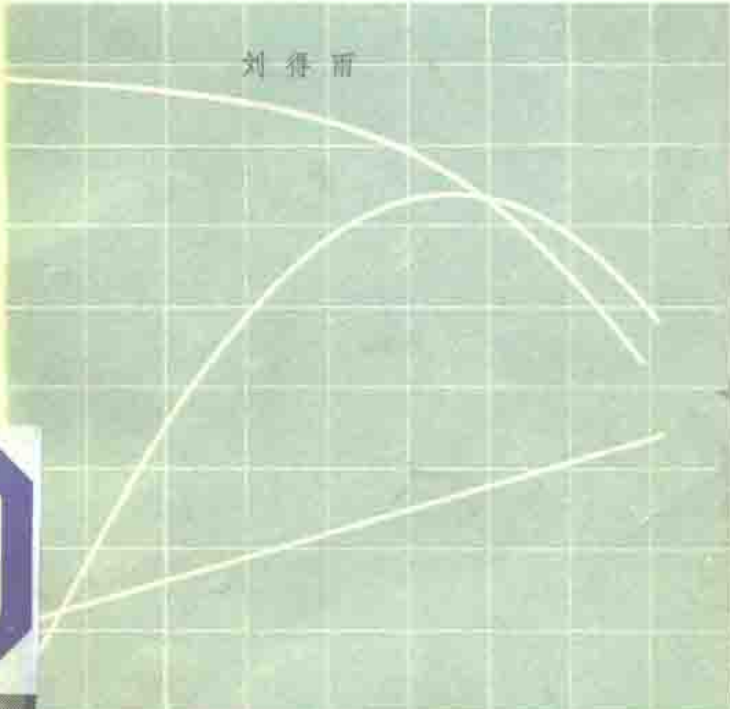


水泵技术问答

刘得雨

22



前 言

在火力发电厂中，装置着许多不同类型的水泵。这些水泵就象人的心脏一样，促使着热力系统的工质循环。为了火力发电厂的正常运行，保证多供满发，正确地了解水泵的性能与构造，掌握水泵的运行与检修，乃是热机工作人员必不可少的一门知识。

本书从实际需要出发，就工作中常遇到的一些问题分专题提出，解答力求理论与实际相结合，用道理去说明现象，以利于读者学习。

书中第一、二章是讲述离心泵的原理与构造，编写这两章的目的是为了提高运行检修人员的理论水平，增强分析问题解决问题的能力。第三、四章是讲述离心泵的运行与检修，主要是对新的工作人员做检修工作起个向导作用。第五章专述给水泵，因为给水

泵是发电厂中较为复杂的大型水泵，它有一些特殊的要求。第六章是略述其它型式的水泵，如齿轮泵、轴流泵等，它们的原理构造与离心泵不同，因而单独列出作一般介绍。

本书编写过程中，得到了不少同志的热情帮助，北京电力学校熊成佑同志对全书作了审阅，在此表示衷心感谢。

由于自己的理论水平和实际经验有限，书中一定会有不少谬误之处，诚恳希望读者提出批评意见。

富拉尔基热电厂 刘得雨

1978年

目 录

前 言

第一章 离心泵的原理和性能	1
1.问：离心泵的工作原理是什么？	1
2.问：水在叶轮中是如何运动的？	3
3.问：水泵的主要性能参数是什么？	5
4.问：为什么现场中的离心泵叶片大都采用 后曲式？	8
5.问：离心泵的容积损失有哪些？	16
6.问：离心泵的水力损失有哪些？	21
7.问：离心泵的机械损失有哪些？	24
8.问：水泵的特性曲线是什么？	26
9.问：为什么特性曲线差别很大的水泵并联 在一起是不合理的？	28
10.问：什么是水泵的相似定律？	31
11.问：什么是水泵的比转数？	34
12.问：什么是水泵的工作点？	39
13.问：什么是汽蚀现象？如何防止？	41

14.问: 什么是水泵的允许吸上真空度?	43
15.问: 什么是水泵的车削定律?	49
第二章 离心泵的分类与构造	52
16.问: 离心泵都分哪些种类?	52
17.问: 为什么有的水泵设有前置诱导轮?	55
18.问: 离心泵的叶轮构造是什么?	59
19.问: 离心泵为什么会产生轴向推力?	64
20.问: 轴向推力如何平衡?	66
21.问: 蜗壳泵为什么会产生径向推力?	70
22.问: 径向推力如何平衡?	74
23.问: 吸入室的作用是什么?	75
24.问: 压出室的作用是什么?	77
25.问: 滚动轴承的构造是什么?	81
26.问: 滚动轴承的轴向位置有哪些固定 方式?	83
27.问: 如何选择滚动轴承的配合?	87
28.问: 滑动轴承的种类和构造是什么?	90
29.问: 联轴器的作用是什么? 常见的联轴 器有哪些?	95
30.问: 水泵的型号代表什么意思?	99
第三章 离心泵的运行	104

31.问: 水泵启动前做些什么准备工作? ...	104
32.问: 水泵运行中都检查些什么?	105
33.问: 停泵时进行哪些工作?	107
34.问: 水泵启动时为什么会不出水?	108
35.问: 大修后的分段式多级泵为什么有的 总烧断保险丝?	108
36.问: 水泵为什么会发生轴向窜动?	110
37.问: 轴承温度高的原因有哪些?	113
38.问: 水泵运行中常出现哪些异音?	113
39.问: 为什么漏气的水泵在小流量时容易 落水?	116

第四章 离心泵的检修 119

40.问: 怎样测量泵轴的弯曲?	119
41.问: 泵轴弯曲之后如何直轴?	120
42.问: 水泵转子为什么要测量晃度?	122
43.问: 为什么要测量平衡盘瓢偏?	123
44.问: 怎样测量轴承间隙、紧力?	125
45.问: 滚动轴承拆装注意事项及方法 有哪些?	128
46.问: 怎样检查滚动轴承的好坏?	130
47.问: 怎样修刮滑动轴承?	131

48.问: 联轴器拆装注意事项是什么?	134
49.问: 怎样找叶轮的静平衡?	136
50.问: 分段式多级泵第一级叶轮是如何 与导叶对中心的?	139
51.问: 怎样测量分段式多级泵的轴向窜动 间隙? 影响此间隙的原因有哪些? ...	141
52.问: 怎样调整平衡盘间隙?	144
53.问: 联轴器如何找中心?	146
54.问: 装配填料时注意些什么事项?	154
55.问: 如何在填料轴封上改机械密封? ...	157
56.问: Sh型水泵大修有哪些步骤 (以48Sh-22循环水泵为例)?	161
57.问: BA型水泵大修有哪些步骤?	172
58.问: 分段式多级泵大修有哪些步骤? ...	176
59.问: 怎样用环氧塑料粘补叶轮?	184
第五章 给水泵	188
60.问: 给水泵的作用和要求是什么?	188
61.问: 给水泵为什么设有暖泵装置?	192
62.问: 给水泵为什么设有再循环管?	193
63.问: 给水泵为什么在转子上设有热补偿 装置?	200

64.问: 给水泵为什么设有滑销系统?	204
65.问: 给水泵的轴封装置有哪些?	206
66.问: 给水泵运行中常发生什么故障? ...	213
67.问: 给水泵大修中注意些什么事项? ...	214
68.问: 给水泵油系统由哪些部件组成? ...	223
69.问: 给水泵具有哪些不同的结构?	227
70.问: 为什么现代给水泵采用平衡鼓? ...	233
71.问: 什么是液力联轴器?	236
第六章 其它型式泵	243
72.问: 什么是齿轮泵?	243
73.问: 什么是旋涡泵?	248
74.问: 什么是螺杆泵?	253
75.问: 什么是活塞泵?	256
76.问: 什么是喷射泵?	258
77.问: 什么是自吸泵?	260
78.问: 什么是轴流泵?	263
附录一 离心泵的常用材料	272
附录二 泵用垫料、填料	275
附录三 不同温度下水的饱和压力和重度	278
附录四 离心泵常用公差配合	281

第一章 离心泵的原理和性能

1.问：离心泵的工作原理是什么？

答：离心泵的工作原理就是在泵内充满水的情况下，叶轮旋转产生离心力，叶轮槽道中的水在离心力的作用下甩向外围流进泵壳，于是叶轮中心压力降低，这个压力低于进水管内压力，水就在这个压力差的作用下由吸水池流入叶轮。这样水泵就可以不断地吸水不断地供水了。

除了叶轮的作用之外，螺旋形泵壳起的作用也是很重要的。从叶轮里获得了能量的液体流出叶轮时具有较大的动能，这些液体在螺旋形泵壳内被收集起来，并在后面的扩散管里把动能变成压力能。

离心泵与其它种类的泵相比，它具有构造简单、不易磨损、运行平稳、噪音小、出

简单、不易磨损、运行平稳、噪音小、出水均匀、调节方便、效率高等优点，因此离心泵得到了广泛的应用。

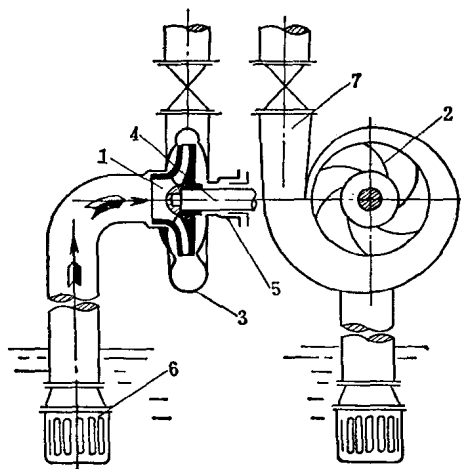


图 1-1 离心泵简图

1—叶轮，2—叶片，3—泵壳，4—泵轴，5—填
料箱，6—底阀，7—扩散管

2.问：水在叶轮中是如何运动的？

答：水在叶轮中进行着复合运动，即一方面它要顺着叶片工作面向外流动，另一方面还要跟着叶轮高速旋转。前一个运动称为相对运动，其速度称为相对速度，用 w 表示。后一个运动称为圆周运动，其速度称为圆周速度，用 u 表示。二种运动的合成，即是水在水泵内的绝对运动，其速度用 v 表示。

叶轮工作时，其半径上任一点液体的运动状态都可以通过上述三个速度的大小和方向表示出来，由这三个速度构成的图形叫做速度三角形。研究水泵时，最重要的是了解叶轮入口处和出口处的液体流动情况，因此一般只需画出入口速度三角形和出口速度三角形，如图1-2示。为了区别，入口速度旁加注角“1”，出口速度旁加注角“2”。

叶轮入口处，为了避免液体与叶片发生撞击引起冲击与涡流损失，应使液体较平稳

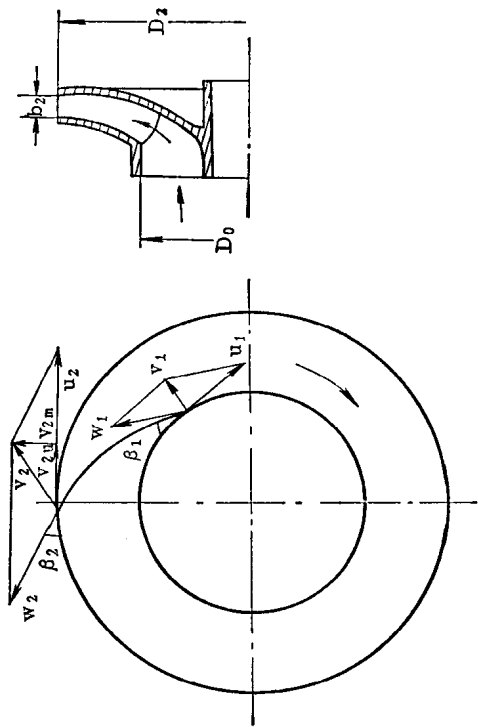


图 1-2 叶轮进口处和出口处的液流速度

地进入叶轮槽道。为此就要合理地选用入口安置角 β_1 ，一般 $\beta_1 = 10^\circ \sim 40^\circ$ 。

水顺着叶轮槽道，最后被甩出去，甩出去的速度 v_2 ，常分解成两个相互垂直的分速度：一个是径向分速度，用 v_{2m} 表示；另一个是圆周分速度，用 v_{2u} 表示。绝对速度 v_2 由圆周速度 u_2 和相对速度 w_2 合成，在圆周速度不变的情况下，改变叶片出口安置角 β_2 ，就可以获得不同情况下的出口速度三角形。出口安装角 β_2 对泵性能影响很大。

3. 问：水泵的主要性能参数是什么？

答：水泵的主要性能参数是：

一、扬程

指单位重量液体通过水泵后所获得的能量，扬程又叫总扬程、全扬程或总水头，用 H 表示，单位为米。扬程的表达式为：

$$H = \frac{p_c - p_s}{\gamma} + \frac{v_c^2 - v_s^2}{2g} \quad (1-1)$$

式中 $\frac{p_c}{\gamma}$ 及 $\frac{p_s}{\gamma}$ —— 分别为泵出口处和入口处的绝对压力水头（米）；
 v_c 及 v_s —— 分别为泵出口处和入口处的液体平均流速（米/秒）。

由于 $\frac{v_c^2 - v_s^2}{2g}$ 项数值极小，一般计算近似

取：

$$H = \frac{p_c - p_s}{\gamma} \quad (1-2)$$

式中 p_c, p_s —— 泵出入口绝对压力（公斤/米²）；
 γ —— 所抽送液体重度（公斤/米³）。

二、流量

指单位时间内水泵供出的液体数量，用 Q 表示，单位为米³/时或升/秒。计算公式为：

$$Q = \pi D_2 b_2 v_{2m} \Psi_2 \eta_0 \quad (1-3)$$

式中 η_0 —— 水泵的容积效率；

Ψ_2 ——叶轮出口叶片厚度的影响系数，可按下式求出：

$$\Psi_2 = \frac{t_2 - \delta_2}{t_2}$$

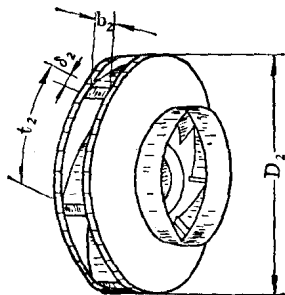


图 1-3 叶轮出口的叶片厚度

三、转数

即水泵轴每分钟的转数，用 n 表示，单位为转/分。

四、轴功率

即由原动机传给水泵泵轴上的功率，用

N 表示，单位为千瓦或马力。

五、效率

轴功率不是全部被水泵利用了，其中有一部分损失掉了（参看第5～7问）。有用的功率（即有效功率）为：

$$\begin{aligned} N_e &= \gamma Q H \quad \text{公斤} \cdot \text{米/秒} \\ &= \frac{\gamma Q H}{75} \quad \text{马力} \\ &= \frac{\gamma Q H}{102} \quad \text{千瓦} \quad (1-4) \end{aligned}$$

这样，水泵的效率为：

$$\eta = \frac{N_e}{N} \quad (1-5)$$

4.问：为什么现场中的离心泵叶片大都采用后曲式？

答：因为后曲式叶片与其它型式叶片（径向叶片、前曲式叶片）相比，有以下优点：

1.从压头性质来看，后曲式叶片的动压头在总水头中所占的比例较小（总水头等于

动压头与静压头之和)，因而动压头在扩散部分变为静压头时伴随的能量损失也小。

2. 从水泵消耗的功率来看，后曲式叶片的离心泵在流量与扬程变化时，功率变化较小，这样就给电动机提供了良好的工作条件。

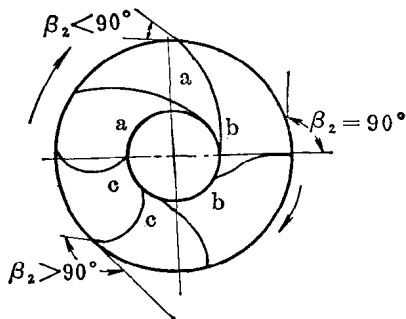


图 1-4 不同型式的叶片

- a—后曲叶片 $\beta_2 < 90^\circ$
- b—径向叶片 $\beta_2 = 90^\circ$
- c—前曲叶片 $\beta_2 > 90^\circ$