

基于 PROFIBUS 现场总线技术的测量和监控系统

Measurement and Control System Based on PROFIBUS Field Bus

王兴海/WANG Xing- hai, 王树威/WANG Shu- wei, 陈 靖/CHEN Jing

清华大学核能与新能源技术研究院, 北京 102201

Institute of Nuclear and New Energy Technology, Tsinghua University, Beijing 102201, China

[摘要] 根据 TRPO 流程台架控制系统的特点和 PROFIBUS 现场总线技术的优势, 结合相关软件 WinPLC7 和组态王, 设计了流程台架的测量和监控系统, 实现了流程的自动化控制, 并且得到了良好的实验结果。

[关键词] TRPO; PROFIBUS 现场总线; 组态

[中图分类号] TP278

[文献标识码] A

[文章编号] 1000- 7857(2006)08- 0053- 03

Abstract: A measurement and control system based on PROFIBUS field bus was designed for TRPO process, with WinPLC7 and KingView 5.0. The experiments were carried out with automation control system and good results were obtained.

Key Words: TRPO; PROFIBUS field bus; configuration

CLC Number: TP278

Document Code: A

Article ID: 1000- 7857(2006)08- 0053- 03

1 引言

TRPO(Trialkyl Phosphine Oxides, 三烷基氧化膦) 流程是我国自主研发开发的高

放废液分离流程^[1-3], 其流程处于世界先进水平。进行设备流程台架实验是进行工程实施必要的阶段。我国核工业的自动化水

平和国外相比还有一定差距。随着工业自动化技术水平的不断进步, 现场总线技术的不断成熟和完善, 可靠性和安全性的不

收稿日期: 2005- 04- 26

作者简介: 王兴海, 男, 北京 1021 信箱清华大学核能与新能源技术研究院, 助理研究员, 主要研究方向为化学工程、核化学化工;
E- mail: wangxh110@163.com

备利益评估值就越大; 反之, 应急准备利益评估值就会越小。

6 结论

1) 计算结果表明, 在 α 值取为常数的情况下, 如果 η 值较低 (≤ 0.1), 应急准备的投入是不值得的; 如果 η 值较高 (≥ 0.5), 那么 α 值在 5 万元/人·Sv 以上时, 应急准备的投入是值得的。在 α 值随个人剂量变化的情况下, 当 $k \geq 0.7$ 时, 对于所分析的 η 值范围 (0.1~0.9), 应急准备的投入都是值得的。

2) 在本文的计算分析中, 参数的研究和选取对计算结果有着直接影响。对于地面照射积分时间、潜在剂量和预期剂量、 η 值这些参数, 对计算结果的影响判断起来比较简单。参考水平 ID_0 和 α 因子研究中的各个参数, 对计算结果的影响程度, 需要进行广泛的研究。

3) 本文尚存很多未尽的研究工作, 如参数的灵敏度分析等, 有待今后继续深入研究。

参考文献 (References)

- [1] 施仲齐. 核电厂应急计划中若干问题和概念的讨论 [J]. 辐射防护, 1995, 15(1): 17- 24.
- [2] JRC, I E. OECD. Seminar on Risk & Emergency Zoning around Nuclear Power Plants [C]. EUR- 21734EN. Petten (NL): JRC- IE, 2005.

- [3] NATIONAL RADIOLOGICAL PROTECTION BOARD, FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH. PC COSYMA Version 2.0 User Guide[M]. EUR- 16240EN, NRPB- SR280.1995.
- [4] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Cosyma: a New Programme Package for Accident Consequence Assessment[M]. EUR- 13028EN.1991.
- [5] 核电厂应急计划与准备准则——应急计划区的划分 [S]. GB/T 17680.1- 1999.
- [6] 赵博, 邱林. 压水堆核电站应急源项的选定和应急计划区的划分[J]. 辐射防护通讯, 2003, 23(2): 6- 10.
- [7] 曲静原. 先进堆的应急计划——现实与挑战[C]//中国核学会核能动力学会理事会换届及第七届学术年会论文集. 21 世纪初核安全论坛第一次会议论文集. 北戴河, 2004: 54- 58.
- [8] IAEA. Method of the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents [M]. IAEA- TEC- DOC- 953. Vienna: IAEA, 1997.
- [9] SECY- 02- 0139. Plan for Resolving Policy Issues Related to Licensing Non- light Water Reactor Designs [R]. Washington D. C., 2002.
- [10] 曲静原. 核事故应急干预水平代价利益分析中辐射危害代价的评估 [J]. 辐射防护, 1995, 15(5): 350- 356.
- [11] 国家核事故应急委员会办公室, 中国人民解放军总参谋部防化部. 核事故应急响应教程[M]. 北京: 原子能出版社, 1993.
- [12] 胡二邦, 高占荣. 大亚湾地区建筑物辐射屏蔽因子的计算[J]. 中国核科技报告, CNIC- 01429.1999. (责任编辑 胡春华)

断提高, 由现场总线构成的控制系统已成为工业企业中典型的控制模式。利用 PROFIBUS 现场总线技术构建了 TRPO 流程台架监测系统, 结合通讯技术和组态技术, 实现了台架的自动化运行和监控。

2 TRPO 流程台架的工艺控制要求

TRPO 流程台架是流程长期考验的必要过程, 在流程台架的实验过程中, 不仅要求工艺、设备符合需要, 更重要的是测量和控制能够满足需要。流程台架的实验过程要求能够实现完全的自动化过程, 包括实验的启动过程、稳定过程、参数的在线测量和实验过程的监控过程, 以及实验过程中参数和实验数据的记录处理。其中比较重要的是测量和监控实验过程的流量、界面、存留分数、脉冲振幅、脉冲频率等参数。

3 PROFIBUS 总线

PROFIBUS 是成熟的现场总线^[4], 它在欧洲应用较广^[5-7], 符合德国国家标准 DIN19245 和欧洲标准 EN50179, 包括 PROFIBUS-DP、PROFIBUS-FMS、PROFIBUS-PA 3 部分。它采用了 OSI 模型的物理层、数据链路层及应用层。PROFIBUS 支持主从方式、纯主方式、多主多从通讯方式。主站对总线具有控制权, 主站间通过传递令牌来传递对总线的控制权。取得控制权的主站, 可向从站发送、获取信息。PROFIBUS 与其他现场总线相比, 最大的优点在于具有稳定的国际标准保证, 并经实际应用验证具有普遍性。PROFIBUS 开放性和不依赖于厂商的通信的设想, 已在 10 万多例成功的应用中得以实现^[8-10]。据市场调查, 在德国和欧洲市场中, PROFIBUS 占开放性工业现场总线系统的市场超过 40%。PROFIBUS 有国际著名自动化技术装备生产厂商支持, 提供广泛的优质新产品和技术服务。PROFIBUS-DP 是一种高速和便宜的通讯连接, 它专门设计为自动控制系统和设备级分散的 I/O 之间进行通讯使用。PROFIBUS-DP 直接数据链路映像层(DDLM)提供的用户接口使得对数据链路层的存取简单方便, 传输可以使用 RS485 传输技术或光纤媒体。PROFIBUS-FMS 主要是完成通用性的通讯任务, PROFIBUS-PA 则可以通过 DP/PA 耦合器、PROFIBUS-PA 装置方便地连接到 PROFIBUS 网络上。

4 监控系统构成

整个监控系统包括 1 台工业控制用计算机、1 个带 CPU 的 ADAM8000 主站、2 个带 DP 通讯模块的 ADAM8000 从站、1 张通讯卡和若干输入输出模块组成。另外还配备了 4 台带云台的远程控制摄像机, 用来对自动控制过程进行验证, 并对实验过程进行录像(见图 1)。

5 监控过程的实现方法

监控系统中配备了 1 台工业控制用计算机, 作为控制中心控制计算机, 既作为操作员站, 又作为工程师站使用。这台中心控制计算机上安装了组态王、WinPLC7 等软件。通讯和显示系统以组态王为基础, 利用组态王将整个流程及各部分以图形和参数的方式表述。组态时根据流程把需要监控的参数和设备进行划分, 需要操作时只要用鼠标点击相应部分, 就可以进行操作。这样就可以对整个流程进行图形和参数化监控, 同时还具有报警记录和历史信息记录功能。流程中每一个设备的状态、每一个输入输出的参数都记录在项目的历史数据库中, 能够长期保存并可以随时查询, 以便分析。流程中的设备、输入输出参数都有设定的参考值, 当系统运行有异常状态时, 操作界面上记录报警信息同时给出报警信息, 提醒操作人员处理可能的问题。

现场的主控制器使用了研华 ADAM8000, 它带有 MPI 通讯端口, 用来控制计算机通讯, 同时还有 PROFIBUS-DP 通讯端口, 用来组态形成 PROFIBUS-DP 网络。这台控制器在完成自动化功能的同时, 对现场仪表设备进行全面的访问。对 PROFIBUS 网络的组态, 使用了 WinPLC 7, 利用总线网络中每一个设备的 GSD 文件, 将这些设备都加入到网络中, 赋予这些设备独立的地址并对这些设备的参数进行设置。完成这些设计后将需要的参数与组态王连接, 利用组态王进行设备和参数的监控。

系统的监控过程中一些需要处理的数据, 利用组态王中命令语言和自己编写的数据处理控件进行处理, 完成相关数据的处理、存储和分析功能。

6 实验结果

经过 2 次实验过程, 实验满足了分离要求。在分离流程中, 脉冲萃取柱是主要的分离设备, 下面就脉冲萃取柱的部分结果进行介绍。

6.1 脉冲萃取柱界面结果

脉冲萃取柱中的界面控制主要是为了分相的需要, 只要界面位置稳定在一个合理的位置上, 就能够满足两相分相的要求。图 2 给出分离流程中最重要的 1A 柱界面位置随时间的变化过程。在流程启动的过程完成后, 脉冲萃取柱的界面开始趋于给定位置, 这说明界面的自动调节过程已经基本稳定了。在整个实验过程中, 脉冲萃取柱的界面一直比较稳定, 波动范围很小。

6.2 脉冲萃取柱存留分数结果

图 3 是实验过程中 2 个 $\phi 100$ 脉冲萃取柱中分散相存留分数随着时间的变化过程, 在 400 min 的时间里, 脉冲萃取柱中的存留分数基本保持在要求的范围内, 这也是脉冲萃取柱能够满足萃取分离要求的保证。

6.3 脉冲萃取柱流量结果

图 4、5 分别是进口流量和出口流量随时间的变化过程。脉冲萃取柱的进口流量受脉冲萃取柱的操作状态的影响不大, 因



图 1 测量和监控系统构成

Fig. 1 Structure of the measurement and control system

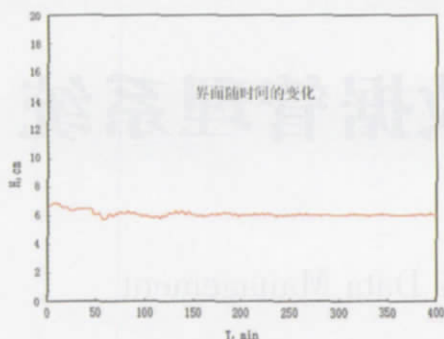


图2 脉冲萃取柱两相界面随时间的变化
Fig. 2 A plot of phase-interface level in column against time

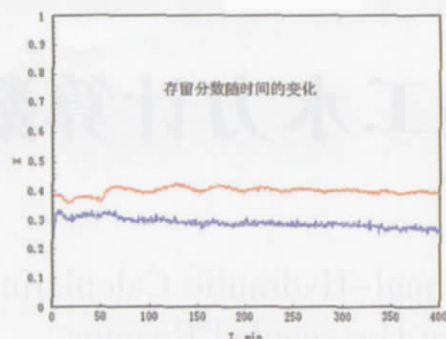


图3 脉冲萃取柱中存留分数随时间的变化
Fig. 3 A plot of hold-up percent of dispersed phase in column against time

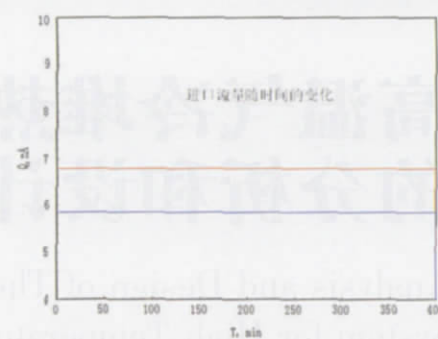


图4 脉冲萃取柱中进口流量随时间的变化
Fig. 4 A plot of input capacity in column against time

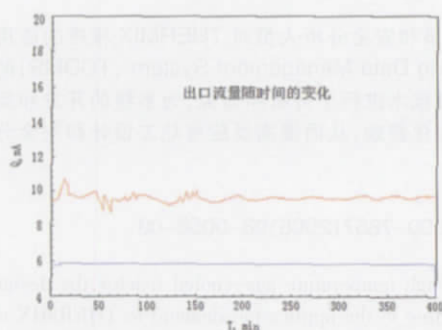


图5 脉冲萃取柱中出口流量随时间的变化
Fig. 5 A plot of output capacity in column against time

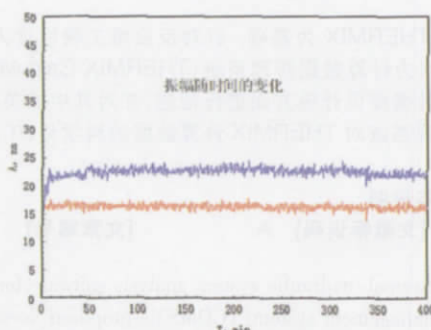


图6 脉冲萃取柱中脉冲振幅随时间的变化关系
Fig. 6 A plot of pulsation amplitude in column against time

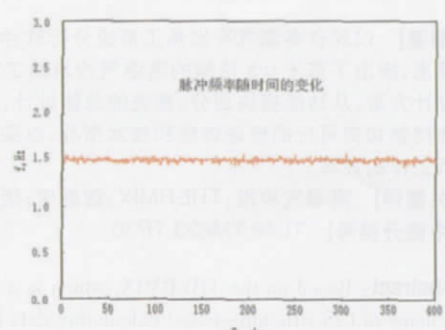


图7 脉冲萃取柱中脉冲频率随时间的变化
Fig. 7 A plot of pulsation frequency in column against time

此相当稳定,波动非常小。而出口流量因为需要调节界面来保证萃取柱的操作状态,在一定的范围内进行调节,因此出现小范围的波动。洗涤柱的出口流量因为影响因素少,操作状态比较稳定,出口流量的变化也很小,基本稳定在一个合理值的附近。

6.4 脉冲萃取柱脉冲振幅结果

脉冲振幅是影响脉冲萃取柱存留分数的主要因素之一,因此在实验过程中振幅需要保持稳定。在实验过程中,脉冲振幅稳定在一个保持合理存留分数的值附近,在400 min的实验过程中,脉冲振幅的变化不大,保持了相对稳定,保持在2 mm的范围内(见图6)。

6.5 脉冲萃取柱脉冲频率结果

脉冲萃取柱的频率是影响脉冲萃取柱存留分数的另一个重要因素,是影响传质过程的重要因素。由于应用了变频器控制,脉冲频率的偏差很小,稳定性也相对要好。整个实验过程基本没有变化。偏差在 ± 0.015 Hz以下(见图7)。

7 结束语

在充分理解 TRPO 流程台架监控系统

特点的基础上,结合先进的现场总线技术,构建了基于 PROFIBUS 现场总线技术的 TRPO 流程台架监控系统,实现了流程台架过程自动化的先进监控过程,并得到了良好的实验结果。

参考文献 (References)

- [1] WANG J C, SONG C L. Hot Test of Trialkyl Phosphine Oxide (TRPO) for Removing Actinides from Highly Saline High-level Liquid Waste (HLLW) [J]. Solvent Extraction and Ion Exchange, 2001, 19 (2): 231-242.
- [2] WANG J C, TIAN G X, CHEN J, et al. Application of miniature centrifugal contactors for treating high-level liquid waste [J]. Separation Science and Technology, 2001, 36 (13): 2983-2996.
- [3] HAN B B, WU Q L, ZHU, Y J, et al. Extraction of HNO_3 and some ions with tributyl phosphate (TBP)-mixed trialkyl phosphine oxides (TRPO)/kerosene [J]. Chemical Engineering Communications, 2003, 190 (10): 1379-1394.
- [4] 杨宪慧. 现场总线技术及其应用 [M]. 北京:

清华大学出版社, 1999.

- [5] BRYANT M J. PROFIBUS: today and tomorrow[J]. Hydrocarbon Processing, 2000, 79 (6): 11-13.
- [6] CENA G, Valenzano A, Vitturi S. Integrating fieldbuses and factory intranets [J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2001, 14(1): 41-54.
- [7] KLEINES H, ZWOLL K, DROCHNER M, et al. Integration of industrial automation equipment in experiment control systems via PROFIBUS - Developments and experiences at Forschungszentrum Julich [J]. IEEE Transaction on Nuclear Science, 2000, 47 (2): 229-235.
- [8] 王敏, 朱学兵, 鲁明. 基于 Profibus 总线的钢厂圆坯连铸机自动化系统 [J]. 自动化与仪表, 2006, 21(2): 29-31.
- [9] 吉淑娇, 陈雪波. 基于 Ethernet 和 Profibus-DP 的冷轧电解清洗线控制系统[J]. 工业控制计算机, 2006, 19(2): 7-8.
- [10] 刘美俊. PROFIBUS 总线技术在纸厂控制系统中的应用 [J]. 上海造纸, 2006, 37(1): 32-34.

(责任编辑 胡春华)