

文章编号:1007-2780(2011)06-0795-06

LED 条形显示屏直通连接的数据组织方式

朱云芳,靳 桅,邬芝权

(西南交通大学峨眉校区 计算机与通信工程系,四川 峨眉 614202,E-mail: zyfdch@126.com)

摘 要:以双色 12 接口 LED 条型屏为例,阐述了 LED 条型显示屏单元板电路结构。在此基础上,对 LED 条形屏在直通连接方式下水平移动时数据的组织方式进行了深入研究,提出以显示圆的方式形象地描述数据的组织方式及其显示数据在存储器中的存储方式。按此方式,存储器地址只需简单加 1 操作,可以快速得到输出的显示数据。

关 键 词:LED 条形显示屏;数据组织;显示圆

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/JYXS20112606.0795

Data Organization of LED Bar Display Panel with Shoot-Through Connection

ZHU Yun-fang, JIN Wei, WU Zhi-quan

(Department of Computer and Communication Engineering, Emei Campus of Southwest Jiaotong University, E'mei 614202, China, E-mail: zyfdch@126.com)

Abstract: Based on dual-color screen with 12 interfaces as an example, the unit circuit configuration of LED bar display panel was described. On this basis, the data organization of LED bar display panel was in-depth discussed when the data was horizontally shifting in the manner of shoot-through connection. In this paper, a display round was designed to lively demonstrate the data organization and its storage. In this way, only after the memory address plus one, the display data can be quickly output.

Key words: LED bar display panel; data organization; display round

1 引 言

LED 显示屏采用半导体发光材料,具有成本低、耗电少、亮度高、故障少、寿命长、拼接灵活、可视角大和可视距远等优点,近年来得到了迅速的发展^[1-6],已经成为公共媒体、户外广告、亮化工程等主流媒介的载体,也是影视表演、大型歌舞、综艺晚会等不可缺少的组成部分。

LED 条型显示屏(俗称门头屏)是当前 LED 显示屏应用最为广泛的一种形式,从外形上,其长

度可达几十米,而高度一般不超过 80 cm;从技术上说,水平方向点数从 256 点/m 至数千点/m,而高度方向一般不超过 64 点/m;从应用环境上来说,绝大多数在户外或半户外的条件下使用。为了满足户外或半户外应用的一般需求,要求至少在 10 m 以外可以看清所显示的信息,因此 LED 发光管的点距至少在 5 mm 以上,现用于 LED 条形显示屏单元板的点距一般为 5.0,6.0,7.62,10,16,20 mm 或更大。一般来说,LED 条形显示屏单元板的 PCB 面积较大,因此,受 PCB 布线、

收稿日期:2011-06-04;修订日期:2011-08-11

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金(No. 2011CX007, No. 2011BR005)

作者简介:朱云芳(1973—),女,山西晋城人,工学硕士,副教授,主要从事测控技术与仪器专业的教学与科研工作。

单元板拼接、显示亮度及生产成本等多种因素的影响,户外显示屏对单元电路结构、扫描方式以及控制卡的要求都与室内 LED 显示系统有较大差异。

在 LED 大屏幕显示过程中,数据读取频繁,且随着显示面积的增加与色彩变化的丰富,对数据输出速度的要求越来越高。为了满足 LED 大屏幕等显示系统对数据输出速度的要求,当前主要有采用高速率的微处理器、输出电路优化^[7]和合理组织显示数据^[1,8]等方法来提高数据输出速度。本文首先以双色 12 接口 LED 条型屏为例,详细介绍了 LED 条型显示屏单元板结构及其工作原理。在此基础上,对 LED 条形屏在直通连接方式下水平移动时数据的组织方式进行了深入研究,采用显示圆形象描述了数据的组织方式及其显示数据在存储器中的存储方式。

2 结构与工作原理

常见的 LED 条型屏从颜色上一般可分为单色、双色(红绿)和全彩(红绿蓝)3 种;从扫描方式上可分为静态扫描、1/2、1/4、1/8 和 1/16 扫描,其中 1/16 扫描为室内 LED 显示屏常用的扫描方式。为了提高门头屏的显示亮度、延长发光二极管的使用寿命和兼顾制造成本,常见的门头屏多为 1/4 或 1/8 扫描。如果为了追求显示亮度,可选用静态或 1/2 扫描方式的单元板。

双色发光二极管点阵电路由红色和绿色两部

分组成,显示屏单元板的一个像素由一个红色(高亮)发光二极管和一个绿色(高亮)发光二极管组成。以双色 12 接口 LED 条型屏为例(图 1),双色 LED 条型显示屏单元板电路结构如下: 74HC245 为输入缓冲驱动电路,3—8 译码器 74HC138 实现行选择。当扫描为 4 行时,可将 74HC138 的“C”端接地来实现;当扫描为 16 行时,可通过两片 74HC138 级连实现。双 P 沟道增强型场效应管芯片 4953 作为行驱动电路,多片 8 位串行移位寄存器 74HC595 组成移位寄存器组。但现阶段移位寄存器组更多的是使用 16 位 LED 恒流驱动专用芯片来实现,如聚积 MBI5026、东芝 TB62726、点晶 DM13A 或其兼容芯片等。要注意的是,由于输入、输出接口还未标准化,各厂家的标准不一定相同,即使接口标准相同,对同一信号引脚的标注也存在差异。来自 12 输入接口的信号首先通过 74HC245 驱动后,给本级单元板使用。其中,行选择信号 A、B 经 74HC138 译码后的“低电平”送给双 P 沟道增强型场效应管芯片 4953。此时,相应行驱动的输出为高电平(行选通),而红色显示数据在控制信号 CLK、LAT、OE 的控制下从 RD 端串行移位送至 74HC595 的输出端(列选通),依次交替显示 L0、L1、L2 和 L3 行,可显示需要显示的红色显示数据。按上述过程,也可同时显示需要显示的绿色显示数据。当在一个像素点上同时显示红色和绿色时,显示效果为黄色。

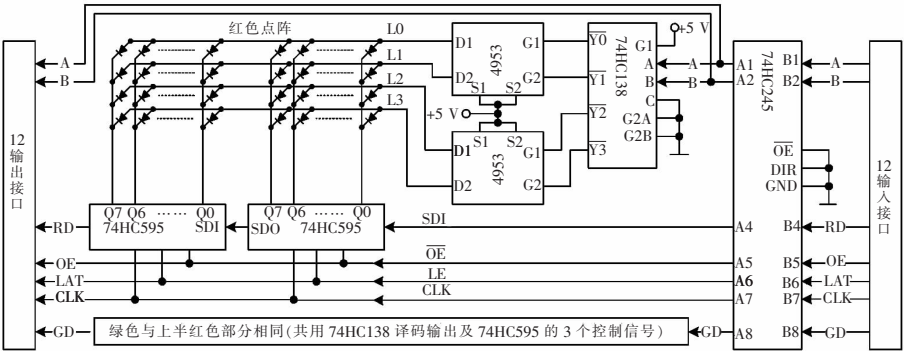


图 1 双色 12 接口 LED 显示屏电路示意图

Fig. 1 Circuit diagram of dual-color LED screen with 12 interfaces

在图 1 所示的电路中,一个 LED 单元板中发光二极管的数量众多,为了方便分析数据组织方式,将一个 74HC595、或由 MBI5026 组成的等效 74HC595 发光二极管点阵及其控制电路组成的

模块等效为图 2 所示的简化形式。黑点表示发光二极管,箭头表示 74HC595 中串行数据的移位方向,其中 L_i (图中 $i=3$ 或 7) 表示扫描的行数, Q_i 表示 74HC595 输出与二极管点阵列的关系。双

色显示仅在输入和输出端进行标注,省略了所有的输入缓冲驱动、行选择电路和行驱动电路。

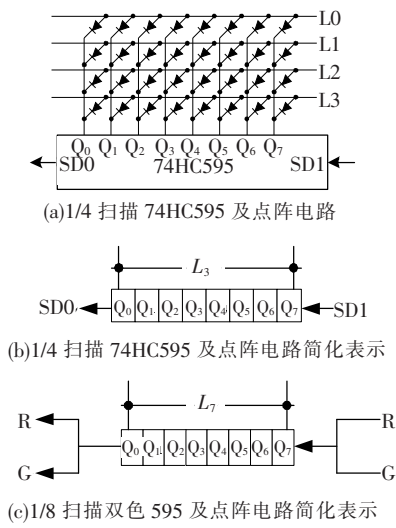


图 2 74HC595、二极管点阵和控制电路的简化表示.
Fig. 2 Simplified representation of 74HC595, diode dot matrix and control circuit.

常用单、双色门头屏 LED 单元板内部串行移位寄存器组的连接方式如图 3 所示。图 3(a)中串行移位寄存器 74HC595 的移位数据输入、输出不仅在水平方向连接(包括芯片内部),在垂直方向也有连接,这种连接方式称为绕行连接;图 3(b)串行移位寄存器 74HC595 的移位数据输入、输出仅在水平方向连接,垂直方向没有连接,这种连接方式称为直通连接。

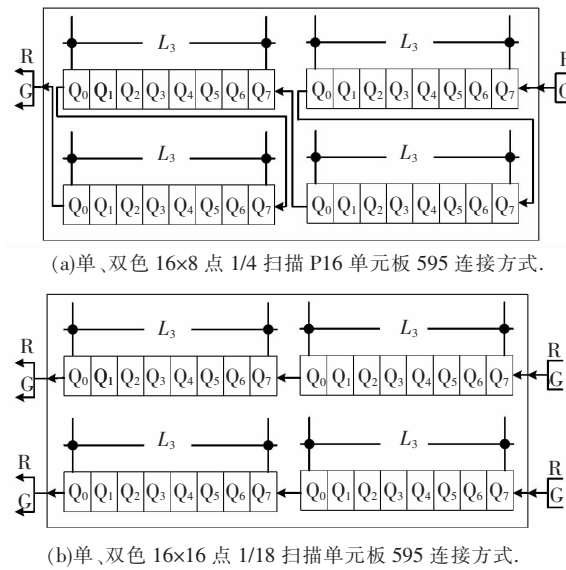


图 3 几种常见单元板 595 连接方式
Fig. 3 Several common connection modes of 74HC595

3 LED 条形屏直通连接的数据组织方式

3.1 直通连接的显示圆

LED 条形显示屏的特点为长条形,若 LED 条形屏在显示区域上沿 X 轴增加的方向移动,此时显示内容从左至右移动,这就是常见的 LED 条形显示屏水平滚动显示;当 LED 条形显示屏在显示区域上固定不动时就是静态显示。由于 LED 条形显示屏比较长,其垂直方向滚动效果不理想。也可通过增加额外的硬件,譬如采用 FPGA 来解决垂直方向滚动不理想的问题,但将增加硬件成本。故 LED 条形显示屏显示内容以静态显示和水平移动显示为主,极少采用垂直方向滚动显示。

针对 LED 条形屏的静态显示,只需确定数据点与显示点之间的对应关系后,依次输出即可。N 级灰度显示可以看成是由 N 场亮度不同的画面快速交替显示的结果^[1,9]。但针对水平移动显示,对于 51 单片机控制来说问题就比较“严重”。在文献[1]快速显示数据的组织原则基础上,现就有关 LED 条形屏在直通连接方式下水平移动时数据的组织方式展开讨论。

LED 条形屏与显示区域的关系如图 4(a)所示。以像素为坐标单元,假定显示区域为 $D_w \times D_h$,条形屏尺寸为 $L_w \times L_h$ 。在条形屏中, $D_h = L_h$ 。在条形屏单元板结构确定的基础上,设两条扫描线之间的距离是 S_w ,有 B_w 条扫描线,则整个显示屏共有 $S_w \times B_w$ 行。

假设 B_w 条扫描线对应的 Y 坐标为 $Y_0, Y_1, \dots, Y_{B_w-1}$,则显示数据在存储器中的存储方式如下:第 1 个显示数据,其在显示区域的坐标依次为 $(0, 0), (0, S_w), \dots, [0, (B_w - 1)S_w]$,共 B_w 个点,这 B_w 个点依次存放在第 0 个显示数据存储器的 $D_0, D_1, \dots, D_{B_w-1}$ 位中;第 2 个显示数据在显示区域的坐标依次为 $(1, 0), (1, S_w), \dots, [1, (B_w - 1)S_w]$,同样这 B_w 个点依次存放在第 1 个显示数据存储器的 $D_0, D_1, \dots, D_{B_w-1}$ 位中;以此类推,第 D_w 个显示数据在显示区域坐标为 $(D_w - 1, 0), (D_w - 1, S_w), \dots, [D_w - 1, (B_w - 1)S_w]$,相应的存放在第 $D_w - 1$ 个显示数据存储器的 $D_0, D_1, \dots, D_{B_w-1}$ 位中。然后 X 坐标置 0, Y 坐标加 1,重复前面过程。

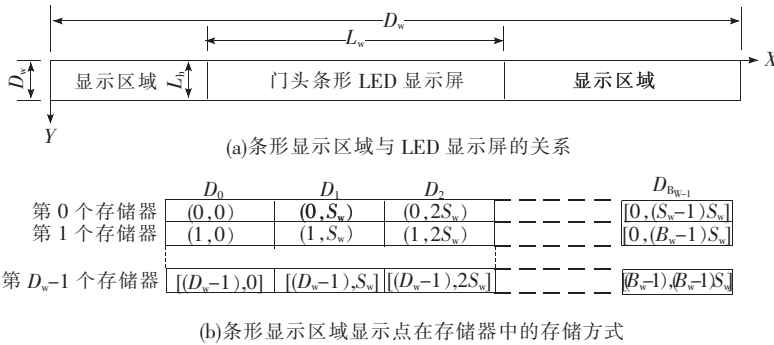


图 4 条形屏直通连接方式的数据组织

Fig. 4 Data organization of shoot through-connection LED bar screen

如图 5 所示,本文采用圆的显示形象地说明了 LED 条形屏的数据组织方式。该显示圆是由 D_w 个同心圆组成,沿圆半径的径向方向是 X 轴增加的方向,相邻同心圆的半径相差一个像素单位,每个圆代表 X 坐标相同的一系列像素。即最

里面的小圆代表 $x=0$ 的像素集合,最外面的圆代表 $x=D_w-1$ 的像素的集合。 B_w 条扫描线像 B_w 个可沿径向伸缩的指针,固定连接在一起等角度地分布在显示圆内。

在条形屏中,显示区域高度与屏高度相同,即

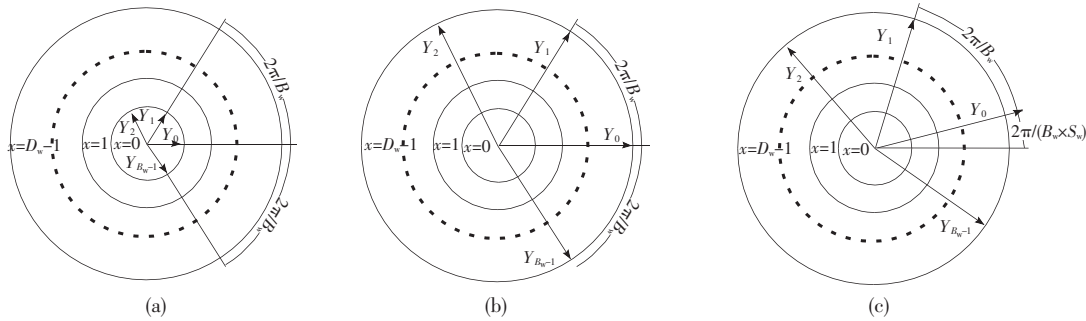


图 5 圆的显示

Fig. 5 Display of circles

$D_h = L_h$,故 B_w 条扫描线以 $2\pi/B_w$ 的角度均匀分布在整个显示圆内。在扫描中,首先按径向方向从第 1 个像素开始,每次移动一个像素,直到移动至最后的第 D_w 个像素;然后沿逆时针方向旋转 $2\pi/(S_w \times B_w)$ 的角度,再按径向方向移动。如图 5(a)所示,对应的 (x,y) 坐标为 $(0,0)(0,S_w),\dots,[0,(B_w-1)S_w]$ 的第 1 个显示数据;图 5(b) 是沿

径向增加 (D_w-1) 个像素,对应的 (x,y) 坐标为 $(D_w-1,0),(D_w-1,S_w),\dots,[D_w-1,(B_w-1)S_w]$ 的第 D_w 个显示数据;图 5(c)所示为沿逆时针方向旋转 $2\pi/(S_w \times B_w)$ 的角度、沿径向增加 (D_w-1) 个像素,此时对应的 (x,y) 坐标为 $(D_w-1,1),\dots,[D_w-1,(B_w-1)S_w+1]$ 。

以图 3(b)中双色 16×16 点 $1/8$ 扫描单元板

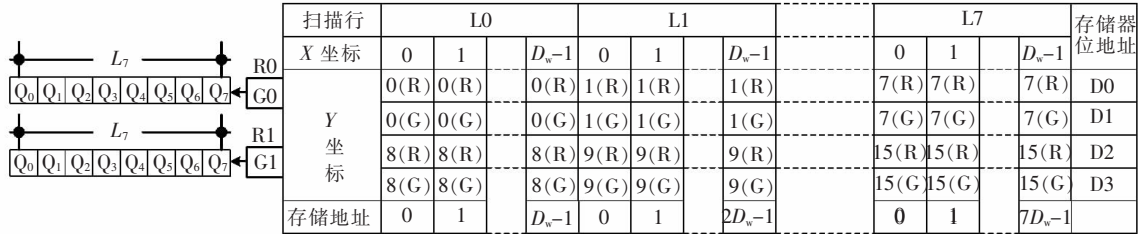


图 6 显示数据与存储器的关系

Fig. 6 Relationship between display data and memory

级连构成的双色 LED 条形显示屏为例,其显示数据与存储器中字节地址和位地址之间的关系如图 6 所示。首先将存储器的 D_0 、 D_1 和 D_2 、 D_3 位对应于双色单元板上下两组串行移位寄存器组的 R、G,再根据行长度 D_w ,移位寄存器组为直通连接方式,按行和移位输出的先后顺序在存储器中连续排列显示数据。

3.2 显示数据的输出

通过分析图 4~6 并参考文献[1,10],可以得出:显示区域坐标 (x,y) 和第 i 个存储单元以及相应存储单元的位地址 j 之间的关系可用公式(1)表示:

$$i = [(y - j \times S_w + D_h) \% D_h] D_w + x,$$
$$j = 0, 1, \cdots, B_w - 1$$

(1)

式(1)中, y 表示 Y_j 扫描线对应的 Y 坐标, $\%$ 表示

取模运算。

对于第 i 个存储单元,与其位地址 j 相对应的显示区域坐标 (x,y) 可采用公式(2)求取。

$$\begin{cases} x = i \% D_w & i = 0, 1, \cdots, D_h - 1 \\ y = (i / D_w + j \times S_w) \% D_h & j = 0, 1, \cdots, B_w - 1 \end{cases}$$

(2)

以由 HUB100 接口全彩 16×16 点 1/8 扫描 P6 单元板组成的 LED 门头屏为例,经组织后的显示数据可按图 7 所示的硬件和显示子程序输出。单片机输出显示数据时,如图 6 中数据组织一样,在输出以 x_0 为起始点、行显示数据时是连续的,按“输出数据→送移位脉冲→地址加 1”的顺序重复进行。显示子程序同样适用于采用直通连接方式的 LED 单元板组成的条形屏,只是将扫描的行数、各基色显示数据对应的位重新定义即可。

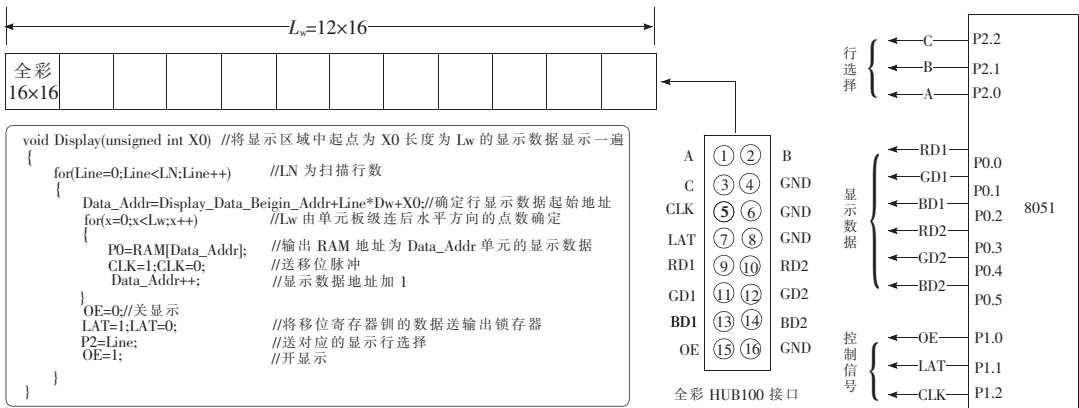


图 7 LED 门头屏与单片机的连接及其显示子程序

Fig. 7 Connection of LED screen and single-chip microcomputer and its display program

公式(1)和(2)主要是针对单色显示屏,考虑到双色屏或全彩屏,通过公式(3)就可实现第 k 条扫描线存储器地址与显示区域中坐标的关系。设 C_n 为

基色数, C_n 为颜色编码。其中 $C_n=1$ 代表单色, $C_n=2$ 代表双色, $C_n=3$ 代表全彩; $C_n \in (0, 1, 2)$, $C_n=0$ 代表红色, $C_n=1$ 代表绿色, $C_n=2$ 代表蓝色。

$$\begin{cases} i = (y - k \times S_w + D_h) \% D_h \times D_w + x, & k = 0, 1, \cdots, B_w - 1 \\ j = k \times C_n + C_n \end{cases}$$

(3)

式(3)表明:存储器地址仅与 (x,y) 点的坐标和扫描线宽度 S_w 有关,而显示数据的色彩信息仅与存储器的位地址有关。

按显示数据输出的顺序,在 RAM 中组织 N 场显示数据,场的起始地址可预先计算好,输出每一行显示数据时只需计算一次起始地址,然后连续输出 L_w 个显示数据,从而使输出速度达到最快。

在采用上述方式组织数据的基础上,若选用铁电单片机 VRS51L3074 的 SPI 接口直接驱动 LED 条形屏,假设晶振频率为 30 MHz,SPI 时钟输出频率可达 7.5 MHz,设 LED 显示屏刷新率为 60 Hz,可以计算出显示一帧需要的时间为 $(1/60)s$,对 1/16 扫描,显示一行的时间为 $(1/60/16)s$ 。从而计算出 LED 条形屏在长度上的像素为 7 812

点。如果 LED 条形屏的长度要加长,可以提高晶振频率或选择性能更高的处理器。

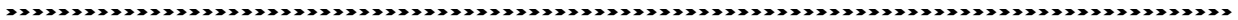
4 结 论

在直通连接方式下,显示圆可以直观地表述双色 LED 条形显示屏水平移动时数据的组织方

式。在该组织原则下,得到了显示区域坐标和存储单元地址之间的对应关系。这种数据组织方式只采用简单的硬件,就能有效地解决 LED 条形屏的水平移动和静态显示。采用图 7 所示的方法,存储器地址仅仅是简单加 1,便可以快速得到输出的显示数据。

参 考 文 献:

[1] 靳桅, 邬芝权, 李骐. 基于多扫描线 LED 显示屏的数据组织方法探讨 [J]. 电视技术, 2009, 33(8):36-39.
[2] 尹柱霞, 郑喜凤, 于洪涛. ARM+FPGA 控制的 LED 脱机屏系统设计 [J]. 液晶与显示, 2010, 25(2):262-267.
[3] 邓宏贵, 李志坚, 谢素霞, 等. 机械扫描式平面 LED 显示屏的设计 [J]. 液晶与显示, 2009, 24(3):419-422.
[4] 郭宝增, 邓淳苗. 基于 FPGA 的 LED 显示屏控制系统设计 [J]. 液晶与显示, 2010, 25(3):424-428.
[5] 葛超, 张景春, 孙艳彬, 等. 基于 ARM 的 LED 点阵屏设计 [J]. 液晶与显示, 2010, 25(5):743-746.
[6] 岳明晶, 陈宇, 郑喜凤, 等. LED 大屏幕显示屏灰度等级检测技术研究 [J]. 液晶与显示, 2010, 25(3):407-411.
[7] 王飞, 靳桅, 邬芝权. LED 大屏幕输出电路的优化设计 [J]. 液晶与显示, 2008, 23(1):102-105.
[8] 刘全, 靳桅. 超长 LED 显示屏控制系统的实现 [J]. 液晶与显示, 2008, 23(6): 744-750.
[9] 华敏, 孟迎军. 高密度 LED 显示屏灰度显示方案设计 [J]. 江苏大学学报(自然科学版), 2002, 23(5):78-81.
[10] 靳桅, 邬芝权, 李骐, 等. 基于 51 系列单片机的 LED 显示屏开发技术[M]. 北京:航空航天大学出版社, 2009.



可与国际单位制并用的我国法定计量单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	1 min=60 s
	[小]时	h	1 h=60 min=3 600 s
	日,(天)	d	1 d=24 h=86 400 s
	[平面]角	[角]秒	1 ''=(1/60) '=(π /648 000) rad
		[角]分	1 '=(1/60) °=(π /10 800) rad
质量	度	°	1 °=(π /180) rad
	吨	t	1 t=10 ³ kg
	原子质量单位	u	1u≈1. 660 540×10 ⁻²⁷ kg
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min=(1/60) s ⁻¹
体积	升	L,(l)	1 L=1 dm ³ =10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1 eV≈1. 602 177×10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1 tex=10 ⁻⁶ kg/m=1 g/km
面积	公顷	hm ²	1 hm ² =10 000 m ²
长度	海里	n mile	1 n mile=1 852 m(只用于航行)
速度	节	kn	1 kn=1 n mile/h=(1 852/3 600) m/s(只用于航行)