

泵类产品六十年代初期水平概述

之 二

# 国外屏蔽泵发展概况

沈阳水泵研究所  
甘肃工业大学

1966.6.

# 目 录

一、概 述 .....	1
二、屏蔽泵结构型式 .....	2
三、屏蔽泵机组特性分析 .....	15
四、屏蔽套材料与加工工艺 .....	24
五、屏蔽泵轴承 .....	29
六、屏蔽泵的试验 .....	31
七、国外屏蔽泵系列 .....	33
八、结束语 .....	37

# 一 概述

问题的提出 — 泵的密封问题所以存在，如图1-1所示是由于运转时穿过泵壳体。据文献(1)报导70-80%是填料与机械密封的修理问题。过去曾对填料函结构进行了大量的研究，以找出最可靠（绝对不洩漏的密封型式，以适应特殊用途的需要。

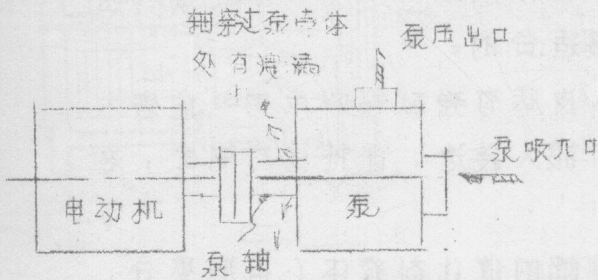


图1-1 普通离心泵示意图

采用最好填料也不能解决长期绝对密封。而对于机械密封也不能保证完全满足化学工业压力越来越高趋势的要求，和防止爆炸危险保证安全的要求，以反原子能核子反应堆绝对密封要求。

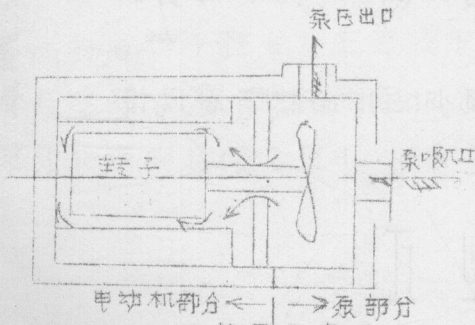


图1-2 屏蔽泵示意图

为消除洩漏，把泵叶轮与电机转子装在同一轴上，并在同一个壳体内，见图1-2所示。电动机转子与定子均用筒形薄壁套与的输送介质分开，这个薄壁套叫屏蔽套，泵称为屏蔽泵。

四十年前已考虑取消填料函和机械密封问题，由于焊接合金问题没解决，没有出现屏蔽泵(1)。英国海华泰勒 (Hayward & Tyler) 于1930年开始制造屏蔽泵。

目前已有13个国家（包括英国）的原子能与高压电站，安装使用了该厂产品。现在瑞士和日本采用了该厂专利。

屏蔽泵广泛用于石油，化工，原子能工业，用于抽送易燃有毒性，贵重液体及放射性液体。如在高温加热的化学工业中，以高温下低压介质代替蒸汽热水热传导介质，由高温高压介质被高温低压介质所代替，大量节约材料。但是这些介质成本高必须在加热系统中避免损失。在加热设备循环，系统中循环泵是主要组成部分之一，传热介质渗透能力很强，采用屏蔽泵是最适合的。

对某些介质溢出，对人皮肤有强烈刺激作用，危害人身健康。输送放射性物质不让人接近，保证绝对安全，因此必须要采用屏蔽泵。

输送含有不准与大气接触的催化剂液体（否则聚合，结晶，爆炸）也采取屏蔽泵。

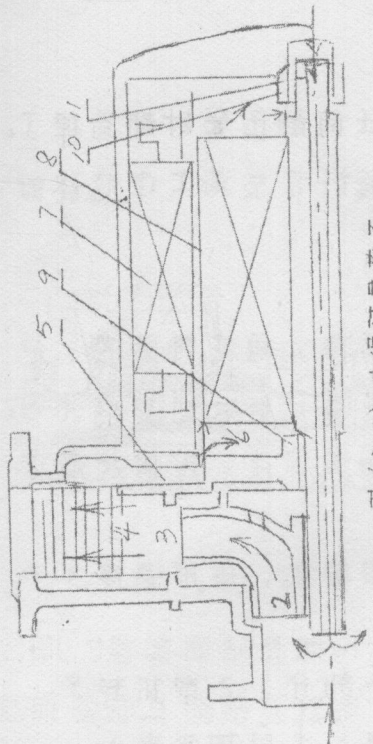
由于不漏也减少了对周围设备腐蚀，也根本改变了工作环境。

消除定期维修，降低维修费减少占地面积与通风设备，另外屏蔽泵也适用真空中输送。

## 二、屏蔽泵结构型式

屏蔽泵结构型式按不同方法分类；按电机与泵布置有立式与卧式按润滑与冷却循环液体方法又有内部循环外部循环以及按其结构上的某些特点又有不同型式等。

### 2-1 内循环卧式结构屏蔽泵



图(2-1) 内循环屏蔽泵

内循环屏蔽泵，对轴承润滑及冷却的液体就是被输送介质。这种循环液体不引到泵体外也不加以冷却，因此不适高温介质。

液体由泵吸入口1吸入，然后经泵叶轮1应用，从压出管3排出。一部分液体由压出管经过过滤器4，通过泵与电机间的通道5流到电机的前腔，6在6处液体

又分二股，一股通过前轴承9润滑与冷却之后返回泵吸入口。另一股经过定子屏蔽套7与转子屏蔽套8之间的隙带走部分热量流到后腔6，在后腔中液体又分两股，一股在后轴承进行润滑与冷却，另一股经轴承10上的孔和前一股在轴端会合再经过轴孔10返回泵吸入口1。

2-2不拆卸水泵可更换定子的内循环结构，

图(2-2)就是这个结构被应用在核子反应堆上主次循环系统中，它的所有过流部分都是焊接的代替静密封，定子套与泵壳焊在一起，后面轴承座焊在定子套筒上，

图 2-2

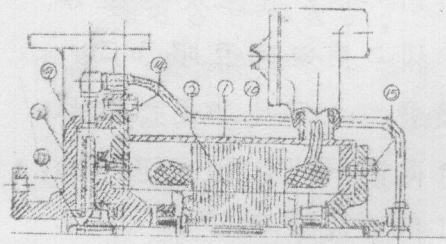
以满足核子反应堆用泵绝对密封要求。电机定子可在屏蔽套上

移动并与泵管联接，屏蔽套与电机间的任何静压密封都省掉了。这已成为一种专利结构。允许在已经安装好已充满工作液体的泵中不用拆卸水泵而更换定子部分。

### 2-3 外循环结构屏蔽泵

从排出口引液流通过管子进入后轴承体，通过转子腔，定子与转子间之隙流回前轴承体，带走机组部分热量，后返回泵吸入口。它的优点是控制与测量循环流量和抽送高温液体。按抽送液体温度不同可分为：

1) 由排出口引出液流润滑轴承和冷却电机，适用温度，小于  $50^{\circ}\text{C}$



2-3 外部循环结构屏蔽泵

- 1 电机定子部分； 2 电机转子
  - 3 前轴承室； 4 后轴承室；
  - 5 前轴承； 6 后轴承； 7 泵壳
  - 9 叶轮 10 迴水管； 14 泵壳密封
  - 15 电机密封 16 筛座； 17 叶轮螺帽
  - 18 叶轮键； 19 放水塞 20 螺钉，
- 一部分液体由水泵吐出室经迴水管流向电机后轴承，经导孔流入后面的电机转子室，然后液体

经过转子和定子套筒的间隙流入前转子室，又经电机前轴承，冷却电机降低热量。循环流量  $Q_c$  等于  $0.5 \sim 2\%$  名义流量 (2) (据文献 (3) 报导  $0.25 \sim 1\%$  泵流量少于泵口环漏损) 按文献 (3) 为  $0.5 \sim 1\%$  泵流量。(3) 该泵  $H = 70$  米,  $Q = 5 \sim 1100$  升/分。

图 2-4 是德国制造的外循环、卧式屏蔽泵。它与上面美国的区别是在泵与电机间有一个连接室叫预套，中间通冷却水用来隔热。适应较高温度，但是温度超过  $80^{\circ}\text{C}$  时，由于防爆

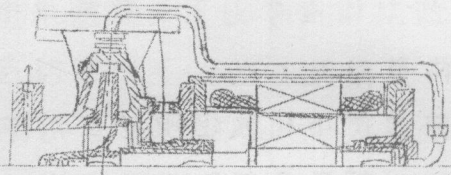
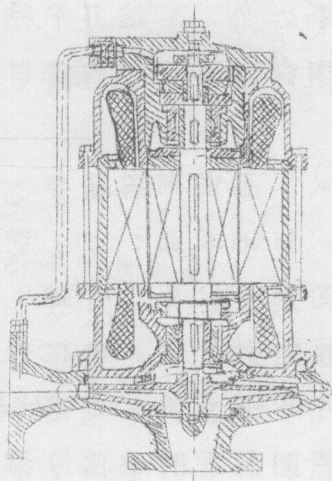


图2-4 德国制造的外循环屏蔽泵

原因循环泵必须通过冷却器，以便把液体冷却到允许温度。在冷却过程中由于能量损耗，能量损失也较大。由于这种型式水力轴向推力未被平衡，能用在中低扬程的情况下。现在这种泵扬程达80米，流量200米<sup>3</sup>/时。

图(2-5)是德国制造的外循环立式泵。止推轴承在电机上部转子后。它的冷却与润滑过程是：由泵出水口引管到电机背后，首先润滑推力轴承与位于它下部的径向导轴承。



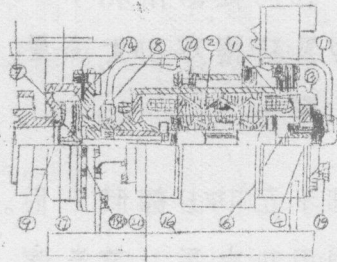
图(2-5) 德制造外循环立式泵

然后经定转子屏蔽间隙流向下部的导轴承。起润滑作用的液体还承担了带走电机损耗所产生的一部分热量，最后润滑冷却介质经过叶轮卸荷孔返回泵叶轮吸入口和主液流汇合。优点是立式结构占地面积小，导轴承要求低，易排气，径向力平衡好，转子始终位于定子中心。缺点：止推轴承机械承受部分轴向推力，对于石墨、塑料以及特制钢材料，只能承受很小的推力。

如果输送液体温度不特别高，介于50—100℃之间，采用带有蛇形管冷却器装置，冷却器是单独的也可以是固定在电机壳体上。

冷却器通冷水冷却蛇形管是泵出口引出的液体冷却后的液体对轴承进行润滑及对电机进行冷却。位于电机壳上的冷却器内冷水也对电机壳体进行冷却。

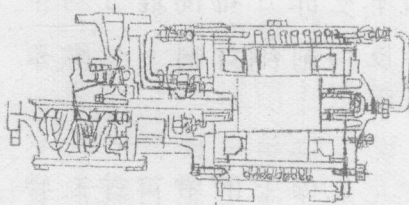
### 2-4 高温用单独冷却润滑液体屏蔽泵



图(2-6) 高温用单独冷却  
润滑屏蔽泵

对高温液体为使电机绕组限定在允许温度范围内，把泵与电机通过节流段连接，以此防止热量由泵传到电机壳上去。藉助于装在转子室中的叶轮进行电机单独润滑冷却。循环液流通过冷却器，像外套一样绕在电机周围，一方面冷却循环流，一方面冷却电机壳体。电机与泵室压力大致相同，且泵叶轮没有卸荷孔，以防电机与泵间液体交流。水推力平衡一半是机械方法，一半是水力方法，由于单独循环液体冷却润滑电机，故可泵输送污水。

图 2-6 是美国制造的输送温度  $400^{\circ}\text{C}$  以下高温用屏蔽泵，图中：1，电机壳定子；2，电机转子；4，后轴承盖；5，前轴承；6，后轴承；7，泵壳；8，中间泵壳；9，叶轮；10，前迴水管；11，后迴水管；14，水泵密封；15，电机密封；16，底座；17，叶轮压紧螺栓；18 叶轮键；19，排气螺钉

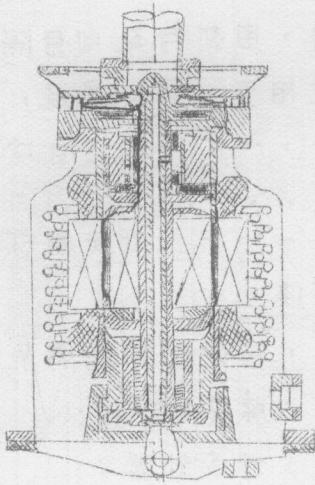


图(2-6) 高温用单独冷却  
润滑屏蔽泵

图(2-7)是德国制造的单独冷却润滑液体的高温用屏蔽泵，对磁绕组（绝缘级H）屏蔽泵由于防爆规定仅能用于温度  $100^{\circ}\text{C}$  对高温液体输送也必须电机与泵体以节流套分开



用以绝热。同样用装在电机内的叶轮进行冷却润滑循环。循环液同样被电机壳上冷却器冷却。这种结构型式输送液体温度达 $400^{\circ}\text{C}$ ，电机温度并不比普通电机温升强烈。图上半是单级下部分是多级结构型式。



图(2-8) 充有热交换剂的  
高温屏蔽泵

### 2-5 充有热交换剂的高温

#### 用屏蔽泵

在高于 $600^{\circ}\text{C}$ 下输送液体温度采用保热姆(一个热交换剂)苯二苯化物反油作热传导剂(3)「耐火」氨酞(克罗耐)也可作液体填充物。热交换系统放在定子壳里，热液流很好的被输送，实验证明在 $600^{\circ}\text{C}$ 下，输送热油采用热交换剂绕组不会超过 $350^{\circ}\text{C}$ 绕组处在H类以内。

图(2-9)是苏联生产的这类型泵。定子壳中充满了变压器油，所以热交换器一方面与电机绕组直接接触，另一方

与外壳和定子直接接触，而冷水的蛇形管系统就安装在充满油的外壳中，这种设计就可以将绕组、定子转板和屏蔽套筒传给油的热量由蛇形管中的冷却水带走。类似这种结构型式的泵英国德国也有。

### 2-6 带有隔热栅高温屏蔽泵

西德«АМАТ-Гилберт-нелгНИКХИТТ»公司生产的带有自循环润滑液体的通用化学产品的屏蔽泵适用温度 $400^{\circ}\text{C}$ 见图2-9。

的带有自循环润滑液体的通用化学产品的屏蔽泵适用温度 $400^{\circ}\text{C}$ 见图2-9。

1 主离心叶轮；2 吸入管；3 压出管；4 隔热栅；5 冷却润滑系统离心泵叶轮；6, 9, 轴承；7 屏蔽电动机；8 内装冷却器。

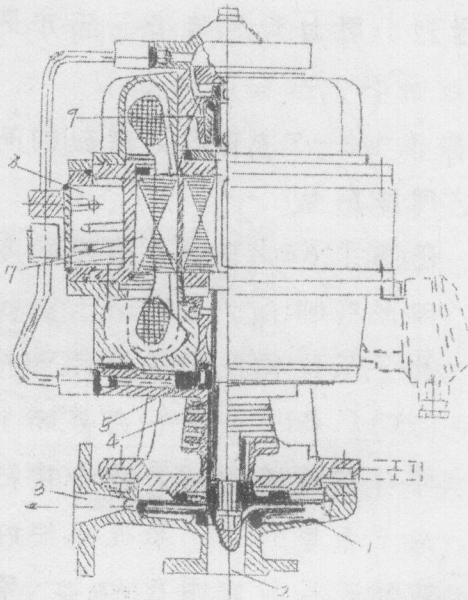


图 2-9 带隔热栅的高温屏蔽泵。

西德“КАЕИИ”，  
“АНЦАН”和“БЕК-  
ККЕР”公司生产的屏蔽  
泵，电机与泵间有隔热栅，  
适用于400°C温度。

1 — — — — 高压自冷却外形，  
2 — — — — 低压循环冷却  
液体。

- 1 自冷却和润滑系统叶轮
- 2 屏蔽电动机；
- 3 外冷却器；
- 4 隔热栅；
- 5 主离心叶轮，
- 6 吸入管；
- 7 压出管。

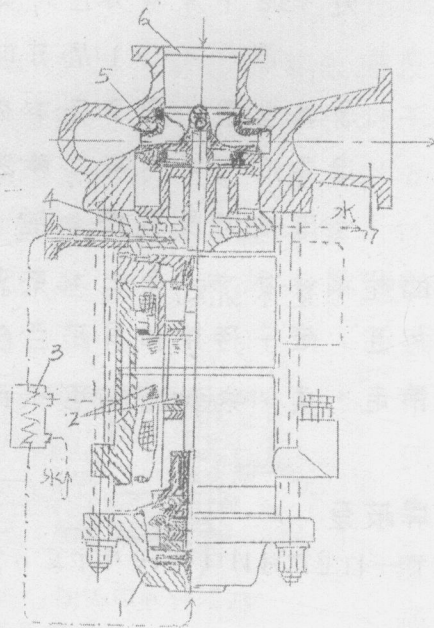


图 (2-10) 带隔热栅的高温屏蔽泵

2-7 两级对称布置屏蔽泵，

这种结构屏蔽泵的两个单级叶轮对称布置在电机两侧，故能自行平衡轴向水推力。通过管路串联提高扬程一倍。通过管道并联则加大流量一倍。其特点是结构紧凑，效率较高，只是制造成本较高。

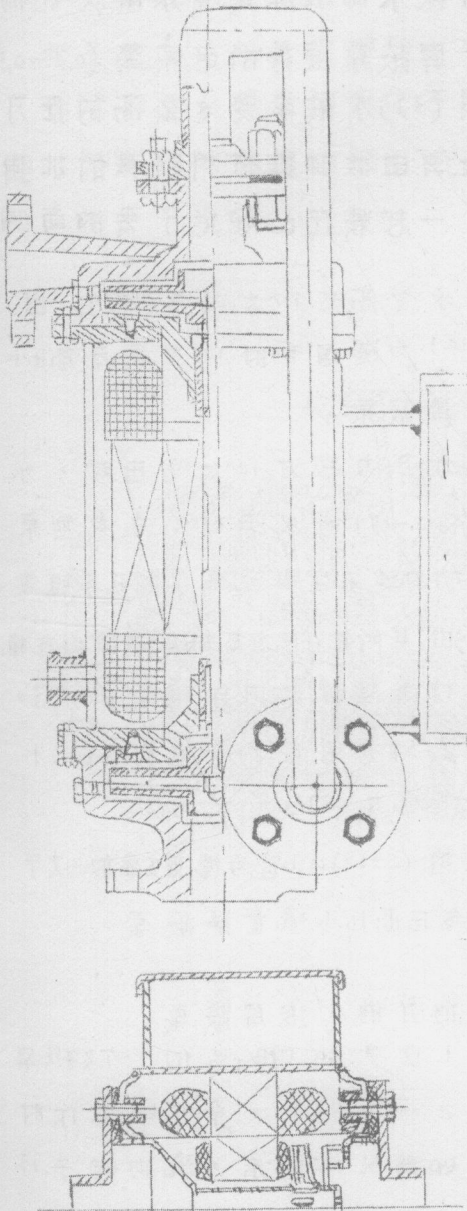


图 2-12 管道式屏蔽泵

图 (2-11) 是美国制造的两级对称布置的屏蔽泵。

图 2-11 两级对称布置屏蔽泵，  
2-8 管道式屏蔽泵

工作液体通过像管子一样的电机转子。其结构特点是减少管道系统中的转弯。并且按装方便。

图 (2-12) 是美国制造的直  
按装在管路系统中的增压泵。  
是属于管道式屏蔽泵  
图 2-13 西德 "Ammelap"  
公司生产的轻便结构电机  
泵，用于低压循环系统上优点在  
于可方便的按装在管道系统上。

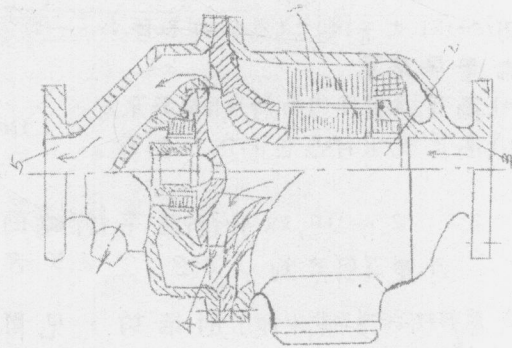
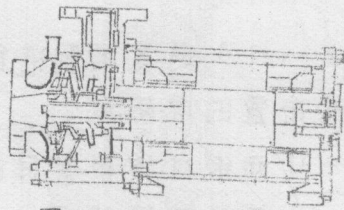


图 2-13 管道式屏蔽泵

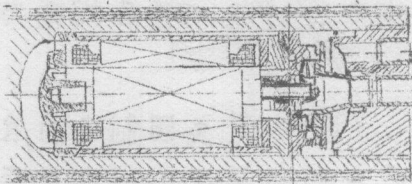
### 2-9 高压小流量屏蔽泵

随着化工泵发展有日益提高过程压力的趋势。图(2-14)所示泵压力为100大气压的屏蔽泵。

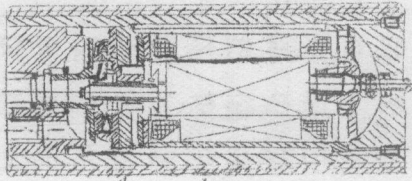


图(2-14) 100大气压高压小流量屏蔽泵

若承受100大气压对一般屏蔽泵可以采用加厚泵壳来解决。而对于屏蔽泵很薄的定子套(0.3-0.5毫米(3))不能承受这么高的压力。采取与由非磁性材料制成的加强壳,一起装在凸起定子套的两侧上,承受高达100大气压的压力。图(2-14)为德国制的100大气压高压小流量屏蔽泵。



a



b

图(2-15) 大于100个大气压的高压小流量屏蔽泵。

- a) 高压绕组体内而静压用屏蔽泵。
- b) 高压绕组和高温高压屏蔽泵。

当压力超过100大气压时,采用图(2-15)所示结构,这类型泵,在电动机定子室内充满了高压中性变压器油,其所具有压力与输送液体内压相等。这样薄壁强度问题得到解决了。现在这种泵已经制到几百以至几千个大气压(2)。

图(2-15)a,b皆为德国生产的100大气压高压小流量屏蔽泵。

### 2-10 双平衡盘平衡轴向水推力的多级屏蔽泵

这是美国专利(MO 9'2'5 881)所列的一个多级屏蔽泵用双平衡盘平衡水推力的结构,见图(2-16),泵开始工作时从叶轮引一部分液体沿专门流道8如箭头15所示,流向转子13空间9。最初轴有2-3mm轴向间隙,由来自8的水压力促使转子向

右方移动，而由于轴向力作用转子向反向左方移动，平衡盘 22 和 24 靠近关闭液体通过其间隙的通道，转子腔 9 中压力从而升高，转子 13 开始又向右移动，此时平衡盘 23 和 21 接近最后靠紧，而通过其中间隙液量减少，与此同时 22 与 24 分开，液体可从腔 9 流到低压区，在转子空间 9 处液体压力减小同时，转子空间 16 处压力增加，转子这样往返一段时间，就建立了稳定平衡。最后转子位于腔的中心位置。液体冷却润滑轴承和冷却电机。故属内部引流形式屏蔽泵。

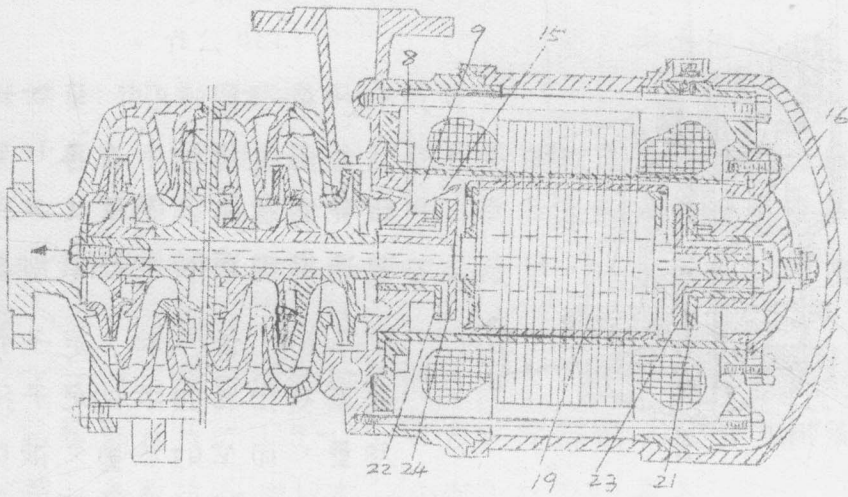


图 ( 2-16 ) 双平衡盘的多级屏蔽泵

### 2-11 水静力轴承立式屏蔽泵

水静力轴承由排出口引出部分压力液体，经通道流到轴端润滑止推轴承后从减荷孔返回吸入口，大部份流经轴中心孔。然后又分两股，一股经泵轴与电机轴径向孔平衡与润滑轴承<sup>后</sup>返回吸入口。另一股通过电机后端轴上平衡润滑轴承后，又经定转子屏蔽筒<sup>内</sup>，带走它们的部分热量重新返回吸入口。

图 2-17 出为  $Q = 10 \text{ 米}^3/\text{小时}$   
 $H = 60 \text{ 米}$ ,

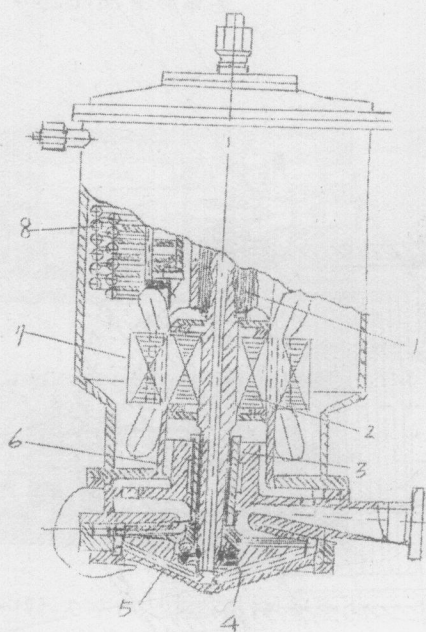
$n = 50 \text{ 转/秒}$ ,  $N = 14 \text{ 瓩}$ ,

尺寸: 长宽  $450 \times 620 \text{ 毫米}$ ,

高  $840 \text{ 毫米}$ ,

重量 (不计变压器油)

180 公斤。



HU-A-51, 1958 年莫斯科出品, 用于腐蚀, 有毒, 易燃和其它液体, 温度  $t = 80^\circ\text{C}$  也适用纯液和悬浮液体 (非晶体粒子  $60 \text{ 毫微米}$ ) 定子壳内充满变压器油吸收定子绕组热量, 而它的热量又被内通冷却水的蛇形管冷却。

图 (2-17) 水静力轴承立式屏蔽泵

### 2-12 带有辐射式散热装置的屏蔽泵

如图 2-18 所示，在屏蔽套和定子套之间设置一个不易传热的隔热装置，以防止热从转子腔传递到定子腔。用导热性良好的内套将热从定子传给电机壳体。

对于温度  $500^{\circ}\text{F}$  ( $260^{\circ}\text{C}$ ) 液体可采用自然对流冷却。 $500^{\circ}\text{F}$  的液体则必须采用风扇或强制对流冷却。

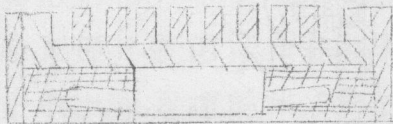


图 2-18 带有辐射式散热装置的屏蔽泵

其优点是取消了外部管路和热交换器，从而提高机组可靠性。

另外机组不需要专门的支架，承受高压。

### 2-13 内外循环通用屏蔽泵

日本生产一种屏蔽泵，泵是带有蛇形管的外循环屏蔽泵，它在输送高温液体中应用，当这泵输送低中温液体时，蛇形管冷却器可卸掉变成内循环屏蔽泵。这样具有使用上的灵活性。

### 2-14 便于拆卸安装的 H4-A5-23 型屏蔽泵

屏蔽泵 H4-A5-23 型有水冷却器，水静力轴承和水力除尘器。参数为  $Q = 10 \text{ 米}^3/\text{小时}$ ， $H = 60 \text{ 米}$ 。

优点：快和方便拆卸和安装，泵壳不用与吸几压出管拆开，工作没噪音，没振动和不一定要求底座支承。

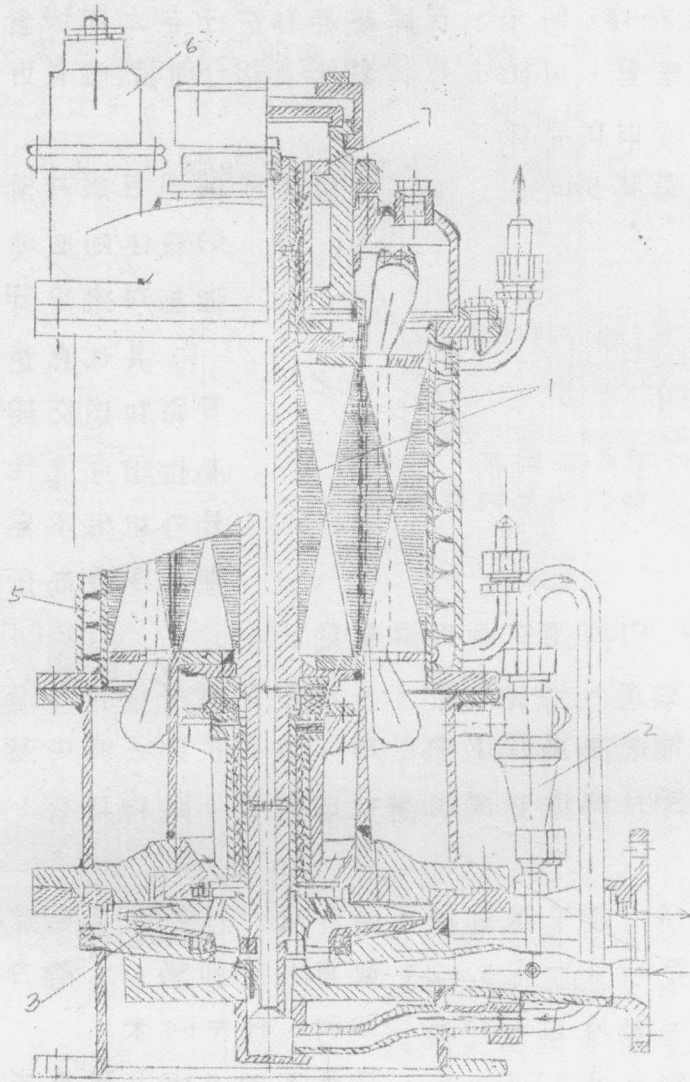


图 2-19 便于拆卸接装的

H4-A5-23 型屏蔽泵

1 屏蔽电机；2 水力除尘器；3 离心泵叶轮；4 径向止推轴承；5 内装冷却器；6 电动机引线置；7 上轴承。



## 三、屏蔽泵机组特性分析

屏蔽泵是泵和屏蔽电动机所构成的一个整体。而屏蔽泵与普通泵差别在于泵与电动机同时处于一个封闭壳体内，而保证绝对不泄漏，为使电机绕组与浸蚀介质隔开加几层的屏蔽套。屏蔽电动机与普通电动机不同，它的特性影响着整个机组特性。上面结构部分，谈到了国外适应不同需要的各种屏蔽泵型式。其绝大部分还围绕电机作的文章，也就是为保证电动机额定寿命采取一系列措施解决散热问题，使液体温度限定电机绕组所允许的温度之下。这些问题解决还没有完结，因为屏蔽电动机特性与普通电机不同，屏蔽电动机对整个机组效率有很大影响，故对其特性必须加以分析，从而掌握它的规律性设法提高屏蔽泵的效率。

### 3-1、屏蔽式电动机特性

在分析它特性之前先列举几个国外比较屏蔽电机与普通电机的例子：

例1；一个标准马力，为5马力，220伏电动机，额定电流14安培

而同样屏蔽式电动机满载时是近于19安培。

例2；美国核子反应堆300马力屏蔽泵电机有下列特性：

(2)；电力损失14瓩 (19马力)

磨擦损失36瓩 (49马力)

定子套筒引起损失36瓩 (49马力)

电机总效率 79%