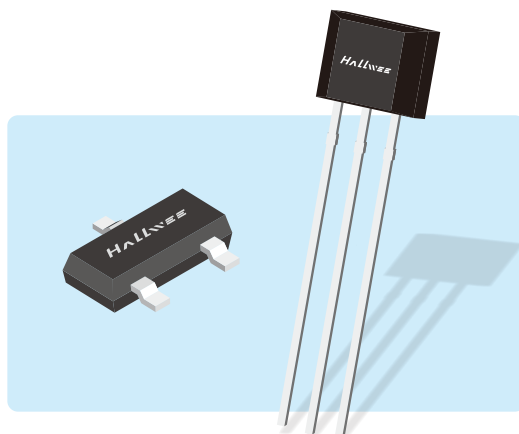


HAL248TD低灵敏度全极性低功耗霍尔开关

1. 概述

HAL248TD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: $V_{DD}=3.3V$ $I_{DD}=3\mu A$,适用于电池供电长续航应用。
- * 低灵敏度:Bop典型值130Gs,适用于要求近距离触发场景。

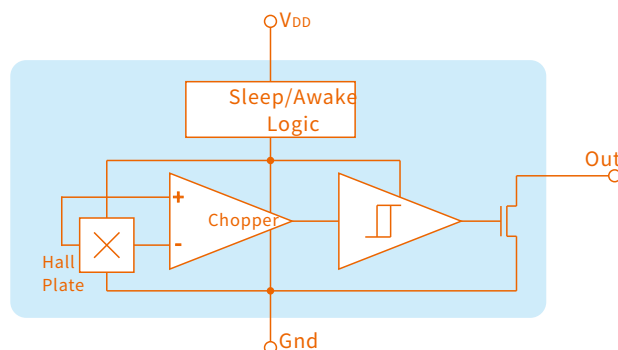
◆ 易用性

- * 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。

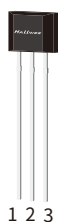
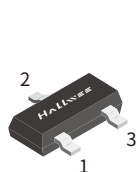
3. 应用场景

- ◆ 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。

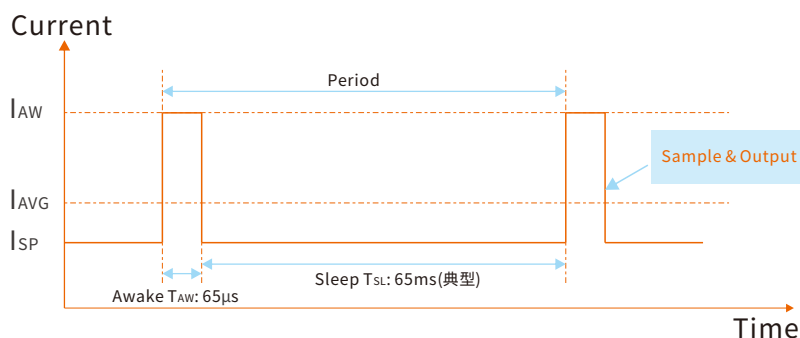
参数	符号	参数值	单位
电源电压	V_{DD}	7	V
电源电流	I_{DD}	5	mA
输出电压	V_{OUT}	7	V
输出电流	I_{OUT}	10	mA
工作温度范围	T_A	-40 ~ 125	°C
储存温度范围	T_{stg}	-50 ~ 150	°C
静电击穿电压	V_{ESD}	4	kV

7. 电气特性

直流工作参数: $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 2.5 \sim 5.5\text{V}$, 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}	$V_{DD} = 3.3\text{V}$ 空载	-	3	-	μA
输出电流	I_{OUT}		-	-	1.0	mA
饱和压降	V_{SAT}	$I_{OUT} = 1\text{mA}$	-	-	0.4	V
唤醒模式时间	T_{AW}	工作时	-	65	-	μs
休眠模式时间	T_{SL}	工作时	-	65	70	ms
上电工作时间	T_{ON}		-	-	200	ms
输出上升时间	T_R	$R_L = 1\text{K}\Omega, C_L = 100\text{pF}$	-	-	1	μs
输出下降时间	T_F	$R_L = 1\text{K}\Omega, C_L = 100\text{pF}$	-	-	1	μs

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: $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 3.3\text{V}$, 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。

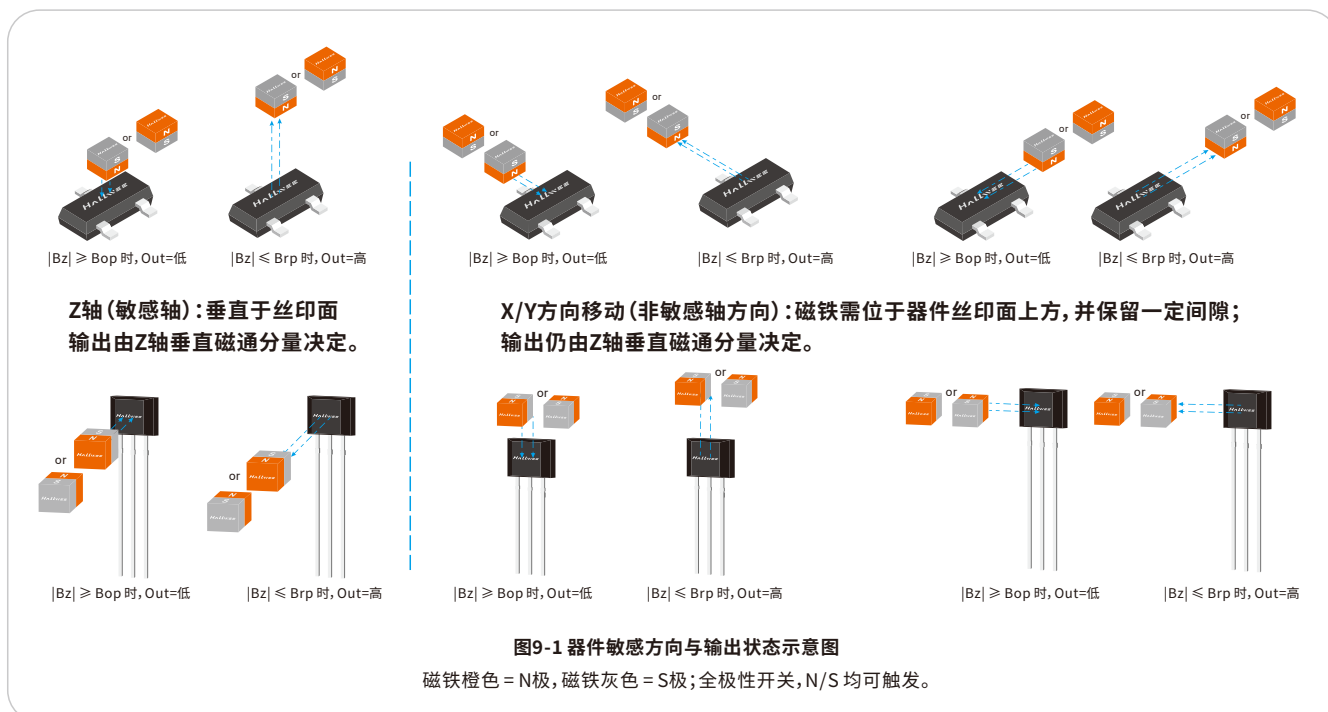
参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
工作点磁通密度	B_{OP}	-	130	150	Gs
释放点磁通密度	B_{RP}	50	70	-	Gs
磁滞宽度	B_{HYS}	-	60	-	Gs

1. 工作点 (B_{OP}) 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

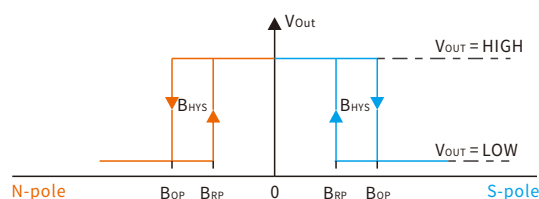
本器件为单轴敏感型全极性霍尔开关，核心敏感方向始终垂直于器件丝印面(Z轴)。器件输出状态仅由垂直穿透该平面的磁通量密度法向分量决定，与平行于该平面的磁场分量无关。



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

⚠ 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。



⚠ 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。

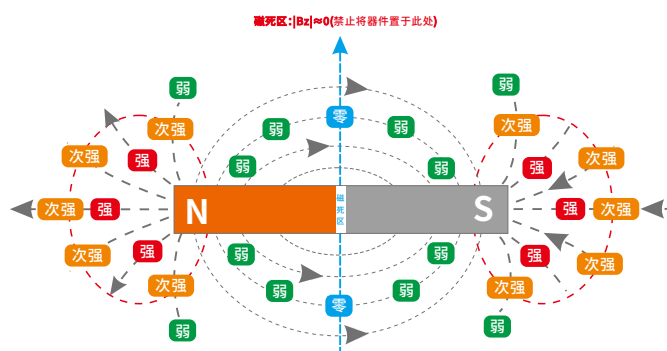


图10-2 条形磁铁磁通密度分布与磁死区示意图

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 $|B_z|$ 敏感。

在N/S磁极分界线正上方或正下方,磁通分量 $|B_z| \approx 0$,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 $|B_z| \geq B_{op}(\max)$ 。

11. 典型仿真数据参考

以下数据基于 钕铁硼 N35 ($B_r=1.23T$, $H_{cb}=860kA/m$), 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 $ B_{op} $ 典型值 $= 130Gs$)	释放距离Drp (基于 $ B_{rp} $ 典型值 $= 70Gs$)	回差行程
Φ3mm × 2mm	垂直靠近/离开	4.7mm	5.9mm	1.2mm
Φ4mm × 3mm	垂直靠近/离开	6.3mm	8mm	1.7mm
Φ6mm × 4mm	垂直靠近/离开	8.8mm	11mm	2.2mm
Φ8mm × 5mm	垂直靠近/离开	11.5mm	14.3mm	2.8mm

* 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。

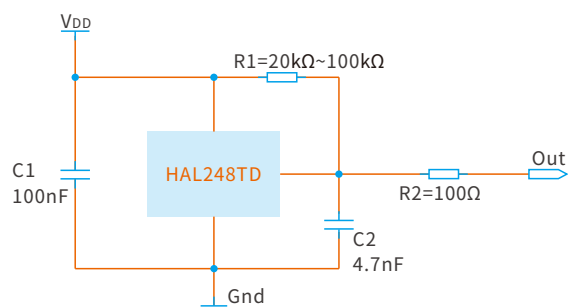


图12-1 基础应用电路

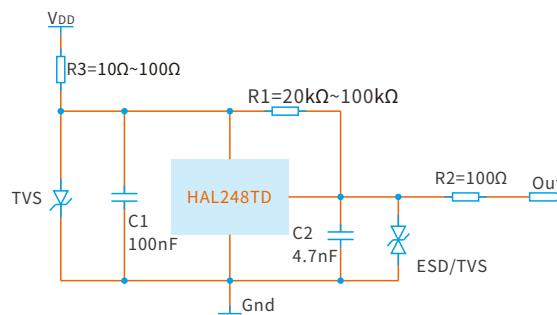


图12-2 增强型防护应用电路

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。

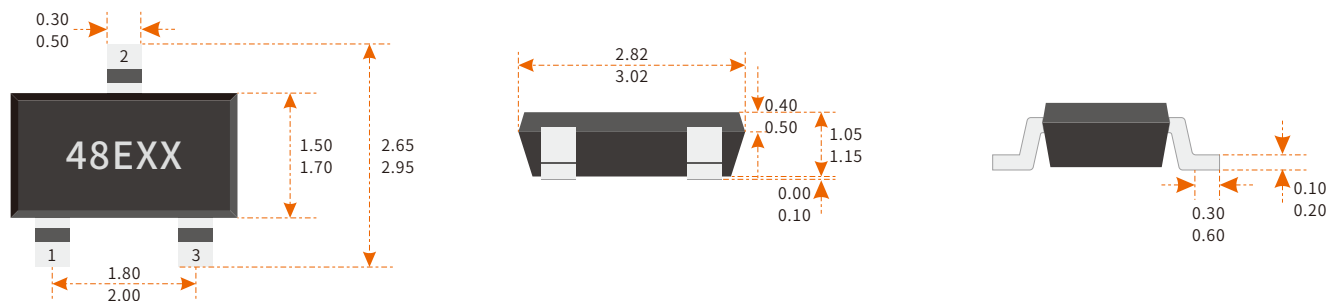
注:PCB布线时，TVS管及ESD管应尽可能靠近器件引脚，且接地回路面积需最小化。

13. 订购信息

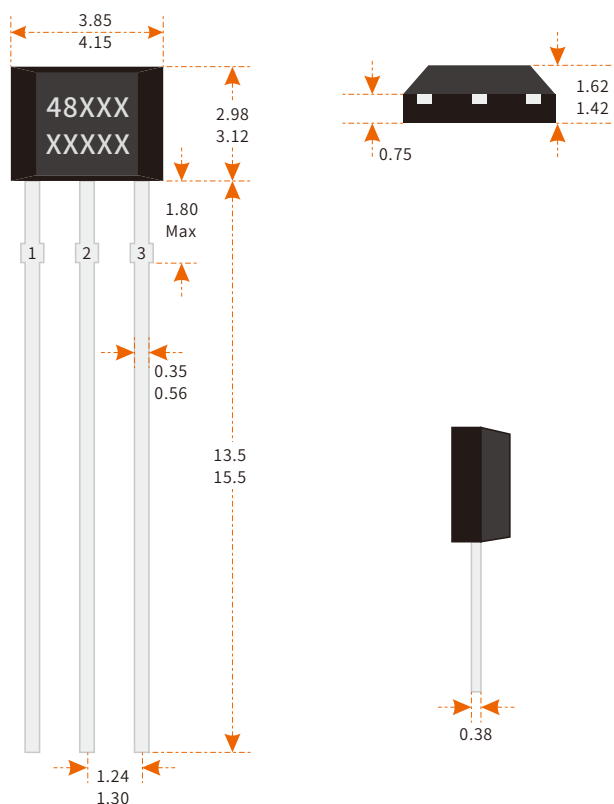
产品型号	封装形式	最小包装数
HAL248TDSO	SOT-23-3L	3000PCS/卷盘
HAL248TDUA	TO-92UA	1000PCS/袋

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 $\leq 300^{\circ}\text{C}$,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:

48E/48 - 器件型号 (HAL248TD)

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。

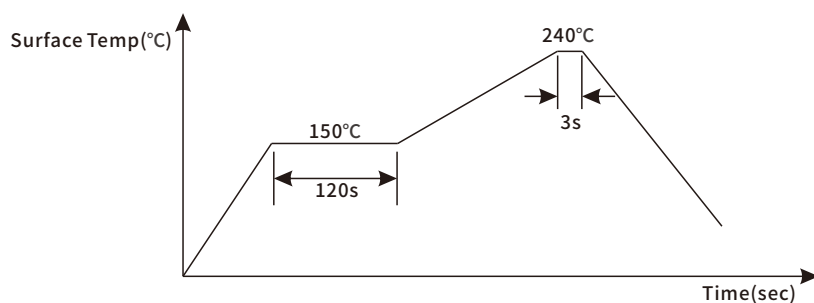
15. 独特特性

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3.3	2026年6月2日	电学参数/磁特性/封装尺寸
版本3.4	2026年6月25日	1.更正部分文字描述错误 2.增加触发距离评估和磁场指导 3修改UA封装引脚尺寸 4.增加独特特性
版本3.5	2026年10月9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 7.调整最小工作电压为2.5V

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。