

# 智能阀门在工业自动化中的应用与发展趋势

靳鹏超 王姗姗 刘亚喆 高震 唐晚晴

河南航天液压气动技术有限公司 河南郑州 451191

**【摘要】**阀门是工业生产和民生领域中不可或缺的设备，广泛应用于能源、石化、化工、水处理等行业。随着科技的不断进步，阀门智能化与自动化技术的研究与发展成为当前工程领域的热点之一。智能化与自动化技术的应用不仅可以提高阀门的控制精度和灵活性，减少人力投入和操作风险，还可以实现设备的远程监控和数据分析，实现更高效的工业生产与运营管理。本文将重点探讨阀门智能化与自动化技术的研究与发展趋势，仅供参考。

**【关键词】**智能阀门；工业自动化；控制系统

## 引言

21世纪，全球面对着资源紧缺的问题，而减少排放与保护环境则是国际及国内长远发展的核心任务。随着网络技术的广泛应用，工业自动化为众多个体、公司乃至国家和地区带来了便利，网络技术通过连接人和物，并将信息转变为实际行动，网络提供了更有效率且富有价值的信息获取方式。作为一种融合了物联网理念的产品，智能控制阀主要应用于中央空调、供暖系统以及水处理设备的液体管理上，是一种具备感知能力、智能化执行机构以及调节阀功能的无压式装置。智能阀门能够即时捕捉到实时的温度、能耗等参数的变化，并在第一时间做出相应的调控措施，以确保管道内的流动量始终维持在一个稳定的水平。

## 1 阀门的智能化技术

### 1.1 传感器技术

在阀门的智能化过程中，传感器技术起着关键的作用。传感器能够采集阀门所处环境的各种信息，并将其转化为电信号。其中，温度传感器用于测量阀门所处的温度变化，使系统能够根据温度调整阀门的开闭程度，以确保系统的安全和稳定运行。压力传感器能够测量介质的压力，根据压力变化调整阀门的开度，以满足系统对流量和压力的要求。流量传感器则用于测量通过阀门的介质流量，帮助系统实时监控和控制介质的流量。这些传感器技术的应用使得阀门能够根据不同的环境和工艺条件实现智能化调节和控制。

### 1.2 控制系统技术

阀门的智能化离不开先进的控制系统技术。在目前的工业领域中，常见的控制系统包括PLC控制系统、DCS控制系统和SCADA系统。PLC（可编程逻辑控制器）控制系统是基于微处理器技术的一种自动化控制系统，常用于中小型工艺控制。它具有高度可靠性、可编程性和实时性的特点，

可根据不同的输入信号执行预定的控制逻辑，并通过输出信号控制阀门的开闭程度和运行状态。DCS（分散式控制系统）控制系统则是在大型工业过程控制中广泛采用的一种集中控制系统。它与PLC相比具有更高的容量和扩展性，能够实现多个控制站之间的信息共享和数据交互。DCS控制系统将各个阀门通过网络连接起来，使得系统能够更加智能地协调和调度各个阀门的运行状态。SCADA（监控与数据采集系统）系统是一种监控和数据采集系统，用于实时监测和控制远程设备和过程。SCADA系统通过传感器来采集阀门的状态和环境信息，并将其传输到中央控制中心，实现对阀门的远程监控和控制。这种技术的应用使得阀门能够实现远程操作和故障诊断，提高了工业设备的运行效率和可靠性。

## 2 智能阀门的特点

随着工业4.0进程的不断深入推进，工业制造的智能化程度和水平呈现向纵深发展的趋势。据有关机构预测，2022年我国智能制造装备市场规模将超2.6万亿元之巨，预计“十四五”末期市场规模将超过3万亿并接近4万亿元。这也意味着智能阀门的市场空间已然打开。

### 2.1 通讯数字化

电动阀门的执行机构是借助电力载波来达到与控制系统相连接的，执行机构通过读取上位机所发出的数字信号来进行相应的阀门操作，高效且简明，阀门的操作方式因此更加灵活。

### 2.2 控制计算机化

通过加入伺服放大器，精准捕捉信号，并且将计算机技术引入对阀门的控制管理，阀门的力矩操控得到加强。

### 2.3 日常维护智能化

阀门日常使用频繁，容易产生较高的故障率，耗时耗力，可以预见，智能阀门将全面囊括控制、故障诊断和处

理等各个环节,实现对日常人工工作的全面替代。

## 2.4 设计与制造一体化

目前的智能阀门的设计与制造并不是在一个厂家一体化进行,大多通过不同厂家各自完成其中一部分后进行组装。随着科技和智能化技术的发展,智能阀门的设计与制造将由厂家完成和实现,标准一致,效果将更高。

## 2.5 个性化和定制化

在工业4.0浪潮的推动下,未来的智能阀门研发将向深超低温、巴氏杀菌、大工作压力、零泄漏等要求标准高、工况复杂度高的定制化、个性化领域发展。

## 2.6 全智能化

工作经验化设计和制造将逐步被抛弃,逐渐发展成高度智能化的智能设计和制造,实现人工智能+智能阀门设计,最终形成整个智能阀门从设计到生产的全智能化,产品迭代能力将呈现加速度的发展特点。

## 3 智能控制在工业自动化过程控制中的应用要求

在工业自动化流程控制中,我们对智能控制设定了两个关键要求,以保证其稳定地应用于工业过程控制的自动化。而作为智能控制的核心部分,智能阀门有助于显著提高工业自动化的运行效率。

### 3.1 生产工艺安全的要求

在工业自动化流程管理上,智能阀门替代人力操作,从而提升了机器设备的使用频率和效果。这种智能化的机械装置使得工业制造得以完全自动化,能迅速且高效地识别出自动化流程管理的缺陷。传统的人工方式生产效率较低、误差大,但通过引入智能阀门,不仅增强了工艺安全性能,还能及时捕捉到生产环节出现的异常情况,精确解析问题的根源,进而快速解决问题。作为工业自动化流程监管的关键部分,当检测到工艺问题时,智能阀门会立刻发出警报,详细记录有问题的地方及具体细节,给维修团队提供了基本的信息,保障了工业自动化流程的管理稳定性。

### 3.2 提升生产效率的要求

在提高工业自动化的过程中,对生产效率的需求被提出,而智能阀门则有效地缓解了这一压力并优化了制造流程,减少了额外的负荷产生,从而保证了生产工艺的一致性。通过使用智能阀门,我们能显著提高制造业自动化的生产效能,实现零库存的目标,减少库存积累,科学利用工厂内的资源以降低生产费用支出。同时,它也使得生产工艺得以顺畅衔接,防止时间的流逝和工艺的中断,进一步提高了整体的生产效益。

### 3.3 落实可扩展性的要求

在工业自动化的过程中,智能阀门展现出其可拓展的能力,这使得工厂能够根据实际需求灵活地调整和管理整个流程。随着制造工艺的发展,智能阀门负责监控新设备的应用,并通过引入智能化调配及自动化技术的手段来实现对设备运作的有效管控,确保设备始终处于预设的性能指标内,从而优化工业设备的工作效率。

## 4 智能阀门在工业自动化中的应用

在现代工业生产过程中,智能阀门可以实现精确控制,提高生产效率,降低能耗。例如,在石油、天然气、化工等行业,智能阀门可根据生产过程的需求,自动调节流量、压力等参数,确保生产稳定运行。

### 4.1 获取信息

在工业自动化流程监控过程中,智能阀门能够收集数据,然而由于其对工业生产的实时信息的捕捉能力有限,因此,为解决这一问题,我们采用了智能阀门以执行信息收集任务。通过使用智能阀门,我们可以平衡工业进步的需求与信息科技的要求,并且它能自动提取并储存工业制造过程中的相关信息到数据库里,这样一来,就能迅速地从这些信息中获得所需的数据并在短时间内将其再次用于实际操作,从而达到满足工业信息化需求的目的。鉴于当前对于降低人力成本的要求,结合工业建设及运营的需求,应当推广智能阀门的使用,深入研究智能阀门在信息采集方面的功能,努力寻求适用于工业流程控制的信息。中国工业自动化进程监控有着巨大的提升空间,而智能阀门正是其中的关键一环,它的加入使得工业自动化进程监控不但能在效率上有所提升,还能更好地协助技术的管理工作,进一步推动了工业自动化产值的增长。

### 4.2 数字控制

MES系统能够从订单到产品的全流程中进行信息的传输,从而达到最佳的控制效果。MES能对产品进行快速响应,及时汇报,利用已有的精确数据对其进行管理和处理。MES能够通过改变快速响应状态来降低企业的无用行为,对车间的生产、经营流程进行有效管理,从而改进产品的流通,增加产品的投资回报率。同时,MES也是在企业内部和生产链条上进行双向的直接沟通,为生产流程中的关键工序信息。实时监测产品的生产状况和品质,并对产品的能源效率进行统计和分析。根据MES的特点,从信息集成、事务处理和制造智能三个阶段逐步实现MES,使企业的信息服务功能得到最大限度的发挥,从而增强企业的竞争优势和创造预期的效益。以车削组合加工设备模式为例,首先,普通车床对阀部件进行人工操作,通过拖动变速杆实现换挡,并对进给速度进行人工控制。这种方式重复的

精确度不高,不能精确地进行人工操作,适合于单件、小批量、高精度的简单零件的加工。CNC机床具有一般车床的加工特征,并添加了一个系统编程。程序设计完成后,可以对同一构造的阀门部件进行再加工。该方法可以改善加工的精确度,并可应用于大量的重复制造。其次,采用两个或多个CNC机床的结合,机器人可以按照指定的程序、轨迹和要求进行自动下料。机器人是由一个独立的Z轴组合而成,它的远端横梁是钢制的。该系统采用了重型轨道技术,并利用螺旋齿条传动、伺服马达和机械臂进行控制,其操作简便,可取代人工工件的搬运、装卸、加工。操作者可以在同一时间操作两个或更多的数控机床,使其工作连贯,是一种比较高效的方法,适合于重量轻、电子结构和加工工序易于结合的部件,例如阀杆、阀座、阀塞、底轴盖、上下阀杆等。

#### 4.3 智能阀门实际应用案例

在工业自动化的流程管理中,智能阀门技术被成功地运用于工业燃煤锅炉的控制过程中。由于工业燃煤锅炉在运作期间可能会出现延迟或频繁的负载变动等现象,这会直接影响到其工作效能。而燃煤系统的复杂性和多样化特性也使得操作变得更加困难。因此,为了解决这个问题,我们特意在工业燃煤锅炉的管理上加入了智能阀门的技术。通过将其融入到工业燃煤锅炉的燃烧体系之中,我们将专家控制器作为智能阀门的目标,并利用它来构建可以实际运转的数据库,该数据库包含着关于锅炉燃烧的相关信息。在此基础上,专家控制器根据数据库存储的信息,形成适合于锅炉燃烧的逻辑结构,从而有效地调节工业燃煤锅炉的工作状态。此外,智能阀门还为我们提供了推断和决定的方法,旨在找寻最为适宜的风、煤配比,并且给出理想的氧化率,以便让锅炉内的燃烧更为彻底,提升锅炉燃烧的效果,以此满足工业生产的需要。

#### 5 智能阀门的发展趋势

智能阀门具有良好的适应性,可根据工艺要求自动调节流量、压力等参数,并能根据工况变化进行智能控制,具有较高的可靠性和安全性。其结构简单、体积小、重量轻,便于维修保养。智能阀门的工作原理是利用传感器来检测阀门的状态和参数,再根据阀门状态和参数来控制执行器。其工作原理是阀门结构简单,成本低,可实现无人值守操作,能有效降低能耗。智能阀门在设计时,要结合现场工况和工艺要求,进行合理的设计。同时还要考虑到成本问题。因此在进行智能阀门设计时需要考虑到以下几个方面:一是智能阀门要有较强的可靠性和安全性;二是要具有较好的经济性;三是要与现场环境相适应;四是要

具有较高的可维修性;五是要有较高的适应性。智能阀门在设计时应注重其智能化功能和可编程功能,同时还要考虑到其成本问题。因此在进行智能阀门设计时要将智能功能和可编程功能结合起来,以实现智能阀门功能和低成本的目的。另外在设计智能阀门时还需要注重其自动化程度和智能化水平。

此外,数据分析与预测技术在阀门控制中的应用。随着大数据技术的快速发展,数据分析和预测技术在阀门控制中的应用也变得越来越重要。通过对大量数据进行分析和挖掘,可以发现隐藏在数据中的规律和趋势,从而为阀门控制提供更准确的决策支持。数据分析技术可以通过对阀门运行数据的实时监测和分析,帮助发现可能存在的问题和隐患,并及时采取相应的措施。例如,通过分析阀门工作时的频率、温度、压力等参数,可以预测阀门故障的发生概率,并提前进行维护和修理,以避免事故的发生。此外,通过对历史数据的回顾和总结,可以找到阀门控制中的优化方案和改进措施。数据预测技术可以根据历史数据的模式和趋势,预测未来的阀门工作状态和变化趋势,为系统的运行和控制提供参考和指导。未来,随着工业技术的不断发展,智能阀门将会应用到越来越多的领域中。目前,国内生产的智能阀门主要有电动阀、气动阀、液动阀等。虽然这些阀门都具有一定的智能化功能,但其智能化程度还不够高,还需要对其进行进一步的研究和开发。未来国内生产的智能阀门将会在智能化程度、功能上不断提升,以满足市场需求。

#### 6 结语

综上所述,阀门智能化与自动化技术在工业生产和管道输送领域具有广泛的应用前景。未来,随着人工智能、无线通信和数据分析技术的进一步发展,阀门智能化与自动化技术将迎来更加全面和深入的研究与应用,为工业领域带来更高效、安全和可持续发展贡献力量。

#### 参考文献:

- [1] 黄爱义,张雄杰,林森,等.电动阀门的智能化及其发展现状探究[J].阀门.2021,(6).
- [2] 杜梦婷.智能阀门电动执行机构控制系统研究[D].2019.
- [3] 刘嘉益.电动阀门的智能化现状及其发展趋势[J].中国石油和化工标准与质量.2018,(10).
- [4] 谢有祥.电动阀门的智能化及其发展现状[J].电子技术与软件工程.2014,(11).251.
- [5] 汤燕.单片机控制系统在阀门定位器中的应用[J].造纸装备及材料,2022,51(9):10-12.