

深井抽水機應付井沙之方法種種

方 根 壽

前 言

本刊第十二期刊載王孔德先生寫『深井之出沙問題及共防止方法』一文，說明深井出沙為一大問題，但有方法可以防止，本文擬接着說明沙礫入井後，抽水機亦有其一套應付的方法，以減沙害，王先生與我未有一面之緣，但當彼來美考察打井期內，曾因有共同之興趣，通信討論過許多次，所以本文之工作，亦可算是重溫筆誼，同時亦增加一點打井抽水方面的熱鬧。

沙害之種類

沙礫對抽水機之為害，可大別為三類：

一、冲刷 (Erosion)

清洗金屬表面之方法中，在化學方面有酸浸法，在機械方面則有衝沙法 (Sand Blasting)，含沙之流水，其對所經之金屬部分，實有與衝沙有同等的作用，將表面金屬磨失，此謂之冲刷，抽水機之壽命，而因減短，但此冲刷之為害，係逐漸而來，一般而言，並不認為嚴重問題。

二、消耗動力。

抽水機將無用之沙，從井底抽起，動力完全白費，且動力之消耗並不僅限於沙礫本身之抽起，欲說明這額外消耗，須先說明固體與液體間有一相異之特性，即固體不能將動能 (Kinetic Energy) 變為壓能 (Pressure Energy) 是，那有名的 Bernoulli 公式對於固體完全不適用，當含沙之水經過輪槳 (Impeller) 而接受其動能後，水則減速而增壓循出水管而上升，沙則用其全部動能，左衝而右突，徒然增加沙與水間，沙與金屬間之磨擦，一俟本身能量喪盡，則又累了水將之帶上地面，倘沙之份量增加，抽水機之效率，就會大大的減小。

可是就一般而言，沙對抽水機機件之損壞遠較動力之消耗為嚴重，相形之下，動力之消耗，就成為次要之問題了。

三、對必須維持適當間隙 (Clearance) 之部門損壞。

抽水機中有三個部門，必須維持適當之間隙，否則效能減低，甚或完全不能用，此三部門為。①輪槳與機壳之間。②軸承與軸頸之間。③軸與塞漏圈之間：一部深井抽水機之奮鬥史，大部分為與沙之周旋史，而與沙之周旋無非為保持上述三個間隙，本文後段當申述之。

防沙之方法

一、輪槳之選擇

深井抽水機之輪槳有二種，閉式 (Enclosed type) 與半開式 (Semi-open) 是，前者先出，後者遲創，幾乎可說係應付井沙而創出者，圖 1A 為閉式輪槳，1B 則為半開式，二圖中各有黑點一顆，示沙之存在，先看圖 1A 此沙闖入輪槳與機壳之間，此處為封水面，使高壓之水不倒流而下，闖入之沙無法脫離，終將封水面損壞為止，大粒質硬

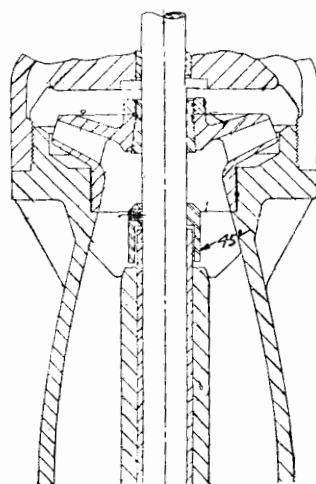


圖1A 閉式輪槳
(圖中黑點示沙之存在)

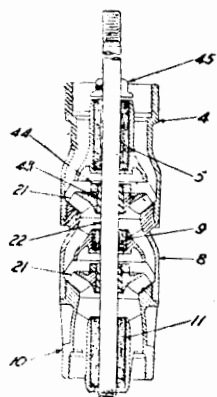


圖1B 半開式輪槳
(圖中黑點示沙之存在)

之沙，且吃住輪槳，不能轉動，所謂攔沙 (Sand lock) 現象是，次看圖 1B 沙在槳葉 (Vane) 與機壳之間，不會攔住，磨擦面亦極小，且輪槳還可以向上提起，使沙通過。此外半開式者可以用堅硬之金屬來鑄造，以抵抗沙礫之磨擦，如為閉式輪槳，則堅硬金屬鑄造後，無法清理內中水道，抽水機之

效率大減，由上顯見，凡有沙之井，宜選用半開式輪槳。

此外順便在圖 1A 與 1B 中，提出一個小機件：標明 45 之處為一避沙蓋，使沙不會進入軸承中，此種類之防沙小件，隨各人思慮所及，或加或減，時而稱有效，時而稱無效本文不擬一一討論，亦無法全部包括在內，總而言之凡是人們所想學到的辦法，差不多已試行過，說句開玩笑的話，唯一人們想到而未曾一試者，恐怕只有掛一塊告示，上寫道：『鍾槓在此，沙鬼迴避』，的迷信的辦法了。

二、軸承之選擇。

深井抽水機常用之軸承 (Bearing) 材料有二種，黃銅與橡皮是，後者能見沙而退讓，使不傷及軸頸 (Journal)，圖 1B 所用者即為橡皮軸承，而圖 1A 則為黃銅軸承，無論從輪槳之式樣上看或軸承材料種類上看，均立即可判斷何者係適合沙井之用。

傳動軸之軸承以黃銅製成者，往往須外加銅管，使沙與水無法侵入如圖 2A 所示，其軸承材料有密切關係必須相提并論者為軸承之潤滑方法，橡皮適于水潤滑而黃銅適于油或脂潤滑，因此傳動軸有二種截然不同之構造如下：

1. 黃銅軸承，有套管，油或脂潤滑。(圖 2A)
2. 橡皮軸承，無套管，水潤滑。(圖 2B)

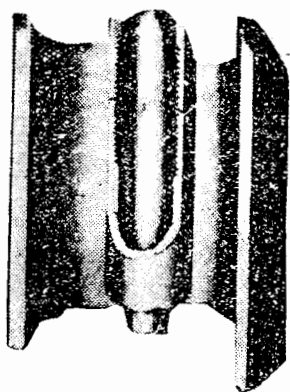


圖 2A 黃銅軸承與其套管

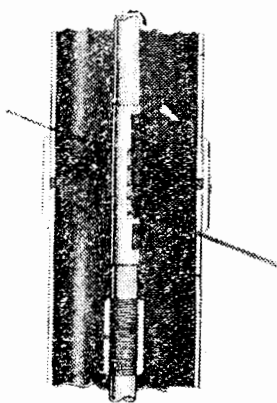


圖 2B 橡皮軸承

套管的辦法對防沙侵入，可算有效，可惜的是有些地方因為衛生上或化學上的理由，不容許有些微油脂滲入水中這就非用水潤滑不可了。

最初所用之橡皮軸承無孔無溝，後來認為鑽孔者可以讓沙沖洗出去(圖 3)又後來發見沙並不從孔外出，反而隱匿孔內，繼續為害，於是改用螺旋

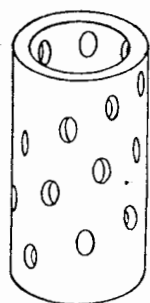


圖 3 有孔軸承

溝，並使軸承能鬆動旋轉，如是水則向上升，而沙沿螺旋溝下降，這種想法似乎符合事實，圖 B2 所示者即今通用之旋轉軸承是，仔細看可以看到內外二面均有螺旋溝。

傳動軸之構造除上述通用之二法外，尚有不常用之第三法，係專為防沙而創者，此法用橡皮軸承而用套管，用水潤滑，但非

所抽之水而係外面通入之無沙清水，且壓力比所抽之水為大，水由套管之上端注入，循管而下，潤及所有傳動軸之軸承，然後進入槳軸 (Impeller shaft) 中心，由槳軸頸處之小孔出去，槳軸以步槍鑽孔法將中心鑽空，凡有軸承之處均設小孔，為清水之出口，因清水之壓力高，凡其所到處，沙水無插足之機會此法對防沙甚有效，只是成本太高非一般農民所能想望，且在田野間很難有高壓之清水可資利用。

三、軸頸之選擇

用水潤滑之軸頸，以能耐磨與耐銹為主要條件，耐磨為機械性質，而耐銹則為化學性質，前者由于沙，後者由于水故耐磨與耐銹不能分開，同等重要其次不論在何理想之材料，久用後仍舊磨損，因此最好軸頸能隨時置換，現將各種軸頸列舉其要點如下：

1. 不能置換者

- ①軸頸部分，用各種熱處理法，使其表面硬化，此法最廉，但效果未必佳。
- ②軸頸部分鍍鉻 (Chrome plating)，耐磨性與耐銹性均極佳以成本為高，不能置換為缺點。
- ③外加套袖 (sleeve)，用電焊固定軸上。

2. 能置換者

- ①外加套袖，用鐵焊法固定軸上。
- ②外處套袖，用機械法連接于軸上，此法最易隨時置換，病在袖與軸間不密封易生弊端。

至于套袖所用之材料，更是不勝枚舉，各種不銹鋼，各種石炭鋼加熱處理，特種合金，以及碳鋼之表面施敷硬質金屬粉等等各有所長，亦各有所短，未有價廉物美之理想材料出現。

四、塞漏器 (Stuffing Box) 之保護。

任何抽水機，其軸通出機外之處，一定有防止不漏的辦法，絕大多數是用塞漏器，用塞漏圈一圈一圈的塞入軸之四周。此法使用最早，亦最普遍。約近十年來，用機械封(Machanical seal)者，漸行普遍，此種機械封絕不能見沙。要化極大工本，方能免除沙害，因其應用不在農用抽水機上，故不擬在此詳述。又以二次大戰後，原子能之利用，日漸增多，原子能工廠中之抽水機要絕對不漏水，否則放射性物質外逸，十分危險。據稱原子彈製造之初，不漏抽水機之發明亦為技術上難關之一，除去這些非常特殊之抽水機外，一般者必定有少量水自塞漏器徐徐流出，此漏有其工程上之必要，一則冷卻二則潤滑。如無此漏，則塞漏器在五分鐘便可因過熱損壞，拿起扳手將塞漏器緊到點滴不漏，是外行人去管理抽水機最易犯的錯誤。

既然不能免漏，則沙就有機會到塞漏器去作祟，一個出沙之新井對塞漏器之損壞常極利害應付之辦法，可有四方面：

- ①軸頸之選擇，已見上節。
- ②塞漏圈(Packing Ring)材料之選擇。
- ③水在進塞漏圈以前另闢旁道導之他去。
- ④在塞漏器下部加靜水管(圖4)，使水速驟降將所帶之沙丟下。

五、用濾器(Strainer)

抽水機之下端進水處，常裝置濾器，河湖沿岸

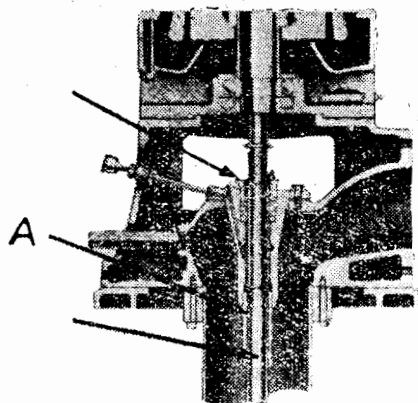


圖4 塞漏器與其靜水管(A)

灌溉用抽水機，用之以防浮木，水草甚或死貓等進入。至于深井抽水機，其作用全在防沙，因進水之總面積不能太小，否則抽水效率大減，因之濾器之孔亦不能太小，濾器之防沙亦只防止一部分而已。

六、以水速控制沙之進退。

前面提過，沙之上升，有賴于水動能之運送，如減低水速，沙即被丟落，利用這原理，有人將進水口擴大或另加大口徑之鐘形物，唯此法不適用深井抽水機，因為井徑不能隨意加大之故。

相反的有不少人相信，將水速加大，可以一直將沙強送上地面不讓留在各部門為害，這辦法很通行，至何種水速為宜，則全憑經驗，未見有研究報告。實際上此法之效果究竟如何亦不無可疑之處。

福建營造廠

經理 許 阿 水

廠 址：台中縣后里鄉公館村10號

見松營造廠

經理 劉 塗 水

廠址：台中縣豐原鎮西勢里西勢路31號

電話：5 2 0 號