

# 基于 ARM 嵌入式系统的汉显数字 汽车衡仪表设计

上海耀华称重系统有限公司 曾张元

**【摘要】** 介绍一款采用 ARM 嵌入式系统设计的汉显数字汽车衡仪表 XK3190-DS2，结合 ARM 嵌入式设计要领分析该仪表的设计方案及功能特色。

**【关键词】** ARM  $\mu$ C/OSII 嵌入式操作系统 汉显仪表 拼音输入

通常情况下，汽车衡应用现场环境恶劣，外界电磁干扰复杂多变，模拟传感器电信号长线传输易受干扰，仪表长时间运行也可能会因突发干扰的影响而出现异常。数字仪表与数字模块之间长线传输数字信号，而数字信号抗干扰性较强，一定程度上提高了仪表抗干扰能力。由于数字模块与传感器之间模拟电信号传输距离很近，可有效降低传输噪声，提高计量精度。同时，数字通信协议的隐密性和数据传输严格的时序要求大大提高了技术壁垒，降低了作弊的可能性。这些优势使得数字化汽车衡仪表有着很好的发展前景。

国内普通汽车衡仪表程序多采用单任务顺序运行机制，一旦该任务受干扰运行紊乱，将直接导致仪表各功能的错误调用，造成不可预料的后果，目前只能依靠看门狗重启仪表程序，重新初始化数据。这对于实时性要求较高的批量数据处理而言，显然是不允许的，必须引入嵌入式多任务开发理念。

本文介绍的数字汽车衡仪表 XK3190-DS2 以实时多任务嵌入式操作系统  $\mu$ C/OSII 为平台，基于 ARM7 系列 LPC2214 高性能处理器，在数据处理的实时性、稳定性、抗干扰性以及人性化的汉字显示操作界面上均有出色的表现。仪表外观如图 1。



图 1 数字汽车衡仪表 XK3190-DS2 外观图

## 一、嵌入式系统及 ARM 简介

嵌入式系统是以应用为中心、计算机技术为基础、软件硬件可裁剪、对功能、可靠性、成本、体积、功耗严格要求的专用计算机系统。它面向用户、面向产品、面向应用，其功耗、体积、成本、可靠性、速度、处理能力、电磁兼容性等方面可适应于不同应用系统和应用场合的要求。嵌入式处理器是嵌入式系统硬件最核心的器件。对于中高端仪表而言，为了满足批量数据处理与显示的实时性要求，还必须运用嵌入式操作系统平台。

ARM (Advanced RISC Machines) 是微处理器行业的一家知名企业，以设计高性能、高性价比、低功耗的 RISC 处理器、相关技术及软件而闻名。由于其技术在全球众多著名半导体、软件和 OEM 厂商的迅速推广与普及，衍生出一类各具特色的低功耗高性价比微处理器，因此，ARM 也成为这类处理器和技术的代名词。由于 ARM 强大的运算能力、不断丰富的外设资源、良好的技术支持，以及逐步下调的价格机制，现今已经成为嵌入式系统开发的首选。ARM 处理器依据其体系结构和运算能力的不同分为 ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10 等众多系列。

XK3190-DS2 采用飞利浦高性能低功耗 LPC2214 微处理器，其结构框图如图 2。它是一款支持实时仿真和跟踪的 32 位 ARM7TDMI-S 处理器，采用三级流水线技术，锁频与倍频技术，其最高工作频率高达 60MHz，运算能力是普通 51 系列单片机的 5 倍以上。LPC2214 外设接口丰富，如图 2 所示，

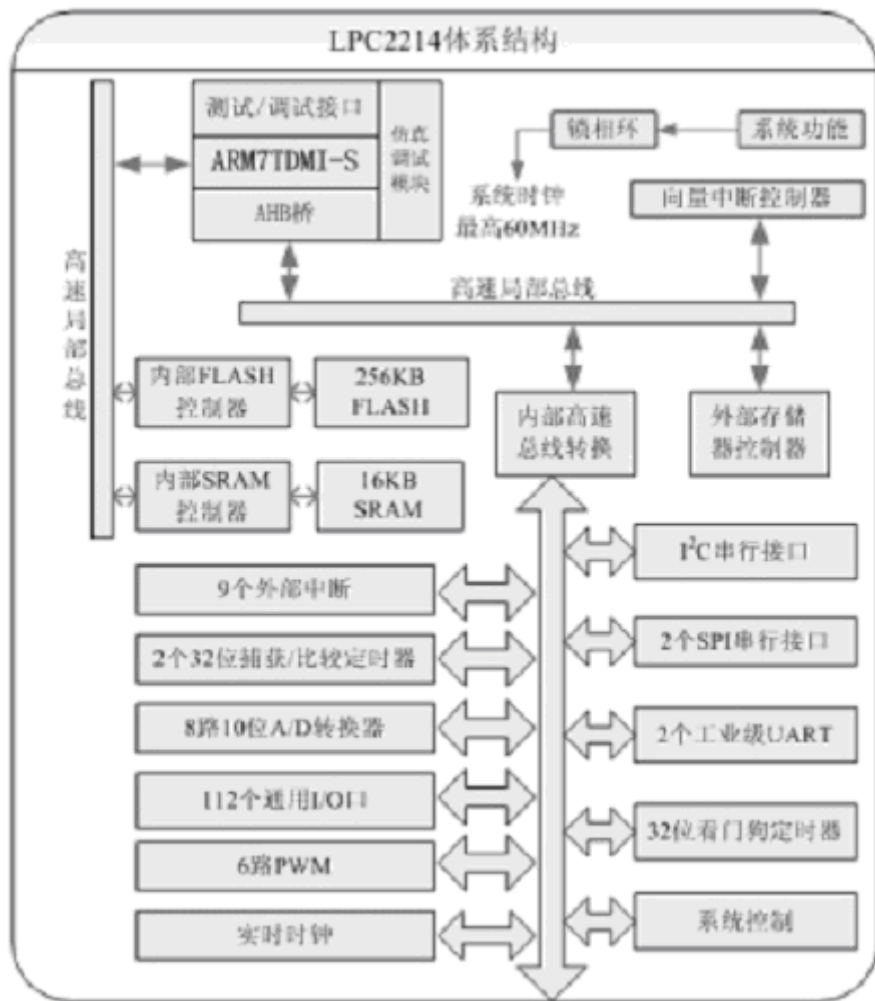


图 2 LPC2214 处理器体系结构图

它包揽了仪表开发常用的功能接口和专利技术I<sup>2</sup>C硬件接口，为硬件功能的扩展提供了较大的空间。它内嵌 256K字节Flash程序存储器，16K字节静态RAM，为灵活的嵌入式程序设计提供了可能。它还提供强大的数据加密功能，其程序烧录方式灵活，既可通过JTAG 接口进行在线编程，也可通过RS232 串口进行程序更新与升级，方便针对不同用户的特殊需求进行程序修改。LPC2214 开放外部总线，可提供多达 24 条地址线和 32 条数据线。其矢量中断控制器可支持最多 32 个中断请求并可分配优先级，将中断延时降低到最低限度，有效的满足了实时性要求。

## 二、μC/OSII 嵌入式操作系统简介

嵌入式操作系统 μC/OSII 是专为微控制器系统和软件开发而设计的开源代码的抢占式实时多任务操作系统内核，是一段微控制器启动后首先执行的背景程序，它作为整个系统的框架贯穿系统运行的始终。对实时性和稳定性要求很高的数据处理系统而言，引入嵌入式操作系统 μC/OSII 无疑将大大改善其性能。

μC/OSII 的特点主要有：开源代码、代码结构清晰明了、注释详尽、组织有条理、可移植性好、可裁剪、可固化。内核属于抢占式，最多可以管理 60 个任务，可实现任务的灵活切换、故障诊断、创建与撤销。由于各个任务独立运行，互不干扰，当某个任务由于外界突发干扰而运行出错时，系统可以迅速自行诊断该任务，撤销和重建运行，不会导致其他任务功能的错误调用和整体程序的运行紊乱，有效的降低了故障率，提高了抗干扰能力和稳定性能。同时，μC/OSII 按时间片管理处理器的运行，可在某任务因等待事件触发而空闲时，分配其它任务的运行，有效的提高了程序的运行效率，增强了数据处理的实时性。

在 XK3190-DS2 设计中，通讯、打印、显示、重量数据处理等功能均形成独立的任务，按照各自的时间片协调运行，运行效率和实时性得到了较好的体现。

μC/OSII 自 1992 年的第一版（μC/OS）以来已经有数百个成功应用案例，是一个经实践证明好用且稳定可靠的内核。目前国内对 μC/OSII 的研究和应用都比较成熟。

## 三、仪表工作原理

由数字汽车衡仪表、数字模块、模拟传感器、秤台联接组成独立的称重系统。目前 XK3190-DS2 仪表兼容德国 HBM、苏州仅一、上海耀华数字模块协议，也可按照用户的特殊需求扩展专用协议。工作时，安装在秤台下的模拟传感器将重量转化为电压或电流信号，数字模块对该信号进行采样、滤波，并通过高性能 A/D 转换器变为数字信号，微处理器根据仪表通讯指令将该数字信号进一步处理后依照相关的通讯协议将数据传送给仪表。

仪表定时接受多达 16 个数字模块传来的数据，经数字滤波、累加处理和四角修正，计算出最终的重量数据并显示出来，并可根据用户对仪表的操作进行重量数据的毛重净重处理、记录存储、查询、删除、累计、打印、上位机通讯以及外接大屏幕显示。

## 四、系统硬件结构

仪表的结构示意如图 3，高性能 ARM 处理器 LPC2214 和 128K 字节静态 RAM，32K 字节 E<sup>2</sup>PROM

组成最小系统，实现数据的运算，存储与掉电保护等核心功能。其他外围部件与接口实现仪表功能的扩展。仪表可实现外接打印、外接大屏幕显示、上位机通讯等功能，并预留多个通用I/O口和SPI口提供用户特殊功能的扩展，如可扩充4~20mA电流环模块、模拟A/D转换模块、继电器开关量输出、外接热敏打印机等。

仪表采用开关电源，电压范围110V~220V,频率50Hz~60Hz,可有效避免因电网电压不稳定、工业现场复杂环境对电源线的干扰以及不同国家电网差异带来的问题；同时由于电源效率高，有效的降低了能耗。仪表还预留24V直流电源接口，方便用户在特殊场合的运用。

仪表主板采用4层板设计，电源线路由自恢复保险丝提供过流保护，在关键的对外接口（如通讯口、外接打印口）上提供防雷管和瞬变抑制二极管保护，保证了良好的板级抗干扰性能。

仪表采用5V供电的256×64点阵进口VFD显示模块或240×64点阵LCD显示模块，配备防水不锈钢机壳，整体设计大气美观。

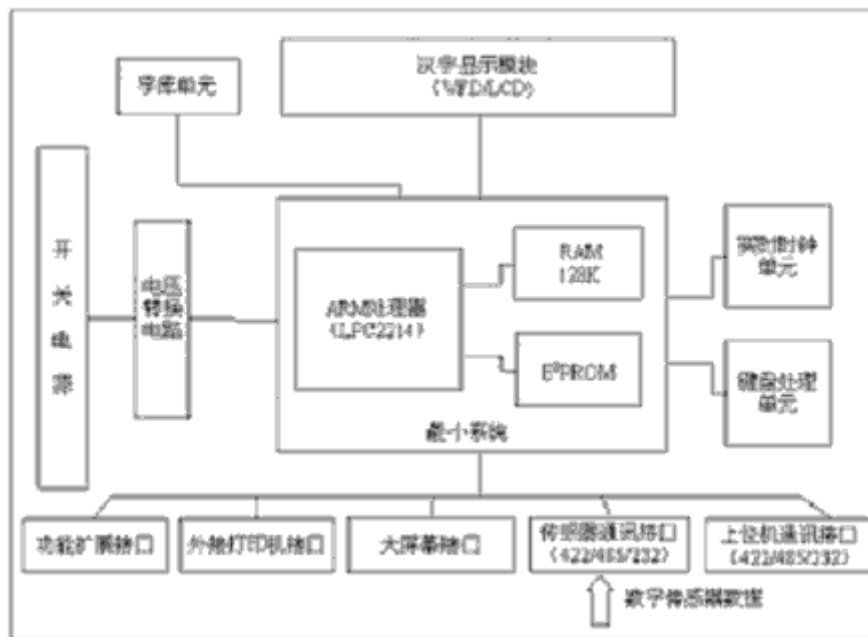


图3 仪表结构示意图

## 五、软件界面设计

凭借嵌入式系统平台强大的运算和存储能力，在确保称重数据实时准确处理的基础上，XK3190-DS2除了继承上海耀华以往汽车衡仪表各项功能设置外，更专注于汉字显示界面设计和人机交互操作，采用类似手机操作界面的滚动菜单条式风格、数字/英文/拼音/符号四位一体输入法，提供了丰富的操作提示和故障诊断，体现了中高档仪表人性化、智能化、操作简便化的特点。

### 1. 多列滚动菜单条式设计

仪表扩展了菜单选取的二维化效果，方便用户进行菜单功能的调用，如图4。

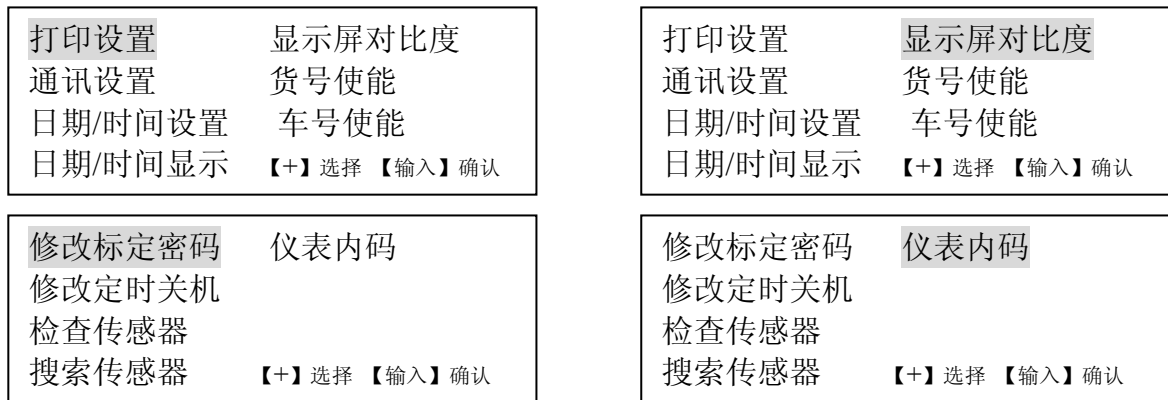


图 4 菜单选择界面

图中“+”表示方向键，反白显示表示当前选取的菜单条。使用【←】、【→】方向键可实现菜单条的横向选取，并自动切换全屏菜单显示内容；使用【↑】、【↓】方向键可实现菜单条的纵向选取，并自动实现相邻列菜单条的切换和换屏显示。同时，横向选取和纵向选取可交叉进行，方便的遍历所有的菜单项。

### 2. 丰富的参数设置提示

仪表本着“可脱离说明书操作”的设计理念，在用户设置每一个参数时提供丰富的说明文字，如参数输入范围、输入内容的说明等，有效的减少误操作。界面设计如图 5，

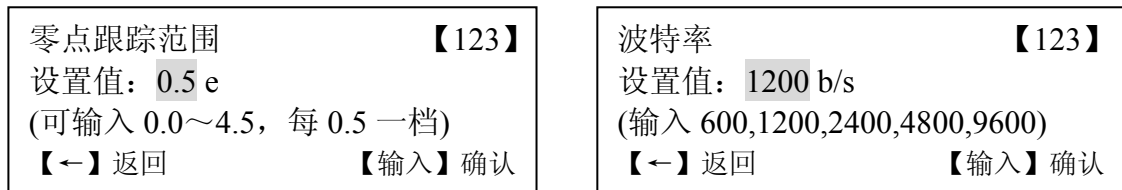


图 5 参数设置界面

### 3. 丰富的记录查询与删除功能

汽车衡仪表对称重记录的管理要求较高，不仅要求能够快速存储，还要求实现记录的快速查询和删除。XK3190-DS2 充分发挥了其大屏幕汉字显示和嵌入式操作系统管理优势，不仅可以快速贮存最多 1000 个车牌号和皮重、1000 个货物名称、1000 组称重记录，还能方便的按车牌号、按货物名称、按日期查询和删除称重记录以及快速检索车牌号、货物名称和超载记录。其界面设计如图 6。

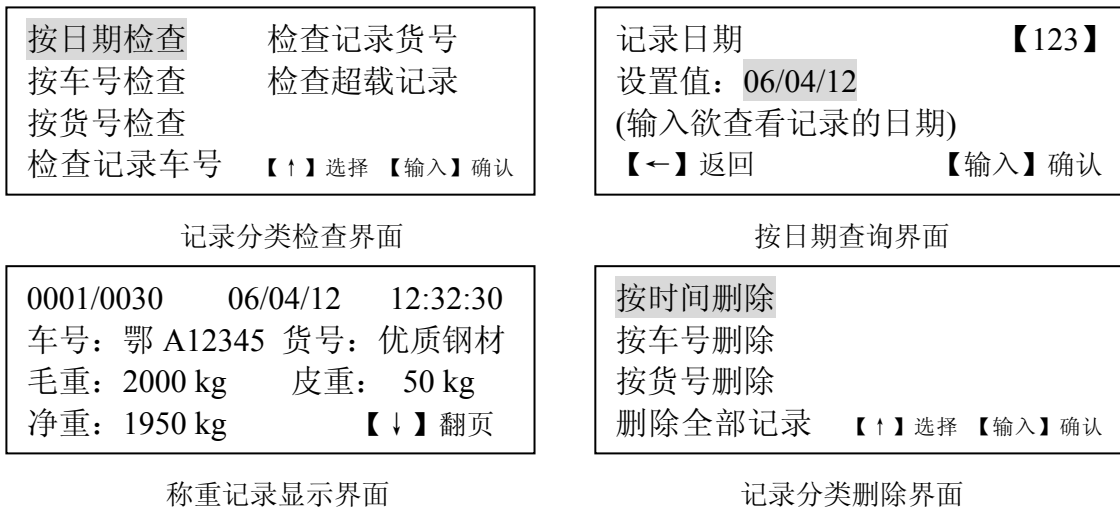


图 6 记录的查询与删除界面

4. 混合输入法

仪表采用数字/英文/拼音/符号混合输入法，其操作方式类同于时下手机流行的 T9 输入法，只要熟悉手机短信的输入方式即可迅速上手，更好的迎合了用户的操作习惯。其中拼音输入法具有多音字检索功能，有效的提高了汉字输入效率。仪表设立独立的【输入法】按键，可方便的实现输入法的切换。界面设计如图 7。

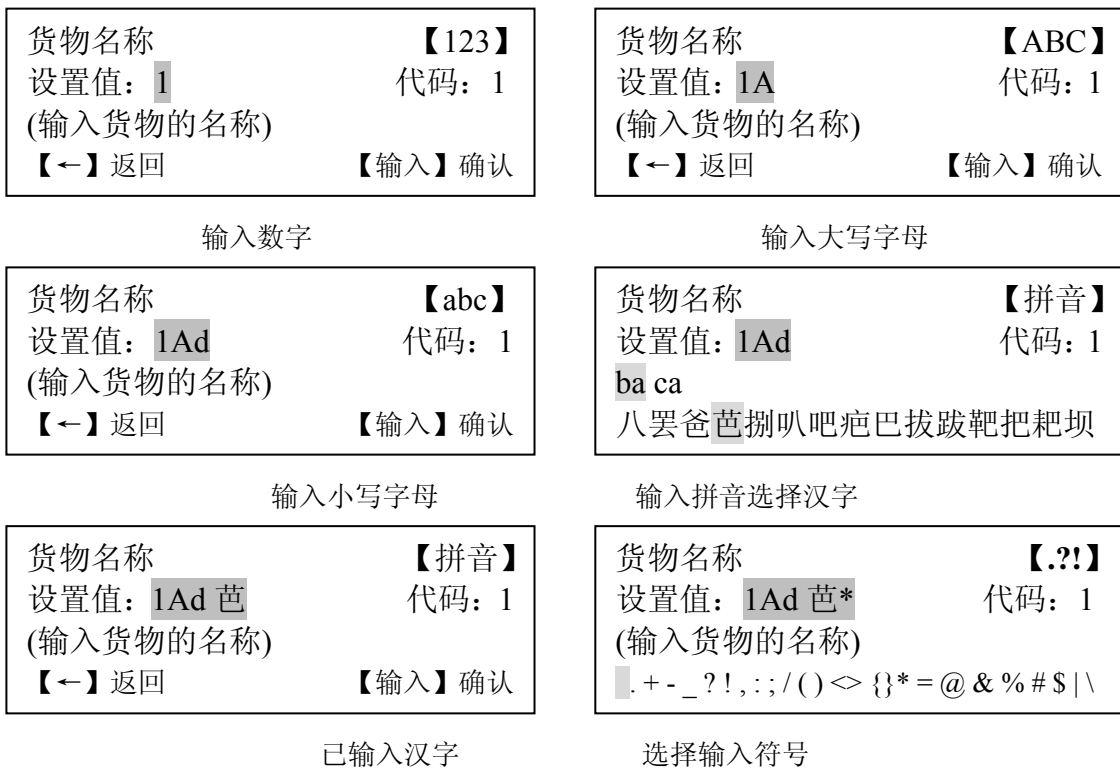


图 7 输入界面

- ① 输入数字时，直接按对应数字键完成输入；
- ② 输入大小写英文字母时，按对应字母键切换需要的字母，间隔 1 秒钟后可输入下一个字母；
- ③ 拼音输入时，直接按汉字拼音序列对应的字母键，仪表智能匹配符合条件的拼音串，按【↑】、【↓】键选择正确的拼音串，按【←】、【→】键选择合适的汉字，按【输入】键完成输入。
- ④ 符号输入时，直接按【←】、【→】键选择合适的符号，按【输入】键完成输入。

为方便用户避开输入法操作,快捷调用已存储的车号、货号等信息,仪表专门设置了快捷码功能,如图 7 代码栏,输入时直接输入对应的代码,仪表自动调用该代码对应的信息并显示。代码一一对应的车号、货号信息列表可通过外接打印机直接打印出来,方便用户查看。这也是本仪表的一大特色。

## 六、结束语

汉显数字汽车衡仪表 XK3190-DS2 采用 ARM7 系列 LPC2214 高性能低功耗处理器和嵌入式操作系统  $\mu\text{C}/\text{OSII}$ , 具有精度高、运行稳定、实时性好、抗干扰能力强、性价比高的特点, 适合在复杂的现场环境中广泛应用。该技术在满足计量准确度和稳定性的同时, 更加注重仪表的人性化界面设计, 提高其可用性和易用性, 有益于在更深更广层次用户群中的推广, 体现了国际衡器行业仪表的发展趋势。其设计方案对模拟式汽车衡仪表也有很好的借鉴作用。