



# 抚顺分公司设计参考资料

管道及仪表流程图

基本单元典型设计图集

FDC—Y—02<1>

中国石油集团工程设计有限责任公司抚顺分公司

## 前言

本图集较广泛的收集了石油化工基本单元典型的自控方案、管道及仪表流程图（包括机泵、加热炉、冷换、反应分馏、容器以及辅助系统作为模块）便于设计人员查阅、选取。欢迎批评指正，以便逐步修改完善。

整理编辑：冯国治、温博

校审：冯国治

工作人员：廉玮、易立东方

夏志鹏、徐喆、李劭

2005.3

# 目录

## I、控制方案

### 1、 加热炉控制方案

I-1-1 出口温度单回路控制方案	2
I-1-2 加热炉出口温度与炉膛温度串级控制方案	2
I-1-3 加热炉出口温度与燃料流量串级控制方案	3
I-1-4 加热炉出口温度与燃料压力串级控制方案	3
I-1-5 加热炉出口温度用浮动阀的控制方案	3
I-1-6 浮动阀示意图	3
I-1-7 加热炉前馈—反馈控制方案	4
I-1-8 前馈—串级控制方案	4
I-1-9 维持燃料气体压力稳定的方案	4
I-1-10 燃油压力及雾化蒸汽压力控制方案	4
I-1-11 雾化蒸汽的压差控制方案	5
I-1-12 雾化蒸汽的比值控制方案	5
I-1-13 催化裂化装置加热炉控制方案	6
I-1-14 常压塔加热炉控制方案	7
I-1-15 使用燃料气的加热炉安全连锁保护系统	7
I-1-16 乙烯裂解炉控制流程图	9

### 2、 压缩机防喘振控制方案

I-2-1 固定极限流量防喘振控制方案	11
I-2-2 对入口温压补偿的固定极限流量防喘振方案	11
I-2-3 可变极限流量防喘振控制方案	11
I-2-4 $a=0$ 时可变极限流量防喘振控制方案	11
I-2-5 $a=1$ 时可变极限流量防喘振控制方案	11
I-2-6 天然气压缩机防喘振控制方案	12
I-2-7 可成气压缩机防喘振控制方案	12
I-2-8 V型离心压缩机防喘振控制系统	12
I-2-9 NO压缩机防喘振控制系统	12
I-2-10 多级离心式压缩机防喘振控制方案	13
I-2-11 空压机的防喘振方案	14
I-2-12 氮压机的防喘振方案	14
I-2-13 压缩机的管道及仪表流程图	16

### 3、 冷换控制方案

1-3-1	控制载热流量控制方按	17
1-3-2	调载热流量串级方案	17
1-3-3	改变传热面积控制方案	18
1-3-4	调节阀在冷凝液排出管上的两种串级控制方案	19
1-3-5	调节阀设在凝液管道上的控制方案	19
1-3-6	控制载热体气化温度的方案	20
1-3-7	工艺介质旁路控制方案	20
1-3-8	控制载热体流量方案	20
4、	泵控制方案	
1-4-1	往复泵出口压力和流量的控制	21
1-4-2	改变转速的控制方案	21
1-4-3	离心泵控制方案	21
1-4-4	离心泵的管道及仪表流程图	22
1-4-5	离心泵的平衡管道	23
1-4-6	离心泵的最小流量管	23
1-4-7	离心泵的高扬程旁通管道	23
1-4-8	离心泵的暖泵管道和防凝管道	23
1-4-9	往复泵的管道仪表流程图	24
5、	精馏系统控制方案	
1-5-1	物料平衡控制方案	26
1-5-2	物料平衡控制方案	27
1-5-3	塔顶压力控制方案	27
1-5-4	气液两个产品的严格控制	28
1-5-5	两端质量控制的能量控制方	28
1-5-6	温差控制	28
1-5-7	塔真空控制系统	29
1-5-8	双温差控制方案	29
1-5-9	平均温差控制	30
1-5-10	双温差控制	30
1-5-11	按精馏段指标的控制方案	30
1-5-12	按提馏段指标的控制方案	31
1-5-13	气体流量控制	31
1-5-14	提馏段物料平衡控制方案	31
1-5-15	精馏段能量控制的另一种方案	31
1-5-16	能量平衡控制方案	32
1-5-17	提馏段能量平衡控制方案	32
1-5-18	用塔顶气相流量控制塔压方案	32
1-5-19	用冷凝器去回流罐液相流量控制塔压方案	32
1-5-20	用旁热路方法控制塔压方案	32
1-5-21	用冷凝器排出液与热旁路相结合的方法控制塔压方案	33
1-5-22	浸没式冷凝器塔压控制方案	33
1-5-23	甲苯分离塔温差控制方案	33

1-5-24 双温差控制系统	33
1-5-25 精馏段物料平衡控制方案	33
1-5-26 精馏段能量平衡方案	33
1-5-27 显热加热再沸器的控制	34
1-5-28 加热炉再沸器加热量控制	34
1-5-29 潜热加热再沸器的控制	35
1-5-30 淹没冷凝器控制	36
1-5-31 冷却介质流量控制	36
1-5-32 其他压力控制方法	37
1-5-33 用分程控制方案控制塔压的方案	37
1-5-34 用回流罐气相排放量控制塔压的方案	37
1-5-a 气相采出时塔压控制方案	38
1-5-b 气相采出时塔压与流量串级均匀控制方案	38
1-5-c 避免回流液过冷的气相采出塔压控制方案	38
1-5-d 用冷剂流量控制塔压的方案	38
1-5-e 用塔顶气相流量控制塔压方案	39
1-5-f 用冷凝器去回流罐液相流量控制塔压方案	39
1-5-g 用热旁路方法控制塔压方案	39
1-5-h 用冷凝器排出液与热旁路相结合的方法控制塔压方案	39
1-5-i 浸没式冷凝器塔压控制方案	39
1-5-35 塔顶气相不需冷凝的塔压控制方案	40
1-5-36 气、液两相采出时塔压控制方案	40
1-5-37 通过改变不凝性气体抽吸量控制真空度的方案	40
1-5-38 用蒸汽喷射泵控制真空度的方案	40
1-5-39 用电动真空泵控制真空度的控制方案	41
1-5-40 通过改变旁路吸入空气或惰性气体量控制真空度的方案	41
1-5-41 提馏段气相侧线采用精馏塔控制方案之一	41
1-5-42 提馏段汽相侧线采用精馏塔控制方案之二	41
1-5-43 侧线采出控制之三	42
1-5-j 精馏段液相侧线采出塔控制方案	42
1-5-k 常压塔工艺控制流程图	43
1-5-44 常压塔一侧线温度与塔顶温度串级控制	44
1-5-45 利用高、低值限幅器防止液泛和漏液方案	44
1-5-46 精馏塔防止液泛的选择性控制系统	45
1-5-47 精馏塔能前馈控制方案	45
1-5-48 精馏塔对进料干扰的前馈—反馈控制方案	45
1-5-49 两端产品质量控制系统的相互关联	46
1-5-50 两端质量控制完全解耦控制方案	46
1-5-51 精馏塔推断控制方案	47
1-5-52 用温度作质量指标的浮动塔压控制方案	47
1-5-53 具有自动开停车功能的精馏塔选择性控制组合方案	47
1-5-54 浮动塔压控制系统	52

## 6、 反应系统控制方案

I-6-1	丙稀腈聚合釜转化率控制方案	53
I-6-2	以反应工艺状态变量作为控制对象的控制方案	54

## 7、 取样

I-7-1	凝液冷却取样	55
I-7-2	烃类液体冷却取样	55
I-7-3	烃类液体取样	55
I-7-4	烃类气体取样	55
I-7-5	气（汽）体冷却取样	55
I-7-6	烃类气体冷却取样	56
I-7-7	一般气体取样	56
I-7-8	带吹扫取样	56

## II、 管道仪表流程图（PID）

### 1、 冷换自控流程图

II-1-1	单调节阀控制换热器出口温度	58
II-1-2	双调节阀控制换热器出口温度	58
II-1-3	人工控制冷却器管道仪表流程图	58
II-1-4	反馈控制管道仪表流程图	58
II-1-5	带旁通的反馈控制管道仪表流程图（三通调节阀）	59
II-1-6	带旁通的反馈控制管道仪表流程图（反向动作控制）	59
II-1-7	用调节液面调节传热面积	60
II-1-8	各式蒸汽发生器管道仪表流程图	61
II-1-9	蒸发器的管道及仪表流程图	61
II-1-10	冷却器的管道及仪表流程图	62
II-1-11	空冷器的管道及仪表流程图	62
II-1-12	立式热虹吸式再沸器的管道及仪表流程图	62
II-1-13	釜式再沸器的管道及仪表流程图	63
II-1-14	立式强制循环再沸器的管道及仪表流程图	63
II-1-15	重力回流式冷凝系统的管道及仪表流程图	64
II-1-16	强制回流式冷凝系统的管道及仪表流程图	64

### 2、 空冷自控流程图

II-2-1	工艺流旁通温度控制	65
II-2-2	可调节叶片角度的温度控制	65
II-2-3	变速风机温度控制	66
II-2-4	带内循环的引风式机械通风	66
II-2-5	带内循环的送风式机械通风	66
II-2-6	带顶内循环的送风式机械通风	67
II-2-7	带外循环的送风式机械通风	67
II-2-8	微调冷却器的温度控制	68

### 3、 加热炉自控流程图

II-3-1 燃料油供应系统管道仪表流程图	69
II-3-2 燃料气混合罐管道仪表流程图	70
II-3-3 加热炉蒸汽/空气除焦系统	71
II-3-4 加热炉燃料气分离罐的管道仪表流程图	71
II-3-5 热裂解炉的工艺控制	72
II-3-6 重整加热炉的工艺控制	72
II-3-7 用流量控制燃料气燃烧	73
II-3-8 用压力控制燃料气燃烧	73
II-3-9 点火燃烧器	74
II-3-10 燃料油燃烧器	74
II-3-11 领先/延迟送风的控制系统	75
II-3-12 燃烧空气和烟气系统的安全措施	75
II-3-13 加热/蒸发多通道加热炉管道仪表流程图	76
II-3-14 加热炉引风机的控制	77
II-3-15 加热炉的烟气控制	78
II-3-16 多通道省煤器的流量控制	79
II-3-17 加热炉燃料气和燃烧器的连接	79
II-3-18 加热炉点火气和燃烧器的连接	79
II-3-19 加热炉燃烧油系统管道仪表流程图	80
II-3-20 加热炉热量回收蒸汽发生系统管道仪表流程图	81
II-3-21 加热炉加热或蒸发段管道仪表流程图的停车安全措施	82
II-3-22 重整加热炉管道仪表流程图设计中常见的安全措施	82
II-3-23 裂解炉管道仪表流程图设计中常见的安全措施	83
II-3-24 设计版的管道仪表流程图 3——减压	84
II-3-25 燃烧气和点火气系统的安全保护措施	85
II-3-26 燃料油系统的安全保护措施	87

### 4、 塔器自控流程图

II-4-1 吸收塔管道仪表流程图	89
II-4-2 胺吸收塔和汽提塔管道仪表流程图	89
II-4-3 典型的用蒸汽汽提的管道仪表流程图	90
II-4-4 急冷塔管道仪表流程图	90
II-4-5 设计版的管道仪表流程图 1——进料和减压轻瓦斯油换热器	92
II-4-6 设计版的管道仪表流程图 2——进料和减压重瓦斯油换热器	94
II-4-7 设计版的管道仪表流程图 4——真空蒸馏塔	96
II-4-8 设计版的管道仪表流程图 5——真空喷射器、冷凝器和水密封罐	98
II-4-9 凝液汽提塔管道仪表流程图	100
II-4-10 典型的燃料型减压蒸馏系统的工艺流程图	102
II-4-11 原油减压蒸馏系统管道仪表流程图的分割	103
II-4-12 进料缓冲罐管道仪表流程图	105
II-4-13 常压塔工艺控制流程图	108
II-4-14 提升管式催化裂化反应器的控制系统	108

II-4-15 丙烯腈合成反应器控制流程图	109
II-4-16 常压变换系统控制流程图	110
II-4-17 克劳斯反应器控制流程图	111
II-4-18 蒸馏塔的管道及仪表流程图	112

## 5、 某些工艺单元自控流程图

II-5-1 压滤机管道仪表流程图	113
II-5-2 旋转真空过滤器管道仪表流程图	114
II-5-3 袋式过滤器管道仪表流程图	114
II-5-4 螺旋输送机管道仪表流程图	115
II-5-5 带式输送机管道仪表流程图	115
II-5-6 深床过滤器管道仪表流程图	116

## 6、 储罐自控流程图

II-6-1 固定顶储罐的基本配管和仪表控制	117
II-6-2 浮顶储罐的基本配管和仪表控制	118
II-6-3 球罐的基本仪表及配管要求	119
II-6-4 卧罐的基本仪表及配管要求	119
II-6-5 球罐及泵管道仪表流程图	120
II-6-6 球罐及加热器管道仪表流程图	121
II-6-7 球罐的管道及仪表流程图	122
II-6-8 常压储罐的管道及仪表流程图	122
II-6-9 卧式容器的管道及仪表流程图	122
II-6-10 立式容器的管道及仪表流程图	122
II-6-11 带氮封的常压卧式容器	123
II-6-12 带搅拌装置的常压立式容器	123

## 7、 系统自控流程图

II-7-1 润滑油系统管道仪表流程图	125
II-7-2 蒸汽减温减压系统管道仪表流程图	126
II-7-3 螺旋空气压缩机管道仪表流程图	127
II-7-4 压缩机空气接收/干燥系统管道仪表流程图	128
II-7-5 分子筛吸附制氮工艺流程图	129
II-7-6 可逆式换热器制氮系统工艺流程图	129
II-7-7 惰性气体发生系统	130
II-7-8 乙二醇水溶液系统管道仪表流程图	131
II-7-9 喷射文丘里洗涤器管道仪表流程图	131
II-7-10 安全淋浴系统管道仪表流程图	132
II-7-11 冷却水、蒸汽、氮气、仪表压缩空气、杂用压缩空气分配系统管道仪表流程图	133
II-7-12 火炬、消防水和含油污水分配系统管道仪表流程图	135

## III、 炼油装置的自动控制



# I、 控制方案

- 1、 加热炉控制方案
- 2、 压缩机防喘振控制方案
- 3、 冷换控制方案
- 4、 泵控制方案
- 5、 精馏系统控制方案
- 6、 反应系统控制方案
- 7、 取样

# 1、加热炉控制方案 [2]

(1) 主要质量指标控制 加热炉的主要质量指标是工艺介质经加热炉加热后的出口温度。不少加热炉对出口温度有着严格的要求,允许波动范围仅为  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。影响出口温度的干扰有:工艺介质的流量、温度、组分;燃料油(或气)的压力、成分(或热值);燃料油的雾化情况;空气过量情况;喷嘴阻力及烟囱抽力等。这些干扰中有的能控制,有的则不可控。为了保证出口温度的稳定,必须根据具体情况采取相应的措施。

在加热炉质量指标控制中被控制变量是工艺介质的出口温度,操纵变量则是燃料油(或气)的流量。

①单回路控制系统。该控制方案如图 I-1-1 所示。图中除出口温度控制回路外,尚有工艺介质流量控制,以防流量波动对出口温度的影响。

这种控制方案适用于燃料总管压力比较平稳,外来干扰较小,而且对出口温度要求不高的场合应用较广。如果供给工艺介质的热量全部为显热,测温点应选用在炉出口管上;如果供给工艺介质的热量大部分为潜热,则测温点应向前移至温度反映快的地方。

②串级控制系统。根据不同情况,串级控制有出口温度与炉膛温度串级、出口温度与燃料油(或气)流量串级、出口温度与燃料油(或气)压力串级等几种形式。

a、出口温度与炉膛温度串级控制系统。在影响加热出口温度的干扰因素中,除进料流量、进料温度和进料组分外,其他干扰(如燃烧的压力、流量和热值的变化)的影响都首先反映在炉膛温度上,最后才在出口温度上反映出来,这就是说炉膛温度能比出口温度提前感受这些干扰的影响,因此将炉膛温度作为副环可以起到超前的作用,从而提高出口温度控制的质量。图 I-1-2 为加热炉出口温度与炉膛温度串级控制方案。图中炉子两边的串级控制是互相独立的,是为了防止炉子两侧加热不均匀性,这比按一侧温度控制质量好。

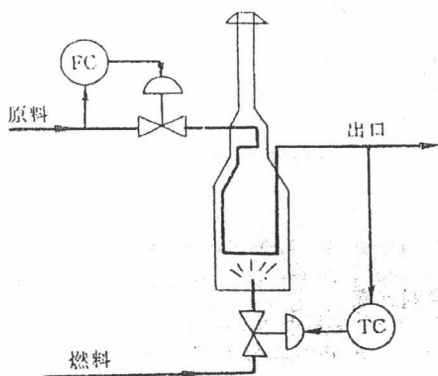


图 I-1-1 出口温度单回路控制方案

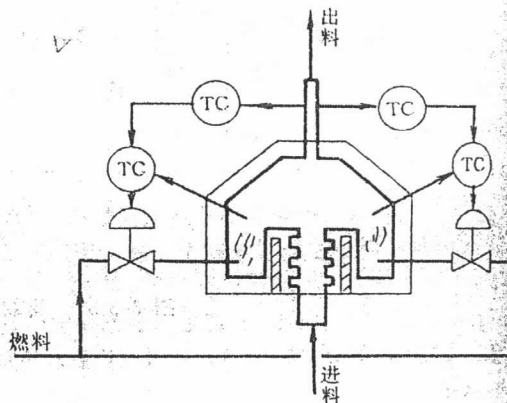


图 I-1-2 加热炉出口温度与炉膛温度串级控制方案

这种控制方案在双斜顶方箱管式加热炉上应用很成功,对其他形式的加热炉,必须找到反应快而又能代表炉膛情况的测温点,此方案才有可能获得成功。

b、炉出口温度与燃料油(或气)的流量串级控制系统。该控制系统如图 I-1-3 所示。这种控制方案适用于燃料总管的压力波动是主要干扰因素的情况。当总管压力波动时,首先会影响到燃料流量的变化,而一旦燃料流量变化,副环立即动作,抑制流量变化。这样燃料压力波动这一干扰对出口温度的影响就大为减小,从而提高出口温度的控制质量。

c、炉出口温度与燃料油(或气)压力串级控制系统。该控制方案如图 I-1-4 所示。这种控制方案特别适用于以燃料油做燃料,且管道又较细,其流量测量困难的场合。因为管道较细,燃料油黏度一般又比较大,容易堵塞流量测量装置。如改为测量压力,则不受影响。因此对于使用燃料的场合,使用压力作为副环的情况居多,因为压力测量问题比流量测量问题

容易解决。

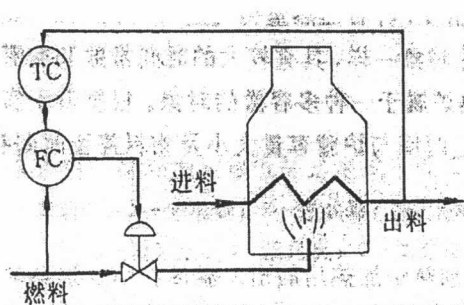


图 I-1-3 加热炉出口温度与燃料流量串级控制方案

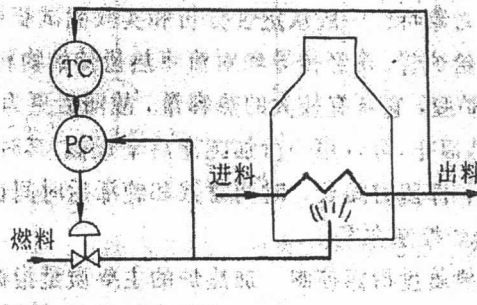


图 I-1-4 加热炉出口温度与燃料压力串级控制方案

该方案应用较广。不过也应注意，在使用该方案时，**如果燃烧喷嘴部分堵塞**，也会使阀后压力升高，此时压力调节器就会误动作而将阀门关小，这是不适宜的。因此，在使用时必须防止这种现象发生。

d、采用浮动阀控制的加热炉出口温度控制系统。该控制系统如图 I-1-5 所示。浮动阀示意图如图 I-1-6 所示。由于浮动阀相当于一个自力式压力调节器，所以实际上此方案相当与加热炉出口温度与燃料压力串级控制，此方案的优点在于节省了一台压力调节器，从而节省了投资并简化了系统。同时浮动阀本身阀杆摩擦小，有利于调节质量的提高，设计时应根据燃料气压力大小选择相应的气动继电器，将温度调节器的输出信号放大到与喷嘴前燃料相等。

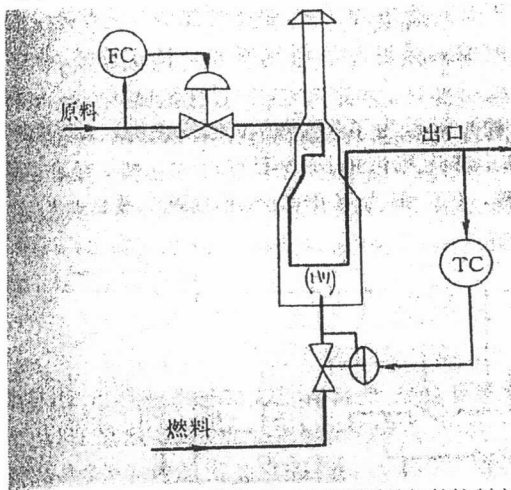


图 I-1-5 加热炉出口温度用浮动阀的控制方案

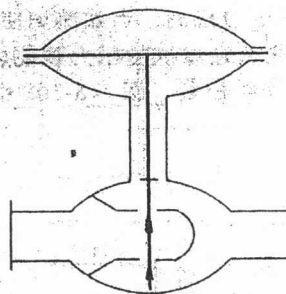


图 I-1-6 浮动阀示意图

本控制方案只适用于**燃料气作燃料**的场合，对于燃料油的加热炉不适用。

③、前馈—反馈控制系统。当主要干扰来自于加热炉的进料或进料温度时，如果采用反馈控制来克服这些干扰，显然很不及时，控制质量肯定不会令人满意。当然对于进料流量的波动可以采用流量定值系统来加以克服。然而有些情况下，设置进料流量定值系统是不允许的，例如加热炉的进料是前面精馏塔的出料，并且在前面已经采用了均匀控制，因此在进加热炉时就不允许在设置流量定值控制系统。还有，如果加热炉进料属于生产负荷，工艺要求来多少吃多少，不允许对流量进行限制。在上述情况下对加热炉进料设置定值系统就行不通。此外对进料温度变化进行专门控制也是不现实的。在这种情况下最好办法是采用前馈—反馈控制方案，如图 I-1-7 所示。在该方案中，LC 与 FC 构成串级均匀控制系统，这是精馏塔操作所要求的。加热炉控制是将进料流量变化的信号引入前馈控制器 FFC，然后将 FFC 的输

出信号与出口温度调节器 TC 的输出信号相加之后送往燃料管线的调节阀，从而实现前馈—反馈控制。主要干扰（流量）由前馈调节器 FFC 来克服，其他次要干扰的影响则由反馈调节器 TC 来克服。

如果在上述情况下，燃料管线的压力也经常波动，这时就可以考虑图 I-1-8 所示的前馈—串级控制方案。该方案与图 I-1-7 所示方案不同点就在于反馈回路中增加了一个燃料流量副回路，用以克服燃料压力变化的干扰，以保证出口温度的控制质量。

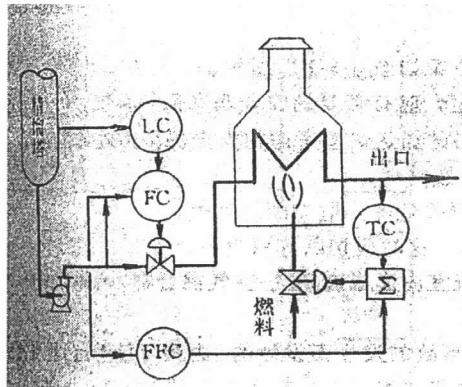


图 I-1-7 加热炉前馈—反馈控制方案

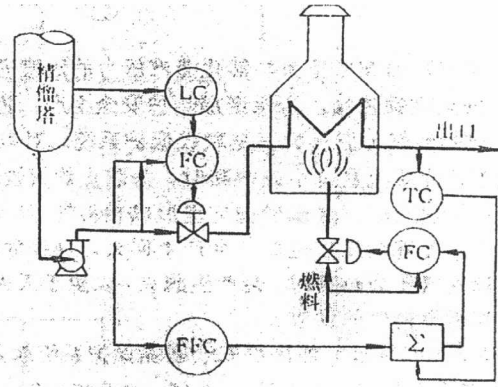


图 I-1-8 前馈—串级控制方案

**(2) 燃烧系统的控制** 燃烧系统控制的目的是，一是为了保证燃料的充分、完全地燃烧，以便发挥燃料的热效率；二是为了防止燃料的波动造成干扰，影响加热炉出口温度的控制质量；三是出自安全的目的，防止出现事故。

燃烧系统的控制包括有燃料油（或气）的压力控制；使用燃料油时的雾化蒸汽压力控制，以及安全连锁保护控制等。

①**燃料油压力控制。**燃料油压力稳定是保证燃油平稳燃烧的条件。为保证燃料油压力的稳定，燃油系统应采用连续循环方式，并在循环的回路上安装压力调节器，通过调节返回量来维持燃料油喷嘴前的压力稳定。

②**燃料气压力控制。**供给燃烧喷嘴的燃料气一般来自燃料气罐，通过对燃料气罐出口压力控制，即可维持喷嘴前的压力稳定，如图 I-1-9 所示。

③**雾化蒸汽压力控制。**当加热炉使用的液体燃料（燃料油）时，为了保证燃料油充分燃烧，必须在油喷嘴中加入蒸汽，以便通过蒸汽的压力强使燃油雾化，提高燃烧效率。雾化蒸汽的压力不宜过大，也不宜过小，因此雾化蒸汽的压力需要控制。图 I-1-10 中  $P_1C$  为燃料油压力调节器， $P_2C$  则为雾化蒸汽压力调节器。

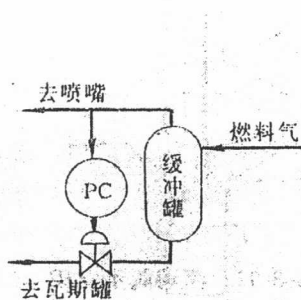


图 I-1-9 维持燃料气体压力稳定的方案

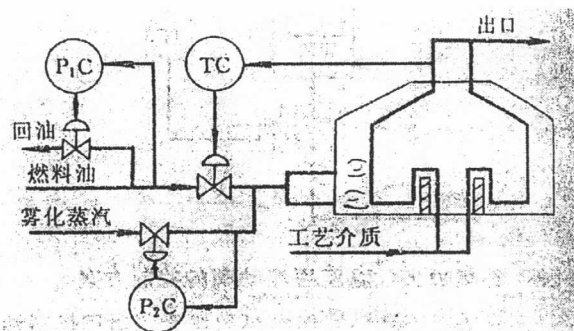


图 I-1-10 燃油压力及雾化蒸汽压力控制方案

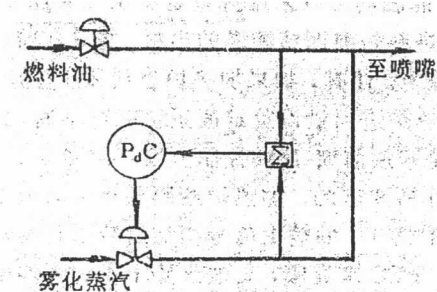


图 I-1-11 雾化蒸汽的压差控制方案

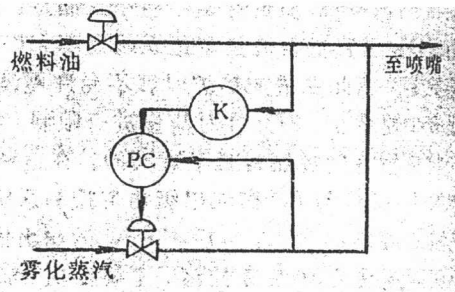


图 I-1-12 雾化蒸汽的比值控制方案

如果燃料油压力变化较大时，单纯靠雾化蒸汽压力控制并不能保证燃料油得到良好的雾化，为此，可对雾化蒸汽采用以下两种控制方案。

a、根据燃料油阀后压力与雾化蒸汽的压力差来调节雾化蒸汽，即所谓的压差控制法，其方案如图 I-1-11 所示。

b、按燃料油阀后压力与雾化蒸汽压力的比值进行控制，该方案如图 I-1-12 所示。

④安全连锁控制。为保证加热炉安全生产，防止事故发生，应有必要的安全连锁保护系统。

a、以燃料气为燃料的安全连锁保护系统。对以燃料气为燃料的加热炉应考虑的安全保护措施的内容有：

当工艺介质流量过少或中断时，为防止炉管被烧坏，应切断燃料气。

当火焰熄灭时，会在燃烧室里形成燃料气—空气混合物，有爆炸危险，应切断燃料气；

当燃料气管线压力过低，会产生回火，导致危险事故的发生，这时应切断燃料气；

当燃料气压力过高时，会产生脱火，以至于灭火，也会在燃烧室内形成燃料气—空气混合物，有爆炸危险，这时也应切断燃料气的供应。

图 I-1-15 所示的加热炉安全连锁保护系统就是为防止上述事故的发生而设计的。由图可以看出，在低选器 LS 与调节阀之间只有一电磁三通阀，当它失电时 LS 的输出通向调节阀；当它得电时则切断了 LS 与调节阀通路，并使调节阀经三通电磁阀与大气相通，于是调节阀膜头信号迅速降为零，阀将关全。

在正常情况下，即进料在最低值以上，火焰检测器检测出炉内燃烧情况正常，燃烧气管线压力在最大值与最小值之间（表明不会发生脱火与回火情况）。这时流量下限报警器 FL 的接点、火焰检测器 BS 的接点以及燃烧器压力下限报警器 PL 的接点都处于开状态，因此，电磁三通阀处于失电状态，这样低选器的输出就能直达调节阀，又由于燃料气压力是低于上限值的，压力调节器 PC 的输出则呈高信号。相比之下这时温度调节器 TC 输出则呈低信号。于是，低选器选择温度调节器 TC 的输出送往调节阀，构成正常的温度控制系统。

当燃料流量低于下限时，或火焰检测器出火焰熄灭时，或燃料管线压力低于下限时，只要出现上述三种情况之一，相应的接点就将接通，电磁三通阀就将得电而切断低选器 LS 送往调节阀信号，使调节阀关闭，以防事故发生。直到生产恢复正常，上述仪表的接点又复断开，电磁三通阀又因失电而打开 LS 至调节阀的通路，恢复正常控制。

当燃料气管线压力达到上限时，压力调节器 PC 输出立即转变为低信号，于是取代温度调节阀去控制调节阀，构成按燃料气管线压力控制的压力控制系统，直至压力恢复正常时，PC 输出又呈高信号，于是又恢复成按出口温度控制的温度控制系统。

b、以燃料油为燃料的安全连锁保护系统。以燃料油为燃料的加热炉应考虑的安全保护措施的内容有：

进料量小或中断时，为防止炉管烧坏，应切断燃料油；

燃料油压力过高会产生脱火，过低回产生回火，都应予以防止，出现这种情况应关闭燃料油调节阀；

雾化蒸汽压力过低或中断，会使燃料油雾化不好，甚至无法燃烧。

上述安全保护的内容与采用燃料气时有很多相似之处，所不同的是将上面的火焰检测器 BS 换成雾化蒸汽压力过低的连锁系统就可以。

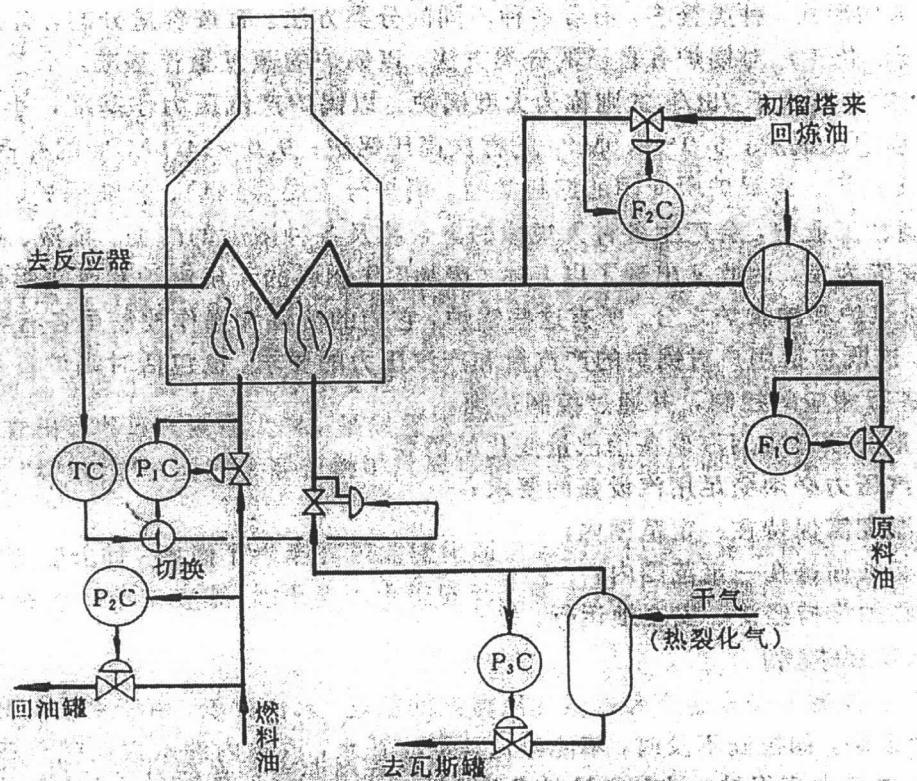


图 I-1-13 催化裂化装置加热炉控制方案

### 3、加热炉控制实例

(1) 催化裂化装置加热炉的自动控制系统 为保证催化裂化的进行，工艺要求加热炉将原料油加热至  $400^{\circ}\text{C}$  后送往反应器，在硅酸铝作催化剂的情况下，使油品裂化生成汽油和气体。其加热炉采用的是圆筒炉，其控制方案如图 I-1-13 所示。

本装置在开工生产前没有燃料油可供应，而采用热裂化来的干气作燃料，这时图中切换开关应反时针旋转  $90^{\circ}$ ，出口温度调节器 TC 直接控制燃料气管线上的浮动阀。当生产正常有燃料油后，将切换阀转回到图中所示位置，于是构成出口温度与燃料油阀后压力串级控制系统。

燃料油、燃料气的压力以及进料流量都分别有各自的独立的压力、流量控制系统进行定值控制，以防他们的波动对出口温度的影响。

(2) 炼厂常压装置中加热炉的自动控制系统 管式加热炉是炼厂常压装置的重要设备之一。它是将原油加热到一定温度后送往常压塔分馏，从而分离出各种油品。加热炉出口温度稳定与否，将直接影响到后续工序的分馏效果。同时，加热炉的平稳操作，也会延长炉管的使用寿命。因此，工艺上对加热炉出口温度有着严格的要求。其控制方案如图 I-1-14 所示。

该装置所用加热炉为方箱炉，炉内有两组炉管，为保证出口温度稳定，两组炉管分别各自设置出口温度与炉膛温度串级控制。两组炉管的进料和燃料气也分别单独设置了流量及压力控制系统。这里有温度串级控制系统与燃料压力控制系统的关联问题，需要在参数整定

时将两系统工作频率拉开，其中压力控制系统参数可设置得小一些，使它的工作效率可以高一些。

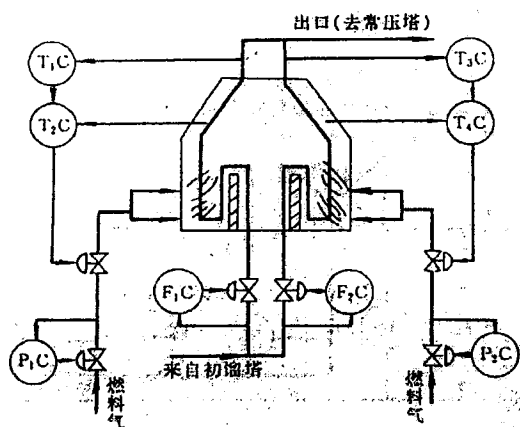


图 I-1-14 常压塔加热炉控制方案

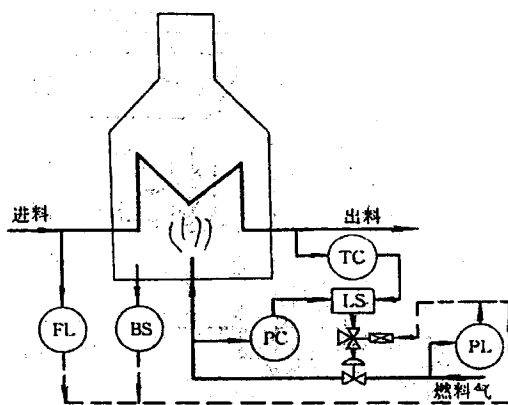


图 I-1-15 使用燃料气的加热炉安全联锁保护系统

### 9、乙烯裂解炉的控制方案

用热裂解反应生产乙烯的工艺装置有砂子炉裂解、管式炉裂解等不同的生产方法。所谓热裂解，就是将石脑油或轻柴油中高沸点、大分子量的烃类经高温裂解反应，分裂成低沸点的小分子烃类。再进一步经过分离，以获得所需的乙烯、丙烯，丁二稀以及其他各类化工产品。

裂解炉是乙烯生产的关键性设备，它的操作正常与否将直接关系到整个装置及全厂生产。裂解炉主要控制指标是：乙烯收率、负荷稳定、能源消耗和生产安全。

乙烯收率与裂解深度有关。反应开始阶段随着裂解深度的提高，乙烯收率也会提高，但当裂解深度超过一定界限时，再增加裂解深度，乙烯收率反而会降低，因此必须保证裂解反应具有一定的深度，以保证获得较高的乙烯收率。在生产中常以丙烯、甲烷之比来表征裂解深度，而裂解深度主要取决于裂解温度、停留时间和烃分压，通常以裂解温度来控制裂解深度。

负荷稳定是裂解炉及其后续设备平稳操作的必要条件。对裂解炉来说，负荷即烃和稀释蒸汽的进料流量，它们的流量稳定了，就为裂解炉及其后续设备的平稳操作创造了条件。

能源消耗是指在保证较高的乙烯收率和合适的汽、烃比前提下，尽量降低能源消耗，使裂解炉的燃烧系统有较高的热效率。

所谓安全生产是指防止出现任何生产事故。为此，在裂解炉生产操作中要防止有关参数出现不正常或进入危险区，需设置必要的信号报警和自动连锁装置。

下面结合图 I-1-16 所示的乙烯裂解炉控制流程图，对图中有关控制系统作一简要介绍。

(1) 轻柴油进料控制 裂解炉为管式反应器，分四路管进料，每路轻柴油进料管线均单独设置有流量定值控制，以维持各管流量的恒定，从而保证负荷稳定。

(2) 稀释蒸汽流量控制 稀释蒸汽分四路分别加入到轻柴油进料管中。为保证进料稳定，对四路蒸汽也分别设置了四套各自独立的流量定值控制，这样才能充分保证裂解炉负荷的稳定。

为保证汽、烃比，蒸汽流量调节器的设定值应随轻柴油流量而改变。

(3) 裂解炉出口温度控制 裂解炉出口温度是裂解炉操作的最关键参数。通常选择某一炉管作为基准炉管，调节器则根据基准炉管温度与给定值之偏差，送出控制信号到各个偏置器上，而各偏置器则根据各组炉管的不同情况设置有不同的偏置值，各偏置器的输出则送往为相应炉管处的侧壁燃烧喷嘴提供燃料气的调节阀上，从而使各组炉管处燃烧喷嘴的燃气量发生相应变化。与此同时，如考虑切换开关在图示位置，出口温度调节器的输出也作为燃油流量调节器的给定值，通过燃油流量调节器控制去底部烧嘴的燃油流量（低部烧嘴同时还通过压力控制均匀提供燃料气）。通过侧壁烧嘴和低部烧嘴的控制最终使各组炉管的出口温度控制在所要求

的给定值上。

(4) **雾化蒸汽的控制** 为了使燃油雾化,需要在提供燃油的同时按照燃油管线与蒸汽管线的压差控制向烧嘴中喷入的蒸汽量,以便使燃油一出烧嘴口就形成雾状,从而保证燃油的完全燃烧。

(5) **炉膛负压控制** 为了节省燃料,保证燃料充分良好地燃烧以获得较高的热效率,必须维持炉膛的负压一定。为此,设定了炉膛负压控制系统。

(6) **各类在线分析器的设置** 这里包括轻柴油进料密度分析,烟道中含氧量的分析和裂解气组分分析等。

乙烯裂解炉是乙烯生产过程中的一个重要环节,其控制效果将直接影响到整个装置的产量、原料和能耗指标。因此,裂解炉的操作情况最为令人关注。国内外各种大型的乙烯装置在此部分都尽可能的采用较为先进的控制手段。目前,几乎所有新建的大型乙烯工厂都采用了计算机控制,而且首先用于裂解炉的控制。



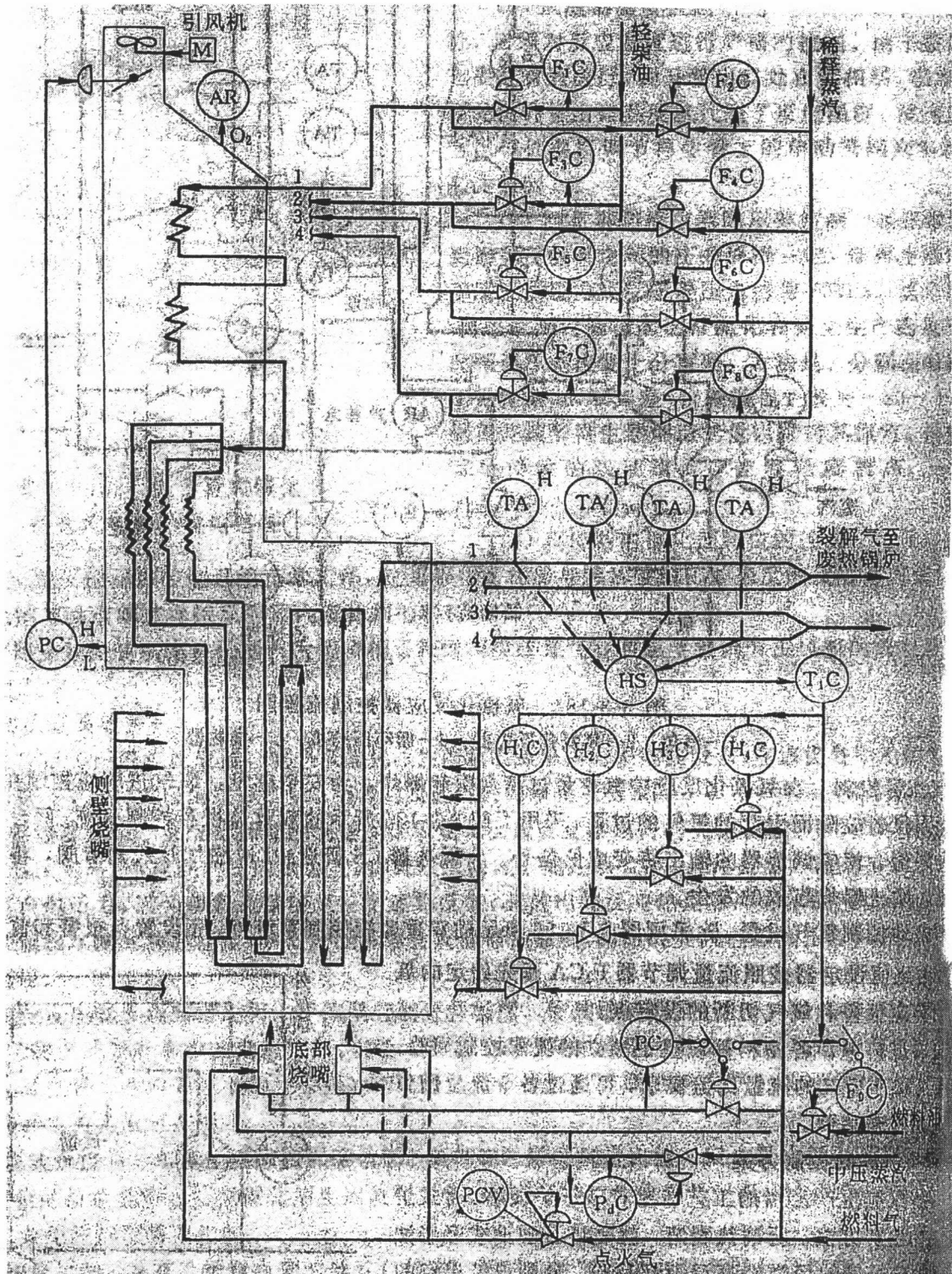


图 I-1-16 乙烯裂解炉控制流程图