

常减压蒸馏装置操作规程

南京石油化工厂

1974年8月

常减压蒸馏装置操作规程

南京石油化工厂

1974年8月

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。

只有人们的社会实践，才是人们对于外界认识的真理性的标准。

看来发展石油工业，还得革命加拼命。

前言

SY65/16

本装置是我国自己设计、自己制造设备、自己施工于一九六五年投产的三级蒸馏装置。在工艺流程、自动控制、平面布置上都有它的特点。我国第一次采用了带棚的露天泵房。

该装置原设计加工大庆原油100万吨/年。为了适应石油工业飞速发展的大好形势，现在既可以加工大庆原油，又可以加工九二三原油。经过几次改造，处理能力已达到300万吨/年，可以进行五种方案，八种油品的生产。主要产品有：重整原料、直馏汽油、分子筛脱蜡原料、灯用煤油，航空煤油、专用柴油、轻柴油及重柴油等。同时为二次加工装置提供原料。

本装置工艺流程的主要特点是：

一、采用减压渣油和减压二、三线油二次换热，提高换热温度。

二、开初馏塔侧线，减轻常压炉负荷。

三、减压塔顶油水分离器由原来负压操作改为常压操作。

四、没有单独燃料油系统(燃料油罐、燃料油泵、燃料油返回线)，直接烧200~250℃的减压塔底渣油。

五、本装置附有原油电脱盐和汽油、煤油、轻柴油(送电)、重柴油(送电)碱洗精制系统。实际是一套原油电脱盐、常减压蒸馏、直馏产品精制联合装置。

目 录

前言

第一章 常减压蒸馏基本知识.....	1
第一节 石油的组成.....	1
第二节 常减压蒸馏的基本原理.....	4
第二章 工艺流程.....	9
第一节 工艺流程说明(附工艺流程图).....	9
第二节 工艺条件.....	19
第三章 设备一览表(附主要设备简图).....	27
第四章 开工操作.....	39
第一节 开工前的准备.....	39
第二节 设备、流程的检查贯通试压.....	39
第三节 正常开工.....	42
第五章 正常操作.....	49
第一节 加热炉的操作与管理.....	49
第二节 冷却器、换热器的操作与管理.....	52
第三节 塔的操作与管理.....	53
第四节 容器的操作与管理.....	60
第五节 机泵的操作与管理.....	61
第六章 停工操作.....	67
第一节 停工前的准备工作.....	67
第二节 停工程序表.....	67
第三节 停工扫线及设备吹汽.....	69

第四节	系统水洗和焖炉.....	71
第七章	一脱四注.....	74
第一节	一脱四注概况.....	74
第二节	电脱盐的基本原理.....	76
第三节	电脱盐的开工操作.....	76
第四节	电脱盐的停工操作.....	80
第五节	电脱盐常遇问题及处理.....	81
第八章	产品精制.....	84
第一节	常压塔顶汽油碱洗.....	84
第二节	灯油电精制.....	85
第三节	柴油电精制.....	87
第九章	事故预防及处理.....	92
第十章	安全规程.....	98

第一章 常减压蒸馏基本知识

第一节 石油的组成

一、石油的元素组成：

到目前为止，从石油中已能生产出石油气、汽油、煤油、柴油、润滑油、石蜡、沥青、焦炭及燃料油等六百多种产品。石油产品的种类虽然很多，但它们的元素组成基本相同，主要是由碳和氢这两种元素组成的。在石油中碳和氢占有所有元素总重量的92~99%，其中碳占83~87%，氢占11~14%。其次还含有氮、氧、硫等元素。大部分石油中氧、氮、硫元素总含量在2%(重)以下。我国原油多数含硫较低，如玉门原油含硫0.1%，克拉玛依原油含硫0.04%，大庆原油含硫0.11~0.15%，均属于低硫原油；但九二三原油含硫较高，一般在0.5~2%，属于含硫原油。此外石油中含有微量的氯、碘、磷、硅、钠、钙、铁、镍、钒、砷等元素。这些元素虽然含量甚微，但对石油产品的性质及石油加工过程的影响却很大。

二、石油的烃类组成：

石油产品的主要元素是碳和氢，但各种石油产品的性质却相差很大，如汽油比煤油轻，易挥发，闪点低，遇火易燃。润滑油的粘度比柴油大。汽油、煤油、柴油、润滑油在常温下是液体，蜡和沥青在常温下则是固体。为什么在元素组成基本相

同的情况下，石油产品的性质相差很大呢？这是因其烃类组成不同。

石油中究竟有哪些烃类呢？

石油中烃类主要是烷烃、环烷烃及芳香烃。

烷烃是石油的主要组成之一，随着碳原子数的增加，烷烃分别以气、液、固三种状态存在。在常温下，甲烷到丁烷是气态，多存在于天然气中。从戊烷到十五烷在常温下是液态，主要存在于汽油和煤油中。十六烷以上的烷烃在常温下是固态，一般以溶解状态存在于柴油和润滑油中，当温度降低就会结晶析出，称为蜡。在碳原子数相同时，烷烃与其它烃类比较比重最小，粘度最小，对热稳定性低，容易氧化自燃。

在石油中存在的环烷烃，目前发现的仅有环戊烷和环己烷其衍生物。油品粘度的大小与其含环烷烃的多少有密切关系。及一般含环烷烃多，则油品粘度较大。

在石油中除单环芳香烃外，还有双环和多环芳烃。在120℃以前的馏份中芳香烃含量较少，在120~300℃的馏份中芳香烃含量较多。

除烃类外，石油中还含有非烃类。如含氧化合物、含氮化合物、含硫化合物等。这三类化合物在石油中的总含量一般在5—10%(重)左右。非烃类在石油产品中的含量虽少，但对石油产品的质量影响很大。

含氧化合物：天然原油含氧极少，一般小于1%(重)。石油中的氧90%以上存在于胶质，沥青质中。

含氧化合物可分为两种。一种是中性的，如醇、醛、酮等。中性的数量极微。在酸性氧化物中，最主要的是环烷酸，约占酸性氧化物的95%左右。汽油中几乎不含环烷酸，从煤油馏分开始至中质润滑油馏分，其含量随沸点的升高而逐渐增加。

酸性含氧化合物具有强烈的腐蚀性。中性含氧化合物在储存和使用过程中也会进一步氧化，最后生成胶质，影响油品质量。因而在精制时必须除去含氧化合物。

含氮化合物：石油中含氮化合物可分为碱性和中性两种。酸性氮化物主要有：吡啶、喹啉、异喹啉及衍生物。中性氮化物主要有：吡咯、呋喃、咪唑及其衍生物。

随着石油馏分沸点的升高，氮化物含量不断增加。一般汽油中不含氮化物，煤油中也极少，氮化物绝大多数存在于胶质、沥青质中。

氮化物能使催化剂中毒，影响油品颜色，氮化物分解会降低油品的安定性，又容易生成胶质沉淀，影响油品使用性能。

含硫化合物：含硫化合物按性质可分三大类：

(一)酸性硫化物：主要是硫化氢和硫醇，它们对金属都能腐蚀。硫醇有极难闻的臭味，空气中如含有 1×10^{-8} 克/升的低分子量硫醇即可嗅出。

(二)中性硫化物：主要有硫醚(RSR)和二硫化物(RSSR)，它们的热稳定性差， $130 \sim 160^{\circ}\text{C}$ 就开始分解生成硫醇和硫化氢。

(三)对热稳定的硫化物：如噻吩、四氢化噻吩。

硫化物对石油及其石油产品总的说来有下列危害：

(一)能引起设备腐蚀，特别是在高温下腐蚀更为严重。

(二)在气体和各种石油馏分加工时，会造成某些催化剂中毒。

(三)含硫化合物会降低汽油的感铅性，恶化汽油的抗爆性，同时易使储存和使用中的油品氧化变质，生成粘稠状沉淀。

硫化物主要存在于重质油品中，随着沸点的升高，硫化物含量也增加。

胶质、沥青质：沥青质单独存在时是黑色脆性无定形固体，它的分子量很大(可达几千)，比胶质大好几倍。能溶于二硫化碳、四氯化碳及苯中，但不溶于石油醚，而石油的其它组分都能溶于石油醚。

胶质是一种很粘稠的从黄色到暗褐色的液体，分子量一般在600~1000之间，能溶于石油醚，也能被硅胶所吸附。因此当用石油醚处理再用硅胶吸附就能得出石油中胶质的含量，称硅胶胶质。

胶质和沥青质一般都能和硫酸起作用，作用后的产物能溶解在硫酸中。

石油经除去所含的胶质和沥青质后，就会变成透明。由此可见石油颜色主要是由胶质和沥青质的存在而引起的。

第二节 常减压蒸馏的基本原理

一、名词解释：

(一)馏分组成：

由于油品是一个复杂的烃类混合物，故没有一定的沸点。当加热时，先汽化的为轻组分。随着轻组分的不断被蒸出，温度不断升高，不能得出一个固定的温度来表示油品的沸点，常用一个温度范围来表示油品的沸点，即用开始蒸出和最后蒸完的两点温度间隔来表示。这个温度范围称为沸程。通常采用恩氏蒸馏测沸程。

(二)比重及平均分子量：

1.比重：单位体积油品的重量称为密度。同体积的油品和4℃水的重量之比称为比重，故比重为一没有单位的数值。

水在 4 °C 时的密度为 1 克/毫升, 可以常用 4 °C 水的密度作基准。温度为 t °C 的油品对 4 °C 的水的比重用 d_4^t 表示, 我国常用 d_4^{20} 表示, 即以同体积 20 °C 的油品的重量与 4 °C 水的重量之比。

石油气体的重度(或密度), 通常用标准状态下每立方米的重量(或质量)来表示。石油气体的比重是用它的重量和同体积的标准状态下的空气重量的比。石油气的比重通常都大于 1。

温度升高时, 油品的体积增加, 因而比重变小。压力对于液体油品的比重影响不大, 对于气体, 压力增大, 比重增加。

油品的比重与其馏分组成有关, 对同一原油, 馏分越重, 比重越大。含烷烃多时比重小, 含环烷烃, 芳香烃多时, 比重大。

2. 平均分子量: 由于石油是各种烃类的复杂混合物, 所以石油的分子量为其各组份的分子量的平均值, 称为平均分子量。

各种油品平均分子量的经验值为: 汽油 100~120, 煤油 180~200, 轻柴油 210~240, 轻质润滑油 300~360, 重质润滑油 370~470。

(三) 粘度及粘温特性:

粘度是表示油品流动性的指标, 尤其对润滑油更是一项重要的指标。我国最常用的是恩氏粘度和运动粘度, 分别以 $^{\circ}\text{Et}$ 和 V_t 表示。

油品的粘度随着沸点的升高, 分子量的增大而增加。不同原油所得同一沸点范围的油品, 由于化学组成不一样, 粘度也不一样。含烷烃越多的油品粘度越小, 含环烷烃及芳香烃越多的油品粘度越大。

温度对油品的粘度影响很大。温度升高, 油品粘度变小; 温度降低则粘度升高。这种油品粘度随温度改变而改变的性质, 称为粘温特性。

(四)凝固点、浊点(云点)、冰点(晶点):

1.凝固点: 油品是一种复杂的混合物, 它没有固定的凝固点。所谓油品的凝固点即指失去流动性的最高温度。

2.浊点和冰点: 浊点和冰点是评价某些轻质透明油品低温性能的指标。在特定的仪器中和规定的试验条件下, 将油品冷却使它失去透明性, 并产生云雾状的混浊现象的最高温度称为浊点。继续降低温度到油品中开始出现肉眼看到晶体时的温度称为冰点。

(五)闪点与燃点:

油品的闪点是指在规定的仪器内和一定的条件下, 加热油品到某一温度, 当有火焰接近油品蒸汽与空气的混合物时, 即发生闪火现象, 这时的温度称为闪点。

燃点是当油品达到闪点后继续加热到某一温度, 引火后液体开始燃烧, 火焰不再熄灭的最低温度称油品的燃点。燃点一般比其闪点高 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

油品的闪点和燃点标志着油品的爆炸性和着火性, 是油品重要的安全指标。

自燃点:

将油品加热到某一温度, 令它与空气接触, 不需引火, 油品自行燃烧的最低温度, 称该油品的自燃点。

油品的自燃点与油品的化学组成和馏份组成有关, 含烷烃多的油品其自燃点低, 含环烷烃多的油品自燃点较高, 含芳香烃多的最高。油品的沸点越高, 其自燃点越低。

(六)温度、压力、流量:

1.温度: 衡量物体受热程度的物理量称温度, 我国常用的温度是摄氏温度。

2.压力: 单位面积上所受的力称为压力, 我国常用的压力

单位如下:

1 工程大气压 = 1 公斤/厘米² = 736毫米汞柱 = 0.9684 物理大气压

1 物理大气压 = 1.0336公斤/厘米² = 760毫米汞柱 = 10.336 米水柱 = 1.0336工程大气压

通常在弹簧式压力表上所读到的压力是表压, 换算成绝对压力时应加上当地的大气压力。

真空度: 在减压蒸馏时使用真空度来衡量设备内部的真空状况, 通常用毫米汞柱表示。

真空度(毫米汞柱) = 当地大气压力(毫米汞柱) - 设备内剩余压力(毫米汞柱)

3. 流量: 单位时间内流过物体的量, 常用的有体积流量米³/时, 重量流量吨/时等。

二、蒸馏基本原理:

常减压蒸馏是利用各馏分间挥发能力不同, 或者说存在着沸点差这一特性而将原油初步分离成汽油、煤油、柴油、蜡油及渣油的。

低沸点组分加热后容易汽化, 高沸点组分加热后不易汽化。将原油加热到一定温度, 原油部分汽化, 分成汽液两相, 汽相比液相含有较多的低沸点组分; 当油品蒸汽部分冷凝时, 高沸点组分首先冷凝, 如果使汽液两相不断充分进行热量交换和质量交换, 则在冷凝液中重组分不断增加, 在汽相中轻组分不断增加, 这就是蒸馏过程所以能够进行的理论基础。

以常压蒸馏塔为例。

将原油加热到一定的温度(360°C)后, 其中汽油, 煤油, 柴

油这些沸点较低的馏分优先汽化。当进入常压塔后，气液两相得到初步分离，含有汽煤柴油的混和气体随之上升，再在塔顶打入30~40℃左右的汽油回流，使下降的汽油回流与上升的油品蒸汽在塔盘上相遇。混和蒸汽中的重汽油及煤油的蒸汽将汽油回流加热汽化，而它自己已被冷凝，只有汽油回流与混合蒸汽中的汽油馏分呈汽相状态从塔顶跑出，冷凝下来后即得汽油。一部分作回流循环使用，一部分作为产品。被冷凝的煤油、重汽油的液体下降到下一层塔盘与上升的温度更高的混和蒸汽相遇，轻组分(如重汽油)吸收热量汽化，原来混和蒸汽中较轻的组分(汽油、重汽油)仍然是汽相，混合蒸汽中的重组分被冷凝，(下降的液体中的重组分，如煤油，仍然是液相)。这样在每层塔盘上都进行着上述的质量交换和热量交换。由于从塔顶到塔进料段温度越来越高，因此从每块塔盘上升的蒸汽中，越向上行其轻组分含量越多，从每块塔盘下流的液体中愈向下流其重组分含量越多。这样我们就能在塔顶得到低沸点的汽油，在塔底得到重油，在塔中部开出几个侧线，就可得到煤油，柴油等中间馏份。

在常压下要把原油中的一些重组分(如蜡油)全部汽化，就需将原油加热到较高的温度，但当原油加热到375℃以上时，部分油品发生分解产生裂化现象，使油品质量变坏。同时高温下油品发生缩合反应，很易发生结焦。为了降低油品的沸点，以便在较低的温度下汽化，一般采用减压蒸馏。

减压蒸馏就是用抽真空的方法将蒸馏塔内的气体抽出，使油品在低于大气压的情况下进行蒸馏，这样可使油品沸点大大降低，高分子馏分就能在不高的温度下汽化而不产生分解。一般减压蒸馏的真空度达700~720毫米汞柱。

为了降低油品的沸点，提高汽化率，通常在分馏塔底吹入过热蒸汽，以在总压不变的情况下，降低油气分压。

第二章 工艺流程

第一节 工艺流程说明

一、原油系统：

原油(45℃左右)由中间罐 701[#]、702[#] 罐经 0[#]、1[#] 原油泵抽入装置。在原油泵的入口总管上注入 5—6%、温度在 70℃左右的工业水。

原油经原油泵输送后分两路与热油换热。

一路原油经换-1①管程(与减一线换热)，再经换-2管程(与减二线二次换热)，换-3管程(与减三线二次换热)；一路原油经换-1②管程(与减一线换热)，再经换-4管程(与常二线换热)，换-6管程(与常三线换热)。然后两路汇合进入电脱盐罐容-16①、②、③、④，(如果进行二次脱盐，则原油先进容-16①、③，再到容-16②、④)进行脱盐脱水。

脱盐脱水后的原油经3[#]，4[#]原油接力泵分成两路与热油换热。

一路原油经控制阀后到换-5管程(与中段回流换热)、换-8管程(与减二线一次换热)、换-10⑤、⑥管程(与渣油换热)，最后经换-10⑦、⑧套管换热器壳程(与渣油换热)；一路原油经控制阀后到换-7管程(与渣油二次换热)、换-9管程(与减三线一次换热)、换-10①、②管程(与渣油换热)，最后经换-10③、④套管换热器壳程(与渣油换热)，然后两路汇合进入蒸发塔第六

层。

二、初馏系统：

(一)蒸发塔顶重整原料经冷-1(五组)冷凝冷却器进入容-1油水分离罐切水；油经7*泵输送，一路为塔顶回流油打入蒸发塔，一路出装置；容-1瓦斯气体进入低压瓦斯系统至1*常压炉做燃料。

(二)蒸发侧线油由16层(或14、18层)抽出经13*泵输送至常压塔第32层，或29层，或和中段回流一起打入常压塔第24层。

三、常压系统：

蒸发塔底拔头原油经16*、17*、18*泵分别打入4*、2*、1*常压炉的对流室、辐射室加热至365℃进入常压塔第六层(4*常压炉对流、辐射皆为两路进两路出，2*、1*常压炉对流室为四路进四路出，辐射室为两路进两路出)。

(一)常压塔顶汽油经4台空气冷凝冷却器后进入浮头冷却器(四组后冷)，再至容-2油水分离器切水；油经5*泵输送，一路为塔顶回流油打入常压塔，一路到汽油碱洗罐进行碱洗后出装置。容-2瓦斯气体进入低压瓦斯系统至2*常压炉做燃料。

(二)常压一线由常压塔29、31层抽出到塔-3上段(常一线汽提塔，生产航空煤油时，由汽提塔到热虹吸后再回到汽提塔)，经8*、9*泵输送至冷-3冷却后到容-4常一线碱洗罐，经碱洗后再出装置(大庆油常压一线不用碱洗)。

(三)中段回流由常压塔21层抽出，经14*、15*泵输送至换-5，换热后返回至常压塔第24层塔盘。

(四)常压二线由常压塔19层抽出到塔-5(常压二线汽提塔)，经10*泵输送至换-4、冷-4冷却后进入容-27碱洗罐和

容-28水洗罐进行电精制后出装置。

(五)常压三线由常压塔15层抽出到塔-3中段(常压三线汽提塔),经12[#]泵输送到换-6(生产航煤时作为热虹吸热源后再到换-6)、冷-5冷却后进入容-25碱洗罐和容-26水洗罐进行电精制后出装置。

(六)常压四线由常压塔8、10、11层抽出到塔-3下段(常压四线汽提塔),经28[#]泵输送至冷-11冷却后并入减压一线进农柴罐或蜡油罐。

四、减压系统:

常压塔底重油用20[#]、21[#]泵抽出分四路进3[#]减压炉对流室、辐射室,加热至410℃后出来分两路进入减压塔。

(一)减压塔顶馏出油气到冷-6间接冷凝冷却器进行冷凝冷却。冷凝的液相至容-5进行切水,油用31[#]、32[#]泵输送并入常压三线或减压一线,容-5的少量瓦斯气体排空。冷-6的不凝气体通过三组蒸汽喷射泵抽真空。南北二组为三级,中组为二级,每级皆用水直接冷凝,通过大气脚排入容-6水封槽中。

(二)减压一线由减压塔18层抽出,经22[#]泵输送至换-1,一部分作为塔顶热回流,一部分至冷-7进行冷却后又分为二路,一路作为塔顶冷回流打入减压塔,一路作为农柴或蜡油出装置。

(三)减压二线由减压塔14层抽出,经24[#]泵输送至换-8、换-2,一部分作为循环回流打入减压塔15层,一部分经冷-8冷却后出装置或直接作为裂化热进料。

(四)减压三线由减压塔9层抽出,经25[#]泵输送至换-9、换-3,一部分作为循环回流打入减压塔11层,一部分经冷-9冷却后出装置或直接作为裂化热进料。

(五)减压四线由减压塔7层抽出,经27[#]泵输送至冷-12冷