

文章编号:1008-1534(2006)02-0099-03

木糖醇生产中氢气压缩机循环变频恒压控制

沈英才,刘朝英,宋雪玲

(河北科技大学电气信息学院,河北石家庄 050054)

摘要:氢气压缩机是木糖醇生产过程中的关键设备,其出口气体压力能否稳定关系到产品的质量。介绍了以变频器和 PLC 技术实现氢气压缩机出口气体压力稳定的控制系统,该系统取代原来调节副线的控制方法,同时解决了变频氢气压缩机与管路共振问题,具有无扰切换,自检、联锁保护措施。经运行证实,该系统控制可靠,节能降耗效果明显,提高了产品质量。

关键词:氢气压缩机;自动控制;变频器;PLC

中图分类号:TP202+.7 **文献标识码:**A

Pressure-preserving control of reciprocating compressor with transducer and PLC in the manufacture of xylosic alcohol

SHEN Ying-cai, LIU Chao-ying, SONG Xue-ling

(College of Electronic Engineering and Information Science, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050054, China)

Abstract: Reciprocating compressor is one of the most important equipment in xylosic alcohol manufacture process. The stability of output gas pressure influences the quality of the product greatly. In this paper it mainly discusses the control of output gas pressure with the technology of transducer and programmable logic controller, instead of bypass regulation. At the same time the problem of resonance between reciprocating compressor and pipeline can be solved. The whole system can realize switch with no interference, self-detection and interlocking protection. From the running of the system it can be seen that it has the character of control stability, energy saving and the system improved the product quality greatly.

Key words: reciprocating compressor; autocontrol; transducer; PLC

木糖醇(又名戊五醇)是由玉米芯的水解产物,经过加入适量的氢气反应而制得的。氢气压缩机是木糖醇生产的关键设备,其压缩氢气的输送质量在木糖醇生产过程中起到至关重要的作用。被输送气体的压力稳定与否直接关系到木糖醇生产过程中的生产能力、产品质量以及整个生产过程的运行状况。氢气压缩机的出口气体恒压系统是木糖醇生产过程中最重要的环节。传统的控制方法(人工或自动)采用改变副线(即旁路调节)调节气体流量(见图 1),

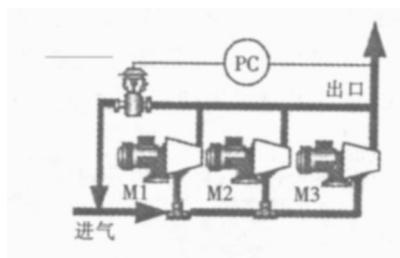


图 1 副线调节

Fig. 1 Bypass regulation

收稿日期:2005-04-13;修回日期:2005-12-23
责任编辑:冯民
作者简介:沈英才(1950-),男,河北沧州人,副教授,主要从事自动控制 and 计算机控制方面的研究。

以保证其压力稳定。由于木糖醇生产的连续性、复杂性受诸多因素的影响,因此选择的氢气压缩机的容量必须留有充分的裕度。当采用传统控制方法

时,都是以提高电耗为代价;再者,电机和氢气压缩机一直在工频满负荷的情况下运行,在很大程度上缩短了设备的使用寿命,也就是说它以牺牲电耗和设备的使用寿命换取控制的质量。为了节约电能、降低产品成本、提高控制质量以及延长电机及氢气压缩机等有关设备的使用寿命,采用氢气压缩机出口恒压变频调速控制是目前较为理想而又行之有效的途径(见图 2)。

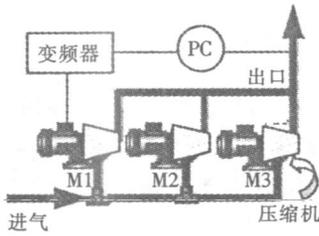


图 2 变频调速

Fig. 2 Frequency conversion

1 控制方案设计^[1,2]

压缩机从结构上可分为离心式压缩机和活塞式压缩机 2 种。某木糖醇生产厂有 3 台活塞式氢气压缩机,其配套电机额定功率为 45 kW,额定电流为 93.2 A,级数为 8,转速为 740 r/min,原来采用手工调节副线的方法。

在深入生产现场调查的基础上,根据生产工况,确定将其中的 2 台实现循环变频调速,另 1 台采用自偶降压启动、工频恒速运行。这样既可满足生产负荷变化的要求,又考虑到一旦变频器出现故障,不至于对生产造成较大的影响。

为了提高系统的自动化水平以及可靠性,充分利用变频器资源,设计了 2 种工作方式:其一是由数字调节器和变频器 CCI 端构成闭环控制系统;其二是当数字调节器出现故障时,可由人工调节电位器改变 VCI 端的电压实现开环控制。2 种控制方式在 PLC 的配合下均可实现变频器随时无扰切换。氢气压缩机出口变频调速恒压控制方块图见图 3。

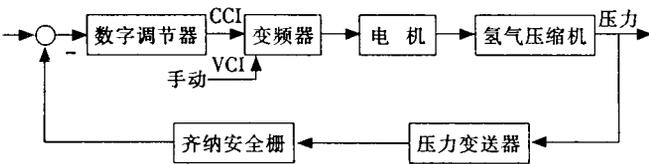


图 3 控制方块图

Fig. 3 Diagram of control block

2 硬件设计^[1,2]

考虑到目前变频器、PLC 技术成熟以及货源、服务、价格等诸多因素,首次全部选用国产硬件。选用国产华为的 TD2000 系列变频器(现已更名为 EMERON 的 EV-2000 系列, EV-2000 系列在 TD2000 系列基础上增加了标准的 RS-232C, RS485 通讯接口);台达的 DVP-PLC 系列的 ES;压力变送器 SYB-10000;齐纳安全栅 EKZ998X。

2.1 变频器控制端子的定义

TD2000-4T00P 系列是通用型变频器。变频器 TD2000-4T00P 控制端子可分为模拟量输入 VCI (0~10 V)、CCI(0~10 V, 0~20 mA, 4~20 mA 可选择);模拟量输出 FM(0~10 V 可设定为工作频率)、AM(0~10 V 可设定为负载电流)、GND(模拟地);运行输入 X₀—X₈(多功能)、FWD(正转)、REV(反转)、COM(数字地);运行输出信号 Y₁, Y₂(多功能);TB(运行正常)、TC(运行故障)、TA(TC, TB 的公共端)。其中大部分为多功能端子,可根据需要设置并选择其功能。

本系统变频器的端子功能定义见图 4。自/手 X₆(CCI 给定和 VCI 给定相互切换)闭合时为自动控制方式,否则为手动控制方式。在手动控制方式下,人工调节 W 电位器(“速度设定”)VCI 的电压,来实现电机转速的改变。在自动控制方式下,由数字调节器输出 4~20 mA 信号控制 CCI 端的电流,实现闭环调节,压力自动控制在“数字调节器”设定值,当出口压力高于设定值达到 20 s 且变频器 Y₁ 有效(速度上限)时,自动停止另一台工频氢气压缩机;反之,当出口压力低于设定值达到 20 s 且变频器 Y₂ 有效(速度下限)时,自动将本变频氢气压缩机切换为工频运行,然后再变频启动另一台氢气压缩机,这样根据生产负荷的变化实现自动恒压控制。各种方式可以在线选择。

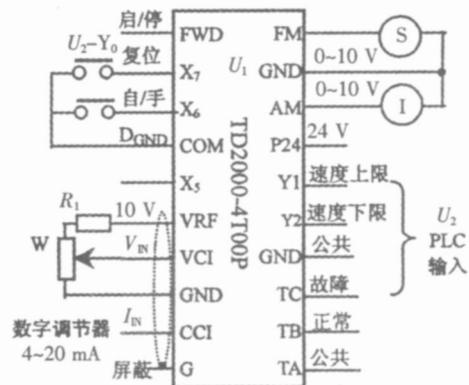


图 4 TD2000 控制端子定义

Fig. 4 Control ports settings of TD2000

变频器在线“自动/手动”的无扰切换,在手动控

制方式下,数字控制器或 IPC 一直在工作,其控制量的输出依然与变频器的端子相连,但是其输出信号对变频器的控制是无效的。因此,本设计满足手动 自动的无扰切换。

当变频氢气压缩机转速接近零,并且压力高于给定值时,表明生产负荷太小,则自动停止 1 台工频氢气压缩机的运行,反之亦然。

2.2 PLC 端子的定义^[3,4]

选用台达的 DVP-PLC 系列的 ES 型 PLC。与

国外同类产品相比,该系列具有价格低廉、编程环境友好、更适合国人应用等特点。PLC 的接口及端子定义以表格的形式给出,见表 1。表 1 中“FR_i 闭”系第 *i* 个热继电器的辅助触点常闭。“K_i 闭”系单刀双掷开关, K_i 闭合允许启动该机,即处于“工作状态”,反之处于“检修状态”,不允许启动该机。KM 系交流接触器线圈,“KM 闭”是指交流接触器的辅助触点常闭。

表 1 PLC 端子的定义

Tab. 1 Ports settings of programmable logic controller

端 子	功能定义	连 接	端 子	功能定义	连 接
输入 X ₀	自动/手动	单刀双掷开关	输出 Y ₀	启/停变频	变频器 U ₁ -FWD
输入 X ₁	启动 1 # 机	常开按钮	输出 Y ₁	1 # 机变频	KM ₁₁ 和 KM ₁₂ 闭
输入 X ₂	停止 1 # 机	常开按钮	输出 Y ₂	1 # 机工频	KM ₁₂ 和 KM ₁₁ 闭
输入 X ₃	启动 2 # 机	常开按钮	输出 Y ₃	2 # 机变频	KM ₂₁ 和 KM ₂₂ 闭
输入 X ₄	停止 2 # 机	常开按钮	输出 Y ₄	2 # 机工频	KM ₂₂ 和 KM ₂₁ 闭
输入 X ₅	故检 1 # 机	FR ₁ 和 K ₁ 闭	输出 Y ₅	1 # 运行灯	指示灯
输入 X ₆	故检 2 # 机	FR ₂ 和 K ₂ 闭	输出 Y ₆	2 # 运行灯	指示灯
输入 X ₇	速度上限	变频器 U ₁ -Y ₁	输出 Y ₇	声光报警	扬声器
输入 X ₁₀	速度下限	变频器 U ₁ -Y ₂	输入 X ₁₁	消警声音	常开按钮

2.3 自检联锁保护^[5]

为防止工频电源通过交流接触器窜入变频器主电路输出端,控制电路及程序均采用联锁保护措施。抗干扰措施:控制电路采用变压器供电与主回路隔离;对模拟信号采用双绞线加屏蔽;尽量远离强电;尽量避免与强电平行敷设。控制柜远离现场安装,测量信号通过齐纳安全栅 EKZ998X 与现场隔离。离心式压缩机在工作时要避开喘振区域。活塞式压缩机虽然没有喘振特性,但调速运行时有可能与管路引起共振,在现场经测试后设置变频器内部参数使之有效地避开共振频率,从而有效地防止共振现象的发生。

3 程序设计

采用梯形图编程。数字调节器采用 PI 调节。程序包括系统故障诊断^[5]、联锁保护、显示、报警、消音、参数设定等。自动检测“工作/检修”状态开关和热继电器状态,根据检测结果决定控制策略。运行灯亮表示氢气压缩机正在运行,闪烁表示氢气压缩机故障或开关 K 处于“检修状态”。

4 主要功能及特点

数字显示压力测量值、压力设定值、电源电压、

负载电流、电机转速;工作状态显示项目有运行、氢气压缩机序号、变频器故障、压力上限、压力下限等;压力测量范围为 0~10 MPa(配装安全栅必须有良好的接地);压力测量精度为 0.5 级;压力控制范围为 0~10 MPa(此范围内任意设定);速度控制范围为 1~100。

本系统有很强的控制功能和完善的保护措施,保留与微机的通讯接口,同时具有结构简单、较好的人机界面、自动/手动无扰切换^[2]、使用方便及易维修等特点。其主要控制功能有 PI 控制、参数自整定、加速时间选择等。主要保护措施有电机保护、联锁保护、瞬时断电、瞬时过流、过载、过电压、欠电压、防止失速等。

5 结 论

本控制装置测量精度达 0.5 级,控制误差小于 ±1%,经现场多年运行从未发生过任何故障。系统运行以来,多次严格测试结果表明:无论从机械特性、调速范围、抗干扰能力、控制精度还是防止氢气压缩机与管路共振方面均令人满意。在其他设备及工艺条件未发生任何改变的情况下,生产过程得到了较大改善。本控制装置节约电能达 30%~40%,具有明显的社会效益^[6-8]。

(下转第 107 页)

参考文献:

- [1] JAMES D H J. Task-specific ionic liquids[J]. Chem Lett, 2004, 33(9): 1 072-1 077.
- [2] ZHAO Dong-bin, FEI Zhao-fu, OHLIN C A, et al. Dual-functionalized ionic liquids: Synthesis and characterization of imidazolium salts with a nitrile-functionalized anion[J]. Chem Commun, 2004, 2 500-2 501.
- [3] MATSUMOTO H, KAGEYAMA H, MIYAZAKI Y. Room temperature ionic liquids based on small aliphatic ammonium cations and asymmetric amide anions [J]. Chem Commun, 2002, 1 726-1 727.
- [4] 许丹倩,刘宝友,罗书平,等. 手性烷基咪唑四氟硼酸盐离子液体及制备方法[P]. 中国专利, 03150455.8. 2005.
- [5] 徐欣明,李毅群,周美云. 功能化离子液体氯化 1-(2-羟乙基)-3-甲基咪唑盐催化的 Knoevenagel 缩合反应[J]. Chin J Org Chem, 2004, 24(10): 1 253-1 256.
- [6] UZAGARE C M, SANGHVI Y S, SALUNKHE M M. Application of ionic liquid 1-methoxyethyl-3-methyl imidazolium methanesulfonate in nucleoside chemistry [J]. Green Chem, 2003, 5: 370-372.
- [7] SONG Gong-hua, CAI Yue-qin, PENG Yan-qing. Amino-functionalized ionic liquid as a nucleophilic scavenger in solution phase combinatorial synthesis [J]. Comb Chem, 2005, 7(14): 561-566.
- [8] RANU B C, BANERJEE S. Ionic liquid as reagent: A green procedure for the regioselective conversion of epoxides to vicinal-halohydrins using [AcMIm]X under catalyst and solvent-free conditions[J]. J Org Chem, 2005, 70: 4 517-4 519.
- [9] WANG Zhi-ming, WANG Qiang, ZHANG Yu, et al. Synthesis of chiral ionic liquids from natural acids and their applications in enantioselective Michael addition [J]. Tetrahedron Lett, 2005, 46: 4 657-4 660.
- [10] MI Xue-ling, LUO San-zhong, CHENG Jin-pei. Ionic liquid-immobilized quinuclidine-catalyzed Morita-Baylis-Hillman reactions[J]. J Org Chem, 2005, 70: 2 338-2 341.
- [11] ZHAO Dong-bin, FEI Zhao-fu, TILMANN J, et al. Nitrile-functionalized pyridinium ionic liquids: Synthesis, characterization, and their application in carbon-carbon coupling reactions[J]. J Am Chem Soc, 2004, 126: 15 876-15 882.
- [12] DU Zheng-yin, LI Zuo-peng, ZHANG Juan, et al. FTIR study on deactivation of sulfonyl chloride materials as dual catalysts and media for Beckmann rearrangement of cyclohexanone oxime[J]. J Mole Catal A: Chem, 2005, 237: 80-85.
- [13] 刘宝友,许丹倩,罗书平,等. Bronsted 酸离子液体催化的醛、酮、胺三组分的 Mannich 反应[J]. 化工学报, 2004, 55(12): 2 043-2 046.
- [14] RANU B C, BANERJEE S. Ionic liquid as catalyst and reaction medium: The dramatic influence of a task-specific ionic liquid, [BMIm]OH in Michael addition of active methylene compounds to conjugated ketones, carboxylic esters, nitriles [J]. Org Lett, 2005, 7(14): 3 049-3 052.
- [15] LI Mei-chao, MA Chun-ran, LIU Bao-you, et al. A novel electrolyte 1-ethylimidazolium trifluoroacetate used for electropolymerization of aniline[J]. Electrochem Commun, 2005, (7): 209-212.
- [16] MU Zong-gang, ZHOU Feng, ZHANG Shu-xiang, et al. Effect of the functional groups in ionic liquid molecules on the friction and wear behavior of aluminum alloy in lubricated aluminum-iron-steel contact[J]. Tribology International, 2005, 38: 725-731.
- [17] NICHOLAS G M, TERESA G, PETER J S. Biodegradable ionic liquids (part): Conception, preliminary targets and evaluation[J]. Green Chem, 2004, 6: 166-175.
- [18] VISSER A E, RICHARD P, REICHERT M, et al. Task-specific ionic liquids for the extraction of metal ions from aqueous solutions[J]. Chem Commun, 2001, 135-136.
- [19] PETER W, BIRGIT D H, ROY van H, et al. New functionalized ionic liquids from Michael-type reactions: A chance for combinatorial ionic liquid development [J]. Chem Commun, 2003, 2 038-2 039.

(上接第 101 页)

参考文献:

- [1] 程蔚萍. 变频器调速在锅炉给粉控制系统应用[J]. 电世界, 2001, (3): 19-20.
- [2] 沈英才,刘朝英,宋雪玲. 化肥生产过程中的风机恒压控制[J]. 河北工业科技, 2005, 22(3): 138-140.
- [3] 朱寿民. PLC 在离心机变频器调速系统中的应用[J]. 电世界, 2004, (5): 8-9.
- [4] 何友华. PLC 可编程控制器及其应用[M]. 湖北:武汉冶金科技大学出版社, 1995.
- [5] 沈英才,刘朝英,宋雪玲. 计算机测量控制系统的自诊断方法[J]. 计算机测量与控制, 2004, 12(11): 1 043-1 045.
- [6] 张正本. 对无水箱变频泵高楼供水节能性的质疑[J]. 节能技术, 2002, (6): 15-17.
- [7] 胡跃冰. 水泵电机变频调速的节能计算[J]. 节能技术, 2003, 21(5): 48-49.
- [8] 谈庆财. 活塞式压缩机测试技术[M]. 北京:机械工业出版社, 1981.