

# 霍尔开关中的创新特性

提升系统质量、安全性和控制性

## 应用说明

TLE4961-x/TLE4964-x/TLE4968-x

## 应用说明

修订版 1.0, 2012-07-16

版本 2012-07-16

由 Infineon Technologies AG 出版

81726 Munich, Germany

© 2012 Infineon Technologies AG 保留所有权利。

#### 法律免责声明

在任何情况下均不得将本文件所提供的信息视为对条件或特征的担保。英飞凌科技公司特此声明，对本文中所提及的任何示例或提示、任何典型数值和/或任何与设备应用相关的信息，不作任何及所有形式的担保或承担任何及所有形式的责任（包括但不限于对不侵犯任何第三方知识产权的担保）。

为方便客户浏览，英飞凌以下所提供的将是有关英飞凌产品及服务资料的中文翻译版本。该中文翻译版本仅供参考，并不可作为任何论点之依据。虽然我们尽力提供与英文版本含义一样清楚的中文翻译版本，但因语言翻译和转换过程中的差异，可能存在不尽相同之处。因此，我们同时提供该中文翻译版本的英文版本供您阅读，请参见【[Innovative Features Integrated in Hall Switches](#)】。并且，我们在此提醒客户，针对同样的英飞凌产品及服务，我们提供更加丰富和详细的英文资料可供客户参考使用。请详见【[Hall Switches](#)】

客户理解并且同意，英飞凌毋须为任何人士由于其在翻译原来的英文版本成为该等中文翻译版本的过程中可能存在的任何不完整或者不准确而产生的全部或者部分、任何直接或者间接损失或损害负责。英飞凌对于中文翻译版本之完整与正确性不承担任何责任。英文版本与中文翻译版本之间若有任何歧异，以英文版本为准，且仅认可英文版本为正式文件。

您如果使用以下提供的资料，则说明您同意并将遵循上述说明。如果您不同意上述说明，请不要使用本资料。

#### 信息

有关技术、交货条款及条件和价格的更多信息，请与您最近的英飞凌科技公司办事处 ([www.infineon.com](http://www.infineon.com)) 联系。

#### 警告

由于技术要求，元件可能含有危险物质。如需相关型号的信息，请与距离您最近的英飞凌科技公司办事处联系。如果可能合理地预期此类元件的故障会导致生命支持设备或系统发生故障或影响该设备或系统的安全性或有效性，则英飞凌科技公司提供的元件仅可用于获得英飞凌科技公司明确书面批准的生命支持设备或系统。生命支持设备或系统的目的是植入人体或支持和/或保持并维持和/或保护生命。如果出现故障，则可能危及使用者或他人的健康。

## 修订历史

页码或项目	变更内容（自上次修订后的主要变更）
修订版 1.0, 2012-07-16	
<修订版 X.Y>, <年-月-日>	

**Infineon Technologies AG 的商标**

AURIX™、C166™、CanPAK™、CIPOST™、CIPURSE™、EconoPACK™、CoolMOS™、CoolSET™、CORECONTROL™、CROSSAVE™、DAVE™、EasyPIM™、EconoBRIDGE™、EconoDUAL™、EconoPIM™、EiceDRIVER™、eupec™、FCOS™、HITFET™、HybridPACK™、I<sup>2</sup>RF™、ISOFACE™、IsoPACK™、MIPAQ™、ModSTACK™、my-d™、NovalithIC™、OptiMOS™、ORIGA™、PRIMARION™、PrimePACK™、PrimeSTACK™、PRO-SIL™、PROFET™、RASIC™、ReverSave™、SatRIC™、SIEGET™、SINDRION™、SIPMOST™、SmartLEWIS™、SOLID FLASH™、TEMPFET™、thinQ!™、TRENCHSTOP™、TriCore™。

**其它商标**

Agilent Technologies 的 Advance Design System™ (ADS)。英国 ARM Limited 的 AMBA™、ARM™、MULTI-ICE™、KEIL™、PRIMECELL™、REALVIEW™、THUMB™、μVision™。AUTOSAR™ 是 AUTOSAR Development Partnership 的注册商标。Bluetooth SIG Inc. 的 Bluetooth™。DECT Forum 的 CAT-iq™。Trimble Navigation Ltd. 的 COLOSSUS™、FirstGPS™。EMVCo, LLC (Visa Holdings Inc.) 的 EMV™。Epcos AG 的 EPCOST™。Microsoft Corporation 的 FLEXGO™。FlexRay™ 是 FlexRay Consortium 的注册商标。Hilgraeve Incorporated 的 HYPERTERMINAL™。Commission Electrotechnique Internationale 的 IEC™。Infrared Data Association Corporation 的 IrDA™。INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION 的 ISO™。MathWorks, Inc. 的 MATLAB™。Maxim Integrated Products, Inc. 的 MAXIM™。Mentor Graphics Corporation 的 MICROTEC™、NUCLEUS™。NXP 的 Mifare™。MIPI Alliance, Inc. 的 MIPI™。美国 MIPS Technologies, Inc. 的 MIPS™。MURATA MANUFACTURING CO. 的 muRata™。Applied Wave Research Inc. 的 MICROWAVE OFFICE™ (MWO)。OmniVision Technologies, Inc. 的 OmniVision™。Openwave Systems Inc. 的 Openwave™。Red Hat, Inc. 的 RED HAT™。RF Micro Devices, Inc. 的 RFMD™。Sirius Satellite Radio Inc. 的 SIRIUS™。Sun Microsystems, Inc. 的 SOLARIS™。Spansion LLC Ltd. 的 SPANSION™。Symbian Software Limited 的 Symbian™。Taiyo Yuden Co. 的 TAIYO YUDEN™。CEVA, Inc. 的 TEAKLITE™。Tektronix Inc. 的 TEKTRONIX™。TOKO KABUSHIKI KAISHA TA 的 TOKO™。X/Open Company Limited 的 UNIX™。Cadence Design Systems, Inc. 的 VERILOG™、PALLADIUM™。Texas Instruments Incorporated 的 VLYNQ™。WIND RIVER SYSTEMS, INC. 的 VXWORKS™、WIND RIVER™。Diodes Zetex Limited 的 ZETEX™。

商标最后更新于 2011-02-24。

## 目录

目录.....	4
插图目录.....	5
表格目录.....	6
1 引言.....	7
1.1 概述.....	7
1.2 产品特性一览表.....	7
1.3 目标应用.....	7
2 启动复位和上电时间 $t_{\text{PON}}$ .....	8
3 默认启动行为.....	10
4 关断复位与定义的输出关断行为.....	10
5 过温和过流保护.....	13

## 插图目录

	图 1-TLE496x-yK (PG-SC59-3-5 封装)、TLE496x-yM (PG-SOT23-3-15 封装) 和 TLE496x-yL (PG-SSO-3-2 封装) .....	7
图 2-1	VDD 快速斜坡上电.....	8
图 2-2	VDD 慢速斜坡上电.....	8
图 3-1	TLE4961-x/TLE4964-x/TLE4968-x 默认启动示意图.....	10
图 4-1	现有器件的慢输出关断行为 .....	11
图 4-2	新一代霍尔开关的快速关断行为和关断复位 .....	11
图 4-3	功能测试时序图示例 .....	12
图 5-1	TLE496x-yK (PG-SC59-3-5 封装) 的壳温和短路输出.....	14
图 5-2	TLE496x-yL (PG-SSO-3-2 封装) 的壳温和短路输出.....	14

## 表格目录

表 5-1 绝对最大额定参数 .....	13
----------------------	----

## 1 引言



### 1.1 概述

TLE4961-x/TLE4964-x/TLE4968-x 是新一代高精度霍尔效应单极、双极开关和锁存部件，这些部件配备非常准确的开关阈值，工作温度范围为  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $170^{\circ}\text{C}$ 。为增加可读性，本文件将具备不同磁行为的各种器件统称为**霍尔效应开关或霍尔开关**。

相对于以前的产品增加了一些新特性，例如定义的启动行为、启动复位、关断复位、过温和过流保护等。

本应用说明对于这些新特性的功能进行了介绍。

### 1.2 产品特性一览表

- 工作电源电压为 3.0 V 至 32 V
- 使用非稳压电源
- 低电流消耗 (1.6 mA)
- 过压耐受能力高达 42 V，不带外部电阻
- 输入电源电极反接保护 (-18 V)
- 输出过流与过温保护
- 主动误差补偿
- 磁性阈值稳定性高
- 高 ESD 性能 (7 kV)
- SOT23 式 SMD 封装 PG-SC59-3-5 (TLE496x-yK)
- 含铅封装 PG-SSO-3-2 (TLE496x-yL)
- 小尺寸 SMD 封装 PG-SOT23-3-15 (TLE496x-yM)

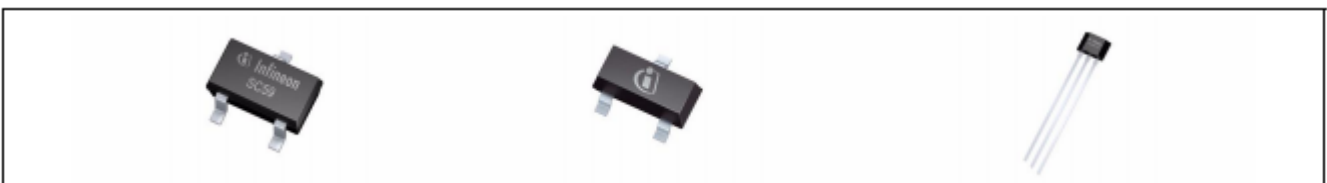


图 1-1 TLE496x-yK (PG-SC59-3-5 封装)、TLE496x-yM (PG-SOT23-3-15 封装) 和 TLE496x-yL (PG-SSO-3-2 封装)

### 1.3 目标应用

TLE4961-x/TLE4964-x/TLE4968-x 霍尔开关系列适合所有要求高精度霍尔开关（工作温度范围为  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $170^{\circ}\text{C}$ ）的应用领域。电源电压范围超强，为 3.0 V 至 32 V，加上不带外部电阻就能达到 42 V 的过压耐受能力（即负载突降）令其成为工业应用的理想选择。

- TLE4964-x 系列是带各种不同工作点的单极开关，非常适合在各种位置探测应用中使用，例如变速杆、座椅或 HVAC。
- TLE4961-x 系列是锁存器，适合用于 BLDC 转子位置测量或在杆轮应用中做指数计算或速度测量之用。指数计算通常在车窗升降器或汽车顶篷等电动关闭应用中使用。
- TLE4968-x 的磁性阈值非常低（非常灵敏），有双极开关行为，因此非常适合在需要高灵敏度传感器的应用中使用。这些应用包括 BLDC 转子位置测量或凸轮轴/传动应用中速度及位置测量等。

## 2 启动复位和上电时间 $t_{PON}$

### 启动复位和启动顺序

$V_{DD}$  通电后，必须跨过 2V 才能令电压调节器启动。 $V_{DD}$  之后是内部电源电压  $V_{DDA}$ 。当  $V_{DD}$  达到规定的 3V 最小电平时，触发一个活动的启动顺序。 $V_{DDA}$  跨过内部复位电压电平时，器件和输出晶体管被设为预先定义的状态。**图 2-1** 和 **图 2-2** 介绍了器件的两个不同的启动顺序，通过典型的斜坡来显示。

根据施加电源电压的斜坡， $t_{PON}$  可在 55 $\mu$ s 和更小数值之间变动。逐渐逼近极限，可以达到内部信号延迟时间范围内的最小值  $t_d$  (15 $\mu$ s 至 20 $\mu$ s)。

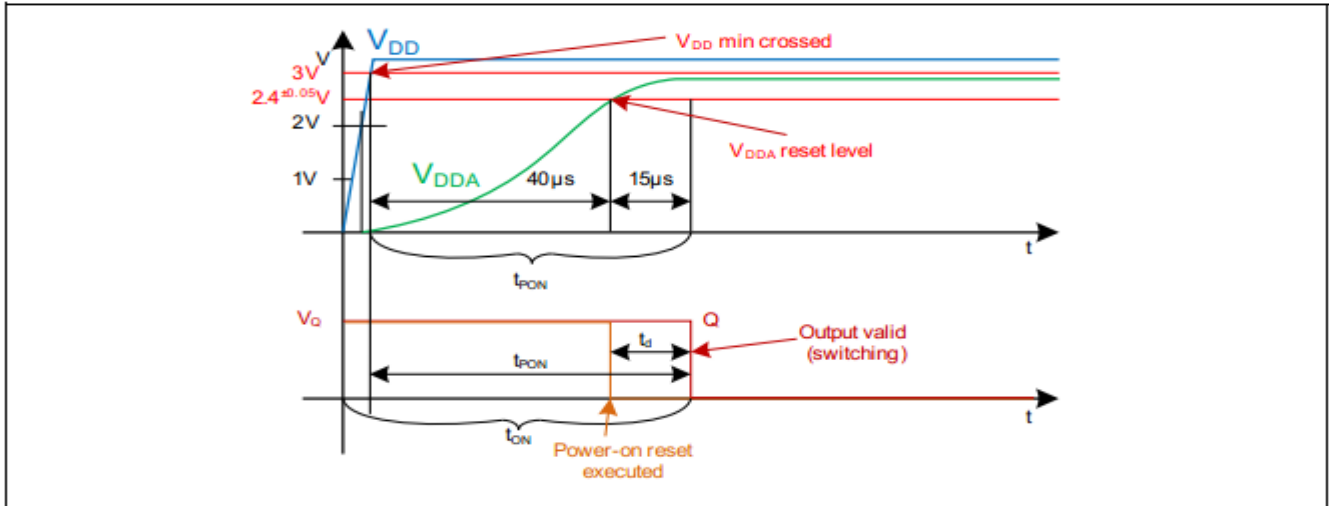


图 2-1  $V_{DD}$  快速斜坡上电

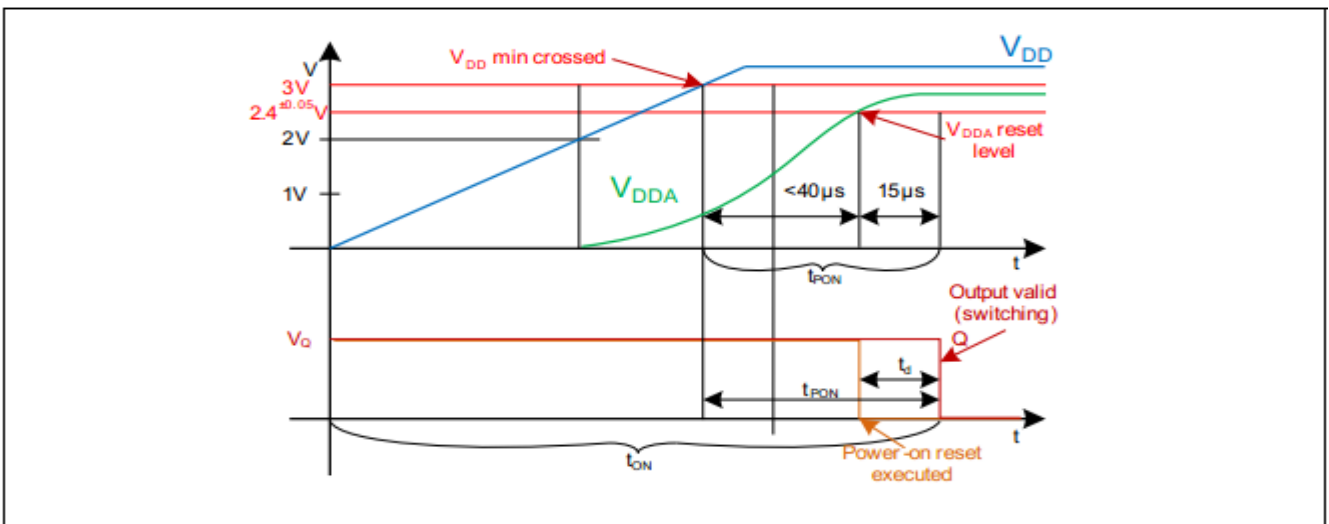


图 2-2  $V_{DD}$  慢速斜坡上电

这些启动机制确保了新霍尔开关系列的上电行为的安全性和可预测性，为客户的系统设计提供一项巨大的优势。

启动复位和上电时间  $t_{PON}$

### 上电时间 $T_{PON}$ 定义

上电时间  $t_{PON}$  的定义如下：

从施加外部电源电压  $V_{DD} = 3.0$  V 到传感器直至相对于磁性输入的输出变为有效所用的时间。

要明确  $t_{PON}$ ，必须满足下述条件： $V_{DD} = 3$  V， $B \leq B_{RP} - 0.5$  mT 或  $B \geq B_{OP} + 0.5$  mT。



---

上电时间是内部电路通电的时间帧和额外的内部信号延迟时间  $t_d$  之和，说明见第 9 页。

### 3 默认启动行为

启动行为对于霍尔效应开关等传感器来说是一个非常重要的工作条件。除了上电时间 ( $t_{PON}$ ) 以外，输出信号的行为也很重要。

与其他传感器集成电路相比，该行为的生效总是经由一个激励，即输入信号（该信号的设计目的是使其被感应到）来实现的。霍尔开关有 3 个不同的重要条件（参见图 3-1）。

- 磁场超过工作点 ( $B_{OP}$ ) 阈值  $B > B_{OP}$
- 磁场低于释放点 ( $B_{RP}$ ) 阈值  $B < B_{RP}$
- 磁场在工作点 ( $B_{OP}$ ) 阈值和释放点 ( $B_{RP}$ ) 阈值之间，在滞后范围内  $B_{OP} > B > B_{RP}$ 。

为避免以前器件中存在的随机启动的不确定性，定义了所谓的“默认上电”状态。

这就意味着，不受刺激（施加的实际磁场）的影响，器件将在逻辑“ZERO”状态——即  $V_Q$  引脚达到上拉电压电平——中启动。一定启动时间后，器件对施加的磁场做出响应。若超过  $B_{OP}$  阈值，则施加逻辑“ONE”状态——即  $V_Q$  引脚达到低电压电平。

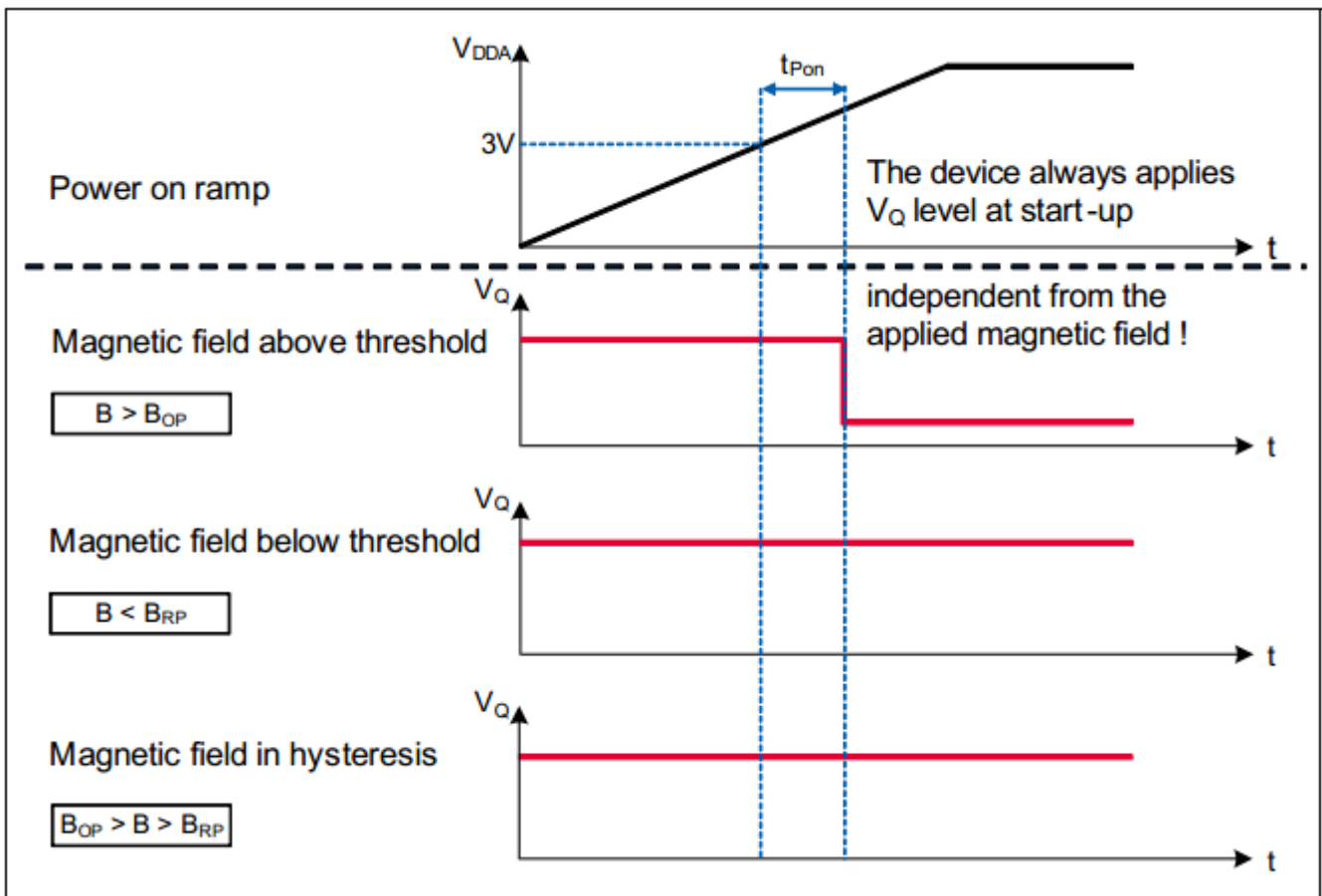


图 3-1 TLE4961-x/TLE4964-x/TLE4968-x 默认启动示意图

关断复位与定义的输出关断行为

### 4 关断复位与定义的输出关断行为

作为定义启动行为和启动复位的补充，新一代霍尔开关提供定义关断和关断复位功能。

该功能的好处在于可以令输出晶体管快速放电，有更出色的测试功能选项。

相较之下，现有器件输出引脚有一些容性放电行为（参见图 4-1）。

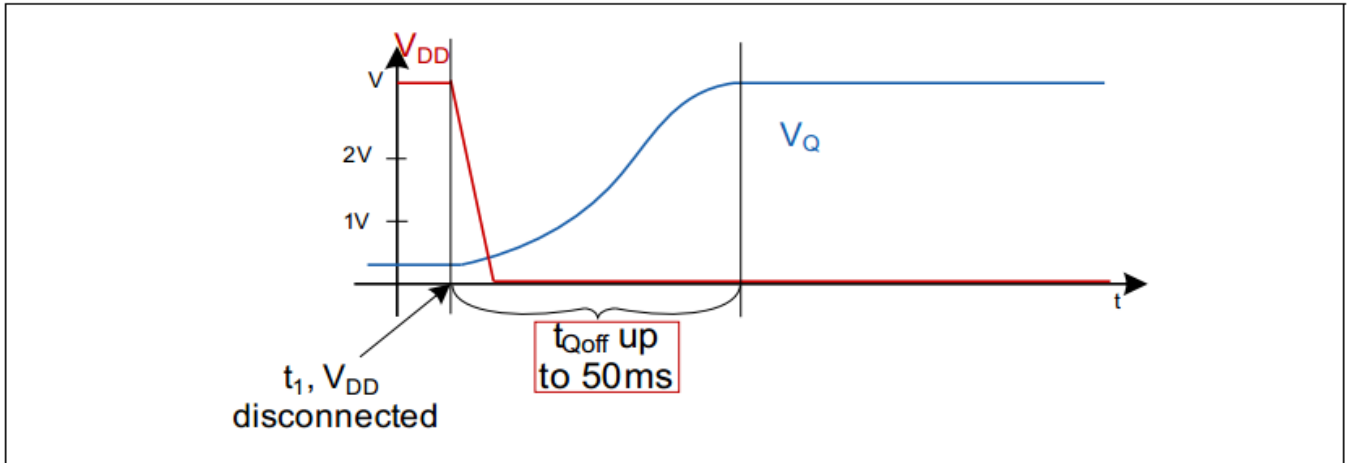


图 4-1 现有器件的慢输出关断行为

新一代霍尔开关设有第二个内部复位功能。一旦跨过关断复位电平  $2.1^{\pm 0.05} \text{ V}$ （不同于上电复位电平  $2.4^{\pm 0.05} \text{ V}$ ），立即触发输出晶体管快速放电（参见图 4-2）。

如此可令输出引脚在  $5\mu\text{s}$  左右达到  $V_O$  电平，而其他器件则需要数十毫秒。

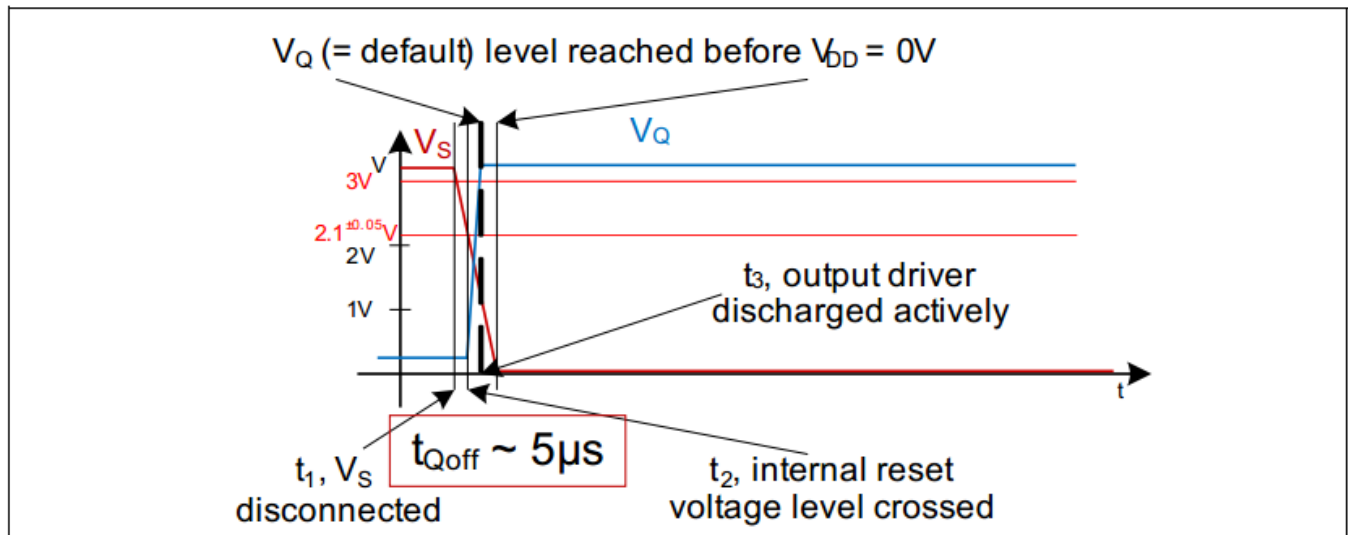


图 4-2 新一代霍尔开关的快速关断行为和关断复位

### 在系统功能测试示例中

要在系统中功能测试中使用此关断行为，必须考虑下述问题。有必要施加一个磁通量。

- 然后，必须断开  $V_{DD}$ 。
- 输出将在  $5\ \mu\text{s}$  内达到  $V_Q$  电平。
- 对  $V_{DD}$  加电，上电时间 ( $t_{PON}$ ，参见第 2 章) 后输出将恢复至  $0\ \text{V}$  电平。

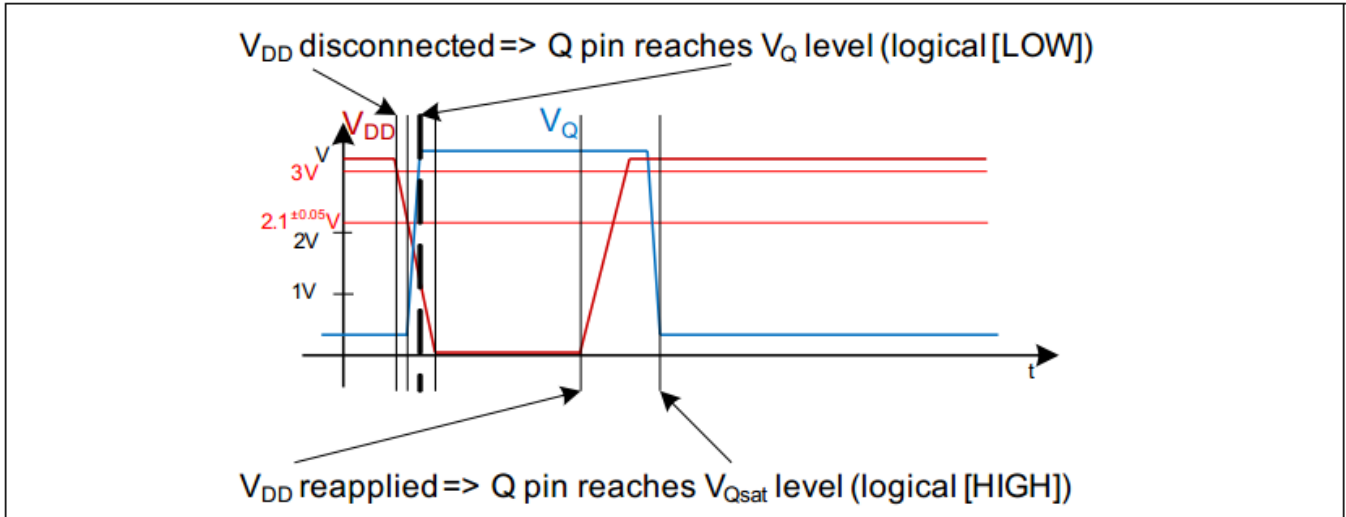


图 4-3 功能测试时序图示例

## 5 过温和过流保护

这个功能旨在防止传感器快速损坏，提高器件的耐用性。除了高电压功能和 ESD 耐受能力得以提高外，增加这个功能对于实现所设定的高质量标准目标也是非常必要的。

如数据手册最大额定值表，本文件表 5-1 所示，结温对器件的工作寿命有很大的影响。

表 5-1 绝对最大额定参数

参数	符号	值			单位	备注/测试条件
		最小	典型	最大		
电源电压	$V_{DD}$	-18		32 42	V	10 小时，不要求外部电阻
输出电压	$V_Q$	0		32	V	
反向输出电流	$I_Q$	-70			mA	
结温 <sup>1)</sup>	$T_J$	-40		155 165 175 195	°C	2000 小时（非累计） 1000 小时（非累计） 168 小时（非累计） 3 x 1 小时（累计）
存储温度	$T_S$	-40		150	°C	
热阻 结到环境	$R_{thJA}$			300 200 300	K/W	针对 PG-SC59-3-5 (2s2p) 针对 PG-SSO-3-2 (2s2p) 针对 PG-SOT23-3-15 (2s2p)
热阻 结到引线	$R_{thJL}$			100 150 100	K/W	针对 PG-SC59-3-5 针对 PG-SSO-3-2 针对 PG-SOT23-3-15

1) 此工作寿命声明是基于英飞凌鉴定测试结果的推断所进行的预测。一个元件的实际工作寿命取决于其应用形式、使用类型等，可能偏离此声明。在任何情况下，工作寿命声明都不能延长协定的保修期。

计算芯片的耗散功率  $P_{DIS}$  和结温  $T_J$ （以 SC59 为例）：

例如：  $V_{DD} = 12\text{ V}$ ，  $I_S = 2.5\text{ mA}$ ，  $V_{QSAT} = 0.5\text{ V}$ ，  $I_Q = 20\text{ mA}$

耗散功率：  $P_{DIS} = 12\text{ V} \times 2.5\text{ mA} + 0.5\text{ V} \times 20\text{ mA} = 30\text{ mW} + 10\text{ mW} = 40\text{ mW}$

温度  $\Delta T = R_{thJA} \times P_{DIS} = 300\text{ K/W} \times 40\text{ mW} = 12\text{ K}$

$T_A = 150^\circ\text{C}$  时：  $T_J = T_A + \Delta T = 150^\circ\text{C} + 12\text{ K} = 162^\circ\text{C}$

短路条件下数十秒之后，壳温 ( $T_{case}$ ) 达到最大值。但事实上数百毫秒后，结温 ( $T_j$ ) 会跨过内部关断温度  $192^{\circ}\text{C}$ 。壳温进一步增加反映了器件开始在关断温度和  $180^{\circ}\text{C}$  接入温度 ( $T_j$ ) 之间转换（频率  $120\text{Hz}$  左右，环境温度  $25^{\circ}\text{C}$ ）。

注：下图显示了 PG-SC59-3-5 和 PG-SSO-3-2 封装的  $T_{case}$  测量值。请记住， $T_{case}$  和  $T_j$  之间差异显著。虽然芯片已经热关断，但  $T_{case}$  仍会较缓慢地增加至最高电平，远低于  $T_j$  关断值。

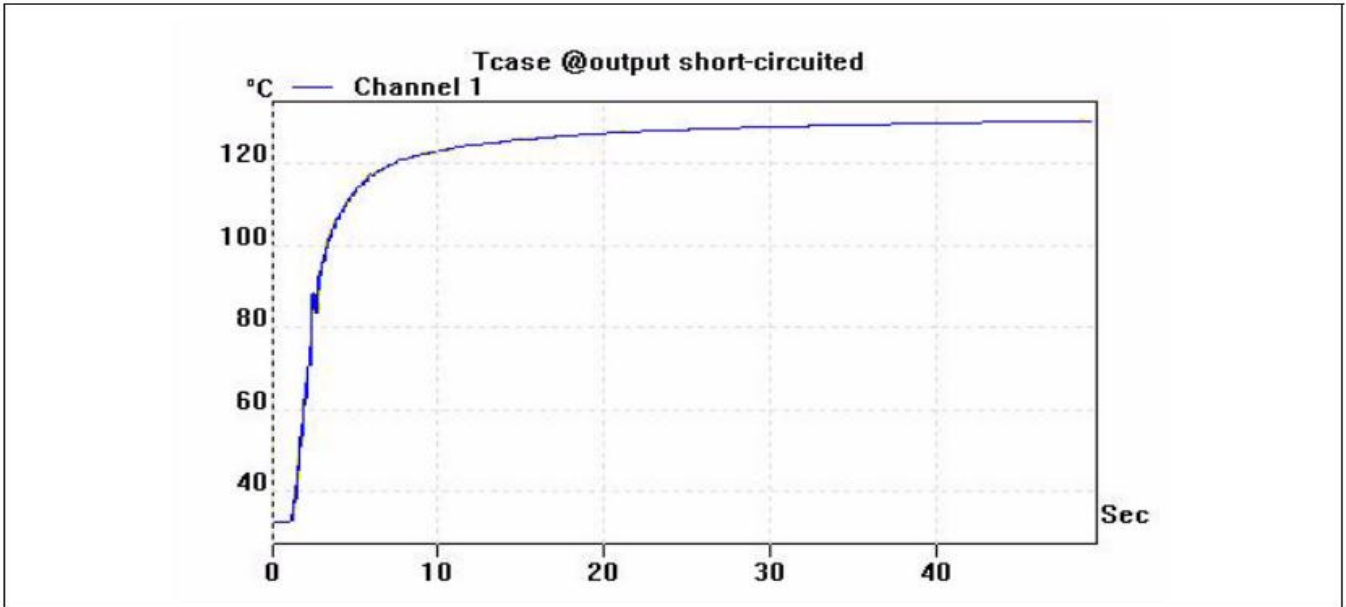


图 5-1 TLE496x-yK (PG-SC59-3-5 封装) 的壳温和短路输出

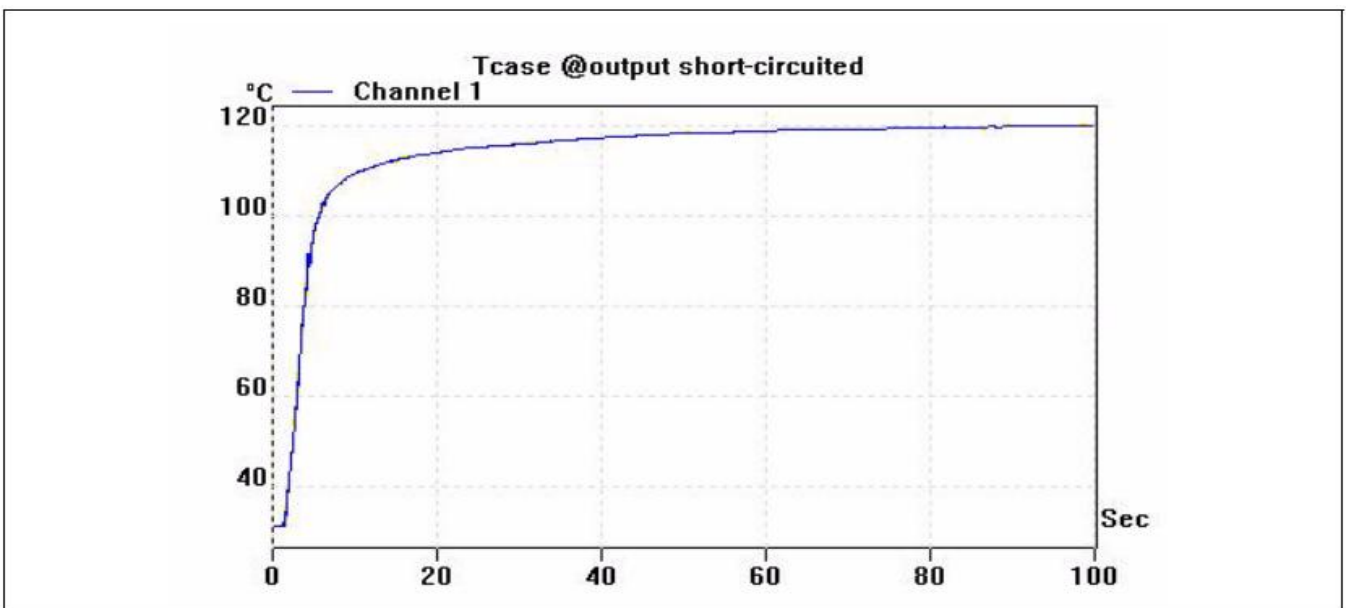


图 5-2 TLE496x-yL (PG-SSO-3-2 封装) 的壳温和短路输出

[www.infineon.com](http://www.infineon.com)

由 Infineon Technologies AG 出版