

关于石油化工中高效特型管换热器结构设计的探讨

邓敬榕 (广东众和工程设计有限公司, 广东 广州 510000)

摘要: 改革开放以来, 伴随着随着石油、化工、炼油、环保领域生产装置不断向大型化发展以及社会对节能降耗的要求, 在进行石油化工的生产过程当中, 对高效换热器的需求越来越大, 高效特型管换热器在物料蒸发、冷凝等环节当中应用十分广泛。与传统换热管不同, 中高效特型管在传统光滑管的基础上对管道内表面以及外表面均进行了凹槽、螺纹、翅片的加工, 以大幅度增加换热器的传热效率。本文主要对石油化工领域中高效特型换热管的结构设计展开研究与探讨。

关键词: 石油化工; 高效特型管; 换热器; 结构设计

1 石油化工中高效特型管换热器特点及材料

高效特型管换热器主要用于腐蚀性流体和超纯流体的在线加热和冷却应用。这些装置的设计以高效传热为主要目的, 提供折流横流换热器。在实践生产应用中, 在传统换热器使用中, 由于其面积大, 传热效率不高, 温差大, 而且在管壁内部容易结垢等问题, 对传热功能产生影响。而高效特型管换热器的应用有效改善了传统换热器的弊端, 其通常用于炼油厂和化学工艺应用, 虽然它们在整体功能方面与浸入式换热器相似, 但高效特型管换热器采用创新设计, 可促进流体的运动通过两个管子和一个外壳, 提供更高的多功能性。管侧流体流经超纯、化学惰性的含氟聚合物通路。该装置可以在横流、逆流或平行流模式下运行。单向壳管侧流允许在批量操作完成后完全吹扫单元。此外, 由于没有反向流动, 在连续或分批操作过程中不会形成滞流袋。高效特型管换热器在实验室、科学、采样和工业冷却和加热应用均十分广泛。当前用于高效特型管换热器的含氟聚合物结构材料为外壳 PVC、CPVC 和 PVDF, 以及管道的 PTFE 管、FEP、PFA 或 PVDF。

2 石油化工中管壳式换热器的结构设计

2.1 管箱结构设计

管箱由管件平盖 (或由管件封头)、分层隔板、短节等组成。管箱的短管调节式箱体结构设计要求应符合保证“最小内侧深度”的基本技术要求。轴向开口的单程式管箱, 不得超过或小于连接管内部直径的 1/3。对于多程式管箱, 应当确定两程间最低流通容量 ≥ 1.3 倍于各程式管子的平均流通容量。另外, 短节筒体的厚度也必须能够满足刚度。

2.2 圆筒结构设计

换热器圆筒的最小壁厚远远超过了压力容器的最小壁厚, 是因为管壳式换热器的最小壁厚除了需要充分地满足换热器的制造、运输及安装等技术要求外, 尚需充分地满足管束和重叠换热器的要求, 对于不需要抽芯的固定式管板换热器最小壁厚也可略微更薄。此外, 还必须特别注意的一点就是: 圆筒的长度要在以换热管的长度作为其标准长度之间的前提下进行计算和确定, 否则将有可能导致由于换热管的不标准而给我们带来资源和

材料上的严重损失。

2.3 接管

接管结构设计应符合有关规定。此外, 鉴于换热器的特殊性, 还应注意以下几点:

①接管应与壳体内表面齐平;

②连接管道位置应尽量沿着壳体的径向或者是轴向进行设置;

③连接管与外部的管线之间可以进行焊接。

2.4 拉杆

防冲挡板与壳体相焊时分两种情况:

①当作业换热器的固定壳体管子长度较小, 且换热管子内部采用明穿孔的作业换热工艺时, 拉杆的固定壳体端面和位置宜分别设在管子接近固体壳程换热介质的出入口处的两端;

②若换热器的焊接壳体工程长度较大, 但是换热管束焊接采用碳钢暗穿焊接工艺时, 拉杆的固定部件端面和位置宜直接安装在一个靠近壳体工程换热介质的出入口的另一端的换热管板上。

2.5 管板

管板在对其进行整体结构设计过程中, 相关技术人员必须特别注意与螺栓、螺母、垫片、管箱之间是否能够正确、合理、可靠地相互连接, 并且还要通过综合分析考虑, 为了不断加强它的传热输送能力而需要做的材料分量控制工作。此外, 对于整个布管壳壁区域的最佳壳壁长度必须不得大于整个布管壳壁区域所长度限定的圆, 以避免因过分用力接近布管壳壁而产生的严重破裂, 甚至影响到产品制造及设备安装。

2.6 换热管与管板的连接

贴胀的最大作用主要是为了有效消除或大大减少散热壳上所可能产生的导线间隙金属锈蚀, 并大大削弱金属振动对换热器中的导线与散热管板之间的金属连接点等部位可能造成的直接破坏。贴胀与超高强度电弧焊以及膨胀材料配合一起使用, 机械工程师便可以确定所有必需的材料使用量和环境条件。在工业实践和实际应用中, 由于两种膨胀伸缩接缝互相并用的整体结构设计可以有效地阻止膨胀管束间的振动对膨胀焊缝的直接损坏, 避免了焊缝间隙层的锈蚀, 并且它们可以具有相较

于单纯使用膨胀伸缩接缝不具有的更好的高强度性以及更好的密封性,因而被广泛地用于采用。目前对于使用常规新型换热器通常选择采用“贴胀+强度焊”的工作模式,而对于使用环境条件相对严格的新型换热器大多数时候都会选择采用“强度胀+密封焊”的工作模式。

3 管壳式换热器结构设计常见问题及注意事项

管壳式换热器也成为热减缓器,主要是应用在石油、化工等行业进行介质热量交换的主要设备,是整个工艺流程中不可或缺的关键设备之一。管壳式换热器主要由三个部分组成,分别是前端结构、壳体、后端结构。其中后端结构中的管束是最为重要的部件之一。它承担了介质热量传递和热量交换的性能,换热管决定了换热器的换热面积。国家对换热器管板换热管从设计、制作到验收都进行了重点明确规定,这也是侧面反映出换热管的重要性。但究其根本,还是因为换热管和管板连接(简称管头)容易出现泄露和渗漏的故障现象。管壳式换热器容易出现问题的原因主要有以下四种:

①管头数量太多,焊接工程量大,容易产生焊接缺陷;

②管头所承受的工况异常恶劣;

③换热器运行中壳程流体产生的诱导振动引发管束不断振动,这是造成管头破坏的主要因素之一;

④管程介质对管头的冲蚀或腐蚀。

3.1 管壳式换热器结构设计常见问题

3.1.1 管壳式换热器结构设计的管头制造问题

近年来,换热器产品的监造项目中发现问题最多、最难整改的就是管头质量问题,甚至因管头不合格造成的返修以及超过85%。

3.1.2 管壳式换热器结构设计的焊缝焊接质量问题

管头换热管局部烧穿;管头换热器管壁沿圆周方向咬边或熔断;管板和换热管焊缝根部咬边;管板和换热管焊缝焊脚高度不一致,圆周方向上半圈大、下半圈小;管板和换热管焊缝有气孔;焊脚高度低于图纸要求或焊缝厚度不够。

3.1.3 管壳式换热器结构设计的换热管伸出长度和胀度问题

换热管伸出管板长度过长或者过短,与图纸设计存在差异;胀度不符合标准要求。

3.2 管壳式换热器结构设计注意事项

①为避免管头换热管局部烧穿则应在焊接时应该严格禁止在管壁上引弧、熄弧,应当避开点固焊缝并错开90°,调整焊接速度,稳中求进;

②为避免管头换热管壁沿圆周方向咬边或熔断,则应在焊接时适当调整焊丝、枪头与换热管距离,右手拿焊枪,左手送丝,以稳定的姿势才能更有利于管头焊接;

③为避免管板和换热管焊缝根部咬边,则应在焊接时严格按照焊接工艺进行,适当地调整焊速、送丝、电

流、枪头角度等,以保障焊接稳定性;

④为避免管板和换热管焊缝焊脚高度存在差异,圆周方向上半圈大、下半圈小,则应当将换热器立置;使得管板处于一个水平的位置,同时采用搭平台或者挖地坑的方式,便于焊工施焊,保障焊缝成形质量;

⑤为避免管板和换热管焊缝有气孔,则应在焊前将管板表面、坡口、换热管端进行打磨,保证其表面没有杂物,露出金属本色。同时保证氩气的纯度、流量及焊丝的表面清洁。焊接时缓升缓降,注意引弧、收尾及施焊过程中相关因素影响氩气对熔池的保护;

⑥为避免焊脚高度低于图纸要求或者焊缝厚度不够,则应严格按照焊接工艺执行,使用适宜的焊丝、焊接速度等,保证焊脚尺寸;

⑦为避免换热管伸出长度与图纸要求不符,则应在制作换热器时应提前编制生产工艺,并有评定合格的焊评、焊接工艺文件等文件指导。在管束的组装过程中严格按照生产工艺执行。同时加强过程工序检查,每道工序检查检验合格后才可以开展下一道工序;

⑧为避免胀度问题,则应在进行胀管前应该先进行胀接工艺试验和编制胀接工艺,胀管时操作者认真执行工艺并检查胀度,对不符合标准的必须重新胀管。

4 结语

综上所述,换热管和管板的连接是整个换热器制造工序中最为重要的环节,尽管各种影响因素繁多,但是只要在生产中多多注意相关工序的检查,并要严格按照要求执行焊前、焊中、焊后检验程序,就可以保证其质量过关。同时应当加强焊工技能培训和学习,取得相应资格后持证上岗,这也是可以减少人为因素的一个重要措施;同时焊工在焊接时应当认真执行焊接工艺,保证其技术过关。只有通过这样的一些防范措施,才能减少在制造过程中产生的众多问题,使得换热管和管板连接达到合格要求,最终实现产品品质的优质突出。

参考文献:

- [1] 冯清晓,谢智刚,桑如芭.管壳式换热器结构设计及强度计算中的重要问题[J].石油化工设备技术,2016,37(02):1-7.
- [2] 冯涛江.浅析一例可抽出管束的管壳式换热器结构设计[J].中国化工装备,2016,18(01):47-48.
- [3] 杜明,陈建文,惠宁,芦存财,李海燕.管壳式换热器壳侧外导流筒结构与工程应用[J].石油和化工设备,2014,17(10):23-26.
- [4] 王贵丁.壳程结构设计对管壳式换热器传热影响讨论[J].石油化工设备技术,2012,33(01):10-12+69.
- [5] 王海波,刘鹏,王小明,朱巨贤,许燕.管壳式换热器壳程流动分析与部分结构设计[J].石油化工设备,2005(04):22-25.
- [6] 宋明远.浅析管壳式换热器故障分析及维修处理[J].石化技术,2019,26(06):178-179.