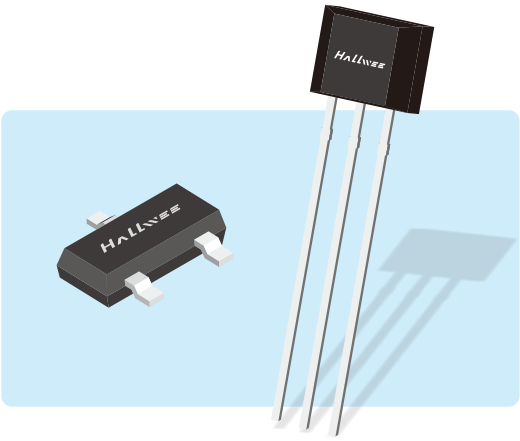
# HAL248D低灵敏度全极性低功耗霍尔开关

## 1. 概述



HAL248D是一款基于混合信号 CMOS 技术的全极性霍尔效应开关传感器。芯片内部集成了电压调节器、动态偏置补偿系统、霍尔感应单元及施密特触发器，采用先进的斩波稳定技术，有效消除了封装应力与温度漂移带来的失调电压，从而提供准确且稳定的磁开关点。

当垂直于丝印表面的磁通密度绝对值超过工作点阈值（Bop）时，输出晶体管导通，输出低电平；当磁通密度绝对值降至释放点阈值（Brp）以下时，输出晶体管关断，外部上拉电阻将输出置于高电平。全极性特性使其可被南极或北极磁场任意触发，极大方便了磁铁安装方式。

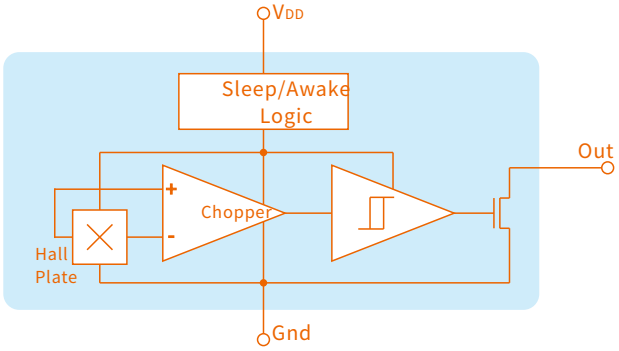
## 2. 特点

- **性能与可靠性**
  - * 全固态半导体设计,无机械触点,使用寿命、抗震性远优于传统干簧管。
  - * 内置斩波稳定技术，温漂小，开关阈值全温域一致性高。
- **电气特性**
  - * 低功耗：$V_{DD}$=3.3V $I_{DD}$=3μA,适用于电池供电长续航应用。
  - * 低灵敏度:Bop典型值65Gs，适用于要求近距离触发场景。
- **易用性**
  - * 全极性检测,无需区分磁铁N/S极,简化装配工艺。
  - * 开漏输出结构,支持灵活的电平匹配与负载连接。

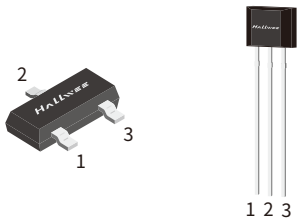
## 3. 应用场景

- **消费电子:**翻盖 / 滑盖检测、按键无触点开关、液位感应
- **工业控制：**接近开关、无触点继电器、限位传感
- **智能家居：**门磁 / 窗磁传感器、家电位置检测
- **干簧管替代：**低占空比场景下传统干簧管的升级替代
  (需重新设计电路，增加供电及上拉电阻)

## 4. 功能框图




## 5.脚位定义




**引脚 1** VDD：电源正极

**引脚 2** GND：电源地

**引脚 3** OUT：开漏输出，需外接上拉电阻

## 6. 绝对最大额定值

超过下列绝对最大额定值可能导致器件永久性损坏，长时间工作在极限条件下可能影响可靠性。

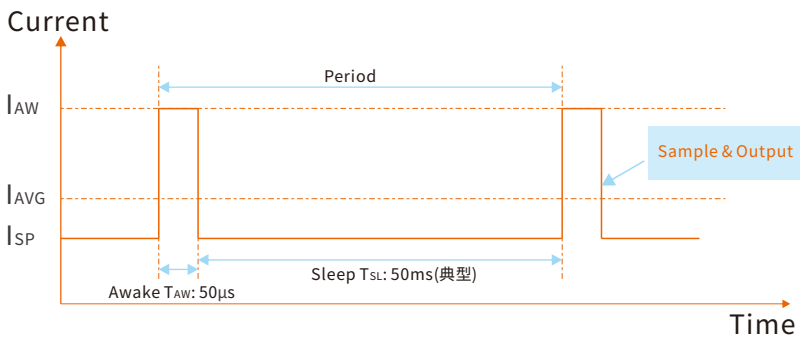
| 参数 | 符号 | 参数值 | 单位 |
|---|---|---|---|
| 电源电压 | $V_{DD}$ | 7 | V |
| 电源电流 | $I_{DD}$ | 5 | mA |
| 输出电压 | $V_{OUT}$ | 7 | V |
| 输出电流 | $I_{OUT}$ | 10 | mA |
| 工作温度范围 | $T_A$ | -40 ~ 125 | ℃ |
| 储存温度范围 | $T_{stg}$ | -50 ~ 150 | ℃ |
| 静电击穿电压 | $V_{ESD}$ | 6 | kV |

# 7. 电气特性

直流工作参数：$T_A$=25°C，$V_{DD}$=2.5~5.5V，空载。

| 参数 | 符号 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 工作电压 | $V_{DD}$ | 工作时 | 2.5 | 3.3 | 5.5 | V |
| 电源电流 | $I_{DD}$ | $V_{DD}$=3.3V空载 | - | 3 | - | μA |
| 输出电流 | $I_{OUT}$ | | - | - | 1.0 | mA |
| 饱和压降 | $V_{SAT}$ | $I_{OUT}$=1mA | - | - | 0.4 | V |
| 唤醒模式时间 | $T_{AW}$ | 工作时 | - | 50 | - | μs |
| 休眠模式时间 | $T_{SL}$ | 工作时 | - | 50 | 70 | ms |
| 上电工作时间 | $T_{ON}$ | | - | - | 200 | ms |

## 7.1 内部时钟与功耗机制




**工作原理简述：**内部振荡器控制芯片周期性唤醒（Awake）与休眠（Sleep）。唤醒期间检测磁场；休眠期间输出状态锁存，以节省功耗。

# 8. 磁特性

测试条件：$T_A$=25°C，$V_{DD}$=3.3V，磁场垂直穿透封装丝印面。

**注：本器件为全极性开关，N极与S极磁场均可触发。受工艺、封装应力及磁路不对称等因素，N极与S极的实际触发阈值可能存在差异，并非完全对称，阈值差异包含在表中范围内。设计时应预留足够磁路余量。**

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| 工作点磁通密度 | $B_{OP}$ | - | 65 | 80 | Gs |
| 释放点磁通密度 | $B_{RP}$ | 25 | 45 | - | Gs |
| 磁滞宽度 | $B_{HYS}$ | - | 20 | - | Gs |

1. 工作点（Bop）数字越小，触发距离越远。
2. 磁铁磁通密度越强，触发距离越远，反之越近。
3. 磁铁的磁通密度取决于磁铁的材质、牌号、尺寸。

# 9. 敏感方向及磁电转换特性

## 9.1 敏感方向定义

本器件为单轴敏感型全极性霍尔开关，核心敏感方向始终垂直于器件丝印面(Z轴)。器件输出状态仅由垂直穿透该平面的磁通量密度法向分量决定，与平行于该平面的磁场分量无关。

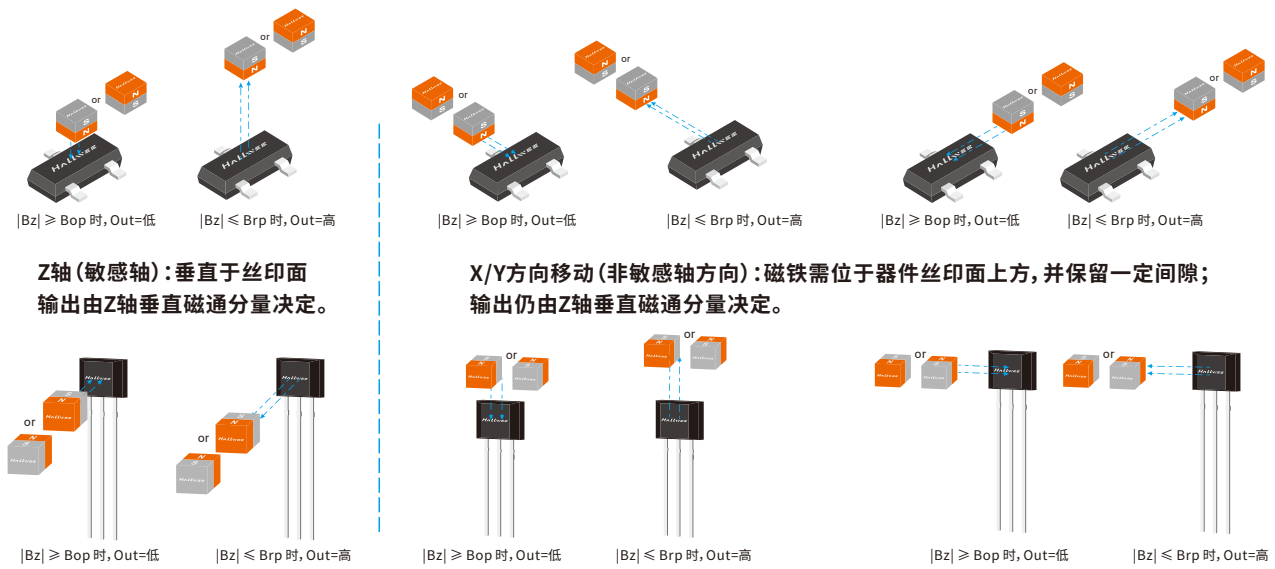


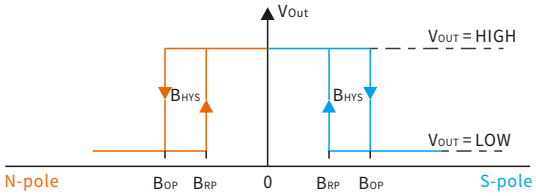

**图9-1 器件敏感方向与输出状态示意图**

磁铁橙色 = N极，磁铁灰色 = S极；全极性开关，N/S 均可触发。

**无论磁铁与器件的相对位置如何（同轴正对、侧向滑过、或以任意角度倾斜接近），触发条件始终以垂直穿透封装丝印面的磁通密度绝对值为准。请确保在预期触发位置，该垂直磁通密度的绝对值大于规格书规定的工作点最大值Bop(max)。**

## 9.2 磁电转换特性

器件输出状态与敏感方向上的磁通密度呈开关特性对应，关键定义见下图。




# 10. 磁路设计指导与安装禁忌

### 10.1 产品结构磁路设计要求

为确保霍尔开关准确、稳定触发，请严格遵循以下要求：

* 触发判断以垂直穿透封装丝印面的磁通量分量为唯一依据。
* 设计时需保证预期触发位置的垂直磁通密度绝对值大于 Bop (max)。
* 触发距离与磁通密度正相关：磁通密度越强，感应距离越远；磁通密度越弱，感应距离越近。

## 10.2 安装禁忌：磁极与器件对齐禁忌

✕ 错误一：N/S分界线与器件中轴线对齐（处于磁死区）

⚠ **禁忌一：磁极分界线与器件侧向中轴线对齐。**
严禁将磁铁 N 极与 S 极的物理分界线（磁极过渡区）与器件侧向中轴线对齐。如右侧图所示，该安装方式会在器件敏感方向上形成零磁场或极弱磁场区域（磁死区），即使磁铁紧贴器件侧面，也可能出现无法触发、输出跳变或状态不稳定等问题，设计时需严格规避。

✕ 错误二：充磁方向垂直正对器件侧面（Z轴分量为0）

⚠ **禁忌二：充磁方向垂直正对器件侧面。**
严禁将磁铁充磁方向（N-S 极连线）垂直正对器件侧面。如右侧图所示，该姿态下，垂直穿透器件丝印面的磁通分量远低于磁场总强度，无法达到器件工作点阈值，即使磁铁紧贴器件侧面，也可能出现无法触发、输出跳变或状态不稳定等问题，设计时需严格规避。

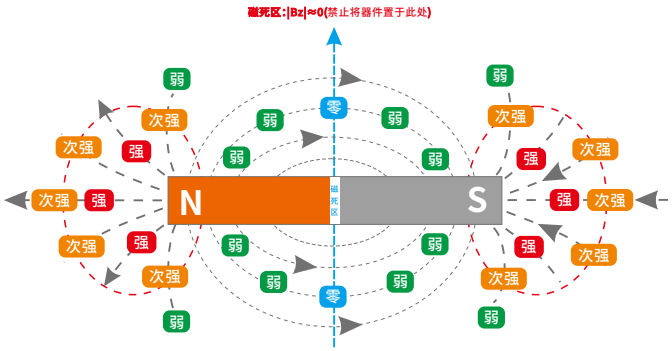



**图10-2 条形磁铁磁通密度分布与磁死区示意图**

注：本器件为单轴敏感全极性开关。仅对垂直丝印面的磁场分量 |Bz| 敏感。
在N/S磁极分界线正上方或正下方，磁通分量|Bz|≈0，属于磁死区，禁止放置器件。
场强越强，感应距离越远；场强越弱，感应距离越近。设计时需确保预期触发位置 |Bz| ≥ Bop(max)。

# 11. 典型仿真数据参考

以下数据基于 钕铁硼 N35（Br=1.23T，Hcb=860kA/m），Maxwell软件仿真得出，供选型初期评估：

| 磁铁规格<br>直径×厚度 | 方向 | 触发距离Dop<br>(基于 \|Bop典型值\| = 65Gs) | 释放距离Drp<br>(基于\|Brp典型值\| = 45Gs) | 回差行程 |
|---|---|---|---|---|
| Φ3mm ×2mm | 垂直靠近/离开 | 5.4mm | 6.3mm | 0.9mm |
| Φ4mm ×3mm | 垂直靠近/离开 | 7.5mm | 8.6mm | 1.1mm |
| Φ6mm ×4mm | 垂直靠近/离开 | 10.5mm | 11.9mm | 1.4mm |
| Φ8mm ×5mm | 垂直靠近/离开 | 13.9mm | 15.7mm | 1.8mm |

*** 本表基于第8章磁特性中典型值数据仿真，未按最大/最小值评估，不构成触发距离或释放距离的最大/最小保证。**
*** 距离定义：磁铁磁极表面→器件封装丝印面 同轴对心安装。**
*** 数据仅供参考，实际应用中，需考虑磁铁公差、霍尔灵敏度偏差、安装位置公差等因素，预留足够设计余量。**
* 器件触发距离并非固定值，与所匹配的磁铁牌号、几何形状、尺寸体积以及磁路结构密切相关，不同应用场景下差异较大，建议结合实际磁铁和结构进行验证，**本公司可提供仿真支持。**

# 12. 应用电路

## 12.1 典型应用拓扑

基础应用电路适用于板内短距离走线、电源环境稳定、电磁环境简单的场景。若输出引线较长或电磁环境复杂，请参考12.2节增加防护。

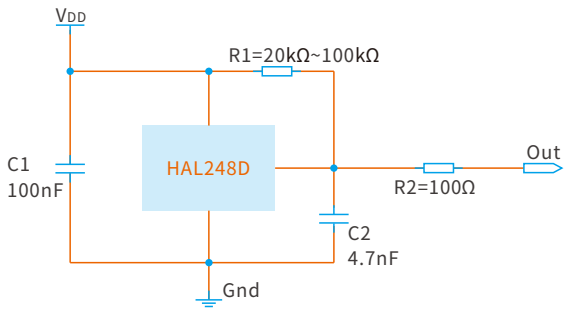



图12-1　基础应用电路

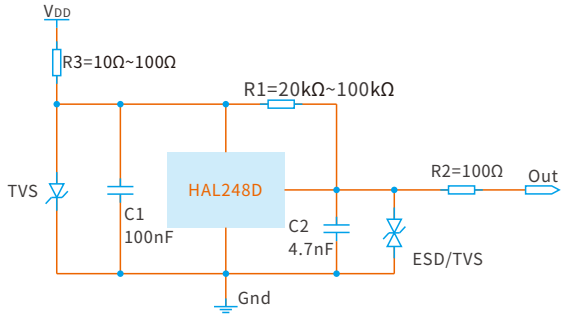



图12-2　增强型防护应用电路

## 12.2 防护参考电路设计

针对存在电源浪涌、静电放电（ESD）风险的应用场景，推荐在基础应用电路的基础上增加以下防护设计，避免瞬态冲击损坏器件。

**电源端浪涌防护（TVS钳位）**

* **电路拓扑：**在电源入口处、靠近器件的VDD与GND引脚之间，并联1颗单向TVS瞬态抑制二极管。若系统浪涌能量较高，可额外在电源主路径串联10Ω~100Ω限流电阻。

* **适用场景：**工业控制、长距离走线供电等存在电源尖峰、浪涌风险的场景。

**输出端ESD防护**

* **电路拓扑：**在器件的 OUT 引脚与 GND 之间，靠近器件引脚处并联 1 颗低电容 ESD 保护二极管；长引线场景可配合串联 100Ω 限流电阻（即电路中的R2），形成 RC 滤波与限流的双重防护。

* **适用场景：**输出线缆外露，接口可插拔、人体易接触的应用场景。

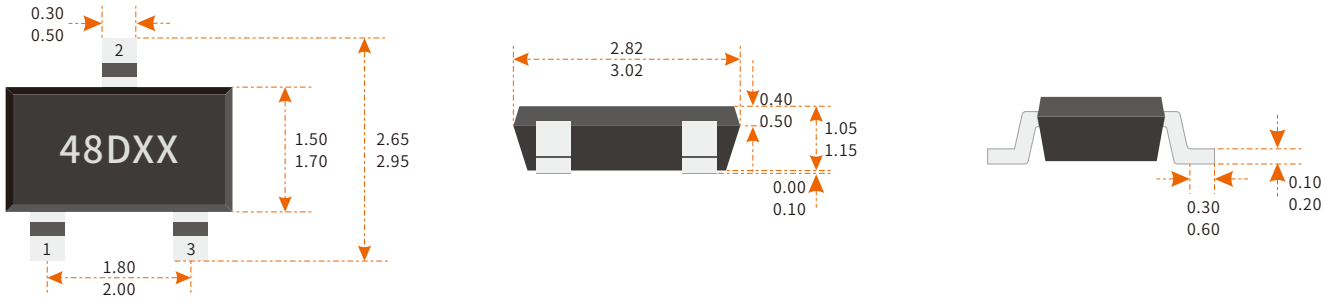
注：PCB布线时，TVS管及ESD管应尽可能靠近器件引脚，且接地回路面积需最小化。

# 13. 订购信息

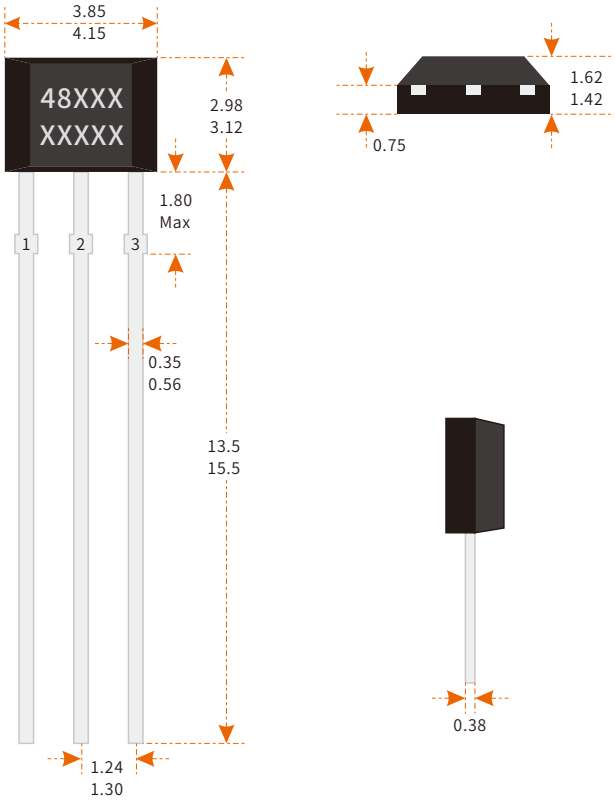
| 产品型号 | 封装形式 | 最小包装数 |
|---|---|---|
| HAL248DSO | SOT-23-3L | 3000PCS/卷盘 |
| HAL248DUA | TO-92UA | 1000PCS/袋 |

# 14.封装尺寸

## SOT-23-3L封装




## TO-92UA封装




**注释:**

1.测量单位:mm

2.引脚表面须无塑封溢料(飞边)及电镀针孔

3.手工焊接时,烙铁温度≤300°C,焊接时间≤5秒

4.引脚:

引脚1: 电源正极

引脚2: 电源地

引脚3: 开漏输出,需接上拉电阻

**丝印:**

48D/48 - 器件型号(HAL248D)

XXX/XXXXX - 生产批号(非固定丝印)

注:丝印外观尺寸厂商可不经通知微调。

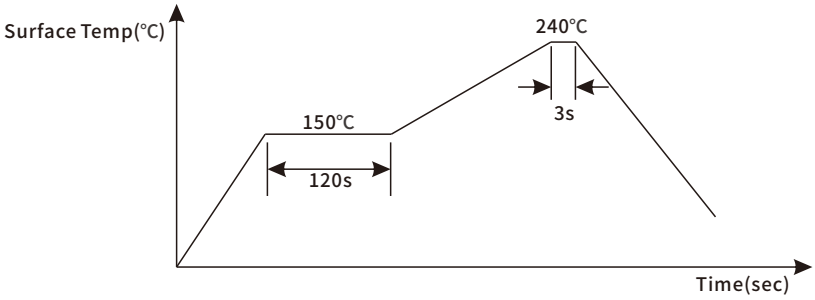
# 15.独特特性

安装提示

考虑到Hall IC以及磁材料的温度系数，气隙以及生命周期变化，在波峰焊接的时候要注意应用温度范围。

典型的红外焊料回流简介：

- 不要快速加热或冷却。
- 建议在加热到最高温之前，先在150°C温度下预热2分钟。
- 建议在软熔达到最大值之前先在240°C温度下软熔5秒钟。




# 16. 版本历史

| 版本号 | 日期 | 修改说明 |
|---|---|---|
| 版本3.4 | 2026年6月23日 | 1.更正部分文字描述错误<br>2.增加触发距离评估和磁场指导<br>3.修改UA封装引脚尺寸<br>4.更正丝印标注错误<br>5.增加版本历史、免责声明 |
| 版本3.5 | 2026年6月25日 | 1.更正历史记录中版本号编号错误<br>2.更正章节编号错误<br>3.触发距离：由磁铁表面→霍尔晶圆<br>4.变更为：磁铁表面→IC表面 |
| 版本3.6 | 2026年10月9日 | 1.优化第2、3章节文字内容<br>2.优化磁场指导内容及相关图示<br>3.增加磁场分布与磁死区示意图<br>4.增加防护电路拓扑及相关电路示例<br>5.第8章增加N/S极触发阈值差异说明<br>6.第11章增加仿真基准说明，明确数据基于典型值<br>7.调整最小工作电压为2.5V<br>8.增加独特特性章节 |

# 17. 免责声明

* 本公司保留随时修改产品规格的权利，恕不另行通知。
* 用户在使用前应确认当前最新版本规格书。
* 产品应用于高安全要求领域（如医疗、航空、车载、军工）时，需经本公司特别书面批准。
* 仿真数据仅供参考，不构成性能保证。