

大连引碧北段水源 泵站变频调速设计

中国市政工程东北设计研究院 杨 红
安图长白山旅游经济开发区建筑设计有限公司 陈清兰
中国市政工程东北设计研究院 丁志刚
大连市自来水集团有限公司 陈立志

一、前言

水源泵站的流量相对恒定，但是河流、湖泊、水库的水位是随季节变化的，且变化幅度很大，所以泵站的几何扬程也是变化的。随着水库水位的升高，水泵几何扬程减少，管路特性曲线平行下移。为了适应水泵的特性曲线，大多数情况下采取调节控制出口闸门、水泵运行台数等方法来调整管路的特性曲线，造成水泵能量的浪费。如果能同时改变水泵转速，使水泵的特性曲线适应管路特性曲线的变化。不但可以充分地利用水库的位能，同时也大量地减少电耗。

由中国市政工程东北设计研究院设计完成的大连市引碧入连供水工程——水源工程于2001年6月建成投产，其供水能力为66万m³/d，水源取水泵站安装5台卧式离心水泵，其中4台水泵机组采用变频调速功率2750kW，另外一台恒速泵功率采用2800KW。该工程分两期实施，其中一期为供水能力33万m³/d、二期为供水能力33万m³/d。该工程应用水泵的变频调速技术及矢量控制技术，充分的利用水库位能，水泵常年运转在高效区，一期每年净省电费265万元，二期每年净省电费271万元。水源泵站采用2750kW变频调速电动机，变频器为矢量控制技术的电压型变频器，已成功运行5年，在国内尚属首例。

二、调速泵的节能原理

为使水泵适应流量和扬程变化的要求，可采用变速调节，即在管道特性曲线基本不变时，采用改变转速来改变泵的Q—H特性曲线，使它的工作点保持在高效段，达到输入功率减少的目的。水泵变速运行图见图1。

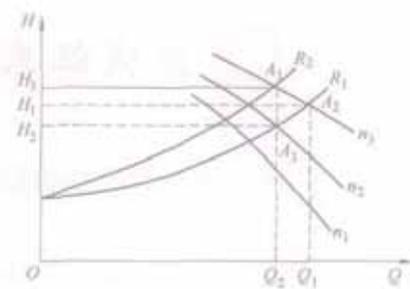


图1 水泵变速运行图

根据水泵的相似定律，变速前后流量、扬程、功率与转速之间关系为：

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

式中，P1、H1、Q1为转速n1时的功率、扬程、流量；P2、H2、Q2为转速n2时的功率、扬程、流量。

由此可见，当水泵在变负荷工作情况下，采用变频器调节水泵电动机转速时，轴功率随转速比的三次方关系进行变化，节电效果明显。水泵转速的自动调节，可根据水泵出口流量计或压力计控制。

三、矢量控制原理

矢量控制又称为磁场定向控制，即模仿直流电动机换向器的作用，保持主磁场与电枢磁场之间的角度固定为正交空间关系，因此在感应电动机中定子电流相对转子磁通来取向，以达到独立控制磁通和转矩的目的。异步电动机模拟直流电动机的矢量图见图2。

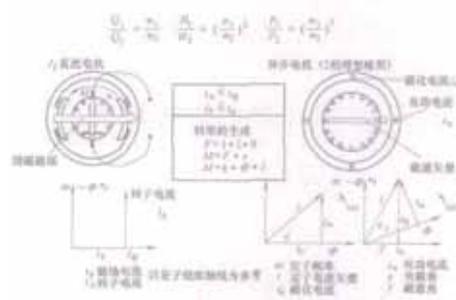


图2 异步电动机模拟直流电动机的矢量图

如图2所示，三相异步电动机的数学模型经过两次坐标变换转换为两相旋转的直流绕组，在高速微处理器实时运算和控制的基础上，实现了对异步电动机类似于直流电动机的控制，即对空间正交而无耦合的无功分量——励磁绕组的磁化电流im以及有功分量——转子电流iw进行分别控制。

Simovert MV采用磁场定向矢量控制技术，磁场定向闭环控制原理方框图见图3。它包括两个闭环控制，一是磁场闭环控制，二是附带从属转矩闭环的转速控制闭环。即将感应电动机通过

