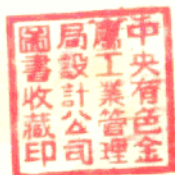


學機械山礦

上 冊

蘇聯 維·伊·基謝略夫著
白 振 譽譯



燃料工業出版社

序 言

蘇聯採礦工業要在短期間內增加煤、金屬礦石、鋼鐵及有色金屬產量的巨大任務，必須要使全部勞動過程全面機械化，礦山企業的全面機械化和自動化，是擴大生產及提高勞動生產率的最主要因素。

斯大林同志屢次指示過，他說大機械工業、生產全部機械化和自動化的最新技術是社會主義及共產主義的物質基礎。

沉重和費力工作的機械化是我國社會主義建設中一種有決定作用的力量。在幾個斯大林五年計劃期中，對於供給國民經濟各部門以機器，曾作了極大的工作，尤其是對於最費力的採礦工業。

排水、壓縮空氣、通風及提昇等固定設備，為礦山企業全面機械化中的最主要機械設備。

礦山的水泵設備、空氣壓縮機、扇風機及提昇設備應當可靠、經濟和不間斷地工作。這些設備的工作如不正常，會影響到整個礦山的工作。

在革命前的俄國時代，礦山的機械供應是薄弱的，現在各礦山及各礦井已擁有了頭等的機器。

製造水泵的工廠如以基洛夫為名的高爾洛夫司基工廠(ГМЗ)及以加里寧為名的拉普得夫司基工廠等等；製造扇風機的如 ГМЗ 工廠，考諾道普司基工廠等等；製造空氣壓縮機的如蘇莫司基工廠，以列寧為名的涅夫司基機器製造廠、[空氣壓縮機] 工廠等等；還有製造提昇機器的工廠，如新克拉馬托爾司基工廠，斯大林機器製造廠(СМЗ)及一系列的其他工廠，都獲得了巨大的成就。因此具有最新的技術裝備礦山企業並保證主要生產過程機械化的高度水平。

在科學研究機關中，改良和創造新的、效能更高的機器和機械的途徑，正進行着巨大的工作。在水泵製造領域中以全蘇水力機器製造科學研究所 ВИГМ 居首要地位；在扇風機製造領域中以查吉(ЦАГИ)

居首要地位；在礦山提昇設備領域中以新克拉馬托爾司基工廠的全體設計家們居首要地位。

在實行生產完全機械化過程，設備的標準化具有特別重要的意義。不只是在機器製造時標準化對機器的構造起了節省和改良的作用，就是在機器的使用同時，標準化也起着重要作用。標準化促進了極迅速地以頭等機器裝備了祖國的工業。

我國工廠的成就及祖國科學在創造新機器方面的作用，較詳細地分述於本書各章內。許多學者——如伊·阿·吉莫教授，莫·莫·費道洛夫院士，阿·普·葛耳曼院士等——在礦山機械學各方面都有貢獻，因此，他們的科學成就，相應地分述於各章。

在第二版的「礦山機械學」中，補充了新的材料，並根據祖國工業的最近成就加以修訂。

為了符合礦山機械學的教學大綱，在第二版中著者對於內容的敘述仍保持了緊縮性，同時對於應注意的問題，介紹了專門的參考書。因為機器的使用期限很長，可以除了敘述最新式的機械外，把先前出品的機械也加以說明。現在幾乎僅採用電動機作為採礦機器和機械的動力裝置，電動機與機器在一起組成了成套的電機聯合設備，所以本書的範圍既包括了設備的機械部分，也包括了設備的電力部分。

本書的編著方法與第一版相同，僅根據教學計劃將第一版的下冊改為上冊，而第一版的上冊則變為下冊。

所有關於改善本書的意見，著者將以感謝的心情接受。

目 錄

序言	1
第一編 礦山排水設備	
第一章 排水設備概論	1
§ 1 排水設備在採礦事業中的意義及蘇聯排水設備的發展簡史	1
§ 2 水泵的概念及其種類	3
第二章 往復式水泵及迴轉式水泵	5
§ 3 往復式水泵的動作方式和分類	5
§ 4 水泵的揚量及其波送係數	7
§ 5 水泵揚量的圖示法	8
§ 6 吸取高度	10
§ 7 往復式水泵的唧壓作用，波送的全高度及阻力的計算	14
§ 8 空氣室	17
§ 9 水泵的功率，效率	20
§ 10 往復式水泵的構造及其零件	21
§ 11 往復式水泵工作中的主要故障	28
§ 12 迴轉式及螺旋式水泵	28
第三章 離心式水泵	31
§ 13 水泵的構造，水泵的基本種類	31
§ 14 基本方程式的證明	34
§ 15 旋葉的外傾角 β_2 對於揚程的影響	37
§ 16 離心式水泵的特性曲線	39
§ 17 水泵及管路的共同工作	42
§ 18 一般的特性曲線	44
§ 19 標準轉數，相似定律及標準特性曲線	46
§ 20 軸心壓力及其平衡方法	50
§ 21 流動液體中的真空	52
§ 22 離心式水泵並聯及串聯的工作	54
§ 23 離心式水泵的構造	56
§ 24 離心式水泵的使用和試驗	80
§ 25 離心式水泵工作中的主要故障	83

§ 26	渦輪水泵·····	84
§ 27	軸流式或螺旋槳式水泵·····	87
第四章	無動力裝置的水泵·····	88
§ 28	空氣泵·····	88
§ 29	氣力泵·····	90
§ 30	射水泵的概念·····	91
第五章	排水設備及其設計·····	95
§ 31	導管的構造、佈置及計算·····	95
§ 32	水泵房及其設備·····	99
§ 33	礦山排水的電力設備·····	102
§ 34	礦井排水之計算·····	104
§ 35	新井開鑿、礦井延深及水淹礦井的排水·····	109
§ 36	露天排水·····	113
§ 37	水力機械化之供水·····	115
§ 38	排水自動化·····	116
§ 39	水的清潔及中和，水倉的清理·····	120
§ 40	水泵設備的修理及維護·····	121
§ 41	水泵計算例題及水泵設備·····	123
第二編 礦山空氣壓縮設備		
第六章	空氣壓縮設備概論·····	127
§ 42	空氣壓縮設備對於礦山的意義及其在蘇聯國家中的發展簡史·····	127
§ 43	空氣壓縮機概論·····	128
第七章	活塞式空氣壓縮機·····	130
§ 44	空氣壓縮機的構造、動作方法及其分類·····	130
§ 45	單級空氣壓縮機的理論過程·····	132
§ 46	單級空氣壓縮機中的實際過程·····	136
§ 47	空氣壓縮機的能力與其主要尺寸的關係·····	142
§ 48	單級空氣壓縮機中的壓縮極限·····	143
§ 49	兩級及多級壓縮·····	144
§ 50	空氣壓縮機功率的求法·····	148
§ 51	設置空氣壓縮機的高度對其工作的影響·····	150
§ 52	配氣·····	153
§ 53	活塞式空氣壓縮機能力壓風量的調節·····	156
§ 54	空氣壓縮機的冷卻·····	160
§ 55	活塞式空氣壓縮機的構造·····	162

§ 56	空氣壓縮機的潤滑	174
§ 57	有計劃的預防修理工作	176
§ 58	活塞空氣壓縮機在工作中可能發生的故障及修理方法	178
第八章	廻轉式空氣壓縮機	180
§ 59	廻轉式空氣壓縮機	180
第九章	渦輪空氣壓縮機	184
§ 60	渦輪空氣壓縮機的動作方式，基本方程式	184
§ 61	渦輪空氣壓縮機的特性曲線	185
§ 62	渦輪空氣壓縮機的冷卻，潤滑及功率與效率的求法	187
§ 63	渦輪空氣壓縮機的調整	193
§ 64	渦輪空氣壓縮機的構造	195
§ 65	渦輪空氣壓縮機的優點及其使用範圍	198
第十章	壓縮空氣導管及空氣壓縮站	199
§ 66	空氣導管裝置及計算	199
§ 67	空氣壓縮站	211
§ 68	輔助設備，空氣導管的凍結及漏氣防止法	216
§ 69	空氣壓縮站的電力設備	223
§ 70	空氣壓縮機及空氣導管的構造，維護及管理規程	225
第十一章	真空泵	227
§ 71	真空泵的用途及需要之功	227
§ 72	真空泵的構造	230
第三編 礦山通風設備		
第十二章	通風設備概論	233
§ 73	通風設備對於礦山的意義及其在蘇聯國家內的發展簡史	233
§ 74	扇風機的用途	234
第十三章	離心式扇風機	236
§ 75	動作原理理論的及實際的壓力	236
§ 76	扇風機的工作對於管路的關係，扇風機的功率及效率	240
§ 77	一般的及標準的特性曲線	243
§ 78	離心式扇風機的調整，離心式扇風機的動力機	246
§ 79	兩個扇風機的協同工作，軸心壓力	247
§ 80	離心式扇風機的構造	250
第十四章	軸流式扇風機	260
§ 81	軸流式扇風機的動作原理和構造	260

§ 82 軸流式扇風機的特性曲線.....	261
§ 83 軸流式扇風機的調整和構造.....	268
第十五章 空氣導管、扇風機的試驗及扇風設備的設計	274
§ 84 扇風機的試驗.....	274
§ 85 空氣導管.....	277
§ 86 通風設備的設計.....	280
附錄	
參考書目	

目 錄

第一編 構造總論，提昇盛器及纏繩器械

第一章 礦山提昇設備的一般構造及其基本組成部分	285
§ 1. 礦井提昇對於礦山的意義及其在蘇聯的發展簡史	285
§ 2. 礦山提昇設備的一般構造	287
§ 3. 提昇設備的分類	289
§ 4. 鋼絲繩的纏繩器械	291
§ 5. 提昇機器的傳動裝置	293
第二章 提昇盛器	296
§ 6. 吊桶	296
§ 7. 罐籠	296
§ 8. 箕斗	317
§ 9. 混合式提昇盛器及罐籠與箕斗的重量減輕問題	332
§ 10. 提昇盛器在礦井中的佈置法	334
第三章 繩索	337
§ 11. 繩索的構造	337
§ 12. 保安規程，鋼絲繩的保管及檢查	343
§ 13. 鋼絲繩之計算及根據產品目錄之選擇	346
§ 14. 鋼絲繩中所發生的應力	356
第四章 繩筒及導輪尺寸的計算	362
§ 15. 導輪及圓筒形繩筒	362
§ 16. 圓錐形繩筒及雙圓筒圓錐形繩筒	372
第五章 提昇設備對於礦井的位置井架	378
§ 17. 提昇設備對於礦井的位置	378
§ 18. 井架	385
第六章 有效載重量的選定及一次提昇時間的求法	389
§ 19. 有效載重量的選定法	389
§ 20. 提昇時間及提昇盛器運動的速度	392

第二編 提昇設備的基本計算

第七章	礦山提昇設備的一般動力方程式	395
§21.	提昇設備的一般動力方程式	395
§22.	平衡方法	396
第八章	用等半徑繩筒的提昇設備的運動學及動力學	400
§23.	莫·莫·費道洛夫院士的提昇設備的動力方程式	400
§24.	變位質量之和的求法	403
§25.	電動機功率及電能消耗的預求法	409
§26.	罐籠提昇工作的運動學	415
§27.	罐籠提昇的動力學	423
§28.	箕斗提昇及翻轉式罐籠提昇的運動學	428
§29.	箕斗提昇及翻轉式罐籠提昇的動力學	434
§30.	以固定旋轉力矩為基礎的提昇設備的動力學	439
第九章	電動機的一般性質及選擇	444
§31.	感應電動機的一般性質	444
§32.	感應電動機功率的求法	447
§33.	感應電動機的電能消耗量及效率的求法	449
§34.	發電機電動機式(Γ-Д)動力裝置的一般性質	451
§35.	發電機—電動機式動力裝置的功率,電能的消耗及效率的求法	454
§36.	附有直流電動機的其他動力裝置	455
§37.	使用蒸汽機的設備	459
§38.	電動機種類的選擇及提昇設備速度圖的選用	460
第十章	摩擦導輪式提昇設備	462
§39.	摩擦導輪式設備的不滑動條件	462
§40.	增加圍抱角的方法。主動導輪式設備的優點及缺點	467
第十一章	具有單平衡重的提昇設備及單吊桶設備	470
§41.	單罐籠及單箕斗的提昇設備	470
§42.	單吊桶設備	473
第十二章	混合提昇法	474
§43.	「箕斗·罐籠」提昇法	474
§44.	罐籠與箕斗互相換置的提昇	474
§45.	箕斗及罐籠的混合提昇	475

第十三章	斜井的提昇設備	481
§46.	斜井提昇設備的計算	481
第十四章	不等半徑繩筒的提昇設備	488
§47.	不等半徑繩筒的提昇設備的動力方程式	488
§48.	圓錐形繩筒的設備	491
§49.	雙圓筒圓錐形繩筒的設備	493
§50.	絞輪	497

第三編 提昇機器的部分構造及其傳動裝置

第十五章	提昇機器的部分構造	499
§51.	提昇機的構造	499
§52.	纏繩器械，換置裝置及導輪	503
§53.	制動器及制動設備	513
§54.	計量，限制及調節提昇速度的儀器	523
§55.	提昇機的其他零件	527
第十六章	提昇設備的電氣裝置	529
§56.	用感應電動機的提昇設備的電氣裝置	529
§57.	發電機—電動機式制動裝置的提昇設備的電氣裝置	536
§58.	提昇設備中的信號裝置	538

第四編 提昇設備的設計及使用

第十七章	提昇設備的設計	542
§59.	提昇設備設計的原則	542
第十八章	提昇設備的使用	545
§60.	提昇設備的一般指示及檢定	545
§61.	鋼絲繩之纏懸及其調節	548
第十九章	提昇設備計算示例	550

下冊原文參考書籍目錄

中俄文名詞對照表

第一編 礦山排水設備

第一章 排水設備概論

§1. 排水設備在採礦事業中的意義及 蘇聯排水設備的發展簡史

在採礦事業中，由礦井、下山排水，由露天採礦場、排水巷道、鑽井排水，礦山水力機械化之供水，以及其他輔助目的，皆採用水泵設備。此外，水泵尚用於城市及鄉村之供水，用於溝渠之排水。水泵對井下工作有特別重要的意義，因井下工作需要使水泵站的工作非常可靠。水泵的工作不正常會使礦井被水淹沒。

因此，工作可靠是對水泵最主要的要求，尤其是在對於工作安全予以最大注意的我國，更是這樣。但同時應力求水泵設備的工作最為合理：消耗能量最少而效率最高。

在俄羅斯國家裏，第一批用於供水的揚水機器，早在 1631 年就製造出來了。

在 1718 年，根據彼得一世的指示，曾製造了皇帝夏季花園供水用的揚水機，經過 36 年以後，彼得堡科學研究院院士艾列耳(1707—1783)發表了離心水泵的液體流動理論。

從 1757 年開始，克·德·福洛勞夫(1728—1800)先是在烏拉爾，然後在阿爾泰，建築了幾處水泵設備。這些水泵是往復式的，由水力或蒸氣機器（大氣的）來帶動。

幾乎與克·德·福洛勞夫同時，在這一方面工作的有俄國發明家伊·伊·包爾祖諾夫(1728—1766)，他是第一部蒸汽機的創造者。由他製造了幾處水泵設備於茲麥易諾高爾司克及其他的礦山上。

伊·伊·包爾祖諾夫及克·德·福洛勞夫是在礦山機械事業高漲

的年代中工作着的，這一點自然是刺激了他們的創造。但是當時在俄國也有一些阻礙發明家偉大事業的力量。在這些阻礙的力量裏邊，首先應當指出的是農奴制，這種制度，正如列寧^①所說的那樣是使技術陷於停滯和守舊的境地的。

排水設備的敘述，我們還可以在姆·維·羅曼諾索夫的著作「冶金工業或採礦業的初步基礎」中找到(1763)。

十九世紀是以水泵製造的顯著發展為特徵的。於此時期中在羅斯托夫建築了巴斯突豪夫工廠，建築了盧干斯基機械工廠等等。

於十九世紀末，在盧波列沃建築每晝夜七百萬桶水（約3600立方公尺/小時）的大水塔。爲了製造這個大水塔所用的水泵，曾懸賞徵求設計圖樣^②。參加競爭的除了俄國的公司以外，還有二十多個外國的大公司，但是終於採用了俄國的設計，這個設計的優點是水泵的構造輕便和最經濟。

於1835年，採礦工程師阿·阿·薩波路科夫^③（1783—1857）裝備了他所發明的扇風機用以運水，按實質說，也就是他構成了離心式水泵，他把這種水泵叫做「趕水機」。

十九世紀中，在礦山機械方面工作着的，有伊·阿·吉莫教授（1838—1920），他是礦山機械學方面的第一位教授，是位卓越的學者。於1879年他著了一本關於礦山機械的書籍。

在十九世紀，工程師維·格·叔浩夫（1853—1939）開始進行研究工作。於1884年他發表了「石油管及其在石油事業中的使用」這一本小冊子，而在1897年他發表了「直接作用的水泵」一書。他發明了慣性水泵和繩帶水泵。

俄國的著名學者恩·耶·儒考夫司基教授（1847—1921）的科學事業的開始，是在十九世紀末，他的液體衝擊著作是典型的著作。於1912年他又創造了翼翅的渦流理論，根據這種理論，格·弗·普洛斯

① 列寧「俄國資本主義之發展」，第四版，第三卷。

② 胡加克夫「水泵之製造」，СПБ，1905。

③ 姆·普·塔塔林諾夫「阿·阿·薩波路科夫——工業用第一批離心式與螺旋式扇風機及水泵的俄國傑出發明家」蘇聯科學院院報，№ 1，1951。

古拉院士（以及其他的學者）製成了離心式水泵的渦流理論。

莫·莫·費道洛夫院士(1867—1945)是礦山機械學領域中的一位泰斗。對於水泵設備莫·莫·費道洛夫完成了選擇導管直徑最合理的方法(1925)，製定了往復式水泵水閥的理論(1931)(在提昇設備方面，莫·莫·費道洛夫的貢獻更大，關於這些，將於後面敘述)。莫·莫·費道洛夫在他逝世前的一封信裏寫道：「……工作吧，勇敢地幹吧，像天才的導師斯大林同志教導我們那樣，運用新的採煤先進技術吧……」。

格·弗·普洛斯卡拉院士曾從事水泵和實用液體動力學方面的研究工作。他發表了的著作有「離心式及螺旋槳大機器」和「渦輪機器的液體動力學」。

阿·普·葛耳曼院士奠定了往復式水泵空氣室的理論，他首先證明了渦輪機工作的比例定律^①。

在斯大林五年計劃的年代裏，由於黨及政府的特別關心，建築了製造水泵的大工廠。加里寧「勇士」工廠，基洛夫「勇士」工廠，拉普得夫司基「勇士」工廠的全體設計人員，均達到了巨大的成就。最近幾年來，在新技術規範的基礎上和操作經驗的基礎上，製造了新的效率高的機器。全蘇水力機器製造科學研究所、斯大林礦業學院及其他一些機關在改良水泵方面，都有很大的貢獻。

§2. 水泵的概念及其種類

水泵的範圍包括液體用泵和氣體用泵，本編所說的僅是液體泵（真空泵將於第二編論述）。

按動作原理及構造來講，水泵的種類是很多的，但是可以把它們分為三類：

- 1) 往復式水泵及迴轉式水泵（包括螺旋式水泵）；
- 2) 離心式水泵及螺旋槳式水泵（包括渦輪式水泵）；
- 3) 無動力水泵（空氣泵、氣力泵、射水泵等）。

① 礦山雜誌，№ 8，1949。

屬於第三類的是無傳動裝置的水泵，動作的發生是直接賴著一種流動體（空氣、蒸汽、水或瓦斯）作用於他種流動體上。

水泵的效率（能力）或以立方公尺/小時表示，或以公升/秒表示，其他的表示方法很少用。

揚程一般是以水柱的公尺數表示，而對於高壓水泵，則以氣壓表示。

實質上，揚程是表示單位能量的增長。若由水泵出來的單位能量為 E_d ，而進入的單位能量為 E_s （圖1），則：

$$H = E_d - E_s = \frac{P_d - P_s}{\gamma} + (Z_d - Z_s) + \frac{c_d^2 - c_s^2}{2g} \text{ 公尺,} \quad (1)$$

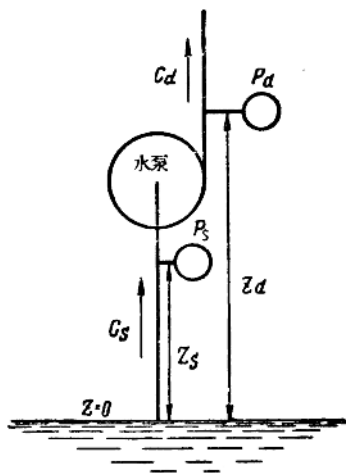


圖1 揚程測定圖

式中 P_d, Z_d 及 c_d ——分別表示由水泵出來的液流的壓力、標高及速度；

P_s, Z_s 及 c_s ——同上，進入時的；

γ ——液體的比重；

g ——重力加速度。

第二章 往復式水泵及迴轉式水泵

§3. 往復式水泵的動作方式和分類

水泵設備由以下三個基本部分組成：水泵本身、傳動裝置及導管（吸水管及出水管）。

圖 2a 中所示，為單動水泵。圖中各文字所代表的事項如下： II ——水泵缸，在此缸內活塞 II 作往復直線運動，活塞和活塞桿 m 固定地連接着。活塞桿和聯桿 L 活動地銜接着。這一部分的運動，是從主軸 O 得來的，而賴曲軸 r 傳達。水泵缸具有吸水閥 K_a 及排水閥 K_n 。其餘各文字所代表的事項為： B_n ——空氣室（排出的），其作用將在以下說明， T_n ——排水管， T_a 吸水管， II_k ——底閥，其下端有濾水器 C 。

在起動以前，水泵中應先注水。水泵的工作如下：當活塞由左向右移動時（行程「向後」），水泵缸中即造成低壓的真空，因此受大氣壓力 A 的作用，水柱隨着活塞的移動而將缸充滿。此時吸水閥開啓着。

活塞反向運動時（行程「向前」），缸內壓力增加，因之吸水閥自動關閉，而排水閥啓開。水即壓進排水管中，曲柄每旋轉一週即發生一次吸水作用和一次排水作用，此種水泵名為單動水泵。若水泵有這樣的構造，其曲軸每旋轉一週即發生兩次排水作用和兩次吸水作用（圖 2б），此種水泵名為雙動水泵，因水泵的作用、缸的數目等等之不同，水泵可分類如下：

1. 按排擠液體的機構分類：

- a) 往復式的；
- б) 圓柱式的；
- в) 隔膜式的。

2. 按動作的方法分類：

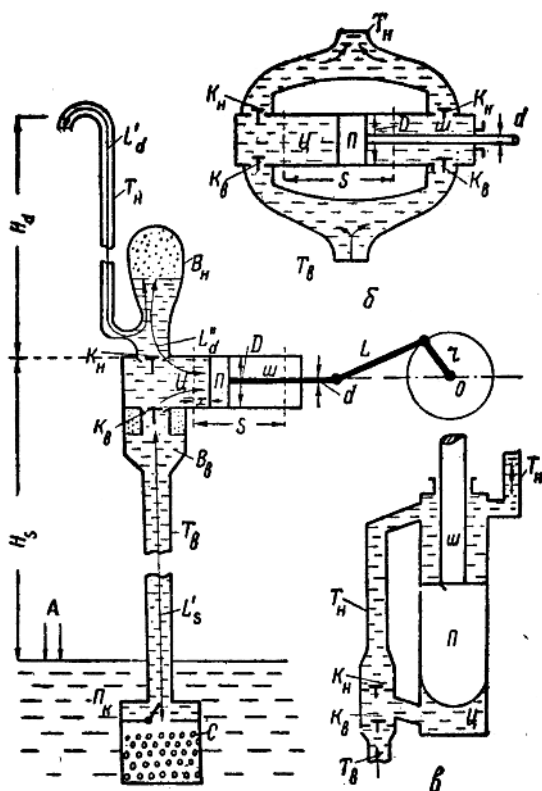


圖9 往復式水泵

а)單動水泵 (圖2а) ;

б)雙動水泵 (圖2б) ;

в)差動水泵 (圖2в) 。

3.按缸的位置分類:

а)臥式的 (圖2а, б) ;

б)立式的 (圖2в) 。

4.按揚量分類:

a) 小揚量的 (小水泵);

δ) 中揚量的;

ε) 大揚量的 (大水泵)。

5. 按缸的數目分類:

a) 單缸的;

δ) 雙缸的;

ε) 三缸的。

6. 按水泵的壓力分類:

a) 低壓的;

δ) 中壓的;

ε) 高壓的。

7. 按所汲送的液體分類:

a) 普通的 (用於冷水的);

δ) 熱液體用的;

ε) 污濁液體用的;

z) 含酸液體用的及其他。

此外, 還有有傳動裝置的水泵及直接動作的水泵。

§4. 水泵的揚量及其汲送係數

各文字所代表的事項: S ——活塞的行程; L ——聯桿的長度;
 r ——曲柄長度 ($S=2r$); D ——活塞直徑; F ——活塞面積 (平方公尺); d 及 f ——活塞桿的直徑和面積。

求單動水泵的理論揚程 (圖 2 a)。每轉所汲送的液體: $V_1 = F \cdot S$ 。
 每秒的 (理論的) 揚量 (Q_T), 在 n 轉/分時為:

$$Q_T = \frac{V_1 \cdot n}{60} = \frac{F \cdot S \cdot n}{60} \text{ 立方公尺/秒。} \quad (2)$$

對於雙動水泵 (圖 2 δ) 每轉所汲送的液體為容積 V'_1 及 V''_1 之和, 式中 $V'_1 = FS$ 為行程 [向前] 時的容積, 而 $V''_1 = (F-f)S$ 為行程 [向後] 時的容積:

$$V_1 = V'_1 + V''_1 = (2F - f)S.$$