

新一代加油设备核心控制系统设计

万相奎¹, 陈建明²

(1. 广东工业大学信息工程学院, 广州 510006; 2. 托肯恒山科技(广州)有限公司, 广州 510663)

摘要: 针对电脑加油设备核心控制系统来自技术发展和市场新需求的挑战, 提出基于 32 位微处理器的新一代电脑加油设备核心控制系统的设计, 采用 ARM 和嵌入式 Linux 操作系统构建基础运行平台。基于 CAN 总线模块化设计功能硬件平台, 运用 ICS 机制进程化设计功能软件模块。新一代控制器实现了单板 4 枪同时加油功能, 并在降低设备成本及提高开放性、智能性和可维护性方面具有明显优点。

关键词: 加油设备; 核心控制系统; 开放; 智能; 可维护性

Design of New Generation Core Control System for Dispenser

WAN Xiang-kui¹, CHEN Jian-ming²

(1. Information Engineering College, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006;

2. Tokheim Hengshan Technologies(Guangzhou) Co., Ltd., Guangzhou 510663)

【Abstract】 Aiming at the actuality of the core control system for the dispenser and the challenge from technology developing and requirement from market, the design of a new generation of dispenser control system is introduced. ARM and embedded Linux operating system is used to construct the based running platform, and the modularized hardware platform is designed based on CAN bus, and the different processes, which communicate with each other via Intertask Communication and Services(ICS) are developed to implement for the main task. It proves the new designed controller can not only support four nozzles fueling, but also make the dispenser more intelligent, open and maintainability, and the cost is lower.

【Key words】 dispenser; core control system; open; intelligent; maintainability

1 概述

本文所述的加油设备指目前被广泛应用于加油站的电脑加油机, 电控智能单元是其核心控制部件。目前加油设备一直采用 51 系列单片机作为其核心。一台加油设备的单个电控智能单元需要 4 个 51 系列单片机来共同分担。它们是: 税控 MCU, 计量 MCU, 智能 IC 卡 MCU 和总台通信 MCU。在行业发展初始阶段, 它们以电脑控制取代机械控制, 大大提高了计量精度和工作效率。但随着技术发展和市场需求变化, 目前基于 4 个 51 单片机组成单个电控单元, 一方面导致控制部件成本过高; 另一方面, 市场要求高端加油设备具有高性能、多功能以及智能化特点, 而 51 系列芯片受本身处理速度和资源的限制, 在新功能扩展和资源整合方面力不从心, 难以承担新的重任。加油设备制造商急切希望有性能更强大的 MCU 和新技术来改变现状^[1]。

基于此, 本文实现了一个新架构下的单板(单芯)4 枪加油控制系统, 在系统性价比、扩展性、稳定性、智能性以及市场响应能力方面得到显著提升。

2 加油设备及其控制系统工作原理

电脑加油设备一般由电机、油泵、油气分离器、测量变换器、编码器、核心控制部件、外围部件(显示屏、键盘、支付、总台通信单元等)、控制阀、油枪等组成。其单枪加油工作原理如图 1 所示。

工作时, 提取油枪, 油枪开关信息送入核心控制单元。核心控制单元判断后, 启动电机, 带动油泵旋转, 油从储油罐中被抽出, 送入油气分离器进行油气分离。然后纯油进入测量变换器。测量变换器一方面将油送入输出油路, 另一方

面将油的流量信号转换为机械信号, 在编码器作用下进一步转换为脉冲信号, 送入核心控制单元。通过核心控制部件中的计量芯片计量脉冲个数, 根据油量=脉冲数×脉冲当量(每一脉冲对应的油量), 进而获得相应的加油量。通过计量监控芯片送给显示部件显示。加油结束时, 根据油枪信号或外围的预设置来停止电机和关闭油枪, 完成加油过程。

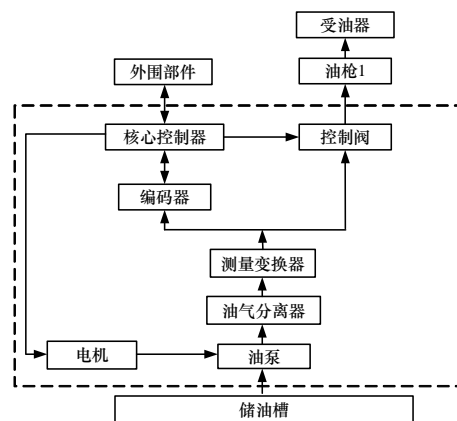


图 1 加油设备单枪工作原理

目前, 控制单元主板集成的 4 大主运算芯片中, 税务监控 MCU 和计量 MCU 共同完成对加油开始和结束的控制, 以

基金项目: 广州市开发区科技计划基金项目资助(2007Q-P075)

作者简介: 万相奎(1976—), 男, 副教授、博士, 主研方向: 嵌入式系统, 网络测控与仪器; 陈建明, 高级工程师

收稿日期: 2009-02-10 E-mail: xkwan@gdut.edu.cn

及油泵、油枪和其他接口的控制，并通过专用的外设接口，实现加油状态实时显示；总台通信 MCU 通过通信板与后台连接，完成交易数据的上传和下载；由于支付和编码器数据的复杂性和核心控制部件资源的局限性，对支付和编码器部件还采用智能 IC 卡 MCU 专门处理器和转接板，来满足它们与核心运算单元的通信和数据处理的要求。控制系统核心部件内部结构如图 2 所示。

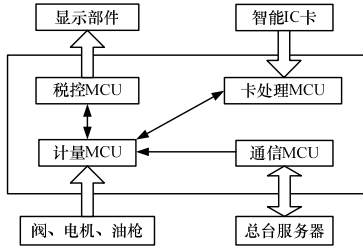


图 2 单枪加油设备控制系统核心部件

由于以上 MCU 都是基于 51 系列芯片，受 51 芯片本身性能和资源的影响，一个计量监控芯片只能应付一条油枪加油。若要求 2 条或 2 条以上的油枪同时加油，则需要 2 套或 2 套以上的核心控制部件来完成。这大大限制了核心控制部件的功能扩展性和市场响应能力，且增加了加油设备的构建多枪加油的系统成本。

3 新一代加油设备核心控制系统设计

嵌入式系统作为一种面向特殊应用的专业计算机系统，具有可靠性高、软硬件可裁减、成本可控的优点，是现代计算机技术改造传统产业，提升各领域(包括测试仪器仪表领域)设备技术水平的有力工具^[2]。

加油设备核心控制系统既要适应当前行业的市场需求，又要满足将来的功能需求扩展。基于以上需求，本文提出基于嵌入式系统的新一代加油设备核心控制系统设计方案。从逻辑结构上讲，新一代核心控制系统可分为 3 个层次：基于 32 位微处理器 ARM9 和嵌入式 Linux 操作系统的基础运算平台，基于 CAN 总线的模块化功能硬件层，基于 ICS 消息通信机制的进程化功能软件模块层。其逻辑结构如图 3 所示。

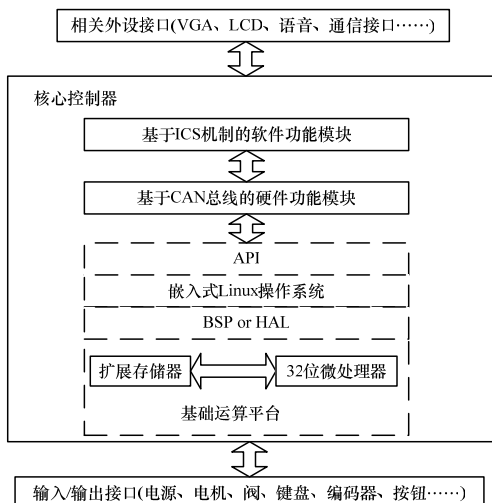


图 3 新一代核心控制系统逻辑结构

下面分别从这 3 层来阐述设计思路和产品优势。

3.1 基础运算平台设计

基础运算平台被设计为 3 部分：基于 ARM 的核心处理板，基于嵌入式 Linux 的操作系统，实现外设控制和提供高

级操作接口的基础函数类库，如图 4 所示。

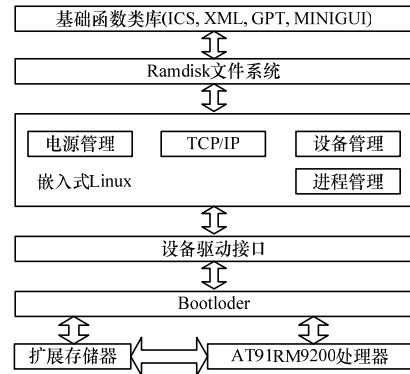


图 4 嵌入式基础运算平台

AT91RM9200 核心微处理器是基于 ARM920T 微内器设计的，具备高达 180 MHz 的主频和片上 16 KB 的 SRAM 和 128 KB 的 ROM 及内存管理单元。支持虚拟内存管理，片上集成了包括多个 USB、串口、10/100Base-T 的以太网控制器等标准接口，提供一系列符合工业标准的外设和 I/O，为低功耗、低成本、高性能的宽范围应用提供一个单片解决方案^[3]。采用 AT91RM9200 核心微处理器作为其核芯，可以满足智能化电脑加油设备的多功能需求和工业标准要求。

嵌入式 Linux 操作系统从开源免费的通用 Linux 操作系统裁减而来，它可以方便加载设备驱动，其内核由完善的进程调度模块、文件管理模块、电源模块等组成，容易加载网络模块和图形库^[4]。基于其扩展性、稳定性和成本优势考虑，选择它作为系统的操作系统。

基础类库是基础运算平台一个重要组成部分。加载和移植不同的基础类库，包括嵌入式 XML 库、GPT 库、minigui 库、ICS 库等。

嵌入式 XML 库通过移植和裁减通用 XML 实现，满足对复杂结构的数据库访问。

GPT 库基于服务器/客户机模式研发而来。GPT server 作为一个独立进程运行于上层应用。其他进程通过创建 GPT client，即时钟来获得数据通信的同步信号，完成复杂任务的多进程协调工作。

通过裁减和移植 minigui 库，满足智能加油设备的友好人机交互界面需求。

ICS 库基于套接字和 UDP 协议创建，提供基于消息-邮箱的进程间通信。

3.2 基于 CAN 总线的硬件功能模块规划

核心控制器既要具有充分的扩展性，又要具有很高的稳定性。这要求把以前按集成思想设计的功能部件(如支付、税控、后台通信等功能最大化集成到一个电路板上)分离出来，按功能模块化思想来设计；新的功能模块(如泄漏检测、油气回收、人机交互等)也必须添加进来，来满足新的市场需求。同时，还必须保证整个系统的稳定性和可维护性。

CAN(Controller Area Network)是一种有效支持分布式控制或实时控制的串行通信网络。与一般硬件板间通信总线(如 RS485)相比，CAN 总线的数据通信具有突出的可靠性、实时性和灵活性^[5]。这为新一代加油设备控制系统的硬件平台模块化、网络化规划提供了技术基础。

总体上，下一代加油设备核心控制系统的硬件功能平台分为核心处理板、基础 I/O 板和外围功能板。核心处理板即

基础运算平台的硬件部分，已在前面介绍。基础 I/O 板用于集成标配模块(如防作弊编码器、税控模块等)，并引出核心处理器与外设通信的接口。外围功能模块板则根据客户功能需求来搭配相应的功能板，以达到定制的目的。

在核心处理板、基础 I/O 板和各个外围功能板上分别集成 CAN 微处理器，借助于 CAN 总线的通信优势来保证核心板和模块化设计的功能部件间实现数据的流畅交互。基于 CAN 总线的新一代核心控制器硬件部件网络化规划示意图如图 5 所示。

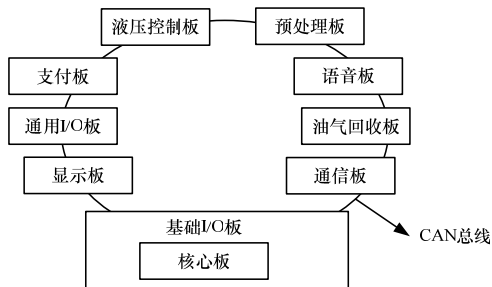


图 5 基于 CAN 总线的控制器硬件功能模块结构示意图

3.3 基于 ICS 机制的进程化软件功能模块架构

下一代核心控制系统要求单板实现 4 枪同时加油的复杂任务。在硬件模块上，4 条枪加油时对应的泵、阀、枪、电机、显示、输入等均通过独立的硬件模块来实现。相应地，对其控制、通信和计量任务的功能软件，也需要多个独立进程同时协调工作来完成，这导致功能软件的复杂性大大增加。

基于任务的相对独立性考虑，整个控制系统的功能软件通过以下独立进程来实现：

(1)加油进程。承担包括加油预处理、税控与计量以及管理加油过程的中心控制模块。每个进程负责一个加油点(每个加油点支持多个油品的油枪在不同时刻加油)的油枪加油。本系统可支持 4 个加油点同时加油，这要求同时运行 4 个独立的加油进程。

(2)配置任务进程。负责整个系统的参数配置、查询和修改。

(3)液压控制进程。执行基本的阀、电机和枪的测试与开关控制。

(4)诊断进程。负责处理由于操作、维护、运行过程中的错误诊断和进行事件日志。

(5)油气回收进程。集成在主控制板上，负责执行油气回收系统的控制和测试任务。

(6)显示进程。负责交易相关信息的显示。

(7)GUI 进程。提供友好的人机交互功能，实现信息的直观、快速交互。

(8)数据管理进程。提供整个系统的交易记录、系统参数、诊断与维护等数据的安全管理。

(9)网络服务进程。实现系统的远程参数更新、数据访问和故障诊断功能。

(10)其他进程。包括进程管理进程(总体负责各个功能进程的正确启动和关闭)、I/O 进程(负责控制各个 IO 口)、支付进程(负责卡交易)、CAN 协议转换进程(上层功能进程与 CAN 设备通信的桥梁)以及其他可选进程。

任务进程化可以使得各任务的内部实现变得明确和简单，但各任务间的通信和数据交互变得复杂。基于此，本项目研发解决此问题的 ICS 消息基础函数库。

ICS 通过“ICS 邮箱”来为操作系统上层应用程序提供统一标准的数据交互方式，使得应用进程间的通信独立于操作系统。这样，当操作系统版本升级和使用新的操作系统时，不必涉及上层应用的更改。

任意需要使用 ICS 消息的进程首先需要创建消息邮箱，并通过周期性检查邮箱中的消息来获得数据。ICS 库函数可以方便满足进程间的数据通信。每个进程事先都需要创建一个“ICS 邮箱”，并通过周期性检查邮箱中的消息来获得数据。需要发送数据给其他进程的进程只需要将格式化后的数据以消息的形式发送给目的进程邮箱，对方即可接收到数据。

图 6 描述了基于 ICS 的多进程间数据交互过程。计算机启动“进程 1”和“进程 2”后，“进程 1”创建其邮箱“QX”。“进程 2”要发送数据给“进程 1”时，它将把数据通过 ICS 消息直接发送到“QX”邮箱，“进程 1”通过查询自己的邮箱并提取数据来获得“进程 2”发来的数据。同样道理，“进程 1”也可发送数据到“进程 2”邮箱，进行数据通信。这种机制也可应用于远程网络上的进程间通信，此时它需要一个 ICS 网关进程来支持。

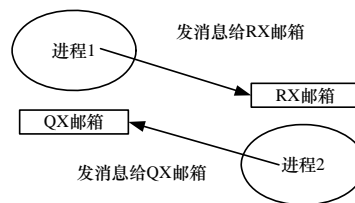


图 6 基于 ICS 邮箱的进程间通信过程

ICS 消息的消息头结构定义如下：

```
struct
{
    unsign int msg_class; //消息类
    short msg_id; //消息 ID: 命令/事件/数据消息
    WORD msg_length; //消息长
    WORD msg_qualifier; //消息附加参数
    int msg_token; //消息序列号
    BYTE fip_id; //加油点 ID
}
```

所有使用 ICS 消息通信的进程必须定义自己的 ICS 消息结构，所有的 ICS 消息结构中必须定义以上的消息头，以便于解析接收的 ICS 消息。

基于 ICS 消息通信机制的控制系统进程化功能软件模块架构如图 7 所示。

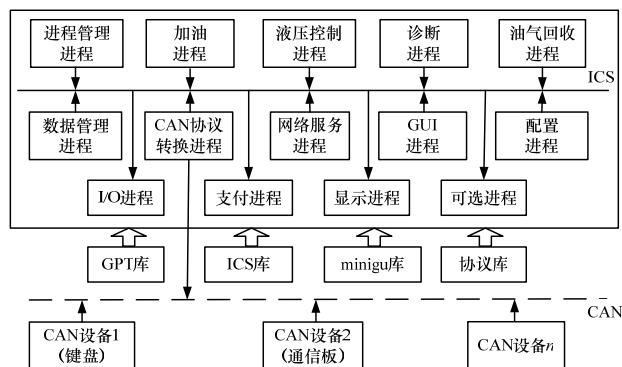


图 7 基于 ICS 消息的进程化软件功能模块架构

由图可见，整个控制系统的功能软件被分为 3 个层次：

(下转第 251 页)