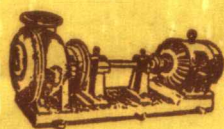


浦 泵

(增訂本)

薛宗柏編著



上海科学技术出版社

內 容 提 要

本書討論輸送液體之泵浦，分爲活塞泵浦、離心泵浦、迴轉泵浦及噴射泵浦等四篇，各篇中均按理論、計算、構造等分別加以說明，對於主要之計算附有例題，書后并附有若干泵浦設計之參考圖表等。

泵 浦

(增訂本)

薛宗柏 編著

曾廣校 校閱

上海科學技術出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可證出093號

新华書店上海發行所發行 各地新华書店經售

上海市印刷五厂印刷

*

頁本 320×1168 1/32 印張 10 8/32 字數 214,000

(原科技版印3,500冊,1958年7月第1版)

1958年10月第1版 1960年4月第2次印刷

印數 5,001—7,500

統一書號: 15119.0168

定 價: (十二)1.40元

增訂序言

泵浦在各種工業建設中是一個極為重要和廣泛被應用的工作機械。機械工程、土木工程、動力工程、造船工程、煉油工程、造紙、鹽造工程以及都市與農村中的供水、排水與大規模灌溉田畝，均必須應用泵浦。故泵浦在目前祖國工業建設之各個部門中，已成為一個不可缺少的工作機械。

作者前於1952年所編泵浦一書，自初版刊印以來，已有五載。鑒於祖國最近五年來在各項工業建設中的迅速發展，初版在內容上已有不足適應目前需要之感，因而必須予以作若干的補充。

自吸式離心泵浦以及離心泵浦各種抽除空氣的方法，在目前應用離心泵浦的範圍中，是二個極重要的部份。作者在此次第二版編寫中，增加了一章“自吸式離心泵浦與離心泵浦抽除空氣法”。

噴射泵浦是各種泵浦中的一個特殊部門，在目前我國工業建設中已有着很廣泛的應用。對於同一噴射和輸送液體(或氣體)之噴射泵浦原理和計算，已有着很適用的方法，而對於不同噴射與輸送體之噴射泵浦計算，則還存在着一些複雜和困難的地方。它的製造和計算還有很多地方需要依賴於經驗。本書中除對噴射泵浦原理作必要的說明外，還介紹了德國漢諾威大學教授弗里格(G. Flügel)博士在德國工程師學會第395冊研究報告中所發表的計算方法。此種計算方法在目前是被認為最合用並為當代流體機械學者弗萊德勒(C. Pfleiderer)教授所推薦者。他如對初版中迴轉泵浦部份亦作了修改與補充。初版各編中

原有不妥之處亦作了修訂。

由於作者經驗學識淺陋，請讀者多予指正為感。

薛宗柏 識於北京 一九五七年七月

本書主要參考書

1. H.Berg: Kolbenpumpen
2. Bethmann: Kolbenpumpen und Zentrifugalpumpen
3. Dr.-Ing. Hellmuth Schulz: Die Pumpen (1955)
4. Dr.-Ing. Carl Ritter: Flüssigkeitspumpen (1953)
5. Audels: Pumps Hydraulics and Compressors
6. Kristall, Annett: Pumps
7. Haeger: Pumpen und Kompressoren
8. Prof. Dr.-Ing. C.Pfleiderer: Kreiselpumpen(第3版1948)
9. L.Quantz: Die Kreiselpumpen
10. Hütte: Des Ingenieurs Taschenbuch Bd.II (27版)
11. Dubbsl: Taschenbuch für den Maschinenbau Bd.I u.II.(11版1953)
12. Stepanoff: Centrifugal and Axial Flow Pumps (1949)
13. Cameron: Pump Operators' Data (1943)
14. Hans-Ulrich Tänzler: Die Drehkolben-Pumpen und Kraftmaschinen.
(VDI. 1949 第239至246頁)
15. Dr.-Ing. H.Reichenbacher: Die Fördermenge der Zahnradpumpen (Konstruktion 1949 第309至311頁)
16. Prof.Dr.-Ing. G.Flügel: Berechnung von Strahlapparaten (VDI-Forschungsheft 395, 1939, 1951)

目 錄

增訂序言

概論

第一編 活塞泵浦(往復泵浦)

第一章 活塞泵浦原理及計算

- (1.1) 活塞泵浦給水的基本原理.....1
- (1.2) 各式活塞泵浦作用情形及理論上給水量.....5
 - 1. 單作用泵浦 2. 雙作用泵浦 3. 差壓式泵浦
- (1.3) 活塞泵浦之吸水作用..... 12
 - 1. 在大氣壓力減低時之吸水高度 2. 吸取熱水時之吸水高度 3. 吸取其他液體時之吸水高度 4. 由於液體在管內運動時具有速度所損失之吸水高度 5. 水力運動阻力 6. 液體質量起加速度運動時所需之壓力高度 7. 泵浦吸水時活塞表面所受之壓力
- (1.4) 活塞泵浦之壓水作用..... 29
- (1.5) 水擊..... 31
- (1.6) 空氣錘..... 33
 - 1. 吸水空氣錘 2. 壓水空氣錘 3. 泵浦具有空氣錘時活塞面下所受之壓力
- (1.7) 活塞泵浦之最大許可吸水高度..... 37
 - 1. 無吸水空氣錘時泵浦之最大許可吸水高度 2. 具有吸水空氣錘時泵浦之最大許可吸水高度
- (1.8) 活塞泵浦之功率及效率..... 41

1. 功率 2. 泵浦之效率	
(1.9) 泵浦之給水量	47
(1.10) 活塞行程	49
第二章 活塞泵浦構造零件	
(2.1) 空氣蝸	51
1. 吸水空氣蝸 2. 壓水空氣蝸 3. 空氣蝸容積之計算	
(2.2) 活塞	56
1. 盤狀活塞 2. 柱狀活塞 3. 凡爾式活塞	
(2.3) 活塞桿與連接桿	60
(2.4) 填料筒	61
(2.5) 氣缸	63
(2.6) 凡爾	65
1. 上行凡爾 2. 活板凡爾	
(2.7) 吸水網及底凡爾	73
(2.8) 管子	74
1. 吸水管直徑 2. 壓水管直徑 3. 管子厚度之計算	
第三章 活塞泵浦之構造	
(3.1) 手動泵浦	77
(3.2) 動力傳動泵浦及蒸汽泵浦	80
1. 動力傳動泵浦 2. 動力傳動泵浦之流量曲線 3. 蒸汽 泵浦	
(3.3) 直接作用式蒸汽泵浦	91
1. 單缸泵浦 2. 雙缸泵浦	

第二編 離心泵浦

第四章 概論

(4.1)	離心泵浦工作法.....	103
(4.2)	離心泵浦之優點缺點及應用.....	109
(4.3)	離心泵浦之分類.....	111
	1. 按照水量自翼輪至壓水管間之傳遞方法	
	2. 按照泵浦之給水高度	
	3. 按照水量流入翼輪內之方向	
	4. 按照泵浦轉軸之裝置位置方向	
	5. 按翼輪外側有無翼輪蓋	

第五章 離心泵浦之原理、計算及設計

(5.1)	水力學上之基本觀念.....	119
	1. 連續定理 2. 倍諾利氏定律 3. 壓力與速度高度之變換	
(5.2)	離心泵浦之給水高度.....	119
	1. 靜力給水高度 H_s 2. 總給水高度 H_{man} 3. 理論上的給水高度 H_{th}	
(5.3)	離心泵浦之損失, 效率及所需功率	124
	1. 離心泵浦之損失 2. 離心泵浦之效率 3. 離心泵浦之功率	
(5.4)	離心泵浦內水之運動.....	126
(5.5)	離心泵浦之基本公式.....	131
(5.6)	翼輪之形狀及繪法.....	138
	1. β_2 角對給水高度之影響 2. 翼輪形狀及其繪法	
(5.7)	導輪葉.....	149
(5.8)	離心泵浦之計算.....	156
	1. 翼輪 2. 吸水管直徑 d_s 及壓水管直徑 d_d 3. 泵浦之轉數 n 及臨界轉數 n_k 4. 軸	
(5.9)	螺線形泵浦室.....	173
	1. 圓形斷面泵浦室之基本繪法 2. 等寬矩形斷面泵浦室之	

繪法 3. 根據水流原理之螺線形泵浦室繪法 4. 根據水流
原理之圓斷面泵浦室繪法

第六章 離心泵浦之構造零件

- (6.1) 填料筒及摩擦環.....180
 - 1. 填料筒 2. 摩擦環
- (6.2) 軸向及徑向推力之平衡.....182
 - 1. 軸向推力之平衡 2. 徑向壓力差之平衡
- (6.3) 翼輪殼與軸之固定法.....187

第七章 各種離心泵浦之構造

- (7.1) 螺線型無導輪離心泵浦.....189
- (7.2) 透平式泵浦.....200
- (7.3) 立式泵浦.....207
- (7.4) 混流式及軸流式泵浦.....211

第八章 離心泵浦工作時之性能

- (8.1) 概論.....213
- (8.2) 示性曲線.....218
- (8.3) 空室現象及最大許可吸水高度.....225
- (8.4) 比轉數.....228
- (8.5) 管子示性曲線及泵浦工作點之確定.....231

第九章 離心泵浦之按裝,故障原因及保養法

- (9.1) 離心泵浦之按裝.....233
 - 1. 管子之按裝 2. 泵浦之按裝 3. 泵浦之並聯及串聯
 - 4. 填料筒配更 5. 摩擦環 6. 軸承
- (9.2) 離心泵浦之故障原因及保養法.....239
 - 1. 故障原因 2. 保養法

第十章 自吸式離心泵浦與離心泵浦抽除空氣法

- (10.1) 自吸式離心泵浦..... 244
 - 1. 水環泵浦 2. 邊槽泵浦
- (10.2) 離心泵浦之注水與抽除空氣方法..... 247
 - 1. 具有正的壓入水頭 2. 裝置噴射器 3. 裝置底凡爾及注水以排除空氣 4. 裝置自動注水或抽除空氣之設備

第三編 迴轉泵浦

第十一章 迴轉泵浦之構造分類及應用

- (11.1) 迴轉泵浦概論..... 257
- (11.2) 迴轉泵浦分類及構造..... 258
 - 1. 齒輪泵浦 2. 羅茨泵浦 3. 擺動活塞式迴轉泵浦 4. 轉動活板泵浦
- (11.3) 迴轉泵浦之輸量及其所需功率之計算..... 269
- (11.4) 迴轉泵浦之選用..... 272
- (11.5) 迴轉泵浦之故障及原因..... 273

第四編 噴射泵浦

第十二章 噴射泵浦之吸水原理、計算與構造

- (12.1) 噴射泵浦之吸水原理..... 277
- (12.2) 噴射泵浦之計算..... 279
- (12.3) 噴射泵浦之構造..... 285

附 錄

- (一)本書所用符號及單位說明
- (二)德國各廠所造活塞泵浦主要說明參考表
- (三)德國 Weise Söhne 泵浦廠各種離心泵浦主要說明參考表

第一表 低壓無導輪螺旋型離心泵浦

第二表 單級透平式泵浦(翼輪雙面吸水)

第三表 多級透平式泵浦

(四) 德國 Borsig-Hall 廠所製各種混流式泵浦簡明表

(五) 公制及英制換算表

第一表 液體各種單位容積及其重量換算表

第二表 各種壓力單位換算表

(六) 英制泵浦設計參攷圖表

參考圖表一 往復式(活塞式)泵浦之最大吸水高度

參考圖表二

參考圖表三

參考圖表四

參考圖表五

參考圖表六

參考圖表七

參考圖表八

參考圖表九

概 論

泵浦一般可分為液體泵浦及氣體泵浦，液體泵浦之功用，在於將液體（水、油或其他）自水位較低之水池中吸起，壓至水位較高的儲水櫃中，或將液體自某一儲水櫃轉運至另一儲水櫃中以供應用。氣體泵浦能將氣體——主要為空氣，自大氣中壓至需用之場所，亦可將空氣經壓縮後，貯於高壓空氣櫃內以供應用（如打風機、空氣壓縮機等），本書以篇幅所限，故專就液體泵浦言之。

泵浦之應用極為廣泛，例如：1. 在一般蒸汽動力設備中，鍋爐給水，恆用一鍋爐給水泵浦，自儲水池中將水打入鍋爐；又用循環水泵浦將冷却水打入冷凝器，以冷凝廢汽，並用空氣泵浦抽去冷凝器中之空氣及冷凝水。2. 近代都市消防設備，均採用離心泵浦，直接與汽油機或柴油機相連，再用管子與水源接通後，產生一高速及高壓的水量，以熄滅火災，保障都市安全。3. 近代都市給水設備，均利用活塞或離心泵浦，自江河中將水打至自來水廠，經多次濾清後，壓送至儲水塔中，以供市民應用。4. 農村中利用泵浦吸取水源，灌溉田畝，其他如糖廠中利用泵浦以遞送糖漿，紙廠中用以遞送紙漿，油料廠中利用迴轉泵浦以遞送油料。再如礦場中利用深井泵浦將場底積水打除，蒸汽機、柴油機等利用泵浦以打冷却水、潤滑油及燃燒油。一般輪船上用離心泵浦或活塞泵浦打除艙底積水，唧取壓艙水，轉運燃油料、吃水及衛生用水等，浮船塢利用離心式泵浦或軸流式、混流式泵浦將水打入塢體，或自塢體打出，使塢體沉浮，以便於停載及修理船舶。總之，泵浦在今日已成為不

可缺少之一種工作機器矣。

本書所述之液體泵浦，主要有下列三種：

一、**活塞泵浦** 或稱往復泵浦，其主要構成部份，爲一上下（或左右）往復運動之活塞。

二、**離心泵浦** 其主要構成部份爲一旋轉之翼輪。

三、**迴轉泵浦** 其主要構成部份爲二個或多個迴轉之齒輪或螺桿等。

以上三種泵浦之給水原理、計算以及構成式樣、型類、特性等均於以下各章詳細討論之。

第一編 活塞泵浦

第一章 活塞泵浦原理及計算

(1.1) 活塞泵浦給水的基本原理

圖 1 所示爲一打水設備之簡圖， C 爲一泵浦之汽缸， K 爲活塞，與氣缸壁爲完全氣密。氣缸之左端爲一吸水凡爾室 G_3 ，及吸水凡爾 V_3 ，

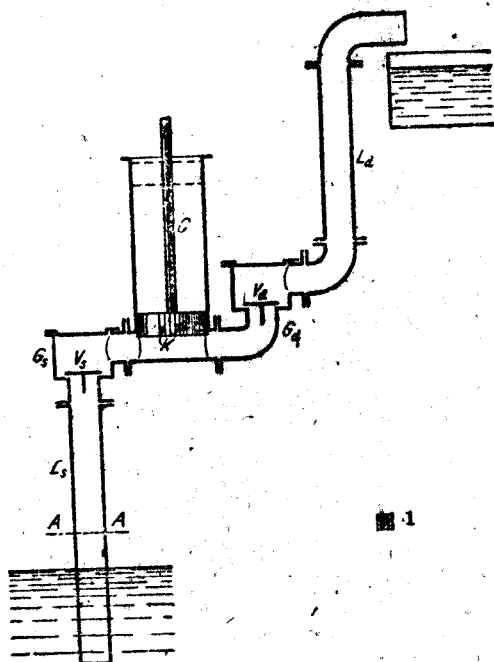


圖 1

右端爲壓水凡爾室 G_d 及壓水凡爾 V_d 。自吸水凡爾至壓水凡爾間稱爲泵浦室，自吸水凡爾室至水池內有一吸水管 L_s ，自壓水凡爾室至儲水池間有一壓水管或稱上升管 L_d 。

泵浦之吸水法如下：當泵浦未開始抽水時，泵浦及吸水管內充滿着空氣，因其壓力與大氣壓力相等，故吸水管 L_s 內水位與水池內水位相等，在同一水平面上。當活塞自下死點開始向上行時，氣缸內活塞下容積增大，其間原存在之空氣膨脹，壓力則因容積增大而降低。吸水凡爾上下部份空氣壓力因而失却平衡作用，凡爾下端壓力較上端者爲大，故將吸水凡爾壓開，此時吸水管中一部份空氣被溢至泵浦室內，因活塞繼續上行，泵浦室內容積繼續增大，故空氣壓力也繼續降低，同時吸水管內空氣壓力亦隨之降低，此時水池內水面上，因受大氣壓力作用，將一部份水壓入吸水管中。當活塞行抵上死點時，吸水管內水位被壓高至 $A-A$ 面。此時活塞不再向上行動，活塞下容積亦不再增大，故吸水管內空氣亦停止向上溢出，吸水凡爾亦因其本身重力作用而關住。

當活塞開始自上死點向下行時，泵浦內活塞下空氣被壓縮，待壓力超過大氣壓力時，壓水凡爾被壓開，泵浦室內被壓縮之空氣一部份自壓水管 L_s 中溢出。如活塞繼續下行，空氣亦繼續被壓出，待活塞抵達下死點時，空氣不再被壓出，壓水凡爾亦因其本身重力作用下降而關住。

當活塞第二次開始上行時，吸水管內空氣依然有一部份進入泵浦室內，吸水管內水位亦同樣繼續升高一部份。待活塞下行時，泵浦室內空氣依然有一部份被壓出壓水管外。當活塞每經一次吸水行程，吸水管內水位恆被壓出一部份。每經一次壓水行程，泵浦室內空氣，恆被壓出一部份。最後水位溢出吸水管而進入泵浦室內，待泵浦室內空氣被壓盡時，水位升高至壓水凡爾處，此後，活塞開始上行時，水池內水量

即被吸入與活塞所經容積相等之水量，即活塞面積乘活塞行程，稱為泵浦之行程容積。此種吸水之作用，稱為泵浦之吸水作用。

當活塞下行時泵浦內吸入之水量，經壓水凡爾被壓入壓水管 L_d 內。活塞再經多次上下運動後，壓水管內水位逐漸提高，直至最後溢出壓水管而流入儲水櫃內，活塞自下死點走向上死點之運動，稱為吸水行程，自上死點走向下死點之運動稱為壓水行程。

當泵浦室及壓水管內完全充滿水時，此後活塞每經一次吸水行程，泵浦室內將自吸水管中吸入一行程容積之水量；每經一壓水行程，泵浦室內將壓出一行程容積之水量至壓水管中，再由此流入儲水櫃內。

由以上泵浦工作情形，可知水量自水池中壓送至儲水櫃內，係經過兩種過程：即自吸水池至泵浦室內為吸水作用，自泵浦室至儲水櫃中為壓水作用。

(1.2) 各式活塞泵浦作用情形及理論上給水量

活塞泵浦之分類如下：

按泵浦工作方法可分為單作用泵浦、雙作用泵浦及單吸雙壓泵浦，後者或可稱為差壓式泵浦。單作用泵浦在活塞向前行時 (Hingang)，吸取水量，返回時 (Rückgang) 壓出水量；雙作用泵浦則活塞每一行程間，活塞一邊吸水，另一邊壓水；差壓式泵浦活塞向前行時，吸取水量，同時壓出一部份水量，活塞返回時則將另一部份水量壓出。

按泵浦裝置形式可分為立式泵浦及臥式泵浦。

按泵浦內活塞形狀可分為柱狀活塞泵浦、盤狀活塞泵浦及凡爾式活塞泵浦。

按泵浦所用之動力可分為手動泵浦、動力傳動泵浦、蒸汽泵浦等。手動泵浦係用人力以推動者；動力傳動泵浦則藉內燃機或電馬達所產

生之動力，由皮帶輪或齒輪等以傳動者；蒸汽泵浦則分為具有飛輪及不具飛輪者二種，前者由膨脹式蒸汽機推動，後者則由全壓式蒸汽機直接推動之。

按泵浦抽水端之汽缸數為一個、二個或三個，則可分為：單缸泵浦、雙缸泵浦及三缸泵浦等。

按泵浦所產生之水壓力，則可分為低壓泵浦、中壓泵浦、高壓泵浦（如鍋爐進水泵浦）以及極高壓力之水壓機泵浦等。

茲將各種泵浦之作用情形及理論上給水量大概說明如下：

設 F = 活塞面積 (m^2)。

f = 活塞桿面積 (m^2)。

s = 活塞行程 (m)。

n = 泵浦每分鐘往復行程數或為泵浦每分鐘之轉數。

V = 活塞向前或向上行*時被壓入壓水管中之水量 (m^3)。

R = 活塞返回或向下時被壓入壓水管中水量 (m^3)。

Q_{th} = 泵浦理論上每秒鐘之給水量，即泵浦每秒鐘所排出之水量 (m^3/sec)。

[註]：*所謂活塞向上或向前行，即指泵浦工作時，活塞桿之運動方向，係伸出氣缸外者。

活塞每一往返，稱為一雙行程，亦即泵浦週轉一轉。其所壓出之水量為 $V+R$ ，如泵浦每分鐘之轉數為 n ，則每秒鐘之轉數為 $\frac{n}{60}$ ，就一般而言，則泵浦每秒鐘所排出之水量為：

$$Q_{th} = \frac{(V+R)n}{60} (m^3) \quad (1)$$

1. 單作用泵浦 圖 2 示一單作用臥式柱狀活塞泵浦，當活塞向前行（在本圖為向右）時，吸取水量，活塞向左返回時，則將吸水行程中所吸入之水量自壓水凡爾中壓出，吸水及壓水作用在泵浦內交替工

作。

圖 3 示一單作用立式柱狀活塞泵浦，吸水凡爾及壓水凡爾各別按裝在兩個不同的凡爾室內。泵浦工作方法與圖 2 相同。在活塞下端之泵浦室，其斷面積應為活塞斷面之兩倍，以減低壓水時之阻力。又與泵浦室相連之壓水凡爾，應裝在泵浦室上端，使泵浦內之空氣在壓水時易被洩至壓水管中，避免泵浦內有空氣囊存在。

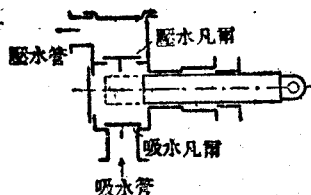


圖 2

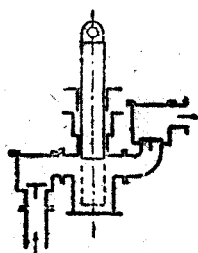


圖 3

單作用柱狀活塞泵浦，應用於大小給水量及任何給水高度，在所需給水量較大時可用多個同樣構造之泵浦由同一曲軸以推動之。

圖 4 至圖 8 示各種單作用盤狀活塞泵浦，其工作方法均與上述者相同。以上各種單作用泵浦之給水量為：

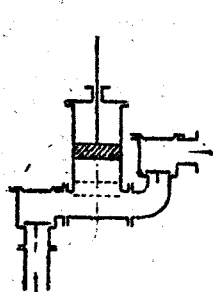


圖 4

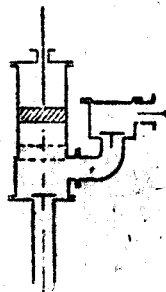


圖 5

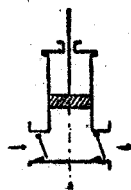


圖 6