

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

概述

MAX6950/MAX6951 是紧凑的共阴极显示驱动器，通过 SPI™、QSPI™、MICROWIRE™ 兼容的串行接口，连接微处理器和独立的 7 段 LED 数码管、条形图或分立的 LED。电源电压可低至 2.7V。

MAX6950 可驱动 5 位 7 段数码管或 40 个分立的 LED。MAX6951 可驱动 8 位 7 段数码管或 64 个分立的 LED。

内置 16 进制字符译码器 (0-9, A-F)、复用扫描电路、段码和位驱动器，以及存储每一位数据的静态 RAM。用户可以为每一个显示位选择 16 进制译码方式，或非译码模式，以驱动任何 7 段码组合、柱状图或分立 LED。LED 段电流由内部数字亮度控制电路设定，段驱动器为限斜率输出，以降低 EMI。

每个显示位单独寻址和刷新，无须重写所有的显示单元。这些器件具有低功耗关断模式、数字亮度控制电路、扫描限制寄存器 (允许用户选择 1 至 8 位显示)、各驱动器可相互保持同步的段闪烁控制，以及强制所有 LED 点亮的测试模式。

应用

机顶盒
面板仪表
白色家电
条形图和点阵显示器
工业控制器和仪表
专业音响设备
医疗设备

功能图参见产品资料的末尾部分。

典型应用参见产品的末尾部分。

SPI 和 QSPI 是 Motorola, Inc. 的商标。

MICROWIRE 是 National Semiconductor Corp. 的一个商标。

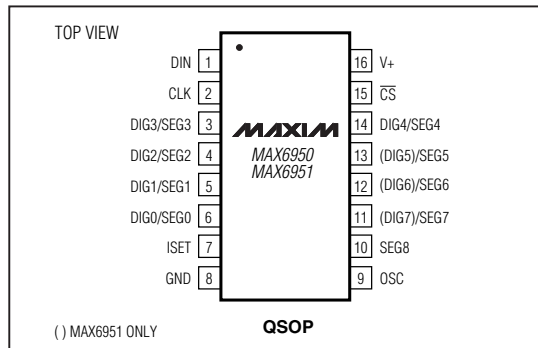
特性

- ◆ 兼容于高速、26MHz、SPI/QSPI/MICROWIRE 串行接口
- ◆ 工作电压 +2.7V 至 +5.5V
- ◆ 独立的 LED 段控制
- ◆ 各驱动器间可相互保持同步的段闪烁控制
- ◆ 16 进制译码/非译码位选择
- ◆ 数字亮度控制
- ◆ 上电时所有显示器关闭
- ◆ 驱动共阴极 LED 数码管
- ◆ 复用时钟可同步于外部时钟
- ◆ 限斜率的段驱动器，以降低 EMI
- ◆ 75μA 低功耗关断模式 (数据保持不变)
- ◆ 小巧的 16 引脚 QSOP 封装

订购信息

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6950CEE	0°C to +70°C	16 QSOP
MAX6950EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP
MAX6951CEE	0°C to +70°C	16 QSOP
MAX6951EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP

引脚配置



串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage (with Respect to GND)	
V+	-0.3V to 6V
All Other Pins	-0.3V to (V+ + 0.3V)
DIG1–DIG8 Sink Current	440mA
SEG1–SEG9 Source Current	55mA
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C) 16-Pin QSOP (derate 8.34mW/°C above +70°C)	667mW

Operating Temperature Ranges (T _{MIN} to T _{MAX})	
MAX695_CEE	0°C to +70°C
MAX695_EEE	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Stresses beyond those listed under “Absolute Maximum Ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Typical operating circuit, V+ = +3.0V to +5.5V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		2.7		5.5	V
Shutdown Supply Current	I _{SHDN}	Shutdown mode, all digital inputs at V+ or GND	Overtemperature		160	μA
				75		
Operating Supply Current	I+	All segments on, all digits scanned, intensity set to full, internal oscillator, no display load connected		10		mA
Master Clock Frequency (OSC Internal Oscillator)	f _{OSC}	OSC = RC oscillator	1		8	MHz
		OSC = RC oscillator, R _{SET} = 56kΩ, C _{SET} = 27pF		4		
Master Clock Frequency (OSC External Clock)	f _{OSC}	OSC overdriven externally	1		8	MHz
Display Scan Rate (OSC External Clock)	f _{SCAN}	Eight digits scanned, OSC = overdriven externally	155		1250	Hz
Display Scan Rate (OSC Internal Oscillator)	f _{SCAN}	Eight digits scanned, OSC = RC oscillator	155		1250	Hz
Display Scan Rate (OSC Internal Oscillator)	f _{SCAN}	Eight digits scanned, OSC = RC oscillator, R _{SET} = 56kΩ, C _{SET} = 27pF		625		Hz
OSC Internal/External Detection Threshold	V _{OSC}			1.7		V
Dead Clock Protection Frequency	f _{OSC}			75.5		kHz
OSC High Time (OSC External Clock)	t _{CH}		50			ns
OSC Low Time (OSC External Clock)	t _{CL}		50			ns

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

MAX6950/MAX6951

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Typical operating circuit, V+ = +3.0V to +5.5V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Slow Segment Blink Period (Internal Oscillator)	f _{SLOWBLINK}	Eight digits scanned, OSC = RC oscillator, R _{SET} = 56kΩ, C _{SET} = 27pF		1		s
Fast Segment Blink Period (Internal Oscillator)	f _{FASTBLINK}	Eight digits scanned, OSC = RC oscillator, R _{SET} = 56kΩ, C _{SET} = 27pF		0.5		s
Fast or Slow Segment Blink Duty Cycle (Note 2)			49.9	50	50.1	%
Digit Drive Sink Current	I _{DIGIT}	T _A = +25°C, V _{LED} = 2.4V	240	320	400	mA
Segment Drive Source Current	I _{SEG}	T _A = +25°C, V _{LED} = 2.4V	-30	-40	-50	mA
Digit Drive Sink Current (Note 2)	I _{DIGIT}	T _A = +25°C, V+ = 2.7V to 3V, V _{LED} = 2.2V	80			mA
Segment Drive Source Current (Note 2)	I _{SEG}	T _A = +25°C, V+ = 2.7V to 3V, V _{LED} = 2.2V	-10			mA
Slew Rate Rise Time	ΔI _{SEG} /Δt	T _A = +25°C		35		mA/μs
LOGIC INPUTS						
Input Current DIN, CLK, \overline{CS}	I _{IH} , I _{IL}	V _{IN} = 0 or V+	-2		2	μA
Logic High Input Voltage DIN, CLK, \overline{CS}	V _{IH}		2.4			V
Logic Low Input Voltage DIN, CLK, \overline{CS}	V _{IL}				0.4	V
Hysteresis Voltage DIN, CLK, \overline{CS}	ΔV _I			0.5		V
TIMING CHARACTERISTICS (Figure 1)						
CLK Clock Period	t _{CP}		38.4			ns
CLK Pulse Width High	t _{CH}		19			ns
CLK Pulse Width Low	t _{CL}		19			ns
\overline{CS} Fall to CLK Rise Setup Time	t _{CSS}		9.5			ns
CLK Rise to \overline{CS} Rise Hold Time	t _{CSH}		3			ns
DIN Setup Time	t _{DS}		9.5			ns
DIN Hold Time	t _{DH}		0			ns
\overline{CS} Pulse High	t _{CSW}		19			ns
TIMING CHARACTERISTICS (V+ = +2.7V) (Note 2)						
CLK Clock Period	t _{CP}		50			ns
CLK Pulse Width High	t _{CH}		24			ns
CLK Pulse Width Low	t _{CL}		24			ns
\overline{CS} Fall to CLK Rise Setup Time	t _{CSS}		12			ns
CLK Rise to \overline{CS} Rise Hold Time	t _{CSH}		4			ns
DIN Setup Time	t _{DS}		12			ns
DIN Hold Time	t _{DH}		4			ns
\overline{CS} Pulse High	t _{CSW}		24			ns

Note 1: All parameters tested at T_A = +25°C. Specifications over temperature are guaranteed by design.

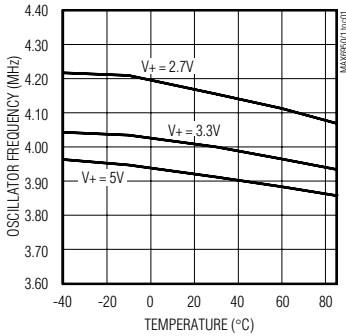
Note 2: Guaranteed by design.

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

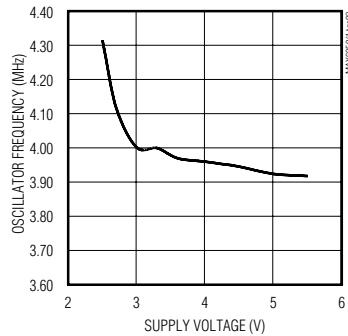
典型工作特性

(Typical operating circuit, scan limit set to eight digits, $V_+ = +3.3V$, $V_{LED} = 2.4V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

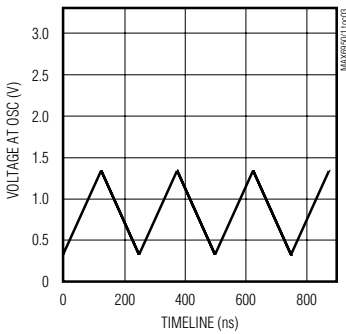
INTERNAL OSCILLATOR FREQUENCY vs. TEMPERATURE



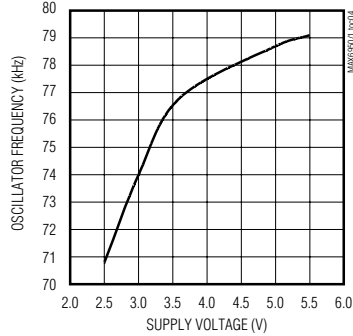
INTERNAL OSCILLATOR FREQUENCY vs. SUPPLY VOLTAGE



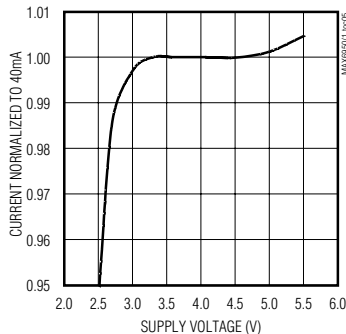
INTERNAL OSCILLATOR WAVEFORM AT OSC (PIN 9)



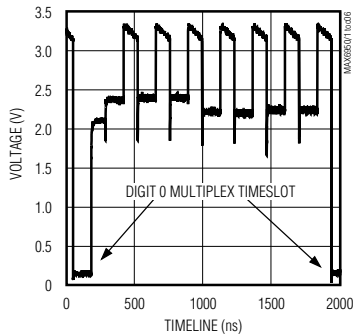
DEAD CLOCK OSCILLATOR FREQUENCY vs. SUPPLY VOLTAGE



SEGMENT SOURCE CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE



WAVEFORM AT SEGO/DIGO (PIN 6) V+ = 3.3V, 8 DIGITS SCANNED, 8/16 INTENSITY



串行接口、+2.7V至+5.5V、5位和8位LED显示驱动器

引脚描述

MAX6950/MAX6951

引脚	名称	功能
1	DIN	串行数据输入。在CLK的上升沿将数据移入内部16位移位寄存器。
2	CLK	串行时钟输入。在CLK的上升沿，数据被移入内部移位寄存器。在CLK的下降沿，数据在D _{OUT} 端移出。CLK输入仅在CS为低电平时才有效。
3-6, 10-14	DIGX, SEGX	充当位驱动器时，位X输出吸入来自显示器共阴极管的电流。段X驱动器为显示器源出电流。段/位驱动器在关断时处于高阻状态。
7	ISET	电流设定。在此引脚与GND之间连接一个电阻(R _{SET})，以便设置峰值电流。该电阻还与电容C _{SET} 一起用来设置多路复用显示时钟频率。
8	GND	电源地
9	OSC	多路复用显示时钟输出。当使用内部RC振荡器复用时钟时，在此引脚和GND之间连接一个电容(C _{SET})。电阻R _{SET} (还用来设置峰值电流)和电容C _{SET} 一起用来设置复用时钟频率。当使用外部时钟时，OSC由一个1MHz到8MHz的时钟来驱动。
15	\overline{CS}	芯片选择输入。只有在 \overline{CS} 为低电平时，串行数据才能移入移位寄存器。在 \overline{CS} 的上升沿，将锁存最后的16位串行数据。
16	V+	电源正端。0.1μF电容旁路至GND。

详细说明

串行寻址模式

MAX6950与MAX6951的区别

MAX6950为5位共阴极显示驱动器。该器件驱动5个显示位，每个显示位包含8个共阴极连接的LED。因此，显示限制在40个独立LED或显示段。

MAX6951为8位共阴极显示驱动器。该器件驱动8个显示位，每个显示位包含8个LED。MAX6950与MAX6951之间的唯一区别是MAX6950少了3个显示位驱动器。对MAX6950进行设置后，也能够扫描8个显示位，但即使最后三个显示位连上线，它们也不会被点亮。

MAX6950/MAX6951利用独有的复用方案，以尽可能地减少驱动器和LED显示器之间的连接。该方案要求5个显示位(MAX6950)或8个显示位(MAX6951)中(表1)每位的段码连接都不相同。如典型应用电路图中所示，采用单显示位类型显示器。MAX6950/MAX6951不是用来驱动段码内部连在一起的多显示位类型显示器，除非按照表1的段码共阴连线方式。MAX6950/MAX6951可驱动多位LED显示器，即每个显示位的段码分别引出，因为这样才能在外部将显示位正确连接在一起，如同使用单个显示位。

MAX6950/MAX6951的微处理器接口采用三个输入引脚(图1)，为SPI兼容的3线串行接口。该接口用来将配置字和显示数据写入MAX6950/MAX6951。串行接口数据字长为16位，用D15-D0(表2)表示。D15-D8为命令地址，D7-D0为数据。最先收到的位是最高有效位D15。三个输入引脚分别为：

- CLK位串行数据输入，在写序列的起始和结束阶段，可以空闲为低电平或高电平；
- \overline{CS} 为MAX6950/MAX6951的片选输入，在串入数据至MAX6950/MAX6951时， \overline{CS} 必须为低电平；
- DIN为串行数据输入引脚，在时钟上升沿进行采样时，必须保持稳定。

串行接口包含一个16位移位寄存器，在 \overline{CS} 为低电平时，DIN数据在CLK的上升沿移入。当 \overline{CS} 为高电平时，CLK时钟变化不会移入数据到移位寄存器。 \overline{CS} 转为高电平时，移位寄存器的16位数据并行加载到一个16位锁存器中。接着，对锁存器中的16位数据进行解码，以判断命令类型，并执行该命令。

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

表1、与单位显示器的标准驱动器连接

	DIG/SEG0 PIN 6	DIG/SEG1 PIN 5	DIG/SEG2 PIN 4	DIG/SEG3 PIN 3	DIG/SEG4 PIN 14	DIG/SEG5 PIN 13	DIG/SEG6 PIN 12	DIG/SEG7 PIN 11	SEG 8 PIN 10
LED Digit 0	CC0	SEG dp	SEG g	SEG f	SEG e	SEG d	SEG c	SEG b	SEG a
LED Digit 1	SEG dp	CC1	SEG g	SEG f	SEG e	SEG d	SEG c	SEG b	SEG a
LED Digit 2	SEG dp	SEG g	CC2	SEG f	SEG e	SEG d	SEG c	SEG b	SEG a
LED Digit 3	SEG dp	SEG g	SEG f	CC3	SEG e	SEG d	SEG c	SEG b	SEG a
LED Digit 4	SEG dp	SEG g	SEG f	SEG e	CC4	SEG d	SEG c	SEG b	SEG a
LED Digit 5	SEG dp	SEG g	SEG f	SEG e	SEG d	CC5	SEG c	SEG b	SEG a
LED Digit 6	SEG dp	SEG g	SEG f	SEG e	SEG d	SEG c	CC6	SEG b	SEG a
LED Digit 7	SEG dp	SEG g	SEG f	SEG e	SEG d	SEG c	SEG b	CC7	SEG a

表2、串行数据格式 (16 位)

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
ADDRESS								DATA							
								MSB							LSB

MAX6950/MAX6951 的写操作采用下列序列 (图 2):

- 1) CLK 置低电平;
- 2) \overline{CS} 至低电平, 使能内部 16 位移位寄存器;
- 3) 顺序移入 16 位数据, 从 D15 至 D0 顺序进入 DIN, 保证足够的建立和保持时间。
- 4) \overline{CS} 置高电平。

CLK 和 DIN 可以很好地传输数据至其它外围设备。除非 \overline{CS} 保持低电平, 否则 MAX6950/MAX6951 将忽略 CLK 和 DIN 上的任何数据。无法从 MAX6950/MAX6951 读取数据。

如果在 \overline{CS} 置低电平和 \overline{CS} 再次置高电平之间, 移入 MAX6950/MAX6951 中的数据少于或多于 16 位, 则 MAX6950/MAX6951 锁存最后接收的 16 位数据, 可能包括以前传输的数据。通常情况是当 n 位 (其中 $n > 16$) 数据传输到 MAX6950/MAX6951, 仅留下第 {n-15} 位至第 {n} 位, 分别对应于 D15 到 D0 (图 3), 被并行加载至 16 位锁存器。

位及控制寄存器

表 3 列出了可寻址的显示数据和配置寄存器。显示数据寄存器采用 8 字节双端口 SRAM, 即 P0 和 P1。

初始上电

在初始上电时, 复位所有控制寄存器, 显示器黑屏, MAX6950/MAX6951 进入关断模式。在显示之前, 应该编程设定显示驱动器。否则, 扫描显示位数被初始设置为 5 位, 显示数据寄存器将工作于非译码方式, 亮度控制寄存器被设置为最小值。表 4 列出了寄存器上电后的状态。

配置寄存器

配置寄存器包括下列功能配置: 进入或退出关断模式, 选择闪烁速率, 全局启动或禁止闪烁功能, 全局清除显示数据和复位闪烁时序等。在配置寄存器更新时, D1 位应该始终为零。配置寄存器格式参见表 5。

S 位用来选择关断或正常工作模式。

B 位用来选择闪烁速率。

E 位用来全局启动或禁止闪烁功能

T 位用来复位闪烁时序。

R 位用来全局清除所有显示位对应的 P0 和 P1 两级寄存器。

在 MAX6950/MAX6951 处于关断模式 (表 6) 时, 扫描振荡器停振; 所有的段驱动器和位驱动器均为高阻状态。数字寄存器和控制寄存器中的数据保持不变。关断模式可用于节省电源。为尽可能地降低关断电源电流, 逻辑输入应该保持地或 V_+ (CMOS 逻辑电平) 电平。在关断模式

串行接口、+2.7V至+5.5V、5位和8位LED显示驱动器

MAX6950/MAX6951

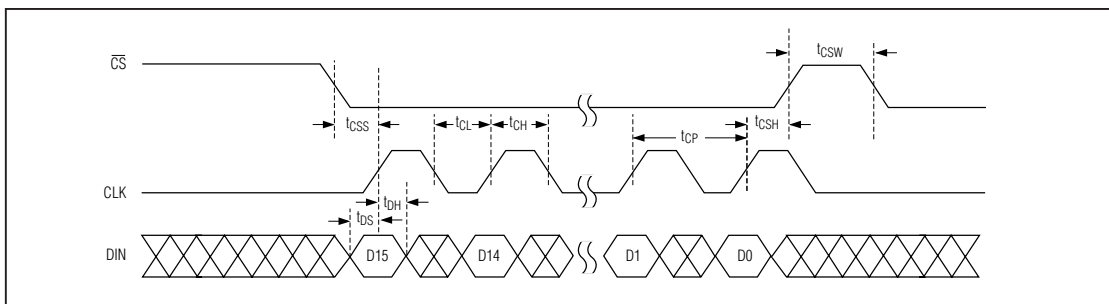


图1、时序图

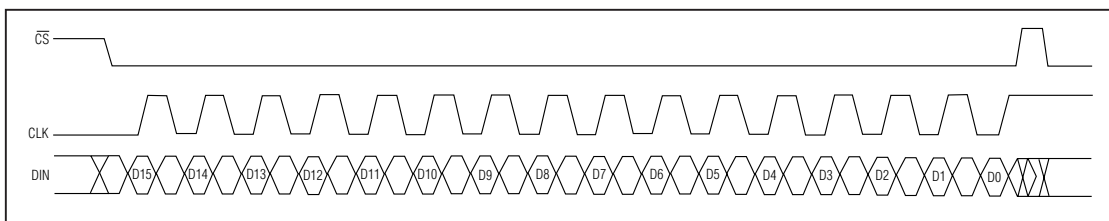


图2、16位数据到 MAX6950/MAX6951 的传输

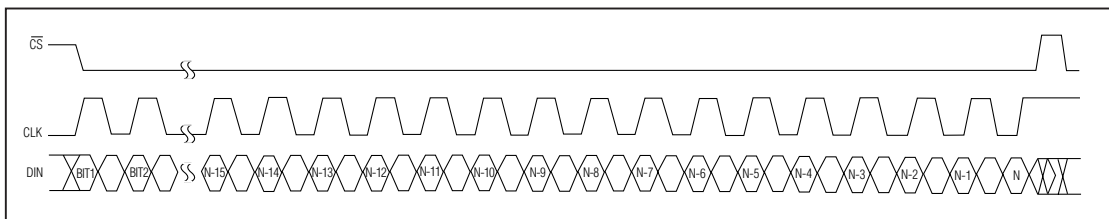


图3、多于16位数据到 MAX6950/MAX6951 的传输

下，可以编程设置显示驱动器，在起用显示测试功能时，关断模式将无效。

表7列出了闪烁速率选择格式。

如果通过设置配置寄存器(表8)的E位使能全局的闪烁功能，则双级P0和P1的显示数据用来控制显示。(表9)

当设置全局闪烁时间同步位时，复用和闪烁时间计数器将在CS上升沿清零。通过在同一时刻设置(或快速的连

续设置)多片MAX6950/MAX6951中的T位，能够使所有器件的同步闪烁时间保持同步。

设置全局显示数据清零操作位(R数据位D5)时，将使所有显示位对应的双级P0和P1的显示数据在CS的上升沿清零。带译码的显示位显示为零。非译码的显示位段码全暗。

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

表3、寄存器地址图

REGISTER	COMMAND ADDRESS								HEX CODE
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	
No-Op	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00
Decode Mode	0	0	0	0	0	0	0	1	0x01
Intensity	0	0	0	0	0	0	1	0	0x02
Scan Limit	0	0	0	0	0	0	1	1	0x03
Configuration	0	0	0	0	0	1	0	0	0x04
Factory reserved. Do not write to this.	0	0	0	0	0	1	1	0	0x06
Display Test	0	0	0	0	0	1	1	1	0x07
Digit 0 plane P0 only (plane 1 unchanged)	0	0	1	0	0	0	0	0	0x20
Digit 1 plane P0 only (plane 1 unchanged)	0	0	1	0	0	0	0	1	0x21
Digit 2 plane P0 only (plane 1 unchanged)	0	0	1	0	0	0	1	0	0x22
Digit 3 plane P0 only (plane 1 unchanged)	0	0	1	0	0	0	1	1	0x23
Digit 4 plane P0 only (plane 1 unchanged)	0	0	1	0	0	1	0	0	0x24
Digit 5 plane P0 only (plane 1 unchanged)	0	0	1	0	0	1	0	1	0x25
Digit 6 plane P0 only (plane 1 unchanged)	0	0	1	0	0	1	1	0	0x26
Digit 7 plane P0 only (plane 1 unchanged)	0	0	1	0	0	1	1	1	0x27
Digit 0 plane P1 only (plane 0 unchanged)	0	1	0	0	0	0	0	0	0x40
Digit 1 plane P1 only (plane 0 unchanged)	0	1	0	0	0	0	0	1	0x41
Digit 2 plane P1 only (plane 0 unchanged)	0	1	0	0	0	0	1	0	0x42
Digit 3 plane P1 only (plane 0 unchanged)	0	1	0	0	0	0	1	1	0x43
Digit 4 plane P1 only (plane 0 unchanged)	0	1	0	0	0	1	0	0	0x44
Digit 5 plane P1 only (plane 0 unchanged)	0	1	0	0	0	1	0	1	0x45
Digit 6 plane P1 only (plane 0 unchanged)	0	1	0	0	0	1	1	0	0x46
Digit 7 plane P1 only (plane 0 unchanged)	0	1	0	0	0	1	1	1	0x47
Digit 0 plane P0 and plane P1 (with same data)	0	1	1	0	0	0	0	0	0x60
Digit 1 plane P0 and plane P1 (with same data)	0	1	1	0	0	0	0	1	0x61
Digit 2 plane P0 and plane P1 (with same data)	0	1	1	0	0	0	1	0	0x62
Digit 3 plane P0 and plane P1 (with same data)	0	1	1	0	0	0	1	1	0x63
Digit 4 plane P0 and plane P1 (with same data)	0	1	1	0	0	1	0	0	0x64
Digit 5 plane P0 and plane P1 (with same data)	0	1	1	0	0	1	0	1	0x65
Digit 6 plane P0 and plane P1 (with same data)	0	1	1	0	0	1	1	0	0x66
Digit 7 plane P0 and plane P1 (with same data)	0	1	1	0	0	1	1	1	0x67

空操作寄存器

当 MAX6950/MAX6951 处于级联 SPI 设备链上的最后一个器件时，需要使用空操作寄存器。为了执行其它级联设备的写操作，保证在指定设备接收其特定命令的同时，MAX6950/MAX6951 应该接收一个空操作命令。

显示测试寄存器

显示测试寄存器可以控制驱动器工作于两种模式：正常模式和显示测试模式。显示测试模式通过禁用所有控制寄存器和显示数据寄存器(包括关断寄存器)，而非改变其内容的方式，点亮所有 LED。在显示测试模式中，扫描 8 个显示位，且占空比为 7/16 (一半功率)。表 11 列出了显示测试寄存器格式。

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

MAX6950/MAX6951

表4、初始上电寄存器状态

REGISTER	POWER-UP CONDITION	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
			D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Decode	No decode for digits 7-0	0x01	0	0	0	0	0	0	0	0
Intensity	1/16 (min on)	0x02	X	X	X	X	0	0	0	0
Scan Limit	Display 5 digits: 0 1 2 3 4	0x03	X	X	X	X	X	1	0	0
Configuration	Shutdown enabled/blink speed is slow/blink disabled	0x04	X	X	X	0	0	0	0	0
Display Test	Normal operation	0x07	X	X	X	X	X	X	X	0
Digit 0	Blank digit, both planes	0x60	0	0	0	0	0	0	0	0
Digit 1	Blank digit, both planes	0x61	0	0	0	0	0	0	0	0
Digit 2	Blank digit, both planes	0x62	0	0	0	0	0	0	0	0
Digit 3	Blank digit, both planes	0x63	0	0	0	0	0	0	0	0
Digit 4	Blank digit, both planes	0x64	0	0	0	0	0	0	0	0
Digit 5	Blank digit, both planes	0x65	0	0	0	0	0	0	0	0
Digit 6	Blank digit, both planes	0x66	0	0	0	0	0	0	0	0
Digit 7	Blank digit, both planes	0x67	0	0	0	0	0	0	0	0

扫描限制寄存器

扫描限制寄存器用于设置需要显示的位数，1至8位可选。可以将MAX6950（五位数字器件）的扫描位数设置为6、7或8个显示位。如果MAX6951设置为8位显示而实际只驱动5个显示位，则这5个显示位亮度要比将其设置为5位扫描时暗一些，但是，如果亮度控制寄存器的设置相同，则应用在同一系统中的MAX6951的亮度是相互匹配的。例如，考虑一个11位显示要求，可通过一片MAX6950驱动5位，加上一片MAX6951驱动6位显示来实现。为了保证相同的亮度，应将两个器件都配置为6位扫描显示。

显示采用多路复用方式，在 $f_{OSC} = 4\text{MHz}$ 工作频率下，5位显示的典型扫描速率为1kHz；8位显示的典型扫描速率为625Hz。由于扫描位数影响显示亮度，所以不应该使用扫描限制寄存器来屏蔽部分显示（例如用于前导零抑制）。表12列出了扫描限制寄存器的格式。

亮度寄存器

显示亮度的数字控制是通过内部脉宽调节器来提供的，由亮度控制寄存器（图4）的低4位控制。调节器将平均电流划分为16级，从15/16至1/16的峰值电流。最小位间消隐时间设置为周期的1/16。亮度控制寄存器格式参见表13。

译码方式寄存器

译码方式寄存器设置每个显示位的16进制译码（0-9，A-F）或非译码方式。寄存器中的每一位对应于一个显示位。逻辑高选择对应的显示位为16进制译码方式，逻辑低则旁路译码器。显示位可设置为译码或非译码方式的任意组合。表14给出了译码方式控制寄存器格式的一个范例。

当采用16进制编码-译码模式时，译码器仅使用显示寄存器中的低4位（D3-D0），忽略D6-D4位，D7位对应于小数点（SEG DP），与译码器无关，且为正逻辑关系（D7 = 1时点亮小数点）。表15列出了16进制译码字符。当选择非译码方式时，数据D7-D0位分别对应于MAX6950/MAX6951的段码。表15为显示数据和各段码的对应关系。

显示数据寄存器

MAX6950/MAX6951采用显示数据寄存器存储用户希望在LED数码管上显示的数据。这些显示数据寄存器由双级8字节、双端口SRAM构成，称为P0和P1。显示寄存器具有双端口，允许通过SPI接口向其写入数据的同时，异步读出数据复用显示。

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

表5、配置寄存器格式

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Configuration register	0x04	X	X	R	T	E	B	0	S

表6、关断控制 (S数据位 D0) 格式

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Shutdown	0x04	X	X	R	T	E	B	0	0
Normal operation	0x04	X	X	R	T	E	B	0	1

表7、闪烁速率选择 (B数据位 D2) 格式

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Slow-blinking segments blink on for 1s, off for 1s with $f_{OSC} = 4\text{MHz}$	0x04	X	X	R	T	E	0	0	S
Fast-blinking segments blink on for 0.5s, off for 0.5s with $f_{OSC} = 4\text{MHz}$	0x04	X	X	R	T	E	1	0	S

表8、全局闪烁启动/禁止 (E数据位 D3) 格式

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Blink function is disabled	0x04	X	X	R	T	0	B	0	S
Blink function is enabled	0x04	X	X	R	T	1	B	0	S

表9、全局闪烁时间同步 (T数据位 D4) 格式

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Blink timing counters are unaffected	0x04	X	X	R	0	E	B	0	S
Blink timing counters are cleared on the rising edge of \overline{CS}	0x04	X	X	R	1	E	B	0	S

每位LED显示由存储器的两个字节来表示，1个字节在P0级，另一个在P1级。每位LED段码由存储器的2位来表示，每级对应的字节中包含1位。显示数据寄存器为映射

地址方式，以便显示数据可以在P0级，或P1级更新，或两级同时更新(表3)。

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

表 10、清零所有显示数据 (R 数据位 D5) 格式

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Digit data for both planes P0 and P1 are unaffected	0x04	X	X	0	T	E	B	0	S
Digit data for both planes P0 and P1 are cleared on the rising edge of \overline{CS}	0x04	X	X	1	T	E	B	0	S

表 11、显示测试寄存器格式

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Normal operation	0x07	X	X	X	X	X	X	X	0
Display test	0x07	X	X	X	X	X	X	X	1

表 12、扫描限制寄存器格式

SCAN LIMIT	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA								HEX CODE
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Display digit 0 only	0x03	X	X	X	X	X	0	0	0	0xX0
Display digits 0 and 1	0x03	X	X	X	X	X	0	0	1	0xX1
Display digits 0 and 1 2	0x03	X	X	X	X	X	0	1	0	0xX2
Display digits 0 and 1 2 3	0x03	X	X	X	X	X	0	1	1	0xX3
Display digits 0 and 1 2 3 4	0x03	X	X	X	X	X	1	0	0	0xX4
Display digits 0 and 1 2 3 4 5	0x03	X	X	X	X	X	1	0	1	0xX5
Display digits 0 and 1 2 3 4 5 6	0x03	X	X	X	X	X	1	1	0	0xX6
Display digits 0 and 1 2 3 4 5 6 7	0x03	X	X	X	X	X	1	1	1	0xX7

若闪烁功能被配置寄存器中的闪烁使能位E禁止，则P0级的显示寄存器数据用于多路复用显示，而不使用P1级的显示寄存器数据(表17)。

若启用了闪烁功能，P0和P1级中的显示寄存器数据交替使用，用于多路复用显示。闪烁是通过P0级和P1级数据在闪烁时钟的交替相位多路复用显示LED实现的(表18)。

显示闪烁模式

在启用显示闪烁时，使驱动器自动在P0级和P1级的显示位寄存器之间交替弹出数据。若两级显示寄存器数据中的任何一段不同，则该段为闪烁显示。一旦配置了闪烁功能，将持续自动闪烁，无须其它处理。

闪烁速度

闪烁速率是由多路复用时钟、OSC和配置寄存器中的闪烁速率选择位B(表7)来决定的。闪烁速率选择位B可以设置所有显示位进行快速或慢速闪烁。

多路复用时钟和OSC振荡器

OSC输入引脚用来设置显示驱动器的显示扫描速率和闪烁时间。OSC端可以对地连接一个外部电容 C_{SET} ，以设置MAX6950/MAX6951内部RC振荡器的频率，或由一个外部TTL/CMOS时钟驱动。

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

表13、亮度寄存器格式

DUTY CYCLE	TYPICAL SEGMENT CURRENT (mA)	ADDRESS CODE (HEX)	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX CODE
1/16 (min on)	2.5	0x02	X	X	X	X	0	0	0	0	0xX0
2/16	5	0x02	X	X	X	X	0	0	0	1	0xX1
3/16	7.5	0x02	X	X	X	X	0	0	1	0	0xX2
4/16	10	0x02	X	X	X	X	0	0	1	1	0xX3
5/16	12.5	0x02	X	X	X	X	0	1	0	0	0xX4
6/16	15	0x02	X	X	X	X	0	1	0	1	0xX5
7/16	17.5	0x02	X	X	X	X	0	1	1	0	0xX6
8/16	20	0x02	X	X	X	X	0	1	1	1	0xX7
9/16	22.5	0x02	X	X	X	X	1	0	0	0	0xX8
10/16	25	0x02	X	X	X	X	1	0	0	1	0xX9
11/16	27.5	0x02	X	X	X	X	1	0	1	0	0xXA
12/16	30	0x02	X	X	X	X	1	0	1	1	0xXB
13/16	32.5	0x02	X	X	X	X	1	1	0	0	0xXC
14/16	35	0x02	X	X	X	X	1	1	0	1	0xXD
15/16	37.5	0x02	X	X	X	X	1	1	1	0	0xXE
15/16 (max on)	37.5	0x02	X	X	X	X	1	1	1	1	0xFF

OSC 引脚上的频率 f_{OSC} 范围为 1MHz 至 8MHz，允许闪烁频率可以在宽范围内调节。仅使用单片器件时，对于大多数应用来说，内部振荡器已经足够精确。如果要求精确或同步的闪烁速率，则 OSC 应采用外部时钟驱动。

显示扫描速率 (如电气特性表所定义) 的计算方法是：赌杂谟 MAX6950 (扫描全部的 5 位)，等于 f_{OSC} 除以 4000；对于 MAX6951 (扫描全部的 8 位)，等于 f_{OSC} 除以 6400。显示扫描速率等于刷新所有显示位的速率。当 f_{OSC} 为 4MHz 时，显示每一位的时间为 200 μ s。

MAX6950/MAX6951 包括故障保护电路，以便确保 OSC 配置错误时仍能多路复用工作。从而保证了驱动器不会停留在单个显示位上，强制峰值电流持续流过段码。当故障保护电路检测到 f_{OSC} 太慢，就产生额外的时钟信号，以保证至少 75.5kHz (典型值) 的有效时钟。故障保护模式下，8 位显示的扫描速率约为 11Hz，使观察者能够注意到显示闪烁。多路复用时钟出现故障时，使显示闪烁是个很好的指示。无论在时钟源为内部 RC 振荡器还是外部时钟驱动的情况下，时钟故障检测都会工作。

RC 振荡器利用一个外部电阻 R_{SET} (还用来设置峰值段电流) 和外部电容 C_{SET} 设置振荡器频率。 R_{SET} 和 C_{SET} 设置振荡器频率的推荐值为 4MHz，则低速和快速闪烁频率分别为 0.5Hz 和 1Hz。

多片 MAX6950/MAX6951 驱动器之间的闪烁同步

多片 MAX6950/MAX6951 驱动器的 OSC 输入端可并接到一个外部时钟，以便使器件在相同频率下闪烁。段闪烁可在多片 MAX6950/MAX6951 之间同步，以便所有的驱动器闪烁不仅同频，而且同相。在向控制寄存器写入 T 位设置 (表 9) 时，OSC 分频器各个环节被清零，且多路复用显示时序复位。为同步多个驱动器，必须在同一时刻将所有驱动器中的控制寄存器进行配置。在实际应用中，可通过快速的连续写入多片驱动器来实现近似的同步。

在设置了全局闪烁时序同步位时，多路显示和闪烁计数器在 \overline{CS} 上升沿被清零。通过在同一时刻 (或快速的连续写入) 设置多片 MAX6950/MAX6951 的 T 位，所有器件之间

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

MAX6950/MAX6951

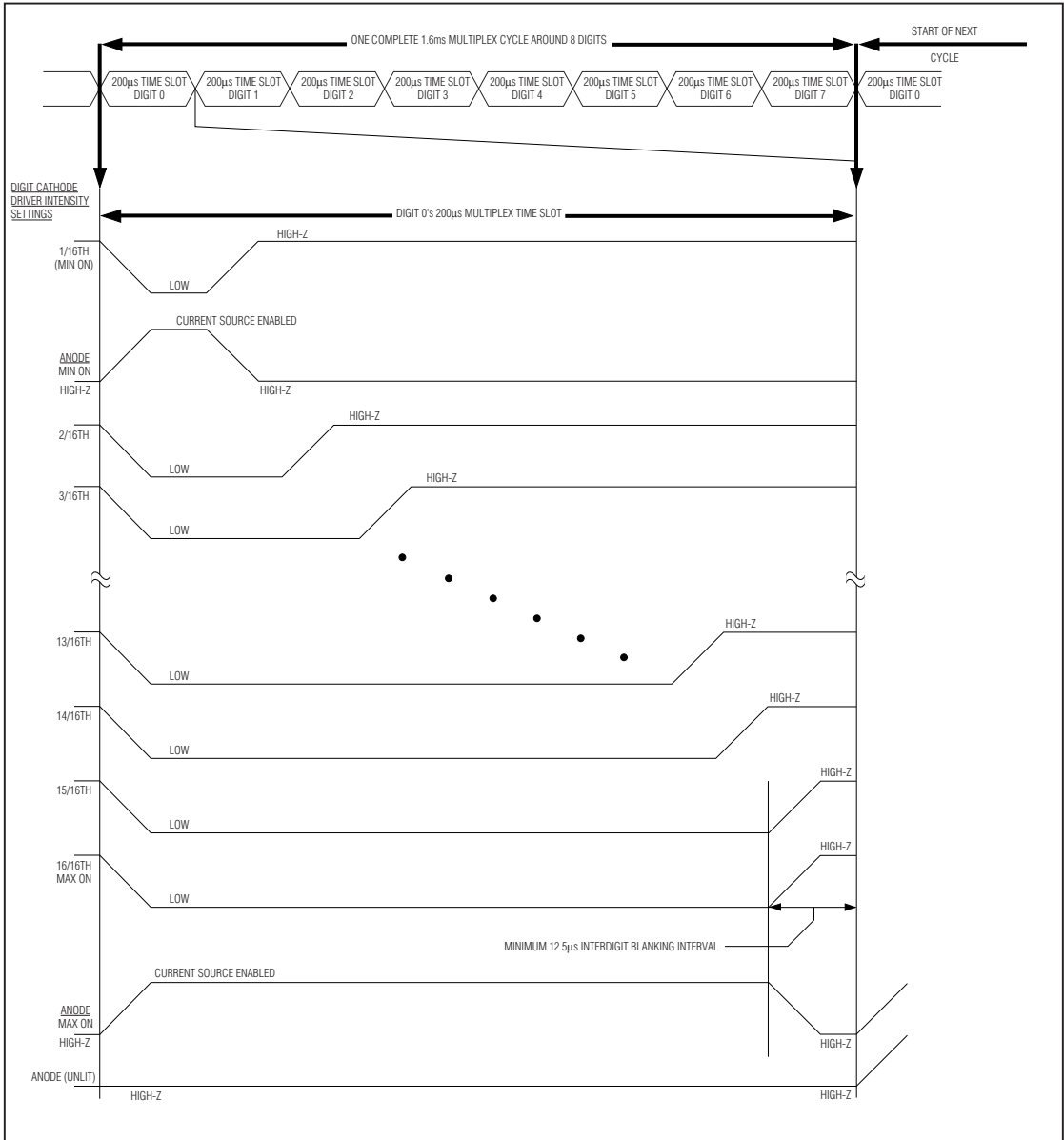


图4、多路复用显示和亮度时序图

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

表14、译码模式寄存器实例

DECODE CODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA								HEX CODE
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
No decode for digits 7-0	0x01	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00
Hexadecimal decode for digit 0, no decode for digits 7-1	0x01	0	0	0	0	0	0	0	1	0x01
Hexadecimal decode for digits 2-0, no decode for digits 7-3	0x01	0	0	0	0	0	1	1	1	0x07
Hexadecimal decode for digits 7-0	0x01	1	1	1	1	1	1	1	1	0xFF

表15、16进制字符表

7-SEGMENT CHARACTER	REGISTER DATA						ON SEGMENTS = 1							
	D7*	D6-D4	D3	D2	D1	D0	dp*	a	b	c	d	e	f	g
0		X	0	0	0	0		1	1	1	1	1	1	0
1		X	0	0	0	1		0	1	1	0	0	0	0
2		X	0	0	1	0		1	1	0	1	1	0	1
3		X	0	0	1	1		1	1	1	1	0	0	1
4		X	0	1	0	0		0	1	1	0	0	1	1
5		X	0	1	0	1		1	0	1	1	0	1	1
6		X	0	1	1	0		1	0	1	1	1	1	1
7		X	0	1	1	1		1	1	1	0	0	0	0
8		X	1	0	0	0		1	1	1	1	1	1	1
9		X	1	0	0	1		1	1	1	1	0	1	1
A		X	1	0	1	0		1	1	1	0	1	1	1
B		X	1	0	1	1		0	0	1	1	1	1	1
C		X	1	1	0	0		1	0	0	1	1	1	0
D		X	1	1	0	1		0	1	1	1	1	1	1
E		X	1	1	1	0		1	0	0	1	1	1	1
F		X	1	1	1	1		1	0	0	0	1	1	1

The decimal point segment is lit when bit D7 = 1.

的闪烁时序将同步。要注意的是多路复用显示时序也被复位，在寄存器写入时，可能会带来一次显示闪烁。

选择外部元件 R_{SET} 和 C_{SET} 来设置振荡器频率和段电流

RC 振荡器利用一个外部电阻 R_{SET} 和一个外部电容 C_{SET} 设置振荡器频率 f_{OSC} 。允许的 f_{OSC} 范围为 1MHz 至 8MHz。 R_{SET} 还用来设置峰值段电流。所推荐的 R_{SET} 和 C_{SET} 值将振荡器频率设置为 4MHz，使闪烁频率分别为

0.5Hz 和 1Hz。所推荐的 R_{SET} 值还设定峰值电流为 40mA，这样段电流以 2.5mA 的增量，在 2.5mA 至 37.5mA 范围内可调。

$$I_{SEG} = K_I / R_{SET} \text{ mA}$$

$$f_{OSC} = K_F / (R_{SET} \times C_{SET} + C_{STRAY}) \text{ MHz}$$

其中：

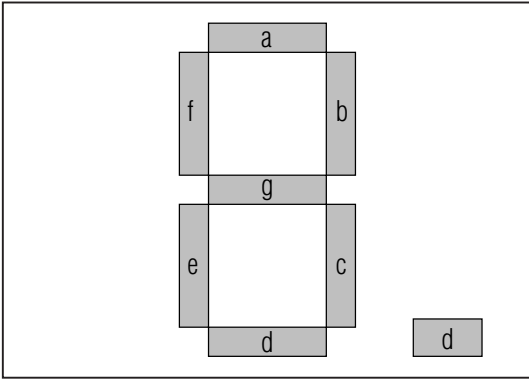
$$K_I = 2240$$

$$K_F = 6720$$

串行接口、+2.7V至+5.5V、5位和8位LED显示驱动器

表 16、非译码方式数据位和对应的段

	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Segment line	dp	a	b	c	d	e	f	g



R_{SET} = 外部电阻，单位 $k\Omega$

C_{SET} = 外部电容，单位 pF

C_{STRAY} = OSC 引脚对地的寄生电容，单位 pF ，典型值为 $3pF$

R_{SET} 的推荐值为 $56k\Omega$ ， C_{SET} 的推荐值为 $27pF$ 。

因为 R_{SET} 的推荐值将显示驱动器设置至最大允许的段电流，因此该值是允许的最小电阻值。当期望减小峰值段电流时，可增大 R_{SET} 值。用户还必须确保不超出连接到驱动器的 LED 峰值电流参数。

C_{SET} 的有效值不仅包括实际的外接电容，而且还包括 OSC 引脚和 GND 之间的寄生电容。该电容通常是在 $1pF$ 至 $5pF$ 的范围内变化，依赖于 PCB 布局。

LED 最大反向电压

MAX6950/MAX6951 所采用的显示连接方案在部分复用显示时间内，将 LED 段置于反向偏置。所施加的最大反向偏置电压为电源电压值，即 $V+$ 。因此，所选择的 LED

反向偏置电压必须承受 MAX6950/MAX6951 的最大电源电压，确认这一点十分重要。

应用信息

选择电源电压降低功耗

当工作在至少 $3.0V$ 的电源电压时，MAX6950/MAX6951 能够驱动 $40mA$ 的峰值电流通过 $2.4V$ 正向压降的 LED，则内部 LED 驱动器的最小压降为 $(3.0V - 2.4V) = 0.6V$ 。若采用较高的电源电压，则驱动器要承担更高的压降，驱动器的功耗也会相应地增加。不过，若 LED 正向压降高于 $2.4V$ ，则电源电压也要相应地增加，以确保驱动器至少留有 $0.6V$ 的压降。

采用 $+5V$ 标称电源时，驱动器上的压降 $(5.0V - 2.4V) = 2.6V$ ，几乎是采用 $+3.3V$ 标称电源时压降 $(3.3V - 2.4V) = 0.9V$ 的 3 倍。在多数系统中，功耗是一个重要的设计要求，因此 MAX6950/MAX6951 应该工作在 $3.3V$ 标称电源的系统。在有些设计中，最低的电源电压可能为 $5V$ ，此时就要保证不超出 MAX6950/MAX6951 的功耗限制。这可以通过在电源和 MAX6950/MAX6951 之间串联电阻来实现，同时保证电源去耦电容仍在 MAX6950/MAX6951 电源端。例如，考虑 MAX6951 的最小工作电压必须为 $3.0V$ ，且输入电源电压为 $5V \pm 5\%$ 的条件下，最大电源电流为 $15mA + (40mA \times 8) = 335mA$ ，最小输入电源电压为 $4.75V$ ，则最大串联电阻为 $(4.75V - 3.0V)/0.335A = 5.2\Omega$ ，可选取 $4.7\Omega \pm 10\%$ 的电阻。最坏情况的电阻损耗出现在最大误差阻抗下，即 $(0.335A)^2 \times (4.7\Omega \times 1.1) = 0.548W$ 。可以选择一个额定功率 $1W$ 的电阻。MAX6951 的最高工作电压出现在最高输入电源电压和最小误差阻抗下，即 $5.25V - (335A \times 4.7\Omega \times 0.9) = 3.83V$ 。

低电压运行

MAX6950/MAX6951 工作在 $+2.7V$ 至 $+5.0V$ 的电源范围内。实际电源电压的最小值由峰值电流 I_{SEG} 流过 LED 时的正向压降，加上驱动器输出级所要求的 $0.6V$ 压降来决定。采用高于此最小电压的供电电源，MAX6950/MAX6951 就能够正常地调节 I_{SEG} 。若电源电压低于该最小电压，则驱动器输出级可能会变差，且不能够正常地调节电流。当电源电压进一步降低，LED 段电流将明显地受到输出驱动器的导通电阻限制，LED 驱动电流将下降。如今 7 段

串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

表17、全局闪烁禁止时数字寄存器映射

SEGMENT'S BIT SETTING IN PLANE P1	SEGMENT'S BIT SETTING IN PLANE P0	SEGMENT BEHAVIOR
X	0	Segment off during both halves of each blink period
X	1	Segment off during both halves of each blink period

表18、全局闪烁使能时数字寄存器映射

SEGMENT'S BIT SETTING IN PLANE P1	SEGMENT'S BIT SETTING IN PLANE P0	SEGMENT BEHAVIOR
0	0	Segment off
0	1	Segment on only during the 1st half of each blink period
1	0	Segment on only during the 2nd half of each blink period
1	1	Segment on

数码管中的每个LED段通常都能很好地匹配，所以，在电源电压不足时，其显示亮度一致变暗。假定MAX6950/MAX6951在初始上电时电压达到至少2.7V，以触发内部复位，且SPI接口速率限制在5Mbps以内，MAX6950/MAX6951能够工作在低至2V的电源电压（尽管多数显示器在此电压下都很暗淡）。

计算功率损耗

MAX6950/MAX6951的功耗上限由下列方程决定：

$$P_D = (V_+ \times I_+) + (V_+ - V_{LED}) (DUTY \times I_{SEG} \times N)$$

其中：

V_+ = 电源电压

$DUTY$ = 亮度寄存器设置的占空比

N = 驱动的段数（最多8段）

V_{LED} = LED正向电压

I_{SEG} = 由 R_{SET} 设置的段电流

P_D = 功率损耗，若电流采用mA为单位，则其单位为mW

计算功耗实例：

$$I_{SEG} = 40\text{mA}, N = 8, \text{Duty} = 15/16, V_{LED} = 2.4\text{V at } 40\text{mA}, V_+ = 3.6\text{V}$$

$$P_D = 3.6\text{V} (15\text{mA}) + (3.6\text{V} - 2.4\text{V})(15 / 16 \times 40\text{mA} \times 8) = 0.414\text{W}$$

因此，对于16引脚QSOP封装 ($T_{JA} = 1/0.00834 = +120^\circ\text{C/W}$)，最大允许环境温度 T_A 由下式计算：

$$T_J(\text{MAX}) = T_A + (P_D \times T_{JA}) = +150^\circ\text{C} = T_A + (0.44 \times +120^\circ\text{C/W})$$

求出 $T_A = +100^\circ\text{C}$ 。因此，该器件可在 85°C 的最高封装温度下安全工作。

电源

MAX6950/MAX6951工作在+2.7V至+5.0V的单电源范围内。尽量将0.1μF去耦电容靠近电源安装。若MAX6950/MAX6951没有靠近电路板的输入大容量去耦电容，则在电源端还要增加一个22μF的电容。

电路板布局

在设计电路板时，请遵循下列准则：

1. R_{SET} 所连接的引脚7是个高阻抗节点，对PCB布板比较敏感。将 R_{SET} 紧邻引脚7和8放置，通过极短的连接线将 R_{SET} 直接连到这些引脚上。
2. 确保 R_{SET} 接地端直接连线至引脚8，且该接地线不作为其它任何接地的组成部分。

图5是一个很好的布局示例。去耦电容C1(陶瓷)和C2(大容量，如果需要的话)放置在IC上方。一条连接至 R_{SET} 的接地线独立于IC的电源线地和地线层。

串行接口、+2.7V至+5.5V、
5位和8位LED显示驱动器

典型应用电路

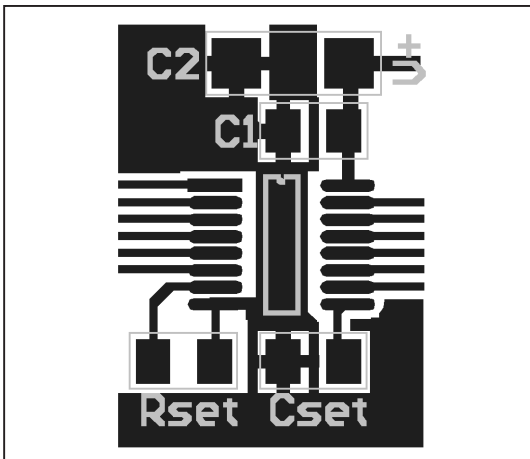
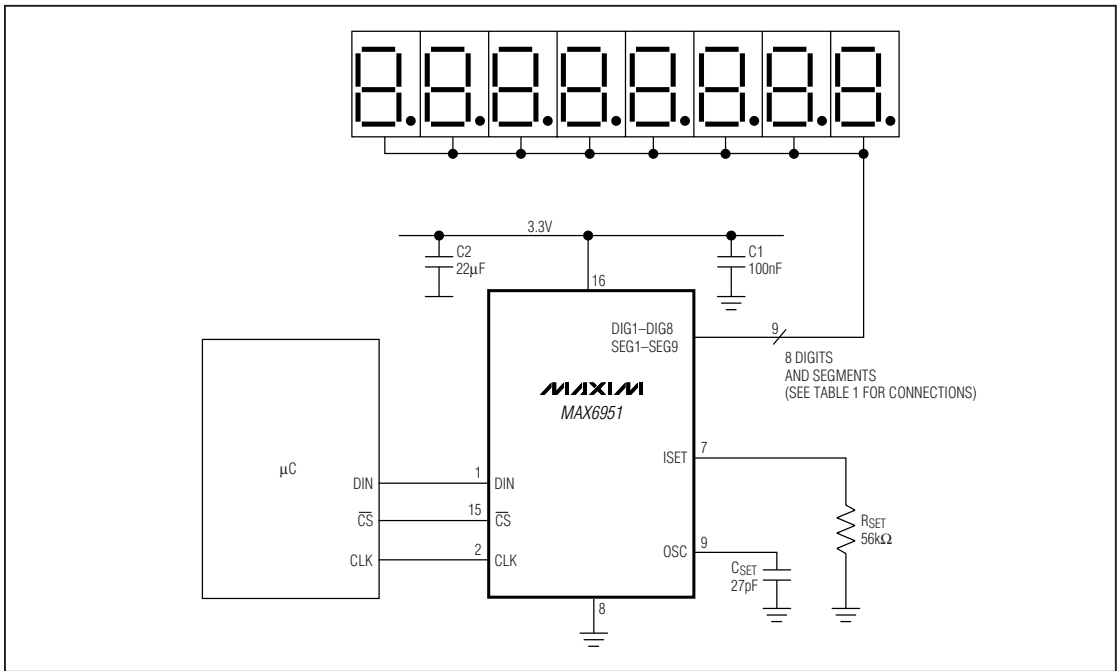


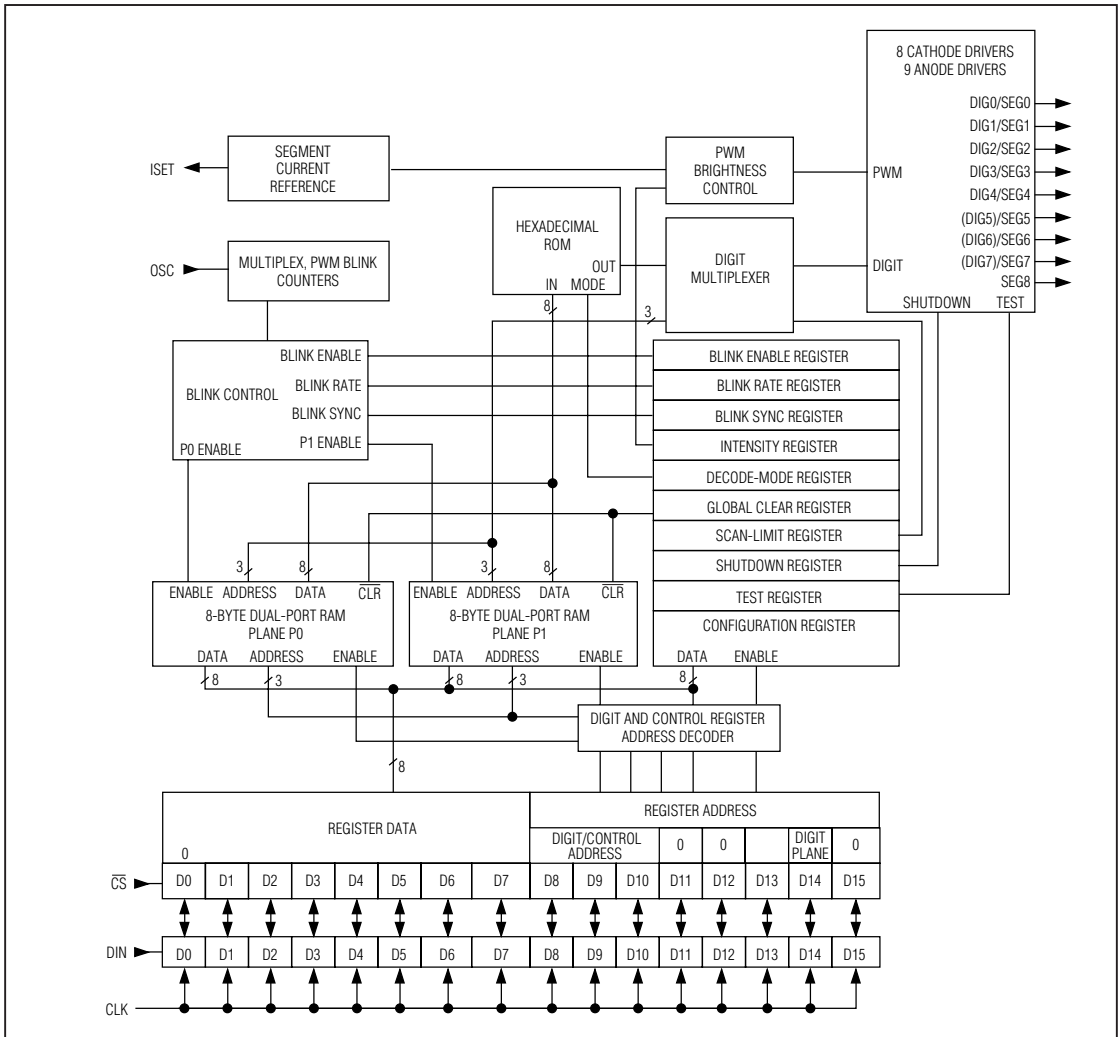
图5、PCB 板布局示例

芯片信息

TRANSISTOR COUNT: 17,350
PROCESS: CMOS

串行接口、+2.7V至+5.5V、
5位和8位LED显示驱动器

功能框图

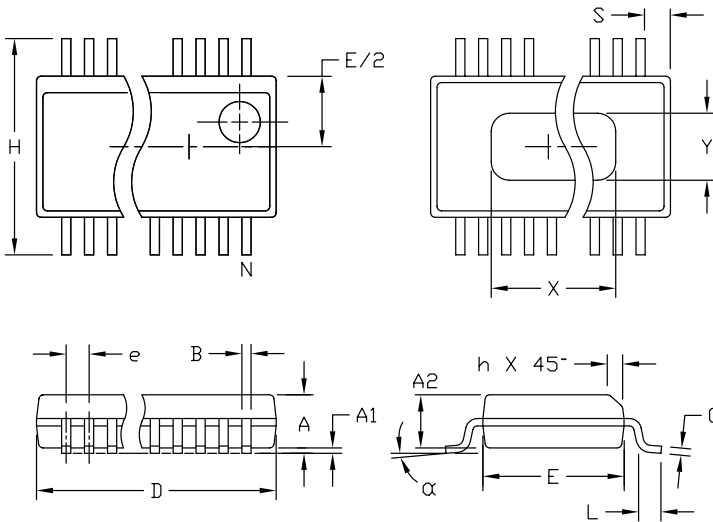


串行接口、+2.7V至+5.5V、 5位和8位LED显示驱动器

封装信息

MAX6950/MAX6951

OSCOPUS



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.061	.068	1.55	1.73
A1	.004	.0098	0.102	0.249
A2	.055	.061	1.40	1.55
B	.008	.012	0.20	0.31
C	.0075	.0098	0.191	0.249
D	SEE VARIATIONS			
E	.150	.157	3.81	3.99
e	.025 BSC		0.635 BSC	
H	.230	.244	5.84	6.20
h	.010	.016	0.25	0.41
L	.016	.035	0.41	0.89
N	SEE VARIATIONS			
X	SEE VARIATIONS			
Y	.071	.087	1.803	2.209
α	0°	8°	0°	8°

VARIATIONS:

DIM	INCHES		MILLIMETERS		N
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
D	.189	.196	4.80	4.98	16
S	.0020	.0070	0.05	0.18	
X	.107	.123	2.72	3.12	
D	.337	.344	8.56	8.74	20
S	.0500	.0550	1.270	1.397	
D	.337	.344	8.56	8.74	24
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
D	.386	.393	9.80	9.98	28
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
X	.271	.287	6.88	7.29	

NOTES:

1. D & E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .006" PER SIDE.
3. HEAT SLUG DIMENSIONS X AND Y APPLY ONLY TO 16 AND 28 LEAD POWER-QSOP PACKAGES.
4. CONTROLLING DIMENSIONS: INCHES.
5. MEETS JEDEC MO137.

MAXIM			
PROPRIETARY INFORMATION			
TITLE:			
PACKAGE OUTLINE, QSOP, .150", .025" LEAD PITCH			
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV	1/1
	21-0055	C	

MAXIM 北京办事处

北京8328信箱 邮政编码100083

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-6201 0598

传真: 010-6201 0298

Maxim 不对 Maxim 产品以外的任何电路使用负责, 也不提供其专利许可。Maxim 保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600 19