

煤直接液化装置分馏系统稳定运行因素研究

吴传勇 (中国神华煤制油鄂尔多斯煤制油分公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

摘要: 我国能源品种齐全, 其中煤炭储量丰富, 相较而言石油储量并不多, 这就决定了我国在相当长的时间里以煤炭作为一种主要能源。煤直接液化是将固态的煤加氢液化以后得到我们需要的各种石油产品, 从而在一定程度上弥补我国石油的短缺的现状。2008年中国鄂尔多斯煤制油项目示范装置建成投产, 且一次性开车成功, 产出合格油品, 这为煤直接液化进入商业化运营迈出了坚实的一步。然而, 要使煤直接液化扩大规模、蓬勃发展, 装置的长周期稳定运行成为关键因素, 如何确保装置的稳定运行成为煤制油事业的重中之重。本文简要叙述了煤直接液化的工艺流程, 以煤直接液化装置多年生产运行情况探讨研究分析, 通过对煤直接液化装置分馏系统工艺流程、设备运转过程中出现的问题进行研究分析, 查找影响分馏系统稳定运行的影响因素, 结合其影响因素采取方案优化、技术改造等措施使分馏处于稳定运行状态。

关键词: 煤直接液化; 分馏系统; 稳定运行; 影响因素

0 引言

煤直接液化示范项目尽管还不是很成熟, 但在世界范围内, 已经是最先进的工艺技术。煤直接液化项目创造了有史以来最好的开车记录, 使我国成为世界上第一个掌握了煤直接液化核心技术的国家。在工业化生产的过程中遇到的许多问题也是新工艺、新技术工业化过程必经阶段。煤直接液化示范装置同样也需要经历从装置不能连续运行到平稳运行的过程, 通过对煤直接液化示范装置的稳定运行、提高油收率的研究, 实现煤液化装置安全、平稳、连续运行, 最终实现盈利, 为煤直接液化项目走向成熟进入商业化运行提供详细资料和技术支持。本文重点讨论分馏系统稳定运行的影响因素, 结合其影响因素采取方案优化、技术改造等措施。

1 煤直接液化工艺概况

1.1 国外煤直接液化工艺

以美国、德国、日本为代表的工业发达国家, 相继开发了许多煤直接液化新工艺, 大部分的研究工作重点放在如何缓和反应条件, 即降低反应压力从而达到降低煤液化油的生产成本的目的。不少国家已完成了中间试验厂的建设, 为建立大规模工业生产厂打下了基础。其中煤直接液化新工艺有美国的氢煤法(H-coal)工艺、德国的IGOR⁺工艺和日本的NEDOL工艺。

1.2 国内煤直接液化工艺

2008年12月世界第一套商业化的煤直接液化百万吨级示范装置打通生产流程, 一次投煤试车成功, 产出合格油品, 这创造了有史以来所有中试装置试车的最好记录, 我国也成为目前世界上唯一掌握煤直接液化核心技术的国家。该示范装置是目前世界首套商业运行的装置, 主要包括由油煤浆制备系统、反应系统、分馏系统。

煤浆制备系统是将煤粉和加氢稳定装置返回的供氢溶剂混捏, 并使催化剂油浆与油煤浆充分混合; 煤、油、催化剂合成油浆后用泵送入反应系统。煤浆制备有3条平行独立的煤进料和混合系列, 以保证稳定的煤浆进料量。

反应系统是对油煤浆进料进行加热, 在反应器内部, 在催化剂的作用下, 在一定的氢分压和温度下进行反应; 反应生成物高压的循环氢经膜分离后返回系统, 经减压后的重油送至分馏系统。其中反应器是下进上出上流式反应

器, 底部设有循环泵, 通过循环泵使没有反应的油煤浆重新进入反应器继续反应, 保证油煤浆在反应器里的停留时间, 提高反应器出口反应产物中轻油的收率, 同时也保证了反应器温差最小。

分馏系统是对液化生成油进行液固分离, 液体油相送至加氢稳定装置以继续反应; 将所有固体颗粒包括未转化的煤、灰和催化剂等, 在减压塔底油浆中排除, 固体颗粒含量为约50%。

2 分馏系统稳定运行因素研究

目前煤直接液化装置已进入了第二十个运行周期, 装置连续稳定运行还未达到理想状态。通过对分馏系统运行的研究, 找出影响其稳定运行的原因, 通过优化, 找到解决方案。煤直接液化装置主要包括常压塔和减压塔, 常压塔设计三个进料口, 塔顶分离出轻烃及液化油至油品加工装置, 三个侧线分离出液化油送至加氢稳定装置, 塔底油煤浆作为减压塔原料。

常压塔底油煤浆经减压塔进料加热炉加热到后直接进入减压塔, 减压分馏塔的主要作用是在负压下实现液固分离, 保证减压分馏塔塔底的固体物含量合格。减压分馏塔设三个侧线。减一、减二线抽出油去加氢稳定装置, 减三线为过汽化油, 一部分油经加热炉后返回至减压塔, 以增加减压蒸馏塔的热量, 另一部分油直接循环回减压塔集油箱。减压塔底减渣由减压塔底泵抽出, 送至油渣成型装置处理。

2.1 分馏系统稳定运行的主要问题

2.1.1 常压塔侧线泵运行不稳定

常压塔是分馏系统的核心设备之一, 常压塔的运行情况直接影响着装置的稳定运行。影响常压塔稳定运行的主要因素是各侧线外送油的不稳定。由于常压塔直接接收反应来的物料, 受上游影响较大, 且常压塔底容积小, 物料停留时间较短, 缓冲时间不足, 由于部分轻组分油未能及时的在常压塔分离, 导致常压塔各个侧线抽出量不足, 在实际运行过程中经常出现外送油中断的情况, 需要及时停泵, 这样致使常压塔不能稳定运行。

2.1.2 减压炉的结焦堵塞

减压炉作为减压塔进料的加热炉, 是分馏系统的核心设备之一, 由于其介质为常压塔底油煤浆, 其中富含液化

油、沥青质、未转化煤及催化剂，最终导致炉管上部物料的高温缩合结焦易以及结焦物脱落堵塞炉管的情况；其次由于减压塔进料加热炉物料粘度大，在炉管中流动物料不能充满整个炉管，导致炉管中物料流速慢，停留时间延长，很容易在高温下发生缩合反应造成物料的结焦堵塞。

2.1.3 减压塔塔底的沉积堵塞

减压分馏塔进料经旋分分离器后在塔底锥段空间进行气液固的分离，气体经塔顶排出，煤液化生成油组分被蒸馏到侧线并经侧线泵抽出送出装置，较重的沥青质、未转化煤、灰分及催化剂等落入塔底。减压塔底物料粘度大、温度高，此物料极易在塔底耐磨衬里及支撑梁上附着沉积。随着塔底液位的波动，附着在衬里上同时暴露在气相中的物料极易在高温下缩合结焦。若减压塔温度大幅变化，极易造成耐磨衬里表面附着的结焦物脱落而堵塞塔底出口，严重时导致装置非计划停工。

2.1.4 减压塔进料口的磨蚀

减压塔进料介质为常压塔塔底固体浓度较高的反应生成物，减压塔进料调节阀结构为角阀型式，前后压差较大，为了降低磨损在调节阀后的减压塔进料口内壁衬有表面硬化处理的耐磨套，减压塔进料经调节阀减压后流速很高，同时因为含固及偏流等原因造成耐磨套的局部磨损。

2.2 分馏系统稳定运行的优化措施及效果

2.2.1 常压塔侧线泵运行不稳定的优化措施及效果

在开工初期，常压塔塔底容积较小，物料停留时间较短，缓冲时间不足，部分轻组分未能及时分离出来，进入减压塔进料加热炉后蒸发量较大，易造成减压炉结焦，也增加了减压塔的负荷，致使减底部分油不能有效分离。为此，煤液化装置在停工检修中对常压塔底部进行了扩径改造，停留时间比原来增加，同时将常压塔操作压力降低，增加了常压塔的分馏效果。通过上述改造，降低操作压力，解决了常压塔各个侧线泵因流量不足而产生的波动问题。

2.2.2 减压炉结焦堵塞的优化措施及效果

减压塔进料加热炉作用是将常压塔底含固物料升温后送至减压塔，正常情况下加热炉运行一段时间后不可避免的会出现管壁结焦现象，所以在生产周期内要对炉管进行在线清焦。在目前双炉膛加热炉的基础上进行了改造，将双炉膛改造为两个独立的炉子，当需要对运行炉进行清焦时，投用备用路，原运行路在线切除进行清焦，这样延长了减压炉运行周期的同时也保证了装置的稳定运行。其次，由于单炉膛运行增加了介质的流速，并通过改造新增加一条从减压炉出口至减压塔入口的小管径跨线，管径减小后介质在新增跨线运行时流速较快，能有效的延缓管壁结焦，减压炉连续运行时间大大延长。

2.2.3 减压塔塔底沉积堵塞的优化措施及效果

为了减少减压塔塔底物料在底部衬里上的附着结焦，将塔底进行了结构改造，把减压塔塔底全锥段结构改造为大锥段+圆柱段+小锥段的结构，并且圆柱段及小锥段无耐磨衬里设计，这样就减少了塔底物料在圆柱段以及小锥段处的沉积附着，最终减少了塔底物料的结焦。减压塔塔底结构改造后，物料在塔底的停留时间延长，有利于减压塔塔底液位的控制，避免了因为液位波动对耐磨衬里的磨

蚀以及防止物料在耐磨衬里上附着沉积结焦。

为了防止大块结焦物或衬里脱落后落入减压塔底抽出口处或在底部三通堵塞管道，在减压塔锥段人孔下方增加防沉积鼠笼，该鼠笼的作用是将前面系统带来的大焦块或脱落的大块衬里截堵住，保证介质能顺利进入减底泵内。

为了实现在线快速将过滤器内渣块清理，快速恢复减底泵入口流通量，将减压塔底泵入口过滤器改为锁渣排渣系统。在现有过滤器位置改为一台大容量锁渣罐，内部设置为无底的滤芯，将原有过滤器作为排渣罐放置于锁渣罐底部，内部放置一个U形出口为滤网的渣块收集篮，在锁渣罐底部安装滑板阀。当泵入口出现堵塞抽空时，打开锁渣滑板阀，焦块会脱落至排渣罐内，泵入口流量恢复正常后，关闭滑板阀，用冲洗油将排渣罐内沥青等介质冲洗至污油罐后，再用氮气将排渣罐内冲洗油排至污油罐，最后将排渣罐内的渣块收集篮取出，将收集到的焦块清理。

经过以上措施的优化，有效的减少了减压塔塔底部耐磨衬里上的沉积结焦，同时避免了因结焦物脱落堵塞塔底造成的装置停工。

2.2.4 减压塔进料口磨蚀的优化措施及效果

为了减少减压塔入口含固进料对减压塔本体的磨损，延长减压塔运行周期，在减压塔进料口内增加了耐磨衬套，减压塔衬里的经过几个运行周期，采用了不同形式的耐磨措施的优化，在原炉钢材料基础上对衬套内壁进行镍基碳化钨合金材料堆焊及非晶态金属材料堆焊等等。通过优化措施的实施，使此处的磨损程度大大降低，延长了使用寿命。

3 结论

我国能源中煤储量丰富，石油储量相对匮乏，在这种情况下，煤炭直接液化项目作为保障国家能源安全的项目应运而生，给我国煤化工行业指明了一条出路，煤直接液化技术迅速发展不仅会减缓了我国石油短缺的现状，而且为煤炭的清洁利用开辟了一种新思路。通过对煤直接液化项目影响分馏系统稳定运行的因素分析和讨论，得出以下几点结论和建议，为煤直接液化项目的发展提供一些支持和参考。

通过对常压塔塔底的扩径改造，增加常底容积，物料停留时间延长，同时常压塔操作压力降低，由于各侧线油品量的增加，使得各侧线泵有稳定的流量抽出，进而常压塔的操作也越来越平稳。

通过对减压塔进料加热炉的改造，有效的提高了减压塔进料加热炉物料的流速，减缓了减压炉管结焦速度，使减压炉连续运行时间延长。通过优化清焦方案优，又提高了炉管的清焦效率，炉膛的在线切换为装置的连续运行打下了坚实的基础。

通过对减压塔塔底锥段的改造、增加防沉积鼠笼、减压塔底泵入口过滤器改为锁渣排渣系统，有效的阻止了物料在减压塔塔底的沉积结焦，提高了减压塔的平稳运行时间。

通过不断尝试找出了一种合适的材料在减压塔进料口作为衬里，可以满足装置在一个生产周期内的安全平稳运行。