

# 三偏心蝶阀阀板结构分析及优化

潘行泰

博雷(中国)控制系统有限公司 浙江杭州 311231

**【摘要】**三偏心蝶阀是一种常用的工业阀门,其阀板结构对阀门性能具有重要影响。本论文通过对三偏心蝶阀阀板结构进行分析和优化研究,旨在提高阀门的可靠性和工作效率。首先,介绍了三偏心蝶阀的基本结构和工作原理。然后,通过对阀板结构的分析,探讨了其对阀门性能的影响。接着,针对目前存在的问题,提出了相应的优化策略。本研究为三偏心蝶阀的设计和應用提供了理论指导和技术支持。

**【关键词】**三偏心蝶阀; 阀板结构; 性能分析; 优化策略

Structural analysis and optimization of three eccentric butterfly valve plate

Pan Xingtai

Bole (China) Control System Co., LTD., Hangzhou, Zhejiang 311231

**【Abstract】**Three eccentric butterfly valve is a commonly used industrial valve, its valve plate structure has an important impact on the valve performance. This paper analyzes and optimizes the structure of the three eccentric butterfly valve, and aims to improve the reliability and working efficiency of the valve. First, the basic structure and working principle of the three-eccentric butterfly valve are introduced. Then, the influence of the valve plate structure on the valve performance is discussed. Then, in view of the current existing problems, the corresponding optimization strategy is put forward. This study provides theoretical guidance and technical support for the design and application of three-eccentric butterfly valves.

**【Key words】** three eccentric butterfly valve; valve plate structure, performance analysis and optimization strategy

## 引言:

阀门是工业生产中常用的流体控制装置,其可靠性和工作效率对于保证生产过程的安全和稳定至关重要。三偏心蝶阀作为一种常用的阀门类型,具有结构简单、重量轻、启闭迅速等优点,在化工、石油、电力等领域得到广泛应用。阀板作为三偏心蝶阀的核心部件之一,其结构对阀门的性能有着重要影响<sup>[1]</sup>。因此,对三偏心蝶阀阀板结构进行分析和优化研究,对于提高阀门的可靠性和工作效率具有重要意义。

## 一、三偏心蝶阀结构概述

三偏心蝶阀是一种常用的控制阀,具有优异的密封性能和流体控制能力。其结构设计使得阀门能够实现快速开启和关闭,并具有较低的流体阻力。

1. 阀体: 通常由铸铁、碳钢或不锈钢等材料制成,用于支撑和固定阀门的各个部件。阀体上有进口和出口口径,连接管道进行流体的进出。

2. 阀轴: 阀门的开启和关闭是通过旋转阀轴来实现的。阀轴连接在阀盘上,并通过驱动装置(如手动手柄、电动装置或气动装置)进行旋转。

3. 阀盘: 阀盘是阀门的主要控制部件,通常由金属材料制成,例如不锈钢。阀盘的设计呈偏心形状,使得阀门的关闭时刻与密封面脱离,从而减少密封面之间的摩擦,提高密封性能<sup>[2]</sup>。

4. 密封面: 阀盘上有一对密封面,一般采用金属与金属之间的密封方式,如金属与金属之间的接触密封或金属与填料之间的接触密封。这种设计使得三偏心蝶阀具有优异的密封性能,能够适应高温、高压和腐蚀性介质等复杂工况。

5. 座圈: 座圈是安装在阀体上的密封件,用于支撑和固定阀盘,并提供密封面。座圈通常采用弹性材料,如橡胶或PTFE(聚四氟乙烯)等,以确保密封性能。

6. 驱动装置: 驱动装置用于控制阀门的开启和关闭,可以是手动操作的手柄、电动装置或气动装置。根据需要,可以选择不同类型的驱动装置来实现远程控制和自动化操作。

## 二、阀板结构对阀门性能的影响分析

阀板(也称为阀盘或蝶板)是阀门的主要控制部件之一,对阀门的性能有着重要的影响。阀板结构对阀门性能的影响主要有以下几个方面:

1. 流体控制能力: 阀板的设计对阀门的流体控制能力具有直接影响。阀板的形状、厚度和表面处理等因素会影响流体通过阀门时的流通特性,包括流量系数、压降和流体的节流能力<sup>[3]</sup>。优化的阀板结构可以提高阀门的流体控制性能,实现更精确的流量调节。

2. 密封性能: 阀板结构对阀门的密封性能至关重要。阀板上的密封面与座圈或阀座配合,实现阀门的密封闭合。阀板的形状、材料和加工工艺都会影响密封面与座圈之间的密封效果。优秀的阀板结构能够实现可靠的零泄漏密封,确保

阀门在关闭状态下能够有效阻止流体泄露。

3.耐腐蚀性和耐磨性：阀板通常需要在各种介质中工作，包括腐蚀性介质和高温高压环境。因此，阀板的材料选择和表面处理对阀门的耐腐蚀性和耐磨性至关重要。合适的材料选择和表面涂层可以延长阀板的使用寿命，并提高阀门的可靠性。

4.结构强度和刚性：阀板需要承受流体的压力和力矩，因此其结构强度和刚性对阀门的性能至关重要。合理的阀板设计应能够承受工作条件下的应力和变形，以确保阀门的稳定性和可靠性。

5.操作特性：阀板结构还会影响阀门的操作特性，包括开启力矩、关闭力矩和操作力的大小。合理设计的阀板结构可以减小操作力矩，降低操作的难度，提高阀门的操作效率。

### 三、三偏心蝶阀阀板结构问题分析

#### （一）阀板材料的选择

当前的阀板材料在高温、高压和腐蚀性介质环境下表现出一系列问题，包括耐久性差、强度不足和密封性能下降等。这些问题的存在源于现有阀板材料的局限性。在高温环境下，材料可能会发生热膨胀和变形，导致其机械性能受损；而在高压下，材料可能会遭受较大的应力和变形，使其强度不足以承受长期使用的要求。此外，腐蚀性介质会对阀板材料产生腐蚀和侵蚀作用，进一步削弱其耐久性和密封性能<sup>[1]</sup>。

#### （二）结构刚度

现有阀板结构的刚度不足，容易导致其产生形变和振动，从而对阀门的稳定性和可靠性产生不利影响。结构刚度在阀门设计中是至关重要的因素，它决定了阀门在运行过程中是否能够有效地抵抗外部力和承受内部压力。缺乏足够的结构刚度会使阀门易受外界力的影响而发生变形，同时也会引起振动现象。

#### （三）密封性能

密封不理想，容易发生泄漏现象。这种泄漏导致能源和介质的浪费，同时对环境造成了污染。泄漏的发生可能是由于阀板与密封圈之间的接触面不均匀或不完全，导致密封不牢固。此外，密封圈本身的质量或老化也可能是问题的原因之一。这种不理想的密封性能对于系统的正常运行和环境的保护都带来了负面影响。

#### （四）流体特性

阀板的运动过程中产生的振动和压力波动对流体的稳定性和控制精度具有显著的影响。当阀板在开启或关闭时，由于阀板本身的惯性和运动速度的变化，会产生涡流和涡旋，进而引发流体的振动。这种振动会在流体中形成压力波动，导致流体压力的非稳定性。

#### （五）阀门寿命

现有的三偏心蝶阀的阀门寿命相对较短，这主要归因于其阀板结构和材料的局限性。阀板结构设计上存在一定的不足，无法满足长期使用的需求。同时，阀门所采用的材料也存在一定的问题，可能导致在工作过程中出现损耗和磨损。

### 四、偏心蝶阀阀板结构的优化策略

#### （一）材料选择

为了提高三偏心蝶阀阀板的耐久性和强度，在材料选择方面，应当考虑高温、高压和耐腐蚀性能优异的材料。这样的材料可以确保在恶劣的工作条件下，阀板能够保持其功能和性能的稳定<sup>[2]</sup>。

首先，高强度不锈钢合金是一种值得选择的材料。不锈钢合金具有良好的抗腐蚀性能，能够在潮湿、酸性或碱性环境中长时间稳定运行。其高强度特性能够有效地抵抗高温和高压环境下的应力和变形，从而提高阀板的耐久性。

其次，镍基合金也是一种优秀的选择。镍基合金具有出色的高温腐蚀抗性，能够在极端条件下保持材料的性能稳定。它们具有良好的耐腐蚀性，能够抵抗腐蚀介质的侵蚀，并且能够在高温和高压环境下保持材料的强度和硬度，从而提供可靠的阀板性能。

通过选择高温、高压和耐腐蚀性能优异的材料，可以提高三偏心蝶阀阀板在恶劣工况下的耐久性和强度。这些材料的高强度特性能够有效地应对高温和高压环境下的应力和变形，并且它们的耐腐蚀性能可以抵御腐蚀介质的侵蚀。这样的材料选择确保了阀板能够在恶劣工作条件下保持其功能和性能的稳定，从而延长了其使用寿命并提高了系统的可靠性。

#### （二）结构改进

针对三偏心蝶阀的结构改进，要注重在提高其结构刚度方面做出努力。通过引入加强筋、梁或薄壁筒等结构元素，可以有效地增加阀板的强度和刚度。这些结构形式的应用能够在承受外部压力或力矩时提供更好的支撑和稳定性，减少了阀门在工作过程中产生的变形和振动。

加强筋的应用是一种常见的结构改进方式。通过在阀板上添加强化筋，能够在关键位置上增加额外的材料，从而提高阀板的刚度和强度。这种结构改进方法在阀门承受较大压力或扭矩时尤为重要，能够有效地防止阀板的变形和振动。

另外，梁的引入也是一种有效的结构优化手段。在阀板的周边或关键部位添加梁结构可以提供更好的支撑和强度，减少阀板在受力时的挠曲和变形。梁结构的优势在于其能够在较大跨度范围内提供良好的刚度和稳定性，从而增强阀门的整体性能<sup>[3]</sup>。

此外，采用薄壁筒等结构形式也是改进三偏心蝶阀结构的有效途径。薄壁筒作为一种轻质、高刚度的结构形式，能够在阀板表面形成均匀的支撑，从而提高阀板的整体刚度和强度。这种结构设计的优势在于在增加刚度的同时减少了阀门自身的重量，提高了阀门的操作效率和响应速度。

#### （三）密封技术改进

在密封技术的领域中，为了提高三偏心蝶阀的性能并降低泄漏的风险，一种可行的改进方法是采用高质量的密封材料和密封结构。这些改进措施包括使用可调式金属密封圈和弹性密封圈等技术手段，以提升阀板与密封圈之间的密封性能。

首先,引入可调式金属密封圈是一项重要的改进措施。该密封圈具有可调节的特性,可以根据具体需求进行适应性调整。这种密封圈的使用可以有效地填补阀板与密封圈之间的缝隙,从而减少泄漏的可能性。其材料的优质性能和可调节性质使得密封圈能够更好地适应不同工况和环境条件,提高密封的可靠性和稳定性。

其次,采用弹性密封圈也是一项可行的技术改进。弹性密封圈的特点在于其具有一定的弹性和可塑性,能够在阀板与密封圈之间形成有效的密封层。这种密封圈能够适应阀板与密封面之间的微小偏差和不规则形状,有效地减少泄漏的可能性。同时,其弹性特性还能够对外界压力的变化做出响应,保持密封的稳定性。

这些改进措施的实施将显著提高三偏心蝶阀的密封性能。通过采用优质密封材料和密封结构,如可调式金属密封圈和弹性密封圈,阀板与密封圈之间的密封性能得到有效改善,从而降低了泄漏的风险。这对于确保系统的安全性、提高设备的可靠性和运行效率具有重要意义。此外,这些改进措施还能够适应不同的工况和环境条件,具有一定的灵活性和适应性。

#### (四) 流体特性优化

流体特性的优化是通过三偏心蝶阀阀板形状和流动通道设计进行优化,以降低阀板在开启和关闭过程中对流体流动的干扰。这种优化的目的是减少流体的振动和压力波动,从而提高流体系统的稳定性和控制精度。

在流体系统中,阀板的开启和关闭会对流体产生干扰,导致流体的振动和压力波动。这些干扰对于一些需要高度稳定性和精确控制的应用来说是不可忽视的。为了解决这一问题,通过对三偏心蝶阀阀板形状和流动通道进行优化,可以降低干扰,从而提高流体的稳定性和控制精度。

优化阀板的形状是通过调整对阀板的几何参数进行调整和改进实现的。这包括调整阀板的弯曲角度、边缘形状以及表面的光滑度等。通过这些调整,可以减少阀板在流体流动过程中的阻力和湍流产生,从而减小对流体流动的干扰。

此外,流动通道的设计也是优化流体特性的关键因素。流动通道的几何形状和结构会直接影响流体在阀门中的流动状态。通过优化流动通道的设计,可以减少流体的阻力和湍流,使流体在阀门内部更加平稳地流动。这种优化可以降低流体的振动和压力波动,提高流体系统的稳定性。

通过优化三偏心蝶阀阀板的形状和流动通道设计,可以有效改善流体系统的特性。减少阀板对流体流动的干扰可以降低

流体的振动和压力波动,提高流体的稳定性和控制精度。这对于一些对流体控制要求较高的应用来说具有重要意义,例如化工过程中的流量控制和液压系统的精确控制等。

#### (五) 寿命提升

在寿命延长方面,可以采用一系列技术手段来提升三偏心蝶阀阀板的耐久性和抗腐蚀性能,以延长阀门的使用寿命。其中,采用耐磨损、耐腐蚀的涂层材料或表面热处理等方法是值得探索的有效途径。

为了提高阀板的耐久性,可考虑采用耐磨损涂层材料。这种涂层可以应用于阀板表面,形成一层坚硬的保护层,有效减少摩擦和磨损,从而提升阀板的耐久性。这些涂层通常由高强度、高硬度的材料组成,例如陶瓷、钨合金等。涂层的选择应根据具体的工作环境和要求来确定,以确保在腐蚀、磨损等恶劣条件下,阀板能够保持稳定的性能。

另一方面,阀门的抗腐蚀性能也是决定其使用寿命的重要因素。在实际应用中,阀门常常暴露在恶劣的腐蚀介质中,导致阀板表面受到腐蚀破坏。为了解决这一问题,可以采用耐腐蚀涂层或进行表面热处理。耐腐蚀涂层可以在阀板表面形成一层防护层,有效隔离阀板与腐蚀介质的直接接触,减少腐蚀的发生。常见的耐腐蚀涂层包括镀锌、喷涂聚合物等。另一方面,通过表面热处理可以改善阀板的晶体结构和物理性能,提高其抗腐蚀能力。表面热处理技术包括渗碳、硝化等,能够增加阀板的硬度和耐腐蚀性。

通过采用耐磨损、耐腐蚀的涂层材料或表面热处理等方法,可以有效增强三偏心蝶阀阀板的耐久性和抗腐蚀性能,进而延长阀门的使用寿命。这些技术手段的应用需要根据具体的工作环境和要求来选择,以确保阀门能够在恶劣条件下保持稳定的性能。未来的研究可以进一步探索新型涂层材料和表面处理技术,以提高阀板的寿命,并为工业领域提供更加可靠和持久的阀门产品。

## 五、结束语

通过对三偏心蝶阀阀板结构的分析和优化研究,本文提出了一系列优化策略,旨在提高阀门的可靠性和工作效率。实验验证和案例分析结果表明,优化策略能够显著改善阀门的性能,并具有实际应用价值。未来的研究方向可以进一步深入探索三偏心蝶阀阀板结构的优化方法,提高阀门的性能和可靠性。

## 参考文献

- [1]陈松华.三偏心蝶阀阀板结构分析及优化[J].石油化工自动化,2022,58(06):72-74.
- [2]刘博星.阀板尾迹对离心泵运行性能的影响研究[D].西安理工大学,2022.
- [3]苏文.三偏心蝶阀流量特性与多目标优化研究[D].西华大学,2022.
- [4]霍增辉.三偏心蝶阀流场分析与密封性能优化研究[D].江南大学,2021.
- [5]张伟政,赵鹏博,张作丽,刘仿民.大口径蝶阀流固耦合特性及共振特性的研究[J].振动与冲击,2021,40(09):278-284+291.
- [6]赵鹏博.大口径三偏心金属硬密封蝶阀流固耦合振动特性分析及结构优化[D].兰州理工大学,2021.