

低温控制下阀门的设计与制造探讨

金建云 侯润海 张保亮 孙玺彪
吴忠仪表有限责任公司 宁夏 吴忠 751100

摘要: 低温控制下的阀门设计与制造是一个具有挑战性的工作, 需要考虑到低温环境对阀门性能的影响。在有关低温阀门的设计和安装过程中, 不同的国家有各自不同的规划标准。在实际操作过程中, 低温阀门会受到外界环境和输送介质的影响, 不同行业的低温阀门设计标准也有所不同。相关人员应综合考虑各种因素, 进而提出更加科学合理的设计和安装方法, 从而最大限度地提高介质运输的安全性, 降低成本的投入。

关键词: 低温控制; 阀门; 设计; 制造

1 低温阀门的基本情况

低温阀门是一种专门用于低温工况的阀门。在石油、天然气、化工等行业中, 低温阀门扮演着关键的角色。低温阀门的主要功能是控制和调节管道中的介质流量, 同时防止介质倒流和防止堵塞。首先, 阀门底部设计通常采用长颈设计, 这种设计可以防止低温介质在阀底部的冷凝和结冰。其次, 低温阀门通常具有防气蚀设计, 这种设计可以减少流体通过阀门时产生的气蚀现象, 提高阀门的寿命。最后, 低温阀门通常具有保温层设计, 这种设计可以防止外界的热量传入阀门, 同时也可以防止阀门的热量散失, 从而保持介质的温度。低温阀门的应用范围非常广泛。在石油工业中, 低温阀门被用于控制和调节油气的输送; 在天然气工业中, 低温阀门被用于控制和调节天然气的输送; 在化工工业中, 低温阀门被用于控制和调节化学物质的反应和处理^[1]。总之, 低温阀门是一种具有特殊性能和结构的阀门, 它的设计和制造需要充分考虑低温环境的影响。在未来, 随着科技的不断进步, 低温阀门的性能和可靠性将得到进一步提高。

2 低温控制阀门的设计理念

低温控制阀门的设计理念主要关注以下几个方面: 第一, 为了确保阀门在低温环境下的稳定性和可靠性, 设计时应选择具有优良低温韧性的材料。同时, 结构设计中也应考虑到方便操作和维护, 易于更换部件, 以减少维修成本和停机时间。第二, 密封性能是低温控制阀门的关键指标之一。设计中应选择适合低温工况的密封材料和密封结构, 以实现可靠的密封性能。为了防止阀门内部出现冷凝和结冰, 应考虑加热和保温措施。第三, 电气控制也是低温控制阀门设计的重要方面。为了实现阀门开度的精确控制, 应选择合适的传感器、调节器和电路保护组件。同时, 为了确保整个系统的稳定

性和安全性, 应进行相应的电磁兼容性设计和防爆设计。第四, 应用实例分析也是低温控制阀门设计的重要环节。通过对具体应用场景的分析, 可以优化阀门设计, 提高阀门在特定工况下的性能和可靠性^[2]。

3 低温控制下阀门的结构设计

3.1 阀盖结构设计

在低温控制下, 阀门的结构设计尤为重要, 特别是阀盖结构设计。(1) 低温密封: 阀盖是阀门的关键部件之一, 用于与阀体形成密封。在低温环境下, 由于介质的低温和温度变化, 材质容易产生收缩或变形, 导致密封性能下降。在低温阀门的阀盖设计中, 通常采用双密封面结构或金属密封, 以确保阀门在低温环境下具有良好的密封性能。(2) 防结冰设计: 在低温环境下, 阀门易受结冰问题的影响, 导致阀门的开闭不灵活。为了解决这个问题, 阀盖结构可以采用加热装置, 通过加热阀盖来防止结冰。阀盖上可设置抗冻凹槽, 通过抗冻凹槽的设计, 减少结冰的可能性, 保证阀门的正常运行。

(3) 阀盖冷却: 在低温工况下, 介质流动会对阀盖产生较大的热传递, 从而引起阀盖温度过高, 导致阀盖材质的热膨胀和形状变化。为了降低阀盖的温度, 阀盖结构可以设计为中空结构或炉衬结构, 并通过外部冷却装置对阀盖进行冷却, 使其保持在安全的工作温度范围内^[3]。

(4) 防震动设计: 低温阀门在开关过程中, 其阀盖容易受到介质冲击而发生震动。为了防止阀盖震动, 阀盖结构可以采用抗震棱角设计、加强加工工艺、增加阀盖强度等措施, 以保证低温控制阀门在开关过程中的稳定性。

3.2 滴水板结构设计

低温控制下阀门的结构设计需要关注多个方面, 以确保阀门在低温环境下能够正常工作。其中, 滴水板结构的设计是阀门结构设计的重要组成部分。在阀门结构设计中, 材料选择是基础。应选择具有优良低温韧性的

材料,如不锈钢、铝合金等,以确保阀门在低温环境下能够保持足够的强度和韧性。为了方便制造、安装和维护,阀门结构应设计为模块化的结构,各部件应便于组装和维修。阀门的外形应美观且线性好,以提升设备整体美观度。在滴水板结构设计中,首先需要选择优质的钢材,经过防腐处理以延长其使用寿命。其次,滴水板应与阀门主体结构紧密结合,同时满足防水和耐压要求。为了实现这一目标,可以在滴水板内侧涂抹防水材料,如聚氨酯防水涂料,以防止水分渗透^[4]。滴水板的形状和尺寸需要与阀门造型和整体设计相符,做到美观且实用。为了确保滴水板的耐压性能,可以在滴水板上设计加强筋,以提高其强度和稳定性。

此外,对于低温控制下阀门的滴水板设计,还需要考虑到以下几点:在低温环境下,阀门外侧的滴水板容易结露。为了防止这种情况发生,可以在滴水板表面加工出适当的粗糙度,以增加其防结露性能。滴水板应具备良好的排水性能,以便迅速排除积水。可以在滴水板上设计一定的坡度,使水能够顺畅地流淌。由于滴水板长期暴露在外部环境中,容易受到腐蚀。因此,在选择材料时,应选用具有良好防腐性能的材料,如不锈钢等。

3.3 防静电及防火结构设计

低温控制下阀门的防静电及防火结构设计是确保阀门在低温环境下安全稳定运行的关键因素。对于防静电结构设计,首先要选择具有防静电功能的材料来制造阀门。常见的防静电材料有金属、导电塑料等,它们具有良好的导电性能,可以及时将产生的静电荷传导出去,避免静电积聚。阀门内部流体的通道设计也是防静电结构设计的重要组成部分。为了减少摩擦和静电荷的产生,可以在流道内设计一些导电部件,如导电环或导电片等,使流体在流动过程中能够与这些部件接触,从而消除静电荷。在连接处应采取有效的静电防护措施。例如,在阀门与管道或其他设备的连接处,应设置专门的静电接地装置,以确保产生的静电荷能够及时导入大地^[5]。

在防火结构设计方面,首先要考虑阀门材料本身的耐火等级。阀门应采用不易燃烧、耐高温的材质制造,以便在火灾发生时能够保持一段时间的完整性和稳定性。阀门间隙的防火处理也是防火结构设计的重点。阀门在使用过程中会存在一定的间隙,这些间隙可能会导致火灾蔓延。因此,应该采取有效的措施来封堵这些间隙,如使用防火填料、设置防火罩等。对于低温控制设计,主要考虑的是如何保持阀门在低温环境下的稳定性和可靠性。这可以通过选择具有低温韧性的材料来制造阀门实现。例如,铝合金、不锈钢等金属材料具有良好

的低温性能,可以确保阀门在低温环境下不会变脆或失去强度。还可以在阀门上设置温度传感器,实时监测阀门的工作温度,以便及时发现异常情况并采取相应的处理措施。这些设计方法和理念对于其他类型的工业设备和装置也同样具有借鉴意义,对于保障工业生产的安全性和稳定性具有重要作用。

3.4 密封结构

低温控制下阀门的结构设计需要特别关注密封性能的优化。首先,需要了解低温控制对阀门设计的要求。在低温控制下,阀门不仅要能够在低温环境下稳定工作,还需要具备优良的密封性能。阀门的设计还需要考虑强度和韧性,以确保其能够承受一定程度的物理冲击^[1]。针对这些要求,可以对以下几种类型的阀门进行密封结构的设计:(1)调节阀的设计:根据实际需求和工艺流程特点,选择适合的阀门类型,如球阀、蝶阀、旋塞阀等。不同阀门类型的适用范围和特点不同,需结合实际需求进行选择。弹簧在调节阀中起到调节介质流量的作用,因此需要根据工艺流程的需求确定弹簧的力和行程。在保证调节精度的前提下,弹簧力不宜过大,以免对阀门部件造成损坏。密封圈是保证阀门密封性能的关键部件,需要根据工艺流程的参数选择合适的密封材料。在实际应用中,聚四氟乙烯(PTFE)是一种常用的低温密封材料,具有优良的耐低温性能和抗腐蚀性能。在设计调节阀时,需要考虑流体的流动特性,包括流体的压力、温度和流速等因素。这些因素会对阀门的性能产生影响,因此需要对阀门结构进行优化设计。(2)闸阀:闸阀的密封结构通常采用橡胶密封环或金属密封环。在低温环境下,可以采用具有优良低温性能的橡胶材料或金属材料制成密封环。同时,为了提高密封性能,可以在闸阀的阀座和阀瓣之间设置一个软密封层,从而在低温环境下仍能保持良好的密封性能。(3)截止阀:截止阀的密封结构通常采用填料函或波纹管密封。在低温环境下,可以采用具有优良低温性能的填料或波纹管材料。同时,为了提高密封性能,可以在截止阀的阀座和阀瓣之间设置一个软密封层,以增强密封性能。(4)球阀:球阀的密封结构通常采用球体与阀座之间的密封。在低温环境下,可以采用具有优良低温性能的球体和阀座材料。同时,为了提高密封性能,可以在球阀的阀座和球体之间设置一个软密封层,从而在低温环境下仍能保持良好的密封性能。除了考虑低温控制的要求之外,还需要考虑其他因素对阀门设计的影响^[2]。随着科技的不断进步,未来阀门设计的发展趋势将更加注重智能化、自动化和节能环保等方面的创新与提升。同时,随着工

业流程的不断升级和改进，对阀门性能和品质的要求也将不断提高。因此，我们需要不断探索新的技术和方法，以推动阀门设计的不断进步和发展。

3.5 阀杆结构

在低温控制下，阀门的阀杆结构设计是非常重要的。阀杆是阀门的关键部件之一，用于控制阀门的开闭动作。由于低温环境的复杂性和严苛性，阀杆的设计需要考虑以下几个方面：（1）材料选择：在低温环境下，阀杆容易受到冷却引起的脆性和收缩等问题的影响。因此，阀杆通常采用高强度材料，例如不锈钢或合金钢，以确保在低温下具有良好的强度和耐蚀性。此外，还可以采用低温处理或特殊的热处理工艺，以提高阀杆的机械性能和耐低温性能。（2）密封设计：阀杆与阀盖之间的连接处容易产生泄漏问题，尤其在低温环境下。因此，阀杆设计中需要考虑采用密封装置，例如填料密封或密封垫圈，以确保阀杆与阀盖之间的良好密封，防止介质泄漏和阀门的漏气现象。（3）抗冷冻设计：低温环境下，阀杆容易结冰，导致阀门的开闭动作不灵活。为了解决这个问题，可以在阀杆上加装防冻套或采用防冻润滑剂，以降低阀杆结冰的可能性，确保阀门正常工作。（4）防震动设计：在低温条件下，阀门的开闭过程中，介质流动容易引起阀杆震动。为了防止阀杆震动，可以采用增加阀杆的刚度、加强加工工艺或采用阻尼装置等措施，以保证阀杆在开闭过程中的稳定性和可靠性。

4 低温控制下阀门的制造

在低温控制下制造阀门，需要经过一系列严格的过程来实现。第一，选取适合制造阀门的材料是关键。在低温环境下，材料的选择尤为关键，因为它直接影响到阀门的性能和成本。常用的低温阀门材料包括不锈钢、铝合金、铜合金等。这些材料不仅具有优良的耐低温性能，还具有良好的加工性和抗腐蚀性。第二，设计阀门结构是制造过程中的重要环节。需要考虑到阀门的类型、直径、材料和厚度等因素。在低温控制下，还需要特别关注结构的密封性和紧凑性，以确保阀门在低温环

境下的稳定性和可靠性^[3]。第三，加工制造过程。这包括机械加工、热处理、表面处理等关键步骤。在机械加工过程中，要保证阀门的精度和表面质量；热处理可以改善材料的力学性能，提高阀门的强度和稳定性；表面处理则可以增强阀门的耐腐蚀性和耐磨性。在低温控制下，应特别注意加工过程的温度控制，避免冷脆性和其他材料性能的变化。第四，阀门组装和调试，是制造过程中的最后一步。这一步骤需要将各部件精确组装并调试其性能。在组装过程中，要保证各部件的安装和连接牢固可靠，尤其是密封材料的选用和安装，必须确保严密的密封性能。同时，设备的维护和保养也是必不可少的步骤，以保证阀门在低温环境下的长期稳定运行。

结束语

低温控制下阀门的设计与制造是一个不断发展和完善的过程。随着低温工艺的不断推进和应用领域的扩大，对低温阀门的要求也越来越高。在未来的研究和实践中，应进一步深化对于低温下阀门特性的理解和模型的建立，提高阀门设计的准确性和性能预测能力。同时，加强对于低温材料的研发和应用，不断优化制造工艺，以确保阀门在低温环境下的安全可靠性和性能稳定性。

参考文献

- [1]李春阳.低温阀门的设计与安装分析[J].中国设备工程, 2021, 416(05):129-130.
- [2]周炜,许焯茹,赵莹,等.超低温气动阀门驱动机构及其防卡滞技术[J].机械工程与技术, 2020, 008(004):P.303-313.
- [3]吴怀昆,郭怀舟,高红彪,郝伟沙,朱绍源,卢毛磊.阀门低温性能试验中温度检测方法的研究[J].低温与超导, 2018(01).
- [4]闫启亚.第三代民用核电站阀门类设备设计、制造过程要点分析[J].设备监理, 2021(5): 40-42, 51.
- [5]王阳阳,贾晨,王丽荣.基于Pro-E和ANSYS的超低温球阀数值模拟分析[J].现代机械,2018,15(01):74-77.