工學小叢書

# 機構學

馮雄 著

中華民國二十三年一月初版
中華民國二十四年四月四版
(64474)
工學小叢書 機構學一册
每册定價大洋捌角
外埠酌加運費匯費
著作者 馮雄
發行人 王雲五 上海河南路
印刷所 商務印書館 上海河南路
發行所 商務印書館 上海及各埠
(本書校對者侯紹綸)

# 目錄

# 機構學

## 第一章　運動及速度

### 第一節　運動

機構學所研究者，爲機械之設計及構造。

何謂機械？機械者，由若干有抵抗性之物體組成，藉此以使自然界之機械力發生某種效果，即有所作爲，且伴以某種有定之運動者也。易詞以明之，則機械者乃由若干固定及活動之部分合成，置此於力源與所作之功之間，以使力作功者也。

**機械之設計** 作機械設計時，所當注意研究者，有下述不同之三事。

第一項：作成機械之大體構造圖，初不必顧及其各部分構造之詳細比例。此爲骨骼圖。由此全憑幾何學，常可精密決定各活動部分之變位，速度，及加速度。

第二項：施於各部分之力，必須決定。然後決定各部分應有之適當形式及其尺度，俾能承受此種之力。

第三項：既作成機械設計，則各活動部分之動力效果可以精密決定。

第一項屬於所謂機械動理學。第二項屬於所謂機械設計學。第三項屬於所謂機械動力學。

本書所述者，僅限於第一項關於機械部分運動之研究，與夫如何支持機械部分及約束機械部分之法，而不涉及其强度。此卽所謂機構學本論，或機械幾何學也。

因機構學乃研究相對運動者，故當先之以各種運動之研究。

**運動** 運動者，位置之變化也。欲辨別某物體位置之變化，須以其他靜止物體之位置爲根據，或以視爲靜止物體之位置爲根據，或以運動情形業已明曉之物體爲根據，或以運動情形視爲

明曉之物體爲根據。是故運動者，乃全屬相對之事也。

二物體可以相對靜止，而與第三物體有相對運動。舉例言之，則有如同一輪軸上安裝二車輪，當其旋轉時，相對靜止，但對於軌道，則爲運動，是也。

凡關於機械之問題，其各部分之運動，常以機械之架爲根據。然有時亦不如此，而以將機械之某一部分，與別一活動部分，比較其運動，較爲便利，例如在印刷機上，以捲筒之旋轉次數，與割紙刀之每一旋轉相比較，是也。

**運動之式樣**　欲使運動在機械構造上爲有用，則運動須完全受節制。機械上所用之運動，多屬平面運動，螺旋運動，及球面運動三種式樣中之一種，或溯其根源，亦不出於三式之一者也。

**平面運動**　平面運動，爲最普通之運動，亦爲最簡單之運動。欲得平面運動，則在此物體一平剖面上之一切諸點，必保持在此平面上，而其在此平剖面以外之一切諸點，必在諸平行平面上運動。

在第一圖中，如一立方體之下面 abad 與平坦桌面接觸，則此立方體下面之一切諸點，在

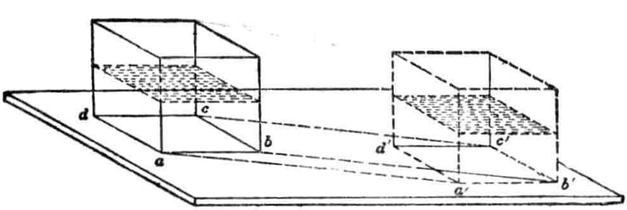
一平面上運動，而在其他平剖面上之相似一切諸點，則在諸平行平面上，運動不問此立方體在桌面上自一位置至別一位置所行之路為何，情形均屬如此。

是故當一物體作平面運動時，如知其中二點之運動，則此物體中其他諸點之運動，亦可知也。

平面運動常為旋轉或移動，或溯其根源，亦可知為由旋轉及移動二者相合兩成者也。

**旋轉**　在旋轉之運動中，物體中一切諸點在圓周上運動，易言之，即其對於旋轉軸線之距離為固定者，如傳力軸，滑輪，飛輪等皆作旋轉之運動者也。

**移動**　移動可分為二類，即直線移動及曲線移動是也。物體作直線移動時，其一切諸點在直線上運動，如鏇機之刀架，發動機之活塞，




第一圖

或鑽機之刀軸是也。

鐵路機車主動輪之曲拐軸乃作曲線移動物體之一例。曲拐軸繞輪心而旋轉，同時又沿軌道而運動也。

**螺旋運動** 一點在運動時，如其對於一軸線之距離爲固定不變，而其沿此軸線進行，又爲速度整齊之運動，則此點所行之線路爲螺旋線，而在此種線上進行之點，是爲作螺旋運動也。最爲習見之螺旋運動之例，殆爲將螺旋釘旋轉入螺旋帽。螺旋釘中一切諸點，除在軸線中者以外，咸作螺旋運動。螺旋運動之兩極限，俱爲平面運動，卽如螺旋之絲距爲零，則得旋轉，如絲距爲無窮，則得移動也。

**球面運動** 當一物體運動時，其所有諸點，對於一運動中心點，保持固定不變之距離，而此諸點却非在一平面上者，其運動名曰球面運動。

**線路** 一點自此一位置移至別一位置時，所循行之線，名曰此點之線路。線路可有任何一種式樣。就繞一傳力軸而旋轉之滑輪言之，其任何一點所行之線路爲一圓周。但線路不必爲繼續

者，如來復槍彈之線路，是其例也。

大概物體之運動，可以其中不在一直線上之三點之線路定之。如其運動爲平面運動，則用兩點已足。如其運動爲直線運動，則用一點已足也。

## 第二節　速度

**速度**　欲完全决定運動物體之位置，除須知其線路與其方向外，尚須知其別一事項，卽其速度是也。

上文所研究者，尚未涉及物體完成其某一定運動所需之時間。今當進而討論此事。

速度係以物體所經之空間與其經過此空間所需時間二者之關係計量之。速度以數目表示，則爲在一單位之時間中，其所經過之距離之單位數目，例如每小時若干英里，每分鐘時若干英尺每秒鐘時若干英寸等是。速度卽一點在空間中運動之時率也。

**線速度**　當物體之運動係以其線路中之一點爲比較之根據時，其速度係以線量表示之，

而稱曰線速度，其符號可用V。

如物體在相等之時間單位中經過相等之空間，卽距離與時間成正比例者，則此速度爲整齊速度。

設V爲速度，S爲物體經過之總距離，而T爲經過之時間。

如知物體運動經過之距離，又知其經過此距離所需時間，則得速度 $V=S\div T$。舉例以明之設有物體，依整齊速度運動，經過之距離爲五〇英尺，所需時間爲五分鐘，則其速度爲每分鐘 $50\div5=10$ 英尺。

如知物體之速度及其運動所需時間，則其經過之距離爲 $S=V\times T$。如知物體經過之距離及速度，則其所需時間爲 $T=S\div V$。

**變線速度**　物體運動時速度增加或降低者，其速度稱爲變線速度。此種速度之値非定量，但當計算其在線路上任何一點之速度時，則假定其在此點上一瞬時之速度爲定量。舉例以明之，設有鐵路上列車，初本靜止，開車後速度逐漸增加，以至每小時六〇英里。當列車開駛離起點一英

里時，其速度爲每小時一五英里。此卽謂如列車之速度以後不改變，則其在下一小時中當行一五英里也。

**角速度**

點之角速度，義如下述，卽如作一線，聯此點於其線路外之一點，卽據以定角速度之點，則此線在單位時間中所掃過之角之空間單位數，乃此點之角速度也。其符號可用V。

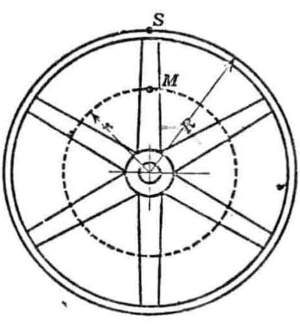
角之空間以圓量計之，卽圓弧與其半徑之比率。

角之單位爲半徑角，卽弧之長度等於半徑 r 之角。

是故在一圓周上有 $2\pi r \div r = 2\pi = 6.2832$ 半徑角。半徑角以度數計之，則爲 $360^{\circ} \div 6.2832 = 57.29^{\circ}$

在工程上，依照習慣，角速度常以每單位時間之旋轉數計之。

是以如在第二圖中，S點每單位時間之旋轉數爲n，則其角速度爲每單位時間 $V^{\circ} = 2\pi n$ 半徑角。此卽連接S點與滑輪中心點之線在一單位時間中所掃過之角也。




第二圖

滑輪上一切諸點之角速度相同，以其在一單位時間中俱經過同大之角故也。

**同一物體中一切諸點之線速度**　同一物體中一切諸點之線速度與其對於此物體旋轉中心點之距離，成正比例。

在第二圖中，滑輪上一切諸點半徑相同者，其線速度相同，但半徑愈大，則其線速度愈大，是以如滑輪上M點之半徑爲r，則 $V_M=2\pi rn$ 而 $V_S=2\pi Rn$。故 $V_S:V_M=2\pi Rn:2\pi rn$ 卽

$$\frac{V_S}{V_M}=\frac{2\pi Rn}{2\pi rn}=\frac{R}{r}$$

**線速度與角速度之關係**　在旋轉物體中一點之角速度爲每單位時間 $2\pi n$ 半徑角，而在此物體中一點之線速度爲 $2\pi rn$，易言之，卽角速度與此物體中具有單位半徑之點之線速度相等。

是以角速度等於以半徑除線速度所得之商，卽 $V^0=V\div r^0$ 此角速度係以半徑角計算，如以 $2\pi$ 除之，則得旋轉數。

此種關係，常時利用之，學者應牢記。不在同一物體中之兩點，其線速度相同，但其對於旋轉中心點之半徑距離不同者，其角速度與其半徑成反比例。

在第三圖中，設P為A輪上一點，S為B輪上一點，R為P對於其旋轉中心點之半徑距離，而r為S對於其旋轉中心點之半徑距離。

設 $V^{-}P = V^{-}S$

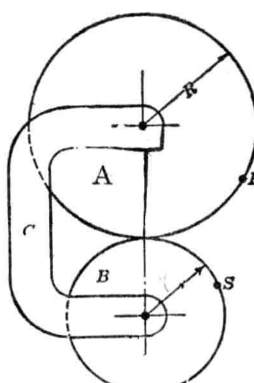
$$V^{0}A = \frac{V^{-}P}{R}\ ;\quad V^{0}B = \frac{V^{-}S}{r}$$

則

$$V^{0}A : V^{0}B = \frac{V^{-}P}{R} : \frac{V^{-}S}{r}$$

即

$$\frac{V^{0}A}{V^{0}B} = \frac{\frac{V^{-}P}{R}}{\frac{V^{-}S}{r}}$$




第三圖