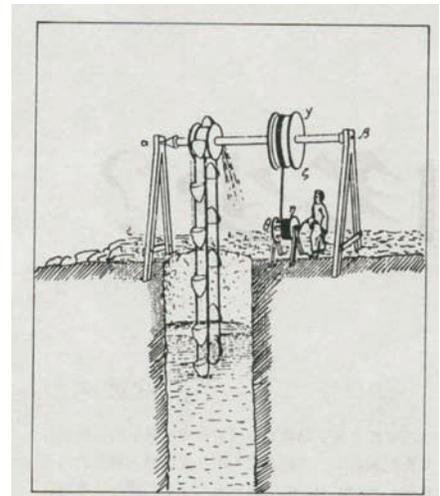
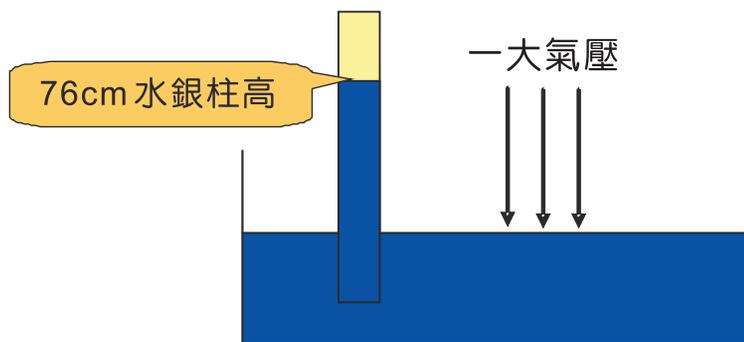


## ■ 什麼是泵？泵有那些分類？泵的使用範圍如何？

- 答：通常把用來抽吸、輸送液體和使液體增加壓力的機器統稱為泵。從能量觀點來說，泵是一種轉換能量的機器。它把原動機的機械能轉化為被輸送液體的能量，使液體的流速和壓力增加。以前，泵只用來輸送常溫清水，所以常稱為水泵。現在，泵除了可以輸送各種常溫液體外，還可以輸送溫度高達 $800^{\circ}\text{C}$ 的液體和液態金屬；也可以輸送溫度為零下 $200^{\circ}\text{C}$ 左右的液態氧、液態氫等低溫液體；大通道或單通道的葉輪泵還可以輸送帶有固體顆粒的液體(固體顆粒直徑可以大至幾百毫米)，如煤、礦石、魚、甜菜等；帶切碎刀刃葉輪的離心泵還可在輸送液體的過程中把塑料袋、尼龍繩、衛生巾等長纖維物體撕裂、切碎、形成良好的無堵塞輸送。



## ■ 不能沒有的二種能力

泵浦必須具有二種不可或缺的能力，那就是吸取與揚升的能力。為了發揮此二種能力的最大限於其不同的需要，人類製造出了種類繁多的泵浦，並為各方面廣泛地運用中。

### 一、吸取(Suction)

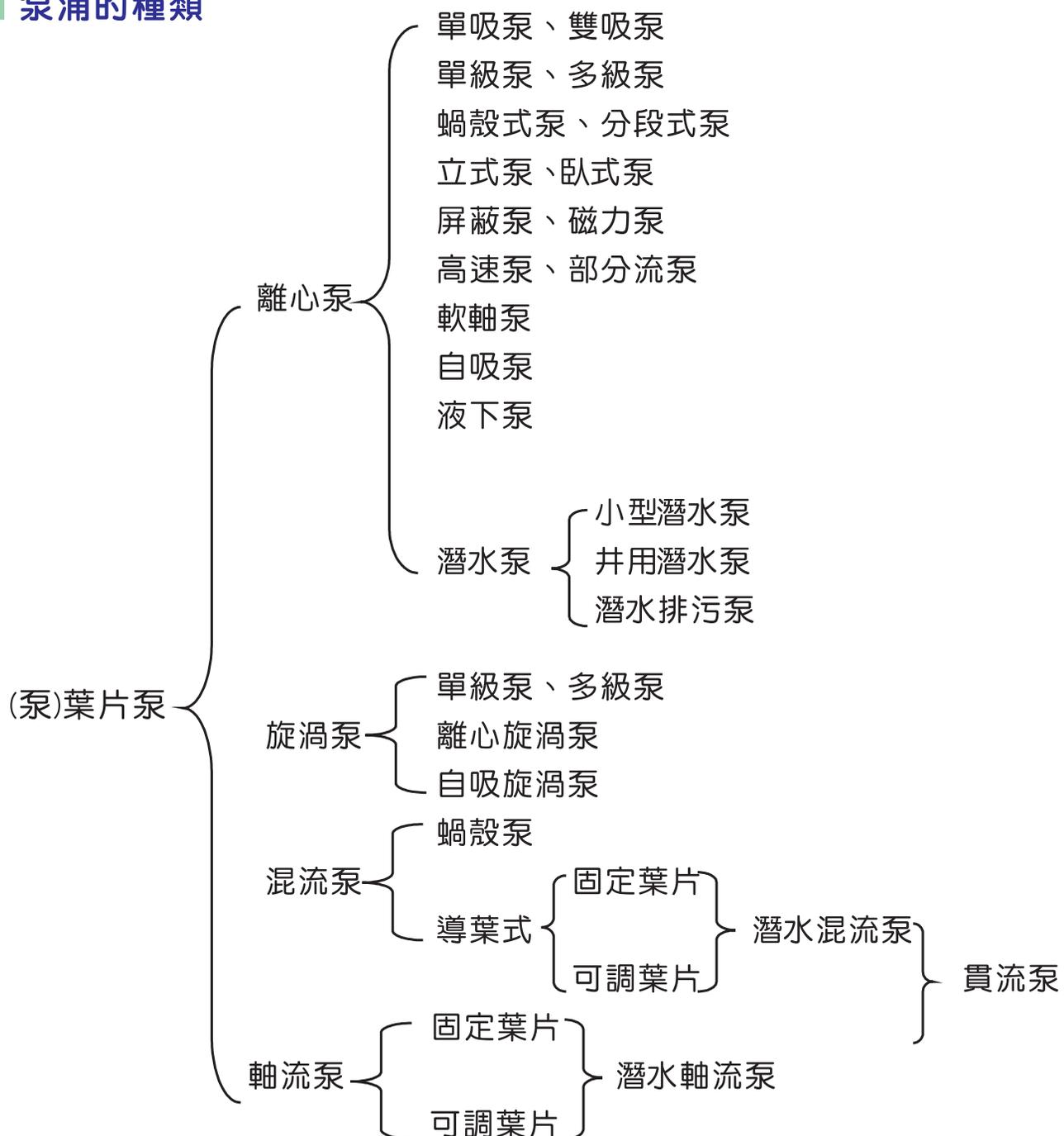
當以吸管吸飲杯中的汽水時，你曾想過為什麼冰涼的汽水會進入口中嗎？這就是泵浦的第一個功能，吸取(Suction)的原理。地球上的任何物體都承受著大氣的壓力，這一事實相信早已為眾所熟知。通常我們稱此壓力為一個氣壓。請回想一下高中時的所學，現在讓我們試把一端密閉的玻璃管放入水銀中，然後把密比的一端垂直倒立起來，此時水銀將在玻璃管中升起76cm高。這是因為水銀的表面，有大氣的壓力壓著的緣故。水銀的重量是水的13.6倍(亦即：水銀的比重為13.6)，如果以水代之做上項實驗，水會上升多高呢？ $76\text{cm} \times 13.6 = 1,033\text{cm} = 10\text{m}33\text{cm}$ 即約可上升10m高了。

## 二、揚升

以上所談及的是泵浦的二種能力中之一的關於吸取方面之事，另一需具備的是，如何把吸上來的水量揚升上去的能力。要把水揚升到五層樓上去的工作，是件相當大的工作，也就是說我們要把這件工作交給泵浦去做。您曾想過兒童玩的水槍，是靠著什麼力量把水噴射出去的嗎？泵浦就是用種種方法加壓於液體，使之能在管件中流動起來。由於方法的不同，構造亦隨之而異，泵浦的種類因而很多。詳情將述於後這裡要請您注意-揚升的能力與吸取的能力不同，只要在方法上刻意加以改進，可以提升到更高更高 ---- 這一事實。換句話說，我們可以有揚升至100m甚至200m高的泵浦。

(資料來源：泵浦入門-正言出版社)

## ■ 泵浦的種類



## 常見泵浦的種類



單段端吸式離心泵



雙吸式離心泵



多段式離心泵



沉水式污廢水泵



同軸離心泵



同軸多段離心泵



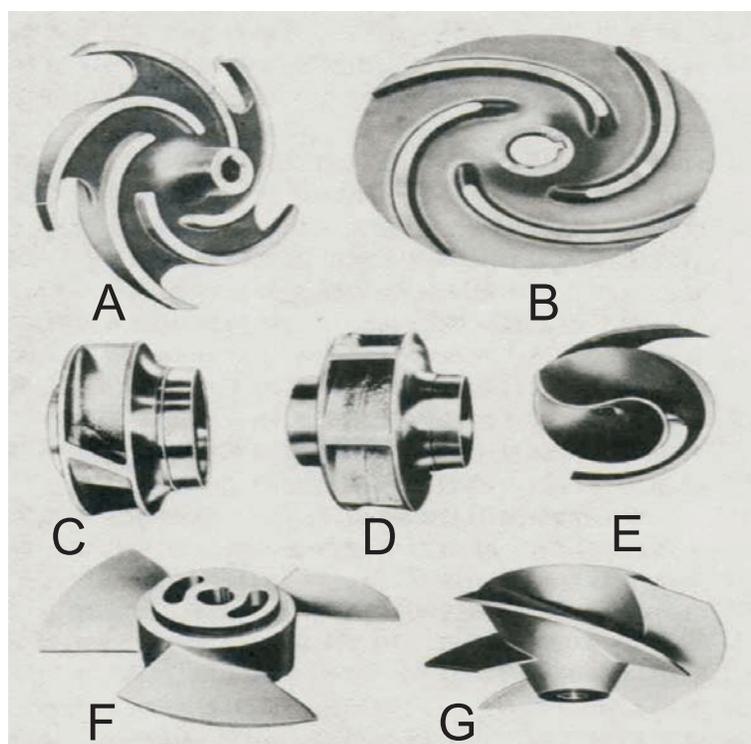
直立式多段式離心泵



沉水式揚水/深井泵

## 常見泵葉輪的種類

1. 半開放式 (A.B)
2. 全密閉式 (C)
3. 雙吸式 (D)
4. 全開式 (E.F.G)

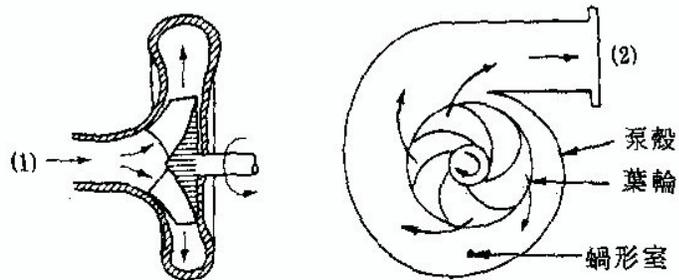


## 離心泵浦操作原理

在雨中轉動雨傘時，水會從旋轉中的雨傘獲得能量而由中心部份往圓周擴散，沿著傘尖端向外飛散開來，就是離心力。

將離心泵內水注滿後啟動馬達，帶動泵軸運轉使葉輪跟著高速旋轉，於是水就藉著離心力向外跑，沿著渦流室向出口流出，於是葉輪中心部位的水向外移出後，壓力將下降至接近真空，接著吸水管的水因為大氣壓力就會向進入吸水口向葉輪中心部位流入，所以如果吸水端一直有水灌注泵內，就形成連續的吸取與揚升，這就是離心泵浦的運作原理。

(資料來源：泵浦入門-正言出版社)



## 離心泵浦的基本構造

- 1 葉輪: 是離心泵的核心部份，它轉速高出力大，葉輪上的葉片又起到主要作用，前要通過靜平衡試驗，外表要求光滑以減少水流摩擦損失。
- 2 泵體: 也稱泵殼，是水泵的主體，產生揚水的空間並有支撐固定的作用，與安裝軸承的托架相連結。
- 3 泵軸心: 作用是藉由聯軸器和電動機相連結，將電動機的轉矩傳給葉輪的重要部件。
- 4 軸承: 是套在軸心上支撐軸心的元件，有滾動與滑動兩種，在水泵運行過程中軸承在 85 度，一般保持在 60 度左右。
- 5 口環，葉輪進口與泵殼間的間隙過大會造成內高壓區的水由此間隙流向低壓區，影響泵出水量且效率降低，間隙過小容易產生摩擦，為了增加阻力減少內漏，延緩葉輪和泵殼使用壽命，在泵殼內緣和葉輪外援結合處有密封環，間隙保持在 0.25~1.1mm 之間為宜。
- 6 機械軸封: 防止液體由軸心洩漏
- 7 端吸式: 水源入口為軸心頂端方向，並與軸心向平行。
- 8 油封: 防止液體從軸承縫隙洩漏所做為必要密封措施。



## ■ 泵浦的性能參數

水泵性能的主要參數有六個：流量、揚程、功率、效率、轉速和允許吸上真空高度（或必需汽蝕餘量）。這些參數之間互為關聯，當其中某一參數發生變化時，其他工作參數也會發生相應的變化，但變化的規律取決於水泵葉輪的結構型式和特性

### 1、流量 (flowrate, capacity, discharge)

水泵的流量是指單位時間內流出泵出口斷面的液體體積，稱為體積流量 (volume capacity) 體積流量用符號 $Q$ 表示。體積流量常用的單位為升每秒 (L/s)、立方米每秒 ( $m^3/s$ ) 或立方米每小時 ( $m^3/h$ )。

### 2、揚程，用符號 $H$ 表示，是指被輸送的單位重量液體流經水泵後所

獲得的能量增值，即水泵實際傳給單位重量液體的總能量，其單位為 $m$  ( $N \cdot m / N = m$ )。因此，由水泵揚程的定義，揚程也可表示為水泵進、出口斷面的單位能量差。

### 3、功率 (power)

功率是指水泵在單位時間內對液流所做功的大小，單位是瓦 (W) 或千瓦 (kW)。

水泵的功率包含軸功率、有效功率、動力機配套功率、水功率和泵內損失功率等四種。

### 4、效率 (efficiency) $\eta$

水泵傳遞能量的有效程度稱為效率。水泵的輸入功率（即軸功率 $P$ ），由於機械損失、水力損失和容積損失，不可能全部傳遞給液體，液體經過水泵只能獲得有效功率 $P_e$ 。效率是用來反映泵內損失功率的大小及衡量軸功率 $P$ 的有效利用程度的參數，即有效功率 $P_e$ 與軸功率 $P$ 之比的百分數：

### 5、轉速 (pump speed) $n$

轉速是指水泵軸或葉輪每分鐘旋轉的次數。通常用符號 $n$ 表示，單位為轉每分 (r/min)。

水泵的轉速與其它的性能參數有著密切的關係，一定的轉速，產生一定的流量、揚程，並對應一定的軸功率，當轉速改變時，將引起其他性能參數發生相應的變化。水泵是按一定轉速設計的，因此配套的動力機除功率應滿足水泵運行的工況要求外，在轉速上也應與水泵轉速相一致。

### 6、允許吸上真空高度 (HS) 或必需汽蝕餘量 $\Delta h_r$

允許吸上真空高度 (permitted suction vacuum lift) 和必需汽蝕餘量 (net positive suction head required) 是表徵水泵在標準狀態下的汽蝕性能（吸入性能）的參數。

## ■ 何謂汽蝕(CAVITATION)現象

(資料參考-工業技術研究院 機械與系統研究所)

所謂汽蝕(Cavitation),有人又將它稱作為空蝕或者是孔蝕,這是泵浦再使用上時常會遇到的一種現象。說到泵浦之所以會發生汽蝕的原因,主要是泵浦在運轉輸送液體的過程中,當泵浦內部的流場有某處的壓力低於該液體在當時溫度下所具有的飽和蒸汽壓時,此時所輸送的液體將會在該處產生局部汽化(沸騰)的現象進而形成蒸汽泡,此形成的蒸汽泡,在液體中像是一個個的空洞,隨著液體的流動,蒸汽泡也就被帶離此低壓處。當蒸汽泡在離開低壓處後,由於受到周邊壓力迅速上升的影響(高於液體的飽和蒸汽壓),此時蒸汽泡會被急劇的壓縮而破滅。當蒸汽泡在破滅的瞬間,蒸汽泡邊緣的液體為填補空缺會突然衝入原由蒸汽泡所產生的空洞內,此時液體因而會被迫切間加速。而就在這瞬間衝入的過程中,液體會激烈的撞擊(此壓力波可能高達數千至104atm)該破滅處的泵浦組件表面,例如像泵殼、葉輪上的葉片等等,由於蒸汽泡的生成與破滅兩者均各自在泵浦內部的某處陸陸續續的進行,因此在蒸汽泡破滅處的泵浦組件表面將會連續遭受高壓力波的撞擊(此現象稱之為局部水錘效應),而針對此種撞擊現象,就如同有無數支的小尖錐以極高的頻率持續的點擊泵浦的組件表面,在長期遭受這樣的點擊下,將會在泵浦的組件表面引發疲勞性的破壞,進而讓這些組件表面發生粒狀形的脫落,最後導致泵浦組件的損壞。

1. 泵浦在使用時之所以會引發汽蝕,主要是因為以下幾項因素:

- (1) 泵浦在選用時未充分考量大氣壓力、溫度和液體飽和蒸汽壓力等的變化。
- (2) 入口水池或吸入管路設計不合理,例如像吸入高度太高彎管閘件太多、使用泵浦之入口閘門來調節流量...等,造成吸入管路的管損過大,導致NPSHA值變小。
- (3) 泵浦在選型時未詳加考量與吸入管路間的匹配關係,亦即未詳加考量到吸入管路的NPSHA值與泵浦的NPSHR值(一般當吸入管路的NPSHA值小、則此時就需挑選NPSHR值較小的泵浦)。
- (4) 泵浦的運轉轉速高於所規定的轉速值,由於泵浦的NPSHR值約略與泵浦轉速的平方成正比,因此一旦太高很容易會讓NPSHR值大於NPSHA值。

2. 一旦當泵浦發生汽蝕現象時，對於泵浦的本體及性能上會帶來以下的影響：

(1) 產生振動與噪音：

當泵浦發生汽蝕現象時，泵浦內部的組件表面，由於持續遭受到壓力波的撞擊，因此會讓泵浦機組產生振動的現象，若此時其撞擊的頻率又與機組之自然頻率相同時，則還會引發汽蝕共振現象而產生噪音，此噪音為一種高頻率的噪音，頻率範圍約在1k ~ 2k Hz之間。一般泵浦的規格越大，所產生的振動與噪音則將會更加明顯。



(2) 造成泵浦性能下降：

當泵浦內部的汽蝕現象嚴重時，由於汽化所產生的蒸氣泡會縮小及堵塞流道的有效斷面積，此時泵浦的性能曲線將會產生急速惡化的現象。

(3) 造成泵浦組件的破壞：

由於持續遭受壓力波撞擊的影響，將會在泵浦的組件表面引發疲勞性的破壞(如圖所示發生孔蝕)，這種破壞不僅會影響到泵浦的性能，而且還將會大大的縮短泵浦組件的使用壽命。

## 何謂有效淨正吸水頭NPSHA與所需淨正吸水頭NPSHR

1. 有效淨正吸水頭NPSHA( Net Positive Suction Head Available)

所謂有效淨正吸水頭，主要是當泵浦實際安裝在系統管路進行運轉時，於吸入口處所生成的實際有效的淨正吸水頭之值；簡單的說就是在泵浦的吸入口處，液體所具有的壓力在扣除液體本身在該溫度下的飽和蒸汽壓力後，所具有的多餘能量。此值的大小是與吸水管路系統的佈置及液體的性質有關，至於與泵浦本體設計部分則就毫無關聯。

$$\text{NPSHA} = \text{吸入液面之大氣壓力} - \text{吸上高度之壓力(或} + \text{倒灌高度之壓力)} - \text{額定流量下吸入管路損失} - \text{液體在當時溫度下之飽和蒸汽壓力}$$

2. 所需淨正吸水頭NPSHR( Net Positive Suction Head Required)

所謂所需淨正吸水頭，主要是指為抑制(或防止)汽蝕的發生，泵浦本體所應具有之淨正吸水頭的最低限值。此值的大小是與泵浦的結構設計有關，而與吸水管路系統的佈置無關，因此此數值可由泵浦的製造商處取得。其泵浦的NPSHR值要小於吸入管路的NPSHA值，如此才不會發生汽蝕的現象。

## ■ 泵浦的計算

一、泵浦的效率

$$P: \text{水馬力} = (0.000163 * Q * H) / 0.746 \text{ (HP)}$$

$$(1\text{HP} = 0.746 \text{ KW})$$

$\eta$  : 幫浦效率(%)

$\gamma$  : 液體密度(20°C水密度:0.98kg / L : 一般取 1 )

Q : 出水量 (L / min )

H : 總揚程 = (10.33/760) \* 真空計 + 壓力計 \* 10 + 水位差(m)

L : (軸動力)出力 = ( V x A x COS  $\theta$  x 1.732 x 馬達效率 / 1000 ) / 0.746 (HP)

馬達效率 : 0.85~0.95 (依照馬力不同而有變化)

COS  $\theta$  : 0.85~0.99 (依台電規則取0.85以上)

$$\text{泵效率 } \eta = (P/L) * 100\%$$

二、揚程水量換算馬力

$$L \text{ 軸動力} = 0.000163 * Q * H / \eta \text{ (泵效率)}$$

$$\text{所需選用馬力} = L * (1/0.9) \text{ (KW)}$$

0.9 : 為馬達效率0.85~0.95取大約值0.9

● 泵效率可以按照下表核對

出水量 m <sup>3</sup> /min	0.08	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0
A效率%	32.0	37.0	44.0	48.0	53.5	57.0	59.0	60.5	63.5	65.5	68.5	70.5	73.0	74.0
B效率%	26.3	30.3	36.2	39.4	43.9	46.7	48.4	49.6	52.1	53.7	56.2	57.8	60.0	60.7

## ■ 泵浦的選用

1. 確認泵浦的功能與用途 :

泵浦所具有的用途範圍可說是相當廣泛，舉凡像一般的排水與取水、增壓、給水、循環、空調、油壓等等，可以說只要是與液體有關的輸送場合，全都需仰賴泵浦的運作才能來進行。而不同型式種類的泵浦，究因其設計(如葉輪)與結構(如泵殼)上的不同，各有其最適切或專屬的用途與應用場合，例如像一般離心泵浦適合用在灌溉與排水等場合、污水泵浦適合使用在污水處理的各項作業、耐腐蝕離心泵浦適合使用在化工製程中、齒輪泵浦適合使用在飲料與乳品等需定量的製程作業。所以依照各類使用場合所需的功能與用途上的不同，對於所應挑選泵浦的種類類型也就會有所差異。因此在進行泵浦選型與規格選取前，首先就要先對其於未來所要具功能與用途進行了解。

## 2. 確認輸送液體特性

當我們在確認泵浦的功能與用途的同時，對於所即將輸送的液體特性，也要一併先進行了解，因依照使用場合與用途上的不同，泵浦所需輸送的液體並不是單純的只有一般純水而已，它還有可能是其他的液體例如像化學藥劑、油品、含雜質污染物的廢水等。

## 3. 詳細估算系統製程所需的流量(Q)

泵浦的用途，除了一般像用來作為最基本的排水功能外，幾乎大部分所用的泵浦，都是用來提供水或者是其他液體給系統上的設備進行製程上所使用。而不管是用來作為排水，或者是提供給系統上的設備來進行製程使用，在規劃整個泵浦系統時，都應對其系統各設備所需要液體的流量進行詳細評估，最後再透過這些評估資料，我們再來決定所欲選擇的泵浦它的總流量大小。

## ■ 泵浦水量的需求-日常用水水量的選用

### ● 建築類別用水量推估計算基準

建築類別	規模類型	單位面積用水量 Wf(公升/m <sup>2</sup> ·日)	全棟建築總用水量 Wt(公升/日)
辦公類 (註1)	一般專用	7	$Wt = Wf(註2) \times Af$ 其中： Af 為停車場、機械室、倉庫及梯廳、電梯、樓梯等服務空間除外之居室總樓地板面積 (m <sup>2</sup> )。
	複合使用	9	
百貨商場類	有美食街設施	20	
	無美食街設施	10	
旅館類	都市商務旅館	15	
	一般複合型旅館	20	
	中大型休閒旅館	25	
醫院類	地方診所、療養院	15	
	綜合醫院	21	
	教學大型醫院	24	
學校建築	行政及教學大樓	10	
	其他	比照其他類	
宿舍類	----	10	
住宅類	----	----	$Wt = 250 \text{ 公升} / (\text{人} \cdot \text{日}) \times 4.0 (\text{人}/\text{戶}) \times Nf$ ，其中，Nf：住宅總戶數(戶)，亦即統一以每戶四人計算用水量。
其他類	----	----	根據建築實際用水量需求計算之。

註1. 辦公類建築物中有咖啡廳、廚房或容許範圍之其他使用時則屬複合使用類型。  
 註2. 單位面積用水量 Wf 主要參考日本空氣調和、衛生工學便覽第12版(1995.03)，以及工研院節水服務團之部分調查資料(2002.02)補充修正而成。