

产品生产过程质量模型与闭环质量控制

孔金生¹,陈铁军¹,万百五²

(1.郑州大学 电气工程学院,河南 郑州 450002;2.西安交通大学 系统工程研究所,陕西 西安 710049)

摘要:基于对产品生产过程的质量模型的描述和分析,给出了产品生产过程的闭环质量控制结构,对产品生产过程质量控制及其实现过程进行了深入的探讨。

关键词:产品生产过程;质量模型;质量控制

中图分类号:F273.2

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2005)06-0116-02

0 前言

随着科学与技术的进步,电子技术、信息与通讯技术和自动化技术的广泛应用,制造业得到了飞速的发展,同时越来越激烈的市场竞争亦进一步推进了企业及其制造业的发展。自20世纪70年代美国的Joseph Harrington博士提出计算机集成制造系统(CIMS, Computer Integrated Manufacturing System)思想以来,CIMS逐步成为制造业现代化的热点,并得到了广泛的研究和应用^[1]。产品数据管理PDM(Product Data Management)是20世纪80年代兴起的一项新技术,是关于产品及产品数据信息和应用的集成和管理,它将企业所有与产品相关的信息和所有与产品有关的过程集成在一起,有效地实现了企业的信息集成、功能集成和过程集成管理,为企业有效管理产品数据和改进业务过程提供了良好的解决方案,也为CIMS工程实施奠定了良好的基础^[2-4]。产品质量是企业生存和发展的根本,对产品生产的全过程进行质量控制可以有效实现产品的质量控制^[5,6],这是十分重要的,只有这样才能提高企业信誉和产品竞争力,使企业立于不败之地。企业CIMS与PDM的实施为制造业企业实现产品生产过程质量控制提供了有利的条件,但现在的企业在质量控制方面一般重在质

量管理与质量信息维护,而没有真正实现对产品生产过程的闭环质量控制。

本文对产品生产过程质量模型与闭环质量控制问题进行了深入的研究。对产品生产过程质量模型描述、建模和应用进行了分析,给出了基于质量模型的产品生产过程闭环质量控制结构,对产品生产过程质量控制及其实现过程进行了深入的探讨,为企业实现产品生产过程闭环质量控制提供了一条有效途径。

1 产品生产过程的的质量模型

1.1 质量模型的一般描述

产品生产过程是一个由若干子过程构成的复杂过程系统,产品生产过程的的质量模型是指产品质量指标与产品生产过程操作变量之间的关系,产品生产过程质量模型的建立是实现产品生产过程质量控制的关键,通过建立质量模型、形成质量指标的在线软测量,最终实现产品生产过程的闭环质量控制。产品生产过程的质量模型可用数学表达式表示如下:

$$y=f(u_1, u_2, \dots, u_m, p_1, p_2, \dots, p_l, w_1, w_2, \dots, w_r)$$

式中, y 为生产过程质量模型的质量指标, f 表示产品生产过程质量模型的映射关系, u_1, u_2, \dots, u_m 为影响产品生产过程质量的操作变量, p_1, p_2, \dots, p_l 为性能指标要求, $w_1,$

w_2, \dots, w_r 为过程扰动。

1.2 基于神经网络的质量模型

针对产品生产过程非线性、复杂性等特征和BP神经网络可以任意逼近一非线性映射的特点,我们采用BP神经网络来建立其基于神经网络的质量模型,以实现产品生产过程质量的在线软测量。神经网络产品质量模型的输入输出能直接反映产品质量指标与系统过程操作变量之间的关系,结果可视性强,比较容易被解释。

建立基于神经网络的产品生产过程质量模型,首先需要确定关键输入变量,即企业产品生产过程的性能指标要求、影响产品生产过程质量的操作变量、扰动变量,确定输出变量,即产品生产过程的质量指标;然后确定BP神经网络的网络结构,即神经网络的隐含层数及各层节点数,一般采用3层结构,1个隐含层,隐含层节点数适当;最后利用实际输入、输出数据训练BP神经网络,获得基于BP神经网络的产品生产过程质量模型。该质量模型在产品生产过程中不断进行修正,以适应产品生产过程质量控制的要求。

1.3 质量模型的应用

(1)通过建立产品生产过程质量模型,可以获得产品生产过程质量指标与过程操作变量之间的关系,可用来分析生产过程中

收稿日期:2004-12-13

基金项目:河南省重大科技攻关计划项目(0422020901);河南省优秀中青年骨干教师资助项目

作者简介:孔金生(1963-),男,江苏南京人,博士后,郑州大学电气工程学院副教授,硕士生导师,主要研究领域为网络环境下复杂系统的优化与控制。

各个操作变量、因素对产品质量指标的影响,用以指导产品生产过程,改善和提高产品质量。

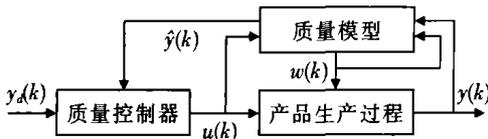
(2)通过建立产品生产过程质量模型,实现对产品生产过程质量的在线软测量,进而形成产品生产过程质量控制的闭环系统结构。通过智能化的产品质量控制算法,实现产品生产过程在线闭环质量控制。

2 产品生产过程的闭环质量控制

2.1 基于质量模型的闭环质量控制系统结构

产品生产过程是指企业产品生产制造过程,基于质量模型的产品生产过程质量控制是一个闭环质量控制过程。系统以企业PDM系统集成为依托,利用质量模型在线测量产品生产过程的质量指标,形成闭环反馈,并通过质量控制器的不断控制和修正,使产品生产过程的产品质量满足期望的要求。

产品生产过程闭环质量控制系统结构如附图所示,产品生产过程质量控制以企业PDM系统集成作为支撑,由产品生产过程、质量模型和质量控制器等组成。要实现产品生产过程质量控制,企业PDM系统集成是基础,建立产品生产过程的质量模型和质量控制器是关键和核心。



附图 基于质量模型的闭环质量控制系统结构

2.2 产品生产过程质量控制器

质量控制器是根据期望的产品质量指标 $y_d(k)$ 和产品生产过程实际质量指标 $\hat{y}(k)$, 通过适当的控制器算法,实现对产品生产过程

程的质量控制。一般产品生产过程具有多个质量指标和多个操作变量,对应的质量控制器是一个多输入多输出(MIMO)的质量控制器。假设产品生产过程有 n 个质量指标和 m 个操作变量,为了便于进行质量控制器的设计与实现,我们将多输入多输出质量控制器分解成 m 个多输入单输出(MISO)质量控制器来设计实现,使每个质量控制器的输出对应一个操作变量。

质量控制器的设计实现有多种方法,如常规的PID控制器和智能控制器等。为了较好地实现产品生产过程闭环质量控制,可以采用动态T-S模糊质量控制器。动态T-S模糊质量控制器是一个由若干条IF...THEN规则组成的规则控制器,质量控制器输出可以在对应产品生产过程质量指标的要求下,直接由IF...THEN规则计算获得。

3 产品生产过程闭环质量控制的实现

应用产品生产过程质量控制方法可以实现对产品生产过程的产品质量控制,其产品生产过程质量控制的实现过程如下:

(1)详细分析企业产品生产过程质量控制的性能要求,给出产品生产过程的质量指标,分析影响产品生产过程质量的因素、操作变量及其干扰变量。

(2)确定BP神经网络的网络结构,利用相关数据训练BP神经网络,获得基于BP神经网络的产品生产过程质量模型。这个模型是一个动态模型,它在产品生产过程中不断进行修正和变化,以适应产品生产过程质量控制的要求。

(3)进行产品生产过程质量控制器的设计,建立以产品生产过程的质量模型和质量控制器为核心的产品生产过程闭环质量控

制系统,根据系统的性能和产品质量要求,通过质量控制器实现产品生产过程质量控制。

4 结束语

产品生产质量是企业生存和发展的根本,对产品生产的全过程进行质量控制可以有效地实现产品的质量,这是十分重要的,只有这样才能提高企业的信誉和产品竞争力,使企业立于不败之地。本文对产品生产过程质量模型与闭环质量控制方法进行了深入的研究,对产品生产过程的质量模型进行了分析,给出了产品生产过程质量控制闭环系统结构,对产品生产过程质量控制及其实现过程进行了深入的探讨,为实现产品生产过程闭环质量控制提供了一条有效途径。

参考文献:

- [1]白庆华,何玉村.CIMS中的系统集成和信息集成[M].北京:电子工业出版社,1997.
- [2]彭继忠,李建明,党利平.基于PDM框架的应用集成研究与实践[J].计算机集成制造系统——CIMS,2000,6,(1):65-69.
- [3]隋秀漂,葛江华,刘敏.基于PDM的制造业信息集成技术研究[J].哈尔滨理工大学学报,2002,7(5):26-29.
- [4]孔金生,刘晓兰,陈铁军.基于PDM平台的智能化产品生产过程控制方法[J].矿山机械,2004,32(11):72-74.
- [5]王英清,唐晓青.产品设计质量控制方法研究及系统开发[J].制造业自动化,2003,25(9):15-18.
- [6]万百五.工业大系统优化与产品质量控制[M].北京:科学出版社,2003.

(责任编辑:胡俊健)

The Quality Model and Closed-Loop Quality Control for the Product Produce Process

Abstract:The quality model and closed-loop quality control problem for the product produce process are studied.The quality model for the manufacture product produce process are described and analyzed.The closed-loop system structure of quality control for the product produce process is presented.The quality control and realization process for the product produce process are discussed deeply.

Key words:product produce process; quality model; quality control