

三偏心蝶阀的结构设计及优化要点

黄婉茹 杨光

(博雷(中国)控制系统有限公司)

摘要: 分析了三偏心结构设计以及优化要点; 介绍了阀门材料选择, 分析了偏心距对阀门性能的影响, 从结构强度和流场的角度对其优化可行性进行分析。从操作便捷性以及成本的角度进行优化可行性分析。

关键词: 三偏心蝶阀; 优化分析; 结构设计; 密封性能

1 结构设计要点

1.1 材料选择

阀门作为流体控制系统中不可或缺的关键组件, 其材料选择直接关系到阀门的使用寿命和性能。在材料选择过程中, 需充分考虑到介质性质、工作温度、工作压力等诸多因素。尤其对于阀体和阀板等关键零部件, 材料的选择尤为重要。不锈钢和合金钢因其高强度和优异的耐腐蚀性能, 关键零部件的首选材料。

不锈钢材料因其良好的耐腐蚀性、强度和韧性, 广泛应用于各种阀门中。尤其在具有腐蚀性的介质或严酷工况中, 不锈钢材料展现独特的优势。此外, 合金钢材料因其可以根据需求进行合金元素的调整, 从而具备更高的强度和耐腐蚀性, 也是阀门制造中常用的材料之一。

1.2 偏心距设计

三偏心蝶阀的三个偏心是指: 阀板的回转中心相对于阀板中心在轴向存在的偏心距 H ; 阀板的回转中心相对于阀板中心在径向存在偏心距 E 以及密封面轴线于阀体通道轴线的夹角 γ , 即角偏心。三偏心蝶阀的结构如图 1.1 图所示。

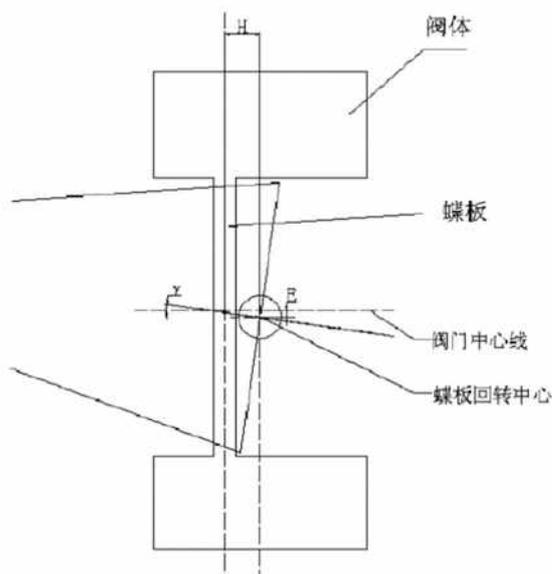


图 1.1 三偏心蝶阀示意图

三偏心蝶阀的偏心距设计是其结构设计的核心。轴向偏心距 H

保证了三偏心蝶阀密封面的完整性, 径向偏心距 E 保证阀门在启闭小角度时, 密封圈能快速脱离阀座, 减轻对密封面的刮擦, 降低阀门扭矩, 减少密封件的磨损, 提高阀门寿命。角偏心 γ 使得密封副间的密封为面密封, 保证了密封面上的正压力分布均匀, 同时也能避免阀座与阀板等的干涉现象。合理的偏心距设计能够确保阀门在开启和关闭过程中, 既能使密封圈与阀座之间的密封性能更可靠, 又能够降低阀门密封所需要的扭矩, 从而降低阀门制造成本。因此, 偏心距的设计至关重要。

在偏心距的设计时, 需要综合考虑介质的工作压力、温度以及流体的性质等因素的影响。通过合理的计算与分析, 确定最佳的偏心距参数, 以确保阀门在各类工况下都具有良好的密封性能。

1.3 阀杆设计的要点

首先, 阀杆的直径设计应满足在三偏心蝶阀打开和关闭时的密封扭矩作用下, 产生的剪切应力低于材料的许用应力, 从而达到阀杆强度要求, 同时考虑介质的腐蚀作用, 适当增加安全系数。当三偏心阀杆直径增大, 阀板回转中心到蝶板中心的轴向偏心距 E 增大, 从而增大扭矩, 不利于阀门密封。

其次, 阀杆的长度设计需要确保阀板在开启和关闭过程中的平稳运动。阀板和阀杆是通过轴承和隔套支撑在阀体上, 阀杆长度越长, 阀杆刚性越差, 受到的弯矩越大, 阀板的偏移越大, 对密封圈与阀座间的密封效果影响越大。另外阀杆过长, 阀杆的扭转角度越大, 需要的密封扭矩越大。

此外, 阀杆的表面处理也是三偏心蝶阀设计需考量的重要因素。阀杆与轴承接触面的粗糙度、阀杆与填料接触面的粗糙度不但影响三偏心蝶阀的密封扭矩, 而且有可能造成阀门在开关过程中出现卡涩, 严重出现咬死现象。因此采用合适的表面处理技术, 如, 抛光、喷涂、镀层等, 可以提高阀杆的表面粗糙度、耐腐蚀性和耐磨性, 从而延长阀门的使用寿命。

2 优化分析

2.1 流场优化

首先, 通过 Flunt 等专业的流体动力学分析软件, 模拟得到阀门内部流场运动轨迹包括流体的速度分布、压力分布以及流线走向等关键参数。这些参数直接反映了流体在阀门中的运动特征, 给流体在阀门中的运动状态的研究提供了支持。

在掌握了流体的运动特征后,进一步地,进行流固耦合分析,从而对阀门的结构进行优化调整,增大流量以及减少流体阻力等不利因素。例如,阀板的形状和位置是影响流体阻力的重要因素。通过调整阀板的轮廓和角度,我们可以有效减小流体的阻力,使流体在阀门中更加顺畅地流动。这种优化不仅能提高阀门的流量系数,还能降低能耗,减少流体对阀内件的冲刷,延长阀门的使用寿命。

2.2 密封性能优化

密封件的材料和结构是影响三偏心蝶阀密封性能的关键因素。密封件作为阀门的关键零部件,其材料的选择至关重要。密封件的材料应具备较高的弹性、耐磨性和耐腐蚀性,同时,根据三偏心阀门的密封特征,阀座与密封圈之间应具备一定的硬度差。例如,阀座密封表面进行氮化或镀铬等工艺,增加阀座密封面的硬度,密封圈采用双相钢,或者双相钢+柔性石墨等。

优化密封副结构也是提高密封性能和减小密封扭矩的重要手段。三偏心蝶阀是通过阀杆转动使密封圈挤入阀座内,密封圈产生挤压微量变形,与阀座密封面贴合,达到密封效果。调整密封圈与阀座的设计参数,优化密封圈与阀座的外形轮廓,使密封圈与阀座间密封面贴合更加紧密。另外,由于不同材料间的变形能力不同,表面摩擦系数不同。因而,不同材质的密封圈和阀座,应采用不同的设计参数。

2.3 强度优化

阀门,作为压力容器元件,承受介质压力。当内件强度不足,影响介质的密封,轻则对下游介质造成污染,重则与下游介质反应产生危险。当承压件强度不足,一旦壳体破裂和内部介质外漏,会造成不可估量的人员与财产损失。因此,确保阀门的强度是阀门设计和制造过程中的重中之重。

阀门强度优化最主要的是对阀体和阀板等关键部件的强度优化。阀体作为阀门的主体结构,同时承受着流体压力和温度的相互作用。通过采用增加加强筋,有效提升阀体的抗压能力,防止在高压下发生形变或破裂。同时,优化壁厚分布也是提升阀体强度的重要手段。合理的壁厚设计既能保证阀体的强度,又能减轻整体重量,节约阀门的生产成本。

阀板作为阀门密封的关键零件,其结构强度同样不容忽视。阀板的设计直接关系到阀门能否在介质压力作用下保持良好的密封效果,同时使得阀门流体阻力小,流量系数大。因此,在阀板的设计中,需要充分考虑材料的选择、结构的设计以及加工工艺等因素,以确保阀板在不同工况下仍能保持稳定的性能。

在结构优化过程中,采用数值模拟的有限元分析能大大提高结构优化的效率。有限元分析作为一种成熟的数值计算方法,可以对阀门的整体结构进行详细的应力分布和变形分析,从而准确评估阀门在各种工况下的强度。通过有限元分析,可以在阀门设计阶段预见可能存在的强度问题,并针对性地局部进行优化设计,确保阀门在实际运行中能够承受住各种挑战。

2.4 操作便捷性优化

首先,优化阀门的操作机构设计。操作机构是阀门与用户之间的直接交互界面,其设计应充分考虑人体工程学原理,确保用户在进行操作过程中能够轻松、准确地控制阀门。例如,可以采用省力杠杆、电动或气动执行器等辅助装置,减少用户操作时的力量要求,降低操作难度。

其次,提高阀门的自动化程度。在现代化工业生产中,自动化已成为一种趋势。通过引入自动化控制系统,如 PLC、DCS 等,可以实现对阀门的远程控制和监控,从而极大地提高操作便捷性。同时,自动化控制系统还可以实现对阀门的精确控制,提高系统的稳定性和可靠性。

此外,为了提升阀门的操作便捷性,还应关注阀门的现场安装和售后维护等问题。阀门的设计应充分考虑安装空间、连接方式等因素,确保阀门安装方便快捷。同时,阀门的维护也应简便易行,如采用模块化设计、易于拆卸的结构等,以便于用户在维护过程中能够快速定位和解决问题。

2.5 成本效益优化

材料的选择是降低生产成本的有效途径。在满足阀门性能要求的前提下,选择成本较低的材料。同时,通过采用关键尺寸零件选用优质材料及其工艺与非关键零件较低成本的材料搭配使用,既在一定程度上提高阀门的整体性能,又实现性能和成本的双重优化。

其次,提高生产效率,降低制造成本也是节约成本的途径之一。通过改进生产工艺、优化生产流程、引入先进的生产设备等,可以提高阀门的生产效率,降低制造成本。同时,生产效率的提高也有助于缩短产品的交货周期,更快地满足客户的需求,增强企业在业内的信用度。

此外,优化供应链的管理也是降低成本的手段之一。通过与供应商建立长期稳定的合作关系、实现原材料采购的批量和标准化等方式,可以有效降低原材料的采购成本与周期。同时,优化库存管理、减少库存积压也可以降低库存维护成本。

结语:

三偏心蝶阀作为一种具有优良密封性能的阀门类型,在工业生产中得到了广泛应用。通过对三偏心蝶阀的结构设计及优化要点的分析,可以发现,材料的选择、偏心距参数的设计和阀体等关键零件的设计是提高阀门性能的关键。同时,通过流场优化、密封性能优化和强度优化等方法,可以进一步提高三偏心蝶阀的性能和稳定性。在未来的研究中,可以继续探索新的优化方法和技术手段,以推动三偏心蝶阀技术的不断发展和进步。

参考文献:

[1]石路也,曹国峰,谢龙宝,等.南宁万达茂主题乐园钢结构优化设计要点浅析[J].建筑结构,2017(Suppl2):185-187.

[2]江力.三偏心蝶阀的结构设计及优化要点[J].科技与创新,2019(24).