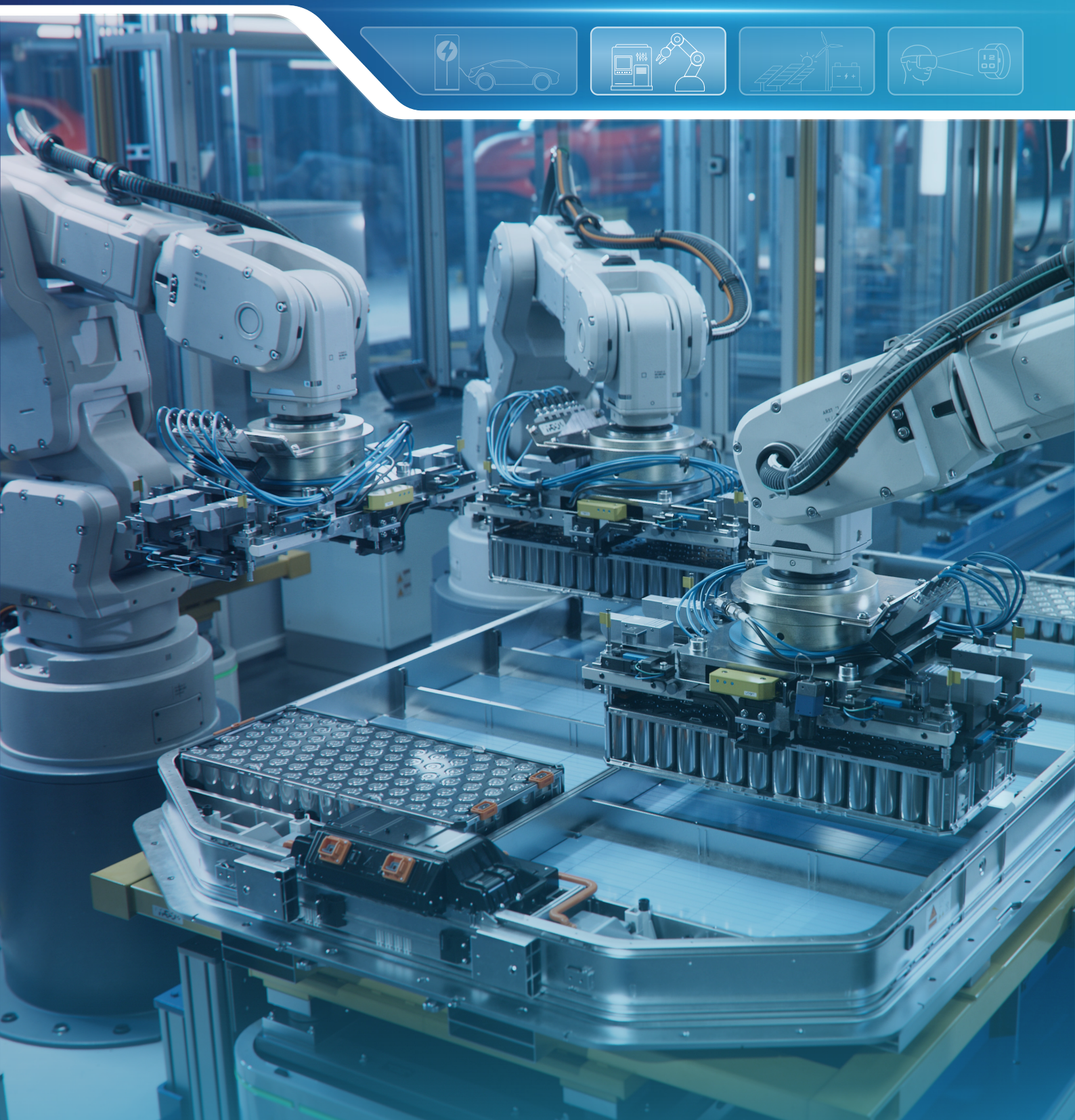


# NSI8608如何进行阈值计算

AN-13-0007

作者：Runsheng Zhou, Huafu Mao



## 摘要

NSI8608是一款多通道数字隔离芯片，支持IEC 61131-2规定的数字输入。芯片支持最大60v的数字信号输入，不需要在输入侧单独供电，并提供隔离的数字输出。内部集成整流桥，支持源极输入和漏极输入。输入还集成了限流功能，有效降低解决方案整体温度。

在系统设计时，不同的系统需求对芯片的电压转换阈值和电流具有不同的要求，这些参数可以通过外围电阻进行计算得出。NSI8608相比市面其同类型产品外围设计更加简单，本笔记会讲解如何计算相关参数的阈值，并给出计算示例。

## 目录

1. 芯片特性	2
1.1. 功能框图	2
1.2. 输入的IV特性曲线	2
1.3. 输入的阈值电压	3
1.4. 输入限流功能	3
2. 阈值计算	4
2.1. 无需调整电流	4
2.2. 需要调整电流	5
2.3. 应用实例及计算工具	5
3. 系统发热设计	6
3.1. 芯片功耗计算	6
3.2. 芯片最大工作环境温度	6
3.3. 芯片功耗与环境温度的关系	7
3.4. 发热实测	7
4. 修订历史	8

## 1. 芯片特性

### 1.1. 功能框图

如图1.1所示，芯片输入集成了整流桥以实现正负压输入，并通过限流模块降低芯片功耗以减小功耗。芯片输入先通过内部整流桥到达限流模块，同时给其他电路供电。

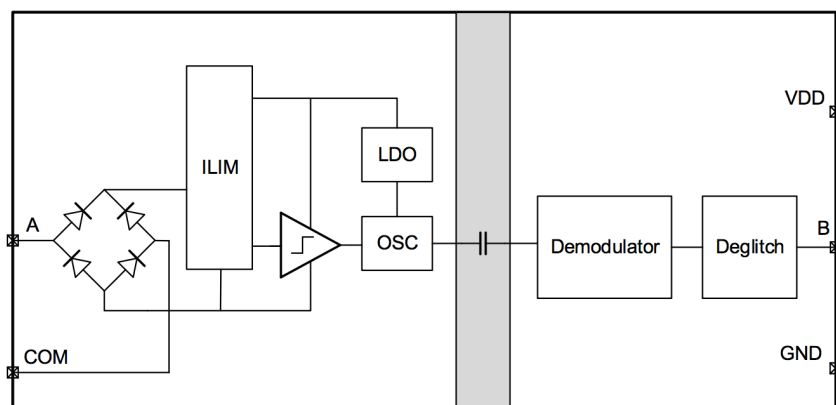


图1.1 功能框图

### 1.2. 输入的IV特性曲线

芯片的输入电压与输入电流的关系如图1.2所示。电压首先要先达到二极管的正向导通电压，之后电流随电压升高近似线性增加，直至达到输入限流值后电流几乎不再变化。

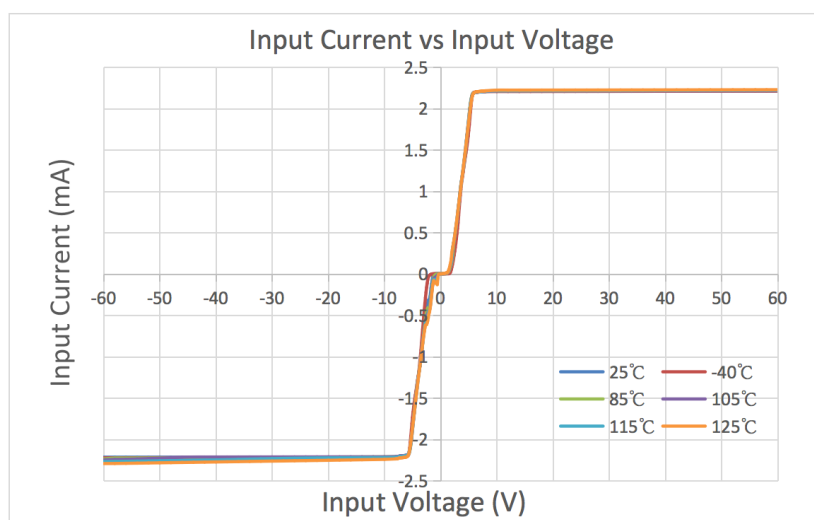


图1.2 输入电流与输入电压关系



### 1.3. 输入的阈值电压

芯片的输入阈值电压范围如下表所示，无需串联阈值电阻 ( $R_{THR}$ ) 即可正常工作，芯片的阈值电压与温度的关系如图1.3所示。

Parameters	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Comments
High level threshold voltage	VIH		8	9.2	V	voltage at Ax
Low level threshold voltage	VIL	6.1	7.3		V	
Threshold voltage hysteresis	VHYS		0.7		V	

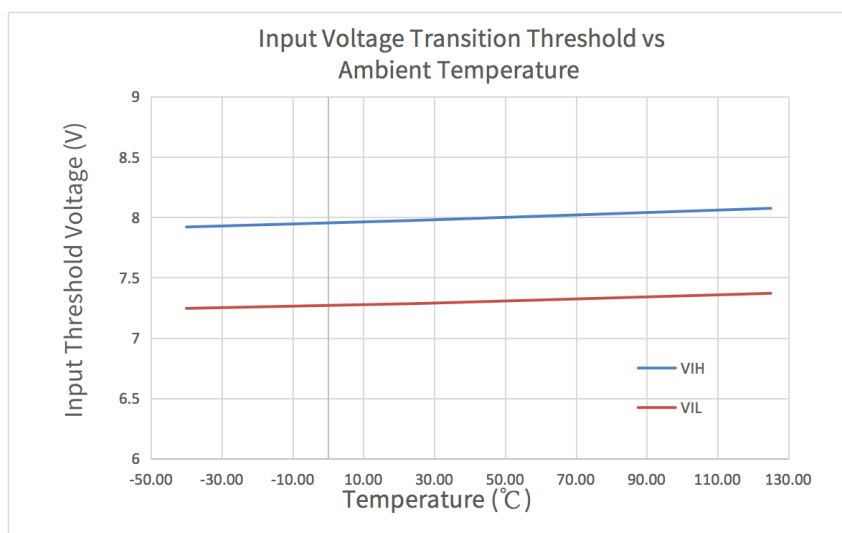


图1.3 阈值电压与温度的关系

### 1.4. 输入限流功能

芯片内部集成的限流功能无需电阻进行配置，只要电压达到电压范围即可进入限流状态，限流范围如下表所示。基于系统整体发热考虑，电流控制在很小范围，如系统需要更大电流可以根据下文介绍的方法进行方案设计。

Parameters	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Comments
current drawn from Ax pin	I <sub>Ax</sub>	1.55	2.1	2.62	mA	$V_{IL} \leq  V_{Ax}  \leq 60V$

## 2. 阈值计算

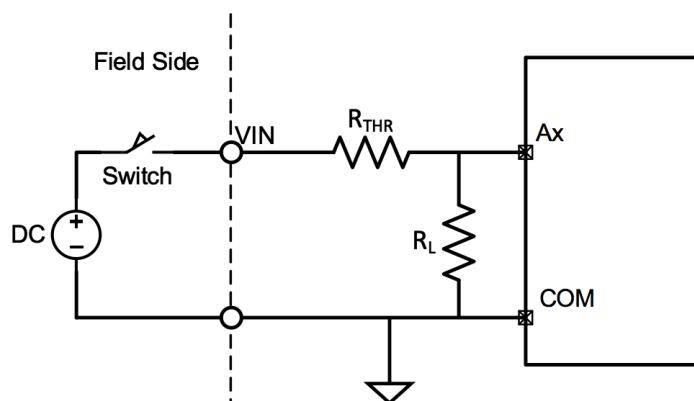


图2.1 输入外围电路

关于芯片输入阈值设计给出了上图中的器件排布，请根据下文说明进行选用。

首先需要确认芯片自身的限流范围能否满足系统需求。如可以满足则只需参考章节2.1来调整电阻 $R_{THR}$ 来适配电压阈值要求，无需使用电阻 $R_L$ ；如系统需要更大电流则应参考章节2.2来设计 $R_{THR}$ 和 $R_L$ 的阻值。

### 2.1. 无需调整电流

当系统无需调整限流值时，无需使用 $R_L$ 电阻，可以使用下面公式对阈值进行计算：

- $V_{IN} = V_{Ax} + I_{Ax} * R_{THR}$

$V_{IN}$ ：外部输入电压要求

$V_{Ax}$ ：芯片引脚处电压

$I_{Ax}$ ：芯片限流值

$R_{THR}$ ：串联阈值电阻值

一般来说，系统会对ON/OFF状态电压有明确要求，此时将该电压值带入 $V_{IN}$ ，同时 $V_{Ax}$ 带入芯片 $V_{IH}/V_{IL}$ 值，即可计算出阈值电阻 $R_{THR}$ 的范围。也可直接使用纳芯微提供的Excel工具进行计算。

## 2.2. 需要调整电流

当系统需要更大的电流 $I_{IN}$ 时，需要同时使用 $R_{THR}$ 和 $R_L$ 来实现需求，具体公式如下：

$$\bullet I_{IN} = I_{Ax} + V_{Ax} / R_L \quad \text{---(1)}$$

$$\bullet V_{IN} = (I_{Ax} + V_{Ax} / R_L) * R_{THR} + V_{Ax} \quad \text{---(2)}$$

$I_{IN}$ ：外部输入电流要求

$V_{IN}$ ：外部输入电压要求

$V_{Ax}$ ：芯片引脚处电压

$I_{Ax}$ ：芯片限流值

$R_{THR}$ ：串联阈值电阻值

$R_L$ ：并联泄流电阻值

由于并联泄流电阻值与串联阈值电阻值存在矛盾关系，即泄流越大串联电阻压降越大。所以需要先用公式(1)计算得到 $R_L$ 的最大值，然后再计算得到 $R_{THR}$ 的最大值。

## 2.3. 应用实例及计算工具

假如现有系统的需求为：在最大15V的输入电压时就要进入ON状态，且此时电流至少需要3mA。下面将说明如何使用上述方法进行设计。

- 1) 先判断ON状态电流需求芯片能否满足，显然最小3mA的需求超过了芯片 $I_{Ax}$ 的最大值，此时需要调整电流使用2.2节的外围设计方法。
- 2) 将最小电流需求和最大电压要求带入公式(1)或计算工具，即可计算得到 $R_L$ 最大值，此时计算得到的最大值为6.34kohm。
- 3) 根据上一步得到的 $R_L$ 最大值选用，例如5kohm，将该值再带入公式(2)或计算工具，即可得到 $R_{THR}$ 的最大值。

			min	typ	max
RTHR(kohm)	RL(kohm)	$I_{lim}(mA)$	1.55	2.1	2.62
0	\	VIL(V)	6.10	7.30	
		VIH(V)		8.00	9.20
推荐电阻最大值		需求输入			
1.30	6.34	VIN(V)	15		
		IIN(mA)	3		
		RL	5		
		先填写上面电压电流需求，得到RL最大值后自行选定阻值，并在此处填写计算RTHR最大值			

图2.2 计算工具演示

### 3. 系统发热设计

系统发热是系统设计中的重要一环，下面将从NSI8608及其外围设计的角度与其他方案进行对比，说明NSI8608方案的优势及发热相关的技术建议。

在光耦分立方案中，由于光耦器件自身特性制约难以做到多通道集成，虽然发热相对易于控制，但整体方案成本较高且需要占用更大的PCB面积，仅适用于少量通道的个别应用。

另一种常见的方案是多通道集成的电容型隔离DI，虽然解决了分立方案占用面积的问题，但由于没有集成限流功能导致外围器件及芯片周围发热严重，被迫增加与其他系统的间距、提高散热面积以降低系统整体温度。

NSI8608从芯片自身发热和外围器件发热两个维度有效控制了系统发热问题，节省了PCB的使用面积，同时降低了外围器件的选型压力及成本。

#### 3.1. 芯片功耗计算

由于芯片内部集成限流功能，NSI8608自身的功耗计算十分简单，具体公式如下：

- $W = \sum V_{Ax} * I_{Ax} * \eta$

W：芯片总功耗

$V_{Ax}$ ：芯片引脚处电压

$I_{Ax}$ ：芯片限流值

$\eta$ ：信号占空比

x：实际使用的通道号

其中， $I_{Ax}$ 可以直接套用芯片手册限流范围， $V_{Ax}$ 的电压可参考上一章节阈值计算得出。

#### 3.2. 芯片最大工作环境温度

计算芯片最大工作环境温度需要先确认相应的热阻，下表是NSI8608两种封装的热阻值。

Parameters	Symbol	SSOP16	SSOP20	Unit
Junction-to-ambient thermal resistance	$\theta_{JA}$	86.3	67.1	°C/W

由芯片功耗计算公式计算得到不同应用工况下的芯片功率W，芯片最大结温 $T_{jmax} = 150^{\circ}\text{C}$

芯片最大工作环境温度： $T_{max} = T_{jmax} - W * \theta_{JA}$

### 3.3. 芯片功耗与环境温度的关系

基于芯片功耗计算公式，可以计算得到NSI8608芯片的最大功耗 $W_{max} = 1257.6 \text{ mW}$  ( $60\text{V} * 2.62\text{mA} * 8$ )，对应封装热阻为 $67.1^\circ\text{C/W}$ ，再计算最大环境温度 $T_{max} = 65.6^\circ\text{C}$  ( $150^\circ\text{C} - 1257.6 \text{ mW} * 67.1^\circ\text{C/W}$ )。基于上述参数可以得到芯片极限工况下，功耗与操作温度的关系如下图所示。

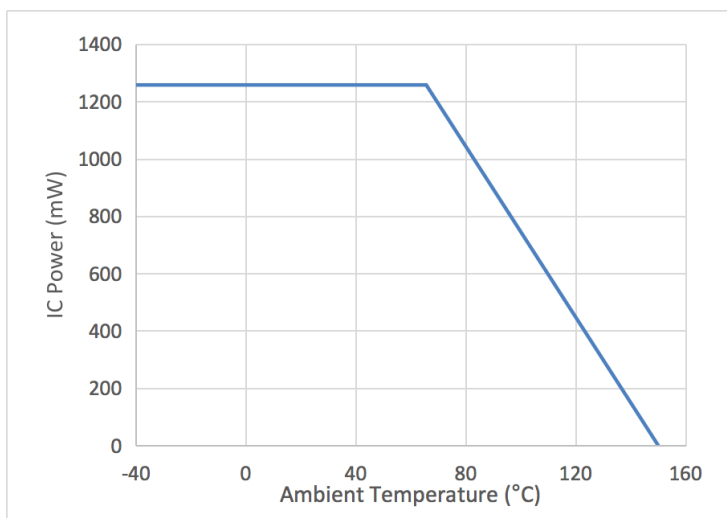


图3.1 环境温度与芯片功耗的关系

### 3.4. 发热实测

在 $25^\circ\text{C}$ 室温条件下，以IEC 61131-2 type-3 设置外围电路 ( $R_{THR} = 0\text{ohm}$ ，不使用 $R_L$ )，进行单通道30V DC 输入时的发热测试如下图(使用纳芯微DEMO板进行测试，左图为正面有图为背面)。

NSI8608集成了限流设计，不论整体还是局部发热都得到了有效的控制。

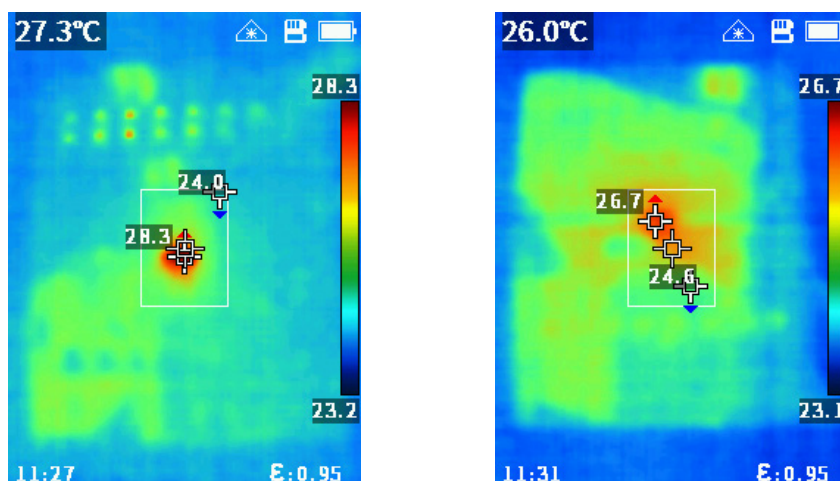


图3.2 NSI8608工作时红外热成像



## 4.修订历史

版本	描述	作者	日期
1.0	创建应用笔记	Runsheng Zhou, Huafu Mao	2024/9/10

销售联系方式: [sales@novosns.com](mailto:sales@novosns.com); 获取更多信息: [www.novosns.com](http://www.novosns.com)

## 重要声明

本文件中提供的信息不作为任何明示或暗示的担保或授权,包括但不限于对信息准确性、完整性,产品适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的陈述或保证。

客户应对其使用纳芯微的产品和应用自行负责,并确保应用的安全性。客户认可并同意:尽管任何应用的相关信息或支持仍可能由纳芯微提供,但将在产品及其产品应用中遵守纳芯微产品相关的所有法律、法规和相关要求。

本文件中提供的资源仅供经过技术培训的开发人员使用。纳芯微保留对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其他更改的权利。纳芯微仅授权客户将此资源用于开发所设计的整合了纳芯微产品的相关应用,不视为纳芯微以明示或暗示的方式授予任何知识产权许可。严禁为任何其他用途使用此资源,或对此资源进行未经授权的复制或展示。如因使用此资源而产生任何索赔、损害、成本、损失和债务等,纳芯微对此不承担任何责任。

有关应用、产品、技术的进一步信息,请与纳芯微电子联系([www.novosns.com](http://www.novosns.com))。

苏州纳芯微电子股份有限公司版权所有