MM7150

运动模块

产品特性

- 32 位高性能嵌入式控制器
- 节约成本解决方案
- 小尺寸，适合于嵌入式应用
- 低功耗，工作模式下电流为 13.25 mA
- 系统在深度休眠状态下的电流消耗为 70 μA
- 主机接口通过 I^2C™ 实现
- 3.3V I/O 电压
- 封装
  - 17mm x 17mm， 16 引脚模块

传感器固件

- 传感器融合固件特性包括：
  - 功能完备的 9 轴传感器融合
  - 传感器数据传输
  - 快速后台校准使用中的所有传感器和校准监视器
  - 抗磁场干扰：增强的磁场畸变检测和抑制
  - 陀螺仪漂移消除
  - 已完全校准
- 易于实现完整交钥匙传感器融合解决方案
- 传感器电源管理
- 支持的传感器
  - Bosch BMC150 地磁传感器 / 加速计
  - Bosch BMG160 陀螺仪

硬件特性

MM7150 模块的硬件特性如下：

- I^2C 控制器
  - 支持 400 kHz 的 I^2C 总线速度
  - 主机接口支持从模式操作
- 低功耗模式

目标市场

- 物联网应用
- 遥控器和游戏
- 健康监测
- 需要加速计、磁力计和陀螺仪的数据的应用

说明

MM7150 运动模块是一款具有成本效益的简单解决方案，可将运动和位置数据集成到广泛的应用中。该模块包含集成 9 轴传感器融合的 SSC7150 运动协处理器以及高性能 MEMS 技术 （包括 3 轴加速计、陀螺仪和磁力计）。该模块集成了所有这些元件且所有元件均经过校准，可安装到 PCB 上。

© 2015 Microchip Technology Inc.

致客户

我们旨在提供最佳文档供客户正确使用 Microchip 产品。为此，我们将不断改进出版物的内容和质量，使之更好地满足您的需求。出版物的质量将随新文档及更新版本的推出而得到提升。

如果您对本出版物有任何问题和建议，请通过电子邮件联系我公司 TRC 经理，电子邮件地址为 **CTRC@microchip.com**。我们期待您的反馈。

最新数据手册

欲获得本数据手册的最新版本，请访问我公司的网站：

http://www.microchip.com

查看数据手册中任意一页下边角处的文献编号即可确定其版本。文献编号中紧跟数字串后的字母是版本号，例如：DS30000000A_CN 是文档的 A 版本。

勘误表

现有器件可能带有一份勘误表，描述了实际运行与数据手册中记载内容之间存在的细微差异以及建议的变通方法。一旦我们了解到器件 / 文档存在某些差异时，就会发布勘误表。勘误表上将注明其所适用的硅片版本和文件版本。

欲了解某一器件是否存在勘误表，请通过以下方式之一查询：

- Microchip 网站 **http://www.microchip.com**
- 当地 Microchip 销售办事处 （见最后一页）

在联络销售办事处时，请说明您所使用的器件型号、硅片版本和数据手册版本 （包括文献编号）。

客户通知系统

欲及时获知 Microchip 产品的最新信息，请到我公司网站 **http://www.microchip.com** 上注册。

© 2015 Microchip Technology Inc.

目录

1.0 MM7150 引脚排列 4
2.0 MM7150 模块 7
3.0 MM7150 HID 功能 8
4.0 MM7150 主机接口 12
5.0 MM7150 固件更新 13
6.0 MM7150 参考资料 14
7.0 MM7150 性能 15
8.0 电气特性 16
附录 A： 版本历史 24
Microchip 网站 25
变更通知客户服务 25
客户支持 25
产品标识体系 26

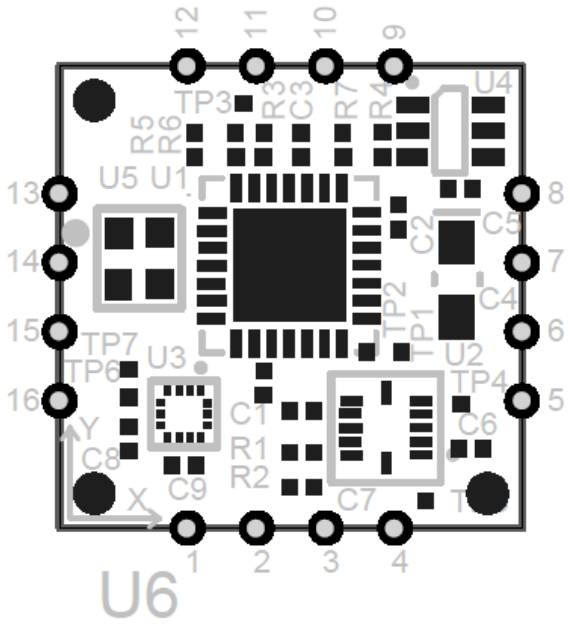
1.0 MM7150 引脚排列

MM7150 运动模块的引脚排列如组装图所示。

1.1 组装图

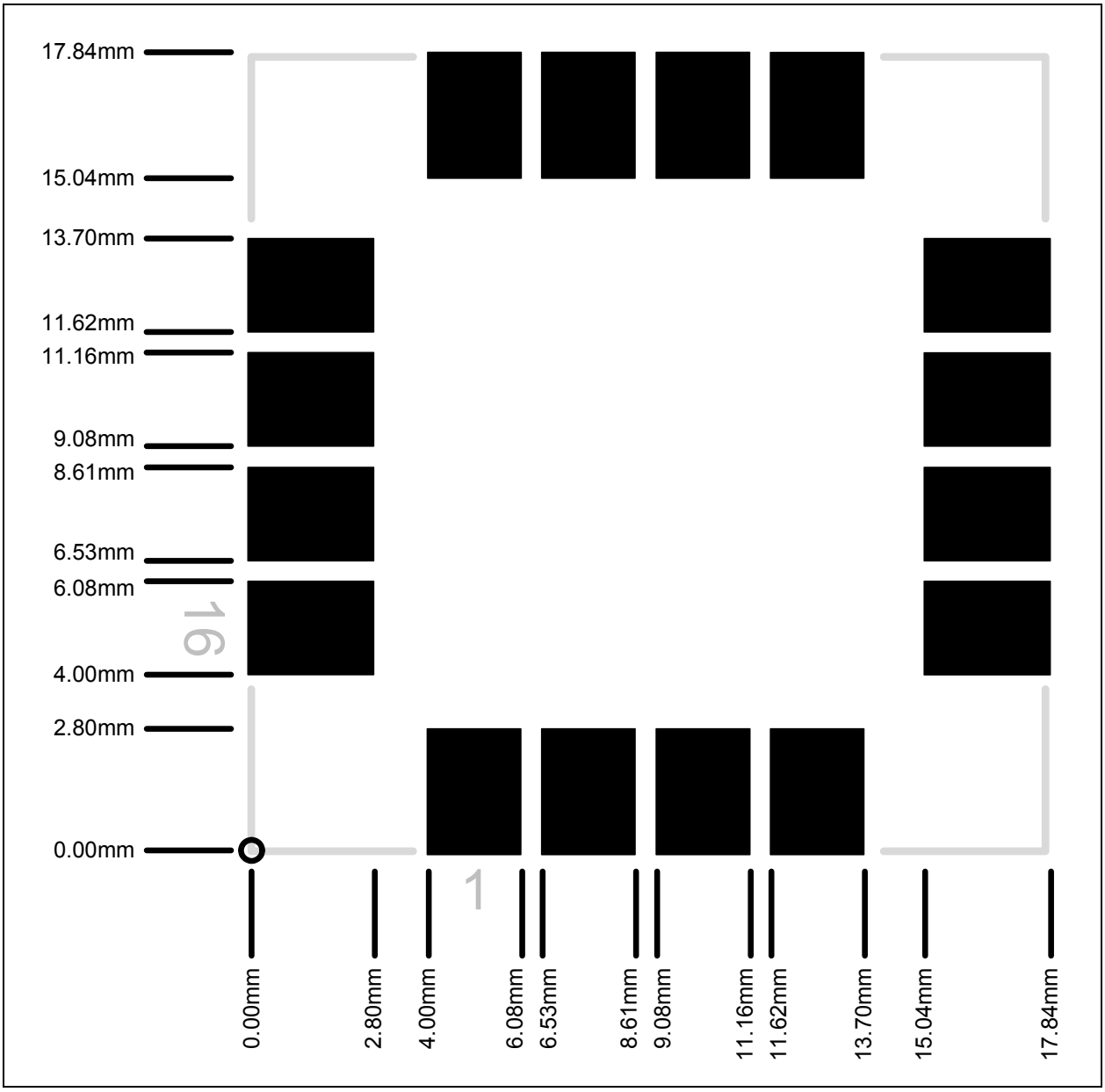
组装图如图 1-1 所示。

图 1-1： 组装图



© 2015 Microchip Technology Inc.

1.2 推荐焊盘布局


17.84mm
15.04mm
13.70mm
11.62mm
11.16mm
9.08mm
8.61mm
6.53mm
6.08mm
4.00mm
2.80mm
0.00mm
16
1
0.00mm
2.80mm
4.00mm
6.08mm
6.53mm
8.61mm
9.08mm
11.16mm
11.62mm
13.70mm
15.04mm
17.84mm

1.3 引脚说明

表 1-1 对引脚进行了说明。

表 1-1： 引脚说明

引脚编号	名称	类型	说明
1	HOST_TO_SH_WAKE	I	用于将运动模块从休眠状态唤醒。在向运动模块发送任何 I^2C™ 通信前，必须将该信号驱动为高电平至少 11 ms。高电平有效输入。 应通过一个 100 kΩ 电阻将该引脚连接到 VDD。
11	HOST_TO_SH_RESET	I	复位输入。用于复位主机 I^2C 接口。 应通过一个 100 kΩ 电阻将该引脚连接到 VDD。
4	HIDI2C_HOST_INT	O	提醒主机有来自运动模块的中断信号。用于告知主机运动模块已准备好发送数据。低电平有效输出。
15	HIDI2C_HOST_CLK	IOD	到主机接口的 I^2C 控制器时钟
16	HIDI2C_HOST_DAT	IOD	到主机接口的 I^2C 控制器数据
10	NC1	-	该引脚应不连接
2	NC2	-	该引脚应不连接
9	NC3	-	该引脚应不连接
12	NC4	-	该引脚应不连接
13	NC5	-	该引脚应不连接
14	NC6	-	该引脚应不连接
3	NC7	-	该引脚应不连接
5	NC8	-	该引脚应不连接
6	NC9	-	该引脚应不连接
7	VDD	PWR	VDD 电源
8	VSS	GND	VDD 相关地

© 2015 Microchip Technology Inc.

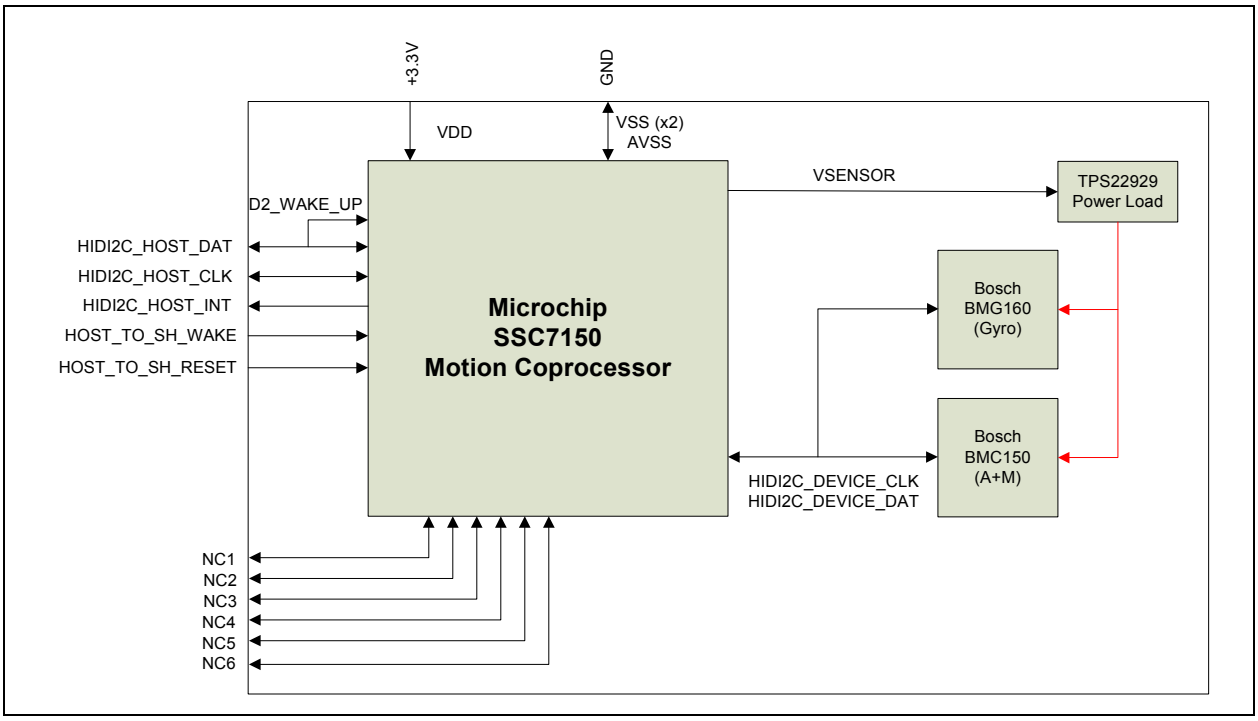
2.0 MM7150 模块

MM7150 运动模块提供 9 轴传感器融合，包括一个 3 轴加速计、一个 3 轴陀螺仪和一个 3 轴磁力计。该模块具有一个到主机的 I^2C 接口并支持 HID over I^2C，还包含 Bosch BMC150 地磁传感器 / 加速计和 Bosch BMG160 陀螺仪。

2.1 模块框图

模块框图如图 2-1 所示。

图 2-1： MM7150 模块框图



2.2 模块特性

MM7150 运动模块提供功能完备的 9 轴传感器融合。它支持快速后台校准使用中的所有传感器和校准监视器。抗电磁干扰功能提供增强的磁场畸变检测和抑制。该模块还提供陀螺仪偏移消除功能。

2.3 校准要求

不需要用户校准。 MM7150 运动模块支持快速后台校准使用中的所有传感器和校准监视器。

2.4 其他信息

要获取有关该模块的最新和最完整文档，包括：

- 用户指南
- 评估板说明
- 评估板原理图
- 源代码
- 应用示例
- Web 研讨会链接

请访问网站：www.microchip.com/motion。

3.0 MM7150 HID 功能

MM7150 在使用时通过 I²C 响应传感器的标准 HID 协议，如参考资料 [1] 和 [2] 所定义。HID 协议中使用的描述符结构如下所示：

以下部分介绍与 MM7150 通信所需的描述符：

3.1 HID 描述符

表 3-1： HID 描述符格式 （I²C™）

字段	说明	大小	值
wHIDDescLength	HID 描述符的长度	UINT 16	0x001E
bcdVersion	版本合规性。符合 1.00 版本	UINT 16	0x0100
wReportDescLength	报告描述符长度 （3213 字节）	UINT 16	0x0C8D
wReportDescRegister	用于读取报告描述符的标识符	UINT 16	0x0002
wInputRegister	用于读取输入报告的标识符	UINT 16	0x0003
wMaxInputLength	输入报告是长度为 13 字节 + 2 字节的字段	UINT 16	0x000D
wOutputRegistert	用于读取输出报告的标识符	UINT 16	0x0000
wMaxOutputLength	无输出报告	UINT 16	0x0000
wCommandRegister	命令寄存器的标识符	UINT 16	0x0005
wDataRegister	数据寄存器的标识符	UINT 16	0x0006
wVendorID	供应商 ID	UINT 16	0x04D8
wProductID	产品 ID	UINT 16	0x0F01
wVersionID	版本	UINT 16	0x7150
RESERVED	保留	UINT 32	0x0

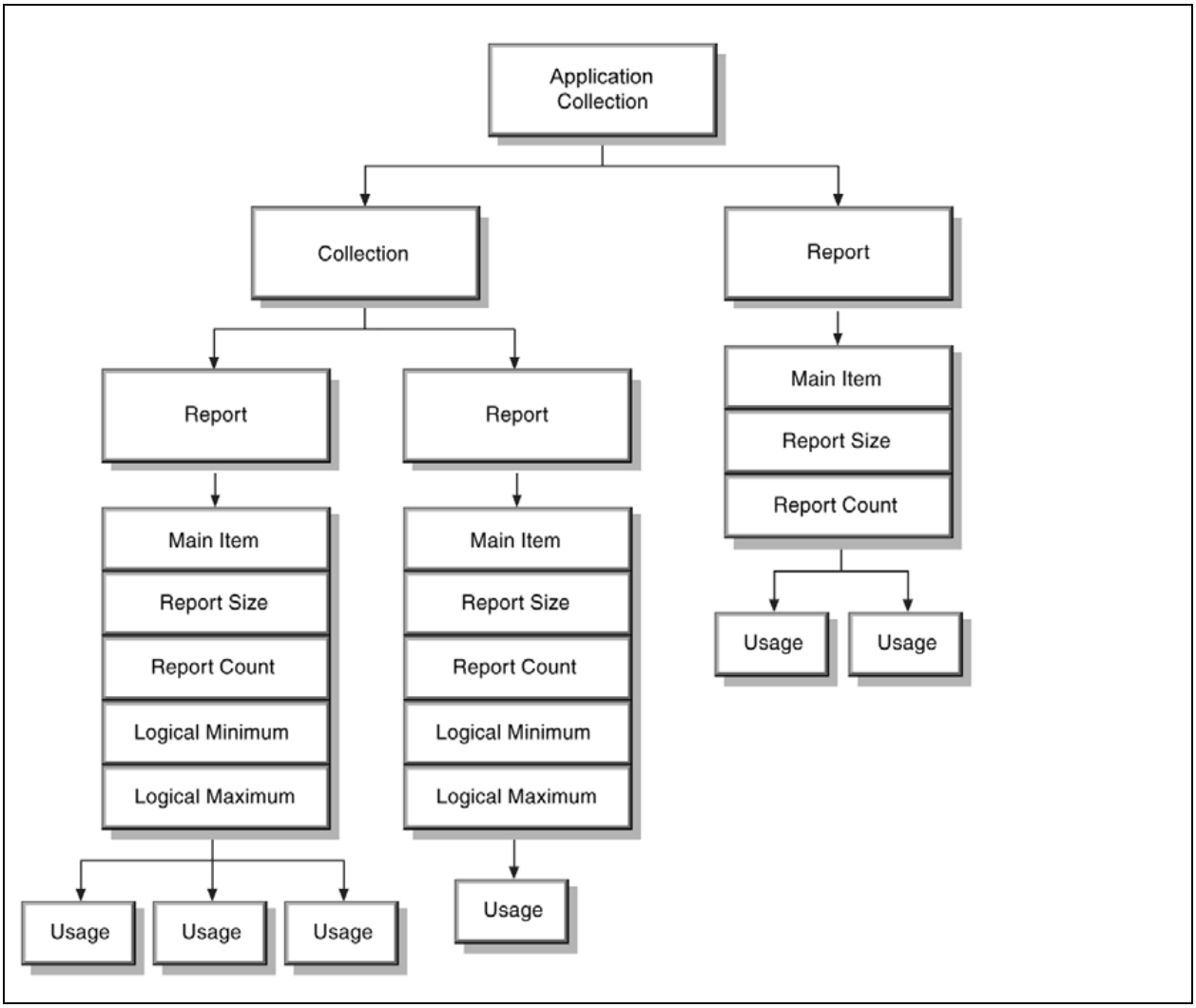
3.2 报告描述符

报告描述符由信息片段组成。每个信息片段称为条目。

HID 类驱动程序包含一个解析器，用于分析在报告描述符中发现的条目。解析器以线性方式从描述符中提取信息。

解析器在遍历描述符时收集每个已知条目的状态并将其存储在条目状态表中。条目状态表包含各个条目的状态。从解析器的角度来看， HID 类设备如下图所示。

© 2015 Microchip Technology Inc.



报告描述符不同于其他描述符，不仅仅是一个值的表。报告描述符的长度和内容会发生变化，具体取决于设备报告所需的数据字段数。报告描述符由提供设备相关信息的条目组成。

每个传感器的 HID 报告具有两个部分：**特性报告**和**输入报告**。所有传感器的特性报告均相同。以下部分将描述运动模块返回的特性报告和所有输入报告。

3.2.1 特性报告

表 3-2： 特性报告格式

字段	说明	大小
ucReportID	报告 ID	UINT 8
ucConnectionType	连接类型	UINT 8
ucReportingState	报告状态	UINT 8
ucPowerState	上电状态	UINT 8
ucSensorState	传感器状态	UINT 8
ulReportInterval	报告时间间隔	UINT 16
usAccuracy	精度	UINT 16
usResolution	分辨率	UINT 16
usChangeSensitivity	变化灵敏度	UINT 16
sMaximum	最大范围	INT 16
sMinimum	最小范围	INT 16
minimumReportInterval	支持的最小报告时间间隔	UINT16
sensorDesc[6]	传感器说明，初始化为 “MCHPSF”	INT16

3.2.2 3D 加速计输入报告

表 3-3： 3D 加速计报告格式

字段	说明	大小
ucReportID	报告 ID	UINT 8
ucSensorState	传感器状态	UINT 8
ucEventType	事件类型	UINT 8
sAccelXValue	加速计 X 轴值	INT 16
sAccelYValue	加速计 Y 轴值	INT 16
sAccelZValue	加速计 Z 轴值	INT 16
ucShakeDetectState	摇晃事件检测	UINT 8

3.2.3 指南针输入报告

表 3-4： 指南针报告格式

字段	说明	大小
ucReportID	报告 ID	UINT 8
ucSensorState	传感器状态	UINT 8
ucEventType	事件类型	UINT 8
sHeadingCompensatedMagneticNorthValue	磁北值	INT 16
sFluxXValue	磁场强度， X 轴值	INT16
sFluxYValue	磁场强度， Y 轴值	INT16
sFluxZValue	磁场强度， Z 轴值	INT16

© 2015 Microchip Technology Inc.

3.2.4 3D 陀螺仪输入报告

表 3-5： 3D 陀螺仪报告格式

字段	说明	大小
ucReportID	报告 ID	UINT 8
ucSensorState	传感器状态	UINT 8
ucEventType	事件类型	UINT 8
sGyroXValue	陀螺仪 X 轴值	INT 16
sGyroYValue	陀螺仪 Y 轴值	INT 16
sGyroZValue	陀螺仪 Z 轴值	INT 16
ucShakeDetectState	摇晃事件检测	UINT 8

3.2.5 倾斜仪输入报告

表 3-6： 倾斜仪报告格式

字段	说明	大小
ucReportID	报告 ID	UINT 8
ucSensorState	传感器状态	UINT 8
ucEventType	事件类型	UINT 8
sIncXValue	倾斜仪 X 轴值	INT 16
sIncYValue	倾斜仪 Y 轴值	INT 16
sIncZValue	倾斜仪 Z 轴值	INT 16

3.2.6 方向输入报告

表 3-7： 方向报告格式

字段	说明	大小
ucReportID	报告 ID	UINT 8
ucSensorState	传感器状态	UINT 8
ucEventType	事件类型	UINT 8
sOriXValue	方向 X 轴值	INT 16
sOriYValue	方向 Y 轴值	INT 16
sOriZValue	方向 Z 轴值	INT 16
sOriWValue	方向 W 轴值	INT 16

© 2015 Microchip Technology Inc.

4.0 MM7150 主机接口

4.1 I^2C

MM7150 可通过 I^2C 接口连接到主机。 I^2C 接口符合 [4] 中所述的 I^2C 标准，速度最高为 400 kHz。在传输层以上层中，MM7150 所使用的协议与通过 USB 进行通信时使用的 HID 协议相同。 HID over I^2C 的映射在参考资料 [3] 中进行了定义。综上所述，协议和接口均符合 Windows 8/8.1 认证。

© 2015 Microchip Technology Inc.

5.0 MM7150 固件更新

可在运行时更新 MM7150 模块的固件。详细信息请参见参考资料 [5] 。

6.0 MM7150 参考资料

1. USB-Sig，“Device Class Definition for Human Interface Devices (HID). Firmware Specification”，1.11 版，2001 年 6 月 27 日
2. USB-Sig，“HID Usage Table Sensor Page”，Request HUTRR39，http://www.usb.org/developers/hidpage/HUTRR39b.pdf
3. Microsoft Corporation，“HID Over I^2C Protocol Specification:Device Side”， 1.00 版， 2012 年 4 月 24 日
4. NXP Corporation，“I^2C-bus Specification and User Manual”，第 6 版， 2014 年 4 月 4 日
5. Microchip Technology Inc.，“MM7150 Motion Module User's Guide”， 2014 年

© 2015 Microchip Technology Inc.

7.0 MM7150 性能

表 7-1： 性能参数

参数	典型值
加速计	
范围	±2G
分辨率	0.98mG
精度	±40mG
磁力计	
范围	X， Y：±1300μT Z：±2500μT
分辨率	0.3μT
航向精度	±3°
指南针	
范围	0° 至 360°
分辨率	1°
精度	±10°
陀螺仪	
范围	±2000°/s
分辨率	0.061°/s
精度	±5°/s
倾斜仪	
范围：俯仰	-180° 至 +180°
范围：滚转	-90° 至 +90°
范围：偏航	0° 至 +360°
分辨率	1°
精度	±5°
方向——四元数	
范围	±1.0
分辨率	0.001
精度	±5°

8.0 电气特性

本章概述了 MM7150 的电气特性。其余信息将在该文档的后续版本中给出。

下面列出了 MM7150 器件的绝对最大值。器件长时间工作在最大值条件下，其可靠性可能会受到影响。我们建议不要使器件在处于或超过该规范规定的参数条件下运行。

绝对最大值

（见注 1）

偏置时的环境温度 ..... .0°C 至 +70°C

存储温度 ..... -65°C 至 +150°C

VDD 相对于 VSS 的电压 ..... -0.3V 至 +4.0V

任何非 5V 耐压引脚相对于 VSS 的电压 **（注 3）** ..... -0.3V 至 （VDD + 0.3V）

任何 5V 耐压引脚相对于 VSS 的电压 （VDD ≥ 2.3V 时）**（注 3）** ..... -0.3V 至 +5.5V

任何 5V 耐压引脚相对于 VSS 的电压 （VDD < 2.3V 时）**（注 3）** ..... -0.3V 至 +3.6V

VSS 引脚的最大输出电流 ..... 300 mA

VDD 引脚的最大输入电流 **（注 2）** ..... 300 mA

任一 I/O 引脚的最大输出灌电流 ..... 15 mA

任一 I/O 引脚的最大输出拉电流 ..... 15 mA

所有端口的最大灌电流 ..... 200 mA

所有端口的最大拉电流 **（注 2）** ..... 200 mA

注 1： 如果器件工作条件超过上述 **“绝对最大值”**，可能引起器件永久性损坏。上述值仅为运行条件极大值，我们建议不要使器件在处于或超过该规范规定的参数条件下运行。器件长时间工作在最大值条件下，其可靠性可能会受到影响。

2： 最大允许电流由器件最大功耗决定 （见表 8-2）。

3： 关于 5V 耐压引脚，请参见 **“MM7150 引脚排列”** 章节。

© 2015 Microchip Technology Inc.

8.1 直流特性

表 8-1： 直流温度和电压规范

直流特性			标准工作条件：2.3V 至 3.6V （除非另外声明） 工作温度 -40°C ≤ TA ≤ +70°C				
参数编号	符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	条件
工作电压							
DC10	VDD	电源电压 （注 2）	2.3	—	3.6	V	—
DC12	VDR	RAM 数据保持电压 （注 1）	1.75	—	—	V	—
DC16	VPOR	确保内部上电复位信号的 **VDD 启动电压**	1.75	—	2.1	V	—
DC17	SVDD	确保内部上电复位信号的 **VDD 上升速率**	0.00005	—	0.115	V/μs	—

注 1： 这是在不丢失 RAM 数据的前提下，VDD 的下限值。

2： 在 VBORMIN < VDD < VDDMIN 条件下的器件整体功能操作经过测试，但不是特征值。请参见表 8-5 中的参数 BO10 获取 BOR 值。

表 8-2： 直流特性：工作 / 掉电电流

直流特性				标准工作条件：2.3V 至 3.6V （除非另外声明） 工作温度 0°C ≤ TA ≤ +70°C	
参数编号	符号	典型值	最大值	单位	条件
工作 / 掉电电流 （注 1 和 2）					
DC20	IDD		26.5	mA	—
DC30	IAVG		13.65	mA	—
DC40	IIDLE		2.5	mA	—
DC50	IPD	70	150	μA	—

注 1： 器件的供电电流主要受工作电压、频率以及温度的影响。

2： 电流测量如下：

- 工作电流 （IDD）：
  这是正常工作模式下的电流峰值。
- 平均电流 （IAVG）：
  该值代表分别在正常工作模式和低功耗模式下工作 1s 时间段测得的平均电流。
- 空闲电流 （IIDLE）：
  这是在无传感器正在提供环境变化信息 （且器件不处于掉电模式）时测得的平均空闲电流值。
- 掉电电流 （IPD）：
  该值是在掉电模式下测得的电流。这是在主机发出 SET_POWER （休眠）命令 （如果使用 I^2C 主机接口）时进入的休眠状态。
  需要通过 HOST_TO_SH_WAKE 引脚从掉电模式唤醒 （如果使用 I^2C 主机接口）。

表 8-3： 直流特性：I/O 引脚输入规范

直流特性			标准工作条件：2.3V 至 3.6V （除非另外声明） 工作温度 -40°C ≤ TA ≤ +70°C				
参数编号	符号	特性	最小值	典型值 (1)	最大值	单位	条件
	VIL	输入低电压					
DI10		I/O 引脚	VSS	—	0.2 VDD	V	
DI18		SDAx 和 SCLx	VSS	—	0.3 VDD	V	禁止 I²C （注 4）
DI19		SDAx 和 SCLx	VSS	—	0.8	V	使能 I²C （注 4）
	VIH	输入高电压					
DI20		非 5V 耐压 I/O 引脚 (5)	0.65 VDD	—	VDD	V	（注 4 和注 6）
		5V 耐压 I/O 引脚 (5)	0.65 VDD	—	5.5	V	
DI28		SDAx 和 SCLx	0.65 VDD	—	5.5	V	禁止 I²C （注 4 和注 6）
DI29		SDAx 和 SCLx	2.1	—	5.5	V	使能 I²C， 2.3V ≤ VPIN ≤ 5.5 （注 4 和注 6）
	IIL	输入泄漏电流 （注 3）					
DI50		I/O 端口	—	—	±1	μA	VSS ≤ VPIN ≤ VDD， 引脚处于高阻态
DI55		MCLR#(2)	—	—	±1	μA	VSS ≤ VPIN ≤ VDD

注 1： 除非另外声明，否则 “典型值”列中的数据都是在 3.3V、 25°C 的条件下给出的。这些参数仅供设计参考，未经测试。

2： MCLR# 引脚上的泄漏电流主要取决于所施加的电压。规定电压为正常工作条件下的电压。在不同的输入电压下可测得更高的泄漏电流。

3： 负电流定义为引脚的拉电流。

4： 这些参数为特征值，未经生产测试。

5： 关于 5V 耐压引脚，请参见 **“MM7150 引脚排列”** 章节。

6： VIH 规范仅仅关系到外部施加的输入，而与用户可选择的内部上拉无关。确保使用器件内部上拉的外部漏极开路输入信号仅被器件内部识别为逻辑 “高电平”。对于需要上拉源的外部 “输入”逻辑输入，要确保这些元件的最小 VIH，建议使用外部上拉电阻，而不是器件内部上拉。

© 2015 Microchip Technology Inc.

表 8-4： 直流特性：I/O 引脚输出规范

直流特性			标准工作条件：2.3V 至 3.6V （除非另外声明） 工作温度 -40°C ≤ TA ≤ +70°C				
参数	符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	条件
DO10	Vol	输出低电压 I/O 引脚	—	—	0.4	V	I_{OL} ≤ 10 mA， V_{DD} = 3.3V
DO20	V_{OH}	输出高电压 I/O 引脚	1.5(1)	—	—	V	I_{OH} ≥ -14 mA， V_{DD} = 3.3V
			2.0(1)	—	—		I_{OH} ≥ -12 mA， V_{DD} = 3.3V
			2.4	—	—		I_{OH} ≥ -10 mA， V_{DD} = 3.3V
			3.0(1)	—	—		I_{OH} ≥ -7 mA， V_{DD} = 3.3V

注 1： 参数仅为特征值，未经测试。

表 8-5： 电气特性：欠压复位 （BOR）

直流特性			标准工作条件：2.3V 至 3.6V （除非另外声明） 工作温度 -40°C ≤ TA ≤ +70°C				
参数编号	符号	特性	最小值 (1)	典型值	最大值	单位	条件
BO10	V_{BOR}	V_{DD} 从高电压跳变到低电压时发生 BOR 事件 (2)	2.0	—	2.3	V	—

注 1： 这些参数仅供设计参考，未经生产测试。

2： 在 V_{BORMIN} < V_{DD} < V_{DDMIN} 条件下的器件整体功能操作经过测试，但不是特征值。

表 8-6： 内部稳压器规范

直流特性			标准工作条件：2.3V 至 3.6V （除非另外声明） 工作温度 -40°C ≤ TA ≤ +70°C				
参数编号	符号	特性	最小值	典型值	最大值	单位	注释
D321	Cefc	外部滤波电容值	8	10	—	μF	电容必须具有低等效串联电阻 （1Ω）。V_{CAP} 引脚上的典型电压值为 1.8V。

8.2 交流特性和时序参数

本节包含的信息说明了 MM7150 的交流特性和时序参数。

图 8-1： 器件时序规范的负载条件

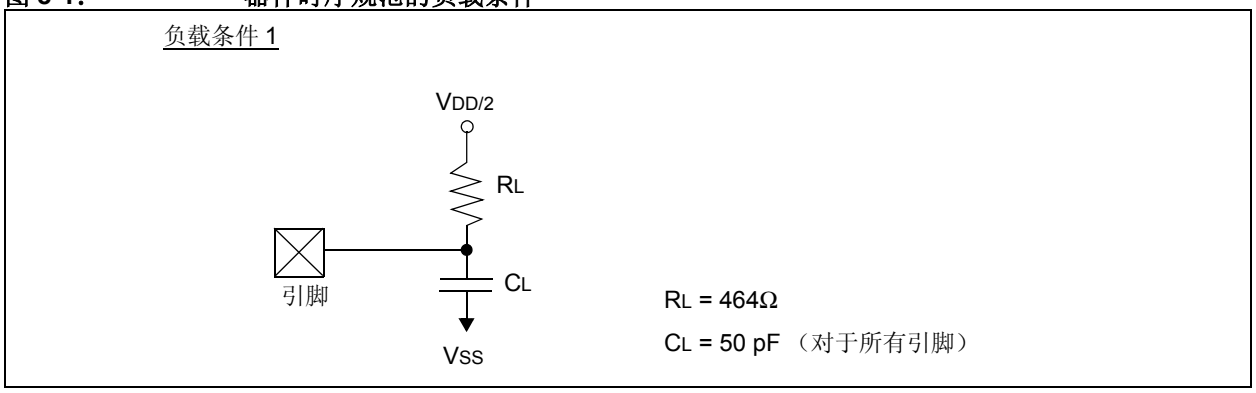


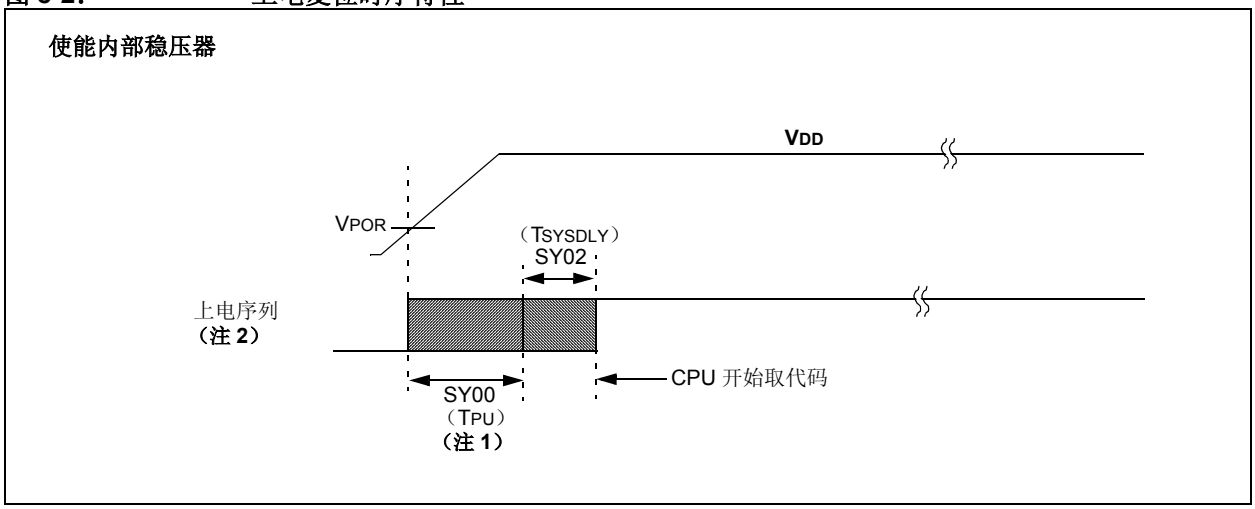
表 8-7： 输出引脚上的容性负载要求

交流特性			标准工作条件：**2.3V** 至 **3.6V** （除非另外声明） 工作温度 **-40°C ≤ TA ≤ +70°C**				
参数编号	符号	特性	最小值	典型值 (1)	最大值	单位	条件
DO56	CIO	所有 I/O 引脚	—	—	50	pF	
DO58	CB	SCLx 和 SDAx	—	—	400	pF	在 I²C™ 模式下

注 1： 除非另外声明，否则 “典型值” 列中的数据都是在 3.3V、 25°C 的条件下给出的。这些参数仅供设计参考，未经测试。

© 2015 Microchip Technology Inc.

图 8-2： 上电复位时序特性



注 1：如果在器件退出 BOR （VDD < VDDMIN）之前已完成上电序列，那么将延长上电周期。

2：包含内部稳压器稳定延时。

图 8-3： 外部复位时序特性

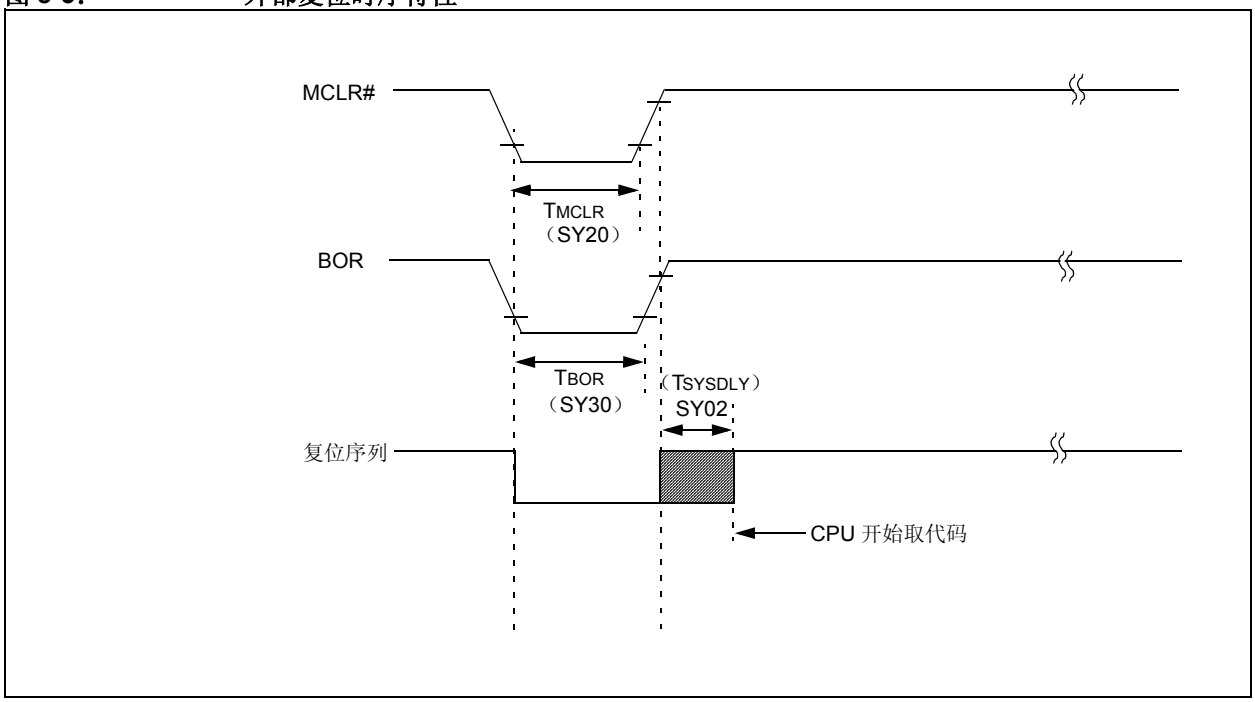


表 8-8： 复位时序

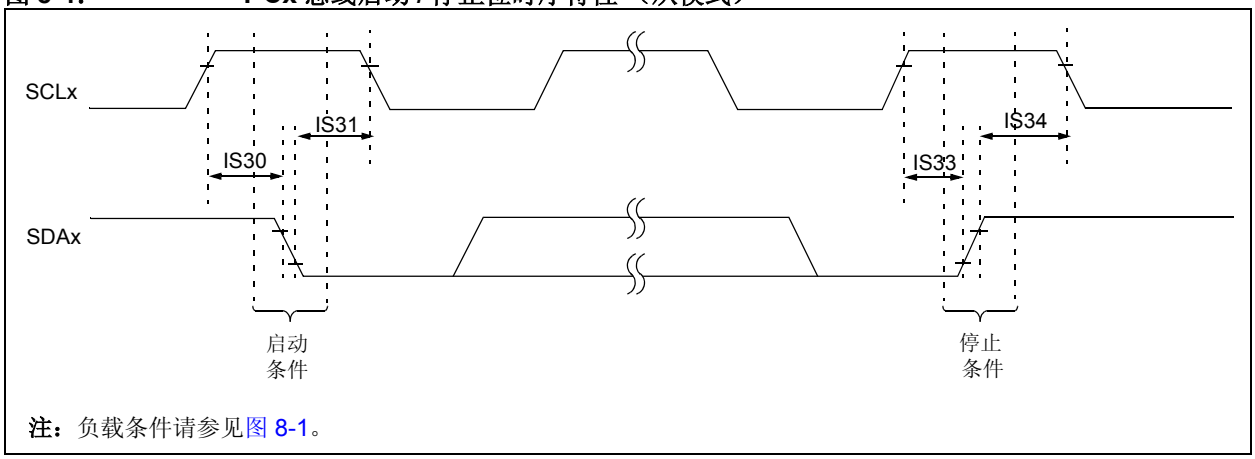
交流特性			标准工作条件：2.3V 至 3.6V （除非另外声明） 工作温度 -40°C ≤ TA ≤ +70°C				
参数编号	符号	特性 (1)	最小值	典型值 (2)	最大值	单位	条件
SY00	TPU	上电周期 使能内部稳压器	—	400	600	μs	—
SY02	Tsysdly	系统延时周期： 在取出第一条指令之前重载器件配置熔丝位所需的时间和 SYSCLK(3) 延时之和。	—	1 μs + 8 SYSCLK 周期	—	—	—
SY20	Tmclr	MCLR# 脉冲宽度 （低电平）	2	—	—	μs	—
SY30	TBOR	BOR 脉冲宽度 （低电平）	—	1	—	μs	—

注 1： 这些参数为特征值，未经生产测试。

2： 除非另外声明，否则 “典型值” 列中的数据都是在 3.3V、 25°C 的条件下给出的。特征值，仅供设计参考，未经测试。

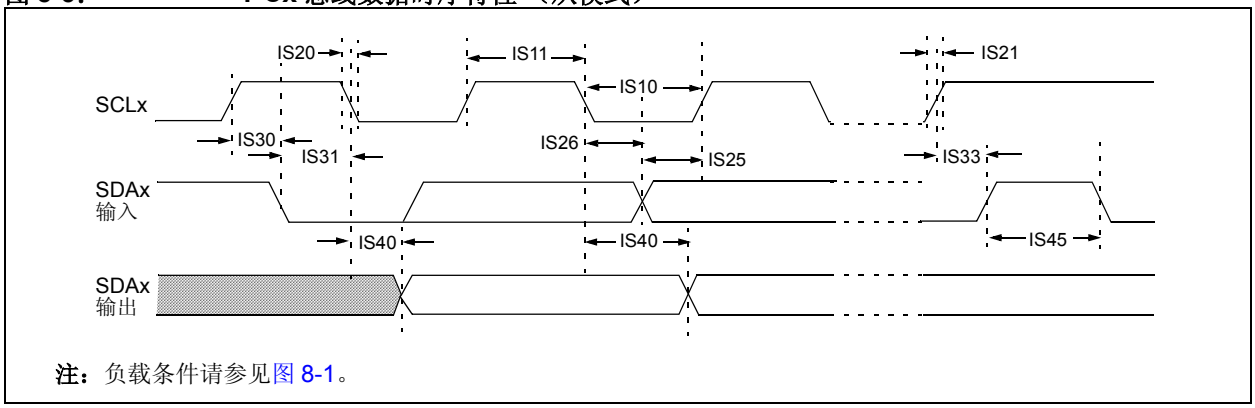
3： SYSCLK 为 48 MHz。

图 8-4： I²Cx 总线启动 / 停止位时序特性 （从模式）



注：负载条件请参见图 8-1。

图 8-5： I²Cx 总线数据时序特性 （从模式）



注：负载条件请参见图 8-1。

© 2015 Microchip Technology Inc.

表 8-9： I^2Cx 总线数据时序要求 （从模式）

交流特性				标准工作条件：2.3V 至 3.6V （除非另外声明） 工作温度 -40°C ≤ TA ≤ +70°C			
参数编号	符号	特性		最小值	最大值	单位	条件
IS10	TLO:SCL	时钟低电平时间	100 kHz 模式	4.7	—	µs	—
			400 kHz 模式	1.3	—	µs	—
IS11	THI:SCL	时钟高电平时间	100 kHz 模式	4.0	—	µs	—
			400 kHz 模式	0.6	—	µs	—
IS20	TF:SCL	SDAx 和 SCLx 下降时间	100 kHz 模式	—	300	ns	CB 值规定在 10 到 400 pF 之间
			400 kHz 模式	20 + 0.1 CB	300	ns	
IS21	TR:SCL	SDAx 和 SCLx 上升时间	100 kHz 模式	—	1000	ns	CB 值规定在 10 到 400 pF 之间
			400 kHz 模式	20 + 0.1 CB	300	ns	
IS25	TSU:DAT	数据输入建立时间	100 kHz 模式	250	—	ns	—
			400 kHz 模式	100	—	ns	
IS26	THD:DAT	数据输入保持时间	100 kHz 模式	0	—	ns	—
			400 kHz 模式	0	0.9	µs	
IS30	TSU:STA	启动条件建立时间	100 kHz 模式	4700	—	ns	仅与重复启动条件相关
			400 kHz 模式	600	—	ns	
IS31	THD:STA	启动条件保持时间	100 kHz 模式	4000	—	ns	在此时间之后将产生第一个时钟脉冲
			400 kHz 模式	600	—	ns	
IS33	TSU:STO	停止条件建立时间	100 kHz 模式	4000	—	ns	—
			400 kHz 模式	600	—	ns	
IS34	THD:STO	停止条件保持时间	100 kHz 模式	4000	—	ns	—
			400 kHz 模式	600	—	ns	
IS40	TAA:SCL	自时钟边沿到输出有效的时间	100 kHz 模式	0	3500	ns	—
			400 kHz 模式	0	1000	ns	
IS45	TBF:SDA	总线空闲时间	100 kHz 模式	4.7	—	µs	在新的传输开始前总线必须保持空闲的时间
			400 kHz 模式	1.3	—	µs	
IS50	CB	总线容性负载		—	400	pF	—

附录 A： 版本历史

表 A-1： 版本历史

版本	章节 / 图 / 条目	修正
DS00001888A （02-05-15）	初始版本。	

© 2015 Microchip Technology Inc.

MICROCHIP 网站

Microchip 网站 （www.microchip.com）为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。只要使用常用的互联浏览器即可访问。网站提供以下信息：

- **产品支持**——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- **一般技术支持**——常见问题解答 （FAQ）、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 顾问计划成员名单
- **Microchip 业务**——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事处、代理商以及工厂代表列表

变更通知客户服务

Microchip 的变更通知客户服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时，收到电子邮件通知。

欲注册，请登录 Microchip 网站 www.microchip.com。在 “支持”（Support）下，点击 “变更通知客户”（Customer Change Notification）服务后按照注册说明完成注册。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助：

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师 （FAE）
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或应用工程师 （FAE）寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系方式。

也可通过 http://microchip.com/support 获得网上技术支持。

产品标识体系

欲订货或获取价格、交货等信息，请与我公司生产厂或各销售办事处联系。

器件编号 (1) - XXX 器件系列　　传感器融合固件 器件：　MM7150(1) 传感器融合固件：　AA0 = Bosch 9 轴传感器融合	示例： a) MM7150-AA0， Bosch 9 轴传感器融合。 注 1：根据 IEC61249-2-21，这些产品符合卤素最大浓度值要求。 所有封装选项均不含铅且符合 RoHS 规范。关于 RoHS 符合性和环境信息，请访问 http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/aboutus/ehs.html。

© 2015 Microchip Technology Inc.

请注意以下有关 **Microchip** 器件代码保护功能的要点：

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术指标。
- Microchip 确信：在正常使用的情况下， Microchip 系列产品是当今市场上同类产品中最安全的产品之一。
- 目前，仍存在着恶意、甚至是非法破坏代码保护功能的行为。就我们所知，所有这些行为都不是以 Microchip 数据手册中规定的操作规范来使用 Microchip 产品的。这样做的人极可能侵犯了知识产权。
- Microchip 愿与那些注重代码完整性的客户合作。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是 “牢不可破”的。

代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。任何试图破坏 Microchip 代码保护功能的行为均可视为违反了《数字器件千年版权法案 （Digital Millennium Copyright Act）》。如果这种行为导致他人在未经授权的情况下，能访问您的软件或其他受版权保护的成果，您有权依据该法案提起诉讼，从而制止这种行为。

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分，因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc. 及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc. 的英文原版文档。

本出版物中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。**Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。** Microchip 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 Microchip 器件用于生命维持和 / 或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任，并加以赔偿。除非另外声明，在 Microchip 知识产权保护下，不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、 Microchip 徽标、 dsPIC、 FlashFlex、 flexPWR、 JukeBlox、 KEELOQ、 KEELOQ 徽标、 Kleer、 LANCheck、 MediaLB、 MOST、 MOST 徽标、 MPLAB、 OptoLyzer、 PIC、 PICSTART、 PIC32 徽标、 RightTouch、 SpyNIC、 SST、 SST 徽标、 SuperFlash 及 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

The Embedded Control Solutions Company 和 mTouch 为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、BodyCom、chipKIT、chipKIT 徽标、 CodeGuard、 dsPICDEM、 dsPICDEM.net、 ECAN、 In-Circuit Serial Programming、 ICSP、 Inter-Chip Connectivity、 KleerNet、 KleerNet 徽标、 MiWi、 MPASM、 MPF、 MPLAB Certified 徽标、 MPLIB、 MPLINK、 MultiTRAK、 NetDetach、 Omniscient Code Generation、 PICDEM、 PICDEM.net、 PICkit、 PICtail、 RightTouch 徽标、 REAL ICE、 SQI、 Serial Quad I/O、 Total Endurance、 TSHARC、 USBCheck、 VariSense、 ViewSpan、 WiperLock、 Wireless DNA 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology 为 Microchip Technology Inc. 在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc. 的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2015, Microchip Technology Inc. 版权所有。

ISBN：978-1-63277-513-9

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV

═ ISO/TS 16949 ═

Microchip 位于美国亚利桑那州 Chandler 和 Tempe 与位于俄勒冈州 Gresham 的全球总部、设计和晶圆生产厂及位于美国加利福尼亚州和印度的设计中心均通过了 ISO/TS-16949:2009 认证。 Microchip 的 PIC® MCU 与 dsPIC® DSC、KEELOQ® 跳码器件、串行 EEPROM、单片机外设、非易失性存储器和模拟产品严格遵守公司的质量体系流程。此外， Microchip 在开发系统的设计和生产方面的质量体系也已通过了 ISO 9001:2000 认证。

全球销售及服务网点

美洲

公司总部 Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 1-480-792-7200
Fax: 1-480-792-7277
技术支持：
http://www.microchip.com/support
网址：www.microchip.com

亚特兰大 Atlanta
Duluth, GA
Tel: 1-678-957-9614
Fax: 1-678-957-1455

奥斯汀 Austin, TX
Tel: 1-512-257-3370

波士顿 Boston
Westborough, MA
Tel: 1-774-760-0087
Fax: 1-774-760-0088

芝加哥 Chicago
Itasca, IL
Tel: 1-630-285-0071
Fax: 1-630-285-0075

克里夫兰 Cleveland
Independence, OH
Tel: 1-216-447-0464
Fax: 1-216-447-0643

达拉斯 Dallas
Addison, TX
Tel: 1-972-818-7423
Fax: 1-972-818-2924

底特律 Detroit
Novi, MI
Tel: 1-248-848-4000

休斯敦 Houston, TX
Tel: 1-281-894-5983

印第安纳波利斯 Indianapolis
Noblesville, IN
Tel: 1-317-773-8323
Fax: 1-317-773-5453

洛杉矶 Los Angeles
Mission Viejo, CA
Tel: 1-949-462-9523
Fax: 1-949-462-9608

纽约 New York, NY
Tel: 1-631-435-6000

圣何塞 San Jose, CA
Tel: 1-408-735-9110

加拿大多伦多 Toronto
Tel: 1-905-673-0699
Fax: 1-905-673-6509

亚太地区

亚太总部 Asia Pacific Office
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重庆
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 东莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 香港特别行政区
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青岛
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 沈阳
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武汉
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 厦门
Tel: 86-592-238-8138
Fax: 86-592-238-8130

中国 - 珠海
Tel: 86-756-321-0040
Fax: 86-756-321-0049

亚太地区

台湾地区 - 高雄
Tel: 886-7-213-7828

台湾地区 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

台湾地区 - 新竹
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

澳大利亚 Australia - Sydney
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

印度 India - Bangalore
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

印度 India - New Delhi
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

印度 India - Pune
Tel: 91-20-3019-1500

日本 Japan - Osaka
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 Japan - Tokyo
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韩国 Korea - Daegu
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韩国 Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 或
82-2-558-5934

马来西亚 Malaysia - Kuala Lumpur
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

马来西亚 Malaysia - Penang
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

菲律宾 Philippines - Manila
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

新加坡 Singapore
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

泰国 Thailand - Bangkok
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

欧洲

奥地利 Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

丹麦 Denmark-Copenhagen
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

法国 France - Paris
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

德国 Germany - Dusseldorf
Tel: 49-2129-3766400

德国 Germany - Munich
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

德国 Germany - Pforzheim
Tel: 49-7231-424750

意大利 Italy - Milan
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

意大利 Italy - Venice
Tel: 39-049-7625286

荷兰 Netherlands - Drunen
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

波兰 Poland - Warsaw
Tel: 48-22-3325737

西班牙 Spain - Madrid
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

瑞典 Sweden - Stockholm
Tel: 46-8-5090-4654

英国 UK - Wokingham
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820

01/27/15

© 2015 Microchip Technology Inc.