

## 概述

SY5320是一款具有输入欠压和过压保护、电池过压保护、负载电流异常保护以及过温保护等特点集一身的高集成IC。SY5320应用于充电电路或低压系统的前端，以避免锂电池或低压系统免受异常输入故障的影响，可承受高达28V的异常输入电压。当输入电压大于过压保护阈值时，IC将在1us内快速关闭内部MOSFET，避免后端低压系统受到异常高输入电压的影响；当电池电压超过电池保护阈值时，IC也将关闭MOSFET，切断系统电源以保护锂电池；IC可通过ILIM与地连接的电阻限定输入电流，防止低压系统的输入电流过大；同时SY5320还具有芯片过温保护，当检测到芯片温度超过过温保护阈值时，也将关闭MOSFET，停止供电。

当SY5320由处理器控制时，主机可通过WRO状态获取IC的工作状态。

SY5320可用于DFN-2x2-8L封装，额定温度在-40°C和+85°C范围内。

## 特点

- ◆ 28V输入耐压
- ◆ 输入过压保护
- ◆ 输入OVP保护关断小于1us
- ◆ 高精度电池过压保护
- ◆ 软启动以抑制浪涌电流
- ◆ 软关断以抑制电压尖峰
- ◆ ILIM外接电阻设置OCP值：100mA~1.5A，可悬空默认100mA或接地设定为1.5A；
- ◆ ±10%的OCP精度（ILIM接电阻）
- ◆ 热关断
- ◆ EN使能功能
- ◆ WRO状态指示
- ◆ DFN-2x2-8L封装

## 应用

- ◆ 智能手机，移动手机
- ◆ PADS
- ◆ MP3 播放器
- ◆ 低功耗手持器件
- ◆ 蓝牙耳机

## 典型应用电路

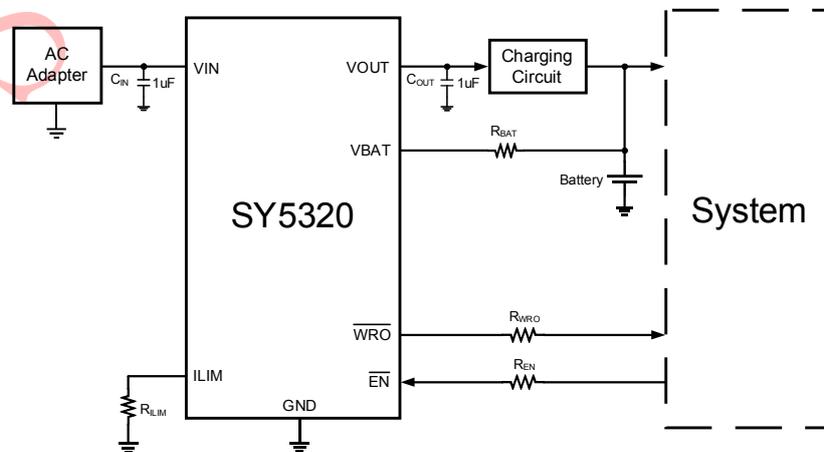
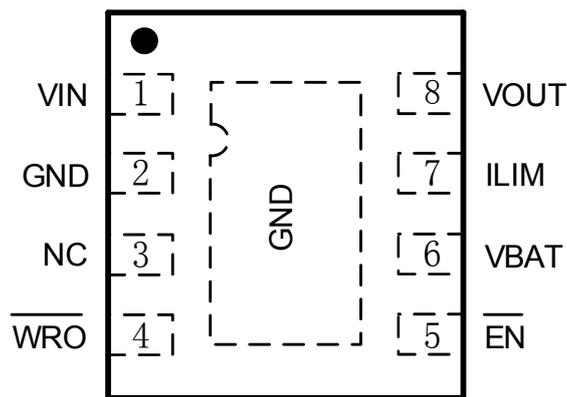


图 1 典型应用电路

管脚功能

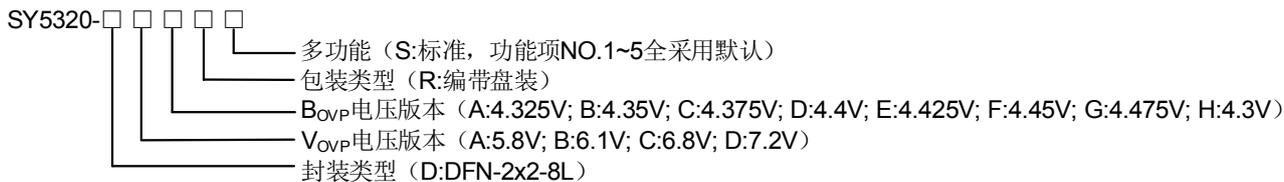


DFN-2X2-8L

图 2 管脚俯视图

名称	端口	I/O	功能描述
VIN	1	I	电源输入脚。建议使用 1uF 或者更大的 X5R 陶瓷电容，尽可能靠近 IC VIN 脚。
GND	2	-	IC 地
NC	3	-	接地或者悬空
$\overline{WRO}$	4	O	开路漏极输出结构。当发生输入过压，电池过压，过流或过温导致内部 MOSFET 被关闭时， $\overline{WRO}$ 将被拉到地。正常工作时， $\overline{WRO}$ 为高阻态。
$\overline{EN}$	5	I	芯片使能端口（低电平有效）。当该引脚悬空或接地时，芯片工作。当该引脚接到逻辑高电平时，芯片关闭。
VBAT	6	I	电池电压检测输入端口。该引脚通过一个电阻连接到电池正输入端，此引脚不用时需要接地。
ILIM	7	I	过流保护阈值设置端口。该引脚悬空时，过流保护阈值为 100mA；接地时过流保护阈值为 1.5A；通过外接电阻 $R_{ILIM}$ 到地来设置过流保护阈值，计算公式： $I_{OCP} = 25/R_{ILIM}$ ，其中 $R_{ILIM}$ 电阻单位为 $k_{\Omega}$ ， $I_{OCP}$ 单位为 A。
VOUT	8	O	芯片输出端。建议使用 1uF 或者更大的 X5R 陶瓷电容，尽可能靠近 IC VOUT 脚。
GND	EPAD		芯片散热 PAD 并接地。

订购信息



订购型号	封装类型	说明			包装数量 (颗)
		$V_{IN\_OV_P}(V)$	$V_{BAT\_OV_P}(V)$	OCP 计数	
SY5320-DBFRS	DFN-2x2-8L	6.1	4.45	有 (16 次锁定)	4000

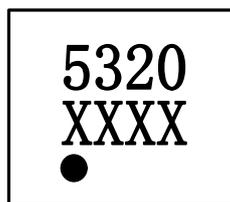
SY5320-XXXXX 提供可选功能参数预览:

NO.	功能项	说明			
1	VOUT_DIS <sup>1</sup>	无 (默认)		2.2kΩ	
2	GLITCH <sup>2</sup>	无 (默认)		有	
3	GLITCH_TIME <sup>3</sup>	4us (默认)	16us	8us	32us
4	OCP_COUNTER <sup>4</sup>	有 (默认)		无	
5	BAT_OVP <sup>5</sup>	有 (默认)		无	

注: 以上选项仅提供参考, 不代表具体型号(标准版本, NO.1~5 均采用默认;其他需定制)。

1. 发生保护时 VOUT 下拉电阻, 标准版本无。
2. GLITCH 功能是指刚发生 OCP 时, 功率管作为开关管先打开一定时间, 之后 IC 才进入恒流模式; 标准版本无此功能。
3. GLITCH\_TIME 是指功率管作为开关管打开的时间; 需 2 有此功能才有效。
4. OCP\_COUNTER 是指计数器是否有计数 OCP 次数功能。在一个充电周期内, 默认版本发生 16 次 OCP 则 IC 锁死; 可定制无计数功能。
5. BAT\_OVP 是指 IC 是否具有 BAT\_OVP 功能。

丝印说明



DFN-2X2-8L

1. 第一行 4 位字符为产品型号代码;
2. 第二行 4 位字符为生产年周号代码;

功能框图

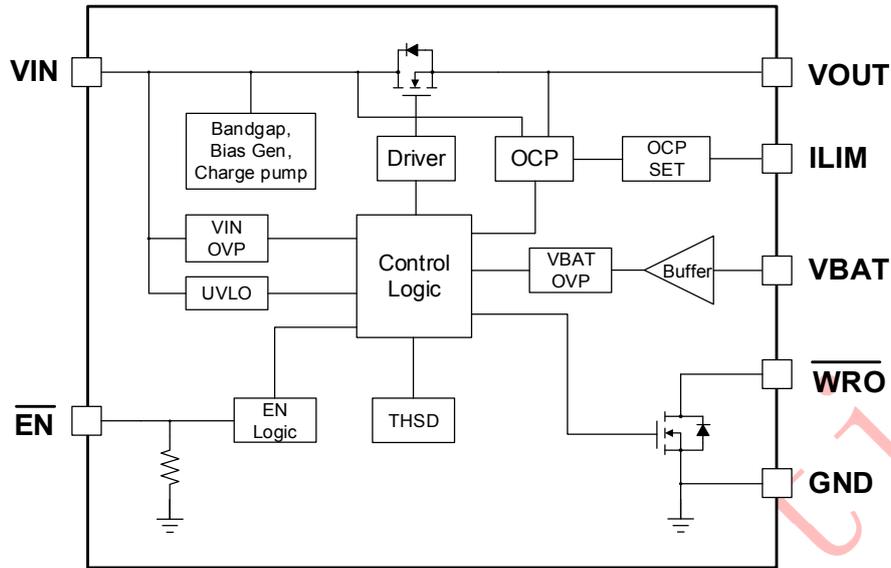


图 3 功能框图

电性参数

极限参数<sup>(1)</sup>

参数	最小值	最大值	单位
VIN to GND	-0.3	28	V
VOUT to GND	-0.3	7	V
NC, WRO, EN, VBAT, ILIM to GND	-0.3	6	V
输入电流	-	2	A
WRO电流	-	15	mA
储存环境温度	-65	150	°C
工作环境温度	-40	85	°C
工作结温范围	-40	150	°C
HBM (人体放电模型)	4000	-	V
MM (机器放电模型)	200	-	V
CDM (器件放电模型)	2000	-	V
R <sub>θJA</sub> 结到周围环境的热阻	110 (参考)		°C/W

推荐工作条件<sup>(2)</sup>

参数	最小值	最大值	单位
输入电压	3.3	28	V
最大负载电流	-	1.5	A
ILIM外接电阻	16.9	250	kΩ
工作温度范围	-40	85	°C

(1) 最大极限值是指超出该工作范围芯片可能会损坏。

(2) 推荐工作条件是指超过该条件外不能保证正常工作。

## 典型性能参数

(如无特殊说明, VIN=5V, EN=LOW, R<sub>ILIM</sub>=25 KΩ, T<sub>A</sub>=+25°C)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入电压</b>						
UVLO上升阈值	UVLO	VIN从0V上升到3V	2.4	2.7	3.0	V
UVLO迟滞电压	V <sub>UV_HYS</sub>	VIN从3V下降到0V	-	200	-	mV
VIN故障排除时间	TDE	VIN在1uS内从0V上升到5V	-	8	-	mS
工作电流	I <sub>DD</sub>	VIN=5V, 输出端无负载	-	400	-	uA
待机电流	I <sub>STDBY</sub>	EN=HIGH, VIN=5V	-	0.5	-	uA
<b>输入到输出特性</b>						
功率管关断泄漏电流	I <sub>OFF</sub>	EN=HIGH, VIN=5V	-	-	1	uA
VIN到VOUT压降	V <sub>DO</sub>	VIN=5V, I <sub>OUT</sub> =0.5A	-	70	-	mV
<b>输入过压保护</b>						
VIN过压阈值	V <sub>OVP</sub>	VIN从5V上升到7.5V	5.9	6.1	6.3	V
VIN过压滞回	V <sub>hys(OVP)</sub>	VIN从7.5V下降到5V	50	100	150	mV
VIN过压响应时间	t <sub>PD(OVP)</sub>	VIN在1us内由5V上升到8V	-	400	-	nS
OVP恢复时间	t <sub>REC(OVP)</sub>	VIN在1us内由8V下降到5V	6.25	8	12	mS
<b>过流保护</b>						
过流保护	I <sub>OC1</sub>	ILIM=Floating	-	100	-	mA
	I <sub>OC2</sub>	ILIM=GND	-	1.5	-	A
	I <sub>OC3</sub>	ILIM=250KΩ	90	100	110	mA
	I <sub>OC4</sub>	ILIM=125KΩ	180	200	220	mA
	I <sub>OC5</sub>	ILIM=25KΩ	0.9	1	1.1	A
过流保护响应时间	T <sub>OC</sub>		-	10	-	mS
过流保护恢复时间	t <sub>REC(OC)</sub>		-	64	-	mS
<b>电池电压保护</b>						
电池过压保护阈值	BV <sub>OVP</sub>	V <sub>OVP</sub> -V <sub>hys(OVP)</sub> >VIN>4.6V	4.4	4.45	4.5	V
电池过压保护滞回	V <sub>hys(BV<sub>OVP</sub>)</sub>	V <sub>OVP</sub> -V <sub>hys(OVP)</sub> >VIN>4.6V	150	200	250	mV
VBAT引脚输入电流	I <sub>VBAT</sub>		-	-	20	nA
电池过压保护时间	t <sub>DGL(VBAT)</sub>	VIN>4.6V, 测量VBAT从4.2V上升到4.6V直到WRO下降	-	120	-	mS
电池电压恢复时间	t <sub>REC(VBAT)</sub>		-	8	-	mS

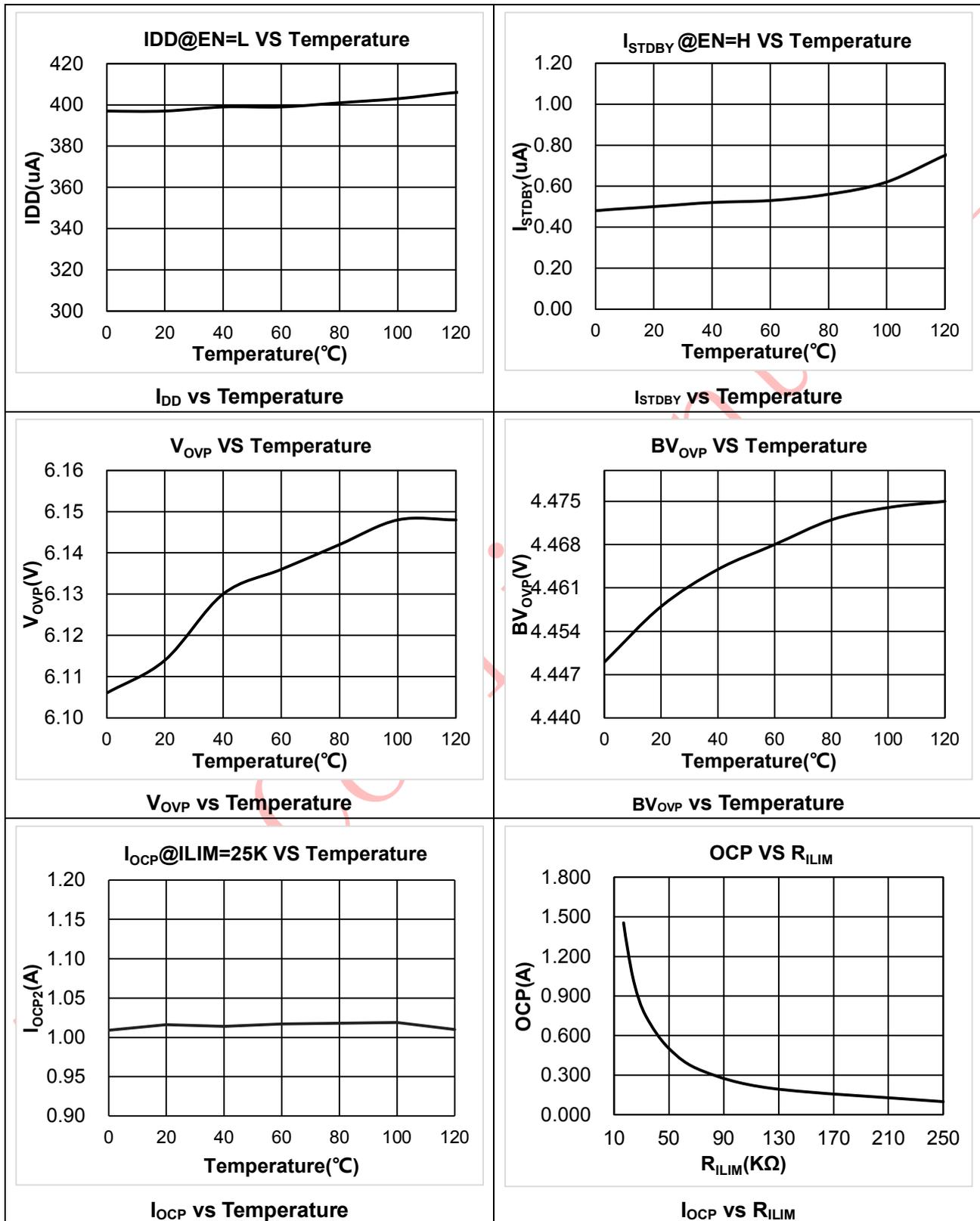
**典型性能参数（续上表）**

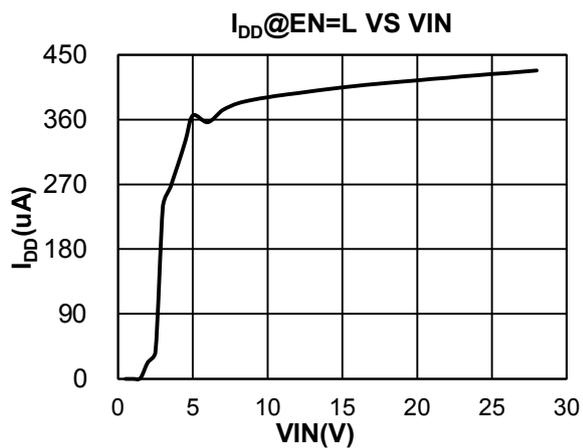
 （如无特殊说明，VIN=5V，EN=LOW，R<sub>LIM</sub>=25 KΩ，T<sub>A</sub>=+25℃）

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>过温保护</b>						
热关断阈值	T <sub>J(OFF)</sub>		-	140	-	℃
滞回温度	T <sub>J(OFF-HYS)</sub>		-	30	-	℃
热关断恢复时间			-	8	-	mS
软启动时间			-	8	-	mS
<b>逻辑</b>						
低逻辑电平	V <sub>IL</sub>		-	-	0.4	V
高逻辑电平	V <sub>IH</sub>		1.4	-	-	V
输入低电平电流	I <sub>IL</sub>		-	0.3	1.5	uA
输入高电平电流	I <sub>IH</sub>	EN=1.8V	4.1	8.2	16.4	uA
EN下拉电阻			110	220	440	kΩ
WRO 输出低逻辑电平		Sink 5mA	0.05	0.35	0.8	V
WRO 输出高逻辑泄漏电流			-	-	1	uA

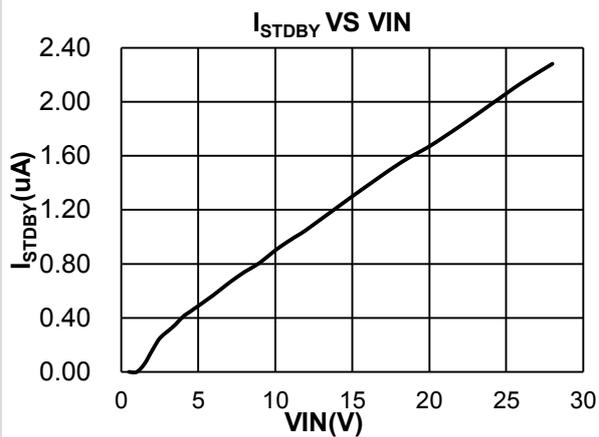
典型特性 1

(无特别说明时, VIN=5V, EN=LOW, R<sub>ILIM</sub>=25 KΩ)

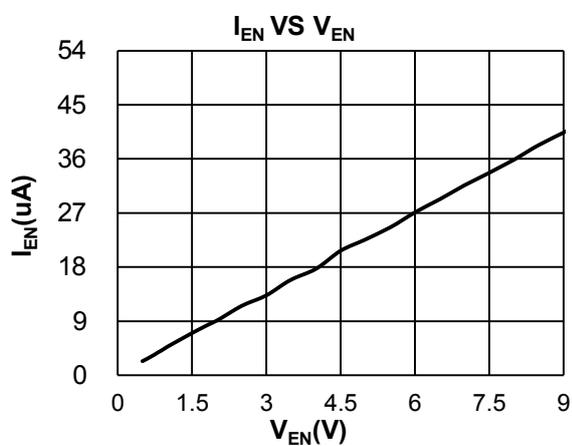




I<sub>DD</sub> vs V<sub>IN</sub>



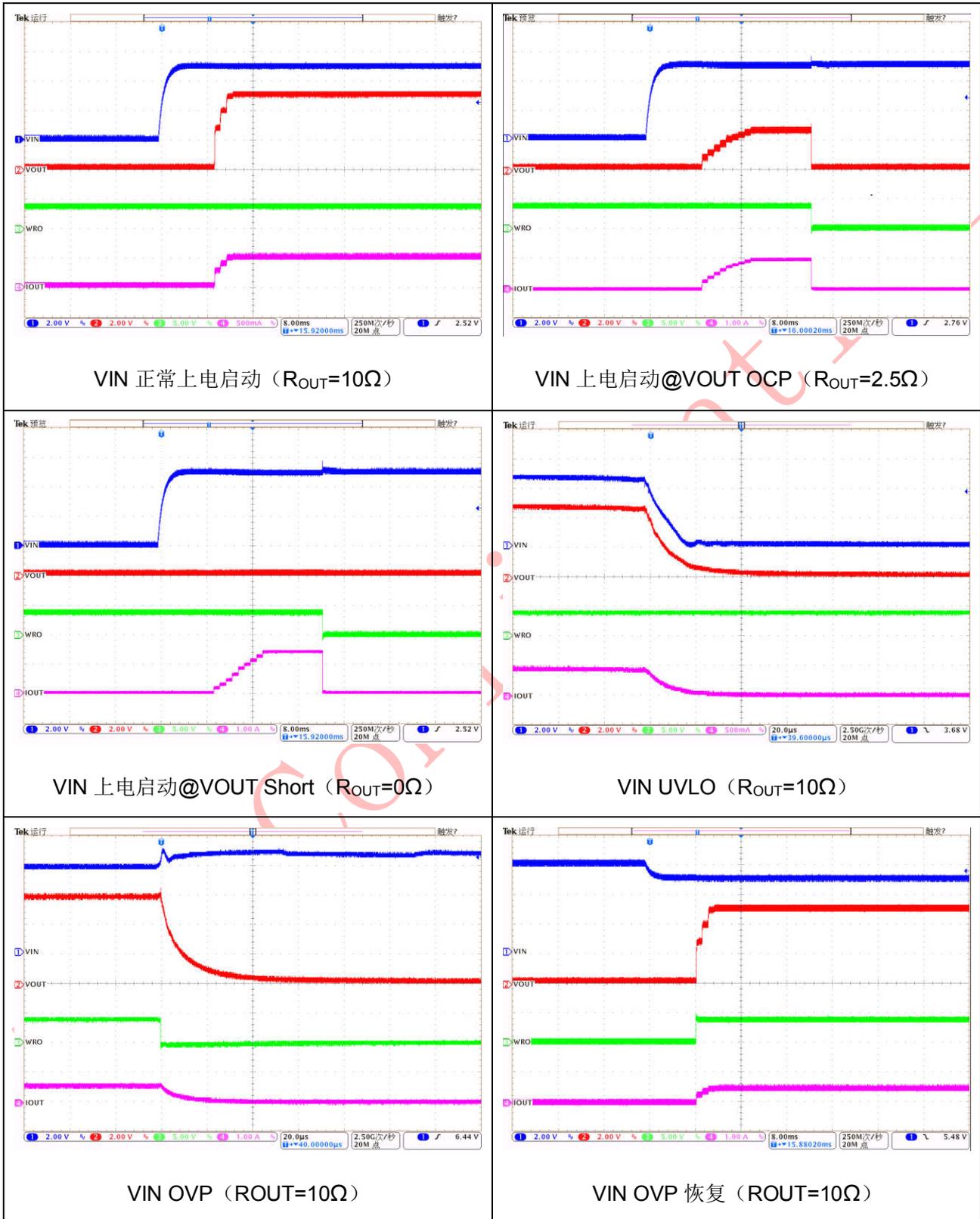
I<sub>DD</sub> vs V<sub>IN</sub>

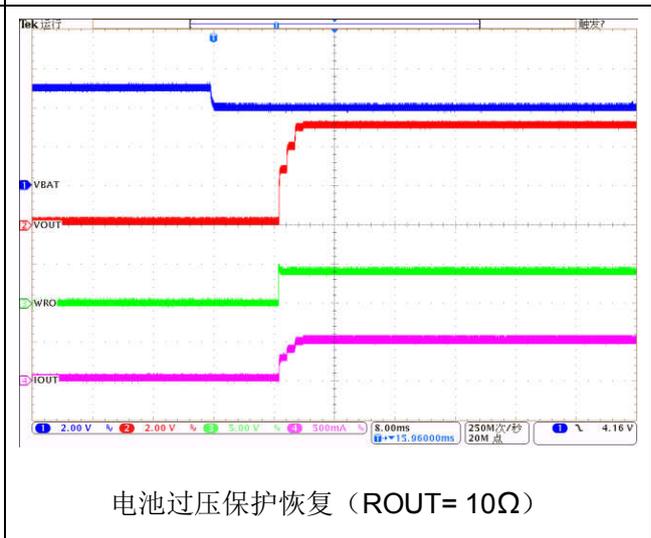
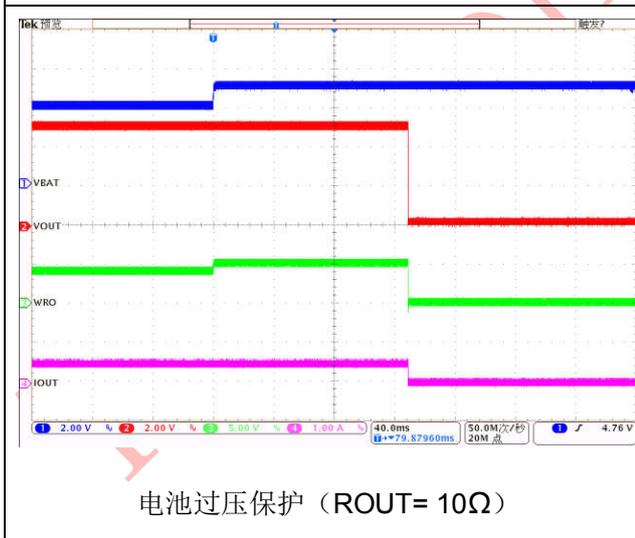
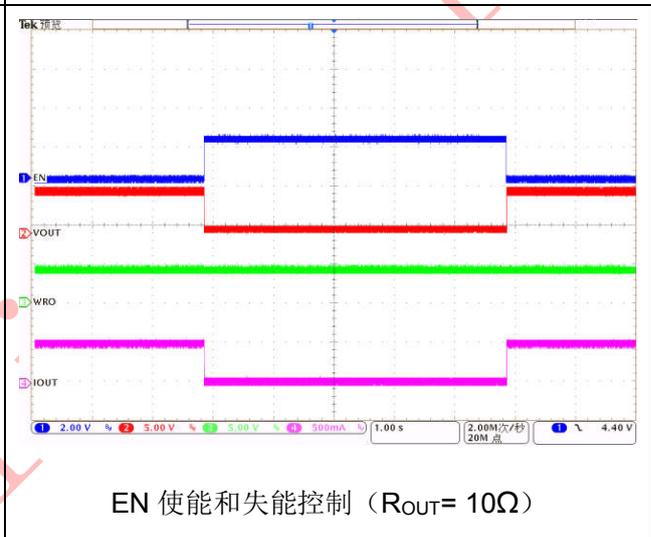
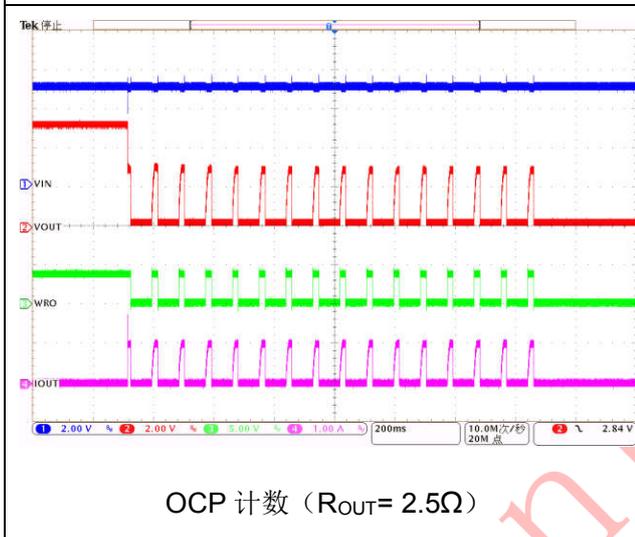
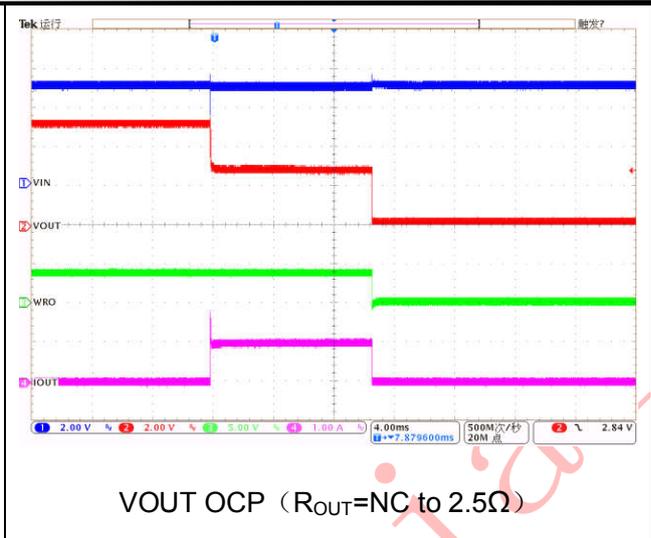
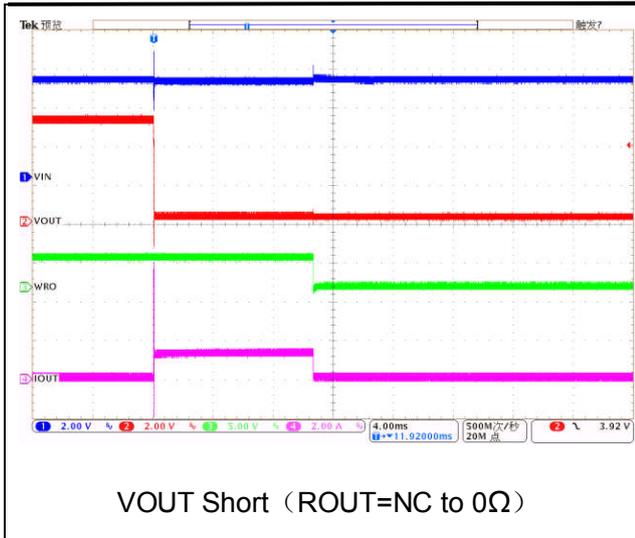


I<sub>EN</sub> vs V<sub>EN</sub>

典型特性 2

(无特别说明时, VIN=5V, EN=LOW, R<sub>LIM</sub>=25 KΩ, TA=+25°C)





## 功能说明

SY5320 是一款可以监控输入电压，锂电池电压和输出电流的高度集成 IC。如果输入电压超过一定阈值时，IC 将快速关闭内部 MOSFET 以断开系统与输入电源的连接。如果系统锂电池电压超过电池过电压保护阈值，内部 MOSFET 同样将被关闭，IC 切断输入电源以保护锂电池。如果系统的电流值超过一定范围，IC 将输入电流值限制在安全范围内，持续一段时间然后关闭 MOSFET，该限流值由 ILIM 引脚来设置。同时 IC 还监控其内部温度，并在超过 140°C 时关闭内部 MOSFET。

SY5320 可由处理器控制其工作状态，并向主机提供有关故障状态的信息。

## 上电复位

当 VIN 引脚的输入电压超过 UVLO 阈值 (2.7V) 时，IC 上电复位。所有内部计数器和其他电路模块复位。之后 IC 将等待 VIN 故障排除时间 TDE。经过 TDE 之后，如果输入电压和电池电压仍在安全范围内，IC 将打开内部 MOSFET。

SY5320 具有软启动功能以抑制输入端的浪涌电流。软启动可以使输入端的振铃最小化（振铃产生的原因是适配器电缆的寄生电感和输入旁路电容形成谐振电路）。在软启动过程中，输出电流将分几个台阶上升，每一个台阶的时间约为 1mS。如果在上电过程中，输入电压超过  $V_{OVP}$  阈值，功率管将关闭，IC 进入保护模式并在 WRO 引脚拉低指示故障。

## 电源断电

当 VIN 引脚的电压低于 2.7V(UVLO)时，SY5320 将保持断电模式。连接 VIN 和 VOUT 的内部 MOSFET 将被关闭，同时 WRO 输出高阻态。

## 输入过压保护

输入过压保护是指当输入电压上升到  $V_{OVP}$  及以上时，内部功率管将关闭，从而切断系统的电源。一旦发生输入过压保护，IC 将快速关闭内部 MOSFET，同时 WRO 信号被拉低。当输入电压低于  $V_{OVP}-V_{hys(OVP)}$ （但仍高于 UVLO）时，内部功率管在等待  $t_{REC(OVP)}$  之后重新开启。 $t_{REC(OVP)}$  可以确保输入电源已经稳定。

## 电池过压保护

SY5320 的电池过压阈值  $BV_{OVP}$  在内部被设置为 4.45V。如果电池电压高于  $BV_{OVP}$  的时间超过  $t_{DGL(VBAT)}$ ，则 IC 将使用软关断的方式关闭内部 MOSFET，同时 WRO 被拉低。当电池电压下降到低于  $BV_{OVP}-V_{hys(BV_{OVP})}$  时，IC 将使用软启动的方式重新打开 MOSFET。

## 过流保护

SY5320 的过流保护阈值可以选择系统内部设定的默认值，也可以由一个从 ILIM 到地的电阻  $R_{ILIM}$  来设定。如果 ILIM 悬空，则过流保护阈值  $I_{OCP1}$  为 100mA；如果 ILIM 接地，则过流保护阈值  $I_{OCP2}$  为 1.5A；如果 ILIM 外接电阻  $R_{ILIM}$  到地，则过流保护阈值  $I_{OCP}$  可以用公式 (1) 近似：

$$I_{OCP} = 25 \div R_{ILIM} \quad (1)$$

其中：电流单位为 A，电阻单位为 kΩ。

假如负载电流大于设定的  $I_{OCP}$  阈值，芯片将电流限制为  $I_{OCP}$  并持续  $T_{OC}$  时间，其中  $T_{OC}$  为过流保护响应时间。如果负载电流大于  $I_{OCP}$  的时间小于  $T_{OC}$ ，则 IC 继续工作。如果过流持续时间大于  $T_{OC}$ ，则 IC 关闭内部 MOSFET 并将 WRO 拉低，MOSFET 关闭的时间为  $t_{REC(OCP)}$ 。在经过  $t_{REC(OCP)}$  后再次打开 MOSFET 并再次监控负载电流。每次发生 OCP 时，IC 的内部计数器都会计数一次。如果 VIN 未掉电的情况下发生 OCP 超过 16 次，IC 将永久关闭 MOSFET。需要通过以下方法才可复位计数器：重新启动输入电源或通过 EN 引脚重新开启 IC。

为防止输入电压产生尖峰（因为输入电缆存在寄生电感），发生过流及过流 SY5320 使用软关断的方式将内部 MOSFET 缓慢关闭。

### 热关断

如果 SY5320 的结温超过  $T_{J(OFF)}$ ，则关断 MOSFET，同时 WRO 将输出低电平信号。当 IC 结温低于  $T_{J(OFF)} - T_{J(OFF-HYS)}$  时，IC 将被重新打开 MOSFET，WRO 引脚为高阻态。

### 使能功能

SY5320 有一个使能引脚 EN，用于启用和禁用 IC。EN 引脚接高电平关闭 MOSFET。EN 接低电平则打开 MOSFET 并进入启动状态。当禁用或重启 IC 时，OCP 计数器将被复位。EN 引脚可以悬空，因为其内部有一个 220kΩ 的下拉电阻。当 EN 引脚接高电平时，WRO 引脚为高阻态。

### WRO 状态指示

WRO 引脚是一个低电平有效的开路漏极输出。当 IC 正常工作或将 EN 引脚接高电平禁用 IC 时，WRO 引脚将为高电平。当 EN 引脚接低电平时，只要发生以下任何条件，WRO 引脚将被拉低：

1. 输入过压
2. 锂电池过压
3. 负载过流
4. 芯片过热

## 应用说明

### R<sub>BAT</sub> 选择

建议不要将电池直接连接到 IC 的 VBAT 引脚上，因为在 IC 的某些故障状态下，VIN 电压可能会出现 VBAT 引脚上。此电压可高达 28V，向电池施加 28V 电压可能会导致设备出现故障并造成危险。在 SY5320 发生故障时，通过在 VBAT 引脚上连接电阻 R<sub>BAT</sub> 可防止大电流流入电池。为了安全起见，R<sub>BAT</sub> 必须具有高阻值。R<sub>BAT</sub> 过大会造成新的问题：由于 VBAT 引脚偏置电流 I<sub>VBAT</sub> 会在该电阻上产生压降，这将导致 BV<sub>OVP</sub> 阈值出现偏差。该偏差可能会超过 BV<sub>OVP</sub> 阈值 4.45V 所允许的范围。

一个不错的折中方案是将 R<sub>BAT</sub> 范围限定为 47kΩ 到 200kΩ。如果 R<sub>BAT</sub> 等于 47kΩ 时 IC 出现故障，流入电池的最大电流为  $(28V-3V)/47k\Omega=532\mu A$ 。该电流值已经足够低并可以被系统单元的偏置电流吸收。R<sub>BAT</sub> 等于 47kΩ 最差将导致  $R_{BAT} \times I_{VBAT} \approx 1mV$  的压降。与 BV<sub>OVP</sub> 阈值所允许的 50mV 偏差相比，该电压可以忽略不计。

注：如果不需要使用锂电池过压功能，VBAT 引脚必须接地。

### R<sub>EN</sub>、R<sub>WRO</sub> 和 R<sub>PU</sub> 选择

EN 引脚可用于启用和禁用芯片。如果不需要主机控制，可以将 EN 引脚连接到地或悬空以永久启用 IC。

在需要外部控制的应用中，EN 引脚可由主机处理器控制。与 VBAT 引脚相同，EN 必须通过尽可能大的电阻连接到主机 GPIO 引脚（GPIO: General Purpose Input Output, 通用输入/输出端口）。R<sub>EN</sub> 的最大值可以通过公式（2）得到：

$$V_{OH} - R_{EN} \times I_{IH} > V_{IH} \quad (2)$$

其中，V<sub>OH</sub> 为主机 I/O 的高电平输出电压，R<sub>EN</sub> 电阻上的压降由 R<sub>EN</sub> × I<sub>IH</sub> 确定。

WRO 是开路漏极输出，在发生输入过压、负载过流、电池过压和过热保护时被拉低。在应用中如果不需要监控 WRO，该引脚可以悬空。如果需要监控 WRO，那么通过外部电阻 R<sub>PU</sub> 将该引脚接到高电平，同时通过电阻 R<sub>WRO</sub> 将 WRO 连接到主机。R<sub>WRO</sub> 可以防止 IC 发生故障时损坏主机控制器。R<sub>WRO</sub> 理论上需要高阻值，但实际应用中 22kΩ~100kΩ 已经足够。

### 输入和输出电容选择

输入电容 C<sub>IN</sub> 主要用于去耦合，并抑制供电电源瞬态变化。只要系统负载电流发生阶跃变化，输入电缆的电感将使输入电压产生尖峰。C<sub>IN</sub> 可以防止输入电压过冲过高。通常，1μF X5R 陶瓷电容以抑制电源噪声，且该电容必须靠近输入引脚。

输出电容 C<sub>OUT</sub> 同样很重要：如果输入端口出现非常快的（上升时间小于 1us）过压瞬态，则 C<sub>OUT</sub> 的充电电流会导致芯片的限流环路开始工作，从而减少对功率管的栅极驱动。这将提高输入过压保护的性能。C<sub>OUT</sub> 至少为 1μF 的陶瓷电容，且该电容需要靠近输出引脚。C<sub>OUT</sub> 还可以用作保护芯片后端的充电电路。

典型原理图

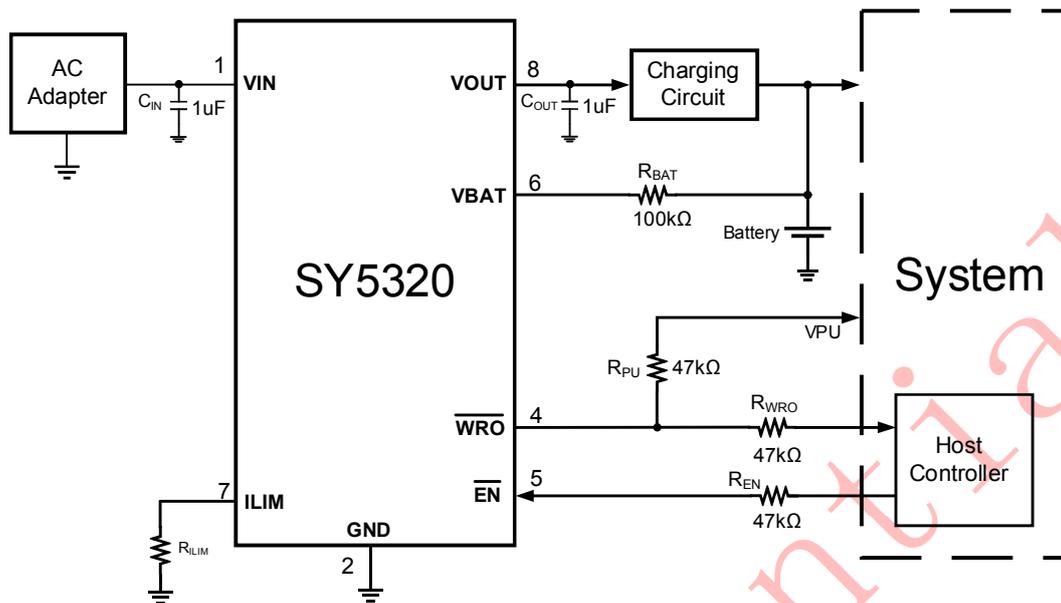


图 4 SY5320 应用典型原理图

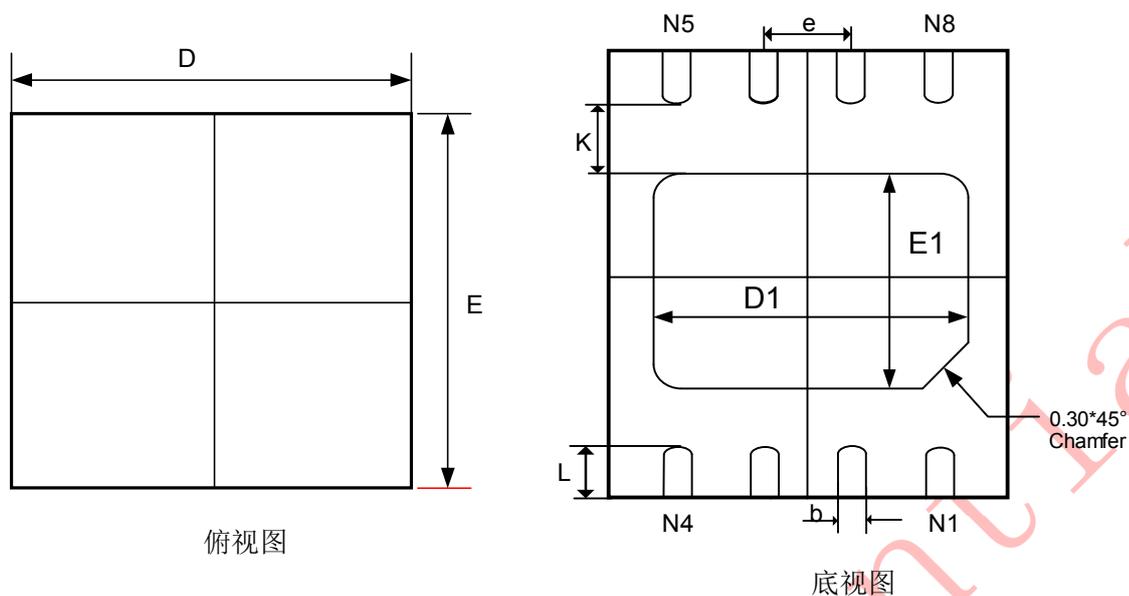
典型电路元器件

器件位置	器件名称	器件规格	制造商	数量
C <sub>IN</sub>	贴片电容	CAP0603/1uF/X5R/10%/35V	三星或等同	1
C <sub>OUT</sub>	贴片电容	CAP0603/1uF/X5R/10%/10V	三星或等同	1
R <sub>ILIM</sub>	贴片电阻	RES0603/24.3K/1%	国巨或等同	1
R <sub>BAT</sub>	贴片电阻	RES0603/47K/5%	国巨或等同	1
R <sub>EN</sub>	贴片电阻	RES0603/47K/5%	国巨或等同	1
R <sub>WRO</sub>	贴片电阻	RES0603/47K/5%	国巨或等同	1
R <sub>PU</sub>	贴片电阻	RES0603/47K/5%	国巨或等同	1

PCBLAYOUT 注意事项

1. SY5320作为保护IC，主要用于保护后端低压系统电路免受高电压的影响。必须确保PCB轨迹的边到边间隙满足高压设计规则。
2. IC底部有散热金属，在芯片内部已经连接到GND引脚。在设计PCB时，对应IC底部需增加焊盘、并且连接到地，焊盘连接的铜皮面积尽可能大，以提高产品的散热能力。使用中需将底部散热片与PCB板焊接良好，底部散热区域需要加通孔，并有大面积铜箔散热为优。多层PCB板加足够数量的过孔，对散热有良好的效果。
3. C<sub>IN</sub>尽量靠近VIN引脚，C<sub>OUT</sub>尽量靠近VOUT引脚，并且走线时都经过电容再到IC管脚。其他电阻如R<sub>ILIM</sub>和R<sub>BAT</sub>也应靠近IC。

DFN-2x2-8L 封装外观图



符号	尺寸(mm)		英寸(inch)	
	Norm.		Norm.	
A	0.550+/-0.050		0.022+/-0.002	
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.152REF		0.006REF	
D	2.000+/-0.100		0.079+/-0.004	
E	2.000+/-0.100		0.079+/-0.004	
D1	1.700+/-0.100		0.067+/-0.004	
E1	0.900+/-0.100		0.035+/-0.004	
k	0.200MIN		0.008MIN	
b	0.200+/-0.050		0.008+/-0.002	
e	0.500TYP.		0.020TYP.	
L	0.300+/-0.050		0.012+/-0.002	