

8.3 FPGA 对 LCD 显示器的控制

8.3.1 MDLS 系列液晶显示模块

1. LCD 显示的原理

液晶显示器件的显示原理为：在外加电场的作用下，具有偶极矩的液晶棒状分子在排列状态上发生变化，使得通过液晶显示器件的光被调制，从而呈现明与暗或透过与不透过的显示效果。液晶显示驱动器的功能就是建立这种电场。

2. MDLS 系列电路框图

MDLS 系列液晶显示模块的电路方框图如图 8.3.1 所示。

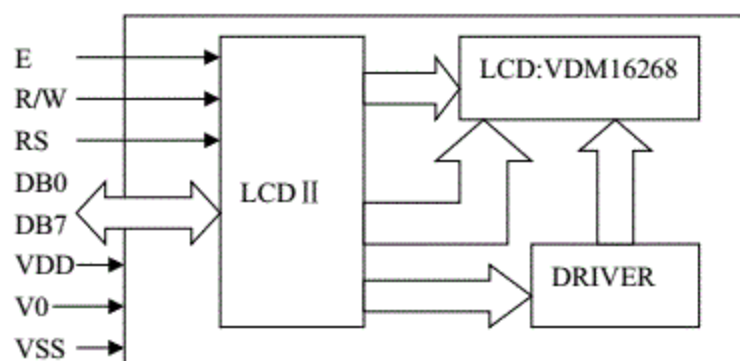


图 8.3.1 MDLS 系列液晶显示模块电路方框图

其中 E 是使能信号输入端。R/W 是读/写操作，选择逻辑电平 1 进行读操作，选择逻辑电平 0 进行写操作。RS 是寄存器选择操作，1 为数据，0 为指令。DB0~DB7 是数据总线。VDD 是+5V 逻辑电源，V0 是液晶驱动电源，VSS 是电源地。

3. MDLS 字符型液晶显示模块指令集

MDLS 字符型液晶显示模块指令集如表 8.3.1 所示。

表 8.3.1 MDLS 字符型液晶显示模块指令集

指令名称	控制信号		运行时间	功 能
	RS	R/W		
			250KHz	
清 屏	0	0	0 0 0 0 0 0 0 1	清 DDRAM 和 AC 的值
归 位	0	0	0 0 0 0 0 0 1 *	AC=0 光标、画面回 HOME 位
输入方式设置	0	0	0 0 0 0 0 1 I/D S	设置光标，画面移动方式
限制开关控制	0	0	0 0 0 0 1 D C B	设置显示，光标及闪烁开/关
光标、画面位移	0	0	0 0 0 1 S/C R/L * *	光标，画面移动不影响 DDRAM
功能设置	0	0	0 0 1 DL N F * *	工作方式设置（初始化指令）
CGRA 地址设置	0	0	0 1 A5 A4 A3 A2 A1 A0	设置 CGRAM 地址
DDRA 地址设置	0	0	1 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	设置 DDRAM 地址
读 BF 及 AC 值	0	1	BFAC6AC5AC4AC3AC2AXC1AC0	读 BF 值地址计数器 AC 值

写数据	1	0	数 据	40us	数据写入 DDRAM/CGRAM
读数据	1	1	数 据	40us	DDRAM/CGRAM 数据读出
I/D=1: 数据读/写操作后,AC 自动增 1 S/C=1:画面平移一个字符位 N=1: 两行显示					
I/D=0: 数据读/写操作后,AC 自动减 1 S/C=0:光标平移一个字符位 N=0: 一行显示					
S=1: 数据读/写操作,画面平移 R/L=1:右移 F=1: 5*10 点阵字符					
S=0: 数据读/写操作,画面不动 R/L=0:左移 F=0: 5*7 点阵字符					
D: 显示开关“1”-开; “0”-关 DL=1: 8 位数据接口 BF=1: 忙					
C: 光标开关“1”-开; “0”-关 DL=0: 4 位数据接口 BF=0: 准备好					
B: 闪烁开关“1”-开; “0”-关					

注: “*” 表示任意值, 在实际应用时一般认为是 “0”。

4. MDLS 字符型液晶显示模块的信号真值表

MDLS 字符型液晶显示模块的信号真值表如表 8.3.2 所示。

表 8.3.2 MDLS 字符型液晶显示模块的信号真值表

RS	R/W	E	功能
0	0	下降沿	写指令代码
0	1	高电平	读忙标志和 AC 值
1	0	下降沿	写数据
1	1	高电平	读数据

5. MDLS 字符型液晶显示模块的时序图

MDLS 字符型液晶显示模块的写操作时序图如图 8.3.2 所示。

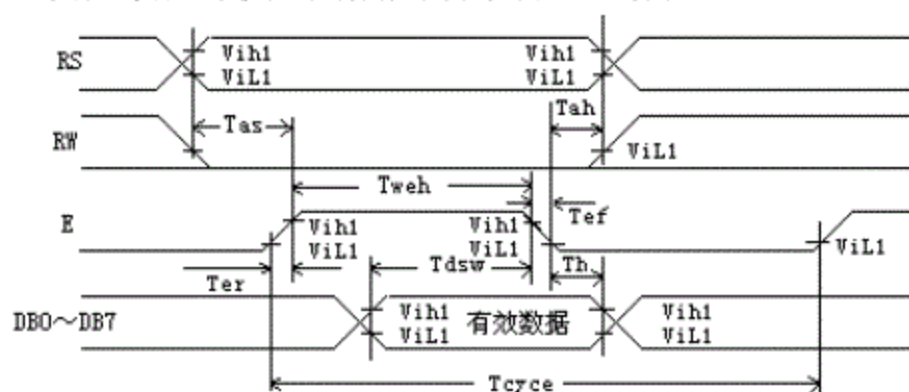


图 8.3.2 写操作时序图

从图 8.3.2 的时序图可以看到数据写入的条件: 寄存器 Rs 为高电平, 读/写标志 R/W 为低电平, 建立地址, 接下来使能信号 E 为高电平, 数据被写入, 当使能端 E 为下降沿的时候数据被完全建立。从地址的建立、保持到数据的建立、保持的结束, 整个过程需要的时间至少为 355ns。关于 MDLS 系列接口特性及电气特性请查阅点阵字符式液晶显示模块使用手册。

8.3.2 FPGA MDLS 字符型液晶显示模块驱动电路

1. 原理方框图

采用 FPGA 来驱动 MDLS 字符型液晶显示模块的原理方框图如图 8.3.3 所示, 主要由

FPGA 驱动电路和液晶显示模块组成。FPGA 控制器驱动液晶显示模块，实现对字符型液晶显示的驱动功能。

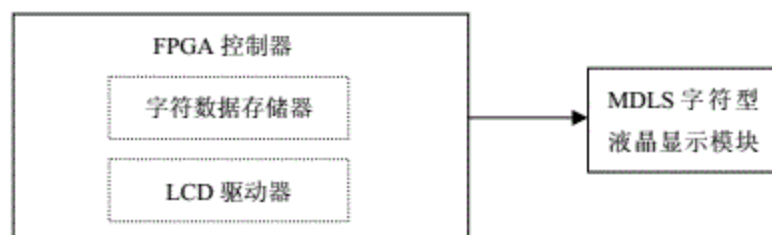


图 8.3.3 FPGA 驱动 MDLS 字符型液晶显示模块的原理方框图

2. 液晶显示器驱动模块 (lcd_driver) 的状态控制

根据表 8.3.1，从启动液晶到向液晶写如数据需要执行的指令包括：功能设置指令、光标画面移动指令、限制开关控制指令、CGRAM 地址设置指令、DDRAM 地址设置指令、写数据指令。图 8.3.4 描述了 lcd_driver 对液晶的操作流程。

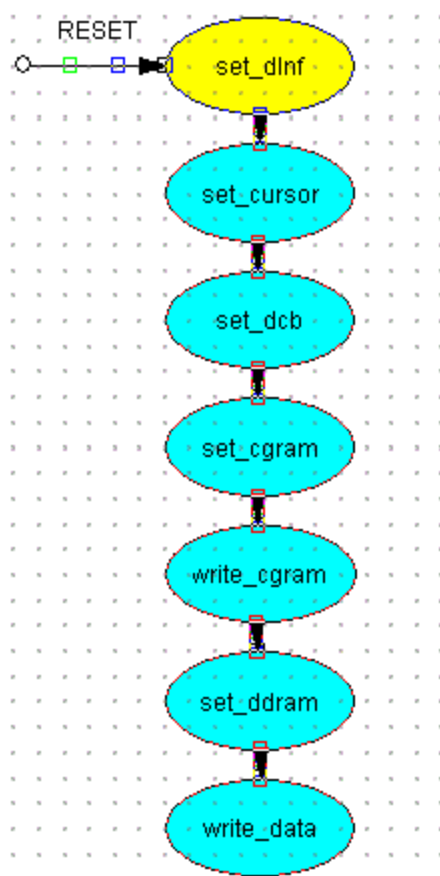


图 8.3.4 液晶显示器驱动模块中的状态转换图

8.3.3 程序设计与仿真

见随书所附光盘中文件：8.3 LCD 控制 VHDL 程序与仿真。