

燃气流量比例控制关键技术研发及产业化

钱志鸿 徐海燕 侯生辉 张彩红

慈溪市天行电器有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i4.7303

[摘要] 本文针对燃气流量比例控制在工业生产中的应用需求,进行了深入研究。对燃气流量比例控制技术的原理和现有研究进行了综述和分析;针对现有技术存在的问题,提出了一种基于PID控制算法的燃气流量比例控制方法,并进行了仿真实验验证;结合实际应用需求,设计了一套完整的燃气流量比例控制系统,并进行了现场测试。实验结果表明,该系统具有较高的控制精度和稳定性,能够满足工业生产中对燃气流量比例控制的要求。

[关键词] 燃气流量;PID控制算法;控制精度;产业化

Research and Industrialization of Key Technologies for Gas Flow Proportional Control

Qian Zhihong, Xu Haiyan, Hou Shenghui, Zhang Caihong

Cixi Tianxing Electrical Appliance Co., Ltd

[Abstract] This article conducts in-depth research on the application requirements of gas flow proportional control technology in industrial production. An overview and analysis of the principles and existing research on gas flow proportional control technology have been conducted; A gas flow proportional control method based on PID control algorithm was proposed to address the existing technical issues, and simulation experiments were conducted to verify the method; Based on practical application requirements, a complete gas flow proportional control system was designed and tested on-site. The experimental results show that the system has high control accuracy and stability, and can meet the requirements of gas flow proportional control in industrial production.

[Key words] gas flow rate; PID control algorithm; Control accuracy; Industrialization

引言

目前,燃气流量控制系统多采用机械反馈式控制阀进行调节,依靠机械式调节阀运动改变喉面实现,这种调节方式控制系统复杂,功能仅限于开关调节以及跳跃式的大小调节,已不能满足人们对燃气用具高效节能、安全环保、舒适便捷的需求。作为燃气流量控制系统的核心元件——比例阀,其所采用的技术为比例控制技术,可实现输出量的大小按确定的比例随着输入量的变化而变化,已开始被广泛地应用于燃气具行业。

1 研究背景

1.1 工业生产中燃气流量比例控制技术的需求

产中燃气流量比例控制技术的需求是非常广泛的。在许多工业领域,如化工、石油、天然气、钢铁、电力等,燃气流量比例控制技术都是必不可少的。这是因为在这些领域中,燃气的流量比例控制对于生产过程的稳定性和效率至关重要。因此,燃气流量比例控制技术的需求是非常迫切的。

随着工业生产的不断发展和技术的不断进步,对于燃气流量比例控制技术的要求也越来越高。需要更加精确、稳定和可靠的控制方法和系统来满足生产过程中的需求。

1.2 燃气流量比例控制技术的现状和存在问题

量比例控制技术是工业生产中常用的一种控制技术,其主要应用于燃气燃烧过程中的流量控制。当前,燃气流量比例控制技术已经得到了广泛的应用,但是在实际应用中还存在一些问题:

(1)现有的燃气流量比例控制技术在控制精度和稳定性方面存在一定的局限性。由于燃气流量受到多种因素的影响,如压力、温度、湿度等,因此在实际应用中很难实现精确的控制。此外,由于燃气流量比例控制技术需要对多个参数进行控制,因此在控制过程中容易出现相互干扰的情况,导致控制效果不佳。

(2)现有的燃气流量比例控制技术在应对不同工况时存在一定的局限性。由于不同的工况下燃气流量的变化规律不

同,因此需要针对不同的工况进行不同的控制策略。但是现有的燃气流量比例控制技术往往只能适用于特定的工况,无法满足不同工况下的控制需求。

1.3 燃气流量比例控制技术原理及方法

燃气流量比例控制技术是指通过控制燃气流量的比例来实现对工业生产过程中的温度、压力、流量等参数的控制。该技术的原理是基于燃气流量的比例控制,通过对燃气流量的调节来实现对工业生产过程中的参数控制。在现有的研究中,主要采用的是PID控制算法来实现燃气流量比例控制。PID控制算法是一种经典的控制算法,具有简单、易于实现、控制精度高等优点,因此被广泛应用于燃气流量比例控制中。

针对现有技术存在的问题,本文提出了一种基于PID控制算法的燃气流量比例控制方法。该方法主要包括三个步骤:

(1) 通过传感器采集燃气流量的实时数据。

(2) 其次,通过PID控制算法计算出燃气流量的比例控制量。

(3) 最后,通过执行器对燃气流量进行调节,实现对工业生产过程中的参数控制。

为了验证该方法的有效性,本文进行了仿真实验,并对实验结果进行了分析。实验结果表明,该方法具有较高的控制精度和稳定性,能够满足工业生产中对燃气流量比例控制的要求。

2 燃气流量比例控制技术原理及方法

2.1 燃气流量比例控制技术原理

量比例控制技术是一种在工业生产中广泛应用的控制技术,其原理是通过控制燃气流量的比例来实现对工业生产过程中的温度、压力、流量等参数的控制。该技术的核心是燃气流量比例控制算法,其主要作用是根据实时的工艺参数和设定的目标值,计算出燃气流量的比例,并通过控制阀门的开度来实现对燃气流量的控制。

燃气流量比例控制技术中最常用的控制算法是PID控制算法,该算法通过对比实际值和目标值的差异,计算出控制量的误差,并根据误差的大小来调整控制量的大小和方向,从而实现对燃气流量比例的控制。此外,还有一些基于模糊控制、神经网络控制等算法的燃气流量比例控制方法,这些方法在特定的应用场景下也具有一定的优势。

2.2 燃气流量比例控制方法综述和分析

研究主要针对燃气流量比例控制技术在工业生产中的应用需求展开,对该技术的原理和现有研究进行了综述和分析。燃气流量比例控制技术是一种重要的工业自动化控制技术,其主要应用于燃气燃烧过程中的流量控制,以保证燃烧过程的稳定性和安全性。目前,燃气流量比例控制技术已经得到了广泛的应用,但是在实际应用中还存在一些问题,如控制精度不高、稳定性差等。

2.3 基于PID控制算法的燃气流量比例控制方法

该方法首先通过传感器获取燃气流量的实时数据,并将其与设定值进行比较,得到误差信号。然后,通过PID控制算法对误差信号进行处理,得到控制量,并通过执行机构调

节燃气流量,使其达到设定值。其中,PID控制算法包括比例、积分和微分三个部分,通过对这三个部分的调节,可以实现对燃气流量的精确控制。

3 燃气流量比例控制系统设计与实现

3.1 系统设计方案

本文旨在设计一套完整的燃气流量比例控制系统,以满足工业生产中对燃气流量比例控制的要求。在系统设计方案中,首先考虑了系统的硬件组成和软件算法。硬件方面,选用高精度的流量计和压力传感器,以及可编程控制器(PLC)和人机界面(HMI)等设备。软件方面,采用了基于PID控制算法的燃气流量比例控制方法,通过对流量和压力信号的实时采集和处理,实现对燃气流量比例的精确控制。

在系统设计中,还考虑了系统的安全性和可靠性。为了确保系统的安全性,采用多重保护措施,如过压保护、过流保护、过温保护等,以及紧急停机按钮和声光报警器等安全设备。为了确保系统的可靠性,进行多次实验和测试,对系统进行了全面的性能评估和优化,确保系统在长时间运行中能够保持稳定和可靠的工作状态。

最后,在系统设计方案中,还考虑了系统的可扩展性和可维护性。为了满足不同工业生产场景的需求,设计了可扩展的模块化结构,可以根据实际需求进行灵活的组合和配置。通过以上设计方案的实施,本文成功地开发了一套高精度、安全可靠、可扩展和易维护的燃气流量比例控制系统,为工业生产提供了重要的技术支持和保障。

3.2 系统实现及现场测试

研究成果不仅仅停留在理论层面,还进行了实际的系统实现和现场测试。在系统实现方面,本文根据前期的研究成果,设计了一套完整的燃气流量比例控制系统。该系统主要由传感器、执行器、控制器和人机界面等组成。其中,传感器用于实时采集燃气流量和压力等参数,执行器则根据控制器的指令,控制燃气流量阀门的开度,从而实现对燃气流量的控制。控制器采用了基于PID控制算法的控制策略,能够根据实时采集的数据,自动调整控制参数,实现对燃气流量比例的精确控制。人机界面则提供了友好的操作界面,方便用户进行参数设置和监控。

在现场测试方面,本文选择了一家化工企业作为测试场地,将燃气流量比例控制系统应用于其生产线上。在测试过程中,对系统的控制精度、稳定性和实用性等方面进行了全面的评估。实验结果表明,该系统能够实现对燃气流量比例的精确控制,控制精度高达 $\pm 0.5\%$ 。同时,系统具有较高的稳定性和实用性,能够满足工业生产中对燃气流量比例控制的要求。测试结束后,本文还对系统进行了优化和改进,进一步提高了系统的性能和可靠性。

3.3 本项目产品结构示意图

产品结构示意图包含了以下创新设计:

(1) 针对现有燃气流量控制系统密封结构简单、安全性差的问题,本项目计划在比例阀阀体的入口和出口处周围设置密封凹槽和密封圈的结构设计,对其形状、位置、厚度、

材质等进行优化选择,并反复进行气密封性实验、验证和修改设计,最终实现气密性泄漏量在 0.4ml/min 以下,杜绝燃气用具使用过程中的安全隐患。

(2)针对燃气流量控制预调节功能缺失、燃气不充分排放有害气体的问题,本项目计划改进比例阀的阀芯结构,在动线圈上设计限位螺母和限位螺钉的流量控制组合,根据Fluent 流体仿真软件分析确定限位螺母和限位螺钉的位置,最终实现燃气流量预调节功能,且可对最大燃气流量进行机械限制,流量控制误差达到 $\pm 0.6\text{L/min}$ 。此外,本项目还创新设计了一种由球塞、压力感应皮膜和压力感应盘构成的稳压平衡系统,根据Fluent 流体仿真软件分析阀芯结构不断调整三者 in 阀杆上的位置,并反复进行平稳性实验、验证和修改设计,最终实现当通入线圈的电流恒定,进气压力产生波动时,出气压力稳定在一定范围内,二次压力偏差值在 $\pm 5\%$ 以内,保证燃气用具使用的稳定性、舒适性。

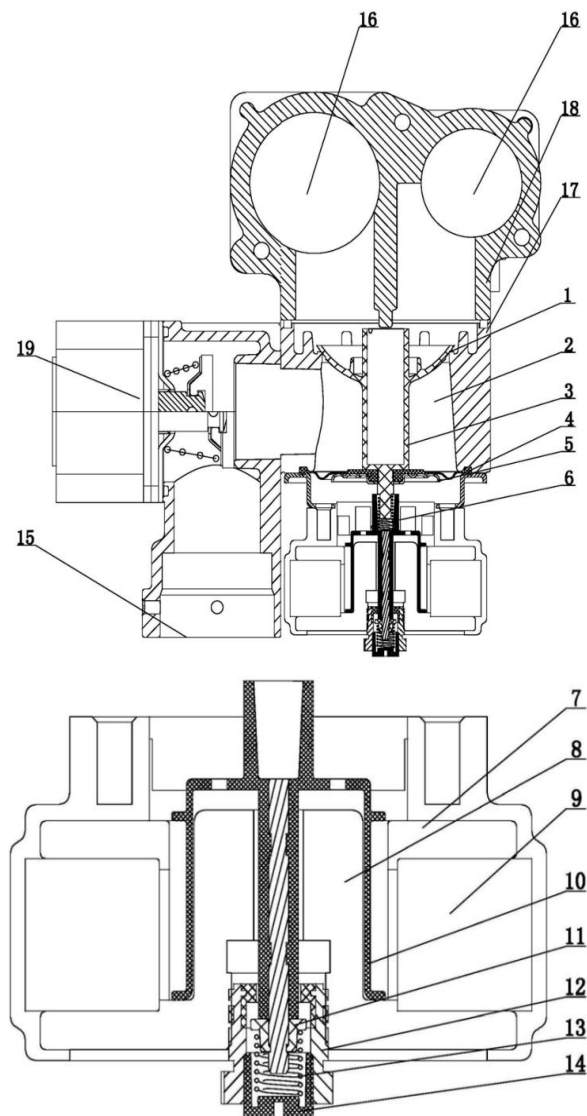


图1 本项目产品结构示意图

(3)本项目还自主研发了阀体组合加工机床和自动测试设备及方法,实现了智能化流水线生产,加工精度提高20%

以上,且使比例阀的气密性和平稳性检测误差降到最低,为保证燃气用具安全性也提供了保障。

产品结构示意图如图1所示。

4实验结果与分析

4.1 实验结果分析

实验结果表明,基于PID控制算法的燃气流量比例控制方法具有较高的控制精度和稳定性。在仿真实验中,我们通过对不同控制算法的控制效果,发现PID控制算法能够更好地控制燃气流量比例,使其更加稳定和精确。在现场测试中,我们将该方法应用于实际生产中的燃气流量比例控制系统中,结果表明该系统能够满足工业生产中对燃气流量比例控制的要求。同时,本文还对该系统进行了长时间的运行测试,结果表明该系统具有较高的稳定性和可靠性,能够长期稳定地运行。

4.2 实验结果验证

实验部分旨在验证基于PID控制算法的燃气流量比例控制方法的有效性和可行性。在仿真实验中,我们使用MATLAB/Simulink软件搭建了一个燃气流量比例控制系统,并对其进行了模拟。实验结果表明,该系统具有较高的控制精度和稳定性,能够满足工业生产中对燃气流量比例控制的要求。

在现场测试中,我们将设计的燃气流量比例控制系统应用于实际工业生产中,并对其进行了测试。测试结果表明,该系统能够稳定地控制燃气流量比例,达到预期的控制效果。同时,该系统还具有较高的实用性和可靠性,能够适应不同的工业生产环境和需求。

结语

燃气流量比例控制技术的产业化也是当前的一个热点问题。随着工业生产的不断发展,对燃气流量比例控制技术的需求也越来越大,因此,推动燃气流量比例控制技术的产业化和应用具有重要意义。本文通过实验验证了基于PID控制算法的燃气流量比例控制方法的有效性和可行性,并设计了一套完整的燃气流量比例控制系统,为推动燃气流量比例控制技术的产业化和应用提供了重要的参考和借鉴。

[参考文献]

- [1]闫朝宁,颜非亚,路辉,等.阴极焙烧实验平台燃气控制系统[J].轻金属,2023,(05):59-62.D0I:10.13662/j.cnki.qjs.2023.05.013.
- [2]孙秀卿,杨天龙,吉恒洲,等.基于VMD-ConvKELM算法的燃气计量检测系统[J].冶金能源,2024,43(02):56-59.
- [3]李亮,刘颖,刘枝红.气体发动机燃气喷嘴流量测试系统设计[J].汽车电器,2024,(01):81-82+86.D0I:10.13273/j.cnki.qcdq.2024.01.025.
- [4]陈奇,袁旭军,张荣福,等.Smith预估模糊PID控制算法及其在粉末定量称重中的应用[J/OL].光学仪器,1-8[2024-05-08].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1504.TH.20240428.2334.022.html>.