



## 基于 ARM 处理器的高速、大容量 POP 文本显示器开发

### 一、 本项目的技术和产业发展背景和必要性

#### 人机界面产品的基本概念

人机界面 (Human-Machine Interface), 是人与机器进行交互的操作方式, 即用户与机器互相传递信息的媒介, 其中包括信息的输入和输出。好的人机界面美观易懂、操作简单且具有引导功能, 使用户感觉愉快、兴趣增强, 从而提高设备的使用效率。HMI 为英文 Human-Machine Interface 的缩写。

人机界面产品 (以下简称 HMI 产品) 是工业自动化系统中用来连接可编程序控制器 (PLC: Programmable Logic Controller) 变频器、直流调速器、仪表等工业控制设备, 利用显示屏显示, 通过输入单元 (如触摸屏、键盘、鼠标等) 写入工作参数或输入操作命令, 实现人与机器信息交互的数字设备; 人机界面产品由硬件和软件两部分组成。

人机界面产品由硬件和软件两部分组成, 硬件部分包括中央处理单元、显示单元、输入单元、通讯接口单元、数据存贮单元等, 其中处理单元的性能决定了 HMI 产品的性能高低, 是 HMI 产品的核心单元。根据 HMI 产品的等级不同, 中央处理单元可分别选用 8 位、16 位、32 位的处理器。

HMI 产品的软件一般分为两部分: 即运行于 HMI 产品嵌入式硬件系统中的实时管理软件和运行于 PC 机 Windows 操作系统下的工程画面组态软件 (如 JB - HMI 画面组态软件)。使用者都必须先使用 HMI 产品的画面组态软件制作“工程文件”, 再通过 PC 机和 HMI 产品的串行、USB 等通讯接口, 把编制好的“工程文件”下载到 HMI 产品的中央处理器中运行。

#### 人机界面产品国内、外研究及发展趋势

#### 人机界面产品的发展历史:

人机界面产品的发展是随着工业自动化技术的发展应运而生的, 同时随着计算机软硬件技术和大规模集成电路技术的飞速发展, 人机界面产品也在不断的发展和级别中, 人机界面的发展大致可分为如下几个阶段:

- 20 世纪 80 年代以前: 由状态指示灯和机械开关等组成的人机操纵界面屏
- 20 世纪 80 年代: 由数码管、字符显示终端和键盘等组成的字符人机界面产品
- 20 世纪 90 年代: 由 8 位单片机、多种输入设备 (如触摸屏) 和光栅图形显示设备、个人计算机 (PC), 工作站等组成的智能人机交互设备。
- 21 世纪 2000 年以后: 基于超大规模集成微处理器 (16 位单片机、32 位微处理器) 嵌入

式实时操作系统、液晶显示单元、网络单元等组成的新一代人智能机界面产品。

新一代智能人机界面产品的分类：

- 一类产品：薄膜键盘输入的 HMI 产品，显示尺寸小于 5.7 寸，画面组态软件免费，仅支持一个串行接口设备，一般可称为小型人机界面或文本显示器，易使用、价格低、常用于小型机械设备的电气控制中，市场占有率巨大。
- 二类产品：触摸屏输入的 HMI 产品，显示屏尺寸为 5.7 ~ 12.1 寸，同时支持 2 个串行接口设备，无网络接口。画面组态软件免费，一般可称为“触摸屏”，使用较复杂、价格中等、用于中型机械设备，市场占有率较大。
- 三类产品：基于工业平板 PC 计算机的、具有多种通讯接口（如网络接口）多功能的 HMI 产品，界面显示屏的尺寸大于 10.4 寸，画面组态软件收费，一般称为计算机控制单元，使用复杂、价格高、大型工业设备中使用，市场占有率低。

随着超大规模集成电路技术和计算机技术的飞速发展，未来的人机界面产品在功能上的高、中、低划分将越来越不明显，中低端的 HMI 产品的性能将越来越强，高端产品的价格也将越来越向中低端靠拢；5.7 寸以上的 HMI 产品将全部是彩色显示屏，屏的寿命也将更长。由于核心微处理器单元的成本、大规模集成电路成本和液晶显示器硬件成本的进一步降低，HMI 产品将向两个方向发展，其一：以工业平板 PC 计算机为 HMI 硬件的高端产品，因为这种高端的产品在处理器速度、存储容量、通讯接口种类和数量、组网能力、软件资源共享上都有较大的优势，是未来 HMI 产品的高端发展方向。其二：小尺寸的（显示尺寸小于 5.7 寸）HMI 产品，由于其在体积和价格上的优势，随着其功能（如增加 I/O 功能、网络链接功能、多串口功能等）和性能（如采用 32 位高性能微处理器、加大存储容量等）的进一步增强，将在低端的中、小型机械设备的人机交互应用中得到广泛应用。

虽然人机界面产品发展了很多年，但由于性能及价格等因素的限制，欧美日等发达国家在自动化领域大比例应用基于微处理器的人机界面产品始于上世纪 90 代，而我国在自动化机械设备产品中比例使用智能人机界面产品则始于本世纪初。随着计算机技术、液晶显示设备、集成电路、网络通讯技术的发展，HMI 产品已经逐渐成为了主流自动化机械设备上的标配产品，同时 HMI 产品的应用行业范围也已经从开始的传统工业延伸到了交通、物流、市政、医疗设备、智能家居等需要人机交互的广阔领域中。

当前国内、外人机界面产品市场情况：

由于人机界面产品是从自动化领域中发展应用而来的，国际上各大工业自动化公司（西门子、

施耐德、GE、三菱、OMRON 等) 都有自己的人机界面产品, 且产品线主要集中在二、三类 HMI 产品。由于 HMI 产品在自动化领域里的应用比例大幅度提高, 无论从深度还是广度方面都有了显著的成长, 2006 年以来这些知名的自动化公司也开始涉足一类小型 HMI 产品的开发和销售。

2003 年我国台湾自动化厂商的 HMI 产品开始进入大陆国内市场, 台湾这些公司的产品主要集中在二类 HMI 产品的开发和销售; 我们国内的自动化厂商由于自有研发能力和自动化水平的限制, 直到 2004 年才开始 HMI 产品的仿制和开发, 到 2008 年为止, 国内市场有不到十家公司真正开发了自主知识产权的人机界面产品, 且产品主要集中在一、二类 HMI 产品。目前由于价格、易用性等原因, 2006 年以来, 国产和台湾的 HMI 产品在中低端国内市场的占有率遥遥领先于国际上的知名厂商。

当前国内、外人机界面产品中使用的技术情况:( 以一、二类 HMI 产品为例)

#### 硬件核心处理器及存储单元

	一类 HMI 产品	二类 HMI 产品
国外厂商	32 位微处理器、存储容量大	32 位 X86 处理器、容量大
国内厂商	8-16 位微处理器、存储量小	32 位 RISC 处理器、容量大

#### 硬件接口(重要的性能指标)种类

	一类 HMI 产品	二类 HMI 产品
国外厂商	双串口、以太网口	多串口、以太网口、打印口、音视频口等
国内厂商	单一串口	双串口、打印口等

#### 工具软件(画面组态软件)功能

	一类 HMI 产品	二类 HMI 产品
国外厂商	功能较完善、支持双串口、支持网络链接、收费使用	功能完善成熟、具有数学运算功能和宏指令、收费使用
国内厂商	容易使用、满足大多数要求、主要以文字和图片为主、随硬件提供	不够成熟、支持宏指令、动画、曲线功能丰富、随硬件提供

#### 实时运行软件(HMI 产品的任务执行软件)性能

	一类 HMI 产品	二类 HMI 产品
国外厂商	实时性好, 处理速度快	实时性好, 处理速度快
国内厂商	处理速度慢	实时性好, 处理速度快

从上面可以看出, 国内小型人机界面产品(一类 HMI 产品)在性能上存在一些不足, 主要表

现在处理速度慢、功能简单，存储容量小，接口类型单一；虽然我们在产品的多样化方面已做出了努力，如开发了基于 8 位单片机处理器的双串口文本显示器、POP 手持文本显示器等，但仍无法满足工业自动化设备对处理速度、大存储容量及组网链接的要求。

我们经过分析研究发现，这种不足，完全是由于国内的一类 HMI 产品采用的处理器大多是性能较低的 8 位单片机。虽然 8 位单片机价格低廉，功能灵活，容易开发，却越来越无法满足现代工业自动化设备对人机界面产品功能的要求。但这种低成本的人机界面产品又是市场占有率最大的 HMI 产品，是其它高成本人机界面产品不可替代的，有着巨大的市场前景，特别在小型、低价格机械设备的电气控制中。

鉴于此，并随着 32 位 RISC(Reduced Instruction Set [Computer](#))处理器技术的发展和处理器芯片价格的下降，我们提出了一种基于 32 位 ARM 内核处理器的第二代小型人机界面产品设计方案，通过核心处理器的性能提供，大幅提高了 HMI 产品的处理速度和存储容量，满足工业自动化设备对低成本 HMI 产品的高速、多功能、大容量存储需求。

ARM 是 Advanced RISC Machines 的缩写，是微处理器行业的一家著名企业，该企业设计了大量看、廉价、高性能、低功耗的 RISC 处理器的相关技术和软件，适用于多种领域，如嵌入控制、DSP、多媒体、移动通讯等。ARM 芯片从上世纪 90 年代问世以来，在 32 位 RISC 微处理器开发领域不断取得突破，其结构已经从 V3 发展到 V6。由于 ARM 公司自成立以来，一直以 IP(Intelligence Property)提供者的身份向各大半导体制造商出售知识产权，而自己从不介入芯片的生产销售，加上其设计的芯核具有功耗低、成本低等显著优点，因此获得众多的半导体厂家和整机厂商的大力支持，在 32 位嵌入式应用领域获得了巨大的成功，目前已经占有 75%以上的 32 位 RISC 嵌入式产品市场。在低功耗、低成本的嵌入式应用领域确立了市场领导地位。现在设计、生产 ARM 芯片的国际大公司已经超过 50 多家，国内中兴通讯和华为通讯等公司也已经购买 ARM 公司的芯核用于通讯专用芯片的设计。此外，ARM 芯片还获得了许多实时操作系统(RTOS: Real Time Operating [System](#))供应商的支持，比较知名的有：[Windows](#) CE、Linux、pSOS、VxWorks、Mucelus、EPOC、uCOS、BeOS 等。

基于 ARM 内核处理器芯片价格的持续下降，我们决定采用 ARM 处理器芯片来实现小型人机界面的高速处理功能。目前，市场上低端 ARM 芯片的价格和高端 8 位单片机价格已基本持平，虽然在 ARM 处理器产品的开发阶段对开发人员的要求较高，人员费用也较高，但当产品开发完成后，

32 位 ARM 处理器产品的硬件生产成本并不比基于 8 位单片机处理器的 HMI 产品高；而性能上却远高于基于单片机的 HMI 产品，由于性价比的大幅提高，市场的适用面也更加广阔，特别有利于开发产品的国际市场。另外，由于 ARM 内核芯片的强大加密功能使得产品的知识产权能得到有效的保护（POP 文本显示器在市场份额不断加大的同时，也遭受了无良盗版的侵扰），也有利于公司产品市场的开发、占有和保护。

## 二、本 HMI 产品的技术特点及创新点

### 1、首次在小机界面中采用高性能 32 位 ARM 处理器单元

随着自动化技术和微处理器技术的发展，用户对人机界面产品的性能和功能要求也越来越高，原先基于 8 位单片机芯片的小型人机界面产品在数据处理速度、数据显示刷新速度、接口能力等方面都无法满足用户的要求。而近年来被广泛应用的 32 位 ARM 微处理器芯片，其强大的处理能力和丰富的扩展功能却能方便地实现上述要求。为此，为了满足用户市场新的需求，提高我们产品在市场同类产品中的竞争力，我们决定研发基于 32 位 ARM 微处理器的第二代小型人机界面产品。

### 2、首次在小机界面中同时支持双串口设备链接

第一代小型人机界面产品中由于核心处理单元性能的限制，在处理速度和接口扩展能力方面都无法实现用户对 HMI 产品双串口实时通讯连接的要求，因此我们利用 ARM 微处理器的强大接口扩展功能，首次实现了小型 HMI 产品实时双串口设备的通讯链接功能。

### 3、预留以太网扩展接口以备增加工业设备网络链接功能

同样、基于 ARM 微处理器的强大功能和网络技术在自动化领域的普及发展，为了今后小型 HMI 产品联网功能的扩充，我们在产品设计中预留了以太网接口。

### 4、首次在小机界面中设置多达 3Mb 画面 Flash 存储容量

第一代小型 HMI 产品一般只有 1Mb 画面存储容量，在实际使用中，常常无法满足部分用户对大量画面容量的要求。同样，由于 8 位单片机性能和扩展成本的考虑，第一代小型 HMI 产品无法简单有效解决容量问题，但 ARM 微处理器的强大扩展能力却可以方便的解决存储容量问题。

## 5、功能更强大的画面组态软件（工具软件）

由于有了 ARM 微处理器强大处理能力的支持,我们可以进一步丰富小型 HMI 画面组态软件的功能,把一些大、中型人机界面画面组态软件中的功能移植到小型 HMI 画面组态软件里,如时钟记录功能,动画功能,配方功能,工业现场组网功能等。

## 6、基于高性能实时操作系统（RTOS）的 ARM 处理器高速执行软件

由于采用高性能的 RTOS 操作系统,可以提高 ARM 微处理器程序的执行速度、可靠性和稳定性,满足用户对工业产品高实时处理能力和高可靠性的要求。与此同时,通过对 RTOS 操作系统功能的裁剪及底层执行软件的优化,使执行程序占用处理器内存的容量最小化,从而提供了用户最大容量的存储能力。

## 三、小结

基于 ARM 处理器的高速、大容量、双串口 POP 文本显示器产品的技术方案是结合当前 ARM 内核处理器技术发展情况,综合分析比较国内外同类产品性能,并总结我们现有小型人机界面（基于 8 位处理器）产品开发和市场开发的基础上提出的,克服了上一代同类产品的不足,能进一步满足小型人机界面产品使用者对产品功能越来越多的要求。本产品在性能上达到了国际同类先进产品的水平,超过了国内目前现有同类产品性能水平。