

某沥青生产装置生产工艺优化总结及经济收益分析

祁世杰（中国昆仑工程有限公司辽阳分公司，辽宁 辽阳 111003）

摘要：本文以国内某沥青生产装置改造项目基础，详细阐述了生产工艺优化的具体方案及其对产品质量和企业收益的影响。对装置存在问题的分析及通过增设电脱盐罐、破乳剂注入系统、加热炉改造、换热网络优化、减压塔改造等一系列措施，提升该沥青生产装置产品品质及提升原料适应性。这些优化措施不但提高了装置的安全性、稳定性和产品质量，同时降低了能耗，提高了企业的经济效益。本文还对项目的节能措施和经济收益进行了详细分析，强调了节能降耗对企业可持续发展的重要性。

关键词：沥青生产装置；工艺优化；产品质量；节能；经济收益

沥青作为一种重要的建筑材料和道路铺设材料，其质量和性能直接影响到工程的质量和使用寿命。随着我国基础设施建设的不断推进，对沥青的需求量也在逐年增加。同时，随着环保要求的不断提高和市场竞争的日益激烈，沥青生产企业需要不断优化生产工艺，提高产品质量，降低生产成本，以满足市场需求和提高企业竞争力。

某沥青生产装置经过多年运行，存在一些问题，如换热网络不匹配、电脱盐效果不好、加热炉排烟温度过高、减压塔分离精度不够等。这些问题严重影响了产品质量和企业的安全生产。为了解决这些问题，企业决定对沥青生产装置进行技术改造，优化生产工艺，提高装置的安全性、稳定性和产品质量。

1 沥青生产装置概况

1.1 装置能力及原料规格

该 80 万吨 / 年常减压蒸馏沥青生产装置，操作弹性为 60 ~ 110%，年开工时数为 8000 小时。加工的原油以马瑞 -16 和波斯坎两种委内瑞拉高硫环烷基原油为主，两种原油按照一定比例混合后再进行加工。

1.2 产品方案

某沥青生产装置主要产品有石脑油、特种燃料油、ISO-F-DMA 燃料油、DMB 燃料油、120# 燃料油、180# 燃料油、沥青共 7 个品种。这些产品广泛应用于化工、能源、交通等多个领域。

1.3 某沥青生产装置改造前后公用物料综合能耗对比如表 1 所示

2 装置存在问题及改造方案

2.1 装置存在问题

①通过对历史数据的分析和现场调研，该沥青生产装置电脱盐罐规格偏小缓冲时间短，电脱盐效果不佳导致原油中的盐分和水分未能有效去除，脱后原油含盐、含水指标不满足要求，还造成后续装置、设备的腐蚀，以及污水含油较高的问题；②改造前该沥青生产装置原油进电脱盐系统温度只有 100℃左右，远低于常规重质原油进电脱盐系统的 135 ~ 145℃的要求，因进料温度过低装置的电脱盐系统脱盐效果差，最终出现停开电脱盐系统的情况；③改造前常压加热炉和减压加热炉排烟温度过高，导致装置能耗较大。

表 1 某沥青生产装置改造前后公用物料综合能耗对比表

项目	单位	改造前			改造后			备注
		消耗量	设计能耗 EO kg/h	单位能耗 EO kg/t	消耗量	设计能耗 EO kg/h	单位能耗 EO kg/t	
电	kW	816.05	179.53	1.795	920	202.43	2.024	
燃料油	t/h	0.91	928	9.28	0.848	865	8.65	0 号柴油（国 V）
低压蒸汽	t/h	2.4	182.4	1.824	2	152	1.52	
新鲜水	t/h	5	0.75	0.008	5	0.75	0.008	
循环水	t/h	528	31.68	0.317	450	27	0.27	
净化风	m ³ /h	150	5.7	0.057	150	5.7	0.057	
热输出			-62	-0.62		-62	-0.62	热物料出装置
合计			1266.06	12.661		1190.88	11.909	

注：①年开工按 8000h 计。年处理能力按 80 万吨计；②EO 折算数值选取参见《石油化工设计能耗计算标准》GB/T 50441-2016。

现有的常压加热炉、减压加热炉的空气预热器采用热管式空气预热器,经过多年运行加热炉的热管式空气预热器已失效,需对其进行改造,以降低加热炉排烟温度,减少燃料用量,降低装置能耗;④改造前该沥青生产装置能耗与国内同类装置比偏大;⑤改造前该沥青生产装置所生产的沥青质量不稳定,轻组分易超标,接收到用户反馈产品使用过程中存在发烟严重的情况。

2.2 改造方案

增设一台卧式电脱盐罐作为第一级电脱盐罐,同时配套新增2台一级电脱盐注水泵。原有电脱盐系统变为二级和三级电脱盐系统,以解决该装置原油带水、含盐严重的问题。同时配套新增2台一级电脱盐注水泵。

增设一套破乳剂注入系统,新增2台破乳剂罐和2台破乳剂注入泵,将重新开启电脱盐系统。

对原有常压加热炉和减压加热炉进行改造。将原有的常压、减压加热炉空气预热器拆除,新建一套联合加热炉空气预热器。2台加热炉的烟气送入新建的联合余热回收系统回收余热,冷却后的烟气排入常压炉的烟囱最终排入大气。冷空气由鼓风机送入空气预热器,与烟气换热,被加热后的空气经各自热风道供2台加热炉燃烧器燃烧使用。常压炉和减压炉烟气排烟温度分别为198℃和168℃,改造后混合烟气温度可降至140℃。常压炉和减压炉遇热空气温度分别为121℃和145℃,改造后预热空气温度可提高至245℃。

改造前沥青生产装置的加工原料性质、实际操作条件以及各侧线收率与设计工况相差很大,使得整个装置的换热网络严重不匹配。依据现有装置加工原料和产品收率对原油进行重新拟合,利用夹点技术对换热网络进行核算,并以最小改造量为前提进行重新设计。改造去除不必要的换热器,简化换热流程,增强换热效果,提高换热终温。经过核算改造完成后原油进电脱盐系统的温度将达到140℃,使电脱盐系统能够正常运行。换热网络终温由272℃达到280℃,具体方案如下:①更换原油-常顶油气换热器,增大常顶取热量和减少常顶压降;②在实际生产中,常一线油产量较大,一台换热器不能满足其换热要求,因此原油-常一线换热器增加一台同型号的换热器与其串联使用;③为提高电脱盐温度需加强进电脱盐前换热,本次改造将原油-减一及减顶循换热器与原油-常二中(II)换热器对换使用;将原油-减三线油换热器迁移至和原油-减三线(II)换热器重叠串联布置;④为降低减

压塔顶温度,提高减压塔的真空度,本次改造新增一台减顶循水冷器;⑤为提高进闪蒸塔的温度将原油-常三线(I)换热器和原油-减二及减一中(I)换热器由闪蒸塔后移至闪蒸塔前,改变工艺换热过程。

更换一台减压塔(塔径扩大)替代现有减压塔,通过降低塔顶温度和降低全塔阻力降,来提高全塔真空度提高减压渣油拔出率和提高减压塔实际产能,还可提高减压塔对原料的适应性和操作弹性,降低全塔压降可降低全塔操作温度以保护塔内件和填料使用寿命,最终能达到稳定沥青产品质量、增长运行周期和减少减压塔检维修强度。

为了增加减压塔对原料的适应性和操作弹性,保护塔内件和填料使用寿命,同时新增洗涤油泵,以改进油的品质和产品质量。

拆除现有的装置停用的常顶汽油沉降罐和活化剂罐,减少不必要的设备维护成本。

3 工艺优化对产品质量的影响

3.1 提高沥青质量稳定性

通过更换减压塔(扩大塔径提高塔釜真空度)和优化减压塔的操作条件,如采用相对稳定的减压炉出口温度,利用减压塔底温度和减三线集油箱溢流量来控制沥青质量,减少了沥青中轻组分的超标现象,提高塔釜真空度提高轻组分拔出率,使沥青质量更加稳定,满足该企业质量控制指标和国家标准要求。

3.2 改善产品分布

换热网络的优化和调整,使得各侧线产品的馏程范围更加合理。我们通过数据分析发现,特种燃料油、ISO-F-DMA 燃料油、DMB 燃料油等产品的质量和产量均有显著提升,这不仅提高了产品的市场竞争力,也为企业带来了更高的经济效益。

3.3 降低产品杂质含量

电脱盐系统的改造和优化有效地降低了原油中的含盐量和含水量,减少了后续加工过程中设备的腐蚀和结垢,从而降低了产品中的杂质含量,提高了产品的纯度和质量。

4 节能措施及效果

4.1 节能措施

①优化工艺方案、换热流程,提高热回收率、高效换热设备的应用、新型设备内构件的技术应用等各方面综合考虑,降低装置的能耗;②充分利用加热炉烟气热能,最大限度的节能降耗。同时两台加热炉采用热联合,加强能量的回收,有效用能,实现能的优化利用;③改造电脱盐系统仍利用一级排水温度高的

特点,与二级注水充分换热,回收能量;④改造更换减压塔后,塔顶抽真空系统仍采用高效蒸汽抽真空与机械抽真空技术,降低能耗,节约水耗;⑤选择机械、设备时优先选择新型、高效节能产品。合理配置电机功率,避免留有过的余地;⑥对高温设备和管线采取有效的保温措施,减少热量损失;⑦装置内凝结水尽量回收,提高凝结水回用率;⑧新敷设电力电缆选择铜芯电缆以降低线路损耗;⑨新增照明采用高效节能型光源,如高效节能荧光灯、LED灯等;⑩在平面布置上,充分考虑管道走向,减少管线长度,节省投资,控制消耗。

4.2 节能效果

改造前,装置的综合能耗为1266.06kg标准油/h(折1622.8标准煤/h),其中燃料能耗占总能耗的73.29%,电耗占总能耗的14.18%。改造后,综合能耗降低至1190.88kg标准油/h(折1537.4标准煤/h),节省能耗75.18kg标准油/h(折107.4标准煤/h),燃料消耗占总能耗的72.63%,电耗占总耗的17.00%。

5 经济收益分析

5.1 投资概算

项目总投资为2171.64万元(含增值税),其中工程费用1811.87万元、其他费用256.36万元和预备费103.41万元。项目总投资(不含增值税)为1931.58万元,增值税抵扣额为240.06万元。

5.2 成本费用

在成本费用中,详细列出了各项成本的构成,包括燃料及动力成本、固定资产折旧、修理费等,并进行了详细的计算和分析。燃料及动力成本:改造后,由于节能措施的实施,燃料油和电的消耗量有所降低,从而降低了燃料及动力成本。如表2所示。

表2 燃料和动力价格一览表

序号	名称	单位	单价(不含税)(元)
1	电	kWh	0.72
2	节省燃料油	t	5200
3	节省低压蒸汽	t	92.41
4	节省循环水	t	7.00

①固定资产折旧:固定资产按14年直线折旧,预计净残值率为3%;②修理费率:修理费率为3%;

表3 投资现金流表,进行财务现金流分析

名称	税后指标
项目投资财务内部收益率	20.76%
项目投资财务净现值	1121.61万元
年均利润总额(税后)	356.84万元
项目投资回收期	5.18年(含建设期)

③其他制造费:按1%计取;④安保基金:按0.4%计取。

5.3 盈利分析(见表3)

6 结论

随着经济的快速发展和城市化进程的加速,沥青作为道路建设的主要材料,其需求量呈现出逐年增长的趋势。沥青的质量和性能直接关系到道路工程的质量和使用寿命,进而影响着人们的出行安全 and 经济活动的效率。因此,沥青生产装置的工艺优化不仅关系到企业自身的经济效益,也关系到社会公共利益和可持续发展。

经长达4年一个检修周期平稳运行已达到改造目的。总结实施内容后得到具体结论如下:①工艺优化提高了产品沥青质量的稳定性,并改善了装置产品分布,降低了产品沥青杂质含量,使产品更好地满足市场需求和国家标准要求;②节能措施的实施有效地降低了装置的能耗,节省了能源成本,提高了能源利用效率,对企业的可持续发展具有重要意义;③经济收益分析表明,项目实施具有较好的盈利能力和抗风险能力,项目投资财务内部收益率大于行业基准收益率,年均利润总额较高,投资回收期较短。

综上所述,通过对沥青生产装置的生产工艺优化,我们不仅提高了产品的质量和稳定性,还实现了能耗的显著降低和经济效益的提升。这一改造经验的成功,为同行业的其他企业提供了宝贵的借鉴,也为沥青行业的可持续发展做出了贡献。

参考文献:

- [1] 陈安民.石油炼制过程清洁生产的节能环保效应[J].石油化工环境保护,2000(03):43-45+57.
- [2] 李国庆.炼油过程分馏和换热系统能量优化研究[D].广州:华南理工大学,2013.
- [3] 侯笑生.中国炼油技术(第三版)[M].北京:中国石化出版社,2011.
- [4] 项曙光,贾小平,夏力.能量的有效利用—夹点分析与过程集成[M].北京:化学工业出版社,2010.
- [5] 刘祖虎,孙云,蒋长胜.采用双进油双电场技术进行电脱盐装置扩能改造及调试运行分析[J].炼油技术与工程,2017,47(9):1-4.
- [6] GB/T 50441-2016.石油化工设计能耗计算标准[S].北京:国家质量监督检验检疫总局,2016.

作者简介:

祁世杰(1987-),男,汉族,辽宁辽阳人,本科,工程师,研究方向:石油化工、煤化工等领域的工艺设计与工程咨询等工作。