



公安消防部队士官教育培训教材

消防泵结构与维修

XIAOFANGBENG JIEGOU YU WEIXIU

主编 王 兴 赵卫忠

凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社
JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

公安消防部队士官教育培训教材

消防泵结构与维修

主 编 王 兴 赵卫忠

编写人员 顾国富 吕东明

葛步凯 韩卫钊

席建厂 马玉琴

主 审 钱恒宽 宋优德

凤凰出版传媒集团

 江苏教育出版社
JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

消防泵结构与维修/王兴,赵卫忠主编. —南京:江苏教育出版社,2009.4

公安消防部队士官教育培训教材

ISBN 978-7-5343-8991-7

I. 消… II. ①王… ②赵… III. ①消防泵—结构—技术培训—教材② 消防泵—维修—技术培训—教材 IV. TH38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 058194 号

书 名 消防泵结构与维修
主 编 王 兴 赵卫忠
责任编辑 石宇轩
装帧设计 李广珪
出版发行 凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社(南京市湖南路 1 号 A 楼 邮编:210009)
网 址 <http://www.1088.com.cn>
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
照 排 南京理工出版信息技术有限公司
印 刷 南京市溧水秦源印务有限公司
地 址 南京市溧水县开发区溧淳路(邮编 211200)
电 话 025-56213588
开 本 787×1092 毫米 1/16
印 张 8.5
版 次 2009 年 8 月第 1 版
2009 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5343-8991-7
定 价 22.90 元
批发电话 025-83657708,83658558,83658511
邮购电话 025-85400774,8008289797
短信咨询 025-85420909
E-mail jsep@vip.163.com
盗版举报 025-83658551

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
提供盗版线索者给予重奖

公安消防部队士官教育培训教材

审定委员会

主 任 张福生

副主任 盛永中 牛跃光 陈益新 沈耀宗

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁余平 王一镗 王长江 卢金星

冯婧钰 毕兴权 伍和员 刘国峰

杨守生 宋优德 张学魁 钱恒宽

蒋军成 蔡忠兵 谭永福 薛 林

编写委员会

主 任 张 群 丁九鸿

副主任 姚灿圻 何 军 顾国富 景冬平

委 员 高发生 刘加奇 魏善航 赵日团

张永根 陈志斌 周广连 周宏伟

潘国香 袁荷兰 徐东浩 朱 磊

前 言

为贯彻公安部消防局《关于构建公安消防部队大教育大培训工作体系的实施意见》要求,加强士官教育培训教材建设,提高培训质量,适应新形势下消防部队对士官专业人才需求,由南京消防士官学校教员和消防部队内外专家编写了用于消防部队士官教育培训的《消防泵结构与维修》等教材。

教材遵循职业技能教育规律和特点,总结消防部队管理教育、执勤训练、灭火救援和士官教育培训经验,吸收消防技术新理论、新成果和先进教育培训理念,围绕士官第一任职能力培养,详细阐述了本学科的基本理论、基础知识和基本技能,注重应用性和操作性。教材经公安部消防局评审,确定为公安消防部队士官教育培训统编教材,适用于士官学校教学,也可供消防部队士官培训、士兵自学和企事业单位专职消防人员学习使用。

本教材由南京消防士官学校训练处防火教研室副主任王兴、陕西航天动力高科技股份有限公司副总经理赵卫忠任主编。参加编写的人员有:王兴(第一、二、三、四章),赵卫忠(第二、三、五章),顾国富(第一、四章),吕东明(第三章),葛步凯(第一章),韩卫钊(第二、三、五章),席建厂(第三章),马玉琴(第五章)。

本教材在编写过程中,得到了公安部消防局和江苏省消防总队领导及有关专家的重视、关心和支持,在此一并表示感谢。

由于编写人员水平有限,出现错误和不足之处,敬请批评指正。

公安消防部队士官教育培训教材编写委员会

2008年10月

目 录

第一章 消防泵基础知识	1
第一节 泵的作用与类型	1
第二节 离心泵的结构与原理	3
第三节 离心泵的性能参数	9
第四节 消防泵的技术要求	11
第二章 车用消防泵	17
第一节 低压消防泵	17
第二节 中低压消防泵	26
第三节 高低压消防泵	34
第四节 高中低压消防泵	36
第五节 车用消防泵的使用与维护	37
第三章 引水装置	41
第一节 活塞泵	41
第二节 水环泵	43
第三节 刮片泵	46
第四节 喷射泵	49
第四章 手抬机动消防泵	51
第一节 手抬机动泵的结构	51
第二节 手抬机动消防泵的操作与故障排除	60
第五章 车用消防泵检修及故障排除	63
第一节 车用消防泵的拆装	63
第二节 车用消防泵的检修	72
第三节 水泵及管路系统的故障与排除	84
第四节 阀门机构的故障与排除	90
第五节 空气泡沫比例混合系统的故障与排除	95
附录 GB6245—2006 消防泵	102
参考书目	128

第一章 消防泵基础知识

[教学目的]

掌握:1. 泵的作用与类型

2. 离心泵的结构

3. 离心泵的性能参数

理解:离心泵工作原理

了解:消防泵的技术要求

泵是输送液体或使液体增压的机械,消防泵是其按使用场合分类的一个特殊种类。消防泵是指安装于消防车、固定灭火系统和其他消防设施,用于输送水或泡沫溶液等液体灭火剂的专用泵。它具有高转速、大扬程、大流量和结构紧凑、性能平稳、便于操作等技术特性。消防泵既是独立的消防装备,也是消防车和有关固定灭火系统的核心配套设备。

最早的泵是由埃及人底比乌斯于公元前 200 年左右发明的。它是一种唧筒式水泵,有两只活塞分别安装于两个铜质缸中,靠人力上下往复运动,通过缸底的两个阀门进行吸水及排水。1725 年,英国的理查德·纽萨姆研制出简易的手动泵。1828 年瑞典的约翰·爱力克森采用蒸汽机驱动消防泵,宣告了世界上第一台车用消防泵的诞生。

1965 年,我国自行设计生产的 BS30 双级离心消防泵,伴随着第一代用国产底盘改装的消防车一同问世。在之后的 20 年里,陆续研制出 BD50、BS22 和 BD40 消防泵。上世纪 90 年代初,我国通过批量进口国外先进的高低压车用消防泵,带动了国外先进技术的引进和国内生产水平的提升,逐步研制出了 CB 系列流量为 30~100 L/s 的低压消防泵和中压、中低压、高低压、高中低压消防泵,全面实现了国产消防泵的更新换代。

第一节 泵的作用与类型

一、泵的作用

泵是一种将原动机的机械能转变为被输送液体的动能和压力能,即给予输送液体能量的流体机械。它在国民经济中得到了广泛的应用,是许多部门不可缺少的机械设备。如在农田灌溉与排涝中,泵可作为输送液体的动力设备;在石油化工部门,泵可用来输送油类或液体化工原料及成品;造纸厂用泵输送纸浆;市政工程中用泵排除城市积水;在人们的日常生活中,可用水泵向人们供应生活用水;消防部门需要用泵输送水或泡沫等灭火剂来扑救火灾或处置各类事故。

二、水泵的分类

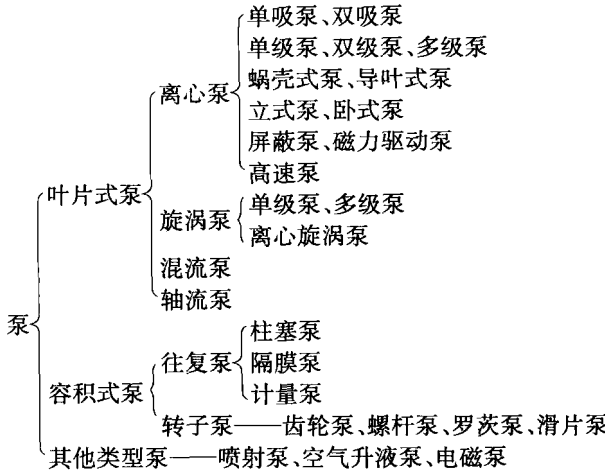
用来输送和提升水的动力机械,称之为水泵。水泵在国民经济各部门中应用广泛,品种系列

繁多,按照不同的分类方法,水泵可以分成多种类型,按工作原理可将水泵分为叶片式水泵、容积式水泵和其他类型水泵三大类。

1. 叶片泵

叶片泵是通过转动的带有叶片的叶轮使水或其他液体的压能得到提高的机械。叶片式水泵又称速度式水泵,按水在泵内的运动轨迹可将其分为离心泵、轴流泵和混流泵,离心泵的工作区较宽,轴流泵的扬程低、流量大,混流泵则介于前两者之间。

一般单级扬程在 20~100 m 之间,单泵流量使用范围在 50~10 000 m³/h 之间,使用离心式水泵最为合适,超过此范围则可用多台离心泵并联或串联的方式满足要求。在排水工程中,一般是大流量、低扬程,采用轴流泵较为合适。消防泵多采用离心式水泵,离心泵是一种量大面广的机械设备,其品种及规格较多,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;按叶轮个数分为单级泵、双级泵和多级泵。



2. 容积泵

容积泵是指依靠泵本身内部若干个容积空腔,在泵工作时发生周期性变化来完成输送液体或气体的泵。如活塞泵、柱塞泵、隔膜泵、刮片泵、齿轮泵、水环泵、螺旋泵等,其特点是高扬程、小流量。

3. 其他

除叶片泵和容积泵之外的其他类型泵主要是一些在特定场合应用的特殊泵,如螺旋泵、射流泵、水锤泵、水轮泵以及气升泵等。喷射(射流)泵是利用工作介质(如水、液体、气体、水蒸气等)向被输送流体传递能量来完成输送另一种流体的泵,如排吸器、泡沫管枪、环泵式泡沫比例混合器、消防车和手抬泵上的废气排气引水器等。

三、消防泵的分类

消防泵的分类方法很多,按用途及配用对象分,可分为车用消防泵、手抬机动消防泵、固定消防泵组和船用消防泵等类型。车用消防泵是指安装在消防车底盘上的无动力消防泵,手抬机动消防泵是指可用人力搬运并与轻型发动机组装的消防泵组,固定消防泵组是指固定安装于建筑物内外,用于固定灭火系统或其他消防设施上的消防泵,船用消防泵是指安装在船舶、海上工作平台等水上环境的无动力消防泵。

按输送介质可分为消防水泵、泡沫液泵和引水泵三类。消防泵主要用于输送水或混合液;泡沫液泵主要用于输送泡沫液;引水泵又称引水装置,主要用作消防泵的附属装置,用于排除水泵及吸水管内的空气,以形成真空而引水。

按出口压力不同,消防泵可分为低压、中压、高压、中低压、高低压和高中低压泵等。扬程不大

于 1.6 MPa 的消防泵称为低压消防泵,中压消防泵的扬程大于 1.8 MPa 但不大于 3.0 MPa,高压消防泵的扬程大于 4.0 MPa,中低压消防泵指既能提供中压又能提供低压液流的消防泵,高低压消防泵指既能提供高压又能提供低压液流的消防泵,高中低压消防泵是指能提供低压、中压和高压三种液流的消防泵。

按结构型式不同,消防泵可分为单级离心泵、双级离心泵、串并联离心泵、离心旋涡泵和串联离心泵等类型。单级离心泵设置一只离心式叶轮,双级离心泵设置有串联工作的两只离心式叶轮,串并联离心泵设置两只可串联或并联的离心叶轮,离心旋涡消防泵设置一只或一只以上离心式叶轮和一只旋涡叶轮,并且离心泵与旋涡泵可串联工作,串联离心泵由两台以上的离心泵串联而成。

第二节 离心泵的结构与原理

一、离心泵的基本结构

图 1-1 是单吸式离心泵的工作状态示意图。主要包括泵体(蜗壳和叶轮)、吸水管路、压水管路及其附件等。使用时泵的吸水口与吸水管相连接,出水口与压水管相连接,共同组成吸水—增压—排水通道。

图 1-2 是常用的单级单吸离心泵的结构示意图。

下面以该泵为例来讨论其各部件的作用。

1. 叶轮

叶轮是离心泵的主要零部件,是对液体做功的主要元件。叶轮尺寸是通过水力计算来确定的,它一般由两个圆形板以及之间若干弯曲的叶片和轮毂所组成,叶片固定在轮毂上,轮毂中间有穿轴孔与泵轴相联接。

按吸液方式不同可将叶轮分为单吸式与双吸式两种,如图 1-3 所示。单吸式叶轮结构简单,液体只能从一侧吸入。如图 1-4 所示,叶轮的前、后盖板呈不对称状。双吸式叶轮可同时从叶轮两侧对称地吸入液体,它不仅具有较大的吸液能力,而且基本上消除了轴向推力。双吸式叶轮有两个吸水口,前后盖板呈对称状,一般大流量离心泵多采用双吸式叶轮。

叶轮按其盖板情况不同又可分为开式、半开式和闭式三种形式,如图 1-5 所示,开式叶轮没有前、后盖板而只有叶片;半开式叶轮只有后盖板而没有前盖板;闭式叶轮既有前盖板,又有后盖板。一般闭式叶轮多用于离心式清水泵中,而在抽升含有悬浮物的污水泵中则采用开式或半开式叶轮,以免污物堵塞流道。

2. 泵轴

泵轴的作用是用来传递扭矩,使叶轮旋转。泵轴的常用材料是碳素钢和不锈钢。泵轴应有足够的抗扭强度和刚度。叶轮和轴靠键联接,由于这种联接方式只能传递扭矩而不能固定叶轮的轴向位置,故在水泵中还要用轴套和锁紧螺母来固定叶轮的轴向位置。叶轮定位后,为防止锁紧螺母退扣而产生松动,以及防止水泵反转,尤其是对于初装水泵或解体检修后的水泵要按规定进行转向检查,确保与规定转向一致。

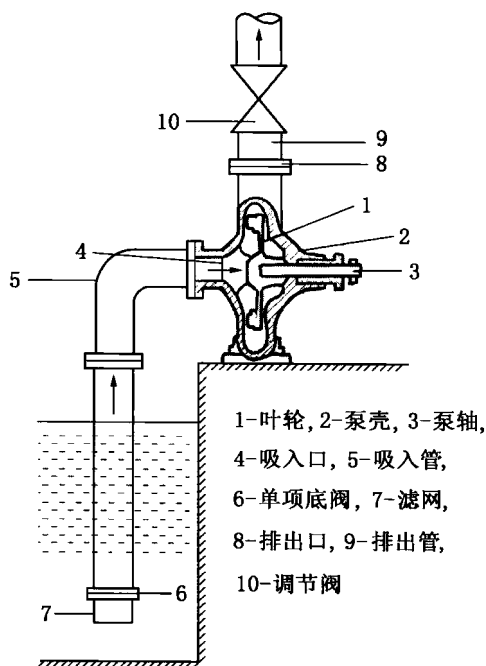


图 1-1 离心泵装置简图

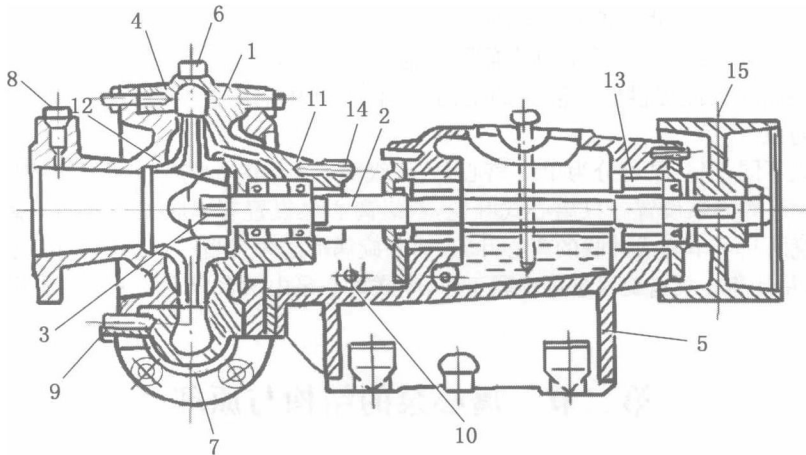


图 1-2 单级单吸离心泵的结构示意图

- 1—真空表接孔, 2—减漏环, 3—泵壳, 4—灌水孔, 5—叶轮, 6—填料盒,
7—填料压盖调节螺栓, 8—泵轴, 9—轴承座, 10—传动轮, 11—泵座,
12—泄水孔, 13—放水孔, 14—压力表接孔, 15—键链

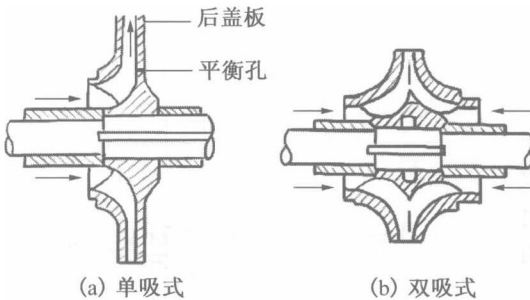


图 1-3 叶轮

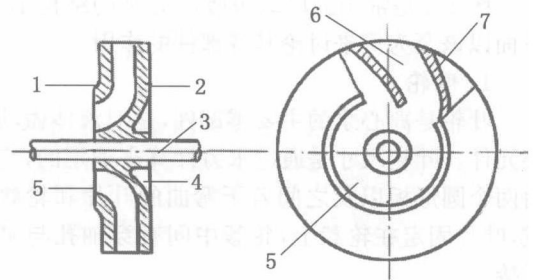


图 1-4 单吸式叶轮示意图

- 1—前盖板, 2—后盖板, 3—泵轴, 4—轮毂,
5—吸水口, 6—叶槽, 7—叶片



图 1-5 开式、半开式、闭式叶轮示意图

3. 泵壳

泵壳通常铸成蜗壳形, 是主要固定部件, 它收集来自叶轮的液体, 并使液体的部分动能转换为压力能, 最后将液体均匀地导向排出口。泵壳顶上设有充水和放气的螺孔, 在水泵启动前用来充

水或排走泵壳内的空气,在泵壳的底部设有放水螺孔,以便在水泵停止时空放积水。

为了减少离开叶轮的液体直接进入泵壳时因冲击而引起的能量损失,在叶轮与泵壳之间有时装置一个固定不动而带有叶片的导轮。导轮中的叶片使进入泵壳的液体逐渐转向而且流道连续扩大,使部分动能有效地转换为压力能,多级离心泵通常均安装导轮。

4. 泵座

其作用是固定水泵。泵座上有与底板或基础固定用的螺栓孔,在泵座的横向槽底开有泄水螺孔,以随时排走填料盒内流出的渗漏水。泵壳和泵座上的这些螺孔,如果在水泵运行中暂时无用,可以用带螺纹的丝堵堵住。

5. 轴封装置

由于泵轴转动而泵壳固定不动,在泵轴与泵壳的接触处必然有一定间隙。为避免泵内高压液体沿间隙漏出,或防止外界空气从相反方向进入泵内,必须设置轴封装置。离心泵常用轴封装置有三种:有骨架的橡胶密封、机械密封和填料密封。

(1) 有骨架的橡胶密封

在这种密封装置中,密封碗是主要的密封元件。这种密封方法是利用橡胶的弹力和弹簧圈的压力将密封碗紧压在轴套上,优点是结构简单,体积小,密封效果比较显著;缺点是密封碗的内孔尺寸容易超差,将轴套压得太紧,消耗功率比机械密封大,密封机构安装要求较严,而且密封碗强度、耐热性和耐腐蚀性都不理想,寿命较短。因此在消防泵使用中,一般都需加上润滑脂进行润滑,如图 1-6 所示。

J 型有骨架的橡胶密封碗通常按表 1-1 的数据选用。

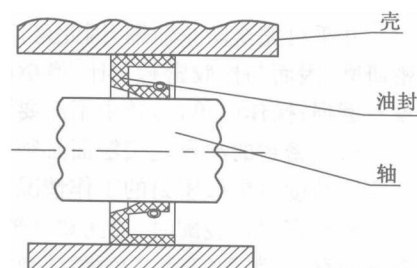


图 1-6 J 型有骨架密封碗

表 1-1 有骨架的橡胶密封碗选用

类 型	J 型有骨架的橡胶密封碗	
	PD 型	PG 型
允许线速度(m/s)	<6	4—12
适用范围	对旋转轴起轴封作用,如防止轴承漏水和油等,也可作压力较低泵的轴封结构	

(2) 机械密封

机械密封又称端面密封,其结构如图 1-7 所示。由一个装在转轴上的动环和另一固定在泵壳上的静环所构成。两环的端面借弹簧力互相贴紧而作相对转动,起到了密封的作用。

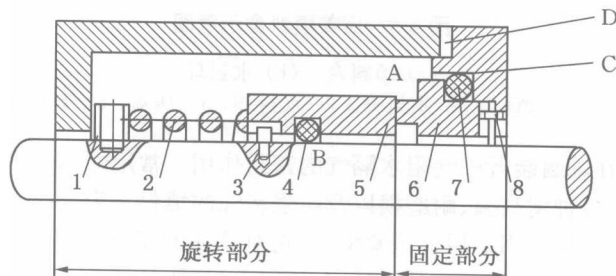


图 1-7 机械密封基本构造

1—弹簧座, 2—弹簧, 3—传动销, 4—动环密封圈, 5—动环, 6—静环, 7—静环密封圈, 8—防转销

机械密封由主要密封元件和辅助密封元件两部分组成。

主要密封元件由动环(旋转环)和静环(固定环)组成。动环在放置时与静环形成一端摩擦面,这一摩擦面在机械密封装置中起主要密封作用。动环与静环一般用不同材料制成,动环通常采用硬度较高的材料,如不锈钢或陶瓷等。静环通常采用硬度较低的材料,如石墨或石墨加其他充填剂。

辅助密封元件有动环密封圈、静环密封圈和其他适当的垫片。辅助密封元件常采用“O”形环、“V”形环或其他形状的密封环。这些辅助密封元件除应具有密封功能外,还应有一定的弹性,以便能吸收对密封面有不良影响的振动。材料一般为压紧的橡胶及其他辅助元件,有弹簧、推环、传动座、防转销等,其作用是保证动环与静环紧密接触,保证其密封性能。

机械密封还可分为单端面机械密封和双端面机械密封。单端面机械密封有一个动环和一个静环,双端面机械密封有两个动环和两个静环。

机械密封有如下优点:

几乎可完全防止泄漏,因此可以提高泵的效率;可以节省功率,由于接触面小,各面又经过精密研磨,因而与橡胶密封相比,摩擦阻力小得多;轴不受磨损;由于轴与摩擦面无关,故在压盖部分没有磨损;操作简单,运转中不需要调整压盖;使用寿命很长。

机械密封的缺点是接触面必须绝对精密加工,价格昂贵,并且一旦损坏,更换密封很麻烦。此外安装精度对机械密封的工作情况有很大影响,安装得不好,会出现泄漏和降低寿命等现象。

机械密封在装配时,要注意其轴向串量误差不允许超过 $\pm 0.05\text{ mm}$;如有轴套时,不允许轴套有轴向移动;装配完后,端面跳动允差为 0.06 mm 。

(3) 填料密封

填料密封是常用的一种轴封装置,将泵轴穿过泵壳的环隙做成密封圈,于其中装入软填料,从而保持密封状态。图 1-8 是较常见的填料密封,由轴填封套、填料、水封管、水封环和填料压盖 5 个部件组成。

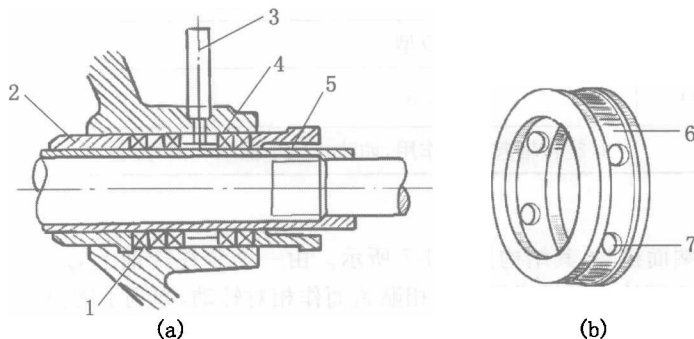


图 1-8 压盖填料盒示意图

(a) 填料盒 (b) 水封环

1—轴套, 2—填料, 3—水封管, 4—水封环, 5—压盖, 6—环圈, 7—水孔

填料又称“盘根”,在轴封装置中起阻水隔气的密封作用。常用的填料是浸油、浸石墨的石棉绳填料。近年来又出现了各种耐高温、耐磨损以及耐强腐蚀的填料。为了提高密封效果,填料绳一般做成矩形断面。填料压盖的作用是用来压紧填料,它对填料的压紧程度可通过拧松或拧紧压盖紧固螺栓来进行调节。使用时,压盖的松紧要适宜,压得太松,则达不到密封效果;压得太紧,则泵轴与填料的机械磨损大,消耗功率大;如果压得过紧,则有可能造成“抱轴”现象,产生严重的发热和磨损现象。一般地,压盖的松紧以水能通过填料缝隙呈滴状渗出为宜。水封管与水封环的作用是将泵内的压力水引入填料与泵轴间的缝隙,起到引水冷却与润滑的作用。

6. 减漏环

叶轮吸入口的外圆与泵壳内壁的接缝处存在一个转动接缝,它是高低压交界面,且具有相对运动的部位,很容易发生泄漏。为了减少泵壳内高压水向吸水口的回流量,一般在水泵的构造上采用两种减漏方式:

(1) 减小接缝间隙,要求接缝间隙不超过 $0.1 \sim 0.5 \text{ mm}$ 。

(2) 增加泄漏通道中的阻力。

实际应用中,该接缝间隙处容易发生叶轮与泵壳间的磨损现象,影响叶轮和泵壳的使用寿命。为此,要在泵壳上镶嵌一个金属环,该环的接缝面可做成多齿形以增加水流回时的阻力,提高减漏效果,这种金属环被称为减漏环,其外形如图 1-9 所示,三种不同形式的减漏环,如图 1-10 所示。减漏环的另一作用是承磨,因为在实际的运行中,该部位的摩擦是难免的,水泵中有了减漏环,当摩擦使间隙变大后,只需更换减漏环,从而避免使叶轮和泵壳损坏。因此,减漏环又称承磨环,是一个易损件。

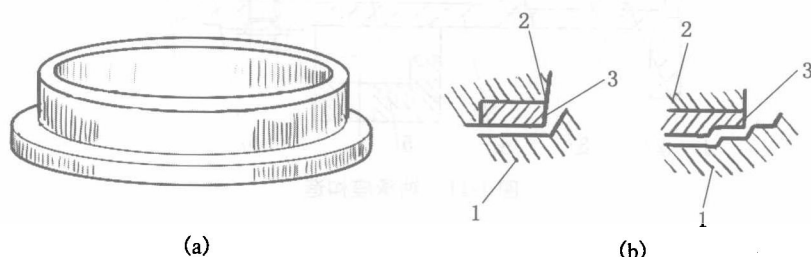


图 1-9 减漏环外形与安装示意图

(a) 减漏环外形 (b) 减漏环的安装

1—叶轮, 2—泵壳, 3—减漏环

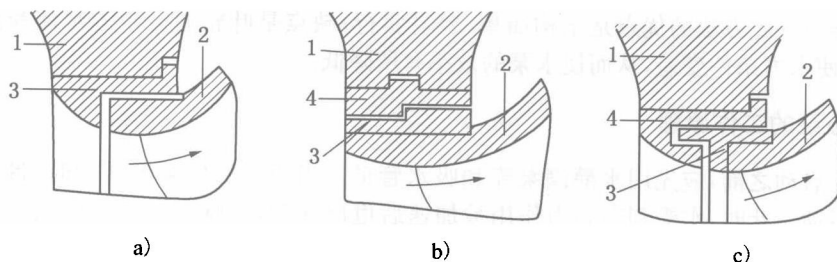


图 1-10 减漏环类型示意图

(a) 单环泵 (b) 双环型 (c) 双环迷宫型

1—泵壳, 2—叶轮, 3—镶在泵壳上的减漏环, 4—镶在叶轮上的减漏环

7. 轴承座

轴承座是用来支撑轴承的。轴承装于轴承座内作为转动体的支持部分。轴承座的构造如图 1-11 所示。轴承与轴是过盈配合,装配前应先将轴承在机油中加热到 120°C 左右,使轴承受热膨胀后再套在轴上,轴承的拆卸一般要用专用工具,无论是安装还是拆卸轴承,都要注意按规定操作,切勿野蛮作业,以防损坏轴和轴承。

8. 轴向力平衡措施

闭式和半闭式叶轮在运转时,离开叶轮的一部分高压液体可漏入叶轮与泵壳之间的空腔中,因叶轮前侧的液体吸入口处压强低,故液体作用于叶轮前、后侧的压力不等,便产生了指向叶轮吸入口侧的轴向推力。该力推动叶轮向吸入口侧移动,引起叶轮和泵壳接触处的磨损,严重时造成泵的振动,破坏泵的正常操作。这种轴向力特别是对于多级单吸式离心泵来讲,数值相当大,必须采用专门的轴向力平衡装置来解决。对于单级单吸离心泵而言,一般采取在叶轮的后盖板上钻平

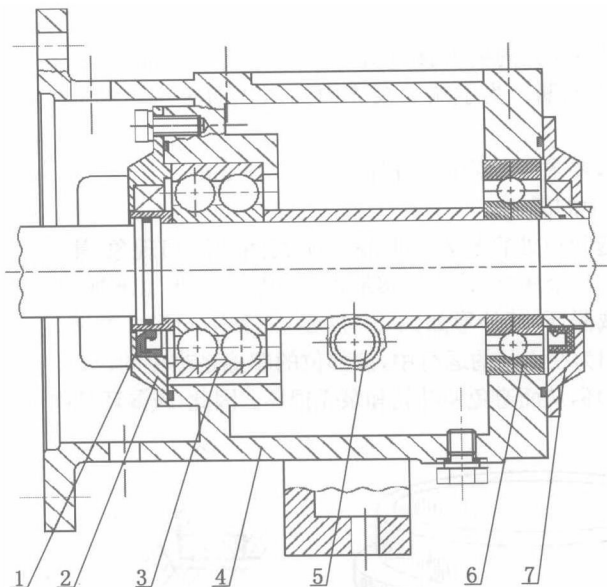


图 1-11 轴承座构造

- 1—油封, 2—左端盖, 3—双列轴承, 4—轴承座,
5—油标, 6—单列轴承, 7—右端盖

衡孔,并在后盖板上加装减漏环的办法。此环的直径可与前盖板上的减漏环的直径相等,压力水经此减漏环时压力下降,并经平衡孔流回叶轮中去,使叶轮后盖板上的压力与前盖板相接近,因而消除了轴向推力。此方法的优点是结构简单,容易实行;缺点是叶轮通道中的水流受到平衡孔回流水的冲击,使水力条件变差,从而使水泵的效率有所降低。

二、离心泵的工作原理

离心泵在启动之前,应先用水灌满泵壳和吸水管。当原动机使泵轴转动时,带动叶轮和水做高速旋转运动。此时,水受到离心力作用被加速后甩出叶轮,经蜗形泵壳中的流道而流入水泵的压出管道,在这一过程中,水的部分动能转换成压力能。与此同时,水泵叶轮中心处由于水被甩出而形成真空,吸水池中的水便在大气压力作用下沿吸水管源源不断地流入叶轮吸入口,又受到叶轮的作用,这样一来就实现了离心泵连续输水,如图 1-12 所示。

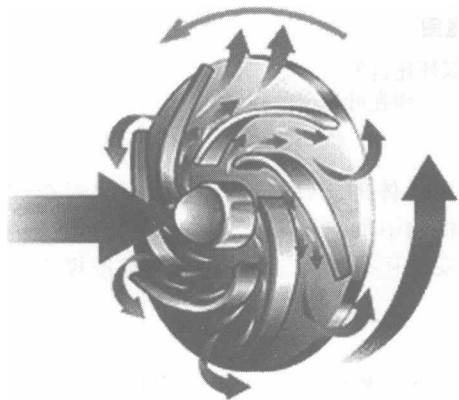


图 1-12 离心泵工作原理示意图

为更好地理解离心泵的工作原理,可以将其工作过程转换为以下三个问题:

- (1) 水是怎样在叶轮里获得动能的?
- (2) 水的部分动能是如何转化为出水口的压力能的?
- (3) 水为什么会源源不断地流进叶轮,进而使水泵能连续输水?

可见,离心泵的工作过程,实际上是一个能量的传递和转换过程。它把原动机旋转的机械能转化为被提升水的动能和压力能。在这个转化过程中,必然伴随着许多能量损失,从而影响离心泵的效率。这种能量损失越大,离心泵的性能就越差,工

作效率就越低。在启动时,如果泵内有空气,则由于空气密度远小于液体的密度,所以叶轮旋转后空气产生的离心力也小,使叶轮吸入口中心处只能造成很小的真空,液体不能进到叶轮中心,泵就不能出水。

三、离心泵工作的必要条件

离心泵工作的必要条件是事先给泵内灌满水。

如果泵壳内有空气,由于空气的密度远小于液体的密度,其所产生的离心力很小,而不足以使得叶轮中心处形成低压,液面与中心处的压强差很小,液面位于泵下面的液体不能在压强差的作用下被吸入泵内,这时泵只有空转而不能吸液,排出口不可能有液体排出。因此,要求离心泵在启动之前事先灌满水。这表明离心泵无自吸能力,此现象称为气缚。吸入管路安装单向底阀是为了防止启动前灌入泵壳内的液体从壳内流出,空气从吸入管道进入泵壳中造成气缚。很显然,对于移动使用的水泵(如车用泵或手抬机动泵)而言,事先灌水有诸多不便。为此,移动使用的离心泵都须配置引水装置,如刮片泵、水环泵、喷射泵等,同时要求引水装置的性能较好。

第三节 离心泵的性能参数

离心泵的基本性能通常用流量、扬程、功率、效率、转速和允许吸上真空高度等表示。

一、流量

离心泵的流量是指单位时间内由泵所输送的流体体积,即指的是体积流量,以符号 Q 表示,单位为 m^3/s 、 L/s 或 m^3/h 。

$$Q = \bar{v}A \quad \text{式中 } \bar{v} \text{ 为流体流经 } A \text{ 截面的速度。}$$

二、扬程

离心泵的扬程即压头,指的是单位质量的流体通过泵之后所获得的有效能量,也就是泵所输送的单位质量流体从泵进口到出口的能量增值。泵的扬程用符号 H 表示,单位为 mH_2O 、 Pa 、 kPa 、 MPa 等,为方便记忆,可将常见压强单位简化为如下规律:

$$1 \text{ atm} \approx 0.1 \text{ MPa} \approx 100 \text{ kPa} \approx 1 \text{ kgf/cm}^2 \approx 1 \text{ Bar} \approx 10 \text{ mH}_2\text{O} \approx 14.5 \text{ PSI}$$

显然,单位质量流量的水所获得的能量增量可用能量方程来计算。如分别取泵的入口与出口为计算断面,列出它们的表达式可得:

$$H_1 = Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

$$H_2 = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

γ 为被输送流体的容重,单位为 kN/m^3 ,水的容重为 9.8 kN/m^3

两式相减,就可以求出叶轮工作时单位质量流量的水所获得的能量增量:

$$H = Z_2 - Z_1 + \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

离心泵基本方程式揭示了决定水泵本身扬程的一些内在因素。这对于水泵的设计、选型以及

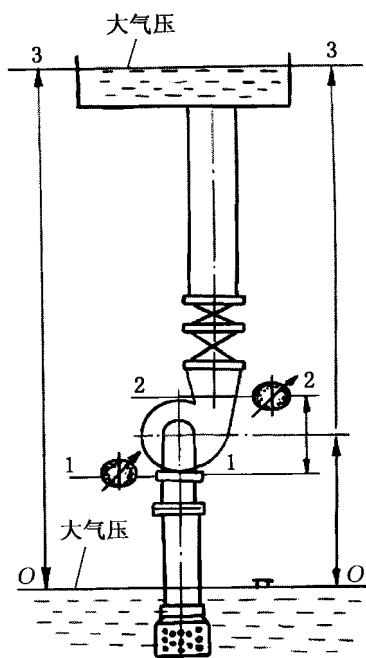


图 1-13 离心泵装置

深入分析各个因素对泵性能的影响是很有用处的。然而在工程中,从使用水泵的角度看,水泵的工作必然要与管路系统以及许多外界条件联系在一起。把水泵配上管路以及一切附件后的系统统称为“装置”,如图 1-13 所示。

水泵的扬程用于两个方面:一是将水由吸水池提升至水塔(即静扬程 H_{ST});二是克服管路中的水头损失($\sum h$)。该方程式说明了如何根据处界条件来计算水泵应该具有的扬程:

$$H = H_{ST} + \sum h$$

这里所介绍的求水泵扬程的公式,对于其他各种布置形式的水泵装置也都适用。

三、功率

泵的功率通常是指输入功率,即原动机传到泵轴上的功率,故又称为轴功率,用 N 表示,单位为 W 或 kW;泵的有效功率又称输出功率,用 N_e 表示,它是单位时间内从泵中输送出去的液体在泵中获得的有效能量。因为扬程是指泵输出的单位质量液体从泵中所获得的有效能量,所以扬程和质量流量及重力加速度的乘积,就是单位时间内从泵中输出的液体所获得的有效能量,即泵的有效功率。

$$N_e = \gamma QH \text{ 或 } N_e = \rho g QH \quad (\text{W})$$

γ 为被输送流体的容重,单位为 kN/m^3 ,水的容重为 9.8 kN/m^3

四、效率

离心泵的效率用来表示输入的轴功率 N 被流体利用的程度,等于有效功率 N_e 与轴功率 N 之比,以符号 η 表示:

$$\eta = \frac{N_e}{N}$$

η 是评价泵的性能好坏的一项重要指标。 η 越大,说明泵的能量利用率越高,效率越高。

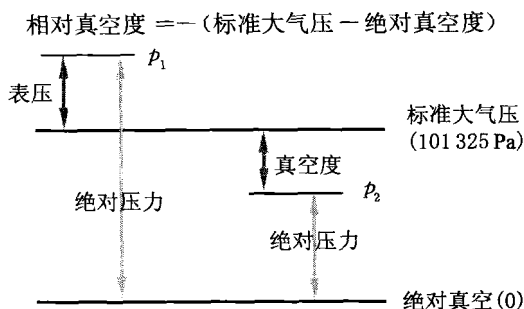
五、转速

转速是指泵的叶轮每分钟的转数,用符号 n 表示,常用的单位是 r/min 。车用消防泵的转速一般在 $2000 \sim 6000 \text{ r/min}$ 之间。

六、真空度

真空指在给定的空间内,压力低于 101325 Pa 的气体状态。在真空状态下,气体的稀薄程度通常用气体的压力值来表示,显然,该压力值越小则表示气体越稀薄。真空度通常有极限真空度、相对真空度两种表示方式。

将真空泵与检测容器相连,放入待测的气体后,进行长时间连续抽气,当容器内的气体压力不再下降而维持某一定值时,此压力称为泵的极限真空。该值越小则表明越接近理论真空。真空表测得的真空值(即表压)为相对真空度,用负数表示,是指被测气体压力与大气压的差值。



大气压强和绝对压强、表压强(或真空度)之间的关系

七、允许吸上真空高度 H_s

允许吸上真空高度 H_s 是指水泵在标准状态下(水温为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、表面压力为标准大气压)运转时,水泵所允许的最大的吸上真空高度(即水泵吸入口的最大真空度),单位为 mH_2O ,一般常用 H_s 来反映离心泵的吸水性能。

水泵的实际吸水高度与真空度、海拔高度、水温、水的运动阻力等因素有关。

1. 真空度与吸水高度的关系

真空度愈大,吸水高度就愈大。吸水管各接头处的结构密封性和水泵本身的结构限制,都影响水泵所能达到的真空度。水泵的实际吸水高度,总是小于理论吸水高度。

2. 水泵海拔高度与理论吸上高度关系

水泵所处位置的海拔高度愈高,外界的大气压就愈低,它的最大理论吸上高度也愈小。外界大气压随着各地区海拔高度不同而变化,如北京、天津地区的大气压为 101.3 kPa ,兰州地区的大气压为 84.7 kPa 。另外,水温的变化会引起饱和蒸气压变化,影响吸水高度。

3. 水的流动阻力与吸水高度的关系

在吸水过程中,水在流经滤水器、吸水管、阀门通道和水泵吸水腔时,会受到壁面摩擦阻力和局部阻力的作用。流道阻力愈大,吸水高度就愈低。

鉴于上述原因,消防水泵的实际吸水高度(泵轴中心线距水面的垂直高度),一般不大于 8 m 。

离心泵性能参数之间的关系通常用特性曲线表示。在水泵样本中,除了对该型号水泵的构造、尺寸作出说明外,更主要的是提供了一套表示各性能参数之间相互关系的特性曲线,使用户能全面地了解该水泵的性能。另外,为方便用户使用,每台水泵的泵壳上都钉有一块铭牌,上面简明列出了该水泵在设计转速下运转效率最高时的流量、扬程、轴功率及允许吸上真空高度。这些数值是该水泵设计工况下的参数值,只反映在特性曲线上效率最高那个点的参数。

第四节 消防泵的技术要求

[相关链接]

1987年我国车用消防泵的标准,即 GB6245-1986《车用消防泵性能要求和试验方法》正式开始执行。为了适应市场的需求,GB6245-1998《消防泵性能要求和试验方法》于1999年6月1日正式实施,98版标准将原先86版标准的适用范围从车用消防泵增大至消防泵以及消防泵组。

随着改革开放和经济全球化,如德国、丹麦、日本等国的知名企业生产的消防泵大量涌入中国