

# 5.0Mt · a<sup>-1</sup>常减压蒸馏装置常压加热炉改造

王耀全, 吴云鹏

(兰州石化公司炼油厂, 甘肃 兰州 730060)

**摘要:**加热炉是常减压蒸馏装置主要的能量转换设备,其热效率对装置加工能耗影响较大。就此对兰州石化公司5.0Mt · a<sup>-1</sup>常减压蒸馏装置常压加热炉热效率低的原因进行了分析,并实施了一系列技术改造(完善)措施,使常压加热炉热效率由87.58%提高到89.88%,降低了燃料消耗。

**关键词:**常压炉;热效率;改造

**中图分类号:**TE988

加热炉是常减压蒸馏装置主要的能量转换设备,其热效率对装置加工能耗影响较大。兰州石化公司5.0Mt · a<sup>-1</sup>常减压蒸馏装置于2003年8月建成投产,设计加工原油为长庆、青海和吐哈三种原油的混合原油,其混合质量分数比为3:2:1,密度为843kg/m<sup>3</sup>(20℃)。常压加热炉设计热负荷为42.293MW,热效率91%。2006年8月份装置标定加工量达到5.33Mt · a<sup>-1</sup>,常压加热炉热负荷为42.43MW,是设计热负荷的100.3%,但最终排烟温度高达240℃,热效率只有87.58%。

文章对常压炉热效率低的原因进行了分析,实施了改进措施,结果表明,加热炉烟气排放温度

下降54℃,炉体表面温度下降15℃,燃料消耗下降13%,加热炉效率由87.58%上升到89.88%,效果明显。

## 1 常压炉存在的问题及分析

常压加热炉设计为双辐射室方箱炉,对流室公用。对流室下层安装有6排油管,5排蒸汽翅片管,烟气出对流室设无机热管空气预热器。

### 1.1 烟气排放温度高

常压炉平均炉膛温度为741℃,经过后置空气预热器后烟气的排放温度达到240℃,较设计值150℃高90℃。对流室传热条件见表1。

表1 对流室传热条件

项目	油/烟气	蒸汽/烟气	空气/烟气
入口温度(℃)	300.8/741	220/582	25/445
出口温度(℃)	316.3/582	457.2/445.6	251.6/240.1
传热面积(m <sup>2</sup> )	410	315.4	
平均传热温差(℃)	348	170.2	220
有效传热量(MW)	9.09(8.60)	1.10(1.56)	
表面热强度(W · m <sup>-2</sup> )	22170(20980)	3487(4956)	

从表1看,对流室油与烟气换热时,烟气温降159℃,对数平均温差达到348℃,表面热强度为22170w/m<sup>2</sup>,为设计的105.67%(表1中括号内数据为设计值),这说明对流室油管传热面积不足,导致上升烟气温差过小,是烟气出对流室温度较高的主要原因。同时,可以看到,蒸汽炉管传热强度仅为设计的70.35%,原因是装置各塔底汽提蒸汽在常压炉对流室取热,设计使用过热蒸汽为系统0.30MPa的乏汽,实际生产中由于乏汽压力不足,并且带水严重,生产中改用1.0MPa主汽。过热蒸汽取热焓值下降14.3 × 10<sup>3</sup>kcal/kg,并且设计过热蒸汽用量11.375t/h,生产中为节约蒸汽用量,实际用量在3.4~8.3t/h,取热量下降。

### 1.2 炉墙体表面温度较高

常压炉炉墙外表面温度一直较高,达到67℃,散热损失较大。

## 2 改造内容

### 2.1 对流室改造

对流室设计建造期间上中段预留有32根空管位,本次改造在对流室中段增加2排翅片管油品炉管共16根,在上段增加2排翅片管蒸汽炉管共16根,蒸汽进出口位置及大小都没有变化,油品进出口的大小未变,只是4个进口位置比改造前抬高了2排管位。改造后管位对照如图1所示。

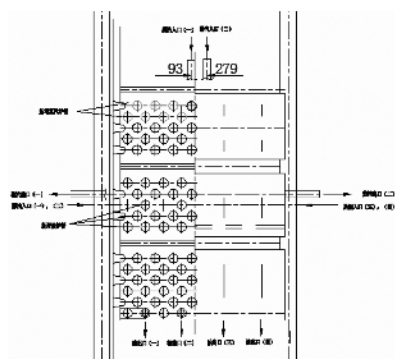


图 1 改造后管位对照

表 2 常压炉改造前后标定操作数据对比

项目	改造前 2006 年 8 月	改造后 2009 年 11 月
装置原油加工量(t/h)	673	648.3
初馏塔顶收率(%)	10.97	15.56
初底油换热终温(°C)	300.8	293.1
初底油出对流室的温度(°C)	316.3	315.7
炉膛温度(°C)	741	728.6
辐射室炉管热强度(kW·m <sup>2</sup> )	26.249	20.49
烟气出对流室的温度(°C)	445.6	387
过热蒸汽量(t/h)	7.95	5.72
过热蒸汽出对流室的温度(°C)	457.2	413.7
最终排烟温度(°C)	240.1	186.8
空气预热后温度(°C)	251.6	213.5
炉墙外表面温度(°C)	67	52
过剩空气系数	1.54	1.14
总有效热负荷(MW)	42.32	41.82
炉热效率(%)	87.58	89.88
燃料消耗(NM <sup>3</sup> ·t <sup>-1</sup> )	6.61	5.75

### 3.2 讨论

1) 从表 2 得出,在常压炉对流室增加油管传热面积后,烟气出对流室温度由 445.6°C 下降到 387°C,下降 58.6°C,这也正好是烟气经过油管换热段的温降,说明,在常压炉对流室增加油管有效地降低了烟气温度。

2) 由于增加了对流室油管后,烟气上升阻力增大,会影响蒸汽和烟气的换热效果,为了保证蒸汽过热温度大于 380°C,同时增加了蒸汽管排。从表 2 看,过热蒸汽温度为 413.7°C,达到了预期效果。

3) 在辐射室炉墙内壁喷涂型隔热材料后,炉体表面温度由 67°C 下降到 52°C,炉体表面热损降低。

4) 从表 2 得出,改造后加热炉燃料消耗由 6.61NM<sup>3</sup>/t 下降到 5.75NM<sup>3</sup>/t,下降率 13%,热效率由 87.58% 上升到 89.88%,效果明显。和改造前相比,加热炉操作状况有所优化,如过剩空气系数由

### 2.2 炉墙内壁做喷涂

本次改造在辐射室炉墙内壁喷涂型隔热材料,降低炉墙外表面温度,减小散热损失。

## 3 改造效果及讨论

### 3.1 改造结果

改造后装置于 2008 年 9 月 27 日开工,10 月份之后装置大负荷生产,2009 年 11 月对装置进行了生产标定,从表 2 标定数据可见,改造后常压炉的各种操作性能均较改造前有所改善。

1.54 下降到 1.14,但烟气排放温度仍然高于设计值 150°C,效率低于设计值 91%。分析认为,需要进一步完善空气预热器体系,例如采用“窄点”技术,利用装置低温排弃能优化空气预热器取热,进一步提高空气入炉温度,降低烟气排放温度,使加热炉效率达到设计条件。

## 4 结论

1) 在常压炉对流室增加油和蒸汽与烟气的换热面积,使烟气排放温度由 240°C 下降到 186.8°C;同时,在常压炉辐射室壁采用保温喷涂保温技术,使加热炉表面温度由 67°C 下降到 52°C。加热炉燃料消耗下降 13%(v/v),加热炉效率由 87.50% 上升到 89.88%,改造取得了一定的效果。

2) 改造后常压炉排烟温度和热效率仍然没有达到设计条件,需要进一步完善空气预热系统。