

PAC 与 PAC Motion 在高速列车座椅自动转向中的应用

赵晓瑜, 宋晨霞, 胡庆夕

(上海大学 工程技术训练中心, 上海 200444)

摘要:为解决“当前动车到站时需要乘务员人工手动调整座椅的朝向”这一问题,提出了利用可编程自动化控制器(PAC)结合运动控制器(PAC Motion)的技术实现座椅自动转向控制。并针对此问题搭建了实验模型,对该方法进行了实验验证。实验结果表明该方法可行,转向控制效果良好,为进一步的工程实际应用奠定了基础,且具有一定的实践指导意义。

关键词:可编程自动化控制器;运动控制器;自动转向

中图分类号: TH39

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)08-0941-03

Application of PAC&PAC Motion in automatic steering of high-speed train seats

ZHAO Xiao-yu, SONG Chen-xia, HU Qing-xi

(Engineering Training Center, Shanghai University, Shanghai 200444, China)

Abstract: In order to solve the problem that high-speed train seats wheel manually, the technology of using programmable automation controllers (PAC) combined with motion controller (PAC Motion) was proposed to achieve seats automatic steering. An experimental model was built for this problem. The research results show that the method is feasible, has good effect, and it can lay foundation for engineering application further.

Key words: programmable automation controllers(PAC); PAC Motion; automatic steering control

0 引 言

随着我国铁路交通事业的蓬勃发展,高速铁路极大影响了人民群众的生活,以其方便快捷的优势为大众所接受从而改变了乘客的出行方式。自 2007 年我国第一批 200 km/h 高速列车投运后到目前京沪高铁最高时速 486.1 km/h 的超高时速,在高铁不断提速的形势下,如何保证乘客在高速行驶的列车中的舒适与安全成为首要问题。当乘客乘坐高速行驶的列车时,考虑到背向列车行驶方向更易产生晕车等不适感,要求座椅方向与列车行驶方向一致(即面向驶往的方向)。由于我国境内的铁轨不呈环线分布,在列车回程时,需要乘务员手动将座椅旋转 180°,以满足乘客舒适和安全的需求。而现有的高速列车座椅手动转向装置效率低下,人力、物力资源浪费,经济成本较高。

本研究针对上述问题提出一种基于可编程自动化控制器与伺服电机的机电一体化技术,该技术把伺服电机作为旋转驱动单元,电磁铁作为定位锁紧单元,运动平稳,定位精确,实现对执行机构的灵活控制。

1 系统功能

本研究采用 GE 公司 PAC Systems 系列 RX3i 可编程自动化控制器与 PAC Motion 运动控制,伺服驱动器与伺服电机分别采用与之相配套的 FANUC 的 β i 系列 β SVM1-20i 伺服放大器与 β 0.5/6000is 伺服电机。其系统结构图如图 1 所示。其中, PAC RX3i 控制器结合运动控制模块 PMM335 实现整个系统的逻辑控制和运动控制。

RX3i 是 PAC Systems 可编程自动化控制器家族的最新成员,其拥有一个单一的控制引擎和一个通用的

收稿日期: 2011-03-16

作者简介: 赵晓瑜(1983-),女,陕西宝鸡人,主要从事机电一体化和自动控制方面的实验教学与研究. E-mail: zxy613@shu.edu.cn

编程环境,能方便地应用在多种硬件平台上,并提供真正的集中控制选择^[1]。RX3i 采用模块化设计,300 MHz 的 CPU 与各个 I/O 模块间通过可热插拔的通用 PCI 总线背板读写数据。该系统使用的模块分别有 12 槽背板、电源模块 PSD040、CPU 单元 CPU310、通讯模块 ETM001、数字量输入模块 MDL655、数字量输出模块 MDL754 及运动控制模块 PMM335。

PAC Motion 是基于 PAC RX3i 系统的运动控制模块,其核心部件 PMM335 以板卡的形式安装在 PAC 系统的 PCI 底板上。PMM335 和 CPU 以及其他 PMM335 模块的通讯借助 RX3i 高速的底板总线,可以达到 33 MB/s 的数据交换速度^[2]。借助这种紧密的集成性,RX3i CPU 和 PMM335 支持多线程扫描机制(中断驱动和时间驱动)和命令驱动通讯。一套典型的 PAC-Motion 系统包括 PMM 运动控制器,PACSystems RX3i 控制器,Machine Edition 编程软件,马达(s),伺服放大器(s),I/O,以及一套人机界面(HMI)。PMM 通过光纤连接伺服,每个模块可连接 4 个伺服。该系统使用的是扭矩为 $0.65 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的高性能、高可靠性的伺服。伺服放大器的接口通过 FSSB(Fiber Optic Servo Interface)连接头实现,它给伺服放大器提供了一个抗干扰的光纤接口并为 PMM 控制轴传输所必需的控制和反馈信号(控制系统构架示意图如图 1 所示)。

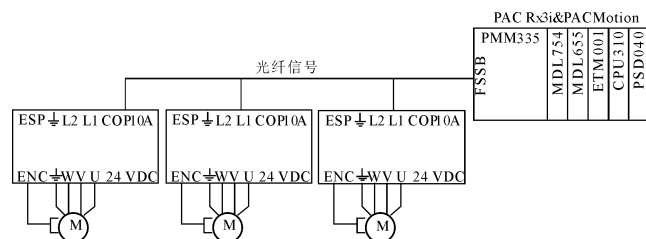


图 1 控制系统构架示意图

高速列车座椅自动转向装置(其机械结构设计图如图 2 所示)由座椅(如图 3 所示)、支架、转动装置(如图 4 所示)、定位锁紧装置(如图 5 所示)、伺服电机、减速机构(如图 6 所示)、控制系统等组成。模拟整套高速列车座椅转向装置及其自动控制系统(如图 7 所示),选用 3 排座椅作为控制对象,其机械结构部分根据实物与参考文献^[3]设计、加工。

2 系统关键技术

该控制系统的关键技术有 3 点:伺服电机每转所需指令脉冲数计算、FANUC 系统参数设置、座椅自动转向的程序设计。

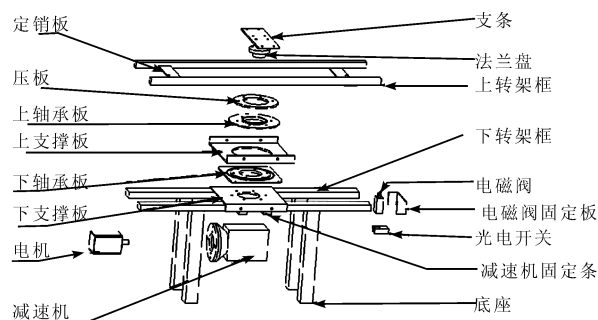


图 2 自动转向装置结构整体设计图



图 3 单排座椅图

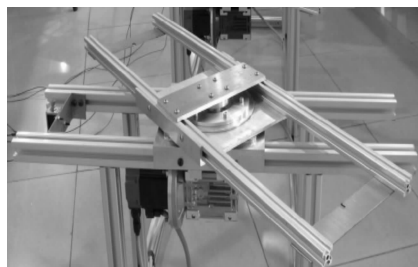


图 4 座椅支架与转动结构图



图 5 定位锁紧单元图

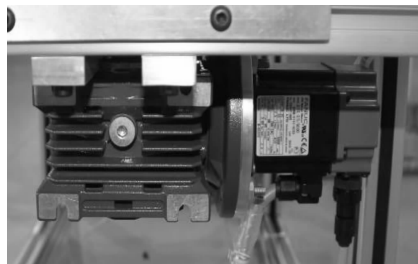


图 6 伺服电机与减速机构图



图7 高速列车座椅转向装置及其自动控制系统

2.1 伺服电机每转所需指令脉冲数计算

为实现整列高速列车座椅的自动转向,首先需要实现单排座椅的自动转向,然后再通过每两排座椅转向的关联实现整列车厢的座椅自动转向。由于动车上的座椅和座椅之间的距离不能保证两排椅子同时转向^[4],为了节省转向的时间并且提高座椅转向的效率,要在第一排座椅转过一个临界角度 N 以后,最后一排座椅才能开始转动。

经实际测量动车车厢中前后两排座椅的间距与椅宽、椅厚,本研究通过计算取 $N \approx 150^\circ$ 。该系统中伺服所使用的编码器反馈精度为65 536 counts/rev,则根据本系统所选用减速机构的减速比为100:1,旋转 180° ,即座椅转向所需要的脉冲数为3 276 800 pulses;旋转 150° ,所需要的脉冲数为2 730 700 pulses。

若要使转速达到6 000 r/min,则控制器所需输出的脉冲指令数为 $6\,000 \times 65\,536$ pulses。此转速为便于实验展示的合适速度。

2.2 FANUC 系统参数设置

PMM335受PACSystems RX3i控制器控制,编程和组态都使用Machine Edition(简称ME)开发软件。这套软件主要针对控制应用程序开发,把系统硬件组态、机器逻辑编程、运动编程、通讯和人机界面都高度集成到一个简单统一的编程环境中,而且统一的变量数据库能非常方便地把逻辑控制、运动控制的变量跟人机界面连接起来^[5]。

针对FANUC的 $\beta 0.5/6000$ is伺服与 $\beta SVM1-20i$ 伺服放大器,本研究需要在ME编程软件中对其进行参数设置:

(1)组态PMM设置(如图8所示):为I/O状态数据选择起始参考地址;为模块分配名称也可选用默认;配置所需要的轴数并分配名称;如果要使CPU访问模块I/O数据的频率小于每个“I/O Scan”,可选择的一个已经在CPU定义的“I/O Scan”,默认选择是1。

(2)组态轴参数(如图9所示):轴的可操作属性都是在“Axis”属性页组态。为了使初始值的组态和系

统建立有效,“Position Feedback Source”应该设置为“Motor Encoder”。如果没有接入硬件限位,需把“Over Travel Limit Switch”设置为“Disable”,然后针对实际应用设置“Motor Type”和“Motor Encoder Counts per Revolution”,默认代码65 535为模拟电机,便于在缺少伺服系统的情况下模拟应用,开发程序^[6]。

座椅自动转向为旋转运动,故Axis Positioning Mode设为Rotary, Motor Encoder Mode设为Absolute;脉冲数的设置参考2.1节中脉冲数的计算。

InfoViewer (0.10) IC695PMM335	
Settings	FP I/O FTB Inputs FTB Outputs I/O Interrupt
Parameters	
I/O Status Data Reference	%I00121
I/O Status Data Length	32
Module	M10
Cam Library Management	Automatic Mode
Log Messages in I/O Fault Table	Errors, Warnings
Number of Axes	3
Number of Virtual Axes	0
Axis 1	M10_Axis1
Axis 1 Mode	FSSB Servo
Axis 2	M10_Axis2
Axis 2 Mode	FSSB Servo
Axis 3	M10_Axis3
Axis 3 Mode	FSSB Servo
I/O Scan Set	1

图8 组态PMM设置

Parameters	
Axis Positioning Mode	Rotary
Motor Encoder Mode	Absolute
Motor Encoder Low Battery Alarm	Enabled
Motor Encoder User Units	1.0
Motor Encoder Counts	1
Motor Encoder Position Range (uu)	6553600.0
Motor Encoder Low Position Limit (uu)	0.0
Motor Encoder Counts Per Motor Revolution	65536
Motor Encoder Maximum Positive RPM Limit	8191
Motor Encoder Maximum Negative RPM Limit	8191
External Device	None
Over Travel Limit Switch	Disabled
Axis Direction	Normal
Software End of Travel	Disabled
Max Velocity System (RPM)	6000.0
Equivalent Velocity (uu/sec)	6553600.0
Max Acceleration System (RPM/sec)	40000.0
Equivalent Acceleration (uu/sec ²)	4.3590656.6565657
Max Deceleration System (RPM/sec)	40000.0
Equivalent Deceleration (uu/sec ²)	4.3590656.6565657
Max Jerk (uu/sec ³)	10000000000000.0
Drive Disable Delay (ms)	100
Motor Type	281
Motor Velocity Limit (RPM)	6000
Torque Limit (%)	100.0
Position Lag Monitoring	Disabled

图9 组态轴参数

2.3 座椅自动转向的程序设计

本研究所设计的高速列车座椅自动转向装置的工作流程图如图10所示。逻辑控制与运动控制的程序编写都是在ME软件中进行,采用传统梯形图语言,易于理解,其中运动控制部分的程序可通过调用ME软件中丰富的运动功能块指令完成。如:MC_Power使能电机,MC_Home寻原点,MC_Setposition设置原点,MC_MoveAbsolute使电机运动到设定的脉冲数,MC_Stop停止电机^[7-9]。

3 结束语

本研究利用可编程自动化控制器结合运动控制器的技术实现高速列车座椅的自动转向控制。经实验验证(下转第1024页)

- gy for Europe's electricity networks of the future[R]. Directorate-General for Research Sustainable Energy Systems, 2006.
- [2] 卢 强. 数字电力系统(DPS)[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(9): 124.
- [3] 张文亮, 刘壮志, 王明俊, 等. 智能电网的研究进展及发展趋势[J]. 电网技术, 2009, 33(13): 1-11.
- [4] 许晓慧. 智能电网导论[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [5] 李 炎. 现代通信技术在智能电网中的应用前景[J]. 科技创新导报, 2009, 24(1): 246-247.
- [6] 常乃超, 兰 洲, 甘德强, 等. 广域测量系统在电力系统分析及控制中的应用综述[J]. 电网技术, 2005, 29(10): 46-52.
- [7] 苏鹏声, 王 欢. 电力系统设备状态监测与故障诊断技术分析[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(1): 61-65, 85.
- [8] 幸晋渝, 刘 念, 郝江涛, 等. 电力设备状态监测技术的研究现状及发展[J]. 继电器, 2005, 33(1): 80-84.
- [9] 刘振亚. 特高压电网[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [10] 舒印彪. 1 000 kV 交流特高压输电技术的研究与应用[J]. 电网技术, 2005, 29(19): 1-6.
- [11] 王成山, 王守相. 分布式发电供能系统若干问题研究

- [J]. 电力系统自动化, 2008, 32(20): 1-5.
- [12] DONNELLY M, BOYD P A, LU N, et al. Grid Friendly Appliance™ (GFA) Controller Development [C]//Electric Distribution Transformation Program Review FY. Colorado: [s. n.], 2003: [s. n.].
- [13] 郭创新, 单业才, 曹一家, 等. 基于多智能体技术的电力企业开放信息集成体系结构研究[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(4): 64-70.
- [14] EID M. A New Mobile Agent-Based Intrusion detection System Using distributed Sensors [C]//Proceeding of FEASC, 2004. New York: [s. n.], 2004: [s. n.].
- [15] CHRISTOPHER F H, ZHU Yun-hua. Improved system integration for integrated gasification combined cycle (IGCC) systems [J]. **Environmental Science and Technology**, 2006, 40(5): 693-1699.
- [16] IPCC. IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage, [R]. Intergovernmental Panel on Climate Change (Working Group III), 2005.
- [17] STEPHENS J C, ZWAAN B V D. The case for carbon capture and storage [J]. **Issues in Science and Technology**, 2005, XXII(1): 69-76.

[编辑: 李 辉]

(上接第 943 页)

证该方法可行, 效果良好。此外, 本研究通过 PAC Motion 运动控制模块 PMM335 可控制 4 排座椅的自动转向, 结合 RX3i 控制器的可扩展性, 最多可实现 40 排座椅的实时同步控制, 轻松实现整个车厢座椅转向的控制。继而, 本研究利用多台 PAC RX3i 控制器联网通讯, 实现对整列列车的所有节车厢采用并行控制, 能有效提高效率, 节约人力资源。该系统具有的集成性、扩展性对今后的工程应用具有很强的实践指导意义。

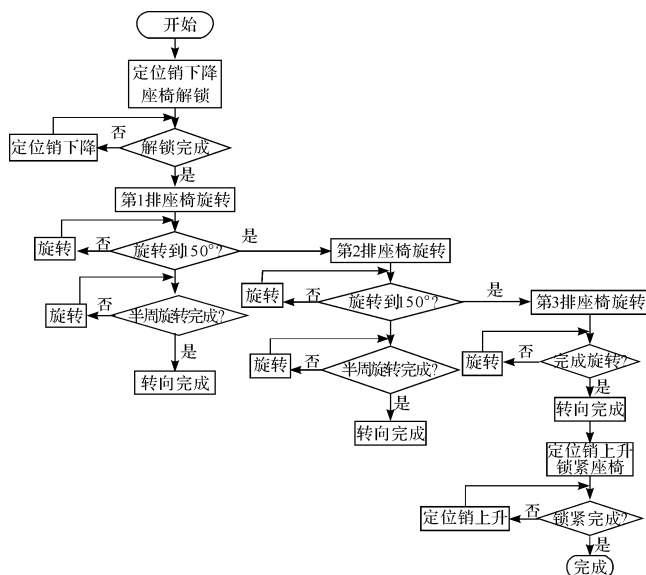


图 10 三排座椅自动转向程序流程图

参考文献(References):

- [1] GE 智能平台公司. 控制系统解决方案[K]. GE 智能平台公司, 2010.
- [2] GE 智能平台公司. 运动控制解决方案[K]. GE 智能平台公司, 2010.
- [3] 蔡 挺, 张立伟. 列车座椅骨架旋转装置: 中国, 20062004 3579.0[P]. 2006-07-03.
- [4] 肖艳荣. 引进的高速列车座椅的结构及技术特点[J]. 铁道车辆, 2008, 46(9): 16-19.
- [5] GE Fanuc Automation North America, Inc. PAC System Rx3i 系统手册: GFK-2314 [K]. GE Fanuc Automation North America, Inc., 2004.
- [6] GE Fanuc Intelligent Platforms. PACMotion™ Multi-Axis Motion Controller User's Manual, GFK-2448 [K]. GE Fanuc Intelligent Platforms, 2008.
- [7] 程子华. PLC 原理与编程实例分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.
- [8] GE 智能平台公司. Serv Products Specification Guide, GFH-001F [K]. GE 智能平台公司, 2010.
- [9] 吴 平, 张新超. PAC 技术的发展现状及其应用前景[J]. 电气传动, 2006, 36(3): 44-47.

[编辑: 李 辉]