

离心式压缩机组控制方案浅见

李 卫 成

(中国石油工程设计西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要: 对离心式压缩机组的控制方案进行了探讨。离心式压缩机组自动控制包括负荷控制和防喘振控制。控制方式包括进站压力控制、出站压力控制和流量控制。以上三种控制方式不是相互独立的, 而是具有密切联系的。

关键词: 离心式压缩机组; 自动控制; 负荷控制; 防喘振控制; 超驰控制; 控制器

文章编号: 1006-5539(2005)01-0039-03

文献标识码: A

1 压缩机组负荷控制

进站压力控制器通常为正作用调节器, 一旦给定值的过程变量(进站压力)增加, 输出量(负荷流量)也随之而增加; 出站压力控制器通常采用反作用调节器, 一旦给定点的过程变量(出站压力)增加, 输出随之减少。输出值为上述两个控制器的低选值。

为防止进站压力控制器和出站压力控制器积分饱和, 上述两个控制器都要提供一个积分反馈信号。上述两个控制器都应配置成只利用比例和积分作用, 不设置微分或置为零。

1.1 进站压力控制

正常情况下, 进站压力控制器的输出信号为低选, 作为压缩机组负荷控制设定值; 出站压力控制器在出站压力高时, 取得控制权, 为高压超驰控制方式。

1.2 出站压力控制

正常情况下, 出站压力控制器的输出信号为低选, 作为压缩机组负荷控制设定值; 进站压力控制器在进站压力低时, 取得控制权, 为低压超驰控制方式。

1.3 流量控制

在流量控制方式下, 出站流量作为压缩机负荷

设定值。

流量控制器通常为反作用调节器, 一旦给定点的过程变量(出站流量)增加, 输出随之减少。

为保证机组正常运行, 在机组处于流量控制方式时, 压力控制器处于监视状态, 一旦进站/出站压力偏离正常工况, 由压力控制器取得控制权。

2 压缩机组流量计算

压缩机吸入流量减去循环量为压缩机组输出流量(经温压补偿)。

因为要精确测量压缩机入口流量以保护压缩机不受喘振的影响, 一般都将流量计安装在压缩机入口, 该位置的流量必须包括循环流量。如果循环阀(防喘振阀)关闭, 输送流量等于压缩机入口流量; 如果循环阀开启, 输送流量等于压缩机入口流量减去通过循环阀的流量。

输送流量 = 入口流量 - 循环流量^[1]

由于在循环管路上一般不设流量检测元件, 循环流量通过循环阀的阀位来推算。

输出流量为流量控制器的过程变量输入流量。

3 压缩机组的并联控制

对于并联运行的压缩机组, 入口压力与出口压力是相同的, 如果是同一种压缩机, 在通常情况下,

收稿日期: 2004-07-28

作者简介: 李卫成(1973-), 男, 成都人, 工程师, 工学学士, 1996年毕业于成都理工大学自动控制专业, 从事仪表、自控系统设计工作。电话: (028) 86014541。

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

每一台压缩机的负荷流量控制器的给定值也相同,压缩机组通常以同一种方式在接近控制点运行。当操作条件变化到压缩机组需要循环流量来防止喘振的状态时,负荷控制器调整发动机转速,以使通过每一循环阀的流量趋于相等,即循环阀将在相似的阀位。

4 压缩机防喘振控制系统

离心式压缩机组的喘振是在给定流量下,由压缩机等熵压头过高引起的。因此,压缩机的喘振可由降低压缩机压头或由增加通过压缩机流量来控制。防喘振控制系统通过调节喘振控制(旁通)阀来降低压头增加吸气流量来防止喘振。喘振控制系统为比例和积分控制系统。

压缩机入口流量计的流量值被用于计算压缩机流量变化并与预先喘振设定值进行比较。如果计算值小于预定值(通常为每秒 15%~20%),就会产生一个脉冲,喘振控制器使喘振控制阀开 15%,开放时,压缩机出口的一部分气体将流回至进气口,从而增加了通过压缩机的气体流量。如果 10 秒 5 次出现这样的脉冲,发动机将停机。

5 负荷控制器的输出范围

负荷控制器的输出斜率在如下某种条件下将会产生超驰作用:

a)如果压缩机组入口流量减少到喘振控制线内,流量不再降低直到喘振控制器作用,并且使流量增加到喘振控制线以上。因此,当在喘振控制线这点操作时,如果流量进一步减少,流量的进一步减低被限制,以便使操作点沿控制线向下运行。

b)如果达到压缩机出口最大输出压力,出口压力控制器将起作用,以防止流速进一步增加,直到输出压力降低到设置线以下。

负荷控制器是控制压缩机的通过流量(输出流量),而不是压缩机操作点流量(入口流量)。正因如此,流量控制的有效范围是从零流量连续升高到最大连续流量。

6 压缩机组控制方案探讨

在选择压力、流量控制方式时,压缩机组控制系

统通过对发动机的调速实现压缩机进口、出口压力和流量精确控制。压缩机的转速改变是通过发动机的转速改变来实现的。

变速过程是压缩机的旋转机械(发动机和压缩机)从一个动平衡状态达到另一个动平衡状态。频繁的变速不仅会增加发动机的能源消耗,并且会造成压缩机的旋转机械的磨损,降低其使用寿命。

输气管道中的干线压缩机不同于过程压缩机,考虑到气体的可压缩性,管道对气体的存储特性,且一般压缩机进口压力有一定变化,但变化幅度不大,没有必要使压缩机频繁变速。因此,管道压缩机推荐调节方案为在正常工况时采用恒转速控制方式,在偏离工况条件时采用变速调节方式。

7 压缩机组控制方案举例

现对某管线首站压气站的实例进行说明:

某管线首站压气站一期工程共设置压缩机 3 台,正常工况条件下(进压 4.45 MPa(A),进口温度 34.8 °C),每台压缩机正常排气量 $107.14 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,排压 5.9 MPa,正常运行压缩机 2 台,可实现 $7.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 的输气能力。

压气站进口和出口分别设置压力调节器。两调节器的输出进入信号选择器,该信号选择器提供 3 种控制功能,用户可根据实际工况和机组的运行状况选择其中一路输出作为机组调速给定信号:

- °自动选择两台调节器输出较低一路的信号;
- °选择出站压力调节器输出;
- °选择进站压力调节器输出。

7.1 自动选择两台调节器输出较低一路的信号

此时,正常工况条件下,以进口压力调节器输出信号控制压缩机转速。当出口压力增加超过给定值时,出口压力调节器为反作用,输出信号减少,当信号减少小于进站压力控制器的输出时,通过两调节器出口设置的低值选择器,选出信号送至压缩机组控制系统转速控制器作串级给定值,以减少压缩机组转速,保持出站压力稳定。此时,进站压力调节器为正作用,因转速减小,进站压力升高,调节器输出增加,调节器输出信号不能被选上而处于开环状态。分述如下:

a)进口压力在 4.3~4.6 MPa(A),进口温度 25~35 °C 波动时,根据压缩机厂方提供的数据分析:

若转速为 850 r/min, 单机排量的最大变化范围为 107. 74~122. 81 m³/d。即进口压力从 4. 3 MPa 增至 4. 6 MPa 时单机流量负荷增加约 14%, 单机排量增加将会减小进口压力, 说明压缩机组具有一定自调节能力, 此时压缩机组可维持恒转速不变。

b)当进口压力低于 4. 3 MPa 时(进口压力调节器设置为正作用), 则减小转速; 当进口压力高于 4. 6 MPa 时, 则增加转速。当出口压力增加超过设定值时(超过 5. 85 MPa), 以出口压力调节器输出信号控制压缩机转速。出口压力增加, 压力调节器输出减少以减小转速, 到出口压力不再增加为止。若出口压力继续增加, 达到 6. 0 MPa, 则卸载, 准备停机。

进口压力调节器输出信号与出口压力调节器输出信号的低选过程是一直进行的。

7.2 设置为选择出站压力调节器输出

此时, 出站压力低于设定值 5. 85 MPa, 压缩机转速设置为恒转速; 高于设定值时, 压缩机组减速,

到出口压力不再增加为止, 达到 5. 95 MPa 时, 压缩机转速减到最小 750 r/min。若出口压力继续增加, 达到 6. 0 MPa, 则卸载, 准备停机。

7.3 设置为选择进站压力调节器输出

此时, 在正常工况条件下, 以进口压力调节器输出信号控制压缩机转速。

在设计工况条件下:

进口压力 4. 45 MPa, 进口温度 34. 8 ℃, 可将压缩机的转速设置为 1 000 r/min, 可达到 107. 14×10⁴m³/d 排量, 正常运行压缩机 2 台, 可保证 7. 5×10⁸m³/a 的供气量。

在偏离设计工况条件下:

当进口压力低于 4. 3 MPa(进口压力调节器为正作用): 则减小转速; 当进口压力高于 4. 6 MPa, 则增加转速。

参考文献:

[1] 陆德民. 石油化工自动控制设计手册(第三版)[M] . 北京: 化学工业出版社, 2000.

(上接第 38 页)

表 3 工艺技术对比

工 艺	大庆兴建均聚后水解	胜利长安前加碱共水解	日本三菱均聚后水解
工艺特点	间歇聚合, 聚合与水解分步进行, 工艺过程较复杂, 单线生产能力 7 500 t/a, DCS 集散控制, 采用造粒、水解、干燥、筛分、包装后处理工艺	间歇聚合, 聚合与水解同时进行, 单线生产能力 2 000 t/a, 现场控制, 采用预研磨、造粒、干燥、筛分、包装后处理工艺	间歇聚合, 聚合与水解分步进行, 单线生产能力 2 000 t/a, 现场控制, 采用切割、水解、干燥、分碎、筛分、包装后处理工艺
产品质量			
分子量/万	≥2 500	≤2 000	≤2 000
粘 度/mPa·s	≥65	≥50	≥50
过滤比	≤1. 5	≤1. 8	≤1. 8
消耗指标			
电/kWh·t ⁻¹	600	611	734
蒸气/t·t ⁻¹	2. 5	7. 5	8. 0
氮气/m ³ ·t ⁻¹	60	33. 5	135
压缩风/m ³ ·t ⁻¹	66. 7	14. 4	375

参考文献:

[1] 赵德仁, 张慰盛. 高聚物合成工艺学[M] . 北京: 化学工业出版社, 1997.

[2] 王松汉. 石油化工设计手册[M] . 北京: 化学工业出版社, 2002.

SELECTED ABSTRACTS

NATURAL GAS AND OIL

(QUARTERLY)

Vol. 23 No. 1 Mar. 2005

FDFCC Process of Directly Producing Clean Gasoline

Wang Wenke, Tang Haitao, Wang Longyan (Research Institute of Petrochemical Engineering Technology of LPEC, Luoyang, Henan, 471003, China) **NGO**, 2005, 23(1): 20-23

ABSTRACT: The technical features of flexible dual-riser fluid catalytic cracking (FDFCC) process are presented for refineries to choose an efficient technology for directly producing clean gasoline from FCC naphtha. With the application of this new technology, olefin content in GCC naphtha can be reduced to less than 18%, while aromatics content can be increased by more than 13 percentages and sulfur content decreased by 20 to 30% without any decrease of octane numbers. Refineries can select one of the most suitable FDFCC process schemes to revamp the existing FCC units for directly producing clean gasoline meeting quality requirements of European Grade III or the current domestic clean fuel specifications.

KEY WORDS: Process; Gasoline; Olefin; Desulfurization; Reaction mechanism; Commercial application

Importance of Block Valves in Natural Gas Pipelines

Zeng Liangquan, Fu Heping (China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) **NGO**, 2005, 23(1): 24-27

ABSTRACT: Analyzed is the importance of block valves equipped in natural gas pipelines entering and leaving gas treatment plants and stations described are relative regulations in some standards and specifications at home and abroad and specific practices in domestic engineering designs, and analyzed are some reasonable design cases.

KEY WORDS: Natural gas; Gathering and transportation; Treatment plant; Safety; Design

Industrial Application of Serial Processes of Hydrofining-hydro Dewaxing

Fan Mingxi, Li Suihong (Yongping Refinery, Yanchuan, Shannxi, 717208, China) **NGO**, 2005, 23(1): 28-32

ABSTRACT: Described are process features and application of diesel fuel hydrofining-hydrodewaxing in the 200kt/a unit in Yongping Refinery. The test run, operation and calibration results show that this process is mature and reliable; it can improve product quality of catalytic crude diesel fuel and lower the freezing point of heavy oil.

KEY WORDS: Hydrofining; Hydrodewaxing; Test run; Calibration; Quality

Clean Diesel Produced from Plant Oil

Wang yuexia (Research Institute of Petrochemical Engineering Technology of LPEC, Luoyang, Henan, 471003, China) **NGO**, 2005, 23(1): 33-36

ABSTRACT: Bio-diesel produced from plant oil contains no sulfide and nitride; its application can greatly reduce harmful emission from automobiles' tail gas. Described are many methods of producing bio-diesel. The exchange process, one of these methods, in which ester is used as catalyst, has such advantages as low cost, easy to operate and high diesel production; it is a practical method.

KEY WORDS: Plant oil; Bio-diesel; Production method; Ester-exchange; Catalyst

INSTRUMENTATION AND AUTOMATATION

Discussion on Control Options for Centrifugal Compressor Set

Li Weicheng (China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China) **NGO**, 2005, 23(1): 39-41

ABSTRACT: Discussed are control options for the centrifugal compressor set. Automation control of centrifugal compressor set includes load control and anti-surge control. The control options include inlet pressure control, discharge pressure control and flow rate control. The above-mentioned three controls are not independent but closely relative each other.

KEY WORDS: Centrifugal compressor; Automation; Load control; Anti-surge control; Condition control; Controller