

# Discussion on the Working Principle and Maintenance of Instrument Valve

Fanghua Ren Hong Zhang Lei Wang

Italian Fast Fluid Control (Shenzhen) Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

This paper systematically analyzes the working principle of the instrument valve, defines the main types and introduces the structure of the valve in detail, including the opening and closing mechanism of the valve and the fluid control mode. We also explored the possible common faults of instrument valves and the source of these problems, so we proposed a set of repair and maintenance strategies. For equipment maintenance, this paper emphasizes the importance of preventive maintenance, and provides a comprehensive set of routine inspection and maintenance procedures designed to minimize equipment failure and ensure its continuous and stable operation. Finally, we deeply discuss the current problems and the future research directions, in order to further improve the performance and service efficiency of the instrument valves.

## Keywords

instrument valve; working principle; repair method

## 浅谈仪表阀门工作原理及维护

任防华 张虹 王磊

意法斯特流体控制（深圳）有限公司，中国·广东深圳 518000

## 摘要

论文系统地解析了仪表阀门的工作原理，明确了其主要类型并详细介绍了阀门的结构，包括阀门的开闭机制和流体控制方式。我们也挖掘了仪表阀门可能出现的常见故障以及这些问题的源头，为此，我们提出了一套维修和保养策略。对于设备保养，论文强调预防性维护的重要性，并提供了一套全面的常规检查和保养程序，旨在最大限度地减少设备故障，确保其持续、稳定地运行。最后，我们针对当前的问题和未来的研究方向进行了深入探讨，以期进一步提升仪表阀门的性能和使用效率。

## 关键词

仪表阀门；工作原理；修复方法

## 1 引言

阀门在各种工业生产过程中扮演着至关重要的角色，特别是在石油、化工、电力等领域中，仪表阀门的应用极其广泛。作为流体控制系统中的关键组成部分，仪表阀门不仅可以对流体进行精确控制，还可以保证系统的安全稳定运行。然而，由于工作环境和工况的复杂多变，仪表阀门在使用过程中往往会出现各种故障，如阀门泄漏、卡死或磨损等，这不仅影响了其正常运行，也对生产造成了一定的影响。

因此，深入理解仪表阀门的工作原理，掌握其维护和修复方法，以及实施有效的预防性维护，对保证生产的正常进行、提高设备的使用寿命、降低维护成本具有重要的意义。本文将结合意法斯特流体控制（深圳）有限公司在流体控制输送领域的产品与服务经验，通过对仪表阀门工作原理的探

讨和常见故障的分析，提供一套系统的维护策略，同时强调预防性维护在阀门维护中的重要性，以期对相关领域的技术人员和研究者提供有价值的参考和启示。

## 2 仪表阀门的结构和主要类型

仪表阀门是用于调节和控制流体流动的设备，其核心构成部分通常包括阀体、阀座、阀瓣、阀杆和驱动装置等<sup>[1]</sup>。阀体作为阀门的主体，是承受压力的主要部分；阀座和阀瓣结合在一起，可以根据需要调整阀门的开启或关闭；阀杆是连接驱动装置和阀瓣的关键部件，通过驱动装置的操作来驱动阀瓣的运动；驱动装置可以是手轮、气动执行器、电动执行器等，其功能是控制阀门的开启和关闭。

根据结构、工作原理和应用领域的不同，常见的仪表阀门类型如下：

**截止阀：**主要用于切断或开启介质的流动，通常在需要停止或启动管道流动时使用。

**节流阀：**主要用于调节流体的流量，可以精确控制流

【作者简介】任防华（1981-），男，中国江苏东海人，本科，从事阀门仪表自动化研究。

体的流速和流量。

**止回阀：**止回阀主要用于防止流体反流，只允许流体向一个方向流动。

**安全阀：**当系统压力超过设定值时，安全阀会自动打开以释放压力，防止系统压力过高而引发事故。

**球阀：**球阀以球形阀芯为开关，可以实现管道中流体的全线、切断和流量调节。

**蝶阀：**以阀瓣为开关，旋转 90° 可以实现管道内流体的开启和关闭。

**针阀：**主要用于精确调节小流量和低速流体。

以上的仪表阀门类型各有特点<sup>[2]</sup>，应用场景也各不相同。理解各种仪表阀门的工作原理和主要特性，能够帮助我们更好地选择和使用合适的仪表阀门，满足不同的工作需求。

### 3 仪表阀门的工作原理

#### 3.1 阀门的开闭机制

阀门的开闭机制主要是通过驱动装置（如手轮、气动执行器、电动执行器等）操作阀杆，进而驱动阀瓣在阀座上做启闭运动。例如，对于手动阀门，通过转动手轮，手轮通过螺纹连接驱动阀杆上下运动，使阀瓣离开或接触阀座，从而实现阀门的开启和关闭<sup>[3]</sup>。

对于自动阀门（如电动阀门或气动阀门），驱动装置通常会接收到来自控制系统的信号，然后转化为机械运动，通过阀杆驱动阀瓣实现阀门的开启和关闭。

值得注意的是，不同类型的阀门其开闭机制有所不同。例如，球阀和蝶阀是通过阀瓣的旋转来实现开闭；截止阀和节流阀则是通过阀瓣的上下移动来实现阀门的开闭。

#### 3.2 流体控制方式

阀门的流体控制方式主要是通过改变阀门的开启程度来改变流体通道的截面积，进而控制流体的流速和流量<sup>[4]</sup>。

对于全通径的阀门（如球阀、蝶阀等），当阀门完全开启时，流体可以无阻碍地通过阀门，此时的流量控制效果最佳。而当阀门关闭时，阀瓣与阀座密封，流体无法通过，从而实现流体的切断。

对于节流阀，其主要通过调节阀瓣与阀座之间的间隙大小来控制流量。间隙越小，流体通过的流量就越小，从而达到节流效果。

止回阀的流体控制方式则是依赖于流体的流动方向。在正常流动方向下，阀瓣在流体压力的作用下打开，允许流体通过；而当流体尝试反向流动时，阀瓣在流体压力和自重或弹簧力的作用下关闭，防止流体反流。

安全阀的流体控制方式则与系统的压力有关。当系统压力低于设定值时，阀瓣与阀座密封，阀门关闭，防止流体流出。而当系统压力超过设定值时，阀瓣会在压力作用下离开阀座，阀门打开，从而释放压力，保护系统的安全。

各种阀门的流体控制方式虽然各不相同，但其核心目标都是为了实现对流体的精确控制，保证系统的安全稳定运行。在实际应用中，我们需要根据具体的工况和需求，选择适合的阀门类型和控制方式，以实现对流体的有效控制。

## 4 仪表阀门的常见故障及修复方法

### 4.1 常见故障

#### 4.1.1 泄漏

泄漏是阀门最常见的故障之一，它可能发生在阀门的任何连接部分，如阀瓣与阀座之间、阀杆与阀体之间、阀体与接口之间等。泄漏不仅会造成流体的浪费，还可能导致环境污染，甚至引发安全事故。

泄漏的原因有多种。首先，阀门的密封面可能会因为磨损、腐蚀、杂质嵌入、热胀冷缩等原因而失效，从而导致阀瓣与阀座之间的泄漏。其次，阀杆的密封可能会因为密封材料老化、密封结构设计不良、阀杆弯曲、装配质量差等原因而失效，从而导致阀杆与阀体之间的泄漏。最后，阀体与接口的连接可能会因为螺纹磨损、螺纹配合不良、螺纹松动等原因而不密封，从而导致阀体与接口之间的泄漏。

#### 4.1.2 阀门卡死

阀门卡死是指阀门无法正常开启或关闭。卡死可能会导致阀门无法正常工作，影响流体的控制，甚至导致设备的停机。

阀门卡死的原因通常与阀门的设计、制造和使用条件有关。例如，阀门的设计和制造质量不良，如阀门的结构设计不合理、阀瓣与阀座的配合不良、阀杆的偏心等，都可能导致阀门卡死。此外，使用条件的不良也可能导致阀门卡死，如阀门的工作压力超出设计压力、阀门的工作温度超出设计温度、阀门的工作介质含有大量杂质等。

#### 4.1.3 阀门磨损

阀门磨损主要是指阀瓣和阀座的磨损。磨损可能会导致阀门的密封性能下降，引起泄漏，甚至使阀门无法正常工作。

阀门磨损的原因有多种，包括物理磨损、化学腐蚀以及磨蚀等。首先，物理磨损主要是由于阀瓣和阀座之间的相对运动造成的。在阀门开启和关闭的过程中，阀瓣和阀座之间会产生摩擦，从而导致磨损。其次，化学腐蚀是由于阀门的工作介质对阀瓣和阀座材料产生化学反应，从而导致阀瓣和阀座的腐蚀和磨损。最后，磨蚀是由于工作介质中的硬质颗粒对阀瓣和阀座的冲击和磨刮，从而导致阀瓣和阀座的磨损。

### 4.2 修复方法

当仪表阀门出现故障时，第一步是准确地诊断问题的性质和原因，然后根据故障的严重性选择恰当的修复方法或替换策略。以下将分别讨论对于不同故障的修复方法和替换策略。

对于阀门的泄漏，通常可以通过调整阀门的紧固件或者更换密封件来修复。如果泄漏源自阀门的阀瓣或阀座，可以考虑进行研磨或热处理来修复。然而，如果泄漏过于严重，或者阀门的主体部分受到了损伤，那么可能需要考虑更换阀门。

当阀门卡死或操作不顺畅时，首先应检查阀门的操作机构是否正常，是否有卡滞或过于紧密的地方。可以通过调整或润滑阀门的操作部件来改善其操作性能。如果阀门的阀杆或阀瓣受损，可能需要对其进行修复或更换。

对于阀门的磨损，如果磨损程度轻，可以通过研磨、焊补或硬化处理等方法来修复阀门的磨损部位。然而，如果磨损过于严重，可能需要更换阀门的磨损部件，或者在必要时更换整个阀门。

在选择修复方法或替换策略时,除了要考虑故障的性质和严重性,还要考虑其他因素,如阀门的类型、工作条件、工作介质的性质,以及修复或更换的成本。对于一些高价值的阀门,修复可能是更经济的选择。然而,对于一些低成本的阀门,或者当阀门的主体部分受到严重损伤时,更换可能是更合适的选择<sup>[5]</sup>。

## 5 仪表阀门的维护策略

为了保证阀门的正常运行,延长其使用寿命,降低因故障带来的维护成本,采用恰当的维护和修复策略至关重要。我们将针对阀门的常规检查与维护、定期清洗、润滑策略、密封件更换和阀门修复五个方面深入探讨。

### 5.1 常规检查与维护

阀门的常规检查与维护是维护策略中的第一步,其目的是定期评估和跟踪阀门的性能。这包括外观的检查,如阀门是否有任何明显的物理损伤,腐蚀或泄漏,所有这些都可能会影响阀门的性能。另外,还要检查阀门的操作性能,确认开关操作是否顺畅,是否存在异常噪音。最后,应检查阀门在关闭状态下的密封性能,查看是否有流体泄漏。任何不正常的情况都可能是潜在问题的标志,都应立即解决<sup>[6]</sup>。

### 5.2 定期清洗

阀门的定期清洗是必不可少的维护活动,尤其是在存在杂质或腐蚀性流体的环境中。阀门内部的阀瓣、阀座、阀杆和密封面等部位,都需要定期清洗以保持其良好的工作状态。可以使用空气、蒸汽、化学清洗剂或者超声波清洗设备,具体使用何种方式应根据阀门的材质、工作介质等因素决定。

### 5.3 润滑策略

阀门的润滑策略直接关系到阀门的寿命和可靠性。阀杆、螺纹、密封面等部位需要定期润滑,以减少磨损和阻力,确保阀门操作顺畅。润滑的频率、润滑剂的类型应根据阀门的工作环境、工作条件和工作介质进行选择。例如,在高温环境中,应使用高温抗氧化润滑脂,以确保润滑效果。

### 5.4 密封件更换

阀门的密封性能至关重要,而密封件是阀门实现密封的关键部件。随着阀门的使用,密封件可能会出现老化、磨损等问题,影响阀门的密封性能。因此,定期更换密封件,是保持阀门密封性能的重要步骤。在更换密封件时,应选择与阀门工作条件和工作介质相匹配的密封件。例如,如果阀门用于高温或腐蚀性环境,应选择耐高温或耐腐蚀的密封件。

### 5.5 阀门修复

即使我们对阀门进行了良好的维护,阀门也可能因各种原因出现故障。一旦阀门出现故障,就需要及时进行修复。阀门的修复策略应根据故障的类型和程度进行确定。对于轻微的故障,如小范围的泄漏或操作不顺畅,可以通过简单的

调整或润滑来解决。对于严重的故障,如阀门部件的破裂或大范围的泄漏,可能需要进行更复杂的修理,甚至更换阀门。在修复阀门时,应严格按照阀门制造商的指导和标准来操作,以确保阀门的性能和安全性。

## 6 预防性维护的重要性

### 6.1 提高设备可靠性

阀门是流体控制系统中的重要组成部分,其运行可靠性直接影响到整个系统的稳定运行。通过预防性维护,我们可以定期检查阀门的工作状况,提前发现并处理潜在的问题,从而避免阀门的突然故障,确保阀门的持续可靠运行。

### 6.2 降低维护成本

预防性维护可以有效地降低阀门的维护成本。一方面,通过定期的维护,可以延长阀门的使用寿命,减少更换阀门的频率和成本。另一方面,通过提前发现并处理问题,可以避免阀门的严重故障和紧急修理,从而节省修理成本和停机时间。

### 6.3 确保安全运行

阀门的故障可能会导致流体的泄漏或无法控制,从而引发安全事故。通过预防性维护,我们可以有效地降低这种风险。在维护过程中,我们可以检查阀门的密封性能、操作情况以及阀门的安装和连接状况,从而确保阀门的安全运行。

## 7 结语

论文深入探讨了仪表阀门的结构、工作原理、常见故障及其原因,并强调了定期维护和预防性维护的重要性。我们明白,理解并掌握这些核心内容,不仅能提高阀门的运行效率,也有助于提升整个流体控制系统的稳定性和安全性。我们必须密切关注阀门的状态,实施定期和预防性的维护,这样才能最大限度地减少阀门故障,提前预防问题,从而保证流体控制系统的高效、稳定和安全运行。

## 参考文献

- [1] 靳卫华.多功能水力控制阀试验系统的研究[D].长沙:长沙理工大学,2008.
- [2] 王进飞.空分装置氧气管道设计中的材料与阀门选型[J].当代化工研究,2022,119(18):123-125.
- [3] 江帆,岳鹏飞,黎斯杰,等.阀门内油水环状流的流动结构研究[C]//中国力学学会流体力学专业委员会.第九届全国流体力学学术会议论文摘要集.[出版者不详],2016:1.
- [4] 谢丽文.高压换流阀水冷测试装置研究[D].广州:华南理工大学,2016.
- [5] 陈东昇.关于化工仪表自动化设备的预防性维修研究[J].广东化工,2022,49(15):198-200.
- [6] 安争邦,王伟.仪表阀门在煤化工的应用及维护[J].化工管理,2022,638(23):127-129.