

### 产品特性

- 多功能数字电压模式控制器
- 高速输入电压前馈控制
- 4个脉冲宽度调制(PWM)逻辑输出, 625ps分辨率
- 开关频率: 49 kHz至625 kHz
- 作为从器件的频率同步
- 跳脉冲省电模式
- 预偏置启动
- 条件式过压保护
- 丰富的故障检测和保护
- 兼容PMBus
- 用于简化编程的图形用户界面(GUI)
- 用于编程和数据存储的片上EEPROM
- 采用20引脚、4 mm x 4 mm LFCSP封装
- 工作温度范围: -40°C至+125°C

### 应用

- 高密度隔离式DC-DC电源
- 中间总线转换器
- 高可用性并行电源系统
- 服务器、存储器、工业、网络和通信基础设施

### 概述

ADP1050是一款带PMBus™接口的先进数字控制器, 用于高密度、高效DC-DC功率转换。该控制器通过高速输入电压前馈实现电压模式控制, 从而改善瞬态和噪声性能。ADP1050具有4路可编程脉冲宽度调制(PWM)输出, 可控制大多数高效率电源拓扑结构, 此外还带有同步整流(SR)控制。

ADP1050集成多种特性, 能够实现稳健的并行和冗余工作系统, 从而满足高可应用性客户的需求。该器件具有同步、预偏置启动功能, 并且采用条件式过压技术, 能够在并行工作模式下识别并安全关断故障电源。

ADP1050基于灵活的状态机架构, 采用直观的图形用户界面(GUI)进行编程。易于使用的GUI可缩短设计周期, 实现一个稳健的硬件编码系统并加载到内置EEPROM中。小尺寸(4 mm x 4 mm) LFCSP封装让ADP1050成为超级紧凑、隔离式DC-DC功率模块或嵌入式电源设计的理想选择。

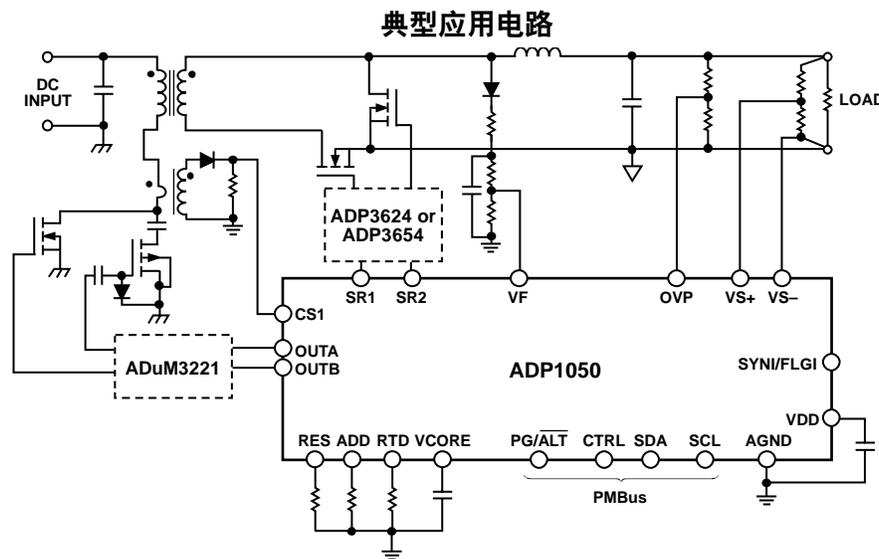


图1.

Rev. A

#### Document Feedback

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
Tel: 781.329.4700 ©2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
Technical Support [www.analog.com](http://www.analog.com)

ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文, 敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误, ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性, 请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

## 目录

产品特性 .....	1	PMBus保护命令 .....	30
应用 .....	1	特定制造商保护命令 .....	32
概述 .....	1	特定制造商保护响应 .....	34
典型应用电路 .....	1	电源校准和调整 .....	35
修订历史 .....	3	$I_{IN}$ 调整(CS1调整) .....	35
技术规格 .....	4	$V_{OUT}$ 调整(VS调整) .....	35
时序图 .....	7	$V_{IN}$ 调整(VF增益校准) .....	35
绝对最大额定值 .....	8	RTD和OTP调整 .....	36
热阻 .....	8	布局布线指南 .....	37
焊接 .....	8	CS1引脚 .....	37
ESD警告 .....	8	VS+和VS-引脚 .....	37
引脚配置和功能描述 .....	9	VDD引脚 .....	37
典型性能参数 .....	11	VCORE引脚 .....	37
工作原理 .....	12	RES引脚 .....	37
PWM输出(OUTA、OUTB、SR1、SR2) .....	13	SDA和SCL引脚 .....	37
同步整流 .....	13	裸露焊盘 .....	37
PWM调制限值和180°相移 .....	14	RTD引脚 .....	37
频率同步 .....	14	AGND引脚 .....	37
输出电压检测和调整 .....	16	PMBus/I <sup>2</sup> C通信 .....	38
数字补偿器 .....	17	PMBus特性 .....	38
闭环输入电压前馈控制和VF检测 .....	18	概述 .....	38
开环输入电压前馈工作 .....	19	PMBus/I <sup>2</sup> C地址 .....	38
开环工作 .....	19	数据传输 .....	38
CS1电流检测(CS1引脚) .....	20	广播支持 .....	40
软启动和关断 .....	20	10位寻址 .....	40
伏秒平衡控制 .....	22	快速模式 .....	40
跳脉冲 .....	23	故障条件 .....	40
预偏置启动 .....	23	超时条件 .....	40
VDD和VCORE .....	23	数据传输故障 .....	40
芯片密码 .....	24	数据内容故障 .....	41
电源监控、标志和故障响应 .....	25	EEPROM .....	42
标志 .....	25	EEPROM特性 .....	42
电压读数 .....	28	EEPROM概述 .....	42
电流读数 .....	28	EEPROM密码 .....	42
功率读数 .....	28	页擦除操作 .....	42
占空比读数 .....	28	读取操作(字节读取和块读取) .....	43
开关频率读数 .....	28	写入操作(字节写入和块写入) .....	43
温度读数 .....	29	将EEPROM设置下载至内部寄存器 .....	44
温度线性化方案 .....	30	将寄存器设置保存至EEPROM .....	44
		EEPROM CRC校验和 .....	44

GUI软件.....	45	温度检测和保护设置寄存器.....	79
PMBus命令集.....	46	数字补偿器和调制设置寄存器.....	80
特定制造商扩展命令列表.....	49	PWM输出时序寄存器.....	83
PMBus命令描述.....	51	伏秒平衡控制寄存器.....	85
基本PMBus命令.....	51	占空比读数设置寄存器.....	86
特定制造商扩展命令描述.....	70	其他寄存器设置.....	86
标志配置寄存器.....	70	特定制造商故障标志寄存器.....	89
软启动和软件复位寄存器.....	72	特定制造商值读数寄存器.....	91
消隐和PGOOD设置寄存器.....	73	外形尺寸.....	92
开关频率和同步寄存器.....	75	订购指南.....	92
电流检测和限值设置寄存器.....	76		
电压检测和限值设置寄存器.....	78		

## 修订历史

### 2014年6月 — 修订版0至修订版A

更改表2.....	8
更改表4中的引脚1.....	9
更改“VOOUT_COMMAND”部分.....	53
更改表164的位7.....	89

### 2014年1月—修订版0：初始版

# ADP1050

## 技术规格

除非另有说明， $V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 至 $3.6\text{ V}$ ， $T_j = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$ 。FSR = 满量程范围。

表1.

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件/注释
电源						
电源电压	$V_{DD}$	3.0	3.3	3.6	V	2.2 $\mu\text{F}$ 电容连接至AGND
电源电流	$I_{DD}$		28.5	33	mA	正常工作；PWM引脚无负载
			$I_{DD} + 6$		mA	EEPROM编程期间
			50	100	$\mu\text{A}$	关断； $V_{DD}$ 低于欠压闭锁(UVLO)阈值
上电复位						
上电复位				3.0	V	$V_{DD}$ 上升
UVLO阈值		2.75	2.85	2.97	V	$V_{DD}$ 下降
UVLO迟滞			35		mV	
OVLO阈值		3.7	3.9	4.1	V	
OVLO去抖动			2		$\mu\text{s}$	$V_{DD\_OV}$ 标志去抖设置为2 $\mu\text{s}$
			500		$\mu\text{s}$	$V_{DD\_OV}$ 标志去抖设置为500 $\mu\text{s}$
VCORE引脚						
输出电压	$V_{CORE}$	2.45	2.6	2.75	V	330 nF电容连接至AGND
振荡器和PLL						
PLL频率		190	200	210	MHz	RES输入 = 10 k $\Omega$ ( $\pm 0.1\%$ )
数字PWM分辨率			625		ps	
OUTA、OUTB、SR1、SR2引脚						
输出低电压	$V_{OL}$			0.4	V	$I_{OH} = 10\text{ mA}$
输出高电压	$V_{OH}$	$V_{DD} - 0.4$			V	$I_{OL} = -10\text{ mA}$
上升时间	$t_r$		3.5		ns	$C_{LOAD} = 50\text{ pF}$
下降时间	$t_f$		1.5		ns	$C_{LOAD} = 50\text{ pF}$
输出源电流	$I_{OL}$	-10			mA	
输出吸电流	$I_{OH}$			10	mA	
VS+、VS-电压检测引脚						
输入电压范围	$V_{IN}$	0	1	1.6	V	从VS+到VS-的差分电压
漏电流				1.0	$\mu\text{A}$	
VS精确ADC						
有效输入电压范围		0		1.6	V	
ADC时钟频率			1.56		MHz	
寄存器更新速率			10		ms	
测量分辨率			12		位	
测量精度						工厂调整至1.0 V
		-5		+5	% FSR	0%至100%的输入电压范围
		-80		+80	mV	
		-2		+2	% FSR	10%至90%的输入电压范围
		-32		+32	mV	
		-1.0		+1.0	% FSR	900 mV至1.1 V
		-16		+16	mV	
温度系数				70	ppm/ $^\circ\text{C}$	
从VS-到AGND的电压差		-200		+200	mV	
VS高速ADC						
等效采样频率	$f_{SAMP}$		$f_{SW}$		kHz	$f_{SW} = 390.5\text{ kHz}$
等效分辨率			6		Bits	调节电压 = 0 mV至1.6 V
动态范围			$\pm 25$		mV	触发VOUT_UV_FAULT标志
VS UVP数字比较器						
阈值精度		-2		+2	% FSR	10%至90%的输入电压范围
比较器更新速度			82		$\mu\text{s}$	

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件/注释
OVP引脚						触发VOUT_OV_FAULT标志
漏电流				1.0	μA	
OVP比较器						
电压范围		0.75		1.5	V	从OVP到VS-的差分电压
阈值精度		-1.6	+1	+1.6	%	0.75 V至1.5 V电压范围
传播延迟			61	85	ns	不包括去抖时间
VF电压检测引脚						
输入电压范围	V <sub>IN</sub>	0	1	1.6	V	从VF到AGND的电压
漏电流				1.0	μA	
通用ADC						
有效输入电压范围		0		1.6	V	
ADC时钟频率			1.56		MHz	
寄存器更新速率			1.31		ms	
测量分辨率			11		位	
测量精度		-2		+2	% FSR	10%至90%的输入电压范围
		-32		+32	mV	
		-5		+5	% FSR	0%至100%的输入电压范围
		-80		+80	mV	
VF UVP数字比较器						触发VIN_LOW或VIN_UV_FAULT标志
阈值精度						基于VF通用ADC参数值
比较器更新速度			1.31		ms	
前馈ADC						
输入电压范围	V <sub>IN</sub>	0.5	1	1.6	V	
分辨率			11		Bits	
采样周期			10		μs	
CS1电流检测引脚						
输入电压范围	V <sub>IN</sub>	0	1	1.6	V	从CS1到AGND的电压
源电流		-1.2		-0.35	μA	
CS1 ADC						
有效输入电压范围		0		1.6	V	
ADC时钟频率			1.56		MHz	
寄存器更新速率			10		ms	
测量分辨率			12		位	
测量精度		-2		+2	% FSR	10%至90%的输入电压范围
		-32		+32	mV	
		-5		+5	% FSR	0%至100%的输入电压范围
		-80		+80	mV	
CS1 OCP比较器						触发内部CS1_OCP标志
基准精度		1.185	1.2	1.215	V	设置为1.2 V时
		0.235	0.25	0.265	V	设置为0.25 V时
传播延迟			65	105	ns	不包括去抖/消隐时间
CS3 <sup>1</sup> 测量和数字比较器						触发CS3_OC_FAULT标志
寄存器更新速率			10		ms	
比较器速度			10		ms	

# ADP1050

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件/注释
RTD温度检测引脚						
输入电压范围	$V_{IN}$	0		1.6	V	从RTD到AGND的电压 出厂默认设置
源电流						
寄存器0xFE2D = 0xE6		44.6	46	47.3	$\mu\text{A}$	
寄存器0xFE2D = 0xB0		38.6	40	42	$\mu\text{A}$	
寄存器0xFE2D = 0x80		28.6	30	31.8	$\mu\text{A}$	
寄存器0xFE2D = 0x40		18.6	20	21.6	$\mu\text{A}$	
寄存器0xFE2D = 0x00		9.1	10	11	$\mu\text{A}$	
RTD ADC						
有效输入电压范围	$V_{IN}$	0		1.6	V	
ADC时钟频率			1.56		MHz	
寄存器更新速率			10		ms	
测量分辨率			12		位	
测量精度		-0.3		+0.45	% FSR	2%至20%的输入电压范围
		-4.8		+7.2	mV	
		-2		+2	% FSR	0%至100%的输入电压范围
		-80		+80	mV	
OTP数字比较器						触发OT_FAULT标志
阈值精度		-0.9		+0.25	% FSR	$T = 85^{\circ}\text{C}(100\text{ k}\Omega  16.5\text{ k}\Omega)$
		-14.4		+4	mV	
		-0.5		+1.1	% FSR	$T = 100^{\circ}\text{C}(100\text{ k}\Omega  16.5\text{ k}\Omega)$
		-8		+17.6	mV	
比较器更新速度			10		ms	
根据内部线性方案的温度读数						源电流设置为46 $\mu\text{A}$ (寄存器0xFE2D = 0xE6); NTC R25 = 100 k $\Omega$ (1%); $\beta = 4250$ (1%); $R_{EXT} = 16.5\text{ k}\Omega$ (1%)
				7	$^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$ 至100 $^{\circ}\text{C}$
				5	$^{\circ}\text{C}$	100 $^{\circ}\text{C}$ 至125 $^{\circ}\text{C}$
PG/ALT(开漏)引脚						
输出低电平	$V_{OL}$			0.4	V	吸电流= 10 mA
CTRL引脚						
输入低电平	$V_{IL}$			0.4	V	
输入高电平	$V_{IH}$	$V_{DD} - 0.8$			V	
漏电流				1.0	$\mu\text{A}$	
SYNI/FLGI引脚						
输入低电平	$V_{IL}$			0.4	V	
输入高电平	$V_{IH}$	$V_{DD} - 0.8$			V	
内部时钟周期的同步范围%	$t_{SYNC}$	90		110	%	
SYNI正脉冲宽度		360			ns	外部时钟施加于SYNI/FLGI引脚
SYNI负脉冲宽度		360			ns	外部时钟施加于SYNI/FLGI引脚
SYNI周期漂移				280	ns	两个连续外部时钟之间的周期漂移
漏电流				1.0	$\mu\text{A}$	
SDA和SCL引脚						
输入低电压	$V_{IL}$			0.8	V	
输入高电压	$V_{IH}$	$V_{DD} - 0.8$			V	
输出低电压	$V_{OL}$			0.4	V	吸电流= 3 mA
漏电流		-5		+5	$\mu\text{A}$	

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件/注释
串行总线时序						参见图2
时钟工作频率		10	100	400	kHz	
毛刺抑制				50	ns	
总线空闲时间	$t_{BUF}$	1.3			$\mu s$	介于停止条件与起始条件之间
起始条件建立时间	$t_{SU,STA}$	0.6			$\mu s$	重复起始条件的建立时间
起始条件保持时间	$t_{HD,STA}$	0.6			$\mu s$	重复起始条件之后的保持时间； 此周期结束后产生第一个时钟
停止条件建立时间	$t_{SU,STO}$	0.6			$\mu s$	
SDA建立时间	$t_{SU,DAT}$	100			ns	
SDA保持时间	$t_{HD,DAT}$	125			ns	用于回读
		300			ns	用于写入
SCL低电平超时	$t_{TIMEOUT}$	25		35	ms	
SCL低电平时间	$t_{LOW}$	0.6			$\mu s$	
SCL高电平时间	$t_{HIGH}$	0.6			$\mu s$	
SCL低电平延长时间	$t_{LOW;SEXT}$			25	ms	
SCL、SDA上升时间	$t_R$	20		300	ns	
SCL、SDA下降时间	$t_F$	20		300	ns	
EEPROM						
EEPROM更新时间				40	ms	从更新命令到EEPROM更新完成的时间
可靠性						
耐久性 <sup>2</sup>		10,000			周期	$T_J = 85^\circ C$
		1000			周期	$T_J = 125^\circ C$
数据保存期限 <sup>3</sup>		20			年	$T_J = 85^\circ C$
		15			年	$T_J = 125^\circ C$

<sup>1</sup> CS3是由CS1读数(代表输入电流)、占空比和主变压器匝数比计算的备选输出电流读数。

<sup>2</sup> 耐久性是分别在 $-40^\circ C$ 、 $+25^\circ C$ 、 $+85^\circ C$ 和 $+125^\circ C$ 时依据JEDEC 22标准方法A117来认定的。

<sup>3</sup> 根据JEDEC 22标准方法A117，保持期限相当于结温时的寿命。

## 时序图

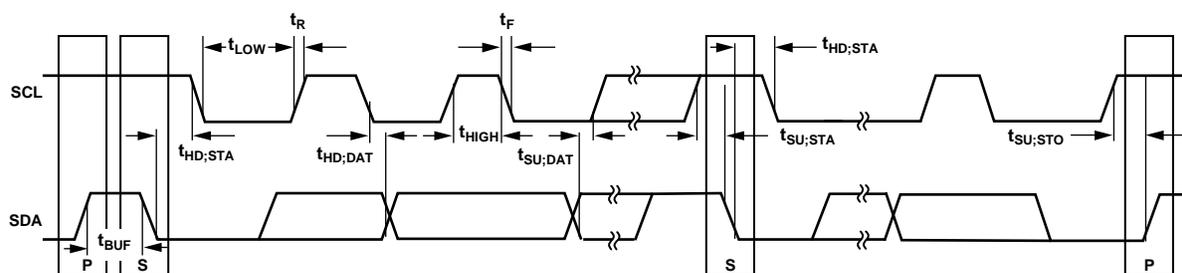


图2. 串行总线时序图

12039-002

## 绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
电源电压(连续) $V_{DD}$	4.2 V
数字引脚(OUTA、OUTB、SR1、SR2、PG/ $\overline{ALT}$ 、SDA、SCL)至AGND	-0.3 V至 $V_{DD} + 0.3$ V
VS-、VS+、VF、OVP、RTD、ADD、CS1至AGND	-0.3 V至 $V_{DD} + 0.3$ V
SYNI/FLGI、CTRL	-0.3 V至 $V_{DD} + 0.3$ V
工作温度范围( $T_A$ )	-40°C至+125°C
存储温度范围	-65°C至+150°C
结温	150°C
回流焊峰值温度	
锡铅体系(10 s至30 s)	240°C
RoHS体系(20 s至40 s)	260°C
ESD充电装置模型	1.25 kV
ESD人体模型	5.0 kV

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，推断产品能否正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

## 热阻

$\theta_{JA}$  针对最差条件，即焊接在电路板上的器件为表贴封装。

表3. 热阻

封装类型	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	单位
20引脚 LFCSP	37.05	1.53	°C/W

## 焊接

布局ADP1050的印刷电路板(PCB)以及将器件焊接到PCB时，务必遵循正确的规范。有关这些规范的详情，请参阅[应用笔记AN-772](#)：“引脚架构芯片级封装(LFCSP)设计与制造指南”。

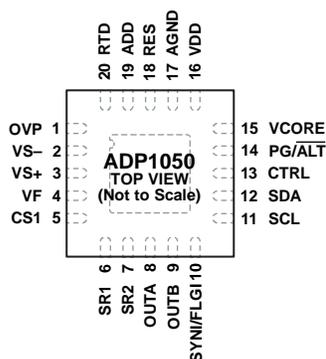
## ESD警告



## ESD(静电放电)敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

## 引脚配置和功能描述



## NOTES

1. THE ADP1050 HAS AN EXPOSED THERMAL PAD ON THE UNDERSIDE OF THE PACKAGE. FOR INCREASED RELIABILITY OF THE SOLDER JOINTS AND MAXIMUM THERMAL CAPABILITY, IT IS RECOMMENDED THAT THE EXPOSED PAD BE SOLDERED TO THE PCB AGND PLANE.

图3. 引脚配置

表4. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1	OVP	过压保护。该信号用作冗余过压保护。该信号以AGND为参考。
2	VS-	电压检测的反相输入端。此引脚是供电轨接地线路连接。提供一个到AGND的低阻抗连接。为了进行调整，建议此输入端的电阻分压器容差规格 $\leq 0.5\%$ 。
3	VS+	电压检测的同相输入端。此信号参考VS-。为了进行调整，建议此输入端的电阻分压器容差规格 $\leq 0.5\%$ 。
4	VF	电压前馈。此引脚可实现三种可选功能：前馈、原边输入电压检测和输入电压UVLO保护。此引脚通过一个电阻分压器网络连接到输出滤波器之前。此引脚的标称电压为1V。此信号参考AGND。
5	CS1	原边电流检测输入。此引脚连接原边电流检测ADC和逐周期电流限值比较器。此信号参考AGND。为了进行校准，建议此输入端的电阻容差规格 $\leq 0.5\%$ 。若不使用，请将此引脚连接到AGND。
6	SR1	PWM逻辑输出驱动。不用时可禁用该引脚。此信号参考AGND。
7	SR2	PWM逻辑输出驱动。不用时可禁用该引脚。此信号参考AGND。
8	OUTA	PWM逻辑输出驱动。不用时可禁用该引脚。此信号参考AGND。
9	OUTB	PWM逻辑输出驱动。不用时可禁用该引脚。此信号参考AGND。
10	SYNI/FLGI	同步信号输入(SYNI)/外部信号输入，产生标志条件(FLGI)。若不使用，请将此引脚连接到AGND。
11	SCL	I <sup>2</sup> C/PMBus串行时钟输入和输出(开漏)。此信号参考AGND。
12	SDA	I <sup>2</sup> C/PMBus串行数据输入和输出(开漏)。此信号参考AGND。
13	CTRL	PMBus控制信号。建议在CTRL引脚和AGND连接一个1 nF电容，以实现噪声去抖和去耦。此信号参考AGND。
14	PG/ALT	电源良好输出(开漏)(PG)/低电平有效SMBus ALERT信号(ALT)。通过上拉电阻(通常为2.2 k $\Omega$ )将此引脚连接至VDD。PG信号参考AGND。有关SMBus规范的信息，请参阅“PMBus特性”部分。
15	VCORE	2.6 V稳压器的输出。在此引脚与AGND之间连接一个至少为330 nF的去耦电容；该电容应尽可能靠近ADP1050，以最大程度缩短PCB走线长度。建议不以此引脚为基准或使用阻性分压器产生其他逻辑电平。
16	VDD	正电源输入。3.0 V至3.6 V的电压。此信号参考AGND。在此引脚与AGND之间连接一个2.2 $\mu$ F去耦电容；该电容应尽可能靠近ADP1050，以最大程度缩短PCB走线长度。
17	AGND	通用模拟地。内部模拟电路地和数字电路地通过焊线星型连接到此引脚。
18	RES	电阻输入。此引脚设置内部PLL频率的内部参考。在此引脚和AGND之间连接一个10 k $\Omega$ 电阻( $\pm 0.1\%$ )。此信号参考AGND。
19	ADD	地址选择输入。此引脚用于设置I <sup>2</sup> C/PMBus地址。ADD和AGND之间连接一个电阻。此信号参考AGND。

# ADP1050

引脚编号	引脚名称	说明
20	RTD EP	热敏电阻输入。将一个热敏电阻( $R_{25} = 100\text{ k}\Omega$ (1%)、 $\beta = 4250$ (1%))与一个 $16.5\text{ k}\Omega$ (1%)电阻和一个 $1\text{ nF}$ 滤波电容并联连接。此引脚参考AGND。若不使用, 请将此引脚连接到AGND。 裸露焊盘。ADP1050封装底部有一个裸露焊盘。为提高焊接接头的可靠性并实现最大散热效果, 建议将裸露焊盘焊接到PCB的AGND层。

## 典型性能参数

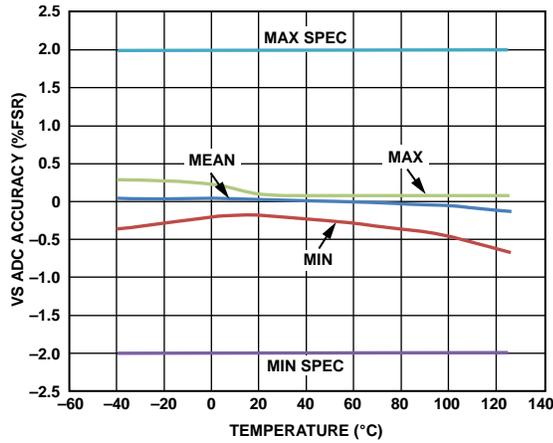


图4. VS ADC精度与温度的关系(从FSR的10%至90%)

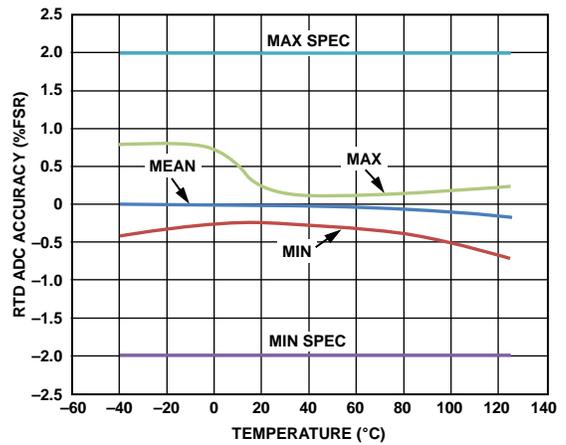


图7. RTD ADC精度与温度的关系(从FSR的10%至90%)

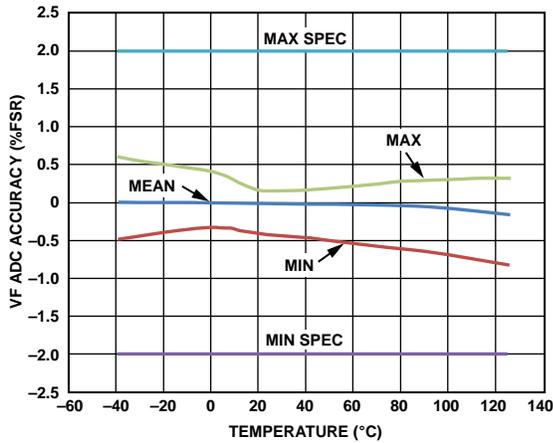


图5. VF ADC精度与温度的关系(从FSR的10%至90%)

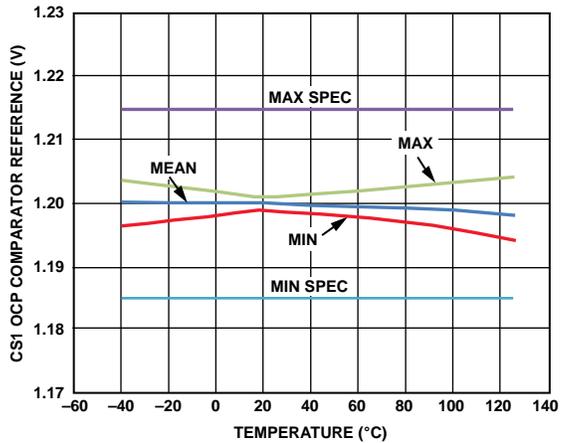


图8. CS1 OCP比较器基准与温度的关系(1.2 V基准电压)

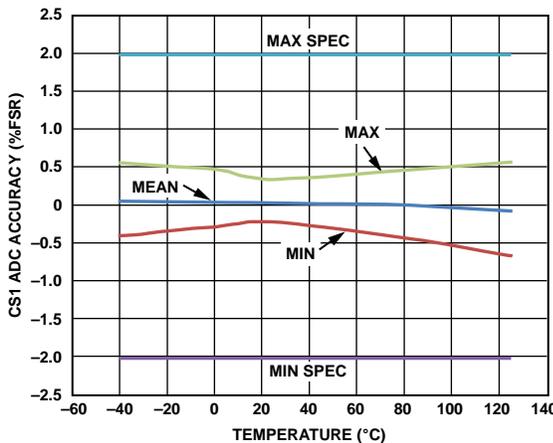


图6. CS1 ADC精度与温度的关系(从FSR的10%至90%)

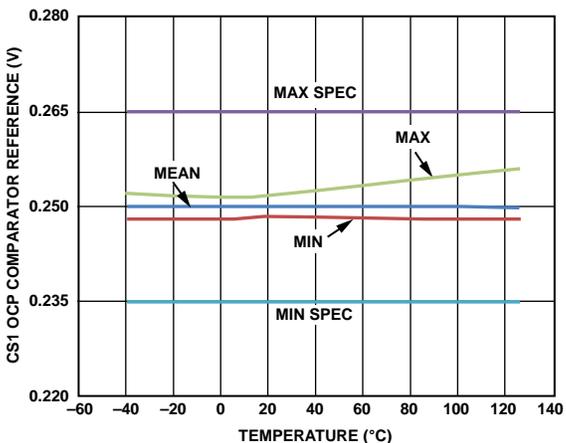


图9. CS1 OCP比较器基准与温度的关系(0.25 V基准电压)

## 工作原理

ADP1050是一款灵活、易用的数字电源控制器。ADP1050集成了电源控制所需的典型功能，如：

- 输出电压检测和反馈
- 输入电压前馈控制
- 数字环路滤波器补偿
- PWM生成
- 电流、电压和温度检测
- 一般管理和I<sup>2</sup>C/PMBus接口
- 校准和调整

控制输出电压的主要功能是通过反馈ADC、数字环路滤波器和数字PWM引擎来实现的。

反馈ADC采用已获专利的多路径架构，包括一个高速低分辨率(快速低精度)ADC和一个低速高分辨率(慢速高精度)ADC。ADC输出合并形成高速、高分辨率反馈路径。环路补偿利用数字滤波器实现。该比例-积分-微分(PID)补偿器位于数字域中，可实现滤波器特性的简易编程，这在定制设计和调试设计中有重大价值。PWM引擎产生最多4路可编程PWM输出，用于控制原边FET驱动器和同步整流FET驱动器。这种编程特性使许多通用和特殊的开关电源拓扑得以实现。

该器件具有传统的电源管理特性，如输入电压检测、输出电压检测、原边和副边电流检测。器件提供丰富的保护功能，包括过压保护(OVP)、过流保护(OCP)、过温保护(OTP)和欠压保护(UVP)等。

这些特性可通过I<sup>2</sup>C/PMBus数字总线接口编程。此接口还用于校准。通过该数字总线接口，还可提供其它信息，如输入电流、输出电流和故障标志。

内部EEPROM能存储所有编程值，支持在没有微控制器的情况下实行独立控制。免费提供可供下载的GUI，它包含所有对ADP1050进行编程所需的软件。欲获取最新的GUI软件 and 用户指南，请访问：<http://www.analog.com/digitalpower>。

ADP1050采用3.3 V单电源供电，额定温度范围为-40°C至+125°C。

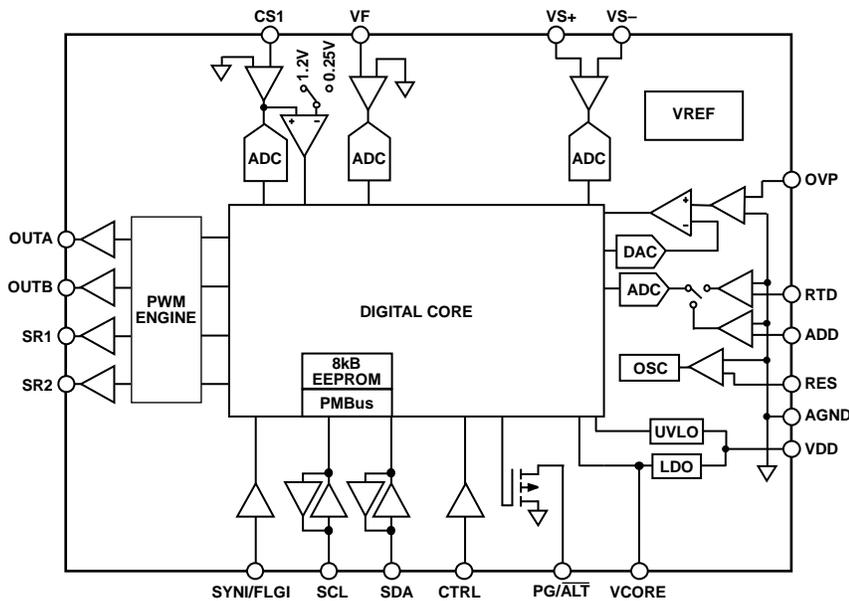


图10. 功能框图

## PWM输出(OUTA、OUTB、SR1、SR2)

PWM输出用于控制原边驱动器和同步整流器驱动器。它们可用于多种拓扑，包括硬开关全桥、半桥、推挽、双开关正向、有源箝位正向和交错降压。上升沿和下降沿之间的延迟可单独编程。在设置PWM时应特别小心，避免直通。建议使用ADP1050 GUI软件对这些输出进行编程。

图11显示采用同步整流驱动有源箝位正向拓扑的示例配置。QA、QB、QSR1和QSR2开关由PWM输出(OUTA、OUTB、SR1和SR2)分别驱动。图12显示GUI中图11所示电源级的PWM设置示例。

PWM输出相互之间完全同步。因此，重新编程多个输出时，应当首先更新所有寄存器，然后将信息一次性锁存到阴影寄存器。重新编程时，输出暂时禁用。为确保新PWM时序和开关频率设置同时编程，应通过设置寄存器0xFE61[2:1](GO命令)，将一个特殊指令发送到ADP1050。不使用PWM输出时，建议通过寄存器0xFE53[5:4]和寄存器0xFE53[1:0]将其禁用。

有关PWM时序的更多信息，请参见“PWM输出时序寄存器”部分。

## 同步整流

使用同步整流时，建议将SR1和SR2用作同步整流管的PWM控制信号。这些PWM信号与其他PWM的配置类似。

SR PWM的输出可以采用软启动的方式。SR软启动可通过寄存器0xFE08[4:0]编程。

- SR软启动禁用时(寄存器0xFE08[1:0] = 00)，SR信号使能时的占空比即等于其PWM的调制值。
- SR软启动使能时(寄存器0xFE08[1:0] = 11)，SR1和SR2上升沿按照寄存器0xFE08[3:2]设置的步进，从 $t_{RX} + t_{MODU\_LIMIT}$ 位置左移到 $t_{RX} + t_{MODULATION}$ 位置。 $t_{RX}$ 代表SR1的上升沿时序( $t_{R5}$ )和SR2的上升沿时序( $t_{R6}$ )(参见图58)； $t_{MODU\_LIMIT}$ 代表寄存器0xFE3C定义的调制限值(参见图57)； $t_{MODULATION}$ 代表实时调制值。
- 即使SR1和SR2输出未被编程为需要调制，SR软启动仍可应用。SR软启动使能时，SR1和SR2上升沿按照寄存器0xFE08[3:2]设置的步进，从 $t_{RX} + t_{MODU\_LIMIT}$ 位置左移到 $t_{RX}$ 位置。

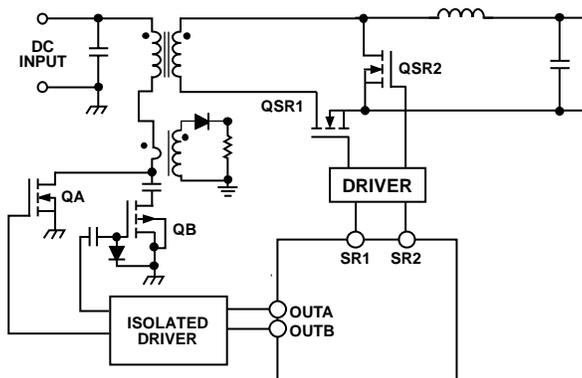


图11. 采用同步整流的有源箝位正激拓扑的PWM分配

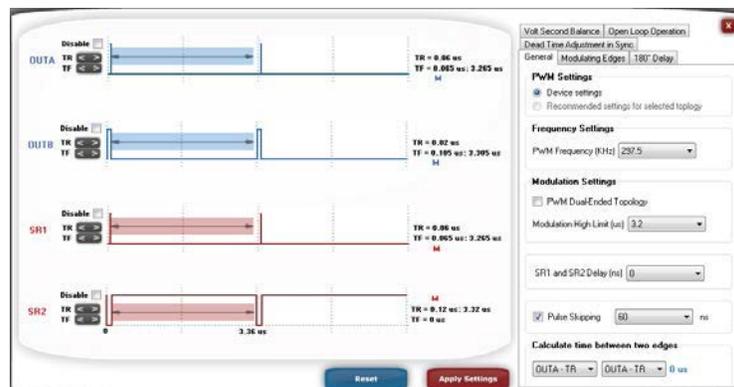


图12. 采用同步整流的有源箝位正激拓扑的PWM设置，使用ADP1050 GUI

# ADP1050

SR软启动的优势在于它能最大程度地降低无软启动情况下SR FET上电时的输出电压跌落。SRx信号不用软启动的好处是，它们有助于尽量降低负载变化造成的输出电压波动。

使用寄存器0xFE08[4]，SR软启动可编程为仅发生一次(即第一次使能SRx信号的时候)，或编程为每次SRx信号使能时都发生。

当编程ADP1050使其使用SR软启动时，应将SR1下降沿( $t_{F5}$ )设为比SR1上升沿( $t_{R5}$ )更低的值，并将SR2下降沿( $t_{F6}$ )设为比SR2上升沿( $t_{R6}$ )更低的值，以确保该功能正常工作。在SR软启动期间，SRx的上升沿从右侧( $t_{RX} + t_{MODU\_LIMIT}$ 位置)逐渐移动到左侧以提高占空比。

ADP1050非常适合用于隔离式拓扑中的DC-DC转换器。由于隔离器件的存在，每次PWM信号越过隔离栅，便会增加传播延迟。使用寄存器0xFE3A[5:0]，可以设置一个可调延迟(0 ns到315 ns，步长为5 ns)，使SR1和SR2均延迟一定的时间，以便补偿额外的传播延迟。这样，所有PWM边沿都可以对齐(参见图58)。

## PWM调制限值和180°相移

调制限值寄存器(寄存器0xFE3C)可编程为向任意PWM信号施加最大调制限值，由此限制任意PWM输出的调制范围。使能调制时，最大调制限值统一应用于所有PWM输出。此限值( $t_{MODU\_LIMIT}$ )是默认时序调制边沿的最大时间变化量，遵循配置的调制方向(参见图13)。不存在最小占空比限值设置。因此，用户必须基于最小调制设定上升沿和下降沿。

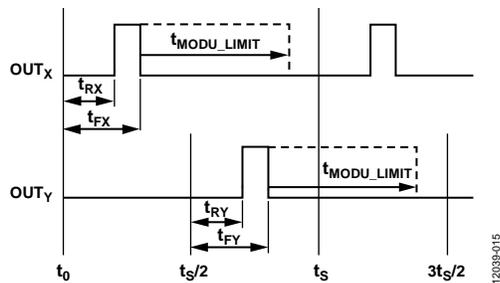


图13. 设置调制限值

寄存器0xFE3C中的每个LSB均对应不同的时间步长，数值取决于开关频率(见表137)。如果ADP1050用于控制双端拓扑(如全桥、半桥或推挽)，则应利用寄存器0xFE13[6]使能双端拓扑模式。这种情况下，每个半周期中的调制限值是寄存器0xFE3C编程的调制值的一半。

调制边沿不能超出一个开关周期。要扩展某些应用的调制范围，可以利用寄存器0xFE3B[5:4]和寄存器0xFE3B[1:0]使能180°相移。180°相移禁用时，上升沿时间和下降沿时间参考开关周期的起始时间(参见图13中的 $t_{RX}$ 和 $t_{FX}$ )。180°相移使能时，上升沿时间和下降沿时间参考开关周期的一半(参见图13中的 $t_{RY}$ 和 $t_{FY}$ ，二者参考 $t_s/2$ )。因此，当禁用180°相移时，边沿始终位于 $t_0$ 和 $t_s$ 之间。当使能180°相移时，边沿位于 $t_s/2$ 和 $3t_s/2$ 之间。

180°相移功能可用于扩展多相交错转换器的最大占空比。图14显示一个双相交错降压转换器。相对于OUTA和SR2 PWM输出，OUTB和SR1 PWM输出可以编程为180°相移。

建议使用ADP1050 GUI来评估此特性。

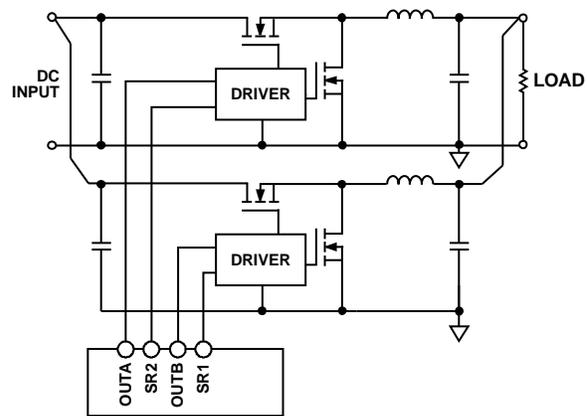


图14. ADP1050控制的双相交错降压转换器

## 频率同步

ADP1050可以编程为从器件，使用SYNI/FLGI引脚信号作为参考，使内部编程的PWM时钟与一个外部时钟同步。

施加于SYNI/FLGI引脚的外部时钟周期必须在内部编程的PWM时钟周期的90%到110%范围内。SYNI信号的最小脉冲宽度为360 ns。从SYNI信号的上升沿到内部时钟周期的开始有760 ns的传播延迟。为了利用不同的控制器实现交错控制，可以通过寄存器0xFE11设置更多延迟时间。

为实现异步操作与同步操作之间的平滑过渡，寄存器0xFE12[6]中有一个针对同步的相位捕捉范围位，用于设置捕捉外部时钟信号的相位范围。同步使能时，ADP1050检测外部时钟信号与内部时钟信号之间的相移。当相移落在相位捕捉范围内时，同步开始。

ADP1050与外部时钟频率同步的方式如下：

1. 同步功能由寄存器0xFE12[3]和寄存器0xFE12[0]使能，ADP1050开始检测施加于SYNI/FLGI引脚的外部时钟信号的周期。
2. 如果外部时钟的最近64个连续周期的所有周期均落在内部切换时钟周期的90%到110%范围内，则ADP1050将使用当前的最新周期作为同步参考，并确定外部时钟的周期。此间隔为 $t_2$ 或 $t_4$ ，如图15所示。否则，ADP1050将放弃该周期，寻找下一个周期(频率捕捉模式)。
3. 确定外部时钟周期后，ADP1050检测外部时钟(加上寄存器0xFE11设置的延迟时间)与内部PWM信号之间的相移。如果相移在相位捕捉范围内，内部和外部时钟就会同步(相位捕捉模式)。
4. PWM时钟与外部时钟同步。逐周期同步开始。
5. 如果外部时钟信号在任何时候丢失，或者该周期超过最小限值(内部编程频率的89%)或最大限值(内部编程频率的114%)，ADP1050将把最后有效的外部时钟信号作为同步参考源。与此同时，它还检测同步参考与内部时钟之间的相移。当相移落在相位捕捉范围内时，PWM时

钟返回到内部振荡器设置的内部时钟。此间隔为 $t_1$ 或 $t_3$ ，如图15所示。这是第一个同步解锁条件，称为同步解锁模式1，其中开关频率超出范围(范围是内部编程频率的89%至大约114%)。

6. 如果外部SYNI信号的时间差超过280 ns)，ADP1050将把最后有效的外部时钟信号作为同步参考源。与此同时，它还检测同步参考与内部时钟之间的相移。当相移落在相位捕捉范围内时，PWM时钟返回到内部振荡器设置的内部时钟。这是第二个同步解锁条件，称为同步解锁模式2，适用于相移超过280 ns的情况。

图15给出了同步工作图。内部频率 $f_{SW\_INT}$ 为ADP1050的内部自由振荡频率。同步锁定前，ADP1050以 $f_{SW\_INT}$ 运行。外部频率 $f_{SW\_EXT}$ 是ADP1050必须与之同步的外部时钟频率。同步锁定后，ADP1050以 $f_{SW\_EXT}$ 运行。

ADP1050不允许开关频率越过97.5 kHz、195.5 kHz或390.5 kHz的边界。确保外部时钟不越过这些边界。否则，内部开关频率无法在这些边界的 $\pm 10\%$ 范围内设置。

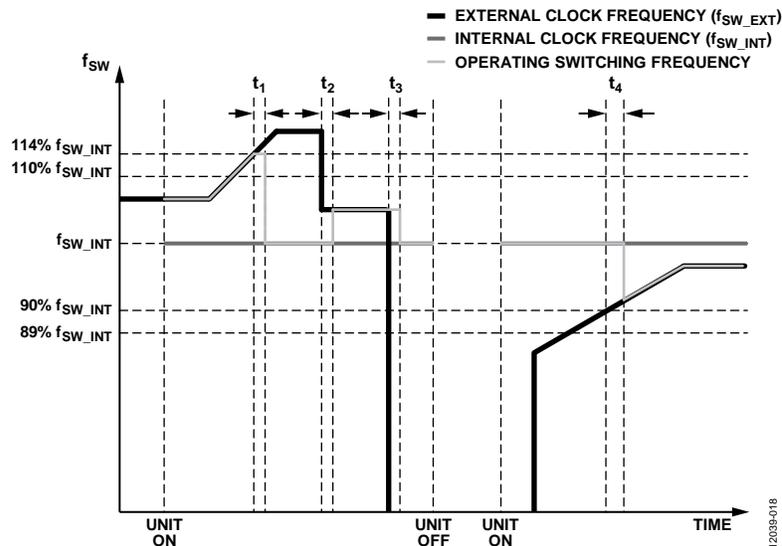


图15.同步工作

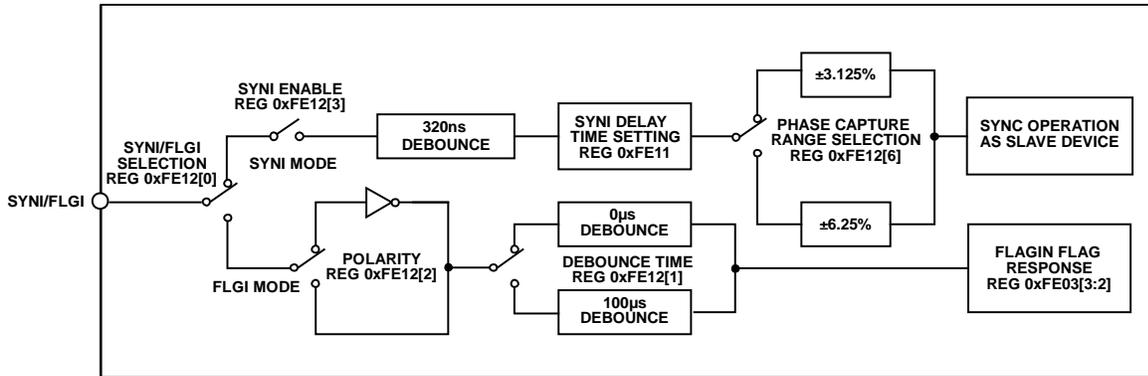


图16. 同步配置

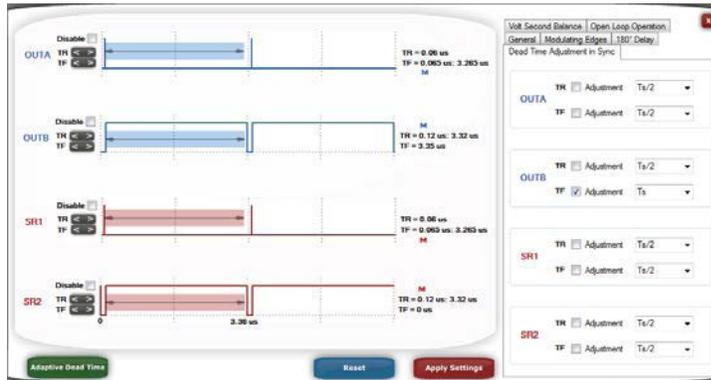


图17. 同步期间的边沿调整参考

为确保同步之前和之后的死区时间保持不变，寄存器0xFE6D和寄存器0xFE6F每个PWM边沿的参考点 $t_{1/2}$ 或 $t_s$ 。例如，OUTA下降沿( $t_{F1}$ )参考 $1/2 \times t_s$ 位置，意味着 $t_{F1}$ 与 $1/2 \times t_s$ 的时间差在同步过渡期间是一个常数。图17显示了一个全桥拓扑中的边沿调整参考设置示例。

## 输出电压检测和调整

输出电压检测和调整功能用于对远程输出电压进行控制、监测和欠压保护。VS-（引脚2）和VS+（引脚3）是全差分输入。电压检测点可用数字方式校准，以去除外部元件引起的任何误差。此校准可在生产环境下进行，且设置可保存在ADP1050的EEPROM中（更多信息参见“电源校准和调整”部分）。

对于电压监控，READ\_VOUT输出电压命令（寄存器0x8B）每10 ms更新一次。ADP1050将每个ADC样本存储10 ms，然后在10 ms周期结束时计算平均值。因此，若寄存器0x8B至少每10 ms读取一次，则将获得真正的平均值。电压信息可通过I<sup>2</sup>C/PMBus接口获取。

ADP1050的控制环路采用已获专利的多路径架构。输出电压通过两个ADC同时进行转换：一个高精度ADC和一个高速ADC。完整的信号在数字补偿器中重建并处理，以提供高性能和成本具有竞争力的解决方案。

## 电压反馈检测(VS+、VS-引脚)

供电轨上的电压检测点需要一个外部电阻分压器(图18中的R1和R2)，以便使VS+和VS-引脚之间的标称差模信号变为1 V(见图18)。使用外部电阻分压器是有必要的，因为ADP1050的VS ADC输入范围是0 V至1.6 V。当R1和R2已知时，VOUT\_SCALE\_LOOP参数可通过下式计算：

$$VOUT\_SCALE\_LOOP = R2 / (R1 + R2)$$

在一个电阻分压器为11 kΩ和1 kΩ的12 V系统中，VOUT\_SCALE\_LOOP可计算如下：

$$VOUT\_SCALE\_LOOP = 1 \text{ k}\Omega / (11 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega) = 0.08333$$

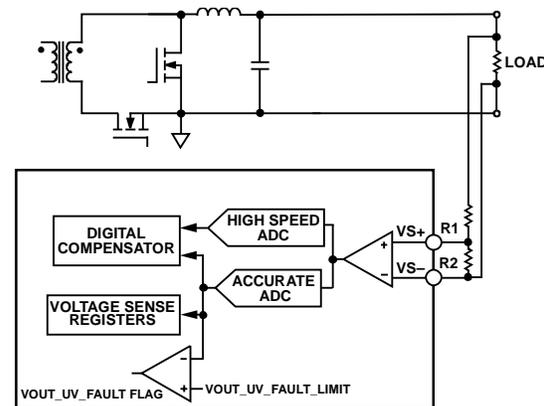


图18. 电压检测配置

## 电压检测ADC

ADP1050的反馈环路中使用了两种Σ-Δ型ADC：

- 低频(LF) ADC，工作频率为1.56 MHz
- 高频(HF) ADC，工作频率为25 MHz

Σ-Δ型ADC的分辨率为1位，且与传统Flash型ADC的工作方式不同。能够达到的等效分辨率取决于Σ-Δ型ADC的输出位流滤波时间。

Σ-Δ型ADC与奈奎斯特速率ADC也有差别，因为其整个频谱内的量化噪声不一致。频率较低时，噪声降低。频率较高时，噪声提高(见图19)。

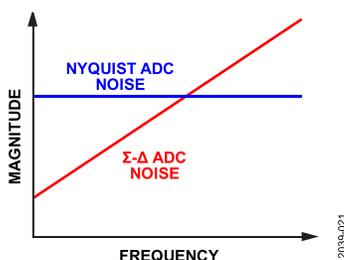


图19. ADC噪声性能

低频ADC的工作频率约为1.56 MHz。对于特定的带宽，等效分辨率可计算如下：

$$\ln(1.56 \text{ MHz}/\text{BW})/\ln(2) = N \text{位}$$

例如，带宽为95 Hz时，等效分辨率/噪声为：

$$\ln(1.56 \text{ MHz}/95 \text{ Hz})/\ln(2) = 14 \text{位}$$

带宽为1.5 kHz时，等效分辨率/噪声为：

$$\ln(1.56 \text{ MHz}/1.5 \text{ kHz})/\ln(2) = 10 \text{位}$$

高频ADC有一个25 MHz时钟。采用梳状滤波器进行处理，并以开关频率输出至数字比较器。选定采样频率时的等效分辨率参见表5。

表5. 选定开关频率下高频ADC的等效分辨率

f <sub>sw</sub> (kHz)	高频ADC分辨率(位)
49至87	9
97.5至184	8
195.5至379	7
390.5至625	6

高频ADC的范围是±25 mV。使用97.5 kHz的基本开关频率和8位高频ADC分辨率时，量化噪声为0.195 mV (1 LSB = 2 x 25 mV/28 = 0.195 mV)。开关频率提高到195.5 kHz且使用7位高频ADC分辨率时，量化噪声为0.391 mV (1 LSB = 2 x 25 mV/27 = 0.391 mV)。开关频率提高到390.5 kHz时，量化噪声升高至0.781 mV (1 LSB = 2 x 25 mV/26 = 0.781 mV)。

## 输出电压调整命令

在ADP1050中，用于控制或读取输出电压或相关参数的电压数据采用线性数据格式。线性格式指数为固定值-10(十进制，参见表21中的VOUT\_MODE命令、寄存器0x20)。

下列三个基本命令用于设置输出电压：

- VOUT\_COMMAND命令(寄存器0x21，表22)
- VOUT\_MARGIN\_HIGH命令(寄存器0x25，表26)
- VOUT\_MARGIN\_LOW命令(寄存器0x26，表27)

通过OPERATION命令(寄存器0x01，表13)选择这三个命令之一。

VOUT\_MAX命令(寄存器0x24，表25)设置ADP1050可以控制的输出电压上限，与任何其它命令或命令组合无关。

输出电压调整期间，使用VOUT\_TRANSITION\_RATE命令(寄存器0x27，表28)设置VS±引脚改变电压的速率(mV/μs)。

## 数字补偿器

使用内部可编程数字补偿器改变电源的控制环路。此处采用3类数字补偿器架构。该3类补偿器由一个低频滤波器(其输入来自低频ADC)和一个高频滤波器(其输入来自高频ADC)重建。从电压检测ADC输出到数字补偿器输出，数字补偿器在z域中的传递函数为：

$$H(z) = \frac{d}{204.8 \times m} \times \frac{z}{z-1} + \frac{c}{12.8} \times \frac{z-b}{z-a}$$

其中

a = 高频滤波器极点寄存器值/256(寄存器0xFE32/256)。

b = 高频滤波器零点寄存器值/256(寄存器0xFE31/256)。

c = 高频滤波器增益寄存器值(寄存器0xFE33)。

d = 低频滤波器增益寄存器值(寄存器0xFE30)。

m为比例因子：

$$m = 1 \text{ when } 49 \text{ kHz} \leq f_{sw} < 97.5 \text{ kHz}$$

$$m = 2 \text{ when } 97.5 \text{ kHz} \leq f_{sw} < 195.5 \text{ kHz}$$

$$m = 4 \text{ when } 195.5 \text{ kHz} \leq f_{sw} < 390.5 \text{ kHz}$$

$$m = 8 \text{ when } 390.5 \text{ kHz} \leq f_{sw}$$

若要定制环路响应以满足特定应用的需要，则低频增益(由d表示)、高频滤波器的零点位置(由b表示)、高频滤波器的极点位置(由a表示)和高频增益(由c表示)均可单独进行设置(见“数字补偿器和调制设置寄存器”部分)。

# ADP1050

建议使用ADP1050 GUI对补偿器进行编程。GUI以s域中的波特图显示滤波器响应，并计算电源的所有稳定性标准。

要将z域的值传递给s域，应将下列双线性变换方程代入H(z)方程中：

$$z(s) = \frac{2f_{sw} + s}{2f_{sw} - s}$$

其中，s是s域值。

滤波器在控制环路中引入了额外的相位延迟因素。在每个开关周期开始时，数字补偿器电路将占空比信息发送到数字PWM引擎(不像模拟控制器那样对占空比信息作持续判断)。ADC采样和抽取滤波器存在额外的延迟。对于相位裕量，该额外相位延迟( $\Phi$ )表示为：

$$\Phi = 360 \times f_c / f_{sw}$$

其中

$f_c$ 为截止频率。

$f_{sw}$ 是开关频率。

十分之一开关频率时的相位延迟为 $36^\circ$ 。GUI将此相位延迟计算在内。请注意，ADP1050 GUI不再将其它延迟纳入计算，如输出和传播延迟。

主补偿器称为正常模式补偿器，通过寄存器0xFE30至寄存器0xFE33进行编程。此外，软启动期间会使用一个专用滤波器。软启动程序结束时，该滤波器禁用，随后使用电压环路数字补偿器。软启动滤波器增益可利用寄存器0xFE3D [1:0]编程为1、2、4或8的值。

## 闭环输入电压前馈控制和VF检测

ADP1050支持闭环输入电压前馈控制，以便改善输入瞬态性能。VF值由前馈ADC检测，用于与数字补偿器的输出相除。结果送入数字PWM引擎。输入电压信号可在隔离变压器的次级绕组中心抽头处检测；该信号必须使用剩余电流保护器(RCD)电路网络滤波，以消除开关节点的电压尖峰。或者，也可以从辅助功率变压器的绕组检测输入电压信号。

当施加标称输入电压时，VF引脚(引脚4)电压必须设为1 V。前馈ADC的采样周期为10  $\mu$ s。因此，基于输入电压修改PWM输出的判断是以该速率做出的。

如图20所示，前馈方案根据VF电压修改调制值。当VF输入为1 V时，线路电压前馈无效。例如，若数字补偿器输出保持不变，且VF电压变为初始值的50%(但仍高于0.5 V)，则OUTx边沿的调制值(配置用于调制)翻倍。

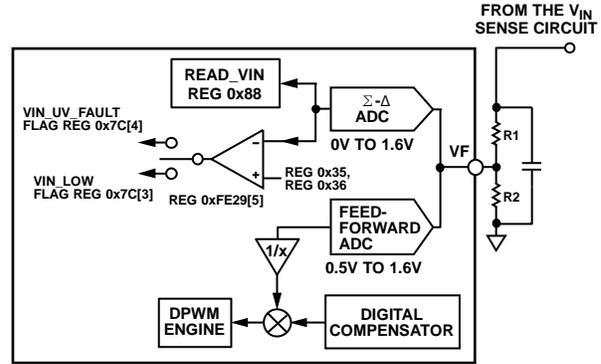


图20. 闭环输入电压前馈配置

若数字补偿器输出保持不变，且VF电压变为初始值的200%(但仍低于1.6 V)，则OUTx边沿的调制值(配置用于调制)减半(见图21)。寄存器0xFE3D[3:2]用于对可选输入电压前馈功能进行编程。

VF引脚也有一个低速、高分辨率Σ-Δ型ADC。此ADC的更新速率为800 Hz，分辨率为11位。ADC输出值存储在寄存器0xFEAC中，且被转换为READ\_VIN命令(寄存器0x88)。此值为输入电压监控和标志功能提供信息。

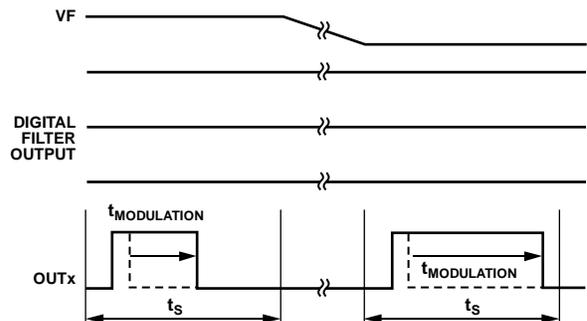


图21. 闭环输入电压前馈改变调制值

## 开环输入电压前馈工作

ADP1050可在开环输入电压前馈模式下工作。这种模式下，输入电压被检测为前馈信号，用于产生PWM输出。

如图22所示，可编程调制参考修改数字补偿器输出。代表输入电压的VF值被送入前馈ADC，以便对调制参考进行分压。此分压的结果送入PWM引擎。占空比值与输入电压成反比。

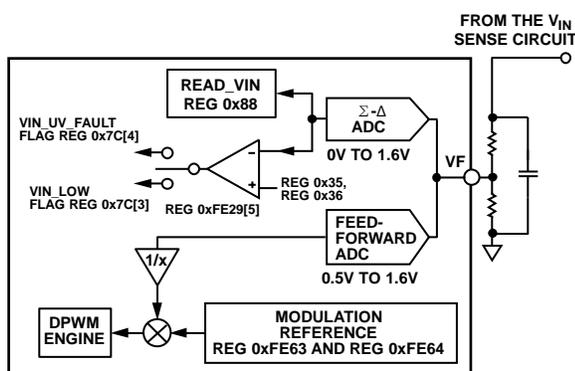


图22. 开环前馈工作

通过下式得出输出电压公式：

$$D = \frac{V_{IN\_NOM}}{V_{IN}} \times (t_{REF} \times f_{SW})$$

以及

$$V_{OUT} = \frac{V_{IN} \times D}{n}$$

这样，输出电压可通过下式获得：

$$V_{OUT} = \frac{V_{IN\_NOM} \times (t_{REF} \times f_{SW})}{n}$$

其中：

$D$ 为占空比值。

$V_{IN\_NOM}$ 为标称输入电压。

$V_{IN}$ 为输入电压。

$V_{OUT}$ 为输出电压。

$n$ 为主变压器的匝数比。

$t_{REF}$ 为调制参考，由寄存器0xFE63和寄存器0xFE64设置。

$f_{SW}$ 是开关频率。

在导出 $V_{OUT}$ 的公式中，输入电压 $V_{IN}$ 被抵消。因此，当输入电压改变时，输出电压无变化。

寄存器0xFE63和寄存器0xFE64设置调制参考，依据是目标输出电压和VF引脚电压为1V时的标称输入电压(见图22)。

开环输入电压前馈工作的PWM设置与一般闭环工作类似。下降沿时序、上升沿时序和调制的设置方式与闭环工作相同，使用寄存器0xFE3E至寄存器0xFE52。寄存器0xFE09[4:3]设置调制边沿的软启动速度。寄存器0xFE3D[6]用于使能开环前馈工作。寄存器0xFE3D[7]用于使能开环前馈工作的软启动程序。

开环前馈工作的标志设置与一般闭环工作类似。

由于输出电压的调节方式与闭环工作不同，因此某些设置无效，如 $V_{OUT}$ 设置、数字补偿器设置和恒流模式设置等。其他设置可以按照与闭环工作类似的方式进行编程。

## 开环工作

ADP1050也可在开环模式下工作。这种模式下，PWM输出的上升沿和下降沿在正常工作期间是固定的。因此，输出电压随着输入电压而改变。此类拓扑包括全桥、半桥和推挽转换器。

开环工作的PWM设置与一般闭环工作不同。

1. 使用寄存器0xFE3E至寄存器0xFE4F设置上升沿时序和下降沿时序。通常，建议使用约50%的占空比设置，以便简化零电压开关操作。建议使用180°的相移功能以保证PWM输出平衡。
2. 将值0x00写入寄存器0xFE3C，以便将调制限值设为0  $\mu$ s。
3. 对OUTA和OUTB输出的下降沿应用负调制，以便执行软启动。不建议使用SR1和SR2的软启动。
4. 将111111写入寄存器0xFE67[5:4]和寄存器0xFE67[1:0]，把所有PWM通道设置为开环工作模式。设置寄存器0xFE09[7]以使能软启动程序。软启动速度通过寄存器0xFE09[4:3]指定。
5. 始终设置寄存器0xFE09[2] = 1。软启动斜坡时间由 $t_{F2} - t_{R2}$ 确定。

由于输出电压不经调节，因此某些设置无效，如 $V_{OUT}$ 设置、数字补偿器设置和恒流控制等。其他设置可以编程为与一般闭环工作相似的值。

## CS1电流检测(CS1引脚)

CS1电流检测输入(引脚5)检测、保护、控制原边输入。可对CS1进行校准,降低外部元器件造成的误差。

电流检测1(CS1)通常用于监控和保护原边电流,该电流一般使用电流互感器(CT)进行检测。CS1引脚上的信号输入ADC,用于电流监控。ADC的范围是0V到1.60V。输入信号也被送入一个模拟比较器,以便实现逐周期限流和 $I_{IN}$ 过流快速保护;基准电压为0.25V或1.2V,由寄存器0xFE1B[6]设置。CS1电流检测的典型配置如图23所示。

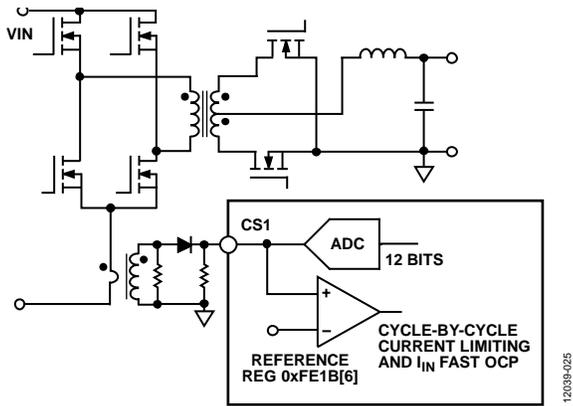


图23. 电流检测1 (CS1)操作

CS1 ADC用于测量原边电流的均值。ADC以1.56 MHz的频率采样,并在READ\_IIN命令(寄存器0x89)中报告CS1读数(12位);异步均值速率为10 ms、52 ms、105 ms或210 ms,由寄存器0xFE65[1:0]设置。

针对CS1可设置各种 $I_{IN}$ 过流快速故障限值和响应操作,详见“电流检测和限值设置寄存器”部分。

## 软启动和关断 开/关控制

OPERATION命令(寄存器0x01)和ON\_OFF\_CONFIG命令(寄存器0x02)控制ADP1050的上电和关断行为。OPERATION命令与CTRL引脚(引脚13)的输入一道控制ADP1050的开和关。开关ADP1050所需的CTRL引脚输入与串行总线命令的组合是由ON\_OFF\_CONFIG命令配置。当要求ADP1050开启时,电源接通(PSON)信号使能,ADP1050执行程序以开始电源转换。

### 软启动

当要求ADP1050开启时,VDD上电并初始化,随后PSON信号使能。控制器等待用户指定的开启延迟时间(TON\_DELAY,寄存器0x60),然后初始化输出电压软启动斜坡。随后执行软启动,主动调节输出电压,并以数字方式让目标电压缓慢上升到要求的电压设定值。电压斜坡的上升时间由TON\_RISE命令(寄存器0x61)设置,目的是最大程度地降低启动电压斜坡相关的浪涌电流。非零预偏置电压会延长开启延迟时间并缩短上升时间。

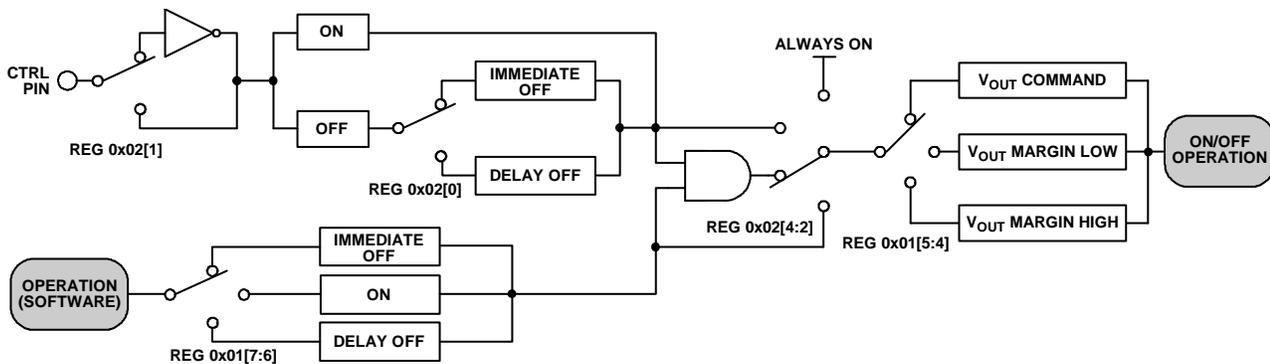


图24. 开/关控制图

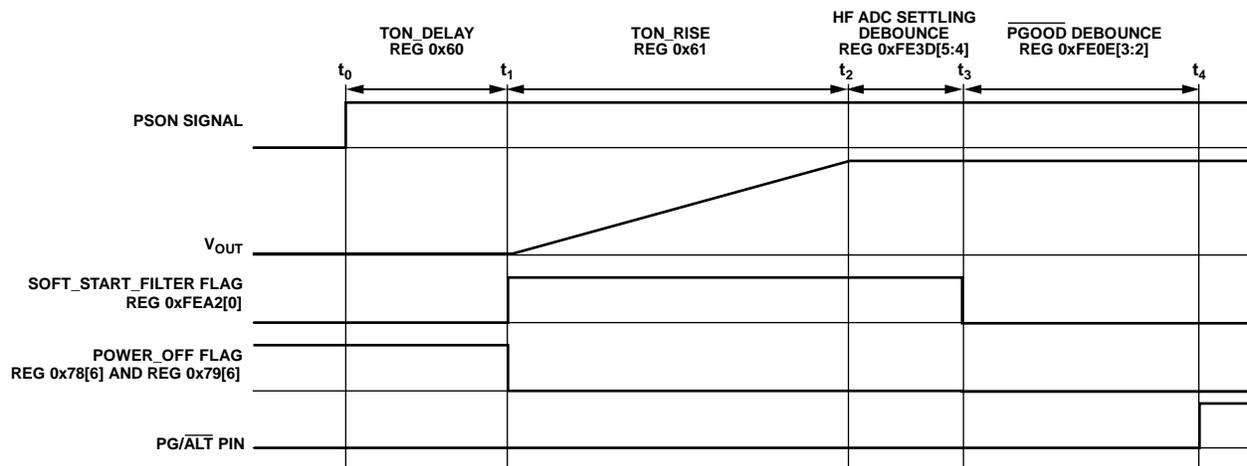


图25. 软启动时序图

12028-030

当用户开启电源时，如下软启动过程就会启动(见图25)：

1.  $t_0$ 时，使用OPERATION命令、ON\_OFF\_CONFIG命令和/或CTRL引脚使能PSON信号。ADP1050验证初始标志显示无异常。
2. ADP1050等待编程设定的TON\_DELAY时间后，控制电源电压于 $t_1$ 开始缓慢上升。软启动滤波器增益(由寄存器0xFE3D[1:0]设置)用于闭环控制。
3. 软启动开始让内部基准电压缓慢上升。软启动斜坡时间利用TON\_RISE命令设置。
4.  $t_2$ 时，软启动斜坡达到输出电压设定点。高频ADC开始建立过程。
5. 利用寄存器0xFE3D[5:4]可设置额外的高频ADC建立去抖时间。如果使用去抖时间，则高频ADC在 $t_3$ 时激活。 $t_2$ 与 $t_3$ 之间的时间就是高频ADC建立去抖时间。 $t_3$ 时，控制环路从软启动滤波器切换到正常滤波器。

若不存在故障，PGOOD信号将等待编程设定的去抖时间(寄存器0xFE0E[3:2])，然后PG/ALT引脚在 $t_4$ 时变为高电平。

若在软启动斜坡期间(TON\_RISE命令设置的时间， $t_1$ 至 $t_2$ )发生故障，ADP1050将按照预先设定进行响应，除非该标志在软启动期间被屏蔽。用户可以设置哪些标志在软启动期间有效。软启动斜坡结束时( $t_2$ )，所有标志都有效。更多信息参见“软启动期间的标志屏蔽”。

软启动斜坡期间还可以禁用SR1和SR2输出以及伏秒平衡功能。更多信息参见“同步整流”部分和“伏秒平衡控制”部分。

### 软启动期间的数字滤波器

软启动期间使用专用软启动滤波器。软启动滤波器是一个具有可编程增益的纯低频滤波器。软启动程序结束时( $t_2$ )，该滤波器禁用，随后使用一般数字补偿器。软启动滤波器增益通过寄存器0xFE3D[1:0]编程。软启动滤波器用在基准电压源的爬升期间，直到VS高频ADC稳定下来。用户可以设置(使用寄存器0xFE3D[4])是否增加高频ADC去抖时间。高频ADC去抖时间是指从高频ADC建立到频率滤波器发挥作用的时间。利用寄存器0xFE3D[5]，去抖时间可设置为5 ms或10 ms。在使用软启动滤波器的时间内，SOFT\_START\_FILTER标志置1。若在软启动期间发生快速负载瞬变，建议不要使用高频ADC去抖时间。

### 软件复位

软件复位命令允许用户对ADP1050执行软件复位。将1写入寄存器0xFE06[0]时，电源立即关闭，经过重启延迟时间后，再以软启动重启。重启延迟时间可设置为0 ms、500 ms、1 s或2 s(寄存器0xFE07[1:0])。如果TON\_DELAY和重启延迟时间均被设置为0 ms，则写入寄存器0xFE06[0]不起任何作用。

### 关断

命令ADP1050关闭时，PSON信号清零。根据OPERATION命令的设置，ADP1050立即关断或者等待用户指定的关闭延迟时间(TOFF\_DELAY)后关断。

如果ADP1050因为发生故障而关闭，则关断操作由特定故障标志响应设置。更多信息参见“电源监控、标志和故障响应”部分。PGOOD标志设置去抖时间可在寄存器0xFE0E[1:0]中设置。此去抖时间是指从满足PGOOD设置条件到PGOOD标志置1且PG/ALT引脚变为低电平的时间。

# ADP1050

## 电源良好信号

ADP1050有一个指示电源良好的引脚PG，此脚为开漏输出(PG/ALT，引脚14)。当此引脚处于逻辑高电平时，电源正常。此外，ADP1050还有一个电源良好标志 $\overline{\text{PGOOD}}$ ，它是电源良好的否定形式。当该标志置1时，表示电源不正常。可编程PG/ALT引脚和 $\overline{\text{PGOOD}}$ 标志来响应下列标志：

- VIN\_UV\_FAULT
- IIN\_OC\_FAST\_FAULT
- VOUT\_OV\_FAULT
- VOUT\_UV\_FAULT
- OT\_FAULT
- OT\_WARNING

寄存器0xFE0D用于设置这些标志的屏蔽，防止其置位 $\overline{\text{PGOOD}}$ 标志并将PG/ALT引脚驱动到低电平。寄存器0xFE0E[1:0]用于设置PG/ALT引脚变为低电平和 $\overline{\text{PGOOD}}$ 标志置1的去抖时间(见图26)。

POWER\_GOOD\_ON命令(寄存器0x5E)设置 $\overline{\text{POWER\_GOOD}}$ 标志(寄存器0x79[11])一个输出电压限值，输出电压需要超过这个限制值才能使POWER\_GOOD清零。类似地，输出电压必须低于POWER\_GOOD\_OFF限值(寄存器0x5F)， $\overline{\text{POWER\_GOOD}}$ 标志才能置1。

当POWER\_OFF、SOFT\_START\_FILTER、CRC\_FAULT或ALT标志之一置1时，PG/ $\overline{\text{PGOOD}}$ 引脚总是变为低电平， $\overline{\text{POWER\_GOOD}}$ 标志总是置1。

设置和清除 $\overline{\text{PGOOD}}$ 标志的去抖时间可在寄存器0xFE0E[3:0]中设置为0 ms、200 ms、320 ms或600 ms。

## 伏秒平衡控制

ADP1050具有专用电路，在全桥拓扑中工作时可保持主变压器的伏秒平衡。使主电路无需使用隔直电容。在交错式拓扑中，伏秒平衡还可用于电流平衡，确保每个交错的相位具有相同的功耗。

该电路监控流过全桥拓扑的两对桥臂的电流，并存储该信息。它可补偿选定的PWM信号，确保全桥拓扑的两个桥臂电流相同。CS1引脚用作该功能的输入。

电路需要几个开关周期才能有效工作。施加到所选PWM输出每个边沿的最大调制量可通过寄存器0xFE54[2]编程为 $\pm 80$  ns或 $\pm 160$  ns。伏秒平衡控制增益可通过寄存器0xFE54[1:0]编程。

PWM驱动信号的补偿是在两个选定输出的边沿处进行，使用寄存器0xFE55和寄存器0xFE57。调制的方向也可通过这些寄存器编程。

软启动期间，可利用寄存器0xFE0C[1]禁用伏秒平衡控制。

对检测的CS1信号还可以执行上升沿消隐功能，从而获得更精确的控制结果。消隐时间采用CS1逐周期限流消隐时间(参见“CS1电流检测”部分)。

为避免轻载条件下补偿不当，寄存器0xFE38中有一个CS1阈值用于使能伏秒平衡。低于此阈值时，伏秒平衡禁用。

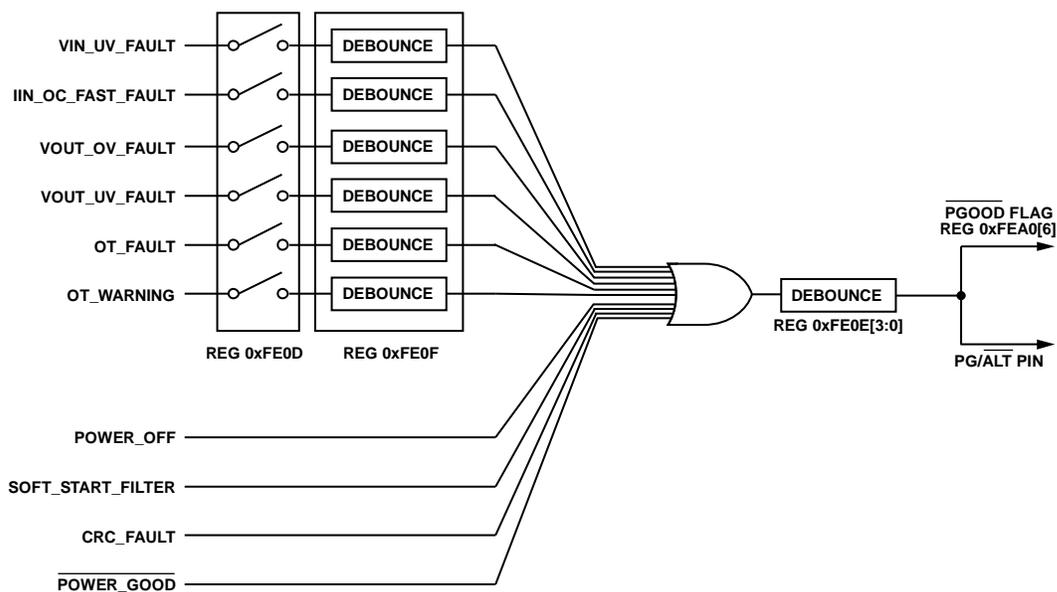


图26.  $\overline{\text{PGOOD}}$ 编程

12039-031

## 跳脉冲

跳脉冲功能可以降低极轻负载电流条件下的开关损耗，同时使输出电压保持稳定。此功能可通过设置寄存器0xFE67[6]来激活。

随着输出电流下降，电源进入断续导通模式(DCM)。在DCM下，调制值与负载电流成函数关系。如果极轻负载电流要求的调制值(占空比)小于寄存器0xFE69设置的阈值，就会使能跳脉冲模式。在跳脉冲模式下，PWM输出间歇式出现。如果数字补偿器发出信号，要求的调制值小于寄存器0xFE69设置的阈值，则不会产生PWM脉冲。如果数字补偿器发出错误信号，要求的调制值大于寄存器0xFE69设置的阈值，则会产生PWM脉冲。跳脉冲模式在软启动期间始终处于关闭状态。

## 预偏置启动

预偏置启动功能使ADP1050能够在输出端实现带残压启动。它保护电源在启动期间不受输出端上的现有外部电压影响，确保器件在电源达到规定值之前单调启动(见图27)。

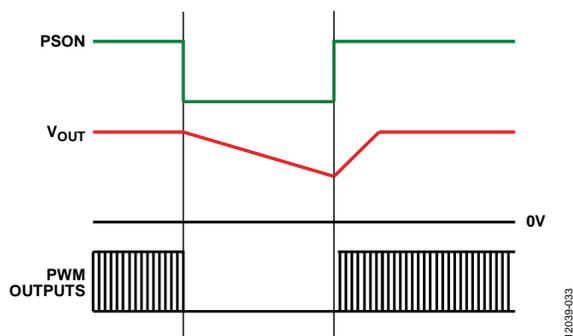


图27. 预偏置启动

预偏置启动功能由寄存器0xFE25[7]使能。在预偏置启动期间，ADP1050软启动斜坡从VS±引脚上检测到的现有电压值开始，软启动斜坡时间成比例减少。初始PWM调制值不是从0开始，而是从一个在输入电压与输出电压之间建立平衡关系的值开始。此平衡避免输出电容突然充电或放电，实现单调且平稳的启动。初始调制值通过下式计算：

$$t_{MODU\_INI} = t_{MODU\_NOM} \times \frac{V_{OUT}}{V_{OUT\_NOM}} \times \frac{V_{IN\_NOM}}{V_{IN}}$$

其中：

$t_{MODU\_INI}$ 是启动期间控制器开始产生PWM脉冲的初始调制值。

$t_{MODU\_NOM}$ 是寄存器0xFE39设置的调制值。此值模拟输入电压和输出电压处于标称条件时的调制值。

$V_{OUT}$ 是通过VS±引脚上检测到的输出电压。

$V_{OUT\_NOM}$ 是VOUT\_COMMAND(寄存器0x21)设置的标称输出电压。

$V_{IN\_NOM}$ 是VF引脚电压 = 1 V时的标称输入电压。

$V_{IN}$ 是检测到的输入电压。

此外，设置寄存器0xFE6C[1]以确保正确工作。要在电源关闭时检测输入电压(由VF表示)，应使用额外电路，如辅助电源电路。

如果电源关闭时输入电压信号不可用， $t_{MODU\_INI}$ 将根据 $t_{MODU\_NOM}$ 和输出电压信息计算。这种情况下，寄存器0xFE6C[1]清0。

初始调制值计算如下：

$$t_{MODU\_INI} = t_{MODU\_NOM} \times \frac{V_{OUT}}{V_{OUT\_NOM}}$$

其中：

$t_{MODU\_INI}$ 是启动期间控制器开始产生PWM脉冲的初始调制值。

$t_{MODU\_NOM}$ 是寄存器0xFE39设置的调制值。此值模拟输入电压和输出电压处于标称条件时的调制值。

$V_{OUT}$ 是在VS±引脚上检测到的输出电压。

$V_{OUT\_NOM}$ 是VOUT\_COMMAND(寄存器0x21)设置的标称输出电压。

如果选择闭环输入电压前馈功能，则输入电压从前馈环路引入， $V_{IN}$ 值始终包括在初始调制值的计算中。

该模式下还可以使能SR软启动，以实现平滑过渡。更多信息参见“同步整流”部分。

## VDD和VCORE

施加VDD引脚的电压( $V_{DD}$ )后，ADP1050需过一段延迟时间才能调节电源。当VDD上升至超过上电复位和UVLO电平时，VCORE引脚(引脚15)大约需要20 μs才能达到2.6 V的工作电平。随后，EEPROM的内容便下载至寄存器。下载需要约120 μs。EEPROM内容下载完毕后，ADP1050便可工作；然而，上电复位后，ADP1050最多需要52 ms才能完成地址的初始化。因此，上电复位后，建议主器件等待至少52 ms再访问ADP1050。

若ADP1050编程为在此刻上电，则开始软启动斜坡。否则，器件按照寄存器0x01和寄存器0x02中的设置等待PSON信号。

# ADP1050

为了最大程度缩短走线长度，必须在VDD引脚(引脚16)和AGND引脚(引脚17)之间放置适当数值的去耦电容，并尽可能靠近器件。同样的要求也适用于VCORE引脚(引脚15)。建议不以VCORE引脚作为基准或使用阻性分压器产生其他逻辑电平。

## 芯片密码

上电时，ADP1050中的某些寄存器会被锁定和保护起来，防止进行读或写操作。芯片锁定时，下列命令和所有只读寄存器可以使用：

- Operation
- ON\_OFF\_CONFIG
- CLEAR\_FAULTS
- WRITE\_PROTECT
- RESTORE\_DEFAULT\_ALL
- VOUT\_COMMAND
- VOUT\_TRIM
- VOUT\_CAL\_OFFSET

## 解锁芯片密码

要解锁芯片密码，请使用CHIP\_PASSWORD命令(寄存器0xD7)，通过正确的密码(默认值 = 0xFFFF)执行两次连续写入。在这两次写操作之间，若对器件中的其它寄存器执行读或写操作，就会中断芯片密码解锁。CHIP\_PASSWORD\_UNLOCKED标志(寄存器0xFE0[7])置1表示芯片密码已解锁，可进行访问。

## 锁定芯片密码

要锁定芯片密码，请使用CHIP\_PASSWORD命令(寄存器0xD7)写入任何不是正确密码的值。CHIP\_PASSWORD\_UNLOCKED标志(寄存器0xFE0[7])清0表示芯片密码已锁定，不能进行访问。

## 更改芯片密码

要更改芯片密码，首先使用CHIP\_PASSWORD命令(寄存器0xD7)写入旧密码，然后使用相同命令写入新密码。这样芯片密码就变为新密码。若要永久更改芯片密码，必须在芯片密码更改后，将寄存器内容保存到EEPROM中。如果丢失了正确的芯片密码，使用RESTORE\_DEFAULT\_ALL命令(寄存器0x12)可恢复出厂默认设置。这种情况下，所有用户设置均复位。

## 电源监控、标志和故障响应

ADP1050对检测信号拥有丰富的系统和故障条件监控能力。系统监控功能包括电流、电压、功率和温度读数。故障条件包括超出电流、电压、功率和温度的限值。故障条件的限值是可编程的，超出限值时标志就会置位。

### 标志

ADP1050具有丰富的标志集，包括PMBus标准标志和特定制造商标志；超出某些限值、阈值或达到某些条件时，标志就会置位。设置为1时，说明已发生故障或报警事件。设置为0时，说明未发生故障或报警事件。

### PMBus标准标志

图28给出了ADP1050 PMBus标准故障状态寄存器的汇总表。CLEAR\_FAULTS命令(寄存器0x03)用于同时清除PMBus状态寄存器(寄存器0x78至寄存器0x7E)中的所有位。

### 特定制造商标志

寄存器0xFE0至寄存器0xFE2存储制造商特定的标志。这些标志包括：

- 一般管理标志，如CHIP\_PASSWORD\_UNLOCKED、VDD\_OV、EEPROM\_UNLOCKED和CRC\_FAULT。
- 可针对保护响应进行编程的标志，如CS3\_OC\_FAULT和FLAGIN。
- 状态标志，如PGOOD、SYNC\_LOCKED、CHIP\_ID、PULSE\_SKIPPING、modulation和SOFT\_START\_FILTER。

有关这些标志的详细说明，参见“特定制造商故障标志寄存器”部分。

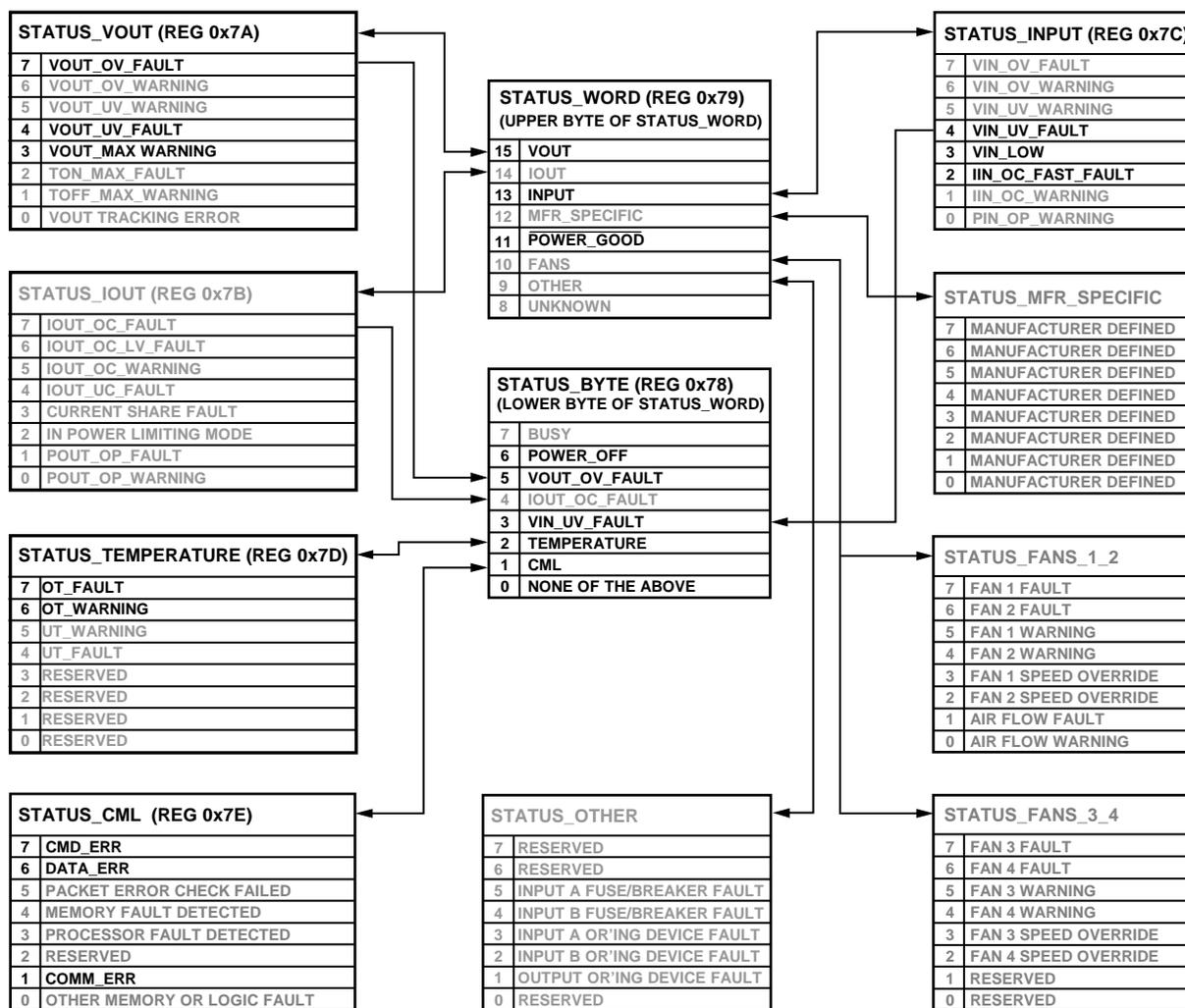


图28. 故障状态寄存器汇总(ADP1050仅支持黑色命令，不支持灰色命令)

# ADP1050

## 特定制造商锁存标志

ADP1050还有一组锁存标志寄存器(寄存器0xFE3至寄存器0xFE5)。锁存标志寄存器的标志与寄存器0xFE0至寄存器0xFE2相同,但锁存寄存器中的标志会保持置位以便检测间歇性故障。读取锁存标志寄存器将使该寄存器内的所有标志复位。PSON信号也可复位锁存标志。

## 标志去抖时间

特定制造商标志和PMBus标准标志的去抖时间是可编程的(见表6)。去抖时间是指标志置位之前,必须连续触发故障条件的时间。详情参见相应的寄存器设置。

去抖时间用于标志置位。仅 $\overline{\text{PGOOD}}$ 标志有一个用于标志清零的去抖时间。对于所有其他标志,寄存器0xFE5[7:6]指定的标志重新使能延迟时间(见表99)用作标志清零的去抖时间。详情参见“特定制造商保护响应”部分。

## 一般管理标志

CHIP\_PASSWORD\_UNLOCKED标志(寄存器0xFE0[7])表示芯片密码处于解锁状态,所有寄存器都可以访问。

当电压 $V_{\text{DD}}$ 超过 $V_{\text{DD}}$ 过压闭锁(OVLO)阈值时, $V_{\text{DD\_OV}}$ 标志(寄存器0xFE0[0])置1。利用寄存器0xFE5[4],去抖时间可设置为2  $\mu\text{s}$ 或500  $\mu\text{s}$ 。该标志置1时,ADP1050关断。寄存器0xFE5[5]置1时,无论 $V_{\text{DD}}$ 电压如何,该标志都会清0。

EEPROM\_UNLOCKED标志(寄存器0xFE2[3])表示EEPROM处于解锁状态,可以更新。

CRC\_FAULT标志(寄存器0xFE2[2])表示下载EEPROM内容到内部寄存器时出错。器件关断,需要PSON信号(在寄存器0x01和寄存器0x02中编程)和/或反转CTRL引脚(引脚13)以重新启动。

## 软启动期间的标志屏蔽

标志屏蔽是指符合故障条件时,相应的标志置1,但无相关操作。

下列标志在软启动期间始终处于屏蔽状态:

- VOUT\_UV\_FAULT
- OT\_FAULT

下列标志可通过寄存器0xFE0B编程为在软启动期间屏蔽:

- VOUT\_OV\_FAULT(位0)
- CS3\_OC\_FAULT(位1)
- IIN\_OC\_FAST\_FAULT(位3)
- VIN\_UV\_FAULT(位4)
- FLAGIN(位6)

如果一个标志在软启动期间屏蔽,则在TON\_DELAY时间内也会屏蔽。

表6. 标志去抖时间

标志	去抖时间	寄存器
VOUT_OV_FAULT	0 $\mu\text{s}$ , 1 $\mu\text{s}$ , 2 $\mu\text{s}$ , 8 $\mu\text{s}$	0xFE26[7:6]
VOUT_UV_FAULT	0 ms, 20 ms, 40 ms, 80 ms, 160 ms, 320 ms, 640 ms, 1280 ms	0x45[2:0]
OT_FAULT	1 sec	0x50[2:0]
OT_WARNING	0 ms, 100 ms	0xFE2F[2]
CS3_OC_FAULT	0 ms, 10 ms, 20 ms, 200 ms	0xFE19[6:5]
VIN_UV_FAULT	0 ms, 2.5 ms, 10 ms, 100 ms	0xFE29[1:0]
FLAGIN	0 $\mu\text{s}$ , 100 $\mu\text{s}$	0xFE12[1]
VDD_OV	2 $\mu\text{s}$ , 500 $\mu\text{s}$	0xFE05[4]
$\overline{\text{PGOOD}}$	0 ms, 200 ms, 320 ms, 600 ms	0xFE0E[3:0]

### 第一个标志ID记录

当ADP1050登记一个或多个故障条件时，它将第一个标志存储在专用第一个标志ID寄存器(寄存器0xFE6)中。第一个标志ID代表第一个触发关断响应的标志。第一个标志ID寄存器不记录下列类型的标志：

- 配置为忽略的标志
- 配置的响应会导致PWM输出禁用，但在故障解决后不使用软启动来重新启动PWM输出的标志
- 配置的响应只导致同步整流器禁用的标志

与简单标志相比，第一个标志ID寄存器可以为用户提供更多信息以便进行故障诊断。该寄存器还存储之前的第一个故障ID。

通过设置寄存器0xFE0C[3]，也可以将第一个标志ID寄存器的状态保存到EEPROM。为了限制EEPROM写操作的数量，只将VDD电源复位后的第一个标志保存到EEPROM。下一次VDD上电期间，第一个标志ID从EEPROM下载到第一个标志ID寄存器(寄存器0xFE6)。

图29显示了第一个标志ID记录方案的时序图。表7说明了图29所示的操作。

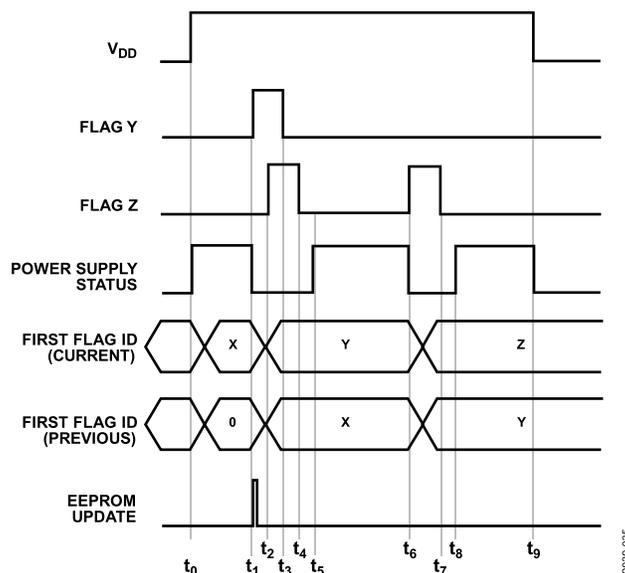


图29. 第一个标志时序

表7. 第一个标志ID时序<sup>1</sup>

步骤	操作	电源	寄存器中的第一个标志ID		EEPROM中的第一个标志ID	
			前一ID	当前ID	前一ID	当前ID
t <sub>0</sub>	举例来说，EEPROM中的前一ID和当前ID分别为0和标志X。对ADP1050施加VDD电压时，第一个标志ID从EEPROM下载到第一个标志ID寄存器(寄存器0xFE6)。	开	0	标志X	0	标志X
t <sub>1</sub>	一个故障(标志Y)关断电源。在第一个标志ID寄存器中，标志Y现在是当前标志ID，标志X是前一标志ID。第一个标志ID寄存器相应地更新。EEPROM随后更新以保存该信息。	关	标志X	标志Y	标志X	标志Y
t <sub>2</sub>	在电源关闭时，发生另一个故障(标志Z)。	关	标志X	标志Y	标志X	标志Y
t <sub>3</sub>	由于标志Z不是第一个引起关断的标志，因此第一个标志ID寄存器和EEPROM均不会更新。	关	标志X	标志Y	标志X	标志Y
t <sub>4</sub>	标志Y清0，但标志Z使电源保持关闭。第一个标志ID寄存器和EEPROM不更新。	关	标志X	标志Y	标志X	标志Y
t <sub>5</sub>	标志Z清0。第一个标志ID寄存器不更新。	关	标志X	标志Y	标志X	标志Y
t <sub>6</sub>	经过标志重新使能延迟时间后，电源再次开启。第一个标志ID寄存器不更新。	开	标志X	标志Y	标志X	标志Y
t <sub>7</sub>	标志Z所指示的故障关断电源。标志Z现在是当前第一个标志ID，标志Y是前一标志ID。第一个标志ID寄存器相应地更新。EEPROM不会更新以保存该信息。	关	标志Y	标志Z	标志X	标志Y
t <sub>8</sub>	标志Z清0。第一个标志ID寄存器不更新。	关	标志Y	标志Z	标志X	标志Y
t <sub>9</sub>	经过标志重新使能延迟时间后，电源再次开启。第一个标志ID寄存器不更新。	开	标志Y	标志Z	标志X	标志Y
t <sub>9</sub>	VDD电压被移除，电源关闭。	关	N/A	N/A	N/A	N/A

<sup>1</sup> N/A表示不适用。

## 电压读数

### 输入电压读数

输入电压在READ\_VIN命令(寄存器0x88)中报告, 每10 ms更新一次。VIN\_SCALE\_MONITOR命令(寄存器0xD8)设置用于提供正确的输入电压读数。

输入电压通过VF引脚(引脚4)检测。VF ADC的输入范围为1.6 V。原始数据存储在寄存器0xFEAC中。读数为11位, 意味着LSB大小为 $1.6 \text{ V}/2048 = 781.25 \mu\text{V}$ 。

由于输入电压信号可通过次级绕组的开关节点检测, 因此主开关、变压器绕组和铜走线中的导通电流引起的压降会增加到输入电压检测误差中。利用以下公式补偿该误差:

$$Y_{COMP} = Y_{UNCOMP} \pm (N \times X \div 2^{11})$$

其中:

$Y_{COMP}$  是补偿后的VF值(寄存器0xFEAC[15:5])。

$Y_{UNCOMP}$  是未补偿的VF值(寄存器0xFEAC[15:5])。

$N$  是寄存器0xFE59[7:0]设置的补偿系数, 极性在寄存器0xFE58[0]中设置。

$X$  是寄存器0xFE7[15:4]中的CS1电流值。

补偿后的VF值用于转换READ\_VIN值。

### 输出电压读数

输出电压在READ\_VOUT命令(寄存器0x8B)中报告, 每10 ms更新一次。VOUT\_SCALE\_MONITOR命令(寄存器0x2A)设置用于提供正确的输出电压读数。

VS电压值寄存器(寄存器0xFEAA)通过VS低频ADC每10 ms更新一次。

VS低频ADC的输入范围为1.6 V。原始数据存储在寄存器0xFEAA中。读数为12位, 意味着LSB大小为 $1.6 \text{ V}/4096 = 390.625 \mu\text{V}$ 。

## 电流读数

默认情况下, 电流读数每10 ms更新一次; 然而, 可以利用寄存器0xFE65[1:0]将更新速率更改为52 ms、105 ms或210 ms。

### 输入电流读数

输入电流在READ\_IIN命令(寄存器0x89)中报告。IIN\_SCALE\_MONITOR命令(寄存器0xD9)设置用于提供正确的输入电流读数。

输入电流读数从CS1 ADC获得, 其输入范围为1.6 V。原始数据存储在寄存器0xFE7中。读数为12位, 意味着LSB大小为 $1.6 \text{ V}/4096 = 390.625 \mu\text{V}$ 。

### CS3电流读数

CS3读数是利用CS1读数和占空比值计算的备选输出电流读数。不使用电流检测电阻时, CS3读数可用作备选输出电流读数和保护。该输出电流读数可通过以下公式计算:

$$I_{OUT} = I_{CS3} \times n$$

其中,  $I_{CS3}$  从寄存器0xFE9[15:4]读取,  $n$  是主变压器的匝数比( $n = N_{PRI}/N_{SEC}$ )。

寄存器0xFE9[15:4]中的每个LSB大小是寄存器0xFE7中CS1读数的LSB大小的4倍。例如, 如果寄存器0xFE7[15:4]中的1 LSB = 0.1 A, 则寄存器0xFE9[15:4]中的1 LSB = 0.4 A。

## 功率读数

### 输入功率读数

输入功率值(寄存器0xFEAE)是寄存器0xFEAC[15:5]中的VF电压值与寄存器0xFE7[15:4]中的CS1电流值的乘积。因此, 功率读数使用电压和电流公式的组合来计算(单位为W)。寄存器0xFEAE是一个16位字。它将两个12位数相乘, 然后舍弃8位LSB。

例如, 如果寄存器0xFEAC[15:5]中的1 LSB为0.01 V, 寄存器0xFE7[15:4]中的1 LSB为0.01 A, 则寄存器0xFEAE[15:0]中的1 LSB为 $0.01 \text{ V} \times 0.01 \text{ A} \times 2^8 = 0.0256 \text{ W}$ 。

### 占空比读数

READ\_DUTY\_CYCLE命令(寄存器0x94, 反映PWM输出值的占空比)每10 ms更新一次。寄存器0xFE58[3:2]设置用于正确读取一般PWM类型拓扑; 这些位选择要报告占空比值的PWM通道(OUTA或OUTB)。

### 开关频率读数

READ\_FREQUENCY命令(寄存器0x95)用于报告开关频率信息(单位为kHz)。

## 温度读数

RTD引脚(引脚20)设置与外部负温度系数(NTC)热敏电阻一同使用。RTD引脚具有内部可编程电流源。ADC监控RTD引脚上的电压。RTD ADC的输入范围为1.6 V。原始数据存储在寄存器0xFEAB中。它是一个12位读数,意味着LSB大小为 $1.6\text{ V}/4096 = 390.625\text{ }\mu\text{V}$ 。

利用寄存器0xFE2D[7:6],内部精密电流源可配置为产生 $10\text{ }\mu\text{A}$ 、 $20\text{ }\mu\text{A}$ 、 $30\text{ }\mu\text{A}$ 或 $40\text{ }\mu\text{A}$ 的电流。此电流源可通过内部DAC调整,以补偿热敏电阻的精度。要将电流源设置为出厂默认值 $46\text{ }\mu\text{A}$ ,请将0xE6写入寄存器0xFE2D。

RTD ADC的输出与RTD引脚电压成线性比例关系。然而,热敏电阻的电阻与温度呈非线性关系。因此,为了精确地读取温度,需要对RTD ADC读数进行后处理。

通过并联一个外部电阻至NTC热敏电阻,便可实现线性化。图31显示了RTD和OTP操作。使用出厂默认值 $46\text{ }\mu\text{A}$ 和线性化方案,温度(用摄氏度 $^{\circ}\text{C}$ 表示)可直接通过READ\_TEMPERATURE命令(寄存器0x8D)读取。温度读数从RTD ADC输出获得,每 $10\text{ ms}$ 更新一次。ADP1050实现的线性化方案是基于外部器件和电流选择的预定组合(参见“温度线性化方案”部分)。

作为替代方案,用户能以查找表或多项式方程的方式处理RTD读数并执行后期处理,以匹配所用的特定NTC热敏电阻。

这种情况下,不需要并联外部电阻。使用 $46\text{ }\mu\text{A}$ 的内部电流源时,以特定NTC值( $R_x$ )计算ADC代码的公式如下所示:

$$ADC\ CODE = 46\text{ }\mu\text{A} \times R_x / 390.7\text{ }\mu\text{V}$$

例如,在 $60^{\circ}\text{C}$ 时,连接到RTD引脚的NTC热敏电阻为 $21.82\text{ k}\Omega$ 。因此,

$$RTD\ ADC\ CODE = 46\text{ }\mu\text{A} \times 21.82\text{ k}\Omega / 390.7\text{ }\mu\text{V} = 2570$$

对于过温功能,RTD阈值(单位为V)可通过OT\_FAULT\_LIMIT命令(寄存器0x4F)设置,使用“温度线性化方案”部分所示的线性化公式。

或者,温度读数和过温保护功能也可利用STLM20等外部模拟温度传感器来实现。更多信息参见图30。使用这种解决方案时,温度检测范围可以低至 $-40^{\circ}\text{C}$ 。为了应用这种方法,应将0x00写入寄存器0xFE2D并设置寄存器0xFE2B[2]以禁用内部电流源。温度读数( $^{\circ}\text{C}$ )可通过下式得出:

$$T = 159.65 - \frac{ADC\ CODE}{29.92} \times \frac{R1 + R2}{R2}$$

其中,ADC CODE是寄存器0xFEAB[15:4]的读数。R1和R2的推荐值分别是 $20\text{ k}\Omega$ 和 $10\text{ k}\Omega$ 。

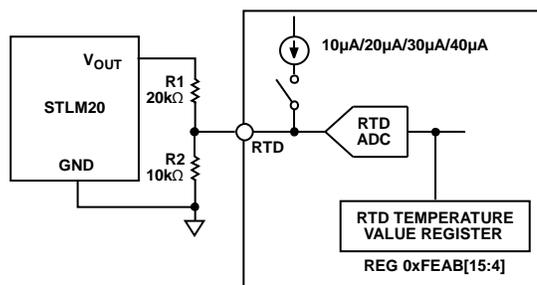


图30. 利用模拟温度传感器进行温度检测

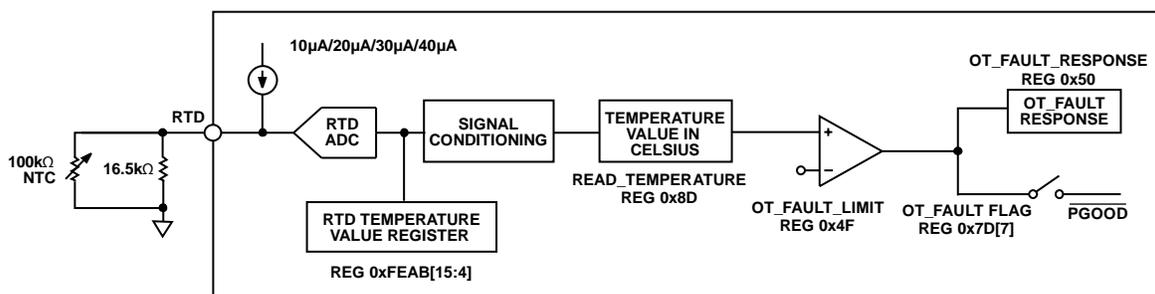


图31. RTD和OTP操作

## 温度线性化方案

ADP1050线性化方案基于预先选定的热敏电阻( $R_{25} = 100\text{ k}\Omega$ 、1%)、外部电阻(16.5 k $\Omega$ 、1%)和46  $\mu\text{A}$ 电流源组合,在工业温度范围内线性化测量温度值时具有最佳性能。

所需的NTC热敏电阻的阻值应为 $R_{25} = 100\text{ k}\Omega$ 、1%,例如NCP15WF104F03RC( $\beta = 4250$ 、1%)。建议电阻值和 $\beta$ 值都使用1%容差。线性化公式显示了RTD电压 $V_{RTD}$ (单位为V)与温度读数 $T$ (单位为摄氏度)之间的关系。

如果 $T < 104^\circ\text{C}$ ,

$$V_{RTD} = (130 - T) \times \frac{1.6}{256}$$

如果 $T \geq 104^\circ\text{C}$ ,

$$V_{RTD} = (156 - T) \times \frac{1.6}{512}$$

其中,  $T$ 代表寄存器0x8D中的温度读数。图32显示的是温度线性化曲线。

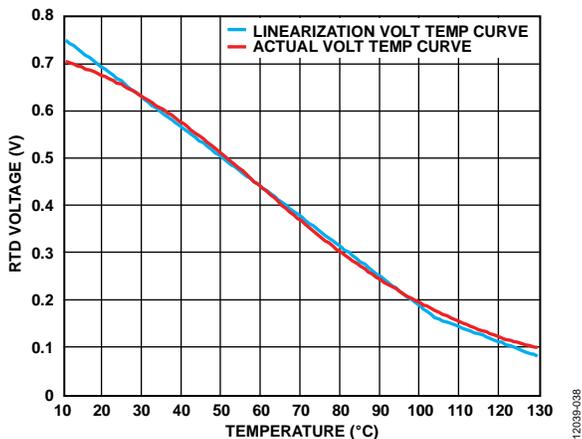


图32. 温度线性化曲线

使用内部线性化方案时, READ\_TEMPERA\_TURE命令(寄存器0x8D)返回当前温度(单位为摄氏度)。对于过温保护,用户可以直接设置OT\_FAULT\_LIMIT命令(寄存器0x4F),单位为摄氏度。更多信息参见OT\_FAULT和OT\_WARNING部分。

## PMBus保护命令 $V_{OUT}$ 过压保护(OVP)

ADP1050中的 $V_{OUT}$ 过压保护特性遵循PMBus规范。限值在 $V_{OUT\_OV\_FAULT\_LIMIT}$ 命令(寄存器0x40)中编程,与标称输出电压的75%到150%对应。响应利用 $V_{OUT\_OV\_FAULT\_RESPONSE}$ 命令(寄存器0x41)编程。当电压读数超过过压限值时,  $V_{OUT\_OV\_FAULT}$ 标志(寄存器0x78[5]、寄存器0x79[5]和寄存器0x7A[7])置1。

在直接并联系统中,多个电源单元直接并联,无任何“或”运算器件。一个电源的过压状况会提高公用总线电压,导致连接到同一总线的其他电源激活过压保护。这种过压保护操作可能会令公用总线失效。ADP1050提供高度灵活的条件式过压保护功能,可在直接并联系统中实现冗余控制。它包括一个过压检测模块、一个调制标志触发模块和一个过压响应模块(见图33)。

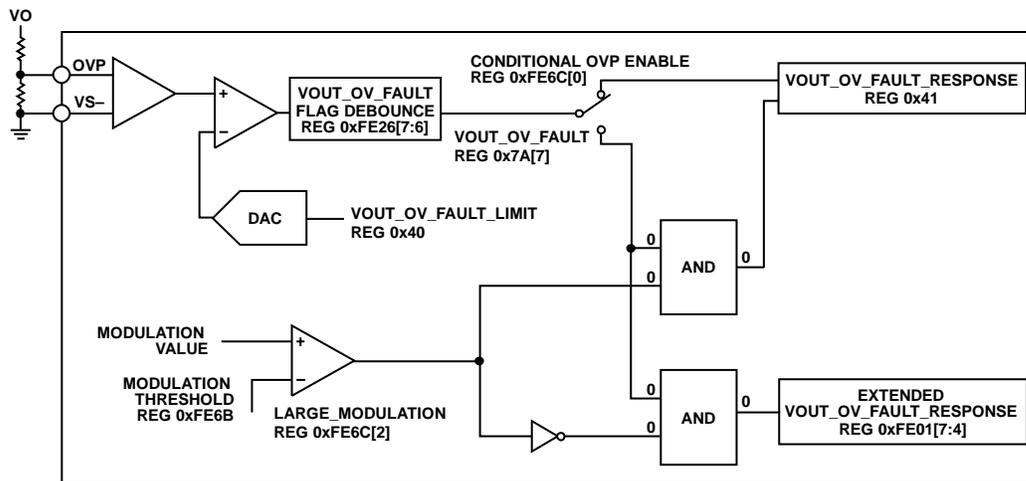


图33.  $V_{OUT}$ 过压保护电路方案

在过压检测模块中，有一个内部模拟比较器可检测输出电压，并在发生过压状况时产生VOUT\_OV\_FAULT标志。过压基准电压在寄存器0x40中设置。使用寄存器0xFE26[7:6]，可将标志设置的去抖时间编程为0  $\mu$ s、1  $\mu$ s、2  $\mu$ s或8  $\mu$ s。从OVP电压超过阈值到比较器输出状态改变，还有一个40 ns的传播延迟。

在调制标志触发模块中，实时调制值与内部基准相比较，产生LARGE\_MODULATION标志。当实时调制值超过寄存器0xFE6B设置的调制阈值时，寄存器0xFE6C[2]设置LARGE\_MODULATION标志。

在过压响应模块中，有两组过压保护响应：在寄存器0x41中设置的VOUT\_OV\_FAULT\_RESPONSE PMBus命令和在寄存器0xFE01[7:4]中设置的扩展VOUT\_OV\_FAULT\_RESPONSE。

寄存器0xFE6C[0]中有一个条件式OVP使能开关。如果该开关清0，则条件式OVP功能禁用，OVP响应始终遵从VOUT\_OV\_FAULT\_RESPONSE PMBus命令(寄存器0x41)。如果该开关置1，则OVP响应遵从VOUT\_OV\_FAULT\_RESPONSE命令或扩展VOUT\_OV\_FAULT\_RESPONSE，具体取决于LARGE\_MODULATION标志的状态。

例如，使用直接并联系统时，如果一个电源单元(PSU)中的VS+引脚(引脚3)和VS-引脚(引脚2)短路，此PSU发生过压故障，则所有PSU都会检测到过压信号。LARGE\_MODULATION标志用于识别故障PSU。通常，故障PSU会关断，其他PSU则继续正常工作。

调制阈值一般略低于寄存器0xFE3C中的调制限值设置，但是，当ADP1050单元用作从器件与外部时钟同步时，调制限值可能会改变(更多信息参见“开关频率和同步寄存器”部分)。

有关扩展过压保护的更多信息，参见“特定制造商保护响应”部分和相关的寄存器设置。

### V<sub>OUT</sub> 欠压保护(UVP)

V<sub>OUT</sub> 欠压保护特性遵循PMBus规范。限值使用VOUT\_UV\_FAULT\_LIMIT命令(寄存器0x44)编程，响应使用VOUT\_UV\_FAULT\_RESPONSE命令(寄存器0x45)编程。当READ\_VOUT命令(寄存器0x8B)中的电压读数低于VOUT\_UV\_FAULT\_LIMIT值时，寄存器0x7A[4]中的VOUT\_UV\_FAULT标志置1。

在软启动斜坡期间，开启延迟时间由TON\_DELAY命令(寄

存器0x60)指定，标志重新使能延迟时间由寄存器0xFE05[7:6]指定。VOUT\_UV\_FAULT标志始终屏蔽。在这些条件下，欠压状况不会触发VOUT\_UV\_FAULT标志。

### OT\_FAULT和OT\_WARNING

ADP1050中的过温保护特性遵循PMBus规范。采用默认设置时，OTP限值使用OT\_FAULT\_LIMIT命令(寄存器0x4F)编程，响应使用OT\_FAULT\_RESPONSE命令(寄存器0x50)编程。

寄存器0x7D[6]中有一个过温报警标志OT\_WARNING。OT\_WARNING限值低于OT\_FAULT\_LIMIT，过温迟滞由寄存器0xFE2F[1:0]指定。

若RTD引脚(引脚20)上检测到的温度超过OT\_WARNING限值，则OT\_WARNING标志(寄存器0x7D[6])置1。若RTD引脚上检测到的温度超过OT\_FAULT\_LIMIT，则OT\_FAULT标志(寄存器0x7D[7])置1。当温度降到OT\_WARNING限值以下时，OT\_FAULT和OT\_WARNING标志清0(见图34)。

可以独立设置OT\_FAULT标志和OT\_WARNING标志来触发PGOOD标志并将PG/ALT引脚(引脚14)驱动到低电平。

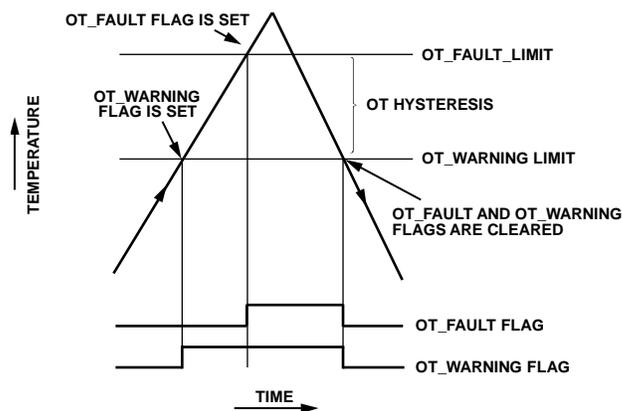


图34. OT保护和OT报警操作

或者，用户也可以处理RTD读数，并使用线性化公式确定过温保护设置。这样，用户就可以设置RTD阈值以实现更高的过温保护精度。

另外，如果使用STLM20等模拟温度传感器，OT\_FAULT限值仍可利用OT\_FAULT\_LIMIT命令(寄存器0x4F)编程，但需要一个转换公式。

# ADP1050

以图30为例，假设R1和R2分别为20 kΩ和10 kΩ，寄存器0x4F中的值是 $T_{OT\_SET\_LIMIT}$ 。

如果 $T_{OT\_SET\_LIMIT} < 104$ (十进制)，

$$T_{TOT\_ACTUAL\_LIMIT} = 1.6039 \times T_{OT\_SET\_LIMIT} - 48.8623$$

如果 $T_{OT\_SET\_LIMIT} \geq 104$ (十进制)，

$$T_{TOT\_ACTUAL\_LIMIT} = 0.801967 \times T_{OT\_SET\_LIMIT} + 34.5423$$

表8给出了使用STLM20等模拟温度传感器时的一些典型OTP阈值设置。

**表8. 使用模拟温度传感器时的典型OT故障限值设置**

$T_{OT\_SET\_LIMIT}$ 寄存器0x4F中设置的OT限值 (十进制)	$T_{TOT\_ACTUAL\_LIMIT}$ 实际OT限值(°C)
55	39.35
60	47.37
65	55.39
70	63.41
75	71.43
80	79.45
85	87.47
90	95.49
95	103.51
100	111.53
105	118.75
110	122.76
115	126.77
120	130.78
125	134.79
130	138.80

如果使用STLM20，温度迟滞可使用寄存器0xFE2F[1:0]设置，如下所示：

$$00 = 3.21^{\circ}\text{C}, 01 = 6.42^{\circ}\text{C}, 10 = 9.62^{\circ}\text{C}, 11 = 12.83^{\circ}\text{C}$$

## VIN\_ON和VIN\_OFF

两个PMBus命令VIN\_ON(寄存器0x35)和VIN\_OFF(寄存器0x36)允许用户独立设置输入电压开关限值。

寄存器0x7C[3]中的VIN\_LOW标志在初始化时设置。当输入电压超过VIN\_ON限值时，VIN\_LOW标志清0。如果PSON信号置位，电源转换即开始。当输入电压低于VIN\_OFF限值时，VIN\_LOW标志置1，电源转换停止。电源转换开始和停止的延迟时间可通过寄存器0xFE29[3:2]和寄存器0xFE29[4]单独设置。

或者，如果输入电压信号在启动前不可用，则可使用寄存器0xFE29[5]设置VIN\_ON和VIN\_OFF命令来提供输入电压欠压保护。

如果输入电压读数低于VIN\_OFF限值，寄存器0x78[3]、寄存器0x79[3]和寄存器0x7C[4]中的VIN\_UV\_FAULT标志就会置1。

使用寄存器0xFE29[1:0]，可将VIN\_UV\_FAULT标志设置的去抖时间编程为0 ms、2.5 ms、10 ms或100 ms。由于VIN读数每1 ms平均一次，因此另有最多1 ms的去抖时间。

对VIN\_UV\_FAULT标志的响应通过VIN\_UV\_FAULT\_RESPONSE位(寄存器0xFE02[7:4])编程。详情参见“特定制造商保护响应”部分和表97。

## 特定制造商保护命令

### CS1逐周期限流

CS1逐周期限流特性利用内部模拟比较器实现(见图23)。当CS1引脚(引脚5)的电压超过寄存器0xFE1B[6]设置的阈值时，比较器输出变为高电平，并且还会触发一个内部标志(CS1\_OCP，用户无法访问，因此未列于寄存器表中)。比较器存在105 ns(最大值)的传播延迟。

为了忽略电流信号开始时的电流尖峰，可设置0 ns、40 ns、80 ns、120 ns、200 ns、400 ns、600 ns或800 ns的消隐时间。消隐时间在寄存器0xFE1F[6:4]中设置。

在此期间忽略比较器输出。使用寄存器0xFE1D[1:0]，CS1\_OCP标志的消隐时间可以参考OUTA和OUTB的上升沿。

还可以增加0 ns、40 ns、80 ns或120 ns的去抖时间，以便改善CS1\_OCP比较器输出电路的抗噪能力。去抖时间在寄存器0xFE1F[1:0]中设置。这是CS1信号在PWM输出关断之前必须始终高于阈值的最小时间。

图35显示了CS1逐周期限流时序的一个例子，OUTA的上升沿作为消隐时间基准。CS1\_OCP标志置1后，要等到下一个开关周期开始才会清0。

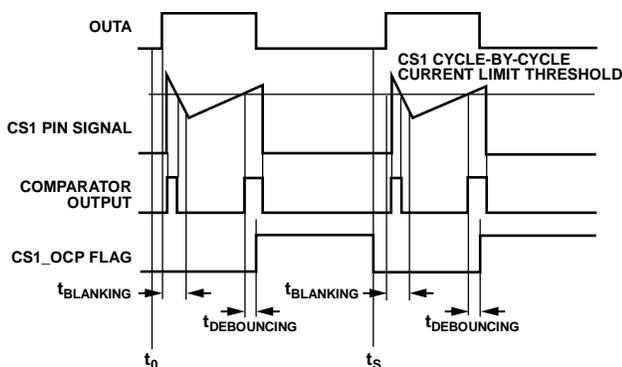


图35. CS1逐周期限流时序

当CS1\_OCP标志被触发时，可使用寄存器0xFE08[6:5]和寄存器0xFE0E[5:4]来禁用开关周期剩余时间的所有PWM输出。这些输出将在下一个开关周期的起始时刻重新使能。在一个开关周期中，如果PWM输出的上升沿出现在CS1\_OCP标志触发之后，则在该开关周期，此PWM将保持使能。

为避免同步整流器的体二极管出现电流过应力，可通过寄存器0xFE1E[1:0]对SR1和SR2输出的逐周期限流操作进行进一步的编程。

可将其编程为与其他PWM输出相同，或者当CS1\_OCP标志被触发时，SR PWM输出开启。CS1\_OCP标志触发与SR PWM输出开启之间有一个145 ns到180 ns的延迟(死区时间)。下降沿继续遵循编程值。

逐周期限流始终激活，与IIN过流快速保护设置无关。通过设置寄存器0xFE1F[7]，可完全忽略内部比较器输出。

### IIN过流快速保护

内部计数器N为正整数或0，初始值为0。计数器工作方式如下：

- 当CS1\_OCP标志在一个周期中被触发时(CS1\_OCP比较器变为高电平)，N计数为 $N_{CURRENT} = N_{PREVIOUS} + 2$ 。
- 如果CS1\_OCP标志在一个周期中未被触发且 $N_{PREVIOUS} > 0$ ，则 $N_{CURRENT} = N_{PREVIOUS} - 1$ 。
- 如果CS1\_OCP标志在一个周期中未被触发且 $N_{PREVIOUS} = 0$ ，则 $N_{CURRENT} = 0$ 。

当N值达到IIN\_OC\_FAST\_FAULT\_LIMIT指定的限值时，IIN\_OC\_FAST\_FAULT标志被触发(见图36)。

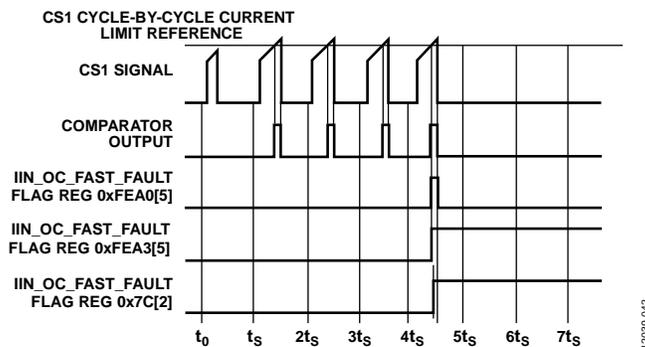


图36. I<sub>IN</sub>过流快速故障触发

对于单端拓扑，如正激变换器和降压转换器等，一个开关周期由一个周期组成。对于双端拓扑，如全桥转换器、半桥转换器和推挽转换器等，一个开关周期包含两个周期。IIN\_OC\_FAST\_FAULT\_LIMIT位在寄存器0xFE1A[6:4]中。图36中，IIN\_OC\_FAST\_FAULT\_LIMIT值设为8。

对IIN\_OC\_FAST\_FAULT标志的响应可通过IIN\_OC\_FAST\_FAULT\_RESPONSE位(寄存器0xFE00[3:0])编程。操作详情参见“特定制造商保护响应”部分和相关寄存器设置。

### 半桥转换器中的匹配逐周期限流

对于半桥转换器，“CS1逐周期限流”部分所述的逐周期限流特性无法保证一个开关周期中两个半周期的占空比平衡。

各半周期的不平衡可能导致容性分压器的中心点电压从 $V_{IN}/2$ 向地或输入电压 $V_{IN}$ 漂移。此漂移进而可能引起输出电压调节失败、变压器饱和以及同步整流器的漏极到源极电压(VDS)应力倍增。

为了补偿这些不平衡，ADP1050通过强制各周期与前一周期均衡或匹配，实现了匹配逐周期限流。

匹配逐周期限流被触发时，下半周期的占空比与上半周期的实际占空比完全一致。然而，逐周期限流在终止PWM通道上始终具有最高优先级。例如，在逐周期限流情况下，如果前一周期的占空比为20%，则下一周期的占空比也应是20%。但是，如果下一周期发生逐周期限流，必须以较小的占空比终止PWM，则逐周期限流将取得较高的优先级，占空比可能是一个小于20%的值。

匹配逐周期限流通过寄存器0xFE1D[6]使能。

## CS3过流保护

如果直接输出电流检测不可用，CS3过流保护可提供备用输出过流保护。读数根据CS1和占空比读数计算。

当寄存器0xFE9中8个MSB表示的CS3电流读数超过寄存器0xFE6A中设置的CS3\_OC\_FAULT\_LIMIT时，CS3\_OC\_FAULT标志(寄存器0xFE0[3])置1。使用寄存器0xFE19[6:5]，可将标志设置的去抖时间编程为0 ms、10 ms、20 ms或200 ms。对CS3\_OC\_FAULT标志的响应通过CS3\_OC\_FAULT\_RESPONSE位(寄存器0xFE01[3:0])编程。参见“特定制造商保护响应”部分。

## FLAGIN保护

SYNI/FLAGI引脚(引脚10)可配置为标志输入模式(FLAGI)。可将一个外部信号发送到ADP1050以触发操作。外部信号的极性由FLAGI极性位(寄存器0xFE12[2])配置。当ADP1050检测到外部信号时，FLAGIN标志置1。对FLAGIN标志的响应通过FLAGIN\_RESPONSE位(寄存器0xFE03[3:0])编程。参见“特定制造商保护响应”部分。

## V<sub>DD</sub> OVLO保护

ADP1050的供电轨上内置了过压保护(OVP)。寄存器0xFE05[5:4]中的VDD过压响应位(VDD\_OV\_RESPONSE)用来指定对VDD过压状况的响应。

- 如果寄存器0xFE05[5] = 0，当V<sub>DD</sub>电压高于OVLO阈值时，VDD\_OV标志置1，ADP1050关断。当V<sub>DD</sub>过压状况结束时，VDD\_OV标志清0，ADP1050下载EEPROM内容，然后用软启动程序重启。VDD\_OV标志的去抖时间可利用寄存器0xFE05[4]编程。
- 如果寄存器0xFE05[5] = 1，则无论VDD电压状况如何，VDD\_OV标志始终清0。ADP1050继续工作而不中断。

建议不要将VDD\_OV标志响应设置为始终清0。

## 特定制造商保护响应

关于VDD\_OV标志和保护操作，参见“VDD OVLO保护”部分。

可配置下列标志来触发保护响应：IIN\_OC\_FAST\_FAULT、VOUT\_OV\_FAULT、CS3\_OC\_FAULT、VIN\_UV\_FAULT和FLAGIN。VOUT\_OV\_FAULT标志触发寄存器0xFE01[7:4]中的特定制造商保护，仅用于条件式过压保护。详情参见“VOUT过压保护(OVP)”部分。

上述各标志均可独立编程以触发下列响应之一：

- 不中断地继续工作(忽略标志)
- 禁用SR1和SR2
- 禁用所有PWM输出

触发标志的状况得到解决且标志清0后，ADP1050可编程以做出如下响应：

- 经过标志重新使能延迟时间后，用软启动程序重新使能禁用的PWM输出。
- 立即重新使能禁用的PWM输出，而不使用软启动程序。
- PWM输出保持禁用。必须使用PSON复位信号和软启动程序来重新使能PWM输出。

第一个导致所有PWM输出禁用(重新使能PWM输出需要软启动)的标志被记录为第一个标志ID。有关第一个标志ID使用的更多信息，参见“第一个标志ID记录”部分。

对于所列的特定制造商标志，可以设置标志重新使能延迟时间。如果标志的配置操作是要在标志重新使能延迟时间后重新使能PWM输出，就会使用该延迟时间。使用寄存器0xFE05[7:6]，可将该延迟时间设置为250 ms、500 ms、1 s或2 s。

## 电源校准和调整

所有ADP1050器件均经过工厂校准。如果ADP1050不能在电源生产环境下进行校准，建议对CS1、VS±、VF和OVP引脚的输入使用容差为0.1%的元件，以满足数据手册要求(参见“技术规格”部分)。

在电源生产环境中，ADP1050能校准诸如输出电压等项目，并调整由检测电阻，电阻分压器以及它自身的内部电路引入的误差。ADP1050提供用户足够的校准能力，可调整容差≤0.5%的外部元器件。

要解锁用于写入访问的调整寄存器，用户必须使用TRIM\_PASSWORD命令(寄存器0xD6)，利用正确的密码(出厂默认值=0xFF)执行两次连续写操作。在这两次写操作之间，若对器件中的其它寄存器执行读或写操作，就会中断校准寄存器密码解锁。

校准寄存器包括寄存器0xFE14、寄存器0xFE20、寄存器0xFE28和寄存器0xFE2A至寄存器0xFE2C。有关这些寄存器的详细信息，参见“特定制造商扩展命令描述”部分。

### I<sub>IN</sub>调整(CS1调整)

#### 使用直流信号

将一个已知直流电压(V<sub>x</sub>)施加于CS1引脚。IIN\_SCALE\_MONITOR命令(寄存器0xD9)设置为0x0001。READ\_IIN输入电流读数命令(寄存器0x89)产生一个与V<sub>x</sub>电压值相等的数字代码(代表输入电流的安培数)。调整CS1增益校准寄存器(寄存器0xFE14)，直到寄存器0x89中的输入电流读数读出正确的数字代码。

#### 使用交流信号

将一个已知交流电流(I<sub>x</sub>)施加于PSU输入。此电流流经一个电流变压器、一个二极管整流器和一个外部电阻(R<sub>CS1</sub>)，将电流信息转换为电压(V<sub>x</sub>)。该电压输入CS1引脚。IIN\_SCALE\_MONITOR计算如下：

$$IIN\_SCALE\_MONITOR = (N_{PRI}/N_{SEC}) \times R_{CS1}$$

其中，N<sub>PRI</sub>和N<sub>SEC</sub>分别是电流互感器原边和副边绕组的匝数。

READ\_IIN输入电流读数命令产生一个数字代码，代表输入电流I<sub>x</sub>。调整CS1增益校准寄存器(寄存器0xFE14)，直到寄存器0x89中的输入电流读数读出正确的数字代码。

### V<sub>OUT</sub>调整(VS调整)

VS±引脚的电压检测输入针对1 V的检测信号而优化，无法检测大于1.6 V的信号。建议将标称输出电压降至1 V，以实现最佳性能。必须调整电阻分压器引入的误差。ADP1050具有足够的调整范围来调整容差≤0.5%的电阻导致的误差。

要调整电阻分压器引起的误差，请执行以下步骤：

1. 用标称输出电压值设置VOUT\_COMMAND(寄存器0x21)。根据电阻分压器信息，设置VOUT\_SCALE\_LOOP命令(寄存器0x29)和VOUT\_SCALE\_MONITOR命令(寄存器0x2A)。
2. 用空载电流使能电源。VS±引脚的电压被VS±电阻分压器分压，在VS±引脚上产生1 V的目标电压。
3. 调整VOUT\_CAL\_OFFSET调整寄存器(寄存器0x23)，确保输出电压与目标输出电压完全一致。
4. 调整VS增益校准寄存器(寄存器0xFE20)直到寄存器0x8B中的READ\_VOUT读数与输出电压完全相等。

### V<sub>IN</sub>调整(VF增益校准)

电压检测输入针对1 V的VF引脚信号而优化，无法检测大于1.6 V的信号。需要一个电阻分压器将检测到的电压信号分压为1.6 V以下的电压。建议将VF电压信号降至1 V，以实现最佳性能。必须校准电阻分压器引入的误差。

使用以下步骤：

1. 根据电阻分压器信息(见图20)和变压器的匝数比信息，设置VIN\_SCALE\_MONITOR命令(寄存器0xD8)。

$$VIN\_SCALE\_MONITOR = \frac{R2}{R1 + R2} \times \frac{N_{SEC}}{N_{PRI}}$$

其中，N<sub>PRI</sub>和N<sub>SEC</sub>分别是变压器原边和副边绕组的匝数。

2. 在空载条件下应用标称输入电压，使VF引脚实现大约1 V的目标电压。
3. 调整VF增益校准寄存器(寄存器0xFE28)直到寄存器0x88中的READ\_VIN读数与标称输入电压完全相等。
4. 调整输入电压补偿乘法器(寄存器0xFE59)，使READ\_VIN读数与满载条件下的输入电压完全一致。

## RTD和OTP调整

RTD需要两次调整，一次针对ADC，一次针对电流源。需要执行额外的调整步骤，才能使用内部线性方案。

### 调整电流源

寄存器0xFE2D[7:6]可将RTD电流源的值设为10  $\mu$ A、20  $\mu$ A、30  $\mu$ A或40  $\mu$ A。寄存器0xFE2D[5:0]可用于微调电流值。通过微调内部电流源，可补偿元器件容差，并最大程度降低误差。位[5:0]的一个LSB是160 nA。

十进制值1向寄存器0xFE2D[5:6]设置的电流源增加160 nA电流；而十进制值63则向寄存器0xFE2D[7:0]设置的电流源增加 $63 \times 160 \text{ nA} = 10.08 \text{ } \mu\text{A}$ 电流。

若要为电流源编程某个值，可通过寄存器0xFE2D[7:6]选择最接近的可能值(10  $\mu$ A、20  $\mu$ A、30  $\mu$ A或40  $\mu$ A)，然后使用寄存器0xFE2D[5:0]获得更佳步长。

例如，若要使用46  $\mu$ A作为电流源，可执行以下步骤：

1. 在RTD引脚和AGND之间放置一个数值已知的电阻( $R_x$ )。
2. 设置寄存器0xFE2D[7:6]为二进制11 (40  $\mu$ A)。
3. 增加寄存器0xFE2D[5:0]的值，每次一个LSB，直到RTD引脚电压为： $V_{\text{RTD}} = 46 \text{ } \mu\text{A} \times R_x$ 。

至此完成电流源校准，并设为出厂默认值。

## 调整ADC

调整ADC的第一个方法是使用46  $\mu$ A RTD电流的内部线性方案，它提供用摄氏度表示的精确读数(十进制)，通过READ\_TEMPERATURE命令(寄存器0x8D)读取。

应将 $R_{25} = 100 \text{ k}\Omega$ 、1%精度的NTC热敏电阻( $\beta = 4250$ 、1%精度，例如NCP15WF104F03RC)与16.5  $\text{k}\Omega$ 、1%精度的外部电阻并联，用于ADP1050。采用这种NTC热敏电阻与电阻的组合，ADP1050默认电流源调整值设为46  $\mu$ A，可在85°C至125°C的温度范围内达到可能实现的最佳精度。

若使用外部微控制器，则寄存器0xFEAB中的RTD ADC值可发送给微控制器，并且可采用不同的线性方案，以便针对所选NTC特性实现最佳拟合。

## 布局布线指南

本部分介绍确保ADP1050性能最优所应遵循的最佳做法。一般而言，应将ADP1050控制电路的所有元器件尽可能靠近ADP1050放置。OVP和VS+信号参考VS-。所有其他信号参考AGND层。

### CS1引脚

将来自电流检测变压器的走线布设到ADP1050，彼此平行。走线应互相靠近，但远离开关节点。

### VS+和VS-引脚

将来自远程电压检测点的走线布设到ADP1050，彼此平行。用低阻抗连接将VS-连接到AGND。走线应互相靠近，但远离开关节点。在VS-和AGND之间放置一个100 nF电容，以降低共模噪声。如果VS-直接连到AGND，则无需电容。

在PWM输出和隔离器/驱动器输入之间放置10  $\Omega$ 电阻，尤其是当隔离器和驱动器远离ADP1050时。走线应远离开关节点。

### VDD引脚

去耦电容应尽可能靠近ADP1050放置。建议在VDD和AGND之间连接一个2.2  $\mu$ F电容。

### VCORE引脚

在VCORE引脚和AGND之间放置一个330 nF去耦电容，并尽量靠近ADP1050。

### RES引脚

在RES引脚和AGND之间放置一个10 k $\Omega$  ( $\pm$ 0.1%)电阻，并尽量靠近ADP1050。

### SDA和SCL引脚

将走线平行布设到SDA和SCL引脚。走线应互相靠近，但远离开关节点。

### 裸露焊盘

将ADP1050下方的裸露焊盘焊接到PCB AGND层。

### RTD引脚

在热敏电阻和ADP1050之间布设走线(包括接地回路走线)。将热敏电阻放在电源热点附近，热敏电阻和走线应远离开关节点。将一个1 nF滤波电容放在附近并与热敏电阻并联。

### AGND引脚

在ADP1050的相邻层上建立一个AGND地层，并建立一个单点(星型)连接至电源的系统地。

## PMBus/I<sup>2</sup>C通信

PMBus从器件允许器件与符合PMBus标准的主器件接口，如“PMBus电源系统管理协议规范”(修订版1.2, 2010年9月6日)中所规定。PMBus从机是双线式接口，可用于与其他符合PMBus标准的器件通信，并且兼容多主机、多从机总线配置。

### PMBus特性

PMBus从机负责解码主器件发出的命令，并根据请求做出响应。使用I<sup>2</sup>C类双线式接口与时钟线路(SCL)和数据线路(SDA)建立通信。PMBus从机旨在从外部移动8位数据块(字节)，同时维持PMBus协议合规性。PMBus协议基于“系统管理总线(SMBus)规范”(2.0版, 2000年8月)。SMBus规范则是基于飞利浦公司的I<sup>2</sup>C总线规范(2.1版, 2000年1月)。PMBus集成了下列特性：

- 多器件系统上的从机工作模式
- 7位寻址
- 100 kbps和400 kbps数据速率
- 广播地址支持
- 支持低时钟扩展(时钟延展)
- 独立多字节接收和发送FIFO
- 丰富的故障监控

### 概述

PMBus从机模块是双线式接口，可用于与符合PMBus标准的其他器件通信。其传输协议基于飞利浦公司的I<sup>2</sup>C传输机制。**ADP1050**在整体系统中始终配置为从器件。**ADP1050**利用一个数据引脚(SDA, 引脚12)和一个时钟引脚(SCL, 引脚11)与主器件通信。由于**ADP1050**是从器件，因此它不能产生时钟信号。不过，它能延展SCL线路，以便在未准备好响应主器件请求时让主器件进入等待状态。

主器件向PMBus从器件发送命令后便开始通信。命令可以是读取或写入命令，数据以字节宽格式在器件之间传输。命令也可以是发送命令，这种情况下，从器件在接收停止位后执行命令。停止位是完整数据传输的最后位，如PMBus/I<sup>2</sup>C通信协议所定义。通信期间，主器件和从器件发送应答(A)或不应答( $\bar{A}$ )位，作为器件间的握方法。有关通信协议的详细描述，请参见PMBus规范。

与主器件通信时，PMBus从器件可能接收到非法或毁损数据。

这种情况下，PMBus从器件必须对无效命令或数据做出响应，如PMBus规范所定义，并向主器件指示已经发生错误或故障条件。该握方法可用作第一级防卫措施，防止对从器件进行意外编程，这种编程可能损坏芯片或系统。

PMBus规范定义了一组通用PMBus命令，建议电源管理系统使用。不过，每家PMBus设备制造商可以选择实现和支持某些适合系统的命令。此外，PMBus设备制造商可选择实现特定制造商命令，其功能不包括在通用PMBus命令集内。标准PMBus和特定制造商命令的列表请参阅“PMBus命令集”和“特定制造商扩展命令列表”部分。

### PMBus/I<sup>2</sup>C地址

**ADP1050**的PMBus地址通过在ADD引脚(引脚19)与AGND之间连接外部电阻来设置。表9列出了推荐电阻值和相关PMBus地址。可使用八个不同地址。

表9. PMBus地址设置和电阻值

PMBus地址	电阻值(k $\Omega$ )
0x70	10(或将ADD引脚直接连接到AGND)
0x71	31.6
0x72	51.1
0x73	71.5
0x74	90.9
0x75	110
0x76	130
0x77	10(或将ADD引脚直接连接到AGND)

表9中的推荐电阻值可在 $\pm 2$  k $\Omega$ 范围内变化。因此，建议在ADD引脚上使用容差为1%的电阻。

**ADP1050**对0x00的标准PMBus广播地址做出响应。然而，当有多个**ADP1050**器件连接到主器件时，建议不要使用广播地址，因为多个从器件返回的数据会被损坏。

更多信息参见“广播支持”部分。

### 数据传输 格式概述

PMBus从机遵循SMBus规范的传输协议，该规范基于I<sup>2</sup>C总线规范的基本传输协议格式。数据传输以字节宽为单位，低位字节优先。各字节以串行方式发送，最高有效位(MSB)优先。典型传输见图37。有关传输协议的深入说明，请参见SMBus和I<sup>2</sup>C规范。

表37至表44使用表10所列的缩写。

**表10. 数据传输图使用的缩写**

缩写	说明	设置 <sup>1</sup>
S	起始条件	N/A
P	停止条件	N/A
Sr	重复起始条件	N/A
$\bar{W}$	写入位	0
R	读取位	1
A	应答位	0
$\bar{A}$	不应答位	1

<sup>1</sup> N/A表示不适用。

## 命令概述

使用PMBus从机的数据传输通过PMBus命令来建立。PMBus规范要求所有PMBus命令以从机地址开头，其中R/ $\bar{W}$ 位清0，紧随其后的是命令代码。ADP1050支持的所有PMBus命令均遵循图38至图44所示的协议类型之一。

ADP1050还支持特定制造商扩展命令。这些命令遵循与标准PMBus命令一样的协议，不过，命令代码由0xFF00到0xFFAF范围内的两个字节组成。

使用特定制造商扩展命令时，PMBus器件制造商可向其PMBus命令集添加额外256个特定制造商命令。

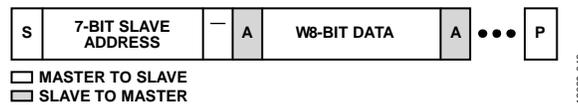


图37. 基本数据传输

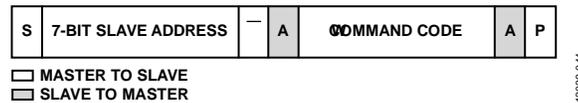


图38. 发送字节协议

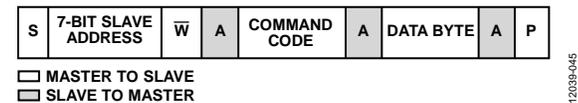


图39. 写入字节协议

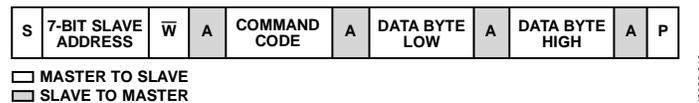


图40. 写入字协议

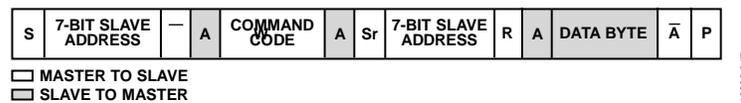


图41. 读取字节协议



图42. 读取字协议

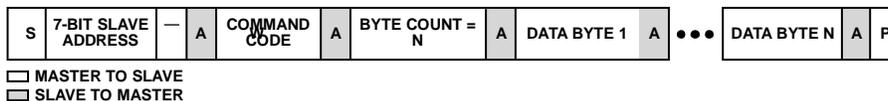


图43. 块写入协议

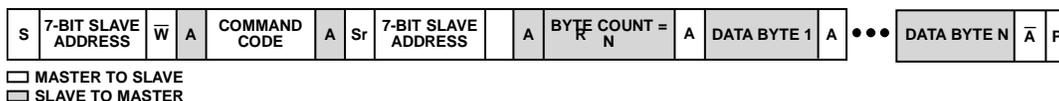


图44. 块读取协议

## 时钟产生和延展

ADP1050在整体系统中始终是PMBus从器件；因此器件从不需要产生时钟，时钟产生由系统内的主器件完成。不过，PMBus从器件能够延展时钟，从而让主机进入等待状态。通过在低电平周期中延展SCL信号，从器件通知主器件它还未准备好进行传输，主器件必须等待。

PMBus从器件延展SCL线路低电平的情况包括：

- 主器件正在以高于从器件的波特率发送。
- 从器件的接收缓冲器已满，读取后才能继续。这可以防止数据溢出情况。
- 从器件未准备好发送主机请求的数据。

请注意，PMBus从器件仅可在低电平周期中延展SCL线路。另外，虽然I<sup>2</sup>C规范允许无限延展SCL线路，PMBus规范却将SCL线路可延展或保持低电平的最大时间限制在25 ms，此后，从器件必须释放通信线路并将其状态机复位。

## 起始条件和停止条件

起始条件和停止条件包括串行时钟位于逻辑高电平时的几次数据转换。PMBus从器件监控SDA和SCL线路，检测起始条件和停止条件，并据此转换其内部状态机。典型起始条件和停止条件如图45所示。

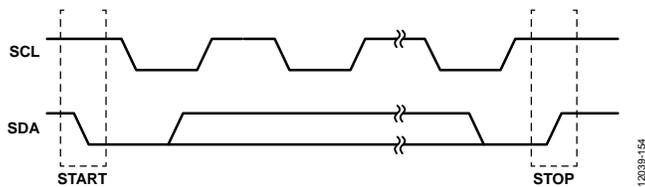


图45. 起始条件和停止条件

## 广播支持

PMBus从机能够解码广播地址并做出应答。PMBus从器件对自身地址和广播地址(0x00)做出响应。广播地址使PMBus上的所有器件可被同时写入。

请注意，所有PMBus命令必须以从机地址开头，其中R/W位清0，紧随其后的是命令代码。使用广播地址与PMBus从器件通信时情况也一样。

## 10位寻址

ADP1050不支持I<sup>2</sup>C规范定义的10位寻址。

## 快速模式

快速模式(数据速率为400 kbps)使用与标准工作模式基本上相同的机制；电气规格和时序受影响最多。PMBus从器件能够与快速模式或标准模式(数据速率为100 kbps)下工作的主器件通信。

## 故障条件

PMBus协议提供了必须监控和报告的全部故障条件。这些故障条件可分为两大类：通信故障和监控故障。

通信故障是与PMBus协议数据传输机制相关的错误条件。监控故障是与ADP1050工作状态相关的错误条件，例如超出过压保护。“电源监控、标志和故障响应”部分描述了这些故障条件。

## 超时条件

SMBus规范包括三个与超时条件相关的时钟延展规范。

任何单一SCL时钟脉冲保持低电平的时间超过25 ms的最小 $t_{\text{TIMEOUT}}$ 值，就会发生超时状况。检测到超时条件后，PMBus从器件有10 ms时间中止传输，释放总线线路，并准备接收新的起始条件。启动超时的器件必须将SCL时钟线路保持在低电平至少35 ms(最大 $t_{\text{TIMEOUT}}$ 值)，以保证从器件有足够时间将其通信协议复位。

## 数据传输故障

根据“PMBus电源系统管理协议规范”(修订版1.2, 2010年9月6日)的规定，两个通信器件违反PMBus通信协议时就会发生数据传输故障。有关各故障条件的详情，请参见该规范。

## 数据损坏、分组差错校验(PEC)

ADP1050不支持分组差错校验。

## 发送位过少

发送完整字节(八位)前，传输被起始或停止条件中断。不支持这种功能；忽略任何发送的数据。

## 读取位过少

读取完整字节(八位)前，传输被起始或停止条件中断。不支持这种功能；忽略任何接收的数据。

**主机发送或读取字节过少**

如果在发送/接收所需字节前主机通过停止条件结束数据包，则假设主机要停止传输。因此，PMBus不会将此情况视为错误，也不采取任何操作，只会清除发送FIFO的所有剩余字节。

**主机发送字节过多**

如果主机发送字节数高于对应命令的期望数字，PMBus从机将此情况视为数据传输故障，并做出如下响应：

- 对所有接收到的异常字节发送一个无应答
- 清除并忽略已接收的命令和数据
- 在STATUS\_BYTE命令寄存器(寄存器0x78[1])中设置CML位

**主机读取字节过多**

如果主机读取字节数高于对应命令的期望数字，PMBus从机将此情况视为数据传输故障，并做出如下响应：

- 只要主机继续请求数据，全部发送1 (0xFF)
- 在STATUS\_BYTE命令寄存器(寄存器0x78[1])中设置CML位

**器件繁忙**

PMBus从器件过于繁忙，无法对主器件请求做出响应。  
ADP1050不支持此条件。

**数据内容故障**

当数据传输成功，但PMBus从器件无法处理从主器件接收的数据时，可能发生数据内容故障。

**地址字节内的读取位设置不当**

所有PMBus命令以从机地址开头，其中 $\overline{R/W}$ 位清0，紧随其后的是命令代码。如果主机通过地址相位内设置的R/W开始进行PMBus处理(等效于I<sup>2</sup>C读取)，PMBus从机将此情况视为数据内容故障，并做出如下响应：

- 对地址字节作出应答(ACK)
- 对命令和数据字节发送无应答
- 只要主机继续请求数据，全部发送1 (0xFF)
- 在STATUS\_BYTE命令寄存器(寄存器0x78[1])中设置CML位

**无效或不支持的命令代码**

如果将无效或不支持的命令代码发送至PMBus从机，代码视为数据内容故障，PMBus从机做出如下响应：

- 对非法/不支持的命令字节和数据字节发送无应答
- 清除并忽略已接收的命令和数据
- 在STATUS\_BYTE命令寄存器(寄存器0x78[1])中设置CML位

**保留位**

访问保留位并非故障。忽略写入保留位，从保留位读取返回未定义数据。

**写入只读命令**

如果主机对只读命令执行写入，PMBus从机将此情况视为数据内容故障，并做出如下响应：

- 对所有接收到的异常数据字节发送一个无应答
- 清除并忽略已接收的命令和数据
- 在STATUS\_BYTE命令寄存器(寄存器0x78[1])中设置CML位

请注意，此错误与“主机发送字节过多”部分描述的错误相同。

**读取只写命令**

如果主机对只写命令执行读取，PMBus从机将此情况视为数据内容故障，并做出如下响应：

- 只要主机继续请求数据，全部发送1 (0xFF)
- 在STATUS\_BYTE命令寄存器(寄存器0x78[1])中设置CML位

请注意，这与“主机读取字节过多”部分描述的错误响应相同。

## EEPROM

ADP1050内置EEPROM控制器，用于与嵌入式8K字节EEPROM通信。EEPROM也称为Flash/EE，分为两个主要模块：信息模块和主模块。信息模块包含128个8位字节(仅供内部使用)，主模块包含8K个8位字节。主模块又分为16页，每一页包含512个字节。

### EEPROM特性

EEPROM控制器的功能是解码ADP1050请求的操作，并向EEPROM接口提供必要的时序。按照解码命令的请求，数据写入或读出EEPROM。EEPROM控制器具有如下特性：

- EEPROM中每个页的单独页擦除功能
- 单字节和多字节(块)读取信息模块，一次最多128字节
- 单字节和多字节(块)写入/读取主模块，一次最多256字节
- 芯片上电时自动下载，将用户设置下载到内部寄存器
- 单独的数据上传和下载命令，将用户设置或出厂设置下载到内部寄存器

### EEPROM概述

EEPROM控制器提供ADP1050内核逻辑与内置EEPROM间的接口。用户可通过此控制器接口控制对EEPROM的数据访问。EEPROM的读取、写入和擦除操作均具有不同的PMBus命令。

主器件发送命令至PMBus从器件，请求从EEPROM访问数据或向EEPROM发送数据，通信便开始。支持读取、写入和擦除命令。数据以字节宽格式在器件间传输。使用读取命令从EEPROM接收数据并发送至主器件。使用写入命令从主器件接收数据，并通过EEPROM控制器存储于EEPROM内。

### EEPROM密码

ADP1050 VDD上电时，EEPROM是锁定的，防止意外写入或擦除。EEPROM锁定时，只允许读取页2至页15。向EEPROM写入(编程)任何数据前，EEPROM必须解锁以允许写入访问。解锁后，EEPROM便可进行读取、写入和擦除。

上电时，页0和页1也不允许进行读取访问，EEPROM必须首先解锁才能读取这些页。

### 解锁EEPROM

要解锁EEPROM，请使用EEPROM\_PASSWORD命令(寄存器0xD5)，利用正确的密码(默认值= 0xFF)执行两次连续写入。EEPROM\_UNLOCKED标志(寄存器0xFE2[3])置1表示EEPROM已解锁，允许写入访问。

### 锁定EEPROM

要锁定EEPROM，请使用EEPROM\_PASSWORD命令(寄存器0xD5)写入除正确密码以外的任何字节。EEPROM\_UNLOCKED标志清0表示EEPROM已锁定，禁止写入访问。

### 更改EEPROM密码

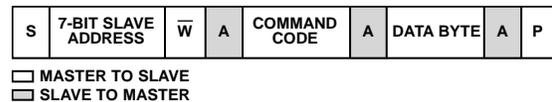
要更改EEPROM密码，首先使用EEPROM\_PASSWORD命令(寄存器0xD5)写入正确密码。然后使用相同命令直接写入新密码。这样就更改为新密码了。

### 页擦除操作

主模块由16个相等页组成，每一页有512字节，编号为页0至页15。主模块的页0和页1保留，分别用于存储出厂设置和用户设置。用户无法对页0或页1执行页擦除操作。页3保留用于存储GUI的电源板参数。

仅主模块的页4至页15才可用来存储数据。要擦除页4至页15中的任一页，必须首先解锁EEPROM以允许访问。有关如何解锁EEPROM的说明，请参见解锁EEPROM部分。

主模块的每个页(页4至页15)均可使用EEPROM\_PAGE\_ERASE命令(寄存器0xD4)单独擦除。例如，要对页10执行页擦除，请执行图46所示的命令：



12035-051

图46. 擦除命令示例

本例中，命令代码= 0xD4，数据字节= 0x0A。

请注意，执行下一PMBus命令前，必须等待至少35 ms，以便完成页擦除操作。

EEPROM仅允许擦除整个页；所以，要更改页内任何一字节的数据，必须首先擦除整个页(设为逻辑高电平)，才能写入该字节。之后允许对该页内的任何字节执行写入，只要该字节之前未被写入逻辑低电平。

## 读取操作(字节读取和块读取)

### 从主模块读取, 页0和页1

主模块的页0和页1保留, 分别用于存储出厂设置和用户设置, 此举旨在防止第三方访问该数据。要读取页0或页1, 用户必须首先解锁EEPROM(参见解锁EEPROM部分)。EEPROM解锁后, 页0和页1可使用EEPROM\_DATA\_xx命令读取, 如“从主模块读取, 页2至页15”部分所述。请注意, EEPROM锁定时, 读取页0和页1将返回无效数据。

### 从主模块读取, 页2至页15

主模块中页2至页15内的数据始终可读, 即使EEPROM被锁定。EEPROM主模块内的数据每次可读取一个字节, 或者可使用EEPROM\_DATA\_xx命令连续读取多个字节(寄存器0xB0至寄存器0xBF)。

执行该命令前, 用户必须使用EEPROM\_NUM\_RD\_BYTES命令(寄存器0xD2)对读取字节数进行编程。另外, 用户可使用EEPROM\_ADDR\_OFFSET命令(寄存器0xD3)对返回首个读取字节的页边界的偏移进行编程。

以下示例从EEPROM读取页4的三个字节, 从该页的第六字节开始。

1. 设置返回字节数 = 3。

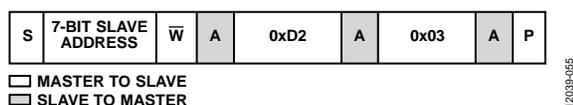


图47. 设置返回字节数 = 3

2. 设置地址偏移 = 5。

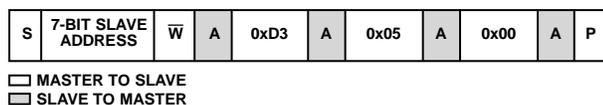


图48. 设置地址偏移 = 5

3. 从页4读取三个字节。

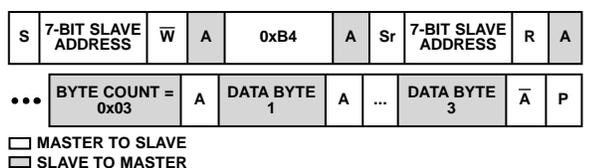


图49. 从页4读取三个字节

请注意, 任何单一处理中, 块写入命令最多只可写入256个字节。

## 写入操作(字节写入和块写入)

用户无法直接写入信息模块; ADP1050使用此模块存储第一个标志信息(参见“第一个标志ID记录”部分)。

### 向主模块写入, 页0和页1

主模块的页0和页1保留, 分别用于存储出厂设置和用户设置。用户无法使用EEPROM\_DATA\_xx命令对页0或页1执行直接写入操作。如果用户写入页0, 页1会返回不应答信号。要对主模块页1的寄存器内容进行编程, 建议使用STORE\_USER\_ALL命令(寄存器0x15)。请参见“将寄存器设置保存至用户设置”部分。

### 向主模块写入, 页2至页15

在对主模块页2至页15执行写入前, 用户必须首先解锁EEPROM(参见解锁EEPROM部分)。

EEPROM主模块内页2至页15上的数据每次可编程(写入)一个字节, 或者可使用EEPROM\_DATA\_xx命令连续读取多个字节(寄存器0xB0至寄存器0xBF)。执行此命令前, 用户可使用EEPROM\_ADDR\_OFFSET命令(寄存器0xD3)对写入首个字节的页边界的偏移进行编程。

如果目标页还未擦除, 则用户可擦除该页, 如“EEPROM密码”部分所述。

以下示例向页9写入四个字节, 从该页的第257个字节开始。

1. 设置地址偏移 = 256。

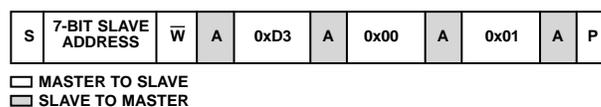


图50. 设置地址偏移 = 256

2. 向页9写入四个字节。

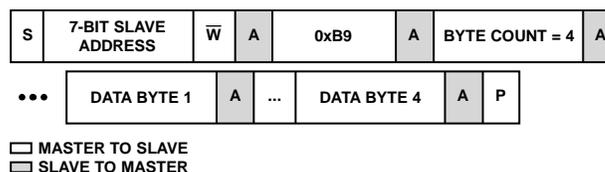


图51. 向页9写入四个字节

请注意, 任何单一处理中, 块读取命令最多只可读取256个字节。

## 将EEPROM设置下载至内部寄存器 将用户设置下载至寄存器

用户设置存储于EEPROM主模块的页1内。下列条件下，这些设置可从EEPROM下载至寄存器内：

- 上电时。用户设置自动下载至内部寄存器内，以用户先前保存的状态为ADP1050上电。
- 执行RESTORE\_USER\_ALL命令时(寄存器0x16)。此命令允许用户强行将用户设置从EEPROM主模块的页1下载至内部寄存器内。

## 将出厂设置下载至寄存器

出厂默认设置存储于EEPROM主模块的页0内。可使用RESTORE\_DEFAULT\_ALL命令(寄存器0x12)将出厂设置从EEPROM下载至内部寄存器内。

执行该命令时，EEPROM密码也会复位至出厂默认设置0xFF。

## 将寄存器设置保存至EEPROM

寄存器设置无法保存至位于EEPROM主模块页0内。这是为了防止意外覆盖工厂校准设置和默认寄存器设置。

## 将寄存器设置保存至用户设置

可使用STORE\_USER\_ALL命令(寄存器0x15)将寄存器设置保存至位于EEPROM主模块页1内的用户设置。执行此命令前，EEPROM必须首先解锁以允许写入(参见“解锁EEPROM”部分)。

将寄存器设置保存至用户设置后，任何后续上电周期自动将最新存储的用户信息从EEPROM下载至内部寄存器。

请注意，执行STORE\_USER\_ALL命令会自动对EEPROM主模块的页1执行页擦除，然后将寄存器存储于EEPROM内。因此，执行下一PMBus命令前，必须等待至少40 ms，以便完成操作。

## EEPROM CRC校验和

要检查从EEPROM和内部寄存器下载的值是否一致，一个简单方法是采用CRC校验和。

- 将来自内部寄存器的数据保存至EEPROM(主模块的页1)后，计算来自所有寄存器的1的总数，并作为最后的信息字节写入EEPROM。该过程称为CRC校验和。
  - 将数据从EEPROM下载至内部寄存器后，保存类似的计数器，将载入寄存器的值中的所有1求和。该值与先前上传操作的CRC校验和相比较。
- 如果两个值匹配，则下载操作成功。如果值不同，EEPROM下载操作失败，CRC\_FAULT标志置1(寄存器0xFE2[2])。

要读取EEPROM CRC校验和值，应执行EEPROM\_CRC\_CHKSUM命令(寄存器0xD1)。该命令可返回下载操作期间计数器内累加的CRC校验和。

请注意，CRC校验和是8位循环累加器，达到255后便绕回至0。

## GUI软件

可使用免费GUI软件来对ADP1050进行编程和配置。ADP1050 GUI采用直观易用的设计，可显著缩短电源设计和开发时间。

软件包括滤波器设计和电源PWM拓扑结构窗口。ADP1050 GUI也是信息中心，可显示ADP1050上所有读数、监控和标志的状态。

欲了解有关ADP1050 GUI的更多信息，请联系ADI公司以获取最新软件和用户指南。通过联系ADI公司或访问<http://www.analog.com/digitalpower>，亦可申请评估板。

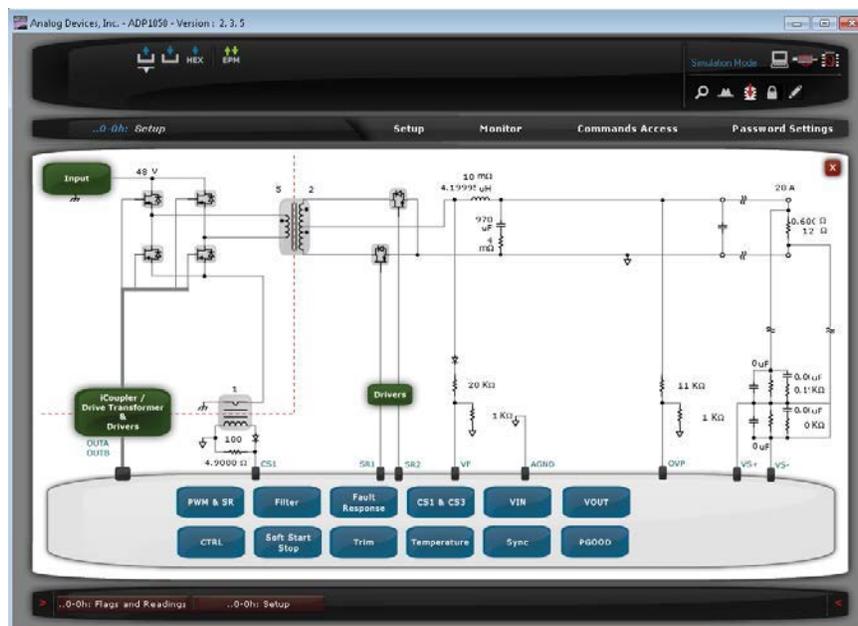


图52. GUI软件

12038-123

## PMBus命令集

表11. PMBus/SMBus命令列表概览

命令代码	命令名称	PMBus/ SMBus 处理类型	数据 字节数	默认值 <sup>1</sup>	说明
0x01	OPERATION	R/W	1	0x00	与CTRL引脚的输入一起决定器件的开启和关闭。
0x02	ON_OFF_CONFIG	R/W	1	0x00	通过CTRL引脚和串行总线命令的组合开启和关闭器件。
0x03	CLEAR_FAULTS		0	N/A	同时清除PMBus状态寄存器中的所有位。
0x10	WRITE_PROTECT	R/W	1	0x00	防止意外写入PMBus器件。允许读取。
0x12	RESTORE_DEFAULT_ALL	发送字节	0	N/A	从EEPROM(页0)下载出厂默认设置到寄存器。
0x15	STORE_USER_ALL	发送字节	0	N/A	将寄存器中的用户设置保存到EEPROM(页1)。
0x16	RESTORE_USER_ALL	发送字节	0	N/A	将EEPROM(页1)中的用户设置下载到寄存器。
0x19	CAPABILITY	R	1	0x20	允许主机系统确定PMBus器件的能力。
0x20	VOUT_MODE	R	1	0x16	设置/读取输出电压相关命令的格式。
0x21	VOUT_COMMAND	R/W	2	0x0000	设置输出电压。
0x22	VOUT_TRIM	R/W	2	0x0000	对输出电压命令值应用固定的偏移电压。
0x23	VOUT_CAL_OFFSET	R/W	2	0x0000	对输出电压命令值应用固定的偏移电压。
0x24	VOUT_MAX	R/W	2	0x0000	设置输出电压的上限。
0x25	VOUT_MARGIN_HIGH	R/W	2	0x0000	当OPERATION命令设为高裕量时输出的电压。
0x26	VOUT_MARGIN_LOW	R/W	2	0x0000	当OPERATION命令设为低裕量时输出的电压。
0x27	VOUT_TRANSITION_RATE	R/W	2	0x7BFF	设置输出电压的变化率。
0x29	VOUT_SCALE_LOOP	R/W	2	0x0001	设置输出电压的比例因子，它与电阻分压器相关。
0x2A	VOUT_SCALE_MONITOR	R/W	2	0x0001	READ_VOUT命令的比例因子，它一般与VOUT_SCALE_LOOP命令相同。
0x33	FREQUENCY_SWITCH	R/W	2	0x0031	设置开关频率。
0x35	VIN_ON	R/W	2	0x0000	设置器件开始电源转换的输入电压。
0x36	VIN_OFF	R/W	2	0x0000	设置器件停止电源转换的输入电压。
0x40	VOUT_OV_FAULT_LIMIT	R/W	2	0x0000	设置触发VOUT_OV_FAULT标志的限值。
0x41	VOUT_OV_FAULT_RESPONSE	R/W	1	0x00	VOUT_OV_FAULT标志的故障响应。
0x44	VOUT_UV_FAULT_LIMIT	R/W	2	0x0000	设置触发VOUT_UV_FAULT标志的限值。
0x45	VOUT_UV_FAULT_RESPONSE	R/W	1	0x00	VOUT_UV_FAULT标志的故障响应。
0x4F	OT_FAULT_LIMIT	R/W	2	0x0000	设置触发OT_FAULT标志的限值。
0x50	OT_FAULT_RESPONSE	R/W	1	0x00	OT_FAULT标志的故障响应。
0x5E	POWER_GOOD_ON	R/W	2	0x0000	设置POWER_GOOD信号置位的输出电压(可选)。
0x5F	POWER_GOOD_OFF	R/W	2	0x0000	设置POWER_GOOD信号置0的输出电压。

命令代码	命令名称	PMBus/ SMBus 处理类型	数据 字节数	默认值 <sup>1</sup>	说明
0x60	TON_DELAY	R/W	2	0x0000	从接收到启动条件(依据ON_OFF_CONFIG命令的编程)到输出电压开始上升的时间。
0x61	TON_RISE	R/W	2	0xC00D	从输出开始上升到电压进入调节区间的時間。
0x64	TOFF_DELAY	R/W	2	0x0000	从接收到关机条件(依据ON_OFF_CONFIG命令的编程)到停止传输能量到输出的时间。
0x78	STATUS_BYTE	R	1	0x00	返回STATUS_WORD命令的低字节。
0x79	STATUS_WORD	R	2	0x0000	返回STATUS_WORD命令的低字节和高字节。
0x7A	STATUS_VOUT	R	1	0x00	返回与输出电压有关的故障标志。
0x7C	STATUS_INPUT	R	1	0x00	返回与输入电压和电流有关的故障标志。
0x7D	STATUS_TEMPERATURE	R	1	0x00	返回OT故障和报警的故障标志。
0x7E	STATUS_CML	R	1	0x00	返回通信存储器和逻辑的故障标志。
0x88	READ_VIN	R	2	0x0000	返回输入电压值。
0x89	READ_IIN	R	2	0x0000	返回输入电流值。
0x8B	READ_VOUT	R	2	0x0000	返回输出电压值。
0x8D	READ_TEMPERATURE	R	2	0x0000	返回温度读数(摄氏度)。
0x94	READ_DUTY_CYCLE	R	2	0x0000	返回电源转换器的占空比。
0x95	READ_FREQUENCY	R	2	0x0000	返回电源转换器的开关频率。
0x98	READ_PMBUS_REVISION	R	1	0x22	读取器件符合的PMBus版本。
0x99	MFR_ID	R/W	1	0x00	读取/写入制造商的ID。
0x9A	MFR_MODEL	R/W	1	0x00	读取/写入制造商的型号。
0x9B	MFR_REVISION	R/W	1	0x00	读取/写入制造商的版本号。
0xAD	IC_DEVICE_ID	R	2	0x4151	读取IC器件ID。
0xAE	IC_DEVICE_REV	R	1	0x20	读取IC器件版本。
0xB0	EEPROM_DATA_00	块读取	变量	N/A	块读取页0。EEPROM必须首先解锁。
0xB1	EEPROM_DATA_01	块读取	变量	N/A	块读取页1。EEPROM必须首先解锁。
0xB2	EEPROM_DATA_02	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页2。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xB3	EEPROM_DATA_03	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页3。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xB4	EEPROM_DATA_04	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页4。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xB5	EEPROM_DATA_05	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页5。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xB6	EEPROM_DATA_06	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页6。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xB7	EEPROM_DATA_07	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页7。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xB8	EEPROM_DATA_08	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页8。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xB9	EEPROM_DATA_09	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页9。写入时EEPROM必须首先解锁。

# ADP1050

命令代码	命令名称	PMBus/ SMBus 处理类型	数据 字节数	默认值 <sup>1</sup>	说明
0xBA	EEPROM_DATA_10	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页10。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xBB	EEPROM_DATA_11	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页11。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xBC	EEPROM_DATA_12	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页12。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xBD	EEPROM_DATA_13	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页13。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xBE	EEPROM_DATA_14	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页14。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xBF	EEPROM_DATA_15	块读取/写入	变量	N/A	块读取/写入页15。写入时EEPROM必须首先解锁。
0xD1	EEPROM_CRC_CHKSUM	R	1	N/A	从EEPROM下载操作返回CRC校验和值。
0xD2	EEPROM_NUM_RD_BYTES	R/W	1	N/A	设置使用EEPROM_DATA_xx命令时返回的读取字节数。
0xD3	EEPROM_ADDR_OFFSET	R/W	2	N/A	设置当前EEPROM页的地址偏移。
0xD4	EEPROM_PAGE_ERASE	W	1	N/A	在选定页上执行页擦除(页3至页15)。每个页擦除操作须等待至少35 ms。EEPROM必须首先解锁。不允许擦除页0和页1。
0xD5	EEPROM_PASSWORD	W	1	0xFF	将密码写入该寄存器以解锁EEPROM和/或更改EEPROM密码。
0xD6	TRIM_PASSWORD	W	1	0xFF	将密码写入该寄存器以解锁调整寄存器，以便允许写入访问。
0xD7	CHIP_PASSWORD	W	2	0xFFFF	将密码写入该寄存器以解锁芯片寄存器，以便允许寄存器写入。
0xD8	VIN_SCALE_MONITOR	R/W	2	0x0001	输入电压读数(READ_VIN)的比例因子。
0xD9	IIN_SCALE_MONITOR	R/W	2	0x0001	输入电流读数(READ_IIN)的比例因子。
0xF1	EEPROM_INFO	块读取	变量	N/A	读取第一个故障信息。
0xFA	MFR_SPECIFIC_1	R/W	1	0x00	存储用户自定义信息。
0xFB	MFR_SPECIFIC_2	R/W	1	0x00	存储用户自定义信息。

<sup>1</sup> N/A表示不适用。

## 特定制造商扩展命令列表

表12. 特定制造商扩展命令列表概览

地址	寄存器功能
<b>标志配置寄存器</b>	
0xFE00	IIN_OC_FAST_FAULT_RESPONSE
0xFE01	CS3_OC_FAULT_RESPONSE, 扩展VOUT_OV_FAULT_RESPONSE
0xFE02	VIN_UV_FAULT_RESPONSE
0xFE03	FLAGIN_RESPONSE
0xFE05	标志重新使能延迟, VDD_OV_RESPONSE
<b>软启动软件复位设置寄存器</b>	
0xFE06	软件复位GO命令
0xFE07	软件复位设置
0xFE08	同步整流器(SR)软启动设置
0xFE09	开环工作的软启动设置
<b>消隐和PGOOD设置寄存器</b>	
0xFE0B	软启动期间的标志屏蔽
0xFE0C	软启动期间的伏秒平衡屏蔽和SR禁用
0xFE0D	PGOOD 屏蔽设置
0xFE0E	PGOOD 标志去抖
0xFE0F	置位PGOOD的去抖时间
<b>开关频率和同步设置寄存器</b>	
0xFE11	同步延迟时间
0xFE12	同步通用设置
0xFE13	双端拓扑模式
<b>电流检测和限值设置寄存器</b>	
0xFE14	CS1增益校准
0xFE19	CS3 OC去抖
0xFE1A	IIN_OC_FAST_FAULT_LIMIT
0xFE1B	CS1逐周期限流基准
0xFE1D	匹配逐周期限流设置
0xFE1E	SR1和SR2对逐周期限流的响应
0xFE1F	CS1逐周期限流设置
<b>电压检测和限值设置寄存器</b>	
0xFE20	VS增益校准
0xFE25	预偏置启动使能
0xFE26	VOUT_OV_FAULT标志去抖
0xFE28	VF增益校准
0xFE29	VIN_ON和VIN_OFF延迟
<b>温度检测和保护设置寄存器</b>	
0xFE2A	RTD增益校准
0xFE2B	RTD偏置校准(MSB)
0xFE2C	RTD偏置校准(LSB)
0xFE2D	RTD电流源设置
0xFE2F	OT迟滞设置
<b>数字补偿器和调制设置寄存器</b>	
0xFE30	正常模式补偿器低频增益设置
0xFE31	正常模式补偿器零点设置
0xFE32	正常模式补偿器极点设置
0xFE33	正常模式补偿器高频增益设置
0xFE38	伏秒平衡的CS1阈值
0xFE39	预偏置启动的标称调制值
0xFE3A	SR驱动器延迟
0xFE3B	PWM 180°相移设置
0xFE3C	调制限值
0xFE3D	前馈和软启动滤波器增益

# ADP1050

地址	寄存器功能
<b>PWM输出时序寄存器</b>	
0xFE3E	OUTA上升沿时序
0xFE3F	OUTA下降沿时序
0xFE40	OUTA上升沿和下降沿时序(LSB)
0xFE41	OUTB上升沿时序
0xFE42	OUTB下降沿时序
0xFE43	OUTB上升沿和下降沿时序(LSB)
0xFE4A	SR1上升沿时序
0xFE4B	SR1下降沿时序
0xFE4C	SR1上升沿和下降沿时序(LSB)
0xFE4D	SR2上升沿时序
0xFE4E	SR2下降沿时序
0xFE4F	SR2上升沿和下降沿时序(LSB)
0xFE50	OUTA和OUTB调制设置
0xFE52	SR1和SR2调制设置
0xFE53	PWM输出禁用
<b>伏秒平衡控制寄存器</b>	
0xFE54	伏秒平衡控制通用设置
0xFE55	OUTA和OUTB的伏秒平衡控制
0xFE57	SR1和SR2的伏秒平衡控制
<b>占空比读数设置寄存器</b>	
0xFE58	占空比读数设置
0xFE59	输入电压补偿乘法器
<b>其他设置寄存器</b>	
0xFE61	GO命令
0xFE62	自定义寄存器
0xFE63	开环输入电压前馈工作的调制参考MSB设置
0xFE64	开环输入电压前馈工作的调制参考LSB设置
0xFE65	电流值更新速率设置
0xFE67	开环工作设置
0xFE69	跳脉冲模式阈值
0xFE6A	CS3_OC_FAULT_LIMIT
0xFE6B	OVP选择的调制阈值
0xFE6C	OVP选择的调制标志
0xFE6D	同步期间的OUTA和OUTB调整基准
0xFE6F	同步期间的SR1和SR2调整基准
<b>特定制造商故障标志寄存器</b>	
0xFE A0	标志寄存器1
0xFE A1	标志寄存器2
0xFE A2	标志寄存器3
0xFE A3	锁存标志寄存器1
0xFE A4	锁存标志寄存器2
0xFE A5	锁存标志寄存器3
0xFE A6	第一个标志ID
<b>特定制造商值读数寄存器</b>	
0xFE A7	CS1值
0xFE A9	CS3值
0xFE AA	VS±值
0xFE AB	RTD值
0xFE AC	VF值
0xFE AD	占空比值
0xFE AE	输入功率值

## PMBus命令描述

### 基本PMBus命令

#### OPERATION

OPERATION命令与CTRL引脚的输入一起决定器件的开启和关闭。它还用于将输出电压设置为较高或较低的电压裕量。器件保持命令指示的工作模式，直到随后的OPERATION命令指示器件变更到其它工作模式。

表13. 寄存器0x01—OPERATION

位	位名称/功能	R/W	说明		
[7:6]	使能	R/W	这些位决定器件对OPERATION命令的响应。		
			<b>位7</b>	<b>位6</b>	<b>说明</b>
			0	0	立即关闭(无时序)
			0	1	软关闭(根据编程设定的TOFF_DELAY命令关断)
			1	0	器件开启
1	1	保留			
[5:4]	裕量控制	R/W	这些位设置电压裕量水平。		
			<b>位5</b>	<b>位4</b>	<b>说明</b>
			0	0	关
			0	1	低裕量
			1	0	高裕量
1	1	保留			
[3:0]	保留	R	保留。		

#### ON\_OFF\_CONFIG

ON\_OFF\_CONFIG命令配置开关器件所需的CTRL引脚输入与串行总线命令的组合，包括施加电源时器件如何响应。

表14. 寄存器0x02—ON\_OFF\_CONFIG

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:5]	保留	R	保留。
4	上电控制	R/W	控制器件对OPERATION命令如何响应。 0 = 只要有电源，器件就上电。 1 = 仅当CTRL引脚和OPERATION命令要求时(根据寄存器0x02[3:0]的设置)，器件才上电。
3	命令使能	R/W	控制器件对OPERATION命令如何响应。 0 = 忽略OPERATION命令。 1 = OPERATION命令必须设置为开启状态才能使能器件(还要设置位2)。
2	引脚使能	R/W	控制器件对CTRL引脚上的值如何响应。 0 = 忽略CTRL引脚。 1 = CTRL引脚必须置位才能使能器件(还要设置位3)。
1	CTRL引脚极性	R/W	设置CTRL引脚的极性。 0 = 低电平有效。 1 = 高电平有效。
0	关断延迟设置	R/W	关断时采取的操作。 0 = 使用TOFF_DELAY值(ADP1050不支持TOFF_FALL)停止对输出的能量传输。 1 = 尽快关闭输出并停止对输出的能量传输。

# ADP1050

## CLEAR\_FAULTS

CLEAR\_FAULTS命令是一个发送字节，无数据。该命令将所有PMBus状态寄存器内的所有PMBus故障位同时清零。

表15. 寄存器0x03—CLEAR\_FAULTS

位	位名称/功能	类型	说明
N/A	CLEAR_FAULTS	发送	同时清除PMBus状态寄存器(寄存器0x78至寄存器0x7E)中的所有位。

## WRITE\_PROTECT

WRITE\_PROTECT命令用于控制对PMBus器件的写操作。该命令的目的是防止意外更改。该命令不是用于防止对器件配置或操作的有意或恶意更改。

表16. 寄存器0x10—WRITE\_PROTECT

位	位名称/功能	R/W	说明
7	写保护1	R/W	禁用对除WRITE_PROTECT命令以外的所有命令的写操作。
6	写保护2	R/W	禁用对除WRITE_PROTECT和OPERATION命令以外的所有命令的写操作。
5	写保护3	R/W	禁用对除WRITE_PROTECT、OPERATION、ON_OFF_CONFIG和VOUT_COMMAND命令以外的所有命令的写操作。
[4:0]	保留	R	保留。

## RESTORE\_DEFAULT\_ALL

RESTORE\_DEFAULT\_ALL命令是一个发送字节，无数据。该命令将出厂默认设置(包括基本PMBus命令、特定制造商扩展命令(以0xFE开头)以及校验和、EEPROM密码、芯片密码等其它数据)从EEPROM(主模块的页0)下载到寄存器。

表17. 寄存器0x12—RESTORE\_DEFAULT\_ALL

位	位名称/功能	类型	说明
N/A	RESTORE_DEFAULT_ALL	发送	将EEPROM中的出厂默认设置恢复到寄存器。

## STORE\_USER\_ALL

STORE\_USER\_ALL命令是一个发送字节，无数据。该命令将寄存器的全部内容复制到EEPROM内(主模块的页1)作为用户设置。这些设置在VDD上电时自动恢复。

表18. 寄存器0x15—STORE\_USER\_ALL

位	位名称/功能	类型	说明
N/A	STORE_USER_ALL	发送	将寄存器中的用户设置保存到EEPROM。

## RESTORE\_USER\_ALL

RESTORE\_USER\_ALL命令是一个发送字节，无数据。该命令将存储的用户设置(包括基本PMBus命令、特定制造商扩展命令(以0xFE开头)以及校验和、EEPROM密码、芯片密码等其它数据)从EEPROM(主模块的页1)下载到寄存器。

表19. 寄存器0x16—RESTORE\_USER\_ALL

位	位名称/功能	类型	说明
N/A	RESTORE_USER_ALL	发送	将EEPROM中的用户设置恢复到寄存器。

**CAPABILITY**

该命令总结ADP1050支持的PMBus可选通信协议。此命令的读出结果应为0x20。

**表20. 寄存器0x19—CAPABILITY**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7]	分组差错	R	检查器件的分组差错能力。 0 = 不支持。
[6:5]	最高总线速度	R	检查器件的PMBus速度能力。 01 = 最高总线速度为400 kHz。
4	SMBALERT	R	检查是否支持SMBALERT引脚和SMBus报警响应协议。 0 = 不支持。
[3:0]	保留	R	保留。

**VOUT\_MODE**

VOUT\_MODE命令设置输出电压相关数据的格式。VOUT\_MODE命令的数据字节由一个3位模式和5位指数参数组成。3位模式决定器件的输出电压相关命令使用线性格式还是直接格式。5位参数设置线性格式的指数值。

**表21. 寄存器0x20—VOUT\_MODE**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:5]	模式	R	输出电压数据格式。值为固定的000，意味着仅支持线性格式。
[4:0]	指数	R	线性格式的输出电压相关命令的N值： $V = Y \times 2^N$ 。 值为固定的10110(二进制补码，十进制为-10)。线性格式值的指数为-10。

**VOUT\_COMMAND**

VOUT\_COMMAND命令设置输出电压。当该命令被更改后，器件采用VOUT\_TRANSITION\_RATE命令所设置的斜率进行调节。

可编程最大输出电压为64 V。

**表22. 寄存器0x21—VOUT\_COMMAND**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R/W	设置输出电压基准值(单位为V)。 线性格式的16位无符号整数Y值： $V = Y \times 2^N$ 。 N在VOUT_MODE命令中定义。

**VOUT\_TRIM**

VOUT\_TRIM命令对输出电压命令值应用固定的偏置电压。它通常由用户设置，在PMBus器件被组装到用户系统中时调整输出电压。调整范围是-32 V至+32 V，每个LSB分辨率是 $2^{-10} = 0.9765625$  mV。

**表23. 寄存器0x22—VOUT\_TRIM**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R/W	设置输出电压调整值。 线性格式的16位二进制补码Y值： $V = Y \times 2^N$ 。 N在VOUT_MODE命令中定义。

# ADP1050

## VOUT\_CAL\_OFFSET

VOUT\_CAL\_OFFSET命令用于对输出电压命令值应用固定的偏移电压。它通常由PMBus器件制造商使用，以便在工厂校准器件。调整范围是-32 V至+32 V，每个LSB大小是 $2^{-10} = 0.9765625$  mV。

表24. 寄存器0x23—VOUT\_CAL\_OFFSET

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R/W	设置输出电压调整值。 线性格式的16位二进制补码Y值： $V = Y \times 2^N$ 。 N在VOUT_MODE命令中定义。

## VOUT\_MAX

VOUT\_MAX命令设置器件可以达到的输出电压上限，与任何其它命令或命令组合无关。若尝试设置高于此命令设置的限值的输出电压，器件将做出如下响应：

- 要求的输出电压设置为VOUT\_MAX值。
- STATUS\_BYTE命令中的NONE OF THE ABOVE位(寄存器0x78[0])置1。
- STATUS\_WORD命令中的VOUT位(寄存器0x79[15])置1。
- STATUS\_VOUT命令中的VOUT\_MAX位(寄存器0x7A[3])置1。

表25. 寄存器0x24—VOUT\_MAX

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R/W	设置输出电压上限。 线性格式的16位无符号整数Y值： $V = Y \times 2^N$ 。 N在VOUT_MODE命令中定义。

## VOUT\_MARGIN\_HIGH

VOUT\_MARGIN\_HIGH命令设置OPERATION命令设为高裕量时输出要改变到的目标电压。当该命令被更改后，器件采用VOUT\_TRANSITION\_RATE命令所设置的斜率进行调节。

表26. 寄存器0x25—VOUT\_MARGIN\_HIGH

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R/W	设置输出电压的高裕量值(单位为V)。 线性格式的16位无符号整数Y值： $V = Y \times 2^N$ 。 N由VOUT_MODE命令定义。

**VOUT\_MARGIN\_LOW**

VOUT\_MARGIN\_LOW命令设置OPERATION命令设为低裕量时输出要改变到的目标电压。当该命令被更改后，器件采用VOUT\_TRANSITION\_RATE命令所设置的斜率进行调节。

**表27. 寄存器0x26—VOUT\_MARGIN\_LOW**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R/W	设置输出电压的低裕量值(单位为V)。 线性格式的16位无符号整数Y值： $V = Y \times 2^N$ 。 N由VOUT_MODE命令定义。

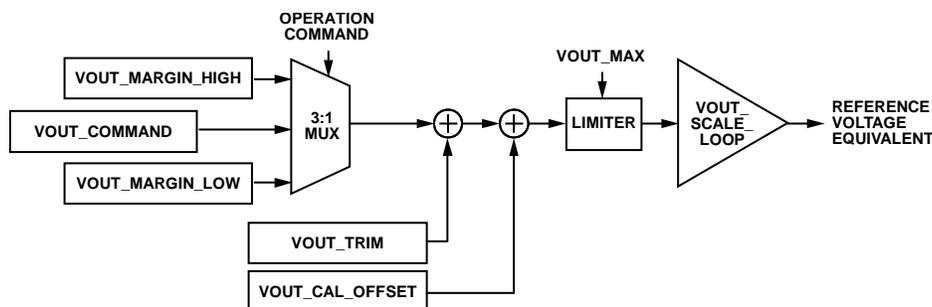


图53. 输出电压相关命令的概念视图

**VOUT\_TRANSITION\_RATE**

当ADP1050收到导致输出电压改变的VOUT\_COMMAND命令或OPERATION命令(高裕量、低裕量)时，此命令设置VS±引脚改变电压的速率，单位为mV/μs。器件开启或关闭时，该命令指示的变化率不适用。两个数据字节的最大正值(0x7BFF)表示器件应尽可能快地完成转变。ADP1050仅支持表28列出的有限选项。

**表28. 寄存器0x27—VOUT\_TRANSITION\_RATE(ADP1050支持的变化率选项)**

寄存器设置	变化率(mV/μs)
1001100000001101 (0x980D)	0.0015625
1010000000001101 (0xA00D)	0.003125
1010100000001101 (0xA80D)	0.00625
1011000000001101 (0xB00D)	0.0125
1011100000001101 (0xB80D)	0.025
1100000000001101 (0xC00D)	0.050
1100100000001101 (0xC80D)	0.1
1101000000001101 (0xD00D)	0.2
0111101111111111 (0x7BFF)	无限大(默认)

**表29. 寄存器0x27—VOUT\_TRANSITION\_RATE**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值： $X = Y \times 2^N$ 。
[10:0]	尾数	R/W	线性格式的11位二进制补码Y值： $X = Y \times 2^N$ 。

# ADP1050

## VOUT\_SCALE\_LOOP

VOUT\_SCALE\_LOOP命令与反馈电阻比相等。标称输出电压由电阻分压器和内部1 V基准电压设置。例如，若标称输出电压为12 V，则VOUT\_SCALE\_LOOP值 = 1 V/12 V = 0.08333，VOUT\_SCALE\_LOOP可设置为0xA155。

表30. 寄存器0x29—VOUT\_SCALE\_LOOP

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值： $K_R = Y \times 2^N$ 。 N必须在-12至0(十进制)的范围内。
[10:0]	尾数	R/W	线性格式的11位二进制补码Y值： $K_R = Y \times 2^N$ 。

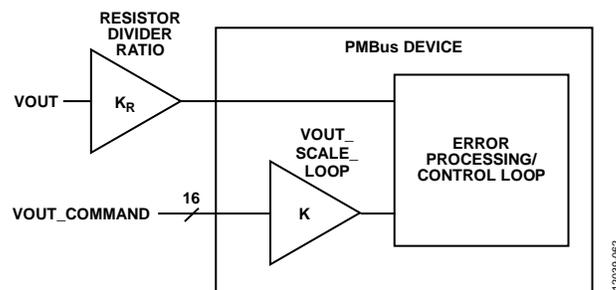


图54. VOUT\_SCALE\_LOOP命令的概念视图

## VOUT\_SCALE\_MONITOR

该命令通常与VOUT\_SCALE\_LOOP命令相同。它配合READ\_VOUT命令(寄存器0x8B)读取输出电压。

表31. 寄存器0x2A—VOUT\_SCALE\_MONITOR

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值： $K_R = Y \times 2^N$ 。 N必须在-12至0(十进制)的范围内。
[10:0]	尾数	R/W	线性格式的11位二进制补码Y值： $K_R = Y \times 2^N$ 。

**FREQUENCY\_SWITCH**

FREQUENCY\_SWITCH命令设置开关频率(单位为kHz)，使用线性格式。ADP1050仅支持表32列出的有限开关频率选项。在ADP1050中，开关频率根据开关周期计算，所用的开关周期值是一个精确的测量值，而开关频率则可能不是。例如，对于第一个开关频率选项49 kHz(见表32)，实际开关频率计算如下： $1/(20.48 \mu\text{s}) = 48.828125 \text{ kHz}$ ，约等于49 kHz。

为避免开关频率设置错误，必须使用寄存器0xFE61[2:1]中的GO命令锁定此设置和PWM设置。

**表32. 寄存器0x33—FREQUENCY\_SWITCH(ADP1050支持的选项)**

寄存器设置	开关频率(kHz)	精确开关周期( $\mu\text{s}$ )
000000000110001 (0x0031)	49	20.48
000000000111000 (0x0038)	56	17.92
000000000111100 (0x003C)	60	16.64
000000001000001 (0x0041)	65	15.36
000000001000111 (0x0047)	71	14.08
000000001001110 (0x004E)	78	12.80
000000001010111 (0x0057)	87	11.52
111110001100011 (0xF8C3)	97.5	10.24
000000001101000 (0x0068)	104	9.60
111110001101111 (0xF8DF)	111.5	8.96
000000001111000 (0x0078)	120	8.32
000000001000010 (0x0082)	130	7.68
000000001000100 (0x0088)	136	7.36
000000001000110 (0x008E)	142	7.04
000000001001010 (0x0095)	149	6.72
111110010011100 (0xF939)	156.5	6.40
111110010100100 (0xF949)	164.5	6.08
111110010101101 (0xF95B)	173.5	5.76
000000001011100 (0x00B8)	184	5.44
111110011000011 (0xF987)	195.5	5.12
111110011001001 (0xF993)	201.5	4.96
111110011010001 (0xF9A1)	208.5	4.80
111110011010111 (0xF9AF)	215.5	4.64
000000001101111 (0xDF)	223	4.48
111110011100111 (0xF9CF)	231.5	4.32
111110011110001 (0xF9E1)	240.5	4.16
000000001111010 (0x00FA)	250	4.00
111110100000100 (0xFA09)	260.5	3.84
111110100001111 (0xFA1F)	271.5	3.68
0000000100011100 (0x011C)	284	3.52
111110100101001 (0xFA53)	297.5	3.36
111110100111000 (0xFA71)	312.5	3.20
111110101000001 (0xFA81)	320.5	3.12
000000010100100 (0x0149)	329	3.04
000000010101001 (0x0152)	338	2.96
000000010101101 (0x15B)	347	2.88
000000010110010 (0x0165)	357	2.80
111110101101111 (0xFADF)	367.5	2.72
000000010111011 (0x017B)	379	2.64
111110110000110 (0xFB0D)	390.5	2.56
000000011000110 (0x018D)	397	2.52
000000011001001 (0x0193)	403	2.48
000000011001101 (0x019A)	410	2.44

# ADP1050

寄存器设置	开关频率(kHz)	精确开关周期( $\mu$ s)
1111101101000001 (0xFB41)	416.5	2.40
1111101101001111 (0xFB4F)	423.5	2.36
0000000110101111 (0x1AF)	431	2.32
1111101101101101 (0xFB6D)	438.5	2.28
1111101101111101 (0xFB7D)	446.5	2.24
1111101110001101 (0xFB8D)	454.5	2.20
0000000111001111 (0x01CF)	463	2.16
0000000111011000 (0x01D8)	472	2.12
0000000111100001 (0x01E1)	481	2.08
0000000111101010 (0x1EA)	490	2.04
0000000111110100 (0x1F4)	500	2.00
0000000111111110 (0x01FE)	510	1.96
0000001000001000 (0x0208)	520	1.92
0000001000010011 (0x0213)	531	1.88
0000001000011111 (0x0x21F)	543	1.84
0000001000101100 (0x022C)	556	1.80
0000001000111000 (0x0238)	568	1.76
0000001001000101 (0x0245)	581	1.72
0000001001010011 (0x0253)	595	1.68
0000001001100010 (0x0262)	610	1.64
0000001001110001 (0x0271)	625	1.60

**表33. 寄存器0x33—FREQUENCY\_SWITCH**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值: $X = Y \times 2^N$ 。
[10:0]	尾数	R/W	线性格式的11位二进制补码Y值: $X = Y \times 2^N$ 。

## VIN\_ON

VIN\_ON命令设置器件开始电源转换的输入电压值(单位为V)。

**表34. 寄存器0x35—VIN\_ON**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值: $X = Y \times 2^N$ 。 N必须在-12至0(十进制)的范围内。
[10:0]	尾数	R/W	线性格式的11位二进制补码Y值: $X = Y \times 2^N$ 。

## VIN\_OFF

VIN\_OFF命令设置操作开始后器件停止电源转换的输入电压值(单位为V)。

**表35. 寄存器0x36—VIN\_OFF**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值: $X = Y \times 2^N$ 。 N必须在-12至0(十进制)的范围内。
[10:0]	尾数	R/W	线性格式的11位二进制补码Y值: $X = Y \times 2^N$ 。

**VOUT\_OV\_FAULT\_LIMIT**

VOUT\_OV\_FAULT\_LIMIT命令设置输出电压过压保护的阈值。

**表36. 寄存器0x40—VOUT\_OV\_FAULT\_LIMIT**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R/W	线性模式格式的16位无符号整数Y值： $X = Y \times 2^N$ 。 N由VOUT_MODE命令定义。 注意，可用OV保护限值必须在标称输出电压的75%到150%范围内。

**VOUT\_OV\_FAULT\_RESPONSE**

VOUT\_OV\_FAULT\_RESPONSE命令决定VOUT\_OV\_FAULT标志的故障响应。

**表37. 寄存器0x41—VOUT\_OV\_FAULT\_RESPONSE**

位	位名称/功能	R/W	说明																																				
[7:6]	响应	R/W	00 = 不中断地继续工作。 01 = 在寄存器0xFE26[7:6]指定的去抖时间(延迟时间1)内继续工作。如果故障仍然存在，按此命令的重试设置(位[5:3])指定的次数重试。 10 = 关断并根据位[5:3]中的重试设置响应。 11 = 故障存在时，输出禁用。故障条件不再存在时，操作恢复且输出使能。																																				
[5:3]	重试设置	R/W	000 = 不尝试重启。输出保持禁用，直到故障被清除。 001至110 = 尝试重启的次数。如果在允许的重试次数后ADP1050仍然无法重启，输出将禁用并保持关闭，直至故障清除。各次开始尝试重启的时间间隔由位[2:0]中的延迟时间2值设置，还要加上针对该特定故障指定的延迟时间。 111 = 尝试无限制地连续重启，直到被命令停止(由CTRL引脚和/或OPERATION命令)、 $V_{DD}$ 被移除或其它故障导致器件关断。																																				
[2:0]	延迟时间	R/W	这些位设置各次重启尝试之间的延迟时间。																																				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位2</th> <th>位1</th> <th>位0</th> <th>延迟时间2 (ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>252</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>588</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>924</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1260</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1596</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1932</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>2268</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2604</td></tr> </tbody> </table>	位2	位1	位0	延迟时间2 (ms)	0	0	0	252	0	0	1	588	0	1	0	924	0	1	1	1260	1	0	0	1596	1	0	1	1932	1	1	0	2268	1	1	1	2604
位2	位1	位0	延迟时间2 (ms)																																				
0	0	0	252																																				
0	0	1	588																																				
0	1	0	924																																				
0	1	1	1260																																				
1	0	0	1596																																				
1	0	1	1932																																				
1	1	0	2268																																				
1	1	1	2604																																				

**VOUT\_UV\_FAULT\_LIMIT**

VOUT\_UV\_FAULT\_LIMIT命令设置输出电压欠压保护的阈值。

**表38. 寄存器0x44—VOUT\_UV\_FAULT\_LIMIT**

位	位名称/功能	R/W	位名称/功能
[15:0]	尾数	R/W	线性模式的16位无符号整数Y值： $X = Y \times 2^N$ 。 N由VOUT_MODE命令定义。

# ADP1050

## VOUT\_UV\_FAULT\_RESPONSE

VOUT\_UV\_FAULT\_RESPONSE命令决定VOUT\_UV\_FAULT标志的故障响应。

**表39. 寄存器0x45—VOUT\_UV\_FAULT\_RESPONSE**

位	位名称/功能	R/W	说明																																													
[7:6]	响应	R/W	00 = 不中断地继续工作。 01 = 在延迟时间1(位[2:0])内继续操作。如果故障仍然存在，按重试设置(位[5:3])指定的次数重试。 10 = 关断(禁用输出)并根据位[5:3]中的重试设置响应。 11 = 故障存在时，输出禁用。故障条件不再存在时，操作恢复且输出使能。																																													
[5:3]	重试设置	R/W	000 = 不尝试重启。输出保持禁用，直到故障被清除。 001至110 = 尝试重启的次数。如果在允许的重试次数后器件仍然无法重启，输出将禁用并保持关闭，直至故障清除。各次开始尝试重启的时间间隔由位[2:0]中的延迟时间2值设置，还要加上针对该特定故障指定的延迟时间。 111 = 尝试无限制地连续重启，直到被命令停止(由CTRL引脚和/或OPERATION命令)、V <sub>DD</sub> 被移除或其它故障导致器件关断。																																													
[2:0]	延迟时间	R/W	这些位设置位[7:6]和位[5:3]所述的VOUT_UV_FAULT_RESPONSE延迟时间1和延迟时间2的延迟时间。																																													
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位2</th> <th>位1</th> <th>位0</th> <th>延迟时间1 (ms)</th> <th>延迟时间2 (ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>252</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>20</td> <td>588</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>40</td> <td>924</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>80</td> <td>1260</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>160</td> <td>1596</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>320</td> <td>1932</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>640</td> <td>2268</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1280</td> <td>2604</td> </tr> </tbody> </table>	位2	位1	位0	延迟时间1 (ms)	延迟时间2 (ms)	0	0	0	0	252	0	0	1	20	588	0	1	0	40	924	0	1	1	80	1260	1	0	0	160	1596	1	0	1	320	1932	1	1	0	640	2268	1	1	1	1280	2604
位2	位1	位0	延迟时间1 (ms)	延迟时间2 (ms)																																												
0	0	0	0	252																																												
0	0	1	20	588																																												
0	1	0	40	924																																												
0	1	1	80	1260																																												
1	0	0	160	1596																																												
1	0	1	320	1932																																												
1	1	0	640	2268																																												
1	1	1	1280	2604																																												

## OT\_FAULT\_LIMIT

OT\_FAULT\_LIMIT命令设置过温保护的阈值(单位为°C)。范围为0°C至156°C。如果设置值超出范围，限值将是156，返回值为156。

**表40. 寄存器0x4F—OT\_FAULT\_LIMIT**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R	线性格式的5位二进制补码N值： $X = Y \times 2^N$ 。N为固定值0。
[10:8]	尾数高位	R	尾数高位Y[10:8]，固定值0。
[7:0]	尾数低位	R/W	线性格式的尾数低位Y[7:0]值： $X = Y \times 2^N$ 。

**OT\_FAULT\_RESPONSE**

OT\_FAULT\_RESPONSE命令决定OT\_FAULT标志的故障响应。

**表41. 寄存器0x50—OT\_FAULT\_RESPONSE**

位	位名称/功能	R/W	说明																																													
[7:6]	响应	R/W	00 = 不中断地继续工作。 01 = 继续工作位[2:0]指定的延迟时间1和该特定故障指定的延迟时间。延迟时间结束时，如果故障仍然存在，器件将按照位[5:3]的重试设置响应。 10 = 关断(禁用输出)并根据位[5:3]中的重试设置响应。 11 = 故障存在时，输出禁用。故障条件不再存在时，操作恢复且输出使能。																																													
[5:3]	重试设置	R/W	000 = 不尝试重启。输出保持禁用，直到故障被清除。 001至110 = 尝试重启的次数。如果在允许的重试次数后器件仍然无法重启，输出将禁用并保持关闭，直至故障清除。各次开始尝试重启的时间间隔由位[2:0]中的延迟时间2值设置，还要加上针对该特定故障指定的延迟时间。 111 = 尝试无限制地连续重启，直到被命令停止(由CTRL引脚和/或OPERATION命令)、 $V_{DD}$ 被移除或其它故障导致器件关断。																																													
[2:0]	延迟时间	R/W	这些位设置延迟时间。																																													
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位2</th> <th>位1</th> <th>位0</th> <th>延迟时间1 (s)</th> <th>延迟时间2 (ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>252</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>588</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>924</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1260</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1596</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1932</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2268</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2604</td> </tr> </tbody> </table>	位2	位1	位0	延迟时间1 (s)	延迟时间2 (ms)	0	0	0	1	252	0	0	1	1	588	0	1	0	1	924	0	1	1	1	1260	1	0	0	1	1596	1	0	1	1	1932	1	1	0	1	2268	1	1	1	1	2604
位2	位1	位0	延迟时间1 (s)	延迟时间2 (ms)																																												
0	0	0	1	252																																												
0	0	1	1	588																																												
0	1	0	1	924																																												
0	1	1	1	1260																																												
1	0	0	1	1596																																												
1	0	1	1	1932																																												
1	1	0	1	2268																																												
1	1	1	1	2604																																												

**POWER\_GOOD\_ON**

POWER\_GOOD\_ON命令设置POWER\_GOOD信号置位的输出电压(单位为V)。STATUS\_WORD命令中的POWER\_GOOD状态位(POWER\_GOOD)始终反映VOUT相对于POWER\_GOOD\_ON和POWER\_GOOD\_OFF限值的的关系。

**表42. 寄存器0x5E—POWER\_GOOD\_ON**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R/W	设置POWER_GOOD_ON命令的输出电压。 线性格式的16位无符号整数Y值： $X = Y \times 2^N$ 。 N由VOUT_MODE命令定义。

**POWER\_GOOD\_OFF**

POWER\_GOOD\_OFF命令设置POWER\_GOOD信号被清零的输出电压(单位为V)。STATUS\_WORD命令中的POWER\_GOOD状态位(POWER\_GOOD)始终反映VOUT相对于POWER\_GOOD\_ON和POWER\_GOOD\_OFF限值的的关系。

**表43. 寄存器0x5F—POWER\_GOOD\_OFF**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R/W	设置POWER_GOOD_OFF命令的输出电压。 线性格式的16位无符号整数Y值： $X = Y \times 2^N$ 。 N由VOUT_MODE命令定义。

# ADP1050

## TON\_DELAY

TON\_DELAY命令设置开启延迟时间(单位为ms)。ADP1050仅支持表44列出的选项。

表44. 寄存器0x60—TON\_DELAY(ADP1050支持的开启延迟选项)

寄存器设置	开启延迟时间(Ms)
0000000000000000 (0x0000)	0
0000000000001010 (0x000A)	10
0000000000011001 (0x0019)	25
0000000000110010 (0x0032)	50
0000000001001011 (0x004B)	75
0000000001100100 (0x0064)	100
0000000011111010 (0x00FA)	250
0000001111101000 (0x03E8)	1000

表45. 寄存器0x60—TON\_DELAY

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值: $X = Y \times 2^N$ 。
[10:0]	尾数	R/W	线性格式的11位二进制补码Y值: $X = Y \times 2^N$ 。

## TON\_RISE

TON\_RISE命令设置开启上升时间(单位为ms)。ADP1050仅支持表46列出的值。

表46. 寄存器0x61—TON\_RISE(ADP1050支持的开启上升时间选项)

寄存器设置	开启延迟时间(Ms)
1100000000001101 (0xC00D)	0.05
1101000000001101 (0xD00D)	0.2
1111000000000111 (0xF007)	1.75
1111100000010101 (0xF815)	10.5
0000000000010101 (0x0015)	21
1111000010100001 (0xF0A1)	40.25
0000000000111100 (0x003C)	60
0000000001100100 (0x0064)	100

表47. 寄存器0x61—TON\_RISE

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值: $X = Y \times 2^N$ 。
[10:0]	尾数	R/W	线性格式的11位二进制补码Y值: $X = Y \times 2^N$ 。

## TOFF\_DELAY

TOFF\_DELAY命令设置关闭延迟时间(单位为ms)。ADP1050仅支持表48列出的值。

表48. 寄存器0x64—TOFF\_DELAY(ADP1050支持的关闭延迟选项)

寄存器设置	开启延迟时间(Ms)
0000000000000000 (0x0000)	0
0000000000110010 (0x0032)	50
0000000011111010 (0x00FA)	250
0000001111101000 (0x03E8)	1000

表49. 寄存器0x64—TOFF\_DELAY

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值: $X = Y \times 2^N$ 。
[10:0]	尾数	R/W	线性格式的11位二进制补码Y值: $X = Y \times 2^N$ 。

**STATUS\_BYTE****表50. 寄存器0x78—STATUS\_BYTE**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	保留	R	保留。
6	POWER_OFF	R	无论何种原因，包括未使能，使得器件未向输出输送能量，此位都会置位。
5	VOUT_OV_FAULT	R	发生输出过压故障。
4	保留	R	保留
3	VIN_UV_FAULT	R	发生输入欠压故障。
2	TEMPERATURE	R	发生温度故障或报警。
1	CML	R	发生通信、存储器或逻辑故障。
0	以上皆不是	R	发生位[7:1]未列出的故障或报警。

**STATUS\_WORD****表51. 寄存器0x79—STATUS\_WORD**

位	位名称/功能	R/W	说明
15	VOUT	R	STATUS_VOUT中的任何位置位都会置位该位。
14	保留	R	保留
13	输入	R	STATUS_INPUT中的任何位置位都会置位该位。
12	保留	R	保留。
11	POWER_GOOD	R	POWER_GOOD是POWER_GOOD的否定，意味着输出电源不正常。当检测到的 $V_{OUT}$ 低于POWER_GOOD_OFF命令设置的限值时，该位置1。当检测到的 $V_{OUT}$ 高于POWER_GOOD_ON命令设置的限值时，该位清0。该标志也会触发寄存器0xFE0[6]中的PGOOD标志。
[10:7]	保留	R	保留。
6	POWER_OFF	R	无论何种原因，包括未使能，使得器件未向输出输送能量，此位都会置位。
5	VOUT_OV_FAULT	R	发生输出过压故障。
4	保留	R	保留。
3	VIN_UV_FAULT	R	发生输入欠压故障。
2	TEMPERATURE	R	发生过温故障或报警。
1	CML	R	发生通信、存储器或逻辑故障。
0	以上皆不是	R	发生位[7:1]未列出的故障或报警。

**STATUS\_VOUT****表52. 寄存器0x7A—STATUS\_VOUT**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	VOUT_OV_FAULT	R	发生输出过压故障。
[6:5]	保留	R	保留。
4	VOUT_UV_FAULT	R	发生输出欠压故障。
3	VOUT_MAX 警告		尝试将输出电压设置为高于VOUT_MAX命令允许的值。
[2:0]	保留	R	保留。

**STATUS\_INPUT****表53. 寄存器0x7C—STATUS\_INPUT**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:5]	保留	R	保留。
4	VIN_UV_FAULT	R	发生输入欠压故障。
3	VIN_LOW	R	器件因为输入电压不足而禁止使能。
2	IIN_OC_FAST_FAULT	R	发生输入过流快速故障。
[1:0]	保留	R	保留

# ADP1050

## STATUS\_TEMPERATURE

表54. 寄存器0x7D—STATUS\_TEMPERATURE

位	位名称/功能	R/W	说明
7	OT_FAULT	R	发生过温故障。
6	OT_WARNING	R	发生过温报警。
[5:0]	保留	R	保留。

## STATUS\_CML

表55. 寄存器0x7E—STATUS\_CML

位	位名称/功能	R/W	说明
7	CMD_ERR	R	收到无效或不支持的命令。
6	DATA_ERR	R	收到无效或不支持的数据。
[5:2]	保留	R	保留。
1	COMM_ERR	R	检测到其它通信故障。
0	保留	R	保留。

## READ\_VIN

READ\_VIN命令返回线性格式的输入电压值(单位为V)。

表56. 寄存器0x88—READ\_VIN

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R	线性格式的5位二进制补码N值： $X = Y \times 2^N$ 。
[10:0]	尾数	R	线性格式的11位二进制补码Y值： $X = Y \times 2^N$ 。

## READ\_IIN

READ\_IIN命令返回线性格式的输入电流值(单位为A)。

表57. 寄存器0x89—READ\_IIN

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R	线性格式的5位二进制补码N值： $X = Y \times 2^N$ 。
[10:0]	尾数	R	线性格式的11位二进制补码Y值： $X = Y \times 2^N$ 。

## READ\_VOUT

READ\_VOUT命令返回线性格式的输出电压值(单位为V)。

表58. 寄存器0x8B—READ\_VOUT

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	尾数	R	线性格式的16位无符号整数Y值： $X = Y \times 2^N$ 。 N在VOUT_MODE命令中定义。

## READ\_TEMPERATURE

READ\_TEMPERATURE命令返回线性格式的温度值(°C)。

表59. 寄存器0x8D—READ\_TEMPERATURE

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R	线性格式的5位N值： $X = Y \times 2^N$ 。 5位二进制补码固定值00000。
[10:0]	尾数	R	线性格式的11位二进制补码Y值： $X = Y \times 2^N$ 。

**READ\_DUTY\_CYCLE**

READ\_DUTY\_CYCLE命令返回线性格式的PWM输出值占空比。

**表60. 寄存器0x94—READ\_DUTY\_CYCLE**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R	线性格式的5位N值： $X = Y \times 2^N$ 。 5位二进制补码固定值10110(十进制为-10)。
[10:0]	尾数	R	线性格式的11位二进制补码Y值： $X = Y \times 2^N$ 。

**READ\_FREQUENCY**

READ\_FREQUENCY命令返回线性格式的开关频率值。

**表61. 寄存器0x95—READ\_FREQUENCY**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R	线性格式的5位二进制补码N值： $X = Y \times 2^N$ 。
[10:0]	尾数	R	线性格式的11位二进制补码Y值： $X = Y \times 2^N$ 。

**READ\_PMBUS\_REVISION**

READ\_PMBUS\_REVISION命令返回PMBus版本信息。ADP1050支持PMBus 1.2版。此命令的读出结果为值0x22。

**表62. 寄存器0x98—READ\_PMBUS\_REVISION**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:4]	第一部分修订	R	符合PMBus规范第一部分：0010 = 1.2版。
[3:0]	第二部分修订	R	符合PMBus规范第二部分：0010 = 1.2版。

**MFR\_ID****表63. 寄存器0x99—MFR\_ID**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	MFR_ID	R/W	读取/写入制造商的ID信息，可保存在EEPROM中。

**MFR\_MODEL****表64. 寄存器0x9A—MFR\_MODEL**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	MFR_MODEL	R/W	读取/写入制造商的型号信息，可保存在EEPROM中。

**MFR\_REVISION****表65. 寄存器0x9B—MFR\_REVISION**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	MFR_REVISION	R/W	读取/写入制造商的版本信息，可保存在EEPROM中。

**IC\_DEVICE\_ID****表66. 寄存器0xAD—IC\_DEVICE\_ID**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	IC_DEVICE_ID	R	读取IC器件ID(默认值 = 0x4151)。

**IC\_DEVICE\_REV****表67. 寄存器0xAE—IC\_DEVICE\_REV**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	IC_DEVICE_REV	R	读取IC版本信息。当前芯片的值为0x20。

# ADP1050

## EEPROM\_DATA\_00

表68. 寄存器0xB0—EEPROM\_DATA\_00

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_00	块读取	块读取EEPROM主模块的页0中的数据。EEPROM必须首先解锁。

## EEPROM\_DATA\_01

表69. 寄存器0xB1—EEPROM\_DATA\_01

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_01	块读取	块读取EEPROM主模块的页1中的数据。EEPROM必须首先解锁。

## EEPROM\_DATA\_02

表70. 寄存器0xB2—EEPROM\_DATA\_02

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_02	块读取/ 写入	块读取/写入EEPROM主模块的页2的数据。EEPROM必须首先解锁。此页不宜用于其它目的。

## EEPROM\_DATA\_03

表71. 寄存器0xB3—EEPROM\_DATA\_03

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_03	块读取/ 写入	块读取/写入EEPROM主模块的页3的数据。EEPROM必须首先解锁。此页保留用于存储电源板参数数据供GUI使用。

## EEPROM\_DATA\_04

表72. 寄存器0xB4—EEPROM\_DATA\_04

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_04	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页4的数据。EEPROM必须首先解锁。

## EEPROM\_DATA\_05

表73. 寄存器0xB5—EEPROM\_DATA\_05

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_05	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页5的数据。EEPROM必须首先解锁。

## EEPROM\_DATA\_06

表74. 寄存器0xB6—EEPROM\_DATA\_06

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_06	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页6的数据。EEPROM必须首先解锁。

## EEPROM\_DATA\_07

表75. 寄存器0xB7—EEPROM\_DATA\_07

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_07	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页7的数据。EEPROM必须首先解锁。

## EEPROM\_DATA\_08

表76. 寄存器0xB8—EEPROM\_DATA\_08

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_08	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页8的数据。EEPROM必须首先解锁。

**EEPROM\_DATA\_09****表77. 寄存器0xB9—EEPROM\_DATA\_09**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_09	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页9的数据。EEPROM必须首先解锁。

**EEPROM\_DATA\_10****表78. 寄存器0xBA—EEPROM\_DATA\_10**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_10	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页10的数据。EEPROM必须首先解锁。

**EEPROM\_DATA\_11****表79. 寄存器0xBB—EEPROM\_DATA\_11**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_11	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页11的数据。EEPROM必须首先解锁。

**EEPROM\_DATA\_12****表80. 寄存器0xBC—EEPROM\_DATA\_12**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_12	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页12的数据。EEPROM必须首先解锁。

**EEPROM\_DATA\_13****表81. 寄存器0xBD—EEPROM\_DATA\_13**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_13	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页13的数据。EEPROM必须首先解锁。

**EEPROM\_DATA\_14****表82. 寄存器0xBE—EEPROM\_DATA\_14**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_14	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页14的数据。EEPROM必须首先解锁。

**EEPROM\_DATA\_15****表83. 寄存器0xBF—EEPROM\_DATA\_15**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_DATA_15	块读取/写入	块读取/写入EEPROM主模块的页15的数据。EEPROM必须首先解锁。

**EEPROM\_CRC\_CHKSUM****表84. 寄存器0xD1—EEPROM\_CRC\_CHKSUM**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	CRC校验和	R	从EEPROM下载操作返回CRC校验和值

**EEPROM\_NUM\_RD\_BYTES****表85. 寄存器0xD2—EEPROM\_NUM\_RD\_BYTES**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	返回的读取字节数	R/W	这些位设置使用EEPROM_DATA_xx命令时返回的读取字节数。

# ADP1050

## EEPROM\_ADDR\_OFFSET

表86. 寄存器0xD3—EEPROM\_ADDR\_OFFSET

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	地址偏移	R/W	这些位设置当前EEPROM页的地址偏移。

## EEPROM\_PAGE\_ERASE

表87. 寄存器0xD4—EEPROM\_PAGE\_ERASE

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM页擦除	W	<p>在选定EEPROM页上执行页擦除(页3至页15)。每个页擦除操作完成后须等待至少35 ms。EEPROM必须首先解锁。</p> <p>页0和页1保留，分别用于存储默认设置和用户设置。用户无法对页0或页1执行页擦除。</p> <p>页2保留供内部使用，请勿擦除页2的内容。</p> <p>页3保留用于存储电源板参数供GUI使用，存储板参数之前请勿擦除页3。</p> <p>下面是用于访问各页的寄存器设置。</p> <p>0x03 = 页3。 0x04 = 页4。 0x05 = 页5。 0x06 = 页6。 0x07 = 页7。 0x08 = 页8。 0x09 = 页9。 0x0A = 页10。 0x0B = 页11。 0x0C = 页12。 0x0D = 页13。 0x0E = 页14。 0x0F = 页15。</p>

## EEPROM\_PASSWORD

表88. 寄存器0xD5—EEPROM\_PASSWORD

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM密码	W	使用此命令写入密码以解锁EEPROM，以便进行读写访问。连续两次写入EEPROM密码可解锁EEPROM。写入任何其它值可退出。出厂默认密码为0xFF。

## TRIM\_PASSWORD

表89. 寄存器0xD6—TRIM\_PASSWORD

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	校准密码	W	使用此命令写入密码以解锁校准寄存器，以便允许写入访问。连续两次写入校准密码可解锁寄存器。写入任何其它值可退出。校准密码与EEPROM密码相同。出厂默认密码为0xFF。

## CHIP\_PASSWORD

表90. 寄存器0xD7—CHIP\_PASSWORD

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	芯片密码	W	连续两次写入正确的芯片密码可解锁芯片寄存器以供读写访问。写入任何其它值可退出。出厂默认密码为0xFFFF。无法读取此寄存器。对此寄存器的任何读取操作都会返回0。

**VIN\_SCALE\_MONITOR**

VIN\_SCALE\_MONITOR命令是VIN ADC值与实际输入电压之间的比例因子。它通常用于READ\_VIN命令。值必须在0到1(十进制)范围内。

**表91. 寄存器0xD8—VIN\_SCALE\_MONITOR**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性的5位二进制补码N值： $X = Y \times 2^N$ 。 N必须在-12至0(十进制)的范围内。
[10:0]	尾数	R/W	线性的11位二进制补码Y值： $X = Y \times 2^N$ 。

**IIN\_SCALE\_MONITOR**

IIN\_SCALE\_MONITOR命令是IIN ADC值与实际输入电流之间的比例因子。它通常用于READ\_IIN命令。值必须在0到1(十进制)范围内。

**表92. 寄存器0xD9—IIN\_SCALE\_MONITOR**

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:11]	指数	R/W	线性格式的5位二进制补码N值： $X = Y \times 2^N$ 。 N必须在-12至0(十进制)的范围内。
[10:0]	尾数	R/W	N必须在-12至0(十进制)的范围内。

**EEPROM\_INFO**

寄存器0xF1是一个读取块。EEPROM\_INFO命令从EEPROM读取第一个标志数据。

**表93. 寄存器0xF1—EEPROM\_INFO**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	EEPROM_INFO	R block	块读取EEPROM信息模块的数据。

**MFR\_SPECIFIC\_1****表94. 寄存器0xFA—MFR\_SPECIFIC\_1**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	自定义寄存器	R/W	这些位可供用户存储自定义信息。

**MFR\_SPECIFIC\_2****表95. 寄存器0xFB—MFR\_SPECIFIC\_2**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	自定义寄存器	R/W	这些位可供用户存储自定义信息。

## 特定制造商扩展命令描述

### 标志配置寄存器

寄存器0xFE00至寄存器0xFE03用于设置故障标志响应和标志清零后的响应。寄存器0xFE05[5:4]设置VDD\_OV标志响应。寄存器0xFE05[7:6]设置全局标志重新使能延迟时间。

**表96. 寄存器0xFE00至寄存器0xFE05—标志响应寄存器**

寄存器	位	标志	其他设置
0xFE00	[7:4]	保留	保留 寄存器0xFE08、寄存器0xFE0E、寄存器0xFE1A、寄存器0xFE1F、寄存器0xFEA0、寄存器0xFEA3
	[3:0]	IIN_OC_FAST_FAULT_RESPONSE	
0xFE01	[7:4]	扩展VOUT_OV_FAULT_RESPONSE	寄存器0x40、寄存器0x41、寄存器0xFE26、寄存器0xFE6B、寄存器0xFE6C 寄存器0xFE6A、寄存器0xFEA0、寄存器0xFEA3
	[3:0]	CS3_OC_FAULT_RESPONSE	
0xFE02	[7:4]	VIN_UV_FAULT_RESPONSE	寄存器0x35、寄存器0x36、寄存器0xFE29、寄存器0xFEA1、寄存器0xFEA4 保留
	[3:0]	保留	
0xFE03	[7:4]	保留	保留 寄存器0xFE12、寄存器0xFE11、寄存器0xFE14
	[3:0]	FLAGIN_RESPONSE	
0xFE05	[5:4]	VDD_OV_RESPONSE	寄存器0xFE05、寄存器0xFEA0、寄存器0xFEA3 保留
	[3:0]	保留	

**表97. 寄存器0xFE00至寄存器0xFE02—标志响应寄存器位功能描述**

位	位	R/W	说明		
[7:6]	故障响应	R/W	这些位指定标志置1时的操作。		
			位7	位6	标志操作
			0	0	不中断地继续工作。
			0	1	禁用SR1和SR2。
			1	0	禁用所有PWM输出。
1	1	保留。			
[5:4]	标志清0后的操作	R/W	这些位指定标志清0时的操作。		
			位5	位4	标志清0后的操作
			0	0	经过重新使能延迟时间后，用软启动程序重新使能PWM输出。
			0	1	PWM输出立即重新使能，不使用软启动。
			1	0	重新使能PWM输出需要PSON信号(通过寄存器0x01、寄存器0x02和/或CTRL引脚提供)。
1	1	保留。			
[3:2]	故障响应	R/W	这些位指定标志置1时的操作。		
			位3	位2	标志操作
			0	0	不中断地继续工作。
			0	1	禁用SR1和SR2。
			1	0	禁用所有PWM输出。
1	1	保留。			
[1:0]	标志清0后的操作	R/W	这些位指定标志清0时的操作。		
			位1	位0	标志清0后的操作
			0	0	经过重新使能延迟时间后，用软启动程序重新使能PWM输出。
			0	1	PWM输出立即重新使能，不使用软启动。
			1	0	重新使能PWM输出需要PSON信号(通过寄存器0x01、寄存器0x02和/或CTRL引脚提供)。
1	1	保留。			

表98. 寄存器0xFE03—标志响应FLAGIN\_RESPONSE

位	位名称/功能	R/W	说明		
[7:4]	保留	R/W	保留。		
[3:2]	故障响应	R/W	这些位指定标志置1时的操作。		
			<b>位3</b>	<b>位2</b>	<b>故障响应</b>
			0	0	不中断地继续工作。
			0	1	禁用SR1和SR2。
			1	0	禁用所有PWM输出。
1	1	保留。			
[1:0]	故障标志清0后的操作	R/W	这些位指定标志清0时的操作。		
			<b>位1</b>	<b>位0</b>	<b>故障标志清0后的操作</b>
			0	0	经过标志重新使能延迟时间后，用软启动程序重新使能PWM输出。
			0	1	PWM输出立即重新使能，不使用软启动。
			1	0	重新使能PWM输出需要PS0N信号(通过寄存器0x01、寄存器0x02和/或CTRL引脚编程)。
1	1	保留。			

表99. 寄存器0xFE05—标志重新使能延迟，VDD\_OV\_RESPONSE

位	位名称/功能	R/W	说明		
[7:6]	标志重新使能延迟	R/W	这些位指定从特定制造商标志清零到软启动的全局延迟时间。		
			<b>位7</b>	<b>位6</b>	<b>典型延迟时间</b>
			0	0	250 毫秒
			0	1	500 毫秒
			1	0	1秒
1	1	2秒			
5	VDD_OV标志忽略	R/W	此位使能或禁用VDD_OV标志。 0 = 发生 $V_{DD}$ 过压状况时，VDD_OV标志置1。当发生VDD过压状况时，标志置1，ADP1050关断。当 $V_{DD}$ 过压状况结束时，标志清0，器件下载EEPROM内容，然后用软启动程序重启。 1 = VDD_OV标志始终清0。当发生 $V_{DD}$ 过压状况时，标志始终清0，器件不中断地继续工作。		
4	VDD_OV标志去抖	R/W	此位设置VDD_OV标志的去抖时间。 0 = 500 $\mu$ s去抖时间。 1 = 2 $\mu$ s去抖时间。		
[3:0]	保留	R/W	保留。		

# ADP1050

## 软启动和软件复位寄存器

表100. 寄存器0xFE06—软件复位GO命令

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:1]	保留	R/W	保留。
0	软件复位GO	W	此位允许用户对ADP1050执行软件复位。此位置1将复位器件，从ADP1050关闭到重启有一个重启延迟时间。重启延迟时间在寄存器0xFE07[1:0]中设置。

表101. 寄存器0xFE07—软件复位设置

位	位名称/功能	R/W	说明		
[7:3]	保留	R/W	保留。		
2	附加标志重新使能延迟	R/W	此位指定特定制造商标志清0之后、ADP1050开始软启动之前，重新使能延迟时间是否增加TON_DELAY值。 0 = 重新使能延迟不增加额外延迟。 1 = 重新使能延迟增加额外延迟。该延迟时间在TON_DELAY命令(寄存器0x60)中指定。		
[1:0]	重启延迟	R/W	这些位指定从PSON信号置1到软启动开始的延迟时间。		
			<b>位1</b>	<b>位0</b>	<b>重启延迟</b>
			0	0	0毫秒
			0	1	500毫秒
			1	0	1秒
1	1	2秒			

表102. 寄存器0xFE08—同步整流器(SR)软启动设置

位	位名称/功能	R/W	说明		
7	保留	R/W	保留。		
6	CS1逐周期限流以禁用SR2	R/W	此位置1时，若发生CS1逐周期限流，开关周期的剩余时间将禁用SR2输出。		
5	CS1逐周期限流以禁用SR1	R/W	此位置1时，若发生CS1逐周期限流，开关周期的剩余时间将禁用SR1输出。		
4	SR软启动设置	R/W	0 = 同步整流器仅在第一次使能时执行软启动。 1 = 同步整流器每次使能时都执行软启动。		
[3:2]	SR软启动速度	R/W	SR PWM输出配置为以软启动开启时(使用位[1:0])，输出的上升沿以40 ns的步进左移。这些位指定PWM完成一次40 ns的移动所需的开关周期数。		
			<b>位3</b>	<b>位2</b>	<b>SR软启动时序</b>
			0	0	SR PWM输出在1个开关周期中改变40 ns。
			0	1	SR PWM输出在4个开关周期中改变40 ns。
			1	0	SR PWM输出在16个开关周期中改变40 ns。
1	1	SR PWM输出在64个开关周期中改变40 ns。			
1	SR2软启动	R/W	此位置1将使能SR2的软启动。		
0	SR1软启动	R/W	此位置1将使能SR1的软启动。		

表103. 寄存器0xFE09—开环工作的软启动设置

位	位名称/功能	R/W	说明															
7	开环工作软启动使能	R/W	此位置1将使能开环工作的软启动。															
6	OUTA和OUTB边沿	R/W	此位置1时，在开环工作的软启动期间的一个周期中，OUTA和OUTB的下降沿始终在上升沿之后。															
5	SR1和SR2边沿	R/W	此位仅在该寄存器的位7置1时有效。 0 = 在软启动期间的一个周期内，SR1和SR2的上升沿始终出现在下降沿之后。 1 = 在软启动期间的一个周期内，SR1和SR2的下降沿始终出现在上升沿之后。															
[4:3]	开环工作和开环前馈工作的软启动速度	R/W	当ADP1050配置为开环工作时，PWM输出的下降沿以40 ns的步进右移。当ADP1050配置为开环正馈工作时，PWM输出的调制边沿以40 ns的步进从原始位置移走。这些位指定PWM完成一次40ns的移动多少开关周期。															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位4</th> <th>位3</th> <th>开环软启动时序</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>PWM输出在1个开关周期中改变40 ns。</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>PWM输出在4个开关周期中改变40 ns。</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>PWM输出在16个开关周期中改变40 ns。</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>PWM输出在64个开关周期中改变40 ns。</td> </tr> </tbody> </table>	位4	位3	开环软启动时序	0	0	PWM输出在1个开关周期中改变40 ns。	0	1	PWM输出在4个开关周期中改变40 ns。	1	0	PWM输出在16个开关周期中改变40 ns。	1	1	PWM输出在64个开关周期中改变40 ns。
位4	位3	开环软启动时序																
0	0	PWM输出在1个开关周期中改变40 ns。																
0	1	PWM输出在4个开关周期中改变40 ns。																
1	0	PWM输出在16个开关周期中改变40 ns。																
1	1	PWM输出在64个开关周期中改变40 ns。																
2	开环工作的软启动变化	R/W	此位置1将使能开环工作软启动期间的全局变量。 1 = 所有输出使用OUTB ( $t_{F2} - t_{R2}$ ) 计算得到的时间变量。															
[1:0]	保留	R/W	保留。															

## BLANKING AND PGOOD SETTING REGISTERS

表104. 寄存器0xFE0B—软启动期间的标志屏蔽

位	位名称/功能	R/W	说明
7	保留	R/W	保留。
6	屏蔽FLAGIN标志	R/W	0 = 软启动期间屏蔽此标志。 1 = 软启动期间不屏蔽此标志。
5	保留	R/W	保留。
4	屏蔽VIN_UV_FAULT标志	R/W	0 = 软启动期间屏蔽此标志。 1 = 软启动期间不屏蔽此标志。
3	屏蔽IIN_OC_FAST_FAULT标志	R/W	0 = 软启动期间屏蔽此标志。 1 = 软启动期间不屏蔽此标志。
2	保留	R/W	保留。
1	屏蔽CS3_OC_FAULT标志	R/W	0 = 软启动期间屏蔽此标志。 1 = 软启动期间不屏蔽此标志。
0	屏蔽VOUT_OV_FAULT标志	R/W	0 = 软启动期间屏蔽此标志。 1 = 软启动期间不屏蔽此标志。

# ADP1050

**表105. 寄存器0xFE0C—软启动期间的伏秒平衡屏蔽和SR禁用**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:5]	保留	R/W	保留。
4	VIN_UV_FAULT重新使能屏蔽	R/W	0 = 标志重新使能延迟期间VIN_UV_FAULT标志不屏蔽。如果ADP1050能在PSU开始工作之前检测到输入电压信号，建议使用此设置。 1 = 标志重新使能延迟期间VIN_UV_FAULT标志屏蔽。
3	第一个标志ID更新	R/W	此位指定是否将第一个标志ID保存到EEPROM。若置1，第一个标志ID将被保存到EEPROM。在V <sub>DD</sub> 上电复位期间，第一个标志ID从EEPROM下载到寄存器0xFEA6。 0 = 第一个标志ID不保存到EEPROM。 1 = 第一个标志ID保存到EEPROM。
2	标志关断时序	R/W	指定特定制造商标志触发后，PWM输出何时关断。 0 = PWM输出在开关周期结束时关断。 1 = PWM输出立即关断。
1	伏秒平衡屏蔽	R/W	0 = 软启动期间伏秒平衡控制不屏蔽。 1 = 软启动期间伏秒平衡控制屏蔽。
0	SR禁用	R/W	0 = 软启动期间SR1和SR2不禁用。 1 = 软启动期间SR1和SR2禁用。

**表106. 寄存器0xFE0D—PGOOD屏蔽设置**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	VIN_UV_FAULT标志	R/W	1 = PGOOD忽略VIN_UV_FAULT标志。
6	IIN_OC_FAST_FAULT标志	R/W	1 = PGOOD忽略IIN_OC_FAST_FAULT标志。
5	保留	R/W	保留。
4	VOUT_OV_FAULT标志	R/W	1 = PGOOD忽略VOUT_OV_FAULT标志。
3	VOUT_UV_FAULT标志	R/W	1 = PGOOD忽略VOUT_UV_FAULT标志。
2	OT_FAULT标志	R/W	1 = PGOOD忽略OT_FAULT标志。
1	OT_WARNING标志	R/W	1 = PGOOD忽略OT_WARNING标志。
0	保留	R/W	保留。

**表107. 寄存器0xFE0E—PGOOD标志去抖**

位	位名称/功能	R/W	说明															
[7:6]	保留	R/W	保留。															
5	CS1逐周期限流以禁用OUTB	R/W	此位置1时，若发生CS1逐周期限流，开关周期的剩余时间将禁用OUTB输出。															
4	CS1逐周期限流以禁用OUTA	R/W	此位置1时，若发生CS1逐周期限流，开关周期的剩余时间将禁用OUTA输出。															
[3:2]	PGOOD 标志清零去抖	R/W	这些位指定PGOOD标志清零去抖，即从满足PGOOD清零条件到PGOOD标志清零的时间。															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位3</th> <th>位2</th> <th>PGOOD 标志置位去抖(ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>600</td> </tr> </tbody> </table>	位3	位2	PGOOD 标志置位去抖(ms)	0	0	0	0	1	200	1	0	320	1	1	600
位3	位2	PGOOD 标志置位去抖(ms)																
0	0	0																
0	1	200																
1	0	320																
1	1	600																
[1:0]	PGOOD 标志置位去抖	R/W	这些位指定PGOOD标志置位去抖，即从满足PGOOD置位条件到PGOOD标志置位且PG/ALT引脚变为低电平的时间															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位1</th> <th>位0</th> <th>PGOOD 标志清零去抖(ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>600</td> </tr> </tbody> </table>	位1	位0	PGOOD 标志清零去抖(ms)	0	0	0	0	1	200	1	0	320	1	1	600
位1	位0	PGOOD 标志清零去抖(ms)																
0	0	0																
0	1	200																
1	0	320																
1	1	600																

表108. 寄存器0xFE0F—置位PGOOD的去抖时间

位	位名称/功能	R/W	去抖时间(ms)
7	VIN_UV_FAULT置位PGOOD	R/W	0 = 0 1 = 1.3
6	IIN_OC_FAST_FAULT置位PGOOD	R/W	0 = 0 1 = 1.3
5	保留	R/W	保留。
4	VOUT_OV_FAULT置位PGOOD	R/W	0 = 0 1 = 1.3
3	VOUT_UV_FAULT置位PGOOD	R/W	0 = 0 1 = 1.3
2	OT_FAULT置位PGOOD	R/W	0 = 0 1 = 1.3
1	OT_WARNING置位PGOOD	R/W	0 = 0 1 = 1.3
0	保留	R/W	保留。

### 开关频率和同步寄存器

同步使能时，ADP1050获取SYNI信号并增加 $t_{\text{SYNC\_DELAY}}$ 和760 ns的传播延迟，以产生内部同步参考时钟，如图55所示。ADP1050利用该参考时钟产生自己的时钟。

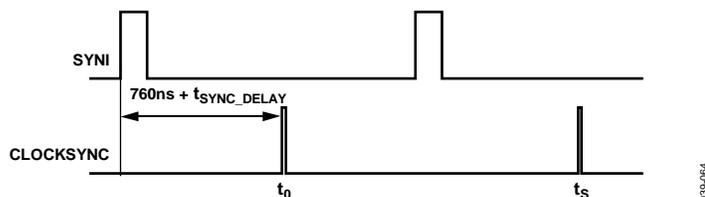


图55.同步时序

表109. 寄存器0xFE11—同步延迟时间

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	$t_{\text{SYNC\_DELAY}}$	R/W	设置同步参考时钟相对于SYNI信号上升沿的额外延迟时间。每个LSB大小为40 ns。 注意，该延迟时间不能超过一个开关周期。如果使能了PWM 180°相移，则延迟时间不能超过一个开关周期的一半。

表110. 寄存器0xFE12—同步一般设置

位	位名称/功能	R/W	说明
7	保留	R/W	保留。
6	同步的相位捕捉范围	R/W	设置相位捕捉范围。同步使能时，ADP1050检测外部与内部时钟之间的相移。当相移落在该范围内时，同步开始。 0 = 相位捕捉范围是 $\pm 3.125\%$ ( $\pm 11.25^\circ$ )。 1 = 相位捕捉范围是 $\pm 6.25\%$ ( $\pm 22.5^\circ$ )。这是推荐设置。
[5:4]	保留	R/W	保留。
3	使能同步	R/W	此位使能作为从器件的频率同步。ADP1050通过SYNI/FLGI引脚与外部时钟同步。若使能同步，位0 = 0。
2	FLGI极性	R/W	设置SYNI/FLGI引脚编程为FLGI时的极性。 0 = SYNI/FLGI引脚的逻辑高电平设置FLAGIN标志；逻辑低电平使FLAGIN标志清零。 1 = SYNI/FLGI引脚的逻辑低电平设置FLAGIN标志；逻辑高电平使FLAGIN标志清零。
1	FLAGIN标志去抖时间	R/W	0 = FLAGIN标志具有0 $\mu\text{s}$ 去抖时间。 1 = FLAGIN标志具有100 $\mu\text{s}$ 去抖时间。
0	SYNI/FLGI引脚功能选择	R/W	将SYNI/FLGI引脚配置为标志输入或同步输入。SYNI未使能时，此位必须置1。 0 = SYNI/FLGI引脚用作同步输入(SYNI)。 1 = SYNI/FLGI引脚用作标志输入(FLGI)。

# ADP1050

**表111. 寄存器0xFE13—双端拓扑模式**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	保留	R/W	保留。
6	双端拓扑使能	R/W	该位置1表示使用双端拓扑。它影响调制最大限值。各半周期中的调制限值是寄存器0xFE3C编程的调制限值的一半。 0 = 在单端拓扑中工作，如降压、正激、反激等。 1 = 在双端拓扑中工作，如全桥、半桥、推挽等。
[5:0]	保留	R/W	保留。

## CURRENT SENSE AND LIMIT SETTING REGISTERS

**表112. 寄存器0xFE14—CS1增益校准**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	增益极性	R/W	该位置1表示引入负增益。 0 = 引入正增益。 1 = 引入负增益。
[6:0]	CS1增益校准	R/W	该值校准CS1电流检测增益。对CS1引脚施加1V直流电压。此寄存器调整到CS1值读出十进制2560(0xA00)为止。

**表113. 寄存器0xFE19—CS3 OC去抖**

位	位名称/功能	R/W	说明															
7	保留	R/W	保留。															
[6:5]	CS3_OC_FAULT标志去抖	R/W	这两位设置CS3_OC_FAULT标志去抖时间。 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>位6</th> <th>位5</th> <th>去抖时间(ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>200</td> </tr> </tbody> </table>	位6	位5	去抖时间(ms)	0	0	0	0	1	10	1	0	20	1	1	200
位6	位5	去抖时间(ms)																
0	0	0																
0	1	10																
1	0	20																
1	1	200																
[4:0]	保留	R/W	保留。															

**表114. 寄存器0xFE1A—IIN\_OC\_FAST\_FAULT\_LIMIT**

位	位名称/功能	R/W	说明																																				
7	保留	R/W	保留。																																				
[6:4]	IIN_OC_FAST_FAULT_LIMIT	R/W	若设置了CS1逐周期限流比较器且CS1_OCP标志被触发，则此时所有开启的PWM输出都可编程为在余下的开关周期内立即禁用。PWM输出在下一个开关周期开始时恢复正常工作。有一个内部计数器N，其初始值为0。N计数连续开关周期中CS1_OCP标志的触发次数。如果CS1_OCP标志在一个周期中被触发，则 $N_{CURRENT} = N_{PREVIOUS} + 2$ 。如果CS1_OCP标志在一个周期中未被触发且之前的 $N > 0$ ，则 $N_{CURRENT} = N_{PREVIOUS} - 1$ 。如果CS1_OCP标志未被触发且之前的 $N = 0$ ，则 $N_{CURRENT} = 0$ 。当N达到IIN_OC_FAST_FAULT_LIMIT值时，IIN_OC_FAST_FAULT标志置1。 注意，单端拓扑中为一个周期，如降压转换器和正激转换器等。双端拓扑中为两个周期，如全桥转换器、半桥转换器和推挽转换器等。 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>位6</th> <th>位5</th> <th>位4</th> <th>限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>128</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>256</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>512</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1024</td> </tr> </tbody> </table>	位6	位5	位4	限值	0	0	0	2	0	0	1	8	0	1	0	16	0	1	1	64	1	0	0	128	1	0	1	256	1	1	0	512	1	1	1	1024
位6	位5	位4	限值																																				
0	0	0	2																																				
0	0	1	8																																				
0	1	0	16																																				
0	1	1	64																																				
1	0	0	128																																				
1	0	1	256																																				
1	1	0	512																																				
1	1	1	1024																																				
[3:0]	保留	R/W	保留。																																				

表115. 寄存器0xFE1B—CS1逐周期限流基准

位	位名称/功能	R/W	说明
7	保留	R/W	保留。
6	CS1逐周期限流基准	R/W	0 = CS1逐周期限流基准为1.2 V。 1 = CS1逐周期限流基准为0.25 V。
[5:0]	保留	R/W	保留。

表116. 寄存器0xFE1D—匹配逐周期限流设置

位	位名称/功能	R/W	说明
7	保留	R/W	保留。
6	使能匹配逐周期限流	R/W	该位置1将使能匹配逐周期限流功能。
[5:2]	保留	R/W	保留。
1	OUTB上升沿消隐	R/W	该位指定CS1逐周期限流比较器的消隐时间是否以OUTB的上升沿为基准。 0 = OUTB上升沿时不消隐。 1 = 消隐时间以OUTB上升沿为基准。
0	OUTA上升沿消隐	R/W	该位指定CS1逐周期限流比较器的消隐时间是否以OUTA的上升沿为基准。 0 = OUTA上升沿时不消隐。 1 = 消隐时间以OUTA上升沿为基准。

表117. 寄存器0xFE1E—SR1和SR2对逐周期限流的响应

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:2]	保留	R/W	保留。
1	SR2对逐周期限流的响应	R/W	该位仅在SR2输出编程为与OUTA输出互补时适用。该位置1且存在逐周期限流时，如果逐周期限流禁用OUTA，则SR2上升沿开启。其下降沿仍然遵循编程值。
0	SR1对逐周期限流的响应	R/W	该位仅在SR1输出编程为与OUTB输出互补时适用。该位置1且存在逐周期限流时，如果逐周期限流禁用OUTB，则SR1上升沿开启。其下降沿仍然遵循编程值。

# ADP1050

**表118. 寄存器0xFE1F—CS1逐周期限流设置**

位	位名称/功能	R/W	说明																																				
7	忽略CS1逐周期限流比较器	R/W	该位置1将导致忽略CS1 OCP比较器输出。CS1_OCP内部标志始终清0。																																				
[6:4]	前沿消隐	R/W	这些位决定前沿消隐时间。在此期间忽略CS1 OCP比较器输出。此时间从OUTA和OUTB的上升沿算起(可在寄存器0xFE1D[1:0]中编程)。																																				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位6</th> <th>位5</th> <th>位4</th> <th>前沿消隐时间(ns)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>40</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>80</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>120</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>200</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>400</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>600</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>800</td></tr> </tbody> </table>	位6	位5	位4	前沿消隐时间(ns)	0	0	0	0	0	0	1	40	0	1	0	80	0	1	1	120	1	0	0	200	1	0	1	400	1	1	0	600	1	1	1	800
位6	位5	位4	前沿消隐时间(ns)																																				
0	0	0	0																																				
0	0	1	40																																				
0	1	0	80																																				
0	1	1	120																																				
1	0	0	200																																				
1	0	1	400																																				
1	1	0	600																																				
1	1	1	800																																				
[3:2]	保留	R/W	保留。																																				
[1:0]	CS1逐周期限流去抖时间	R/W	这些位设置CS1逐周期限流的去抖时间。这是CS1信号在PWM输出关断之前必须始终保持高于CS1逐周期限流基准的最小时间。发生这种情况时, 选定PWM输出在开关周期的剩余时间内可以禁用。																																				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位1</th> <th>位0</th> <th>去抖时间(ns)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>40</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>80</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>120</td></tr> </tbody> </table>	位1	位0	去抖时间(ns)	0	0	0	0	1	40	1	0	80	1	1	120																					
位1	位0	去抖时间(ns)																																					
0	0	0																																					
0	1	40																																					
1	0	80																																					
1	1	120																																					

## 电压检测和限值设置寄存器

**表119. 寄存器0xFE20—VS增益校准**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	调整极性	R/W	0 = 引入正增益。 1 = 引入负增益。
[6:0]	VS增益校准	R/W	这些位设置应用于VS ADC读数的增益校准数量。VOUT_CAL_OFFSET调整完成后, 该寄存器调整READ_VOUT命令中的电压读数。该寄存器调整到寄存器中的READ_VOUT读数与输出电压测量结果完全一致为止。

**表120. 寄存器0xFE25—预偏置启动使能**

位	位名称/功能	R/W	预偏置启动使能
7	预偏置启动使能	R/W	此位置1将使能预偏置启动功能。若使能该功能, 软启动斜坡将从当前输出电压开始。初始PWM调制值基于以下值产生: 寄存器0xFE39设置、检测到的 $V_{OUT}$ 值和检测到的 $V_{IN}$ 值。为引入 $V_{IN}$ 值进行初始调制计算, 设置寄存器0xFE6C[1] = 1, 除非正在使用闭环输入电压前馈工作模式。
[6:0]	保留	R/W	保留。

**表121. 寄存器0xFE26—VOUT\_OV\_FAULT标志去抖**

位	位名称/功能	R/W	说明															
[7:6]	VOUT_OV_FAULT标志去抖	R/W	这些位设置VOUT_OV_FAULT标志去抖时间。															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位7</th> <th>位6</th> <th>典型去抖时间(<math>\mu</math>s)(延迟时间1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>8</td></tr> </tbody> </table>	位7	位6	典型去抖时间( $\mu$ s)(延迟时间1)	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	1	8
位7	位6	典型去抖时间( $\mu$ s)(延迟时间1)																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	2																
1	1	8																
[5:0]	保留	R/W	保留															

表122. 寄存器0xFE28—VF增益校准

位	位名称/功能	R/W	说明
7	调整极性	R/W	0 = 引入正增益。 1 = 引入负增益。
[6:0]	VF调整	R/W	这些位设置应用于VF ADC读数的增益校准数量。该寄存器调整VF引脚电压，使之处于外部电阻容差范围内。当VF引脚电压为1V时，调整该寄存器，直到VF值寄存器读数为十进制1280 (0x500)。

表123. 寄存器0xFE29—VIN\_ON和VIN\_OFF延迟

位	位名称/功能	R/W	说明															
[7:6]	保留	R/W	保留															
5	VIN_UV_FAULT使能	R/W	该位置1将使能用于产生VIN_UV_FAULT标志的VIN_ON值和VIN_OFF值。															
4	电源转换停止延迟	R/W	设置从VIN_LOW标志置1到电源转换停止的延迟时间。 0 = 0 ms。 1 = 1 ms。															
[3:2]	电源转换开始延迟	R/W	设置从VIN_LOW标志清0到电源转换开始的延迟时间。															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位3</th> <th>位2</th> <th>延迟时间(ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table>	位3	位2	延迟时间(ms)	0	0	0	0	1	10	1	0	40	1	1	80
位3	位2	延迟时间(ms)																
0	0	0																
0	1	10																
1	0	40																
1	1	80																
[1:0]	VIN_UV_FAULT标志去抖	R/W	位5置1时，设置VIN_UV_FAULT标志的去抖时间。															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位1</th> <th>位0</th> <th>典型去抖时间(ms)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	位1	位0	典型去抖时间(ms)	0	0	0	0	1	2.5	1	0	10	1	1	100
位1	位0	典型去抖时间(ms)																
0	0	0																
0	1	2.5																
1	0	10																
1	1	100																

## 温度检测和保护设置寄存器

表124. 寄存器0xFE2A—RTD增益校准

位	位名称/功能	R/W	说明
7	增益极性	R/W	该位置1表示引入负增益。该位置0表示引入正增益。
[6:0]	RTD增益校准	R/W	该值校准RTD检测增益。

表125. 寄存器0xFE2B—RTD偏置校准(MSB)

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:3]	保留	R/W	保留。
2	RTD电流源禁用	R/W	此位置1并且将0x00写入寄存器0xFE2D，则禁用RTD电流源。
1	校准极性	R/W	设置该位为1表示引入负偏置。设置该位为0表示引入正偏置。
0	RTD偏置校准(MSB)	R/W	此位与寄存器0xFE2C(即LSB)一同设置施加于RTD ADC读数的偏置校准量。

表126. 寄存器0xFE2C—RTD偏置校准(LSB)

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	RTD偏置校准(LSB)	R/W	这8位与寄存器0xFE2B[0](即MSB)一同设置施加于RTD ADC读数的偏置校准量。

# ADP1050

表127. 寄存器0xFE2D—RTD电流源设置

位	位名称/功能	R/W	说明		
[7:6]	RTD电流设置	R/W	这些位设置RTD引脚上的电流源大小。		
			位7	位6	电流源( $\mu\text{A}$ )
			0	0	10
			0	1	20
			1	0	30
1	1	40			
[5:0]	RTD电流调整	R/W	这6位用于调整RTD引脚上的电流源。每个LSB对应160 nA，与位[7:6]中选择的RTD电流设置无关。		

表128. 寄存器0xFE2F—OT迟滞设置

位	位名称/功能	R/W	说明		
[7:3]	保留	R/W	保留。		
2	OT_WARNING标志去抖	R/W	该位设置OT_WARNING标志去抖时间。 0 = 标志操作去抖时间设为100 ms。 1 = 标志操作去抖时间设为0 ms。		
[1:0]	OT迟滞	R/W	这些位设置OT迟滞。由于NTC热敏电阻或模拟温度传感器的温度系数为负值，因此OT_FAULT标志清0电压阈值大于OT_FAULT标志置1电压阈值。		
			位1	位0	OT迟滞
			0	0	OT迟滞 = 12.5 mV (4 LSB)
			0	1	OT迟滞 = 25 mV (8 LSB)
			1	0	OT迟滞 = 37.5 mV (12 LSB)
1	1	OT迟滞 = 50 mV (16 LSB)			

## 数字补偿器和调制设置寄存器

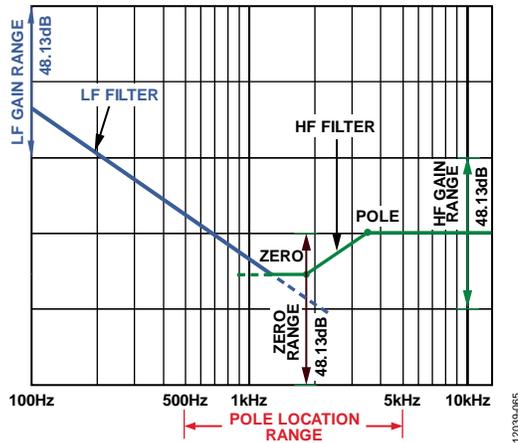


图56. 数字补偿器可编程性

表129. 寄存器0xFE30—正常模式补偿器低频增益设置

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	正常模式低频增益	R/W	该寄存器决定正常模式下数字补偿器的低频增益。它可在48.13 dB范围内编程。参见图56。

表130. 寄存器0xFE31—正常模式补偿器零点设置

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	正常模式零点设置	R/W	该寄存器决定正常模式下数字补偿器的零点位置。参见图56。

表131. 寄存器0xFE32—正常模式补偿器极点设置

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	正常模式极点设置	R/W	该寄存器决定正常模式下数字补偿器的极点位置。参见图56。

表132. 寄存器0xFE33—正常模式补偿器高频增益设置

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	正常模式高频增益	R/W	该寄存器决定正常模式下数字补偿器的高频增益。它可在48.13 dB范围内编程。参见图56。

表133. 寄存器0xFE38—伏秒平衡的CS1阈值

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	伏秒平衡的CS1阈值	R/W	该寄存器设置使能伏秒平衡控制的CS1阈值。伏秒平衡控制功能仅在此CS1值大于此阈值时激活。每个LSB为6.25 mV。

表134. 寄存器0xFE39—预偏置启动的标称调制值

位	位名称/功能	R/W	说明										
[7:0]	预偏置启动功能的标称调制值	R/W	这些位设置输入电压和输出电压处于标称条件时的标称调制值。它用于根据检测到的 $V_{OUT}$ 值和 $V_{IN}$ 值，计算预偏置启动的初始调制值。如果寄存器0xFE6C[1]清0，则输入电压始终被视为标称输入条件，使用闭环前馈工作模式除外。										
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>开关频率范围(kHz)</th> <th>与LSB对应的分辨率(ns)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>49至87</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>97.5至184</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>195.5至379</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>390.5至625</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	开关频率范围(kHz)	与LSB对应的分辨率(ns)	49至87	80	97.5至184	40	195.5至379	20	390.5至625	10
开关频率范围(kHz)	与LSB对应的分辨率(ns)												
49至87	80												
97.5至184	40												
195.5至379	20												
390.5至625	10												

表135. 寄存器0xFE3A—SR驱动器延迟

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:6]	保留	R/W	保留。
[5:0]	SR输出延迟	R/W	这些位以5 ns的步进设置SR输出延迟，范围是0 ns至315 ns(最大值)。

表136. 寄存器0xFE3B—PWM 180°相移设置

位	位名称/功能	R/W	说明
7	伏秒平衡前沿消隐	R/W	此位置1表示伏秒平衡计算时，CS1在选定用于伏秒平衡的那些PWM输出的上升沿消隐。消隐时间与CS1逐周期限流设置相同。
6	伏秒平衡每个相位进行50%消隐	R/W	此位置1可将CS1上的电流采样周期限制为低于50%的半周期。
5	SR2 180°相移	R/W	此位置1时，SR2边沿的时序增加180°相移。
4	SR1 180°相移	R/W	此位置1时，SR1边沿的时序增加180°相移。
[3:2]	保留	R/W	保留。
1	OUTB 180°相移	R/W	此位置1时，OUTB边沿的时序增加180°相移。
0	OUTA 180°相移	R/W	此位置1时，OUTA边沿的时序增加180°相移。

# ADP1050

图57和寄存器0xFE3C说明调制限值设置。

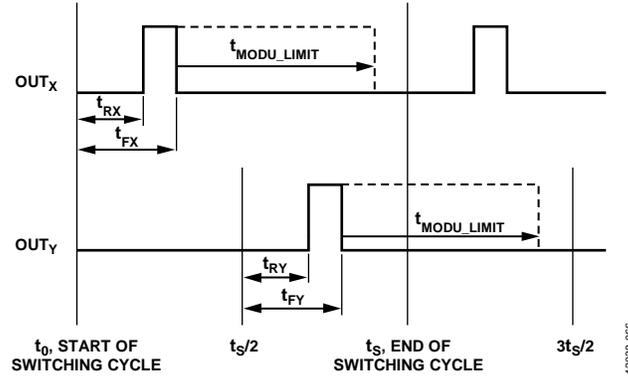


图57. 设置调制限值

表137. 寄存器0xFE3C—调制限值

位	位名称/功能	R/W	说明										
[7:0]	调制限值	R/W	该寄存器设置调制限值 $t_{MODU\_LIMIT}$ (最大占空比)。调制限值是调制边沿相对于默认时序的最大时间变化量(参见图57)。一个LSB的步长取决于开关频率。										
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>开关频率范围(kHz)</th> <th>LSB步长(ns)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>49至87</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>97.5至184</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>195.5至379</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>390.5至625</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	开关频率范围(kHz)	LSB步长(ns)	49至87	80	97.5至184	40	195.5至379	20	390.5至625	10
开关频率范围(kHz)	LSB步长(ns)												
49至87	80												
97.5至184	40												
195.5至379	20												
390.5至625	10												

表138. 寄存器0xFE3D—前馈和软启动滤波器增益

位	位名称/功能	R/W	说明															
7	开环输入电压前馈工作的软启动使能	R/W	此位置1将使能开环输入电压前馈工作的软启动程序。使用该功能时, 位6应置1。															
6	开环输入电压前馈工作使能	R/W	0 = 开环输入电压前馈工作禁用。 1 = 开环输入电压前馈工作使能。															
5	高频ADC去抖时间	R/W	此位设置用于检测VS高频ADC设置的去抖时间。必须将位4置1才能使能该功能。 0 = 5 ms去抖时间。 1 = 10 ms去抖时间。															
4	高频ADC去抖使能	R/W	此位置1将使能软启动结束时用于检测VS高频ADC设置的去抖时间。去抖时间使用位5设置。															
3	前馈ADC选择	R/W	此位始终置1以选择11位VF ADC(出厂默认设置)。															
2	前馈使能	R/W	此位使能或禁用闭环工作期间的前馈控制。 0 = 闭环输入电压前馈控制禁用。 1 = 闭环输入电压前馈控制使能。															
[1:0]	软启动滤波器增益	R/W	这些位设置软启动滤波器的增益。															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位1</th> <th>位0</th> <th>软启动滤波器增益</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	位1	位0	软启动滤波器增益	0	0	1	0	1	2	1	0	4	1	1	8
位1	位0	软启动滤波器增益																
0	0	1																
0	1	2																
1	0	4																
1	1	8																

## PWM输出时序寄存器

图58以及寄存器0xFE3E至寄存器0xFE53描述了ADP1050产生的4个PWM信号的实现与编程。

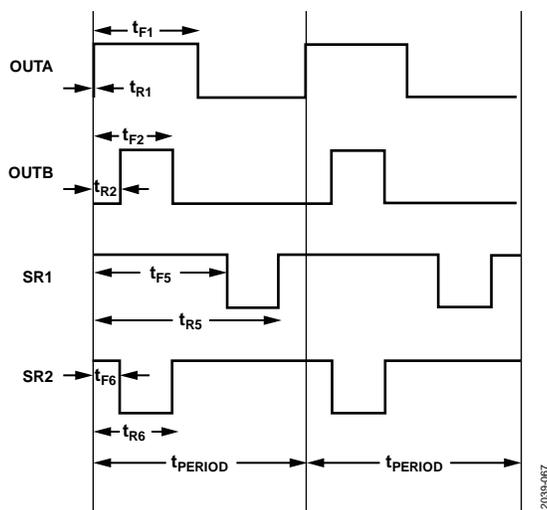


图58. PWM时序图

表139. 寄存器0xFE3E/寄存器0xFE41/寄存器0xFE4A/寄存器0xFE4D—OUTA/OUTB/SR1/SR2上升沿时序

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	上升沿时序 $t_{RX}$ (MSB)	R/W	这些位包含12位 $t_{RX}$ 时间的8个MSB。该值始终与寄存器0xFE40、寄存器0xFE43、寄存器0xFE4C和寄存器0xFE4F(这些寄存器包含位 $t_{RX}$ 时间的4个LSB)的4个MSB一起使用。 $t_{RX}$ 代表 $t_{R1}$ 、 $t_{R2}$ 、 $t_{R5}$ 和 $t_{R6}$ 。每个LSB对应于5 ns分辨率。

表140. 寄存器0xFE3F/寄存器0xFE42/寄存器0xFE4B/寄存器0xFE4E—OUTA/OUTB/SR1/SR2下降沿时序

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	下降沿时序 $t_{FX}$ (MSB)	R/W	这些位包含12位 $t_{FX}$ 时间的8个MSB。该值始终与寄存器0xFE40、寄存器0xFE43、寄存器0xFE4C和寄存器0xFE4F(这些寄存器包含位 $t_{FX}$ 时间的4个LSB)的4个MSB一起使用。 $t_{FX}$ 代表 $t_{F1}$ 、 $t_{F2}$ 、 $t_{F5}$ 和 $t_{F6}$ 。每个LSB对应于5 ns分辨率。

表141. 寄存器0xFE40/寄存器0xFE43/寄存器0xFE4C/寄存器0xFE4F—OUTA/OUTB/SR1/SR2上升沿和下降沿时序(LSB)

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:4]	上升沿时序 $t_{RX}$ (LSB)	R/W	这些位包含12位 $t_{RX}$ 时间的4个LSB。该值始终与寄存器0xFE40、寄存器0xFE43、寄存器0xFE4C和寄存器0xFE4F(这些寄存器包含位 $t_{RX}$ 时间的4个LSB)的4个MSB一起使用。 $t_{RX}$ 代表 $t_{R1}$ 、 $t_{R2}$ 、 $t_{R5}$ 和 $t_{R6}$ 。每个LSB对应于5 ns分辨率。
[3:0]	下降沿时序 $t_{FX}$ (LSB)	R/W	这些位包含12位 $t_{FX}$ 时间的4个LSB。该值始终与寄存器0xFE40、寄存器0xFE43、寄存器0xFE4C和寄存器0xFE4F(这些寄存器包含位 $t_{FX}$ 时间的4个LSB)的4个MSB一起使用。 $t_{FX}$ 代表 $t_{F1}$ 、 $t_{F2}$ 、 $t_{F5}$ 和 $t_{F6}$ 。每个LSB对应于5 ns分辨率。

**表142. 寄存器0xFE50—OUTA和OUTB调制设置**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	OUTB $t_{R2}$ 调制使能	R/W	0 = $t_{R2}$ 边沿无PWM调制。 1 = PWM调制作用于 $t_{R2}$ 边沿。
6	OUTB $t_{R2}$ 调制符号	R/W	0 = 正号。增加PWM调制使 $t_{R2}$ 右移。 1 = 负号。增加PWM调制使 $t_{R2}$ 左移。
5	OUTB $t_{F2}$ 调制使能	R/W	0 = $t_{F2}$ 边沿无PWM调制。 1 = PWM调制作用于 $t_{F2}$ 边沿。
4	OUTB $t_{F2}$ 调制符号	R/W	0 = 正号。增加PWM调制使 $t_{F2}$ 右移。 1 = 负号。增加PWM调制使 $t_{F2}$ 左移。
3	OUTA $t_{R1}$ 调制使能	R/W	0 = $t_{R1}$ 边沿无PWM调制。 1 = PWM调制作用于 $t_{R1}$ 边沿。
2	OUTA $t_{R1}$ 调制符号	R/W	0 = 正号。增加PWM调制使 $t_{R1}$ 右移。 1 = 负号。增加PWM调制使 $t_{R1}$ 左移。
1	OUTA $t_{F1}$ 调制使能	R/W	0 = $t_{F1}$ 边沿无PWM调制。 1 = PWM调制作用于 $t_{F1}$ 边沿。
0	OUTA $t_{F1}$ 调制符号	R/W	0 = 正号。增加PWM调制使 $t_{F1}$ 右移。 1 = 负号。增加PWM调制使 $t_{F1}$ 左移。

**表143. 寄存器0xFE52—SR1和SR2调制设置**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	SR2 $t_{R6}$ 调制使能	R/W	0 = $t_{R6}$ 边沿无PWM调制。 1 = PWM调制作用于 $t_{R6}$ 边沿。
6	SR2 $t_{R6}$ 调制符号	R/W	0 = 正号。增加PWM调制使 $t_{R6}$ 右移。 1 = 负号。增加PWM调制使 $t_{R6}$ 左移。
5	SR2 $t_{F6}$ 调制使能	R/W	0 = $t_{F6}$ 边沿无PWM调制。 1 = PWM调制作用于 $t_{F6}$ 边沿。
4	SR2 $t_{F6}$ 调制符号	R/W	0 = 正号。增加PWM调制使 $t_{F6}$ 右移。 1 = 负号。增加PWM调制使 $t_{F6}$ 左移。
3	SR1 $t_{R5}$ 调制使能	R/W	0 = $t_{R5}$ 边沿无PWM调制。 1 = PWM调制作用于 $t_{R5}$ 边沿。
2	SR1 $t_{R5}$ 调制符号	R/W	0 = 正号。增加PWM调制使 $t_{R5}$ 右移。 1 = 负号。增加PWM调制使 $t_{R5}$ 左移。
1	SR1 $t_{F5}$ 调制使能	R/W	0 = $t_{F5}$ 边沿无PWM调制。 1 = PWM调制作用于 $t_{F5}$ 边沿。
0	SR1 $t_{F5}$ 调制符号	R/W	0 = 正号。增加PWM调制使 $t_{F5}$ 右移。 1 = 负号。增加PWM调制使 $t_{F5}$ 左移。

**表144. 寄存器0xFE53—PWM输出禁用**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:6]	保留	R/W	保留。
5	SR2禁用	R/W	设置该位将禁用SR2输出。
4	SR1禁用	R/W	设置该位将禁用SR1输出。
[3:2]	保留	R/W	保留。
1	OUTB禁用	R/W	设置该位将禁用OUTB输出。
0	OUTA禁用	R/W	设置该位将禁用OUTA输出。

## 伏秒平衡控制寄存器

表145. 寄存器0xFE54—伏秒平衡控制一般设置

位	位名称/功能	R/W	说明															
7	伏秒平衡使能控制	R/W	此位置1将使能伏秒平衡控制。															
[6:5]	保留	R/W	保留。															
4	伏秒平衡控制源选择, OUTB	R/W	若该位置1, 则OUTB上升沿选中作为伏秒平衡控制的积分周期起点。															
3	伏秒平衡控制源选择, OUTA	R/W	若该位置1, 则OUTA上升沿选中作为伏秒平衡控制的积分周期起点。															
2	伏秒平衡控制限值	R/W	该位设置伏秒控制电路的最大调制量。 0 = $\pm 160$ ns。 1 = $\pm 80$ ns。															
[1:0]	伏秒平衡控制增益	R/W	这些位设置伏秒平衡控制的增益。增益能够以系数64发生变化。当这些位设为00时, 大约需要700 ms达到伏秒平衡。当这些位设为11时, 大约需要10 ms达到伏秒平衡。															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>位1</th> <th>位0</th> <th>伏秒平衡环路增益</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>64</td> </tr> </tbody> </table>	位1	位0	伏秒平衡环路增益	0	0	1	0	1	4	1	0	16	1	1	64
位1	位0	伏秒平衡环路增益																
0	0	1																
0	1	4																
1	0	16																
1	1	64																

表146. 寄存器0xFE55—OUTA和OUTB上的伏秒平衡控制

位	位名称/功能	R/W	说明
7	$t_{R2}$ 伏秒平衡设置	R/W	该位置1将使能OUTB上升沿( $t_{R2}$ )上的伏秒平衡调制。
6	$t_{R2}$ 伏秒平衡方向	R/W	0 = 正号。增加伏秒平衡调制使 $t_{R2}$ 右移。 1 = 负号。增加伏秒平衡调制使 $t_{R2}$ 左移。
5	$t_{F2}$ 伏秒平衡设置	R/W	该位置1将使能OUTB下降沿( $t_{F2}$ )上的伏秒平衡调制。
4	$t_{F2}$ 伏秒平衡方向	R/W	0 = 正号。增加伏秒平衡调制使 $t_{F2}$ 右移。 1 = 负号。增加伏秒平衡调制使 $t_{F2}$ 左移。
3	$t_{R1}$ 伏秒平衡方向	R/W	该位置1将使能OUTA上升沿( $t_{R1}$ )上的伏秒平衡调制。
2	$t_{R1}$ 伏秒平衡方向	R/W	0 = 正号。增加伏秒平衡调制使 $t_{R1}$ 右移。 1 = 负号。增加伏秒平衡调制使 $t_{R1}$ 左移。
1	$t_{F1}$ 伏秒平衡设置	R/W	该位置1将使能OUTA下降沿( $t_{F1}$ )上的伏秒平衡调制。
0	$t_{F1}$ 伏秒平衡方向	R/W	0 = 正号。增加伏秒平衡调制使 $t_{F1}$ 右移。 1 = 负号。增加伏秒平衡调制使 $t_{F1}$ 左移。

表147. 寄存器0xFE57—SR1和SR2上的伏秒平衡控制

位	位名称/功能	R/W	说明
7	$t_{R6}$ 伏秒平衡设置	R/W	该位置1将使能SR2上升沿( $t_{R6}$ )上的伏秒平衡调制。
6	$t_{R6}$ 伏秒平衡方向	R/W	0 = 正号。增加伏秒平衡调制使 $t_{R6}$ 右移。 1 = 负号。增加伏秒平衡调制使 $t_{R6}$ 左移。
5	$t_{F6}$ 伏秒平衡设置	R/W	该位置1将使能SR2下降沿( $t_{F6}$ )上的伏秒平衡调制。
4	$t_{F6}$ 伏秒平衡方向	R/W	0 = 正号。增加伏秒平衡调制使 $t_{F6}$ 右移。 1 = 负号。增加伏秒平衡调制使 $t_{F6}$ 左移。
3	$t_{R5}$ 伏秒平衡设置	R/W	该位置1将使能SR1上升沿( $t_{R5}$ )上的伏秒平衡调制。
2	$t_{R5}$ 伏秒平衡方向	R/W	0 = 正号。增加伏秒平衡调制使 $t_{R5}$ 右移。 1 = 负号。增加伏秒平衡调制使 $t_{R5}$ 左移。
1	$t_{F5}$ 伏秒平衡设置	R/W	该位置1将使能SR1下降沿( $t_{F5}$ )上的伏秒平衡调制。
0	$t_{F5}$ 伏秒平衡方向	R/W	0 = 正号。增加伏秒平衡调制使 $t_{F5}$ 右移。 1 = 负号。增加伏秒平衡调制使 $t_{F5}$ 左移。

# ADP1050

## 占空比读数设置寄存器

表148. 寄存器0xFE58—占空比读数设置

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:4]	保留	R/W	保留。
3	OUTB占空比报告	R/W	1 = READ_DUTY_CYCLE报告OUTB占空比值。
2	OUTA占空比报告	R/W	1 = READ_DUTY_CYCLE报告OUTA占空比值。
1	保留	R/W	保留。
0	输入电压补偿的极性设置	R/W	此位置1将根据输入电流读数READ_IIN对输入电压读数READ_VIN应用一个偏置。补偿乘法器在寄存器0xFE59中设置。它用于补偿电流导通引起的压降。 0 = 正极性补偿。 1 = 负极性补偿。

表149. 寄存器0xFE59—输入电压补偿乘法器

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	输入电压补偿乘法器	R/W	这些位指定输入电压补偿系数的乘法器N。补偿公式为 $N \times (\text{寄存器0xFE7[15:4]值}) \div 2^{11}$ ，结果增加到寄存器0xFEAC[15:5]。补偿极性由寄存器0xFE58[0]设置。

## 其他寄存器设置

表150. 寄存器0xFE61—GO命令

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:3]	保留	R/W	保留。
2	频率GO	R/W	此位将寄存器0x33的内容同步锁存到用于计算开关频率的阴影寄存器。读取此位始终返回1。
1	PWM设置GO	R/W	此位将寄存器0xFE3E至寄存器0xFE53的内容同步锁存到用于计算PWM边沿时序的阴影寄存器。读取此位始终返回1。
0	保留	R/W	保留。

表151. 寄存器0xFE62—自定义寄存器

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	自定义寄存器	R/W	这些位可供用户存储自定义信息。

表152. 寄存器0xFE63—开环输入电压前馈工作的调制基准MSB

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	调制基准设置MSB	R/W	该寄存器设置开环前馈工作模式下调制基准的8个MSB。一个LSB的步长取决于开关频率。
	开关频率范围(kHz)		LSB步长(ns)
	49至87		80
	97.5至184		40
	195.5至379		20
	390.5至625		10

表153. 寄存器0xFE64—开环输入电压前馈工作的调制基准LSB

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	调制基准设置LSB	R/W	该寄存器设置开环前馈工作模式下调制基准的8个LSB。一个LSB的步长取决于开关频率。
	开关频率范围(kHz)		LSB步长(ps)
	49至87		312.5
	97.5至184		156.25
	195.5至379		78.125
	390.5至625		39.0625

表154. 寄存器0xFE65—电流值更新速率设置

位	位名称/功能	R/W	说明		
[7:2]	保留	R/W	保留。		
[1:0]	电流值更新速率	R/W	这些位指定CS1(READ_IIN命令、寄存器0x89)的电流值更新速率。默认情况下, 电流值每10 ms更新一次。		
			位1	位0	CS1值更新速率(ms)
			0	0	10(默认值)
			0	1	52
1	0	105			
1	1	210			

表155. 寄存器0xFE67—开环工作设置

位	位名称/功能	R/W	说明
7	保留	R	保留。
6	跳脉冲模式使能	R/W	1 = 使能跳脉冲模式。如果ADP1050要求的调制值小于寄存器0xFE69设置的阈值, 则正在使用跳脉冲。
5	SR2开环工作使能	R/W	开环工作模式下使用SR2时, 此位置1。
4	SR1开环工作使能	R/W	开环工作模式下使用SR1时, 此位置1。
3	保留	R/W	保留。
2	保留	R/W	保留。
1	OUTB开环工作使能	R/W	开环工作模式下使用OUTB时, 此位置1。
0	OUTA开环工作使能	R/W	开环工作模式下使用OUTA时, 此位置1。

表156. 寄存器0xFE69—跳脉冲模式阈值

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	跳脉冲模式阈值	R/W	这些位设置跳脉冲触发的调制脉冲宽度阈值。每个LSB为5 ns。

表157. 寄存器0xFE6A—CS3\_OC\_FAULT\_LIMIT

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:0]	CS3_OC_FAULT_LIMIT	R/W	CS3值寄存器0xFE6A中的8个MSB与该8位数进行比较。如果CS3值寄存器0xFE6A中的8个MSB值较大, 则CS3_OC_FAULT标志置1。

表158. 寄存器0xFE6B—OVP选择的调制阈值

位	位名称/功能	R/W	说明	
[7:0]	条件式OVP响应的调制阈值	R/W	此值设置条件式OVP响应的调制阈值。实时调制值高于此阈值时, 寄存器0xFE6C[2]中的LARGE_MODULATION标志置1。	
			开关频率范围(kHz)	与LSB对应的分辨率(ns)
			49至87	80
			97.5至184	40
			195.5至379	20
390.5至625	10			

# ADP1050

**表159. 寄存器0xFE6C—OVP选择的调制标志**

位	位名称/功能	R/W	说明
[7:3]	保留	R/W	保留。
2	LARGE_MODULATION	R	当调制值高于寄存器0xFE6B中设置的阈值时，此位置1。
1	V <sub>IN</sub> 前馈预偏置启动	R/W	此位仅在闭环前馈工作模式禁用(寄存器0xFE3D[2] = 0)时适用。如果闭环正馈工作模式使能，则初始PWM调制值的计算始终包括VIN。 1 = 初始PWM调制值根据标称调制值(寄存器0xFE39)、检测到的V <sub>IN</sub> 电压和检测到的V <sub>OUT</sub> 电压计算。 0 = 初始PWM调制值根据标称调制值(寄存器0xFE39)和检测到的V <sub>OUT</sub> 电压计算。忽略V <sub>IN</sub> 电压。
0	条件式OVP使能	R/W	此位设置VOUT_OV_FAULT标志触发时的OVP操作。 0 = 条件式OVP禁用。OVP操作遵循PMBus VOUT_OV_FAULT_RESPONSE命令(寄存器0x41)。 1 = 条件式OVP使能。如果位2 = 1，则OVP操作遵循PMBus VOUT_OV_FAULT_RESPONSE(寄存器0x41)。如果位2 = 0，则OVP操作遵循扩展VOUT_OV_FAULT_RESPONSE操作(寄存器0xFE01[7:4])。

**表160. 寄存器0xFE6D—同步期间的OUTA和OUTB调整基准**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	t <sub>R2</sub> 调整基准	R/W	该位置1将使能OUTB上升沿(t <sub>R2</sub> )调整。
6	t <sub>R2</sub> 以t <sub>S</sub> 或t <sub>S</sub> /2为基准	R/W	0 = 调整以t <sub>S</sub> /2为基准。 1 = 调整以t <sub>S</sub> 为基准。
5	t <sub>F2</sub> 调整基准	R/W	该位置1将使能OUTB下降沿(t <sub>F2</sub> )调整。
4	t <sub>F2</sub> 以t <sub>S</sub> 或t <sub>S</sub> /2为基准	R/W	0 = 调整以t <sub>S</sub> /2为基准。 1 = 调整以t <sub>S</sub> 为基准。
3	t <sub>R1</sub> 调整基准	R/W	该位置1将使能OUTA上升沿(t <sub>R1</sub> )调整。
2	t <sub>R1</sub> 以t <sub>S</sub> 或t <sub>S</sub> /2为基准	R/W	0 = 调整以t <sub>S</sub> /2为基准。 1 = 调整以t <sub>S</sub> 为基准。
1	t <sub>F1</sub> 调整基准	R/W	该位置1将使能OUTA下降沿(t <sub>F1</sub> )调整。
0	t <sub>F1</sub> 以t <sub>S</sub> 或t <sub>S</sub> /2为基准	R/W	0 = 调整以t <sub>S</sub> /2为基准。 1 = 调整以t <sub>S</sub> 为基准。

**表161. 寄存器0xFE6F—同步期间的SR1和SR2调整基准**

位	位名称/功能	R/W	说明
7	t <sub>R6</sub> 调整基准	R/W	该位置1将使能SR2上升沿(t <sub>R6</sub> )调整。
6	t <sub>R6</sub> 以t <sub>S</sub> 或t <sub>S</sub> /2为基准	R/W	0 = 调整以t <sub>S</sub> /2为基准。 1 = 调整以t <sub>S</sub> 为基准。
5	t <sub>F6</sub> 调整基准	R/W	该位置1将使能SR2下降沿(t <sub>F6</sub> )调整。
4	t <sub>F6</sub> 以t <sub>S</sub> 或t <sub>S</sub> /2为基准	R/W	0 = 调整以t <sub>S</sub> /2为基准。 1 = 调整以t <sub>S</sub> 为基准。
3	t <sub>R5</sub> 调整基准	R/W	该位置1将使能SR1上升沿(t <sub>R5</sub> )调整。
2	t <sub>R5</sub> 以t <sub>S</sub> 或t <sub>S</sub> /2为基准	R/W	0 = 调整以t <sub>S</sub> /2为基准。 1 = 调整以t <sub>S</sub> 为基准。
1	t <sub>F5</sub> 调整基准	R/W	该位置1将使能SR1下降沿(t <sub>F5</sub> )调整。
0	t <sub>F5</sub> 以t <sub>S</sub> 或t <sub>S</sub> /2为基准	R/W	0 = 调整以t <sub>S</sub> /2为基准。 1 = 调整以t <sub>S</sub> 为基准。

## 寄存器0xFE70至寄存器0xFE9F—保留

## 特定制造商故障标志寄存器

表162. 寄存器0xFE0—标志寄存器1和寄存器0xFE3—锁存标志寄存器1(1 = 故障, 0 = 正常工作)

位	位名称/功能	R/W	说明	寄存器 <sup>1</sup>	操作 <sup>1</sup>
7	CHIP_PASSWORD_UNLOCKED	R	芯片密码解锁。		无
6	PGOOD	R	至少下列标志之一被置位： VOUT_OV_FAULT、VOUT_UV_FAULT、OT_FAULT、 OT_WARNING、VIN_UV_FAULT、IIN_OC_FAST_FAULT、 POWER_OFF、CRC_FAULT、SOFT_START_FILTER或 POWER_GOOD。根据寄存器0xFE0D，某些标志可屏蔽。	0xFE0D 和 0xFE0E	PG/ALT引脚 设为低电平
5	IIN_OC_FAST_FAULT	R	发生输入过流快速故障。	0xFE1F	可编程
4	保留	R	保留。	N/A	N/A
3	CS3_OC_FAULT	R	发生CS3过流故障。	0xFE6A	可编程
[2:1]	保留	R	保留。	N/A	N/A
0	VDD_OV	R	V <sub>DD</sub> 超出OVLO限值。I <sup>2</sup> C/PMBus接口仍然工作，但电源转换停止。	0xFE05	可编程

<sup>1</sup> N/A表示不适用。

表163. 寄存器0xFE1—标志寄存器2和寄存器0xFE4—锁存标志寄存器2(1 = 故障, 0 = 正常工作)

位	位名称/功能	R/W	说明	寄存器 <sup>1</sup>	操作 <sup>1</sup>
[7:3]	保留	R	保留。	N/A	N/A
2	VIN_UV_FAULT	R	V <sub>IN</sub> 读数低于VIN_OFF限值。	0xFE29	可编程
1	SYNC_LOCKED	R	逐周期同步开始。	N/A	可编程
0	FLAGIN	R	FLAGIN标志(SYNI/FLGI引脚)置1。	0xFE12	可编程

<sup>1</sup> N/A表示不适用。

表164. 寄存器0xFE2—标志寄存器3和寄存器0xFE5—锁存标志寄存器3(1 = 故障, 0 = 正常工作)

位	位名称/功能	R/W	说明	寄存器 <sup>1</sup>	操作 <sup>1</sup>
7	CHIP_ID	R	ADP1050中此位为0。	N/A	N/A
6	PULSE_SKIPPING	R	跳脉冲模式正在使用。	0xFE69	可编程
[5:4]	保留	R	保留。	N/A	N/A
3	EEPROM_UNLOCKED	R	EEPROM未锁定。	N/A	无
2	CRC_FAULT	R	下载的EEPROM内容不正确。	N/A	立即关断
1	Modulation	R	数字比较器输出处于其最大或最小限值。	N/A	无
0	SOFT_START_FILTER	R	软启动滤波器正在使用。	N/A	无

<sup>1</sup> N/A表示不适用。

# ADP1050

**表165. 寄存器0xFE6—第一个标志ID**

位	位名称/功能	R/W	说明				
[7:4]	之前第一个标志ID	R	这些位返回造成电源上一次关断的标志故障ID。关断发生在位[3:0]确定的故障所引起的关断之前。				
			位7	位6	位5	位4	第一个标志
			0	0	0	0	无标志
			0	0	0	1	IIN_OC_FAST_FAULT
			0	0	1	0	保留
			0	0	1	1	CS3_OC_FAULT
			0	1	0	0	VOUT_OV_FAULT
			0	1	0	1	VOUT_UV_FAULT
			0	1	1	0	VIN_UV_FAULT
			0	1	1	1	FLAGIN
			1	0	0	0	保留
			1	0	0	1	OT_FAULT
			1	0	1	0	保留
			1	0	1	1	保留
			1	1	0	0	保留
			1	1	0	1	保留
			1	1	1	0	保留
1	1	1	1	保留			
[3:0]	当前第一个标志ID	R	这些位返回造成电源关断的故障的标志故障ID。				
			位3	位2	位1	位0	第一个标志
			0	0	0	0	无标志
			0	0	0	1	IIN_OC_FAST_FAULT
			0	0	1	0	保留
			0	0	1	1	CS3_OC_FAULT
			0	1	0	0	VOUT_OV_FAULT
			0	1	0	1	VOUT_UV_FAULT
			0	1	1	0	VIN_UV_FAULT
			0	1	1	1	FLAGIN
			1	0	0	0	保留
			1	0	0	1	OT_FAULT
			1	0	1	0	保留
			1	0	1	1	保留
			1	1	0	0	保留
			1	1	0	1	保留
			1	1	1	0	保留
1	1	1	1	保留			

## 特定制造商值读数寄存器

表166. 寄存器0xFE7—CS1值

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:4]	CS1电流值	R	此寄存器包含12位CS1电流信息。CS1输入引脚的范围是0V到1.6V。每个LSB对应390.625 $\mu$ V。0V输入时，此寄存器的值为0(十进制)。CS1引脚的标称电压为1V。1V输入时，这些位的值为0xA00(十进制2560)。该读数与READ_IIN命令相同。
[3:0]	保留	R	保留。

表167. 寄存器0xFE9—CS3值

位	位名称/功能	类型	说明
[15:4]	CS3电压值	R	此寄存器包含利用CS1读数和占空比信息计算的12位CS3电流信息。每个LSB对应于4 x 寄存器0xFE7中的CS1 LSB，再乘以主变压器的匝数比 $n (n = N_{PRI}/N_{SEC})$ 。
[3:0]	保留	R	保留。

表168. 寄存器0xFEAA—VS值

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:4]	VS电压值	R	此寄存器包含12位VS $\pm$ 输出电压信息。VS $\pm$ 输入引脚的范围是0V到1.6V。每个LSB对应390.625 $\mu$ V。0V输入时，此寄存器的值为0。VS+和VS-引脚的标称电压为1V。1V输入时，这些位的值为0xA00(十进制2560)。该读数与READ_VOUT命令相同。
[3:0]	保留	R	保留。

表169. 寄存器0xFEAB—RTD值

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:4]	RTD温度值	R	这些位包含12位RTD温度信息，数值由RTD引脚决定。RTD输入引脚的范围是0V到1.6V。每个LSB对应390.625 $\mu$ V。0V输入时，此寄存器的值为0。RTD引脚的标称电压为1V。1V输入时，这些位的值为0xA00(十进制2560)。
[3:0]	保留	R	保留。

表170. 寄存器0xFEAC—VF值

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:5]	VF电压值	R	此寄存器包含11位VF电压信息。VF输入引脚的范围是0V到1.6V。每个LSB对应781.25 $\mu$ V。0V输入时，此寄存器的值为0。VF引脚的标称电压为1V。1V输入时，这些位的值为0x500(十进制1280)。该读数与READ_VIN命令相同。
[4:0]	保留	R	保留。

表171. 寄存器0xFEAD—占空比值

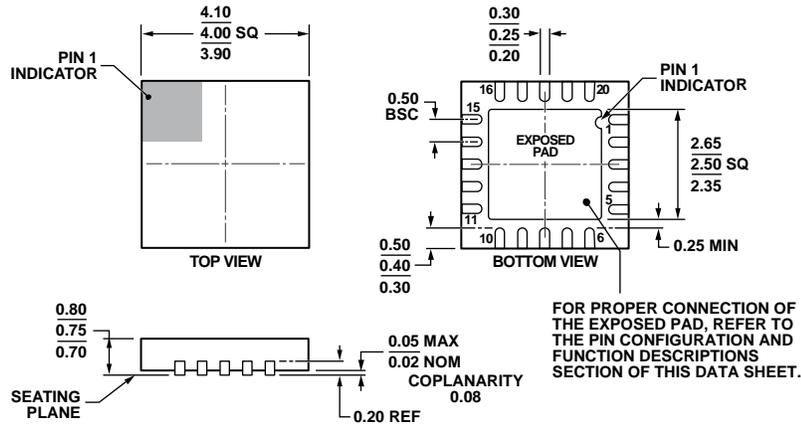
位	位名称/功能	R/W	说明
[15:12]	保留	R	保留。
[11:0]	占空比值	R	此寄存器包含12位占空比信息。每个LSB对应0.0244%占空比。100%占空比时，这些位的值为0xFFF(十进制4095)。

表172. 寄存器0xFEAE—输入功率值

位	位名称/功能	R/W	说明
[15:0]	输入功率值	R	此寄存器包含16位输入功率信息。该值是输入电压值(VF)与输入电流读数(CS1)的乘积。两个12位值的乘积是一个24位值，舍弃8个LSB。

# ADP1050

## 外形尺寸



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-220-WGGD.

图59. 20引脚架构芯片级封装[LFCSP\_WQ]  
4 mm x 4 mm, 超薄体  
(CP-20-10)  
尺寸单位: mm

061609-B

## 订购指南

型号 <sup>1</sup>	温度范围	封装描述	封装选项
ADP1050ACPZ-RL	-40°C至+125°C	20引脚架构芯片级封装[LFCSP_WQ]	CP-20-10
ADP1050ACPZ-R7	-40°C至+125°C	20引脚架构芯片级封装[LFCSP_WQ]	CP-20-10
ADP1051-240-EVALZ		ADP1051和ADP1050的240 W评估板	
ADP1050DC1-EVALZ		ADP1050子板	
ADP-I2C-USB-Z		USB转I <sup>2</sup> C适配器	

<sup>1</sup> Z = 符合RoHS标准的器件。

I<sup>2</sup>C指最初由Philips Semiconductors(现为NXP Semiconductors)开发的一种通信协议。