

吳劍修編著

面積、體積和重量的計算



機械工業出版社

工 業 技 術

*

編著者：吳劍修 文字編輯：楊溥泉 責任校對：周任南

1953年9月發排 1953年11月初版 00,001—25,000冊

書號 0379-8-116 $31 \times 43 \frac{1}{32}$ 25千字 18印刷頁 定價 1,600元(丙)

機械工業出版社(北京盔甲廠 17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲 1號)印刷

中國圖書發行公司發行

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能夠很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了「機械工人活葉學習材料」。

這套活葉學習材料是機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、鉚等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的「活葉」出版。

在機械工廠裏，面積、體積和重量的計算是一種很重要的計算方法。這本小冊子就是講解面積、體積和重量的計算的一本活葉。內容豐富，公式詳盡，由簡單的形狀談到複雜的形狀。本書適合二、三級機工同志閱讀。

目 次

一 怎樣計算面積.....	3
1 四方形的面積.....	3
一、矩形和正方形——二、平行四邊形和菱形——三、梯形	
2 三角形的面積.....	6
一、直角三角形——二、等腰三角形——三、等邊三角形——四、不等邊三角形	
3 圓的面積.....	8
一、圓面積——二、圓環面積——三、扇形——四、缺圓和缺圓環——五、橢圓——六、角椽	
4 多角形的面積.....	13
一、正五角形——二、正六角形——三、正八角形——四、正多角形面積表	
二 怎樣計算體積.....	15
一、長方體或正方體的體積——二、圓柱體的體積——三、圓筒的體積——四、圓環的體積——五、斜截柱體的體積——六、角錐體的體積——七、正圓錐體的體積——八、截圓錐體和截錐體的體積——九、球的體積——十、缺球體的體積——十一、橢圓柱和橢圓的體積——十二、鼓體積——十三、尖劈體積	
三 怎樣計算重量.....	24
1 鍛工下料.....	26
2 空心銅鉚釘重量的計算.....	27
3 鋼絲繩重量的計算.....	28
4 彈簧重量的計算.....	29
5 四耳空心圓柱重量的計算.....	30
6 曲軸的重量.....	31
7 凡爾罩殼的重量.....	32
8 鑄鐵齒輪的重量.....	32

我們在工廠裏工作時，除了要學習製造各種機件的操作方法外，還要學習各種的計算方法。面積、體積和重量的計算，就是一種非常重要的計算方法。譬如，機器在動作時，每一個機件都受到力量。如果要判斷每個機件是否能夠經得起這個力量，就需要計算它的面積和體積了。又如，機件和機件之間的摩擦，鍛工的下料，各種機床的切削工作，橋樑的設計，以及加工時工時的估計等等，都是要從面積和體積的計算入手。再如，要計算一個鋼珠，一塊鋼板，一只彈簧，一套螺絲，以及各種鑄件、鍛件等重量，也是從計算面積和體積得來的。在我們沒有談到計算以前，先把計算面積、體積和重量的單位來談一談：

面積單位：面積單位在工廠裏是常用的，如：平方公尺、平方公寸、平方公分和平方公厘等。它們是以底、高都相等，也就是四角都要成為直角的正方形面來做標準的。例如：底和高都是1公尺的正方形，它的面積是1平方公尺。也就是 $1\text{公尺} \times 1\text{公尺} = 1\text{平方公尺}$ 。根據這個道理，可以知道：平方公寸、平方公分、平方公厘等也是這樣得來的。這裏應該特別注意的，不同的單位是不能互相加減乘除的。必須把它化為相同的單位才可以進行加減乘除。如果不注意這一點，就很容易計算錯誤。例如：1公分不能與1公厘相乘，必須把公分化為公厘，或把公厘化為公分，才可以進行計算。就是， $10\text{公厘} \times 1\text{公厘} = 10\text{平方公厘}$ ；或 $1\text{公分} \times \frac{1}{10}\text{公分} = \frac{1}{10}\text{平方公分}$ 。現在把面積的單位列表如下，以供大家計算時的參考。

1平方公尺 = 100平方公寸 = 10000平方公分 = 1000000平方公厘

$$1 \text{ 平方公寸} = 100 \text{ 平方公分} = 10000 \text{ 平方公厘}$$

$$1 \text{ 平方公分} = 100 \text{ 平方公厘}$$

體積單位也是在工廠裏常用的，如：立方公尺，立方公寸，立方公分和立方公厘等。它們是以長、寬、高都相等，也就是說各角都成直角的立方體做標準。例如：長、寬、高都是1公尺的正方方體，那麼它的體積就是1立方公尺。這些道理和上面所談計算面積時一樣。下面舉些體積的單位的換算數值，以供參考。

$$1 \text{ 立方公尺} = 1000 \text{ 立方公寸} = 1000000 \text{ 立方公分} \\ = 1000000000 \text{ 立方公厘}$$

$$1 \text{ 立方公寸} = 1000 \text{ 立方公分} = 1000000 \text{ 立方公厘}$$

$$1 \text{ 立方公分} = 1000 \text{ 立方公厘}$$

目前我國工廠使用吋制的還是很多，現把公制跟吋制的換算列表如下：

$$1 \text{ 平方公分} = \text{平方吋} \times 6.45137$$

$$1 \text{ 平方吋} = \text{平方公分} \times 0.155006$$

$$1 \text{ 平方公尺} = \text{平方呎} \times 0.0928997$$

$$1 \text{ 平方呎} = \text{平方公尺} \times 10.76364$$

$$1 \text{ 立方公分} = \text{立方吋} \times 16.386176$$

$$1 \text{ 立方吋} = \text{立方公分} \times 0.06102705$$

$$1 \text{ 立方公尺} = \text{立方呎} \times 0.02831531$$

$$1 \text{ 立方呎} = \text{立方公尺} \times 35.31658$$

機件的形狀往往很複雜，大小也不相同，計算起來很不容易，但是，如果我們仔細研究一下，就會覺得許多機件都是由各種簡單的幾何形狀集合而成的。最常見的如四邊形，三角形，圓形，圓柱體，圓錐體，角錐體，截錐體等等。因此當我們實際計算機件的面積

或體積時，可以把各種複雜形狀的機件，先分成各個簡單的幾何形狀來計算，然後把它們加起來，就得出總的面積或體積。

現在先把最常見的各種幾何形狀面積和體積的計算，舉例說明如下：

一 怎樣計算面積

1 四方的面積

一、矩形和正方形(如圖 1)

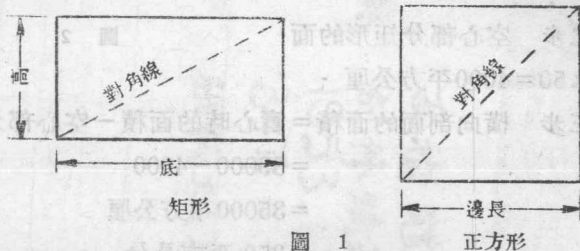


圖 1

1) 正方形面積 = 邊長自乘 = 邊長²

2) 正方形面積 = $\frac{1}{2} \times \text{對角線長}^2$

3) 正方形對角線長 = $1.414 \times \text{邊長}$

4) 矩形面積 = 底 $\times$ 高

5) 矩形對角線長 = $\sqrt{\text{高}^2 + \text{底}^2}$

6) 矩形高 = $\sqrt{\text{對角線長}^2 - \text{底}^2}$ = 矩形面積 $\div$ 底

7) 矩形底 = $\sqrt{\text{對角線長}^2 - \text{高}^2}$ = 矩形面積 $\div$ 高

例1 這裏有一鐵塊，一邊是 150 公厘，另一邊是 260 公厘。因為安裝的關係，需要在中央開一個矩形的孔，一邊是 50 公厘，另一邊是 80 公厘(如圖 2)。問這塊鐵的橫向剖面的面積是多少平方公

分？

解 計算這塊空心矩形鐵的方法，是先算出實心時的面積，然後算出空心部分的面積。再把實心時的面積減去空心部分的面積，就可以得出這塊鐵的面積。

第一步 實心時矩形的面積
 $= \text{底} \times \text{高} = 260 \times 150 = 39000$ 平方公厘

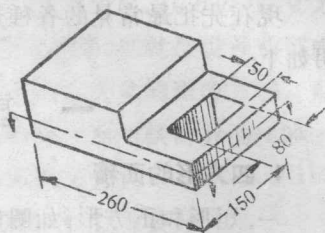


圖 2

第二步 空心部分矩形的面積
 $= 80 \times 50 = 4000$ 平方公厘

第三步 橫向剖面的面積 = 實心時的面積 - 空心部分的面積
 $= 39000 - 4000$
 $= 35000$ 平方公厘
 $= 350$ 平方公分

二、平行四邊形和菱形(如圖 3)

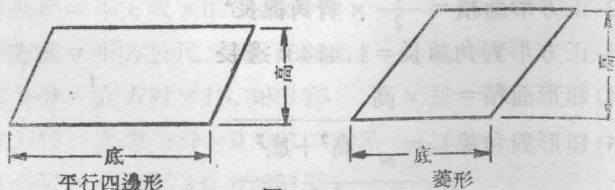


圖 3

1) 平行四邊形面積 = 底 $\times$ 高

2) 菱形面積 = 底 $\times$ 高

3) 高 = 面積 $\div$ 底

4) 底 = 面積 $\div$ 高

例2 有一車工在砂輪上磨一把車刀，車刀的主後面高是15公

厘，底寬是 10 公厘，問車刀和砂輪接觸的面積有多少平方公厘？(如圖 4)

$$\begin{aligned}\text{解 平行四邊形面積} &= \text{底} \times \text{高} \\ &= 10 \times 15 \\ &= 150 \text{ 平方公厘}\end{aligned}$$

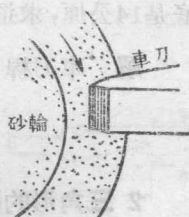


圖 4

三、梯形(如圖 5)

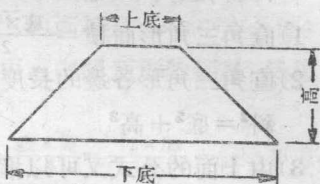
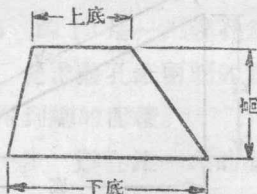


圖 5 梯形

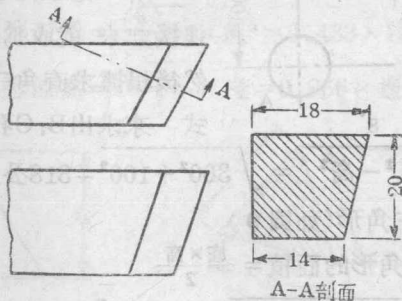
$$1) \text{ 梯形面積} = \frac{(\text{上底} + \text{下底}) \times \text{高}}{2}$$

$$2) \text{ 上底} = \frac{2 \times \text{面積} - \text{下底} \times \text{高}}{\text{高}}$$

$$3) \text{ 下底} = \frac{2 \times \text{面積} - \text{上底} \times \text{高}}{\text{高}}$$

$$4) \text{ 高} = \frac{2 \times \text{面積}}{\text{上底} + \text{下底}}$$

例3 圖 6 是一把車刀，它的高是 20 公厘，上底是 18 公厘，下



A-A剖面

圖 6

底是14公厘，求這把車刀 A A 剖面地方的面積？

$$\begin{aligned}\text{解 車刀桿 AA剖面地方的面積} &= \frac{(\text{上底} + \text{下底}) \times \text{高}}{2} \\ &= \frac{(18 + 14) \times 20}{2} = 3200 \text{平方公厘} \\ &= 32 \text{平方公分}\end{aligned}$$

2 三角形的面積

一、直角三角形(如圖 7)

1) 直角三角形面積 = $\frac{\text{底} \times \text{高}}{2}$

2) 直角三角形各邊的長度

$$\text{斜}^2 = \text{底}^2 + \text{高}^2$$

3) 由上面的公式又可以推出求

斜、底、高的公式：

$$\text{斜} = \sqrt{\text{底}^2 + \text{高}^2} \quad \text{底} = \sqrt{\text{斜}^2 - \text{高}^2} \quad \text{高} = \sqrt{\text{斜}^2 - \text{底}^2}$$

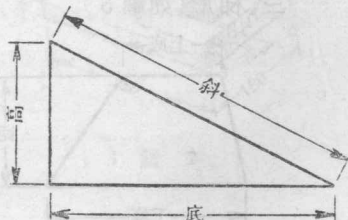


圖 7 直角三角形

例4 圖 8 是一隻支架，架上鑽有三個軸孔，準備安裝三個齒輪，已知 A、C 兩孔的中心距離是 300 公厘，A、B 兩孔的中心距離是 100 公厘，問 B、C 兩孔間的距離是多少公厘？

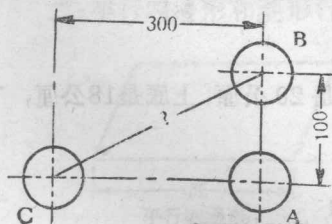


圖 8

解 把 A、B、C 三個孔的中心連接起來，就成爲一個直角三角形，然後根據求直角三角形斜邊的公式，來求出 B、C 孔間的中心距離。

$$\text{斜} = \sqrt{\text{底}^2 + \text{高}^2} = \sqrt{300^2 + 100^2} = 318 \text{公厘}$$

二、等腰三角形(如圖 9)

1) 等腰三角形的面積 = $\frac{\text{底} \times \text{高}}{2}$

2) 高 = $\sqrt{\text{腰}^2 - \left(\frac{\text{底}}{2}\right)^2}$

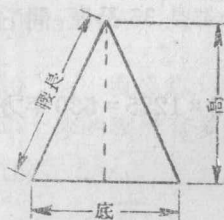


圖 9 等腰三角形

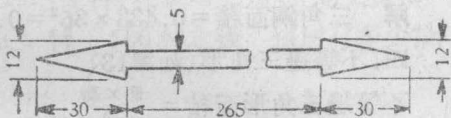


圖 10

例5 圖 10 是一把鑿孔錐，求它的面積是多少平方公厘？

解 先求鑿孔錐兩頭的面積，再求中間矩形的面積，然後彙集起來便得到總的面積。

第一步 鑿孔錐一頭的面積 = $\frac{\text{底} \times \text{高}}{2} = \frac{12 \times 30}{2} = 180$ 平方公厘

第二步 兩頭的面積 = $180 + 180 = 360$ 平方公厘

第三步 矩形部分的面積 = $\text{高} \times \text{寬} = 5 \times 265 = 1325$ 平方公厘

第四步 總面積 = 兩頭面積 + 矩形面積

$$= 360 + 1325 = 1685 \text{ 平方公厘}$$

$$= 16.85 \text{ 平方公分}$$

三、等邊三角形(如圖11)

1) 等邊三角形面積 = $\frac{\text{底} \times \text{高}}{2}$

2) 等邊三角形面積 = $\frac{\sqrt{3}}{4} \times \text{邊}^2 = 0.433 \times \text{邊}^2$

3) 等邊三角形的高 = $\frac{\sqrt{3}}{2} \times \text{邊} = 0.866 \times \text{邊}$

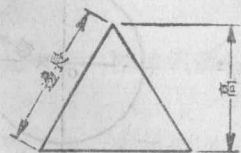


圖11 等邊三角形

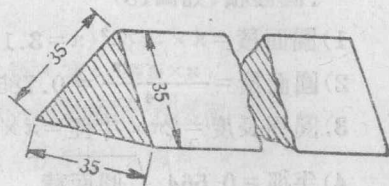


圖 12

例6 有一三角鋼(如圖12), 每邊的長都是 35 公厘, 問它的斷面積是多少平方公厘?

解 三角鋼面積 = $0.433 \times 35^2 = 0.433 \times 1225 = 530$ 平方公厘

四、不等邊三角形(如圖13)

不等邊三角形面積 = $\frac{\text{底} \times \text{高}}{2}$

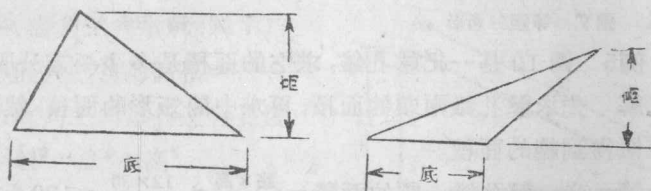


圖13 不等邊三角形

例7 有一不等邊三角形的鋅片, 要剪成如圖 14 的尺寸, 求它的面積?

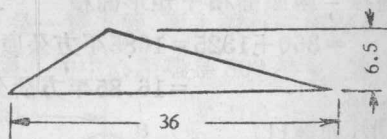


圖 14

解 面積 = $\frac{\text{底} \times \text{高}}{2} = \frac{36 \times 6.5}{2} = \frac{234}{2} = 117$ 平方公厘

3 圓的面積

一、圓面積(如圖15)

1) 圓面積 = $\pi \times \text{半徑}^2$ ($\pi = 3.1416$)

2) 圓面積 = $\frac{\pi \times \text{直徑}^2}{4} = 0.7854 \times \text{直徑}^2$

3) 圓周長度 = $2\pi \times \text{半徑} = \pi \times \text{直徑}$

4) 半徑 = $0.564 \sqrt{\text{圓面積}}$



圖 15

5) 直徑 = $1.128 \sqrt{\text{圓面積}}$

例8 有一直徑為 90 公厘的工件，在車床上切削，問工件轉一週後，車下來的鐵屑有多少長？轉了 500 轉之後，鐵屑有多少長？（如圖16）

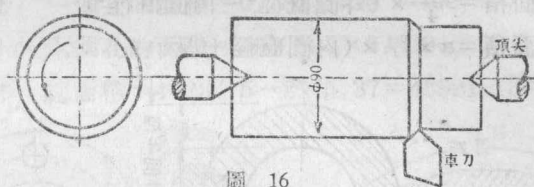


圖 16

解 圓周長度 = $\pi \times \text{直徑} = 3.1416 \times 90 = 282.75$ 公厘
 轉 500 轉之後，車下來鐵屑長度 = 282.75×500
 $= 141375$ 公厘
 $= 141.375$ 公尺

例9 有一鐵板長425公厘，寬35公厘。如果在板上沖去12個直徑為15公厘的圓孔，問這塊鐵板的面積是多少？（如圖17）

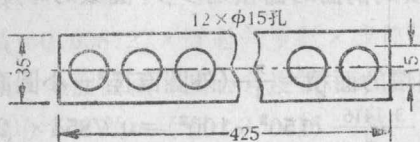


圖 17

解

第一步 整塊鐵板的面積 = 長 × 寬

$$= 425 \times 35 = 14875 \text{ 平方公厘}$$

第二步 十二個圓孔的面積 = $0.7854 \times \text{直徑}^2 \times 12$

$$= 0.7854 \times 15 \times 15 \times 12 = 2121.58 \text{ 平方公厘}$$

第三步 冲孔後的面積 = $14875 - 2121.58 = 12753.42$ 平方公厘

二、圓環面積(如圖18)

1) 圓環面積 = $\pi \times (\text{外圓半徑}^2 - \text{內圓半徑}^2)$

2) 圓環面積 = $\frac{\pi}{4} \times (\text{外圓直徑}^2 - \text{內圓直徑}^2)$

3) 圓環面積 = $\pi \times \text{厚} \times (\text{內圓直徑} + \text{厚})$

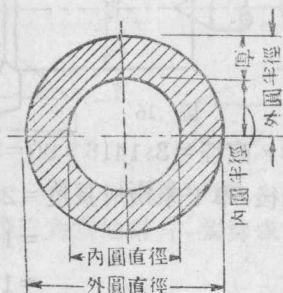


圖18 圓環

例10 用千分尺量得鑄鐵圓環的外徑是 150 公厘, 內徑是 100 公厘, 問這圓環橫向剖面的面積是多少? 圓環的厚度是多少公厘?

解

第一步 圓環的面積 = $\frac{\pi}{4} (\text{外圓直徑}^2 - \text{小圓直徑}^2)$
 $= \frac{3.1416}{4} (150^2 - 100^2) = 0.7854 \times (22500 - 10000)$
 $= 0.7854 \times 12500 = 98100$ 平方公厘

第二步 圓環厚度 = 外圓半徑 - 內圓半徑
 $= \frac{150}{2} - \frac{100}{2} = 75 - 50 = 25$ 公厘

例11 圖 19 是一隻法蘭盤, 外圓直徑是 250 公厘, 內圓直徑是 60 公厘, 在盤緣上鑽 6 個直徑 25 公厘的孔, 準備安裝時緊螺絲用, 問這盤底部的總面積是多少?

解

第一步 未鑽孔前面積 = $\frac{\pi}{4} \times (250^2 - 60^2)$
 $= \frac{3.1416}{4} \times (62500 - 3600) = 3.1416 \times 58900$
 $= 46236.5$ 平方公厘

第二步 一個孔的面積 = $0.7854 \times 25^2 = 490.895$ 平方公厘
 六個孔的面積 = $490.895 \times 6 = 2945.37$ 平方公厘

第三步 總面積 = $46236.5 - 2945.37 = 43291.13$ 平方公厘

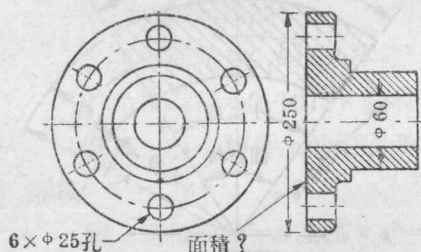


圖 19

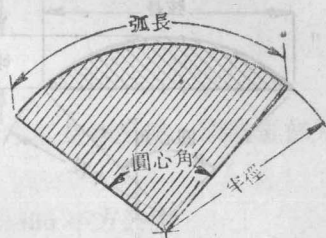


圖 20 扇形

三、扇形(如圖20)

1) 扇形面積 = $\frac{\text{弧長} \times \text{半徑}}{2}$

2) 扇形面積 = $0.008727 \times \text{圓心角度數} \times \text{半徑}^2$

3) 扇形面積 = $\text{全圓面積} \times \text{圓心角度數} \div 360$

4) 弧長 = $\text{圓心角度數} \times \text{半徑} \times 3.1416 \div 180$
 $= 0.001745 \times \text{半徑} \times \text{圓心角度數}$

例12 有一扇形, 它的弧長是 80 公厘, 半徑是 90 公厘, 求它的面積?

解 扇形面積 = $\frac{\text{弧長} \times \text{半徑}}{2} = \frac{80 \times 90}{2} = 3600$ 平方公厘

四、缺圓和缺圓環(如圖21)

1) 缺圓面積 = $\frac{\text{高}^3}{2 \times \text{弦長}} + \frac{2}{3} \times \text{弦長} \times \text{高}$

2) 缺圓環面積 = $0.01745 \times \text{角度} \times \text{平均半徑} \times \text{厚}$

例13 圖 22 是一缺圓環形木模，它的大半徑是 40 公厘，小半徑是 35 公厘，角度是 75° ，求它的面積。

解 缺圓環厚度 = $40 - 35 = 5$ 公厘

平均半徑 = $\frac{5}{2} + 35 = 37.5$ 公厘

面積 = $0.01745 \times 75 \times 37.5 \times 5 = 245.3$ 平方公厘

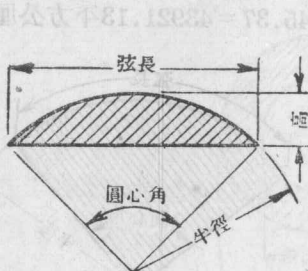


圖21 缺圓

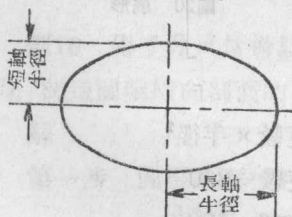
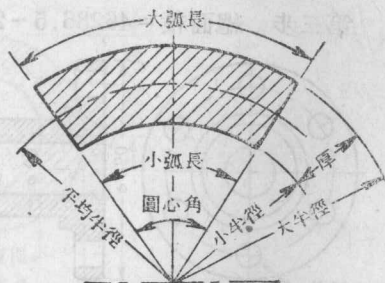


圖23 橢圓

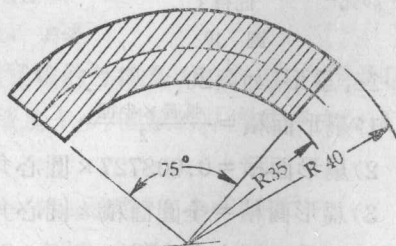


圖22 缺圓環

五、橢圓 (如圖23)

橢圓面積 = $\pi \times \text{長軸半徑} \times \text{短軸半徑}$

例14 在一機件上開一個橢圓形孔 (如圖24)，問這形的面積是多少？

解 面積 = $3.1416 \times (\frac{74}{2}) \times (\frac{56}{2})$

= $3.1416 \times 37 \times 28 = 3.1416 \times 1036$

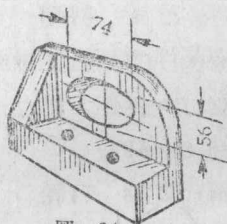


圖 24

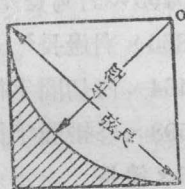


圖25 角椽

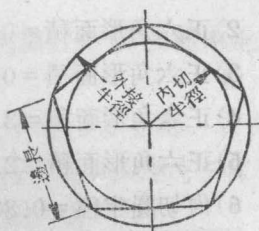


圖26 正五角形

$$= 3244.697 \text{ 平方公厘}$$

六、角椽(如圖25)

1) 角椽面積 $= 0.215 \times \text{半徑}^2$

2) 角椽面積 $= 0.1075 \times \text{弦長}^2$

例15 有一鑄件上的內圓角的半徑是4公厘，求陰影部分的面積？

解 角椽面積 $= 0.215 \times 4^2 = 2.456 \text{ 平方公厘}$

4 多角形的面積

一、正五角形(如圖26)

1) 正五角形面積 $= 1.72 \times \text{邊長}^2$

2) 正五角形面積 $= 3.633 \times \text{內切圓半徑}^2$

3) 正五角形面積 $= 2.378 \times \text{外接圓半徑}^2$

4) 兩隣邊所夾的角 $= \frac{180 \times (\text{正多邊形的邊數} - 2)}{\text{正多邊形的邊數}}$

5) 內切圓半徑 $= 0.688 \times \text{邊長}$

6) 外接圓半徑 $= 0.851 \times \text{邊長}$

7) 邊長 $= 1.176 \times \text{外接圓半徑}$

8) 邊長 $= 1.453 \times \text{內切圓半徑}$

二、正六角形(如圖27)

1) 正六角形面積 $= 2.5981 \times \text{邊長}^2$