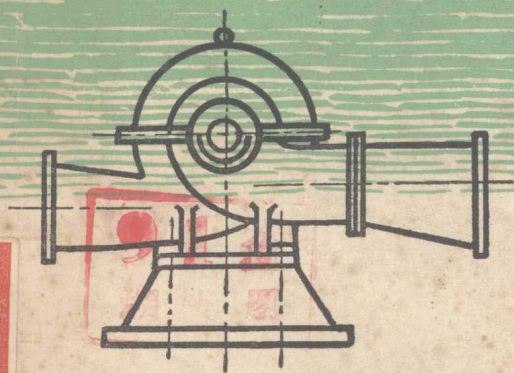


SSD
机电提灌訓練班試用教材

水泵

四川省水利电力厅机电排灌管理处主編



机电提灌训练班试用教材

水 泵

四川省水利电力廳
机电排灌管理处主編

四川人民出版社

一九六四年·成都

号

機電提灌訓練班試用教材

水 泵

四川省水利电力厅机电排灌管理处主編

四川人民出版社出版(成都盐道街三号)

四川省新华书店发行 四川新华印刷厂印刷

850×1168 毫米 $\frac{1}{32}$ 印张 5 $\frac{5}{16}$ 字数 118 千

1964 年 7 月第一版 1965 年 8 月第二次印刷

印数: 5,001—22,000

前 言

解放以来，我省机电提灌事业有了飞跃的发展，机电提灌装机容量比解放前增加了千倍以上，这对我省靠机电提水灌溉的地方抗御連續三年大旱灾，夺取粮食丰收，起到了很大的作用。

根据党的“以农业为基础、以工业为主导”的发展国民经济的总方针和实现农业技术革命的要求，我省现有的机电提灌设备，还远远地不能与农业生产发展相适应。特别是省委根据我省自然条件的特点和领导水利工作的经验，提出了“以电力和机械动力提水灌溉为主、提蓄结合、综合利用”的水利建设方针以后，以电力和机械动力提水为中心，开展改土、加工、运输、耕作等方面的综合利用，逐步进行以水、土、肥为主要内容的农业技术改革运动，逐步实现我省农业的电气化、机械化，就成为全省人民的一个光荣而艰巨的任务。随着这一正确方针的深入贯彻，在全省范围内，将出现一个建设机电提灌工作的高潮。因此，培养大批的建站、安装、使用、维修和管理机电提灌设备的技术力量，轮训和提高机电技术人员的业务水平，以保证建好、用好、管好机电提灌设备，并充分发挥这些设备的效能，就成了我们目前的迫切任务。

为了帮助各地培训技术干部，掌握机电提灌技术，我们特组织了一部分力量，根据我省实际工作的经验，参照过去举办短期训练班的讲义，编写了一套《机电提灌训练班试用教材》，包括

《水泵》《提灌站配套設備的選擇與使用》《提灌機械修理》等八種，由四川人民出版社陸續出版。

在編寫過程中，我們考慮到培養的對象，在工作時間上，有老有新；在業務知識上，有生有熟；在文化程度上，有高有低；在培訓時間上，有長有短等特點，因此，在各種教材的內容上，一方面盡量結合實際，深入淺出，照顧初學人員的需要；另一方面在這套教材中，增加了部分實際工作經驗和科學理論，以便滿足技術人員進一步提高的要求。

《水泵》一書的內容，主要包括了水泵的基本知識、水泵的構造、離心水泵的性能、水泵的選擇、抽水設備的安裝、抽水機組的操作、維護和檢修等六部分。在教學工作中，如果是初學機手，可以本教材第一、二、五、六章為主，結合學員的文化程度，適當地增加第三、四兩章內容。如果是輪訓老機手，可以第二、四、五、六章為主，適當地增加第三章部分內容。如果是機務技術人員，則應以第三、五、六章為主。

由於編者的政治業務水平較低，編寫的時間短促，加以又是初次編寫教材，因而這套教材的內容，可能有錯誤的和不妥的地方，希望各地在使用時，將教學中對本書的寶貴意見來信告訴我處，以便再版時修改補充。

四川省水利電力廳機電排灌管理處

一九六三年十二月

目 录

第一章 水泵的基本知識	1
第一节 水泵概述及其种类.....	1
第二节 水泵的基本参数和作用原理.....	3
第三节 水泵的型号.....	10
第二章 水泵的構造	13
第一节 水泵的一般构造.....	13
第二节 水泵的主要零件及其功用.....	20
第三节 水泵的附件.....	32
第三章 离心水泵的性能	37
第一节 离心水泵中液体运动及其基本方程式.....	37
第二节 水泵的汽蝕現象与允許吸水高度的确定.....	46
第三节 水泵总水头的确定.....	53
第四节 水泵的效率和功率.....	58
第五节 离心水泵的性能曲綫.....	64
第六节 离心水泵的調节.....	84
第四章 水泵的选择	92
第一节 流量的确定.....	92
第二节 总揚程的确定.....	94
第三节 动力机的选择.....	99

第四节	抽水机组选择实例	100
第五章	抽水设备的安装	104
第一节	机组的安装	104
第二节	管路的安装	124
第三节	安装工作的全面检查与验收	135
第六章	抽水机组的操作、维护和检修	137
第一节	抽水机组的操作	137
第二节	水泵的故障及其原因	143
第三节	水泵故障排除与检修	147

第一章 水泵的基本知識

第一节 水泵概述及其种类

水泵，是将水从低处抽往高处，用来灌溉农田或排除积水，保证农田适时排灌的机械，因此，又称为抽水机，它是目前农业生产上一种先进的提水机械。

泵的种类很多。按它的用途来分，有工业泵、农业泵和其他专用泵；按它输送的液体来分，有水泵、油泵、污泥泵等；按它的结构原理来分，有叶輪式水泵、活塞式水泵、空气揚水机和射流式泵等。目前，我省农村使用的农业水泵，絕大部分是属于叶輪式水泵，其中又可分为离心式和軸流式两类水泵。

离心式农业泵，是利用叶輪的离心力的作用，使液体流动，并产生液体压力，将泵壳內的水压到高处的一种泵。这种水泵，揚程比較高，丘陵地区用得較多，如 BA 型水泵、SH 型水泵、多級水泵和一部分混流式水泵。軸流式农业水泵，是利用叶輪的斜面推力作用，使液体流动，并产生液体压力，将叶輪下面的水推向高处的一种泵。这种水泵，揚程比較低，一般在十米以下，适用于低揚程提水。

目前，我省农村选用的农业水泵，主要的有以下几种：

一、BA 型水泵：原来称为 K 型水泵。这是一种单面进水的悬臂式水泵，水从单側进入叶輪，沿着叶輪半径方向甩出（图 1—1 甲）。BA 型水泵的优点是，效率高，馬力省，用料少，重量較輕，制造簡便，我省应用最为广泛。

二、SH 型水泵：原来称为 J 型水泵。这种水泵，水从兩側

进入叶轮，沿叶轮半径方向甩出（图1—1乙）。SH型水泵的优点是，出水量比BA型水泵大，在BA型水泵出水量不能满足排灌的要求时，可以采用SH型水泵。由于它是水从两侧进入叶轮，轴向推力相互抵消，可以延长轴承使用寿命。

三、混流式水泵：水从单侧进入叶轮，沿着叶轮倾斜的方向甩出（图1—1丙）。水在叶轮内，除了离心力的作用外，还受叶轮轴向推力的作用，因此，称为混流式水泵。这种水泵的优点是，效率高，结构更为简单，适于低扬程排灌地区使用。

四、轴流式水泵：水从轴向流入，受叶轮的推动作用，沿轴向压出（图1—1丁）。这种水泵的优点是，适合于低扬程、大面积灌溉地区使用。

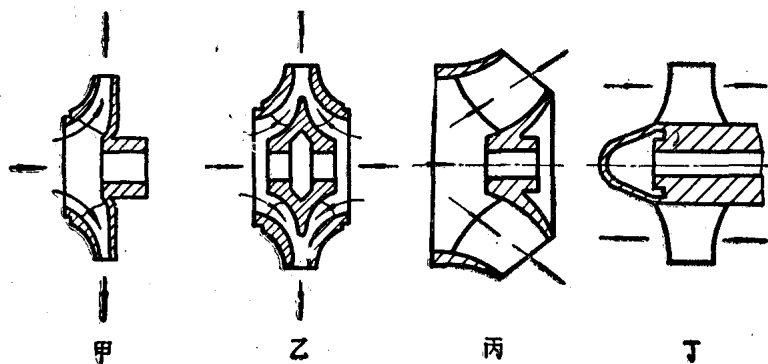


图1—1 四种型式叶轮的示意图

五、DA型多级水泵：原来称为SSM型水泵。这种水泵的叶轮，与BA型水泵相同，只是在一根轴上装有二至九个相同的叶轮，水从轴向进入，沿叶轮半径方向甩出，又进入下一个叶轮，有几个叶轮，水就要被反复抽几次，因此，又称为多级水泵。这种水泵的优点是，扬程较高，效率较低，一般适合于江河沿岸高扬程地区使用。

六、潜水式水泵：这种水泵，是将水泵和电动机安装在同一个密闭的机壳内，把它放入水中，就可以把水抽出来。它是浅丘陵地区发展流动电力抽水的好机器。

此外，还有跃进水泵、深井水泵、水击扬水机、水轮泵等其他农田排灌水泵，但在我省使用的较少，这里就不详细介绍了。

第二节 水泵的基本参数和作用原理

一、水泵的基本参数

水泵的基本参数，包括水泵的流量、扬程、转数和功率。现在，将它分别叙述如下：

1. 流量：水泵的流量，是指水泵在单位时间内所抽送液体的体积。其单位为立方米/秒、升/秒或立方米/时，计算流量的公式：

$$Q = FV$$

式中：Q 代表流量；F 代表过水断面，单位为平方米；V 代表流速，单位为米/秒。

1 立方米水重 = 1,000 公斤 = 1 吨

1 升水重 = 1 公斤

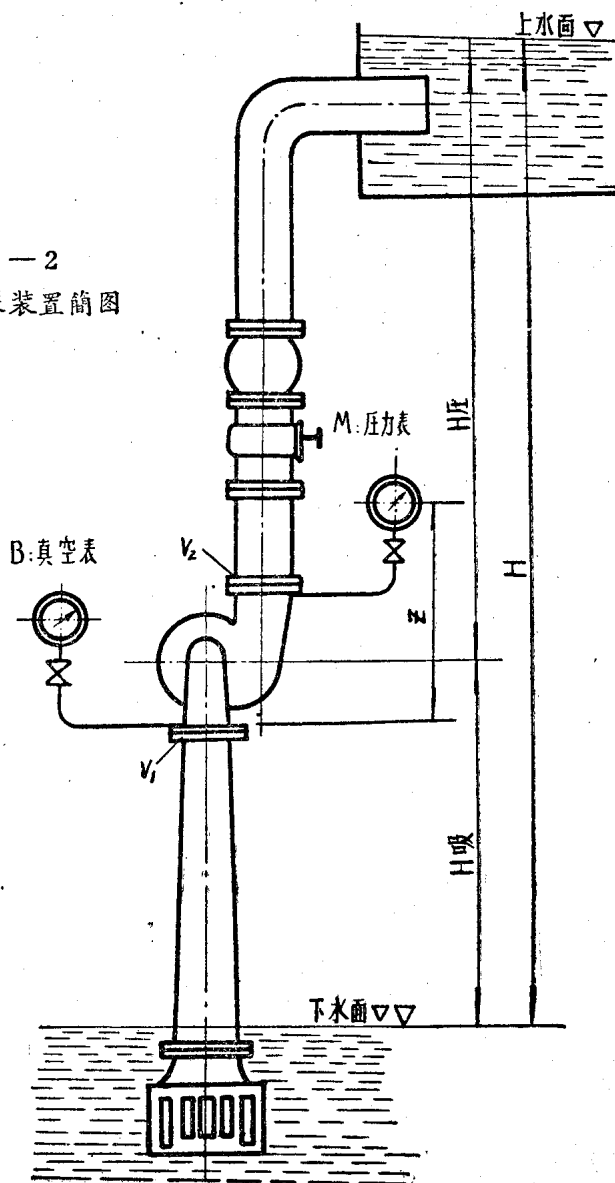
1 立方米 = 1,000 升 = 1 吨

2. 扬程：水泵的扬程，是指每一单位重量的液体通过水泵后，其能量的增值。常以H代表水泵的扬程，其单位为公斤，米/公斤，约去公斤，则得到扬程的单位米，即是抽送液体的液柱高度。也可以认为，扬程是液体通过水泵后所能扬起的水柱高度。

在水泵性能表中，所示的扬程为总扬程。它由如下几部分组成，如图1—2所示。

(1) 吸程：吸程 ($h_{吸}$) 由实际吸程 ($h_{实吸}$) 和损失吸程 ($h_{损吸}$) 两部分组成。实际吸程，是指由下水面到泵轴中心线之

图 1—2
离心水泵装置简图



間的實測垂直距離；損失吸程，是指液流在吸水管路中的能量損失，包括局部損失和沿程損失兩部分。吸程的大小，可從真空表中讀出。它們的關係，可用下式表示：

$$h_{\text{吸}} = h_{\text{實吸}} + h_{\text{損吸}} \quad (1-1)$$

(2) 壓程：壓程 ($h_{\text{壓}}$) 由實際壓程 ($h_{\text{實壓}}$) 和損失壓程 ($h_{\text{損壓}}$) 兩部分組成。實際壓程，是指由泵軸中心綫到上出水面之間的實測垂直距離；損失壓程，是指液流在壓水管路中能量的損失，包括局部損失和沿程損失兩部分。它們的關係如公式 (1-2)。

$$h_{\text{壓}} = h_{\text{實壓}} + h_{\text{損壓}} \quad (1-2)$$

(3) 總揚程：總揚程 (H)，是由吸程和壓程兩部分組成。也可以說，是由下水面到上水面之間的垂直距離 (米)，加上吸水和壓水管路中的管路損失。上下水面間的垂距，可稱為實際揚程 ($H_{\text{實}}$)；吸水管路中的損失吸程與壓水管路中的損失壓程之和，稱為損失揚程 ($H_{\text{損}}$)。于是可以從上面的關係得出：

$$h_{\text{吸}} + h_{\text{壓}} = H$$

$$h_{\text{實吸}} + h_{\text{實壓}} = H_{\text{實}} \quad (1-3)$$

$$h_{\text{損吸}} + h_{\text{損壓}} = H_{\text{損}}$$

$$H_{\text{實}} + H_{\text{損}} = H \quad (1-4)$$

水泵的總揚程，又可以稱為總水頭。

現在，具體地分析管路中的水力損失。上面已經談到了由 $h_{\text{損吸}}$ 和 $h_{\text{損壓}}$ 所組成的 $H_{\text{損}}$ 。它是水泵在抽水時，水流通過輸水管路，由於摩擦阻力而引起的水頭損失，包括沿程水頭損失和局部水頭損失兩部分。

沿程水頭損失，是水流在直管管路中流動時，因克服沿程的摩擦阻力而引起的水頭損失。它與管路的長短、管徑的大小、管子內壁的粗糙度及管內流速的大小有關。沿程水頭損失的大小，可由下述公式算出：

$$h_{\text{沿}} = S_{\text{沿}} \cdot Q^2 \cdot L \quad (1-5)$$

式中： $S_{\text{沿}}$ 代表沿程阻力系数，其值可从表（4—2）查出； Q 代表通过的流量，米³/秒； L 代表輸水管路的长度，米。

管路的局部損失，是水流通过进出口、弯管、各种閥門及漸變管等所引起的水头損失。局部水头損失的大小，与管路的布置情况有关。若管路上設置的弯管、各种閥門等的数量过多，則局部水头損失的数值也大。同时，局部水头損失的数值，还与水流在管路中流动的速度大小有关。其数值可通过下式确定：

$$h_{\text{局}} = \sum S_{\text{局}} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (1-6)$$

式中： $\sum S_{\text{局}}$ 代表局部阻力系数的总和，見表4—3； V 代表平均流速，米/秒； g 代表重力加速度，9.81米/秒²。

3.轉数：水泵的轉数，是指水泵叶輪每分钟的轉数，用 n 表示，其单位为轉/分。

4.功率：水泵的功率，是指水泵的軸功率，即为动力机輸送給水泵的淨功率，以 $N_{\text{軸}}$ 表示。其单位为千瓦或馬力。

单位時間內流过水泵的液体，从水泵那里得到的能量，叫做有效功率（或叫水馬力），以 $N_{\text{有效}}$ 表示，水泵的有效功率为：

$$\begin{aligned} N_{\text{有效}} &= Q \cdot H \cdot r \left(\frac{\text{公斤} \cdot \text{米}}{\text{秒}} \right) \\ &= \frac{Q \cdot H \cdot r}{102} \quad (\text{瓩}) \\ &= \frac{Q \cdot H \cdot r}{75} \quad (\text{馬力}) \end{aligned} \quad (1-7)$$

式中： r 代表液体的比重（公斤/米³），对于水來說， $r = 1,000$ 公斤/米³。

若 Q 以米³/小时計，則公式(1-7)可改寫為：

$$N_{\text{有效}} = \frac{Q \cdot H}{367 \cdot 2} \text{ 瓩} = \frac{Q \cdot H}{270} \text{ 馬力。} \quad (1-8)$$

水泵不可能將動力機輸入的功率全部傳遞給液體，在水泵內有功率的損失，損失的大小，用效率來衡量。水泵的效率，為有效功率與軸功率之比。

$$\eta = \frac{N_{\text{有效}}}{N_{\text{軸}}} = \frac{N_{\text{有效}}}{N_{\text{軸}}} \cdot 100\% \quad (1-9)$$

$$\text{所以 } N_{\text{軸}} = \frac{N_{\text{有效}}}{\eta} = \frac{Q \cdot H \cdot r}{\eta} \left(\frac{\text{公斤} \cdot \text{米}}{\text{秒}} \right) \quad (1-10)$$

$$N_{\text{軸}} = \frac{Q \cdot H \cdot r}{102 \eta} \text{ 瓩} \quad (1-11)$$

$$N_{\text{軸}} = \frac{Q \cdot H \cdot r}{75 \eta} \text{ 馬力} \quad (1-12)$$

$$1 \text{ 馬力} = 0.736 \text{ 瓩}$$

$$1 \text{ 瓩} = 1.36 \text{ 馬力}$$

二、水泵的作用原理

為了說明離心水泵的工作原理，讓我們首先引用下面的例子。如图1—3甲所示，取一個小鐵桶，桶內盛滿水，回轉鐵桶時，桶內的水便產生離心力，在離心力的作用下，雖然在回轉過程中將鐵桶倒置，但桶內的水仍不會流出。假想在桶底鑽一個小孔，那麼在桶的迴轉過程中，水便會從小孔中迅速噴出，如图1—3乙所示。若小桶回轉的速度愈快，則所產生的離心力就愈大，水就噴得愈多、愈遠。若將小鐵桶封閉，上下各接一根橡皮管，下面的橡皮管與一水源相接，如图1—3丙所示。那麼，此時回轉鐵桶，由於桶內的水從桶底的皮管噴出，這樣，在桶內

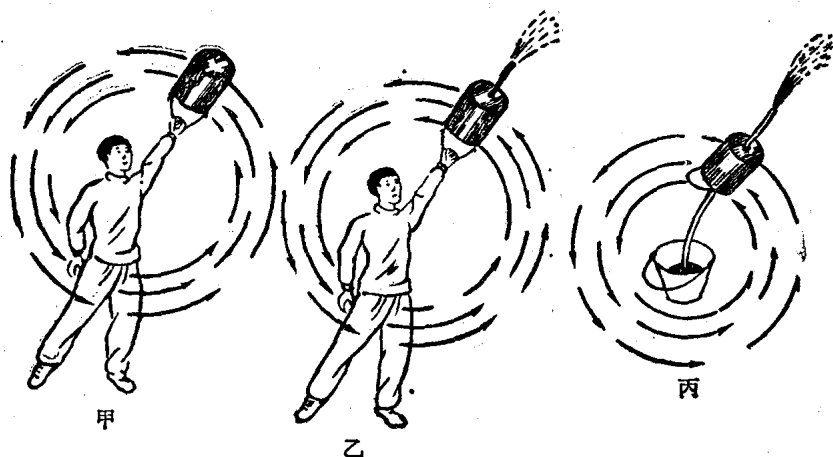


图 1—3 离心水泵吸水排水的原理

便产生真空，水源的水便借助大气压力和桶内真空的压力差的作用，把水源不断地压入桶内。

离心水泵的工作原理，与上述情况相同，如图1—4所示。

在开动水泵前，先要用充水漏斗（又称引水杯）将机壳和吸水管路内充满水（直至充水漏斗水面不再下降时，即可将漏斗上的阀门关闭），使其中的空气完全排尽。当叶轮转动时，叶轮内两叶片间流道里的液体也要随之运动，在离心力的作用下，液体沿流道向叶轮外缘流出，在流动的过程中，液体离叶轮中心越来越远，半径越来越大，故液体运动的速度也就越来越大，液体的动能也就越来越大。同时，因为离心力的作用，液体越接近叶轮的边缘则压力越大，故液体流过离心水泵的叶轮时，速度能和压力能都有增加。此时，液体迅速地进入蜗形流道，由于流道是密封的，而液体是连续的，所以液体质点部分动能在流道中就转化为压能，而形成机壳边缘部分的高压区和机壳中心部分的真空区（即机壳中心部分的压力小于大气压力）。压水管联接在高压区，流道内的液流借助高压区的压力（大于大气压力）与压水管

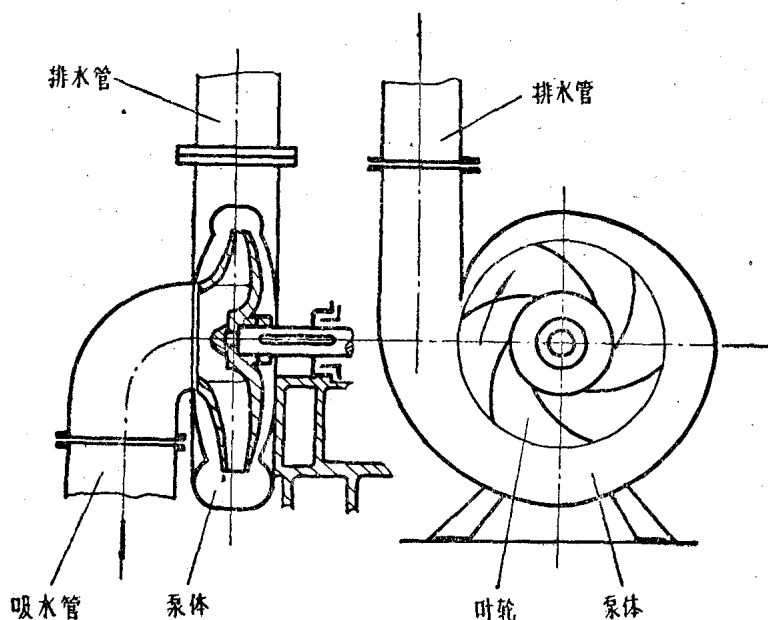


图 1—4 离心水泵工作示意图

出口处压力的压力差而流出。吸水管与真空区相联接，水源的水，便借助水源水面压力（大气压力）与真空区的压力差，由吸水管源源不断地吸入水泵内。

概括的说，水泵的工作原理是：当叶轮高速旋转时，事先充满水泵内的水，由于叶轮旋转所产生的离心力，自叶轮流道里流至叶轮外周，再经过泵壳而从出水管中流出。当叶轮内的水被甩出时，叶轮内部呈真空，此时水源水面上作用的大气压力便将水压入叶轮内，以填充叶轮内原先被甩走的水，叶轮不断旋转，水也不断地被吸入和压出，故离心水泵能够连续地进行工作。

第三节 水泵的型号

一、BA 型离心泵

BA 型离心泵，是臥式、单級、叶輪单面进水的悬臂式水泵。

BA 字是采用悬臂的臂字拼音字头編制的新型号。原先悬臂式，是用俄文 K 来表示。

BA 型离心泵型号的意义：如 4BA—12a，4 代表水泵进水管口的內径为 4 英寸，或者为縮小 $\frac{1}{25}$ 并化为整数的吸水口內径毫米数，即为 $4 \times 25 = 100$ 毫米；BA 代表悬臂式（叶輪单面进水）；12 代表縮小为 $\frac{1}{10}$ 并化为整数的叶輪比速，即比速为 120 左右；a 代表叶輪直径經車削后比 4BA—12 型的小，其他各部尺寸都相同。因其叶輪直径减小，适用于揚程比原型叶輪要低的地方。

二、SH 型离心泵

SH 型离心泵，是臥式、单級、叶輪双面进水的离心式水泵。

SH 是采用叶輪双面进水的双字拼音(shuang) 字头編制的新型号。原先这种泵，是用俄文 П 表示。

SH 型离心泵型号的意义：如 14SH—13a，14 代表水泵进水管口內径的英寸数，即为 14 英寸，或者为把它与 25 相乘后得到以毫米为单位的吸水口內径的毫米数，即为 $14 \times 25 = 350$ 毫米；SH 代表叶輪双面进水；13 代表縮小为 $\frac{1}{10}$ 并化为整数的叶輪比速，即比速为 130 左右；a 代表叶輪直径比 14SH—13 型的小，其他各部尺寸都相同。