

板翅式换热器优化设计与焊接质量控制

李纪军 张雅丹 王书威

新乡航空工业(集团)有限公司 河南 新乡 453000

摘要:板翅式换热器是一种高效、传热效率高的换热设备。由于结构紧凑,重量轻,成本低。它还具有提高传热表面利用率,减少整个换热器与周围环境之间的交换的优点。板翅式换热器因其诸多优点而得到广泛应用。目前,我国板翅式换热器的设计方法工作量大,可靠性低。

关键词:板翅式换热器;结构;优化设计

1 板翅式换热器的结构概述

通常由隔板、翅片、封条、导流片组成。在相邻两隔板间放置翅片、导流片以及封条组成一夹层,称为通道,将这样的夹层根据流体的不同方式叠置起来,钎焊成一整体便组成板束,板束是板翅式换热器的核心,配以必要的封头、接管、支撑等就组成了板翅式换热器。一台典型的板翅式换热器主要组成元件有翅片、隔板、封条、导流片和封头等。

1.1 翅片

翅片是铝板翅式换热器的基本元件,传热过程主要通过翅片热传导及翅片与流体之间的对流传热来完成。翅片的主要作用是扩大传热面积,提高换热器得紧凑性,提高传热效率,兼做隔板的支撑,提高换热器的强度和承压能力。翅片间的节距一般从1mm~4.2mm,翅片的种类和型式多种多样,常用的形式有锯齿型、多孔型、平直型、波纹型等,国外还有百叶窗式翅片、片条翅片、钉状翅片等^[1]。

1.2 隔板

隔板是二层翅片之间的金属平板,它在母体金属表面覆盖有一层钎料合金,在钎焊时合金熔化而使翅片、封条与金属平板焊接成一体。隔板把相邻两层隔开,热交换通过隔板进行,常用隔板一般厚1mm~2mm。

1.3 封条

封条在每层的四周,其作用是把介质与外界隔开。封条按其截面形状可分为燕尾槽形、槽钢形和腰鼓形三种。一般,封条的上下两个侧面应具有0.3/10的斜度,以便在与隔板组合成板束时形成缝隙,利于溶剂的渗透和形成饱满的焊缝。

1.4 导流片

导流片一般布置在翅片的两端,在铝板翅式换热器中主要是起流体的进出口导向作用,以利于流体在换热器内的均匀分布,减少流动死区,提高换热效率。

1.5 封头

封头也叫集流箱,通常由封头体、接管、端板、法兰等零件经焊接组合而成。封头的作用是分布和集聚介质、连接板束与工艺管道。另外,一台完整的板翅式换热器还应包括支座、吊耳、隔热层等附属装置。支座与支架相连用来支承换热器的重量;吊耳为换热器吊装使用;铝板翅式换热器外面一般都要考虑隔热。通常采用干燥珠光砂、矿渣棉或硬性聚胺脂发泡等方法^[2]。

2 板翅式换热器的分类和性能特点

板翅式换热器是一种广泛应用于传热领域的高效传热设备,具有结构紧凑、传热效率高、稳定性好等优点。根据不同的制造工艺、原理及使用条件,板翅式换热器可以根据不同的分类方式分为多种类型,并拥有各自的性能特点。根据制造工艺和原理的不同,板翅式换热器可以分为锻造板翅式换热器和铸造板翅式换热器两种类型。(1)锻造板翅式换热器:通过将板材进行加工、压制、裁剪、折弯等多道工序完成换热板、翅片等组件,并进行焊接、清洗、检验等工艺流程完成设备制作。(2)铸造板翅式换热器:通过将铁水、钢水、铝合金、铜合金等金属熔融后,借助开发模具根据设计要求定制的造型形成,再注入模具内进行凝固、成型的工艺流程完成设备制作^[3]。

根据板翅式换热器的应用领域的不同,板翅式换热器还可以分为取暖式板翅式换热器、冷却式板翅式换热器、变温式板翅式换热器、蒸发式板翅式换热器、直接式板翅式换热器、间接式板翅式换热器等多种类型。综上所述,板翅式换热器根据不同的分类标准有多种不同的类型和应用场景。在实际生产中应根据具体工作环境和热传导要求进行合理选择,并在使用过程中进行安全操作和维护,以确保其高效、稳定和安全的运行^[4]。

3 板翅式换热器的优化设计

为了提高板翅式换热器的性能并更好地满足实际工

作需求,工程师们通过对板翅式换热器的结构和材料的不断优化,提高了其在热传导效率、安全性、维护成本等方面的性能表现,以下是其中几个方面的具体措施:

3.1 提高板片表面的热传导能力

在板翅式换热器的板片表面设计齿形或凸凹不平的翅片,可以增加该设备的热传导面积,使传热效果更好,并提高该设备的换热性能。同时,增加板片的数量也可进一步提高设备的传热能力,从而使得设备的能效比得到提升。(1)优化板翅连接结构:对于板翅式换热器而言,板片和翅片之间的连接结构是关键,直接影响到设备的热传导效率和稳定性,同时也关系到设备的维护成本。优化换热器连接结构,使用更耐腐蚀、耐高温的连接件和耐久性更好的密封材料,可以提高设备的可靠性和寿命^[5]。通过将管道与换热器法兰连接,可以实现可拆卸连接,并且易于维护和更换。优化的法兰连接可以采用密封面具有优化的密封性能的形状设计,如Spiralwound型,以达到更高的密封性能。通过在管道和换热器之间进行焊接连接,可以实现永久性的连接,并且具有优异的密封性和强度。常用的优化焊接方式有TIG焊、激光焊、电弧焊等。使用管夹将管道与换热器连接,可以实现可拆卸连接,并且具有较好的密封性和可靠性。管夹连接的优化可以采用紧密合适的连接方式,例如橡胶密封垫圈,以提高密封性能。(2)选择更适合的传热材料:不同的工作条件和使用环境下,所需要的传热材料具有不同的特性和性能要求。优化板翅式换热器的设计,正确选择材料类型和规格,是提高设备性能的关键因素,可以有效降低其维护成本和耐久性。(3)加强设备安全性设计:板翅式换热器在使用过程中往往会受到腐蚀、磨损等因素的影响,存在泄漏的可能。在设计和制造时,需要考虑加强设备的安全性设计,采用可靠的检测技术、精益的生产工艺,以及有效的防腐措施,在保证换热器传热效率的同时降低事故风险。翅式换热器的优化设计需要在多个方面下功夫,从热传导能力、连接结构、传热材料的选择、设备安全性等多方面入手,以提升设备的性能表现。同时,在实际生产使用中也需要加强设备日常维护管理,及时发现和解决设备问题,确保其稳定、长期、安全地使用。

4 优化板翅式换热器的焊接质量控制

4.1 焊接工艺控制

对于板翅式换热器的制造工艺而言,焊接是其中最关键的环节。合理的焊接工艺不仅可以确保设备的密封性和稳定性,还可以提高设备的使用寿命和热传导效率。因此,在优化板翅式换热器的设计和制造过程中,

焊接工艺的控制至关重要。(1)选择合适的焊接方法:目前应用较普遍的板翅式换热器的焊接方法主要有真空钎焊、NOCOLOK钎焊等。在具体选择时需要根据金属板材的材质、壁厚和应用场景进行合理的选择^[1]。(2)优化焊接参数:针对板翅式换热器的焊接而言,主要包括距离参数、角度参数、焊接电流和电压等参数。在焊接参数的选择上,需要制定合理的参数方案,根据设备要求、对应材料的特性和具体焊接机器的使用情况等多种因素进行综合考量和调整。(3)加强气体保护:焊接时需要保证焊接部位的环境足够干燥、清洁和稳定。一方面,通过设置足够的焊接设备功率和气体流量来加强焊接部位的保护;另一方面可以采用保证气氛环境的焊接保护设备,如惰性气体保护装置或合理的容器。(4)监控焊接品质:通过合理的焊接控制系统和品质检测工具可及时评估焊接过程中的品质状况,并调整相应的焊接参数以保证生产焊接质量^[2]。针对板翅式换热器的焊接工艺控制,需要在不断实践中进行不断改进和提高。通过选择合适的焊接方法,优化焊接参数,加强气体保护和监控焊接品质等多方面措施,可以提升焊接工艺的精度和稳定性,从而最终将设备的热传导效率、密封性和维护成本等方面性能发挥到最佳水平,为生产和使用带来更大的益处。

4.2 人员培训

为了确保优化板翅式换热器的设计和制造过程中的质量和效率,与此同时保证设备的长期性能和安全,需要进行相关人员(如工程师、技术员、操作员等)的培训和专业知识的传授,以具体实施工艺改进和设备管理的措施。以下是优化板翅式换热器人员培训的几个方面:(1)优化板翅式换热器的设计与制造培训:为了保证生产中的设计与制造与对应的参数调整,需要针对具体设备进行专业设计培训,重点包括严格的质量标准、换热风道导流方案,板片尺寸与材料选择等内容,使工程师、技术员和工人皆知道具体需要何时进行哪些工作,并且具有充分的专业知识和实战经验,在工作中始终遵循相关标准和规范。(2)焊接技术培训:技术员需要具备相应的焊接技能,包括选择合适的焊接材料、选择精准的焊接参数、使用和维护相关的设备和工具以及焊接过程中安全措施等方面需要进行专业的培训。(3)质量检测培训:作为对于设备质量的保障和持续进步,对于检验的知识和标准也需要进行培训,包括参数和技术细节的把握,检测设备(如气体检测仪、超声波检测仪等)的使用方法和检测结果,如何根据检测结果进行相应的调整等方面的知识培训^[3]。(4)安全和维护保养

培训：为了确保设备在生产过程中的安全性和高效性，需要对负责维护设备的人员进行培训以提高效率和准确性。培训内容包括设备安全使用、维护时机的判断、日常维护和故障处理等方面的内容，以确保设备在长期使用过程中维护成本的控制和设备性能的稳定性能。板翅式换热器的人员培训是保证优化设计和制造工艺中重要的一环，需要对设计人员、技术人员和操作员等不同人员群体进行具体细致的培训，加强技术的传递，以保证设备的生产和使用具有更高的质量、效率和安全性。

4.3 工程管理

设计优化：在设计阶段，可以根据具体的工艺要求和场地限制，选择合适的换热器类型、规格和材料。同时，通过优化板束设计、翅片形式和介质流路等参数，可以提高换热器的传热效率和降低流动阻力。制造工艺优化：在制造过程中，可以采用先进的生产工艺和技术，如自动化焊接、激光切割等，提高板束和翅片的制造精度和表面质量。同时，严格控制制造过程中的材料质量和工艺参数，确保换热器的稳定性和可靠性。质量管理：在换热器制造过程中，建立健全的质量管理体系，对每个制造环节进行质量检查和控制。例如，对板片和翅片的材料质量、焊接质量和密封性能等进行严格检验，确保换热器在使用过程中能够满足安全性和稳定性要求。安装和维护优化：在安装过程中，需要根据设计要求和场地条件，正确安装换热器，确保其位置和连接方式的准确性^[4]。同时，提供清晰的安装和使用手册，

指导用户进行正确的操作和维护。系统集成优化：在换热器与其他设备或系统集成时，需要考虑整个系统的兼容性和稳定性。例如，确保换热器与其他设备的压力等级、管道连接和控制系统等相匹配，避免出现不兼容或不稳定的情况。

结束语

通过对板翅式换热器的优化设计和焊接质量控制进行研究和实践，能够减少焊接缺陷、提高生产效率、增加设备的使用寿命，最终达到优化能效和降低生产成本的目的。本文的结果对板翅式换热器相关设计、制造和维护人员具有一定的参考和借鉴价值。注重板翅式换热器的优化设计，不仅可以减轻电能损耗，还能节约用电成本，满足热源需求，创造理想的经济效益。

参考文献

- [1]赵镇南.板翅式换热器人字波纹倾角对传热及阻力性能影响[J].石油化工设备, 2019, 30(z1): 13.
- [2]吴华新,孙刚.波纹倾角 β 对空气在波纹流道内的流阻与传热影响的数值分析[J].热能动力工程, 2018, 23(5): 531534.
- [3]邵拥军,逯凯霄,张文林.板翅式换热器的特点与优化设计[J].广州化工, 2017(06): 12.
- [4]孙树强,王维革.不锈钢板翅式换热器失效原因及提高使用寿命方法探究[J].中国设备工程.2020(09).
- [5]杨刚,冯翰翔,汪向磊,丁向荣.板翅式换热器的研究进展[J].化学工程与装备.2019(05).