

2011-2012 德州仪器 C2000 及 MCU 创新设计大赛

项目报告

题目： 基于 MSP430 的 POV LED 显示屏设计

学校： 浙江工业大学

指导教师： 吴涛

组别： 本科组

应用类别： 低功耗应用类

平台： MSP430

参赛队成员名单（含每人的邮箱地址，用于建立人才库）：

陆益 200903110114@zjut.com

陈泽安 200903110104@zjut.com

彭梦园 mmddlala@qq.com

视频文件观看地址：

http://v.youku.com/v_show/id_XMzU4NjkxMzAw.html

邮寄地址和收件人联系方式

浙江杭州浙江工业大学屏峰校区西六

彭梦园 15068832619

题目：基于 MSP430 的 POV LED 显示屏设计

摘要（中英文）

该项目利用视觉暂留现象和 POV LED 技术，在 MSP430 平台上，设计制作一个旋转的单色 LED 屏幕，能动态地显示预设的文字、时间、图形、甚至慢速的动画。显示内容可以在屏幕旋转时通过无线方式控制，比如在不同显示画面键切换，调节时间等。作品可以节约屏幕空间和降低制造成本，在光线较暗甚至全黑暗的情况下，效果尤其突出，可用于广告宣传、指示、展会等领域。有较高的潜在美学及使用价值。

This program is based on the phenomenon of Persistence of Vision and related technology. A rotating monochrome LED screen was designed and developed by the MSP430 platform. The screen can dramatically show text, time, image, and even slow animation preset. What's more, we can control the content displaying in real-time operation, such as adjusting time, switching different contents. Our program can help to save space and reduce the cost greatly. When in the dark and even the darkness, the effect of the display can be more prominent. It can be used in the advertisement promotion, instruction display, exhibition, and so on. It has a high potential aesthetics and utility value.

1. 引言

静态 LED 显示屏如果要加大显示点数，需要增加较多数量的 LED，如要将 29×10 的屏幕行列各加 1，变成 30×11 的屏幕，则需要增加 $30 \times 11 - 29 \times 10 = 40$ 只 LED，同时需要再占用 2 个控制器的 IO 引脚。另一方面，屏幕在不使用时，仍要占用大量空间，有可能造成空间浪费。

而 POV LED 屏能克服上述问题，每多增加一行，只要增加一个 LED 和再占用一个控制器 IO 引脚，屏幕不使用时，只占用一列 LED 的空间。这样，大大的节省了资源。

如果利用视觉暂留现象和 POV LED 技术，用单片机控制旋转中的 LED 发光时序，使之和电动机的转速匹配，在旋转面形成动态的文字或者图案效果。如替代灯笼，使用简单，更安全更环保。可用于广告宣传、指示、展会等众多领域。其中我们设想将其应用于本身可以提供旋转的车轮上，达到宣传与装饰作用。

美国和欧洲同类研究较多，已有可以在汽车轮毂上运行的彩色 POV LED 屏研制成功。

在同样亮度下，LED 耗电仅为普通白炽灯的 $1/10$ 、荧光灯的 $1/3$ ，而寿命却可以延长 100 倍，发光寿命可达到 10 万小时以上(可连续使用 11 年)。静态 LED 显示屏如果要加大显示点数，需要增加较多数量的 LED，占用控制器的 IO 引脚多。该设计围绕 LED 线阵上的某个点，或者其延长线上的某个点旋转，成像仅

需控制整排 LED。改变以往 LED 点阵方式显示形式，大大减少 LED 数量，可视角度大大扩展，几乎能 360° 观看。可以在自行车等轮式交通工具车轮上安装，使信息表现方式更加多样。在倡导低碳的现代社会，节约空间与能源达到同样的效果。制作成本低，显示方式新颖，发展潜力大，应用领域广。

该设计主要难点线路器件阵型的排列，线阵 LED 在变化的转速下的精准控制得以显示图像，以及图像信息的编码问题。

2. 系统方案

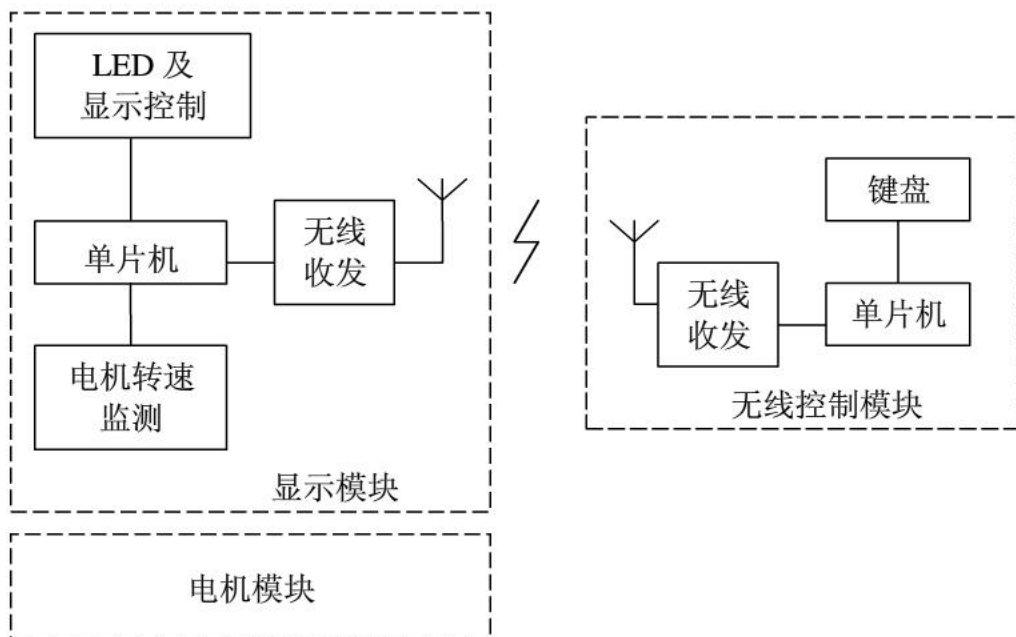


图 1 系统设计框图

系统组成：

整个系统分成三个部分：LED 显示模块、无线控制模块和电机模块。如图 1 所示。

电机模块主要是电动机。在具体应用中可以是车轮、风扇等旋转物体。

显示模块安装在电机模块上，由单片机、电机转速检测、LED 及显示控制、无线收发等 4 个子模块组成。显示模块主要完成图像或者文字的显示功能，同时根据无线控制模块传来的控制信号改变显示内容。

无线控制模块由单片机、无线收发和键盘等 3 个子模块组成。

系统工作原理：

电机模块提供旋转动力。显示模块安装在电机模块之上。由单片机控制 32 只 LED 的亮灭时间。当电机旋转的时候，显示模块随电机同步旋转。利用流水灯原理和人眼视觉暂留效应，就能看到一幅具有悬浮效果的文字或者图案。

系统设计的关键点：

1. 由于电机转速不恒定，如车轮在行驶过程中的情况即如此。为了使显示内容能稳定显示，系统定时系统的设计不能采用固定的即时长度，而要随转速改

变而实时改变。在设计中，加入了红外光耦来完成对转速的检测，并通过一定算法得到实时定时长度。

2. 通过无线方式改变显示内容。通过无线方式，可以在不停止显示模块旋转的情况下，实时调整现实内容，比如对显示的时间进行调节，甚至可以通过无线的方式，写入新的显示文字或图像数据。

系统中的单片机都采用 TI 的 MSP430 平台，发挥 MSP430 的低功耗、高速以及 16 位数据处理能力，运用在 POV LED 的设计中，低功耗在整体上发挥节能优势和特点，高速有利于旋转控制、达到视觉暂留所需的刷新频率以达到显示的效果，16 位数据处理能力又为整个程序中的算法提速。

3. 系统硬件设计

显示模块：

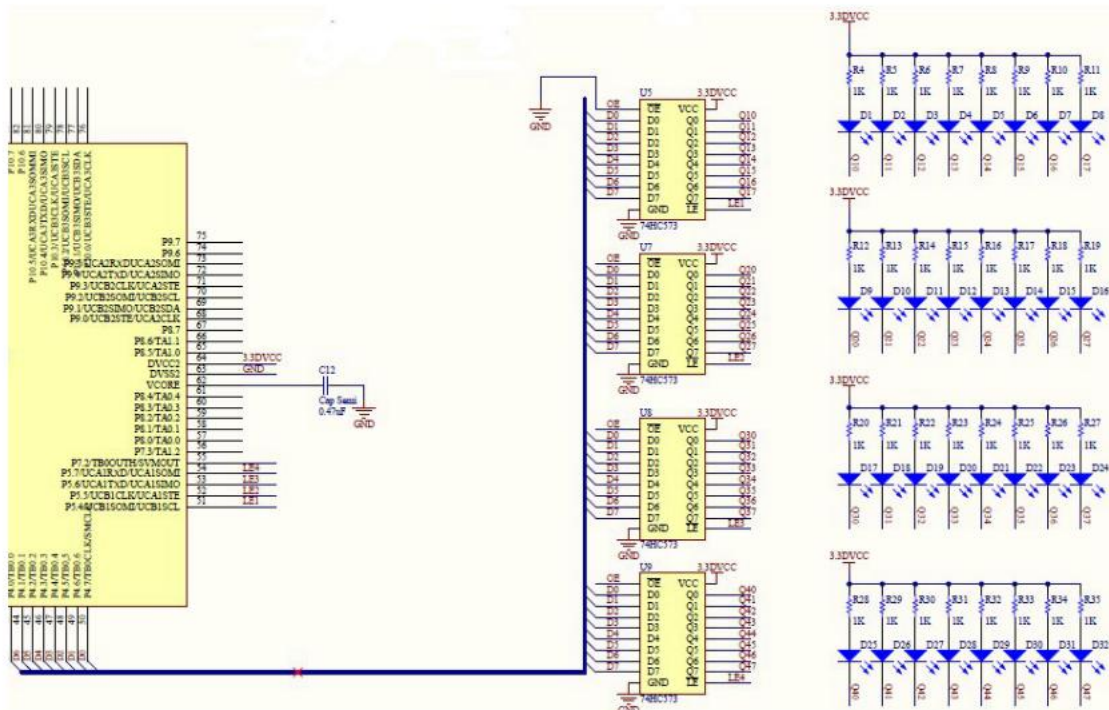


图 2 显示模块原理图

电源模块：

电源模块以三端稳压模块 AMS1117 为核心，其内部集成过热保护和限流电路，输出精度 1% 的 3.3V 直流电压，供系统其他模块使用。

显示数据锁存器

显示数据锁存器组由 4 个 74HC573 组成，锁存使能端 LE 的运用，减少 msp430 单片机 I/O 口占用。在狭长的板型布线方面，大大简化布线的难度。

无线模块：

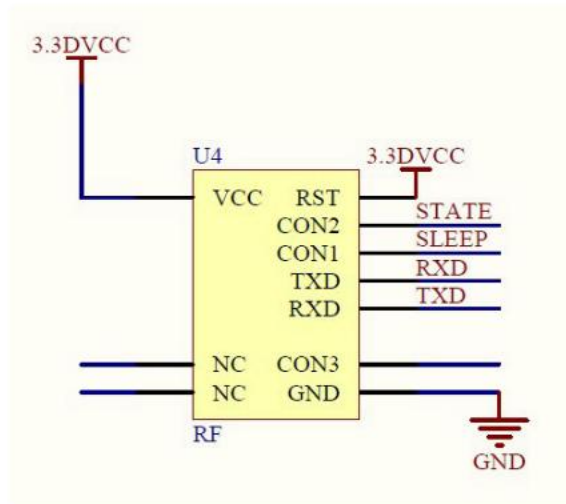


图 3 无线控制模块原理图

无线模块 LSD-RFMC-B402-A1 是基于 TI 射频集成芯片 CC1101 的射频模块，是 TI 的一款高性能射频收发器，可广泛应用于各种场合的短距离无线通信领域。模块配置 16 位低功耗 MSP430 微控制芯片，全透明传输，可根据实际应用配置各种 UART 数据格式，可实现无限数据长度发送。具有体积小、功耗低、传输距离远、抗干扰能力强等特点。在运用 msp430 片内外设 UART 部分的同时，控制操作方便。

传感模块：

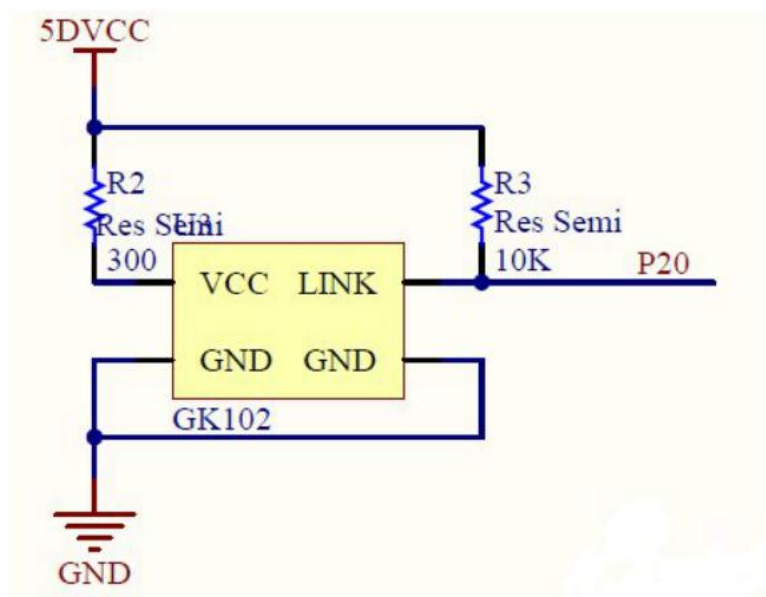


图 4 传感模块原理图

传感器采用 GK102 单光束红外光电传感器，高可靠性且响应快速。与 P20 接口，能够及时触发中断。

4. 系统软件设计

软件流程图

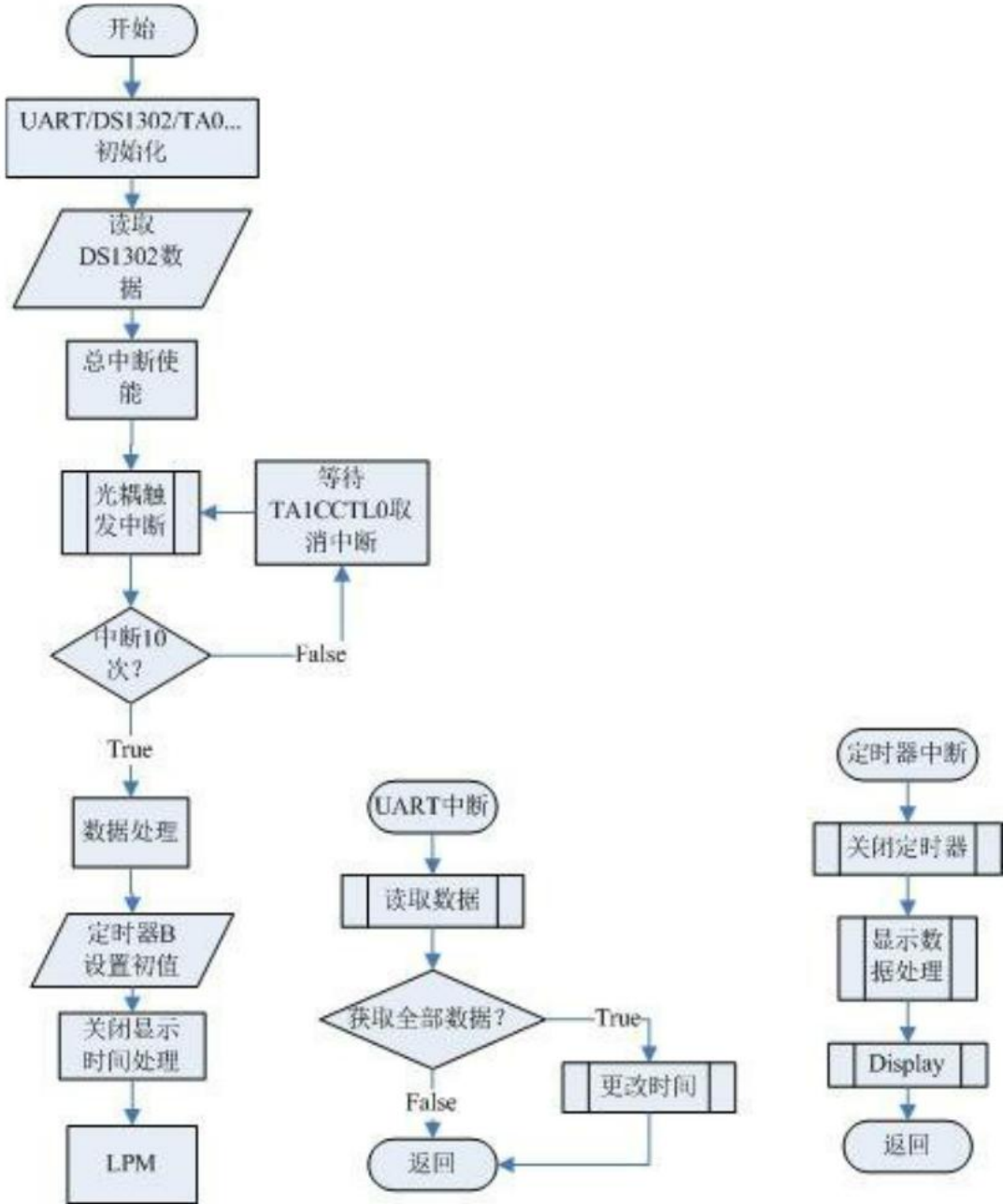


图 5 系统算法流程图

要点:

- 1) 初始化后转速相对平稳, 开启定时器并响应光耦中断, 此处用 10 次进中断得到计数值, 采用平均数的方法得到相对准确的转速值。
- 2) 定时器运用在显示的主功能区, 能够打断低功耗模式时刻响应显示功能的执行, 又能处在低功耗的模式中保持相对节能的效果。
- 3) 无线部分, 运用片内外设 UART, 程序响应中断, 此处全部获取当前时间后更改时间, 带有对数据的判断, 简化通信间的操作。
- 4) display 主显示函数中, 字模或者图模数据由通用取模软件提取。

5. 系统创新

利用视觉暂留现象和 POV LED 技术（POV 即 Persistence of Vision，在这里特指将 LED 线阵旋转起来，利用人眼视觉暂留现象而显示特定图像或文字的方式），设计制作一个旋转的单色 LED 屏幕，动态地显示预设的文字、时间、图形、甚至慢速的动画，柱面旋转屏幕，能 360 度观看。能显示预设的文字、时间、图形、甚至慢速的动画。能在运行的同时，控制显示内容，比如调节时间、在显示文字和时钟间切换等。可以在达到同样预期显示的前提下大大节约空间和降低成本。结合风力发电与器件折叠等机械技术，更可大程度上节约空间与能源。

6. 评测与结论

经过旋转测试，整个系统能够平稳正常运行，显示汉字/字母/数字/时间/图案可实现性强，节能及显示效果良好。结合风力发电与器件折叠等机械技术，更可大程度上节约空间与能源，运用前景广阔。

附录

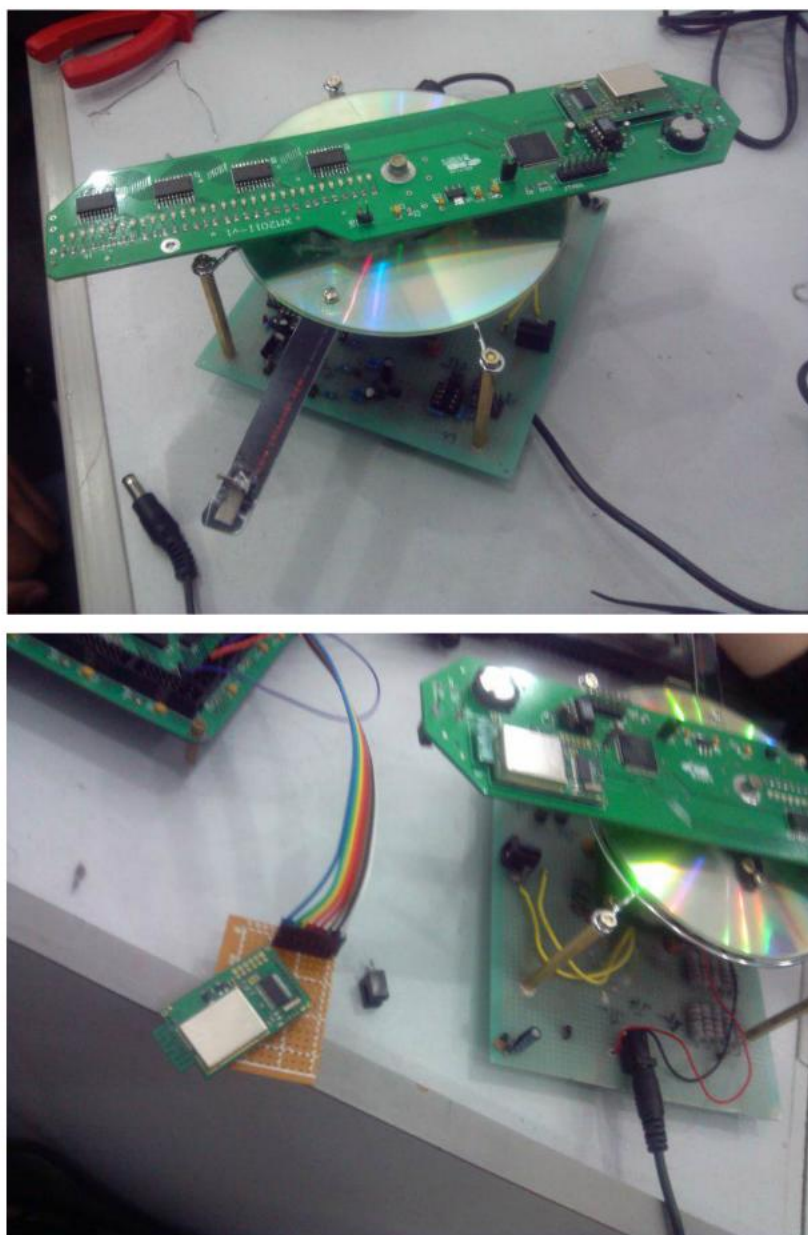


图 6 设计实物图



图 7 设计效果图