同型号离心泵并联运行性能测试探讨

曹 忠 辉

(广一集团广州市第一水泵厂)

摘 要:论述了同型号离心泵并联运行的测试原理,提出了通过测试来获得同型号离心泵并联运行的 $H \sim Q$、$P \sim Q$、$\eta \sim Q$ 性能曲线的方法。

关键词:离心泵,并联运行,测试,性能

文献标识码:B 文章编号:1005-6254(2001)02-0037-02

1 引言

在离心泵应用中,为了满足用户对流量的要求和对水泵进行变频调速控制[1],以达到节能效果,很多场合都是采用几台同型号离心泵并联运行来达到要求。为了使并联水泵达到最佳效率,有必要掌握水泵并联运行的实际工况点变化规律,就有必要知道几台泵并联运行后的实际性能曲线。同时,可为客户和选型单位(如建筑设计院)提供详实可靠的水泵并联运行资料,也有着十分重要的现实意义。

通常情况下,同型号水泵并联运行性能曲线是在一台泵性能曲线的基础上,认为两台泵的性能完全相同,按同一扬程的流量、轴功率加倍,效率不变来合成的。而本文则重点讨论通过测试的方法来得到同型号离心泵并联运行性能曲线。

2 同型号水泵并联运行的测试

2.1 测试原理

我们以两台同型号水泵并联运行为例,进行分析。试验装置简图见图1,试验管路的安装及其有关尺寸执行 GB 3216—89 中有关规定。各台泵出口后的压力平衡点在管路汇合点 A 处(见图1),即并联运行时,两台泵的出流在点 A 处混合时,压力相等。一般情况下,同型号水泵并联运行,各台泵出水管路 CA 段和 DA 段是对称布置的,所用管路的直径、长度、材质、管路附件及空间布置形式都是相同的,因而该两段管路的阻力系数 K 几乎相等。调节阀门9为某一开度,此时两泵的工况点十分接近,即两泵的流量十分接近。由管路阻力特性方程

$$h_c = Z + KQ^2$$

知道,CA 段和 DA 段的水力损失是相同的。设 A 点的压力为 p_A,则 C 点和 D 点的压力均为 $p_A - h_c$,所以压力表5和6的示数也是相同的。这样就保证了两泵出口压力相等。

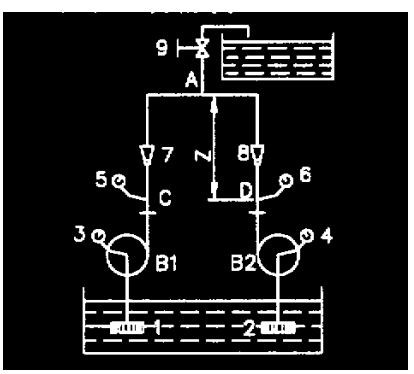


图1

1,2. 底阀 3,4. 真空表 5,6. 压力表 7,8. 流量计 9 阀门

通过以上分析可知,在试验过程中,只要通过调节阀门9,就能保证两泵出口压力(压力表5和表6示数)相同、两泵各自的工况点相近,达到了并联运行的基本要求。测试过程中,在每一个调好的工况点,各台泵的吸程及速度头可能有微小差别,这主要是因为两台泵的性能不可能完全相同造成。籍此,可用各台泵在某个调好的工况点实测扬程的平均值作为并联后的扬程。并用实测流量之和作为并联后的流量,实测功率之和作为并联后的功率。到此,我们就得到了每一工况时,并联运行的流量、扬程、轴功率等数据。

作者简介:曹忠辉(1970.9—),男,广一集团广州市第一水泵厂工程师;广东省广州市(邮编:510300)。

2.2 测试步骤

万方数据

离心泵的试验应从关死扬程开始，要求试到大流量点流量的 115% 所对应的扬程以下(以观察表 5 和表 6 来调节)，取 13 个以上的等压点。对于每一个稳定和调好的工况点，分别记录各台泵的流量 Q_1 和 Q_2，出口压力 H_1 和 H_2，进口压力 H_1' 和 H_2'，轴功率 P_1 和 P_2，转速 n_1 和 n_2。这里的 H_1、H_2、H_1'、H_2' 均为折算到泵基准面上的压力。

2.3 试验数据的处理

(1) 扬程 H_0

对于每个工况点用两台泵扬程的平均值作为并联后的扬程：

$$H_0 = \frac{1}{2} \cdot \left[\left(H_1 - H_1' + \frac{v_{21}^2 - v_{11}^2}{2g} \right) + \left(H_2 - H_2' + \frac{v_{22}^2 - v_{12}^2}{2g} \right) \right]$$

式中，v_{21}、v_{11} 分别为第一台泵出口和进口速度，v_{22}、v_{12} 分别为第二台泵出口和进口速度。

(2) 流量 Q_0

对于某一稳定和调好的工况点，并联后总流量可用下式计算：

$$Q_0 = Q_1 + Q_2$$

(3) 轴功率 P_0

为了反映两台泵并联后的总功率，可将每台泵功率相加，即：

$$P_0 = P_1 + P_2$$

(4) 转速 n_0

对于每一具体的并联工况点来说，两台泵各自的工况点相近，而两台泵所用的电动机型号又相同，所以可用 n_1 和 n_2 的平均值作为并联后的转速，即：$n_0 = (n_1 + n_2)/2$

3 试验结果的整理

(1) 试验结果按规定转速的换算[2]

在非规定转速下得到的所有数据均应以规定转速(n_{sp}) 为基准，按照比例定律进行换算。流量 Q、扬程 H、轴功率 P 的测量及运算数据按下式进行换算：

$$Q = Q_0\left(\frac{n_{sp}}{n_0}\right) \quad H = H_0\left(\frac{n_{sp}}{n_0}\right)^2 \quad P = P_0\left(\frac{n_{sp}}{n_0}\right)^3$$

式中，Q 为换算转速后的流量，H 为换算转速后的扬程，P 为换算转速后的轴功率。

(2) 效率的计算

并联后两台机组的总效率 η 按下式计算：

$$\eta = \frac{p_c}{p} \times 100\%$$

式中 $p_c = \gamma QH$

(3) 性能曲线的绘制

并联运行水泵的性能曲线应采用图 2 的形式，流量 Q、扬程 H、轴功率 P 和效率 η 由换算后得出的数据绘制曲线。至此，我们就通过试验的方法得到了并联运行的离心泵组的性能曲线图。

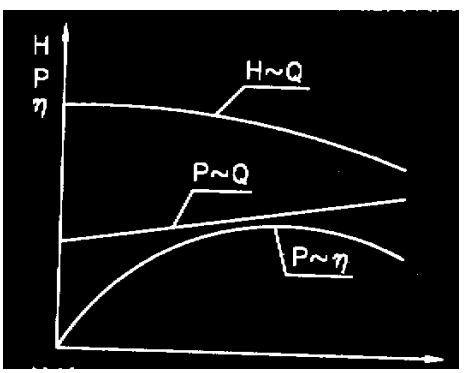


图 2

4 结论

通过以上的分析探讨，可得出如下结论。

(1) 用试验的方法获得的并联运行曲线，因分别考虑了同型号各台泵的性能差别，因而更能客观地反映水泵并联运行后的实际情况。而不是理论上的在一台泵性能曲线的基础上，按相同扬程下，两泵流量、轴功率加倍，效率不变来合成水泵并联运行性能曲线的。

(2) 此测试方法同样适用于两台以上泵并联运行的测试。

参 考 文 献

1 [美] I J 卡拉西克等编著. 泵手册 · 第三分册. 北京：机械工业出版社，1984：15～18

2 关醒凡. 现代泵技术手册. 北京：宇航出版社，1995：166～167

The Performance Testing of the Same Model Centrifugal Pump In Parallel Operation

CAO Zhong-hui

(Guangzhou No. 1 Pump Works, Guangyi Group, Guangzhou, Guangdong 510300, China)

Abstract: The paper discusses the testing theory of the same modle centrifugal pump in parallel operation, we can get performance curves of the same modle centrifugal pump in parallel operation by a new method of testing, such as $H \sim Q$ curve, $P \sim Q$ curve , $\eta \sim Q$ curve.

万方数据

Key words: Centrifugal pump, Parallel operation, Testing, Performance