

# 6V, 3A, PMOS 负载开关

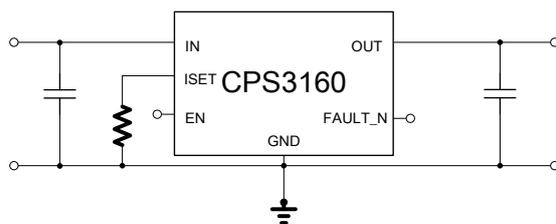
## 特性

- 导通阻抗 TSOT23-6L & CSP
  - $R_{ON}=42m\Omega$  (片上温度  $25^{\circ}C$ )  $V_{IN}=5V$
  - $R_{ON}=54m\Omega$  (片上温度  $25^{\circ}C$ )  $V_{IN}=3V$
- 外部电阻设定限流, 精度 10% (典型)
- 3.6A 最大导通电流
- 工作电压范围 2.3V~6.5V
- 支持输出快速放电 QOD (optional)
- 防倒灌功能
- 重载极速保护
- 打嗝模式
- 具备过压、过流、过温保护
- ESD HBM  $\pm 8kV$  CDM  $\pm 2kV$
- 封装
  - TSOT23-6L
  - DFN2\*2 6L
  - CSP 5B
  - CSP 10B (dual die)

## 应用

- 充电器
- 接线板
- 车充
- USB 集线器
- Type-C 集线器
- 扩展坞
- 手机
- 平板
- 充电宝
- 电池管理系统

## 典型应用



## 描述

CPS3160 是一款外部电阻设置限流的 PMOS 负载开关。导通输入电压范围 2.3V~5.8V, 有效限流范围 0.3~3.6A。

防倒灌功能在检测到输出电平高于输入时关闭负载开关。该功能和使能无关, 并且不从输入抽取电流。

打嗝模式能够在异常重载情况下, 保护芯片不受热损伤。同时具备正常输出能力, 在负载恢复正常后能及时启动。

重载极速保护能在 0.1us 内实现重载检测并关断负载开关然后进入限流。

开漏输出的 FAULT\_N 引脚能实现跨电压域通信, 当芯片处于过压、过流、过温时能告知系统。

CPS3160 系列拥有多种规格及封装, 可根据应用选择合适的型号。例如 Type-C 应用, 可选择带有快速下拉的产品, 以便在连接断开时, 接口无电。某些希望输出电平能稳住的应用, 则不应有快速下拉。而类保险丝应用环境, 无需使能控制, 那么可选择低使能有效版本, 由于内置下拉电阻, 该产品默认常通。

### 型号列表

型号	使能信号	快速下拉
CPS3160	EN	YES
CPS3161	EN_N	YES
CPS3162	EN	NO
CPS3163	EN_N	NO

### 器件信息

Part Number	Package	Size
CPS3160CT	TSOT23-6L	2.90mm*1.60mm *1.1mm(H)
CPS3160DN	DFN 6L	2.0mm*2.0mm *0.75mm(H)
CPS3160CS	CSP 5B	0.66mm*1.37mm *0.36mm(H)
CPS3164CS	CSP 10B	1.36mm*1.37mm *0.36mm(H)

## 引脚分布图

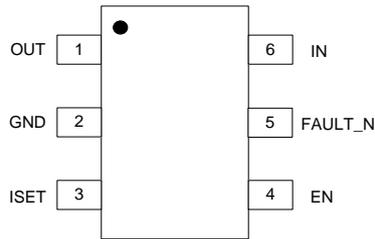


图 1 CPS3160/2 TSOT23 Pin Assignment (Top View)

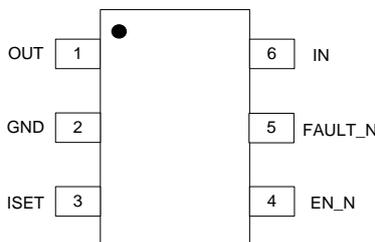


图 2 CPS3161/3 TSOT23 Pin Assignment (Top View)

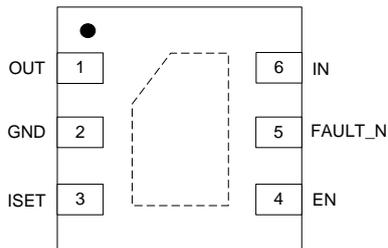


图 3 CPS3160/2 DFN 2\*2 Pin Assignment (Top View)

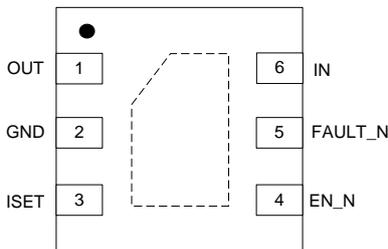


图 4 CPS3161/3 DFN 2\*2 Pin Assignment (Top View)

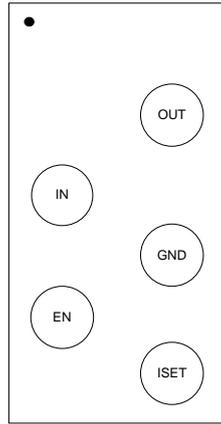


图 5 CPS3160/2 CSP 5B Pin Assignment (Top View)

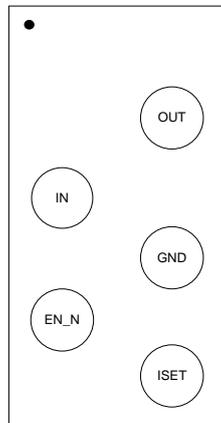


图 6 CPS3161/3 CSP 5B Pin Assignment (Top View)

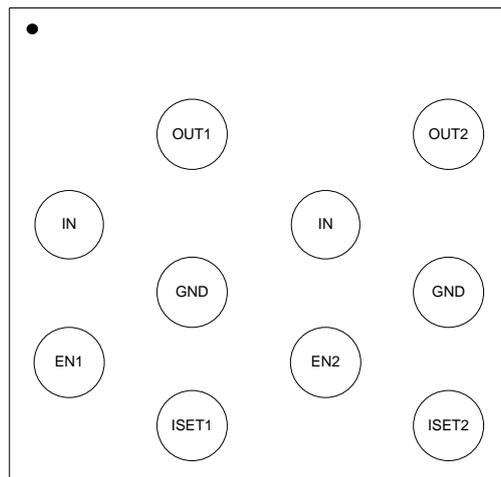


图 7 CPS3164/6 CSP 10B Pin Assignment (Top View)

## 引脚说明

### CPS3160

名称	类型	说明
OUT	IO	Output pin.
GND	G	Ground.
ISET	IO	Current limit programming pin.
EN	I	Enable pin, high enable the chip. Pull-down resistor inside.
FAULT_N	O	Open drain output. When OC、OT、OV, output low. (none in csp package)
IN	P	Input supply voltage.

### CPS3161

名称	类型	说明
OUT	IO	Output pin.
GND	G	Ground.
ISET	IO	Current limit programming pin.
EN_N	I	Enable pin, low enable the chip. Pull-down resistor inside.
FAULT_N	O	Open drain output. When OC、OT、OV, output low. (none in csp package)
IN	P	Input supply voltage.

### CPS3162

名称	类型	说明
OUT	IO	Output pin. Without pull-down resistance
GND	G	Ground.
ISET	IO	Current limit programming pin.
EN	I	Enable pin, high enable the chip. Pull-down resistor inside.
FAULT_N	O	Open drain output. When OC、OT、OV, output low. (none in csp package)
IN	P	Input supply voltage.

### CPS3163

名称	类型	说明
OUT	IO	Output pin. Without pull-down resistance
GND	G	Ground.
ISET	IO	Current limit programming pin.
EN_N	I	Enable pin, low enable the chip. Pull-down resistor inside.
FAULT_N	O	Open drain output. When OC、OT、OV, output low. (none in csp package)
IN	P	Input supply voltage.

**CPS3164**

名称	类型	说明
OUT1	IO	Output of channel 1.
OUT2	IO	Output of channel 2.
GND	G	Ground.
ISET1	IO	Current limit programming pin of channel 1
ISET2	IO	Current limit programming pin of channel 2
EN1	I	Enable of channel 1, high enable the chip. Pull-down resistor inside.
EN2	I	Enable of channel 2, high enable the chip. Pull-down resistor inside.
IN	P	Input supply voltage.

**CPS3166**

名称	类型	说明
OUT1	IO	Output of channel 1. Without pull-down resistance
OUT2	IO	Output of channel 2. Without pull-down resistance
GND	G	Ground.
ISET1	IO	Current limit programming pin of channel 1
ISET2	IO	Current limit programming pin of channel 2
EN1	I	Enable of channel 1, high enable the chip. Pull-down resistor inside.
EN2	I	Enable of channel 2, high enable the chip. Pull-down resistor inside.
IN	P	Input supply voltage.

## 典型应用

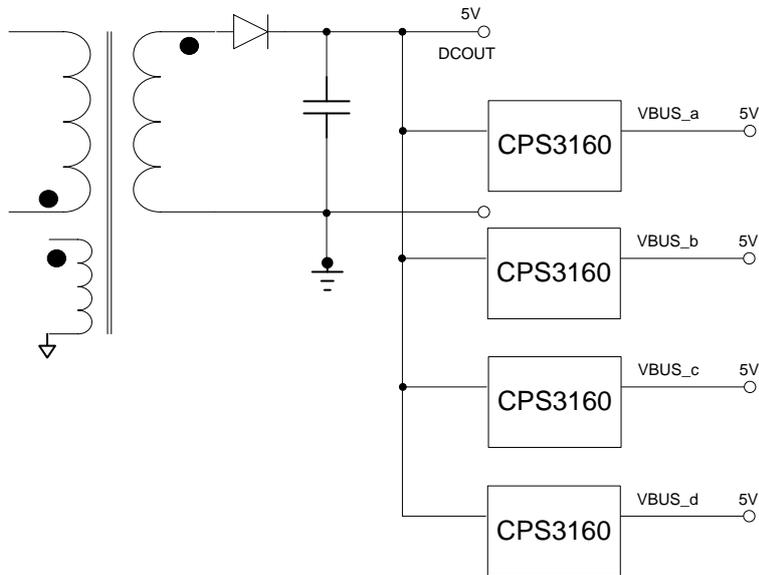


图 8 多端口 USB 供电系统

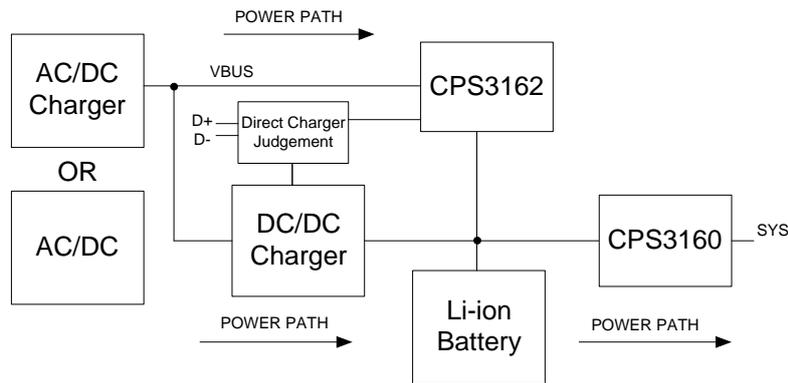


图 9 电源路径管理

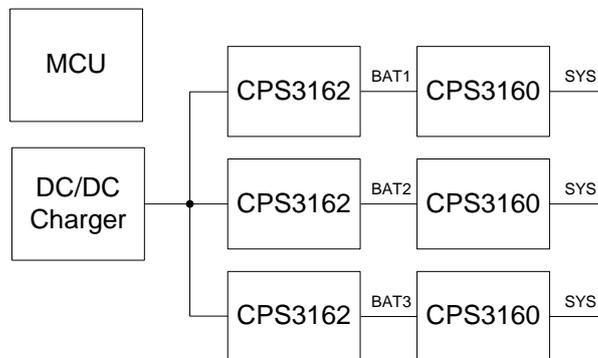


图 10 BMS 电池管理系统

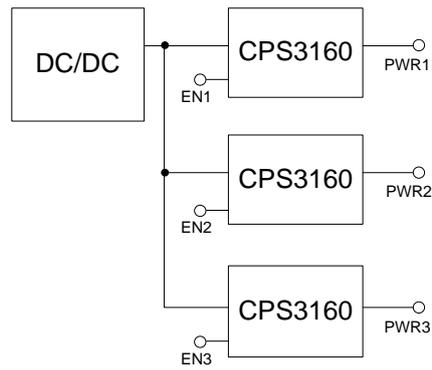


图 11 多路径电源时序管理

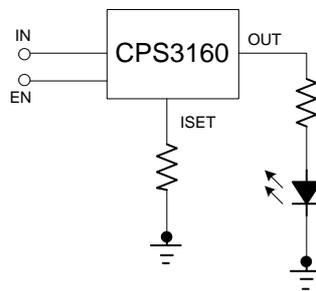


图 12 功率 LED 驱动

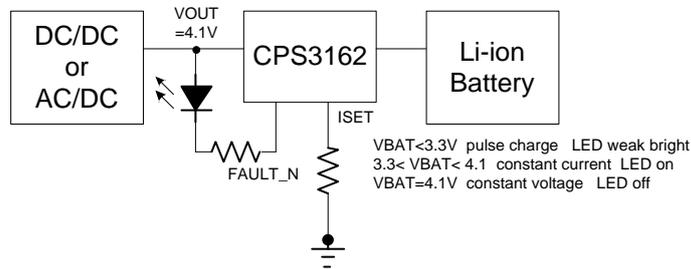


图 13 锂电线性充电

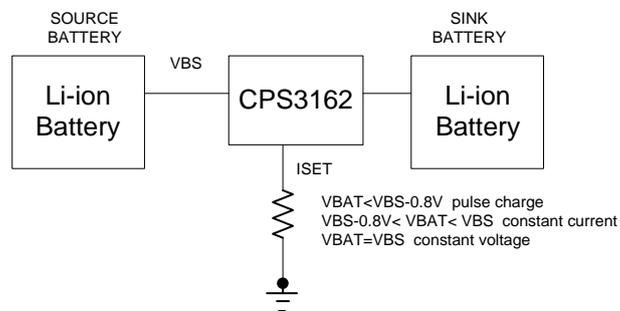


图 14 锂电直充

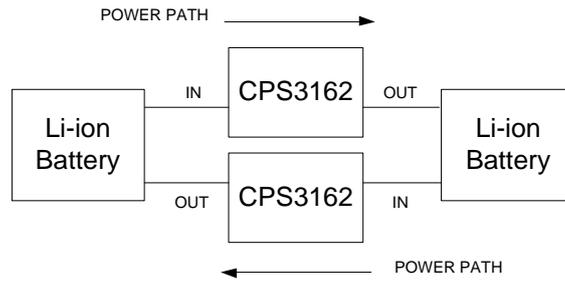


图 15 锂电均衡方案

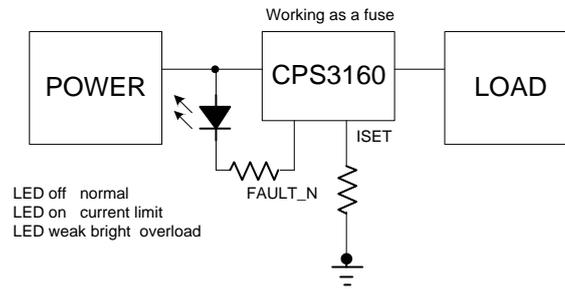


图 16 保险丝应用

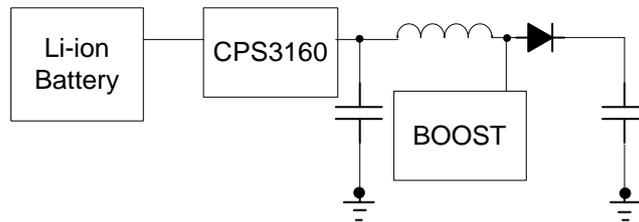
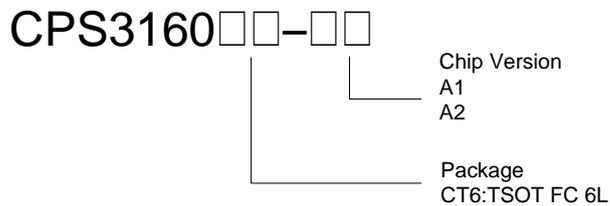


图 17 异步 boost 防被动直通

## 订购信息

芯片型号	工作温度范围	封装形式	RoHS	器件标记	包装形式
CPS3160CT6-A1	-40℃~85℃	TSOT23-6(FC)	YES	S3160/LLLL	3000 Pcs/reel
CPS3160DN6-A1	-40℃~85℃	DFN2*2-6L	YES	3160/LLL	3000 Pcs/reel
CPS3160CS5-A1	-40℃~85℃	CSP	YES	60LL	3000 Pcs/reel
CPS3161CT6-A1	-40℃~85℃	TSOT23-6(FC)	YES	S3161/LLLL	3000 Pcs/reel
CPS3161DN6-A1	-40℃~85℃	DFN2*2-6L	YES	3161/LLL	3000 Pcs/reel
CPS3161CS5-A1	-40℃~85℃	CSP	YES	61LL	3000 Pcs/reel
CPS3162CT6-A1	-40℃~85℃	TSOT23-6(FC)	YES	S3162/LLLL	3000 Pcs/reel
CPS3162DN6-A1	-40℃~85℃	DFN2*2-6L	YES	3162/LLL	3000 Pcs/reel
CPS3162CS5-A1	-40℃~85℃	CSP	YES	62LL	3000 Pcs/reel
CPS3163CT6-A1	-40℃~85℃	TSOT23-6(FC)	YES	S3163/LLLL	3000 Pcs/reel
CPS3163DN6-A1	-40℃~85℃	DFN2*2-6L	YES	3163/LLL	3000 Pcs/reel
CPS3163CS5-A1	-40℃~85℃	CSP	YES	63LL	3000 Pcs/reel
CPS3164CS10-A1	-40℃~85℃	CSP	YES	3164/LLL	3000 Pcs/reel
CPS3166CS10-A1	-40℃~85℃	CSP	YES	3166/LLL	3000 Pcs/reel

注：LLL 为 Lot No



## 极限工作条件\*

参数	范围
IN、OUT	-0.3V~7V
除 IN、OUT 外其它引脚	-0.3~5.5V
最大结温	150℃
贮存温度范围	-65℃~150℃
工作环境温度	-40℃~85℃
TSOT 封装热阻 $\theta_{JA}$	100℃/W
DFN 封装热阻 $\theta_{JA}$	65℃/W
CSP 封装热阻 $\theta_{JA}$	70℃/W

\*注意：如果器件工作条件超过上述各项极限值，可能对器件造成永久性损坏。上述参数仅是工作条件的极限值，不建议器件工作在推荐工作条件以外的情况。器件长时间工作在极限工作条件下，其可靠性可能受到影响。

## 推荐工作条件

参数	Min	Typ	Max	Unit
输入电压范围 $V_{IN}$	2.3	5.0	6	V
工作结温 $T_A$	-40		125	℃

## ESD 等级

$V_{ESD}$ Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per MIL-STD-883J Method 3015.9	±8000V
	Charged-device model (CDM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2014	±2000V

## Latch-up 等级

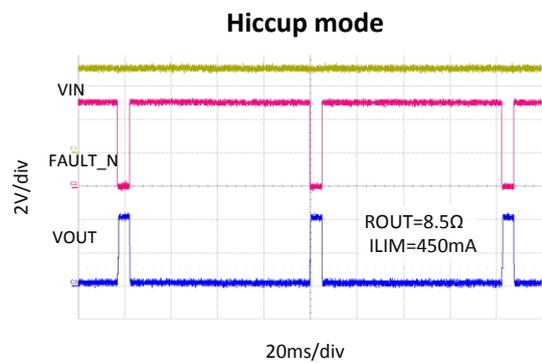
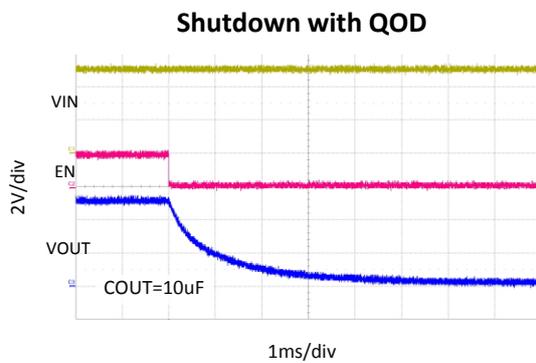
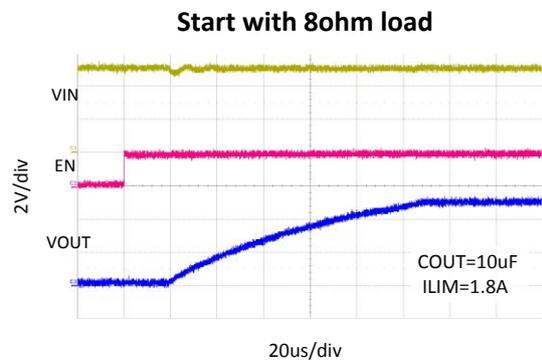
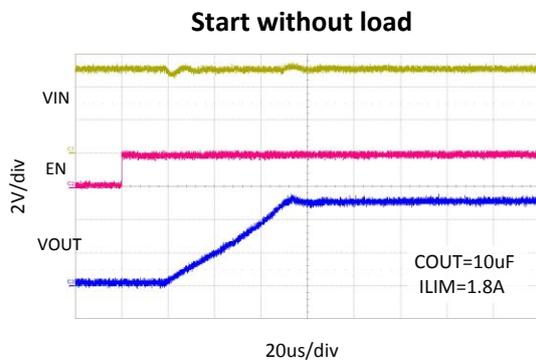
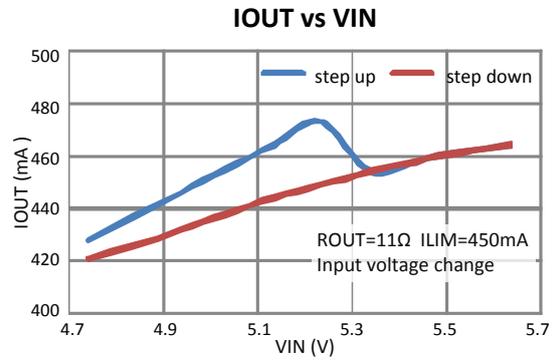
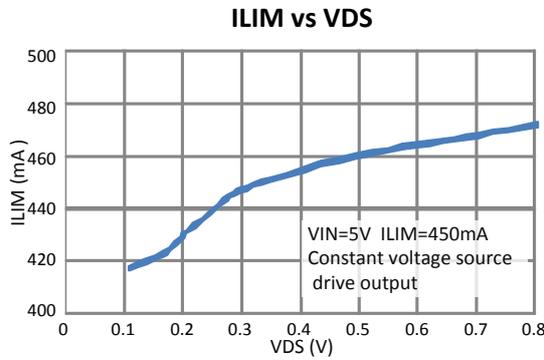
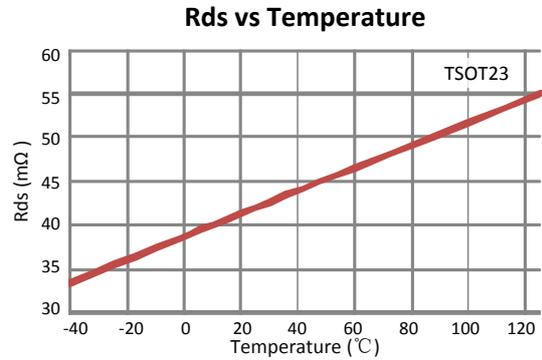
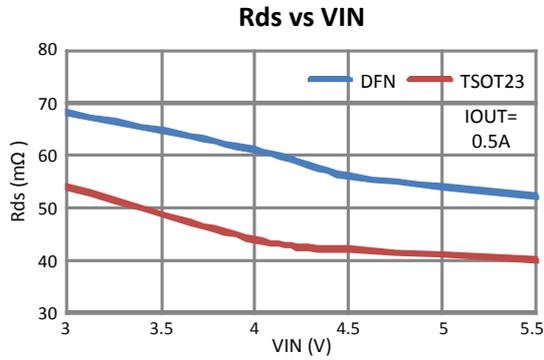
Trigger Current	per JEDEC STANDARD NO.78E NOVEMBER 2016	±500mA
-----------------	---	--------

## 电气参数

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
V <sub>IN</sub>	Input Voltage Range	2.3		6.5	V
I <sub>SHDN</sub>	Shutdown Input Current		0.1	1	uA
I <sub>Q</sub>	Quiescent Supply Current, V <sub>IN</sub> =5V		150		uA
R <sub>DSON</sub>	Switch ON resistance V <sub>IN</sub> =5V TSOT23 CSP		42	55	mΩ
R <sub>DSON</sub>	Switch ON resistance V <sub>IN</sub> =5V DFN		54	70	mΩ
I <sub>LIM</sub>	R <sub>SET</sub> =300Ω	2.7	3.0	3.3	A
V <sub>EN_H</sub>	EN Rising Threshold V <sub>IN</sub> =5V	1.3			V
V <sub>EN_L</sub>	EN Falling Threshold			0.5	V
V <sub>UVLO</sub>	Threshold of UVLO		2.0	2.2	V
V <sub>UVLO_HYS</sub>	Hysteresis of UVLO		0.1		V
V <sub>OVP</sub>	Threshold of OVP	5.9	6.2	6.5	V
V <sub>OVP_HYS</sub>	Hysteresis of OVP		0.4		V
T <sub>OVP</sub>	Deglitch time of OVP		4		us
R <sub>QOD</sub>	Pull-down resistance on OUT This feature is not available on CPS3162/3	100	160		Ω
R <sub>FAULT_N</sub>	Pull-down resistance on FAULT_N This feature is not available on CSP package		6		Ω
OTP	Over temperature of the switch		135		°C
OTP_HYS	Hysteresis of OTP		20		°C
T <sub>hiccup</sub>	The working period of hiccup mode		80		ms
D <sub>hiccup</sub>	The working duty cycle of hiccup mode		6		%
T <sub>ultra</sub>	Ultra heave load on output, OC time Simulation value. According to the external situation is quite different		60		ns

## 典型工作特性曲线

注: 除非特别说明 TA = 25 °C, VIN = 5V



## 应用信息

### 限流

外部电阻设定限流，电阻值与限流值如下表所示。

RSET(Ω)	ILIM MIN(mA)	ILIM TYP(mA)	ILIM MAX(mA)
250	3240	3600	3960
300	2700	3000	3300
360	2250	2500	2750
400	2025	2250	2475
500	1620	1800	1980
600	1350	1500	1650
750	1080	1200	1320
1000	810	900	990
1200	675	750	825
1500	540	600	660
2000	405	450	495
3000	270	300	330

速算公式

$$ILIM (A) = 900 / RSET (\Omega)$$

### 打嗝模式及输出电容

在限流状态下，检测到输入输出电压差大于 0.8V 时，系统进入打嗝模式，每 80ms 周期内以 6% 的占空比工作，94% 的时间关断。打嗝模式可以避免过热，同时不影响启动。极大的输出电容和过小的限流可能导致 4.8ms 依然无法使输出充至小于输入 0.8V 状态。

$$Q = VC = IT$$

$$C = ILIM * T / (VIN - 0.8)$$

留有余量的简单估算：令  $T = 4.2ms$ ， $VIN = 5V$ 。

$$C = ILIM \text{ mF}$$

即 1A 限流可以使得输出电容 1mF 正常充启。按此公式简单推算限流和输出电容的关系。

### 异常保护

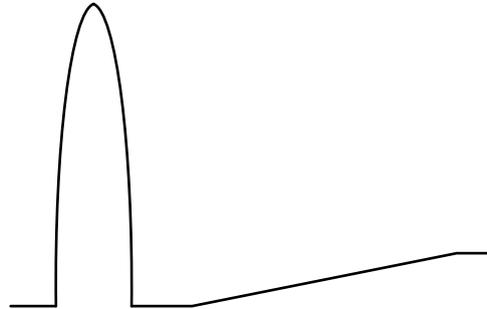
输入过压、进入限流以及过热属于异常状态，开漏输出的 FAULT\_N 引脚会拉低以告知系统出现某种异常，CSP 封装无此引脚。除进入限流外，输入过压时 loadswitch 会关断，保护输出端不看到过高的电压同时避免 loadswitch 工作在高压大电流的状态。过热保护在 loadswitch 片内温度达到 135 摄氏度时关断，避免负载和 loadswitch 出现热损坏，关断后 loadswitch 的温度若降低至 115 摄氏度则继续导通。负载也是以一种打嗝模式工作。

### 防倒灌

若输出电压高于输入电压，则内部 PMOS 的衬底和栅都接输出实现输出到输入断开。防倒灌和使能无关，但是带 QOD 的产品关断状态下会有一个额外的泄放电阻对输出放电。

## 重载极速保护

当输出接极大负载，输出实际是负值和开关管的分压，电流峰值可达十数 A。电路监测到电流超过 7.5A，迅速关闭 PMOS，再开启进入普通限流或进入打嗝模式。极大电流持续时间仅数十 ns。整个过程如下图所示。



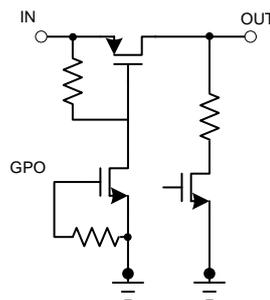
## 应用详解

本 loadswitch 根据使能电平和有无输出下拉分为 4 个版本。

型号	使能信号	快速下拉
CPS3160	EN	YES
CPS3161	EN_N	YES
CPS3162	EN	NO
CPS3163	EN_N	NO

通常接口类芯片采用带快速下拉的版本，断开时输出电容的电荷能完全泄放掉。而锂电池类有源负载则采用不带有快速下拉的版本。

接口类应用：需要精确限流、重载保护、输出泄放、防倒灌、优异的 ESD 性能。CPS3160 能够很好的满足需求。在多口 USB 应用以及 USB Type-C 应用中属于必须器件。若用 MOS 实现较低电压的 GPIO 控制电源通断，同时实现输出泄放，需要至少 3 路 MOS。如下图所示。



电源路径管理：需要限流保护、异常情况告知、防倒灌、软启动。CPS3160 能够为每个支路提供独立的时序控制以及检测，一旦发生过流、过温或过压，则开漏输出的 FAULT\_N 引脚能及时告知主控芯片。某一支路异常不影响其它通路，也方便检修。

恒流源应用：需要精确限流、防倒灌、过热保护、高压差情况下的打嗝工作模式。CPS3162 能够作为一个带有保护功能的恒流源应用于诸多场合。

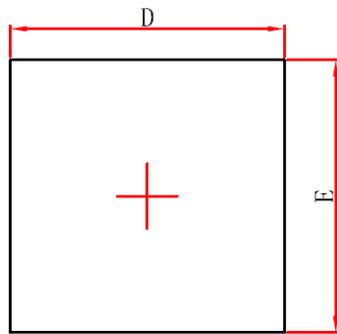
1. LED 驱动，利用限流功能驱动 LED，若输入电源和 LED 工作电压压差较大，可采用一个电阻分担电压和热量。

2. 锂电池充电，相比于传统线性充电方案，落入片内的压差更小。传统线性方案给 3.3V 锂电充电时落入片内的压降达到 1.7V。而恒压源配合 CPS3162 方案，落入片内的压降仅 0.8V。该方案可以利用其打嗝模式实现涓流充电，而 FAULT\_N 刚好可以用作充电指示灯驱动。
3. 锂电均衡方案，在多节锂电并联应用时，应用恒流源特性实现电池对电池充电。该方案较 buck-boost 方案成本低的多，较放单纯放电实现均衡效率高的多。
4. 保险丝应用，传统保险丝靠热量烧断，实现过流保护。整个过程持续时间长，过流值也不精确。若采用 loadswitch 实现保险丝，限流精确，反应迅速，可恢复，更重的负载进入打嗝模式，一旦负载变轻立即正常导通。

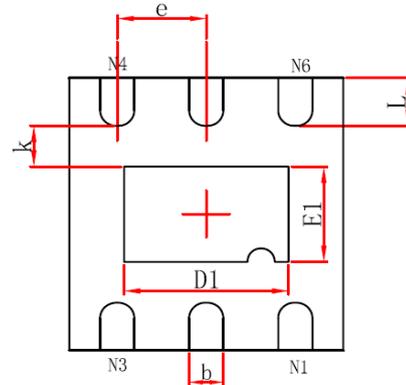
更多应用待补充。

## 封装描述

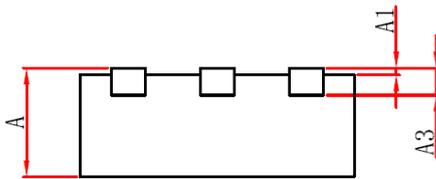
### DFN2\*2 6L



**Top View**

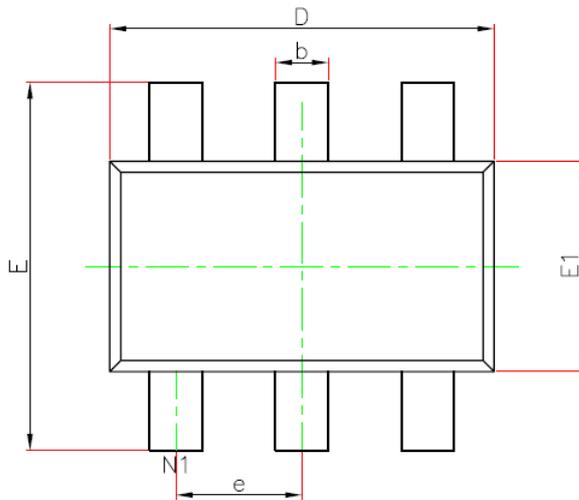


**Bottom View**

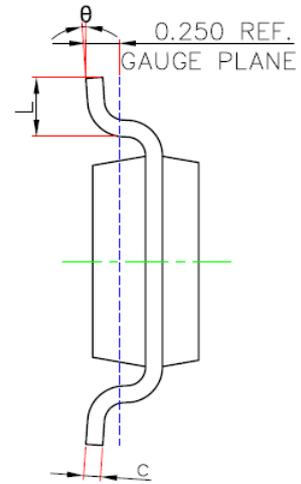


**Side View**

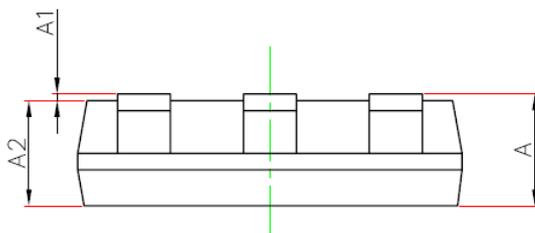
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.700/0.800	0.800/0.900	0.028/0.031	0.031/0.035
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203REF		0.008REF	
D	1.924	2.076	0.076	0.082
E	1.924	2.076	0.076	0.082
D1	1.100	1.300	0.043	0.051
E1	0.600	0.800	0.024	0.031
k	0.200MIN		0.008MIN	
b	0.200	0.300	0.008	0.012
e	0.650TYP		0.026TYP	
L	0.274	0.426	0.011	0.017

**TSOT23 6L**


TOP VIEW



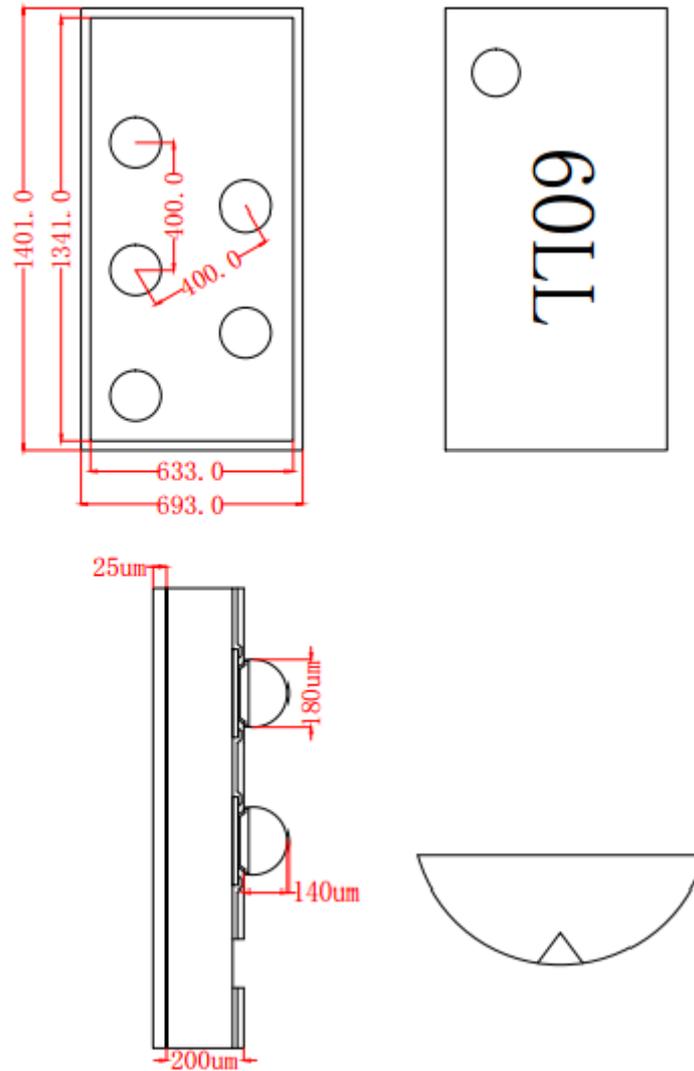
SIDE VIEW



SIDE VIEW

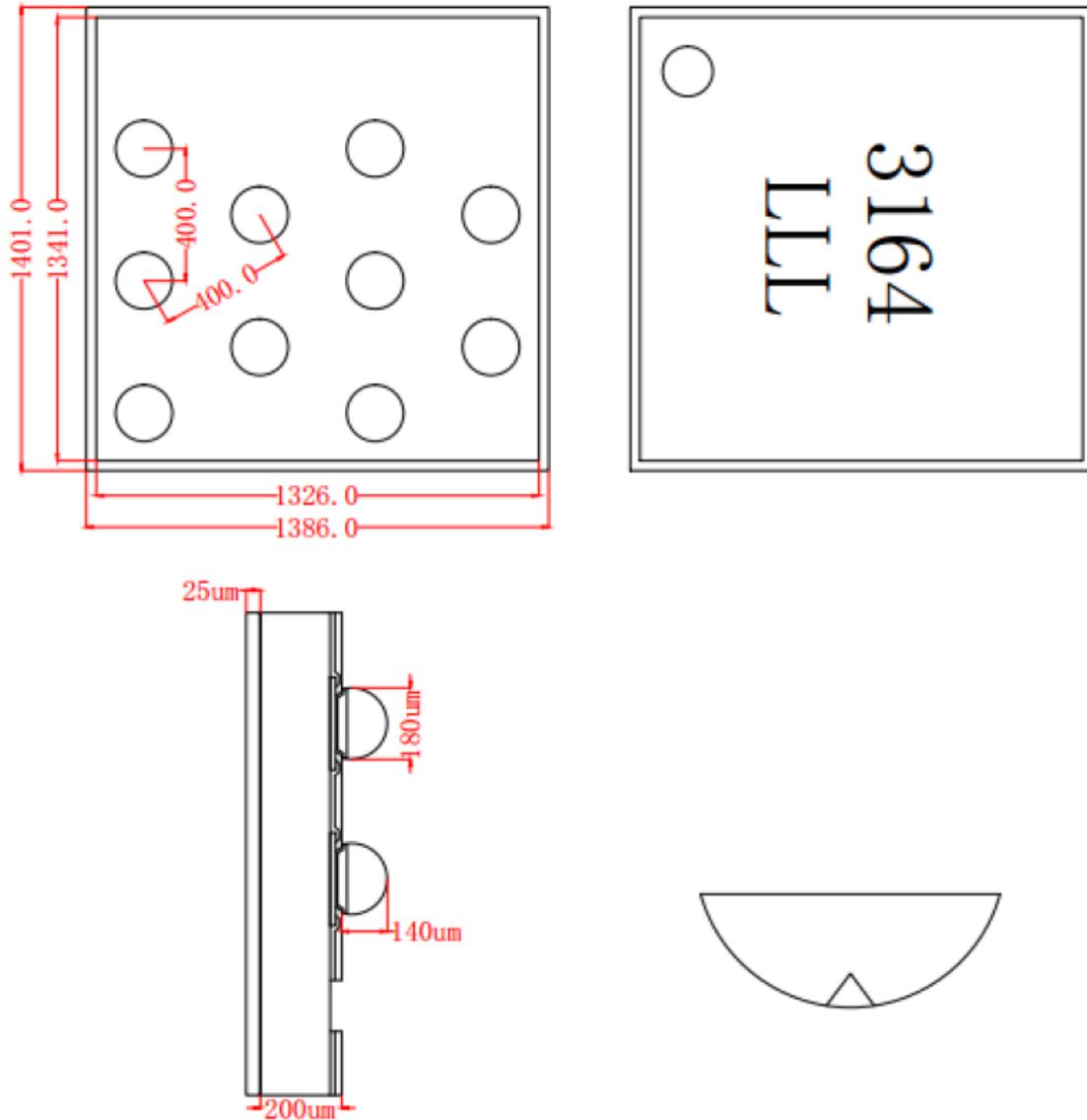
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	-----	1.100	-----	0.043
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	0.700	1.000	0.028	0.039
D	2.850	2.950	0.112	0.116
E	2.650	2.950	0.104	0.116
E1	1.550	1.650	0.061	0.065
b	0.300	0.500	0.012	0.020
c	0.080	0.200	0.003	0.008
e	0.950(BSC)		0.037(BSC)	
L	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

CSP 5B



Parameter (Millimeters)	Nominal	Min	Max
Package Body Dimension X	0.663	0.633	0.693
Package Body Dimension Y	1.371	1.341	1.401
Package Height	0.365	0.335	0.395
Si thickness	0.2	0.1875	0.2125
Ball Height	0.14	0.12	0.16
Ball Diameter	0.18	0.16	0.2
Backside coating thickness	0.025	0.02	0.03
Total Ball Count per Die	5		
Ball Pitch	0.4		

CSP 10B



Parameter (Millimeters)	Nominal	Min	Max
Package Body Dimension X	1.356	1.326	1.386
Package Body Dimension Y	1.371	1.341	1.401
Package Height	0.365	0.335	0.395
Si thickness	0.2	0.1875	0.2125
Ball Height	0.14	0.12	0.16
Ball Diameter	0.18	0.16	0.2
Backside coating thickness	0.025	0.02	0.03
Total Ball Count per Die	10		
Ball Pitch	0.4		