

泵浦的汽蝕現象

簡煥然

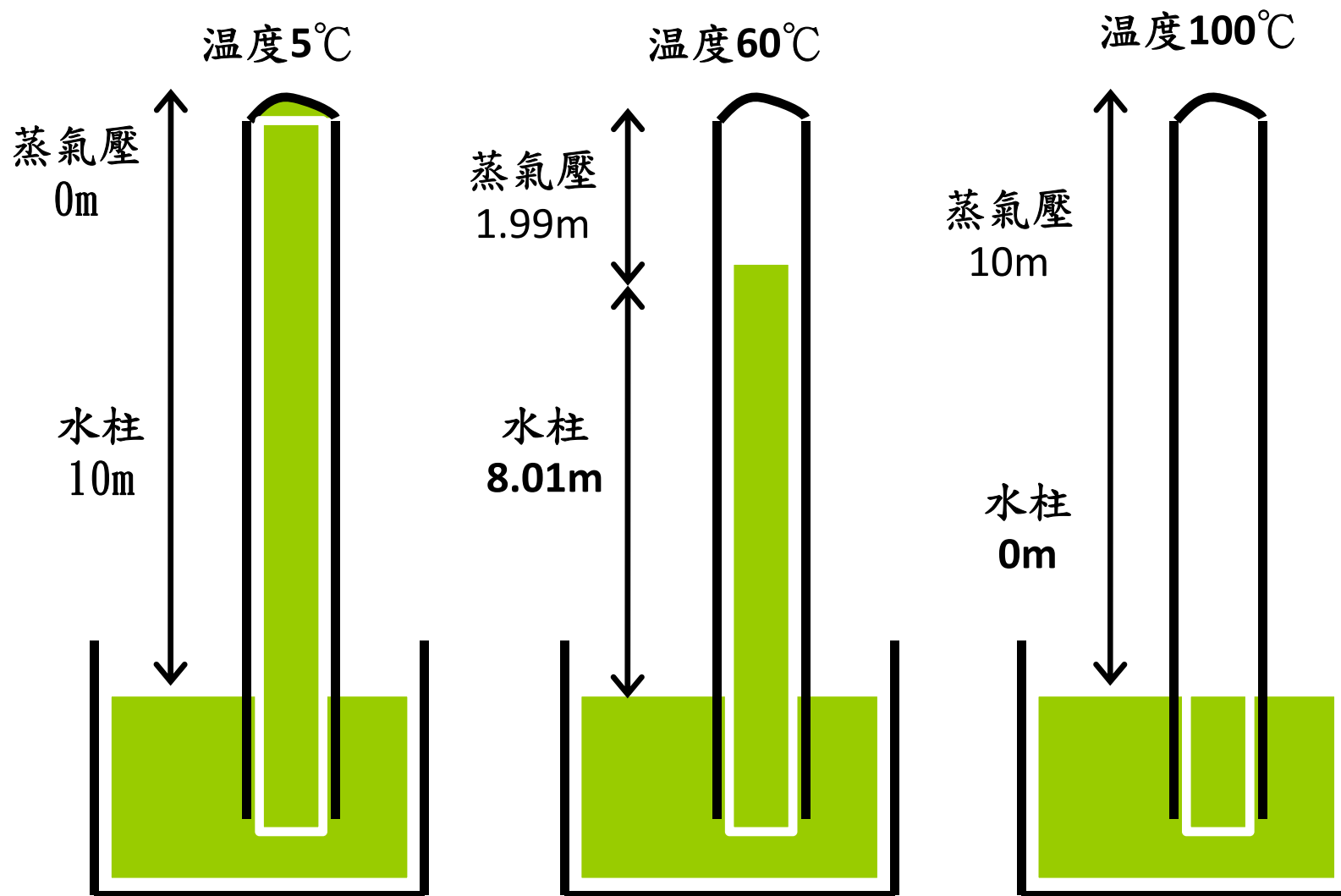
煜然有限公司

水在不同溫度下的飽和蒸汽壓

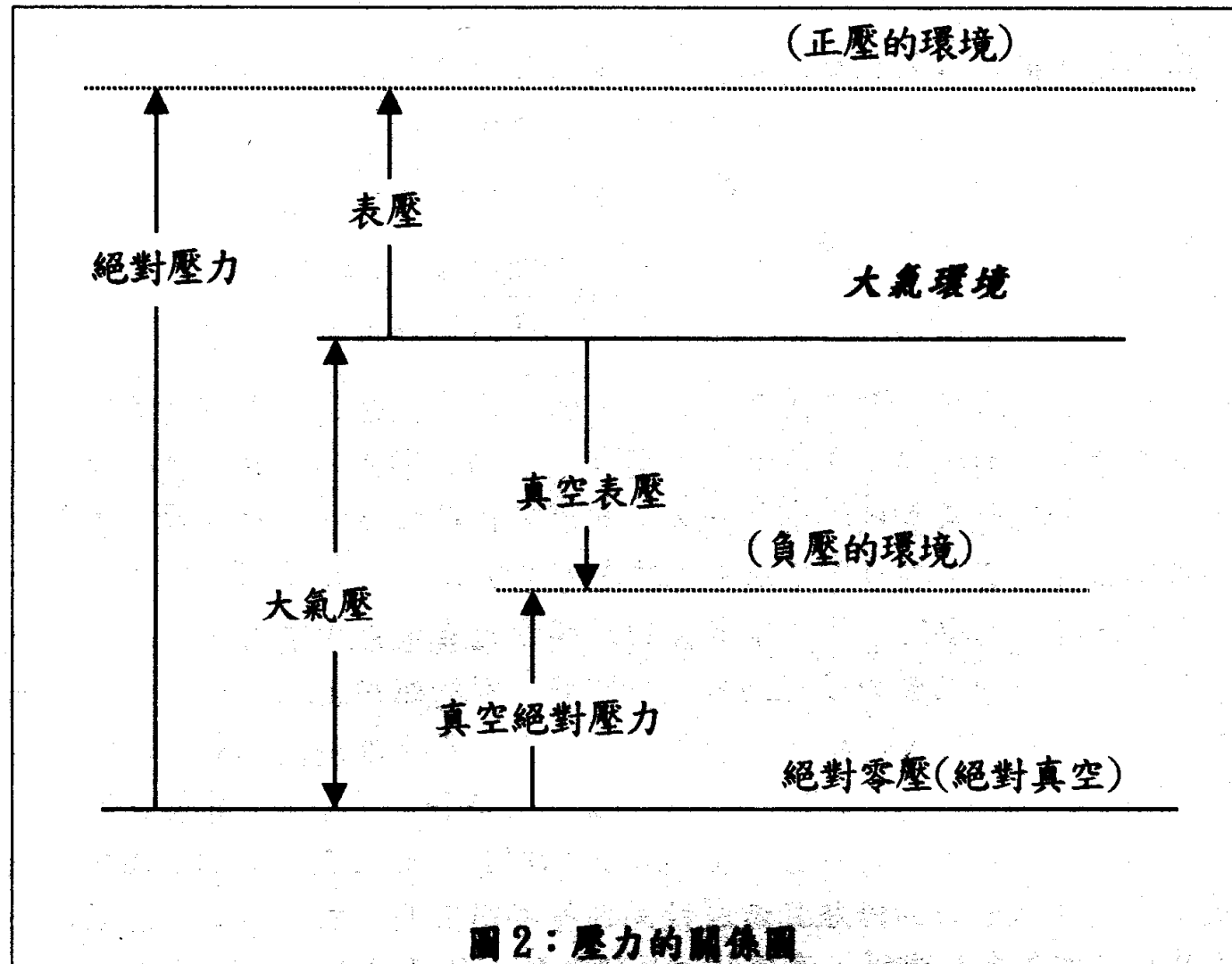
Saturated Water Vapor Pressures at Different Temperatures

溫度 ℃	蒸汽壓 bar	揚程 m	溫度 ℃	蒸汽壓 bar	揚程 m	溫度 ℃	蒸汽壓 bar	揚程 m
0	0.0061129	0	35	0.056267	0.56	75	0.38563	3.86
4	0.0081359	0	40	0.073814	0.74	80	0.47373	4.74
5	0.0087260	0	45	0.095898	0.96	85	0.57815	5.78
10	0.012281	0.12	50	0.12344	1.23	90	0.70117	7.01
15	0.017056	0.17	55	0.15752	1.57	95	0.84529	8.45
20	0.023388	0.23	60	0.19932	1.99	98	0.94301	9.43
25	0.031690	0.32	65	0.25022	2.5	99	0.97759	9.78
30	0.042455	0.42	70	0.31176	3.12	100	1.0132	10

水的飽和蒸汽壓



絕對壓力、錶壓力與真空



UBERTY

離心泵的吸入管是否會產生漩渦而吸入空氣？

定義：指泵的吸入口管路是否會在液面產生漩渦？

如圖示，流體以0-0'為液面基準，沿流線箭頭流動，柏努利方程式：

∴

$$P_0 + \frac{1}{2}\rho V_0^2 + \rho g Z_0 = P_i + \frac{1}{2}\rho V_i^2 + \rho g Z_i$$

$$H_0 + \frac{1}{2g}V_0^2 + Z_0 = H_i + \frac{1}{2g}V_i^2 + Z_i$$

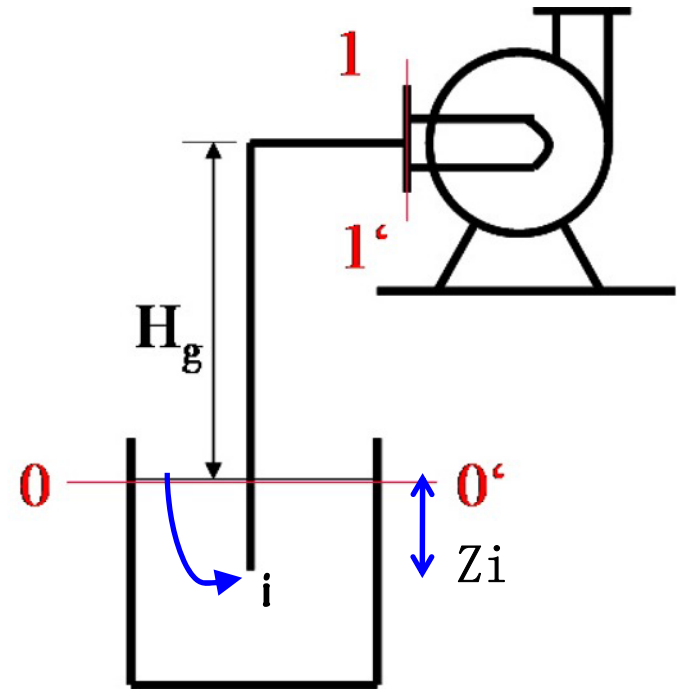
$$\therefore H_0 + \frac{1}{2g}V_0^2 + Z_0 = 0; \text{以一大氣壓為錶壓力}$$

$$\therefore 0 = H_i + \frac{1}{2g}V_i^2 + Z_i; \text{以向上為正向下為負, } Z_i \text{ 為負值}$$

若 $Z_i = -0.6\text{m}$ 則

$$0.6 = H_i + \frac{1}{2g}V_i^2; 0.6 - \frac{1}{2g}V_i^2 = H_i$$

當 H_i 的值大於 0m 時不會有漩渦產生, $\therefore$ 流速不可以超過 $V_i = 3.43\text{m/sec}$



可獲得氣蝕餘量NPSHa

就是管路來到泵浦入口時還有多少的絕對壓力
而絕對壓力值必須比液體蒸氣壓力還要高出0.5m以上

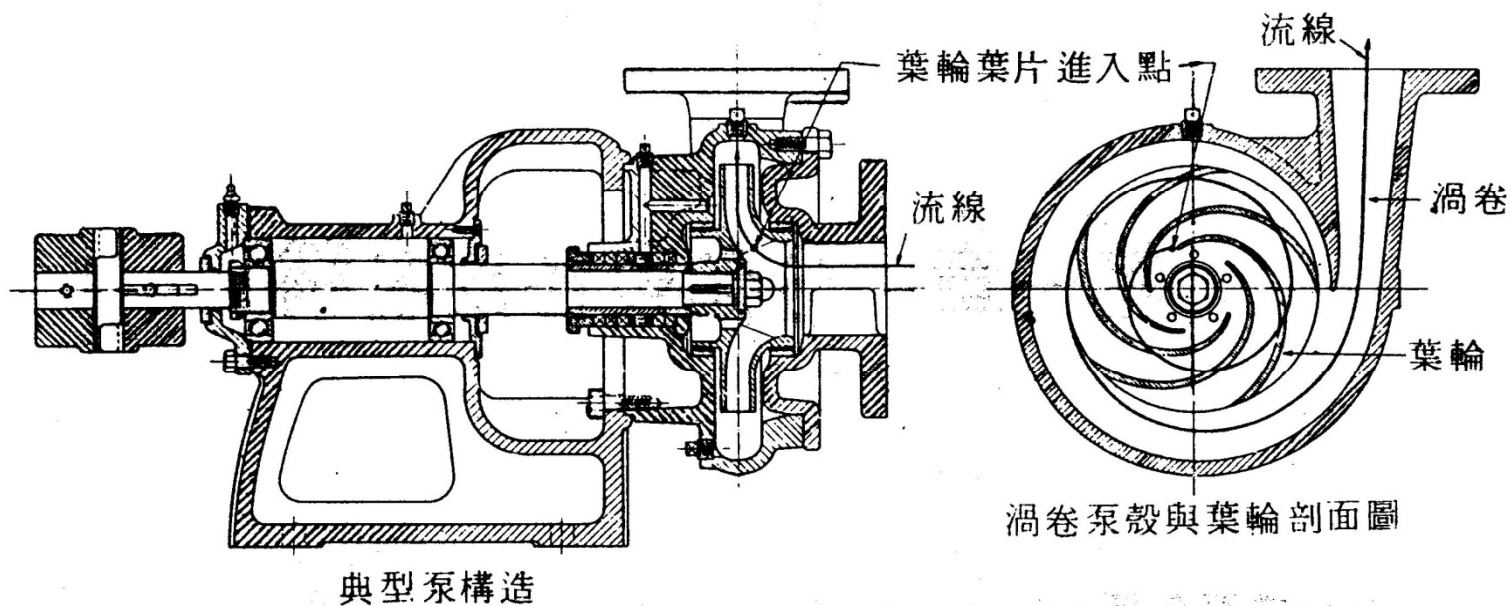
管路系統的設計者，在選用泵浦時必須計算出管路系統在泵浦入口處所能提供的絕對壓力值，NPSHa，所以，NPSHa值必須大於NPSHr值至少0.5m以上，確保不會有空蝕發生。

離心泵的汽蝕現象

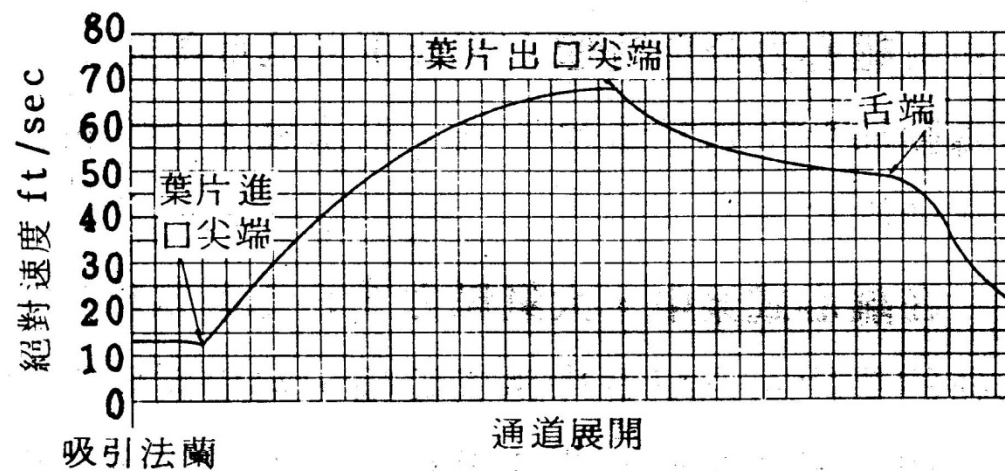
氣蝕現象

離心泵通過旋轉的葉輪對液體做功，使液體機械能增加，在隨葉輪的流動過程中，液體的速度和壓力是變化的。通常在葉輪入口處壓力最低，壓力愈低愈容易吸液。但是當該處壓力小於或等於輸送溫度下液體的飽和蒸汽壓時($P \leq P_v$)液體將部分汽化，形成大量的蒸汽泡。這些氣泡隨液體進入葉輪後，由於壓力的升高將受壓破裂而急劇凝結，氣泡消失產生的局部真空，使周圍的液體以極高的速度湧向原氣泡處，產生相當大的衝擊力，致使金屬表面腐蝕疲勞而受到破壞。由於氣泡產生、凝結而使泵體、葉輪腐蝕損壞加快的現象，稱為氣蝕。

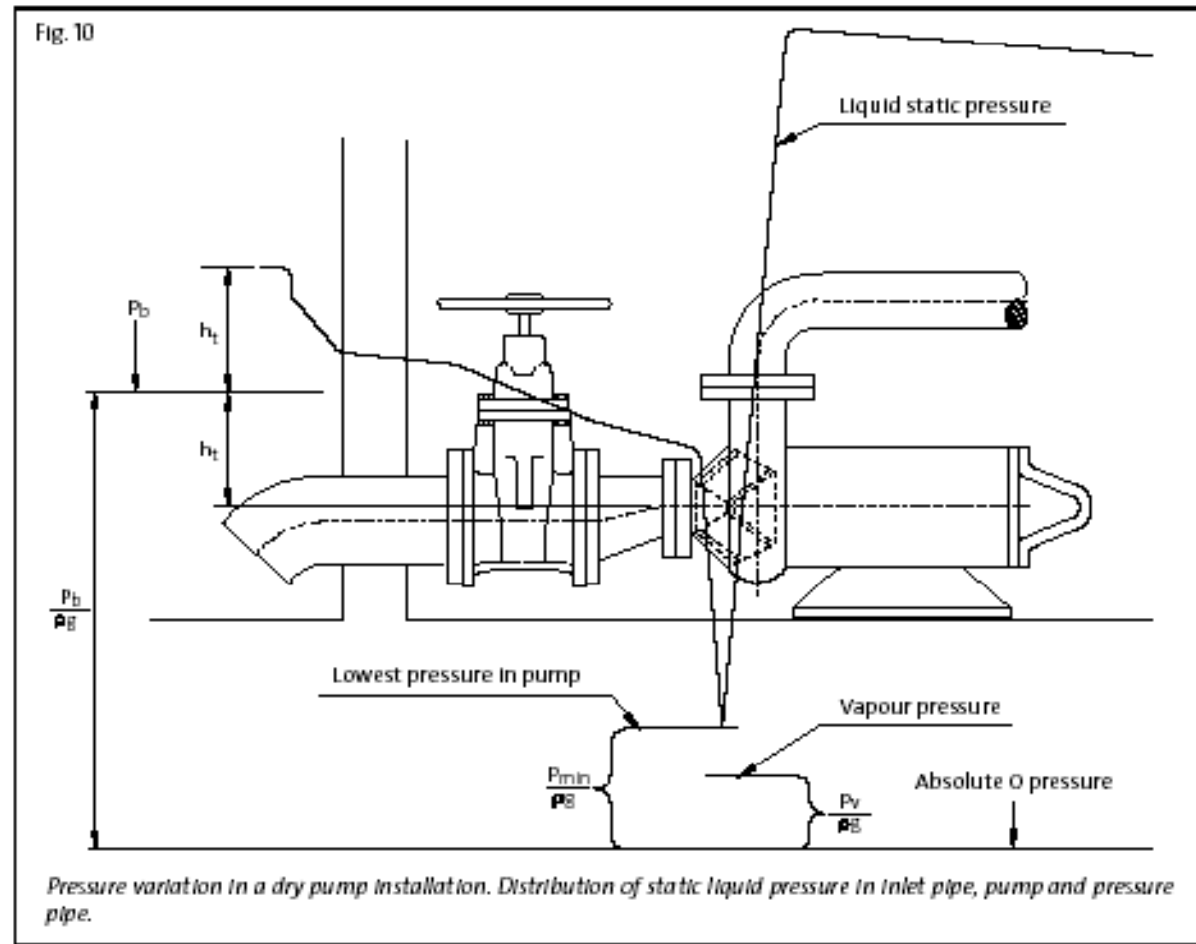
氣蝕現象發生時，將使泵體振動發出噪音；金屬材料損壞加快，壽命縮短；泵的流量、揚程等下降。嚴重時甚至出現斷流，不能正常運轉。為避免氣蝕現象發生，必須在操作中保證泵入口處的壓力大於輸送條件下液體的飽和蒸汽壓，這就要求泵的安裝高度不能太高，應有一定限制。

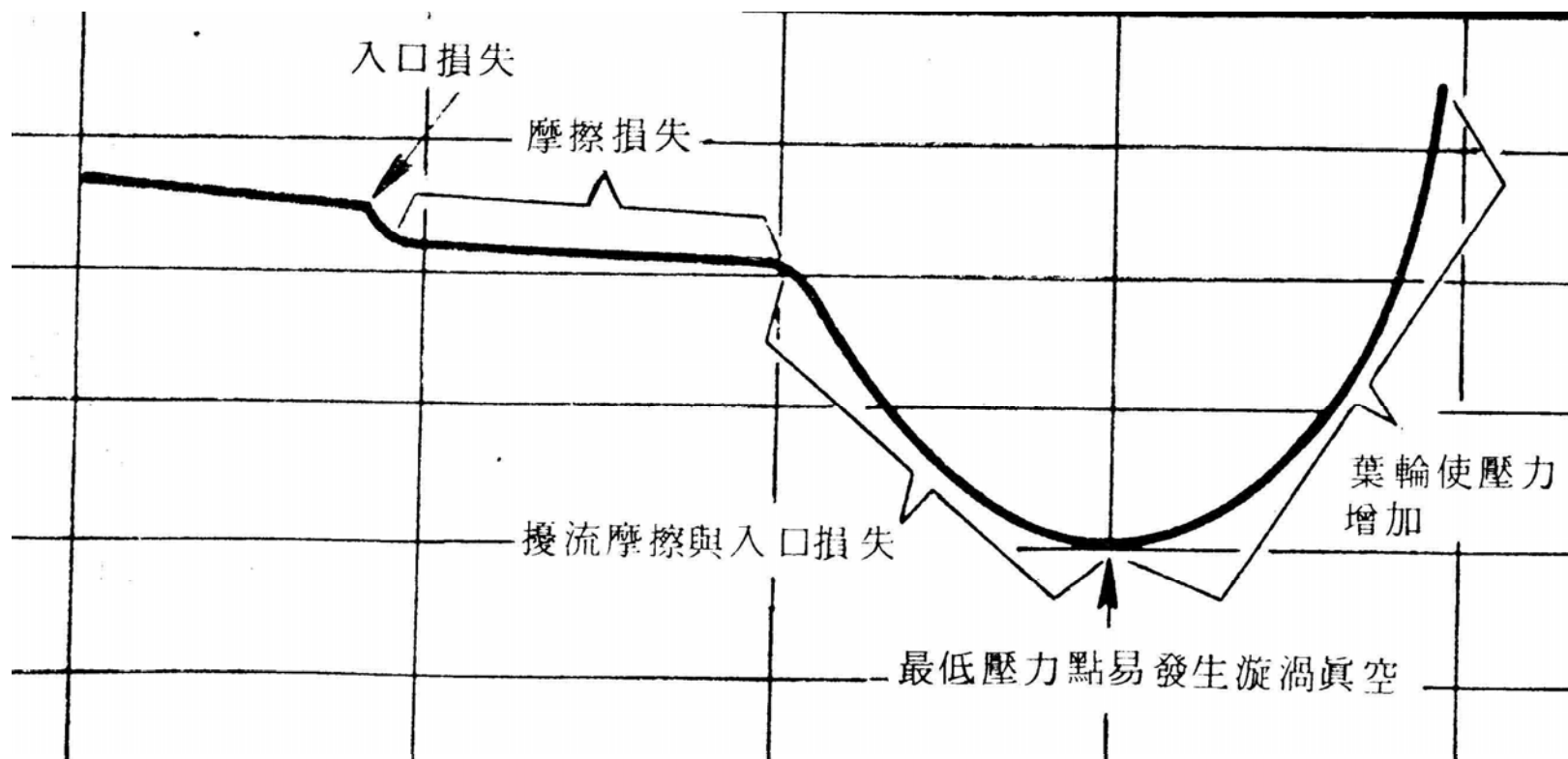


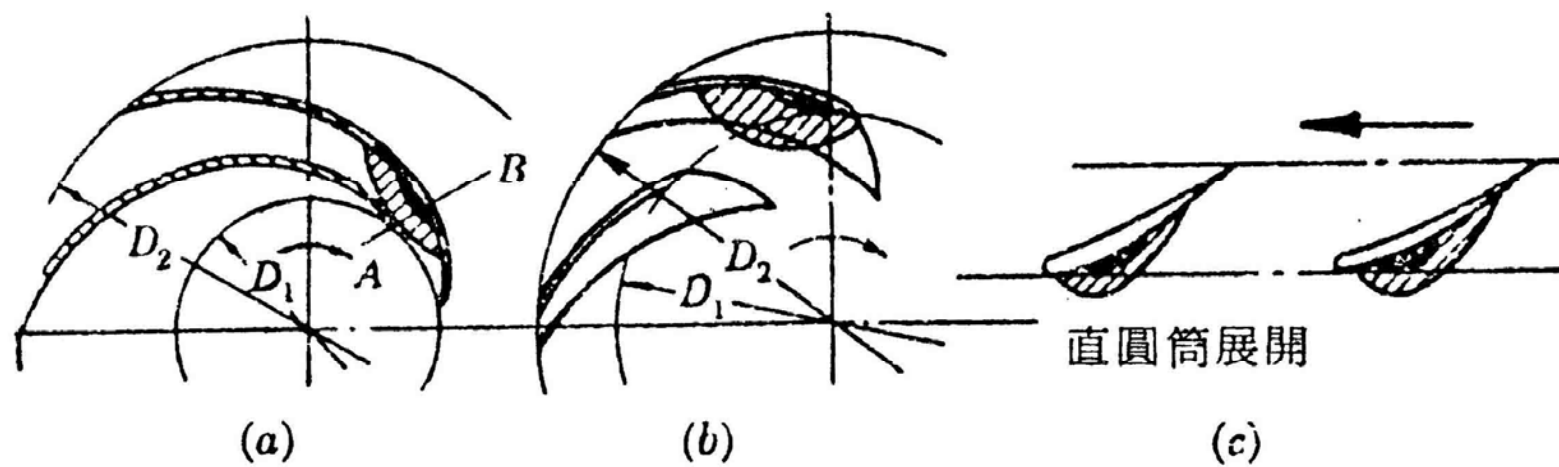
200 GPM
 166 FT 總水頭
 3,500 RPM
 2 ½ IN 吸引管徑
 2 IN 排出管徑
 6 ¾ IN 葉輪直徑
 5/8 IN 葉輪寬徑



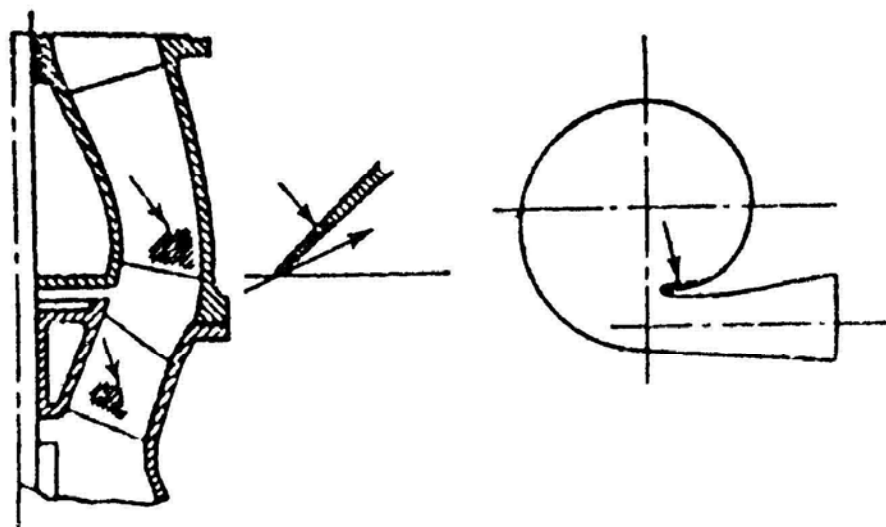
流體壓力變化







葉片易發生漩渦真空處，(a)低比速率；(b)中比速率；
(c)高比速率。



(a) 泵殼擴散葉片靠近進口低壓處易發生漩渦真空。(b) 泵殼舌端低壓面易發生漩渦真空。

離心泵的安裝高度(允許吸上高度)

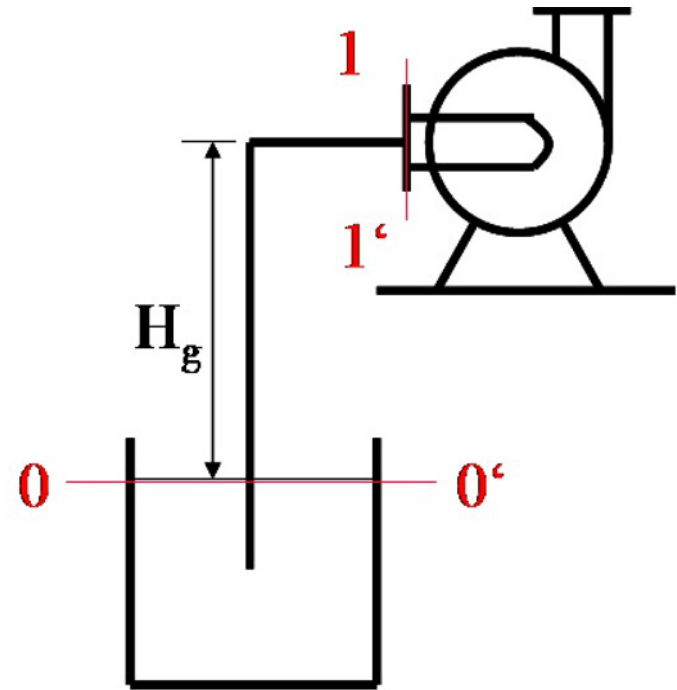
定義：指泵的吸入口與吸入貯槽液面間可達到的最大垂直距離。

如圖示，以0-0' 為基準面，在0-0'，1-1' 間列柏努利方程：

$$H_g = \frac{p_0 - p_1}{\rho g} - \frac{u_1^2}{2g} - H_{f0-1}$$

若液面通大氣，即 $p_0 = p_a$ 則：

$$H_g = \frac{p_a - p_1}{\rho g} - \frac{u_1^2}{2g} - H_{f0-1}$$



允許氣蝕餘量**NSPHr**

氣蝕餘量以NSPHr表示，其定義為：為防止氣蝕發生，要求離心泵入口處靜揚程與動揚程之和必須大於液體在輸送溫度下的飽和蒸汽揚程的最小允許值NPSHr, 當泵浦操作時實際的NPSH值低於NPSHr值, 氣蝕有可能發生。NSPHr係以通過揚程保持不變但流量降低3%時的條件為NPSHr值，標示在泵樣本、性能圖或氣蝕性能圖中。實驗條件為20℃清水，一般不用校正。

$$\text{NSPHr} = \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_{b1}^2}{2g} - \frac{p_v}{\rho g}$$