



湖南石油化工职业技术学院
Hunan Petrochemical Vocational Technology College

学生毕业设计成果

设计题目： 年产 10 万吨对二甲苯工艺流程
专业名称： 应用化工技术
班级名称： 应化 3171
学生姓名： 胡玉燕
指导教师： 王伟
责任领导： 刘芬

二〇一九年十月

学生毕业设计成果真实性承诺书

本人郑重承诺：我所递交的毕业设计材料，是本人在指导老师的指导下独立进行完成的；除文中已经注明引用的内容外，不存在有作品（产品）剽窃和抄袭他人成果的行为。对本设计的共同完成人所做出的贡献，在对应位置已以明确方式标明。若被查出有抄袭或剽窃行为，或由此所引起的法律责任，本人愿意承担一切后果。

学生（确认签字）：胡玉燕

签字日期：2019.10.18

指导教师关于学生毕业设计成果真实性审核承诺书

本人郑重承诺：已对该生递交的毕业设计材料中所涉及的内容进行了仔细严格的审核，其成果是本人在的指导下独立进行完成的；对他人成果的引用和共同完成人所做出的贡献在对应位置已以明确方式标明。不存在有作品（产品）剽窃和抄袭他人成果的行为。若查出该生所递交的材料有学术不端的行为，或由此所引起的法律责任，本人愿意承担一切责任。

指导教师（确认签字）：王伟

签字日期：2019.10.22

目 录

一、成果简介.....	1
二、设计思路.....	1
（一）产品方案.....	1
（二）产品规格.....	1
三、设计过程.....	2
（一）工业技术方案的选择.....	2
四、成果特点.....	12
五、收获与体会.....	13
参考文献.....	14

年产 10 万吨对二甲苯工艺流程

一、成果简介

对二甲苯，英文名称为 1,4-xylene; p-xylene，别名：1,4-二甲苯，分子结构式如图 1 所示。分子式： C_8H_{10} ； $C_6H_4(CH_3)_2$ ，分子量为 106.17，属于易燃类液体，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氧化剂能发生强烈反应。流速过快，容易产生和积聚静电。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。

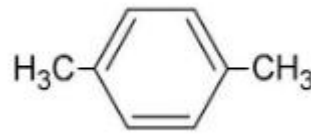


图 1 对二甲苯分子图示

对二甲苯常温常压下为无色透明液体，有类似甲苯的气味。熔点为 $13.3^{\circ}C$ ，沸点为 $138.4^{\circ}C$ 。相对密度(水=1)为 0.86 相对蒸气密度(空气=1)为 3.66。蒸气压(kPa)为 1.16($25^{\circ}C$)，闪点为 $25^{\circ}C$ 。爆炸上限%(V/V)为 7.0，爆炸下限%(V/V)：1.1。不溶于水，可混溶于乙醇、乙醚、氯仿等大多数有机溶剂。

常用的包装方法为：小开口钢桶；螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶（罐）外普通木箱；螺纹口玻璃瓶、塑料瓶或镀锡薄钢板桶（罐）外满底板花格箱、纤维板箱或胶合板箱等。

二、设计思路

（一）产品方案

公司采用先进的裂解产品汽油、重整产品和外购原料混合对二甲苯进行分离的模块化生产工艺,根据客户和市场的情况进行购买不同的原料进行模块化的生产。

（二）产品规格

对二甲苯质量指标如下：

指标名称	指标
外观	无色透明无杂物的液体

纯度% (重量)	≥99.2
色度 (APHA)	20 以下
相对密度 (d415)	0.864--0.866
溴价/ (g/100g)	≤0.2
非芳烃% (重量)	≤0.2

三、设计过程

(一) 工业技术方案的选择

1、对二甲苯主要来源

(1)催化重整

主要广泛的应用来生产芳烃,催化重整等在产物中,二甲苯芳烃含量的国际质量分布式数值约一般为 22%。

(2)裂解汽油

它主要是一种将液体原料石脑油、轻油和重柴油通过蒸汽加热裂解生产甲苯苯乙烯的副产品,其中对二甲苯乙烯含量的质量和稳定性分数为 6.7%。

(3)煤焦油

它主要是用来作为煤炭工业和冶金工业的原料和副产品。煤在焦炉中通过高温热解产生的一种气态和液态混合产物以气态的形式从冷凝和炭化的温室内部逸出。这种液态的气体被人们称为"原料煤气"。大部分的煤焦油都是通过冷凝和炭化的煤气液在焦炉中分离混合得到的。每 100 吨的炼焦煤可以每年获得 4 万吨的煤焦油。其中二甲苯含量的国际质量分数值大约为 5%。

(4)甲苯歧化

甲苯歧化也能产生二甲苯。

c8 芳烃的原料组成也因裂解汽油原料的来源不同而不同。

c8 芳烃的原料来源和其组成方法参见原料列表 10。表 10 C8 芳烃来源及其组

成

组成	重整油	裂解汽油	甲苯歧化	煤焦油
----	-----	------	------	-----

乙苯	15	300	< 1	10
对二甲苯	20	15	26	20
间二甲苯	45	40	50	50
邻二甲苯	20	15	24	20

第二次世界大战前,因此战后以来对二甲苯的主要来源逐渐从工业转移扩大到了炼油和化学工业。目前,在一些西欧和亚洲的日本,由于热解石脑油和其他轻柴油被广泛用作生产对苯乙烯的裂化原料,热解的汽油也富含芳烃。目前,

中国的煤焦油和石化工业虽然开始于 20 世纪 80 年代末,但目前煤和焦油仍被认为是中国有机芳烃的主要来源。随着未来中国聚氯乙烯工业和

对二甲苯是通过芳烃分离或者混合对二甲苯芳烃来进行制备的。对二甲苯芳烃来源广泛,从美国的炼油厂芳烃中获得的分离或者混合对二甲苯芳烃主要来自于重整芳烃联合装置。如果对二甲苯从炼油厂的芳烃分离或者联合的装置中通过芳烃获得,邻二甲苯的芳烃也可以进行联产。目前中国企业生产对二甲苯的芳烃分离或者联合的装置已分别在上海扬子石化公司、

对二甲苯的生产和分馏过程通常主要是分馏重整油和经过裂化加氢的汽油。芳烃抽提分馏装置以二甲苯环丁砜为溶剂抽提得到 c6-c8 芳烃,返回抽提分馏装置系统。c8 芳烃的混合物被分离以获得新的对二甲苯。

(1) 联产法——以混合二甲苯为主要原料

国外对邻二甲苯的联合生产与国内对二甲苯的联合生产可以同时在一起进行,即我们所谓的"联产法"。该联合操作方法特别适用于二甲苯和芳烃的联合装置。这种联合操作方法本身就是常见的双塔联合操作。第二个联合塔分别实现了产品对二甲苯和其他 c9+芳烃的联合分离。工艺流程图 3 为双塔联产法生产过程中对二甲苯的生产工艺流程图。

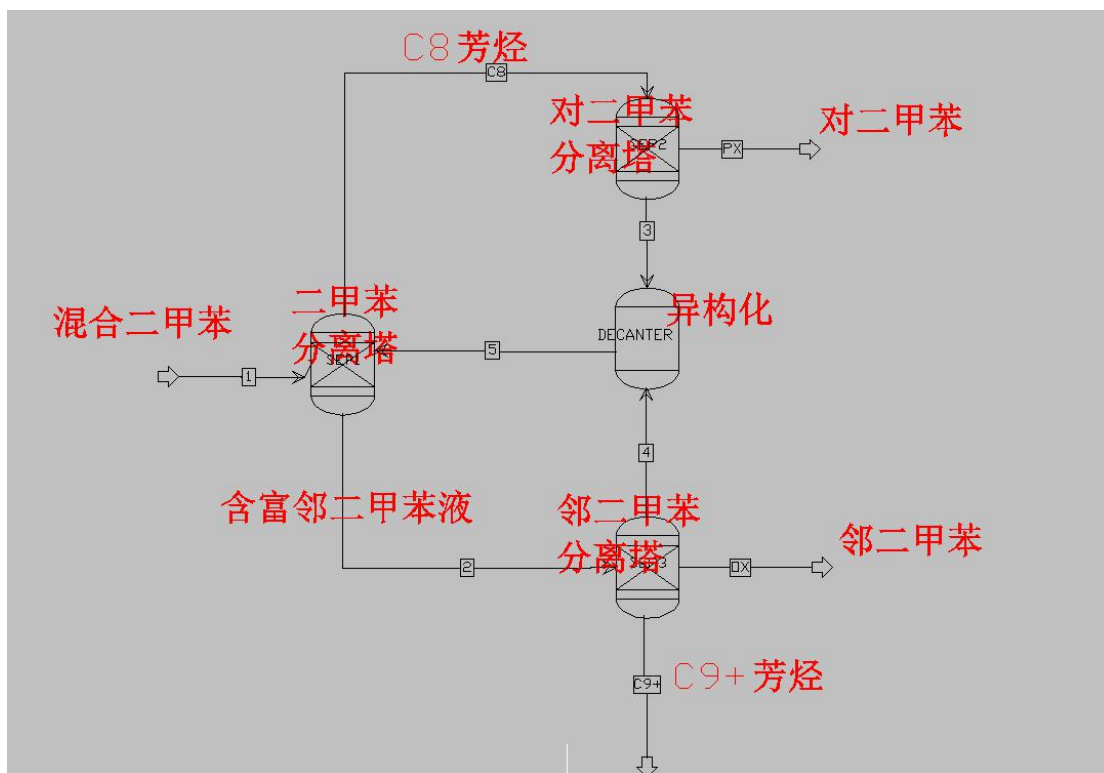


图 3 对二甲苯联产流程

根据国外对 c8 芳烃的加工和生产经验,当其混合对二甲苯完全异构化为相邻对二甲苯时,c8 芳烃的产品收率仅可以提高为 83%,而当邻二甲苯和异构化的对二甲苯同时加工和生产时,

(2)裂解汽油为原料

由热解汽油生产对二甲苯的工艺流程如图 4 所示。

收率低成本高、资源综合利用率低、芳烃含量损失大。如果经过热解的汽油被对二甲苯芳香化成 btx,

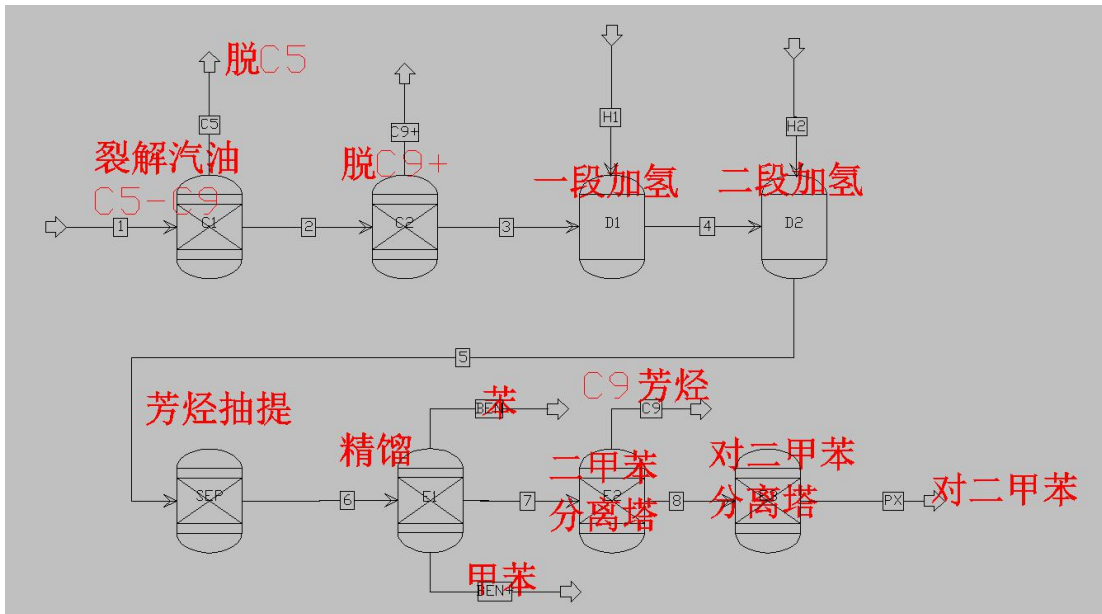


图 4 裂解汽油生产对二甲苯流程

(3) 由重整产物和裂解汽油生产对二甲苯

以催化重整汽油芳烃裂解产物和应用催化汽油裂解重整芳烃的应用汽油催化产物应用为主要生产原料,联合国外多家企业研发生产的催化芳烃芳醇对二甲苯也是国外多家企业专门联合研发生产各种催化芳烃或芳醇对二甲苯的常用技术工艺和生产方法。二甲苯的整体生产流程软件设计基本示意图如下图图 5 所示。

该生产工艺的技术特点主要是将催化重整汽油产物和催化裂解汽油产物结合起来生产催化对二甲苯,同时生产苯、甲苯、混合对二甲苯等产品。由于生产工艺灵活,产品的比例也可根据消费者的市场需求情况进行相应的调整。投资少,产品对二甲苯

的利用和回收率

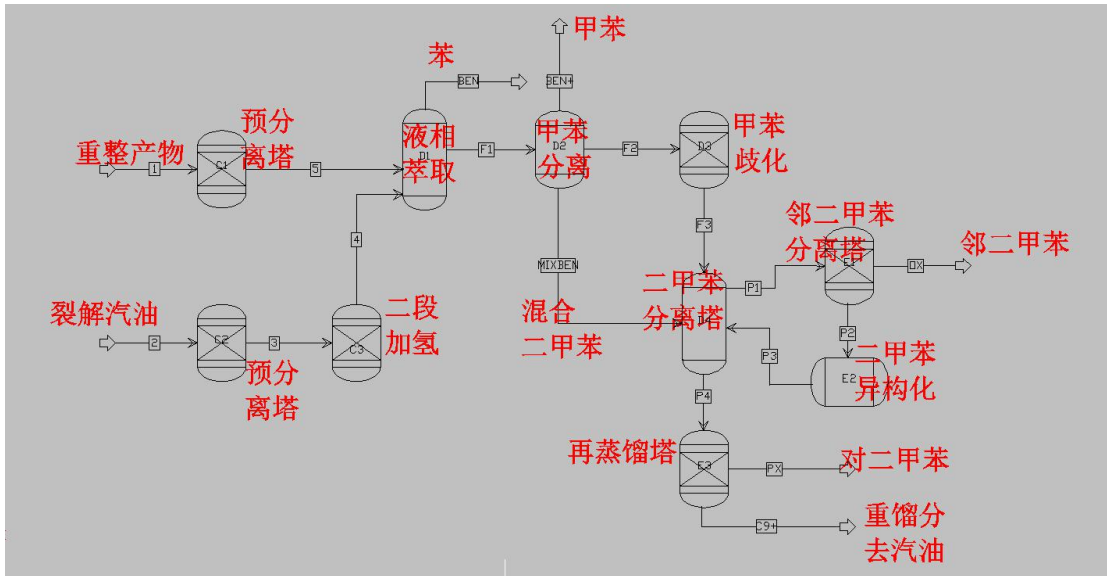


图 5 重整氧化油和空气裂解油的汽油工艺设备流程联合完成

采用聚氯乙烯分子筛非氢异构化的方法，配合氢气精馏工艺生产高纯对二甲苯。该反应工艺设备简单，反应环境温度低，反应的周期长，异构化方法的选择性好，二甲苯反应造成损失的概率低，原料中的聚氯乙烯苯和氢气可以同时进行转化。能耗高，效益差。随着近年来我国炼油和聚氯乙烯异构化工业的快速发展，用该异构化方法的原料生产高纯对二甲苯的效益需要进行较高的评价。

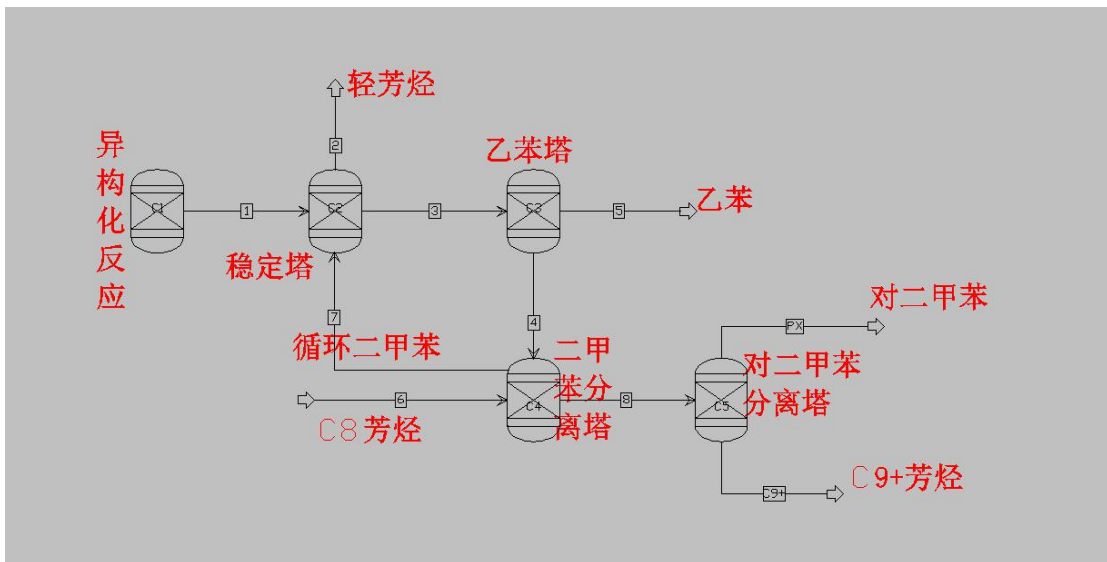


图 6c8 芳烃异构化试剂生产对二甲苯的流程图

3、生产工艺流程

通过研究比较了现有对二甲苯生产工艺的各种优缺点，根据国内目前对二甲苯生

产市场的发展现状和重整产品原料市场供应的情况,拟建设的生产项目主要采用高压裂解的汽油和重整产品对二甲苯为主要原料,简单的二甲苯工艺生产流程如图 1 所示。

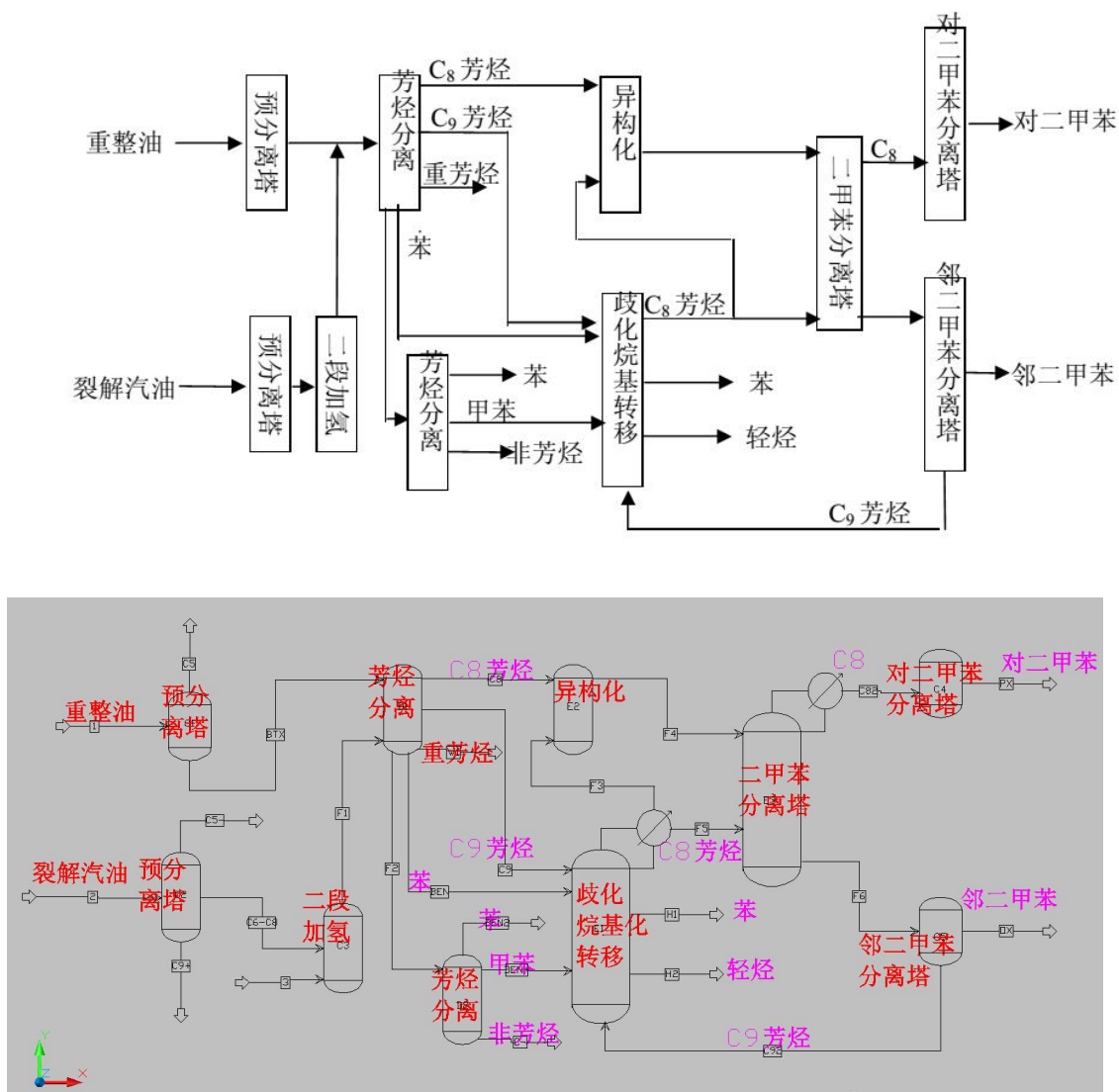
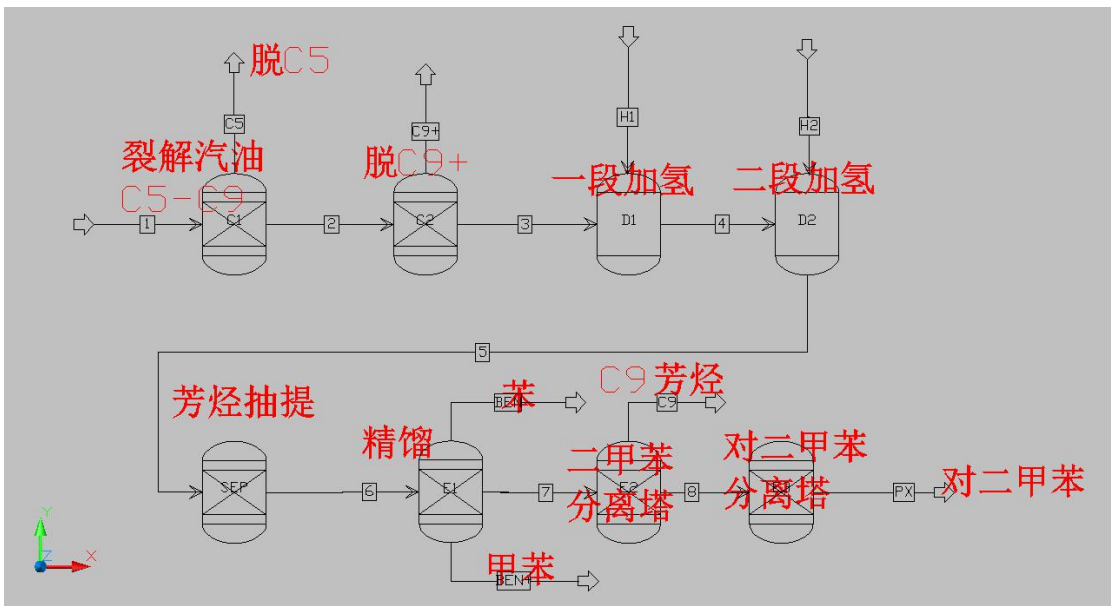
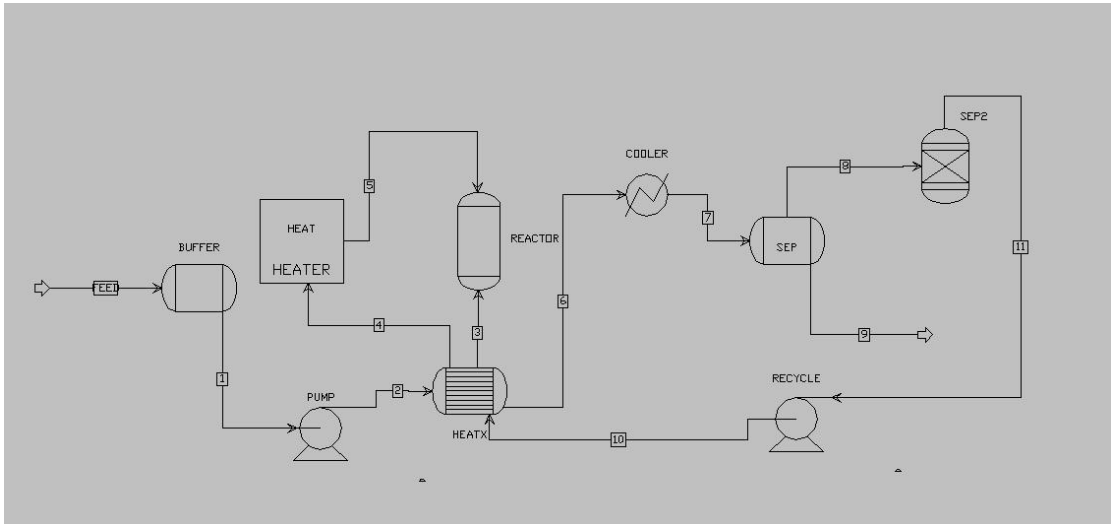


图 1 简单工艺流程

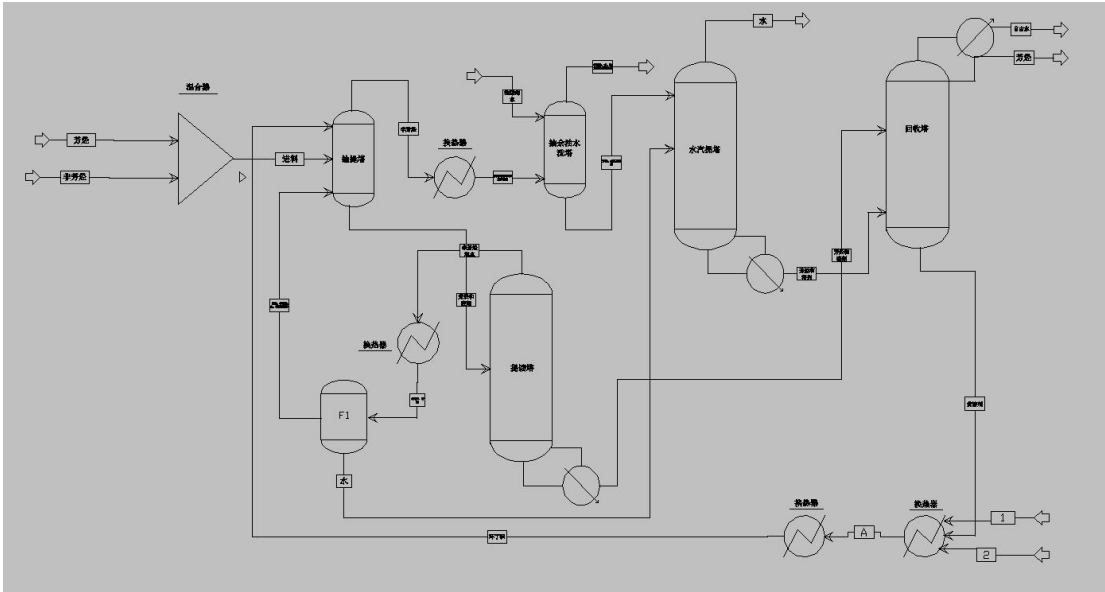
(1) 加氢单元

裂解后的汽油先在塔下进行预分馏,然后再从塔下进入 c8 和 c9 脱除塔,从塔底进行脱除取出 c9 和 c10 中的 c9 馏分。



(2) 芳烃抽提单元

加氢裂化的汽油和加氢重整产物由塔顶的分离装置送到塔顶进行分离, c8 芳烃馏分可被直接送到塔顶作为二甲苯的分馏抽提装置, c9 芳烃被直接送到塔顶的歧化抽提装置, c6 和 c7 馏分被直接送到了塔顶的加氢裂化芳烃抽提装置。在这里, 苯、甲苯和苯余液(非加氢裂化芳烃)的馏分可以被直接进行分离。二甲苯可以作为汽油产品原料出售, 甲苯可以作为增加生产二甲苯汽油产量的主要原料被直接送到塔顶的歧化抽提装置, 少量的甲苯和苯余液可以直接作为汽油产品原料出售。残油液也同样可以直接作为汽油产品原料出售。

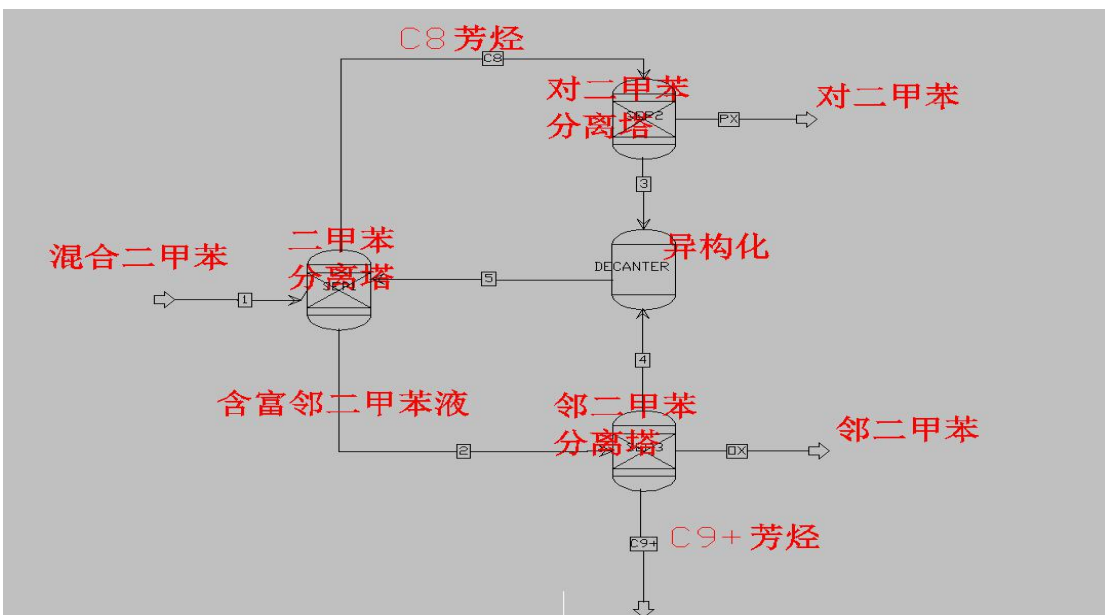


(3) 二甲苯分馏单元

分馏塔的塔底(c8+芳烃馏分)和异构化分离装置的原料从分离塔被直接输送至对二甲苯异构化分馏装置,其中c7和c8+芳烃和馏分从c7和c8去除塔底部分离的产物。分离后得到的c8和c9芳烃馏分可直接作为歧化分离装置的原料,得到的c9和c10+芳烃馏分可直接用于歧化装置掺烧燃料油。

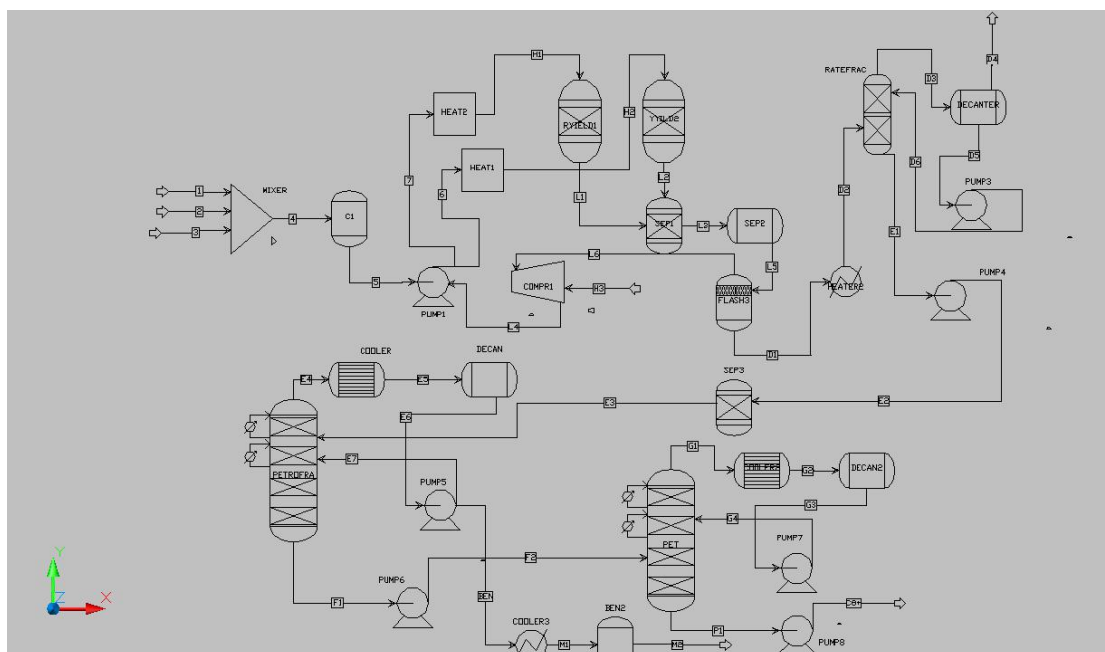
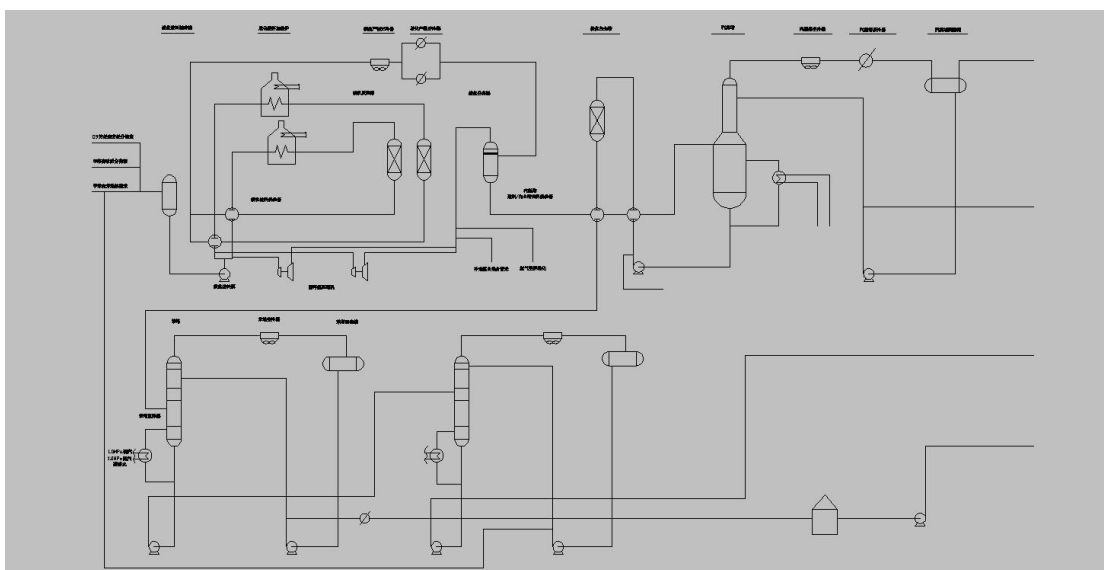
(4) 对二甲苯分馏单元:

二甲苯的水解分离分馏塔底部的一个二甲苯水解馏分已经进入了一个对二甲苯的水解分离塔,在那里只有对二甲苯的水解馏分可以作为水解产物被进行分离



(5) 歧化单元

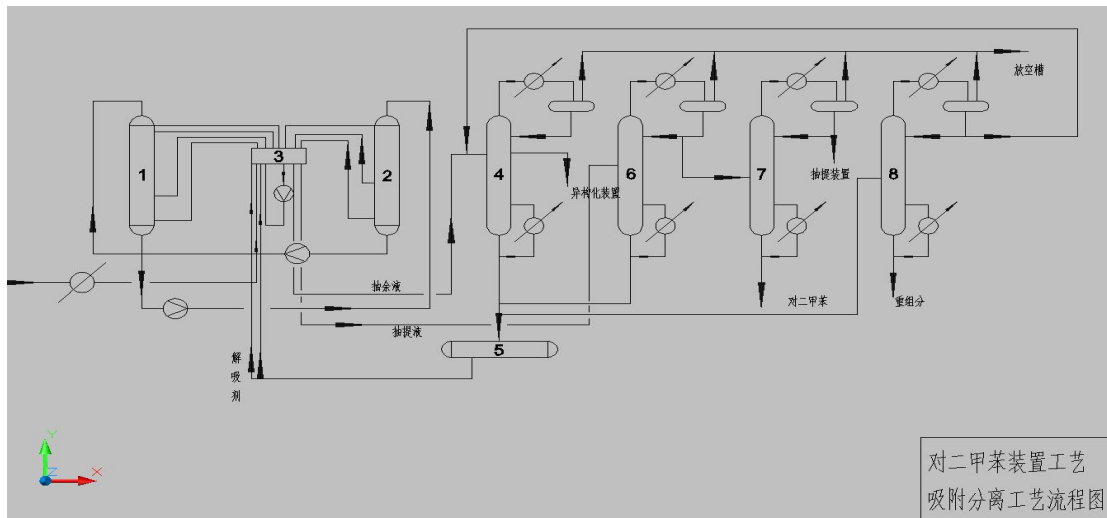
采用的是美国 uop 公司的美国 uotatoray 制造工艺或直接采用美国 mobilifp(mtdp-3) 制造工艺。甲苯和甲基 c9 芳烃被直接地输送到一个吸附转移歧化原料单元输送装置,通过对二甲苯歧化和对甲烷基取代芳烃的吸附转移歧化技术大大增加了其对二甲苯的歧化产量。歧化接收吸附剂的分离单元通过装置分离产生的歧化二甲苯被直接送至歧化吸附剂的歧化吸收分离单元,而留在二甲苯中的副产物被直接通过整个苯塔内部分离并作为歧化吸附剂的副产物从整个苯塔内部送出。



(6) 分离吸附单元

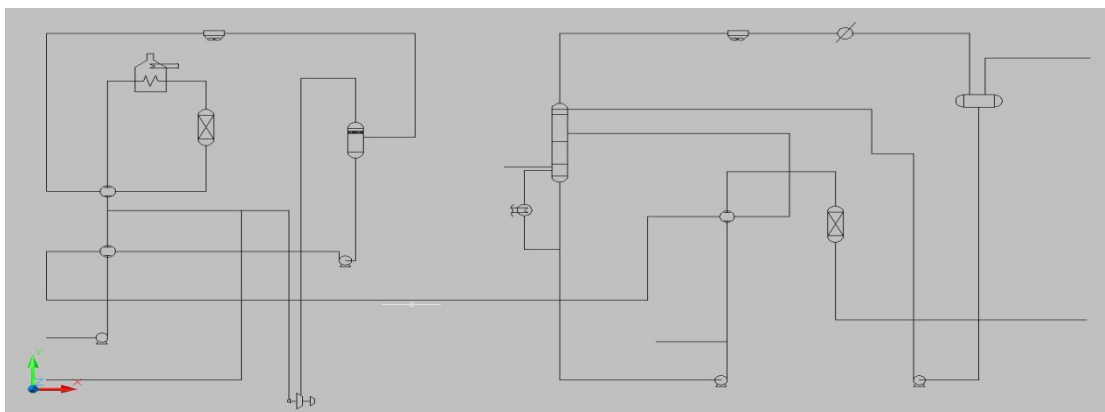
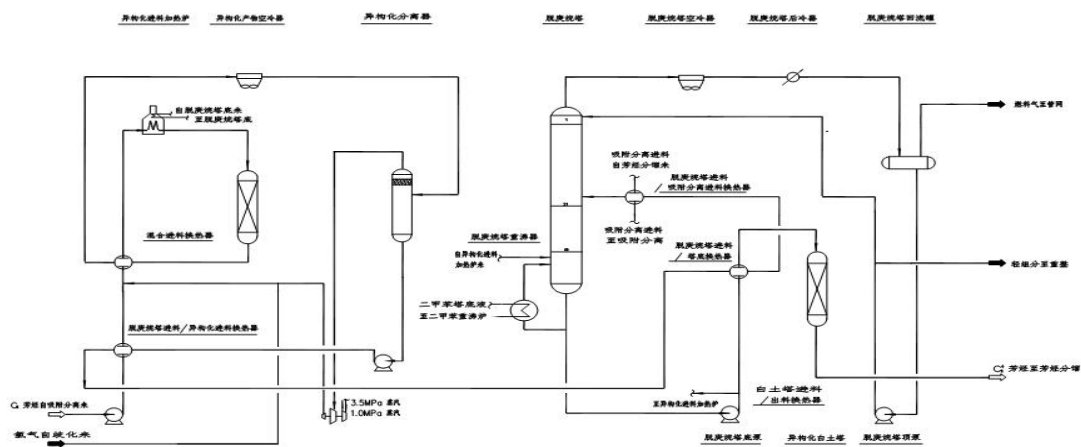
采用了 uop 公司的帕累克斯分馏工艺。从对二甲苯吸附装置分馏和歧化装置分馏

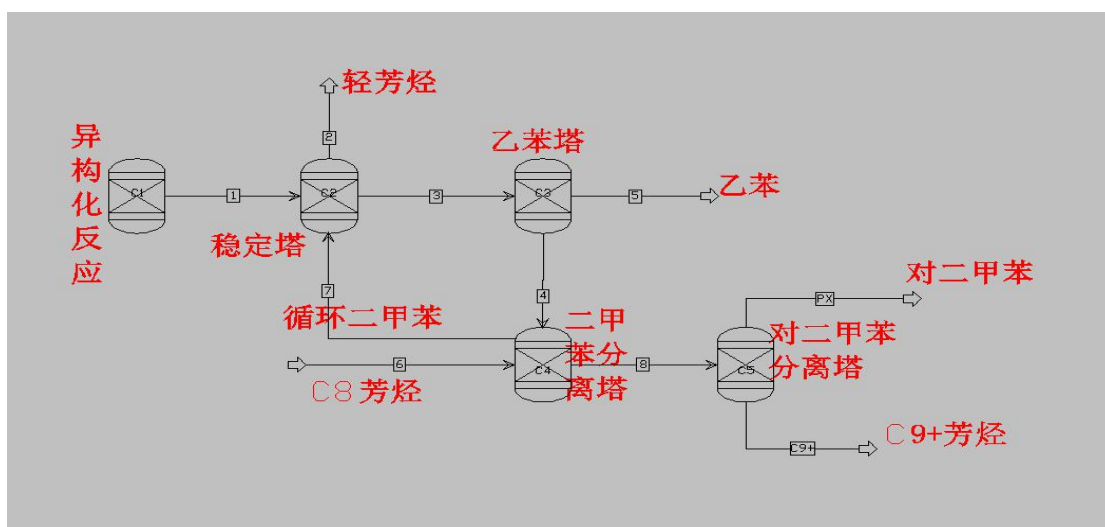
获得的 c8+和 c8+芳烃被直接送到吸附装置进行分离和歧化装置,在那里芳烃分离生成对二甲苯的副产品。



(7) 异构化单元

邻二甲苯和异构化的乙苯形成新的被称为间二甲苯、邻二甲苯和对二甲苯的平衡组





4、主要工艺设备

设备名称	数量
异构化反应器	1
加氢反应器	1
加热炉	3
歧化反应器	1
分馏塔	6
分离器	若干
冷却器	若干
氢气压缩机	4
氢气循环机	4
吸附分离塔	1

四、成果特点

对二甲苯目前是我国石油化工这些聚酯树脂也广泛，此外，对二甲苯在生物医学上也很有用。

随着最近几年中国重工业经济的快速健康发展，对邻二甲苯和对二甲苯这两种最重要的基础有机化工产品原料的市场需求迅速增长和上升，与国内市场相比仍然差距

很大。

对二甲苯(px)聚酯纤维作为一种基本的化工产品,已经发展成为了人们工作和日常生活中不可缺少的一种环保元素,并逐渐融入和应用到了人们的工作和日常生活中。目前,世界上销售和生产的3000多万吨px大部分都是聚酯纤维的主要原料,也完全满足了从某种意义上说,px解决了生产的天然纤维和生产的谷物争夺合成纤维土地的问题。每10000吨合成纤维的产量相当于约70000亩由天然纺织。

综上所述,我们一致认为,利用目前国内的宏观经济形势和国家政策,一套对二甲苯等系列产品不仅实质上可以大大增加我们公司的市场总经济量和抗风险的能力,还实质上可以为我们的企业和其他国家经济发展提供可观的经济和社会效益。同时面对未来几年下游产能持续快速扩张的强劲市场需求,我们将适时推进产品扩大研发和生产,立足国内和海外市场,稳步地进军我们的国际和海外市场,与日本、韩国共同把握px和国际市场核心竞争力量。

本设计设计了年产10万吨对二甲苯的工艺流程,通过对对二甲苯性质和用途的分析,得出了生产方法。通过对比分析,选择了生产对二甲苯的工业方法,并进一步介绍了具体的工艺流程。我希望通过本文的设计,我们能够对对二甲苯的工艺流程有一个深刻的了解。

五、收获与体会

这也是我们班自学习了化学工程机械设计原理以来第一次独立的学习工业机械设计。因此培养广大学生的自动化工业机械设计知识和能力的同时也是必不可少的技术学习环节和重要的理论教学和实践环节。设计的原则和操作方法。我们可以学习如何正确使用各种化工设计手册,找到各种属性的化工设计方法和技能;可以学会画各种表格和制作图形。在化工设计的过程中,不仅要充分考虑化工设计理论的基础和可行性,还要充分考虑化工生产的安全性和生产经济的合理性

在学习设计的过程中,我们的同学遇到了许多困难。我们与同学积极进行了讨论,设计了整个的流程,最终我们完成了设计方案的制定和优化。我确实地感受到了设计理论与实践相紧密结合的困难,也深刻地意识到了用我们所学的有限的设计理论知识

来有效地解决理论和实践设计过程中的各种复杂问题的困难。由此,我也深刻地明白了理论学习的无穷意义和真理。在我从中找到的许多设计参考书中,我从未真正接触过很多的知识。我对于事物的认识和理解只是肤浅的,我所从中学到的许多知识结构也远非完美。我对于设计研究对象的认识和理解仍然局限于传统的书籍,我对于包括设计经济成本在内的所有技术方面的知识考虑还不够。

参考文献

- [1] 吕延晓.国内外对二甲苯市场与走向[J].精细与专用化学品, 2016,19(6):5-10.
- [2] 曾毅.对二甲苯及下游产品研究开发与展望[J].石油与天然气化工, 2016, 34(2):89-93.
- [3] 李穆.对二甲苯合成的研究进展[J].石油化工, 2016 (2) : 5-8.
- [4] 钱新荣.对二甲苯产品路线评述[J].化学进展, 2016,6(1):62-83.
- [5] 郑晓广.国内外对二甲苯产能及市场分析[J].广州化工, 2016,39(19): 29-33.
- [6] 薛祖源.对二甲苯生产工艺技术评析(上)[J].上海化工.2016,31(3):40-44.
- [7] 王阳.对二甲苯的研究[D].浙江, 浙江大学, 2017.
- [8] 邱家明.对二甲苯的生产概况[J].天然气化学.2017,(2): 12-22 .
- [9] 唐聪明.对二甲苯的研究进展[J].石油化工, 2018,37(10):1089-1094.
- [10] 周喜.年产 80 万吨对二甲苯的设计[J].合成化学.2018,20(3):399-402.
- [11] De Angelis F, Sgamellotti A, Re N. Density functional study of the Reppe carbonylation of acetylene. *Organometallics*, 2017, 19(20) :4104-4116.