

「控制系统」

基于神经网络解耦的磁选机控制系统

文/沈阳飞驰电气设备有限公司 石艳春

针对目前磁选设备分选能力差，控制精度低的实际问题，引入神经元解耦，根据不同时域特性设计PID参数，并与常规PID模型进行电动机控制仿真对比，分析结果表明，采用该方法分选响应快，磁选设备控制系统运行速度几乎无波动，有效地避免了分选速度的超调和振荡。

磁选机是应用于矿山机械中的分选铁矿石的机械设备，一直以来，以其良好的分选性能和稳定的工作效率在铁矿石的分选中占据了较高的地位，但由于其一直采用粗放式的控制方式，控制精度不高而发展迟滞。随着科学技术的进步，越来越多的控制方法涌现出来，对磁选设备的控制系统进行改进，提高控制精度显得格外重要。目前较为优良的控制方法广泛应用于工业生产中，其中矢量控制技术的出现使得交流电动机的控制性能得到了比较好的提升，矢量控制的核心是励磁电流和转矩电流的解耦控制，并解决了交流电动机自身耦合的不足。直接转矩控制技术也是基于磁场与转矩分别独立控制的思想，但采用的是比较巧妙的技术——具有继电器特性的变频控制和电压矢量查询表。

系统概述

磁选机控制系统不仅要调节的变量多，而且模型还有复杂的非线性、强耦合等特点，其结构简图如图1所示，其正常工作时需要时刻反馈分选的精矿浓度来对辊筒的转速进行实时调节，由于工作情况复杂，诸多电动机参数都会发生一定程度的变化，从而影响着交流电动机的实际控制性能，并且由于工作环境等因素的限制，设备在

正常运行时存在着波动而难以调节。随着自动控制技术的飞速发展，一些先进的控制方法不断涌现，参数识别技术、自适应控制技术、基于神经网络和模糊控制等先进的控制算法逐步融入到电动机控制技术中，一定程度提高了电动机控制的快速稳定性和鲁棒性。

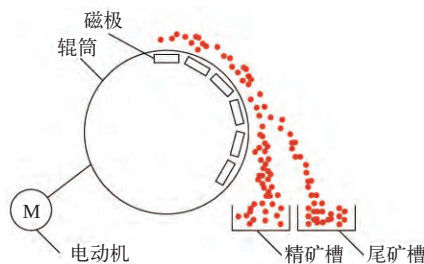


图1 磁选机结构简图

神经元解耦控制原理

神经元解耦算法是具有消除耦合优势的在线学习的控制算法，随着计算机控制技术的不断进步，神经元解耦器广泛运用在控制系统中，并取得了一定的成效。简单的单神经网络可以由一个或者多个神经元组成，假设 X 为输入模式的元素， T 为目标相关联的元素，利用单输入神经元样本，求取最小偏差值 y ，可以用来实现系统的解耦控制问题，其对应的解耦过程如图2所示。

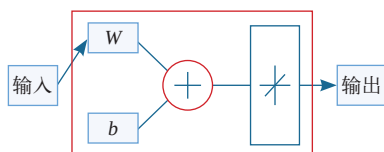


图2 解耦过程

对应的解耦过程可以理解为

$$v_i = \sum_{i=1}^n \omega_i * x_i + b_i$$

用矢量形式可以表示成

$$Y = WX + B$$

式中, x_i 为给定输入信号连梁; b_i 为神经元 i 的阈值; ω_i 是神经元 i 连接权值; 其在 Mtlab 中的算法实现如图 3 所示。

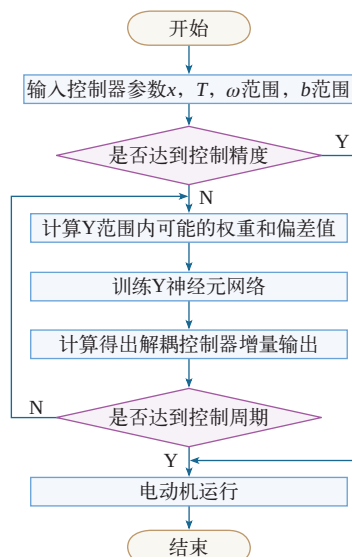


图3 控制流程图

建立模型及仿真结果

通过磁选机的工作特点, 建立磁选机控制系统模型如图 4 所示, 磁选机控制系统动态结构是一个闭环的控制模型。

在 Matlab 仿真模块中建立磁选机控制系统, 针对神经元解耦算法研究, 图 4 对磁选机控制模型使用仿真模型库中现有的模型, 这种理想的线性模型对应的输入输出也存在耦合情况。

传统的磁选机控制系统存在着响应速度低, 波动大的问题, 假设电动机以空载起动, 在 0.2 s 时加载 4 N·m 的负载, 则转速在该时刻有明显的波动, 并且响应的各变量均有明显的变化, 其仿真结果如图 5~图 8 所示。

为了消除这种波动, 在控制模型中使用单神经元解耦 PID 模型, 并且通过 Matlab 仿真得到仿真

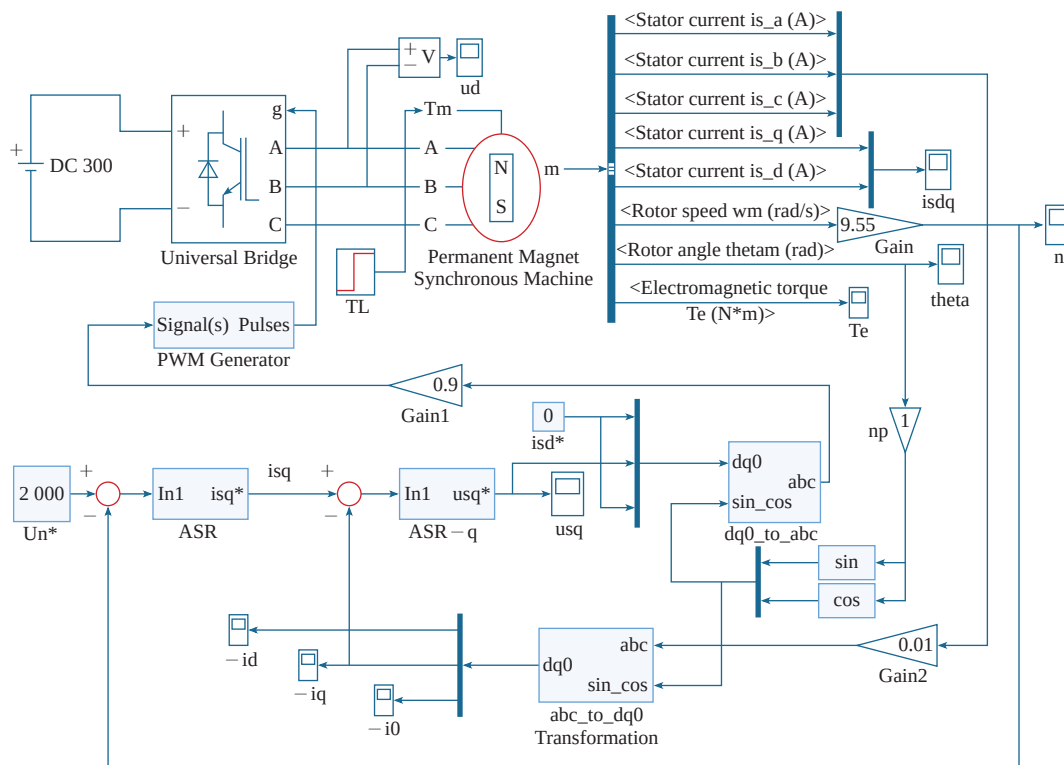


图4 磁选机控制系统模型

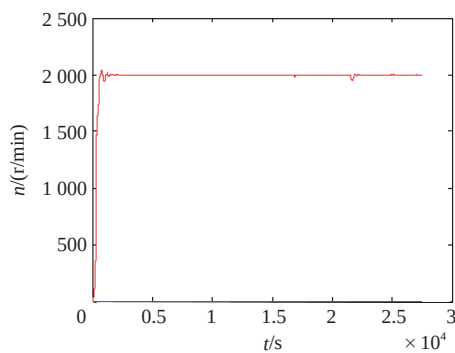


图5 转速输出

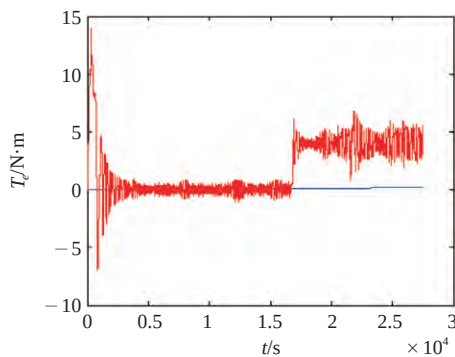


图6 转矩输出

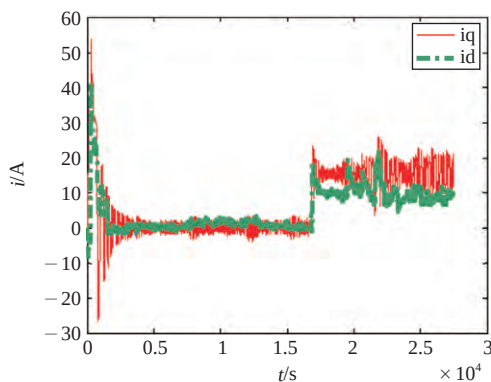


图7 电流波形图

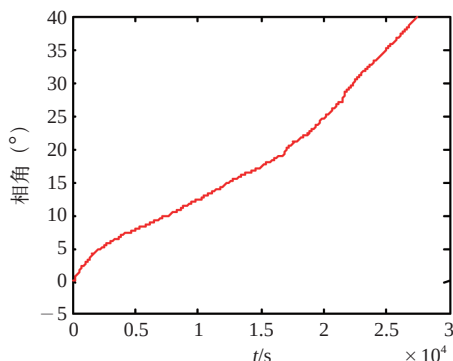


图8 相角图

结果,如图9、图10所示。

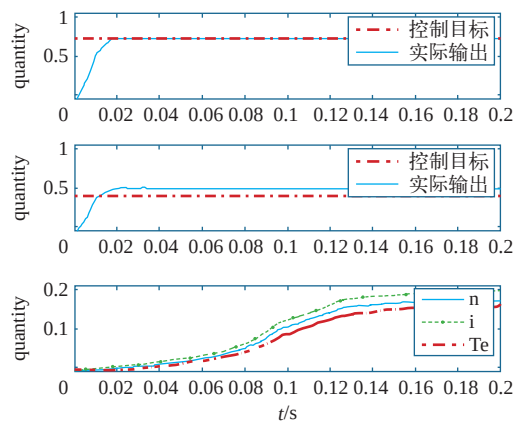


图9 神经元解耦控制量与实际输出对比

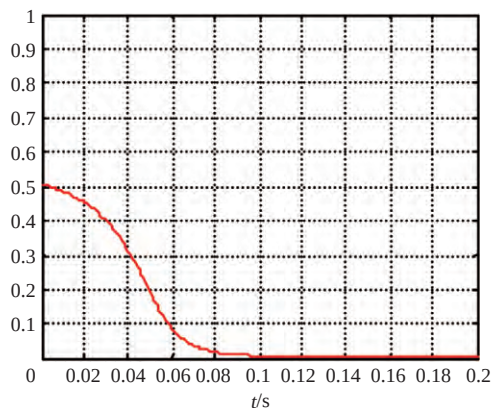


图10 控制误差

通过仿真结果可以看出,神经网络解耦控制方法可以有效消除电动机运行过程中的波动情况,控制误差大大减小,有效地提高了电动机运行的稳定性,也提高了磁选机的工作性能。

结束语

通过分析磁选机控制系统控制模型的被控对象与调节量,建立了系统控制模型,并在Matlab中进行仿真。通过传动控制系统和神经网络解耦控制算法的仿真对比,发现神经网络解耦控制算法可以有效消除系统控制量与被控量相互耦合作用,减小系统的波动,神经网络解耦控制方法系统响应速度快,超调和振荡效果被消除,速度波动小,从而可以有效提高磁选机工作的稳定性。EA

(收稿日期:2018.02.02)

(编辑:朱金凤)