

研
究
开
发

内燃机车改进型微机控制装置

刘松柏, 张东方, 谢小婷, 李玮斌, 赵军伟

(株洲南车时代电气股份有限公司 技术中心, 湖南 株洲 412001)



作者简介: 刘松柏 (1973-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事内燃机车微机控制系统研究。

摘要: 介绍了内燃机车改进型微机控制装置的硬件结构、系统功能及优点, 解决了内燃机车微机控制装置小型化、模块化的市场实际需求; 现场考核证明该控制装置稳定可靠, 性价比高, 维护和检修简单方便。

关键词: 内燃机车; 微机控制; 辅机控制; 柴油机调速

中图分类号: U262

文献标识码: A

文章编号: 1000-128X(2011)02-0005-04

Improved Microprocessor Control Device for Diesel Locomotive

LIU Song-bai, ZHANG Dong-fang, XIE Xiao-ting, LI Wei-bin, ZHAO Jun-wei

(Technology Center, Zhuzhou CSR Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: This paper introduced the hardware structure, system function and the advantages of the improved microprocessor control device for diesel locomotive, which resolved the actual market needs of small and modular for microprocessor control device for diesel locomotive. On-site examination proves that the control device is stable and reliable, cost-effective, easy to maintain and repair.

Key words: diesel locomotive; microprocessor control; auxiliary machine control; diesel engine speed

0 引言

目前应用于内燃机车上的微机控制装置主要是EXP、LCS32系列, 这些微机控制装置功能多、性能强, 可配置性好, 能全面满足内燃机车的控制功能要求, 但应用在功能简单的内燃机车上则造成资源浪费、经济性差, 且装置体积相对较大。为了满足市场需求, 开发了性能可靠、价格适中的内燃机车改进型微机控制装置(具体型号为TPW28)。该装置外形美观、体积小、重量轻, 方便在机车上安装调试, 同时模块化设计便于功能扩充, 经过适当配置能满足新造内燃调车机车微机控制要求和交直模拟机车微机化改造要求。比如DF₅、DF₇等内燃调车机车和DF₄系列交直干线机车, 通过加装TPW28改进型微机装置和外围传感器(如电流、电压、温度、压力、转速传感器)和显示屏就可以将模拟控制机车改造为性能良好的微机控制机车, 达到性能良好、运行安全、节能、使用方便的控制目的。

1 微机控制装置硬件

1.1 结构组成

TPW28微机控制装置采用5U(84R)标准机箱, 由标准4U插件和背板组成, 具体有控制主板、数字输入板、数字输出板、模拟量处理板、辅发控制板、柴油机调速板及电源板, 并且每块插件板上有指示灯或测试孔; 同时还有2个备用槽位, 便于功能扩充; 机箱背面有2个24V的风扇, 用于机箱里插件器件的散热通风; 并且机箱上下分别布置0.5U作为通气用。右侧有2块安装板, 上面的万能转换开关用于辅机插件和柴油机调速插件的切换, 另外安装3个37芯的航空插座用于对外连线。对外接线采用航空插座且从前面板引出, 便于接线。TPW28微机控制装置外形如图1。

1.2 技术参数

| | |
|----------|-----------------|
| 供电电源 | DC 77 ~ 137.5 V |
| 功耗 | 30 W |
| 输入信号 | |
| 数字输入信号电平 | |

收稿日期: 2010-10-15

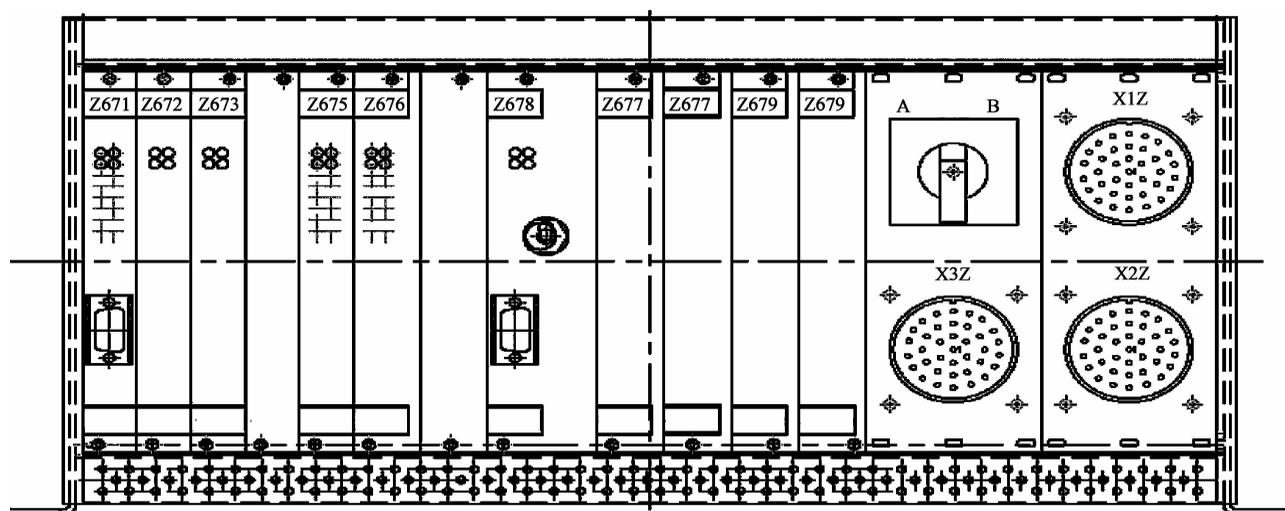


图 1 内燃机车改进型微机控制装置外形图

| | |
|----------|--------------------------------|
| 逻辑高电平 | DC 45 ~ 138 V |
| 逻辑低电平 | DC 0 ~ 30 V |
| 模拟低压输入信号 | DC 0 ~ 10 V |
| 模拟高压输入信号 | DC 0~150 V |
| 模拟电流输入信号 | 0~20 mA或0~400 mA |
| 频率输入信号 | 1~10 000 Hz |
| 输出斩波信号 | |
| 励磁机斩波输出 | 励磁电流0~6 A |
| 辅机励磁斩波输出 | 励磁电流0~8 A |
| 输出电源 | DC ± 15 V (供电流传感器、光电速度传感器用) |
| 开关量输出 | |
| 输出方式 | 负端输出 |
| 最大瞬间电流 | 3 A |
| 持续电流 | 1 A |

1.3 插件说明

控制主板。它是微机装置系统的中央处理单元，主要由以下电路构成：MC68332及其外围电路、CPLD控制逻辑电路、Flash存储器、时钟电路、硬件watchdog、RS422/RS485串行通信电路、RS232程序下载电路以及总线接口电路。有8路频率信号输入，频率检测硬件主要由频率信号检测和整形电路、电气隔离以及相关逻辑译码控制和总线接口等电路构成。

数字输入板。它完成16路数字输入的转变，数字输入负责检测机车110 V开关量信号，主要由110 V检测、电气隔离、滤波及相关逻辑译码控制和总线接口等电路构成。

数字输出板。它完成8路机车110 V电器的驱动控制和1路PWM励磁回路斩波控制，主要由电气隔离、MOS管及其驱动电路以及相关逻辑译码控制和总线接口等电路构成。

模拟处理板。它完成16路机车电流、电压、温度等模拟信号的采样，主要由模拟信号输入、滤波、多路

切换、A/D转换、模拟量输出以及相关逻辑译码控制和总线接口等电路构成。

电源插件。提供装置内部插件5 V和±15 V电源、24 V风扇电源和外部传感器±15 V电源。输入电压：110 V(60~140 V)。电源输出：+5 V 5 A；+15 V 1 A；-15 V 1 A；24 V 0.5 A。

辅机插件。柴油机启动完成后，控制直流辅助发电机(简称辅发)的并励绕组，使辅助发电机输出电压恒定在(110 ± 2)V。

柴油机调速插件。根据数字输入信息(司控器“升”位信号、司控器“保”位信号)来控制数字输出量(步进电机三相绕组A、B、C的充电状态)，从而控制柴油机的转速信号。

信号转换板。将传感器输入的电流信号转换为电压信号送给模拟处理板进行处理。

2 微机控制装置系统功能

TPW28微机控制装置集成了机车控制系统功能和辅发柴油机调速控制功能，其中辅发控制和柴油机调速都是双备份，可以进行切换，与机车控制系统完全独立。

2.1 机车控制系统

机车控制系统由硬件系统和软件系统组成。硬件系统采用模块化设计方法，由控制主板和I/O插件以及电源插件、背板组成，其内部原理框图见图2。

机车上各种模拟量、数字量信号分别经信号处理板、模拟量处理板、数字输入板进行处理后通过背板以数据地址控制总线与控制主板进行通信，频率采集信号直接送给控制主板进行处理，微机经过综合分析计算以总线方式控制数字输出板进行PWM输出和逻辑数字量输出。所有I/O模块均通过背板上系统总线连至CPU板，根据应用系统功能的需要可配置不同数目的I/O模块。微机装置对外通信可采取RS422(RS485、

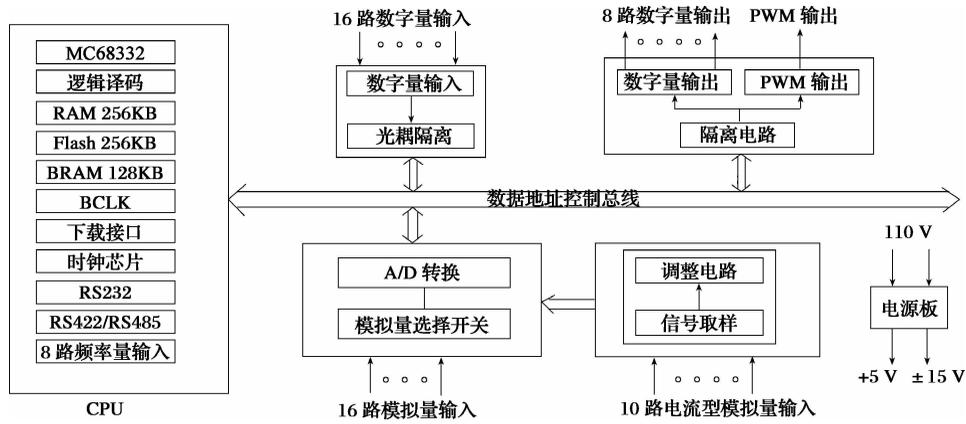


图 2 改进型控制装置内部原理框图

RS232)异步串行通信等方式。

软件系统应用嵌入式实时多任务操作系统。按照软件实现的功能,控制系统软件设计采用多层次模块设计,其示意图见图3。

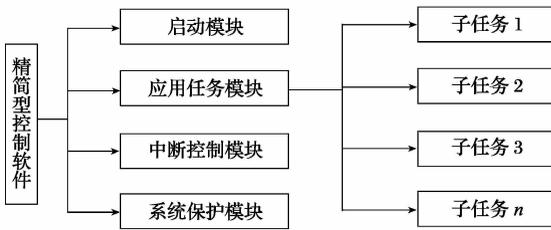


图 3 软件控制原理框图

启动模块:包括系统配置模块、硬件初始化模块以及应用初始化模块。完成系统初始化配置以及系统的冷热启动。

系统保护模块:完成总线监视、软件看门狗运行以及对应用任务进行的保护。

中断控制模块:完成机车系统频率信号采集、串口数据发送与接收、软件看门狗保护输出等。

应用任务模块:由若干子任务协同完成被控设备(机车)的信号采集、处理,输出控制命令,控制机车按照预设的工作特性曲线运行。其主要任务见表1。

表1 实时应用任务模块

| 任务 | 主要功能 |
|------|---|
| 主任务 | 系统冷热启动, 机车信息初始化, 存储空间分配, 中断设置, 子任务产生、调度, 异常情况处理 |
| 任务 1 | 机车励磁调节反馈信号采集、计算, 进行励磁调节 |
| 任务 2 | 机车数字状态信息采集、处理, 机车逻辑运算 |
| 任务 3 | 机车特性计算, 励磁给定值建立 |
| 任务 4 | 机车频率信号处理, 速度计算, 磁削控制, 粘着控制, 二级电阻制动 |
| 任务 5 | 机车模拟量采集, 计算 |
| 任务 6 | 机车故障保护、记录 |
| 任务 7 | 机车人机界面通信控制 |
| 任务 8 | 机车定时器处理 |
| 任务 9 | 系统保护模块 |

2.2 辅机控制和柴油机调速控制

辅机控制插件通过采集辅发输出电压值,通过PID调节输出PWM波形,控制辅发励磁绕组的电流,使辅助发电机发出的电压稳定在(110±2)V。该插件独立供电,其原理图见图4。

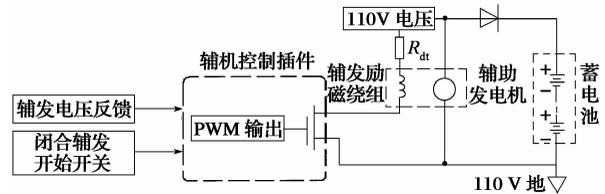


图 4 辅发控制原理框图

柴油机控制插件根据司控器“升”位信号、司控器“保”位信号来控制数字输出量(步进电机三相绕组A、B、C的充电状态),从而控制柴油机的转速信号。可通过显示界面设定步长和步速。该插件单独由110V供电,其原理示意图见图5。

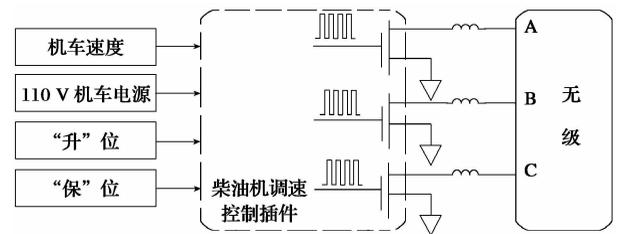


图 5 柴油机调速控制原理框图

辅机控制和柴油机调速控制采用双备份可进行切换的控制方法:通过对柴油机和辅机的工作电源电路进行切换,当万能转换开关打向1组时,1组(内燃辅机控制板1和柴油机调速板1)得电正常工作,当万能转换开关打向2组时,2组(内燃辅机控制板2和柴油机调速板2)得电正常工作。当其中1组出现故障时,可以通过转换开关切换。其双备份切换示意图如图6。

2.3 机车接口

TPW28微机控制装置和显示器以及与之相连的传感器、继电器等组成内燃机车微机控制系统,通过综合分析比较内燃机车上的各种反馈信号,实现机车控制功能、辅发控制功能、柴油机调速控制功能。微机控制装置与内燃机车的信号系统接口示意图见图7。

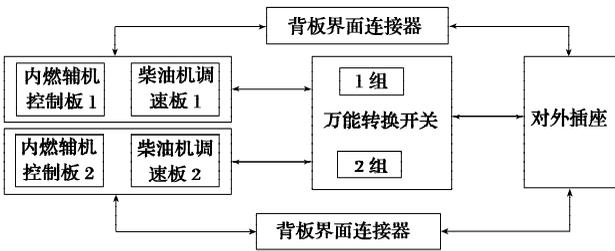


图 6 辅机和柴油机调速备份切换示意图

该微机控制系统能完成以下基本功能：特性控制功能(包括牵引工况下柴油机恒功率控制、电阻制动特性控制、自负荷工况控制等)；空转/滑行保护功能；机车电气系统及柴油机较简易的故障诊断、保护功能；简易逻辑控制功能；机车状态显示及故障记录保护功能；通信(RS485/422,RS232等)功能。

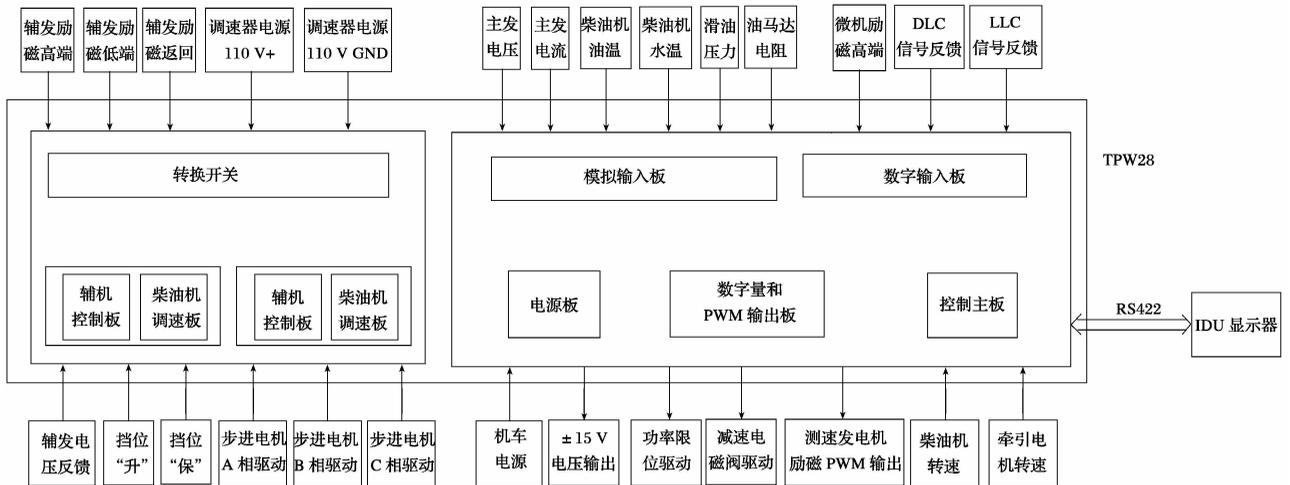


图 7 TPW28 与内燃机车系统接口示意图

3 装置的优点

改进型微机控制装置采用成熟的LCS32微机装置的技术,运行性能稳定,控制简单可靠。相比模拟控制机车,该装置能实现特性控制,有利于柴油机节油、功率的充分发挥,同时有故障诊断和保护功能,能防患于未然,避免出现大的安全事故。

装置结构设计合理,结构紧凑,抗电磁干扰性强,同时安装方便。对外引线通过前面板37芯航空插座进行,便于与机车系统连线,检修和拆卸方便。

功能全面,扩展方便,集成了辅机和柴油机调速功能,且辅机和柴油机调速通过转换开关实现双套冷备份,切换方便,可靠性高。相对EXP微机装置,TPW28采用4U标准机箱,体积比原来减小了50%,重量轻,维护简单方便。

插件采用4U标准插件,为通用模块化设计方式,具有良好的互换性,便于维护和检修。总线电平采用5V,有利于增强抗干扰性能。各种插件内部采用3.3V、1.8V系列电平,微机控制装置总体功耗低。插件元器件基本上采用SMT表面贴技术,并选用公司内部物料优选库,解决了供货渠道和质量可靠性问题。插件都进行了信号可靠性分析设计和电磁兼容性设计,在运行环境恶劣的条件下(高低温、湿度大)也能稳定可靠

地工作。

软件按CMMI工作流程采用结构化、模块化设计,通过可靠性测试和验证,大大提升了软件代码的执行效率和程序可靠性。软件设计采用C/C++语言编程,使软件具有很强的可移植性。采用程序在线下载技术,使应用程序可在现场进行自动下载,这给系统调试、维护带来了极大的方便。

4 结束语

改进型微机控制装置不仅能满足内燃机车的基本控制功能要求,同时结构紧凑、体积较小、安装方便、易于拆装。模块化的设计思路使功能模块化和集成化,操作简单,系统稳定,使机车维护和检修简单方便。该微机控制装置已经得到初步应用,在襄樊机务段运行很稳定,实际应用效果明显。

参考文献：

- [1] 戚墅堰机车车辆厂. 东风_{8B}型内燃机车[M] 北京: 中国铁道出版社, 1999.
- [2] 戚墅堰机车车辆厂. 东风₁₁型内燃机车电传动系统[M] 北京: 中国铁道出版社, 1999.
- [3] 姚晓阳. 国产内燃机车微机控制系统的发展与展望[J] 机车电传动, 2002(3): 1-3.