

SD4943 应用说明书



杭州士兰微电子股份有限公司
地址：杭州市黄姑山路 4 号
邮编：310012
主页：www.silan.com.cn



重要注意事项：

1. 士兰保留本文档的更改权，恕不另行通知。
2. 客户在下单前应获取我司最新版本资料，并验证相关信息是否最新和完整。产品应用前请仔细阅读应用说明书。
3. 我司产品属于消费类电子产品或其他民用类电子产品。
4. 在应用我司产品时请不要超过产品的最大额定值，否则会影响整机的可靠性。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，买方有责任在使用我司产品进行系统设计、试样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。
5. 购买产品时请认清我司商标，如有疑问请与本公司联系。
6. 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！
7. 我司网站 <http://www.silan.com.cn>



目录

1. 概述	2
2. SD4943 内部框图	2
3. 芯片功能介绍	3
3.1. 软启动	3
3.2. 降频功能	3
3.3. 高压启动和自供电	3
3.4. 恒压控制	4
3.5. 负载调整率补偿	4
3.6. 输出过载保护	4
3.7. 输出过压保护	4
3.8. 过流降频	4
3.9. 过热保护	4
4. SD4943 在直流降压电路中的应用	5
4.1. 降压电路典型应用电路图	5
4.2. 输入电容选择	5
4.3. 输出电容选择	5
4.4. VDD 电容选择	5
4.5. COMP 补偿电容选择	5
4.6. 电感选择	5
4.7. FB 反馈电阻选择	6
4.8. 续流二极管选择	6
5. SD4943 在其他系统中的应用	7
5.1. Buck-boost 系统应用	7
5.2. 反激系统应用	7
6. BUCK 系统 PCB 布局指南	7

1. 概述

SD4943 是开关降压型 DC-DC 转换芯片，用于 20V~150Vdc 输入，持续输出电流 0.5A，输出瞬间的峰值电流可达 0.8A。

SD4943 最小开关频率 2KHz，最大开关频率 120KHz，具有降频功能，进一步优化轻载条件下的转换效率。具有软启动功能，能够减小器件的应力，防止电感饱和。

SD4943 内部还集成了各种异常状态的保护功能，VDD 欠压保护，输出过载保护，输出过压保护，过温保护等。触发保护后，电路会不断自动重启，直到系统正常为止。

2. SD4943 内部框图

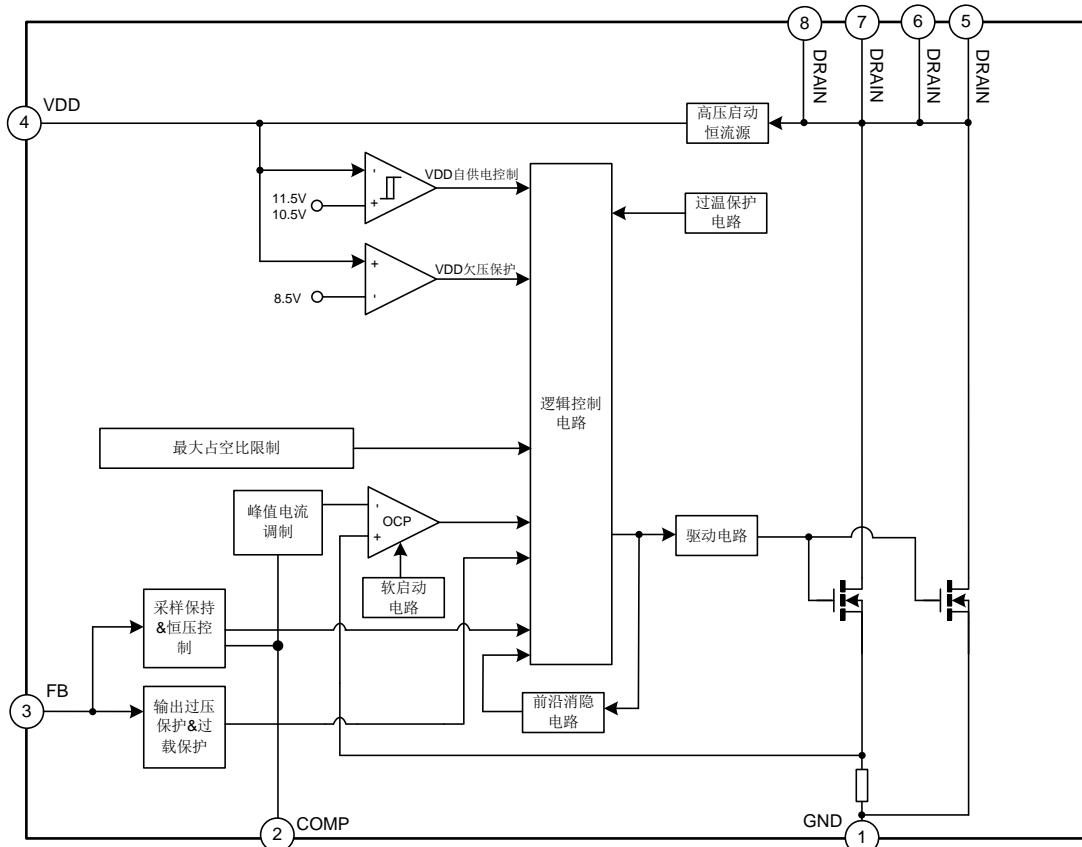


图 1. SD4943 内部结构图

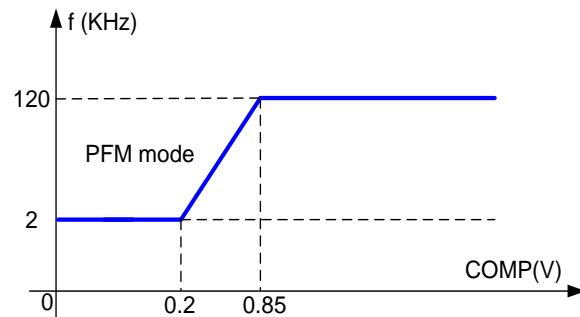
3. 芯片功能介绍

3.1. 软启动

在启动阶段，SD4943 在软启动时间 4.25ms 内，限制功率管 MOSFET 的 DRAIN 端最大峰值电流，使其逐步提高，从而大大减小器件的应力，防止电感饱和。

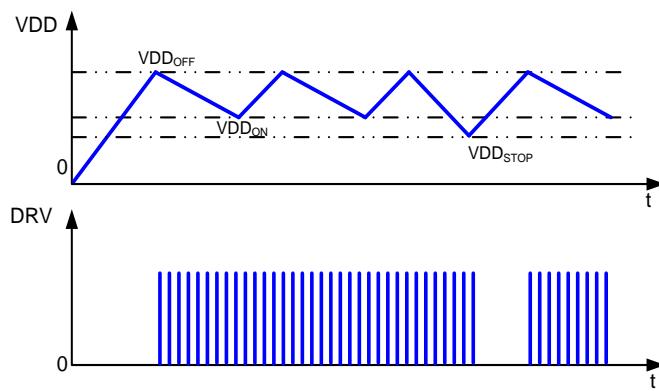
3.2. 降频功能

当负载很轻或进入空载状态时，芯片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 1V 时，开关频率保持为典型值 120KHz，当 COMP 电压低于 0.85V 时，开关频率从典型值 120KHz 开始线性下降，随着 COMP 电压降至 0.2V 左右，开关频率降至 2KHz，并保持不变，变化关系如下图所示：



3.3. 高压启动和自供电

SD4943 内置高压启动电路。启动时，输入电压从 DRAIN 端通过内置高压启动恒流源，对 VDD 端外置电容进行充电，充电电流为 4mA，使得 VDD 电压上升，当升至 11.5V 时，将高压启动恒流源关断，则 DRAIN 端对 VDD 端停止充电，此时 VDD 电压开始下降；如果 VDD 电压降至 10.5V，则将高压启动恒流源重新打开，又由 DRAIN 端对 VDD 端进行充电，使得 VDD 电压上升。若 VDD 电压在异常状态下降至 8.5V 时，驱动输出将关断，通过高压启动恒流源将 VDD 充电至 11.5V。





3.4. 恒压控制

SD4943 通过 FB 脚实现恒压控制，在每个开关周期的固定位置，FB 脚电压被采样，与内部 3V 基准比较，产生的误差信号被内部 EA 放大，EA 的输出 COMP 电压决定 MOS 管开通时间 Ton，实现输出恒压功能。当高压 MOS 关断，电感通过续流二极管 D1 放电，并将输出电压直接反馈到 FB 脚上。假设 FB 分压电阻分别为 R1 和 R2，续流二极管 D1 正向压降为 VF，则 SD4943 的输出电压表达式近似为：

$$V_{OUT} = 3V \times \frac{R_1 + R_2}{R_2} - VF$$

系统最小的开关频率为 2K，需加一个假负载电阻防止 V_{OUT} 过压。假负载的大小取决于电感的感量、输入电压、最小频率、最小峰值电流，比如：电感量 47μH，输出 5V，放置一个 1K 左右的假负载电阻。电感量 100μH，输出 12V，放置一个 2K 左右的假负载电阻。输入电压越高，电感量越大的情况下，所需要的假负载越重，所以假负载的选择需要根据实际情况调整。

另一方面，因为占空比的限制，系统要按照 $V_{OUT}/V_{IN} < 0.6$ 去设计。

3.5. 负载调整率补偿

SD4943 内置负载调整率补偿功能，在 FB 脚引入补偿电流 I_{COMP}，通过 FB 脚的分压电阻 R1 来设置补偿量，引入补偿后的输出电压为：

$$V_{OUT} = 3V \times \frac{R_1 + R_2}{R_2} - VD + I_{COMP} * R1$$

$$\text{当 } V_{COMP} \leq 0.66V, I_{COMP} = 4 * V_{COMP} (\mu A)$$

$$\text{当 } V_{COMP} > 0.66V, I_{COMP} = 1.5 * V_{COMP} + 2 \mu A$$

3.6. 输出过载保护

SD4943 检测到 FB 电压低于 2V，并持续 75mS，就触发输出过载保护，VDD 在开启阈值和关断阈值之间振荡，通过电路内部计数器对 VDD 振荡周期进行计数，当振荡周期数超过 32 次时电路退出保护模式并重新开始工作，若故障解除，系统开始正常工作，否则再次进入自动重启模式。

3.7. 输出过压保护

为防止输出电压漂高，芯片内置了输出过压保护，一旦在连续三个开关周期内检测到 FB 电压大于 3.5V，驱动关断系统进入自动重启模式，直到故障解除。

3.8. 过流降频

系统在正常工作中，1.6A 的峰值电流已经足够满足要求。在异常情况下，例如输出短路，若检测到 DRAIN 端峰值电流大于 2.3A，自动降低开关频率为原来的 1/4，直到异常状态消除后恢复正常开关频率。

3.9. 过热保护

SD4943 检测到温度达到过温保护点 150°C 时关断开关。



4. SD4943 在直流降压电路中的应用

4.1. 降压电路典型应用电路图

图2是SD4943输出5V的典型应用电路。主拓扑为降压（BUCK）电路。

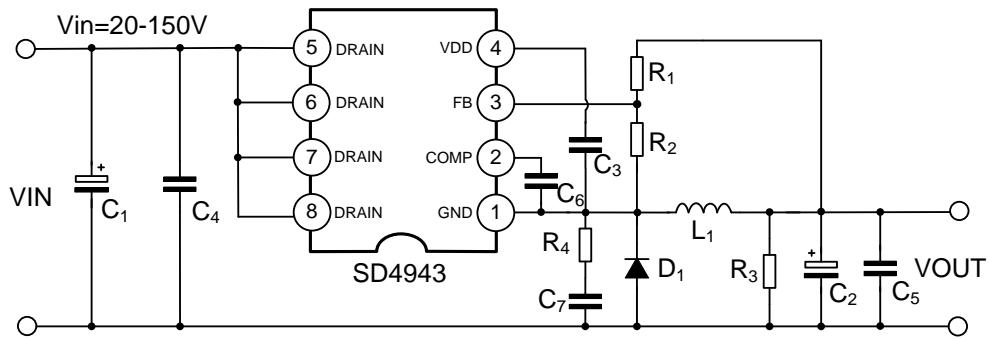


图 2. 输出 5V 典型应用电路

4.2. 输入电容选择

低ESR的输入电容可以降低开关噪声，一般的应用选用 $4.7\mu F$ 以上的电解电容即可，靠近IC的漏极放置。

另外，在输入电容上并联一个 $22nF \sim 100nF$ 的陶瓷电容，可以滤除高频噪声，过EMI需加上这个退耦电容。

4.3. 输出电容选择

低ESR的输出电容可以降低输出纹波，一般的应用选用 $330\mu F$ 的电解电容即可。

输出电容用多层陶瓷电容和电解电容的并联是最佳的选择，因为它具有非常低的ESR和较低的成本。如需更低的输出纹波，可在输出电容上并联 $10\mu F$ 的陶瓷电容。系统如需在低温-20度~40度的恶劣环境中工作，建议把输出的电解电容换成固态电容 $220\mu F$ 。

4.4. VDD 电容选择

VDD为IC内部电源端口，一般选用 $100nF$ 的陶瓷电容，靠近IC放置，正常工作时VDD的电压不会超过 $16V$ 。

VDD电容大小决定了系统过载保护的打隔时间。输出过载时，VDD电容越小，打嗝时间越短。

在输入高压下，例如输出 $12V$ 的情况下，为了进一步降低IC功耗，可通过输出端加电阻、二极管和给VDD供电，这样内部的高压启动电路功耗就会明显降低。

4.5. COMP 补偿电容选择

图2中，C6为 $470pF$ 的补偿电容，补偿电容靠近IC放置，可以让IC工作更稳定。补偿电容过小，容易造成环路不稳定。补偿电容过大，会导致系统环路响应变慢。

4.6. 电感选择

电感值越大，输出电流纹波越小。在高压下，不同的电感值对MOSFET的开关损耗也有较大的差异。选取的电感饱和电流需要大于最大输出电流，建议饱和电流要比最大输出电流高 50% 以上。选取电感时，考虑几种因素的集合，选取合适的电感。

SD4943的最大开关频率120KHz，电感值对纹波电流有着直接影响，电感纹波电流 ΔI_L 随着电感值L增加而减小，如下式所示：

$$\Delta I_L = \frac{1}{f_s} \times \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{L} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

IC 内部有 1.6A 的峰值限流， $I_{pk} = I_{OUT} + \Delta I_L / 2$ ，电感量 L 太小，会导致 ΔI_L 变大从而使输出电流能力变小。

另一方面，最小峰值电流 ΔI 为300mA，电感的感量太小，会导致 T_{OFF} 的时间太短（<1.5μs）从而影响FB的采样采不到。根据伏秒原则 $L * \Delta I = V_{OUT} * T_{OFF}$ 可知， V_{OUT} 越大， T_{OFF} 越小，所以 V_{OUT} 变大，相应的电感量L也需要增大。

系统在全电压输入范围内，输出0.5A应用，电感量设计参考如下：

输出5V，电感量典型参数为47μH-100μH。

输出12V，电感量典型参数为100μH-150μH。

4.7. FB 反馈电阻选择

通过FB的反馈电阻R1和R2调节输出电压，R1的阻值还决定输出补偿量的大小，建议R1取值为15K~30K之间，通过调整R2的电阻值去设计输出电压。

系统在全电压输入范围内，输出0.5A应用，反馈电阻设计参考如下：

输出5V，R1=20K，R2=22K。

输出12V，R1=27K，R2=8.2K。

4.8. 续流二极管选择

SD4943是非同步的降压型应用，所以需要二极管在功率管截止的状态下提供续流。

建议选择不同电流下压降变化较小的肖特基，二极管压降会影响系统的负载调整率。例如SS2200，它的额定值为平均正向电流2A和反向电压200V。

流过二极管的平均电流 I_D 为：

$$I_D = (1 - D) \times I_L$$
$$I_L = I_O$$

其中D为占空比， I_L 为流过电感的平均电流， I_O 为输出的平均电流。



5. SD4943 在其他系统的应用

5.1. Buck-boost 系统应用

SD4943 可以应用在 buck-boost 系统，输出电流能力同 buck 系统。

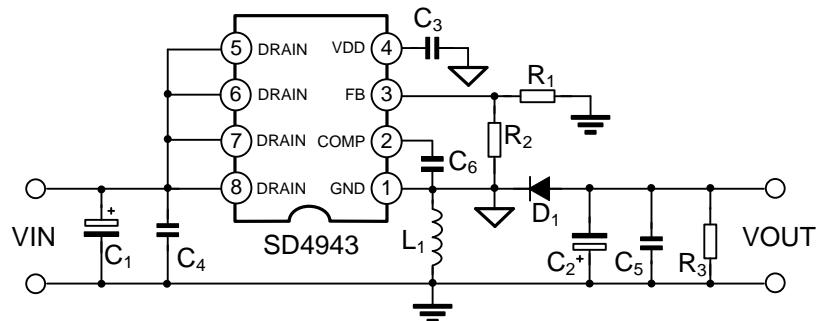


图 3. buck-boost 系统典型应用电路

5.2. 反激系统应用

SD4943 还可以应用在反激系统，输出功率最大可达到 12W。

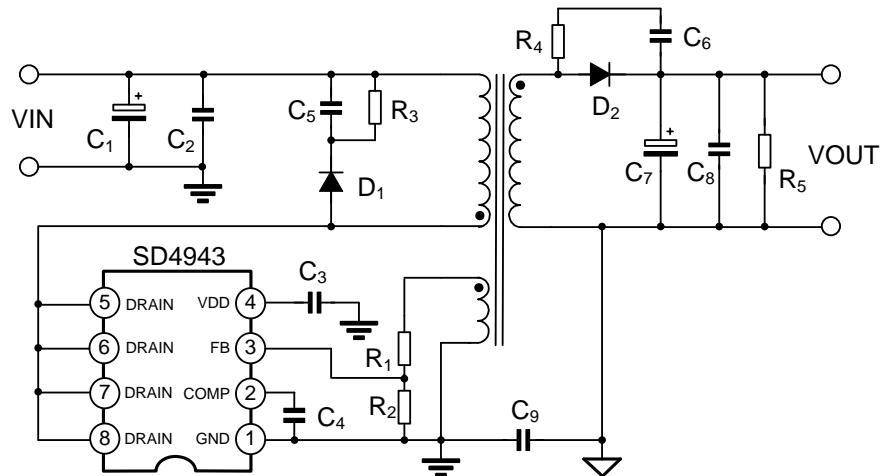


图 4. 反激系统典型应用电路

6. BUCK 系统 PCB 布局指南

- (1) 功率线短且粗、功率环路尽量做小。
- (2) 输入电容、VDD 电容、COMP 电容尽量靠近 IC 放置。
- (3) C4、R4、C7 为 EMI 器件，续流回路先经过输入电容再回到肖特基的正极，这样 EMI 会更好。
- (4) 在芯片的 DRAIN 端和地线上增加敷铜面积、增加散热孔等办法做好 IC 和肖特基的散热。



产品名称: SD4943

文档类型: 应用说明书

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: 1.0

修改记录:

1. 正式版本发布
