

试论变频水泵的选型

中国科学院建筑设计研究院有限公司 钟国安[☆]

摘要 分析了变频调速水泵在循环水系统和补水系统中的工作特性,认为对于采用变频调速的水泵,在选型时可按照非变频泵的选型方法选择流量及扬程等参数,不需要额外增加水泵扬程的富余量。

关键词 变频循环水泵 变频补水泵 富余量 变频范围 水泵选型

Discussion on selection of variable frequency water pumps

By Zhong Guoan[☆]

Abstract Analyses the operating characteristics of the variable frequency pumps working in circulating water system and make-up water system. Considers that the parameters such as flow and head can be selected in term of the selection method of non-variable frequency pumps, and that the margin of water pump head do not need considering.

Keywords variable frequency circulating pump, variable frequency make-up pump, margin, scope of variable frequency, water pump selection

[☆] Institute of Architecture Design and Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

①

变频调速水泵在供热、空调系统中的应用越来越广泛。泵调速可以节能,这已成为共识,关于水泵变频节能问题的文献也有很多,在此不再赘述。本文仅对采用变频调速的水泵,在选型时是否需考虑增加水泵扬程的富余量进行讨论。关于变频水泵的设计选型,很多设计者认为水泵采用变频调速后,由于工作特性的变化可能会导致水泵扬程不足,因此选型时,在非变频水泵选型的基础上再将扬程增加一定的富余量,有的变频水泵厂家甚至将补水泵扬程富余量一概定在 10~15 m 以上。针对这个问题,笔者根据水路循环系统和补水系统的不同特点,对变频水泵的选型问题进行讨论。

1 水泵供水系统的变频控制原理

水泵的变频控制即为水泵的转速控制,通过改变水泵的转速来调节流量。其实质是通过改变水泵的扬程来适应用户对流量的需求。

在管路结构和阀门开度等不变的情况下,当水泵的转速改变时,扬程特性也随之改变,而管路特性不变。

如图 1 所示,当水泵转速下降时,水泵特性曲线从曲线①下降为曲线③,管路特性曲线仍为曲线②,工作点从 A 点移至 B 点,流量从 Q_A 减小为 Q_B ,扬程从 H_A 减小至 H_B 。

2 变频循环水泵与变频补水泵的选型分析

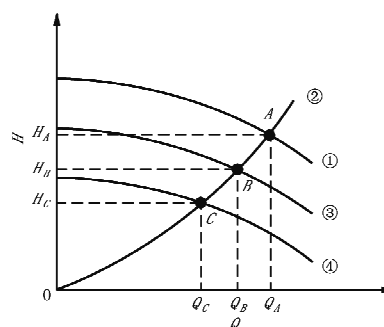


图 1 循环水泵扬程特性曲线和管路特性曲线

2.1 变频循环水泵的选型分析

管路系统的水力特性曲线方程一般表示为

$$H = H_{\text{con}} + SQ^2 \quad (1)$$

式中 H 为管路阻力, m; H_{con} 为管路常数, m; Q 为额定流量, m^3/h ; S 为管路阻抗, h^2/m^5 。

循环水系统中,循环泵的作用是克服系统的阻力,与系统的高程差无关。因此式(1)中的 H_{con} 等于或接近于 0,循环水系统管路特性表达式可表示为

①[☆] 钟国安,男,1978年8月生,大学,工程师

100080 北京市海淀区中关村北一街4号中科院建筑设计研究院有限公司热力所

(010) 62553610

E-mail: zhongguoan@126.com

收稿日期:2009-01-02

修回日期:2009-03-10

$$H = SQ^2 \quad (2)$$

根据水泵的相似定律,水泵的转速、流量和扬程之间存在下列关系式:

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{Q_A}{Q_B} \quad (3)$$

$$\left(\frac{n_A}{n_B}\right)^2 = \frac{H_A}{H_B} \quad (4)$$

$$\left(\frac{Q_A}{Q_B}\right)^2 = \frac{H_A}{H_B} \quad (5)$$

式(3)~(5)中 n_A, n_B 分别为 A, B 点水泵转速, r/min。

如图 1 所示,当水泵转速下降时,流量减小,水泵的扬程及管路系统所需扬程(系统阻力)均下降。根据式(2)~(5)可知,流量变化与水泵扬程和管路系统阻力的变化均为二次幂关系,因此,由于水泵转速下降引起的水泵的扬程及管路系统所需扬程的变化幅度是相同的。水泵的扬程始终大于 0,在管路阻抗 S 保持不变的情况下,水泵的特性曲线必交于同一条管路水力特性曲线上。

因此,循环水泵采用变频调速后,水泵的工作特性虽然发生了变化,却不会导致水泵扬程不足,在水泵选型时,仍可按照非变频泵的选型方法选择水泵的流量及扬程等参数,无需考虑因变频调速水泵扬程降低而提高扬程的富余量。

2.2 变频补水泵的选型分析

补水系统中,补水泵的作用是将水上扬到一定的高度(循环系统定压点)及克服补水管路系统的阻力。式(1)中的 H_{con} 为补水点的循环系统定压值,这里用 H_a 表示,补水系统管路特性表达式为

$$H = H_a + SQ^2 \quad (6)$$

如图 2 所示,当水泵转速下降时,特性曲线从曲线①下降为曲线③,管路特性曲线仍为曲线②,工作点从 A 点移至 B 点,流量从 Q_A 减小为 Q_B ,扬程从 H_A 减小至 H_B 。水泵的特性曲线①和③与管路特性曲线②均存在交点,能够正常向系统补水。

当水泵转速继续下降,性能曲线下降为图 2 中曲线④时,水泵的扬程 H_C 低于补水点的循环系统定压值 H_a ,水泵无法向系统补水。

从变频水泵的工作特性上分析,转速降低到一定的下限,有可能导致水泵扬程不足。但在变频补水泵的实际运行调节中,是否会影响系统的正常定压,还需进一步研究。

离心式水泵在额定频率以下运行时,由于负载

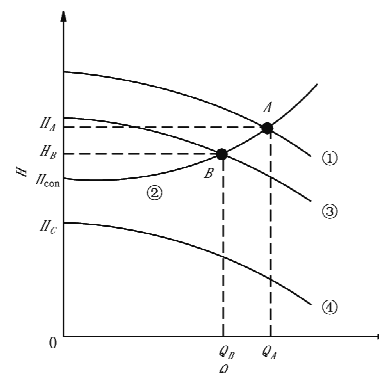


图 2 补水泵特性曲线和管路特性曲线

转矩减小较多,而电动机的有效转矩则减小较少,形成“大马拉小车”的状态,泵本身效率将下降。因此泵电动机转速调节范围不宜太大,通常最低转速不小于额定转速的 50%,一般在 70%~100%之间,当转速低于额定转速的 40%~50%时,泵本身效率明显下降,是不经济的。在合理的调速范围(70%~100%)内,水泵的扬程一般不会低于补水点的循环系统定压值 H_a ,水泵可以向系统正常补水。

即使在系统补水量较小的情况下,水泵运行频率设定低于正常范围,由于水泵一般是根据系统定压点的压力进行变频的,随着系统压力的降低水泵变频频率会自动升高,仍可向系统正常补水,系统压力可以维持在设定范围内。

从以上分析可知,补水泵选型仍可按照非变频泵的选型方法选择水泵的流量及扬程等参数(一般设计选型时非变频泵的流量和扬程已考虑有 10%~20%的富余量(锅炉房设计规范要求 30~50 kPa 富余量)),无需考虑因变频调速水泵扬程降低而提高扬程的富余量。

3 结语

在空调、供热系统中,变频循环水泵和补水泵选型均可按照非变频泵的选型方法选择流量及扬程等参数,而无需提高扬程的富余量。在实际运行过程中,即使在用水流量的高峰期,电动机也常常处于非满载状态,其效率和功率因数都较低,如果额外提高了扬程的富余量,水泵功率增加的同时耗电量也增大了,水泵变频的节能量将大打折扣,甚至不节能。

参考文献:

- [1] 张燕宾. 电动机变频调速图解[M]. 北京:中国电力出版社,2003
- [2] 王朝晖. 泵与风机[M]. 北京:中国石化出版社,2007