

乙烯装置大机组长周期运行管理与优化措施探讨

沈贵趁

中石化(天津)石油化工有限公司

摘要:在乙烯装置中,最关键的组成部分是压缩机机组。在运行过程中,这些压缩机会面临一些问题,比如乙烯制冷压缩机振动频率较高、丙烯制冷压缩机的油站过滤器切换问题以及自力阀的应用缺陷等故障。只有通过采取合理的措施来解决这些问题,才能有效提高这些机组的长周期运行稳定性,优化乙烯装置的大机组长周期运行管理。这将有助于保持装置的周期运行稳定性,提升石油企业的经济效益,以及提高乙烯装置的应用质量。

关键词:乙烯装置;大机组;长周期运行

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.06.097

引言

目前,石油企业正积极改进乙烯装置,采用了Lummus顺序流程后加氢技术进行干预。在这个过程中,本文关注点主要集中在乙烯制冷压缩机、丙烯制冷压缩机和裂解气压缩机这三个关键机组上。这些机组均由分坎蒂尼公司制造,而德莱塞兰公司则提供了一个油路系统的设计。值得注意的是,这个油路系统同时应用于乙烯制冷压缩机和丙烯制冷压缩机。在这三大压缩机中,最长的运行周期可高达1481天,并且令人欣慰的是,没有发生任何非计划停机事件。因此,本文将详细探讨了乙烯装置长周期运行所采取的措施,并进行相关的分析。

一、压缩机油系统管理方式

(一) 加强质量检查

通过对压缩机和油站等设备进行仔细检查,可以有助于确保这些设备的正常运行状态,以及确保油路设备处于良好的工作状态。在进行巡检时,这有助于及时发现设备存在的问题,并迅速解决故障性问题。因此,工作车间必须对质量检查提出严格要求,以确保操作工在电子巡检中,每个站点的巡检时间不少于5分钟。此外,要求工艺师每天进行不少于2次的巡检,期间必须详细检查动态设备和静态设备的运行状况,以确保其符合标准要求。

设备员每天需要执行一次点检干预。在点检过程中,需密切监控机泵的运行状态,并特别留意设备的润滑情况。同时,要及时检查压缩机各处的油位和管件的油压,并分析回油温度以了解机泵的振动情况。在这些检查中,先后发现了碱洗塔UC阀垫泄漏问题和甲烷制冷压缩机出口冷凝器本体裂缝问题。针对这些问题,采取有针对性的措施进行干预,导致机组的运行稳定性显著提升。

(二) 增强特护组的协作

在乙烯装置中,包含五大机组,它们分别是染料气压缩机、乙烯制冷压缩机、丙烯制冷压缩机、裂解气压

缩机和甲烷制冷压缩机。这五大机组在装置运行中扮演着极为关键的角色。根据研究结果,这五大机组的设备应用中,有共计377个加工工艺连锁,占据了车间总连锁的50.47%。它们需要进行广泛的日常维护,以解决各种复杂的问题。因此,技术人员每天需要检查压缩机和关键机泵,并在专业检查后填写相关的特护记录。此外,每周二还需要进行连锁干预,并在连锁后记录相关信息。

同时每个月,需要组织一次特护组专题会议,以分析和总结机组的运行情况。在会议中,特护组需要讨论发现的问题,并针对这些问题展开深入的分析和讨论,以有针对性地解决问题,确保安全隐患得到排除。

在进行现场油站巡检时,需要关注以下项目的检查频率:

油泵振动需要每天检查一次。

润滑油杯和油柱需要每天检查一次。

冷却水夹套需要每季度检查一次。

连锁需要每年检查一次。

轴承箱油质需要每半年检查一次。

变速器油质需要每半年检查一次。

(三) 提高员工素养

需要分析油田企业和外部装置压缩机组在应用过程中发生非计划性停车的原因,并将这些原因整理成案例故事。然后,组织企业员工学习这些案例,随后进行模拟演练,以便能够针对具体情况做出应对。这样的学习过程有助于增强员工的忧患意识。同时,还可以通过这个过程有效地解决油系统密封油调节阀过大偏差和调速阀杠杆上螺纹问题。

(四) 强化润滑油品质管理

除了进行特护管理工作外,对于乙烯装置大机组的长期运行来说,润滑管理也具有至关重要的作用。大机组的润滑管理中,不仅需要严格依从“五定”和“三级过滤”制度,还需要定期检查大机组的润滑油应用情况。

这项检查包括锈蚀试验检测、机械杂质检测、水分检测、破乳化度检测、酸值检测、闪点检测和黏度检测。此外，还要对补油和换油记录进行严格审核，以避免关键机泵因润滑油质量问题而受损。另外，必须积极更新在线润滑油净化装置，以实现润滑油的净化目标，借助新技术确保机组使用的润滑油不受杂质、漆膜或水分等问题的影响。

在润滑油管理中，酸值应维持在0.1以下，破乳化时间应不超过10分钟，开口闪点应达到231℃。润滑油的运动黏度应保持在 $31.33\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ，水分含量应保持在0.03%以下，以确保润滑油不含有机械杂质并具备防锈能力。

二、改善乙烯装置压缩机组长周期稳定运行的措施

（一）应对乙烯制冷压缩机透平高振动的措施

目前，中原石化乙烯装置已经进入检修时期，乙烯制冷压缩机透平解体检修后，进行了转子回装干预，然后重新启动设备，正在进行单试工作，并未发现任何明显异常。同时，联机测试正在进行，发现VI6103/6104的透平低压端振动在跨越临界转速区域后不断上升，最终达到 $35\ \mu\text{m}$ ，而检修之前的数值仅为 $6\ \mu\text{m}$ 。此外，乙烯制冷压缩机的转速幅度在每分钟300转之间瞬间波动。在随后的运行中，VI6103/6104透平的振动值在负荷值不断增加的情况下，由 $35\ \mu\text{m}$ 逐渐升高，最高达到 $52\ \mu\text{m}$ 。之后，对这一透平进行了两次择机干预，进行了检修并更换了转子。然而，重新启动后，VI6103/6104的振动值仍然高达 $55\ \mu\text{m}$ ，设备运行过程中，振动值甚至可以高达 $67\ \mu\text{m}$ ，接近连锁值 $75\ \mu\text{m}$ ，这对设备的正常生产运行产生了严重的不良影响。因此，需要采取一系列措施来解决透平振动问题，以确保乙烯装置能够维持正常的生产运行。

鉴于透平的运动状况，经专业人员数据研究后发现，高振动问题主要源于两个方面。首先，未进行透平转子动平衡干预，因此需要重新进行备用转子的动平衡干预。其次，润滑油存在两个问题，一是油量不足，二是油压值偏低。

为了优化大机组的运行状态，技术人员采取了以下措施。首先，通过自力阀旁路进行微调整，将润滑油压力从135kPa逐步调整至155kPa，同时调整了泵出口的压力，从2400kPa逐渐增加至2700kPa。此外，采用备用油冷器来控制油温，确保其维持在45℃以下。为了维持适当的工艺负荷，技术人员结合实际经验对压缩机的工艺负荷进行了稳定干预。禁止了转速的大幅波动，以减少转速提升的风险。最终，采用了负荷制动形式，以确保振动值数据保持在 $45\ \mu\text{m}$ 以下。

（二）解决丙烯和乙烯制冷压缩机油站油压波动的方法

在丙烯和乙烯的制冷压缩机油站的油过滤器应用中，一旦压差值超越70kPa，根据油过滤器的操作指南，经过确认冲压和冲液后，可以在现场进行切换操作。当进行操作连杆的调整时，会导致密封油、控制油和泵的压力上升，但是润滑油的压力会下降到55kPa或更低。当这个压力低于50kPa的低压连锁时，辅助泵会自动启动，以便紧急地恢复到原始流程。

对于切换过程，首先，油过滤器主要是通过连杆来控制三通阀门的开启和关闭，需要检查是否有特定因素导致阀门不能完全打开，进而导致油量不足。其次，如果润滑油的自力阀出现故障，例如在切换过程中阀门过早关闭，由于目前没有明确的故障诊断，可以使用油冷器原有的临时并联线路（直径为50.5mm，即2英寸）进行干预。这条线路可以从备用油冷器接出，先连接到备用过滤器，然后连接到两个蓄压器的短节位置，形成一个旁路，作为备用过滤器的补油路线使用。

这个解决方案可以有效避免油过滤器三通阀的潜在问题，但在实际应用中，它未必能彻底解决润滑油自力阀的故障。因此，在使用临时线或过滤器时，首先需要去除其中的连锁，然后采用更换阀门的策略，并在完成排气和充压后，约4小时，可以启动使用。在启动过程中，会遇到如泵的压力过高、控制油的压力过高、密封油的压力过高或润滑油的压力过低等问题。为了解决这些问题，可以轻微打开旁路，等待系统稳定。在调整至正常状态大约半小时后，润滑油的压力会开始上升，最高可达600kPa。同时，泵的出口压力会降低到1900kPa。控制油的压力偏低，当乙烯制冷压缩机的密封油与油气之间的压差降低到一定值时，可以快速减小润滑油旁路的流量，以帮助系统逐渐回到正常运行状态。

通过使用临时线的方式，可以从润滑油自力阀的角度来探讨问题。假设问题是由自力阀故障引起的，那么平常的操作中，由于润滑油压力没有明显波动并且运行稳定，这种故障是由使用临时线或进行油过滤器切换时触发的。根据对现场的实际观察和理解，考虑自力阀的工作方式，当自力阀的引压线全开且泄压线全关时，系统运行正常。但引压线却位于旁路截至阀后的相对近的位置，而在常规操作中，这个旁路是完全关闭的，所以引压线实际上获取的是自力阀后方的压力。如果旁路截至阀稍微打开一些，那么它是否干扰自力阀的引压线，从而导致自力阀出现故障，进而触发润滑油压力的波动？该情况如图1所示。

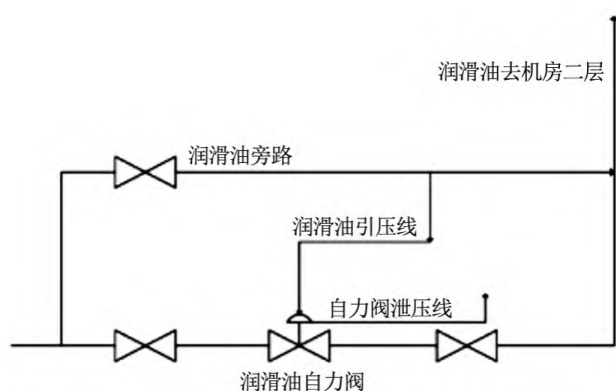


图1 自力阀工艺流程图

具体来看，当乙烯制冷压缩机的底部振动值增加时，润滑油的压力达到了135kPa。通过使用旁路进行调节，该压力上升到了152kPa。在现场观察中，大部分的自力阀都呈现微开的状态。鉴于当前的问题，有必要进行大规模的检修以确定具体的故障点。

三、优化乙烯装置大机组长周期运行的策略

(一) 压缩机各段效率提升的M因子

当压缩机在工作时，有生成积垢，这会使叶轮的表面变得更为粗糙。这种情况进一步减少了气体的流动面积，使得气体经过压缩机后，其多变效率逐渐下降，同时出口处的温度逐步升高。因此，对压缩机各部分的因子进行监控是关键，从而对压缩机的积垢状况进行分析。M因子的数值如果更高，表示压缩机的工作能力更低，并意味着机组的积垢较为严重。例如，对裂解气压缩机的M因子进行每月平均值的监测，发现第一段的M因子值在0.20~0.25范围内，第二段的值在0.18~0.24范围内，第三段的值在0.23~0.25范围内，第四段和第五段的值均在0.58~0.68范围内。根据这些数据，可以推断这个机组运行状况相对良好，积垢情况并不明显。为了进一步分析M因子，需要在压缩机运行时优化油洗和添加剂的调节。通过加入洗油，可以有效减少污垢的积累，这不仅能够减少积垢的生成，还可以加入微量的分散性抗垢剂，以防止裂解气中的不饱和双键烃大量积累导致的积垢。特别是在机组的运行时间逐渐增加的情况下，应该增加洗油的使用并提高分散性抗垢剂的使用量，这样可以减少机组的积垢，确保其能够长时间稳定运行。

(二) 压缩机振动监测方法

在机组的运行中，振动不仅源自机组设备本身，还因操作导致的高频振动。这主要可以归结为以下几个因素：首先，当压缩机的吸入温度偏高且组分重时，会在叶轮表面造成大量的短暂聚集，破坏了机组的动态平衡。因此，应该高度重视压缩机入口的温度，确保其不过高，以便快速冷凝重组分，后续使其流入分离罐。并

且压缩机会出现喘振，这主要是因为压缩机的吸入量不足，导致的低频、高幅度的脉冲式振动。这种振动会对机组设备造成巨大的损害，因此，对机组的喘振控制应予以足够的重视，确保压缩机的吸入量可以被维持在安全范围之外。再者，由于油路的问题，会引发油膜涡动和油膜震荡。这类振动通常是由机组的润滑油温度异常或油量不足、供油压力过低所引起的，因为这导致轴承位置无法形成稳定的油膜，从而产生振动。为了防止这种情况，应该经常检查油站的实际运行状态，确保油的温度保持在39~45℃之间，并保持油压在正常的范围。最后的研究结果显示，裂解气压缩机的各缸振动都维持在一个相对稳定的水平。在日常操作中，应该对出现的突发事件进行提前预估，如操作者加速过快或工作负载变化过大等情况，并避免粗鲁的操作，以确保机组运行的稳定，并延长其使用寿命。

结语

在石油公司的日常运营中，对乙烯装置的大型机组进行持续的操作，需要深入收集这些机组在长周期运行中的各种信息。对该装置的功能进行全方位的考察，从而开展目标明确的技术探索和技术改进。针对诸如压缩机结垢和机组震动等问题，应采取相应的措施，以确保该装置的稳健运行。为进一步完善乙烯装置大机组的运行效益，每日的设备巡查中，维护人员应充分地搜集数据，对设备的所有运行状态进行严格监控，并对工艺流程和设备功能有完整的了解，这样才能有针对性地避免潜在问题。在对关键设备进行检修时，不能急功近利，而应细心检查，防范的隐患。对于关键的机器设备，应加大监测和保养的力度，这有助于及时识别问题并避免意外。

参考文献

- [1] 王小春, 章三林. 裂解气压缩机蒸汽透平结垢原因分析及处理[J]. 乙烯工业, 2012, 24(3): 4.
- [2] 白宇辰, 李仑. 乙烯装置脱甲烷塔系统乙烯损失的影响因素及相应措施[J]. 石油炼制与化工, 2020, 51(7): 5.
- [3] 高森, 杜刚. 乙烯装置脱丁烷塔中间循环泵机封冲洗系统改造[J]. 中国化工贸易, 2018, 10(16).
- [4] 陈丽, 高维平, 杨莹. 乙烯装置中脱丁烷塔优化模拟研究[J]. 吉林化工学院学报, 2004, 21(3): 3.
- [5] 任卫清. 乙烯装置大机组长周期运行的措施[J]. 乙烯工业, 2021, 33(04): 22-27+4.
- [6] 佚名. 中韩(武汉)石化公司6月份乙烯产量同比创新高[J]. 聚氯乙烯, 2020, 48(7): 47-47.
- [7] 李德龙. 乙烯装置裂解炉燃料气系统的平衡与优化[J]. 炼油与化工, 2020, 31(01): 25-27.