

## 产品概述

EX9610B 是一颗同步整流开关，内部集成耐压 100V, 10mΩ 低导通电阻的功率管，应用于 AC/DC 开关电源反激架构变压器次级侧，替代输出整流二极管，可以显著提高开关电源转换效率。

集成高压自供电功能，无需变压器辅助绕组供电，应用外围仅需一颗 1uF 电容即可完成芯片供电，自供电电压为 7.7V。可以灵活的放置在变压器输出正端或负端应用。

EX9610B 通过检测 VDS 电压控制内置 MOSFET 的开启和关断。当 VDS 电压小于 -350mV，控制 MOSFET 开启；集成 MOSFET 动态驱动功能，VDS 电压稳定在 -40mV 左右，当 VDS 电压大于 -10mV，控制 MOSFET 关断。

内置功率管采用 SGT MOSFET，具有更小的栅极电容，更加容易实现快速关断，可以有效降低电压尖峰，从而减小电压应力，提高可靠性。

集成谐振振铃电压摆率检测功能，避免谐振误开启。兼容前级 PWM 采用 GaN 功率管的高频应用。同步整流开关具有快速关断功能，支持 DCM 断续工作模式、QR 准谐振工作、CCM 连续导通工作模式。

## 主要特点

- ◆ 支持 Flyback 反激架构
- ◆ 支持 DCM 断续工作模式、QR 准谐振工作、CCM 连续导通工作模式
- ◆ 最小导通时间 1.2us，最小关断时间 0.5us，支持最高开关频率 150KHz
- ◆ 集成 150V 高压检测与自供电电路，无需辅助绕组供电，支持输出正端或负端应用
- ◆ 集成 100V 耐压，10mΩ 低导通电阻 SGT MOSFET
- ◆ 7.7V 自供电电压，有效驱动内置 MOSFET 导通
- ◆ 10ns 快速关断延时，有效降低 CCM 的功率管尖峰电压
- ◆ SOP8 无铅封装

## 应用范围

- ◆ AC/DC 开关电源
- ◆ USB PD 适配器、充电器

## 应用示意

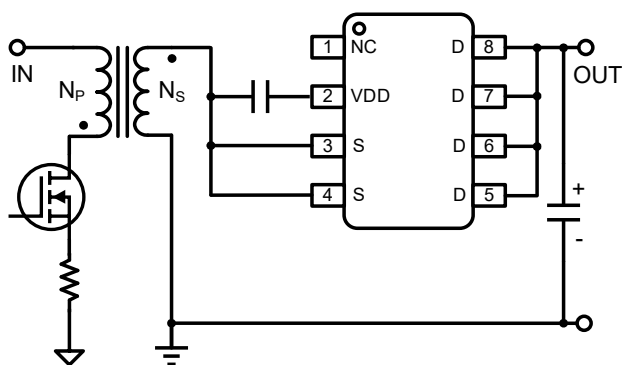


图 1 正端应用

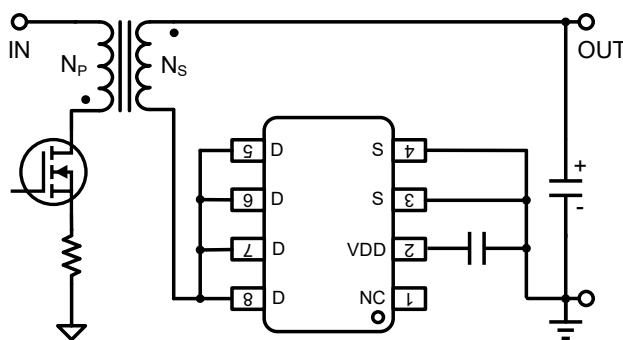
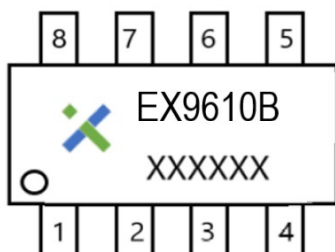


图 2 负端应用

## 订购信息

| 订购代码    | 封装类型     | 丝印名称    | 包装信息         |
|---------|----------|---------|--------------|
| EX9610B | SOP8, 无铅 | EX9610B | 编带, 3000 颗/盘 |



## 引脚定义

| 序号      | 引脚名称 | 功能描述            |
|---------|------|-----------------|
| 1       | NC   | 悬空引脚, 无电气特性     |
| 2       | VDD  | 芯片电源            |
| 3、4     | S    | 内置控制芯片地和功率管源极   |
| 5、6、7、8 | D    | 内置控制器高压检测和功率管漏极 |

## 封装热阻信息

| 封装类型 | $\theta_{JC}$ (°C/W) | $\theta_{JA}$ (°C/W) |
|------|----------------------|----------------------|
| SOP8 | 50, 封装供应商提供          | 130, 封装供应商提供         |

## 极限参数

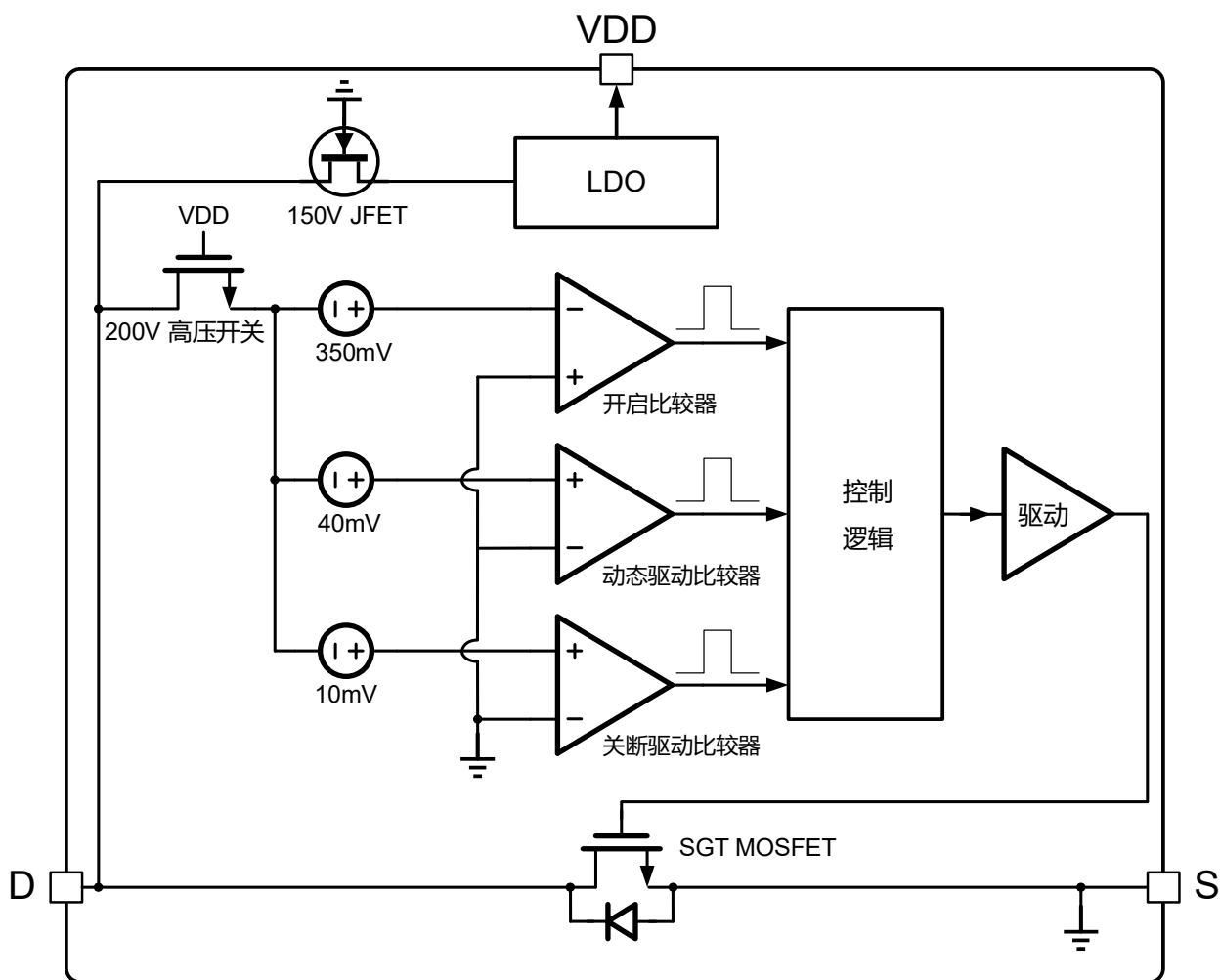
| 符号                   | 描述                          | 范围         | 单位 |
|----------------------|-----------------------------|------------|----|
| D                    | 高压检测与自供电输入及 MOSFET 漏极引脚电压范围 | -0.3 ~ 100 | V  |
| VDD                  | VDD 引脚电压范围                  | -0.3 ~ 9   | V  |
| T <sub>STORAGE</sub> | 存储温度范围                      | -55 ~ 150  | °C |
| T <sub>J</sub>       | 工作结温                        | -40 ~ 150  | °C |
| T <sub>LEAD</sub>    | 焊接温度                        | 260        | °C |

**注意:** 器件工作条件超出上述极限参数所规定范围, 将对器件造成永久性损坏。器件在极限参数之内, 但是超出推荐工作条件, 可以工作, 无法保障其性能处于最佳状态。为了保证器件安全可靠工作, 请在推荐工作条件下使用。.

## 推荐工作条件

| 符号             | 描述                          | 范围       | 单位 |
|----------------|-----------------------------|----------|----|
| D              | 高压检测与自供电输入及 MOSFET 漏极工作电压范围 | <100     | V  |
| VDD            | VDD 工作电压范围                  | 5.5 ~ 8  | V  |
| T <sub>A</sub> | 工作环境温度                      | -20 ~ 85 | °C |

## 芯片内部框图



## 电气参数

| 测试条件 VDD=7.7V, 环境温度 TA=25℃, 除非特别注明     |            |                                                            |     |      |      |    |
|----------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------|-----|------|------|----|
| 符号                                     | 描述         | 条件                                                         | 最小  | 典型   | 最大   | 单位 |
| <b>供电部分</b>                            |            |                                                            |     |      |      |    |
| VDD_ON                                 | 启动电压       |                                                            |     | 7.4  |      | V  |
| VDD_OFF                                | 关断电压       |                                                            |     | 5.3  |      | V  |
| VDD_Clamp                              | 钳位电压       |                                                            |     | 8.3  |      | V  |
| VDD_Reg                                | VDD 输出电压   | C <sub>VDD</sub> =1uF, HV=40V                              | 7.5 | 7.7  | 7.9  | V  |
| I <sub>CHG</sub>                       | VDD 充电电流   | VDD=7V, HV=40V                                             |     | 50   |      | mA |
| I <sub>Q</sub>                         | 静态电流       | VDD=7.7V, HV=0V                                            |     | 410  |      | uA |
| I <sub>CC1</sub> <sup>(1)</sup>        | 工作电流 1     | VDD=7.7V, C <sub>DRV</sub> =0, F <sub>SW</sub> =100KHz     |     | 0.6  |      | mA |
| I <sub>CC2</sub> <sup>(1)</sup>        | 工作电流 2     | VDD=7.7V, C <sub>DRV</sub> =2.2nF, F <sub>SW</sub> =100KHz |     | 2.5  |      | mA |
| <b>高压检测与控制部分</b>                       |            |                                                            |     |      |      |    |
| V <sub>DS_ON</sub> <sup>(2)</sup>      | 检测开启阈值电压   |                                                            |     | -350 |      | mV |
| V <sub>DS_REG</sub> <sup>(2)</sup>     | 动态驱动触发电压   |                                                            |     | -40  |      | mV |
| V <sub>DS_OFF</sub> <sup>(1)</sup>     | 检测关闭阈值电压   |                                                            |     | -10  |      | mV |
| T <sub>ON_MIN</sub> <sup>(2)</sup>     | 最小导通时间     |                                                            |     | 1.2  |      | us |
| T <sub>OFF_MIN</sub> <sup>(2)</sup>    | 最小关断时间     |                                                            |     | 0.5  |      | us |
| T <sub>DRV_REG</sub> <sup>(2)</sup>    | 动态驱动屏蔽时间   |                                                            |     | 250  |      | ns |
| T <sub>SLEW_RATE</sub> <sup>(1)</sup>  | 电压摆率检测阈值时间 |                                                            |     | 20   |      | ns |
| V <sub>SLEW_RATE1</sub> <sup>(1)</sup> | 电压摆率检测电压 1 |                                                            |     | 2    |      | V  |
| V <sub>SLEW_RATE2</sub> <sup>(1)</sup> | 电压摆率检测电压 2 |                                                            |     | 0.7  |      | V  |
| <b>MOSFET 部分</b>                       |            |                                                            |     |      |      |    |
| BV <sub>DSS</sub>                      | 漏极击穿电压     | V <sub>GS</sub> =0V, I <sub>D</sub> =250uA                 | 100 |      |      | V  |
| R <sub>DS(ON)</sub>                    | 导通电阻       | V <sub>GS</sub> =10V, I <sub>D</sub> =20A                  |     | 10   | 11.6 | mΩ |

### 注意:

- (1) 该数据为芯片内部设计值
- (2) 该数据由测试评估板测得, 并非芯片量产测试数据

## 功能与应用说明

EX9610B 是一颗同步整流开关，内置 MOSFET 功率管使用，可以替代输出整流二极管，利用 MOSFET 低导通电阻的优势，可以显著提高开关电源转换效率。支持 DCM 断续工作模式、QR 准谐振工作、CCM 连续导通工作模式，可以应用在 Flyback 反激架构中。

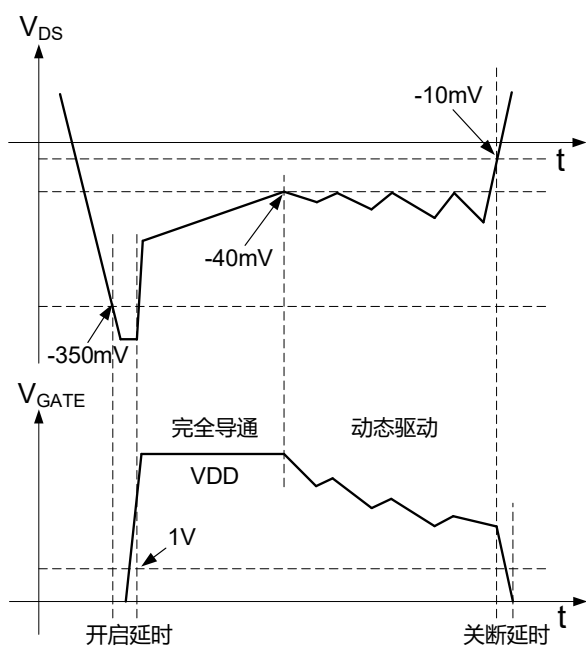


图 3 VDS 电压与驱动电压

### 芯片启动和关断过程

EX9610B 采用高压自供电技术，在内置 MOSFET 关断阶段，对 VDD 引脚进行供电，VDD 引脚接 1 $\mu$ F 电容，当 VDD 电压增大到 7.4V，芯片启动。VDD 电压继续上升，内部稳压电路将 VDD 电压稳定在 7.7V，整个芯片最终由 7.7V 电压进行供电。在 VDD 电压是 7V 时，具有 50mA 供电能力，确保芯片正常工作。

芯片具有 VDD 过压钳位功能，假设由于某些原因，导致 VDD 电压不断增大，当 VDD 电压超过 8.3V 时，内部开启电流泄放通路，防止 VDD 电压进一步上升导致芯片损坏。

当 VDD 电压逐渐下降，低于 5.3V 后，芯片关断，

内置 MOSFET 无法开启。只有当 VDD 电压上升到 7.4V 后，芯片再次启动。

### 驱动 MOSFET 开启过程

EX9610B 通过检测 MOSFET 的 VDS 电压值来判断是否控制 MOSFET 开启。MOSFET 存在一个寄生体二极管，在 MOSFET 未开启时，电流通过该寄生体二极管，在漏源之间产生 VDS 电压降。当 VDS 电压低于 -350mV 时，控制内置 MOSFET 开启。

### MOSFET 最小导通时间

MOSFET 开启后，EX9610B 将会确保 MOSFET 最小导通时间为 1.2 $\mu$ s，以防止振铃等干扰因素引起 MOSFET 误关断。但是，如果在 MOSFET 开启 150ns 后，检测到 VDS 电压大于 0.7V，则立即关断 MOSFET，不受最小导通时间 1.2 $\mu$ s 的限制。应用方案中，应避免同步整流最小导通时间小于 1.2 $\mu$ s 的情况，以确保同步整流芯片安全工作。

### MOSFET 动态驱动调节过程

EX9610B 控制 MOSFET 开启后，MOSFET 完全导通，此时 MOSFET 的导通电阻处于最小值，经过 250ns 后，EX9610B 的栅极动态驱动调节电路开始介入，如果检测到 VDS 电压大于 -40mV，动态驱动调节电路开始对栅极电压进行反复调节，将 VDS 电压在 -40mV 到 X mV 之间来回调节，其中  $X < -40$ mV，例如：当 VDS 电压大于 -40mV 时，会减小栅极电压，增大导通电阻，进而使得 VDS 电压小于 -40mV；当 VDS 电压小于 -40mV 时，会增大栅极电压，减小导通电阻，进而使得 VDS 电压大于 -40mV。

栅极电压动态驱动调节的作用是，随着变压器次级电流减小，MOSFET 栅极电压在反复调节中会逐渐

降低，最终有利于提高 MOSFET 的关断速度。

全可靠的工作。

### 驱动 MOSFET 关断过程

随着变压器次级电流逐渐减小，VDS 电压逐渐增大，当  $V_{DS} > -10\text{mV}$ ，触发控制器关断 MOSFET，栅极电压被迅速拉到 0V。

### MOSFET 最小关断时间

MOSFET 关断后，EX9610B 将会确保 MOSFET 最小关断时间为 0.5us，在此期间，即使 VDS 电压小于 -350mV，也无法开启 MOSFET。

### 防止 DCM 和 QR 误开启

DCM 和 QR 工作状态中，VDS 电压存在谐振过程，可能出现谐振幅度过大， $V_{DS} < -350\text{mV}$  的情况，引起 EX9610B 控制 MOSFET 误导通，为了避免此类故障，芯片设计了电压摆率检测功能。其原理是，判断同步整流 MOSFET 漏极引脚电压波形下降速度，从 2V 到 0.7V 的时间大于 20ns，EX9610B 判断为谐振振铃，禁止功率管开启。可以避免 DCM 或 QR 下，原边 MOSFET 与次级边同步整流开关同时开启的情况。

### 降低 CCM 尖峰电压幅度

CCM 工作状态中，当原边 MOSFET 开始导通，其漏极电压开始下降，相应的次级边同步整流 MOSFET 漏极电压开始上升，在其电压大于 -10mV 后，同步整流 MOSFET 开始关断，在其彻底关断之前，存在同时导通的阶段，会在同步整流 MOSFET 漏极产生一个尖峰电压，该尖峰电压值与同步整流 MOSFET 的关断时间密切相关，关断时间越长，尖峰电压越高。

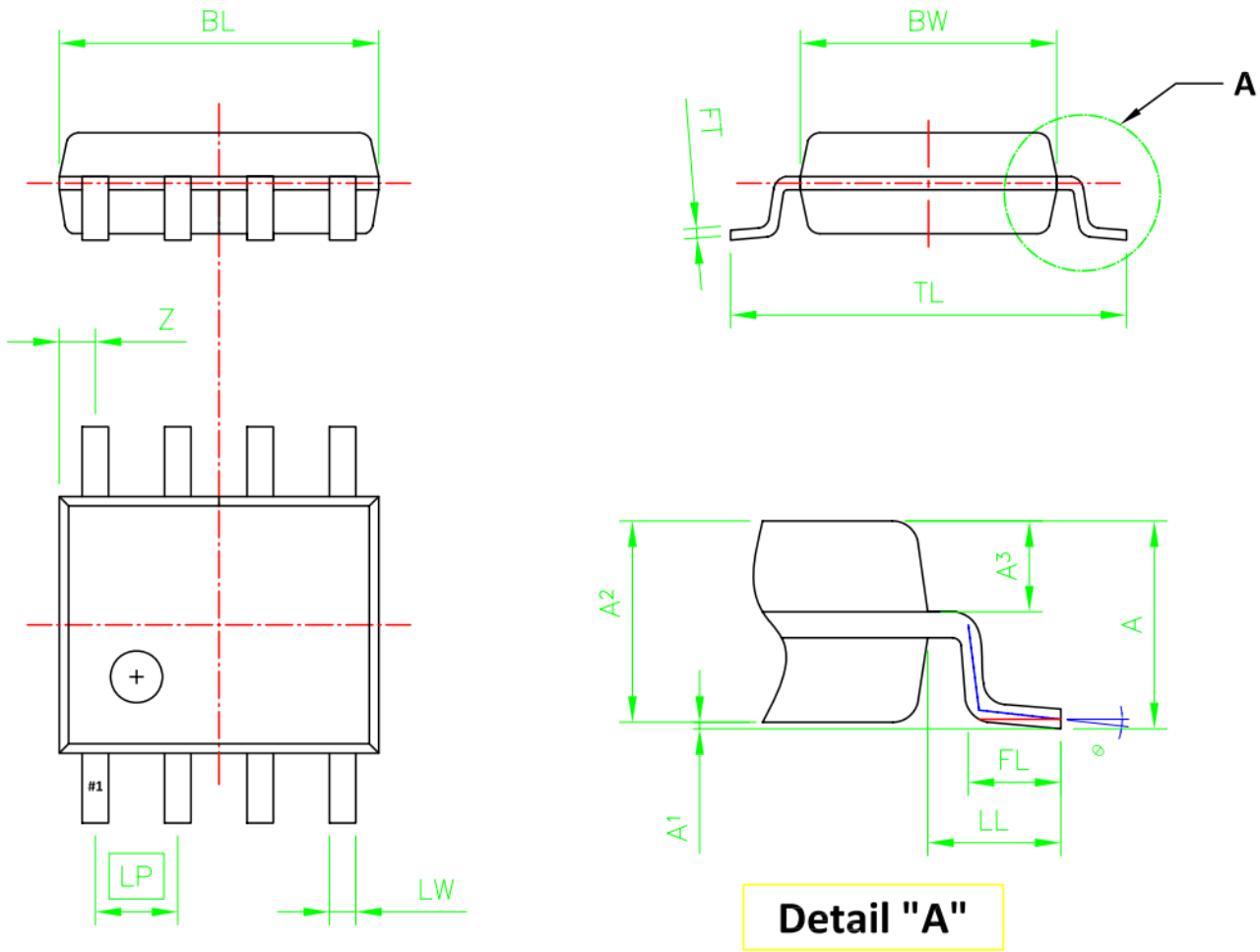
为了减小 CCM 尖峰电压，EX9610B 具有快速关断 MOSFET 的能力，从检测到 VDS 电压大于 -10mV，到控制 MOSFET 彻底关断，仅需 10ns 时间，可以确保尖峰电压不超过 MOSFET 耐压，保证系统安

### PCB 布板建议

合理的 PCB 布局可以确保 EX9610B 安全可靠的工作，请参考以下建议：

1. D 引脚靠近变压器，S 引脚靠近输出，缩短 PCB 布线距离，减小布线损耗
2. VDD 引脚的对地电容，布局位置接近 VDD 引脚，起到更好的滤波效果。

封装信息



| 符号 | 最小    | 典型    | 最大     | 单位 | 符号       | 最小   | 典型   | 最大    | 单位 |
|----|-------|-------|--------|----|----------|------|------|-------|----|
| BL | 4.74  | 4.92  | 5.10   | mm | A1       | 0.05 |      | 0.25  | mm |
| BW | 3.75  | 3.95  | 4.15   | mm | A2       | 1.5  |      | 1.6   | mm |
| FT | 0.195 | 0.203 | 0.211  | mm | A3       | BSC  |      | 0.675 | mm |
| TL | 6.00  | 6.10  | 6.20   | mm | LL       | BSC  |      | 1.05  | mm |
| LP | 1.245 | 1.270 | 1.295  | mm | FL       | 0.50 |      | 0.80  | mm |
| LW | 0.375 | 0.400 | 0.425  | mm | $\theta$ | 0    |      | 8     | °  |
| A  |       |       | 1.1.75 | mm | Z        |      | 0.55 |       | mm |

## **公司声明**

1. 本公司保留修改本产品资料的权利，对本产品资料的修改或更正，恕不另行通知。
2. 本公司授权许可，禁止复制或传播本产品资料。
3. 未从本公司授权代理商、经销商处购买本产品，本公司不提供质量保证。