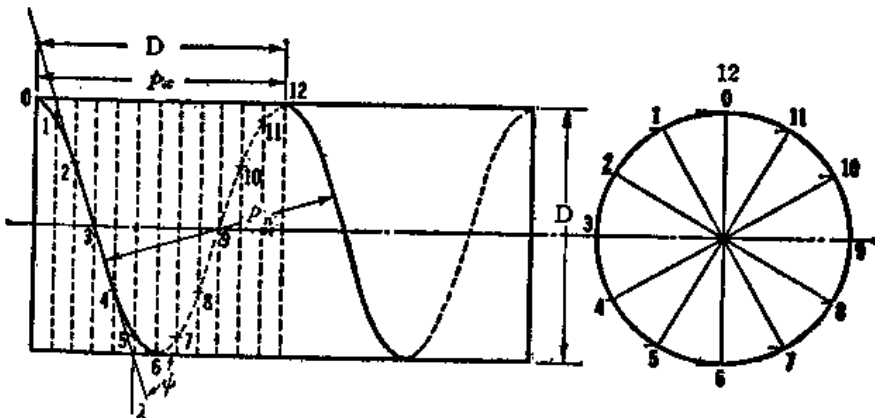


圖 2-2-1