

离心泵

陈乃祥 吴玉林 编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



离 心 泵

陈乃祥 吴玉林 编著



机械工业出版社

本书首先介绍了离心泵的分类、结构、主要工作参数和应用,会使凡在工作和生活中接触到离心泵的广大读者对离心泵有一基本认识。本书主要介绍离心泵的基本原理、基本的水力设计方法和离心泵的性能及试验,可作为广大离心泵的使用者和设计人员的参考书。本书还介绍了离心泵在流动分析、三维流动设计、计算机辅助设计和内部流动机理研究等方面的进展情况,为流体机械教学和科研人员的研究工作提供基础。

图书在版编目 (CIP) 数据

离心泵/陈乃祥, 吴玉林编著. —北京: 机械工业出版社, 2003.3
ISBN 7-111-11559-7

I. 离. II. ①陈…②吴… III. 离心泵—基本知识 IV. TH311

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 007350 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李正民 版式设计: 张世琴 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 张静 责任印制: 闫焱

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm^{1/16} · 12.75 印张 · 310 千字

0 001—4 000 册

定价: 22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

离心泵是一种用量最大的水泵，在给水处理及农业工程、固体颗粒液体输送工程、石油及化学工业、航空航天和航海工程、能源工程和车辆工程等国民经济各个部门都有广泛的应用。由于应用场合、性能参数、输送介质和使用要求的不同，离心泵的品种及规格繁多，结构形式多种多样。为此，本书主要介绍离心泵的基本原理、基本的水力设计方法和离心泵的性能及试验。在泵的选择设计和运行分析方面，本书可作为广大离心泵使用者的参考书，对离心泵的设计人员也会有所帮助。同时，本书还介绍了离心泵在流动分析、三维流动设计、计算机辅助设计和内部流动机理研究等方面的进展情况，可以作为流体机械教学和科研人员的参考书。

随着计算流体动力学、叶轮机械转子动力学和流动测量技术等学科的进步，离心泵研究的新成果不断涌现。本书编著者希望读者参考国内外最新的文献，以推进离心泵的研究。

本书为计划中的泵丛书的第一册。

本书第一、三、四、八章由陈乃祥编写，第二、五、六、七章由吴玉林编写。编写过程中，得到编著者在清华大学的前辈和同事的帮助，也得到江苏大学、华中科技大学、浙江大学和甘肃工业大学等校教师，以及制造厂和有关科研单位的技术人员的帮助，在此表示衷心感谢。

对于书中存在的缺点和错误，敬请读者批评指正。

编著者
2002年7月

目 录

第一章 离心泵概论	1	一、轴	40
第一节 离心泵的分类	1	二、轴承	41
一、离心泵的结构及分类	1	三、密封装置	41
二、泵型号	1	四、轴向力平衡装置	43
第二节 离心泵结构	2	第五节 离心泵中的内部流动	45
一、单级泵	3	一、一般离心叶轮中的射流-尾迹流动	
二、多级泵	9	结构	45
第三节 离心泵的主要工作参数	17	二、离心泵叶轮的内部流态	47
一、扬程	17	三、离心泵叶轮的进口流态	49
二、流量	18	第六节 离心泵的空化	49
三、功率	18	一、空化及空蚀机理	49
四、泵效率	19	二、空化的种类	51
五、转速	19	三、离心泵的空化参数计算	54
第四节 离心泵的应用	19	四、空化与空蚀的热力学影响	57
一、给水排水及农业工程	19	五、空化与空蚀的影响和防护及改善	
二、工业工程	20	措施	58
三、航空航天和航海工程	22	参考文献	59
四、能源工程	23	第三章 离心泵性能	61
五、车辆系统用离心泵	25	第一节 离心泵的相似率	61
参考文献	25	一、离心泵的流动相似	61
第二章 离心泵原理	26	二、离心泵的相似律	63
第一节 流体力学基本方程	26	第二节 泵的比转速	65
一、理想流体的基本方程	26	一、比转速公式的确定	65
二、离心泵叶轮中的相对运动	27	二、泵的相似设计	65
第二节 离心泵的基本方程	28	三、性能曲线的换算	66
一、无限多叶片假设下的理论扬程	28	四、比转速与离心泵过流部件几何形状的	
二、叶轮叶片形式和反应系数	29	关系	66
三、有限叶片数时的理论扬程	31	第三节 比例定律与相似抛物线	67
四、离心泵的实际扬程及损失	32	一、比例定律	67
第三节 离心泵的重要过流部件及其作用		二、相似抛物线	67
原理	36	第四节 离心泵的性能曲线	68
一、叶轮	36	一、离心泵的工作特性曲线	68
二、离心泵压水室	36	二、离心泵的综合特性曲线	71
三、离心泵吸水室	39	第五节 离心泵的选择	72
第四节 离心泵的结构部件及作用	40	一、离心泵的类型谱	72

二、离心泵的选型计算	73	一、泵的主要设计参数	107
第六节 泵的串联和并联	76	二、泵叶轮等部件几何参数的 相似换算	109
一、泵的运行工况点	77	三、泵叶轮主要参数的选择和计算	111
二、两台泵的串联	78	第三节 离心泵叶片的水力设计	117
三、两台泵的并联	79	一、一元流动中轴面流线的绘制	117
四 串联与并联的选择	79	二、叶片型线微分方程式	118
第七节 离心泵的运行工况调节	80	三、参数变化规律的给定	119
一、改变管路特性曲线调节法	80	四、叶片绘型	120
二、改变泵性能的调节法	81	五、叶型的加厚及叶片剪裁图	122
第八节 流体特性对泵性能影响的分析	84	六、圆柱形叶片绘型	124
参考文献	84	第四节 离心泵压水室的水力设计	126
第四章 离心泵试验	86	一、概述	126
第一节 离心泵的试验系统	86	二、螺旋形压水室	127
一、离心泵的试验概述	86	三、环形压水室	131
二、离心泵的能量和抗空化性能试验 系统	87	四、导叶式压水室	132
三、主要试验装置元件	88	第五节 离心泵吸水室的水力设计	135
第二节 离心泵能量参数的测量	89	一、概述	135
一、压力和扬程的测量与计算	89	二、环形吸水室水力设计	136
二、流量的测量与计算	91	三、半螺旋吸水室的设计	136
三、转矩和转速的测量与计算	94	第六节 离心泵诱导轮水力设计	138
第三节 离心泵的空化及空蚀试验	96	一、概述	138
一、空化试验的类型	96	二、诱导轮几何参数选择	140
二、试验中空化余量的计算	97	三、诱导轮的设计	141
第四节 离心泵试验结果的整理	97	参考文献	143
一、换算为规定转速下的性能	97	第六章 离心泵水力设计 CAD 介绍	144
二、试验结果的评定	98	第一节 离心泵水力设计 CAD 的基本 概念	144
第五节 离心泵的内部流场试验	98	一、概述	144
一、概述	98	二、离心泵水力 CAD 的流程	145
二、毕托管技术	99	三、离心泵水力 CAD 软件资源	145
三、离心泵吸水池内部流动的 PIV 测量	99	第二节 离心泵过流通道 CAD 计算	147
参考文献	104	一、比转速及空化比转速	147
第五章 离心泵水力设计	105	二、效率及电动机功率的确定	148
第一节 离心泵水力设计概述	105	三、泵的进出口直径及最小轴径	148
一、模拟设计法	105	四、速度系数法确定水力设计几何 参数	149
二、变型设计法	106	五、模型换算法	150
三、设计系数法或速度系数法	106	第三节 离心泵叶轮水力 CAD	150
四、自由涡旋法	106	一、离心泵叶轮轴面图的绘制	150
五、面积比法	106	二、叶片骨线的计算	157
第二节 离心泵基本参数选择	106	三、叶片加厚及轴面木模图	157

四、叶片木模图	158	计算	177
第四节 离心泵螺旋压水室水力 CAD	158	二、三元反问题计算研究概况	178
一、基本参数	158	第二节 离心泵叶轮全三维反问题计算的	
二、扩散管	159	基本概念	180
第五节 半螺旋形吸水室水力 CAD	160	一、离心泵叶轮全三维反问题计算的	
参考文献	161	假设	180
第七章 离心泵内部三维湍流计算	162	二、离心泵叶轮全三维反问题计算的基本	
第一节 离心泵内部流动纳维-斯托克斯		原理	180
方程	162	第三节 离心泵叶轮全三维反问题计算的	
第二节 离心泵内部三维湍流的		数学模型	181
计算方法	162	一、平均流动方程	181
一、无粘性流动解	163	二、周期流动方程	184
二、粘性流动计算	163	三、叶片方程	186
第三节 湍流模型及其应用	165	第四节、叶片表面的流动参数分布	186
第四节 离心泵内部流动计算的发展	166	一、叶片正背表面的坐标	186
一、水力机械三维湍流计算的最新		二、叶片中间面速度	187
进展	166	三、叶片正背面速度	187
二、水力机械三维湍流计算的今后		四、叶片正背面的压力分布	187
发展	167	五、叶片正背面的压力差分布	187
三、关于水力机械中三维空化湍流模型和		六、叶片出口边的库塔条件	187
计算的研究	167	第五节 贴体坐标系中的控制方程	188
四、水力机械中三维多相湍流模型和		一、贴体坐标变换	188
计算	168	二、平均流函数方程的转换	189
第五节 离心泵三维湍流计算实例	169	三、平均势函数方程的转换	189
一、概述	169	四、由环量引起的周期方程的转换	189
二、控制方程	169	五、由源汇引起的周期方程的转换	190
三、湍流模型	169	六、源汇强度计算式的转换	190
四、数值计算方法	170	七、叶片厚度计算式的转换	190
五、边界条件	171	八、叶片方程的转换	190
六、结果及其分析	171	九、边界方程在贴体坐标系中的形式	191
第六节 离心泵三维湍流计算在设计中的		第六节 贴体坐标系中控制方程的数值	
应用	176	离散	191
参考文献	176	一、平均流函数方程的离散	192
第八章 离心泵全三元反问题计算	177	二、与源汇相关的平均势函数方程的	
第一节 离心泵三元反问题计算研究		离散	192
概况	177	三、与环量相关的周期方程的离散	193
一、离心泵的水力计算和三元反问题		四、与源汇相关的周期方程的离散	194
		五、叶片方程的离散	194
		参考文献	195

第一章 离心泵概论

第一节 离心泵的分类

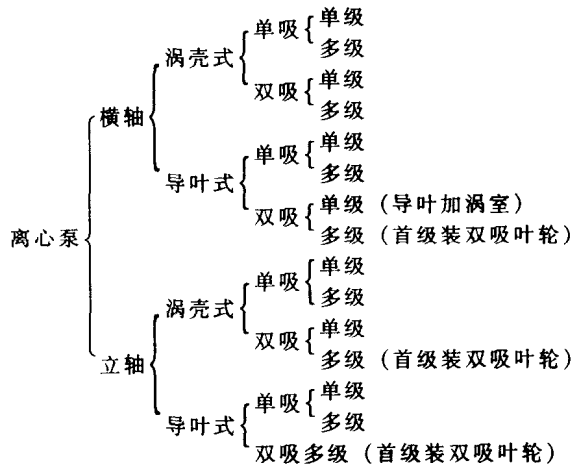
泵是将原动机的机械能或其它能源的能量传递给泵所输送的液体，使液体的能量（压能、位能和动能）增加的机械。泵可以分成动力式和容积式两大类。动力式包括叶轮泵等。

叶轮泵是通过转动的带有叶片的叶轮使水或其它液体的压能和动能都得到提高的机械。它是一种反击式水力机械。叶轮泵又可分为离心泵、混流泵及轴流泵。

一、离心泵的结构及分类

离心泵是一种量大面广的机械设备。由于应用场合、性能参数、输送介质和使用要求的不同，离心泵的品种及规格繁多，结构形式多种多样。

按泵轴的工作位置可分为横轴泵和立轴泵；按压出室形式可分为蜗壳式泵和导叶式泵；按吸入方式可分为单吸泵和双吸泵；或按叶轮个数分为单级泵和多级泵。每一台泵都可在上述各种分类中找到自己所隶属的结构类型。泵的结构形式是由几个描述该泵结构类型的术语来命名的，如横轴单级单吸蜗壳式离心泵、立轴多级导叶式离心泵等。现有离心泵的结构类型如下：



二、泵型号

泵型号表明泵的结构类型、尺寸大小和性能，但其编制方法尚未完全统一，故在泵样本及使用说明书中，一般都应对该泵型号的组成和含义加以说明。目前我国多数泵的结构类型及特征，在泵型号中是用汉语拼音字母表示的。表 1-1 给出了部分离心泵型号中某些汉语拼音字母通常所代表的意义。

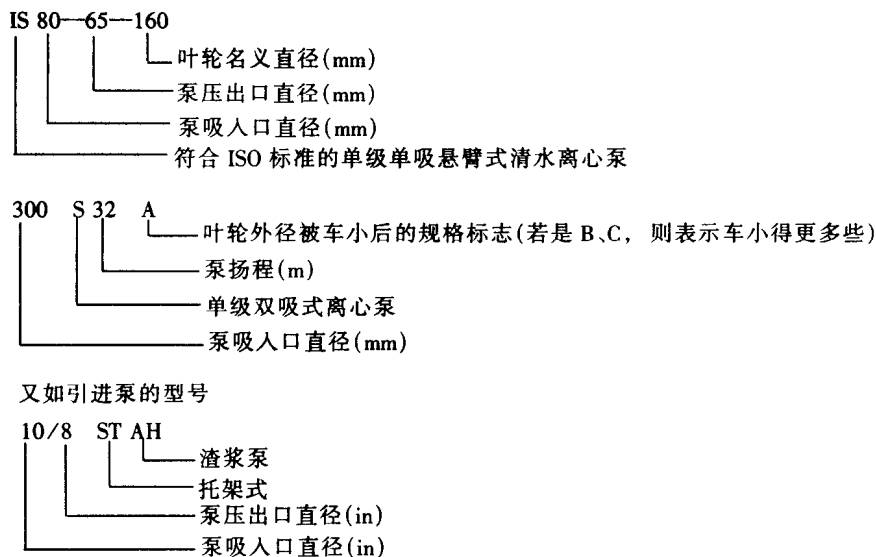
该表中的字母皆为描述泵结构类型或结构特征的汉字第一个注音字母。但不少泵并不按此规矩给出，如有些按国际标准设计的泵或从国外引进的泵其型号除少数为汉语拼音字母

表 1-1 部分离心泵型号中某些汉语拼音字母及其意义

字母	意义	字母	意义
B	单级单吸悬臂式离心泵	QX _D	单相干式下泵式潜水泵
D	节段式多级泵	QS	充水上泵式潜水泵
DG	节段式多级锅炉给水泵	QY	充油上泵式潜水泵
DL	立轴多级泵	R	热水泵
DS	首级用双吸叶轮的节段式多级泵	S	单级双吸式离心泵
F	耐腐蚀泵	WB	微型离心泵
JC	长轴深井泵	WG	高扬程横轴污水泵
KD	中开式多级泵	Y	液压泵
KDS	首级用双吸叶轮的中开式多级泵	YG	管道式液压泵
QJ	井用潜水泵	ZB	自吸式离心泵

外，一般为表示该泵某些特征的外文缩略语。如 IS 和 IB 均代表符合有关国际标准（ISO）规定的单级单吸悬臂式清水离心泵；IH 代表符合 ISO 标准的单级单吸式化工泵；引进泵的型号 DSJH 和 RSN 则分别代表单级双吸两端支承式离心石油化工流程泵和两级立轴船用离心泵等。

泵型号除有上述字母外，还用一些数字和附加的字母来表示该泵的大小及性能。如：



离心泵是由叶轮、构成吸入室和压出室的泵壳等过流零部件，以及密封、轴向力平衡、转子支承和传动等辅助工作机构组成的，有的泵还设有叶轮叶片调节机构。本书针对一些典型的离心泵常见结构形式进行分类，叙述其总体结构特征。

第二节 离心泵结构

离心泵、轴流泵和混流泵的叶轮入流方向皆为轴向，它们之间的差别在于其叶轮出流方向的不同。离心泵中的液流在与泵轴线垂直的径向平面内流出叶轮。

一、单级泵

只装一个叶轮的泵为单级泵。按其转子支承方式，将这种泵分为悬臂式和两端支承式两类。

(一) 悬臂泵

我国设计生产的 IS 型泵（图 1-1）即为一台单级单吸横轴离心泵。它的叶轮 5 由叶轮螺母 2、止动垫圈 3 和平键固定在泵轴 12 的左端。泵轴的另一端用以装联轴器，以便实现动力拖动。为防止泵内液体沿泵轴穿出泵壳处的间隙泄漏，在该间隙处皆设有轴封。IS 型泵采用的是填料式轴封，它由轴套 7、填料 9、填料环 8 和填料压盖 10 等组成。泵工作时，泵轴用两个单列向心球轴承支承着转动，从而带动叶轮在由泵体 1 和泵盖 6 组成的泵腔内旋转。因为该泵泵轴的两个支承轴承都位于泵轴的右半段，装叶轮的泵轴左半段处于自由悬伸状态，故把这种具有悬臂式结构的泵称为悬臂泵。

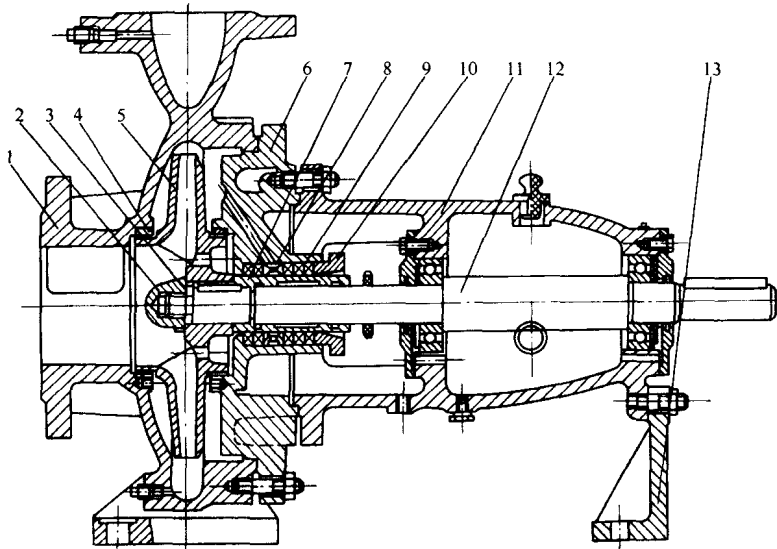


图 1-1 悬架式悬臂泵

1—泵体 2—叶轮螺母 3—止动垫圈 4—密封环 5—叶轮 6—泵盖 7—轴套
8—填料环 9—填料 10—填料压盖 11—悬架 12—泵轴 13—支架

悬臂式结构主要用于像 IS 型泵这种轴向吸入的单吸式泵。该泵多采用直锥形吸入室。但双吸泵（图 1-2）和径向或切向吸入的泵（图 1-3）也可用悬臂式结构。此时泵多用半螺旋形或环形吸入室。图 1-2 所示的双吸式泵是轴向吸入的，双吸式叶轮与两侧分别采用了半螺旋形和变截面直管状吸入室。悬臂泵结构有以下几种类型：

1. 悬架式悬臂泵

IS 型泵（图 1-1）的泵脚与泵体 1 铸为一体，轴承置于悬臂安装在泵体上的悬架 11 内。因此，整台泵的质量主要由泵体承受（支架 13 仅起辅助支承作用）。这种带悬架的悬臂式泵称为悬架式悬臂泵。

IS 型泵的泵壳属端盖式泵壳，即它的泵壳由泵体和位于泵体一端的泵盖组成，且泵体与泵盖间沿与泵轴线垂直的剖分面剖分。由于 IS 泵的泵盖位于泵体后端（自泵吸入口看），

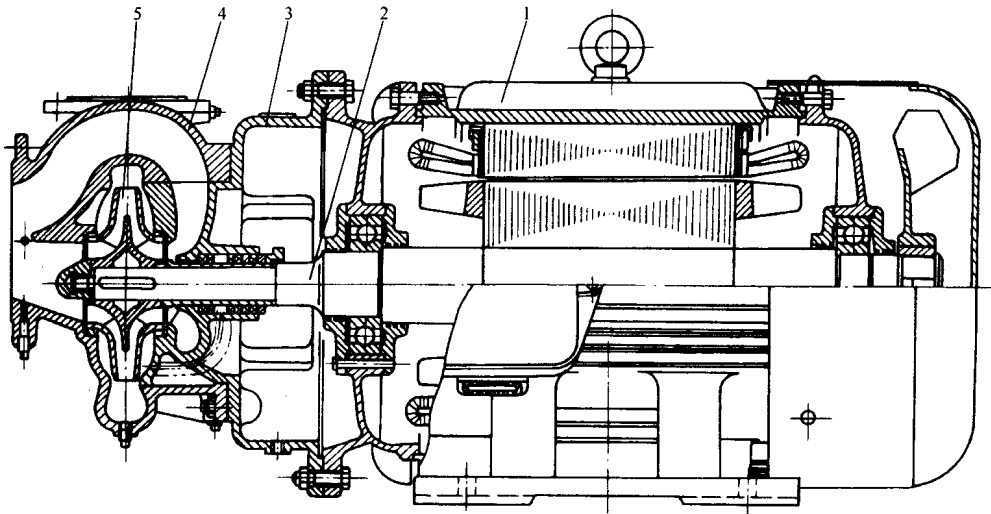


图 1-2 双吸式悬臂连体泵

1—电动机 2—电动机轴 3—泵盖 4—泵体 5—叶轮

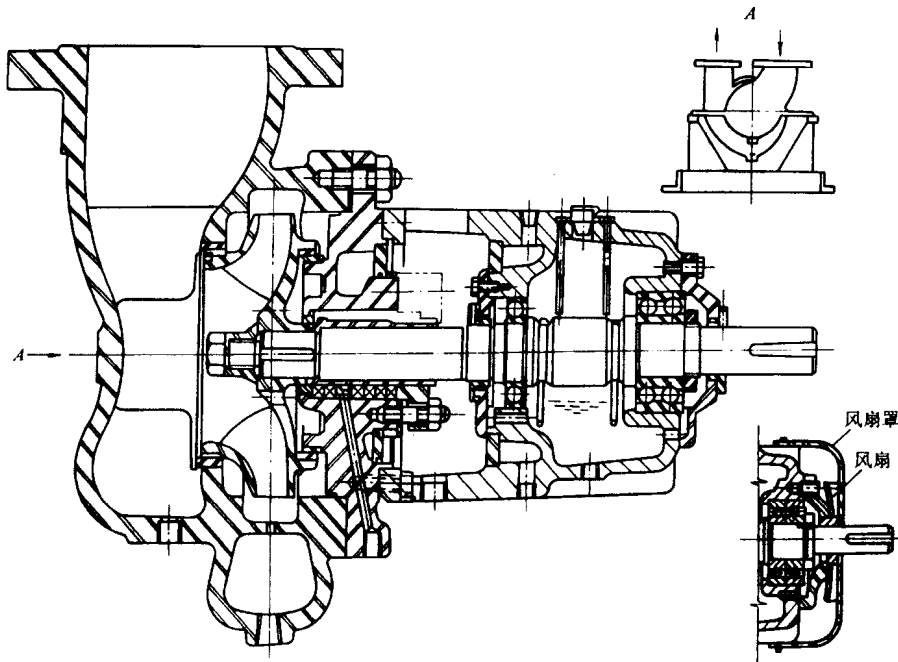


图 1-3 切向吸入的悬臂式泵

泵又为悬架式悬臂泵，只要卸开连接泵体和泵盖的螺栓，叶轮即可与泵盖和悬架部件一起从泵体内拆出。再加上泵吸入口和压出口皆在泵体上，泵又采用了加长联轴器与电动机直联。

因此，检修时不用拆卸吸入管路和压出管路，也不必移动泵体和电动机，只需拆下加长联轴器的中间连接件，即可拆出泵转子部件。

由于悬架式悬臂泵有结构紧凑、检修方便等优点，不仅 IS 型泵的结构属于此类，IB 型清水泵、IH 型化工泵、Y 型单级液压泵，从瑞士引进的 ZE、CZ、ZA、ZF 和 ZU 型流程泵以及从美国引进的 SJA 型流程泵（图 1-3）等单级单吸式离心泵也都采用了悬架悬臂式结构。

2. 托架式悬臂泵

图 1-4 所示的悬臂式是 B 型单级单吸式离心泵。它的泵脚与托架 3 铸为一体，泵体 10 悬臂安装在托架上，故将这种泵称为托架式悬臂泵。

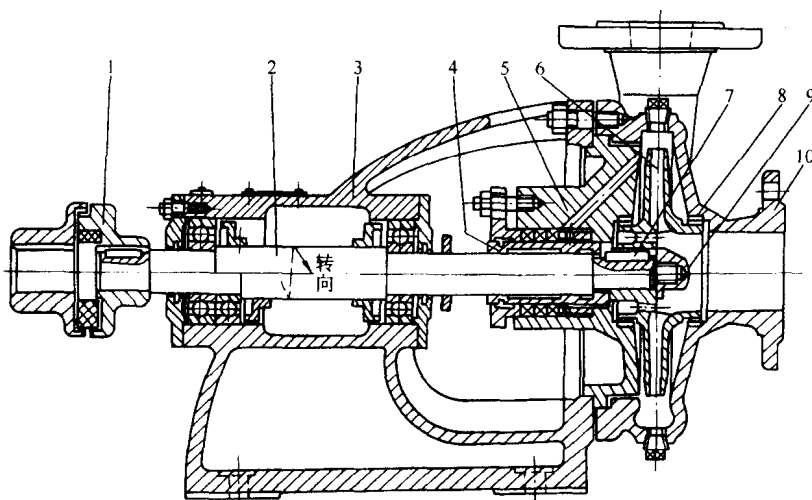


图 1-4 托架式悬臂泵 (B 型)

1—联轴器 2—泵轴 3—托架 4—轴套 5—泵盖 6—叶轮
7—键 8—密封环 9—叶轮螺母 10—泵体

B 型泵的泵体相对于托架可以有不同的安装位置，以便根据管路的布置情况，用使泵体转动相应角度的方法，使泵压出口朝上、朝下、朝前或朝后。检修这种泵时，需要将吸入管路和压出管路与泵体分离。同悬架式悬臂泵相比，显然是不方便的。再加上这种泵的全部质量主要靠托架承受，托架较笨重，故我国近年来开始生产的单级单吸式离心泵使用托架式悬臂结构的不多。但这种结构的应用历史较长，泵的压出口又可以调换位置，对泵壳采用贵重材料制造的泵，用托架式悬臂结构还能大大降低成本。因此，除 B 型泵外，BA 型清水泵和 F 型耐腐蚀泵等我国较早生产的泵，以及不久前从澳大利亚引进的 AH、HH 和 L 等型号的渣浆泵也都采用了这种结构。

3. 连体系

图 1-2 给出的悬臂式泵即为连体系。它的叶轮 5 直接装在电动机轴 2 的一端。由泵体 4 和泵盖 3 组成的泵壳与电动机 1 的机壳直接相联。可以看出，这种泵的电动机轴虽然要加长。但它的整机结构紧凑，质量轻，故 WB 型微型离心泵以及多种型号的潜水泵和屏蔽泵皆采用连体系的结构形式。

泵行业通常所称的悬臂泵多指横轴泵而言。按照相同的定义方法，也可将叶轮悬臂安装

的立轴泵纳入悬臂泵之列。如图 1-5 所示的 YG 型单级单吸立轴管道液压泵和图 1-6 所示从德国引进的 RSV 型单级双吸立轴船用泵就都是立轴悬臂泵的实例。它们的叶轮 2 都是远离泵轴 6 的支承部位，悬臂安装在泵轴的下端。因 YG 型泵的专用驱动电动机 8 能承受泵的轴向力，故泵轴本身无轴承支承，它靠能传递轴向力的夹壳联轴器 7 与电动机轴刚性连接，使整个泵机组转子皆由电动机轴承支承。该泵泵体 1 上的泵吸入口和压出口位于同一水平线上，这使泵能像阀门似地直接安装在直管道之中。RSV 型泵的泵轴 6 靠位于轴承体 10 内的两个滚动轴承支承，联轴器 8 为弹性联轴器。该泵通过底脚 1 安装在底座上，泵体 3 和电动机座 9 皆分别与底脚直接相联。

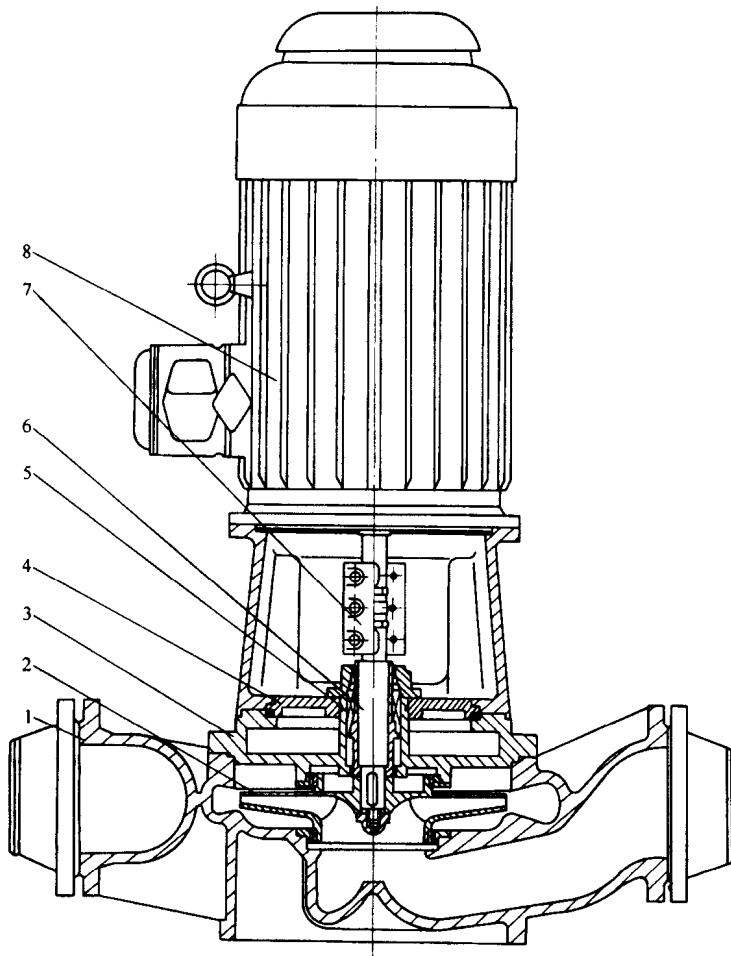


图 1-5 单级单吸立轴悬臂泵 (YG 型)

1—泵体 2—叶轮 3—泵盖 4—支承盖 5—轴承 6—泵轴 7—夹壳联轴器 8—驱动电动机

(二) 双支承泵

大多数单级双吸式离心泵采用双支承结构，即支承转子的轴承位于叶轮两侧，且一般都靠近轴的两端。

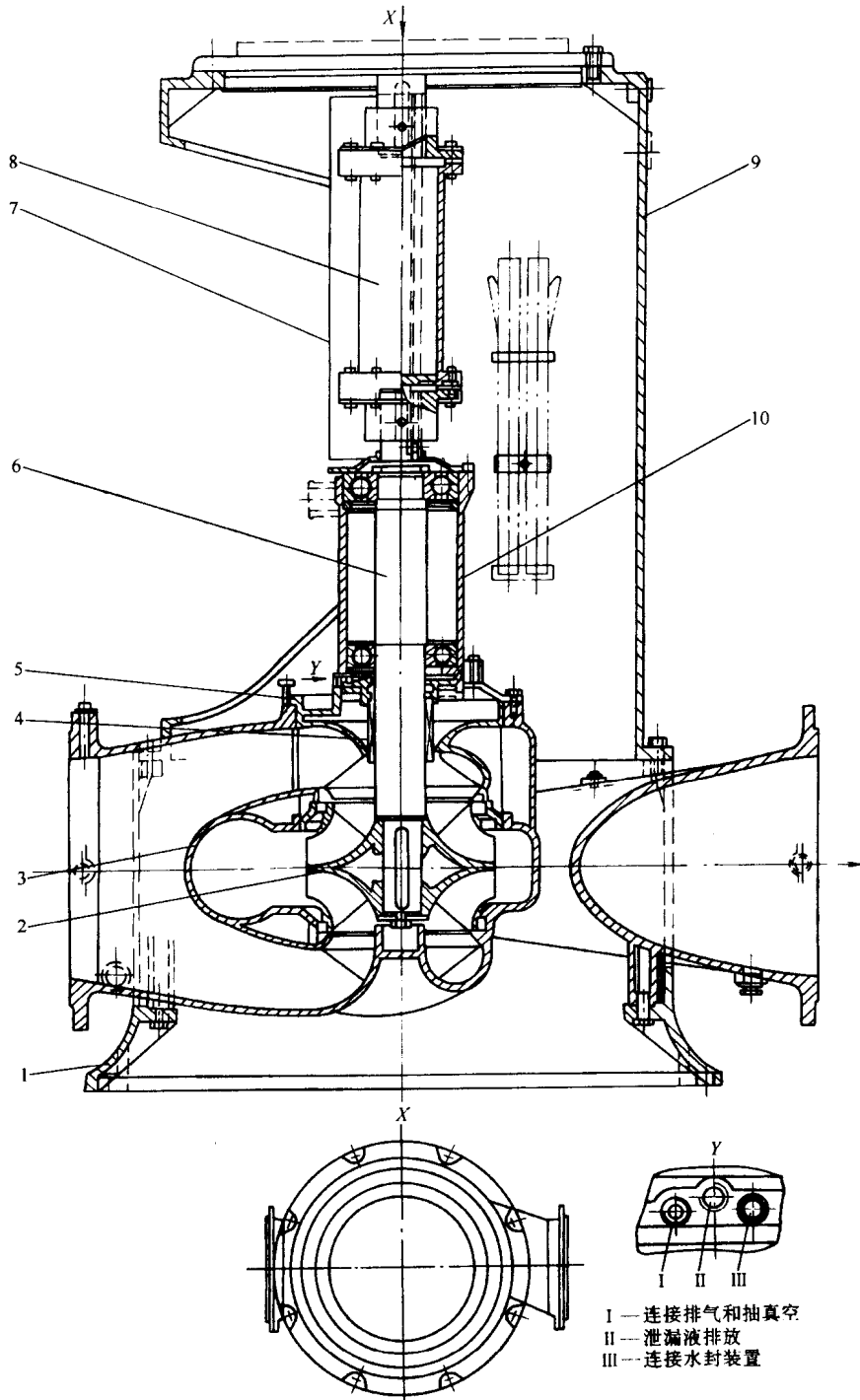


图 1-6 单级双吸立轴悬臂泵 (RSV 型)

- 1—底脚 2—叶轮 3—泵体 4—机械密封装置 5—泵盖 6—泵轴
7—护罩 8—联轴器 9—电动机座 10—轴承体

图 1-7 所示的 S 型泵即为单级双吸卧式双支承泵。它的转子是一单独的装配部件。双吸式叶轮 3 靠键 20、轴套 6 和轴套螺母 11 固定在轴 4 上。泵装配时，可用轴套螺母调整叶轮在轴上的轴向位置。泵转子用位于泵体两端的轴承体 12 内的两个轴承 15 实现双支承。因在联轴器 16 处有径向力作用在泵轴上时，远离联轴器的左端轴承所受的径向载荷较小，故应将它的轴承外圈进行轴向紧固，以便让它承受转子的轴向力。

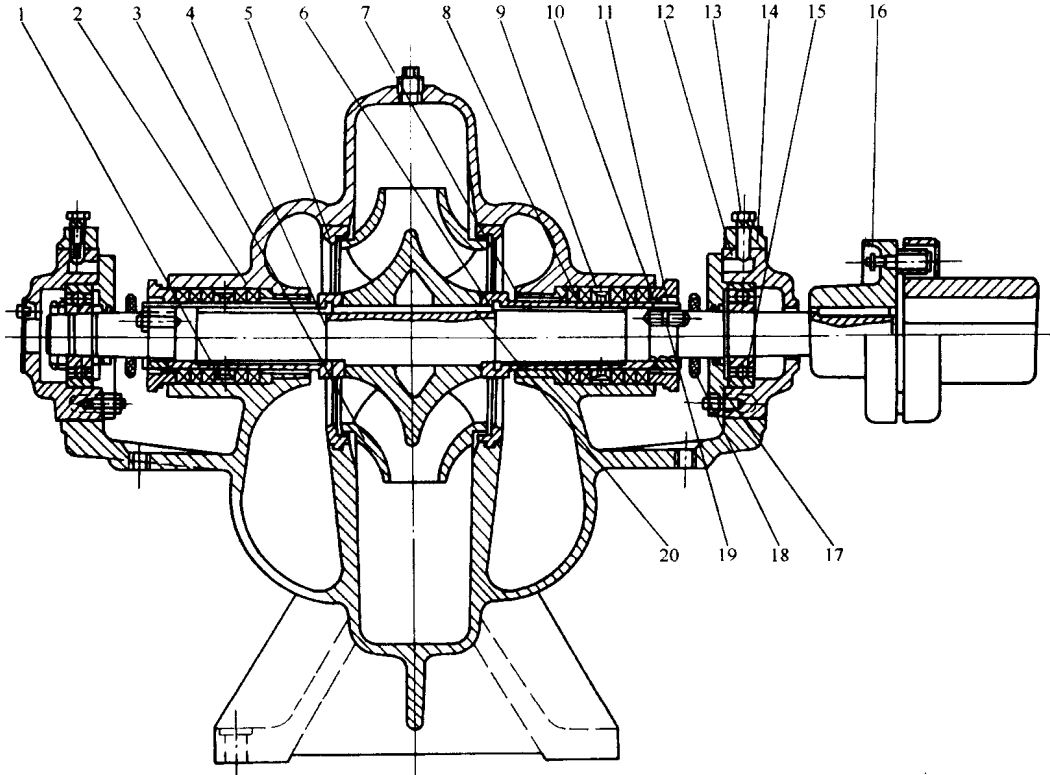


图 1-7 单级双吸式双支承泵 (S 型)

- 1—泵体 2—泵盖 3—叶轮 4—轴 5—密封环 6—轴套 7—填料套 8—填料
9—填料环 10—填料压盖 11—轴套螺母 12—轴承体 13—联接螺钉 14—轴承压盖
15—轴承 16—联轴器 17—轴承端盖 18—档圈 19—螺栓 20—键

S 型泵是侧向吸入和压出的，并采用水平中开式泵壳，即泵壳沿通过轴线的水平中开面剖分。它的两个半螺旋形吸水室和螺旋形压水室都是由泵体 1 和泵盖 2 在中开面处对合而成的。泵的吸入口和压出口均与泵体铸为一体。用这种结构，泵检修时无需拆卸吸入管和压出管，也不要移动电动机，只要揭开泵盖即可检修泵内各零件。

S 型泵在叶轮入口的两侧都要设置轴封。该轴封也为填料密封。它由填料套 7、填料 8、填料环 9 和填料压盖 10 等组成。轴封所用的水封压力水是通过在泵盖中开面上开出的凹槽，从压水室引到填料环的。但有的中开式双吸泵要通过专设的水封管将水封水送入填料环。

双支承泵与悬臂泵相比，虽因叶轮进口有轴穿过而使其水力性能稍受影响，且泵零件数

要多些，泵体形状也比悬臂泵复杂，故工艺性差些，但双支承泵轴的刚性比悬臂泵要好得多。在轴长、轴径和叶轮质量都相等的情况下，若悬臂泵的悬臂部分轴长和两轴承同轴长之比为 $1\sim 1.5$ ，则悬臂轴在叶轮处的静挠度比双支承轴的要大 $4\sim 6$ 倍左右，第一临界转速也低得多，为双支承泵的 $1/2\sim 1/2.5$ 左右。如两种结构的轴长、叶轮质量及叶轮处的静挠度都相等，悬臂泵的轴径为双支承泵轴径的 $1.4\sim 1.6$ 倍。因此，为提高运转可靠性，尺寸较大的双吸泵都设计成双支承结构。在双吸泵上用双支承结构还可以使叶轮两侧吸入口处形状对称，有利于轴向力的平衡。

应该指出，单级泵的双支承结构不仅用于双吸泵，也可用于单吸泵。在图 1-8 所示的单吸泵上，因两个特殊结构轴承的布局需要，就采用了双支承结构。另外，单级双吸双支承泵除用中开式泵壳外，也可用端盖式泵壳。如从德国引进的 YNK_n 型单级双吸横轴双支承前置泵（图 1-9）的泵壳就是端盖式的。它的泵体 10 和位于泵体两端的吸入盖 11 是沿垂直于泵轴线的径向剖分面分开的。

二、多级泵

多级泵是指装有两个或两个以上叶轮的泵。因这种泵的叶轮数多，为提高抗空化性能，它的首级叶轮还常与后面的各次级叶轮不同，故其结构比单级泵复杂。通常按采用的泵壳形式将常见的多级泵分为中开式多级泵、节段式多级泵和双壳泵三种类型。

（一）中开式多级泵

蜗壳式多级泵，无论是横轴泵（如图 1-10 所示的 DKS 型输油泵），还是立轴泵（如图 1-11 所示的 NL 型冷凝泵），一般都采用中开式泵壳，即泵壳沿通过泵轴线的中开面剖分。这是因为蜗壳式多级泵采用了中开式结构后，有转子装配部件能整体装入泵体，并且不拆吸入及压出管道即可检修泵的优点。同时它还能用对称布置叶轮的方法平衡轴向力，从而不必再设专门的轴向力平衡装置了。为了提高泵的抗空化性能，首级叶轮常为双吸式的（图 1-10），此时泵的总级数为奇数。当首级叶轮也是单吸式时，则总级数应为偶数。这种泵还常用交错布置各级蜗壳的方法，平衡作用在泵转子上的径向力。

（二）节段式多级泵

采用节段式泵壳，即用径向剖分面将泵壳垂直于轴线一段一段地分割开的多级泵即为节段式多级泵。图 1-12 和图 1-13 分别给出的 D 型横轴泵和 DL 型立轴泵均为节段式多级泵。它们都是在所需个数的叶轮、中段及导叶的两端分别装吸入段和压出段，然后用拉紧螺栓将这些零件紧固在一起。这种泵的单吸式叶轮只能按一个方向依次布置，其轴向力多用平衡盘（图 1-12）或平衡鼓（图 1-13）平衡。

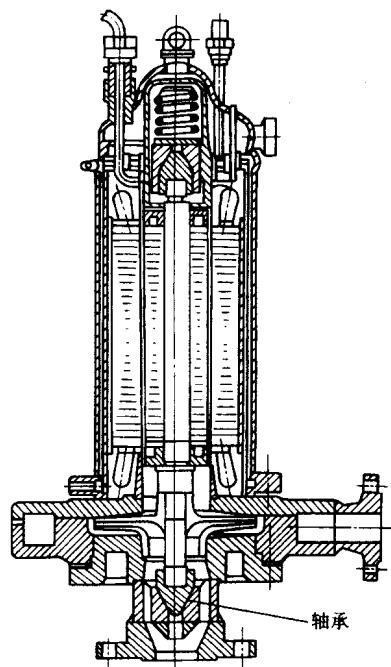


图 1-8 单级单吸式双支承泵

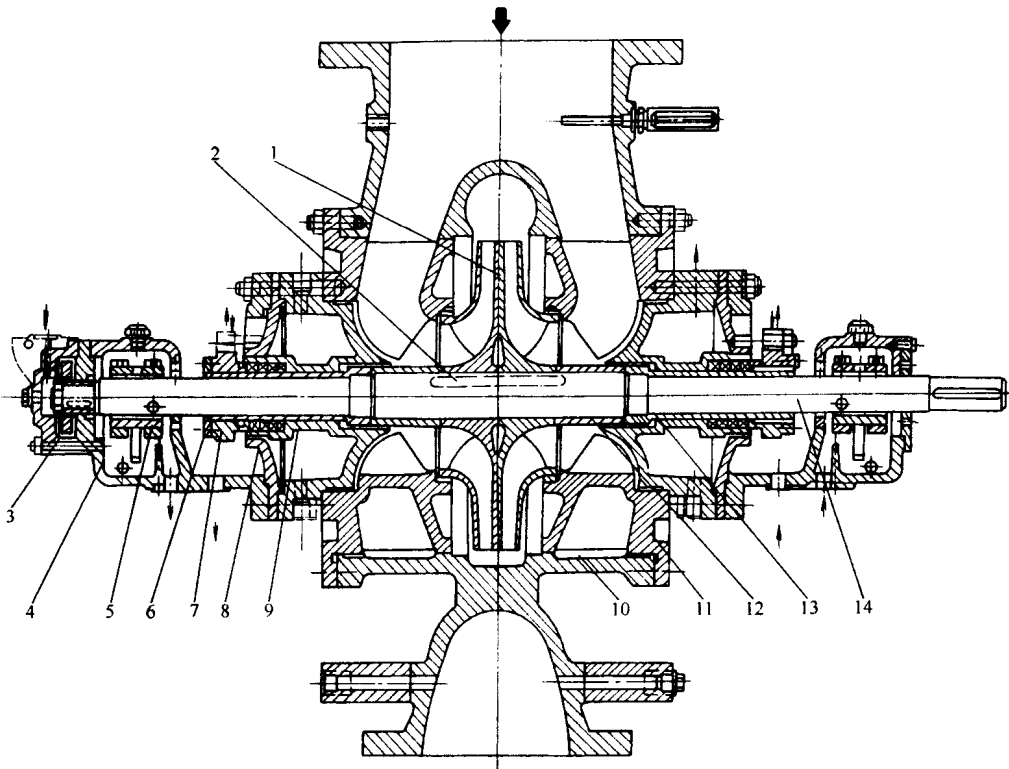


图 1-9 采用端盖式泵壳的单级双吸双支承泵 (YNKn 型)

1—叶轮 2—键 3—推力盘 4—轴承体 5—径向轴承 6—辅助填料盖 7—填料压盖
8—冷却室盖 9—主填料箱 10—泵体 11—吸入盖 12—套管 13—护轴轴套 14—轴

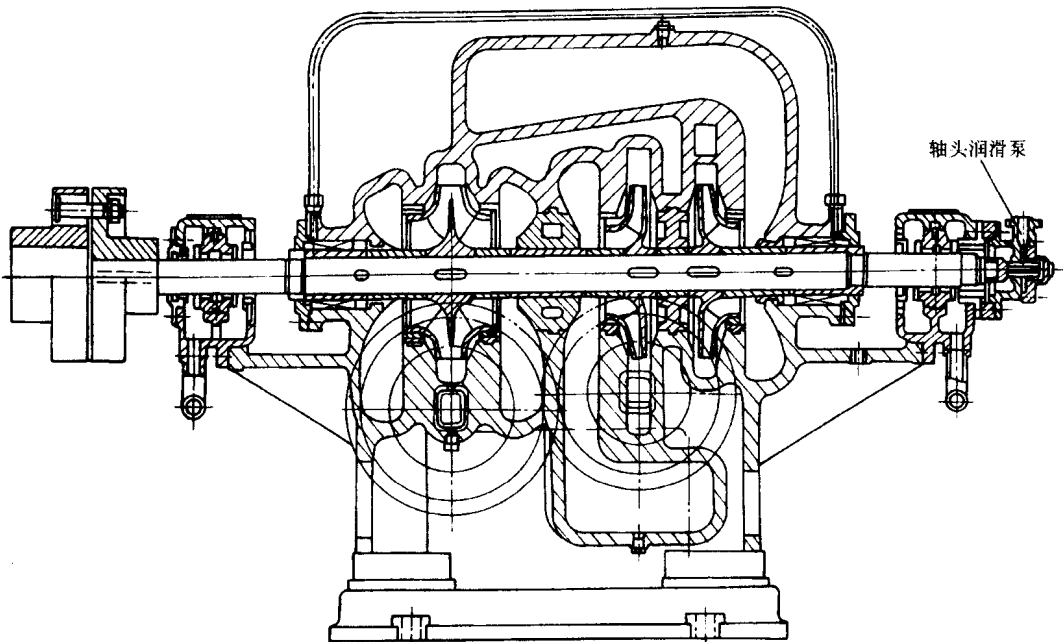


图 1-10 水平中开式的横轴蜗壳式多级泵 (DKS 型)