特点

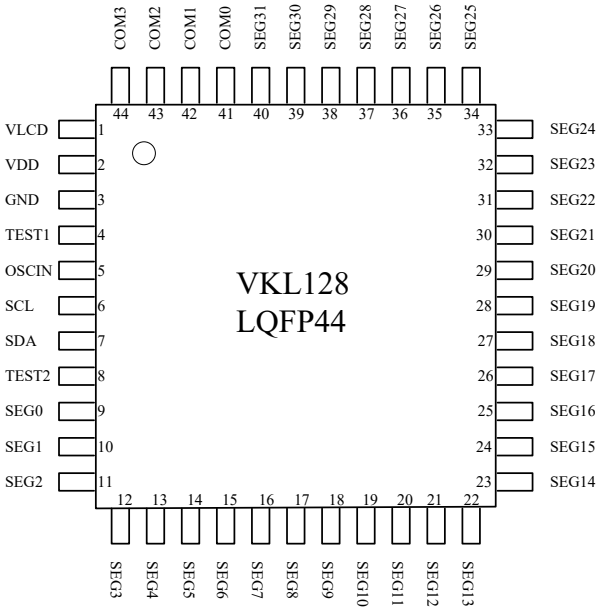
- 工作电压 2.5-5.5V
- 内置32 kHz RC振荡器
- 偏置电压（BIAS）可配置为1/2、1/3
- COM周期（DUTY）为1/4
- 内置显示RAM为32x4位
- 帧频80Hz
- 掉电模式（通过关显示和关振荡器进入）
- 可配置4种功耗模式
- I2C通信接口
- 显示模式32x4
- 3种显示整体闪烁频率
- 软件配置LCD显示参数
- 读写显示数据地址自动加1
- VLCD脚提供LCD驱动电压（<(VDD-VLCD)）
- 内置上电复位电路(POR)-TEST2接低电平使能
- 低功耗、高抗干扰
- 封装
  LQFP44(10.0mm x 10.0mm PP=0.8mm).

1 概述

VKL128是一个点阵式存储映射的LCD驱动器，可支持最大128点（32SEGx4COM）的LCD屏。单片机可通过I2C接口配置显示参数和读写显示数据，可配置4种功耗模式，也可通过关显示和关振荡器进入省电模式。其高抗干扰，低功耗的特性适用于水电气表以及工控仪表类产品。

2 管脚定义

2.1 VKL128 LQFP44管脚图

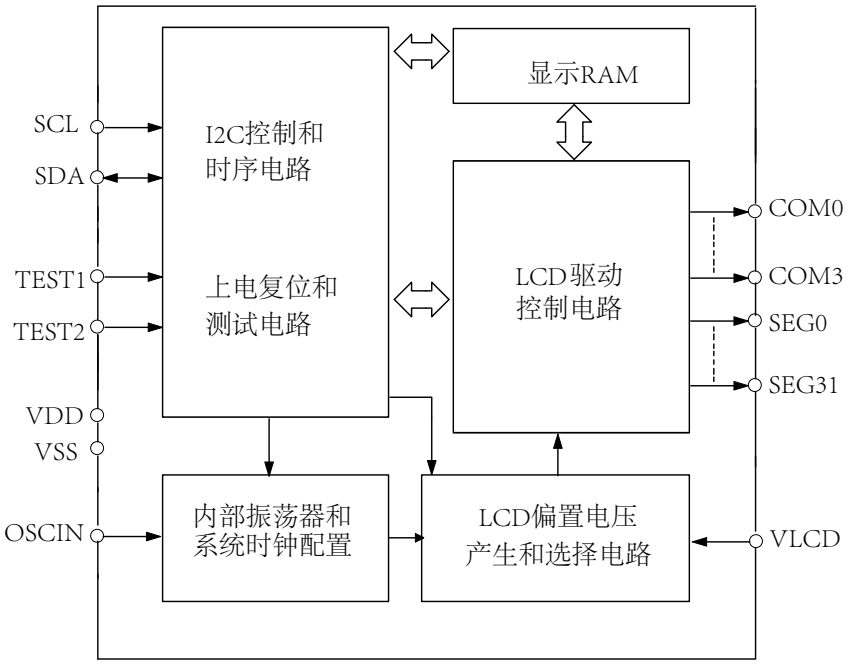


2.2 VKL128 LQFP44管脚列表

脚位	管脚名称	输入/输出	功能描述
1	VLCD	输入	LCD驱动电压(等于VDD-VLCD)
2	VDD	电源正	电源正
3	GND	电源地	电源地
4	TEST1	输入	测试脚必需短接VSS脚
5	OSCIN	输入	外部时钟输入脚,软件配置使用外部时钟还是内置RC振荡器. 使用内部振荡器时该脚必需短接VSS
6	SCL	输入	I2C串行时钟脚。
7	SDA	输入/输出	I2C串行数据输入/输出脚。
8	TEST2	输入	上电复位 (POR) 功能的使能和禁止: H：POR禁止（使用SoftwareReset） L：POR使能
9-40	SEG0-SEG31	输出	LCD段输出
41-44	COM0-COM3	输出	LCD位输出

3 功能说明

3.1 功能框图



3.2 显示RAM-存储结构

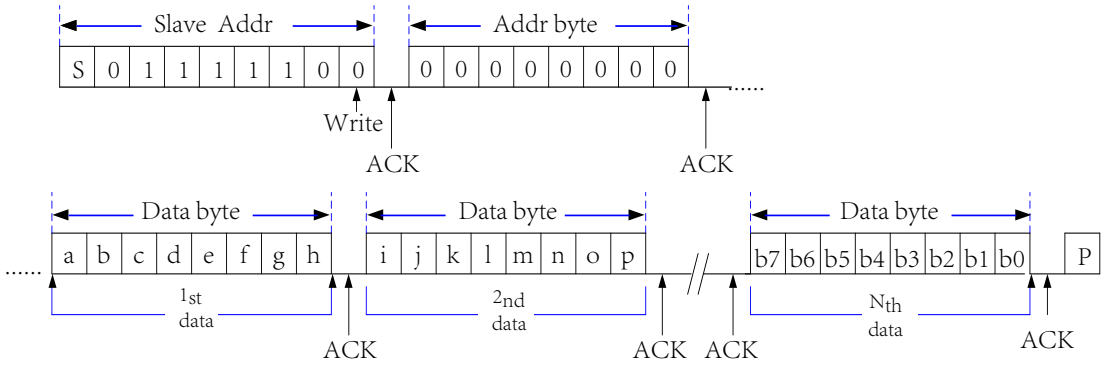
静态显示存储器（RAM）结构为32×4位，存储所显示的数据。 显示RAM的内容直接映射成LCD驱动器的显示内容。通过I2C命令存取显示RAM中数据，每读写4bit显示数据地址自动加1。

显示RAM中的内容映射至LCD的过程如下表所示：

输出	COM3	COM2	COM1	COM0	地址	输出	COM3	COM2	COM1	COM0	地址
SEG1	h	g	f	e	0x01	SEG0	d	c	b	a	0x00
SEG3	p	o	n	m	0x03	SEG2	l	k	j	i	0x02
SEG5					0x05	SEG4					0x04
SEG7					0x07	SEG6					0x06
SEG9					0x09	SEG8					0x08
SEG11					0x0B	SEG10					0x0A
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
SEG31					0x1F	SEG30					0x1E
显示数据	bit7	bit6	bit5	bit4			bit3	bit2	bit1	bit0	

32×4 显示RAM 映射

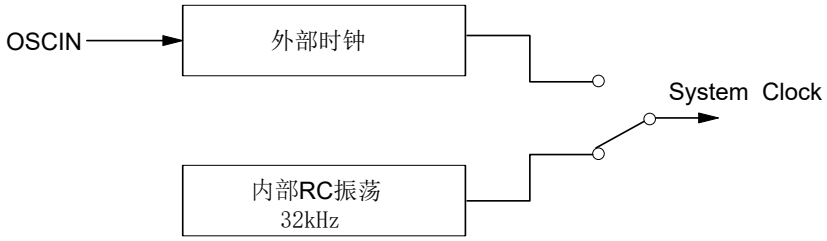
例：上图显示数据SEG0-SEG3和写入显示RAM的数据a-p的对应关系如下所示：



3.3 系统振荡器

VKL128的时钟是用来产生LCD 驱动信号和内部逻辑时序的。可软件配置系统时钟源是内部RC振荡器（32kHz）还是外部时钟源（OSCIN），使用内部RC振荡器时OSCIN接地，系统时钟频率(f_{SYS}) 决定LCD 帧频频率。

系统时钟的设置如下图所示：

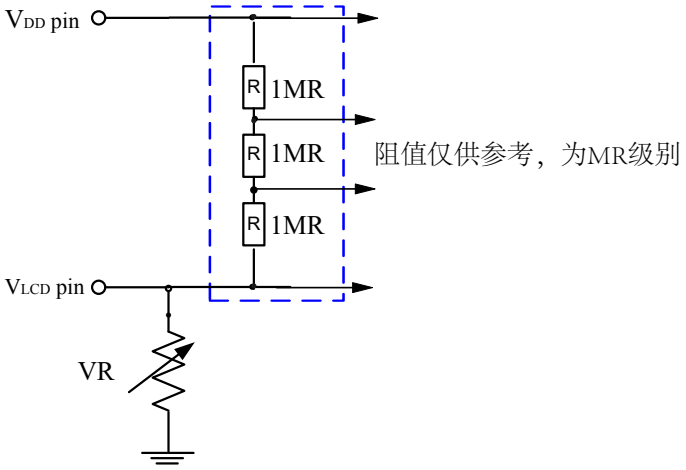


3.4 LCD驱动电压

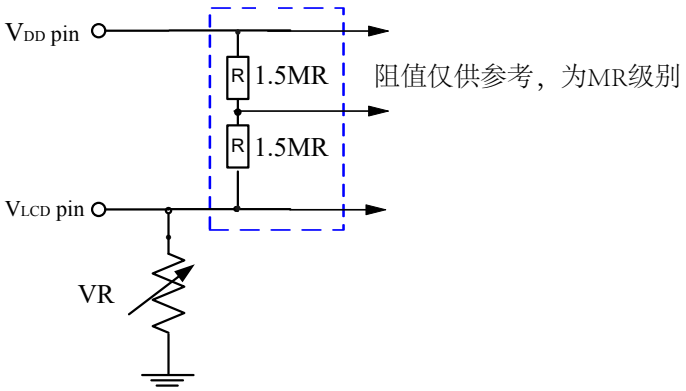
LCD驱动电压（VLCD≤VDD）可以通过VLCD脚获取（接电阻到VSS脚），LCD驱动电压=VDD-VLCD，内置运放来实现低功耗驱动。

VR用来调对比度，用1MR电阻调到最佳显示效果，取此时阻值。

1/3Bias



1/2Bias



3.5 上电复位

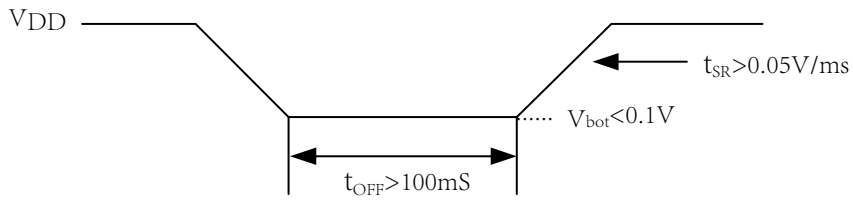
上电复位电路进行初始化，在此期间（1ms）I2C不要传数据。

内部电路初始化后的状态如下所示：

- 所有 COM/SEG 脚输出为 VDD。
- 1/4 duty 和 1/3 bias。
- 系统振荡器和 LCD bias 发生器关闭。
- LCD 显示关。
- 闪烁功能禁止。

上电时TEST2脚为低电平使能POR，在芯片工作期间，若 VDD 下降到低于规定的最小工作电压时，必须满足上电复位时序条件，即VDD 电压必须下降到0V，且在上升到正常工作电压之前至少保持100ms 的0V 电压

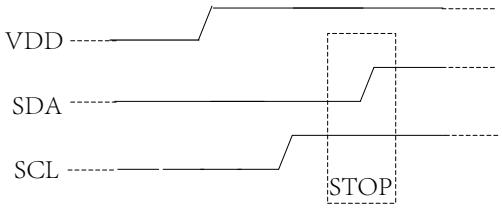
上电复位时序



上电时TEST2脚为高电平禁止POR，为了让内部电路处于复位状态必需配置如下：

I. STOP 条件为在SCL=H的状态下，SDA由L变为H

II. 在系统命令中设置软复位（bit1=1）



3.6 LCD通讯命令

LCD 驱动支持的显示模式为32SEG x 4COM，未使用的 SEG 和COM脚悬空。帧频频率可配置为4种频率，上电默认为 80Hz 。

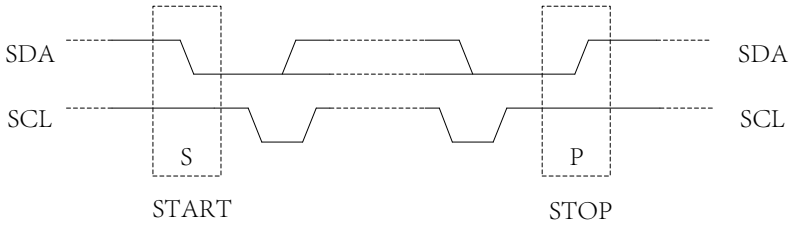
通过I2C接口配置显示参数和读写显示数据。

3.6.1 I2C通信接口

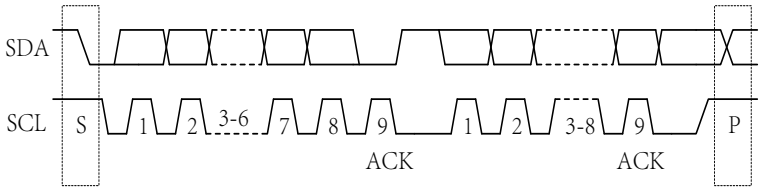
VKL128有2个通信脚，遵循I2C协议。

SCL脚是时钟输入脚，SDA脚是串行数据输入/输出脚，当 I2C 总线空闲时，这2个脚都为高电平。

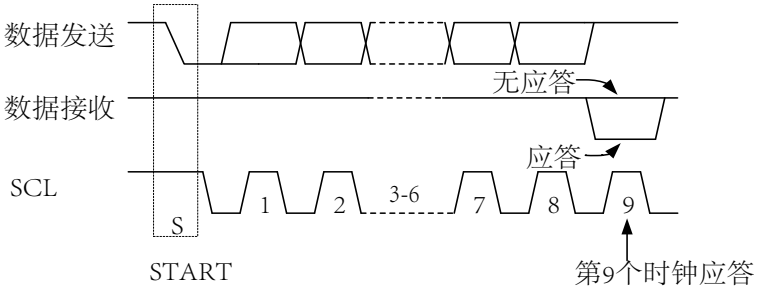
START 和 STOP信号



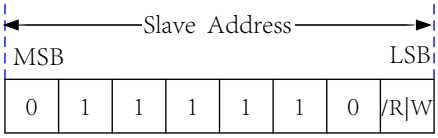
字节格式



应答信号



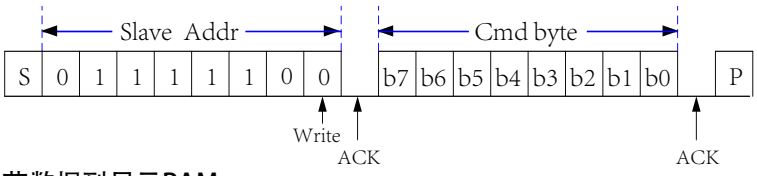
从机地址（0x7c）bit0-读写位



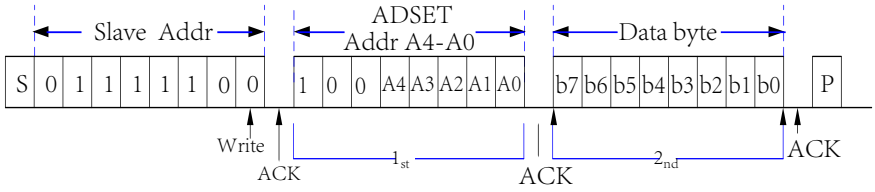
3.6.2 I2C命令格式

写操作

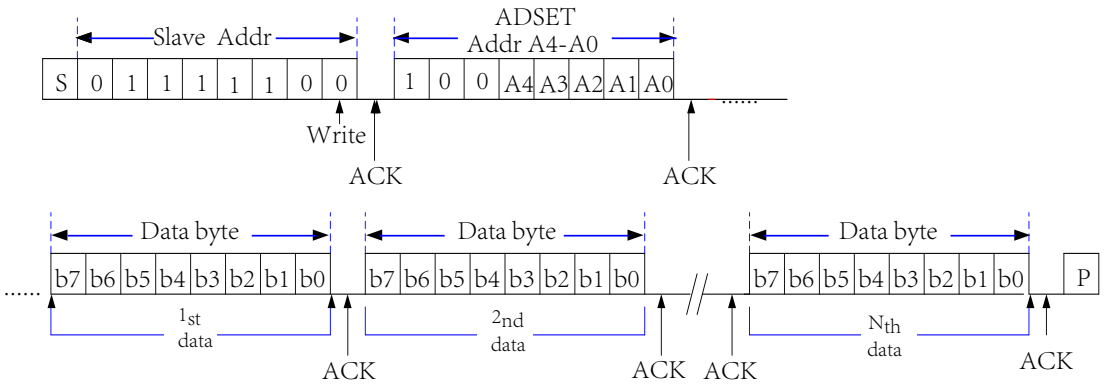
写命令



写单个字节数据到显示RAM

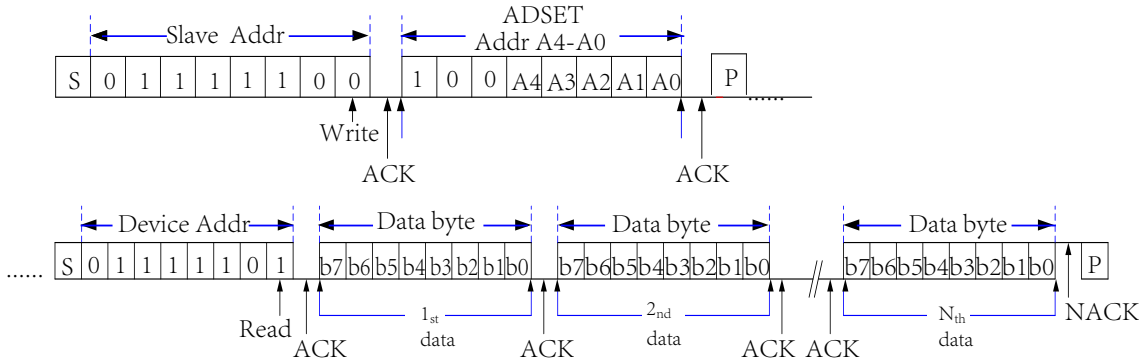


写多个字节数据到显示RAM



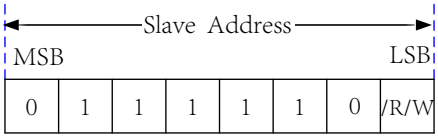
读操作

从显示RAM读多个字节数据



3.6.3 命令说明

从机地址
（0x7c）bit0-读写位



命令的bit7表示下一字节是数据(D)还是命令(C)：
bit7=0下一字节是数据，bit7=1下一字节是命令

3.6.3.1 模式设置命令

设置工作模式：

功能	字节	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	说明	R/W	Def
地址指针	1	C/D	1	0	X	E	M0	X	X		W	

Bit 3 E	LCD显示
0	OFF (Def)
1	ON

Bit 2 M0	偏置电压
0	1/3 bias (Def)
1	1/2 bias

3.6.3.2 系统设置命令

设置 系统参数：

功能	字节	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	说明	R/W	Def
地址指针	1	C/D	1	1	0	1	0	R	CLKS		W	

Bit 1 R	软复位
0	不执行软复位 (Def)
1	执行软复位

Bit0 CLKS	系统时钟源
0	内部RC振荡器 (Def)
1	外部时钟源OSCIN

说明：
1. 选用内部RC振荡器时OSCIN脚接地。

3.6.3.3 地址设置命令

设置显示起始地址：

功能	字节	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	说明	R/W	Def
地址指针	1	C/D	0	0	A4	A3	A2	A1	A0		W	

Bit4-0 A4-A0	显示地址低5位
00000	0x00 (Def)
00001	0x01
00010	0x02
.....	.....
11111	0x1f

3.6.3.4 全像素亮灭命令

LCD显示的像素全亮或全灭设置：

功能	字节	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	说明	R/W	Def
地址指针	1	C/D	1	1	1	1	1	AP1	AP0		W	

Bit 1 AP1	Bit 0 AP0	全像素亮灭控制
0	0	Normal (Def)
0	1	全像素关闭
1	0	全像素点亮
1	1	全像素关闭

说明：
1.该命令不影响显示RAM内容
2.只有LCD显示开时该命令有效

3.6.3.5 闪烁频率设置命令

设置LCD整体闪烁频率

功能	字节	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	说明	R/W	Def
闪烁频率设置	1	C/D	1	1	1	0	0	BK1	BK0		W	

Bit 1	Bit 0	闪烁频率
BK1	BK0	
0	0	闪烁关闭 (Def)
0	1	0.5Hz
1	0	1Hz
1	1	2Hz

3.6.3.6 显示控制命令

设置LCD驱动模式，帧频频率和4种功耗模式

功能	字节	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	说明	R/W	Def
显示控制设置	1	C/D	0	1	FR1	FR0	DM	SR1	SR0		W	

Bit 4	Bit 3	帧频频率
FR1	FR0	
0	0	80Hz (Def)
0	1	71Hz
1	0	64Hz
1	1	53Hz

Bit2	驱动方式
DM	
0	Line 翻转 (Def)
1	Frame翻转

Bit 1	Bit 0	功耗模式	功耗
SR1	SR0		
0	0	节电模式1 (LP1)	x0.5
0	1	节电模式2 (LP2)	0.67
1	0	正常模式 (NP) (Def)	1.0
1	1	高耗电模式(HP)	1.8

工作电流：

1. 80Hz>71Hz>64Hz>53Hz
2. Line 翻转>Frame翻转
3. 高耗电模式>正常模式>节电模式2>节电模式1
4. 功耗数据仅供参考，和使用的LCD也有关系

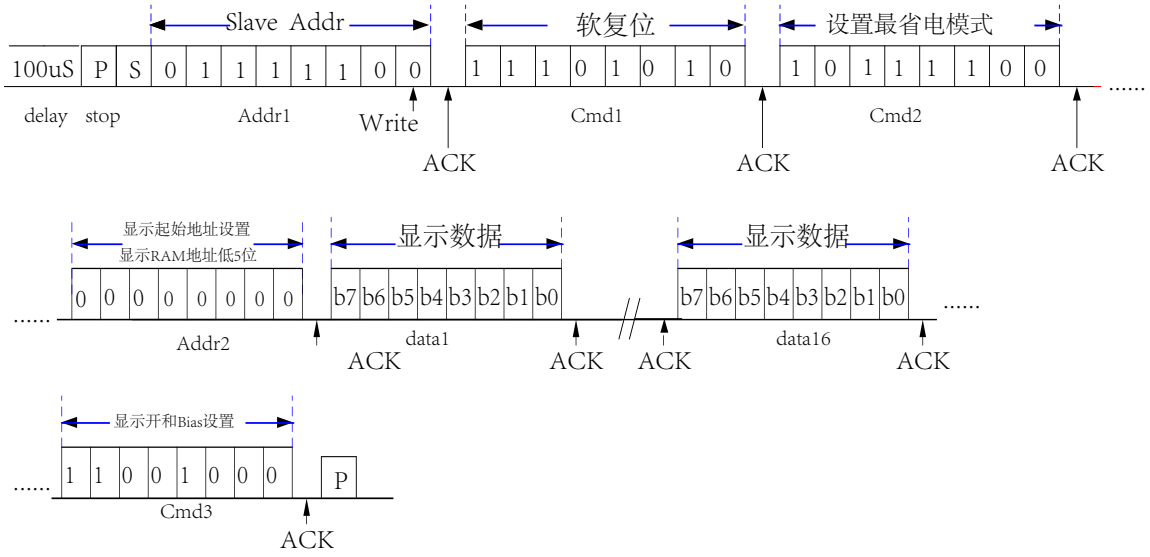
不同的显示控制命令显示效果 不一样，如下表：

显示控制	画面抖动	显示效果/对比度
帧频频率	V	---
驱动方式	V	V
功耗模式	---	V
影响不是绝对的，也和使用的LCD有关。		

4 命令应用

4.1 初始化序列

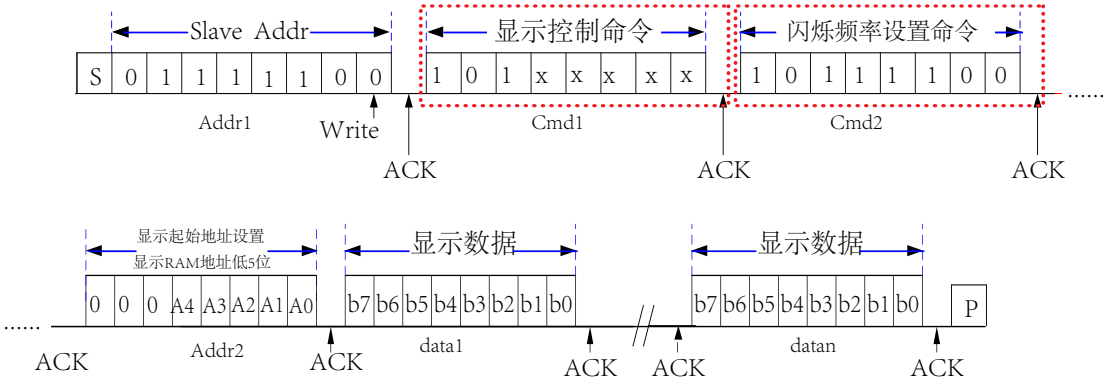
上电时要满足上电复位时序，上电后，需要先配置参数。
配置初始参数通过一系列命令来实现，命令序列如下：



上电：	满足上电时序
delay：	延时100uS等待芯片初始化
STOP：	发送I2C停止信号
START：	发送I2C启动信号
Addr1：	发送Slave地址（0x7c）
Cmd1：	系统设置命令 -设置软复位（0xEA）
Cmd2：	数据读写显示控制命令 -根据客户需要设置，例设设为最省电模式（0xBC）
Addr2：	地址设置命令-设置显示RAM起始地址（0x00）
Data1-Data18：	送显示数据0x00到显示RAM内（最多16个字节）
Cmd3：	模式设置命令 -显示开和设置bias，例打开显示为1/3bias（0xC8）
STOP	发送I2C停止信号

4.2 送显示数据

显示控制初始化时已配置好并且不需要改变闪烁配置可以只发送显示数据。



START: 发送I2C启动信号

Addr1: 发送Slave地址（0x7c）

Cmd1: 显示控制命令 -根据需要设置，显示控制不需要改变可以不发送这个字节

Cmd2: 闪烁频率设置命令 -根据需要设置，闪烁不需要改变可以不发送这个字节

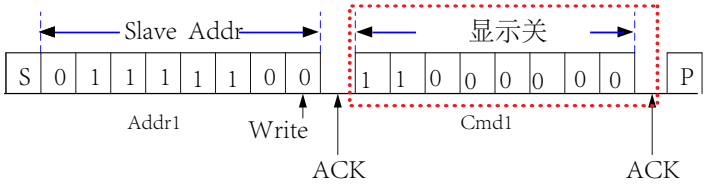
Addr2: 地址设置命令 -设置显示RAM起始地址（0x00）

Data1-Datan: 送显示数据到设置的显示RAM起始地址及其后地址（最多16个字节）

STOP 发送I2C停止信号

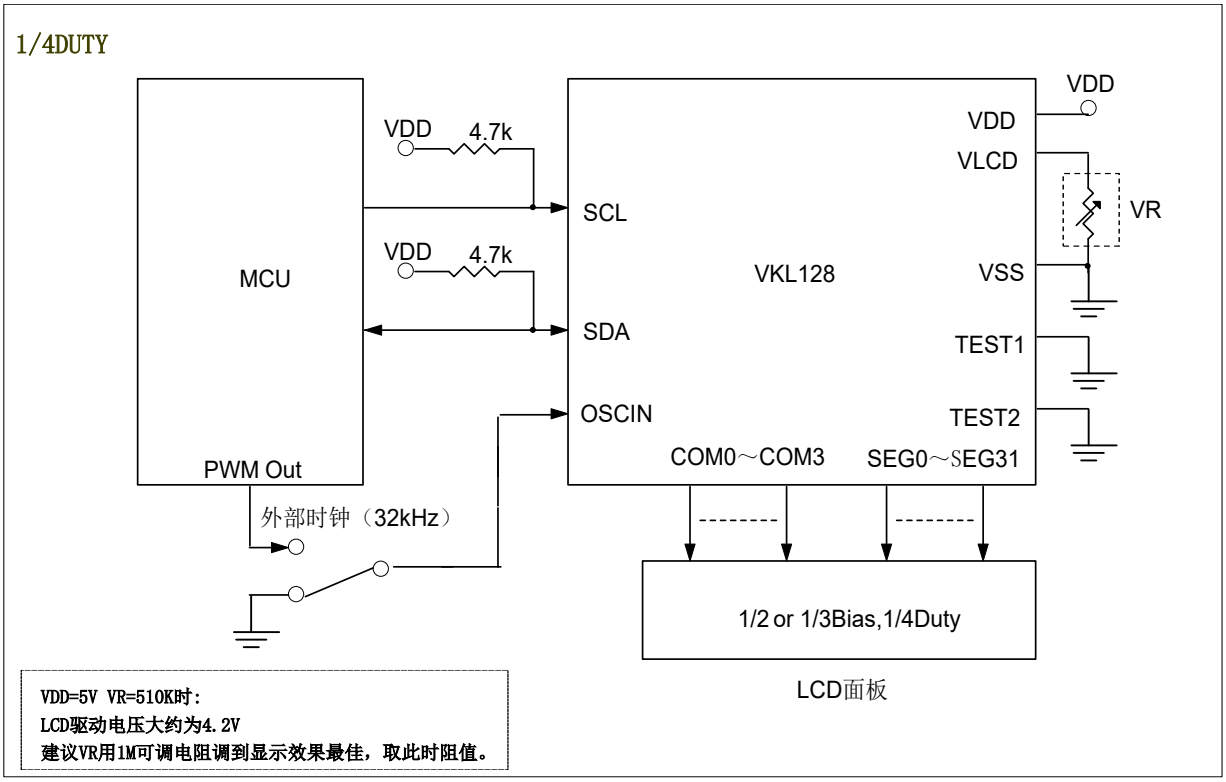
4.3 显示关

其它命令也可以按这个格式发送。



START: 发送I2C启动信号
Addr1: 发送Slave地址（0x7c）
Cmd1: 模式设置命令 -显示关（0xC0）
STOP: 发送I2C停止信号

5 参考电路


1/4DUTY
MCU
PWM Out
外部时钟（32kHz）
VDD
4.7k
VDD
4.7k
SCL
SDA
OSCIN
VKL128
VDD
VDD
VLCD
VR
VSS
TEST1
TEST2
COM0～COM3
SEG0～SEG31
1/2 or 1/3Bias,1/4Duty
LCD面板
VDD=5V VR=510K时:
LCD驱动电压大约为4.2V
建议VR用1M可调电阻调到显示效果最佳，取此时阻值。

6 电气特性

6.1 极限参数

特　性	符　号	极　限　值	单　位
电源电压	VDD	-0.3～6.5	V
输入电压	VIN	V_{SS}-0.3～V_{DD}+0.3	V
存贮温度	TSTG	-50～+125	℃
工作温度	TOTG	-40～+85	℃

6.2 直流参数

名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件	
						VDD	条件
工作电压	VDD	2.5	—	5.5	V	—	—
工作电流	I_{DD1}	—	7.5	20	μA	3V	VDD=3.3V，25℃，1/3bias，节电模式1(LP1)，帧频80Hz，FRAME翻转。
待机电流	I_{STB}	—	0.5	5	μA	3V	LCD 显示关，内部RC振荡器关。
VLCD脚电压*1	VLCD	0	—	VDD-2.4	V	3V	要求VDD-VLCD>=2.5V
输入低电压	V_{IL}	0	—	0.3	VDD	3V 5V	SCL，SDA
输入高电压	V_{IH}	0.7	—	1.0	VDD	3V 5V	SCL，SDA
'L'输入电流	I_{IL}	-1	—	—	μA	3V	---
'H'输入电流	I_{IH}	—	—	1	μA	3V	---
LCD ON时阻值	R_{ON}	—	3	—	kΩ	3V	I_{load}=±10uA

*1 LCD驱动电压=VDD-VLCD

6.3 交流参数

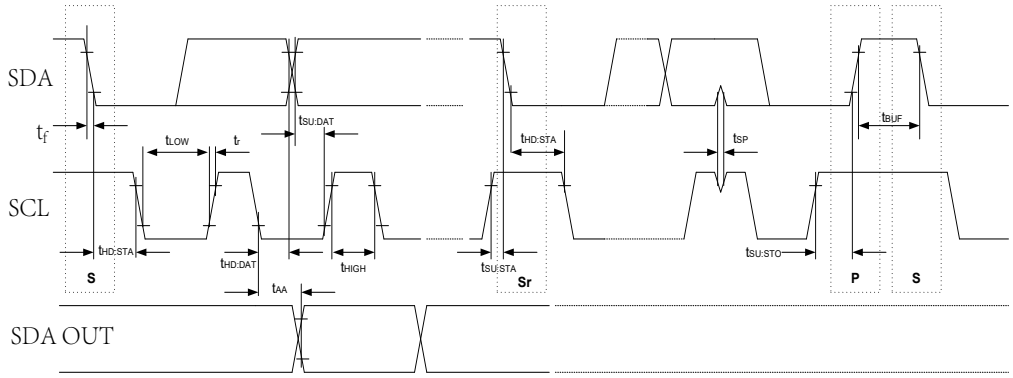
帧频频率

名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件	
						VDD	条件
LCD 帧频频率	f_{LCD1}	56	80	104	Hz	3.3V	帧频80Hz,-40 ~ +85℃
LCD 帧频频率	f_{LCD2}	49	71	93	Hz	3.3V	帧频71Hz,-40 ~ +85℃
LCD 帧频频率	f_{LCD3}	44	64	84	Hz	3.3V	帧频64Hz,-40 ~ +85℃
LCD 帧频频率	f_{LCD4}	37	53	69	Hz	3.3V	帧频53Hz,-40 ~ +85℃

I2C参数

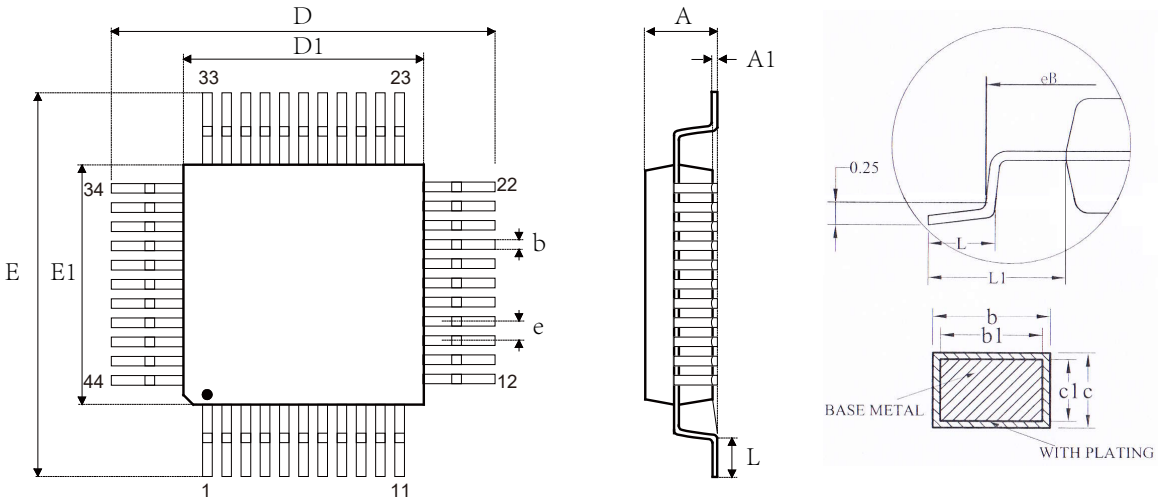
名称	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件	
						VDD	条件
时钟频率	f_{SCL}	—	—	400	kHz	3.0-5.5V	—
总线空闲时间	t_{BUF}	1.3	—	—	μs	3.0-5.5V	在此时间内总线保持空闲直到新的传输开始
Start 状态保持时间	$t_{HD:STA}$	0.6	—	—	μs	3.0-5.5V	此周期后，产生第1个时钟脉冲
SCL 低电平时间宽	t_{LOW}	1.3	—	—	μs	3.0-5.5V	—
SCL 高电平时间宽	t_{HIGH}	0.6	—	—	μs	3.0-5.5V	—
Start 状态设置时间	$t_{SU:STA}$	0.6	—	—	μs	3.0-5.5V	仅与重复的 START 信号有关
数据保持时间	$t_{HD:DAT}$	0	—	—	ns	3.0-5.5V	—
数据设置时间	$t_{SU:DAT}$	100	—	—	ns	3.0-5.5V	—
SDA 和 SCL 上升时间	t_R	—	—	0.3	μs	3.0-5.5V	周期性采样测试结果
SDA 和 SCL 下降时间	t_F	—	—	0.3	μs	3.0-5.5V	周期性采样测试结果
Stop 状态设置时间	$t_{SU:STO}$	0.6	—	—	μs	3.0-5.5V	—
有效时钟输出时间	t_{AA}	—	—	0.9	μs	3.0-5.5V	—
输入滤波时间常数 (SDA 和 SCL 引脚)	t_{SP}	—	—	50	ns	3.0-5.5V	噪声抑制时间

I²C 时序



7 封装信息

7.1 LQFP44(10.0mm x 10.0mm PP=0.8mm):



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	--	--	1.60
A1	0.05	--	0.15
b	0.28	--	0.36
b1	0.27	0.30	0.33
c	0.13	--	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	11.80	12.00	12.20
D1	9.90	10.00	10.10
E	11.80	12.00	12.20
E1	9.90	10.00	10.10
e	0.80BSC		
L	0.45	--	0.75
L1	1.00REF		

8 历史版本

No.	版本	日期	修订内容	检查
1	1.0	2018-08-10	原始版本	Yes
2	1.1	2018-10-11	添加参考电路	Yes
3	1.2	2019-03-21	检查数据手册	Yes
4	1.3	2020-04-11	更新内容	Yes

免责说明

本着为用户提供更好的服务的原则，永嘉微电在本手册中给用户提供准确详细的产品信息。但由于本手册中的内容具有一定的时效性，永嘉微电不保证该手册在任何时段的时效性和适用性。永嘉微电有权对本手册中的内容进行更新，恕不另行通知。为获取最新信息，请访问永嘉微电的官方网站（https://www.szvinka.com）或者与永嘉微电工作人员联系。