

基于神经网络控制的新型智能恒压供水系统

The new intelligent constant pressure water supply based
on neural networks control

岳连德 (广东岭南职业技术学院 广州 510663)

摘要:本文所述的利用人工神经网络控制的恒压供水系统,是一种智能型的节能恒压供水系统。它采用人工神经网络系统取代以往的PID调节,使系统的恒压性能、动态特性和节能效果有了很大提高,开拓了进一步提高恒压供水变频系统性能的一种新的途径。

关键词:神经网络 变频器 恒压供水

1 概述

神经网络系统和传统的计算机结构与程序是两种性质不同的体系。传统计算机数学模型的逻辑程序,不能适应高度复杂性和不确定性的信息识别和处理能力,而神经网络系统则以人脑思维为参照,可以模拟人的思维活动,实现人工智能控制。神经网络系统应用于恒压供水变频系统的控制,势必会引起恒压供水系统性能的大幅度提升。

本文介绍的利用人工神经网络控制的恒压供水系统,是一种智能型的恒压供水节能系统。它采用人工神经网络系统取代以往的PID调节,使系统的恒压性能、动态特性和节能效果有了很大提高,开拓了进一步提高恒压供水系统性能的一种新的途径。

2 恒压供水控制系统的构成及工作原理

交流感应电动机转速公式为

$$n = \frac{60f}{p} (1-s)$$

式中: n ——电机转速

f ——定子供电频率

s ——转差率

P ——极对数

由公式可见,电机转速和定子供电频率成正比,如均匀地改变定子的供电频率 f ,就可平滑改变电机转速。目前,变频调速技术是国际国内最新交流电机无

极调速驱动技术。在供水系统中,水泵的流量与转速成正比,而电机轴上的消耗功率与转速的立方成正比。因次,采用变频调速技术恒压供水,即可达到显著的节能效果。

根据水泵性能特点和恒压供水的原理,我们设计的恒压供水系统的原理框图如图1所示。

它的主要组成部分包括神经网络控制器、变频器、压力传感器、电机和水泵。压力传感器为反馈检测元件,变频器为功率驱动器件,交流电机为执行机构,水泵机组为控制对象。系统原理框图如图1所示。

系统的工作原理为:压力传感器安装在水泵出口管道中,神经网络控制器通过压力传感器不断检测管网中的压力,并与输入到神经网络控制器输入端的给定压力和环境参数进行比较。在控制器中,神经网络可自动跟踪现场的实际运行情况,实时地调节系统的各种参数,控制变频器的输出频率,从而控制电机转速,调整管道中的水压,使其始终处于最佳工作状态,达到最佳节能效果。

当用水量增加时,管道中的水压下降,压力低于设定水压下限,神经网络控制器的输出信号增大,变频器的输出频率增加,电机转速加快,出水量增加,压力随之上升;当压力大于、等于设定水压下限,小于设定水压上限时,控制器的输出信号不变,变频器驱动电机以恒定的转速运转;当用水量减少时,管道中的水压上升,压力高于设定水压上限,神经网络控制器的输出信号减少,变频器的输出频率减小,电机转速下降,出水量

减少,直至压力降低至低于上限高于下限,控制器的输出信号不变,变频器驱动电机以新的平衡状态恒速运转。

等各种参数进行调整,并充分利用了神经网络系统的自组织、自学习的功能,因此可得到最佳的期望效果。

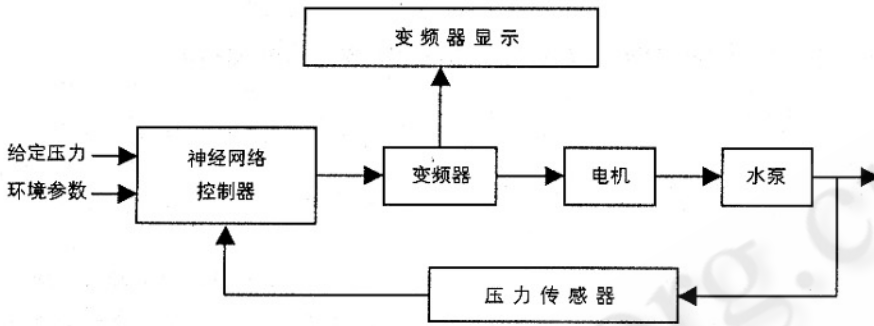


图 1 系统原理框图

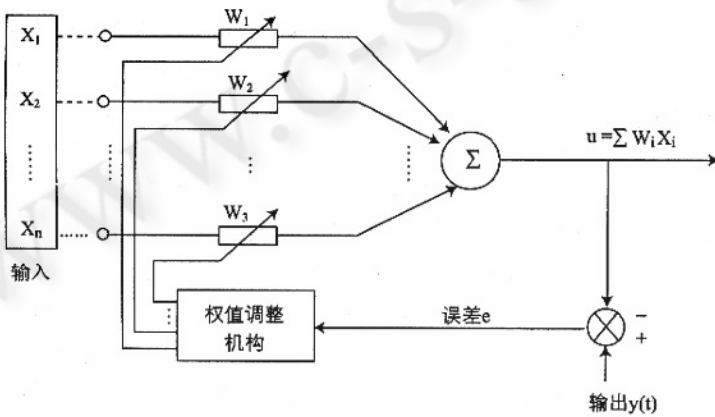


图 2 BP 网络结构图

3 神经网络控制器的控制原理

在传统的控制方式如 PID 调节中,往往存在参数调节困难、不易调整等弊端。而且这种控制调节是依靠输出端的偏差来完成的,所以每次调节前都是先偏离给定状态,然后再调节回来。这样水压经常会出现频繁的波动,而引起水泵频繁加减速。水泵电机的转速的波动,亦即变频器输出频率的波动,其波动范围甚至比水压波动还要大。这对于系统的运行状态及节能效果显然都是很不利。

神经网络控制是近年来发展起来的一种新技术,它是根据人的神经系统的功能对外来信号进行分析,处理和记忆,并根据前次的效果来调整本次的控制方式。在调节过程中,综合了给定条件、环境状况、电机当前状态

在本文所述的恒压供水系统中,采用了神经网络控制器参与整个调节过程,并充分发挥了神经网络系统的自组织、自学习的功能。即首先利用系统偏差对其进行训练,由于神经网络具有的非线性映射能力,让网络通过学习,综合各种参数进行调整,使其始终处于最佳工作状态。该系统中,采用的是误差反向传播算法神经网络,即 BP(error BackPropagation) 网。BP 学习算法的核心是从输出层开始向前逐层传播误差信号,修正权值,直到误差小于给定值。其网络结构如图 2 所示。

在图中, X_1, X_2, \dots, X_n , 是输入样本信号, W_1, W_2, \dots, W_n 是权系数。在系统中,给定水压和反馈回来的实际水压以及环境参数作为输入信号,变频器的输出频率和输出电压作为输出信号。输入信号 X_i 可以取离散值“0”或“1”。输入信号通过权系数作用,在 u 产生输出结果 $\sum W_i X_i$, 即有:

$$u = \sum W_i X_i = W_1 X_1 + W_2 X_2 + \dots + W_n X_n$$

再把期望输出信号 $Y(t)$ 和 u 进行比较,从而产生误差信号 e 。即权值调整机构根据误差 e 去对学习系统的权系数进行修改,修改方向应使误差 e 变小,不断进行下去,使到误差 e 为零,这时实际输出值 u 和期望输出值 $Y(t)$ 完全一样,则学习过程结束。

神经网络的学习一般需要多次重复训练,使误差值逐渐向零趋近,最后到达零,则这时才会使输出与期望一致。

4 神经网络控制的变频调速自来水恒压供水系统的实现

自来水供水系统一个重要的指标是供水管网供水压力的稳定度。因为每天的不同时刻用水量不同,供水管网供水压力变化很大。在已往是采取专人值守,

人工调节的方法来实现压力的稳定,存在很大的缺陷。采用神经网络控制的变频调速系统可以实现恒压供水性能的大幅度提升。

如图 3 所示,控制系统输出三路开关量信号经由并行接口 P40 到 P45 控制相应的电动机 DJ1 到 DJ3。从 DJ1 到 DJ3 输入三路反映开关状态的信号经 P31 到 P33 引入。母管压力通过压力变送器变为电信号,经 P59 送入控制系统,并经模数转换得到母管压力。电动机 DJ4 直接由神经网络控制的变频调速系统主回路控制。

制过程相同,只是把启动电动机变为停止电动机。如此过程周而复始以达到母管压力的恒定。可以实现无人值守的高可靠性的恒压供水。

另外,还可以通过串行通讯口把母管压力与电动机的状态送入上位机,直接利用上位机丰富的软件资源,方便的完成各种报表与汇总统计,做好历史资料。

5 结束语

本文所述的恒压供水系统,采用了人工神经网络

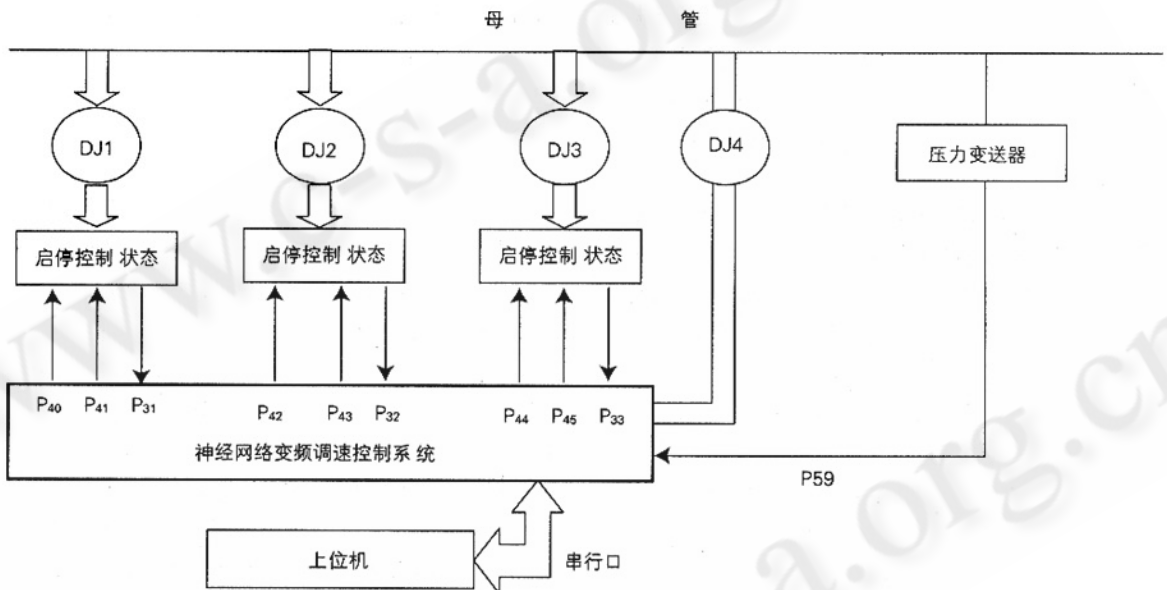


图 3 神经网络控制的变频调速自来水恒压供水系统

系统工作过程如下:

首先通过键盘输入设定的母管压力,存储到控制系统内,母管的实际压力经压力变送器转换为电信号,经 P59 送入系统。经过 A/D 转换后,实际的母管压力与设定的母管压力经神经网络运算后控制电动机的启停或转速。

当母管压力低时,控制 DJ4 的转速提高来提高母管压力。如果 DJ4 的速度已经达到最高而母管压力没有达到设定值,就根据 P31 到 P33 送入的开关状态信号来判断 DJ1 至 DJ3 的启停状态,通过 P40 到 P45 再启动一台电动机来提高母管压力。并再次调节 DJ4 的转速来使母管压力达到设定值。当母管压力高时,控

系统取代以往的 PID 调节,使系统的恒压性能、动态特性和节能效果有很大提高,开拓了进一步提高恒压供水变频系统性能的一种新的途径,具有广阔的应用前景。

参考文献

- 1 蒋宗礼编,《人工神经网络导论》高等教育出版社出版,2001年8月。
- 2 徐晋,前馈神经网络学习新算法及其仿真,哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2004。
- 3 李文,微机控制变频调速恒压供水系统,舰船科学技术,1997。