

M16189A 数据手册

版本 1.1

1. 概述

M16189A 是一款低功率光学导航传感器，具有创新的低功耗架构和功耗管理自动化模式，适合于电池及功耗敏感型节能应用领域，并可搭配二代、三代光学透镜，例如无线光电鼠标。

M16189A 具有高速移动检测功能，最高检测速度可达 40 英寸/秒，最高加速度为 20g。此外，片上集成振荡器及 LED 恒流驱动，使其外部器件最大化精简，通过恒流驱动，使 LED 具有使用寿命长、对不同 LED 都具有更好的亮度、功率高效率等优点。

M16189A，光学透镜，LED 聚光罩（可选配），以及 LED 构成一套完整简洁的鼠标运动轨迹系统。无需任何其它活动部件，具有高稳定性及易维护性。另外，无需精确的光学调整，即可大批量装配。

M16189A 可通过二线串行通信接口访问寄存器。芯片采用 DIP8L 双列直插封装结构。

2. 特性

- 可独立电源供电
- 超低功耗性能
- 通过编程可达到多种省电模式（正常/sleep1/sleep2）
- 自动控制帧率范围为 1000fps-3000fps
- 可搭配二代、三代光学透镜
- 根据表面亮度智能调节 LED 电流
- 高速检测功能，最高检测速度可达 40 英寸/秒
- 具有 LED 恒流驱动
- 具有移动检测输出功能
- 内置振荡器，无需时钟输入
- CPI 可调，最高 CPI 为 1600
- 较宽的工作电压范围：1.8V-3.6V
- 二线串行通信接口
- 微型封装结构
- 极少外部器件

3. 应用领域

无线光电鼠标

4. 封装引脚

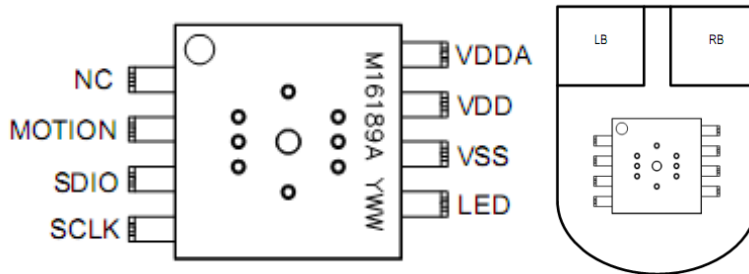


图 1. 封装引脚

5. 引脚概述

引脚名称及说明		
引脚名称	输入/输出	说明
NC	--	NC
MOTION	OUT	移动检测
SDIO	I/O	SPI 双向数据端口
SCLK	IN	SPI 时钟输入
LED	OUT	LED 控制
VSS	PWR	芯片接地
VDD	PWR	I/O 电源供应
VDDA	OUT	内部调节器电压

6. 电特性

特性	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	备注
保存温度	T_{STR}	-40	-	85	$^{\circ}C$	
工作温度	T_{opt}	-15	-	55	$^{\circ}C$	
VDD 额定电压	V_{DD}	-0.5	-	3.8	V	
输入额定电压	V_{IN}	-0.5	-	$V_{DD}+0.3$	V	
ESD		2	-	-	KV	人体模型

7. 建议使用环境

特性	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	备注
有内部调节器的工作电压	V_{supply}	2.1	2.8	3.6	V	VDD
没有内部调节器的工作电压	$VDDA_{supply}$	1.75	1.8	1.85	V	VDD and VDDA
工作温度	T_{opt}	0	-	40	°C	
电源噪声	V_{NOISE}	-	-	100	mV	
CPI	R	600	1000	1600	CPI	
串行时钟频率	F_{SCK}	-	-	1	MHz	
帧频	FR	1000	-	3000	FPS	
速度	Speed	-	-	40	IPS	3000 fps.
加速度	A	-	-	20	G	3000 fps.

8. 交流电特性(VDD = 2.7V, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

特性	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	备注
开机时间	T_{pup}	10	-	40	ms	
寄存器复位时间	T_{RESET}	-	63	-	us	
SDIO 读取保存时间	T_{HOLD}	-	3	-	us	
SPI 同步脉冲置低电平时间	T_{RSYNCL}	-	1	-	us	
SPI 同步脉冲置高电平等待时间	T_{RSYNC}	-	2	-	ms	
Sensor 中断脉冲宽度	T_{SWKINT}	-	200	-	us	

9. 直流电特性(VDD = 2.7V, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

特性	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	备注
正常模式工作电流	I_{nor}	-	1.3	-	mA	1000fps 和不包括 LED 电流
睡眠模式 1 工作电流	I_{slp1}	-	150	-	uA	
睡眠模式 2 工作电流	I_{slp2}	-	15	-	uA	
省电模式工作电流	I_{pd}	-	10	-	uA	
类型: MOTION, SCLK, SDIO						
输入高电压	V_{IH}	2.0	-	-	V	
输入低电压	V_{IL}	-0.5	-	0.4	V	
输出高电压	V_{OH}	VDD-0.4	-	-	V	$I_{OL} = 3\text{mA}$
输出低电压	V_{OL}	-	-	0.4	V	$I_{OL} = 3\text{mA}$
类型: LED						
输出低电压	V_{OL-LED}	-	350	-	mV	$I_{OL} = 20\text{mA}$

10. PCB 装配

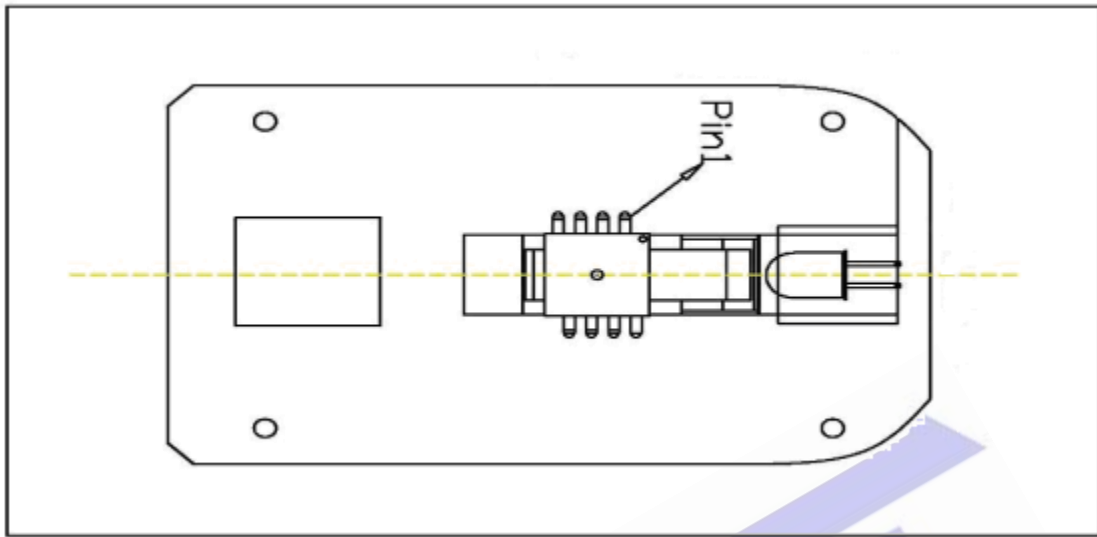


图 2. 推荐 PCB 装配图

11. 光电鼠标传感芯片装配概述

NST 提供一份描述鼠标底壳构造的 IGES 图纸供光学透镜及 PCB 调整使用。M16189A 适用于通孔 PCB。其封装体上设有与光学透镜对齐的光孔。光学透镜以最佳角度提供表面成像及表面照明所需的光源。光学透镜的特性与传感芯片，鼠标底壳，聚光罩 (选配) 及 LED 的特性保持一致。LED 引脚弯曲成型后安装至 PCB，调整 LED 光束以适应光学透镜。

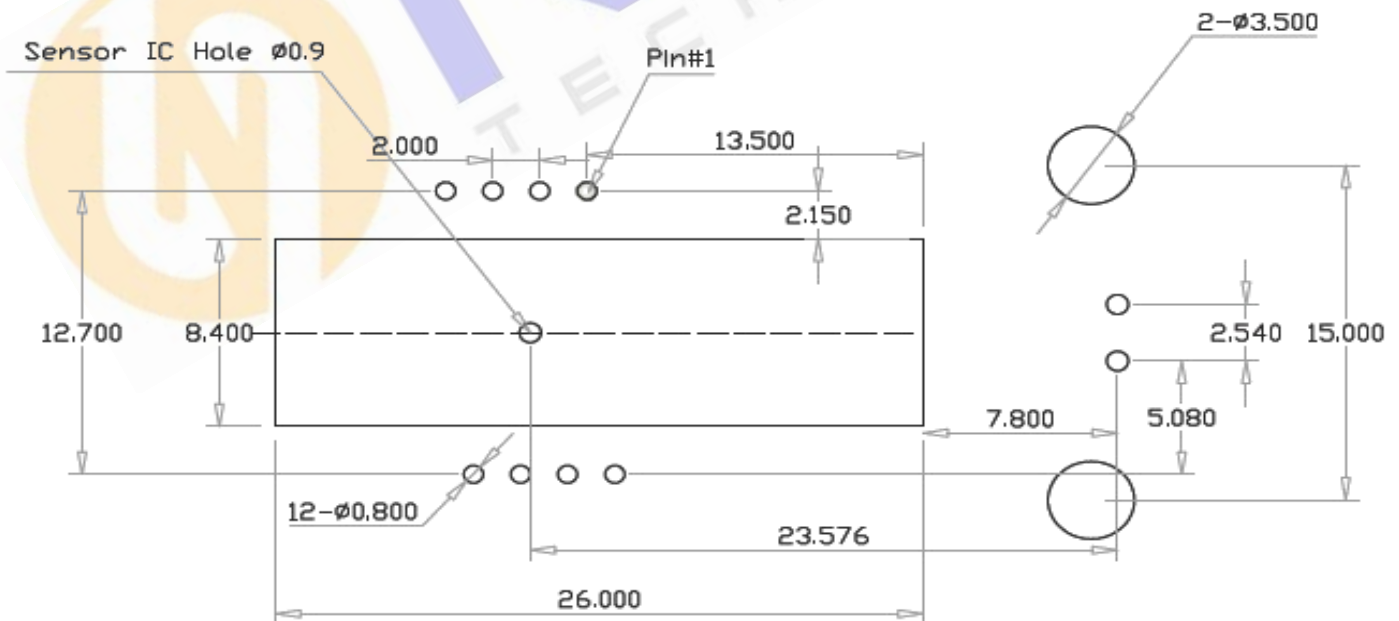


图 3. 推荐 PCB 机械尺寸 (mm/inch)

12. 内部横截面

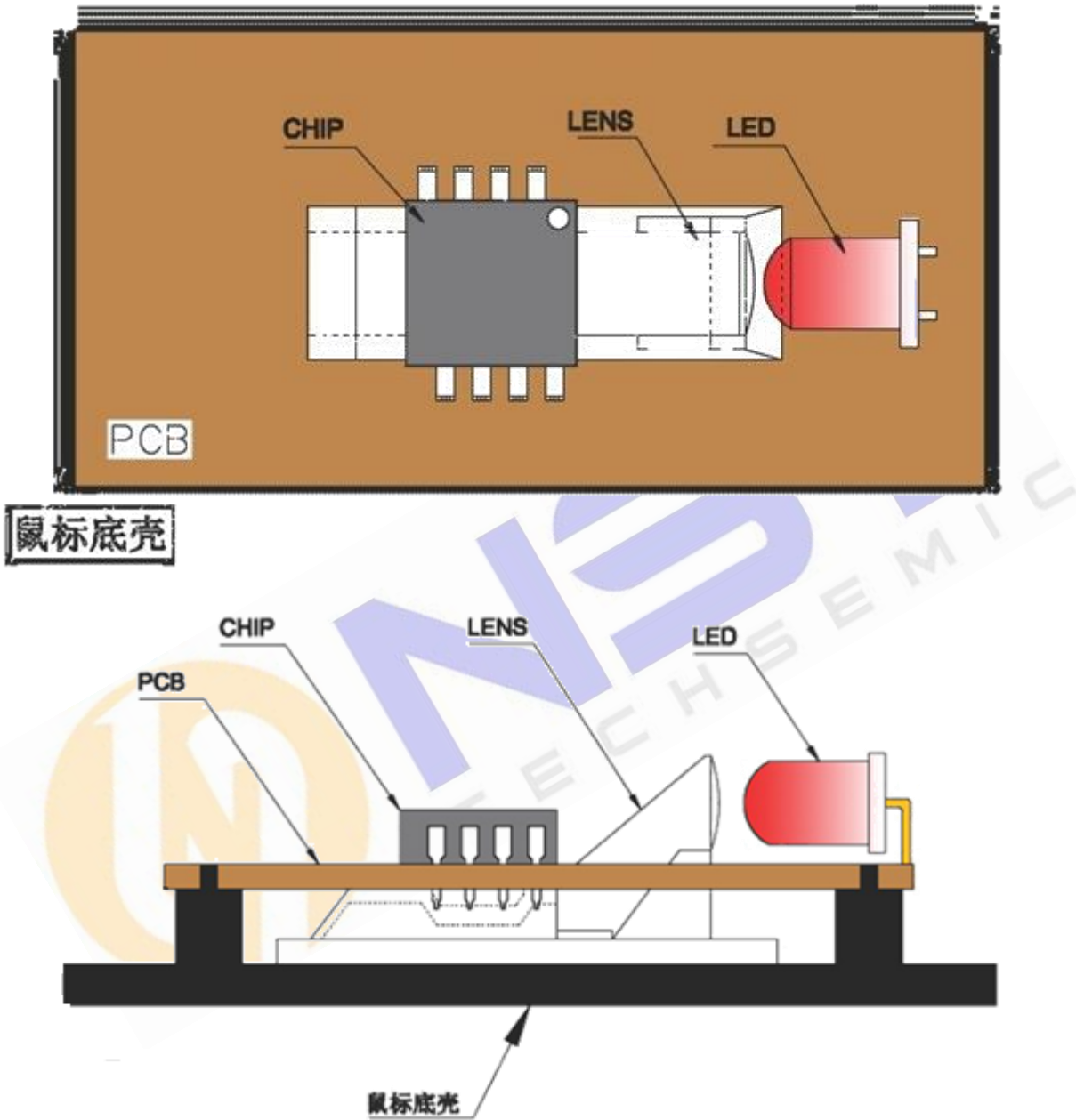


图 4. 装配结构分解图(mm/inch)

13. PCB 装配注意事项

- 1). 将 M16189A 芯片及其它所有相关电子器件插入 PCB;
- 2). 将 LED 装入聚光罩 (选配), 并使 LED 引脚弯曲 90° ;
- 3). 将 LED 插入 PCB;
- 4). 用焊接夹具固定整个 PCB 板, 进行锡焊工序; 锡焊过程中 M16189A 芯片需保证紧贴 PCB 板, 必须保证光孔贴膜完整; 建议 PCB 板开槽处贴高温保护纸;
- 5). 将焊好的 PCB 板安装至鼠标底壳;
- 6). 摘除光孔表面的保护膜; 注意防止污染物进入光孔; 建议整个鼠标装配过程中避免芯片光孔正面朝上放置; 建议摘除光孔保护膜时垂直固定 PCB;
- 7). 将 PCB 装配板安装至装好光学透镜的底壳上; 将 M16189A 芯片的光孔与光学透镜调整吻合;
- 8). PCB 光学参考位置已由底壳及光学透镜设定好; 由按键导致的 PCB 移动应最小化, 以保持其光学稳定性;
- 9). 装上鼠标外壳; 鼠标外壳需保证 PCB 上所有按键动作及所有器件垂直固定位置的准确性。

14. ESD 性能优化设计注意事项

以下表格是根据之前 NST 提供的 IGES 图纸设定的标准值。鼠标底壳的 stand-off 不应超过 5 mm。

Typical Value	Distance (mm)
Creepage	15.43 mm
Clearance	7.77 mm

考虑到光学透镜的材质为聚碳酸酯或聚苯乙烯 HH30, 应禁止使用含有氰基丙烯酸盐的粘合剂, 否则会导致光学透镜变形。

15. 工作原理

M16189A 的设计基于光学导航技术, 其特点是通过光学采集表面连续的图像 (帧) 来计算出位置变化, 并通过数据分析确定移动方向及距离。

M16189A 包含图像采集系统 (IAS), 数字信号处理器 (DSP), 二线串行通信接口。

IAS 经透镜及照明系统采集细微的表面图像, 这些图像经 DSP 处理后用于移动方向及距离的确定。DSP 负责计算 Δx 和 Δy 相对位移值。

外部微控制器通过串行端口读取来自 M16189A 的 Δx 和 Δy 信息, 并转化为 PS2, USB 或 RF 信号, 然后传输至电脑主机。

16. M16189A 应用电路

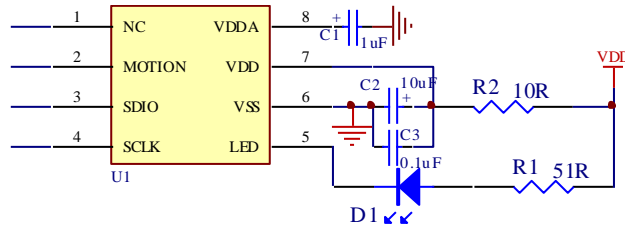


图 5. 传感芯片应用电路

17. 安规需求

- 当使用屏蔽电缆装配鼠标，并遵守 NST 的建议事项，可通过 FCCB 认证及世界范围内类似辐射限制标准。
- 当使用屏蔽电缆装配鼠标，并遵守 NST 的建议事项，可通过 EN61000-4-4/IEC801-4 EFT 测试。

18. 通信方式

串行外设接口 (SPI)

串行外设接口,用于外设控制器读/写 M16189A 内部的寄存器块和 OPMS 寄存器,并显示运动信息;接口总线为两线半双工端口,由 MCU 发起通讯。

SCLK (串行时钟):串行时钟,由外部控制器生成。

SDIO (串行数据):串行数据,用于外设控制器读/写数据。

写入操作

写入操作,数据从外设控制器传输至 M16189A,始终由外设控制器发起,并由 2 字节信息块构成。信息块的第一个字节包含地址(7位)和一个“1”作为其 MSB(最高有效位)指示数据方向。第二个字节包含将要写入的数据。SDIO 数据传输通过 SCLK 实现同步。外设控制器在 SCLK 的下降沿改变 SDIO。M16189A 在 SCLK 的上升沿读取 SDIO。图 6 所示为写入操作。

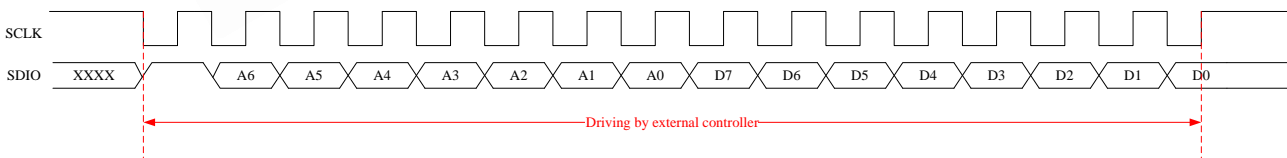


图 6. SPI 写入操作

读取操作

读取操作,数据从 M16189A 传输至外设控制器,始终由外设控制器发起,并由 2 字节信息块构成。信息块的第一个字节包含由外设控制器写入的地址和一个“0”最为其 MSB(最高有效位)指示数据方向。第二个字节包含由 M16189A 驱动的数据。SDIO 数据传输通过 SCLK 实现同步。M16189A 在 SCLK 的下降沿改变 SDIO。外设控制器在 SCLK

的每一个上升沿读取 SDIO。外设控制器发出最后一位地址 (A0) 后, 外设控制器的 SDIO 引脚必须进入高阻状态。而最后一位数据输出后, M16189A 的 SDIO 引脚将进入高阻状态。图 7 所示为读取操作。

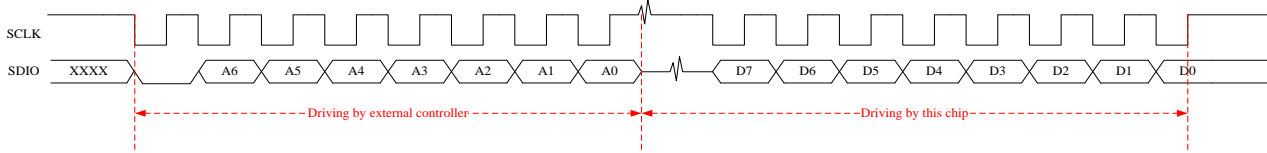


图 7. SPI 读取操作

再同步

如果外设控制器和 M16189A 的通信失败, 读出/写入寄存器的数据将不再准确。这种情况下, 外部控制器强制 SCLK 至“0”并至少维持 TRSYNCL 时间段, 然后再强制 SCLK 至“1”并至少维持 TRSYNC-TRSYNCL 时间段, 以实现 M16189A 与外部控制器的同步。

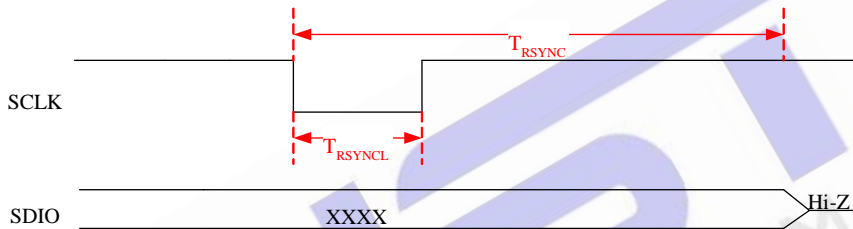


图 8. 再同步操作

MOTION 应用

MOTION 有两个功能, 可通过设置 MOTION_sel 选择。

MOTION_sel:

0: 运动功能, 当 Delta_x 缓冲区或 Delta_y 缓冲区有数据时, MOTION 将置低电平;

1: 运动中断功能, 当传感器检测到运动时, MOTION 产生低脉冲中断。

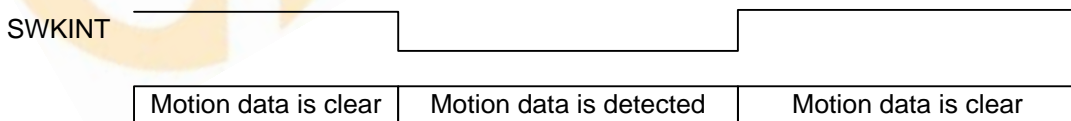


图 9. 运动功能

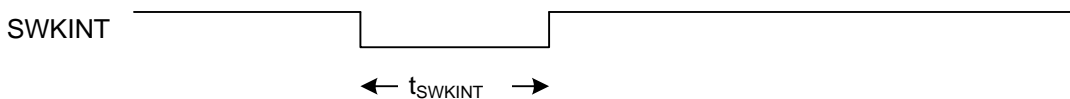


图 10. 运动中断功能

19. 寄存器

寄存器的控制与使用

地址	字节	类型	默认	名称	寄存器作用
0x00	[7:0]	RO	0x30	PIDL P_No[11:4]	High byte [11:4]
0x01	[7:0]	RO	0xDX	P_No[3:0]	Low byte [3:0]
	[7:4]	RO	0xD	P_No[3:0]	
	[3:0]	RO	-	P_Ver[3:0]	版本
0x02	[7:0]	RO	-	Status	
	[7]	RO	-	Motion	0: 静止, Delta_X = 0 和 Delta_Y 同时为 0 1: 移动, Delta_X 和 Delta_Y 不同时为 0
	[6:5]	RO	-	Reserved[1:0]	Reserved
	[4]	RO	-	OVF_Y	0: 无溢出 1: Delta_Y 溢出
	[3]	RO	-	OVF_X	0: 缓冲溢出 1: Delta_X 溢出
	[2:0]	RO	0x2	RES[2:0]	CPI 分辨率设置 000 = 600 001 = 800 010 = 1000 (默认) 011 = 1200 100 = 1600 101 - 111: reserved
0x03	[7:0]	RO	-	Delta_X[7:0]	-128 ~ +127
0x04	[7:0]	RO	-	Delta_Y[7:0]	-128 ~ +127
0x05	[7:0]	RW	0xB8	Operation	
	[7]	RW	0x1	LEDsht_enh	0: LED 关闭 1: LED 开启
	[6:5]	RW	0x1	Reserved[1:0]	设置为默认
	[4]	RW	0x1	Slp_enh	0: Sleep 关闭 1: Sleep 开启
	[3]	RW	0x1	Slp2_enh	0: Sleep2 关闭 1: Sleep2 开启
	[2]	RW	0x0	Slp2_force	1: 强制进入 sleep2 模式, 并重置为 0
	[1]	RW	0x0	Slp1_force	1: 强制进入 sleep1 模式, 并重置为 0
	[0]	RW	0x0	Wake_Up	1: 唤醒 sleep 模式, 并重置为 0
0x06	[7:0]	RW	0x02	Configure	
	[7]	RW	0x0	SWRST	1: 芯片复位
	[6]	RW	0x0	MOTSWK_sel	0: 运动功能 1: 运动中断功能
	[5:4]	RW	0x0	Reserved[1:0]	设置为默认
	[3]	RW	0x0	PD_enh	0: 正常工作模式 1: 掉电模式
	[2:0]	RW	0x2	CPI_se[2:0]	CPI 分辨率设置 000 = 600 001 = 800 010 = 1000 (默认) 011 = 1200 100 = 1600 101 - 111 = reserved

0x07	[7:0]	RO	-	Image_quality	图像质量
0x08	[7:0]	RO	-	Operation_state	
	[7:4]	RO	-	Reserved[3:0]	Reserved
	[3]	RO	-	Slp_state	0: Sleep1 模式 1: Sleep2 模式
	[2:0]	RO	-	OP_state[2:0]	000 ~ 101 = 正常工作模式 110 = Sleep 模式
0x09	[7:0]	RW	0x00	WPT[7:0]	0: 启用写保护操作, 寄存器 0x0A ~ 0x7F 为可读. 0x5A: 禁用写保护
0x0A	[7:0]	RW	0x70	Sleep1_setting	
	[7:4]	RW	0x7	Slp1_freq[3:0]	Sleep 1 运动检测频率. 检测周期为 $4ms * (Slp1_freq + 1)$ 默认 = $4ms*(7+1) = 32ms$
	[3:0]	RW	0x0	Reserved[3:0]	设置为默认
0x0B	[7:0]	RW	0x10	Sleep_enter_time	
	[7:4]	RW	0x1	Slp1_etm[3:0]	进入 Sleep1 状态时间为 $128ms * (Slp1_etm + 1)$ 默认 = $128ms*(1+1) = 256ms$
	[3:0]	RW	0x0	Slp2_etm[3:0]	进入 Sleep2 状态时间为 $20480ms * (Slp2_etm + 1)$ 默认 = $20480ms*(0+1) = 20480ms$
0x0C	[7:0]	RW	0x70	Sleep2_setting	
	[7:4]	RW	0x7	Slp2_freq[3:0]	Sleep 2 运动检测频率. 检测周期为 $64ms * (Slp2_freq + 1)$ 默认 = $64ms*(7+1) = 512ms$
	[3:0]	RW	0x0	Reserved[3:0]	设置为默认
0x0D	[7:0]	RW	0x0A	Reserved[7:0]	
0x0E	[7:0]	RW	0xE5	Reserved[7:0]	
0x20	[7:0]	RO	0x58	PID[11:4]	High byte [11:4]
0x21	[7:0]	RO	0x20	PID[3:0]	Low byte [3:0]
	[7:4]	RO	0x2	PID[3:0]	
	[3:0]	RO	0x0	PID_Ver[3:0]	ID 版本

Note: RO = 只读; RW = 读/写.

20. M16189A 芯片基本操作参考流程

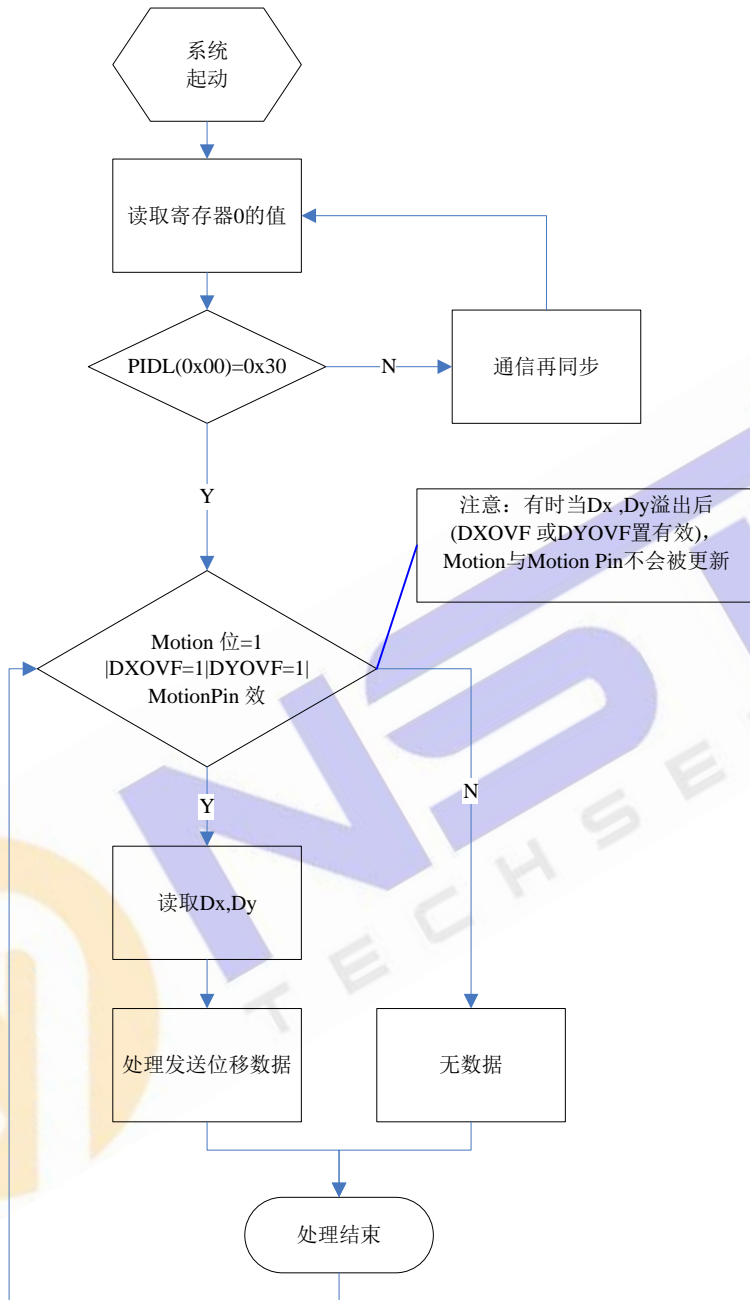


图 11. 芯片操作流程图

21. 封装尺寸

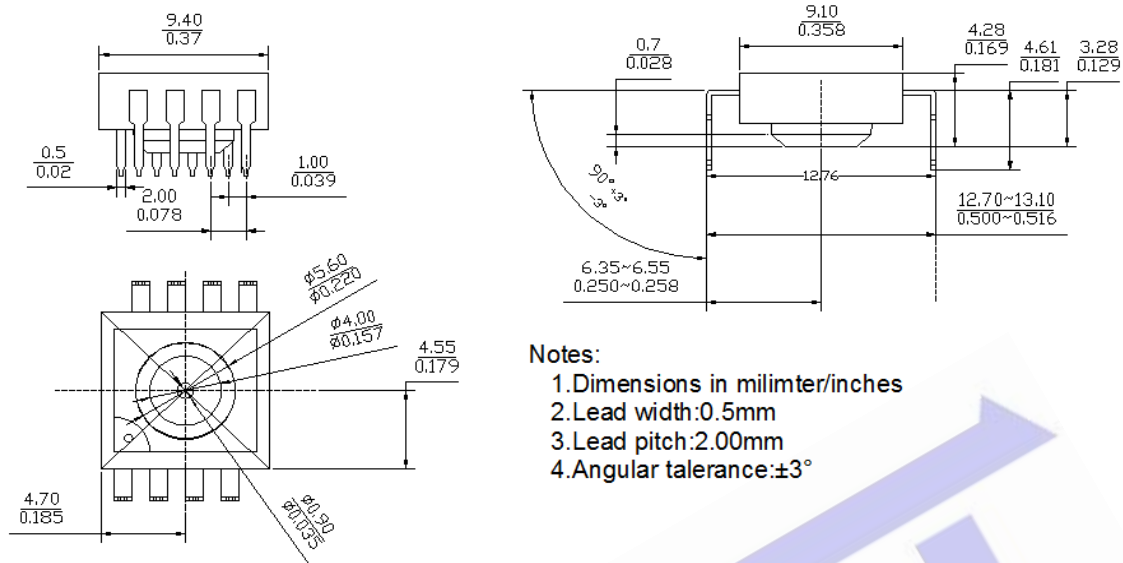


图 12. 封装尺寸

22. 历史版本

版本	概述	日期
M16189A_V1.0	创建最初版本	2014/10/31
M16189A_V1.1	增加芯片示意图	2017/6/29