

# 空分设备上塔压力的两种控制方案

程杰平

(首钢迁安钢铁有限公司, 河北 迁安 064404)

**摘要** 基于 CS3000 控制系统, 重点分析 23 000m<sup>3</sup>/h 和 35 000m<sup>3</sup>/h 两套空分设备上塔压力的组态和控制方式, 并给出操作 35 000m<sup>3</sup>/h 空分设备控制系统的注意事项。

**关键词** 空分设备 上塔压力 分子筛再生过程控制 阀门 控制方案 组态

中图分类号 TH863+.6 文献标识码 B 文章编号 1000-3932(2012)01-0140-04

随着规整填料在空分设备上的成功应用, 空分设备的上塔工作压力大大降低, 同时空压机出口压力也大幅度地降低, 导致空分设备的能耗相应降低<sup>[1]</sup>。上塔压力降低后, 空分设备的操作弹性变大, 氧提取率进一步提高。对上塔压力的控制主要通过控制污氮气流路上的阀门实现。目前, 大型空分设备一般将纯度约为 99.9% 的污氮气用于分子筛的加热和冷吹气, 剩余的到氮冷塔冷却预冷系统中的冷却水, 多余的污氮气将被放空。

由于分子筛再生过程的不同阶段对上塔污氮量的需求不同, 造成对上塔压力的影响比较大, 因此上塔压力的控制多与分子筛的再生控制结合在

一起。上塔压力的稳定是上塔精馏工况稳定的基础, 上塔压力的波动必将引起整个精馏塔工况的波动。为此, 笔者将对首钢迁安钢铁有限公司的 23 000m<sup>3</sup>/h 和 35 000m<sup>3</sup>/h 两套空分设备的上塔压力的控制方案及其组态方法进行比较。

## 1 23 000m<sup>3</sup>/h 空分设备上塔压力控制原理及特点

首钢迁安钢铁有限公司制氧作业部的 23 000m<sup>3</sup>/h 空分设备采用立式、双层、径向流的前端净化装置, 所有塔内均使用低温规整填料, 并采用无氢制氩工艺的双泵内压缩流程, 控制系统采用 CENTUM CS3000<sup>[2,3]</sup>。本套空分设备的上塔污氮气流路如图 1 所示。

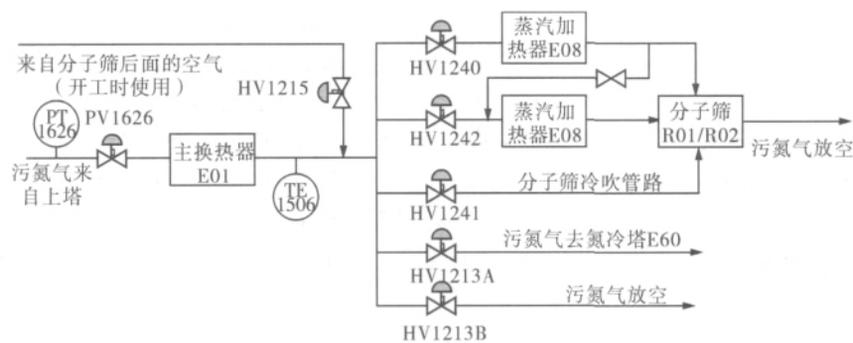


图 1 23 000m<sup>3</sup>/h 空分设备的上塔污氮气流路

23 000m<sup>3</sup>/h 空分设备在上塔污氮气的出口处设置有阀门 PV1626, 它主要通过控制器 PIC1626 来控制, 过程值 (PV) 来自 PT1626, 设定值由操作员设定, 通过 PID 功能块 PIC1626 在手动或自动状态下即可实现上塔压力的控制。上塔压力和分子筛加热、冷吹时的控制组态如图 2 所

示。这种上塔压力控制方法的特点是: 控制方式简单, 上塔压力可通过阀门 PV1626 单独控制; 由于阀门 PV1626 的存在, 分子筛再生过程中对上塔压力的影响较小, 二者的控制可以单独设置; 空

① 收稿日期: 2011-09-21(修改稿)

分设备在开工恢复过程中不易造成上塔压力超压,有利于开车时的操作。

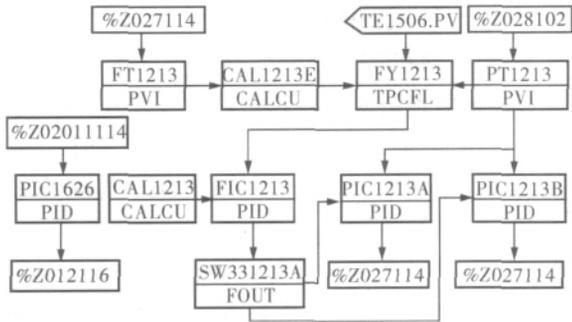


图 2 23 000Nm<sup>3</sup>/h 空分设备上塔压力和分子筛加热、冷吹控制回路组态

为了保证设备安全,冷箱联锁 LC1295 投入后 PIC1626 应在自动状态,冷箱跳车后阀门 PV1626 应关闭。上塔压力控制的逻辑实现如图 3 所示。

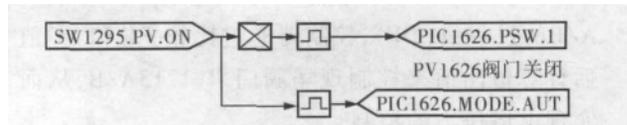


图 3 上塔压力控制的逻辑实现

### 2 35 000m<sup>3</sup>/h 空分设备上塔压力控制原理及特点

首钢迁安钢铁有限公司制氧作业部目前运行有 3 台 35 000m<sup>3</sup>/h 空分设备,其工艺流程与 23 000m<sup>3</sup>/h 空分设备的基本相同,只是对上塔压力的控制方式进行了改进,即将 35 000m<sup>3</sup>/h 空分设备流程中的上塔污氮气管路上的阀门 PV1626 去掉,上塔的污氮气出塔后直接送到 PV1213A/B 和阀门 HV1240、HV1241、HV1242 处,将上塔压力控制、分子筛加热/冷吹控制和 PV1213A/B 控制就地结合在一起。针对该设备的流程特点和控制要求设计的上塔压力控制组态如图 4 所示。

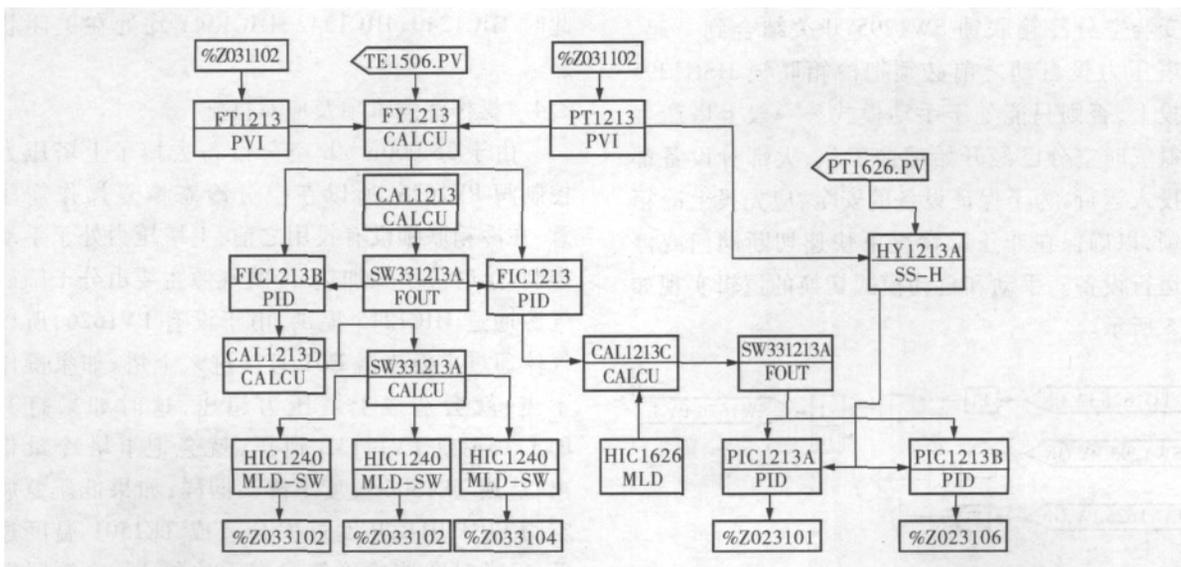


图 4 35 000Nm<sup>3</sup>/h 空分设备上塔压力和分子筛加热、冷吹控制回路组态

#### 2.1 上塔压力控制的两种模式

上塔压力控制模式分为手动和自动状态,两种模式主要是考虑空分设备正常生产和恢复阶段的不同特点而设定的。

手动状态主要在空分设备开工恢复阶段使用,这时空分精馏塔还没有工作,分子筛加热冷吹气体主要靠分子筛后面的空气提供,由于到上塔之间没有阀门,气体除了去分子筛系统外,还有一部分直接去上塔,这时的控制原则就是保证上塔不超压的情况下尽量满足分子筛的加热和冷吹

量。上塔压力的控制主要通过功能块 FIC1213 和 PIC1213A/B 完成,具体控制实现过程为:把温压补偿运算功能块 FY1213 的输出值作为 FIC1213 的过程值(PV),用通用运算块 CAL1213 实现分子筛加热和冷吹量的设定,后经信号分配功能块 SW331213A 分配后作为 FIC1213 的设定值(SV),控制器 FIC1213 经过 PID 功能块运算后,将计算输出值(MV)作为 PIC1213A/B 的设定值(SV),通过高选器 HY1213A 比较两个压力点 PT1213 和 PT1626 的值,并选择较大者作为控制器 PIC1213

A/B的过程值(PV) ,控制器通过比较 PV 和 SV 值后计算输出值来控制现场阀门 PV1213A/B ,从而实现上塔压力的控制。

自动状态主要在正常生产时使用。这时分子筛的加热、冷吹气体由上塔污氮来提供 ,而上塔压力控制的原则是保证上塔压力稳定的基础上满足分子筛的加热和冷吹量 ,多余的污氮气到氮冷塔或放空 ,上塔压力控制主要通过 FIC1213B 和 PIC1213A/B 完成 ,此时 FIC1213 将不起任何作用。具体实现过程为: 上塔压力可通过 HIC1626 设定 ,它的值将作为 PIC1213A/B 的设定值 ,PT1626 的值作为 PIC1626A/B 的过程值(PV) ,通过 PID 调节阀 PV1213A/B 来实现上塔压力的稳定; 同时通过 FIC1213B 来控制阀门 HIC1240、HIC1242、HIC1241 来实现加热量和冷吹量的稳定。

## 2.2 两种模式切换的实现

为了保证设备的安全 ,上塔压力的控制模式转变与空分冷箱联锁 SW1295 开关结合到一起。上塔压力投自动之前必须把冷箱联锁 HSH1295 先投上 ,否则只能处于手动模式。一般上塔产生污氮气时空分已经开始精馏工作 ,大部分设备都已投入运行 ,为了保证设备的安全 ,应先投上冷箱联锁 ,以确保在非正常情况下快速切断阀门或停止运行设备。手动和自动模式切换的逻辑实现如图 5 所示。

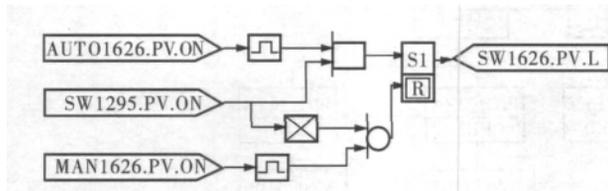


图5 上塔压力控制自/手动模式切换逻辑

## 2.3 重要功能块状态的设定

由于分子筛只有在加热和冷吹时才使用上塔的污氮气 ,其它阶段不使用 ,这样就造成了分子筛在切换过程中由于污氮气用量的不同导致上塔压力的波动。为了减小分子筛切换对上塔压力的影响 ,上塔压力控制系统中各功能块在分子筛不同阶段设置了不同的状态。分子筛再生的步骤主要分为: 高压隔离、放空、加热、冷吹、低压隔离、升压和并联。

### 2.3.1 手动状态下各功能块的状态设置

分子筛在加热和冷吹阶段 ,FIC1213 和

PIC1213A 在串级状态(CAS) ,PIC1213B 手动状态关闭 ,上塔压力主要靠 PIC1213A 控制实现 ,加热时 HIC1240 或 HIC1242 手动状态全开 ,冷吹时 HIC1241 手动状态全开; 分子筛在冷吹结束时 ,PIC1213A 由串级改为处于手动状态 ,阀门开度保持在冷吹结束时的值 ,而 PIC1213B 由手动投串级模式 ,控制上塔压力稳定。分子筛其它阶段与冷吹结束后的状态一样。

### 2.3.2 自动状态下各功能块的状态设置

分子筛在加热和冷吹阶段 ,FIC1213B 和 PIC1213A 在串级状态(CAS) 、PIC1213B 手动状态关闭 ,上塔压力主要靠 PIC1213A 控制实现 ,加热量和冷吹量由 FIC1213B 通过控制阀门 HIC1240 或 HIC1242、HIC1241 来实现 ,分子筛在冷吹结束时 PIC1213A 由串级改为处于手动状态 ,阀门开度保持在冷吹结束时的值 ,而 PIC1213B 由手动投串级模式控制上塔压力稳定 ,此时 HIC1240、HIC1242、HIC1241 均处在关闭状态。

## 2.4 操作注意事项及应对措施

由于 35 000m<sup>3</sup>/h 空分设备去掉了上塔压力控制阀 PV1626 ,所以在空分冷态恢复操作需注意: 在冷箱联锁没有投用之前 ,上塔压力处于手动控制 ,这时分子筛加热/冷吹气源主要由分子筛后气源通过 HIC1215 提供 ,由于没有 PV1626 ,所以气体通过主换热器 E01 直接进入上塔 ,如果操作不当 ,就会造成上塔压力超压 ,这时如果打开 PV1213A 或 PV1213B 泄压 ,就会把上塔冷量带出 ,造成 TE1506 温度下降。同样 ,如果低压氮放空阀 FIC1501B 开度过大会造成 TE1501 温度过低 ,轻微时会造成冷箱联锁无法投上(冷箱联锁中 ,温度 TE1506 或 TE1501 达到双低值不允许投用) ,从而延长空分的恢复时间 ,严重时冻裂管道 ,造成无法生产。

针对这种情况 ,采取的控制措施为: 在打开 HIC1215 之前 ,分子筛最好在加热或冷吹阶段 ,这时阀门 HIC1240、HIC12401 或 HIC1242 至少要有一个处于打开状态 ,这样就不会造成上塔压力超压; HIC1215 开度要达到 80% 以上且加热或冷吹阀门开度不能过大 ,这样可以保证上塔冷量不会带出塔内 ,防止 TE1506 温度降低; PIC1213A 和 PIC1213B 可置自动状态 ,同时设定值要比正常生产时高一些; 注意 TE1506 和 TE1501 的温度 ,通

过调节氮气管路放空量和污氮管路放空量使两个温度尽量接近,防止其中一个管路放空量太大导致温度点过低;增压机升压后及时导气,使通过主换热器的热量增多。

### 3 结束语

通过比较可以看出,23 000m<sup>3</sup>/h 空分设备的上塔压力控制通过控制污氮气管路上的阀门 PV1626 实现,这种控制方式简单,易于操作。而 35 000m<sup>3</sup>/h 空分设备去掉了上塔污氮气管路上的自动阀门 PV1626,系统将上塔压力的控制和分子筛的再生过程控制结合到一起,通过系统组态

实现上塔压力的控制,控制方案比较复杂,操作上也带来一定的难度,但是这种控制方法比较节省成本,从运行的实际情况来看,上塔压力的控制也能保持稳定。

### 参 考 文 献

- [1] 高路,张喜杰. 空气压缩机喘振原因分析及对策[J]. 化工机械, 2009, 36(5): 509 ~ 510.
- [2] 路永宇. 提高 DCS 运行可靠性的措施[J]. 化工自动化及仪表, 2011, 38(8): 1032 ~ 1034.
- [3] 周民强,肖长庆. 利用 DCS 强大的功能优化造气生产过程[J]. 化工自动化及仪表, 2010, 37(1): 109 ~ 111.

(上接第 91 页)

- [4] 徐科军. 传感器与检测技术[M]. 第 7 版. 北京: 电子工业出版社, 2007: 183 ~ 192.
- [5] 纪友芳,李大海,林美娜. 智能温度控制仪的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(17): 4200 ~ 4202.
- [6] 谢铮辉,马有良,邓琥等. 基于 PID 的电阻炉炉温控制系统[J]. 化工自动化及仪表, 2011, 38(8): 931 ~ 933.
- [7] 郭崇志,刘懿萱. 基于实测的复杂结构模拟瞬态温度场仿真重建技术研究[J]. 化工机械, 2010, 37(2): 192 ~ 196, 200.

## STM32 Microcontroller-based Intelligent Temperature Controller Design for Resistance Furnaces

LI Wen-tao, YU Fu-bing

(School of Information Engineering, Inner Mongolia University of Science & Technology, Baotou 014010, China)

**Abstract** The STM32 microcontroller-cored temperature control strategy for resistance furnaces was proposed, which having K-type thermocouple temperature sensor and MAX6675 digital conversion chip employed to constitute a temperature measurement circuit, and taking SSR (solid state relay) as execution unit to complete intelligent control on furnace temperature. High efficiency and precision and intelligence and practicability jointly characterize this design.

**Key words** resistance furnace, STM32 microcontroller, temperature controller, SSR

## 煤制合成气生产聚合级乙二醇中试成功

12 月 12 日,国家能源局组织有关专家在北京召开了年产 300t 煤制合成气生产聚合级乙二醇中试项目成果鉴定会。专家认为,该成果的研究开发成功,实现了传统煤化工领域新的突破,可提升我国煤化工产业的整体水平。

据介绍,该成果针对我国“缺油、少气、富煤”的能源结构特点,采用具有完全自主知识产权的煤制聚合级乙二醇全套新技术,包括已获得的 5 项中国发明专利及反应器专有技术、酯化再生技术、精馏与精制技术、专有分析检测等 4 项专有技术,经过年产 300t 煤制合成气生产聚合级乙二醇中试装置的稳定运行考察,主要技术指标在国内现有基础上取得了更进一步的突破。其中,CO 选择性脱氢催化剂的选择性、草酸二甲酯合成催化剂的时空收率及草酸二甲酯加氢催化剂的乙二醇的选择性等关键技术指标,居国际领先水平。

专家认为,应用该项新技术生产乙二醇,产品质量经国家石油石化产品质量监督检验中心(广东)检测,同时达到 GB/T 4649-2008 优等品和美国 ASTM E 2470-2007 聚合级标准;采用该新技术成果开发以煤为原料生产乙二醇成套工艺技术,可以达到补充和替代部分石油消费的目的,对于缓解我国石油短缺、降低聚酯行业对进口乙二醇的依赖程度、保障能源安全具有重要意义。