

# 换热管能源桩在 LNG 行业中应用的研究

Research on the application of heat exchanger tube energy pile in LNG industry

刘如松

Liu Rusong

(中冀建勘集团有限公司 河北省石家庄市 050000)

(Zhongji Construction and Exploration Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei Province, 050000)

**摘要:** 随着我国天然气行业的快速发展,天然气市场需求也日益扩大。在天然气行业中, LNG 站是我国天然气供应的重要环节,随着 LNG 站数量的增加,其带来的安全问题也日益突出。换热站作为 LNG 站的重要组成部分,其安全、稳定运行关系着 LNG 站整体运营绩效。因此,换热站安全可靠运行是保证 LNG 站稳定供气和安全运行的关键。本文就换热能源桩系统在 LNG 行业中应用的安全可靠运行问题进行分析。

**Abstract:** With the rapid development of China's natural gas industry, the demand for natural gas market is also expanding. In the natural gas industry, LNG stations are an important part of China's natural gas supply, and with the increase in the number of LNG stations, the safety problems brought by them are becoming increasingly prominent. As an important part of LNG station, the safe and stable operation of the heat exchange station is related to the overall operation performance of the LNG station. Therefore, the safe and reliable operation of the heat exchange station is the key to ensure the stable gas supply and safe operation of the LNG station. This paper analyzes the safe and reliable operation of heat exchange energy pile systems in the LNG industry.

**关键词:** 换热管能源桩; LNG 行业; 应用

**Keywords:** heat exchanger tube energy pile; LNG industry; apply

## 一、换热能源桩系统概述

换热能源桩系统主要由换热器、能源桩和控制系统三部分组成。其中,换热器为核心部件,通过热管换热技术可以实现能量的高效传递;能源桩由能源桩和控制系统组成,分别控制换热和制冷工作;控制系统是换热能源桩的重要组成部分,通过对数据进行采集、分析和处理,实现对换热器的有效控制。

在 LNG 行业中换热能源桩系统可以作为一种高效率、低成本的冷热源,具有应用前景。该系统能够有效解决 LNG 站内设备和管道数量多、占地面积大等问题,同时也具有操作简便、安全可靠、节能环保等特点。但是在实际应用中,也存在一些问题,如安全设计、节能环保、设备选型等问题,这些问题影响了 LNG 换热能源桩系统在 LNG 行业的应用效果。

### 1. 换热能源桩系统存在的问题

在 LNG 行业中,换热能源桩系统应用广泛,但是也存在一些问题,主要表现为:

(1) 安全设计问题。换热能源桩系统是 LNG 站内的重要设备,一旦发生故障会直接影响整个 LNG 站的安全运行。因此在进行换热能源桩系统设计时,必须要注重安全设计,确保系统在运行时能够安全可靠。

(2) 节能环保问题。换热能源桩系统具有良好的节能环保性能,可以将其作为一种高效、安全、环保的冷热源。但是由于该系统设备多、管道多,一旦发生故障,会直接影响整个 LNG 站的正常运行,因此必须要采取有效的节能措施,降低能耗。

(3) 设备选型问题。由于换热能源桩系统是 LNG 行业中的一种重要设备,因此在选择设备时必须要注意其性能参数,如设备选型不当会导致设备使用寿命缩短、效率降低等问题。因此必须要合理选择换热器和能源桩设备,保证其能够正常运行。

### 2. 解决方案

(1) 换热能源桩系统在设计过程中,需要充分考虑系统的安全问题,以及对周围环境的影响,通过采用多种措施,确保安全设计的合理性。如在换热器材料选择上,需要注意选材的合理性和可靠性,减少发生故障的可能;在能源桩选择上,需要进行充分地论证和评估,避免出现因能源桩造成安全事故的情况。

(2) 换热能源桩系统在运行过程中,会产生大量的余热和废热,这些余热和废热如果不能得到有效利用,会造成极大的浪费。因此,需要对余热和废热进行回收利用。在余热回收过程中,可以将余热利用装置安装在换热器内部或者能源桩内部;在废热回收过程中,可以将废热回收装置安装在能源桩外部。

这种方法可以有效地实现余热和废热的回收利用。

(3) 换热能源桩系统在运行过程中,需要进行有效的数据采集和控制工作。通过对数据进行采集和分析,能够对能源桩系统进行有效的控制。

## 二、换热能源桩系统与其他换热方式的比较

热管式换热器是利用管束内的液态工质在管内的流动换热,从而使工质与管束外的空气进行热量交换,工质在管内流动换热时,它所产生的流动阻力与流体本身的流动阻力相等,只是流体对管束外壁的压力损失。由于具有换热面积大、传热系数高、传热效果好等优点,在工业上被广泛采用。

传统换热方式有热管式换热器和管壳式换热器两种。这两种换热方式各有其优缺点。

热管式换热器是以热管为换热件,管与管之间采用非接触方式进行热量传递的换热装置,具有高效、安全、可靠等优点。它是在管外壁敷设一层金属薄板(通常为铜或铝),在金属薄板与管束之间形成封闭空间,高温时流体通过管内流体的加热来传递热量;低温时流体通过管束的冷却来传递热量。通过这种非接触方式将热量从流体传给管外壁。热管换热器可以在整个管道内连续均匀换热。

管壳式换热器是一种利用液体在管内流动、壁面蒸发、冷凝换热的热传导方式来实现热量传递的装置。这种换热器的优点是换热面积大、传热速度快、传热效率高、无机械运动部件等。由于其传热系数大,热效率高,管外壁可以长期处于高温状态而不发生结垢现象,因而可以对整个管道系统进行连续均匀地换热而不需要任何中间冷却过程。同时由于其传热面积大,管外壁长期处于高温状态而不发生结垢现象。同时由于它无机械运动部件,所以又可避免因管路结垢而引起的阻力损失问题和管路堵塞问题。因此其换热面积大、热效率高、寿命长等特点使其在 LNG 行业中的应用更加广泛。

## 三、换热能源桩系统的安全性设计要点

### 1. 优化换热管管壳结构设计

换热管一般采用金属材料制造,金属材料在腐蚀环境下存在严重危害,因此,在换热管设计中,应考虑优化换热管的管壳结构设计,以避免换热管在腐蚀环境下出现损坏。换热管的管壳结构应满足强度和刚度要求,可通过增加换热管外壁厚、管内壁增加垫片等方式提高换热管的强度。同时,采用耐腐蚀的材料,如不锈钢或铝材料制造换热管。为了防止换热管壳体损坏应增加换热管和管板之间的密封圈。另外,为保证管壳内部介质不会对换热设备造成二次污染,换热管底部应设置可拆卸的密封圈。

对于换热能源桩系统而言,通常情况下不存在介质泄漏问题。但由于管道内的介质压力较高、流速较快且流体温度较低,易在换热管上形成冷凝水或其他杂质凝结在管壁上形成污垢等原因导致换热管损坏。此外,在换热管底部应增加垫片以保证管道内介质流动顺畅。

在换热能源桩系统设计过程中,要充分考虑到换热能源桩系统的使用工况,即在换热能源桩系统的应用过程中保证换热能源桩系统的安全运行。为保证换热能源桩系统的安全运行,应对换热管壳结构进行优化设计。为了避免换热管壳体损坏和腐蚀造成的换热管壳内部介质泄漏问题,应将换热管壳体设计成“U”型结构;同时,应采用耐腐蚀材料制造换热管,如不锈钢、铝、镍、钛等材料。另外,为了降低管道内介质压力对换热管壳造成的损坏问题,应将换热管壳设计成“W”型结构。

#### 2.改进换热管管壳加工工艺

换热管在加工过程中,易出现管口不平整、内壁有毛刺等情况。管壳式换热器一般采用管板焊接工艺,加工过程中管壳内部易出现气孔。这些气孔是由于焊接质量不稳定引起的,当这些气孔被焊接在一起时,就形成了内部的腐蚀环境。

针对这一情况,可以对换热管管壳进行优化设计,减少内部气孔。具体做法是:

(1)在换热管的端头和管壳式换热器的壳体焊接处加焊一层钢板;

(2)在焊接处加焊一层与换热管材质相同的金属,用以抵抗焊接变形;

(3)在壳体与管板之间加入密封材料,以防止空气进入;

(4)采用合适的焊接工艺。如采用气焊或者电焊进行连接时,应将管壳与管板之间的空隙填满,然后再将焊条进行焊接。

#### 3.增加管道防腐措施

换热管外壁腐蚀会导致换热管破裂,甚至发生爆管事故。因此应考虑采用耐腐蚀材料制造换热管,并在管板和换热管之间增加防腐措施,以保证换热管在恶劣工况下不会发生穿孔。对此可采用以下措施:

(1)采用耐腐蚀材质。对于特殊材质的管道,可采用特殊的耐腐蚀材料制造换热管,并在管道内部设置金属护套和保护层。采用耐腐蚀材质制造的换热管可满足对化学介质和环境的要求,适用于各种环境下的介质传输。

(2)在换热管内壁涂敷防腐材料。对于碳钢材料制造的换热管,可采用喷涂聚氨酯或聚四氟乙烯等耐腐蚀涂层对管壁进行防腐;对于不锈钢材料制造的换热管,可采用不锈钢金属护套和不锈钢保护层进行防腐。

(3)在管道上设置金属护套。对于特殊材质的管道,可在管壁上设置金属护套,以防止金属腐蚀。在管道上设置金属护套的优点在于可以避免外界介质对管壁产生影响;同时在管道上设置金属护套能够提高换热管的可靠性。

(4)加强管材内部管理。对于换热管内部易出现腐蚀现象的管材应加强管理,使其能够长期保持良好的工作状态。同时应避免管材出现锈蚀现象,确保管子与管板间处于良好的密封状态。如遇特殊情况无法实现时,可采用其他措施保证换热管内部介质不会进入换热管外壁。

#### 四、换热能源桩运行维护措施

换热能源桩系统是整个 LNG 站中至关重要的部分,其安全稳定运行对整个 LNG 站的运营和发展起着至关重要的作用。在日常运行维护工作中,要对系统进行定期检查、维护和保养,以保证能源桩系统始终处于良好的工作状态。

##### 1.设备使用前的检查

(1)检查系统阀门、安全防护装置是否完好,有无松动、泄漏现象。检查系统所有管路有无堵塞、变形和裂纹。

(2)检查系统设备连接管是否完好,有无松动或损坏现象。检查换热能源桩的内腔有无明显腐蚀和渗漏现象,如有,应进行修复或更换。

(3)检查系统设备的电气接线是否牢固,接线端子是否完好,如发现松动、损坏等现象应进行修复或更换。

(4)检查系统设备的温度控制系统、报警装置、安全防护装置及电气元件等是否完好。

##### 2.能源桩系统维护

(1)换热能源桩的检修周期及方法:换热器应按设计文件定期检修,如需大修则需经过设计单位同意,并报 LNG 站技术负责人审批。检修方法:定期更换换热器内壁的污垢,清洗换热管路内壁及换热器外部的污垢。

(2)换热器的清洗:换热器在运行一段时间后,会发生堵塞现象,必须及时清理。常用的方法有:利用压缩空气将污垢吹掉;用软毛刷和清洗剂清洗污垢;用高压水枪或水冲洗。

(3)换热器的维护:首先,定期对换热器进行全面检查,清洗换热器管接头、换热管道和密封圈,确保密封圈无损坏及泄漏现象;其次,定期检查换热器内壁,发现有异常情况及时处理;最后,定期检查换热器外部及管接头,发现有泄漏现象时应及时处理。

#### 五、换热管能源桩在液化天然气行业中的应用

换热管能源桩系统在 LNG 行业中的应用,主要是针对天然气中的热能进行回收利用。在 LNG 行业中,因为天然气中含有大量的热能,这些热能如果不能有效的利用,就会造成浪费。换热管能源桩系统利用换热管对热能进行回收利用,将天然气中的热量进行回收利用,从而达到节约能源的目的。

##### 1.LNG 罐区换热

在 LNG 罐区中,通常会有大量的热量被浪费,造成能源浪费。在 LNG 罐区中,通常会有两个不同温度的热源,一个是温度较低的热源,另一个是温度较高的热源。换热管能源桩系统是将热能进行回收利用的重要设备之一。在 LNG 罐区中,通过换热管能源桩系统来将热能进行回收利用,这样就能够减少热量的浪费,从而提高能源的利用率。

##### 2.天然气换热站

在 LNG 储罐中设置换热管是为了在储罐的温度发生变化时,能够及时将热能进行回收利用,避免热量的损失。通过换热管能源桩系统,将 LNG 储罐中的热能进行有效回收利用,不仅能够节约能源,还能够减少天然气对环境所带来的污染。目前国内 LNG 行业中,已经有很多企业采用了换热管能源桩系统对天然气进行回收利用。在一些城市,天然气的用量较大,有些城市的天然气产量不足以满足需要,因此就需要采取其他措施对天然气进行消耗。所以在 LNG 行业中,换热管能源桩系统能够满足这种需求。

##### 3.LNG 加气站

LNG 加气站中的换热技术可以用来回收热能,从而提高能源利用效率,减少浪费,节约能源。在 LNG 加气站中,主要是利用换热器来回收热量,从而实现热能的回收利用。换热器在加气站中的应用可以将 LNG 的热能进行有效回收,这样就可以提高能源利用效率,从而降低能源消耗成本。换热器的应用还可以提高加气站的安全性。因为换热器的作用就是将热能进行回收利用,所以换热器在加气站中主要是用于对 LNG 进行预热。当 LNG 车进入到加气站中之后,换热器就会将热量传递给 LNG 车,这样就可以使 LNG 车快速达到使用温度。这样就可以避免 LNG 车在运行中出现问题,从而提高加气站的安全性。

#### 六、结语

在天然气行业中,换热能源桩系统的应用具有一定的优势,但也存在一定的安全隐患。换热管能源桩系统在运行过程中会产生大量的热量,当热量得不到及时排出时,就会导致换热器内壁温度过高,从而影响换热器的使用寿命。因此换热能源桩系统在 LNG 行业中的应用还存在一定的安全隐患。为了保证 LNG 站换热系统的安全运行,要结合换热能源桩系统运行现状和存在问题,有针对性地对其进行研究分析;对换热能源桩系统进行优化设计,并对其进行安全评估;提高 LNG 站运行人员安全意识、风险意识和责任心;建立 LNG 站管理体系和完善 LNG 站选址时要充分考虑换热能源桩系统的安全隐患和运行风险。

#### 参考文献:

- [1]汤场,刘干斌,郑明飞,史世雅.饱和粉土中相变能源桩热力学响应模型试验研究[J].岩土力学,2022,43(S02):282-290.
- [2]高磊,韩川,黄坚,王洋,周乐.基于 BOTDR 的能源桩现场试验与承载特性分析[J].岩土力学,2022,43(S01):117-126.
- [3]任连伟,任军洋,孔纲强,刘汉龙.冷热循环下 PHC 能量桩热力学响应和承载性能现场试验[J].岩土力学,2021,42(2):529-536.