



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 80 万吨乙烯装置急冷段设计

专业名称： 石油化工技术

班级名称： 石化 3174 班

学生姓名： 李旭鹏

指导教师： 张洪旭

责任领导： 刘芬

二零二零年四月

### 学生毕业设计真实性承诺书

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）：李加鹏

签字日期：2020.4.20

### 指导教师关于学生毕业设计真实性审核承诺书

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，其成果是本人是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）：张洪旭

签字日期：2020.4.25

# 目 录

一、成果简介.....	1
(一) 乙烯的理化性质.....	1
1、乙烯的物理性质.....	1
2、乙烯的化学性质.....	2
(二) 急冷区系统流程.....	2
1、急冷油塔.....	3
2、重燃料油汽提塔.....	4
3、轻燃料油汽提塔.....	4
4、急冷水塔.....	4
5、稀释蒸汽发生系统.....	5
6、汽油汽提塔.....	5
二、设计思路.....	9
(一) 主要内容.....	9
1、急冷油系统.....	9
2、急冷水系统.....	10
3、稀释蒸汽系统.....	11
三、设计过程.....	12
(一) 操作变化及控制.....	12
1、急冷油塔.....	12
2、急冷水塔.....	12
3、稀释蒸汽系统.....	12
(二) 主要设备操作条件.....	13
四、成果特点.....	13
五、收获体会.....	15
参考文献.....	16

# 80 万吨/年乙烯装置急冷段设计

## 一、成果简介

### (一) 乙烯的理化性质

#### 1、乙烯的物理性质

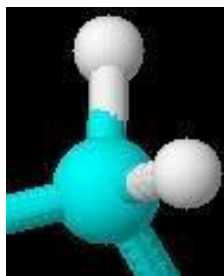
中文名称	乙烯		
CAS 号	74-85-1		
相对分子质量	28.06	外观和性状	无色气体，略具烃类特有的臭味，易燃
引燃温度	425℃	禁配物	强氧化剂、卤素
密度	相对密度(水=1) 0.61、 相对蒸气密度(空气=1)0.98	沸点	-103.9℃
熔点	-169.4℃	爆炸极限	蒸汽与空气混合物 2.7%~36.0%(体积比)
饱和蒸气压	4083.40 kPa (0℃)	溶解性	不溶于水，微溶于乙醇等
特性	麻醉作用，可引起急性中毒	稳定性	比甲烷不稳定
可以用作	人造纤维、化学纤维、橡胶制品、塑胶，给水果催熟等等。		

## 2、乙烯的化学性质

Ethylene 是由两个碳原子、四个氢原子组合而成的化合物。两个碳原子之间以双键连接。

分子式：C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

最简式：CH<sub>2</sub>。

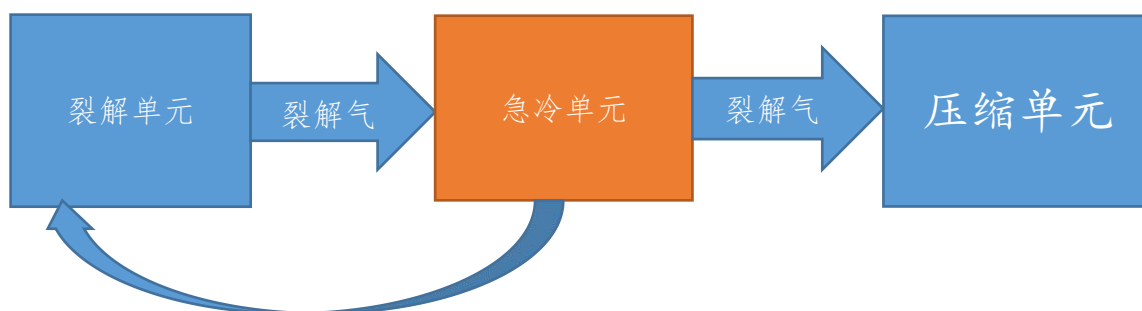


### 化学性质

① 容易燃烧，会放出热量，燃烧的时候火光明亮，而且产生黑烟。

② 烯烃的熔点是-169.4℃，沸点是-103.80℃。几乎不会溶于水，也难溶于乙醇，容易溶解于乙醚和丙酮。

### (二) 急冷区系统流程

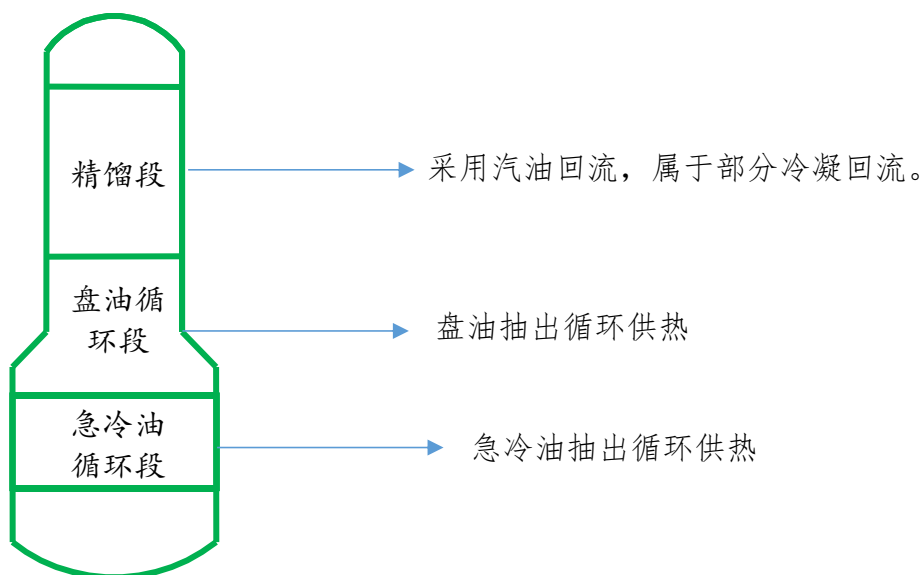


从各 TLE 出来的裂解炉流出物经急冷油冷却后，送到急冷油塔（C-101）。在急冷油塔中，裂解气再一次冷却，裂解燃料油从塔釜抽出并送往减粘塔（C-102），汽油和轻组分从塔顶去急冷水塔。急冷油塔塔釜温度控制在 195℃ 左右。从裂解乙烷炉出来的物料，在一个独立的油冷器中与一部分循环的急冷油接触，汇合后物流送往减粘塔（C-102）。减粘塔塔顶组分再到急冷油塔。减粘塔底部抽出的 PFO，用急冷水冷却并送往界区外。

来自 C-101（急冷油塔）的塔顶气与 C-103（急冷水塔）中的急冷水直接逆流接触，被冷却降温。来自急冷水塔的急冷水向一些工艺单元提供低位热能，如 C4 原料蒸发器、裂解气换热器、E-401A/B、低压脱丙烷塔中间换热器。急冷水塔顶部气体温度为 40.1℃左右、压力为 38KPa，被送到裂解气压缩机。在 C-103 中冷凝的汽油，进入急冷水沉降槽，一部分作为回流返回急冷油塔降温等，剩余的部分和来自压缩系统的汽油一起在汽油汽提塔中被处理。

急冷区系统由急冷油系统、急冷水系统和稀释蒸汽系统三个大系统组成，组成急冷油段循环、急冷水段循环和稀释蒸汽段循环的三大循环。

### 1、急冷油塔



急冷油塔冷却来自轻油炉和重油炉的裂解气到约 104℃左右，同时回收高位热能和冷凝燃料油组份。它分为急冷油循环（洗涤）段、盘油循环段、精馏段三个部分。急冷油循环段包括 20 层“人”字板塔盘和一个分布器的底段，急冷油分布器位于盘油收集盘下面。裂解气及急冷油在急冷油塔底部进行气、液被分离。混合气体升高到急冷油循环段。201℃的热急冷油用急冷油泵通过急冷油过滤器排出，过滤器用于在回收热量之前将焦碳颗粒从急冷油中除去。大部分热急冷油被送到急冷油/稀释蒸汽发生器中回收急冷油的热量并发生稀释蒸汽。少量热急冷油被送到重燃料油汽提塔被汽提。急冷油发生稀释蒸汽后被冷却到 178℃左右后返回急冷塔。

在急冷油塔的盘油循环段冷凝一部分轻质燃料油并冷却裂解气。循环段包括塔盘、盘油收集器和盘油分布器。裂解气和蒸汽通过盘油收集盘的升气管进入该段底部，盘油从该收集盘送至盘油循环泵。一部分盘油通过循环泵送到的洗涤段，盘油循环泵（P-101A/B）送出的大部分盘油为加热工艺水、高低压脱丙烷塔再沸器等提供热量而被冷却。热用户返回来的盘油通过温度控制，在盘油冷却器中冷却，并通过旁路控制温度到 121℃后被送到盘油循环段的顶部。进入精馏段的裂解气中的轻燃料油组分在该段被冷凝以维持裂解汽油的终馏点。该段的精馏作用通过来自急冷水塔底部的汽油回流来完成。轻燃料油自该段底部控制流量送到轻燃料油汽提塔。汽提塔顶部的气体返回到精馏段。C-101 塔顶的裂解气被送到急冷水塔进一步冷却。

## 2、重燃料油汽提塔

重燃料油汽提塔系统是从重燃料油中汽提出轻组分再将其返回到急冷油塔。通常的情况下汽提介质用来自裂解乙烷炉的裂解气，没有乙烷炉的裂解气时用超高压蒸汽（VHS）作为汽提介质。在重燃料油汽提塔中将轻重组分分离并将气相送入急冷油塔，使急冷油中的组份保持合适的沸程，从而达到粘度控制和佳的热量回收条件。重燃料油塔塔釜的重燃料油通过重燃料油产品泵（P-108）外送重燃料到冷却器冷却后送出界区，也可以与轻燃料油汽提塔底来的轻燃料油混合经轻燃料冷却器冷却后输送到装置界区。

## 3、轻燃料油汽提塔

轻燃料油汽提塔（C-105）的进料来自急冷油塔精馏段的塔盘抽出。轻组分的汽提通过低压蒸汽实现。汽提出的气相返回急冷油塔的精馏段，塔釜的轻燃料油通过轻燃料油产品泵送出或与重燃料油汽提塔底来的燃料油混合、冷却后送出装置界区。

## 4、急冷水塔

裂解气自 C-101 塔顶出来后进入到急冷水塔。在该塔内裂解气直接与循环急冷水接触，被进一步冷却到 40.1℃左右。在急冷水塔中，裂解气中的稀释蒸汽和汽

油馏份被冷凝，冷凝的烃和水在塔的底部及分离罐中分离，塔底挡板用于使水和烃液相分离。

分离出的汽油在急冷水分离罐中进一步分离，分离出的一部分汽油用于急冷油塔的回流，剩余的部分用作汽油汽提塔（C-106）的进料。

在分离罐中分离出的工艺水作为稀释蒸汽发生系统的进料。急冷水塔底部的急冷水通过急冷水循环泵送到各工艺用加热器或再沸器，利用急冷水低位热能后，通过冷却水进一步冷却后循环返回急冷水塔。

## 5、稀释蒸汽发生系统

裂解气中的大部分稀释蒸汽在 C-103 中被冷凝，循环使用的蒸汽是来自塔中的稀释蒸汽冷凝液和裂解气压缩系统所产生的凝液。工艺水通过工艺水泵送到稀释蒸汽发生系统。首先通过工艺水汽提塔进料过滤器，以除去可能削弱下游聚结器效率的微量固体。过滤后的水进入水汽提塔进料聚结器，在这里游离的烃液滴从水中被分离。这些烃自聚结器顶部返回急冷水塔。来自聚结器的水在稀释蒸汽换热器中被稀释蒸汽排污水加热，再用盘油加热，然后进入工艺水汽提塔。

在工艺水汽提塔中烃、酸性气体被汽提出来，使用低压蒸汽加热汽提。顶部的气相送回急冷水塔。稀释蒸汽发生器进料泵将工艺水汽提塔底部的工艺水送至用盘油及中压凝液加热预热后进入稀释蒸汽发生器。稀释蒸汽发生器中的工艺水通过急冷油/稀释蒸汽发生器和中压蒸汽/稀释蒸汽发生器加热产生稀释蒸汽。稀释蒸汽发生器中的蒸汽送到裂解炉区作为稀释蒸汽、清焦、热备或吹扫。

用来加热工艺水发生稀释蒸汽的中压蒸汽在进入换热器前在 E-131 中过热稀释蒸汽，使其保持足够的过热度以避免在进入裂解炉时含有冷凝液。中压蒸汽也可直接补充到稀释蒸汽系统去裂解炉。底部的排污通过稀释蒸汽排污换热器和排污冷却器冷却后排到污水处理系统。

## 6、汽油汽提塔

自急冷水塔底部收集的汽油和裂解气压缩系统的烃凝液在汽油汽提塔中脱除了碳四及以上的轻组份，汽油汽提塔塔釜再沸器用脱过热低压蒸汽作为加热介质，



塔顶气体返回 C-103，塔釜液为碳五及更重的组份称为重汽油，重质汽油和脱丁烷塔底的轻汽油混合经冷却后作为粗汽油送到裂解汽油加氢装置。

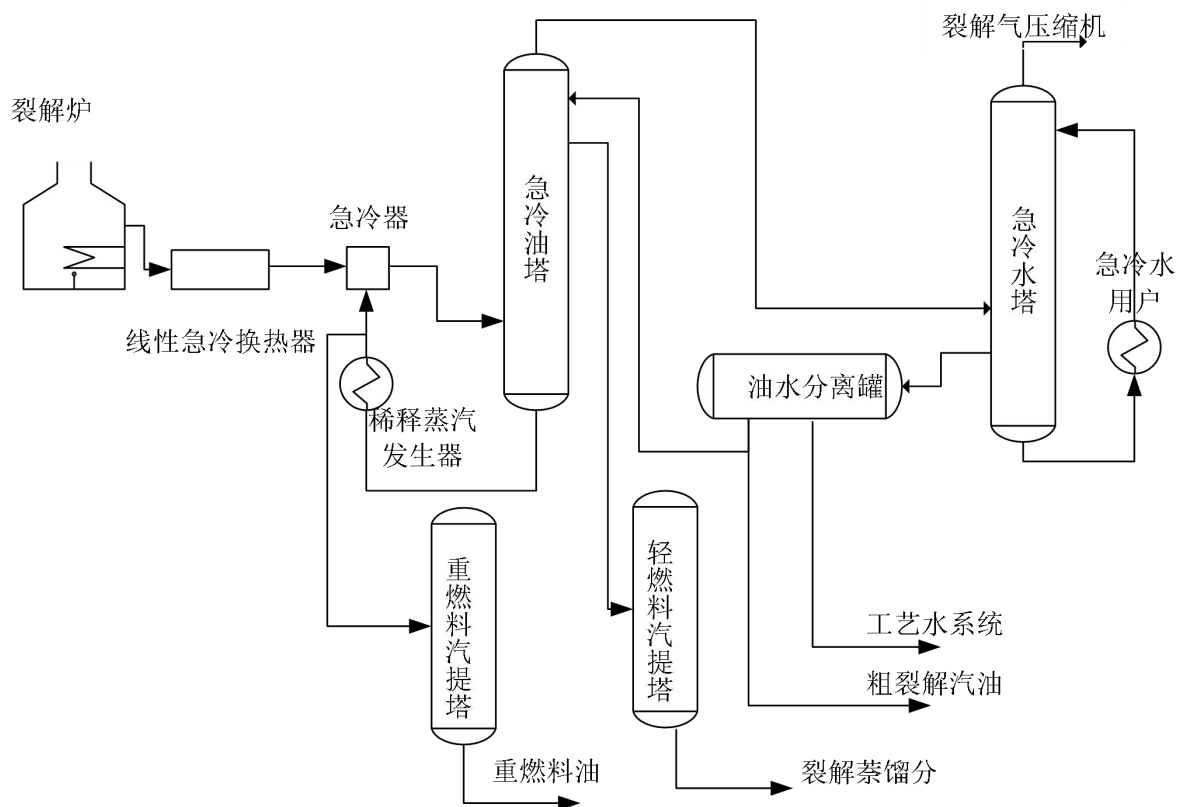
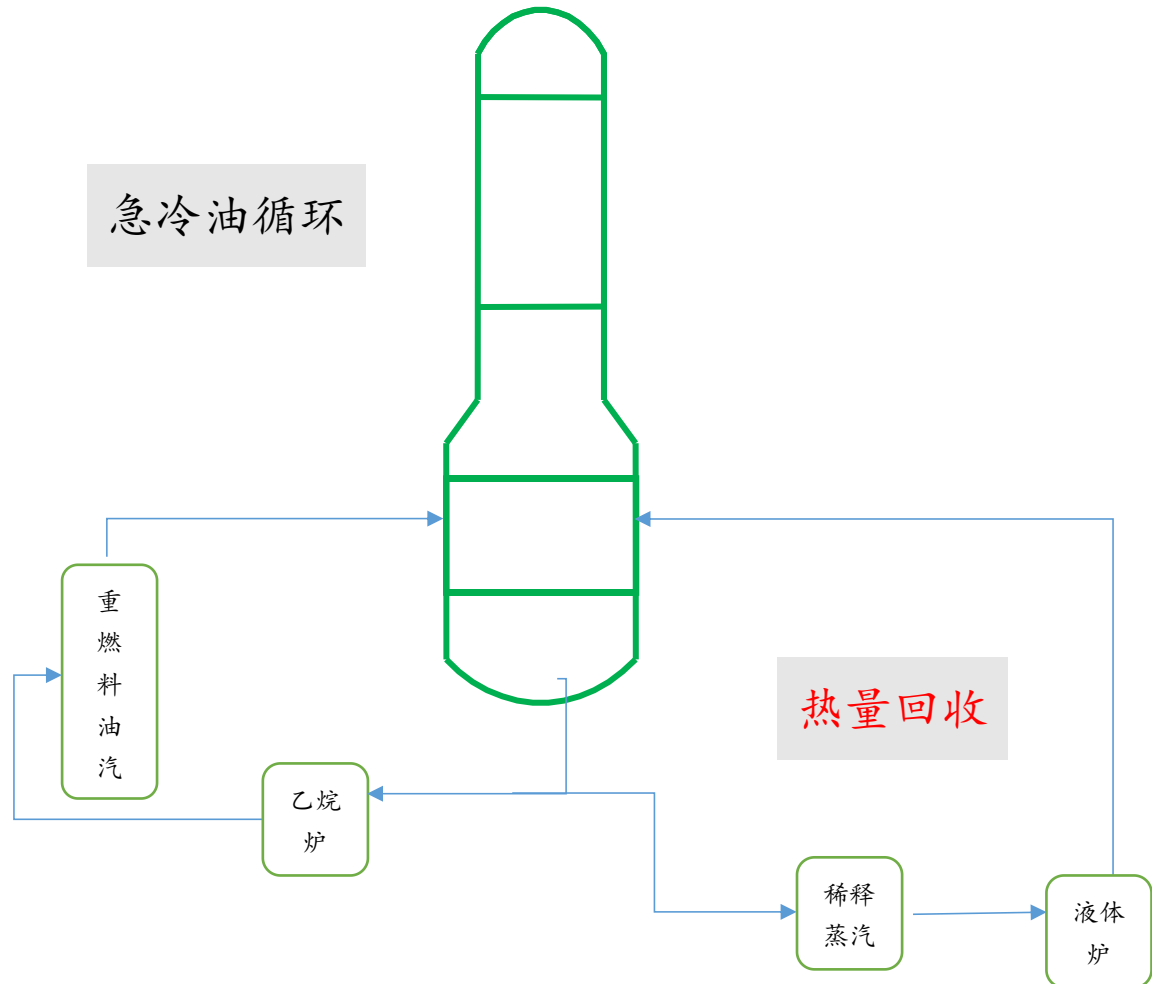


图 1-1 急冷单元流程简述

## 二、设计思路

### (一) 主要内容

#### 1、急冷油系统



为了能够回收裂解炉流出物中的各种裂解产品，裂解炉流出物必须要进行快速的冷却以防止二次反应。在 TLE 及急冷混合器中冷却后，来自液体裂解炉的裂解气送到 C-101；循环裂解炉的裂解气在 TLE 冷却后则送入重燃料油汽提塔。液体裂解炉的裂解气用急冷油冷却后，通过两条输送管线分别送入急冷油塔。这两条输送管线的接口位于折流挡板的下面。急冷油塔冷却来自轻油炉和重油炉的裂解气，塔顶出口温度约 101℃，同时回收高位热能和冷凝燃料油组份。它分为急冷油循环（洗涤）段、盘油循环段、精馏段三个部分。

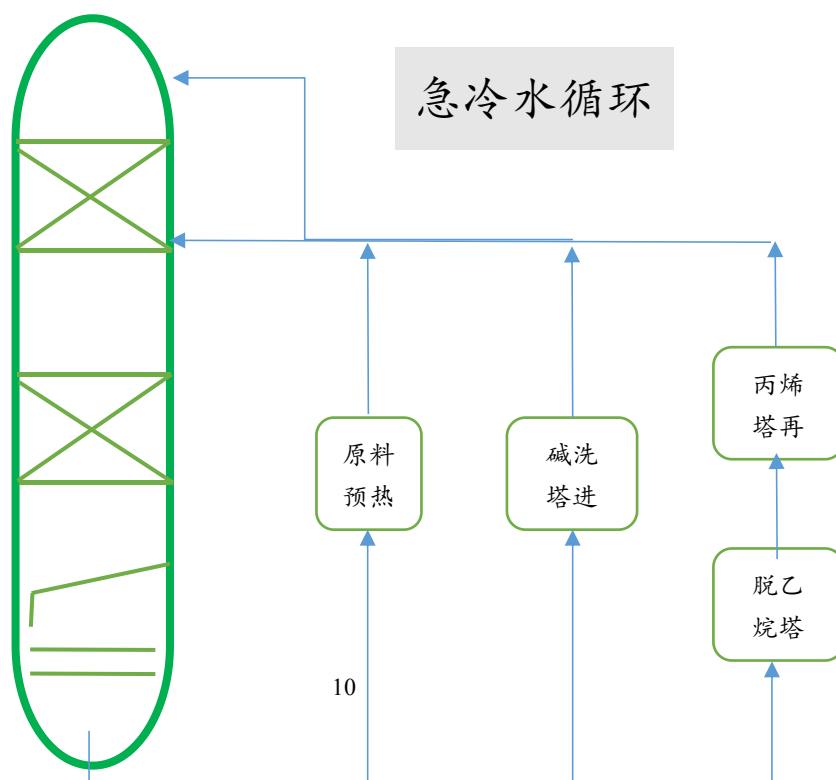
急冷油循环段包括 20 层“人”字板塔盘和一个分布器的底段，急冷油分布器位于盘油收集盘下面。裂解气及急冷油在急冷油塔底部进行气、液被分离。混合气

体持续回升到急冷油循环段。201℃的热急冷油用急冷油泵通过急冷油过滤器排出，过滤器用于在回收热量之前将焦碳颗粒从急冷油中除去。

在急冷油塔的盘油循环段冷凝一部分轻质燃料油并冷却裂解气。循环段包括塔盘、盘油收集器和盘油分布器。裂解气和蒸汽通过盘油收集盘的升气管进入该段底部，盘油从该收集盘送至盘油循环泵。一部分盘油通过循环泵送到的洗涤段，盘油循环泵送出的大部分盘油作为加热工艺水、高低压脱丙烷塔再沸器等提供热量而被冷却。热用户返回来的盘油通过温度控制，在盘油冷却器中冷却，并通过旁路控制温度到121℃后被送到盘油循环段的顶部。

轻燃料油汽提塔的进料来自急冷油塔精馏段的塔盘抽出。轻组分的汽提通过低压蒸汽实现。汽提出来的气相返回去急冷油塔的精馏段，塔釜的轻燃料油通过轻燃料油产品泵送出或与重燃料油汽提塔底来的重燃料油混合、冷却后送出装置界区。重燃料油汽提塔系统是从重燃料油中汽提出轻组分再将其返回到急冷油塔。通常实际操作中的汽提介质是用乙烷炉的裂解气，没有乙烷炉的裂解气的时候用超高压蒸汽作为汽提介质和急冷油接触。在重燃料油汽提塔中将轻重组分分离并将气相送入急冷油塔，使急冷油中的组份保持合适的沸程，从而达到粘度控制和佳的热量回收条件。

## 2、急冷水系统



从 C-101 塔顶出来的裂解气进入急冷水塔（C-103）的底部，与急冷水逆流接触换热，冷却到一定温度（一般在 40.1℃左右）后从塔顶送出，送到裂解气压缩机的一段吸入罐。裂解气中的裂解汽油和水蒸气在 C-103 中被冷凝下来，送到油水分离罐（D-102）也称急冷水沉降槽进行油水分离，沉降槽油侧的汽油，从油侧分两股排出：一股进入急冷油塔塔顶，作为该塔的汽油回流，降温等等。另一股送进汽油汽提塔作为进料。

由压缩单元返回的汽油进入汽油汽提塔。急冷水塔的釜温一般控制在 82℃左右，从塔底送出做急冷水循环，为了防止循环急冷水对设备和管线的腐蚀，在循环急冷水中需加注一定量的碱或有机胺，控制 pH 值在规定范围内。

### 3、稀释蒸汽系统

通过稀释蒸汽系统，给炉子提供品质合格的稀释蒸汽（用于炉区降低烃分压，缓解结焦速率），过程主要涉及到工艺水汽提和稀释蒸汽发生系统。



由急冷水沉降槽水侧排出的工艺水，经过工艺水汽提塔进料泵（P-106）加压后，送入工艺水进料预热器（E-122），用盘油加热后，进入工艺水汽提塔。工艺水汽提塔用塔釜再沸器或低压蒸汽汽提，塔顶汽提出的酸性气体和轻烃返回到 C-103。

塔底的工艺水由稀释蒸汽发生器进料泵（P-107）送到工艺水进料预热器在进入稀释蒸气发生罐，稀释蒸汽发生罐（D-122）中的工艺水在稀释蒸汽发生器中以急冷油为热源加热产生稀释蒸汽。稀释蒸汽不足的部分可以用中压蒸汽在稀释蒸汽发生器加热工艺水发生稀释蒸汽，并用这股中压蒸汽在稀释蒸汽过热器中将稀释蒸汽过热到一定温度后返回裂解炉，中压蒸汽在稀释蒸汽不够时还可以直接补入稀释蒸汽系统，控制去裂解炉的稀释蒸汽压力。为了防止稀释蒸汽带液进入到裂解炉损

坏炉管，稀蒸汽在过热前需经分离器进一步分离凝液。为避免急冷水乳化、防止急冷水系统的腐蚀，在工艺水汽提塔进料泵入口处注入消泡剂，在工艺水汽提塔进口处加注碱液，塔顶出口气体中注入氨，控制工艺水的酸碱值在一定范围内。用于发生稀释蒸汽的中压蒸汽在进入换热器前要用于过热稀释蒸汽，使其保持足够的过热度以避免在进入裂解炉时含有冷凝液。中压蒸汽也可直接补充到稀释蒸汽系统去裂解炉。底部的排污通过稀释蒸汽排污换热器和排污冷却器冷却后排到污水处理系统。

### 三、设计过程

#### （一）操作变化及控制

##### 1、急冷油塔

主要目的：

- a. 冷却自裂解炉的裂解产物；
- b. 冷凝并分离裂解产物中的重的副产品；
- c. 获取干点合适的汽油及闪点合适的燃料油；
- d. 大限度从裂解产物回收热量为了达到上述目的，急冷油塔的物料和能量平衡需要优化。

##### 2、急冷水塔

主要目的：

- a. 冷却及冷凝流出物中大部分的稀释蒸汽和重汽油，为裂解气压缩机进气做准备；
- b. 回收重汽油产品；
- c. 对可用热量进行大化的回收；
- d. 冷凝及回收工艺水。

##### 3、稀释蒸汽系统

主要目的：

- a. 给裂解炉提供稀释蒸汽；
- b. 冷却急冷油使之对裂解炉流出物进行急冷；
- c. 再利用自稀释蒸汽和汽提蒸汽的冷凝水。

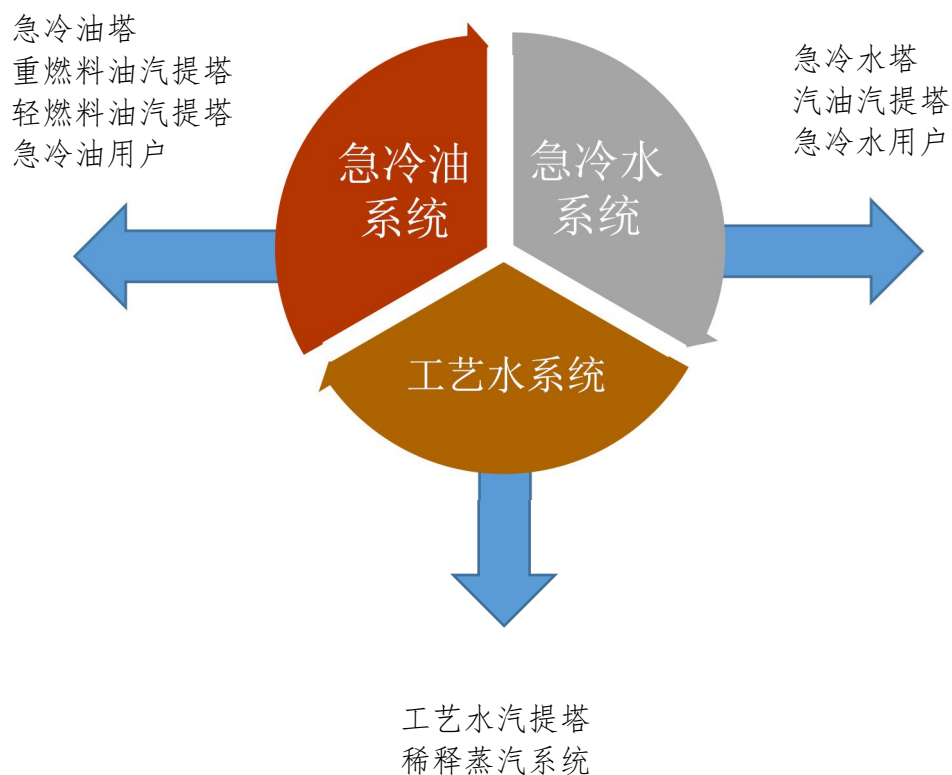
## (二) 主要设备操作条件

序号	设备位号	设备名称	操作条件			设计条件	
			介质	温度(°C)	压力(MPa. G)	温度(°C)	压力(MPa. G)
1	C-101	急冷油塔	裂解气, 急冷油	顶: 104	0.045	340	0.45/HV
				底: 193	0.067		
2	C-102	重燃料油汽提塔	重燃料油	顶: 284.5	0.074	410	0.45/HV
				底: 288.6	0.076		
3	C-103	急冷水塔	裂解气, 汽油, 水	顶: 40.0	0.038	340	0.45/HV
				底: 82.0	0.043		
4	C-104	工艺水汽提塔	烃、水、蒸汽	顶: 112.1	0.049	210	0.45/HV
				底: 114.0	0.06		
5	C-105	轻燃料油汽提塔	裂解柴油	顶: 129.4	0.05	340	0.45/HV
				底: 127.8	0.065		
6	C-106	汽油汽提塔	气态烃, 蒸汽	顶: 45.4	0.051	150	0.45/HV
				底: 108.8	0.079		

## 四、成果特点

- 接收来自裂解炉约 200°C 左右的裂解气，经过急冷油塔冷却至约 105°C 左右后，再经急冷水塔进一步冷却至约 41°C 左右，为后系统裂解气压缩机提供合格的裂解气。
- 进行急冷油、盘油和急冷水系统的循环，回收裂解气中的余热，同时为各个工艺用户提供低位能热源。
- 从裂解气中分离出裂解汽油、裂解柴油和裂解燃料油等，冷却后送至罐区。

➤ 为裂解炉清焦等提供合格的稀释蒸汽。



急冷系统是由急冷油系统、急冷水系统和稀释蒸汽系统三大系统组成，组成急冷油段循环、急冷水段循环和稀释蒸汽段循环三大循环。急冷系统的主要作用是：  
①分离裂解气中的裂解燃料油；②分离裂解气中的裂解汽油；③回收裂解气的高温热量；④将裂解气中的蒸汽冷凝成工艺水，并发生稀释蒸汽供裂解炉使用。

## 五、收获体会

这次毕业设计是在张洪旭老师的耐心指导下完成的，在此要对我的老师表示衷心的感谢！俗话说：“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行”。刚进入古雷石化，我们进行了为期三个月的理论培训，从开始的一科一考到后来的一周两考，让我慢慢的习惯了这种生活，也让我意识到学习是无止境的。在前期的培训过程中我不仅仅学到了很多专业知识，更学到了很多为人处事的方法和做人的标准。在十一月份，我们进入了武汉中韩石化开始了装置的实习。

在福建古雷石化有限公司和中韩石化实习的这段时间里，我加强了自己的化工理论知识在生产实际中的运用，提高了自身的操作技能与动手能力并认识到了自身的不足并加以努力。在实习中于同学们一起共同进步并相互学习取长补短。在实际工作中，对很多东西刚接触时不知所措，无从下手。在后面的日子里，和装置师父的关系也相处的很融洽，经过师父的讲解，对于装置不在那么生疏。也就开始了正真的实际的操作的学习。

回顾实习的这段生活，感触非常的深，收获也是很丰硕的。在短暂的实习生活中，我深深的感受到自己所学的知识还狭隘，在实践应用中知识面匮乏，这让我感到非常的无力和难受。在学校里面总以为自己学的还是不错的，可是一旦接触到了现场的实际操作，才发现自己知道的少之又少，这时候我才领悟到了学无止境的意思，活到老，学到老。

实习生活是每个大学生必须经历的一段时光，实习生活使我在实践中了解社会，让我学到了很多学校里学不到的知识，让我开阔了视野，增长了见识，

在这几个月里，我得到了师傅及同事和公司工程师的关心和教导，另外张洪旭老师在学术上的渊博知识让我在这几个月的学习和实习中受益匪浅，以及同事们一起积极讨论问题时热情和对彼此工作、生活的关心。

我再次向张洪旭老师表示深深地谢意；

再向和我积极讨论问题，彼此相互帮助和关心的同事和同学们表示感谢；

最后，对参加毕业设计答辩的老师表示真心的感谢！



## 参考文献

- [1] 李作政, 冷寅正. 乙烯生产与管理. 中国石化出版社, 1992.
- [2] 王松江, 何细藕. 乙烯工艺与技术. 中国石化出版社, 2000.
- [3] 韩文光. 化工装置实用技术操作指南. 化学工业出版社, 2001.
- [4] 陈滨. 乙烯工学. 化学工业出版社, 1997.
- [5] 孙桂大, 闫富山. 石油化工催化作用导论. 中国石化出版社, 2000.
- [6] 赵锦全. 化工过程设备. 化学工业出版社, 1998.
- [7] 中国石油化工集团公司, 中国石油化工股份有限公司. 石油化工设备维护检修规程.
- [8] 漳州福建古雷石化有限公司内部资料.
- [9] 中韩(武汉)石化有限公司内部资料.