

# 石油化工用泵

第五分册

—屏蔽泵—



兰州石油机械研究所

55.2

# 石 油 化 工 用 泵

第 五 分 册

— 屏 蔽 泵 —

兰州石油机械研究所编

1977 兰州

## 内 容 提 要

本书是《石油化工用泵》参考资料中的一个分册。资料主要介绍国外石油化工用泵的发展概况、结构特点及工业应用。

本书主要叙述屏蔽泵的发展概况、设计特点、效率与损失计算、主要构件与结构型式。对石油化工中常用的低比速离心式屏蔽泵的叶轮和导翼的计算也作了一些介绍。书中还提供了一些国外屏蔽泵的结构和应用实例。

本书可供从事石油化工用泵的工人、技术人员及高等院校师生参考。

## 石 油 化 工 用 泵

第 五 分 册

— 屏 蔽 泵 —

\*

兰州石油机械研究所出版  
(兰州市七里河区敦煌路 125 号)  
重庆印制第一厂印刷

\*

开本 787 × 1092 毫米 1/16 · 印张 13 · 字数 34 万字  
1977 年 6 月出版 定价 1.50 元

\*

76—2—01

# 前 言

石油化学工业，是五十年代迅速发展起来的新兴工业，它在国民经济中占有十分重要的地位。预计七十年代仍将继续获得迅速发展。在国外，它的发展速度超过了工业平均发展速度。

石油化学工业的迅速发展，对石油化工用泵提出了新的更高的要求。例如，要求泵能够长期连续运转，并且安全可靠；一旦发生故障，要能很快排除；制造成本和运转费用要低。为了满足这些要求，欧美各国都很重视石油化工用泵的试验研究工作。近年来，国外的石油化工用泵正向着大型化、高速化、特殊化和自动化方向发展。如流量为每小时6000立方米、功率为1900马力的大型屏蔽泵；转速为每分钟24700转的高速泵；压力为每平方厘米4500公斤的高压计量泵等特殊用泵相继出现。

我国的石油化工用泵的生产，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，从无到有，发展迅速，很多产品已有了具有我国自己特点的系列。但是，目前有的产品技术水平较低，有些特殊用泵仍还是空白，因此，还不能满足我国石油化学工业发展的需要。

为了促进我国石油化工用泵的发展，努力赶上和超过世界先进水平，我们遵照毛主席关于“洋为中用”的教导，组织有关单位搜集了国外有关文献，并编译了《石油化工用泵》参考资料，供从事这方面工作的工人、工程技术人员和高等院校师生参考。

资料包括“离心泵的特性换算与抗汽蚀途径”、“泵轴的密封装置”、“耐腐蚀泵”、“计量泵”、“屏蔽泵”、“高粘度泵”和“低温泵、高温泵与高速泵”等分册，并将陆续出版。其中除“耐腐蚀泵”结合我国材料资源情况，介绍了一些我国材料试验数据和选用原则外，其余分册均为国外资料。

资料中的“离心泵的特性换算”部分和“高粘度泵”分册由华东石油学院顾永泉同志编写，“泵轴的密封装置”分册由北京化工学院化机教研室编写，其余分册均由甘肃工业大学水机教研室和兰州石油机械研究所编写。在编写过程中，我们曾得到兰州化工机械研究所顾兆元同志、兰州石油化工机器厂工人大学郑正平同志以及有关院校同志的协助，特在此致谢。

由于我们搜集到的资料有限，加上编写时间仓促，缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

兰州石油机械研究所

# 目 录

一、概 述	( 1 )
(一) 石油化学工业中采用屏蔽泵的必要性	( 1 )
(二) 屏蔽泵的发展简史	( 2 )
(三) 屏蔽泵的特点	( 5 )
(四) 屏蔽泵的分类及基本结构	( 7 )
参考文献	( 11 )
二、屏蔽泵的设计特点与分析	( 12 )
(一) 结构概述	( 12 )
(二) 屏蔽泵的设计特点	( 12 )
(三) 屏蔽泵的设计分析	( 15 )
参考文献	( 20 )
三、屏蔽泵的效率与损失	( 21 )
(一) 屏蔽泵的电力损失	( 21 )
(二) 泵工作段中的水力损失	( 23 )
(三) 屏蔽泵的效率	( 25 )
(四) 其他部份的水力损失	( 34 )
(五) 屏蔽泵的容积损失和容积效率	( 41 )
(六) 屏蔽泵机械损失的种类和计算	( 58 )
(七) 圆盘摩擦对泵特性的二次影响	( 71 )
(八) 流体静力轴承的计算	( 76 )
参考文献	( 84 )
四、低比速离心式屏蔽泵叶轮和导翼的计算	( 87 )
(一) 叶轮进口基本参数的计算和选择	( 87 )
(二) 叶轮出口基本参数的计算和选择	( 90 )
(三) 叶轮的绘型	( 102 )
(四) 导翼参数的计算	( 109 )
(五) 叶轮前密封中的渗漏对其经济性和特性的二次影响	( 117 )
(六) 叶轮表面的粗糙度对泵的工作特性及其经济性的影响	( 121 )
(七) 低比速泵工作段中的能量平衡	( 125 )
参考文献	( 126 )
五、屏蔽泵的主要构件	( 128 )
(一) 屏蔽套	( 128 )

(二) 轴承.....	( 135 )
(三) 轴承检验器.....	( 140 )
(四) 轴向推力平衡结构.....	( 141 )
(五) 其它零部件.....	( 143 )
参考文献.....	( 144 )
<b>六、屏蔽泵的结构型式.....</b>	<b>( 145 )</b>
(一) 屏蔽泵的一般型式.....	( 145 )
(二) 内循环屏蔽泵.....	( 147 )
(三) 外循环屏蔽泵.....	( 150 )
(四) 单独循环屏蔽泵.....	( 154 )
(五) 无循环屏蔽泵.....	( 160 )
(六) 高频电机型屏蔽泵.....	( 161 )
(七) 扁平电机型屏蔽泵.....	( 163 )
(八) 多级屏蔽泵.....	( 164 )
(九) 湿定子型屏蔽泵.....	( 166 )
(十) 国外屏蔽泵结构介绍.....	( 168 )
参考文献.....	( 173 )
<b>七、屏蔽泵的应用举例.....</b>	<b>( 175 )</b>
(一) 屏蔽泵的应用范围.....	( 175 )
(二) 液化石油气用屏蔽泵.....	( 180 )
(三) 液氯用屏蔽泵.....	( 182 )
(四) 制冷剂用屏蔽泵.....	( 184 )
(五) 热媒液体用屏蔽泵.....	( 186 )
(六) 锅炉热水用屏蔽泵.....	( 187 )
(七) 重油用屏蔽泵.....	( 190 )
(八) 浆液用屏蔽泵.....	( 192 )
参考文献.....	( 194 )
<b>八、屏蔽泵的经济性.....</b>	<b>( 196 )</b>
(一) 屏蔽泵与一般泵的比较.....	( 196 )
(二) 屏蔽泵的经济分析.....	( 199 )
参考文献.....	( 201 )

# 一、概 述

## (一) 石油化学工业中采用屏蔽泵的必要性

屏蔽泵又称无填料泵、密闭电动泵等，它是一种无泄漏的泵。泵的叶轮和电机转子联为一体，并在同一个密封壳体内，不需采用填料函或机械密封结构，从根本上消除了被输送介质的外漏。电机的定子和转子用薄壁圆筒（称屏蔽套）与介质隔离。称之为屏蔽泵也是出于这些特点。

屏蔽泵问世于本世纪三十年代，当初是由于原子能工业对泵的无泄漏的特殊要求而发展起来的。近二十年来，随着石油化工的发展，促使了屏蔽泵的迅速发展。

以原油、炼厂馏份、炼厂废气和天然气等为原料以制造各种化工产品的工业称石油化工。它开始于二十世纪初叶。三十年代诞生了高分子化工，为大量利用石油资源进行化工生产开辟了新路。第二次世界大战中，一些资本主义国家的合成橡胶和炸药的生产有较大发展。战后，特别是在美国，橡胶、塑料和纤维三大合成材料有较大发展，欧洲一些国家和日本，也为了资本竞争的目的，在五十年代中期，相继有所发展。石油化工的飞速发展，促进了装置的大型化和工艺流程的多样化和复杂化。

大型工厂的建设，提高了综合利用程度和劳动生产效率，降低了基建投资费用和产品生产成本。但是，相应地带来了对流程泵的一些特殊要求：

(1) **大生产能力** 石油化工的大生产发展，要求流程泵的生产能力必须与大的生产量相适应。

(2) **运转安全可靠** 石油化工的连续生产，要求流程泵在设计上有充分的可靠性，能长期运转而不发生故障。

伴随大型化，石油化工陆续发展了很多新的工艺流程，这些流程逐渐接近高温、高压、极低温、杂质和腐蚀等临界范围。因而，对输送介质的流程泵要求具有更高的可靠性、安全性和经济性。

流程泵在高温、极低温、高压等状态下，经常需处理腐蚀性液体这一困难问题，而且还需处理触媒或微小颗粒混合的液体。因此，它除了耐温、耐压和耐腐蚀外，同时还要解决耐腐蚀问题。

作为流程泵的重要课题是轴封问题。一般流程泵是由电动机通过传动轴直接驱动泵叶轮的。为了减少传动轴伸入端的泄漏，在泵壳上安装了各种类型的轴封装置，如：填料函、机械密封等。近年来，大部份选用机械密封。由于机械密封的摩擦件材质的改进和密封技术的提高，它的可靠性提高了一步。但是，这种密封结构仍不能保证长期绝对密封而不泄漏。

一般流程泵的可靠性，可以说就是轴封的可靠性。例如，随着输送液体压力的提高和

泵轴转速的增加，经轴封的泄漏量也增加。因而，一般的轴封结构只能适用于低转速和低压力的场合。这样，在很大程度上，阻止了生产过程的强化，妨碍了一些工艺过程的实现。

在石油化工中，经常需要输送持久腐蚀的高温高压液体、具有放射性的液体、有毒的液体、易起反应的液体、易燃易爆的液体或触媒及固体微粒悬浮的液体。这些液体如有微量的泄漏，就很难保证操作过程的安全可靠。例如，水银和铍的输送，虽然操作室内的含量在允许极限标准之内（相当于 $0.1\sim 0.002$ 毫米/米<sup>3</sup>），但是，如果轴封装置不可靠，在操作中仍不能保证绝对安全<sup>[1]</sup>。

由于轴封装置的不可靠，需要经常检修工作部件，经常停车更换已磨损的密封元件，因而，采用填料函和机械密封，不能够实现过程的完全自动化。

在流程泵上，每年因轴封处的泄漏所造成的损失和维修轴封所需的费用都很大。此外，由于泄漏还使工作环境大大恶化，采用通风设备又需要消耗全部能量的 $10\sim 20\%$ <sup>[1]</sup>。

于是，在石油化工上开始注意采用无泄漏的屏蔽泵。屏蔽泵与普通离心泵的结构示意图见图1-1所示<sup>[2]</sup>。

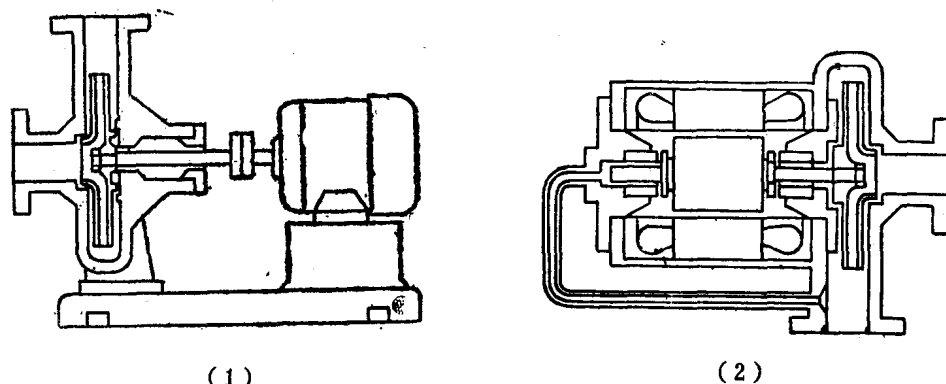


图1-1 屏蔽泵与普通离心泵的结构示意

(1) 普通离心泵 (2) 屏蔽泵

从屏蔽泵的结构可知，采用这种泵可以保证<sup>[1]</sup>：

工艺过程的绝对密封；

输送极毒、侵蚀、放射性、易燃和易爆液体时操作的安全；

工作压力在高真空到1000公斤/厘米<sup>2</sup>、工作温度在 $-270^{\circ}$ 到 $+450^{\circ}\text{C}$ 范围时操作的可靠；

产品的无菌和纯洁；

能实现工艺过程的完全自动化；

能实现高速运转，极大地强化生产过程；

能实现轴承的无油润滑，取消润滑设施。

## (二) 屏蔽泵的发展简史

这种无泄漏的屏蔽泵的出现并非近年之事，据文献介绍，早在1888年苏联多里沃-多



勃罗沃尔斯基 (O. M. Доливо-Добровольский) 就获得了屏蔽电传动的专利权<sup>[1]</sup>。可是, 直到1930年由于原子能工业对泵的无泄漏的要求, 才加速这方面的研究工作。当初, 这种泵的发展基本上有下列三种方法<sup>[3]</sup>:

第一种方法, 在液体中加入金属微粒, 该粒子由于磁场作用而将运动传递给液体。

第二种方法, 在泵的叶轮上安装永久磁铁, 该永久磁铁由于外部的电磁线圈而旋转, 将运动传递给液体。

第三种方法, 将泵装入电动机内, 即使泵与电动机组成一个整体, 使之在液体中旋转, 将运动传递给液体。

虽然, 第一种方法试验成功了, 可是由于液体中混有金属微粒, 且无论在水力学上还是在机械上都受很大限制, 要实用的话问题很多, 所以没有制造这种泵。直到1940年, 提出了第二种和第三种方法的具体方案, 为使永久磁铁或电动机与所输送的液体隔离, 采取了衬非磁性材料套筒的方法, 这就象把电动机装入罐头里似的, 因此叫做屏蔽泵。

在欧洲, 首先研究了第二种方法, 并制成了永久磁铁式泵。至今, 西德还在制造这种泵。但是, 由于套筒等问题, 大型泵还没有能制造过。

在美国, 从1940年起, 才对第三种方法确立了具体的研究计划<sup>[4]</sup>, 并于1947年由美国化工泵公司(Chem Pump Co.)。制成了世界上最初的化工用屏蔽泵(见图1-2)<sup>[3]</sup>, 即将电动机的定子线圈装入具有薄金属圆筒的容器内, 使它与所处理的液体隔离。然而这种结构的泵叶轮直径因定子内径的局限而在尺寸上受到限制, 因此在流量或扬程方面也受到限制。为此, 该公司又对这种结构进行了改进, 并于1948年制造了将叶轮移至电动机外面、泵与电动机组合成一体的屏蔽泵, 这样为制造大型泵提供了可能。这种基本结构的屏

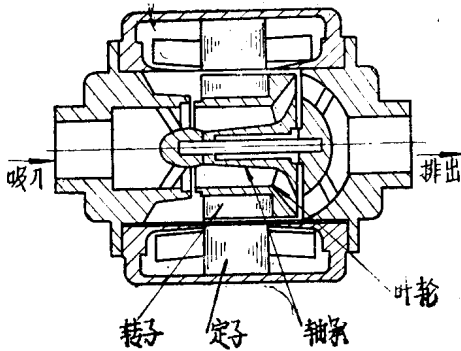


图 1-2 世界上最初的屏蔽泵 (1947)

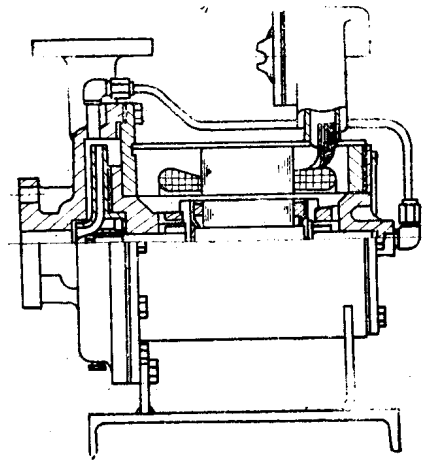


图 1-3 成为现在基础的屏蔽泵 (1948年, 美国Chem pump公司)

蔽泵示于图1-3中<sup>[3]</sup>。这种屏蔽泵在美国研制初期就作为化学工业用流程泵; 同时, 为了满足原子能工业的大型化要求, 美国威斯汀豪斯公司 (Westinghouse Corporation) 发展了这种泵, 并制造了用于原子能潜水艇的原子炉放射性一次冷却循环用泵。而后, 又制造了用于高温高压锅炉的循环泵。进入六十年代以来, 美国发展更快。据统计, 美国从1960年至1966年, 约有20万台以上的屏蔽泵在使用<sup>[4]</sup>。

在英国，初期的无泄漏泵是作为潜水泵而发展起来的。从二十世纪初开始，用于从井内扬水的离心泵取代了往复泵，但当时把电动机设置在地面上，用垂直长轴驱动井底的离心泵。到1930年后，开始把电动机放到井底，并同泵直接装成一体，成为潜水泵。这种泵的电动机定子线圈用耐水绝缘电线缠绕，并在浸水状态下使用，因而，又称湿定子型潜水泵<sup>[4]</sup>。根据这一原理，哈依瓦德-泰勒公司 (Hayward Tyler) 于1944年完成了第一台用作锅炉高温高压水循环的大型湿定子型屏蔽泵。之后，该公司为了满足原子能工业的需要，开始制造屏蔽泵。目前，世界上已有13个国家的原子能和高压电站，安装、使用了该公司的产品。瑞士和日本采用了该厂的专利<sup>[5]</sup>。

在日本，二次世界大战前后曾试图制造屏蔽泵，但由于制造技术的不成熟而失败<sup>[3]</sup>。五十年代中期，为了发展石油化学工业，日本采用引进外国屏蔽泵的措施，来填补这项技术空白。1956年，日本机械计装株式会社（简称日机装）从美国化工泵公司 (Chem-pump) 引进这项技术，并于1958年制成了第一台屏蔽泵。随后，富士电机制造株式会社（旧川崎工场）从英国哈依瓦德-泰勒公司 (Hayward Tyler) 引进这项技术，并制造了锅炉循环用大型高温高压屏蔽泵。西岛制作所也从西德克莱因-商次林-柏克公司 (Klein Schanzlin & Becker, 简称 K. S. B.) 引进屏蔽泵。由于日本不断地从国外引进屏蔽泵的技术，从而使其发展迅速，并很快建立了自己的系列。据1987年统计，日本石油化学工业用耐腐蚀泵月产约3亿日元，而其中屏蔽泵约占20%。从1957年至1966年的十年中，在日本约有1万台屏蔽泵在运转<sup>[4]</sup>。

下面介绍一下对这些初期制造的屏蔽泵的改进。图1—4所示是美国化工泵公司

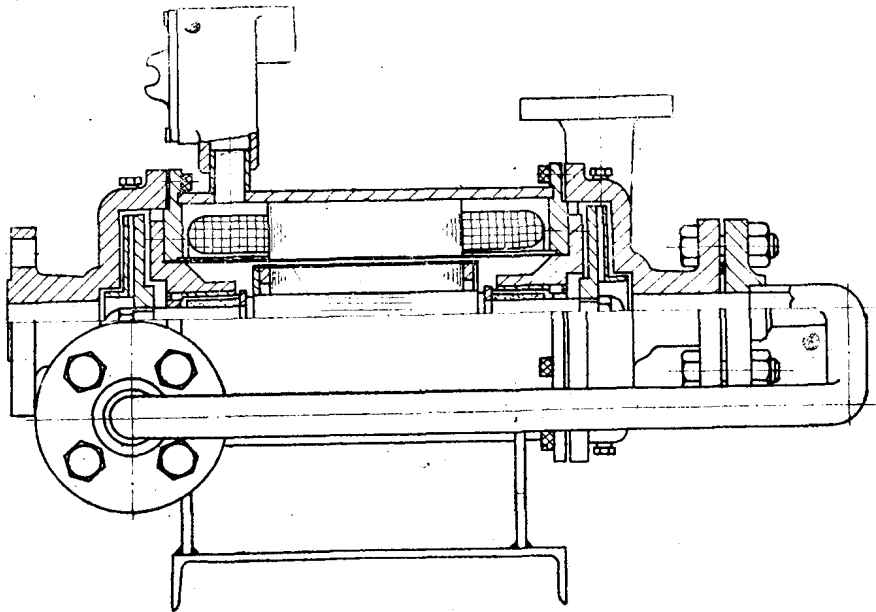


图1—4 串联、并联都可以用的泵（美国化工泵公司）

(Chempump) 制造的串联、并联都可使用的泵，现在已作为吸收式冷冻机用泵，日本许多进口的泵都是以这种想法为基础组合起来的。图1—5是美国康涅狄格州的布里季波特 (Conn. Bridgeport) 的防漏泵公司 (Leakproof Pump) 使用化工泵公司 (Chem-

pump) 的特许证制造的采用扁平型电动机的屏蔽泵。这种型式的泵, 日本也在制造, 由于它的特异性, 可以用于各种场合。图 1-6 也是这家公司制造的, 为电气设备冷却用而特别设计的屏蔽泵<sup>[3]</sup>。

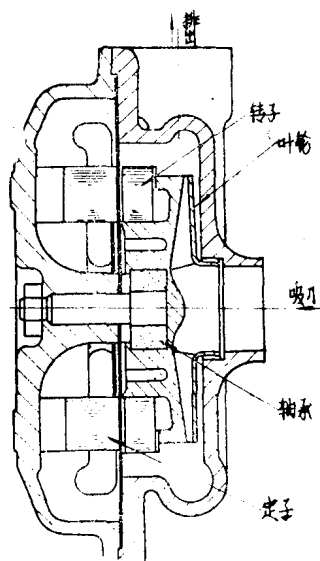


图 1-5 扁平型泵

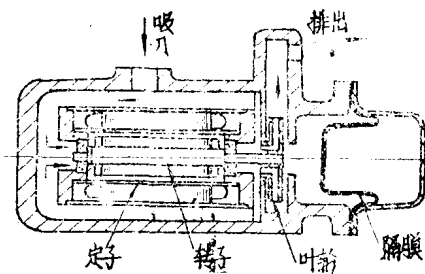


图 1-6 电机冷却用微型屏蔽泵

现在, 几乎所有工业较发达的国家都在大量制造屏蔽泵。例如, 美国、英国、日本、西德、苏联、东德、法国、瑞典、捷克斯洛伐克等国都有公司或工厂进行专业或兼业生产, 而且国外大部分公司都有自己的屏蔽泵系列产品<sup>[2,3]</sup>。从目前收集到的国外资料看, 世界上已生产出了工作压力为高真空 $\sim 1000$ 公斤/厘米<sup>2</sup>、工作温度为 $-270\sim +870^{\circ}\text{C}$ 、扬程为 $2\sim 10000$ 米液柱、流量为 $0.1\sim 10000$ 米<sup>3</sup>/小时、驱动功率为 $0.01\sim 2000$ 马力的屏蔽泵<sup>[1,6]</sup>。可以看出, 屏蔽泵正向着高真空、高压、低温、高温、大容量的方向发展。显然, 这不仅在设计方面, 而且在制造工艺、新材料的使用和试验方法等方面都提出了许多新的课题, 需要去研究和探索。

目前, 国外生产屏蔽泵规模较大的公司有美国的柯兰公司 (Crane Co.)、西德的克莱因·商次林·柏克公司 (K. S. B.)、英国的哈依瓦德-泰勒公司 (Hayward Tyler) 和日本的日机装株式会社。

### (三) 屏蔽泵的特点

日本佐藤哲也曾给屏蔽泵下了一个定义, 即屏蔽泵是这样的一种泵<sup>[4]</sup>: 泵和电动机是一个整体制造; 泵的叶轮和电动机的转子联为一体, 并在同一个密封壳体内旋转; 电动机的定子和转子用薄壁圆筒 (称屏蔽套) 保护, 与输送液体隔离; 泵送液体与外界密封采用垫片或 O 形环等静密封。由此可见, 屏蔽泵的主要结构特点是没有轴封结构, 泵的密封是采用泵和电动机整体结构来实现的。因而, 它作为流程泵产生了如下决定性的优点<sup>[3]</sup>:

### 1. 处理的液体完全没有泄漏

屏蔽泵与一般流程泵的比较示意如图 1—7 所示。由于屏蔽泵具有所处理的液体绝对不漏的特点，因而适于处理腐蚀性强的液体、挥发性高且有爆炸、着火危险的液体、有毒和有害（如恶臭等）的液体、昂贵的液体（如香料等）、含有放射性的液体等，这些液体是不允许进入操作室的。

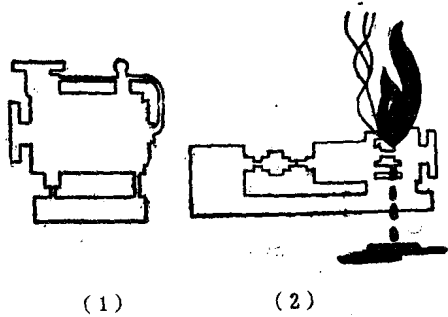


图 1—7 屏蔽泵与一般流程泵的比较示意  
(1) 屏蔽泵；(2) 一般流程泵（采用机械密封）

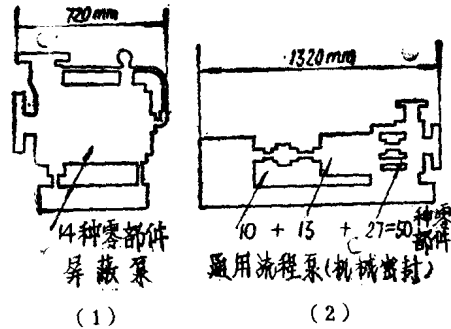


图 1—8 屏蔽泵与一般流程泵的比较示意  
(1) 屏蔽泵；(2) 一般流程泵（采用机械密封）

### 2. 不会从外界吸入空气或其它东西

由于屏蔽泵不会从外界吸入空气或其它东西，因而适于在真空系统中运转，或处理一与外界空气接触就要变质的液体。屏蔽泵的这一特点可以保证医药工业和食品工业中输送液体的无菌。

### 3. 不需要润滑油和密封液

由于屏蔽泵不需要加润滑油、润滑脂和轴封部分的密封液，因而处理的液体不会污染，适于要求高纯度的流程。

### 4. 适于处理超高压、高温、极低温、高熔点或含有杂质的液体

其它型式的泵，因轴封结构的存在，要制造这些特殊用途的泵，非常困难。而屏蔽泵因无轴封这一特征，能比较容易制造这些特殊用途的泵。

### 5. 结构简单，零件少

屏蔽泵与一般流程泵的比较示意如图 1—8 所示。由于屏蔽泵没有联轴节、轴封等结构，故零件大大减少。

### 6. 结构紧凑，占地小

因屏蔽泵的泵和电动机为一整体，故结构非常紧凑，安装面积小（见图 1—8）。另外，小型屏蔽泵，还可以不设置基础，直接将泵安装在管道上。

### 7. 操作可靠，长期不需检修

由于屏蔽泵操作可靠，长期不需要检修，因而，可实现泵操作的远距离控制，使工艺

过程完全自动化。屏蔽泵的维护工作主要是更换轴承，泵和电动机之间没有联轴节，拆装时没有必要找正中心，拆卸、检查容易，不需要特别熟练的技术，一般人都可以简单地处理，所以运转费用可以降低。

此外，由于屏蔽泵取消了一般流程泵所惯用的轴封结构，因而，又导致了一系列要解决的问题。

首先，要解决电动机本身的冷却、轴承的润滑和冷却的问题。对于普通电动机，其自身和轴承的冷却一般都借助于环境空气的自然对流或强制通风，而轴承的润滑也是件轻而易举的事。但是，对于屏蔽电动机而言，要解决这些矛盾，则只有依靠工作介质本身了。即依靠工作介质自身循环，实现对轴承的润滑，导出电动机和轴承在运行过程中所产生的热量。

其次，在石油化工中，被输送介质的性质是千差万别的，其对定子及转子的腐蚀性、渗透能力也各不相同。同时，这些介质又经常是破坏电动机的绝缘电阻而致使电动机不能胜任工作。因此，需要外部加屏蔽套将定子、转子与介质隔离。

由于屏蔽套的存在和需要特殊的冷却，又给电动机的设计、制造以及性能带来一系列特殊的问题<sup>[2]</sup>。例如：

1. 屏蔽套的存在，增加了定子与转子的间隙，使电动机的效率下降。
2. 屏蔽套的选材，除考虑耐介质腐蚀以外，还应考虑其属非磁性和高电阻率的材料，以减小电动机因屏蔽套的存在而产生的额外功率损耗。
3. 由于介质在电动机内部流动，故转子的运动将与介质产生摩擦阻力。
4. 由于屏蔽泵是由电动机与泵的组合体，因此，其设计和制造是不能视同普通离心泵，将电动机与泵简单地加以拼凑。
5. 由于屏蔽套的存在，定子与转子的间隙增大；转子在介质中转动，摩擦阻力也增大。这些都使屏蔽电动机效率下降，一般在75%左右。泵部分由于还要向电动机提供循环冷却液；加之屏蔽泵的叶轮口环间隙亦较普通离心泵大，因此，容积效率较低。总之，屏蔽泵的机组效率要比普通离心泵低，一般为26~50%<sup>[7]</sup>。

#### (四) 屏蔽泵的分类及基本结构

屏蔽泵的使用条件不同，结构型式也各不相同。为了便于比较和选择，必须将屏蔽泵进行分类。现简要介绍以下几种分类方法<sup>[2]</sup>：

##### 1. 按泵与电动机的布置方式分

按泵与电动机的布置方式不同，屏蔽泵可分为以下二类：

(1) 立式屏蔽泵。转动轴垂直布置的为立式屏蔽泵。这种型式的屏蔽泵，又有两种布置方式，即一种泵装在电动机的下面；一种泵装在电动机的上面。立式屏蔽泵的转子重量和泵运转过程中所产生的轴向力全部由止推轴承承担，因而，采用较普遍。一般认为，大容量电动机用此型式较为合适。

(2) 卧式屏蔽泵。转动轴水平布置的为卧式屏蔽泵。由于转子重量给轴承造成的负

荷，将使轴承的磨损增大；而电动机的定子、转子屏蔽套之间的间隙又很小，因而，这种型式只能适合小容量的电动机。

## 2. 按循环冷却液的流动方式分

屏蔽泵内的循环液体的作用有二个，一是冷却电机和轴承；二是润滑轴承并带走磨损产物。按循环冷却液的流动方式不同，屏蔽泵可分为以下三类：

(1) 内循环屏蔽泵。润滑和冷却液体在泵内部循环的为内循环。这种型式的屏蔽泵，对轴承润滑与冷却的液体就是被输送的液体。循环液体不引到泵体外，而利用中空轴来形成封闭回路。由于对循环液不加以冷却，因而，只适合输送常温液体。

(2) 外循环屏蔽泵。润滑与冷却液体引到泵体外部，经循环管流入电动机处进行循环的为外循环。按循环方式不同又可分为两种：

1) 直接冷却，即从泵出口处引出一股输送液体，进行循环冷却，冷却后又回到入口处。这种循环方式，按其被输送液体的温度，还可分以下两种结构：

输送液体温度小于 $50^{\circ}\text{C}$ 时，电动机不带蛇管冷却器，从泵出口处引出液体直接来润滑轴承和冷却电动机。

输送液体温度在 $50^{\circ}\text{C}$ 至 $100^{\circ}\text{C}$ 时，电动机带有蛇管冷却器，循环液从泵出口引出，经蛇管被冷却后对轴承进行润滑，并冷却电动机。

2) 单独冷却，其循环冷却液由辅助叶轮输送，自成单独的循环系统，电动机设有蛇管冷却器（或设专门的换热装置）。这种型式常用于输送液体温度高于 $100^{\circ}\text{C}$ 的高温场合。

(3) 混合循环屏蔽泵。内循环和外循环方式的组合。

## 3. 按电机定子的干湿状态分

按电动机定子的干湿状态不同，屏蔽泵可分为以下二类：

(1) 干定子型屏蔽泵。电动机的定子采用专门的非磁性材料制成的屏蔽套保护，定子腔内充空气或惰性气体，以防止定子线圈受工作液体的影响。

(2) 湿定子型屏蔽泵。这种型式又有两种结构：

1) 与干定子型结构相似，仅在定子腔内充变压器油等油类物质。因而，在国外有将这种型式的湿定子型与干定子型一起统称为屏蔽电机型。

2) 没有定子屏蔽套，冷却循环液直接引进定子腔内，国外也有只把这种型式称为湿定子型。本资料中所指的湿定子型屏蔽泵主要也是这种类型。

## 4. 按泵工作叶轮的数量分

按泵工作叶轮的数量不同，屏蔽泵可分为以下二类：

(1) 单级型屏蔽泵。泵的工作叶轮为一个。

(2) 多级型屏蔽泵。泵的工作叶轮为二个以上的。

另外，还有一些分类方式，如按泵的型式不同，可分为离心式屏蔽泵、旋涡式屏蔽泵、螺杆式屏蔽泵；按工作压力的不同，可分为低压屏蔽泵、高压屏蔽泵；按工作温度的不同，可分为低温屏蔽泵、高温屏蔽泵，如此等等。

下面以卧式屏蔽泵为例简要说明屏蔽泵的基本结构。图1-9为日本日机装公司制造的H型系列的卧式屏蔽泵，这是一种外循环直接冷却、屏蔽电机型、单级离心式屏蔽泵<sup>[8]</sup>，其结构要点说明如下：驱动部采用通用的感应电动机，其转子4用轴3与泵叶轮1直接连接，叶轮装入涡壳2内。转子铁心用非磁性耐腐蚀薄壁金属板制成的转子屏蔽套5保护。轴上装有前后轴套8，轴套装在前后轴承箱9内，靠轴承10支持。止推环14是承受轴向载荷的，故设在转子的两侧。因长期运转需要更换轴承及轴套时，只要更换单个零件就可以了。装电动机定子线圈的定子绕组b，也用非磁性耐腐蚀薄壁金属板制成的定子屏蔽套7保护，与浸在液体中的转子隔开。

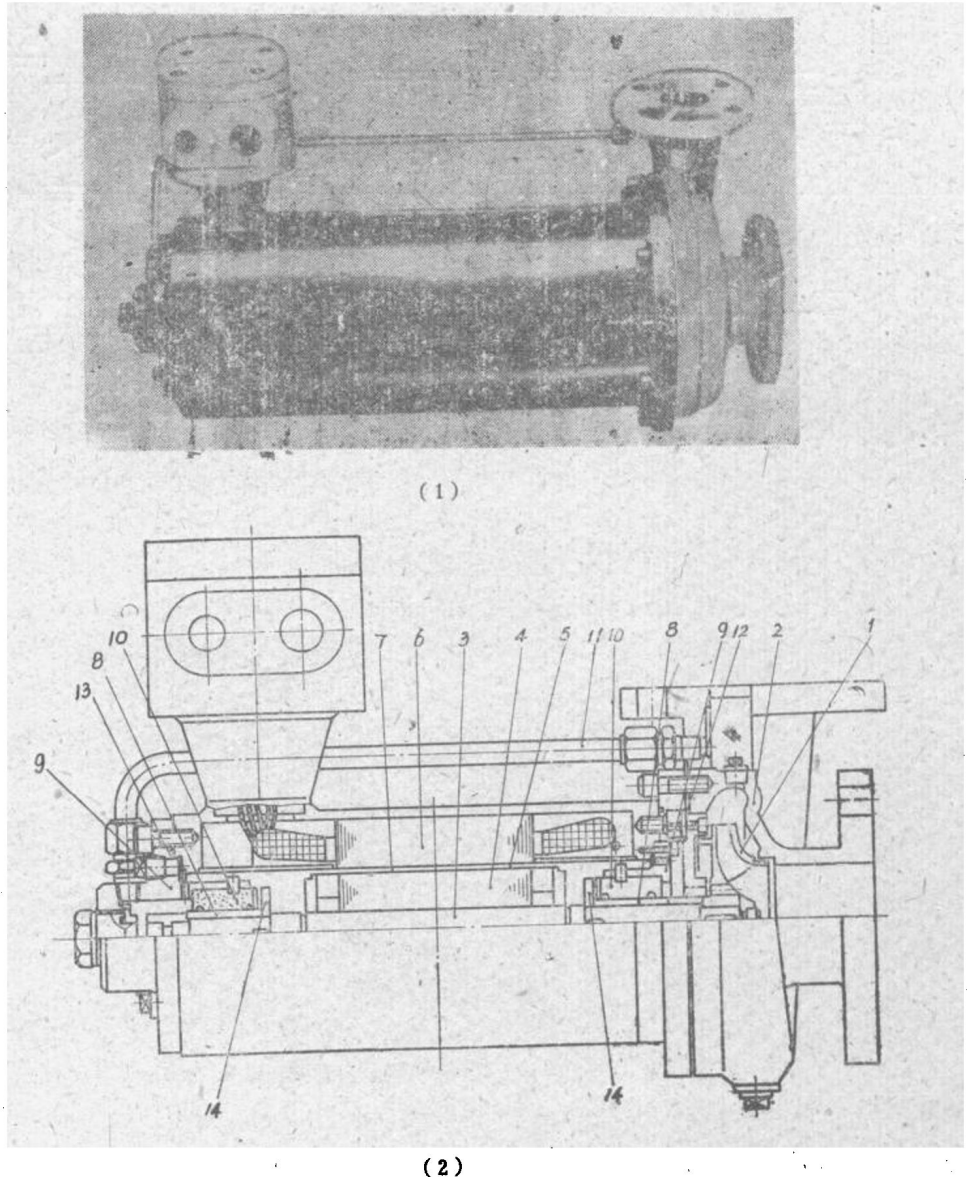


图 1-9 一般结构的卧式屏蔽泵 (日本日机装公司)

(1) 外形; (2) 结构图: 1—叶轮; 2—涡壳; 3—轴; 4—转子; 5—转子屏蔽套; 6—定子; 7—定子屏蔽套; 8—轴套; 9—轴承箱; 10—轴承; 11—循环管; 12—泵壳垫片; 13—电动机垫片; 14—止推环。

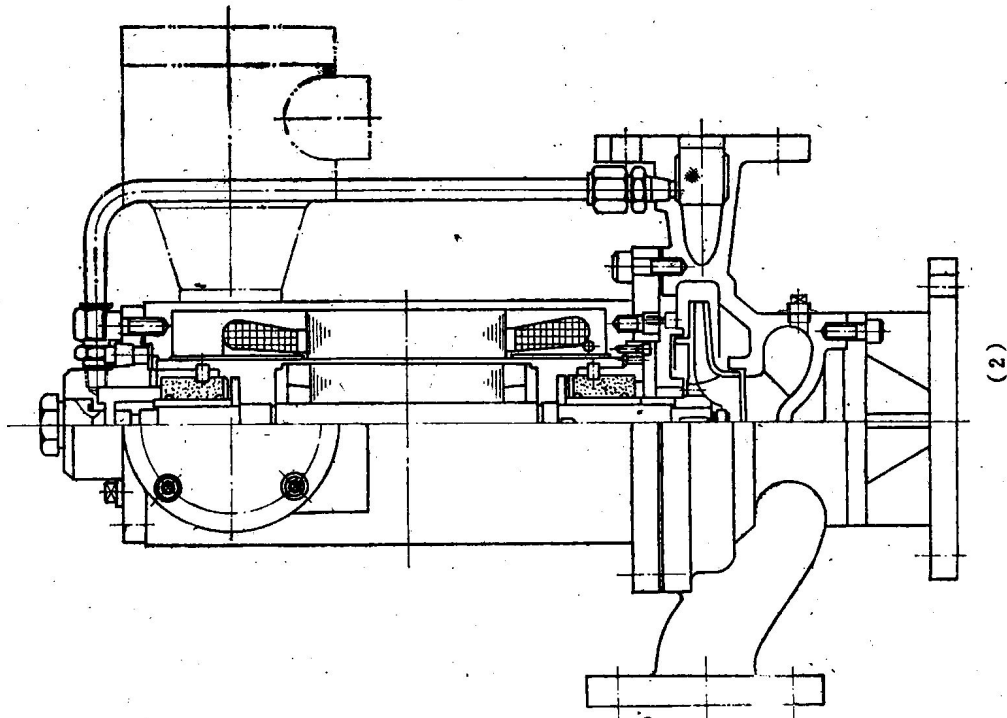
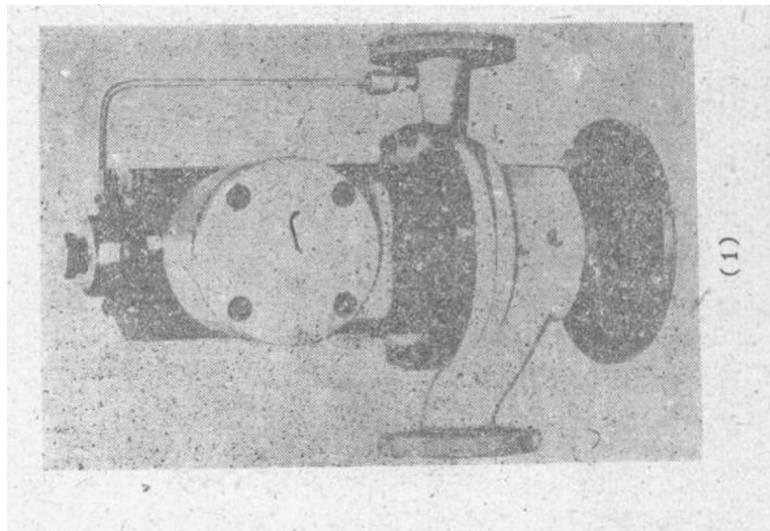


图1—10 立式屏藏泵 (日本日机装公司)  
(1) 外形; (2) 结构图.



循环管11将泵送液体的一部分(约每分钟数升)从泵壳的排出侧通过过滤器取出,导入后轴承箱,润滑后轴承。后流经转子屏蔽套与定子屏蔽套之间,排除转子与定子产生的热量,流入前轴承箱,润滑前轴承。最后,返回到泵壳内的叶轮背侧中去。

整个屏蔽泵内的泵送液体与外界的密封,只有泵壳垫片12、电动机垫片13等静密封处。

图1-10为日本日机装公司制造的L型系列的立式屏蔽泵<sup>[8]</sup>。

### 参 考 文 献

- [1] Васильцов Э. А. Невелич В. В.: Герметические электронасосы издательство "Машиностроение", 1968.
- [2] 燃化部第六设计院: 屏蔽泵, 石油化工设计参考资料, 1971. 7.
- [3] 播磨屋精二: キャンドモータポンプのめれ=れ, 《配管技术》, 1969, Vol. 11, №. 7, 96-112.
- [4] 佐藤哲也: キャンドポンプの化学工业への使用例, 《ポンプ工学》, 1967, Vol. 3, №. 7, 48-62.
- [5] 沈阳水泵研究所、甘肃工业大学: 国外屏蔽泵发展概况, 1966. 6.
- [6] 龚镇华、梁贤光: 屏蔽泵设计中的几个问题, 《化工机械》, 1964, №. 7, 15-25.
- [7] 邵渭森: 屏蔽泵, 《化工机械》, 1965, №. 8, 25-34.
- [8] 日本机械计装株式会社: Nikkiso Non-Seal Pump, Catalog №. 010R (样本), 1972.