

炼油厂油气回收处理装置配套设施的技术探讨

余俊(中国石油广东石化分公司, 广东 揭阳 522000)

摘要:近年来,我国油气产品随着市场经济的发展,逐渐加剧油气资源供需的矛盾。主要原因是由于市场对油气产品需求量日益增加,然而,国内可开发油气资源却呈现逐渐缩小的状态。随着国家对环境保护的重视,炼油厂挥发性有机物排放标准不断提高,油气处理设施挥发性有机物排放限值从 $25\text{g}/\text{m}^3$ 降至 $120\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。传统的油气回收装置很难达到该标准。本文从油库油气回收系统的组成、油气收集接口和油气输送管道等方面探究了油库油气回收处理装置效果较差的原因。

关键词:炼油厂; 油气回收; 装置设备; 配套技术

0 引言

为响应国家政策,严格遵守《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》等相关环境保护制度,降低环境污染,提高环境质量,制定本标准。新建企业自2021年4月1日起,现有储油库企业自2023年1月1日起,码头对应的储油库自2024年1月1日起,其大气污染物排放控制按本标准的规定执行,不再执行《储油库大气污染物排放标准》(GB 20950-2007)和《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)中相关规定^[1]。据了解,现在很多炼油厂和石油公司都已经安装油气回收装置,但是油气回收数据却远远未达到标准。因此,相关人员要特别关注油库油气回收处理装置及其系统所存在的问题。通过分析油气回收系统的组成及油气收集接口、油气输送管道存在的问题,提出了设计、订货、施工中不可忽略的技术要求。

1 油气回收技术现状

在众多油气回收技术中,最常用的是按照分层液化、分层冷却的原则来完成油气回收,回收目的就是将油气资源转化为液态油产品,充分发挥油气资源的使用效率,降低成本,提高一定的经济效益^[2]。在实际操作中,解决油气挥发是油气储运过程中关键的问题。油气挥发不但使油气资源造成不必要的浪费,还给后期加工环节造成影响。相对于西方发达国家而言,我国油气回收技术尚不完善,相关研究起步较晚。因此,我国在油气储运过程中一般存在5%~10%的损失,从数据上看油气资源损失较高。其次,中国基础设施相对缺乏,不全面,欧美等西方发达国家将基本在油库、炼油厂等地区安装油气回收装置,渗透率高达近100%,做好生产等各个环节的衔接,油气资源的运输和加工,从而实现油气损失的有效控制。由于欧美等西方发达国家在石油和天然气回收方面拥有先进的技术和完善的回收基础设施,在油气储运过程中其损失均控制在5%以内,远远超出我们的实力水平^[3]。

2 油气回收系统组成及常用技术

2.1 油气回收系统的组成

油气回收系统由三大部分组成:油气回收处理装置、油气收集接口、油气输送管路。油气回收处理装置是油

气回收系统的末端设备,能够将油气从气态转化为液态,按处理工艺分为冷凝法、吸附法、吸收法和膜分离法。在油气回收处理装置实际运行中,冷凝法的特点是工艺流程单一,吸附法、吸收法和膜分离法都是具有两种以上方法的组合工艺,比如吸附与吸收、膜分离与吸收的联合应用。油气收集接口是一个封闭的油气收集设施,位于发油鹤位。负责在配油过程中收集从列车或汽车油箱中更换的油气,属于油气回收系统的前端设备。顶装油气收集接口由封闭的收集盖、连接收集盖与输送管道的金属软管和阀门组成。收集接口由连接油气管道和罐车底部油气排放口的软管和快速接头组成。为防止快速接头在闲置时成为油气泄漏口,在快速接头处安装自动关闭阀芯。在油气回收系统中,油气输送管道是连接油气收集接口和油气处理装置的管道的中间设备。发油鹤位与油气处理装置之间管路之间的距离为50m~300m,甚至超过300m^[4]。管道安装方法分为高架式和埋地式两种。从主管道到各配油吊车管的连接管道形成一条支管。同时,在主管道与分支管道之间或分支管道与油气采集接口之间,安装了联动连锁的电磁阀和气动阀,其受发油控制室发油信号控制。最大限度地防止油气回流或泄漏,一定程度上避免了油气单向回流情况。在油气回收系统中,油气收集接口位于系统的前端,油气输送设施位于系统的中间,二者一旦发生问题,将严重制约油气回收处理装置的运行,即使技术工艺如何先进也无法发挥其作用,最终沦为油库的“花瓶”。

2.2 常用油气回收技术及特点

2.2.1 吸附技术

吸附技术的原理是运用固体吸附剂吸附油气资源中的烃类气体,对烃类气体成分相互分析。通常情况下,由于天然气本身气量不能过高,因此吸附技术常被运用于天然气中烃类气体较少的地区。需要注意的是,在吸附烃类气体的过程中,只有在固体吸附剂变为饱和状态后,才能停止气体吸附。吸附完成后,需要向固体吸附剂提供一定的热气流,以分离烃类气体,最终获得所需的油气产品。从整体来看,吸附技术既具有投资少、使用简单、无技术含量的优势,又具有不可重复使用、适用范围小的局限性。

2.2.2 油吸收技术

烃类气体的组成部分在油中的溶解度不同,因为一些烃类气体可以根据这一原理进行分离。油吸收技术分为常温吸收技术和低温吸收技术,不同的温度采用不同形式的油吸收技术,不同的技术形式适用于不同的环境。一般来说,在大规模生产中通常采用常温吸收技术,而在生产环境压力较高时,则首选低温吸收技术。低温吸收技术主要利用冷却装置对油进行冷却,而低温油可以吸收天然气中的重组分,吸收完成后,被吸收的组分可以在低压环境中再次释放,从而实现被吸收油的再利用^[5]。本质上,吸收效果会随着使用次数的增加而降低。当再次使用吸收油时,只有大约 80% 的目标组分可以被吸附。目前,由于低温吸收技术工艺流程复杂、成本高、技术难度大,该技术已被淘汰,冷凝分离技术已成为替代技术。

2.2.3 冷凝分离技术

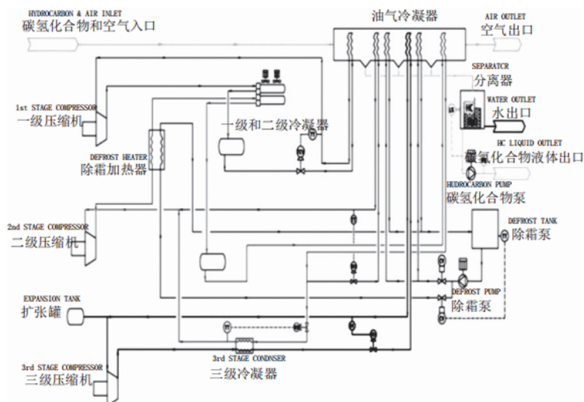


图1 冷凝法油气回收技术

冷凝分离技术依靠油气资源的物理特性实现油气的回收。石油和天然气的组成成分多种多样,并且受冷凝温度的影响,不同成分所需的冷凝温度不同。为顺利分离出高沸点的烃类气体,可以采用将油气资源冷却到一定温度,烃类气体将自动被分离出来,然后在对其进行精加工得到我们所需的油气产品。该项分离技术之所以在实践中得到普及应用,是因为它比其他油气回收技术所需的成本比较低,工艺简单,且回收效率高。冷凝分离技术根据冷却方式的不同可分为多种类型,包括复合式制冷、热分离机构制冷、膨胀式制冷、压缩式制冷、吸收式制冷等。其中,压缩制冷主要使用丙烷、乙烷等制冷剂来实现一定的制冷效果,并不是传统意义的制冷方式,属于一种变相制冷。吸收式制冷主要是指从油气资源中吸收热能,达到降温的效果,是一种利用热能达到制冷效果的变相制冷。由于吸收式制冷技术的特殊性和技术应用难度高,在实践中很少使用,只能在特殊条件下使用,具体回收流程如图1所示。应用比例最大的制冷方式是制冷剂制冷。其主要优点是可根据实际生产需要灵活调节和控制冷却效果,该技术稳定性高,不受油气资源中不同气体成分和比例的影响。膨胀机制冷技术对压力环境有明确的要求。从物理方面分析,要想顺利实现压缩部分油气的效果,那么外部气体与油气之间

必然存在一定的压力差,否则无法实现。另外,当油气处于膨胀状态时,可以达到吸热的效果,进而达到制冷的目的。膨胀剂制冷的优势在于技术应用难度低,所需设备种类和数量相对较少,维护成本相对较低。然而,我国的膨胀剂制冷技术相对不成熟,其主要问题集中在设备不完善上。制冷温度范围只能控制在 $-20\sim 60^{\circ}\text{C}$,需要中低压制冷,不可能采用高压制冷。因此,实际制冷效果和制冷效率都比较低,还有很大的提升空间。复合剂制冷技术是利用多种制冷剂达到制冷效果的制冷技术。复合剂制冷技术最大的优点是它综合了多种制冷技术的优点,补充了其他制冷技术的不足。例如,冷凝制冷和吸附制冷同时使用,可以将油气资源冷凝成液体,并通过吸附技术回收特定物质。最终达到了提高采收率的根本目的,保证了油气开采质量。

2.2.4 膜分离技术

膜分离技术主要是通过不同气体对分离膜的不同渗透率来实现油气资源的回收。从技术角度分析,不同成分和不同比例的油气资源所使用的分离膜也不同,这就对膜分离技术提出更高的要求,提高分离膜的制作水平才是关键。由于生产工艺和原材料的特殊性,要关注油气资源的组成情况判断出物质的渗透效果,从而开展具有针对性的膜分离回收制作,整体回收流程见图2。膜分离技术的优势在于其由于针对性较强,能够在回收油气资源时保持较好的效果和效率,其缺点在于分离膜需要现场制作,不仅耗费大量的时间,且分离膜自身的成本也相对较高,因而分离膜技术只在面对特殊的油气资源时使用。

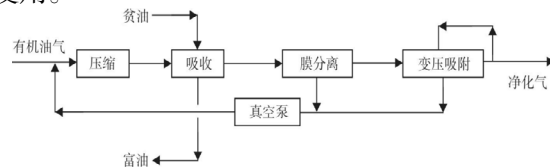


图2 膜分离回收流程

3 油气回收过程中装置的基本要求

3.1 油气收集接口的要求

对油气收集接口最基本的要求是:密闭。

底部装车的油气收集接口,可以有效解决油罐车排出的油气快速接口与油气输送管道的紧密连接问题。我厂油罐车加油方式仍采用自上而下的方式。同时,在发油鹤管上安装油气收集罩(圆锥形或瓶盖形),并且将其与油罐车的灌口精密贴合,保证顶部装车的油气收集效果,严丝合缝,无油气蒸发情况。顶部装车的密闭鹤管存在三个主要问题:①受油罐车罐体规格多样性影响,密闭鹤管的尺寸与其不符合,很多收集罩与灌口相连接处会出现漏气现象,说明密闭鹤管收集罩缺乏通用性;②鹤管悬臂配套汽缸压力不足。由于鹤管悬臂配套汽缸压力较小,对罐口油气收集盖压不紧,容易被油气反冲压力推开,泄漏大量油气;③油气输送管道接口封闭,控制器不合理。有些油库采用电磁阀或气动阀进行控制,效果更好。有一些油库采用手动阀控制,手动阀

控制存在一定的弊端,一旦现场操作人员出现失误或者忘记关闭阀门,将导致系统泄漏。

3.2 对油气输送管路的要求

对油气输送管路最基本的要求是:顺畅。

阀门和管道产生的阻力和低液位管道的液体阻力严重制约油气输送管路顺畅储运。这就要求,油气输送管道的管径、管道上阀门、过滤器和止回阀要按照适当参数进行设计,油气输送压力不得过度衰减或阻碍油气输送。如果安装止回阀,一定要在现场进行实际测验,保证其启动效果,并确保油气能够顺利通过止回阀。石油和天然气输送管道常用布管方式分为地下埋伏和架空安装方式。在油气输送过程中,受较低温度和管壁摩擦的影响,油气会凝结成液体油,当液体油积聚在管道最低位置时,无法顺利通行造成液体堵塞。为避免此种情况的发生,需要在输送管道的最低处安装一个封闭的集油箱,让冷凝油流入集油箱,保证油气输送管道的畅通。如果在油气处理装置前安装缓冲罐或埋设地下集油罐,则整个输送管道应向油罐倾斜,油气通过储罐空间后进入油气处理装置。对于油气输送管道的管径选择,在管径大、距离长、流量小的情况下,油气流速较慢。如果配油间隔较长,油气无法连续推进,油气很难到达回收处理装置。

3.3 配套设施的技术要求

用户单位在设计和采购油气回收处理装置时,要特别重视油气回收处理装置前端的密闭鹤管收集和油气输送系统,这两大部分对装置的效果起着决定性作用,在与提供方签订合同前,必须明确鹤管系统的发油密闭鹤管到油气回收装置接口的油气输送管线的相关技术,避免后期使用时出现问题,造成不必要的损失,明确下述相关的技术参数:①鹤管上臂的工作压力。一些厂家要求鹤管上臂压力值为 0.6MPa,然而,现场实际操作中灌装量逐渐增加,下压车轮钢板拉直后罐体出现下沉,假如鹤管上臂压力小,不能与密闭罩紧密贴合,将造成油气泄漏。鹤管上臂的工作压力并不是一成不变的,要根据臂长、栈桥高度等实际数据;②在国外一些国家油气回收处理装置使用客户,在油气收集设施和输送管线完成时,要求供应商必须对其进行测压实验,保证 24h 以上保压数据保持在 $5\text{kg}/\text{cm}^2$,国内仅有台湾部分油库是这样操作的;③油气传输到油气回收装置接口的压力大于 2kPa。事实上,事实上,不同工艺技术的油气回收处理对此值有不同的要求。假如装置本身的压降较大,则需要利用膜分离和活性炭吸附工艺的压缩机来吸收油气。但是压缩机压缩的过程中存在一定的安全隐患。因此,用户必须向工程设计和施工承包商在油气输送到油气回收处理装置接口时所产生的油气压力提出明确、具体的要求。油气回收系统分为油气处理装置、油气收集接口和油气输送管道三个部分。业主在投资建设油气回收系统时,必须向供货商提出明确的验收指标,主要包括完整的技术方案、设备实施等。油气回收系统的效果

不受支架缺陷和细节的影响,浪费了巨大的油气回收投资。

4 炼油厂油气回收技术优化策略

为了实现这一目标,炼油厂需要对现有的油气回收技术进行优化调整,注重先进技术的应用和推广,提高油气回收装置的普及程度,最终达到提高油气回收效率的根本目的。炼油厂要想顺利实现这一目标,需要加强对现有的油气回收技术进行优化调整,提高对先进技术的推广和应用,大力宣传油气回收装置的实用性,进一步提高油气回收效率。在实际应用过程中,由于保温效果差,输送过程冷却介质能耗较高,直接导致低温分离技术能耗增加。为降低能耗,使用者在注重保温操作的同时,也要适当调整和优化现有冷却装置,尽量缩短冷源与生产设备之间的距离,通过缩短运输距离来控制能耗。此外,为确保热值处于可控范围内,炼油厂还可采用自然风冷设备,加强生产设备的散热效果。在电机设备的选择上,应优先选用具有节能特性的电机设备,并通过增加变频调速装置来控制电机的输送频率,以便在满足基本生产需要的情况下调整电机转速,避免额外的功耗。

5 结语

总之,油气受压力、温度、储运容器密闭性等因素的制约,想要实现完全不挥发或蒸发是不可能的。油气的挥发或蒸发势必给周围环境造成污染,还会给企业带来一定经济损失,最重要的是危害生产经营人员的身体健康。因此,加强油气回收技术方面的研究,尽量将油气蒸发控制在有效范围内。基于改善工作环境和节能环保的设计理念,提高油气回收技术的应用性,推动石油企业的可持续健康发展。虽然,我国在油气回收和处理方面已经取得了一些成绩,例如,陕西延长中煤榆林能源化工有限公司在这方面的技术研究已走在行业前列。但是相比较与国际标准来说,还存在很大的差距。在油气回收处理技术研究上,我国起步较晚,落后于西方发达国家,必须要加强此技术方面的研究力度。

参考文献:

- [1] 牛杰,何文雪,等.基于 PLC 的油气回收装置监控系统设计[J].工业仪表与自动化装置,2021(05):42-45.
- [2] 刘羽中.加油站油气回收及安全环保探究[J].当代化工研究,2021(19):101-102.
- [3] 牛晓鹏,王丹,高秀宝.大型地下水封洞库油气回收方案浅析[J].山东化工,2021,50(19):290-292.
- [4] 魏振强,朱文军,高旭.炼化企业油气回收装置安全风险防控研究与探讨[J].电气防爆,2021(04):44-46.
- [5] 刘启超,陈德辉,于峰.从油气回收装置调试故障看填料塔内件对吸收塔性能的影响[J].石化技术,2021,28(06):27-28.

作者简介:

余俊(1993-),男,汉族,湖北十堰人,本科,助理工程师,研究方向:地面建设与油气储运。