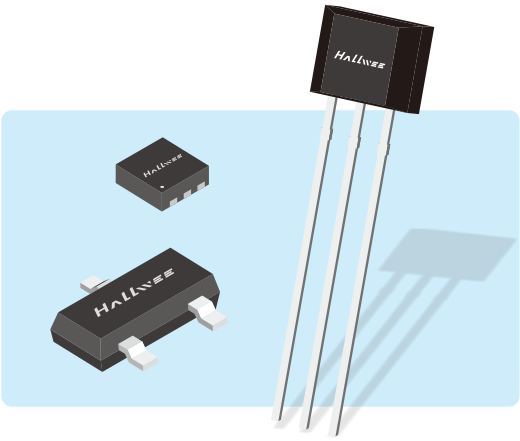
HAL248全极性低功耗霍尔开关

1. 概述



HAL248 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，极大简化了磁铁安装方式。

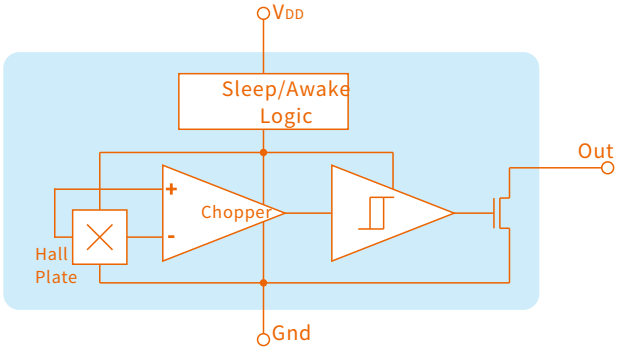
2. 特点

- **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时，IDD=3μA，适用于电池供电长续航应用。
  - * 高灵敏度：Bop 典型值 35Gs，支持远距离触发。
- **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。

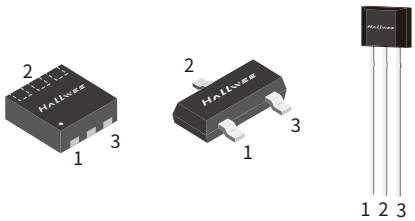
3. 应用场景

- 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、限位开关（位置传感）
- **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。

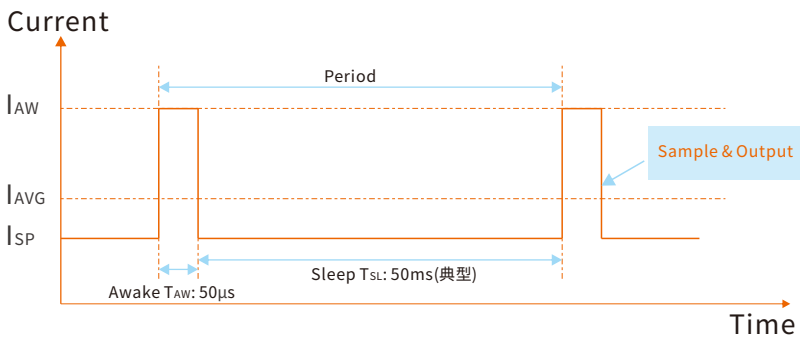
参数	符号	参数值	单位
电源电压	V_{DD}	7	V
电源电流	I_{DD}	5	mA
输出电压	V_{OUT}	7	V
输出电流	I_{OUT}	10	mA
工作温度范围	T_A	-40 ~ 125	℃
储存温度范围	T_{stg}	-50 ~ 150	℃
静电击穿电压	V_{ESD}	6	kV

7. 电气特性

直流工作参数：T_A=25°C，V_{DD}=1.8~5.5V，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	1.8	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}	12	35	45	Gs
释放点磁通密度	B_{RP}	8	22	35	Gs
磁滞宽度	B_{HYS}		13		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。

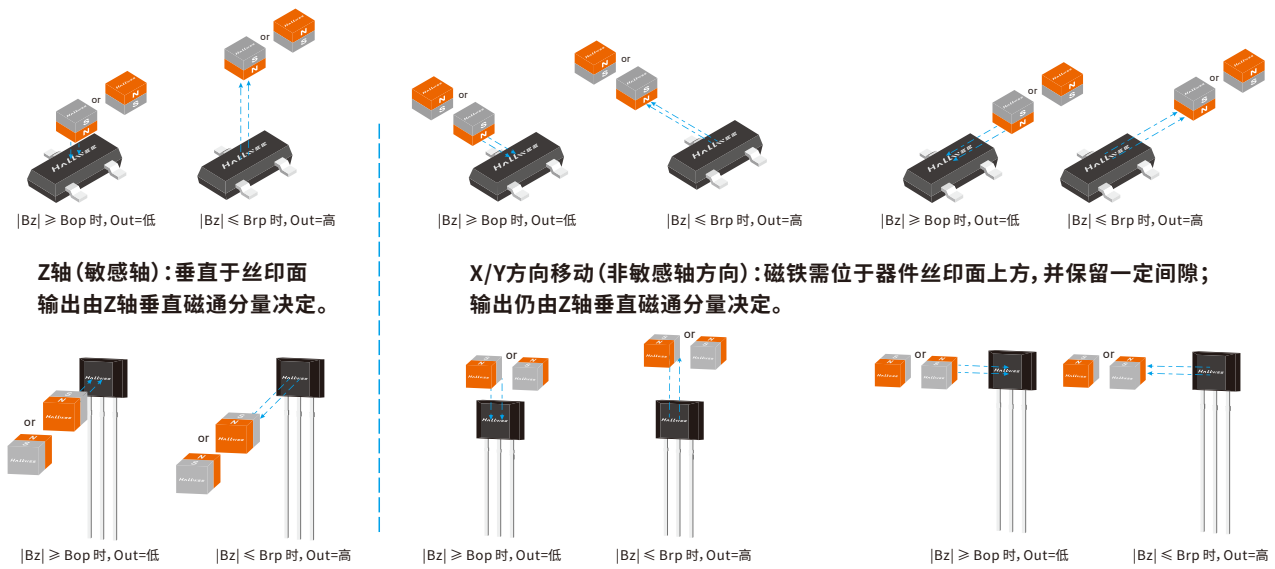


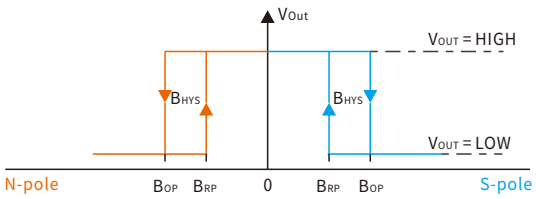
图9-1 器件敏感方向与输出状态示意图

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。

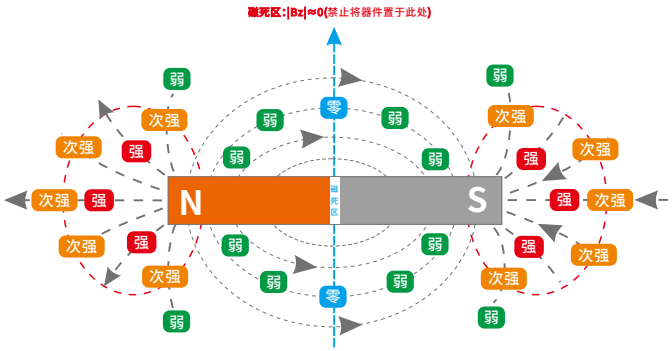


图10-2 条形磁铁磁通密度分布与磁死区示意图

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 直径×厚度	方向	触发距离Dop (基于 |Bop典型值| = 35Gs)	释放距离Drp (基于|Brp典型值| = 22Gs)	回差行程
Φ3mm ×2mm	垂直靠近/离开	6.9mm	8.2mm	1.3mm
Φ4mm ×3mm	垂直靠近/离开	9.4mm	11.1mm	1.7mm
Φ6mm ×4mm	垂直靠近/离开	12.9mm	14.8mm	1.9mm
Φ8mm ×5mm	垂直靠近/离开	17.0mm	19.4mm	2.4mm

*** 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。

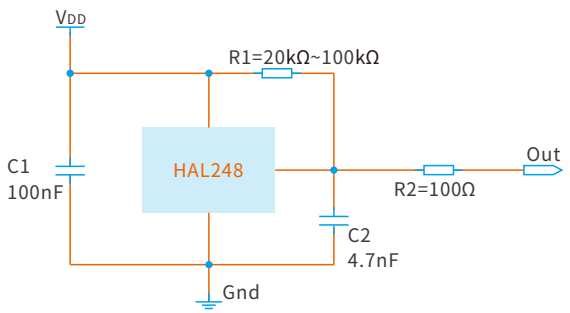


图12-1　基础应用电路

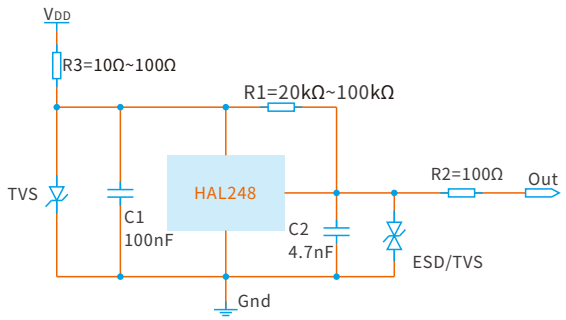


图12-2　增强型防护应用电路

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。

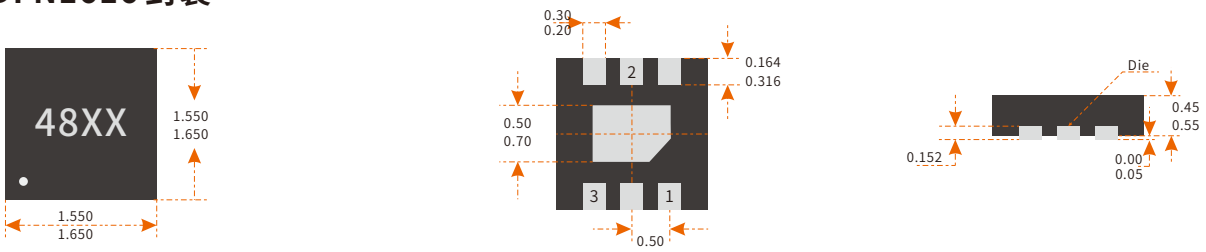
注：PCB布线时，TVS管及ESD管应尽可能靠近器件引脚，且接地回路面积需最小化。

13. 订购信息

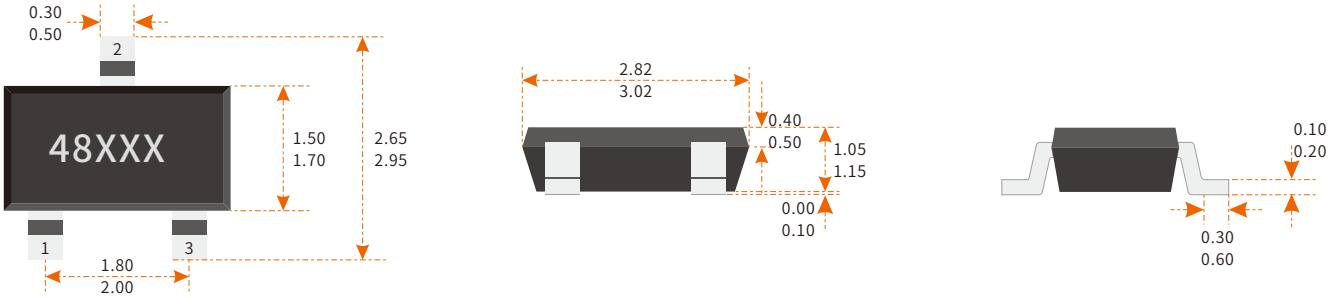
产品型号	封装形式	最小包装数
HAL248SO	SOT-23-3L	3000PCS/卷盘
HAL248ST	TSOT-23-3L	4000PCS/卷盘
HAL248SW	DFN1616	4000PCS/卷盘
HAL248UA	TO-92UA	1000PCS/袋

14. 封装尺寸

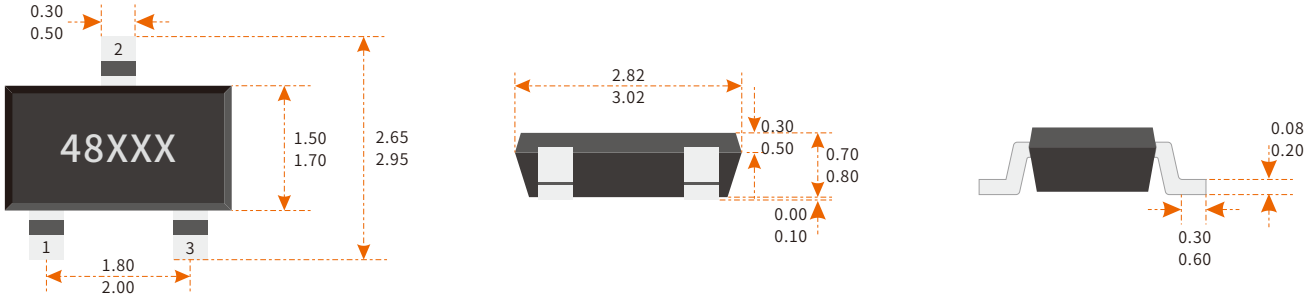
DFN1616 封装



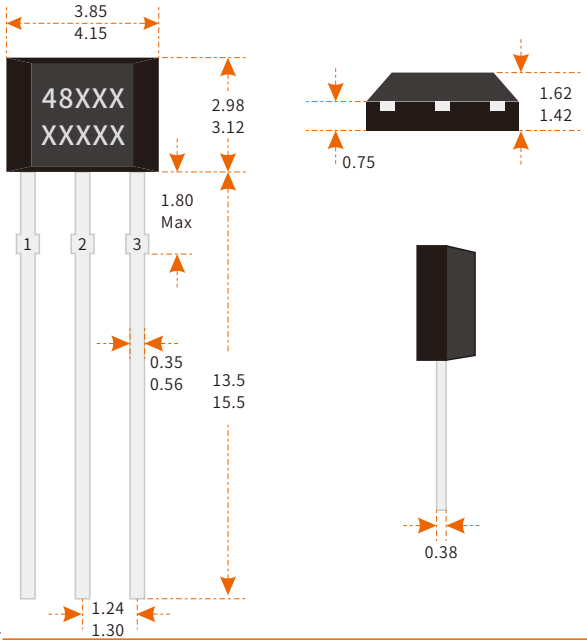
SOT-23-3L封装



TSOT-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：

48 - 器件型号（HAL248）

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. 版本历史

版本号	日期	修改说明
版本3.4	2026年7月2日	1.增加触发距离评估和磁场指导 2.修改UA封装尺寸 3.增加版本历史、免责声明
版本3.5	2026年10月7日	1.优化第2、3章节文字内容 2.优化磁场指导内容及相关图示 3.增加磁场分布与磁死区示意图 4.增加防护电路拓扑及相关电路示例 5.第8章增加N/S极触发阈值差异说明 6.第11章增加仿真基准说明，明确数据基于典型值

16. 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。