

提高氢气产量经济技术创新

丁红龙¹ 马素红²

1.620523198211170370; 2.622727198810167120

【摘要】乙烯装置是主产乙烯、丙烯及副产品氢气的主要装置，想要提高氢气产量经济技术创新就要对该装置进行技术改造和优化，以此确保整个企业内的氢气平衡。以烯烃二分公司裂解装置为例，该氢气产能远低于设计指标，燃料气产量相对过剩，总体处于放火炬状态。因此，本文就针对如何提高氢气产量经济技术创新展开研究，结合该企业装置的实际运行情况，探讨分析提高氢气产能的具体措施，对乙烯装置进行优化改造，实现企业氢气平衡，降低成本。

【关键词】氢气产能；乙烯装置；技术改造；经济效益

近几年来，国内炼厂对产品质量升级工作的重视程度不断提高，但加工原油中含有杂质较多，因而导致氢气产能始终无法达到计划指标。乙烯装置作为氢气供需中最为关键的指标，在实际发展过程中，对其进行优化和改造可以提高整个装置的氢气收率，必须要得到重视。加强对乙烯装置提高氢气产能对策的研究，不仅可以实现氢气供需平衡，也能够让氢气纯度质量得到改善企业的经济效益更加客观，对于当前石化市场而言，具有现实意义。

1 工程项目概况

烯烃二分公司裂解装置以煤制油项目副产的石脑油和 LPG、MTP 装置副产的 LPG 作为原料，采用了蒸汽裂解 + 前脱丙烷前加氢的技术路线，生产聚合级乙烯、丙烯产品，同时副产氢气、混合碳四、裂解汽油等副产品。在煤制油项目投产后，石脑油、LPG 等产量不断增加，作为延伸集团产业链的烯烃二分公司，集团公司新的经济增长点，烯烃二分公司龙头裂解车间产量的提升，将为集体公司创造出更大的经济效益。

裂解装置原设计高压脱丙烷塔顶氢气含量 21.7% (V/V)，氢气产量 2147kg/h，运行工况下高压脱丙烷塔顶氢气含量 11.5% (V/V)，氢气产量 1150kg/h，氢气产能远低于设计指标，燃料气产量相对过剩，总体处于放火炬状态。虽然乙烯产能得到提高，但从总体上看，深冷系统始终没有拿到最佳状态，造成这一情况主要是为了让氢气产品纯度合格，需要通过节流阀将大量粗氢补入低压甲烷中，因而导致氢气收率下降，设计回收率为 82%，但实际回收率为 24%。从实际情况来看，裂解其

温度偏差最大的地方在于甲烷冷剂的尾气换热器上，另外，乙烯制冷压缩机部分的负荷已满也会导致可冷凝下的甲烷量减少，温度部无法到位，导致氢气产品纯度无法达到相应的设计要求。

2 技术创新改造

为提高氢气产量，利用现有流程，将乙烯吸收塔塔顶至燃料气流量由 3.3t/h 降低至 1.0t/h，增加深冷分离单元负荷的同时，打开乙烯吸收塔至深冷分离分离罐开工手阀，将深冷分离罐罐底液相节流阀阀位由 1% 增加至 37%，以弥补深冷分离所需冷量。同时，借助这种方式进一步实现甲烷氢之间的分离，获取到温度更低的混相低压甲烷，从理论上讲，还要将气相氢气部分补入到混相低压甲烷中，以此进一步降低甲烷温度。在气流阀调节后，压力越低，能够提供的冷量也就越多，但也不能够让压力过低。与此同时，积极优化裂解原料，提高原料中青质原料的比例。同时按照上述指定的方案，控制冷箱温度，避免氢气过量。当冷箱温度低于 $-160^{\circ}\text{C} \sim -166^{\circ}\text{C}$ 时，湿度减少氢气，在优化乙烯装置自用氢气量的同时，提高氢气外送量。对加氢反应器进行调整，实时跟踪记录催化剂的使用情况，并且定期对催化剂进行分析，有针对性的调整催化剂，最大程度避免过量消耗氢气，切实提高氢气的回收率。在保证氢气产品质量的前提下，最终实现裂解车间氢气产量由 1150kg/h 提高至 1900kg/h 的目标，不仅满足了分离车间汽油加氢单元氢气的需求的，同时将合成氨装置外引煤制油氢气流量由 1520kg/h 降低至 1220kg/h。

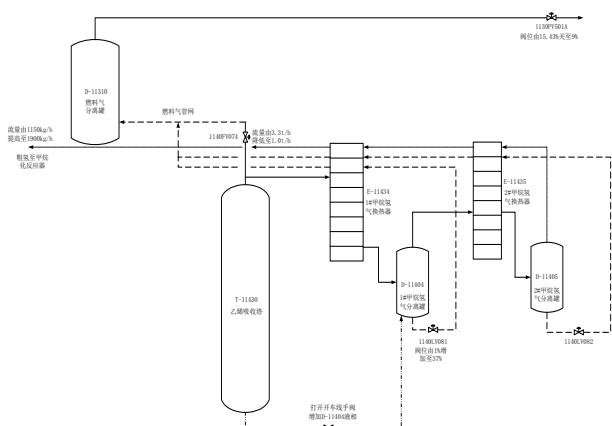


图1 提高氢气产量调整流程示意图

除了该公司采取的改造方案措施之外，在实际应用过程中，还可以对深冷系统进行改造，以此进一步提高氢气产能。从目前来看，裂解气会经过深冷分离系统，在甲烷/氢气分离罐中实现分离，所得到的低压甲烷会经过冷箱进入到新增的低压甲烷增压机入口，在压力和温度的作用下压缩，然后从气缸排出经过出口止逆阀进入冷却器。而高温气体冷却后会进入到气液分离器中进行分离，经过相应处理后，实现循环使用。在这个过程中，节流阀后压力从350kPa降至40kPa，并且降低了氢气甲烷的分离罐温度，减少用于节流降温的氢气量。而且从实际数据来看，在同负荷下，氢气重量增加了118.14kg/h，尤其是冷箱回收氢气量明显增加。这是因为压力的将，让乙烷装置中的温度得到进一步降低，投入节流上的氢气进一步减少，甚至于老冷箱中的氢气并入甲烷节流阀开度可以全关闭，新冷箱中节流阀开度可以减少10%，最大程度结束了氢气产能较低的问题，整体产能提高0.25%。另外，影响氢气产能的因素有很多，需要结合实际展开具体分析。如果是受到冷箱最冷段尾气换热器的甲烷温度的影响，可以在维持原有工艺流程的基础上，更换新老冷箱，增加新冷箱，并且并入甲烷化反应器调节阀，通过优化新冷箱操作的方式，减少氢气节流，提高氢气产能。又或者可以通过增加氢气外送新线或者进行压力控制调节阀来提高产能。比如，某企业原氢气外送线直径为50.8mm，而且采用手动控制，新增直径为101.6mm的外送线，投用后通过控制冷箱压力，来达到产能提高的目的，调节压力控制阀将富裕的氢气外送，以此进一步提高氢气产能。

3 实际应用效益

裂解装置改造投用后，整个深冷系统都得到了全面的调整和优化，在维持员工以流程不变的情况，通过调整节流阀，让节流压力进一步降低，以此提供更多而的冷量，切实减少氢气补充到甲烷流股的量，从而提高氢气产能。投入运行后系统稳定，氢气回收率明显提高。从实际运行效果来看，乙烯吸收塔至燃料气流量降低后，燃料气至火炬阀位由15.43%关至9%，降低了物料的损耗。同时粗氢由1150kg/h提高至1900kg/h，增加粗氢产量约750kg/h；氢气纯度约94%，甲烷含量5.5%，氮气含量0.5%。具体的计算结果如下：

$$\text{相对分子质量} = 2 \times 0.94 + 16 \times 0.055 + 28 \times 0.005 = 2.9;$$

$$\text{增加粗氢体积} = (1900 - 1150) \div 2.9 \times 22.4 \text{L/mol} = 5793.10 \text{Nm}^3/\text{h};$$

$$\text{增加氢气体积} = 5793.10 \text{Nm}^3/\text{h} \times 0.94 = 5445.52 \text{Nm}^3/\text{h};$$

$$\text{每年增加经济效益} = 5445.52 \text{Nm}^3/\text{h} \times 1.4 \text{元}/\text{Nm}^3/\text{h} \times 8000 \text{h} = 6098.98 \text{万元}.$$

氢气回收率也从原始的24%提高到96%，效果非常明显。除了本文所提及的措施之外，还可以通过优化生产操作、定期清理制冷系统、及时修复冷箱漏点等多方面措施，提高氢气产能，让整体装置的运行效益得到改善，让企业竞争力得到提高。

4 总结

综上所述，对于烯烃二分公司等同类企业而言，切实提高氢气产能，改善氢气平衡，对企业效益而言具有至关重要的意义。通过改善乙烷装置，对其进行优化和技术改造，能够在提高产量的同时，改善质量。虽然几年来，氢气收率明显提高，但随着乙烷装置原料轻质化程度不断加深以及甲烷反应器处理能力的影响，氢气产能亟待提高。未来，还会借助全新的技术，对各个产氢装置进行优化，打造出一体化的生产质量，进一步提高氢气回收率。

【参考文献】

- [1] 温海龙. 乙烷装置提高氢气收率对策[J]. 中外能源, 2019, v.24(09):69-73.
- [2] 徐永华, 郭堂山, 王维等. 推进技术创新提升装置产能[J]. 中国氯碱, 2018, 000(004):25-26.
- [3] 于洪亮. 关于乙烷深冷系统运行问题原因分析及提高氢气回收率技术改造的探讨[J]. 中国化工贸易, 2018, 010(033):223.