

关于蒸汽加热导热油供热系统设计相关问题的探讨

郭斐斐

洛阳瑞泽石化工程有限公司 河南 洛阳 471000

摘要: 本文旨在探讨蒸汽加热导热油供热系统的设计原理、关键组件、工艺流程以及在实际应用中可能遇到的问题及解决方案。导热油供热系统以其高效、稳定、低压运行等优点,在化工、建材、路桥工程、木材加工、印染等需要加热的行业中得到了广泛应用。本文将结合相关理论和工程实践,对蒸汽加热导热油供热系统进行深入分析。

关键词: 蒸汽加热; 导热油供热系统; 设计

引言

导热油供热系统是一种利用导热油作为热载体,通过蒸汽加热导热油,再将热量传递给用热设备的供热方式。该系统克服了蒸汽、电加热、明火直接加热系统中存在的热效率不高、循环利用率低、不易控制、影响环境等诸多不利因素,具有广泛的应用前景。然而,导热油供热系统的设计涉及到多个方面,包括设备选型、工艺流程设计、管道系统设计等,任何一个环节的不当都可能影响系统的整体性能和安全性。

1 导热油供热系统的特点

1.1 工作原理

导热油供热系统的工作原理是一个高效且连续的换热过程,主要涵盖以下三个核心步骤:首先,蒸汽作为热源,通过加热系统被引导至换热器内部。在换热器内,蒸汽与导热油进行充分的热交换。导热油凭借其良好的吸热性能,迅速吸收蒸汽释放的热能,温度随之显著上升。其次,温度升高的导热油在换热器内部的管道系统中开始循环流动。这一过程中,导热油将吸收的热能传递给需要加热的设备或介质,如反应釜、储罐等,实现热能的有效利用。最后,完成换热任务的导热油温度降低,通过回流管道重新回流到换热器内部。在这里,它再次与蒸汽进行热交换,吸收热能,温度再次上升,从而形成一个连续、稳定的换热循环。

1.2 优势分析

导热油供热系统具有诸多优势:(1) 低压运行:该系统能在较低的压力下稳定运行,显著降低了设备和管道的投资成本,同时也减少了因高压带来的安全风险。(2) 热效率高:导热油具有优异的高热传导性能,加热速度快,加热均匀且温度调控准确,传热效果极佳,有效提高了系统的热能利用率^[1]。(3) 操作简便:系统结构简单明了,操作便捷,易于实现自动化控制,降低了人工操作的难度和强度,少维修,低运行成本。(4) 安

全可靠:导热油不易燃易爆,且系统密封性能良好,有效减少了安全隐患,确保了系统的安全稳定运行。(5) 降本增效:蒸汽间接加热导热油,可避免导热油老化的问题,达到能源综合利用、降低环境污染、降低企业生产成本的目,且综合造价低,占地小,配套设备少^[1]。

2 设备选型与关键组件设计

在导热油供热系统的设计与实施过程中,设备选型与关键组件的设计是确保系统性能、效率、安全性和经济性的关键环节。

2.1 换热器选型

换热器作为蒸汽加热导热油供热系统的核心设备,其选型需综合考虑用户用热要求、当地蒸汽情况、环保要求以及经济效益等多方面因素。首先,根据用户的用热需求,确定换热器的供热温度和供热量。供热温度应高于加热介质需要加热的最高温度30~50℃,以确保系统有足够的温度裕量。同时,根据用户的用热负荷和用热时间,计算出所需的供热量,以选择适当容量的换热器。其次,考虑当地蒸汽情况。根据当地的热电站锅炉蒸汽参数,结合导热油需要加热的温度选择合适的蒸汽压力和蒸汽温度。同时,换热器的结构选型也很重要,加热蒸汽需从过热蒸汽冷凝为过冷水,并且在同一个换热器(即过热段、冷凝段、疏水段)内实现,加热器内应存有适量的蒸汽凝结水,且凝结水应有适当的过冷度,以保证疏水调节阀平稳投运,因此,蒸汽换热器优先选用U形管式结构,不易泄漏且结构简单。换热器保证导热出口温度偏差 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、出口冷凝水有一定的过冷度、控制管程压降达到设备固定投资和运营费用的平衡。

2.2 膨胀槽设计

膨胀槽是导热油供热系统中的重要组件,用于容纳导热油在工作温度下因受热膨胀而增加的容积。膨胀槽的设计应确保其有效容积不小于换热站内和管网系统中有机载体在工作温度下因受热膨胀而增加的容积的1.3

倍。在具体设计时,首先根据系统的工作温度和导热油的膨胀系数,计算出导热油在受热膨胀后的增加容积。然后,根据这个增加容积来确定膨胀槽的有效容积,确保其能够容纳膨胀后的导热油。膨胀槽的安装位置也是设计时需要考虑的重要因素。为了防火安全,膨胀槽一般不安装在加热设备的正上方,以避免在发生火灾时火势直接蔓延到膨胀槽。同时,膨胀槽与油气分离器的间距应大于1m,以确保两者之间的安全距离,防止油气混合引发爆炸^[2]。此外,膨胀槽的外壁不能设置保温措施。这是因为膨胀槽中的导热油温度相对较高,如果设置保温措施,可能会导致膨胀槽内的温度过高,进而影响导热油的性能和系统的安全性。因此,在设计时,应确保膨胀槽的外壁能够自然散热,通过合理的散热设计,使其温度不超过70℃,以保证导热油的稳定性和系统的安全性。

2.3 储油槽设计

储油槽是导热油供热系统中用于储存导热油的设备。其设计应确保其容积不小于换热站系统中导热油总量的1.2倍,以应对可能的导热油泄漏或系统扩容等需求。在具体设计时,首先根据系统的导热油总量和泄漏、扩容等需求,计算出储油槽所需的最小容积。然后,根据这个最小容积来确定储油槽的实际容积,确保其能够满足系统的需求。储油槽的安装位置也是设计时需要考虑的重要因素。为了方便导热油的排空和系统的维护,储油槽一般安装在系统的最低处。此外,储油槽还应设置液位计、放空口、放净口等附件。液位计用于实时监测储油槽内的导热油液位,以确保系统的正常运行和及时补充导热油。放空口用于在系统检修或维护时排空储油槽内的气体,防止气体聚集引发危险。放净口则用于在系统的清洗或更换导热油时放净储油槽内的导热油,方便系统的维护和保养。

2.4 循环泵选型

循环泵是导热油供热系统中的关键设备之一,其作用是确保导热油在系统中的循环流动,将热量传递给需要加热的设备或介质。循环泵的选择应充分考虑其耐高温和不泄漏的特性,因为导热油的工作温度较高,且系统对泄漏的要求非常严格。在具体选型时,首先根据导热油的粘度和系统流量来核算供热系统的阻力。导热油的粘度会影响其在管道中的流动速度和阻力,因此需要根据实际的粘度来选择合适的循环泵。同时,系统流量也是选择循环泵的重要考虑因素,需要确保循环泵能够满足系统的流量需求。其次,循环泵应保证导热油在换热管束中的流速大于1.5m/s。这是为了确保导热油能够充分受热并均匀传递热量,提高系统的热效率和加热效

果。如果流速过低,可能会导致导热油受热不均或局部过热,影响系统的性能和安全性^[3]。此外,系统设计中应至少安装两台循环泵,以实现一用一备的配置。这是为了提高系统的可靠性和安全性,确保在一台循环泵出现故障时,另一台能够立即投入使用,保证系统的正常运行和连续供热。同时,还应考虑循环泵的备用电源或应急启动方式,以应对可能的电力故障或紧急情况^[2]。

2.5 冷凝水系统设计

冷凝水系统是蒸汽加热导热油供热系统的重要组成部分,凝结水系统的平稳运行是蒸汽换热器换热效果的有效保证。通常蒸汽在换热器内换热后形成具有一定过冷度的冷凝水,通过控制冷凝水出口调节阀的开度来实现控制换热器导热油的出口温度。这部分冷凝水具有一定的过冷度,因此可以减少冷凝水管网输送的水击现象,保证管网的稳定运行。此外,根据用户的需求,也可以将冷凝水经闪蒸罐进行闪蒸,闪蒸出来的低压蒸汽可供用户使用,闪蒸后的凝结水送至凝结水回收系统回收再利用。

3 工艺流程设计

导热油供热系统的工艺流程设计是一个高度定制化的过程,其核心在于满足用户特定的用热要求。首先,需要明确用户的用热需求,包括所需的温度范围、热量输出、以及用热设备的类型和数量等。基于这些信息,开始设计导热油供热系统的工艺流程。供热循环是系统的核心部分。导热油从储油罐中通过循环泵被抽取出来,然后送入蒸汽换热器进行加热。在蒸汽换热器中,导热油通过高效的换热吸收热量,温度逐渐升高至用户所需的设定值。加热后的导热油随后被输送到用热设备,如热交换器、反应釜或加热炉等,为这些设备提供稳定的热源。在完成热交换后,导热油温度下降,返回至系统中的油气分离器。油气分离器有效去除导热油中可能携带的气体,防止气体在系统中积聚并影响系统的正常运行。随后,导热油经过油过滤器,过滤掉其中的杂质和颗粒物,确保导热油的清洁度和系统的长期稳定运行。为了满足系统对导热油量的调节和补充需求,可以设计注油系统。当系统需要增加导热油或替换老化油时,注油系统通过注油泵将新油精确注入系统。注油过程需严格控制注油速度和油量,以确保系统的稳定运行。此外,还可以设计排气系统。排气系统用于在系统启动或运行过程中排除系统中的空气和其他气体,防止气体聚集导致系统压力异常^[3]。

4 管道系统设计

导热油供热系统的管道系统设计是一个至关重要的

环节,它直接关系到系统的安全、稳定运行以及使用寿命。因此,在设计过程中,必须严格按照《压力管道安全管理与监察规定》的相关要求执行,确保每一道环节都符合规范标准。在管道材料的选择上,优先选用无缝钢管,其材质可根据具体工况选择碳钢或低合金钢。这两种材质都具有良好的耐高温、耐高压性能,能够满足导热油供热系统对管道材料的高要求。同时,无缝钢管的制造工艺也保证了其内壁的光滑度,减少了流体阻力,提高了系统的运行效率。在管道连接方式上,除了阀门等需要经常拆卸或调节的部件采用法兰连接外,其余部分应尽可能采用焊接连接。焊接连接具有连接牢固、密封性好、承压能力强等优点,能够有效防止导热油在运输过程中发生泄漏。对于法兰的选择,宜选用公称压力不小于1.6MPa的凹凸面或突面带颈平焊钢制管法兰,这种法兰结构能够提供更好的密封效果,确保系统的安全运行。垫片作为法兰连接中的重要部件,其选择也至关重要。推荐使用金属缠绕石墨垫片或柔性石墨复合垫片。这两种垫片都具有良好的耐高温、耐高压性能,以及优异的密封性和弹性恢复能力,能够有效防止导热油在法兰连接处发生泄漏^[4]。此外,在管道设计中,还需要充分考虑热补偿设计。由于导热油在加热过程中会发生热膨胀,如果管道系统没有足够的热补偿措施,就可能导致管道变形、破裂或泄漏等严重后果。因此,在设计可以采用热补偿器、膨胀节等热补偿装置,以及合理的管道布局和支撑方式,来确保管道系统在高温下的稳定运行。

5 系统安全性与环保性考虑

导热油供热系统的设计,在满足基本供热需求的基础上,必须全面而深入地考虑其安全性和环保性,以确保系统的稳定运行和环境的可持续发展。在系统安全性方面,绝不能有丝毫的懈怠。所有与导热油直接接触的管道和阀门,都必须采用经过严格筛选的耐高温、耐高压、防渗透的优质材料。这是因为导热油在高温、高压的工作环境中,一旦发生泄漏或渗透,后果将不堪设想,不仅可能对操作人员造成严重的伤害,还可能对周围环境造成长期的污染和破坏。因此,必须确保系统的

每一个部件都能承受住极端的工作条件,做到万无一失。为了确保系统的安全运行,还需要配置一系列完善的安全保护装置。液位报警装置、压力报警装置以及安全阀等,都是系统中不可或缺的安全守护神。它们能够实时监测系统的液位和压力变化,一旦发现任何异常,就会立即发出报警信号,提醒操作人员及时采取措施,防止事故的发生。在注重安全性的同时,也必须充分考虑系统的环保性。导热油供热系统的设计应遵循节能降耗的原则,通过优化系统结构、提高设备效率等措施,减少能源的浪费。同时,还应注重导热油的回收和再利用,避免废弃物的排放对环境造成污染。此外,还可以考虑采用一些先进的环保技术,如余热回收、废气处理等,进一步降低系统对环境的影响。通过这些措施的实施,可以打造出既安全又环保的导热油供热系统,为社会的可持续发展做出积极的贡献。总之,导热油供热系统的设计必须综合考虑安全性、节能性和环保性,以确保系统的稳定运行和环境的可持续发展^[4]。

结语

蒸汽加热导热油供热系统是一种高效、稳定、低压运行的供热方式,在化工、建材、路桥工程、木材加工、印染等需要加热的行业中具有广泛的应用前景。然而,导热油供热系统的设计涉及到多个方面,包括设备选型、工艺流程设计、管道系统设计等,需要综合考虑用户用热要求、当地燃料情况、环保要求以及经济效益等因素。通过科学合理的设计和优化,可以确保导热油供热系统的安全、稳定、高效运行。

参考文献

- [1]齐鲁山,孙惠山.石油化工业大型液相导热油供热系统设计研究[J].山东化工,2020,49(17):142-144.
- [2]李少杰,宋凯卓,王立强.液相导热油供热系统及其应用与设计[J].合成纤维,2024,53(08):84-88.
- [3]严进生.蒸汽加热导热油系统的设计思路[J].广东化工,2016,43(16):166-167+174.
- [4]陈世龙,杨俊明,张霖,等.提升导热油系统电气化率的优化技术[J].炼油与化工,2024,35(06):67-70.