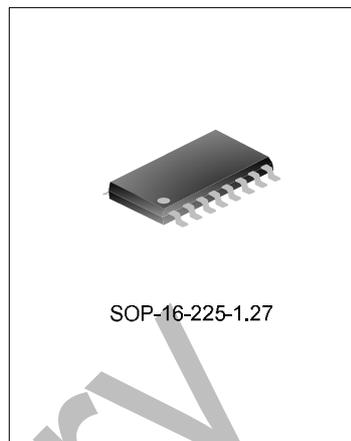


基于IEEE 802.3af标准的PD和DC/DC控制器

描述

SD4952B是一款基于IEEE 802.3af标准的PD以及DC/DC控制器。该芯片的PD控制器部分为以太网供电系统（Power over Ethernet, PoE）中的受电设备提供了特征电阻检测、功率分级和浪涌限流等功能，其内部集成了耐压100V导通阻抗0.68Ω的功率MOSFET，支持最大400mA的工作电流，内置欠压保护和过热保护，并提供开漏的电源良好信号。DC/DC控制器部分内置200V功率MOSFET，采用原边控制（PSR）方式，适用于Flyback拓扑，提供精确的恒压控制环路，工作于PWM+PFM模式，具有较高的系统效率和良好的EMI特性。



主要特点

PD 控制器部分

- w 基于 IEEE 802.3af 受电设备的完整电源接口
- w 片上 100V、0.68Ω 的功率 MOSFET
- w 欠压保护
- w 过热保护
- w 150mA 浪涌限流
- w 400mA 工作电流
- w 电源良好信号指示
- w 故障自动重试

DC/DC 控制器部分

- w 原边控制模式
- w 轻载降频
- w 前沿消隐
- w 峰值电流模式
- w 逐周期限流
- w 欠压锁定
- w 软启动
- w VCC 过压保护
- w 输出短路保护
- w 输出过压保护
- w 异常过流保护
- w 过温保护

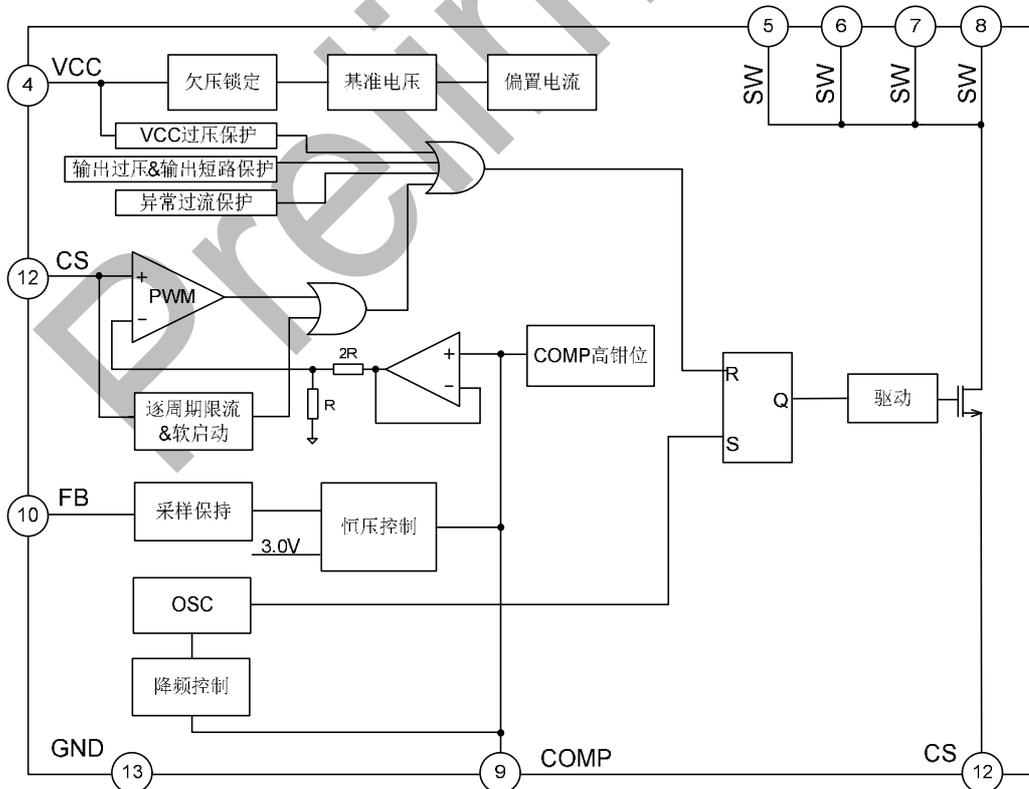
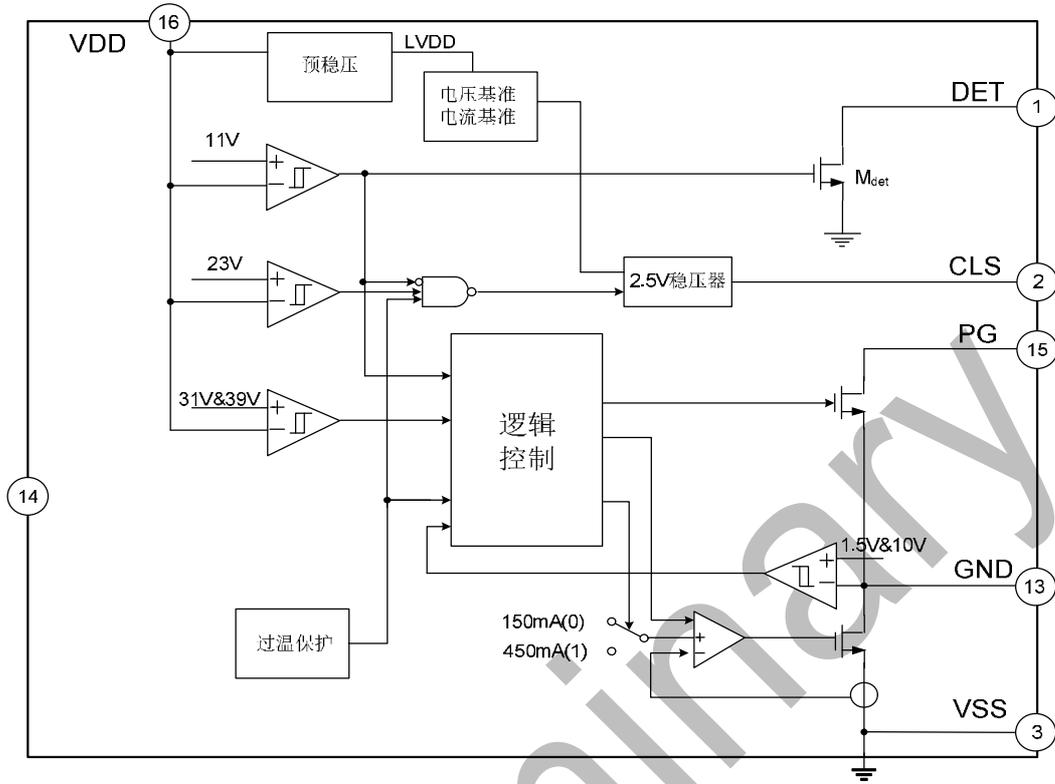
应用

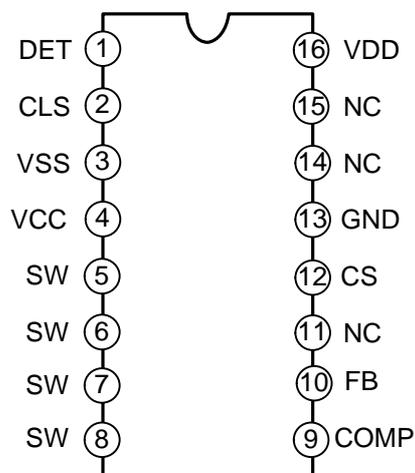
- w 频监控
- w IP 电话
- w 无线 AP

产品规格分类

| 产品名称 | 封装类型 | 打印名称 | 材料 | 包装 |
|----------|-----------------|---------|----|----|
| SD4952 | SOP-16-225-1.27 | SD4952B | 无卤 | 料管 |
| SD4952TR | SOP-16-225-1.27 | SD4952B | 无卤 | 编带 |

内部框图



管脚排列图

管脚说明

| 管脚号 | 管脚名称 | I/O | 功能描述 |
|---------|------|-----|---|
| 1 | DET | I/O | POE 检测引脚，外接 24.9kΩ 电阻可以建立一个有效标记 |
| 2 | CLS | O | POE 分级引脚，外接一个电阻可以设置 POE 功率等级，分级过程中该引脚驱动至 2.5V |
| 3 | VSS | G | POE 负电源输入 |
| 4 | VCC | P | DC/DC 控制器的供电电源 |
| 5、6、7、8 | SW | O | 200V 功率 MOS 管漏极 |
| 9 | COMP | O | DC/DC 控制器环路补偿脚 |
| 10 | FB | I | DC/DC 控制器反馈输入脚 |
| 11 | NC | NC | 无连接 |
| 12 | CS | I | DC/DC 控制器峰值电流采样脚 |
| 13 | GND | G | DC/DC 控制器的地 |
| 14 | NC | NC | 禁止连接 |
| 15 | NC | NC | 无连接 |
| 16 | VDD | P | POE 正电源输入 |

极限参数（除非特殊说明， $T_c=25^\circ\text{C}$ ，参考电压为 GND）

| 参数 | 端口 | 参数范围 | 单位 |
|------|------------------------|----------|----|
| 输入电压 | VDD, GND, DET, 以VSS为参考 | -0.3~100 | V |
| 输入电压 | CLS, 以VSS为参考 | -0.3~3 | V |
| 输入电压 | VCC | -0.3~26 | V |
| 输入电压 | CS, COMP, FB | -0.3~7 | V |
| 输入电压 | SW, 以CS为参考 | -0.3~200 | V |
| 输入电流 | VDD | 0~500 | μA |
| 输入电流 | DET | 0~2 | mA |
| 输入电流 | GND | 内部限流450 | mA |
| 输入电流 | VCC | 20 | mA |

| | | | |
|------------------|-----|----------|----|
| 输出电流 | CLS | 0~60 | mA |
| ESD HBM | | 2 | KV |
| ESD CDM | | 750 | V |
| ESD (空气放电) | | 15 | KV |
| ESD (接触放电) | | 8 | KV |
| 工作结温 T_J | | +150 | °C |
| 工作温度范围 T_{amb} | | -40~ +85 | °C |
| 贮存温度范围 T_{STG} | | -40~+125 | °C |

电气参数 1 (PD 控制器部分, 除非特殊说明, 参考地为 VSS, VDD=48V, $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$)

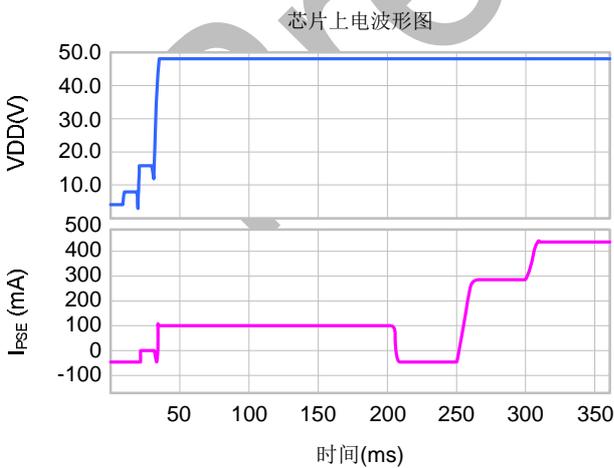
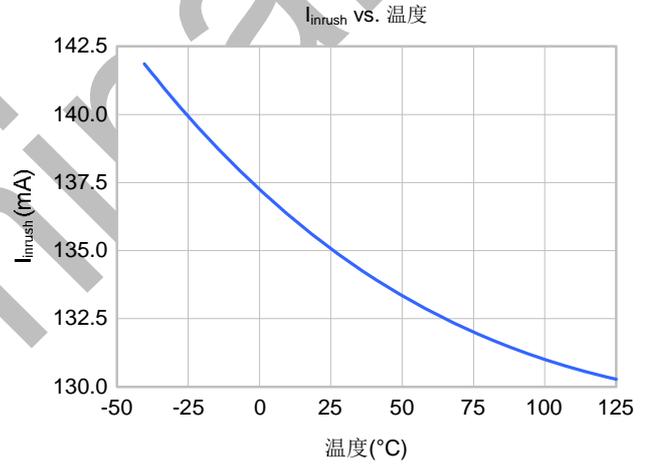
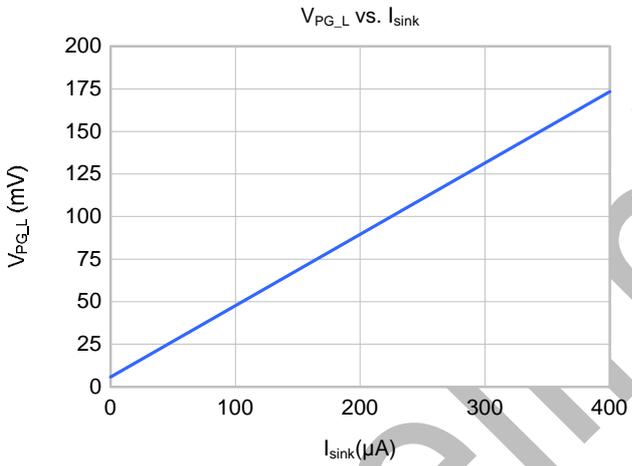
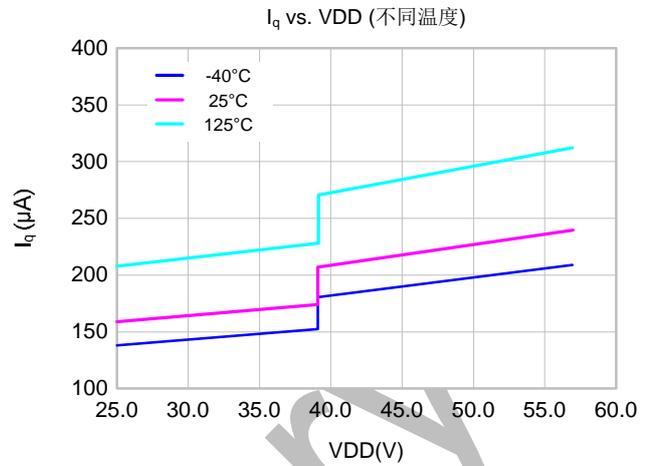
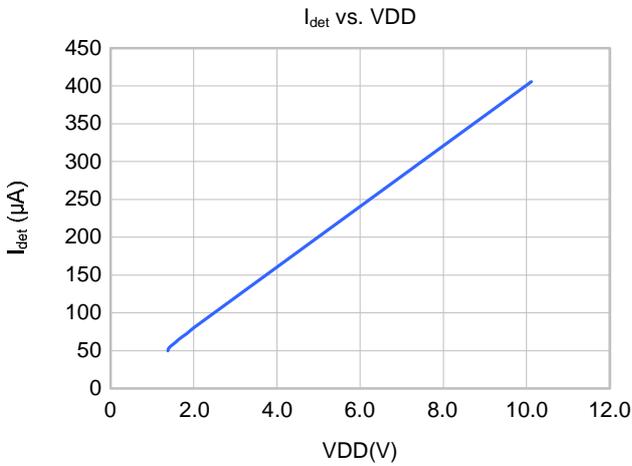
| 参 数 | 符 号 | 测 试 条 件 | 最 小 值 | 典 型 值 | 最 大 值 | 单 位 | |
|------------------|----------------|---|-----------|-------|-------|---------------|---------------|
| 特征电阻检测 | | | | | | | |
| 偏移电流 | I_{offset} | DET 开路, VDD=GND=1.9V, 测量 $I_{VDD}+I_{GND}$ | 0.1 | -- | 5 | μA | |
| 休眠电流 | I_{sleep} | DET 开路, VDD=GND=10.1V, 测量 $I_{VDD}+I_{GND}$ | 3 | -- | 11 | μA | |
| DET 漏电流 | I_{leak} | VDD=DET=57V, 测量 I_{DET} | -- | -- | 1.5 | μA | |
| 检测电流 | I_{det} | VDD=GND, 测量 $I_{VDD}+I_{GND}+I_{DET}$ | VDD=1.4V | -- | 54 | 70 | μA |
| | | | VDD=10.1V | -- | 413 | 440 | |
| 功率分级 | | | | | | | |
| 分级电流 | I_{CLS} | 13.5V < VDD < 20.5V, 测量 $I_{VDD}+I_{DET}+I_{GND}$ | | | | | mA |
| | | $R_{CLS}=1270\Omega$ | 1.92 | 2.05 | 2.20 | | |
| | | $R_{CLS}=243\Omega$ | 9.7 | 10.4 | 11.0 | | |
| | | $R_{CLS}=137\Omega$ | 17.5 | 18.4 | 19.4 | | |
| | | $R_{CLS}=90.9\Omega$ | 26.2 | 27.6 | 29 | | |
| 分级开启下限 | V_{CL_OL} | VDD 上升 | 10.5 | 11.5 | 13.5 | V | |
| | | VDD 下降 | 9.0 | 10.5 | 12 | | |
| 分级开启上限 | V_{CL_OH} | VDD 上升 | 21 | 22.5 | 24 | V | |
| | | VDD 下降 | 20 | 20.8 | 22 | | |
| 传递MOSFET | | | | | | | |
| 导通阻抗 | R_{on} | $I_{GND}=300\text{mA}$ | -- | 0.68 | 1.3 | Ω | |
| 浪涌限流 | I_{inrush} | $V_{GND}=12\text{V}$ | 120 | 150 | 180 | mA | |
| 工作限流 | I_{limit} | $V_{GND}=1\text{V}$ | 400 | 450 | 520 | mA | |
| UVLO (内部) | | | | | | | |
| 内部 UVLO 阈值 | V_{UVLO_IN} | UVLO=VSS, VDD 上升 | 37.0 | 39.3 | 41.5 | V | |
| | | UVLO=VSS, VDD 下降 | 29.0 | 31.0 | 32.5 | V | |
| 过温保护 | | | | | | | |
| 过温保护 | T_{OTP} | | -- | 150 | -- | °C | |
| 过温保护迟滞 | T_{OTP_hys} | | -- | 20 | -- | °C | |

| 参 数 | 符 号 | 测 试 条 件 | 最 小 值 | 典 型 值 | 最 大 值 | 单 位 |
|--------|-------|------------------------------------|-------|-------|-------|---------|
| 芯片静态电流 | | | | | | |
| 静态电流 | I_q | VDD=25~57V, 测量 $I_{VDD} + I_{DET}$ | 90 | -- | 350 | μA |

电气参数 2 (DC/DC 控制器部分, 除非特殊说明, 参考地为 GND, VCC=12V, $T_{amb}=25^{\circ}C$)

| 参 数 | 符 号 | 测 试 条 件 | 最 小 值 | 典 型 值 | 最 大 值 | 单 位 |
|-----------|-----------------|---|-------|-------|-------|-------------|
| 电源部分 | | | | | | |
| 工作电压范围 | V_{VCC} | | 9.5 | -- | 20 | V |
| 启动电压 | V_{VCC_ON} | | 14.7 | 16.2 | 17.7 | V |
| 关断电压 | V_{VCC_OFF} | | 7.4 | 8.4 | 9.4 | V |
| 启动电流 | I_{ST} | VCC=12V, 芯片未启动 | -- | 5 | 13 | μA |
| 工作电流 | I_{VCC} | VCC=18V, $V_{FB}=V_{CS}=0V$, $V_{COMP}=2V$ | 3 | 3.5 | 4 | mA |
| VCC 过压保护 | V_{VCC_OVP} | | 21 | 22.5 | 24 | V |
| VCC 保护电流 | I_{VCC_OVP} | | 1.1 | 1.7 | 2.3 | mA |
| 振荡器部分 | | | | | | |
| 振荡器频率 | F_{OSC} | $V_{FB}=V_{CS}=0V$, $V_{COMP}=2V$ | 165 | 180 | 195 | KHz |
| 最小频率 | F_{OSC_MIN} | $V_{FB}=V_{CS}=0V$, $V_{COMP}=0.15V$ | 7.5 | 9 | 10.5 | KHz |
| 最大占空比 | D_{MAX} | $V_{FB}=V_{CS}=0V$, $V_{COMP}=2V$ | 70 | 80 | 90 | % |
| 反馈部分 | | | | | | |
| 恒压阈值 | V_{REF} | | 2.97 | 3 | 3.03 | V |
| COMP 高钳位值 | V_{COMP_H} | | 2.3 | 2.4 | 2.5 | V |
| 输出过压保护阈值 | V_{FB_OVP} | | 3.4 | 3.5 | 3.6 | V |
| 输出短路保护阈值 | V_{FB_SHORT} | | 1.35 | 1.45 | 1.55 | V |
| 输出短路保护延时 | T_{FB_SHORT} | 软启动结束后 | 7.5 | 8.5 | 9.5 | mS |
| CS部分 | | | | | | |
| CS 最大值 | V_{CS_MAX} | | 0.7 | 0.8 | 0.9 | V |
| CS 异常保护值 | V_{CS_LIM} | | 0.9 | 1 | 1.1 | V |
| 前沿消隐时间 | T_{LEB} | | 300 | 400 | 500 | nS |
| 软启动时间 | T_{SS} | | 4.6 | 5.6 | 6.6 | mS |
| 过温保护部分 | | | | | | |
| 过温保护 | T_{OTP} | | 135 | 150 | 165 | $^{\circ}C$ |
| 过温保护迟滞 | T_{OTP_HYS} | | -- | 20 | -- | $^{\circ}C$ |

典型特性曲线



功能描述

一、PD控制器部分

SD4954内置的PD控制器完全兼容IEEE 802.3af标准，具备特征检测、功率分级、欠压保护和过热保护等功能，并集成一个100V的功率MOSFET，可以对系统进行浪涌限流和工作电流限流。

PD控制器在以太网供电系统（802.3af）中的工作过程如下：开始时供电设备(PSE)向PD设备提供两次处于2.8~10V之间的不同的电压，控制器识别到检测电压，将外置的特征电阻24.9kΩ下拉至地，供PSE设备检测；PSE设备检测成功后，将电压上拉至15.5~20.5V，芯片识别到该分级电压，关闭检测模块，将外置的分级电阻串入环路，并用2.5V电压驱动，从而产生了分级电流供PSE检测；PSE分级成功后，将电压上拉至44~57V，并提供相应的功率，芯片检测到正常工作电压，开始对PD设备进行浪涌限流操作，GND端电压将以150mA的电流值进行放电，当电压下降至小于1.5V时，PD设备开始为负载正常供电。

1. 特征电阻检测

系统上电，PSE设备向PD设备提供两次处于2.8~10.1V的电压，PD控制器开启检测模块，特征电阻24.9kΩ被下拉至地，形成两次不同电流，供PSE检测。PSE设备使用两次电压差值除以电流差，即可以计算出特征电阻值，若特征电阻处于19.0~26.5kΩ之间，表明检测成功，系统将进入分级状态。

当PD设备的输入电压处于1.4~10.1V时，检测模块始终打开，当电压高于11.5V时，检测模块将被关闭，DET端口将呈现高阻。

2. 功率分级

分级过程中，PSE设备向PD设备提供一个15.5V~20.5V的电压，PD控制器检测到电压高于11.5V且低于22.5V，将关闭检测模块，开启分级模块，该模块将CLS端口驱动至2.5V电压， $2.5/R_{cls}$ 可以用于确定分级电流。PSE设备将根据不同的分级电流为PD设备提供相应功率，分级电流和功率等级的对应表如下。

| 级别 | 分级电流(mA) | PD 功率(W) | 备注 |
|----|----------|------------|------|
| 0 | 0-4 | 0.44-12.95 | 默认 |
| 1 | 9-12 | 0.44-3.84 | 可选 |
| 2 | 17-20 | 3.84-6.49 | 可选 |
| 3 | 26-30 | 6.49-12.95 | 可选 |
| 4 | 36-44 | | 未来扩展 |

3. 浪涌限流和上电操作

当分级操作完成后，PSE将电压上拉至44~57V之间，PD控制器检测到输入电压大于22.5V，将关闭分级模块，同时输入电压高于39.3V，UVLO输出使能信号UVLO_A，此时限流模块开始工作，限流等级被设定在150mA。GND端将开始放电，当电压低于1.5V时，芯片将限流点切换至450mA，此后开关电源开始上电。

4. 过流保护

正常工作时，芯片的限流档为450mA，当GND端的输入电流高于450mA时，PD控制器的MOSFET将会进行限流操作，此时GND端电压将会上升，当GND端电压高于10V时，芯片会将限流档切换至150mA，并加速GND电

压的上升，从而关闭开关电源。若 GND 电压逐步下降，并下降至低于 1.5V 时，限流档会切回至 450mA，芯片恢复正常工作。

5. 欠压保护 UVLO

PD 控制器提供内部标准的欠压保护。如果输入电压 VDD 从低变高，当 VDD 超过 39.3V 时，MOSFET 开启，芯片开始正常工作；如果 VDD 从高变低，当 VDD 小于 31V 时，芯片进入保护状态，MOSFET 关断。

6. 过温保护

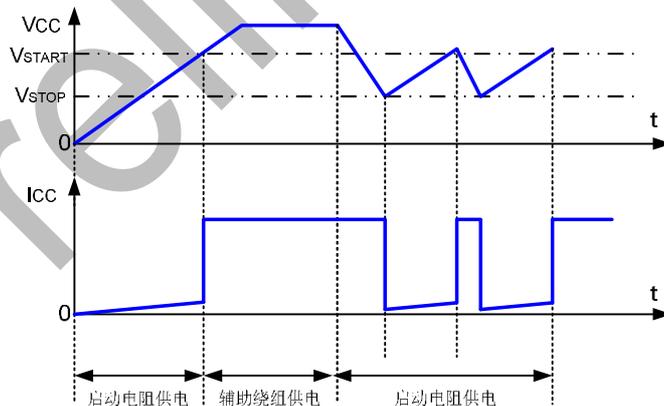
当电路处于过温保护状态，芯片会关闭分级模块和功率 MOSFET，防止芯片损坏。过温保护的温度点为 150°C，过温保护的恢复具有迟滞特性以避免过温保护与正常工作状态的反复来回变化。迟滞区间为 20°C，即要等电路温度下降到 130°C，电路才能恢复正常工作。

二、DC/DC控制器部分

SD4952B 内置的 DC/DC 控制器适用于 36~72V 的宽范围输入电压，外围采用反激式拓扑，通过检测变压器原边线圈的峰值电流和辅助线圈的反馈电压，控制系统的输出电压和电流，达到输出恒压或者恒流的目的。

1. 电路启动和欠压锁定

系统上电，输入电压通过启动电阻对 VIN 管脚外置的电容充电。当 VIN 上升到 16.2V，DC/DC 控制器开始工作；在电路正常工作后，由辅助线圈供电来维持 VCC 电压；当 VCC 下降到 8.4V 后进入欠压锁定状态，启动电阻再次对 VCC 电容充电，直到 VCC 上升到 16.2V，DC/DC 控制器重新启动。



2. 软启动

为了防止启动过程中变压器饱和，减小 MOS 管应力，SD4952B 内置软启动功能。当芯片开启后，CS 峰值电压从 160mV 经过 5.6mS 上升到最大值 800mV，保证系统可靠性。

3. 峰值电流模式

SD4952B 内置的 DC/DC 控制器采用峰值电流关断的工作模式，即每周期实时采样 CS 电压，并通过 PWM 比较器

与 COMP 的分压信号进行比较，一旦 CS 电压高于 COMP 分压电压，将控制功率 MOS 关断，为了防止电流峰值过高，设定 COMP 电压最高为 0.8V 左右。

4. 恒压控制

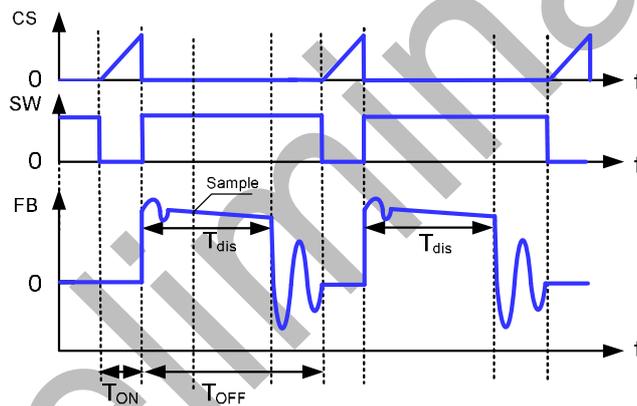
由于 MOS 管关断期间，辅助线圈电压为：

$$V_{AUX} = (V_{OUT} + V_{D_F}) \cdot \frac{N_{AUX}}{N_S}$$

其中， N_{AUX} 为辅助线圈匝数， N_S 为副边线圈匝数， V_{D_F} 为副边二极管正向导通压降， V_{OUT} 为输出电压。

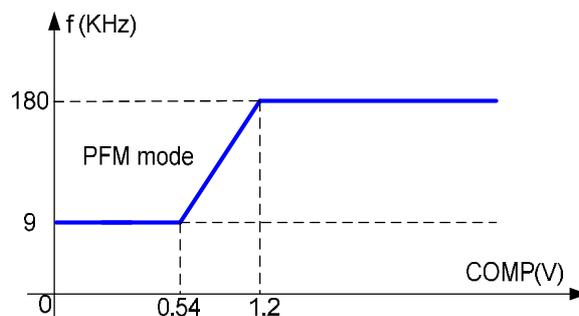
DC/DC 控制器通过 FB 脚采样每个开关周期去磁时间 1/2 处的电压，并保持至下个开关周期，与内部 3V 基准比较，产生的误差被内部 EA 放大，EA 的输出 COMP 电压反映负载大小，并决定 MOS 管开通时间 T_{ON} ，实现输出恒压功能。由于 FB 为辅助绕组分压后产生的信号，因此近似有：

$$V_{OUT} = \frac{V_{REF} \cdot (R_{ZCSU} + R_{ZCSD})}{R_{ZCSD}} \cdot \frac{N_S}{N_{AUX}}$$



5. 降频模式

当负载很轻或进入空载状态时，DC/DC 控制器将进入轻载降频模式，即通过检测 COMP 电压来降低开关频率，以提高系统效率或降低系统待机功耗，当 COMP 电压高于 1.2V 时，开关频率保持为典型值 180KHz，当 COMP 电压低于 1.2V 时，开关频率从典型值 180KHz 开始线性下降，随着 COMP 电压降至 0.54V 左右，开关频率降至 9KHz，并保持不变，变化关系如下图所示：

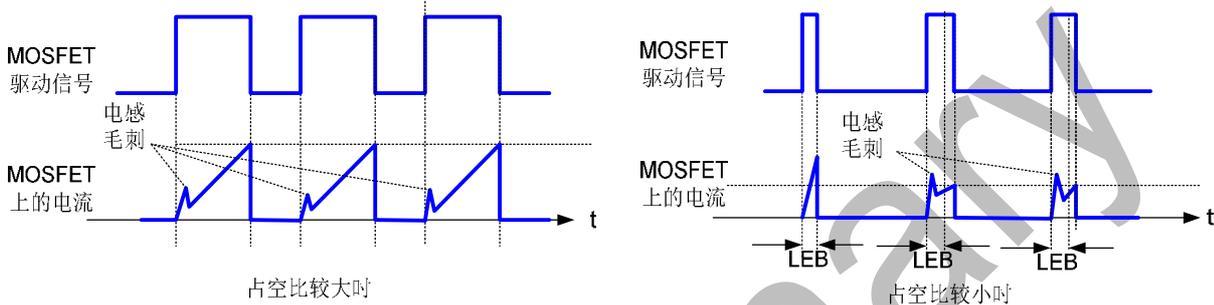


6. 输出过压保护

为防止输出电压漂高，DC/DC 控制器内置了输出过压保护，一旦 FB 脚在连续三个开关周期内检测到去磁时间 1/2 处电压大于 3.5V，驱动关断，该状态一直保持，直到电路发生上电重启。

7. 前沿消隐

在本电流控制环路中，当开关导通瞬间会有脉冲峰值电流，如果此时采样电流值，会产生错误触发动作，前沿消隐用于消除这种动作。在开关导通之后的一段时间内，采用前沿消隐消除这种误动作。在电路有输出驱动以后，PWM 比较器的输出要经过一个前沿消隐时间才能去控制关断输出。



8. VCC 过压保护

当 VCC 高于 22.5V 时触发 VCC 过压保护，驱动关断并将这一状态锁存，直到电路重启后解除，此时驱动重新输出直到再次触发 VCC 过压保护，重复以上过程。

9. 输出短路保护

当系统发生输出短路时，会导致辅助绕组上的反激电压变低，当 FB 检测到去磁时间 1/2 处电压小于 1.45V，并且持续 8.5mS 后，驱动关断，该状态一直保持，直到电路发生上电重启，为了防止误触发，计时从软启动结束后开始。

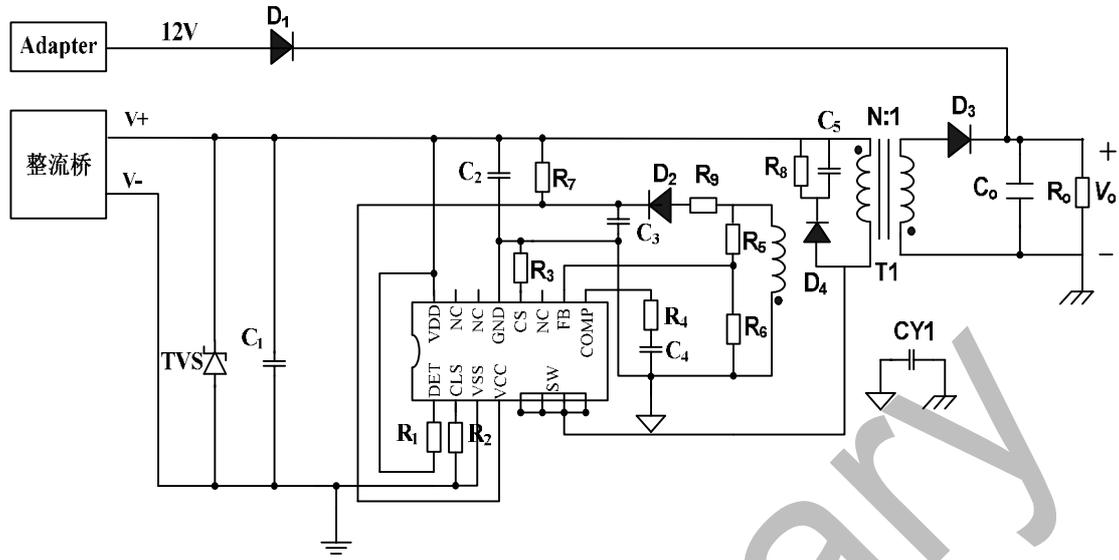
10. CS 异常保护

若连续四个开关周期检测到 CS 电压超过 1V (LEB 时间内不检测)，则发生 CS 异常保护，驱动关断，该状态一直保持，直到电路发生上电重启，此功能可以防止变压器电感饱和导致 MOS 管电流过大。

11. 过热保护

当电路处于过温保护状态，输出关断以防止电路由于过热而导致损坏。过温保护的温点为 150°C，过温保护的恢复具有迟滞特性以避免过温保护与正常工作状态的反复来回变化。迟滞区间为 20°C，即要等电路温度下降到 130°C，电路才能正常工作。

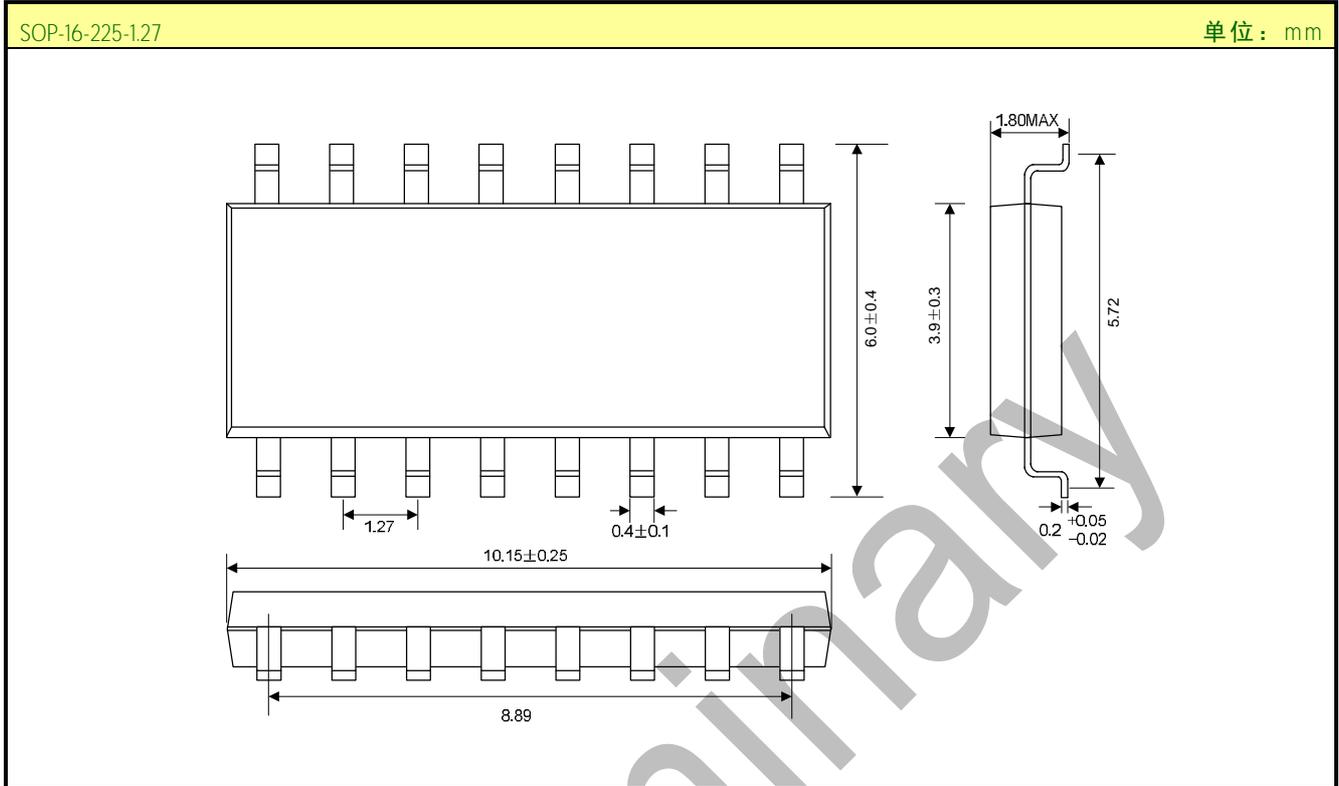
应用电路图



注：以上线路及参数仅供参考，实际的应用电路请在充分的实测基础上设定参数。

Preliminary

封装外形图



MOS电路操作注意事项:

静电在很多地方都会产生, 采取下面的预防措施, 可以有效防止 MOS 电路由于受静电放电影响而引起的损坏:

- w 操作人员要通过防静电腕带接地。
- w 设备外壳必须接地。
- w 装配过程中使用的工具必须接地。
- w 必须采用导体包装或抗静电材料包装或运输。

声明:

- w 士兰保留说明书的更改权, 恕不另行通知! 客户在下单前应获取最新版本资料, 并验证相关信息是否完整和最新。
- w 任何半导体产品特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能, 买方有责任在使用 Silan 产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施, 以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生!
- w 产品提升永无止境, 我公司将竭诚为客户提供更优秀的产品!

| | | | |
|-------|---------------|-------|---|
| 产品名称: | SD4952B | 文档类型: | 说明书 |
| 版 权: | 杭州士兰微电子股份有限公司 | 公司主页: | http://www.silan.com.cn |
| 版 本: | 0.2 | 作 者: | 张亮 |

修改记录:

1. 修改工作频率, 最小频率, 软启动时间和短路保护延时规范

| | | | |
|-------|---------------|-------|---|
| 产品名称: | SD4952B | 文档类型: | 说明书 |
| 版 权: | 杭州士兰微电子股份有限公司 | 公司主页: | http://www.silan.com.cn |
| 版 本: | 0.1 | 作 者: | 张亮 |

修改记录:

1. 初稿

Preliminary