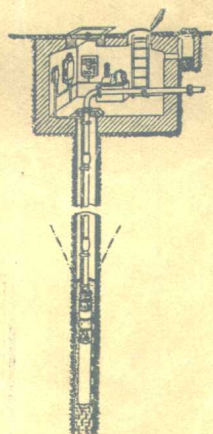


深井水泵

石華鑫編著



科學技術出版社

深井水泵

石華鑫編著

科學技術出版社

內 容 提 要

本書介紹應用於深井的各種型式水泵，說明其構造、安裝及選用。主要就蘇聯及我國出品的型式加以討論，特別對非潛式深井水泵——國內最通行的型式——加以詳細的分析；對於它各部分的構造式樣、材料選用，均從本國目前的情況立言，並談及其發展方向及改進的可能性。

本書不但對於深井水泵的設計及製造人士有所裨益，即對於深井水泵的使用者、給水工程的從業人士亦可用以參考。此外，由於深井水泵有逐漸代替某些類型離心力水泵的趨勢，故本書亦適用於一般水泵的使用者。本書不涉及水泵的設計及葉輪計算，文字力求淺顯，故亦可供一般從事深井水泵製造技工的閱讀。

深 井 水 泵

編著者 石 華 鑫

*

科學技術出版社出版

(上海建國西路 336 弄 1 號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九號

中科藝文聯合印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

書號：66

開本 787×1092 毫米 1/25 • 13 17/25 印張 • 5 插頁 • 233,800 字

一九五六年四月第一版

一九五六年四月第一次印刷 • 印數 1—4,035

定價：(10) 二元

目 錄

第一章 各種型式的深井水泵..... 1

第一節 水潤滑式深井離心力泵

甲、水泵節

乙、泵管及傳動軸

丙、出水頭及驅動部分

第二節 油潤滑式深井離心力泵

第三節 潛式水泵

甲、具有乾式電動機的潛式水泵

乙、具有充油式電動機的潛式水泵

丙、具有半乾式電動機的潛式水泵

丁、具有濕式電動機的潛式水泵

第四節 螺旋式水泵

第五節 往復式水泵

甲、水泵節

乙、輸水管

丙、水泵杆及導向裝置

丁、主動機構

第六節 壓縮空氣揚水設備

甲、空氣量及壓力的計算

乙、揚水管及輸氣管

丙、混合器

丁、分離器

第七節 水流揚水泵

第八節 共振式水泵

第二章 深井離心力泵水泵節的構造..... 59

第一節 低壓及中壓水泵節的構造

甲、具有閉式葉輪及橡皮軸承的水 泵節

乙、具有閉式葉輪的水泵節

丙、油潤滑式水泵的水泵節

丁、用硬木軸承的水泵節

戊、油潤滑式水泵的水潤滑水泵節

己、小直徑的水泵節

庚、軸向式水泵節

第二節 高壓水泵節

第三節 葉輪系列

第四節 減少磨擦損耗的措施

第五節 進水管及濾水節

第三章 深井離心力泵的泵管及傳動軸..... 84

第一節 水潤滑傳動軸的泵管裝置—— 軸承材料

甲、鐵梨木

乙、耐磨橡皮

丙、塑料

第二節 泵管及其連結

甲、束節連接

乙、法來連接

第三節 傳動軸

第四節 傳動軸軸承座的構造

- 甲、可分的閉式軸承座
- 乙、開式軸承座
- 丙、其他型式的軸承座

第五節 油潤滑傳動軸的泵管裝置

- 甲、傳動軸
- 乙、傳動軸套管與導向軸承
- 丙、套管支承座

第 四 章 深井水泵的驅動機件…………… 117

第一節 軸承

- 甲、軸向滾珠軸承
- 乙、徑向-軸向滾珠軸承
- 丙、軸向滑動軸承
- 丁、軸向圓柱形滾柱軸承
- 戊、軸向球面滾柱軸承
- 己、關於應用徑向單列滾珠軸承以承受軸向載荷的可能性

第二節 止退裝置

- 甲、棘爪止退裝置
- 乙、圓柱止退裝置
- 丙、鋼球止退裝置
- 丁、不加裝其他機件的止退裝置

第三節 填函

第四節 油潤滑式傳動軸軸承的潤滑器

第 五 章 立式空心軸電動機的構造…………… 152

第一節 具有徑向-軸向滾珠軸承的電動機

第二節 具有軸向滑動軸承的電動機

第三節 封閉式及防爆式空心軸電動機

第 六 章 用實心軸電動機及其他原動機驅動深井水泵的

構造…………… 167

第一節 立式實心軸電動機

- 甲、出水頭
- 乙、軸承座壳

第二節 錐形齒輪傳動器

第三節 皮帶傳動

第四節 用其他原動機驅動深井水泵裝置

第五節 深井水泵的雙重驅動

第 七 章 若干深井水泵裝置的主要技術數據…………… 181

第一節 蘇聯 ATH 型深井水泵裝置

- 甲、ATH-8 型深井水泵裝置
- 乙、ATH-10 型深井水泵裝置
- 丙、ATH-14 型深井水泵裝置

第二節 蘇聯 HA 型深井水泵裝置

第三節 國產的深井水泵裝置

甲、65公厘深井水泵裝置

乙、100公厘深井水泵裝置

丙、150公厘深井水泵裝置

丁、200;250公厘深井水泵裝置

戊、400公厘深井水泵裝置

第四節 深井螺旋式泵

甲、螺旋式泵的工作部分

乙、泵管與傳動軸

丙、出水頭及驅動部分

第五節 深井離心力泵效率的分析

第八章 深井水泵的各種用途..... 211

第一節 一般的用途分類

第二節 低流量給水用深井水泵裝置

甲、往復式水泵

乙、其他型式水泵

第三節 給水用深井水泵

甲、具有沉澱池的水泵裝置

乙、具有壓濾器的水泵裝置

丙、地下給水裝置

丁、具有水平集水管的水井

戊、具有加壓泵的深井水泵裝置

第四節 深井水泵作為一般給水之用

第五節 深井水泵作為固定式排水
之用

甲、用專門的排水井以資安裝深井
水泵

乙、利用豎井來安裝深井水泵

丙、地下水泵站的深井水泵裝置

第六節 深井水泵作為礦井掘進排水
之用

甲、懸掛式掘進用排水泵

乙、中間水泵站

丙、傾斜安裝的掘進用排水泵

第九章 深井水泵裝置的其他附屬設備..... 241

第一節 預潤裝置

甲、注水預潤法

乙、水箱預潤法

丙、自動化深井水泵裝置的預潤法

第二節 深井動(靜)水平的測定

第三節 測定深井水泵裝置的輸水量

甲、孔口流量計

乙、三角堰流量計

丙、流量表及總流量表

第四節 測壓裝置

第五節 電力裝備

第六節 深井水泵裝置的自動化

甲、局部自動化的控制

乙、半自動化的控制

丙、自動化的控制

第七節 水位開關、壓力開關、水流指
示計

甲、水位開關

乙、壓力開關

丙、水流指示計

第十章 如何選擇適用的深井水泵裝置..... 275

第一節 決定原始的數據

甲、輸水量

乙、揚程

丙、井管直徑

丁、動水平

戊、動力

第二節 決定深井水泵的規格

第三節 給水用深井水泵裝置選用
實例

第十一章 深井離心力泵的安裝與運轉..... 295

第一節 在製造廠中的組件裝置

甲、葉輪的平衡

乙、水泵節的裝配

丙、出水頭的裝配

丁、對於泵管及其附件的技術要求

戊、成批生產時的製造廠中試運轉

第二節 深井在安裝水泵之前的準備
工作

第三節 深井水泵的安裝

甲、基礎

乙、工具

丙、安裝程序

第四節 深井水泵裝置的調整

甲、確定電動機轉向

乙、調節葉輪軸向間隙

丙、調節填函裝置

丁、調節軸承的潤滑系統與冷卻
系統

戊、調節深井水泵裝置的輸水量

第五節 深井水泵裝置的運轉

第六節 深井水泵裝置的初次運轉

第七節 深井水泵裝置的故障

第八節 深井水泵裝置的修理

第一章

各種型式的深井水泵

第一節 水潤滑式深井離心力泵

由于深井水泵的迅速發展，目前的深井水泵已經成為獨立的一組水泵型式。它與普通水泵的主要分別是具有垂直裝置的傳動軸，以及因之而需要的支承軸向載荷——由水壓力及水柱與機件重量所產生——的軸向軸承；同時，垂直的軸，其潤滑情況又與一般的機件不同，故有水潤滑式與油潤滑式的分別。此外，由于深井水泵主要是安裝在具有一定孔徑的井管中使用，故深井水泵的外形，亦與普通的水泵不同，它除位于井管以上的部分外——主要是電動機與出水頭——，全部的零件都必須伸入井管中，故具有細長的管狀構造。

最初採用的深井泵，大半為了安裝于大口徑的淺井中而設計，井壁一般均由磚砌，口徑達一公尺以上。故深井水泵的構造，幾與一般的離心式水泵無異，僅將臥式裝置的水泵，改為立式裝置，并加裝某些承受軸向重量的設備，以之安裝在井壁上。水泵葉輪一般均使其經常浸入井水中，以減少加用引水設備的困難，而出水則由水管導出至井口供用。

此項設計，已具有目前最通用深井水泵的雛形，但由于電動機離水面太近，有受潮或被水侵入的危險。故有進一步的改良；將電動機與水泵分為兩體，水泵仍安裝在水面附近的井壁上，而電動機則移至井口上，二者間用傳動軸連接。傳動軸的軸承，採用普通的

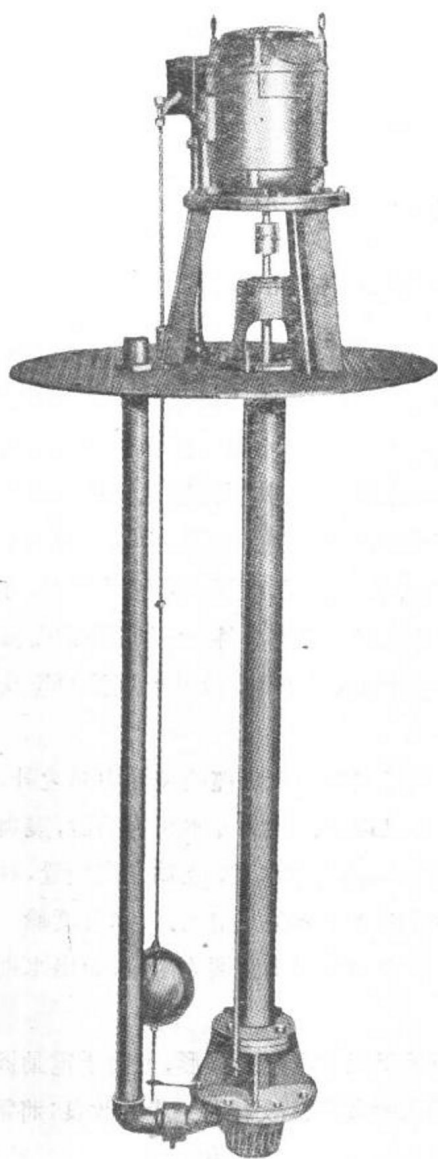


圖 1-1 立式排水泵。

型式，并個別的安裝在井壁上。此項構造，已能滿足一般的要求，且構造簡單，過去曾獲普遍的採用。

隨後，由于安裝的困難——必須有熟練的技工從事工作——，地形的變動，致傳動軸軸承的相對位置改變，影響工作，且水泵產生故障時，拆裝不便，傳動軸軸承的潤滑不良等等原因，遂進一步將所有的零件組成整體，使安裝與修理均非常便利。組成整體的方法，一般利用水管將電動機與水泵連結，由于井深不大，井管的長度通常在三公尺以下，故可省去傳動軸中間軸承的裝置，而出水則仍用另外的管道連結之。

此一型式，可以在製造廠中極準確的裝配，在用戶處僅需伸入井中，擱置在適當的基座上，故效率高，不易發生故障。同時又可預儲備用水泵，隨時將有故障

的水泵抽出，換裝備用水泵，大大地增加運轉的可靠性。

因之，雖目前的深井水泵已較此型式更為簡便而可靠，但此型式仍保持其一定的用途。例如在大廈的底層作為自動排除積水之用（圖 1-1）。

如圖所示，整套水泵均支承在電動機下的圓形鐵板上。裝用時只需將水泵穿過適當的洞孔伸入井內，使水泵浸入水中，而擱置在洞孔上的支承鐵板即可作為基座。

附裝的空心圓球能隨水面的高低沿操縱杆上下，操縱杆的上端與浮筒開關相連。在操縱杆的適當地位具有兩傳動環，當水面上升達一定高度時，空心圓球——浮筒——上升，將操縱杆推上，開動電動機，水泵即可工作。一俟水面因水泵的排水下降，浮筒達預定的最低位置時，傳動環即將操縱杆下推，關閉電動機，停止水泵的運轉。

此項排水泵通用的規格及其外形尺寸，約如下表所示：

立式排水泵性能表

型號	出水管口徑 (公厘)	電動機功率 馬力 ($\frac{\text{轉數}}{1500^1/\text{分}}$)	揚程、(公 尺)											輸水量 為零時 的揚程 (公尺)
			3	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15	16.5	18	
			輸水量 (噸/小時)											
1	38	$\frac{1}{2}$	18.1	15.9	11.3	6.8								9
2	38	$\frac{3}{4}$	22.6	20.4	18.1	14.8	11.3							10.5
3	50	1	27.2	26.1	25.0	22.6	18.1	11.3						12
4	50	$1\frac{1}{2}$	34.0	32.8	31.7	30.6	29.5	25.0	20.4	15.9	9.1			16.5
5	50	2	38.5	37.5	36.3	35.1	34.0	31.7	28.3	25.0	20.4	13.6	6.8	19.5

以後為了適應深井中使用，必須將水泵設計得能安放入口徑不大的井管中，故將連接用及輸水用的水管并而為一，達到標準的深井水泵形式。

立式排水泵外形尺寸表(圖 1-2)

單位:公厘

型號	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	S
1	460	145	65	25	38	460	75	下垂直長度,通常取 0.75; 1; 1.3; 1.7; 2 公尺	210	185	315	500	90	65	215	10
2	460	145	65	25	38	485	75		210	185	315	500	90	65	215	10
3	460	145	65	25	50	530	75		250	185	315	500	90	65	240	10
4	460	145	65	25	50	560	75		250	185	315	500	90	65	240	10
5	460	145	65	25	50	580	75		250	185	315	500	90	65	240	10

圖 1-3 所示, 為目前製造的水潤滑式
深井離心力泵的剖面圖。

它由三個主要部分組成之:

- i 水泵節;
- ii 泵管及傳動軸;
- iii 出水頭及驅動部分。

甲、水泵節。

水泵節為深井水泵的主要工作部分, 它的主要組成體為葉輪與導水節。如圖所示, 葉輪 1 緊固在垂直的軸上, 隨軸作旋轉運動。葉輪屬於開式, 即僅具有單一的圓盤, 在其一面上鑄有葉片。根據所需要的特性, 亦有採用閉式葉輪的(與一般的離心式水泵的葉輪相同)。葉輪級數的多少, 亦隨所要求的特性而定, 除更換軸長外, 增減葉輪可以不必改變其他零件, 此為深井水泵構造形式的另一巨大優點。

水流在進入每級葉輪之前, 與流出葉輪之後, 都通過所謂導水節。

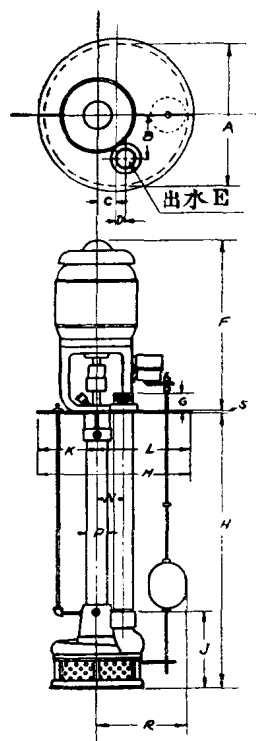


圖 1-2 立式排水
泵外形尺寸圖。

最下的導水節稱進水節。它為水流進入水泵節的入口，而水流離開水泵節的導水節——最上的導水節——稱出水節。位于進出水節之間的導水節。形狀與尺寸均屬相同，稱中節（圖 1-3 的 2）。

在每一水泵節中，不論所配合的葉輪級數多少，恆具有獨一的進水節與獨一的出水節。中節的數目，則等于葉輪的級數減一。

水泵節中，用以導引傳動軸的為位于中綫上的軸承。軸承的材料可用耐磨橡皮、硬木、銅等，或為兩種以上材料的混合結構。在一般的情形中，耐磨橡皮軸承的工作最為滿意，故獲得廣泛的應用。僅在某些特殊條件，例如用以輸送熱水或腐蝕性液體時，始行考慮改用其他的軸承材料。

各導水節互相連結，即組成整個水泵節。深井水泵伸入井管內的部分中，直徑最大的部分即係水泵節。直徑過小的水泵節，當其他規格相同時，常需較多級數的葉輪，故通常恆使水泵節具有儘可能大的尺寸，亦即確定了深井水泵所能安裝的最小深井井管直徑。

在水泵節之下，通常具有進水管，而在進水管的末端有濾水節。濾水節的作用，可以防止深井中可能的雜物進入水泵節中，招致意外的損失。由于濾水節的存在，通過濾孔的水流，具有不規則的流動，故必須在進水節之前插入一段進水管，以穩定進入水泵節的水流。進水管的長度通常約為其直徑的十倍。

乙、泵管及傳動軸

泵管 3 由適當的水管組成，按需要的總長度分成相等長度的若干段，用束節或法來連接。

泵管是作為支承水泵節及輸送水流的管道之用。

傳動軸即位于泵管中，由傳動軸軸承 4 導引。傳動軸軸承應達到保持傳動軸位于中綫上的目的；另一方面更應使水流通過時

儘量不產生損耗。

傳動軸軸承的支承，通常即利用泵管的連結件達到之。

傳動軸軸承座的材料，最多使用的是青銅，亦有用鑄鐵及可鍛鑄鐵製造的。

作為軸承材料的有耐磨橡皮、硬木、銅、膠布等。最多使用的是耐磨橡皮。

傳動軸亦係分段製成，用軸束節連結。

傳動軸在軸承附近的部分，採用各種保護的措施。例如用不銹鋼、鎳合金等製的套管。

丙、出水頭及驅動部分

出水頭為深井水泵的主要連結部分。

泵管及水泵節等的重量，通過出水頭支承在深井水泵的基座上。

傳動軸及水柱的重量，以及葉輪上所受的軸向壓力，都通過軸向軸承經出水頭支承在深井水泵的基座上。

所有井口上的部分，例如電動機等，均由出水頭支承之。

此外，沿泵管垂直向上輸送的水流，在出水頭中折轉 90° ，成水平的水流，通入輸水管中。

有時，由於輸水管與深井泵基座不均勻的下沉，出水頭更承受額外的載荷。

當採用立式空心軸電動機時，電動機與傳動軸間的連接，即位於電動機的上部。此項連接機件應該達到下列的三個基本要求：

i 調整葉輪軸向間隙。

葉輪的效率及整個水泵的特性，在一定程度上受到軸向間隙的影響。此外，傳動軸與泵管係由若干部分連接而成，各零件間的公差，不可能恰好達到葉輪正常工作時對間隙的要求；又傳動軸與

泵管由于不同載荷的軸向伸長，亦將影響到葉輪的軸向間隙。

因之，螺母 5 相對於傳動軸 6 的旋轉，可以調整葉輪所要求的軸向間隙。

爲防止螺母在工作時自行鬆動計，止釘 9 即用以固定螺母。

ii 承受軸向載荷。

如圖所示，傳動軸上的軸向載荷通過螺母 5 經套管 7 傳至徑向-軸向軸承 10，然後由出水頭支承在基座上。

徑向-軸向軸承之下，即爲儲油池。爲防止油池中的潤滑油，由通過傳動軸的洞孔洩出，在傳動軸之外，套有套管 11。

套管的下端與儲油池保持緊密的配合，使潤滑油不能滲出，而套管的上端伸入套管 7 之中，保持較儲油池最高油平面更高的位置，以保證良好的潤滑。

iii 防止連接件(泵管及傳動軸)鬆脫的措施。

由于傳動軸與泵管均係利用螺絲連接，而螺紋的方向係根據一定的考慮，保證在深井水泵的正規旋轉方向時(自上向下視時爲反時鐘方向)各連接處均爲旋緊的作用。因此，深井水泵不允許產生反方向的旋轉——逆轉。

當深井水泵安裝完成初次試轉時，電動機的轉向往往尚未肯定，常有極短時間產生逆轉的可能，而此項逆轉，對連接處的影響特大，必須防止之。

此外，當深井水泵停止運轉時，泵管中的水柱由于本身重量的作用重行下流。此項迴流，使水泵節產生水輪機的作用，作反方向的旋轉，亦影響到螺絲的連接。

因此，在傳動軸上連有止退盤 13。在止退盤中，于適當的地位裝有能活動的鋼球 12。當深井水泵正常運轉時，由于離心力的作用，鋼球上升，與止退盤下的止退棘盤不相接觸，此時止退作用

停止。

一俟深井水泵轉速降低達一定數值時（約每分鐘百餘轉），鋼球本身的重量使之下降，在棘盤上滑行。直至深井水泵停轉後，由于水柱的迴流開始逆轉時，鋼球即嵌在棘盤中，受棘盤上斜面的作用，阻止水泵的逆轉。

如因電動機接綫錯誤而產生逆轉時，鋼球亦能防止其轉動。

因之，可以保證螺絲連接的可靠性。

在出水頭上，爲了保證傳動軸的通過而不致有水洩漏，采用填函的裝置 8。

在若干深井水泵中，爲了使水泵在開動之前，泵管中各耐磨軸承均得有潤滑，以減少傳動軸與軸承的磨蝕，採用了預先用水潤滑的裝置——預潤裝置。按深井水泵的不同直徑及長度，通過出水頭上的預潤管 14，注入 50~200 公升的水。

第二節 油潤滑式深井離心力泵

油潤滑式深井離心力泵的構造形式，基本上與水潤滑式相同。僅泵管內的傳動軸，具有用油潤滑的軸承，以及因之而採用的若干構造上的變更。例如輸送潤滑油的管道、軸承的支承等等，均與水潤滑式不同。

儘管水潤滑式深井離心力泵具有更爲簡單的構造，但油潤滑式仍具有一定的用途。

如圖 1-4 所示，傳動軸 1 是處于一與之同長的支承管 3 之內。傳動軸的連結仍採用具有螺紋的軸束節 2。

傳動軸束節的外直徑較之支承管的內直徑爲小，俾潤滑油可以通過。

每隔 2.5 公尺的間隔，傳動軸用軸承 4 支承。軸承 4 的兩端各

具有螺紋，與支承管兩端的螺紋互相嚙合，即作為支承管連接束節之用。

軸承通常用青銅製造，在內面鑄有巴氏合金作為軸承材料。在內表面上——即軸承的磨擦面上——開有若干直槽，以利潤滑油自支承管的上端流至最下端之用。

每隔 8~12 公尺的間隔，支承管依賴支承架 6 支承在泵管 5 上。支承管與泵管的連接與水滑潤式相同。

支承管中的潤滑油依靠潤滑器 7 保持一定的壓力，並補充洩漏的容積。

過多的潤滑油則由出水節中的孔道 A 外洩。孔道 A 同時尚具有隔離的作用，即當水泵節出口處具有壓力的水流，在某種情況下，可能穿過填料侵入支承管而致惡化潤滑油時；孔道 A 的存在，可以隔離高壓水流，使其直接洩出，不致有與潤滑油相遇的可能。

近十年來，採用水潤滑式深井水泵的遠多於油潤滑式。主要的理由是：

i 水潤滑式由於缺少支承管的裝置，製造價值可以降低約 5~15%。

ii 水潤滑式的安裝手續簡單，安裝費用較廉。

iii 水潤滑式深井水泵的運轉費用較低。

雖然如此，油潤滑式深井水泵仍具有若干優點，而為水潤滑式所不能與之競爭的。主要的優點是：

i 油潤滑式不需要預潤裝置，故可使深井水泵的自動控制方案簡單化。

ii 在嚴寒的季節，可以不致產生泵管上面部分軸承與傳動軸水結的危險。

iii 油潤滑式可以將軸承與輸送液體隔離，防止酸性的輸送液

體損壞耐磨橡皮軸承。

由于長期運轉的結果，可以證實油潤滑式與水潤滑式具有同等的成績。

就重量言，在相同情形下（相同的水泵節與相同的長度），油潤滑式的重量較之水潤滑式約重 2~3%。

深井離心力泵的公稱尺寸，迄今沿用兩種不同的規格：

i 以配用的最小井管口徑作為公稱尺寸。

例如：250 公厘深井水泵，它表示此項深井水泵能安裝的最小井管口徑為 250 公厘。亦即整個深井水泵伸入井管中的部分，其最大尺寸——通常為水泵節的外直徑——約比井管口徑小 15~20 公厘。

通常應稱 250 公厘井用深井水泵，較為明瞭。

ii 以配用的泵管口徑作為公稱尺寸。

例如：250 公厘深井水泵，它表示此項深井水泵的泵管為 250 公厘口徑，能安裝的最小井管口徑亦應按水泵節的外直徑加 15~20 公厘計算之。

通常按深井水管的公稱尺寸加 50~100 公厘，即為能安裝的最小井管口徑。

我國目前仍沿用兩種不同的公稱方法。

由于深井水泵的長度不同，井管的尺寸各有差異，加之井管的彎曲率亦影響深井水泵與井管間的間隙，故著者的意見，似以采用第二種規格，即按泵管的口徑作為深井水泵的公稱尺寸，較為切實可靠，而目前國內較多采用者，亦係此一規格。

至于深井水泵所能安裝的最小井管尺寸，則以具體情況各異，仍以按製造廠出品目錄中的規定，較為穩妥。

深井水泵中最常配用的動力裝置，最多用的為立式空心軸電