



带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电子书供电

概述

特性

MAX17135为完备的电子书显示屏电源管理IC，内置源极和栅极驱动电源、高速VCOM放大器和温度传感器。

源极驱动器电源由boost转换器和buck-boost反相转换器组成，分别产生+15V (最高+17V)和-15V (最低-17V)电源。两路源极驱动器电源均可提供高达200mA的电流，正压源极驱动器电源的稳压输出(V_{POS})可以通过I²C接口或外部分压电阻设定；负压源极驱动器电源(V_{NEG})始终稳压在-V_{POS} ±50mV以内。

栅极驱动器电源由稳压电荷泵构成，产生+22V (最高+40V)和-20V (最低-40V)电源，每路电源可提供高达20mA的电流。

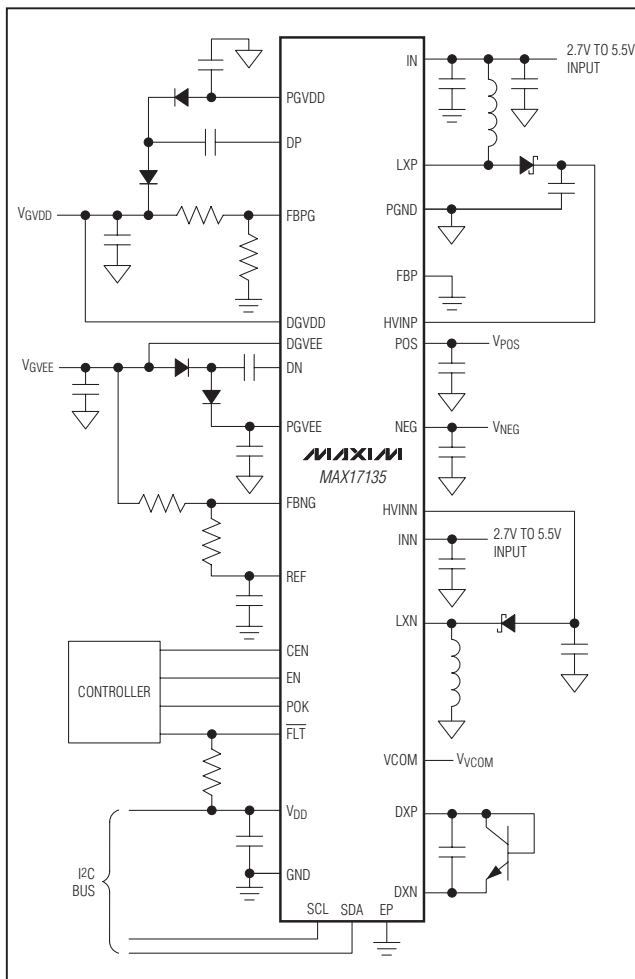
IC带有一个VCOM放大器，其输出电压由内部8位数/模转换器(DAC)控制。通过I²C接口编程DAC并以DAC步长作为最小电压步长。

IC包括内部温度传感器，可以读取IC内部的温度，并配合外部温度检测二极管读取外部面板的温度。通过I²C接口读取温度数据。

器件采用节省空间的32引脚TQFN封装，工作在-40°C至+85°C扩展级温度范围。

- ◆ 四路稳压输出用于源极和栅极驱动器供电
- ◆ V_{POS} + V_{NEG} = ±50mV，确保精确跟踪
- ◆ 测量内部和远端二极管温度传感器
- ◆ 所有输出具有真关断
- ◆ 2.7V至5.5V输入电压范围
- ◆ 软启动限制浪涌电流
- ◆ 通过I²C串口读取温度、控制电源输出使能、调整POS稳压设定值以及上电/断电顺序和故障监测

简化工作电路



应用

电子书

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX17135ETJ+	-40°C to +85°C	32 TQFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

MAX17135

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, EN, CEN, VDD, SDA, SCL, INN, $\overline{\text{FLT}}$ to GND -0.3V to +6V
 FBPG, FBNG, FBP, DXP, DXN,
 REF to GND -0.3V to ($V_{\text{IN}} + 0.3\text{V}$)
 POK to GND -0.3V to ($V_{\text{VDD}} + 0.3\text{V}$)
 LXP to PGND -0.3V to +20V
 PGVDD, POS to GND -0.3V to ($V_{\text{HVINP}} + 0.3\text{V}$)
 LXN to PGND ($V_{\text{HVINN}} - 0.3\text{V}$) to ($V_{\text{INN}} + 0.3\text{V}$)
 PGVEE, NEG to GND ($V_{\text{HVINN}} - 0.3\text{V}$) to +0.3V
 DP to PGND -0.3V to ($V_{\text{HVINP}} + 0.3\text{V}$)
 DN to PGND ($V_{\text{HVINN}} - 0.3\text{V}$) to +0.3V
 DGVDD to GND -0.3V to +42V
 HVINN to PGND -20V to +0.3V

DGVEE to GND -42V to +0.3V
 DGVDD to HVINN +60V
 VCOM to GND ($V_{\text{HVINN}} - 0.3\text{V}$) to +0.3V
 PGND to GND -0.3V to +0.3V
 LXP, LXN, INN, PGND RMS Current Rating 1.6A
 Continuous Power Dissipation (multilayer board)
 TQFN (derate 24.9mW/°C above $T_A = +70^\circ\text{C}$) 1990mW
 Operating Temperature Range -40°C to +85°C
 Junction Temperature +150°C
 Storage Temperature Range -65°C to +150°C
 Lead Temperature (soldering, 10s) +300°C
 Soldering Temperature (reflow) +260°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

($V_{\text{IN}} = 3.6\text{V}$, Typical Operating Circuit of Figure 2, $V_{\text{HVINP}} = 15\text{V}$, $V_{\text{NEG}} = -15\text{V}$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
INPUT SUPPLIES AND REFERENCE						
IN Voltage Range			2.7		5.5	V
IN UVLO Threshold		V_{IN} rising	2.45	2.55	2.65	V
IN UVLO Hysteresis				100		mV
IN Quiescent Current		EN = GND and the SHUTDOWN bit in the Configuration register = 1		4	10	μA
		EN = GND and the SHUTDOWN bit in the Configuration register = 0		0.8	1.5	mA
		$V_{\text{EN}} = 3.6\text{V}$, no switching, SHUTDOWN bit in the Configuration register = 0		2	3.5	
		$V_{\text{EN}} = 3.6\text{V}$, switching, SHUTDOWN bit in the Configuration register = 0		3		
VDD Input Voltage			1.6		5.5	V
VDD UVLO Threshold		VDD rising, hysteresis = 150mV		1.2	1.5	V
VDD Quiescent Current		EN = GND		4	10	μA
		Normal mode		4	10	
REF Output Voltage		No load	1.238	1.250	1.262	V
REF UVLO Threshold		REF rising		1.0	1.2	V
REF UVLO Hysteresis				100		mV
REF Load Regulation		$0 < I_{\text{REF}} < 100\mu\text{A}$		10		mV
REF Line Regulation		$2.7\text{V} < V_{\text{IN}} < 5.5\text{V}$		2		mV

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

MAX17135

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 3.6V$, Typical Operating Circuit of Figure 2, $V_{HVINP} = 15V$, $V_{NEG} = -15V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
STEP-UP REGULATOR						
Output Voltage Range	V_{HVINP}		V_{IN}		17	V
	V_{POS}	FBP = GND	5		17	
Operating Frequency			850	1000	1150	kHz
Oscillator Maximum Duty Cycle			91	95	98	%
Output Voltage Resolution		FBP = GND		4		Bits
POS Output Regulation Error		FBP = GND, $V_{INN} = 2.7V$ to $5.5V$, $1mA < I_{POS} < 200mA$	-2		+2	%
FBP Regulation Voltage			1.238	1.250	1.262	V
FBP Load Regulation		$1mA < I_{POS} < 200mA$		-1		%
FBP Line Regulation		$V_{IN} = 2.7V$ to $5.5V$		-0.08		%/V
FBP Input Bias Current		$V_{FBP} = 1.25V$, $T_A = +25^{\circ}C$	50	125	200	nA
FBP Internal Divider Enable Threshold		FBP rising, hysteresis = 10mV		25	50	mV
LXP On-Resistance		$I_{LXP} = 0.2A$		250	500	m Ω
LXP Leakage Current		EN = GND, $V_{LXP} = 18V$, $T_A = +25^{\circ}C$			20	μA
LXP Current Limit		Duty cycle = 80%	1.5	1.8	2.1	A
Soft-Start Period				5		ms
INVERTING REGULATOR						
INN Input Voltage Range			2.7		5.5	V
INN Quiescent Current		EN = GND			10	μA
		No switching			10	
		Switching			3	mA
Output Voltage Range	V_{HVINN}		-17			V
Operating Frequency			850	1000	1150	kHz
Oscillator Maximum Duty Cycle			91	95	98	%
$V_{POS} + V_{NEG}$ Regulation Voltage		$V_{INN} = 2.7V$ to $5.5V$, $1mA < I_{NEG} < 200mA$, $I_{POS} =$ no load, $V_{NEG} \geq -15V$, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	-50		+50	mV
$V_{POS} + V_{NEG}$ Regulation Voltage		$V_{INN} = 2.7V$ to $5.5V$, $1mA < I_{NEG} < 200mA$, $I_{POS} =$ no load	-70		+70	mV
LXN On-Resistance		INN to LXN, $I_{LXN} = 0.2A$		250	500	m Ω
LXN Leakage Current		$V_{LXN} = V_{HVINN} = -18V$, $T_A = +25^{\circ}C$			20	μA
LXN Current Limit		Duty cycle = 85%	1.8	2.1	2.4	A
Soft-Start Period				5		ms
POSITIVE CHARGE-PUMP REGULATOR						
PGVDD Operating Voltage Range	V_{PGVDD}		7		V_{HVINP}	V
HVINP-DP Current Limit			150			mA
Oscillator Frequency			400	500	600	kHz

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 3.6V$, Typical Operating Circuit of Figure 2, $V_{HVINP} = 15V$, $V_{NEG} = -15V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
FBPG Regulation Voltage			1.238	1.250	1.262	V
FBPG Line Regulation		$V_{HVINP} = 11V$ to $16V$		0.05		%/V
FBPG Load Regulation		$0mA < I_{GVDD} < 100mA$		0.04		%
FBPG Input Bias Current		$V_{FBPG} = 1.25V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-50		+50	nA
DP On-Resistance High		$I_{DP} = 100mA$		3	6	Ω
DP On-Resistance Low		$I_{DP} = -100mA$		1.5	3	Ω
Soft-Start Period				10		ms
NEGATIVE CHARGE-PUMP REGULATOR						
PGVEE Operating Voltage Range	V_{PGVEE}		V_{HVINN}		-7	V
HVINN-DN Current Limit			150			mA
Oscillator Frequency			400	500	600	kHz
FBNG Regulation Voltage			-12	0	+12	mV
FBNG Line Regulation		$V_{NEG} = -11V$ to $-16V$		0.05		%/V
FBNG Load Regulation		$0mA < I_{GVEE} < 100mA$		-0.03		%
FBNG Input Bias Current		$V_{FBNG} = 0V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-50		+50	nA
DN On-Resistance High		$I_{DN} = 100mA$		3	6	Ω
DN On-Resistance Low		$I_{DN} = -100mA$		1.5	3	Ω
Soft-Start Period				10		ms
VCOM						
Input Supply Range			V_{HVINN}		-5	V
HVINP Shutdown Current		$V_{EN} = GND$ and the SHUTDOWN bit in the Configuration register = 1, $V_{HVINP} = 3.6V$		10	30	μA
HVINP Quiescent Current		$V_{HVINP} = 15V$, $V_{EN} = 3.6V$, Configuration register = 0		0.8		mA
HVINN Quiescent Current		$V_{HVINN} = -15V$, $V_{EN} = 3.6V$, Configuration register = 0		2.0		mA
VCOM Voltage High		$I_{VCOM} = 5mA$		-25	-50	mV
VCOM Voltage Low		$I_{VCOM} = -5mA$	$V_{HVINN} + 50$	$V_{HVINN} + 25$		mV
VCOM Load Regulation		$0mA < I_{VCOM} < 30mA$, sourcing, DVR register = 7Fh	-1.6	-0.6		%
		$0mA < I_{VCOM} < 30mA$, sinking, DVR register = 7Fh		0.3	1.3	
VCOM Output Current		Sourcing	70			mA
		Sinking	70			
VCOM High Impedance Leakage		$CEN = GND$, $T_A = +25^{\circ}C$			1	μA

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

MAX17135

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 3.6V$, *Typical Operating Circuit* of Figure 2, $V_{HVINP} = 15V$, $V_{NEG} = -15V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SEQUENCE SWITCHES						
POS Output Range	V_{POS}	Tracks HV_{INP}	V_{IN}		17	V
POS On-Resistance		($HV_{INP} - POS$), $I_{POS} = 100mA$		0.9	1.3	Ω
POS Charge Current Limit			250			mA
POS Discharge Resistance			200	340	600	Ω
POS Soft-Start Charge Time				10		ms
NEG Output Range	V_{NEG}	Tracks HV_{INN}	-17			V
NEG On-Resistance		($HV_{INN} - NEG$), $I_{NEG} = 100mA$		0.6	1	Ω
NEG Charge Current Limit			250			mA
NEG Discharge Resistance			200	340	600	Ω
NEG Soft-Start Charge Time				10		ms
PGVDD On-Resistance		($HV_{INP} - PGVDD$), $I_{PGVDD} = 30mA$		4	7	Ω
PGVEE On-Resistance		($HV_{INN} - PGVEE$), $I_{PGVEE} = 30mA$		1.5	3	Ω
DGVDD AND DGVEE						
DGVDD Input Voltage Range			7		40	V
DGVDD Discharge Resistance			800	1200	1600	Ω
DGVEE Input Voltage Range			-40		-7	V
DGVEE Discharge Resistance			800	1200	1600	Ω
VCOM Discharge Resistance			100	170	300	Ω
FAULT PROTECTION						
HVINP Fault Threshold		V_{HVINP} falling	75	80	85	%
FBP Fault Threshold		V_{FBP} falling	0.95	1.00	1.05	V
FBPG Fault Threshold		V_{FBPG} falling	0.95	1.00	1.05	V
HVINN Fault Threshold		V_{HVINN} rising	$-V_{HVINP} \times 0.85$	$-V_{HVINP} \times 0.8$	$-V_{HVINP} \times 0.75$	V
FBNG Fault Threshold		V_{FBNG} rising	200	250	300	mV
Feedback Fault Timer				50		ms
Thermal Shutdown		Hysteresis = $15^{\circ}C$		160		$^{\circ}C$
TEMPERATURE SENSOR						
Temperature Resolution		Monotonicity guaranteed	8			Bits
		LSB		0.5		$^{\circ}C$
External Diode Temperature Error		$T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	-4		+4	$^{\circ}C$
		$T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$	-8		+8	
External Conversion Time			60			ms
Conversion Rate		Register 0Fh = 100b		1		Conv/s
		Register 0Fh = 111b		8		
Diode Source Current		$V_{DXP} = 1.5V$ - high level	90	100	110	μA
		$V_{DXP} = 1.5V$ - low level	9.0	10	11.0	
Diode Source Current Ratio		$V_{DXP} = 1.5V$	9.5	10	10.5	A/A

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 3.6V$, Typical Operating Circuit of Figure 2, $V_{HVINP} = 15V$, $V_{NEG} = -15V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DXN Source Voltage			0.4	0.7	0.85	V
Diode Short-Circuit Threshold		$V_{DXN} = 0.7V$, $V_{DXP} - V_{DXN}$	20	65	110	mV
Diode Open-Circuit Threshold		$V_{DXN} = 0.7V$, $V_{DXP} - V_{DXN}$	1.6	1.9	2.2	V
PROGRAMMABLE VCOM CALIBRATOR						
VCOM-DAC Voltage Resolution			8			Bits
VCOM-DAC Differential Nonlinearity		Monotonic over temperature	-1		+1	LSB
VCOM-DAC Accuracy		$V_{COM_set} = 0 \times 7F$, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	-1.5		+1.5	LSB
VCOM-DAC Accuracy		$V_{COM_set} = 0 \times 7F$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	-2.5		+2.5	LSB
VCOM-DAC Accuracy		Other setting	-4		+4	LSB
Memory Program Voltage		HVINP rising, hysteresis = 250mV	6.95	7.1	7.25	V
POS Settling Time		To ± 0.5 LSB error band		20		μs
Memory Write Cycles			30			Times
Memory Write Time			110			ms
CONTROL LOGIC						
Input Low Voltage		EN, CEN			$0.3 \times V_{DD}$	V
Input High Voltage		EN, CEN	$0.7 \times V_{DD}$			V
Input Impedance		EN, CEN = 3.6V		1		$M\Omega$
POK Logic-High Output Voltage		$I_{POK} = 0.5mA$	$V_{DD} - 0.4$			V
POK Logic-Low Output Voltage		$I_{POK} = -0.5mA$			0.4	V
$\overline{FLT}$ Leakage Current		$V_{\overline{FLT}} = 5.5V$, $T_A = +25^{\circ}C$			1	μA
$\overline{FLT}$ Output Low Voltage		$I_{\overline{FLT}} = 6mA$			0.4	V
I²C INTERFACE						
Input Capacitance		SDA, SCL		5		pF
Input Low Voltage	V_{IL}	SDA, SCL			$0.3 \times V_{DD}$	V
Input High Voltage	V_{IH}	SDA, SCL	$0.7 \times V_{DD}$			V
SDA Sink Current		$V_{SDA} = 0.4V$	6			mA
SCL Frequency	f_{SCL}		DC		400	kHz
SCL High Time	t_{HIGH}		600			ns
SCL Low Time	t_{LOW}		1300			ns

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 3.6V$, Typical Operating Circuit of Figure 2, $V_{HVINP} = 15V$, $V_{NEG} = -15V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SDA, SCL Rise Time	t_R	C_{BUS} = total bus line capacitance (pF) (Note 2)	$20 + 10 \times C_{BUS}$		300	ns
SDA, SCL Fall Time	t_F	C_{BUS} = total bus line capacitance (pF) (Note 2)	$20 + 10 \times C_{BUS}$		300	ns
START Hold Time	$t_{HD;STA}$	10% of SDA to 90% of SCL	600			ns
START Setup Time	$t_{SU;STA}$		600			ns
Data Input Hold Time	$t_{HD;DAT}$		0			ns
Data Input Setup Time	$t_{SU;DAT}$		100			ns
STOP Setup Time	$t_{SU;STO}$		600			ns
Bus Free Time	t_{BUF}		1300			ns
Input Spike Suppression		SDA, SCL (Note 2)			250	ns
SDA Reset Low Time	$t_{TIMEOUT}$	(Notes 1, 2)			60	ms

Note 1: Holding the SDA line low for a time greater than $t_{TIMEOUT}$ causes the device to reset SDA to the IDLE state of the serial bus communication (SDA set high).

Note 2: Guaranteed by design, not production tested.

Note 3: All devices are 100% tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Limits over temperature are guaranteed by design.

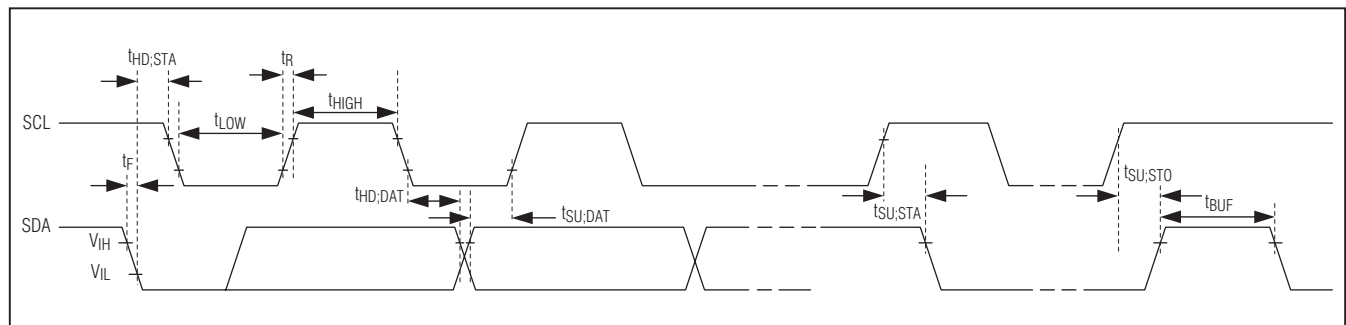


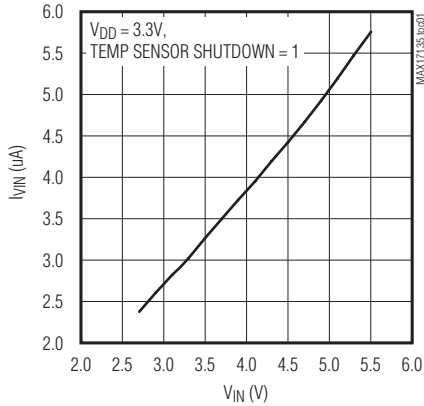
图1. 电气特性中的时序定义

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

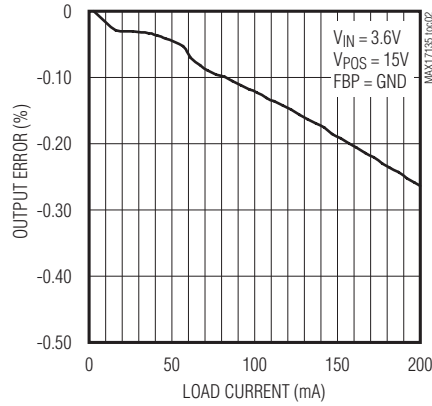
典型工作特性

($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

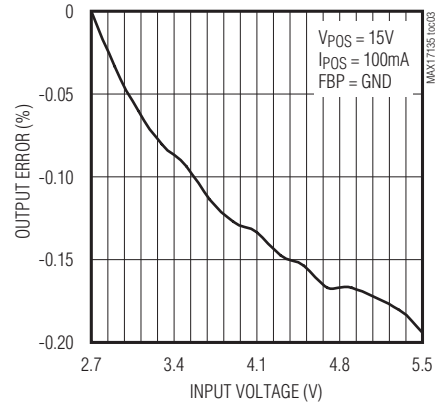
**TOTAL INPUT SUPPLY STANDBY
CURRENT vs. IN SUPPLY VOLTAGE**



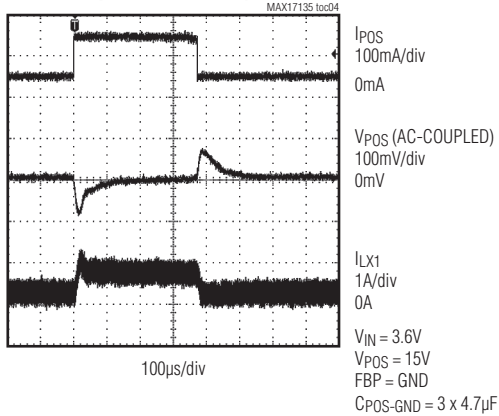
POS LOAD REGULATION



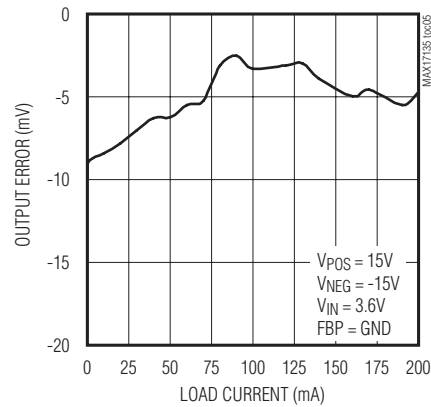
POS LINE REGULATION



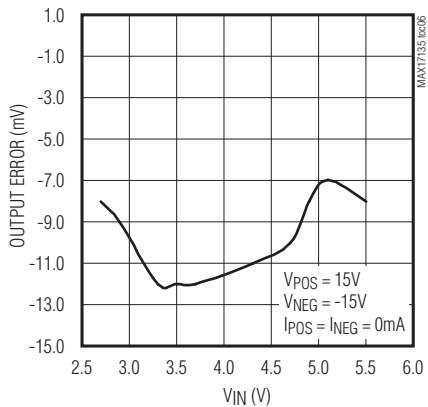
**POS LOAD-TRANSIENT RESPONSE
(50mA TO 150mA)**



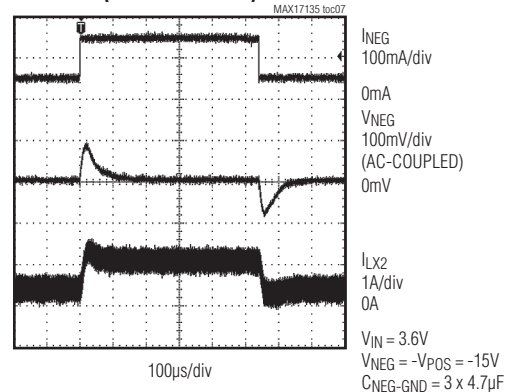
V_{POS} + V_{NEG} LOAD REGULATION



V_{POS} + V_{NEG} LINE REGULATION



**NEG LOAD-TRANSIENT RESPONSE
(50mA TO 150mA)**

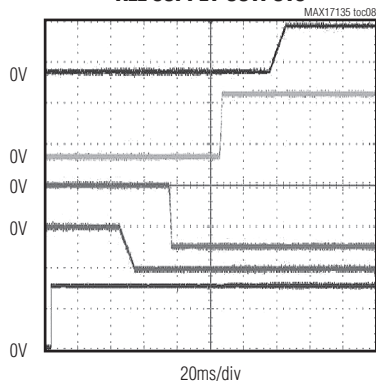


带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

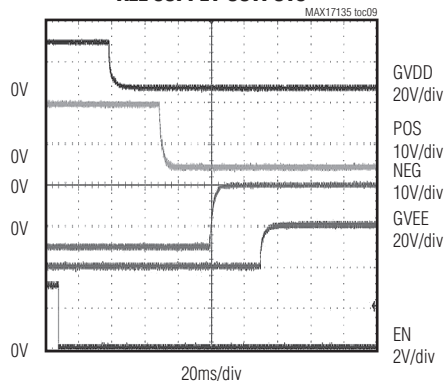
典型工作特性(续)

(TA = +25°C, unless otherwise noted.)

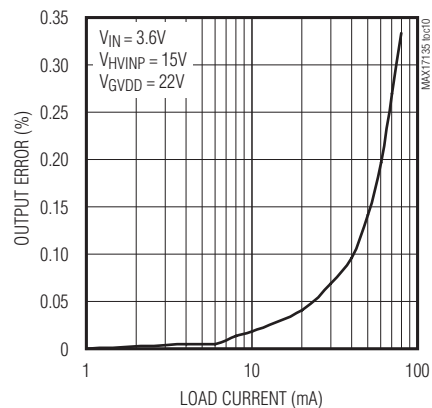
**POWER-UP SEQUENCE OF
ALL SUPPLY OUTPUTS**



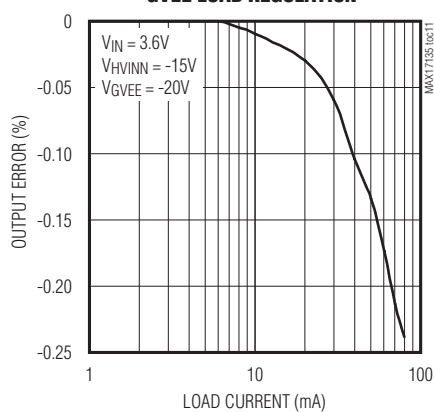
**POWER-DOWN SEQUENCE OF
ALL SUPPLY OUTPUTS**



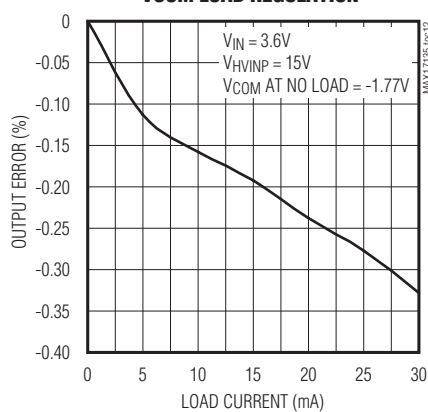
GVDD LOAD REGULATION



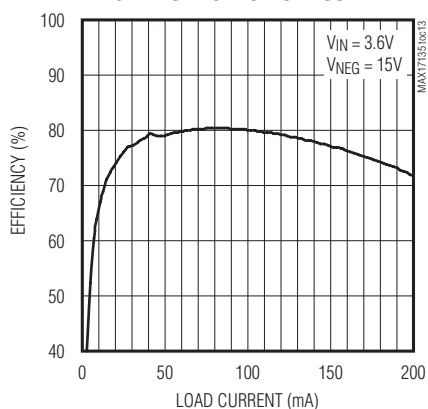
GVEE LOAD REGULATION



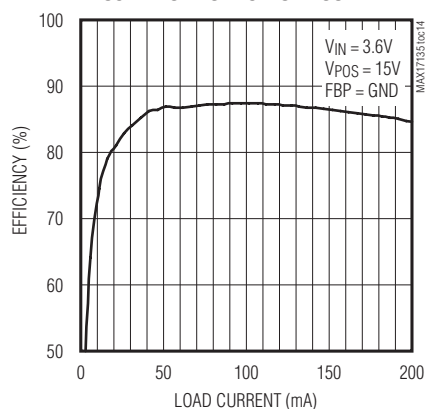
VCOM LOAD REGULATION



NEG EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT

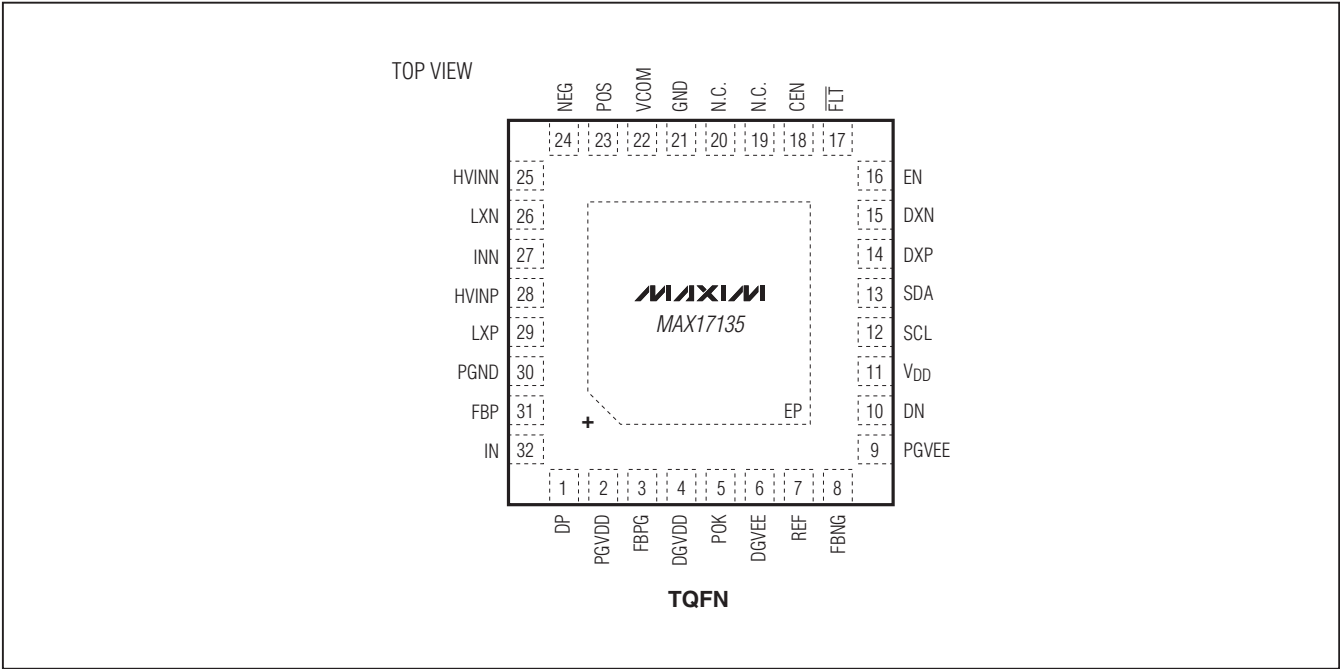


POS EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT



带有VCOM放大器和温度传感器的
多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

引脚配置



引脚说明

引脚	名称	功能
1	DP	GVDD稳压电荷泵驱动器，连接飞电容。
2	PGVDD	为正电荷泵提供HVINP电压，连接方法如图2所示。
3	FBPG	GVDD反馈输入。
4	DGVDD	GVDD放电。将正电荷泵输出连接至DGVDD，如图2所示。
5	POK	电源就绪。栅极和源极驱动器电源均达到稳压输出时，驱动为高电平。
6	DGVEE	GVEE放电。将负电荷泵输出连接至DGVEE，如图2所示。
7	REF	电压基准，通过最小0.1μF的陶瓷电容旁路至GND。
8	FBNG	GVEE反馈输入。
9	PGVEE	为负电荷泵提供HVINN电压，用于GVEE输出。连接方法如图2所示。
10	DN	GVEE稳压电荷泵驱动器，连接飞电容。
11	VDD	逻辑电源输入，用于I ² C。通过最小0.1μF电容旁路至GND。
12	SCL	I ² C串行时钟输入。
13	SDA	I ² C串行数据输入/输出。
14	DXP	外部温度检测二极管阳极连接端，通过2200pF陶瓷电容将DXP旁路至DXN。

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

引脚说明(续)

MAX17135

引脚	名称	功能
15	DXN	外部温度检测二极管阴极连接端。
16	EN	使能引脚。逻辑高电平启动上电排序；逻辑低电平启动断电排序。
17	FLT	故障指示。开漏输出，在故障条件期间变为低电平。
18	CEN	VCOM使能，逻辑高电平使能VCOM输出；逻辑低电平时，使VCOM输出的负载放电。
19, 20	N.C.	无连接。
21	GND	模拟GND。
22	VCOM	VCOM输出。
23	POS	正压源极驱动器输出电压。
24	NEG	负压源极驱动器输出电压。
25	HVINN	NEG电源输入，将反相转换器的输出连接至该引脚。
26	LXN	DC-DC反相转换器电感/二极管连接。
27	INN	反相转换器电源输入，2.7V至5.5V。通过最小10μF的陶瓷电容旁路至PGND。
28	HVINP	POS电源输入，将升压型转换器输出连接至该引脚。
29	LXP	升压转换器电感/二极管连接。
30	PGND	功率地。
31	FBP	HVINP输出的反馈引脚。FBP接GND时，设置HVINP稳压输出为+15V。FBP接地时，可在上电后通过I ² C更改HVINP寄存器数值，以更改V _{HVINP} 。也可以将外部分压器中点连接至FBP引脚，设置HVINP稳压输出。
32	IN	电源输入，通过最小1μF的电容旁路至GND。
—	EP	裸焊盘，将裸焊盘连接至地。

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

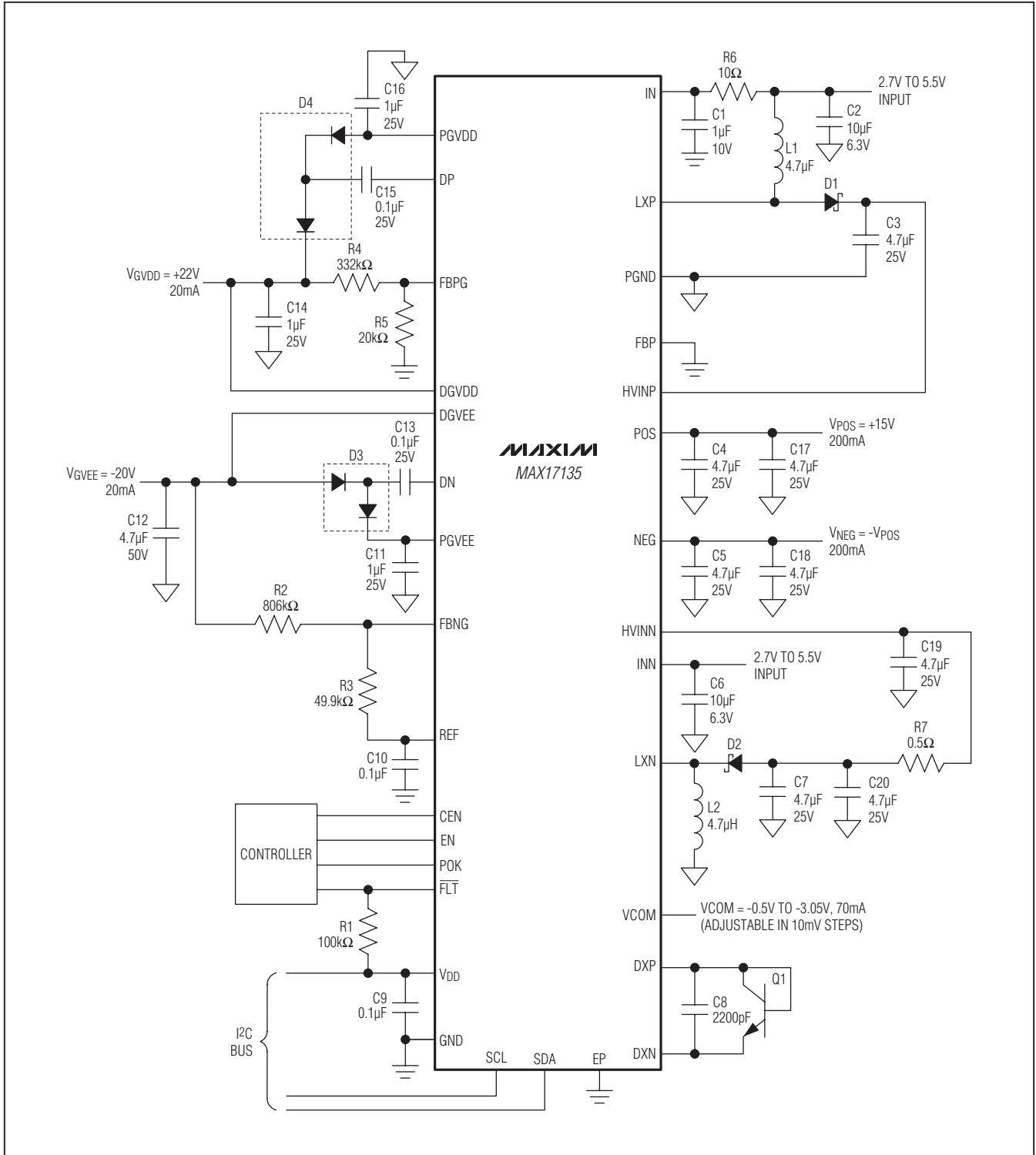
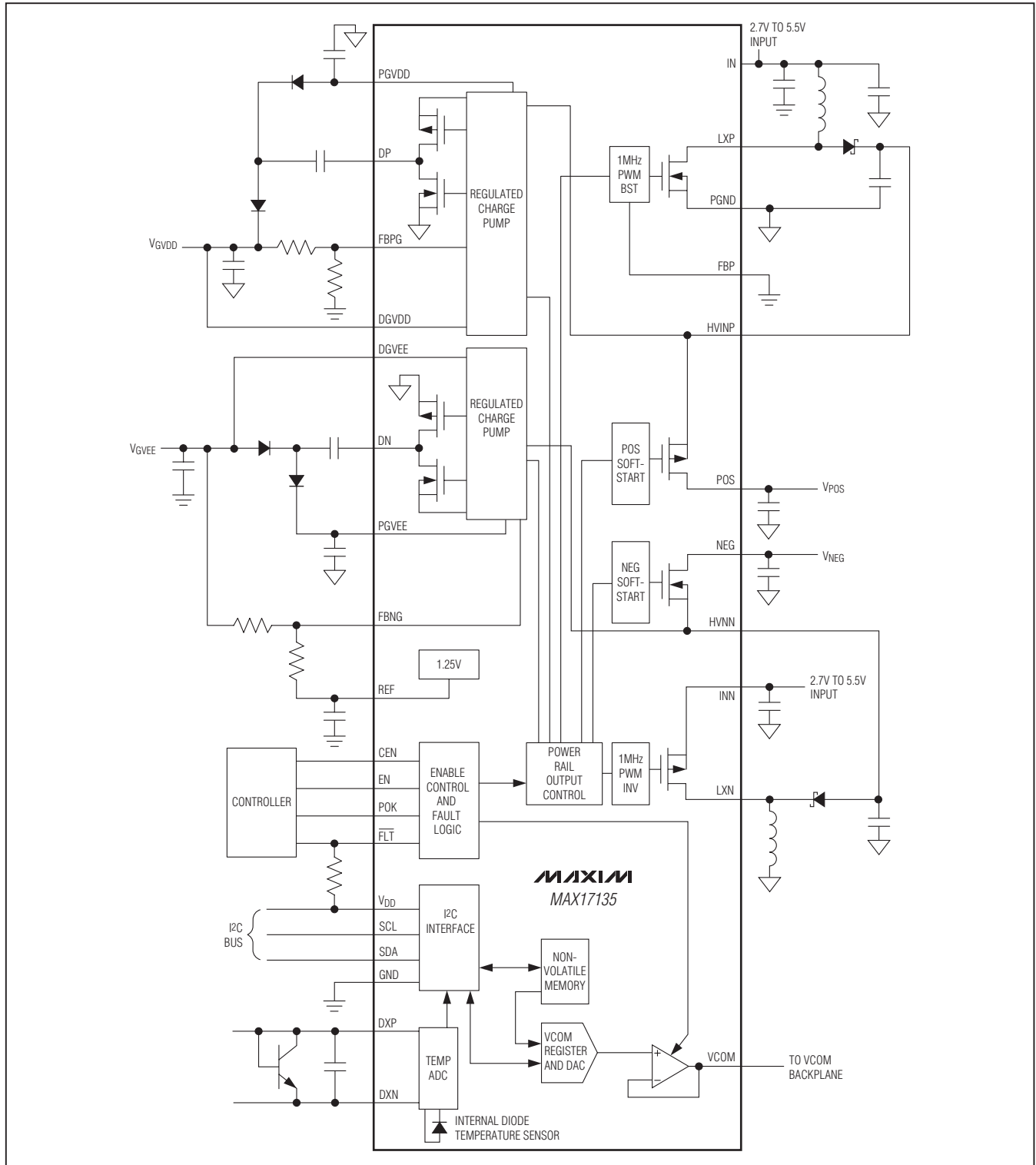


图2. 典型工作电路

帶有VCOM放大器和溫度傳感器的
多輸出DC-DC電源，用於電紙書供電



带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

典型工作电路

IC的典型工作电路(图2)产生±15V源极驱动器电源，以及+22V和-20V栅极驱动器电源，用于电纸书显示。IC输入电压范围为2.7V至5.5V，图3所示为功能框图，表1列出了推荐元件，表2列出了元件供应商的联系信息。

详细说明

源极驱动器电源

源极驱动器电源包括boost转换器和反相buck-boost转换器，可分别产生+15V (最大+17V)和-15V (最大-17V)电压，提供高达200mA的电流。正压源极驱动器电源的稳压输出(V_{POS})可利用图2所示外部电阻分压器网络设置，或者上电之前将FBP接GND，通过I²C接口设置。负压源极驱动

器的电源电压(V_{NEG})可准确地自动调节在-V_{POS} ±50mV以内。V_{NEG}不能独立于V_{POS}调节。

栅极驱动器电源

正压栅极驱动器电源(GVDD)产生+22V (最大+40V)电压，负压栅极驱动器电源(GVEE)产生-20V (最大-40V)电压。两路电源均可提供高达20mA电流。GVDD和GVEE稳压输出均可通过图2所示外部电阻分压器网络设置。

VCOM放大器

IC具有负压输出VCOM放大器，其电压通过I²C接口设置。内部8位数/模转换器(DAC)允许-0.5V至-3.05V宽范围VCOM输出，DAC步长为10mV。用户可将DAC设置储存在非易失存储器中。上电时，非易失存储器将DAC设置为最后存储的设置。

温度传感器

IC包括温度传感器，可读取IC内部温度，以及利用外部温度检测二极管读取外部面板温度。通过I²C提供温度输出数据。模/数转换器(ADC)将温度数据转换为9位、二进制补码格式，并将转换结果储存在独立的温度寄存器中。

故障保护

IC具有可靠的故障和过载保护。如果GVEE、NEG、POS或GVDD输出中任意一路低于其标称稳压输出80% (典型值)的时间超过50ms (典型值)，或者任一输出发生短路时，则闭锁所有输出，FLT置为低电平。在故障寄存器中设置故障条件，可通过I²C接口读取该寄存器。

真关断

关断模式下，IC将完全断开负载与输入的连接。大多数boost转换器中，外部整流二极管和电感形成从电池到输出的直流电流通路。如果负载连接在boost转换器输出，即使在关断状态也会消耗电池电流。器件在POS端有一个内部开关。关断期间，该开关断开时，输入至POS没有直流通路。

表1. 元件列表

DESIGNATION	DESCRIPTION
C2, C6	10μF ±10%, 6.3V X7R ceramic capacitors (0805) TDK C2012X7R0J106K
C3, C4, C5, C7, C17-C20	4.7μF ±10%, 25V X7R ceramic capacitors (1206) Murata GRM31CR71E475KA88L
D1, D2	30V, 1A single Schottky diodes (SOD123) ON Semiconductor MBR130T1
D3, D4	Dual small-signal diodes (SOT23) Fairchild MMBD4148SE
L1, L2	4.7μH, 1.5A, 45mΩ inductors TOKO A915AY-4R7M
Q1	40V npn transistor (SOT23) Fairchild MMBT3904

表2. 元件供应商

SUPPLIER	WEBSITE
Fairchild Semiconductor	www.fairchildsemi.com
Murata Electronics North America, Inc.	www.murata-northamerica.com
ON Semiconductor	www.onsemi.com
TDK Corp.	www.component.tdk.com
TOKO America, Inc.	www.tokoam.com

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

输出控制

IC的源极驱动器和栅极驱动器输出(GVEE、NEG、POS和GVDD)及VCOM放大器输出可分别通过驱动IC的EN和CEN引脚控制。另外还可以将EN和CEN引脚保持浮空或连接至GND，通过切换使能寄存器中的EN和CEN位对相应功能进行控制。所有输出都采用软启动控制，以限制浪涌电流。

上电/关断排序和定时

IC允许源极驱动器和栅极驱动器电源(GVEE、NEG、POS和GVDD)采用灵活的上电/断电排序和定时。将EN引脚从低电平切换至高电平，或者将使能寄存器中的EN位置1，启动可调的预设上电顺序；将EN引脚从高电平切换至低电平，或者将使能寄存器中的EN位置0，启动可调的预设关断顺序。电源之间的上电/关断顺序和定时可由用户通过I²C在定时寄存器中设置。定时寄存器包含的电源之间的顺序和定时也可储存在非易失存储器中，以便在上电时将相应的定时信息加载至定时寄存器。

I²C接口

器件支持I²C兼容的2线数字接口。SDA为双向数据线，SCL为2线接口的时钟线，分别对应于I²C总线的SDA和SCL线。通过写器件地址字节、数据指针字节和数据字节，写入寄存器。可采取两种方式之一从IC读取数据：如果指针寄存器中锁存的位置由之前的读操作设置，新读操作包括器件地址字节，后边跟着对应数量的数据字节；如果需要将指针寄存器设置为新地址，通过写器件地址字节、指针字节、重复开始，然后是带读取位的器件地址字节，执行读操作。如果意外从16位寄存器读取8位，且D7位为逻辑低，会造成器件停止在SDA线保持为低电平的状态。通常情况下，这将阻塞下一步的任何总线通信，直到主控制器发送另外9个时钟周期或SDA变为高电平。此时，STOP条件复位器件。如果主控制器未产生附加的时钟周期，IC总线在经过超时周期后复位并解锁。

器件采用如图4所示的读/写协议。

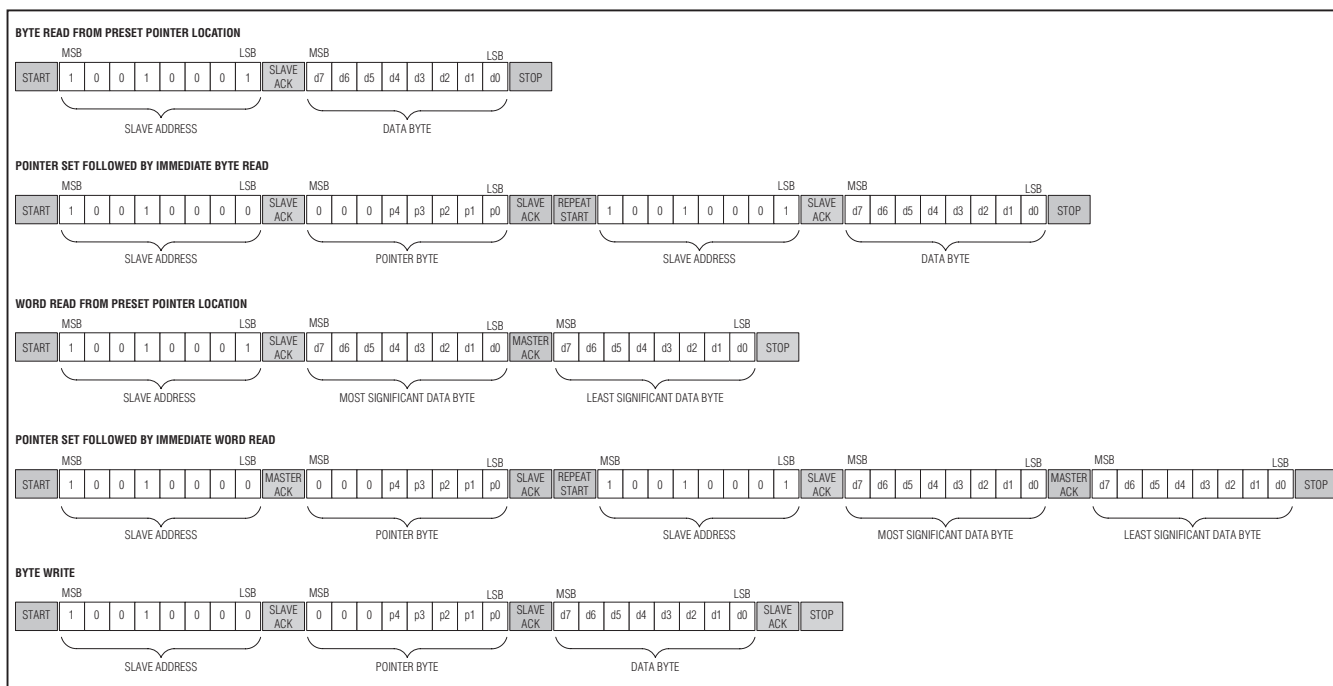


图4. 读/写协议

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

I²C地址

IC仅可作为从器件，响应7位地址90h。通过在7位从地址末尾再添加1位(R/W位)，即可区分读和写命令：1表示读操作，0表示写操作。

A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
1	0	0	1	0	0	0	R-/W

I²C寄存器

器件包含20个数据寄存器，以及另外一个指针寄存器。指针寄存器选择对其它19个数据寄存器中的哪个进行读操作或写操作。上电时，指针设置为读取外部温度寄存器，地址为0x00。指针寄存器锁存最后设置的位置。

P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
0	0	0	Register Select				

P4-P0寄存器选择

P4-P0 (HEX)	REGISTER	NO. OF BITS	POR STATE
00	External Temperature register (read only) (power-up default)	16	N/A
01	Configuration register (read/write)	8	00h
04	Internal Temperature register (read only)	16	N/A
05	Status register (read only)	8	N/A
06	Product Revision register (read only)	8	00h
07	Product ID Register (read only)	8	4Dh
08	DVR register (R/W)	8	FFh
09	Enable register (R/W)	8	00h
0A	Fault register (read only)	8	N/A
0B	HVINP register (R/W)	8	0Ah
0C	Programming Control register (write only)	8	N/A
0Fh	Temperature Conversion Rate register	8	04h
10	t1 Timing register (R/W)	8	1Eh (factory default)
11	t2 Timing register (R/W)	8	3Ch (factory default)
12	t3Timing register (R/W)	8	5Ah (factory default)
13	t4 Timing register (R/W)	8	78h (factory default)
14	t5 Timing register (R/W)	8	1Eh (factory default)
15	t6 Timing register (R/W)	8	3Ch (factory default)
16	t7 Timing register (R/W)	8	5Ah (factory default)
17	t8 Timing register (R/W)	8	78h (factory default)

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

外部和内部温度寄存器 (00h和04h)，只读

外部温度寄存器(00h)和内部温度寄存器(04h)的温度数据格式均为9位、二进制补码，以字格式读取：一个高字节和

一个低字节。位D15–D7包含温度数据，LSB代表+0.5°C，MSB为符号位。低字节的后7位(D6–D0)无关。

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Sign Bit 1 = Negative 0 = Positive	+64°C	+32°C	+16°C	+8°C	+4°C	+2°C	+1°C	+0.5°C	X	X	X	X	X	X	X

X = 无关。

TEMPERATURE (°C)	DIGITAL OUTPUT	
	BINARY	HEX
+125	0111 1101 0XXX XXXX	7D0X
+25	0001 1001 0XXX XXXX	190X
+0.5	0000 0000 1XXX XXXX	008X
0	0000 0000 0XXX XXXX	000X
-0.5	1111 1111 1XXX XXXX	FF8X
-25	1110 0111 0XXX XXXX	E70X

X = 无关。

配置寄存器(01h) (R/W)

IN和V_{DD}电压上升至高于其各自欠压锁定门限后，关断位(D0)置0，立即开始温度转换。温度转换在每1s内连续执行，除非温度传感器置于关断模式。D0置1，将温度传感器置于关断模式，以减小供电电流。

D0: SHUTDOWN: 置1时，温度传感器关断。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	Shutdown

状态寄存器(05h)，只读

状态寄存器指示IC的ADC是否正在执行温度转换，以及远端温度检测二极管是否发生任何故障条件。外部温度检测二极管的任何故障条件均使外部温度寄存器返回7FC0h。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	SHORT	OPEN	BUSY

D0: BUSY: ADC正在执行温度转换时，置1。

D1: OPEN: 从DXN和DXP至温度检测二极管的任何连接开路时，置1。

D2: SHORT: DXP和DXN之间存在短路条件时，置1。

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

产品版本寄存器(06h)，只读

该寄存器包含产品版本0x00h。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0

产品标识寄存器(07h)，只读

Maxim以0x4Dh表示。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	0	1	1	0	1

DVR寄存器(08h) (R/W)

通过将DVR寄存器设置为下表中的对应值，VCOM电压可设置为-0.5V和-3.050V之间的任何值，每LSB为10mV。上电期间，一旦IN和V_{DD}超过其欠压锁定门限，将DVR寄存器设置为非易失存储器中储存的值，以设置VCOM电压。非易失存储器中储存的出厂默认DVR值为7F。关于更改预设DVR值的详细信息，请参见编程控制寄存器(0Ch)，只写部分。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
MSB	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	LSB

DVR REGISTER	VCOM OUTPUT VOLTAGE (V)
00h	-0.50
01h	-0.51
...	...
7Fh	-1.77
...	...
FEh	-3.04
FFh	-3.05

使能寄存器(09h) (R/W)

EN和CEN引脚执行的输出使能功能也可由I²C命令执行(通过置使能寄存器中的对应使能位)。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	CEN	EN

每个功能使能位与其对应使能引脚的状态进行逻辑或，以确定是否执行该功能。如果希望用I²C控制EN和CEN功能，使EN和CEN引脚浮空或连接至GND，所以：

- EN位置1时：GV_{EE}、NEG、POS和GV_{DD}电源开启顺序上电。顺序编号和每个电源启动之间的定时由EN位置1时储存在t₁ – t₄定时寄存器中的信息决定。
- EN位置0时：GV_{EE}、NEG、POS和GV_{DD}根据定时寄存器中储存的信息开始顺序关断/放电，顺序编号和每个电源关断之间的定时由EN位置0时储存在t₅ – t₈定时寄存器的信息决定。
 - CEN位置1时：使能VCOM输出。
 - CEN位置0时：VCOM输出对地放电。

故障条件期间，清除使能寄存器中的所有位(EN = CEN = 0)。驱动EN或CEN引脚为高电平或低电平不影响使能寄存器中的EN或CEN设置。

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

故障寄存器(0Ah)，只读

故障条件期间，器件的所有输出闭锁，使能寄存器的所有位置0，并置位故障寄存器对应的故障条件位(见下表)。故障条件消除后，通过对V_{DD}电源重新上电清除故障寄存器。

故障寄存器中的POK位不是故障指示，而是状态指示，FBNG、NEG、POS和FBPG均超出其标称稳压输出的80%，并完成整个软启动周期后置1。一旦通过将EN位置0启动关断顺序或发生故障条件，POK置0。POK本身的状态不直接影响EN或CEN位的状态。

注：温度传感器DXN/DXP短路和开路“故障”不是闭锁故障，不会造成IC关断，也不设置CEN或EN位的状态。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
POK	OT	HVINNSC	HVINPSC	FBNG	HVINN	HVINP	FBPG

FBPG = GVDD欠压故障

HVINP = HVINP欠压故障

HVINN = HVINN欠压故障

FBNG = GVEE欠压故障

HVINPSC = HVINP短路故障

HVINNSC = HVINN短路故障

OT = 热关断

POK = 电源就绪

HVINP寄存器(0Bh) (R/W)

POS调节电压由boost转换器的输出调节电压(V_{HVINP})决定。HVINP调节电压由电阻分压器网络设置，或通过I²C将相应HVINP调节电压值编程至HVINP寄存器(见下表)。通

过编程HVINP寄存器设置HVINP调节电压，对于在GVEE、NEG、POS和GVDD电源的上电顺序之间更改HVINP调节电压提供了很大的灵活性，并节省了外部元件。

通过I²C设置HVINP调节电压，将FBP引脚连接至GND。如果FBP连接至GND，在IN和V_{DD}超过其欠压锁定门限后，HVINP寄存器自动加载0Ah，将HVINP调节电压设置为+15V。如果需要将HVINP调节电压设置为+15V之外的其它值，在IN和V_{DD}超过其欠压锁定门限之后、EN变为高电平之前，向HVINP寄存器写入对应于期望HVINP调节电压的新值。在向HVINP寄存器写入其它新值或重新上电V_{DD}输入电源之前，将维持新的HVINP稳压输出。V_{DD}重新上电之后，HVINP寄存器再次重载0Ah，所以需要重写HVINP寄存器，以将HVINP调节电压更改为V_{HVINP} = 15V之外的其它电压值。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	MSB	Bit2	Bit1	LSB

HVINP寄存器通过编程可提供从00h (V_{POS} = 5V)至0Ch (V_{POS} = 17V)的POS调节电压，调整步长为1V。

HVINP REGISTER	HVINP OUTPUT VOLTAGE (V)
00h	5
01h	6
...	...
0Ah	15
0Bh	16
0Ch	17

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

转换速率控制字节(0Fh) (R/W)

转换速率寄存器(0Fh)设置温度传感器在独立运行自动转换模式下的转换时间间隔。这种可调速率控制减小便携设备应用中的供电电流。转换速率控制字节的POR状态为04h。控制机制仅使用该寄存器的3个LSB，所以高5位为“无关”位，应设置为0。转换速率容限在任意速率设置下均为 $\pm 25\%$ 。

DATA	CONVERSION RATE (Hz)	AVERAGE SUPPLY CURRENT OF TEMP-SENSOR BLOCK (μA)
00h	0.0625	14
01h	0.125	18
02h	0.25	26
03h	0.5	41
04h	1	72
05h	2	133
06h	4	255
07h	8	500
08h to FFh	Depends on the 3 LSB	Depends on the 3 LSB

无论通过配置寄存器中的关断位还是初始上电启动转换，均在启动转换后经过一个总转换时间之后就可提供有效的A/D转换结果。更改转换速率也影响提供新结果的延迟。

t1-t8定时寄存器(10h-17h) (R/W)

图5所示为电源的上电和关断顺序：

- 一旦EN驱动为高电平或使能寄存器中的EN位置1，HVINP电源开始软启动。
- 一旦HVINP软启动周期结束，HVINN电源开始软启动。
- HVINN软启动周期结束t1 - t4ms后，GVEE、NEG、POS和GVDD电源开始启动。

- FBNG、NEG、POS和FBPG全部超过其调节电压的80%，并且各路电源相应的软启动周期结束后，POK变为高电平。
- 一旦EN驱动为低电平或使能寄存器中的EN位置0 (EN悬空或连接至GND时)，POK变为低电平，每路电源按照定时寄存器(t5-t8)中储存的数值开始放电。EN驱动为低电平后大约512ms，HVINP和HVINN关断，但不放电。

GVEE、NEG、POS和GVDD电源之间的上电/关断顺序和定时可通过将t1-t8寄存器设置为下表中的对应值进行设置。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
128ms	64ms	32ms	16ms	8ms	4ms	2ms	1ms

寄存器中储存的二进制值直接对应于时间，单位为ms。

VALUE STORED IN A TIMING REGISTER (t1-t8)	TIME (ms)
00h	0
01h	1
...	...
FEh	254
FFh	255

器件上电期间，一旦IN和V_{DD}超过其欠压锁定门限，将t1-t8寄存器设置为非易失存储器中储存的值，以预设t1-t8定时。非易失存储器中的出厂默认定时设置为：

- t1 = t5 = 30ms
- t2 = t6 = 60ms
- t3 = t7 = 90ms
- t4 = t8 = 120ms

如需更改t1-t8定时，请参见编程控制寄存器(0Ch)，只写部分。

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

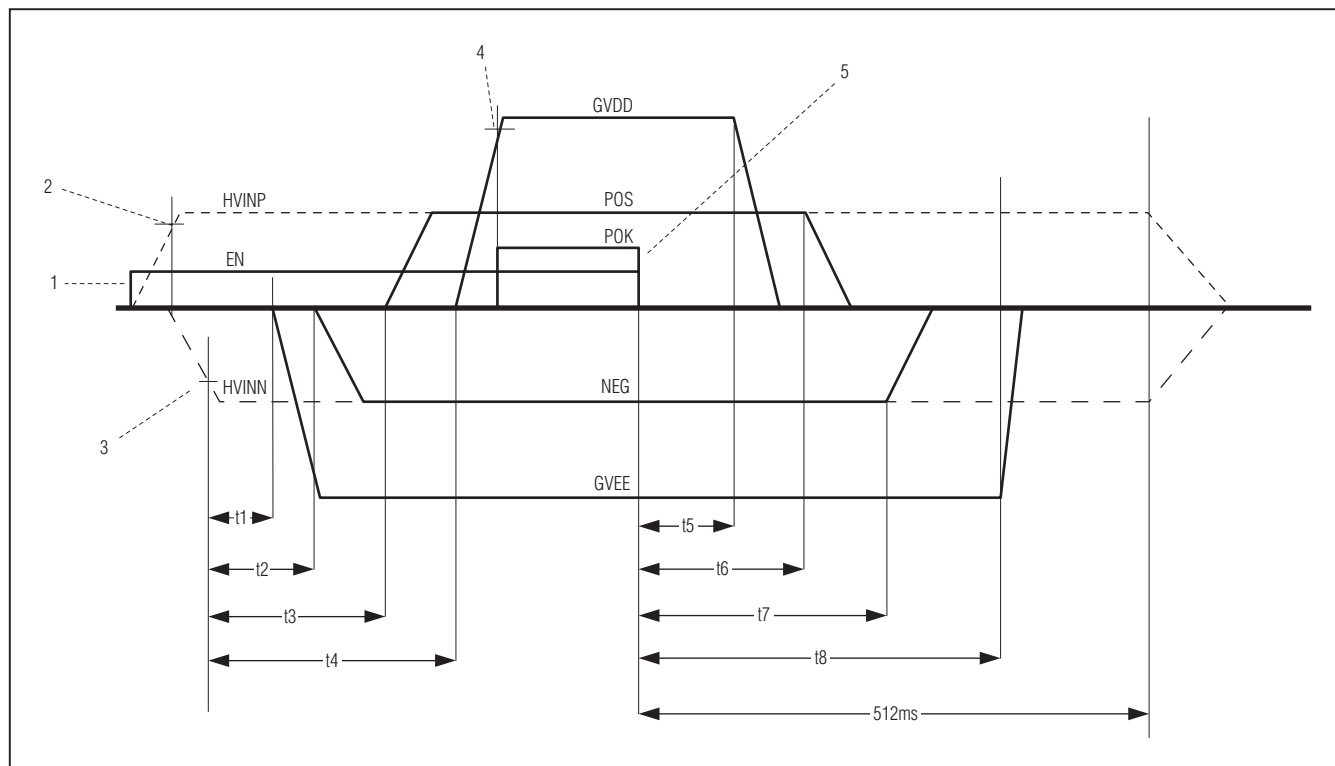


图5. 可调上电和关断排序

编程控制寄存器(0Ch)，只写

编程控制寄存器(PCR)允许用户在IC初始上电后(V_{DD} 和IN均超过其欠压锁定门限后)，更新存储DVR和定时寄存器设置值的非易失存储器。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	Timing	DVR

为了更改预设VCOM电压的非易失存储器值，将EN设置为高电平进行上电。POK变为高电平后，将预期VCOM电压设置的对应值写入DVR寄存器。DVR寄存器更新后，将PCR的D0写1，用DVR寄存器中储存的当前值更新非易失存储器。包含上电DVR设置的非易失存储器可更改多达30次。如果DVR非易失存储器编程次数超过30次，I²C总线返回NACK。

为了更改每路电源之间预设上电和关断定时的非易失存储器内容，将EN设置为高电平进行上电。POK变为高电平后，将相应电源之间t1-t8定时的预期值写入t1-t8寄存器。t1-t8数值不能单独储存到非易失存储器，在试图用任何新值更新非易失存储器之前，必须至少对全部8个定时寄存器进行一次写操作，即使非易失存储器中的当前值并非全部需要更新。一旦对全部定时寄存器进行过至少一次写操作后，将PCR的D1位写1，用t1-t8全部定时寄存器中储存的当前值更新非易失存储器。对非易失存储器中的上电和关断定时设置可更改多达3次。如果试图对t1-t8非易失存储器编程超过3次，I²C总线返回NACK。

注：V_{POS}需要高于7.3V才能成功编程非易失存储器。

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

PCB布局 and 接地

严谨的PCB布局对正确工作非常重要。遵循以下规则可实现良好的PCB布局：

- 将boost转换器的大开关电流连接形成的内环路面积最小化。使D1和C3靠近IC，从而使LXP引脚连接至D1阳极、D1阴极连接至C3以及C3连接至PGND引脚的走线尽量短，将这些连接内包含的环路面积最小化。这些连接采用短且宽的走线。
- 将buck-boost转换器的大开关电流连接形成的内环路面积最小化。使C6、C7和D2靠近IC，从而使C6连接至INN引脚、LXN引脚连接至D2阴极、D2阳极连接至C7以及C6地连接至C7的走线尽量短，将这些连接内包含的环路面积最小化。这些连接采用短且宽的走线。
- 避免在大电流通路中使用过孔。如果必须使用过孔，采用多个过孔并排，以减小阻抗和感抗。
- 建立一个功率地岛(PGND)，包括PGND引脚、输入和输出电容接地连接、电荷泵电容接地连接和buck-boost电感接地连接。用短且宽的走线或小型接地平面将这些全部连接在一起。将功率地走线的宽度最大化，提高效率并减小输出电压纹波和噪声尖峰。建立一个模拟接地平面(GND)，包括GND引脚、全部反馈分压器接地连接，IN、V_{DD}和REF旁路电容接地连接，以及器件底部裸焊盘。
- 将PGND引脚直接连接至底部裸焊盘使GND和PGND岛连接在一起。确保这些分开的接地平面之间无其它连接。

- 使反馈分压电阻尽量靠近其对应的反馈引脚。使反馈电阻与其对应反馈引脚之间的走线尽量短。如果电阻离的远，会使反馈走线变为天线，拾取开关噪声。应特别小心避免任何反馈走线靠近LXP、LXN、DP或DN开关节点。
- 使IN、V_{DD}和REF旁路电容尽量靠近IC。IN、V_{DD}和REF旁路电容的接地连接应采用宽走线直接连接至模拟接地平面或直接连接至GND引脚。
- 将输出电容和负载之间的走线长度最小化、宽度最大化，以获得最佳瞬态响应。
- 使敏感信号远离LXP、LXN、DP和DN开关节点。如需要，利用直流走线作为屏蔽。

MAX17135评估板提供了正确的电路板布局实例。

芯片信息

PROCESS: BiCMOS

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积)，请查询china.maxim-ic.com/packages。请注意，封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符，但封装图只与封装有关，与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
32 TQFN-EP	T3255N+1	21-0140	90-0015

带有VCOM放大器和温度传感器的 多输出DC-DC电源，用于电纸书供电

修订历史

MAX17135

修订号	修订日期	说明	修改页
0	7/11	最初版本。	—
1	12/11	更新典型工作电路值。	12

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：010-6211 5199

传真：010-6211 5299

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。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 _____ **23**