

基于模糊神经网络的 SZ 绞合成缆机现场总线控制系统

黄友锐

(安徽理工大学电气工程系, 安徽淮南 232001)

摘 要: 在对 SZ 绞合成缆机设备组成简介的基础上, 设计了基于模糊神经网络的 SZ 绞合成缆机现场总线控制系统. 该控制系统采用三层网络结构即管理层、控制层和设备层来完成对 SZ 绞合成缆机的控制. 对光纤放线装置的控制采用模糊神经网络控制算法, 较好地适应了负荷和外部扰动的变化, 获得了满意的控制质量. 系统采用 WinCC 工控软件实现复杂友好的图形界面, 用 Matlab 完成模糊神经网络控制算法的计算任务. 该系统已运行一年多, 效益良好.

关键词: 现场总线; 模糊神经网络; SZ 绞合; 成缆机

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2004) 10-1746-03

SZ Stranding Machine Field Bus Control System Based on Fuzzy Neural Network

HUANG You- rui

(Anhui University of Science and Technology, Huainan, Anhui 232001, China)

Abstract: After brief introduction of equipments of SZ stranding machine for optical fibers, this paper designs SZ stranding machine field bus control system based on fuzzy neural network. The system control architecture is divided into three layers, namely, management, control and equipment. The fuzzy neural network is used here to control the reeling system of optical fiber, hence the system can adapt itself more better to the variations in load and external interference, which can gain a satisfied control quality. In the system, WinCC application implements friendly user interface and Matlab application implements fuzzy neural network control algorithm. The system has been running for over one year with good efficiency.

Key words: field bus; fuzzy neural network; SZ stranding; cabling machine

1 引言

九十年代初, 光纤通讯以前所未有的速度发展, 同时对光缆设备的要求越来越高, 用骨架式光缆很难满足大芯数、大长度和高速度的成缆要求, SZ 绞合成缆机应运而生. 该成缆机可同时将 12 根松套充油光纤单元在中心加强元件 (又称芯线) 周围, 按照一定的绞合节距, 以正向 n 圈再反向 n 圈进行绞合, 然后在绞合点上扎纱、充油并包上聚脂带或无纺布, 最终形成一个圆形光缆结构. SZ 绞合成缆机生产过程中要求控制的参数多, 被控对象既有过程参数, 也有电气参数, 还要对许多信号进行监测. 采用常规仪表和简单的控制方法已难以满足生产工艺的控制要求. 现场总线是九十年代初期兴起的一种先进的工业控制技术, 它是一种全数字、全分散式、全开放、可互操作和开放式互连网络的新一代控制系统. 为了保证 SZ 绞合成缆机生产系统稳定运行, 对控制系统的实时性和可靠性要求非常高, 综合比较世界上几种较为流行的现场总线, 选用了 PROFIBUS-DP 现场总线^[2,4], 同时采用模糊神经网络控制算法对光纤放线装置进行了控制, 建立起功能完备、技术先进的 SZ 绞合成缆机控制系统.

2 SZ 绞合成缆机的基本组成

SZ 绞合成缆机主要由以下单元组成^{[1]B}

(1) 芯线放线和芯线张紧装置

SZ 绞合成缆机采用顶尖式放线架, 顶尖的夹紧、松开、芯线盘的升降均采用液压系统控制. 放线张力采用磁粉制动器在运动中调节. 张紧装置采用双轮贮线式, 由两只 5 800mm 张紧轮及磁粉制动器组成.

(2) 光纤放线装置

采用主动放线装置, 动力来自交流伺服电动机的拖动. 由 12 个单元组成, 每个单元装一盘松套充油光纤, 放线轴是悬轮式结构.

(3) SZ 绞合头、扎纱、压缆装置

这是整条生产线的核心部分. SZ 绞合头由 8 个导向头和 1 个绞合形成头组成. 在绞合头后面设置扎纱、压缆装置. 扎纱装置含有放线、导向、张力控制等部件.

(4) 双盘纵包头

此包头由磁粉制动器、导向、放带各部分组成.

(5) 双轮牵引

SZ 绞合成缆机采用双轮式贮线牵引。牵引部分由主电机、牵引轮、分线轮组成,它是整条生产线的主动动力来源。

(6) 收线张力控制及收排线架

收线部分基本结构与芯线放线装置相同。排线部分采用丝杠螺母机构完成。收线张力控制由张力轮、齿轮副、导向部分组成。

SZ 绞合成缆机的生产工艺流程如图 1 框图所示。

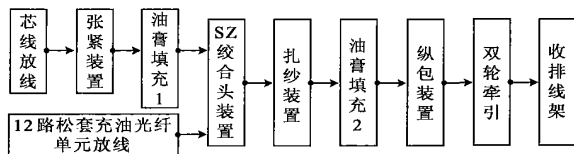


图 1 生产工艺流程框图

3 控制系统的组成

控制系统主要包括芯线放线和芯线张紧装置控制、12 路光纤放线装置控制、SZ 绞合头控制、扎纱装置控制、双盘纵包控制、双轮牵引装置控制、收排线架控制和系统运行监控等部分。控制系统按功能可划分为三个层次:现场设备层、设备控制层和管理层,其结构如图 2 所示。下面对这三个层次进行具体介绍。

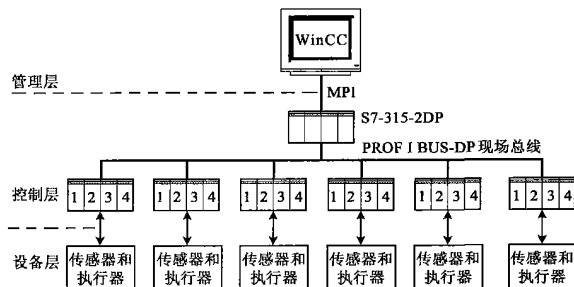


图 2 控制系统结构图

(1) 设备层: 由各种传感器和执行机构组成, 主要包括交流伺服控制器、交流伺服电动机、光电传感器、控制开关等现场设备。这些输入输出设备作为 S2224 的 I/O 点接入现场总线。

(2) 控制层: 由分布在各个工作现场的 S2200 PLC(图中模块 1 为 CPU224, 模块 2 为模拟量输入输出模块 EM231、模块 3 为通讯模块 EM277、模块 4 为数字量输入输出模块 EM223) 通过 EM277 模块和安装在主控台的 S2315 PLC 构成, 它们分别利用各自 DP 端口通过一根屏蔽双绞线相连。构成整个 PROFIBUS 现场总线网络。其中 S2315 PLC 作为主站, 决定总线的传输速率, 为每个子站分配网络地址; 多个 S2200 PLC 通过 EM277 模块作为子站, 负责现场的信息采集并向主站发送有关信号, 以及具体执行控制命令, 满足 SZ 绞合成缆机运行流程控制要求。

(3) 管理层: 作为控制系统的人机交互接口, 通过安装有西门子公司 WinCC 组态软件的工业控制计算机实现对 SZ 绞合成缆机系统的状态监控、参数设定和报警显示。

4 控制系统软件设计

生产过程计算机控制系统要求界面友好, 并能实现多种控制算法。本系统采用西门子公司 WinCC 组态软件, 开发周期短, 可以生成复杂的、友好的交互式图形界面, 内含 SIMATIC IC PLC 通讯口, 与 S7 系列 PLC 无缝连接。WinCC 具有开放的程序接口, 支持基于 Visual C++ 的用户程序开发, 用户程序除了在 WinCC 运行时通过 ODK 函数访问 WinCC 数据管理器外, 还可对通讯、画面、报警、归档等进行控制。但是 WinCC 的计算功能比较薄弱, 若用 C++ 语言实现复杂的控制算法, 工作量十分庞大, 周期长。Matlab 是以复数矩阵作为基本编程单元的一种程序设计语言, 它强大的工具箱提供了许多有用的功能, 如模糊控制算法、神经网络算法、图像处理算法等等。利用 Matlab 可以方便地设计出功能强大、稳定可靠的应用程序来完成用户所需的功能且效率很高。Matlab 和 C++ 语言的接口方法有几种, 最常用的一种是 VC 下通过 Matlab 引擎使用 Matlab 功能的方法。Matlab 引擎采用客户机/服务器计算方式。所谓客户机/服务器计算, 就是一种把应用处理负载分布到客户机和服务器上的计算模式。客户机与服务器既可存在于一台计算机, 也可以通过网络来共享信息。在实际应用中, VC 的 C 语言或 C++ 语言的程序作为前端客户机, 它先通过 ODK 函数从 WinCC 中接收数据, 然后向 Matlab 引擎传递命令和数据信息, 并从 Matlab 引擎接收经过模糊神经网络控制算法计算后得到的数据信息, 最后将数据传回到 WinCC 中去。Matlab 引擎的 C 语言调用函数和具体运用见文献[3]。

5 光纤放线装置的模糊神经网络控制

光纤放线装置的控制主要是张力控制, 本文提出一种结构等价的模糊神经网络控制器作为放线系统的控制器, 如图 3 所示。

不失一般性, 图中给出的网络结构中有 2 个输入变量 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 和一个输出变量 $u_r(t)$, 其中:

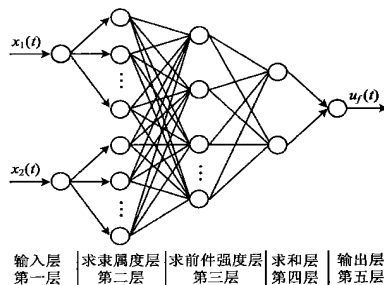


图 3 结构等价的模糊神经网络控制器

$$x_1(t) = e(t) = y(t) - y_d(t) \quad (1)$$

$$x_2(t) = \hat{e}(t) = e(t+1) - e(t) \quad (2)$$

式中, $y(t)$ 为系统的实际量测输出, $y_d(t)$ 为期望输出。

对于给定的输入 $x_1(t)$ 和 $x_2(t)$, 一个基本模糊控制器可按以下规则产生控制信号 $u_r(t)$:

规则 i: If $x_1(t)$ is A_i and $x_2(t)$ is B_i ,

Then $u_r(t)$ is C_i ($i = 1, 2, \dots, n$)

这里语言变量 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 和 $u_r(t)$ 的论域分别为:

$x_1 = [-E, E]$, $x_2 = [-\hat{E}, \hat{E}]$, $u = [-U, U]$; A_i 、 B_i 和 C_i

是相应论域上的模糊子集。

若在模糊推理计算过程中,选择单点模糊化、乘积推理逻辑和重心法模糊判决计算方法,则推理计算公式为:

$$y_i(t) = L_{A_i}(x_1(t)) \# L_{B_i}(x_2(t)) \quad (3)$$

$$u_r(t) = \left[\bigcup_{i=1}^n u_i^* \# y_i(t) \right] \setminus \bigcup_{i=1}^n y_i(t) \quad (4)$$

式中: $y_i(t)$ 是规则 i 被当前输入 $x_1(t)$ 和 $x_2(t)$ 激活的绝对强度; $L_2(\#)$ 是模糊子集 Z 的隶属函数, $Z \in \{A_i, B_i, C_i\}$; $u_i^* \in U$, L_{A_i} 在 u_i^* 处取最大值, 并设 $L_{Z_i}(u_i^*) = 1$. 这个网络总体上共有五大层:

第一层为输入层. 将输入信号传入下一层.

第二层为求取隶属度层. 该层可以是函数链网络或隐层型网络, 也可以是单个神经元, 或由数个神经元所构成的小网络. 本文采用一个三层 BP 网络.

第三层是实现模糊运算的功能, 即神经元输出 $y_i(t)$.

第四层计算 $\bigcup_{i=1}^n u_i^* \# y_i(t)$ 和 $\bigcup_{i=1}^n y_i(t)$ 的值.

第五层为输出层. 实现反模糊化功能, 输出 $u_r(t)$.

以 SZ 绞合成缆机中的放线装置为被控对象, 在 Matlab 软件工作平台上, 用模糊神经网络控制算法进行计算, 将计算后的数据通过 PLC 送给交流伺服控制器, 由交流伺服控制器控制交流伺服电动机来控制放线装置的运动, 使放线装置的张力控制满足生产工艺的要求. 图 4 所示为放带系统的模糊神经网络控制系统图.

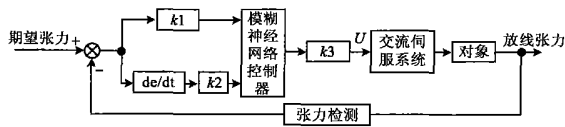


图 4 模糊神经网络控制系统图

本文选用的模糊神经网络控制器的结构为 2210210230252221, 实际上为四个神经网络, 分别完成模糊化(两个输入变量 e 、 ec)、规则推理和反模糊化的过程. 采用自适应学习速

率, 具体参数: disp. freq= 10; max. epoch= 14000; err. goal= 0.02; lr= 0.1; lr. inc= 1.05; lr. dec= 0.7; err. ratio= 1.04.

6 结束语

该系统充分利用 PROFIBUS-DP 现场总线的优良性能, 实现了对 SZ 绞合成缆机生产过程的连续参数控制、顺序控制和数据采集处理, 极大地简化了系统的结构, 各设备作为控制系统的一个组成部分, 与整个控制系统只通过一根电缆相连. 设备的增减对系统而言只需极少电缆连接的改动和控制程序的少量修改; 根据控制对象的特点, 采用了模糊神经网络的控制方法, 提高了 SZ 绞合成缆机的控制质量. 该系统已在江苏省淮阴市邮电光缆厂运行了一年多时间, 受到了用户的好评, 创造了良好的经济效益和社会效益.

参考文献:

- [1] 黄友锐, 魏庆农, 赵晓东等. PLC 在 SZ 绞合成缆机控制系统中的应用[J]. 测控技术, 2000(2): 39-41.
- [2] 李强, 李红, 梁莉等. 基于工业计算机网络的神经网络电弧炉炉控系统[J]. 电工技术学报, 2001(5): 86-90.
- [3] 陈磊. VC 下利用 MATLAB 引擎的程序设计[J]. 电脑编程与维护, 1999(2): 11-12.
- [4] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.

作者简介:



黄友锐 男, 1971 年 6 月 28 日出生于安徽省长丰县, 博士, 副教授, 主要研究方向为计算机控制和智能信息处理. Email: hyr628@163.com