

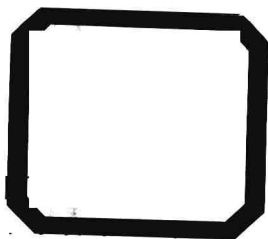
设备操作与维护系列丛书

油田常用泵 使用与维护

禹克智◎主编



石油工业出版社



维护系列丛书

油田常用泵使用与维护

禹克智 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书为《设备操作与维护系列丛书》中的一本,主要介绍了油田常用离心泵与其他常用泵的使用与维护,以及油田常用泵维护技能操作和泵维护钳工知识与操作。

本书可作为油田注输泵修理工、注水泵工培训教材,也可供油田集输工、输油工、油田水处理工、供水工学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

油田常用泵使用与维护/禹克智主编.

北京:石油工业出版社,2010.12

设备操作与维护系列丛书

ISBN 978-7-5021-8074-4

I. 油…

II. 禹…

III. ①采油泵-使用

②采油泵-维修

IV. TE933

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 199671 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64243803 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

787×960 毫米 开本:1/16 印张:13.75

字数:273 千字

定价:28.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《油田常用泵使用与维护》

编 写 组

主 编：禹克智

副 主 编：王 焱

编写人员：潘春青 周秋实 禹 威

于微微 刘庆军 孟祥太

审 稿：张胜云 张嘉卿 王云生

前 言

在油田开发、开采的生产过程中,石油机械是油田生产的重要物资和技术基础。随着油田生产的发展,工艺技术水平不断提高,对机械设备的依赖程度越来越紧密,使用机泵的场所也越来越多。例如:油田高压注水泵、输油泵、脱水泵、热洗泵、污水泵、掺水泵、注聚泵、钻井泵、供热循环泵、生活供水泵、水源用泵、炼油化工泵、柴(汽)油泵等,不仅泵的品种多,而且型号也很复杂。从工业生产到生活保障都离不开泵。

当今油田用泵量多,装机容量大,提高机泵管理质量和技术水平是一项很重要的工作,要认真学习泵的专业知识和操作技能,管好、用好、维护好各种类型的机泵,以适应油田生产发展的需要。

本书重点突出了油田常用泵的系统性、实用性和综合性等特点,在进行理论阐述的同时,将油田常用泵的专业技能操作进一步标准化,以达到提高油田员工综合素质及技能素质的目的,对油田今后机泵管理技术水平的提高将会起到重要作用。

本书共分四章,第一章重点讲述油田常用的离心泵,第二章介绍了齿轮泵、往复泵和螺杆泵的基础知识,第三章主要介绍有关油田常用泵的专业技能操作,第四章简要介绍泵维护钳工知识与操作。

本书由禹克智任主编、王焱任副主编。第一、第二章由禹克智、王焱编写,第三章由禹克智、孟祥太、潘春青、周秋实编写,第四章由禹克智、禹威、于微微、刘庆军编写。

大庆油田采油六厂培训中心张胜云、张嘉卿和采油六厂机修大队王云生等完成了审稿工作。

本书可供注输泵修理工、注水泵工、集输工、输油工、油(气)田水处理工、供水工培训学习参考。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者提出宝贵意见。

编 者
2010年7月

目 录

第一章 离心泵的使用与维护	(1)
第一节 离心泵的基本知识	(1)
第二节 离心泵的结构和主要零部件	(19)
第三节 离心泵的使用与保养	(36)
第四节 离心泵性能测定	(43)
第五节 离心泵常见故障原因及排除方法	(51)
第二章 其他常用泵的使用与维护	(54)
第一节 齿轮泵	(54)
第二节 往复泵	(58)
第三节 螺杆泵	(65)
第三章 油田常用泵维护技能操作	(71)
第一节 更换低压离心泵轴封填料	(71)
第二节 更换低压离心泵的轴承	(72)
第三节 更换调整多级离心泵的平衡装置	(84)
第四节 IS 型单级单吸离心泵的拆卸	(86)
第五节 IS 型单级单吸离心泵的组装	(87)
第六节 S 型单级双吸离心泵的拆卸	(88)
第七节 S 型单级双吸离心泵的组装	(90)
第八节 拆装齿轮泵和检测齿轮泵的啮合情况	(92)
第九节 输油泵的二级维护保养	(94)
第十节 框式水平仪的使用(测量水泵安装水平度)	(95)
第十一节 往复泵进液阀、排液阀装置的检测、修复更换和二级保养	(97)
第十二节 更换往复泵浮动套及油封	(101)
第十三节 注水泵叶轮内孔两端面的研磨	(102)
第十四节 离心泵机组同心度的测量与调整	(103)

第十五节	调整检测注水泵叶轮与密封环的间隙	(111)
第十六节	水泵叶轮上铸造气孔的修复	(112)
第十七节	大型泵(D型、DF型)平衡装置的更换	(113)
第十八节	球面零件的研磨	(114)
第十九节	连杆瓦的刮研与间隙调整	(118)
第二十节	用百分表测量泵轴的径向跳动	(119)
第二十一节	大型泵轴的冷校正	(121)
第二十二节	机械密封的拆装	(122)
第二十三节	低压离心泵的性能测定	(123)
第二十四节	小型电动机的抽芯保养	(125)
第二十五节	叶轮静平衡检测	(126)
第二十六节	高压多级离心泵转子小组装	(127)
第二十七节	高压多级离心泵转子径向跳动测量	(130)
第二十八节	多级离心泵转子抬量的测量与调整	(132)
第二十九节	多级离心泵工作窜量的测量与调整	(133)
第三十节	滑动轴承间隙的测量、刮研及调整	(135)
第三十一节	多级离心泵平衡装置的修理	(137)
第三十二节	滑动轴承的修复	(138)
第三十三节	往复泵十字头滑道的修复	(140)
第三十四节	绘制高压注水泵性能曲线图	(141)
第四章	泵维护钳工知识与操作	(144)
第一节	钻削	(144)
第二节	磨削	(150)
第三节	攻丝	(153)
第四节	套螺纹	(160)
第五节	套管扣	(167)
第六节	刮削	(172)
第七节	錾削	(183)
第八节	锉削	(187)

第九节	锯割	(194)
第十节	百分表维护	(198)
参考文献		(202)
附录		(203)
附录一	公制计量单位表	(203)
附录二	单位换算	(203)
附录三	常见液体的密度	(207)
附录四	不同温度下水的饱和压力和重度	(208)
附录五	离心泵常用材料的选择	(209)

第一章 离心泵的使用与维护

第一节 离心泵的基本知识

一、泵的定义和分类

(1) 泵的定义: 泵是指把原动机的机械能转换为抽送液体能量的机器。一般情况下, 都是由原动机通过泵轴带动叶片旋转, 对液体做功使其能量增加, 把液体从低处送到高处或使其增加压力。

(2) 泵的分类: 泵的种类很多, 按作用原理分为叶片式泵、容积泵和其他类型泵三大类, 如图 1-1 所示。

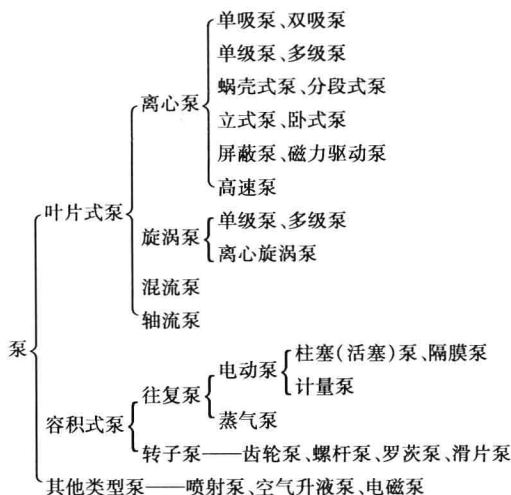


图 1-1 泵的分类

① 叶片式泵: 它是利用叶轮的叶片和液体相互作用来输送液体, 如离心泵、混流泵、轴流泵、旋涡泵等。

② 容积泵: 它是利用工作室容积周期性的变化来输送液体的, 如活塞(柱塞)泵、齿轮泵、螺杆泵、隔膜泵等。

③ 其他类型泵:包括只改变液体位能的泵,如水车等;利用液体能量来输送液体的泵,如喷射泵、水锤泵等;依靠电磁力的作用来输送液体的泵,如电磁泵等。

二、离心泵的定义、工作原理及其分类

1. 定义

靠高速旋转的叶轮,带动液体高速旋转,又利用离心力的原理将液体甩出,从而实现输送液体的目的,这种机器就称为离心泵。

2. 工作原理



离心泵主要由叶轮、轴、泵壳、轴封和密封环等组成。一般离心泵启动前泵壳内要灌满液体。当原动机带动泵轴和叶轮高速旋转时,液体一方面随叶轮做圆周运动,另一方面在离心力的作用下自叶轮中心向外甩出,液体从叶轮获得了压力能和速度能。当液体流经蜗壳到排液口时,部分速度能将转换为静压力能。在液体从叶轮甩出时,叶轮中心部分造成低压区,与吸入液面的压力形成压力差,于是液体不断地被吸入,并以一定压力排出。如此不断地循环,液体被送到另外一个地方。离心泵工作原理简图如图 1-2 所示。

3. 分类

- (1) 按叶轮的数目分为单级离心泵和多级离心泵。
- (2) 按叶轮的吸入方式分为单吸离心泵和双吸离心泵。
- (3) 按扬程大小分为:
 - 低压离心泵 $p < 1.6 \text{ MPa}$;
 - 中压离心泵 $1.6 \leq p \leq 4.0 \text{ MPa}$;
 - 高压离心泵 $p > 4.0 \text{ MPa}$ 。
- (4) 按工作转速分为:
 - 低转速 $n < 960 \text{ r/min}$;
 - 中转速 $1500 \leq n \leq 3000 \text{ r/min}$;
 - 高转速 $n > 3000 \text{ r/min}$ 。

(5)按比转数大小分为:

低比转数 n_s 在 50 ~ 80 范围内;

中比转数 n_s 在 80 ~ 150 范围内;

高比转数 n_s 大于 150。

(6)按泵轴所处位置分为:

卧式泵——泵轴为水平安装;

立式泵——泵轴为直立安装。

(7)按泵壳型式分为分段式离心泵、水平中开式离心泵和蜗壳式离心泵。

(8)按输送介质分为:

水泵——输送水;

油泵——输送油品;

化工泵——输送酸碱或其他化工原料;

钻井泵——输送钻井液。

4. 优缺点

优点:

(1)结构简单,零部件少,便于维修;

(2)体积小,占地面积少;

(3)在动力足够的情况下,泵产生的压头取决于叶轮直径和泵的转数,并且不能超过这些参数所规定的数值。

(4)流量、压力平稳,泵正常运转时,振动较小。

缺点:

(1)自吸能力差,容易抽空。如果抽送的液体动液面在泵的中心线以下,开泵前必须灌满或抽空(抽净空气),否则离心泵不能正常工作;

(2)在低于额定流量以下的小流量操作时,泵的效率较低;

(3)适用于输送粘度较低的各种液体,液体的粘度对泵的性能影响较大。

三、离心泵型号的表示方法及含义

离心泵的种类多,应用范围也广,尤其是叶片式的离心泵,型号更多,现介绍几种型号表示方法及含义。

离心泵型号表示方法,大体分为以下四大部分:

(1)第一大部分:阿拉伯数字,单位:mm 或 in^①,表示该泵的吸入口直径。

① 1 in = 25.4 mm。

例如,6D100 - 150 × 11 型泵,其吸入口直径为 6in,相当于 150mm;

200D - 43 × 4 型泵,其吸入口直径为 200mm,相当于 8in。

(2)第二大部分:汉语拼音字母,一定的汉语拼音字母代表一种结构型式的泵。以泵的名称汉语拼音第一个字母或者用第一个字母与代表特征的字母合并成两个或多个字母组成的一组字母表示,便于记忆,方便书写。介绍如下:

BA、B、IS——单级单吸式离心泵,其中 IS 型是根据 ISO 设计和生产的一种 B、BA 的替代产品。

BL——单级单吸悬臂直联式离心泵。

SH(Sh)、S、SA——单级双吸水平中开式离心泵,其中 S 型是根据 ISO 设计的一种 SH、SA 的替代产品。

SLA——单级双吸立式中开型离心泵。

D、DA——多级分段式离心水泵。

DL——多级分段立式离心水泵。

DS——多级矿山用第一级双吸分段式离心泵。

DK、DKS——多级中开式离心泵。

2GC——小型锅炉给水离心泵。

DG——多级单吸分段式锅炉给水泵。

DHS5/4——高压锅炉给水泵(引进联邦德国 KSB 公司)。

R、HPK - S、HPK - Y——热水循环离心水泵。

Y、YD、DY——单吸单级或多级离心油泵。

BY——单级单吸悬臂式离心油泵。

YS、SY——单级双吸离心式油泵。

YG——管道离心油泵。

KYT、KDT、DYT、YT——筒式多级离心油泵。

G、BG——管道离心泵。

ISAG——单级立式管道泵。

GN、N、NB——凝结水泵。

DF——单吸多级耐腐蚀泵。

F、AF、BF——单级单吸悬臂式耐腐蚀泵。

PW——污水离心泵。

PWF——立式耐腐蚀污水离心泵。

PN、PNL——泥浆泵。

PH——单级单吸卧式灰渣泵。

J、JD、SD——单吸多级离心式深井泵。

QS、QY、QSD——潜水电泵。

CL、RSV、RSVW、RSL——船用离心泵。

TC、EX——自吸式离心泵。

SZ—1、SZ—3、SZ—4——水环式真空泵。

(3)第三大部分:由阿拉伯数字组成,有如下四种意义:

① 表示该泵的额定流量和额定扬程数值,如 DKS750 - 550 型号中“750 - 550”分别表示该泵的额定流量为 $750\text{m}^3/\text{h}$,额定扬程 550m。

② 表示该泵的额定扬程,如 4B - 54 型号中的“54”表示该泵扬程为 54m。D300 - 150 × 11 型号中,“150”是表示该泵单级扬程为 150m,“11”表示泵的级数。

③ 表示该泵的比转数的 $1/10$,如 8sh - 9 和 10sh - 6 型号中的“9”和“6”表示该泵的比转数被 10 除得的整数,即该泵的比转数为 90 和 60。

④ 特殊性,如 SD10 × 14 型的深井泵型号中的“10”表示该泵下井的井筒套管不能小于 10in。

(4)第四大部分:乘号“×”后面的阿拉伯数字,表示该离心泵的级数,如 D300 - 150 × 11 型号中的“×11”表示该泵有 11 级叶轮;还有在末尾加注 A、B、C 英文字母的,表示该泵经过技术改造、车削叶轮直径等。有的在型号字母右下角标罗马数字 I、II、III 字样,表示采用不同的材料制造泵体或各部件等,如

I 类材质——铸铁,其温度范围为 $-20 \sim 200^\circ\text{C}$

II 类材质——铸钢,其温度范围为 $-20 \sim 400^\circ\text{C}$

III 类材质——合金钢、不锈钢,其温度范围为 $-54 \sim 400^\circ\text{C}$

材料不同,使用场合不同,其泵的寿命也不同。

四、离心泵的基本参数

离心泵的基本参数就是表示泵的整体性能的参数,泵在所规定的参数范围内运转,应是最经济、最合理的。

1. 流量

流量是指泵在单位时间内输送出液体的数量。流量可分为容积流量和质量流量。

(1)容积流量,一般用 Q 表示,其单位是 m^3/h 或 m^3/s 或 L/s ;

(2)质量流量,一般用 G 表示,其单位是 t/h 、 kg/s 。

假如有一根管子,知道它的截面积 $F(\text{m}^2)$,水在管子里的平均流速 $v(\text{m}/\text{s})$,流动方向与截面积 F 垂直,那么它的流量就等于面积与流速乘积,即

$$Q = v \cdot F$$

容积流量与质量流量的关系为:

$$G = \gamma Q$$

式中 γ ——液体密度(重度), $\text{kg}/(\text{dm})^3$;
 Q ——容积流量, m^3/s 或 m^3/h 或 L/s ;
 G ——质量流量, kg/s 。

2. 扬程

扬程是指单位重量的液体通过泵后获得能量,用 H 表示,单位是 m ,即排出液体的液柱高度。

泵在工作过程中,其扬程大小是用压力表测量的,其单位为 kg/cm^2 或 MPa 。

对水来说, $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 相当于 10m 水柱; 1MPa 相当于 100m 水柱。

扬程的测定:在测定扬程时,通常是在泵的进口、出口处各安装一块压力表。进口装真空压力表,出口装普通压力表,压力表上的读数称为表压力,可以用下列公式换算成水柱的高度:

$$p_{\text{表}} = \gamma \cdot h$$

$$h = p_{\text{表}}/\gamma$$

式中 h ——水柱高度, m ;
 $p_{\text{表}}$ ——表压力, kg/cm^2 ;
 γ ——液体密度, kg/dm^3 。

人们常说扬程等于多少米,或说等于多少个大气压,实际是一回事。当泵运转时,一方面把水从排出管输送出去,另一方面又要从进水管中把水吸进来。出口压力表只能表示出口扬程(出口压力),而吸入扬程(也叫吸上真空度)就要用真空压力表的读数来表示。当进口压力比大气压小时,称为真空;而大气压力与绝对压力的差值称为真度空,真度空同样可以用高度来表示,即:

$$H_{\text{真空}} = \frac{p_a - p}{\gamma}$$

式中 p_a ——大气压力, kg/cm^2 ;
 p ——绝对压力, kg/cm^2 ;
 γ ——被输送液体密度, kg/dm^3 。

一个大气压相当于 10m 水柱的高度,所以当绝对压力 $p=0$ 时, $H_{\text{真空}}$ 就等于 10m 水柱高度。但实际上吸水管的吸入的绝对压力 p 不可能等于 0,所以泵的吸水扬程也就不可能达到 10m。真空表的读数就是表示吸入扬程,也就是吸上真空高度。

水泵的扬程是泵的出水扬程和吸入扬程之和,即 $h = h_{\text{表}} + h_{\text{真空}}$,也就是说把出口压力表的读数和真空压力表的读数换算成水柱高度,然后相加,就是泵的总扬程。如果泵的进出水管的直径不同,在计算总扬程的运算公式中,还必须加上出水管和进水管中的速度头的差值,即:

$$h = h_{\text{表}} + h_{\text{真空}} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

式中 v_1 ——泵进水管中水的平均流速, m/s;

v_2 ——泵出水管中水的平均流速, m/s;

g ——重力加速度。

由于水流通过管路中总是有损失的,所以在实际安装时,扬程要低于铭牌上所标明的数值,根据经验,其扬程表达式为:

$$H = 100(p_2 - p_1)\gamma$$

式中 p_1 ——泵的进口压力, MPa;

p_2 ——泵的出口压力, MPa;

γ ——被输送液体密度, kg/dm³。

3. 功率

人们知道,力乘以力矩等于功,而在单位时间内所做的功,称为功率,通常工程上用 hp 或 kW 表示。

$$1\text{hp} = 75\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

$$1\text{kW} = 102\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

所以得知:

$$1\text{kW} = 1.36\text{hp}$$

$$1\text{hp} = 0.735\text{kW}$$

(1)轴功率:原动机传给泵轴上的功率或者说泵轴从原动机所获得的功率称为轴功率,用 $N_{\text{轴}}$ 表示,单位为 kW 或 hp。

计算公式为:

$$N_{\text{轴}} = \frac{\sqrt{3}IU\cos\varphi\eta_{\text{机}}}{1000} (\text{kW})$$

式中 I ——电流, A;

U ——电压, V;

$\cos\varphi$ ——功率因数, 取 0.85;

$\eta_{\text{机}}$ ——电动机效率(给出或查表)。

(2)有效功率:泵实际用在输送液体上所消耗的功率,即轴功率减去由于泵在运转中所损失的功率,也就是说在单位时间内泵对被输送液体所做的功,称为有效功率,用 $N_{\text{有效}}$ 表示,单位: kW 或 hp。

计算公式为:

$$N_{\text{有效}} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{102}$$

式中 Q ——排量, L/s;

H ——扬程, m;

γ ——液体的密度, kg/dm³。

或

$$N_{\text{有效}} = \frac{\rho g H Q}{1000}$$

式中 ρ ——液体密度, 1000 kg/m³;

g ——重力加速度。

如果排量单位为 m³/h, 可直接采用以下公式:

$$N_{\text{有效}} = \frac{\gamma Q H}{367.2}$$

(3)配套功率:用一定功率的原动机驱动泵,该原动机的功率为配套功率,一般用 $N_{\text{配}}$ 表示

计算公式:

$$N_{\text{配}} = \frac{K \cdot N_{\text{轴}}}{\eta}$$

式中 $N_{\text{轴}}$ ——泵的轴功率, kW;

K ——电动机额定功率安全系数(表 1-1);

η ——原动机与离心泵的传动系数。

表 1-1 K 的选择原则

$N_{\text{轴}}$	<3	3 ~ 5.5	7.5 ~ 17	22 ~ 55	>75
K	1.5	1.3	1.25	1.15	1.10

η 按传动方式不同分别取值为:

直接传动	$\eta = 1.0$
皮带传动	$\eta = 0.90 \sim 0.95$
齿轮传动	$\eta = 0.90 \sim 0.97$

一般取 $N_{\text{配}} = 1.1 \sim 1.5 N_{\text{轴}}$

4. 效率

水泵从原动机那里取得的轴功率,不可能全部转化为有效功率,因为泵内有各种损失(水力损失、容积损失、机械损失)存在。把有效功率与轴功率的比值,称为效率,用 η 表示,计算公式为:

$$\eta = \frac{N_{\text{有效}}}{N_{\text{轴}}} \times 100\%$$

5. 转速

离心泵的转速是指单位时间内泵的叶轮旋转的周数,用 n 表示,单位为 r/min 。

转速是离心泵性能中很重要的参数指标。泵的转速改变时,泵的流量、扬程、功率都要发生变化。提高转速不得超过额定转速的 10%, 否则损坏泵;若是降低转速,不应低于额定转速的 40% ~ 50%, 否则泵不上水。

根据离心泵的“比例定律”原则,离心泵在不同转速下,其工况相似点的对应参数排量 Q 、扬程 H 、轴功率 $N_{\text{轴}}$ 与转速之间应有下列关系:

泵的排量与转速成正比,即

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

泵的扬程与转速的二次方成正比,即

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2$$

泵的轴功率与转速的三次方成正比,即