

大型立式泵的参数选择*

刘红宇

(广东省水利电力勘测设计研究院, 广州 510170)

摘要:在对一些大型调水工程的泵组选型时, 一般都没有现成的泵型可套用. 通过分析同类泵的比转速、汽蚀比转速, 了解现阶段生产水平, 分析论证出适合本泵站条件的泵的性能和几何参数.

关键词:立式泵组; 参数选择; 比转速; 汽蚀比转速; 汽蚀余量

中图分类号: TV53 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2001) S2-0060-03

1 问题的提出

对于泵的选择, 传统是套用泵的型谱, 即将泵站的扬程、流量等参数与已有的泵型相比较, 选出一个与泵站条件相对吻合的泵型, 再根据该泵的特性参数, 决定泵组的安装高程等其它参数. 这种方法对于一般用途和较小型的泵组选择来说是可行的, 但对于大型泵组, 特别是对一些用于大型调水工程的立式泵组, 很难有与工程条件相符的现成泵型供选型套用, 需根据泵使用条件开发新的泵型, 而随着计算机技术在流体力学领域的广泛应用和普及, 使新泵的开发从理论、模型、验证到完成样机的周期大大缩短, 根据泵站特定条件来选择泵的参数也就因此而提了出来.

2 泵的比转速和汽蚀比转速

在泵的各种参数中, 泵的比转速 n_s 和汽蚀比转速 C 是泵的两个重要参数. 虽然, 泵的比转速不像水轮机的比转速那样对过流部分的几何形状起决定性的作用, 而且有时相同比转速的泵, 几何形状不一定完全相同, 但对同一种形式的泵而言, 在相同的运行条件下, 它仍然是泵技术经济综合指标的表征. 比转速是泵几何相似、运动相似的重要参数, 比转速的大小基本上决定了泵的叶轮形状以及性能曲线的趋势. 因此, 对泵来说选择出合适的比转速格外重要.

水泵选择中有别于水轮机选择的是水泵还有一个强调水泵进口部分相似的基本参数——汽蚀比转速, 汽蚀比转速的大小标志了泵的抗汽蚀性

能的好坏, 这关系到泵组能否安全、稳定地运行, 也是泵选择时不得不考虑的重要参数.

在当今泵的参数选择中, 采用较多的方法是先选择泵的比转速, 即通过对现代生产水平的分析, 对已生产过的同类型泵的比转速统计资料进行分析论证, 选出合适的比转速值, 从而推算出其它各项参数. 另一种则是利用已生产过的同类型泵的汽蚀比转速统计资料, 选出合适的泵的转速、比转速, 再推算出其它各项参数. 本文着重介绍后一种方法.

3 参数选择

众所周知在我国, 泵的比转速使用的是与水轮机比转速一致的公式, 即:

$$n_s = 3.65n \sqrt{Q}/H^{3/4}$$

其中: Q 、 H 代表泵站的流量和扬程, 在各运行工况点 Q 、 H 值是定值. 从上述公式可见与泵的比转速息息相关的实质是泵的转速; 同类型的泵, 比转速越高, 转速越高, 泵体积越小, 能量指标相对越好, 相对投资就会越省. 当然, 泵的转速受到泵的汽蚀和泵结构、使用材料的限制, 这也正是在某一扬程范围内比转速不能无限提高的原因.

再来看看汽蚀比转速, 我国现用的汽蚀比转速公式:

$$C = 562n \sqrt{Q}/NPSH_r^{3/4}$$

其中: $NPSH_r$ 是泵的汽蚀余量, 它与装置参数无关, 只与泵进口部分的运动参数有关, 即随泵的几何形状、泵的转速而定. 由此可见, 泵的转速是受到泵汽蚀参数的制约.

* 收稿日期: 2001-07-30; 作者简介: 刘红宇 (1961-), 女, 高级工程师.

经过多年的理论分析及实践经验, 以及大量的统计结果, 普遍认为对于汽蚀比转速 C 值的选取大致范围是:

对于抗汽蚀性能高的泵 $C = 1000 \sim 1600$

对于兼顾效率和抗汽蚀性能的泵 $C = 800 \sim 1000$

对于主要考虑提高效率的泵 $C = 600 \sim 800$

这样根据不同要求的泵站, 选择不同 C 值的泵. C 值一定, 泵的转速和泵的汽蚀余量之间存在一种函数关系, 当然, 如果已知泵的汽蚀余量 $NPSH_r$, 则可轻而易举的算出泵的转速、比转速以及其它参数, 但在选泵的初期, 往往并没有现成的泵和泵的 $NPSH_r$ 值. 为了解决这个问题,

首先想到的与泵的汽蚀余量相近的泵的临界汽蚀余量 $NPSH_c$ 和泵站的装置汽蚀余量 $NPSH_a$.

三项汽蚀余量的关系:

$$NPSH_a \geq NPSH_r \geq NPSH_c$$

由于泵的临界汽蚀余量 $NPSH_c$ 值必须通过泵或模型泵的试验得到, 而装置汽蚀余量 $NPSH_a$ 值是由泵的安装环境所决定, 即与泵的安装高程有关, 所以采用汽蚀余量 $NPSH_a$ 代替 $NPSH_r$. 也就是说, 给定一个 $NPSH_a$ 值, 就可得到一组泵的参数, 下面给出的是美国水利学会制定的美国标准中推荐的一组 $S = 8500$ (即 $C = 923$) 时的 $NPSH_a$ 与转速、流量的关系曲线, 见图 1.

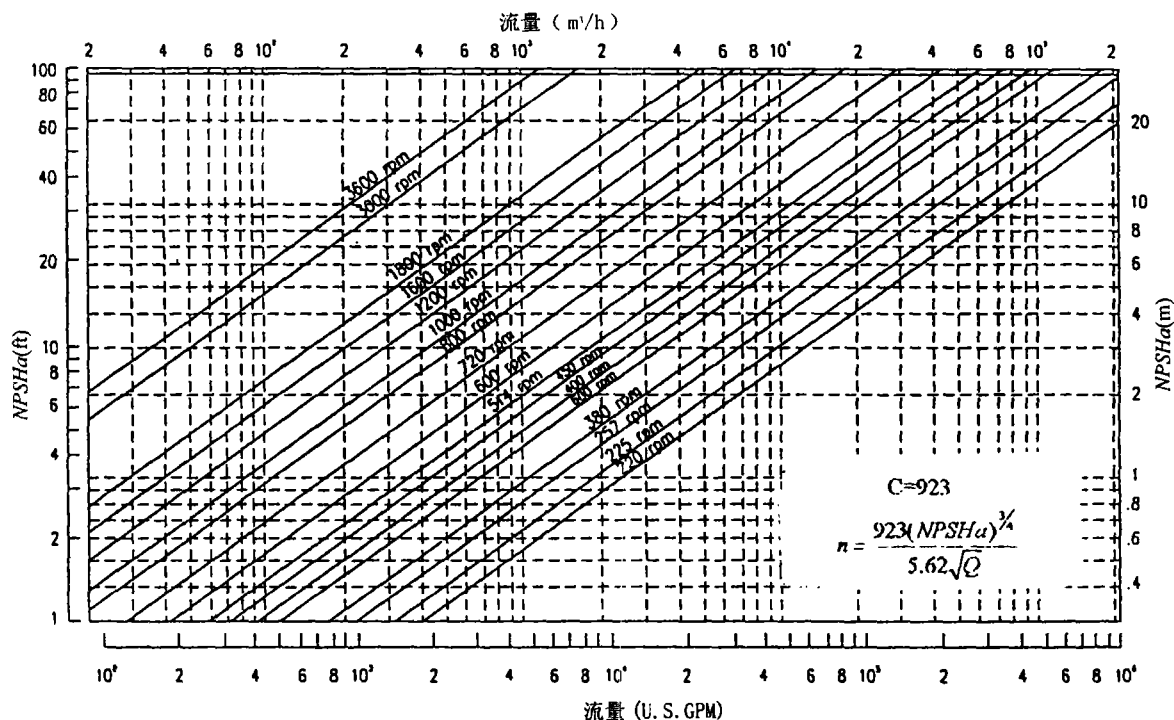


图1 推荐的单吸泵最大运行转速值

从图可见, 泵的流量一定, 泵的转速与泵所要求的淹没深度成比例关系, 泵的转速越高, 泵体越小, 但泵的安装 $NPSH_a$ 越大, 即泵需安装的越深, 土建投资越大.

应该注意, 对新建的泵站, 经济合理的选择泵的安装高程是很重要的, 因为泵的装置高程不仅要满足泵汽蚀余量 (使 $NPSH_a \geq NPSH_r$), 而且要满足水泵进口的最低淹没深度以及进水流道的流速要求, 必须从中选出较大的作为泵安装的依据.

对泵不同形式的进水流道, 所要求的不同的泵淹没深度很多文献都做了具体的推荐, 特别是矩形进水流道, 由于采用矩形进水流道时, 一般淹没深度要求均大于泵汽蚀淹没要求, 可根据泵初算的淹没深度, 初选出相应的泵转速进行比较、论证, 从而选出泵的其他各参数.

对于立式泵矩形进水流道的尺寸美国水利学会制定的美国标准中作了详细的推荐, 下面列出供参考. 见图 2, 3.

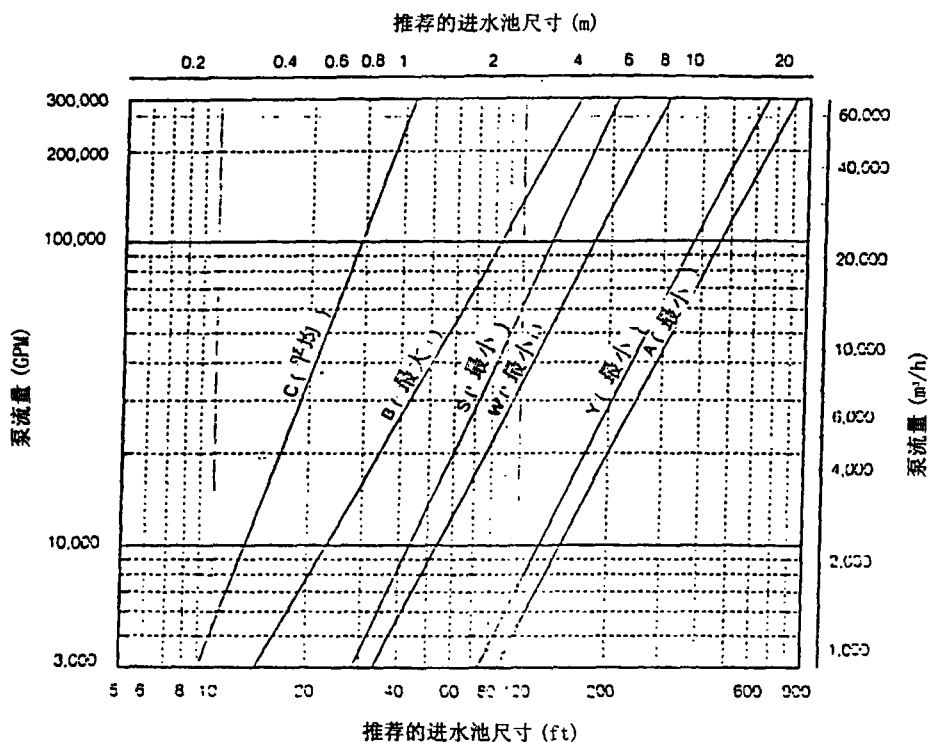


图2 泵流量与进水池的关系

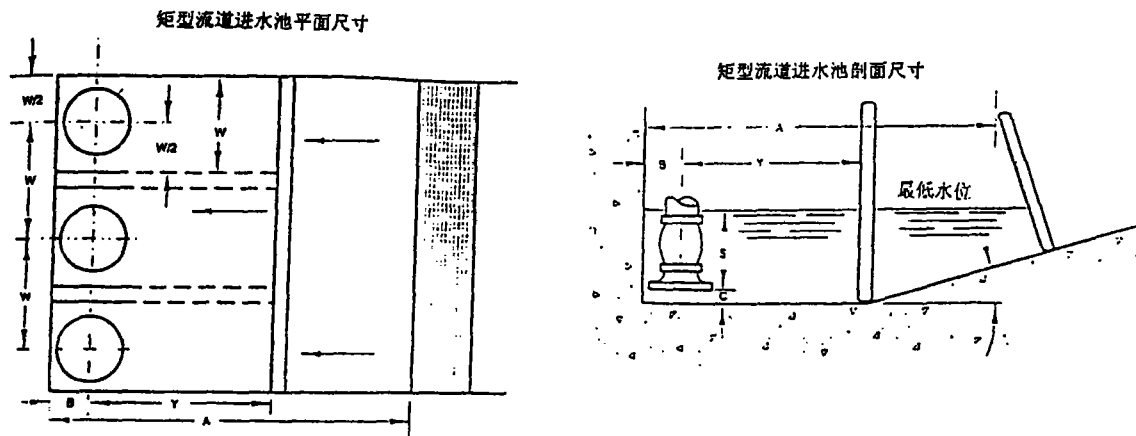


图3 矩形流道进水池尺寸图

4 结 语

归纳上述参数选择方法,在大型立式泵的参数选择中,可先根据泵的流量、扬程初选泵、泵的安装及进水流道形式,再依泵的流量、装置汽蚀系数选出泵的转速、比转速进行论证比较,从而选定泵的其他性能和几何参数。

进一步说,将得出的参数与泵制造厂家进行磋商,制造厂家通过对泵的流体力学计算和结构

强度设计,作出模型泵,再对泵的能量、汽蚀性能进行试验和修正,通过模型试验、验收,做出真机,有时用户还要求真机试验、验收,从而完成整个泵的选型、制作过程。

参考文献:

- [1] 关醒凡.现代泵技术手册.北京:宇航出版社,1995.
- [2] HYDRAULIC INSTITUTE. American National Standard for Vertica Pumps. May, 1994