

Z427/1033 (2008)-(26)



NUAA2009044441

Z427
1033 (2008)-(26)

机电学院

053 系



26

2009044441

序号	姓名	职 称 或学历	单位	论文题目	刊物、会议名称	年、卷、期
1	何 勇 楼佩煌 王东艺	硕士生 教 授 工程师	053	基于VXI总线的某航空发动机试车台 测试系统设计与实现	工业控制计算机	2008年27卷3期
2	杨小幸 楼佩煌	硕士生 教 授	053	嵌入式CAN/Ethernet网关在生产过程 信息采集中的应用	工业控制计算机	2008年21卷5期
3	王威楠 楼佩煌	硕士生 教 授	053	FMS刀具管理优化技术与实验系 统开发	制造技术与机床	2008年 卷4期
4	李慧娟 楼佩煌	硕士生 教 授	053	嵌入式的汽车装配线数据采集与显示 系统设计与实现	工业控制计算机	2008年21卷5期
5	王佳蓉 楼佩煌 王晓勇	硕 士 教 授 讲 师	053	基于改进的两阶段控制策略的AGV路 径优化调度研究	机械科学与技术	2008年27卷9期
6	武 星 楼佩煌 唐敦兵	博士生 教 授 副教授	053	An Intelligent-Optimal Predictive Controller for Path Tracking of Vision-based Automated Guided Vehicle	2008 IEEE Internation Conference on Information and Automation	2008
7	武 星 楼佩煌 臧铁刚	博士生 教 授 副教授	053	基于功能反求和分支检修的故障定位 方法研究	2008 中国控制会议	2008
8	武 星 楼佩煌 喻 俊	博士生 教 授 博士生	053	An embedded vehicular controller with ARM and DSP for a vision-based AGV	2008 Internation Conference on Embened Software and Systems	2008
9	楼佩煌 武 星 王佳溶	教 授 博士生 硕士生	053	Path planning and control for multi-AGV system based on improved two-staged traffic scheduling scheme	2008 Asia International symposiumonMechatroni cs	2008
10	喻 俊 楼佩煌 钱晓明	博士生 教 授 副教授	053	An Intelligent Real-time Monocular Vision-based AGV System for Accurate LaneDetecting	2008ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management	2008
11	王晓勇 唐敦兵 楼佩煌	博士生 教授 教授	053	Evaluation of Facility Layout Solutions Based on Information Axiom	The 8th International Conference on Frontiers of Design and Manufacturing	Tianjin, 2009
12	王晓勇 唐敦兵 楼佩煌	博士生 教授 教授	053	基于公理化设计的可编程序控制器控 制系统设计方法	计算机集成制造系统	2008年14卷11 期
13	王晓勇 楼佩煌 唐敦兵	博士生 教授 教授	053	基于设计公理的敏捷制造单元设备选 择模型与应用	机械科学与技术	2008年27卷6期
14	王晓勇 唐敦兵 楼佩煌	博士生 教授 教授	053	基于设计公理的多属性决策方法	西南交通大学学报	2008 年43卷3 期
15	贝广霞 楼佩煌 王晓勇	博士生 教授 博士生	053	基于遗传算法的圆柱度误差评定方法	山东大学学报(工学版)	2008年38卷2期

16	李国星 王宏涛 陈琪	硕士生 副教授 高工	053	万能渐开线测齿仪智能化测量的实现	计量与测试技术	2008, 35(9)
17	周燕飞 黄岚	教授 讲师	053	现代工程训练工程建设中的“变”与“不变”	现代教育科学	2008, (3)
18	李文 周燕飞	硕士生 教授	053	超因瓦合金薄壁筒件的加工变形控制研究	机械与电子	2008, (5)
19	朱玉川 鲍和云 王传礼	讲师 讲师 教授	053	超磁致伸缩伺服阀的参数设计与优化研究	中国机械工程	2008, 19 (20)
20	梁睿君 王宁生 姜澄宇	讲师 教授 教授	053	薄壁零件高速铣削动态切削力	南京航空航天大学学报	2008, 40(1)
21	王化明 朱剑英	副教授 教授	053	Implementation and simulation of a cone dielectric elastomer actuator	International Symposium of Optomechatronic Technologies	
22	王化明 朱剑英 何均	副教授 教授 博士生	053	菱形介电弹性体驱动器预载荷分析	机器人	2008, 30(6)
23	胡玉生 朱剑英	博士后 教授	053	横电磁波室实验场强评估的影响因素分析	计量学报	2008, 29(4)
24	邵泽明 朱剑英	博士 教授	053	RSTC不变距图像特征点匹配新方法	华南理工大学学报	2008, 36(8)
25	胡玉生 朱剑英	博士后 教授	053	金属线列横电磁波小室的场分布分析	电波科学学报	2008, 23(1)
26	赵毅红 朱剑英 郭坚毅	博士 教授 博士后	053	可翻转轮式移动机器人特殊运行姿态动力学分析	四川大学学报	2008, 40(5)
27	李芳 刘凯 王瞳瞳 闫华	讲师 讲师 硕士生 讲师	053	基于ARM的嵌入式数控系统中汉字显示模块的实现	中国制造业信息化	2008, 37(9)
28	刘凯 赵东标	讲师 教授	053	弧齿锥齿轮数控加工和齿面接触点求解算法研究	小型微型计算机系统	2008, 29(3)
29	刘凯 赵东标	讲师 教授	053	参数曲线插补自适应加减速控制方法研究	小型微型计算机系统	2008, 29(4)
30	刘凯 赵东标 陆永华	讲师 教授 讲师	053	A NURBS Curve Interpolator with Adaptive Acceleration-deceleration Control	南京航空航天大学学报 (英文版)	2008, 25(4)
31	张攀 陈蔚芳	副教授 硕士生 副教授	053	薄壁件加工变形预测及主动补偿方法	现代制造工程	2008, (3)
32	陈华 陈蔚芳	副教授 教授 硕士生	053	薄壁件装夹方案优选的有限元模拟	组合机床与自动化加工技术	2008, (3)
33	陈蔚芳 楼佩煌 沈正华	硕士生 副教授	053	Case-based Reasoning and Intelligent Variation Approach in Fixture Design	The 2th International Symposium on Intelligent Information Technology Application	2008, 12

34	陈蔚芳 倪丽君 薛建彬	讲 师 讲 师 讲 师	053	Deformation control through fixture layout design and clamping force optimization	The International Journal of Advanced Manufacturing Technology	2008, 38(9- 10)
35	孙志峻 邢仁涛 黄卫清	副教授 硕士生 教授	053	超声电机驱动多关节机器人的非线性 H_{∞} 控制	中国机械工程	2008, 19(19)
36	孙志峻 安进 黄卫清	副教授 教授	053	作业车间多工艺路线批量作业计划优 化	中国机械工程	2008, 19(2)
37	邢仁涛 孙志峻 赵淳生 黄卫清	硕士生 副教授 教授 教授	053	关节独立五指灵巧手指的耦合运动规 划	机械科学与技术	2008, 27(3)
38	周丽平 孙志峻 黄卫清	硕士生 副教授 教授	053	超声电机驱动5指灵巧手运动控制系 统	制造自动化	2008, 30(3)
39	孙志峻 李华峰 黄卫清	副教授 教授 教授	053	Control of Multiple Ultrasonic Motors with Robust Parameter Design	IEEE International Ultrasonics Symposium	
40	赵 琦 吴洪涛	硕 士 教 授	053	基于ADAMS的腕力传感器动态性能分 析	机械制造与研究	2008, 37(1)
41	余水强 吴洪涛	博 士 教 授	053	串联工业机器人的通用动力学仿真平 台	机械设计与制造	2008(8)
42	申景金 李成刚 吴洪涛	博 士 教 授	053	A Research on Dynamics of a Hexapod with Closed-Loop Legs	Inligent Robotics and Applicationtels	2008
43	卢道华 吴洪涛 张礼华	硕 士 教 授	053	基于MAS 和RL 的舰船设备协同控制 方法	南京航空航天大学学报	2008, 40(1)
44	刘云平 吴洪涛 方喜峰 姚 裕	博士 后 教 授 教 授 博 士 博 士	053	移位算子及其对多体系统结构的描述	南京航空航天大学学报	2008, 40(5)
45	刘云平 吴洪涛 方喜峰	博 士 教 授 博士 后 副 教 授	053	欧拉—庞卡莱方程在“和平号”太空 站姿态恢复分析中的应用	中国空间科学技术	2008(4)
46	刘云平 吴洪涛 方喜峰	博 士 教 授 博士 后	053	A Nonholonomic Hamiltoninan Approach to Stabilization of a Spacecraft with Three Reaction Wheels	International Conference on Modeling and Simulation	2008
47	刘云平 吴洪涛 方喜峰	博 士 教 授 博士 后	053	A Hamiltonian Approach to Dynamics and Stabilization of Spacecraft Multibody Systems	27th Chinese Control Conference	2008
48	刘芳华 吴洪涛 马履中 卢道华	博 士 教 授	053	空间三自由度减振装置在陀螺仪抗冲 击中的应用研究	机械科学与技术	2008(3)
49	刘芳华 吴洪涛	博 士 教 授	053	基于旋量理论的空间机器人动力学建 模研究	江苏科技大学学报(自然 科学版)	2008(2)

50	刘芳华 吴洪涛 马履中	博 士 教 授 教 授	053	Intellectualized Structural Synthesis and Classification of the 3-DOF Space Parallel Robot Mechanisms	ICIRA 2008, Part II, LNAI 5315	2008
51	李欢玲 吴洪涛	博 士 教 授	053	三坐标数控机床的几何误差参数辨识	机械制造	2008(4)
52	刘芳华 吴洪涛 马履中	博 士 教 授 博士后	053	空间3自由度并联机器人机构智能化 型综合	机械工程学报	2008, 44(7)
53	侍 毅 吴洪涛	硕 士 教 授	053	无缝钢管扩径机辊形的设计	山西冶金	2008(3)
54	方喜峰 吴洪涛 陆宇平 刘云平 邵兵	讲 师 教 授 教 授 讲 师	053	基于空间算子代数理论多体系统动力 学雅可比矩阵设计与实现	中国机械工程	2008, 19(12)
55	陈祥勇 吴洪涛	硕 士 教 授	053	基于Java的机器人动力学仿真研究	机械制造与研究	2008, 37(2)
56	唐敦兵	教 授	053	Product Design Knowledge Management Based on Design Structure Matrix	Proceedings of the 2008 12th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design	April 16-18, 2008
57	唐敦兵 徐荣华 唐吉成 何 睿	教 授 硕 士 生 硕 士 生 硕 士 生	053	Design structure matrix-based Engineering Change management for product development	International Journal of Internet Manufacturing and Services	2008, 1(3)
58	唐敦兵 钱晓明	教 授 副 教授	053	Product life cycle management for automotive development focusing on supplier integration	Computers in Industry	2008, 59(2-3)
59	唐敦兵 张广军 戴 胜	教 授 硕 士 生 硕 士 生	053	Integration of Axiomatic Design and Design Structure Matrix for Product Design	Advanced Materials Research	2008, 44-46
60	唐敦兵 许美建 万 敏	教 授 硕 士 生 硕 士 生	053	Functional Evolution Process Modelling and Management for Conceptual Product Design	Advanced Materials Research	2008, 44-46
61	朱春燕 唐敦兵	硕 士 生 教 授	053	质量功能展开与公理化设计矩阵集成 模型的研究	机械设计	2008, 25(9)
62	何 睿 唐敦兵 薛建彬	教 授 副 教授 副 教授	053	基于设计结构矩阵的工程变更传播研 究	计算机集成制造系统- CIMS	2008, 14(4)
63	张广军 唐敦兵 戴 胜	硕 士 生 教 授 硕 士 生	053	基于公理化设计矩阵与设计结构矩阵 集成的研究	机械设计与研究	2008, 24(5)
64	唐敦兵 彭义兵 刘政伟	教 授 副 教授 硕 士 生	053	基于关联矩阵与设计结构矩阵的计算 模型求解顺序规划	机械工程学报	2008, 44(12)
65	赵毅 游有朋	硕 士 生 教授	053	基于Qt/Embedded的嵌入式数控系统 人机界面设计与开发	工业控制计算机	2008, 21(4)
66	魏立军 游有朋	硕 士 生 教授	053	基于PC104总线和FPGA的运动控制接 口卡的设计	机械制造与自动化	2008, 37(4)

67	何均游 游有朋 王化明	博士 教授 副教授	053	面向微线段高速加工的Ferguson样条过渡算法	中国机械工程	2008, 19(17)
68	黎虎游 游有朋	硕士生 教授	053	基于PLC和变频器的直线电机驱动门控制系统	电机技术	2008, 20(4)
69	祝恒云 朱丽娜 叶文华	博士 工程师 教授	053	基于流程时间矩阵的单元化制造系统设计	应用科学学报	2008, 26(1)
70	刘荣萍 叶文华	硕士生 教授	053	不规则型面数控加工技术研究	机械与电子	2008, 11
71	陈冉升 叶文华	硕士生 教授	053	基于数控机床实时数据采集的OEE计算研究方法研究	中国制造业信息化	2008, 37(17)
72	肖士利 叶文华	硕士生 教授	053	数控机床的现场数据实时采集和监视系统的研究	中国制造业信息化	2008, 37(11)
73	肖士利 叶文华	硕士生 教授	053	信息驱动的工艺集成技术	现代制造工程	2008, 11
74	朱兆斌 赵东标	硕士生 教授	053	软PLC中梯形图向指令表转化的实现	机械与电子	2008, (12)
75	崔国栋 赵东标	硕士生 教授	053	一种实用的螺旋线插补算法的研究	机械与电子	2008, (12)
76	张威 赵东标	博士 教授	053	基于DSP的位模式插补算法研究	机械科学与技术	2008, 27(11)
77	仲崇生 赵东标	教授	053	机械制造新技术在混凝土砌块(砖)模具生产上的应用	建筑砌块与砌块建筑	2008, (6)
78	丁左武 赵东标 左建民	博士 教授	053	小型汽车制动能量再生系统参数建模与仿真	系统仿真学报	2008, 20(13)
79	刘永刚 沈星 赵东标	博士 教授	053	交叉指型电极压电振子的谐振特性研究	压电与声光	2008, 30(3)
80	李志梅 赵东标	硕士生 教授	053	风力发电机组电动变桨距机构设计与仿真	机械设计与制造	2008, (4)
81	罗福源	讲师	053	An Optimal Scheduling Algorithm for the Motion Control of Step and Scan Lithography	10th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision	2008
82	袁志刚 臧铁刚	硕士生 副教授	053	基于PRO/E和ADAMS的船用吊装机构的仿真研究	制造业信息化	2008, 37(02)
83	陆永华 赵东标 云乃彰 刘凯	讲师	053	基于电流信号的电解加工间隙在线检测试验研究	中国机械工程	2008, 19(24)
84	蔡祺祥 马万太	硕士生 教授	053	基于IRMCK201芯片的新型交流伺服控制系统	江苏电器	2008, (11)
85	韩伟 马万太	硕士生 副教授	053	往复式管坯喷射成积的模型建立及运动参数优化	金属学报	2008, 44(4)
86	钱晓明 唐郭兵	副教授 教授	053	Research on DSM for Simulation of Concurrent Product Development Process	Advanced Materials Research	2008, 44-46
87	钱晓明 唐敦兵	副教授 教授	053	Research on Product Model Based on Object-oriented Method	Advanced Materials Research	2008, 44-46
88	钱晓明 叶文华 陈晓梅	副教授 教授 教授	053	On-machine measurement for touch-trigger probes and its error compensation	Key Engineering Materials	2008, 375-376

89	钱晓明 王宁生 唐敦兵	硕 士 教 授	053	基于DSM的产品开发过程资源优化算法	系统工程学报	2008, 23(2)
90	朱冠仲 楼佩煌	硕士生 教 授	053	基于Profibus-DP的开发式数控系统 高速通信	工业控制计算机	2008年21卷11 期
91	余厚云 杨明 赵转萍	讲师 副教授 副教授	053	微型零件几何量显微视觉测量系统的 研制	中国仪器仪表与测控技术 进展报告大会	

基于 VXI 总线的某航空发动机试车台测试系统设计与实现

Testing System of Aero-engine Testing-bed Based on VXI

何 勇 楼佩煌 (南京航空航天大学机电学院, 江苏 南京 210016)

王东艺 (海军驻常州地区航空军事代表室, 江苏 常州 213022)

摘 要

简要介绍了某型航空发动机试车台测试系统的设计, 分析了试车台的工作原理及组成。系统硬件以 VXI 数据采集设备为核心, 软件采用 LabWindows /CVI 编写。经测试, 该测试系统可稳定工作, 满足该型发动机试车数据采集要求, 可实时监控发动机试车中各参数情况, 判断发动机性能是否合格。

关键词: 航空发动机, 测试系统, VXI

Abstract

Firstly, the design of a testing system of a certain type of aero-engine is introduced, then the principle and organization are analyzed. Also, the VXI box which is the key instrument of the hardware system is introduced, and the software that is developed with LabWindows /CVI language is presented. Finally, the test results show that, the testing system works stably and it meets all requests of testing-run of the aero-engine. Also, the performance data of engine can be presented on-line.

Keywords: aero-engine, testing system, VXI

1 系统总体设计

发动机试车属于责任重、风险大、耗能高的试验项目, 而发动机工作过程中的振动大、噪声高以及试车间强烈的干扰信号, 都对试车中多种参数的测控系统提出了更高的要求。特别是随着发动机性能的提高, 试车时所需要测量与调整的参数越来越多, 试车过程也越来越复杂。

某涡轴发动机的试车台测试系统, 用于测量、显示、分析、存储试验数据。需要满足如下功能:

- 1) 测量发动机何试车台设备参数: 转速、扭矩、温度、压力、振动信号和电压、电流;
- 2) 对各模块进行自检, 判断系统硬件工作是否正常;
- 3) 编辑、设定采集方案。试验前初始化时, 系统的工作通道数和其他设置参数可以进行人工设定。设定好的测试方案可以储存, 作为备份档案文件;
- 4) 试验前的显示参数配置、通道校准和计量检定等;
- 5) 实时数据采集;
- 6) 实时超限检测报警;
- 7) 以数字、虚拟仪表和曲线等方式显示试验数据。

基于 VXI 总线的测试产品具有测量精度高、工作稳定可靠等优点, 为了满足上述需求, 采用 VXI 的自动测试系统来实现试车数据采集处理和显示。

2 硬件系统

该测试系统由传感器、激励源、信号调理设备、数据采集设备、计算机、操纵台和机柜组成。

系统结构如图 1, 本系统的 VXI 数据采集设备包括 1 台 VXI 机箱、3 个 VXI 模块和 1 台计算机。对 VXI 机箱控制有两种方式, 一是采用嵌入式零槽控制器, 它包括了完整的计算机; 另一种是 VXI 零槽控制器由外置的计算机控制, 零槽控制器通过电缆与计算机连接。使用嵌入式零槽控制器的优点是机构紧凑, 缺点是价格高, 不能升级。由外置计算机控制的零槽控制器适用于对空间和重量没有严格限制的场合, 其优点是可以方便地升级计算机, 满足需求变化。由于发动机试车台空间大, 有专门的地

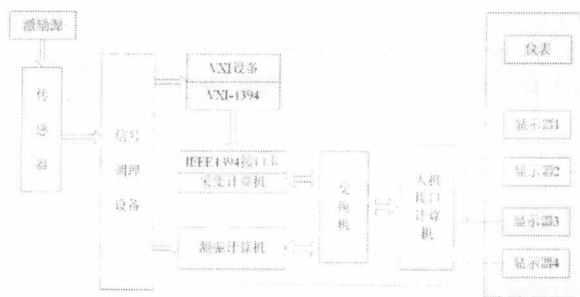


图 1 系统硬件结构

方放置采集系统的硬件设备, 故本方案选用外置计算机控制零槽控制器, VXI 机箱的零槽控制器通过一根电缆, 接到插在数据采集计算机的 PCI 卡上。计算机与零槽控制器的通信规范符合 IEEE1394。

测量的信号中属于中速模拟量信号 29 个, 高速模拟量信号 1 个(振动信号), 频率量信号 2 个(转速信号)。对于中速模拟信号和频率信号可用 VXI 数采模块采集, 其通道的采集频率为 50Hz(VXI 模块的配置见表 1)。振动信号采用 PCI 高速数据采集模块进行采集, PCI 模块有 2 个并行的通道, 每个通道最高采集样率 1MHz, 16 位 AD。振动传感器采用丹麦 BK 公司的 4382, 它的共振频率是 28kHz、灵敏度是 30pc/g, 配以相应的电荷放大器。

表 1 VXI 模块配置

序号	位置	VXI 模块型号	单个模块通道数	功能
1	0	8491B		控制 VXI 机箱的所有模块, 并与计算机融为一体。
2	1	V1202	64	16 位分选式, 100kHz 扫描式 A/D
3	2	V1601	4	频率测量模块

根据所测量参数类型, 对测量参数进行分类:

压力 10 个通道, 输出 0~10V 直流电压信号; 24V 直流电源为传感器提供激励。

热电阻信号 10 个通道,由独立恒流源提供激励,采用 4 线制测量,电压信号直接进入 VXI 模块。

热电偶信号 2 个通道,热电偶的补充导线直接接到温度参考装置上,进行温度补偿,电压信号直接进入 VXI 模块。

转速信号 2 个通道,传感器是测速电机,转速很低时,信号幅度很小,转速高时,信号幅度又很大,不适合直接进入 VXI 模块测试。转速信号经过信号调理装置后,不论转速高低,都产生幅度一致而频率与转速成正比的电信号。信号进入频率测量模块。

振动信号 1 个通道,采用压电式加速传感器,传感器产生的电荷信号经过电荷放大器,产生电压信号。电压信号进入高速数据采集模块。

其他信号,不需要进行信号调理,直接进入 VXI 模块进行测试。

系统开机自检时,测试系统接入内部校准信号,完成对所有通道的高精度自检,测试信号先经过继电器切换,再进入信号调理和 VXI 模块。正常测试时,接入测试信号;校准时,接入校准信号。切换由程序控制(通道校准方案如图 2)。对系统进行年度计量检查时,使用外部校准信号,对所有通道进行检查,不需要拆卸原来的信号线,接线简单、速度快。采用继电器而不是模拟开关进行切换,测试精度不受切换电路的影响。

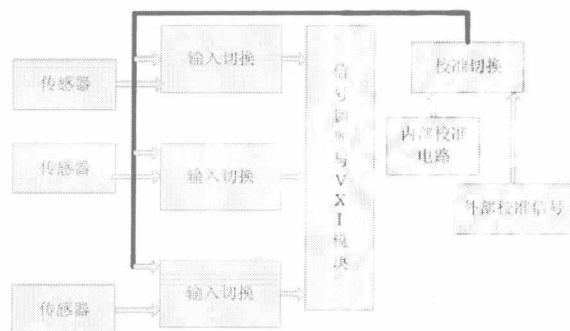


图 2 通道校准方案

3 软件设计

系统软件完成数据采集、数据存储、数据实时分析、硬件管理、设置以及硬件驱动开发等。系统软件总体框图见图 3。

VXI 总线系统的软件开发要严格遵守 VPP 规范。VPP 规范是对 VXI 总线标准的补充和发展,主要解决了 VXI 总线系统的软件升级标准问题。本系统的软件采用了符合 VPP 规范推荐的应用软件开发环境(ADE)的虚拟仪表软件开发语言 LabVIEW 和 LabWindows /CVI。软件主要完成了 VXIbus 仪器模块的驱动、软面板、资源管理、数字信号和模拟信号波形的编辑、响应数据的处理、显示和通讯等。LabVIEW 和 LabWindows /CVI 虚拟仪器软

件开发平台具有编程简单、仪器驱动库丰富、易于扩展等特点。同时,还结合通用的软件开放工具 Visual C++进行了数字模块时序生成和编译程序的开发,以便给用户较为直观、方便的时序生成工具,简化测试系统的复杂性。

外部时钟/触发主要是针对测试要求很高的系统使用的,在对同步、触发要求很高的振动信号进行动态测试时,外部时钟/触发可以满足测试要求。

4 测试结果

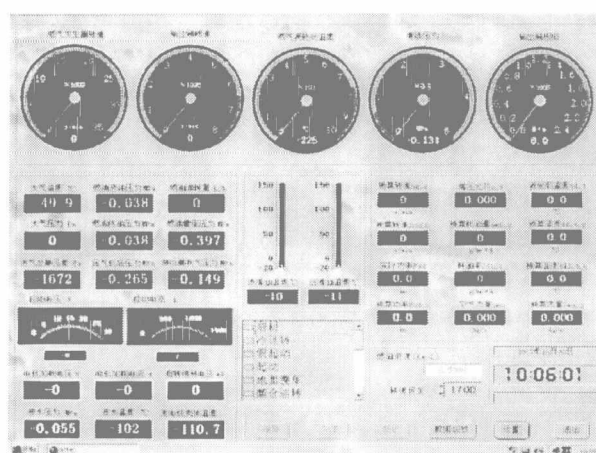


图 4 实时数据采集与显示

经测试,本数据采集系统可满足该涡轮发动机试车台的试车数据采集要求,可对采集的数据进行实时保存、分析并显示分析处理结果(数据采集分析界面如图 4)。测试系统工作稳定,可靠性高,满足测试需求。

参考文献

- [1] 张易之,等.虚拟仪器的设计与实行[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002
- [2] 陈光禹.VXI 总线测试技术[M].成都:电子科技大学出版社,1999
- [3] 杨训.WP-8 航空发动机试车 CAT 系统开发[D].西安:西北工业大学,2001

[收稿日期:2007.11.2]

国家道路交通安全科技行动计划启动

2月18日,科技部、公安部和交通部正式签署合作协议,联合启动“国家道路交通安全科技行动计划”。至此,我国最大规模的一次道路交通安全科技合作行动正式全面启动。

据统计,2007年全国共发生道路交通事故32.7万起,造成8.16万人死亡,万车死亡率为5.1,交通事故死伤比为14.66,均高于发达国家水平。今年我国南方地区遭受的灾害性雨雪冰冻天气,为我国的交通运输综合管理水平、交通安全科技水平、交通应急指挥调度能力、交通应急技术及装备等提出全新的要求。三部委在部署道路交通安全科技计划工作过程中,将针对冰雪灾害所暴露的问题,提出重大科技需求,组织科技攻关,提供行之有效的交通安全技术手段和应急预案,切实提高应对自然灾害突发事件的能力。

根据该协议,三部委将建立联合工作机制,成立领导小组和专家组,并安排专项资金和配套资金,围绕人、车、路等道路交通安全的影响因素,开展道路交通安全领域关键技术的研发,并组织实施示范工程。

据悉,三部委将按照“需求引导、自主创新、综合集成、重点突破、示范带动”的工作原则,以提高应对自然灾害突发事件能力,实现“道路交通事故死亡人数逐年下降,特大道路交通事故进一步减少,万车死亡率接近中等发达国家水平”为目标,在交通参与者行为干预、车辆安全、运输组织、道路基础设施安全保障、道路交通管理等涉及道路交通安全系统工程的关键技术方面开展研究,力争实现较大突破,加快引导和推动相关技术的标准化、系统化和普及化,为道路交通安全提供技术保障。

嵌入式 CAN/Ethernet 网关在生产过程信息采集中的应用

Embedded CAN/Ethernet Gateway in Information Acquisition of Manufacture

杨小幸 楼佩煌 (南京航空航天大学机电学院, 江苏 南京 210016)

摘 要

阐述了基于 ARM 的 CAN 总线和以太网互联网软硬件设计方案, 实现了 CAN 总线与以太网的互联, 为生产过程控制层设备接入 Ethernet 提供了一种可行的方案。在 Visual C++6.0 环境下, 使用 Winsock 控件和 MSComm 控件开发了上位机软件, 验证了网关的可靠性和实时性。

关键词: CAN 总线, 以太网, 信息采集, 网关, ARM, $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$

Abstract

This paper makes a clear explanation of the software and the hardware of the connection gateway of CAN-Ethernet based on ARM. It realizes interconnecting between CAN bus and Ethernet and provides a feasible method to integrate equipment of the industrial enterprise and Internet. Under VC++6.0 environment, designs upper computer software to verify the reliability and the real time performance of the gateway by using Winsock control and MSComm control.

Keywords: CAN bus, Ethernet, information acquisition, connection gate, ARM, $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$

在企业生产中, 越来越多的企业希望将生产过程中的信息进行集成, 通过 Intranet 或 Internet 监控生产状况, 这是一个基本结构为两层的总线型网络, 下层是采用现场总线的实时网络, 该层网络的主要功能是完成工业企业底层设备的数据采集与控制; 上层是采用 TCP/IP 协议的以太网通信总线的管理网络, 该层网络的主要功能是完成底层设备或仪器的集成监视、控制与管理等功能。为了实现底层控制网络的互联, 实现信息网络和控制网络的互联, 需要解决这两种网络之间的数据通信以及协议转换问题。因此, 设计一种无缝的信息网络和控制网络互联的网关具有较强的实用性。

1 系统结构

系统总体结构如图 1 所示, 监控系统由 3 个部分组成: CAN 总线测控网络、嵌入式网关和以太网管理网络。CAN 总线测控网络负责现场设备信息的采集和控制; 工厂管理层通过嵌入式网关取得现场设备运行状况信息, 控制现场设备。

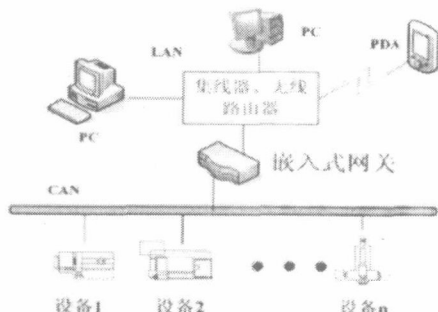


图 1 基于 CAN 和以太网的生产过程信息采集系统

2 嵌入式网关硬件设计

嵌入式网关主要由嵌入式 ARM 处理器 LPC2292、CAN 总线接口和以太网控制器三部分组成, 如图 2 所示。LPC2292 是基于 ARM7TDMI-S 核的 32 位 RISC 微控制器, 它带有 128KB 嵌入的高速片内 Flash 存储器和 16KB 静态 RAM。LPC2292 包含有 2 个 CAN 控制器, 单个总线上的数据传输速率高达 1Mb/s, 兼容 CAN2.0B, ISO11898-1 规范, 全局验收滤波器可以识别所有 CAN 总线的 11 位和 29 位 Rx 标识符。通过外部存储器接

口可将存储器配置成 4 组, 每组的容量高达 16MB, 数据宽度为 8/16/32 位。LPC2292 较小的 144 脚封装、极低的功耗、多个 32 位定时器、8 路 10 位 ADC 以及 9 个外部中断管脚使它们特别适用于汽车、工业控制应用以及医疗系统和容错维护总线等场合。本设计中网络控制器选用 DAVICOM 公司的 DM9000E 快速以太网控制器, 该芯片集成了 MAC、PHY 层, 配备有标准 10M/100M 自适应接口, 16K 大容量 FIFO, 4 路多功能 GPIO, 掉电检测, 全双工工作等功能, 物理层支持以太网接口协议。CAN 收发器采用一款工业级带隔离的高速 CAN 收发器芯片 CTM1050T, 该芯片内部集成了所有必需的 CAN 隔离及 CAN 收、发器件, 芯片的主要功能是将 CAN 控制器的逻辑电平转换为 CAN 总线的差分电平并且具有 DC2500V 的隔离功能及 ESD 保护作用。该芯片符合 ISO11898 标准, 因此, 它可以和其他遵从 ISO11898 标准的 CAN 收发器产品互操作。该芯片将以往设计方案常采用的 DC/DC 隔离型电源和高速光耦的电路集成在不到 3cm² 的芯片上, 降低了电路板设计和布线的复杂性而价格与原来电路相当, 其电磁辐射极低, 电磁抗干扰 EMI 性极高, 至少可连接 110 个节点, 接口简单, 使用方便, 是嵌入式系统的理想选择。另外, 由于 LPC2292 内部 16KB 的 RAM 空间大小不能满足网关程序要求, 因此利用 ARM 外部存储器接口, 采用一片高速 512KB 的静态 RAM 存储器 IS61LV25616AL 作为扩展数据存储器。

其他外围电路: 为了使本网关具有较强的灵活性和可配置性, 利用 LPC2292 带有的标准 FC 接口连接一片 CAT1025 用于保存网关的 IP 地址、TCP/UDP 端口号、子网掩码和默认网关 IP 地址等配置信息。CAT1025 是一款集成复位功能的 2KB 的 EEPROM。网关参数的读取和配置由上位机软件通过 RS-232 和网关通讯完成。采用 RS-232 通信需要专门的电平转换芯片, 本设计采用的是 Sipex 公司的 SP3232 芯片。另外在 DM9000E 和 RJ45 接口之间需要用网络隔离变压器来连接, 它把 PHY 送出来的差分信号用差模耦合的线圈耦合滤波以增强信号, 并且通过电磁场的转换耦合到不同电平的连接网线的另外一端; 它可以隔离网线连接的不同网络设备间的不同电平, 以防止不同电压通过网线传输损坏设备。除此而外, 还能对设备起到一定的

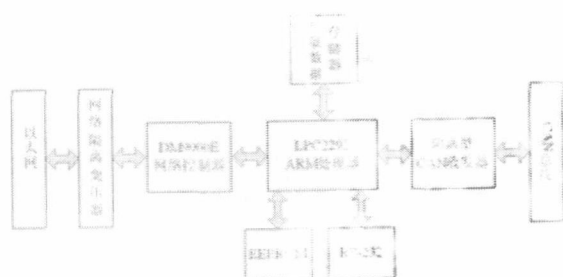


图2 网关结构图

防雷保护作用。

从图1可以看出CAN/Ethernet网关既是管理网络的一个节点,也是CAN控制网络的一个节点,因此网关主要完成现场总线控制网络与以太网管理信息网络之间的数据交换任务。CAN/Ethernet网关主要负责两方面的功能:

1)接收CAN总线上现场设备的数据并对其进行解释,向上传送到以太网管理信息网络。

2)接收以太网管理信息网络发出的命令和数据,转换为CAN总线的数据格式送往现场设备,控制现场设备的运行。

3 嵌入式网关软件设计

由于该网关应用于工业现场中,这就要求该网关必须能够及时响应外部事件的要求,并能及时控制现场设备的协调运行,否则可能引起灾难性后果。为了更好地管理微处理器,保障系统的实时性,选择嵌入式实时操作系统 $\mu C/OS-II$ 作为网关的操作系统平台。

3.1 以太网接口驱动程序的实现

要将嵌入式网关接入以太网,就要对DM9000E进行编程,完成以太网帧的数据收发,相当于实现PC机中网卡的驱动程序功能。以太网控制器驱动程序用于设置DM9000E的工作状态和工作方式,分配收发数据的缓冲区,通过对地址及数据口的读写来完成以太网帧的接收与发送。首先要对DM9000E进行复位,并将其设置为快速以太网、16位总线状态;然后对DM9000E的工作参数进行设置,以使其开始工作;以太网数据的收发有查询方式和中断方式两种,对于需要实时性要求的环境一般采用中断方式。中断处理流程如图3所示。

3.2 CAN总线接口驱动程序的开发

由于LPC2292包含有2个CAN控制器,他们只是在寄存器地址上有所不同,因此将驱动程序划分为硬件抽象层和驱动接口层。硬件抽象层将CAN控制器的硬件特性抽象成数据类型,并提供CAN控制器硬件操作的接口。驱动接口层是CAN控制器各种功能的实现函数,该层的函数利用硬件抽象层中对寄存器操作的接口来访问CAN控制器以实现CAN控制器所能提供的各种功能,同时提供函数以完成CAN控制器的初始化、发送数据、接受数据等功能。对于LPC2292来说,CAN控制器完全是基于事件触发的,即CAN控制器会在本身状态发生改

变时,将状态变化的结果告诉微处理器。所以在本驱动程序中,采用中断的方式完成数据的收发以及总线错误处理。中断处理流程如图4所示。

3.3 嵌入式网关软件的开发

在进行控制软件开发过程中,合理地把具体的应用划分成为多任务是非常重要的。如果多任务划分

合理,将带来软件结构清晰,实现方便,调试容易,可靠性高,代码量小等优点。如果划分不合理或欠佳,那么程序往往难实现,结构混乱,修改维护困难,可靠性极差。因此,在本网关的软件设计中,充分利用了 $\mu C/OS-II$ 操作系统的信号量、邮箱和信息队列等机制。由于以太网网速最低为10Mbps,而CAN总线数据最大发送速率为1Mbps,两者之间速率相差较大,为了防止在数据转发过程中发生丢包现象,在CAN总线数据处理任务中使用消息队列作为数据收发缓冲。系统采用 $\mu C/OS-II$ 默认的静态优先级抢占式调度策略(用户状态下有效), $\mu C/OS-II$ 应用模块根据需要定制并确定相应的加载方式和优先级。例如,在本文中,实时性要求高的CAN总线数据处理任务被赋予较高的优先级。由于CAN总线一般传输的是实时性较强的数据、速率较高、数据量较小,因此本方案采用UDP协议传输CAN报文。

利用前面各模块的驱动程序以及 $\mu C/OS-II$ 实时操作系统,进行网关的软件的开发。以太网控制器协议转换模块主要负责从UDP数据包中解析出完整的CAN协议报文,存入数据缓冲区中。同时,也可以将数据缓冲区中的完整CAN协议报文封装成UDP数据报,然后将其发送到以太网上。ARM复位后首先通过读取EEPROM中的保存的设备IP地址、子网掩码、默认网关IP地址以初始化网络设备。然后创建CAN报文和UDP报文处理任务。当网关收到一个CAN报文时,触发一个中断,在中断处理函数中,将收到的一帧数据通过消息队列发送给CAN总线数据处理任务,该任务发送信号量给UDP报文处理任务,将收到的CAN报文打包成UDP报文并发送到以太网上;当网关收到一个UDP报文时,UDP数据处理任务解析报文内容,转换成CAN报文,发送信号量给CAN总线数据处理任务以发送到CAN总线上。

为了检验网关的可靠性和实时性,利用Visual C++6.0中Winsock控件和MSComm控件开发了上位机软件。在设备参数栏设置了网关的相关参数,如CAN总线波特率,网关设备的IP地址及子网掩码、默认网关等。这些参数可以通过串口从网关的EEPROM中读取或者保存到网关的EEPROM中。网关通过串口数据收发任务进行处理,通过系统配置任务将配置信息保存到EEPROM中,并发送成功或者失败响应给上位机。在发送数据帧中,设置了CAN总线帧类型、格式、帧ID、发送数据等,另外,设置发送次数及发送间隔以分析网关的实时性。测试表明,网关具有较好的实时性,在大于2ms发送间隔时间不会出现丢包现象。

(下转第21页)

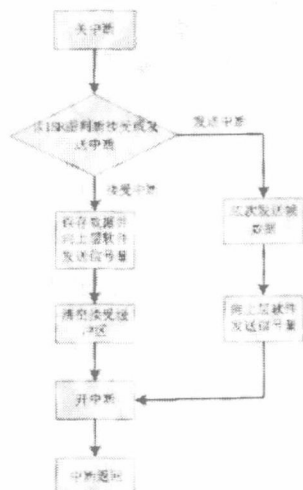


图3 DM9000E数据收发中断处理流程

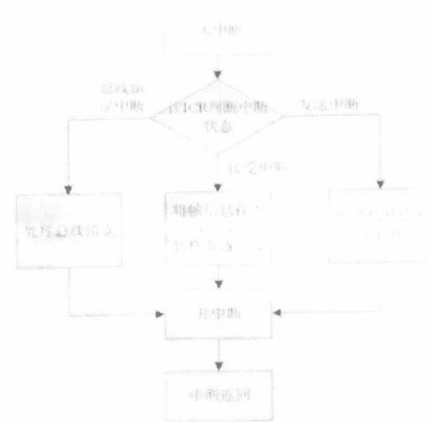


图4 CAN总线中断处理流程

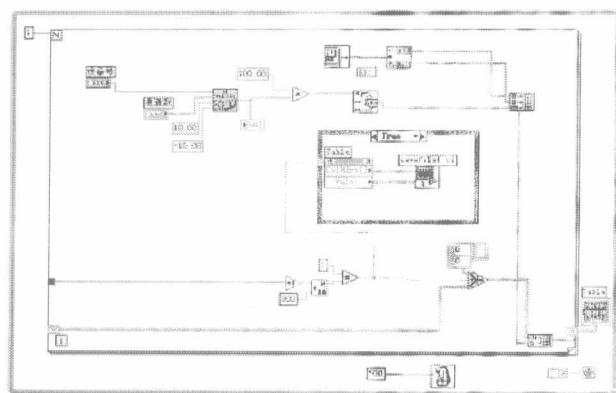


图 2 程序界面

2.2 数据存储及报表生成

从程序中可以看出使用了一个名为 savefile1 的子 VI 来实现数据的保存以及 Excel 报表的生成。在这里利用了 Labview 的附加模块数据记录监控模块 DSC (Datelogging and Supervisory Control Module), 此模块专为过程控制设计的, 它提供了实现过程控制软件所必须的控制和功能模块, 如实时历史趋势图、数据库、报警、数据报表等等。编程如下: 先将要求记录的标签 Tag 的值按照时间间隔写入一个表 (如控件 Table), 然后再根据要求记录的数据个数将 Table 的记录数据写入 Excel 中, 并将 Table 清空。这种方法只要求用户定义报表输出周期和数据输出的周期即可。例如: 可以设定数据输出的周期 500ms, 采集数据的个数 300 个即可, 从程序中看出每一次采集的时间间隔为 500ms, 即 1s 采集 2 次, 而设定采集 300 个点, 每 300 个点采集结束后, 程序自动存盘一次。到目前为止, 此种方法在现场控制中应用效果非常好。尤其在编程过程中, 调用了 LabVIEW 中的两个子 VI: Generate UniqueFilename.vi (用来指示报表的路径及时间) 和 Array to HTMLTable.vi (用于生成报表的格式), 使得流程图的编译更简单、简洁, 并增加了软件的可复用性。程序图如图 3。

在 savefile1.vi 的程序中我们可以选择数据文件的保存路径, 也可以自定义要保存的文件的文件名和文件格式。在这里我把数据文件保存在 D 盘根目录下, 文件名为数据报表, 保存的格式为 xls 的 Excel 文件。程序每采集一组数据完后, 再继续采集, 这样就实现了系统的连续采集。

2.3 数据处理

在利用虚拟仪器测量过程中, 有效信号为直流量, 而在铜扁线连续挤压机工业现场, 不可避免地存在有工频干扰和各种低频干扰交流信号, 如连续挤压设备的振动、中频加热炉等等。因此, 要得到准确的测量结果, 必须采取有效经济的抗干扰信号措施。虽然在数据采集卡中已存在硬件模拟滤波电路, 但滤波结果并不十分理想, 在采集所得数据中, 仍然存在一部分干扰信

(上接第 19 页)

4 结束语

由于工业实际应用具体情况各不相同, 现场环境的复杂, 完全使用工业以太网来取代现场总线仍然是不现实的, 在今后相当长一段时间内, 控制领域将保持现场总线与工业以太网并存的局面, 本文中提出的方案具有良好的应用前景和推广价值。

参考文献

[1] 饶运涛, 邹继军, 郑勇芸. 现场总线 CAN 原理与应用技术[M]. 北京:

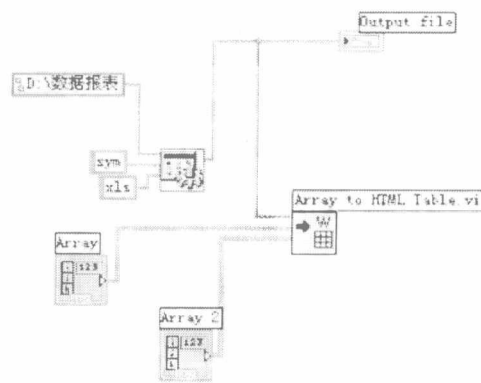


图 3 savefile.vi 程序界面

号。要达到高精度测量的要求, 在测量系统中进行再次软件滤波就十分必要。在此采用四阶巴特沃斯(Buttworth)滤波器对所采集数据进行滤波处理。巴特沃斯滤波器传递函数具有如下特点 (式中 ω_0 为滤波器截止频率)。

$$W(s) = |H(s)| = H(s)H(-s) = \frac{1}{1 + \frac{s^2}{(j\omega_0)^2}}$$

四阶巴特沃斯滤波器实现函数为:

$$H(s) = \frac{\omega_0^4}{s^4 + 2.6132\omega_0 s^3 + 3.144\omega_0^2 s^2 + 2.6132\omega_0^3 s + \omega_0^4}$$

经测量, 干扰信号主要为 50Hz 的工频干扰和大于 10Hz 小于 50Hz 的低频干扰信号。有效信号为直流, 采用 LabVIEW 软件中 Buttworth Filter 子 VI, 选择采样率为 1000Hz, 低通截止频率为 10Hz。经过软件滤波后的数据大为改善, 纹波消除, 干扰信号基本去除。

3 结束语

采用 LabVIEW 软件平台 K 型集成温度传感器构成温度虚拟采集系统, 是将常用的传感器元件与先进的虚拟仪器技术相结合的一次实践。K 型集成温度传感器的输出电压与温度成良好的线性比例关系, 使用时无需外部校准或微调, 使用方便。经实践证明该采集系统工作稳定、性能良好, 已经投入使用。

参考文献

- [1] 宋宝福, 等. 应用连续挤压技术生产铜扁线[J]. 电线电缆, 2001
- [2] 刘文元, 宋宝福, 樊志新, 等. TLJ300 铜扁线连续挤压机的研制[J]. 电线电缆, 2003(1)
- [3] 雷振山. LabVIEW 7 Express 实用技术教程[M]. 中国铁道出版社, 2005
- [4] 邓甜甜, 路娜, 杨瑞. 基于虚拟仪器的温度测量系统的设计[J]. 中国仪器仪表, 2006(12)
- [5] 杨乐平, 李海涛. LabVIEW 的高级程序设计[M]. 清华大学出版社, 2003

[收稿日期: 2008.1.21]

北京航空航天大学出版社, 2003

- [2] Mike Justice. Using CAN as an industrial fieldbus, PC/104 Embedded Solutions, 1998
- [3] 李正军. 现场总线及其应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005
- [4] 张浩, 谭克勤, 朱守云. 现场总线与工业以太网网络应用技术手册 (第一册)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002
- [5] 孙亮清, 叶爱兵. 嵌入式 CAN/Ethernet 网关在船舶信息集成中的应用[J]. 上海船舶运输科学研究所学报, 2005(2)

[收稿日期: 2007.11.14]

FMS 刀具管理优化技术研究与实验系统开发*

王卫楠 楼佩煌

(南京航空航天大学机电学院, 江苏 南京 210016)

摘 要: 设计开发了基于嵌入式控制技术的 FMS 刀具控制管理实验系统, 其结构紧凑、功能完善、配置灵活, 能够模拟 FMS 实际生产加工中刀具控制过程, 既可应用于相关理论与技术的实验验证, 也可应用于实验教学和培训。并运用遗传算法在有限刀具资源约束下对 FMS 刀具调度优化问题进行了研究, 采用静态和动态两级调度优化策略, 对减少换刀次数, 提高 FMS 生产效率具有积极的作用。

关键词: 柔性制造系统 刀具管理 控制调度 遗传算法 嵌入式控制 实验系统

Research on the Optimization of Tool Management in FMS and the Development of Embedded Experimental System

WANG Weinan, LOU Peihuang

(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, CHN)

Abstract: The tool control experimental system based on embedded technology with compact structure, perfect function, and agile configuration, can be used to simulate the process of tool control in practice. The system is mainly applied to test the correlative theoretical technique and can be used in experimental teaching and training. This paper researches on the problem of optimizing tool scheduling with the method of genetic algorithm under the constraint of limited tool resources. Static and dynamic strategy used to optimize the scheduling process is proved to be quite effective in decreasing times of tool exchange and improving the production efficiency in FMS.

Keywords: FMS; Tool Management; Control and Schedule; Genetic Algorithm; Embedded Control; Experimental System

随着零件加工复杂程度和制造精度的不断提高, 完整加工技术的逐步应用, 数控机床在高精、高速、高效、复合等方面迅速发展, 五轴联动控制加工中心也因其更趋向于小批量复杂零件生产而更多地应用于柔性制造系统(FMS)中^[1], 这些都标示着柔性制造系统中刀具数量将越来越大, 种类将越来越多。如何有效管理品种繁多、规格各异的刀具是当前 FMS 中的一个关键技术。实际刀具调度控制过程较为复杂, 并非所有因素都具有可推理性, 仅通过仿真软件所建立的理论模型研究优化的刀具调度控制算法, 往往并不能完全反映实际系统的需求, 而需要相应的实验条件来模拟运行, 以切实可靠的实验数据为基础开展真实有效的研究。

本文首先描述了 FMS 刀具管理实验系统的总体设计, 完成了 FMS 刀具控制系统软硬件的开发。实验

系统硬件部分由容量为 160 把刀具的中央刀库、刀库进出口站和多自由度换刀机械手等组成。控制系统包括基于嵌入式控制器的刀具控制调度系统和人机界面, 实验系统能够根据实际的任务要求来管理、调度刀具。在此基础上, 本文根据遗传算法提出了在有限刀具资源约束下对 FMS 刀具调度优化技术。算法在实验系统上进行了实验验证和比较分析, 验证了算法的有效性。

1 FMS 刀具控制管理实验系统设计与开发

FMS 刀具控制管理实验系统主要由上位机软件控制系统和基于嵌入式控制器的刀具储运系统组成。由多自由度换刀机械手执行换刀操作, 系统布局与结构如图 1 所示。

1.1 FMS 刀具控制管理实验系统硬件设计与开发

* 江苏省精密与微细制造技术重点实验室开放课题(JSPM200701)

FMS 刀具控制管理实验系统的硬件部分主要是刀具储运系统。笔者设计制作了换刀机械手作为刀具搬运及交换装置,并在已有机床的基础上,设计了中央刀库、刀具进出口站等模拟实际生产加工中的刀具存储系统,从而构成了刀具流的基本硬件结构。换刀机械手及其系统控制器的设计是刀具控制系统硬件部分的核心。换刀机械手主要通过滚珠丝杠、微型齿轮、导轨等机械结构利用电动机驱动实现机械手的多自由度运动。具体机械结构设计不作详细介绍。系统控制器运用嵌入式技术开发,采用 PHILIPS 公司的 ARM7 芯片 LPC2210 作为 CPU,有丰富的片内外设,具备 JTAG 在线调试能力,并在其已有的输入输出的基础上,通过 8255 芯片扩展了 24 路输入输出从而能够满足大量传感器、电动机等输入输出设备接口要求。以太网控制器采用常用的 RTL8019AS,以太网接口集成有网络隔离变压器,按照 TCP/IP 协议进行以太网通讯,能够满足工业要求。控制器通过串口连接无线通讯模块能够实现短距离无线传输;具备 USB 主机或从机通信功能,从而支持 USB 接口无线网卡等设备的接入,实现无线网络化控制。该嵌入式控制器具有体积小,功耗低,可靠性高,抗干扰性强,响应速度快等诸多优点,优于 PLC 等传统控制器。并且,通过移植 UC/OS-II 嵌入式操作系统,管理机械手自动、手动、各种通讯等多个任务,敏捷性、实时性、灵活性都较高,完全满足实验需求^[2,3]。

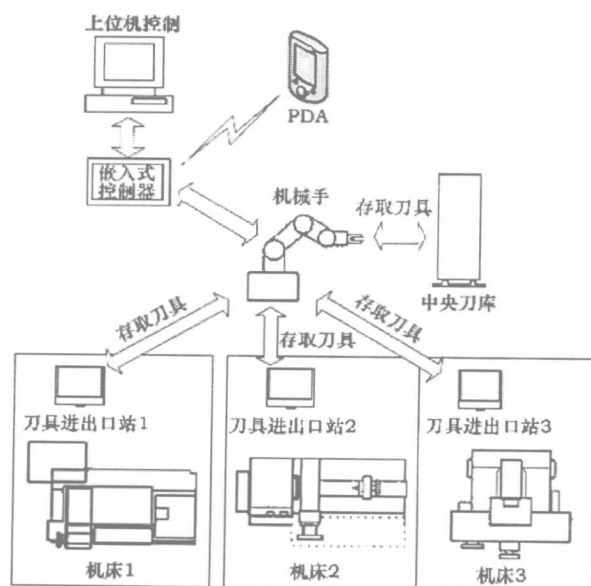


图1 系统布局与结构图

1.2 FMS 刀具控制管理实验系统控制系统设计与开发

控制系统软件主要是上位机控制软件部分,划分为刀具管理模块,生产计划模块,刀具调度模块,刀具执行模块等^[5],软件框架结构图如图2所示。

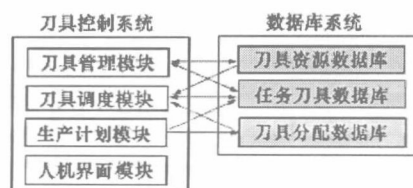


图2 软件框架结构图

(1) 刀具管理模块

FMS 要实现自动化加工,必须具有刀具管理功能,包括刀具贮存、运输、交换,刀具信息管理,刀具监控等^[4]。本文刀具管理主要是刀具信息的管理,采用 ADO 数据库访问技术管理所有刀具信息。本系统将刀具数据库分为两类,即刀具资源数据库和任务刀具数据库,该模块主要针对这两个数据库进行管理。刀具资源数据库主要存储整个刀具库中所有不同类型刀具的基本信息,通过该数据库可以快速地查询整个刀具库中是否存在某刀具,方便了刀具的分配以及刀具基本信息的输入。刀具资源数据库需要根据刀具库中刀具的实际变更情况及时更新,从而正确反映当前刀具资源状况。任务刀具数据库在具体任务分配时创建,用于存储实际任务所需的所有刀具信息,该数据库中的刀具在具体任务中刀具调度的对象。由于生产加工过程中刀具状态不断改变,刀具的信息需实时地更新到任务刀具数据库,如刀具的位置,使用寿命,加工精度等,从而保证了任务刀具信息的实时性。该模块是刀具调度的基础^[5]。

(2) 生产计划模块

生产计划本不属于刀具控制范畴。本系统集成该模块,为实际的任务提供信息输入接口,较方便地实现实际任务信息输入。执行该模块时假设这些信息已经在生产任务调度时分配完毕,通过该模块仅需将机床信息、任务加工工件各工序信息等输入到对应的任务分配数据库。从而为具体的刀具调度提供必要的任务信息。任务所需的所有刀具信息,也需通过该模块逐个写入任务刀具数据库。写入之前,首先需查询刀具资源数据库是否存在该类刀具,若不存在则需要通过某种方式获得,再将其信息导入任务刀具数据库。如果该刀具在任务完成后将作为刀具资源,则还需将该刀具信息添加到刀具资源数据库。通过该模块导入的刀具包括姊妹刀具都有唯一的 ID,即实际任务对应的刀具具有唯一的编码,通过 ID 查询刀具的具体信息方

便了刀具调度的实现。

(3) 刀具调度模块

实现刀具调度就是按照某种策略、算法,合理安排 FMS 中的全部刀具活动,目的是将正确的刀具及时准确地装到适当的机床上,最优化地利用系统的生产能力,保证生产加工的顺利进行。刀具调度可分为静态调度和动态调度两种。本系统静态调度主要是加工之前刀具的预分配,由于刀具资源及机床刀库容量的限制,若加工工件所需刀具较多,在加工之前每台机床一般难以分配加工所需的每一把刀具,从而必然会出现机床间刀具互借的情况。如何在有限的刀具资源下给每台机床预分配刀具,使得生产加工过程中机床间刀具交换的次数最少,提高设备利用率及生产效率,是本系统加工之前刀具预分配的目的。在上述各模块的基础上,查询任务分配数据库及任务刀具数据库信息,通过刀具调度模块对这些信息进行分析,运用遗传算法实现在一定刀具资源的约束下预分配所需刀具,并适当调整,直至满足加工要求。生产加工过程中,若某机床加工任务将改变,则需要当前任务完成之前选择下一个加工任务,查询下一个任务所需刀具的当前信息,并对这些刀具进行调度,当前任务完成之后,按照调度结果将下一任务所需刀具搬运到该机床,从而使得刀具调度时间和任务加工时间充分重叠,提高了调度效率。动态调度能够在线实时处理生产加工过程中的刀具活动,实现实时的刀具过程控制。如加工过程中机床缺少某种刀具或者多台机床同时争用同一刀具,则调度模块响应需求,首先搜寻该刀具是否有姊妹刀具,然后按照一定的调度策略对所需刀具进行调度,将所需刀具分配到对应的机床上,从而保证加工的连续性,最大限度地提高设备的利用率。

(4) 人机控制界面模块

该模块主要用于实现换刀机械手及刀库的上位机控制,包含上位机操作界面,可以通过计算机控制刀具的储运、换刀等现场作业过程,能够设置多种通讯方式进行通讯,如以太网、RS232、无线、USB 等,满足工业现场的多种需求。通过该界面可以选择控制模式:面板控制模式,可以通过操作面板控制换刀机械手,一般用于现场控制;上位机控制模式,该模式下只能通过计算机对换刀机械手进行控制,能够实

现远程的操控;网络控制模式,可以利用 PDA 等移动设备通过无线网络进行控制,PDA 控制界面如图 3 所示。各模式单次仅一种有效,系统默认设置为面板控制模式,可以直接进行面板操作。该模块实现了换刀机械手的上位机控制,是工业现场控制的有效补充,是远程监控得以实现的重要组成部分。

2 基于遗传算法的刀具优化调度技术研究

本文提出的 FMS 刀具调度优化技术采用两级优化控制技术:即刀具静态调度优化和动态调度优化。

静态调度优化策略:在有限刀具资源的约束下给每台机床预分配加工所需刀具,使得生产加工过程中机床间刀具借用的次数最少,从而充分提高机床及刀具的利用率。其基本步骤是:首先,初始化算法参数和任务参数,充分利用有限的刀具资源在机床刀具库容量的约束下产生第一代种群,计算该种群中各个体对应的适应度值,统计第一代种群数据,将该种群中的最佳个体信息存入最佳信息结构体。按设定的概率选择较优的个体作为父体,采用轮盘赌选择法进行选择,以设定的交叉率及变异率进行交叉和变异操作,并调整为满足约束要求的子个体,重复该操作直至产生设定个数的子个体。计算各子个体对应的适应度函数值,并与父体一起按照适应度函数值排序,从中选择数量为种群大小之多的较优个体作为下一代种群个体,从而生成新一代种群,并将最佳个体信息记录在最佳信息结构体中。在设置的最大世代数内不断进化、计算、统计,最终搜寻一个最优的个体使得适应度函数的值为最大值^[6,7]。可以多次调整遗传算法参数进行计算,从而选择多次执行结果中的最优解作为最佳结果,最后按照编码原则对最优解进行解析,按照解析结果进行解析,适当进行刀具分组分配^[8],并输出显示。

动态调度优化策略:刀具动态调度优化遵循以下 3 个原则。①停滞时间最优原则:当加工零件某工序缺少某把刀具时,优先选择可最快获得的刀具;②刀具寿命分配最优原则:当多把刀具符合加工要求时,优先选择刀具寿命类型为青壮型的刀具。(根据刀具使用时间将刀具分为三种类型:低于刀具寿命 30% 为青壮型,处于刀具寿命 30% ~ 65% 之间为中和型,高于刀具寿命 65% 为老衰型);③刀具与零件精度要求匹配最优原则:根据零件的加工精度需求,优先选择符合精度要求的匹配指数最高的刀具^[9,10]。根据以上原则并由实际情况分配各自权重进行计算,使在线调度达到最优化。

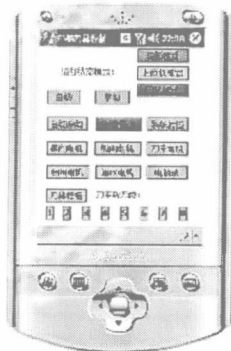


图3 PDA控制界面

