AdvaPIX MAGIC

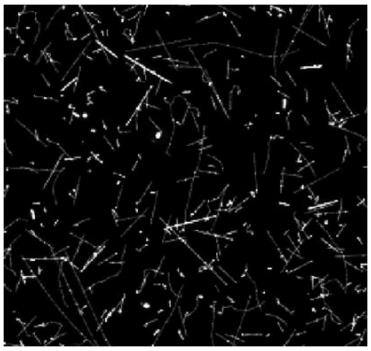
数据手册

型号编号：**APXMD3-Xxx170704**
APXT3M-Xxx180119
APXT3M-Xxx200128
APXT3M-Xxx201030



基本特性





Timepix3器件单粒子灵敏度说明。在飞机上，5分钟内记录了辐射背景中不同粒子（主要是μ子和少量质子）的径迹。在暗区未观察到噪声（完全为零）。

Adva*PIX* MAGIC模块的设计特别注重性能和多功能性，这在科学实验工作中往往是必需的。该探测器搭载CERN Timepix3读出芯片与硅或碲化镉（CdTe）传感器以实现粒子追踪与成像功能。**Adva*PIX* MAGIC粒子、辐射探测器**支持多种配置方案：多层结构可优化望远镜粒子追踪精度，并排布局则能扩大探测区域。每个模块均配备单个Timepix3设备，数据读取速度超过38 Mhits每秒，每个模块均配备独立USB 3.0接口，确保整个模块化系统的快速数据传输，传感器类型与厚度可根据客户需求定制。

Adva*PIX* MAGIC的预期用途包括：

- **X射线和γ射线光谱成像：**X射线荧光成像、X射线摄影（低剂量）、闪烁成像或光谱成像、同位素放射摄。
- **能量色散XRD 、 SAXS 或 WAXS ：**无需使用单色X射线源！即使对厚样品也能实现高能照射（例如100keV）！
- **粒子追踪与离子束监测：**探测器可用于初级粒子（如离子）的追踪与标记，以及次级辐射（如裂变、碎裂、反冲、韧致辐射、瞬发/延迟衰变、中子等[1]）的监测。
- **中子成像：**通过沉积转换层可使传感器适用于中子成像[2]。

通过记录单个击中事件的形状并结合高级数据处理技术，可在某些应用中将空间分辨率提升至微米级甚至亚微米级（针对离子）。

主要特征

- 读取芯片类型.....Timepix3
- 像素尺寸[3].....55 x 55 μm²
- 传感器分辨率.....256 x 256pixels
- 时间分辨率.....1.6 ns
- 功耗.....External 5 v
- 传感器材料.....100, 300, 500 μm Si, 1000 μm CdTe
- 暗电流.....无
- 接口.....USB 3.0（超高速）
- 最大读出速度.....38 million pixels / s
- 尺寸.....210 x 94 x 38 mm
- 重量.....505 g

[1]此设备并非经认证的剂量测量设备。其作为辐射场的一级指示器和监测器，仅用于识别辐射类型。人员辐射防护不能基此设备于的测量结果。
[2]基于^{6}LiF或$^{10}B_4C$的慢中子转换器（效率最高达4%）或PE的快中子转换器。
[3]边缘尺寸为55×110 μm²，角落尺寸为110×110 μm²。

设备参数

工作条件

符号	参数	数值	单位	说明
T_a	工作环境的温度范围[1]	0-50	°C	
Φ	湿度	< 80	%	无凝结
IP	覆盖外壳的IP防护等级	IP40		
IP	无外壳的IP防护等级	IP10		

[1] 温度稳定——参见下文段落。

外部温度稳定

设备需进行温度稳定处理。请将设备背部连接至水冷板或帕尔贴模块，温度应设置为 22 °C。



- 适用于无尘室内环境。
- 当芯片或CPU温度超过55℃时，设备将自动关闭。

电气规格

T_{dev} = 25 °C, USB 电压 V_{CC} = 4.8 V

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
VCC	供电电压	4.0	5.0	5.5	V	
ICC	供电电流					
ICC1	探测器芯片处于激活 / 工作状态时的电流		800	1500	mA	
P1	功耗			7.5	W	
I/O Conn. Input CMOS 2,5 V						
VINL	低电平电压	-0.3		0.7	V	
VINH	高电平电压	1.7		2.8	V	
I/O Conn. Input LVDS						
VIN	电压范围	0		2.5	V	
VINDIFF	差分电压	250		600	mV	
I/O Conn. +5 V (pin 2)						
IMAX	最大电流	0		0.5	A	
V+5V	引脚电压		4.5		V	VCC – 0.5V
传感器二极管的偏置电压源						
VBIAS	偏置电压	0		±450	V	极性取决于传感器类型

Timepix3的性能特点

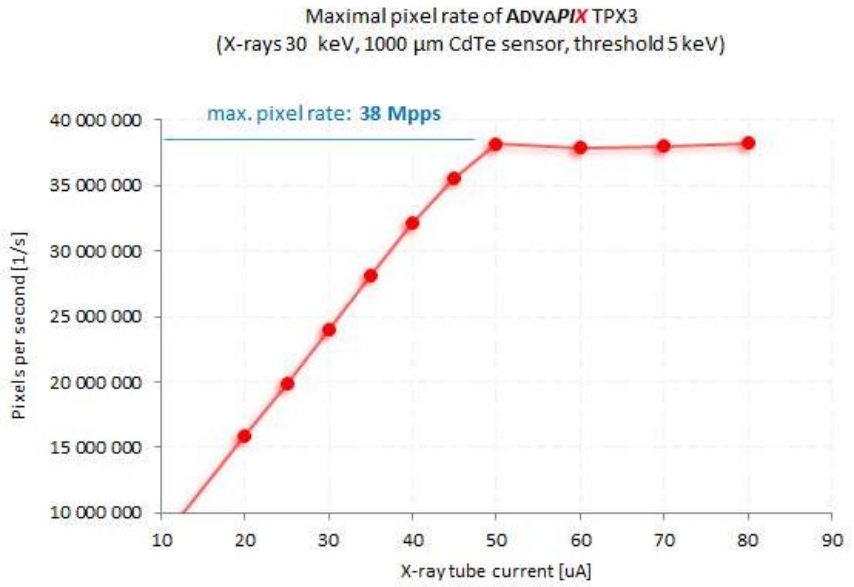
符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	说明
f	击中率			38	MPixels/s	配备 USB 3.0 线缆
	传输速率			2.4	Gbit/s	配备 USB 3.0 线缆
T_{READ}	帧读出时间[1]		33		ms	配备 USB 3.0 线缆
dT	时间分辨率		1.56		ns	
F_{READ}	读出频率		320		MHz	最大ROC频率的½

[1] 在读出的时间（或死时间）内，传感器未采集到任何信号。

像素测量下命中率评估

整个探测器暴露于均匀垂直照射的 X 射线中（X 射线管工作电压 30kVp，带 3mm 铝滤光片）。测量类型设置为“Pixels，模式设为“ToT+ToA”。测量开始前需进行以下设置：在PIXet pro右侧“探测器设置”面板的主窗口中，通过“更多探测器设置”对话框的“读出”选项卡，取消勾选“ProcessData”和“DummyAcqNegativePolarity”选项，并将DDBlockSize字段值设为400，DDBuffSize字段值设为1000。其余参数均保持出厂默认值（即设备配置文件中存储的参数）。曝光时间设定为1秒。测量数据需读入内存，测量完成后保存至磁盘并进行后续处理。使用PIXet Pro的“Clustering”工具分析测量数据，可回放数据并统计总命中像素数。

每秒命中像素数作为X射线管电流的函数绘制，以寻找饱和点。



传感器参数

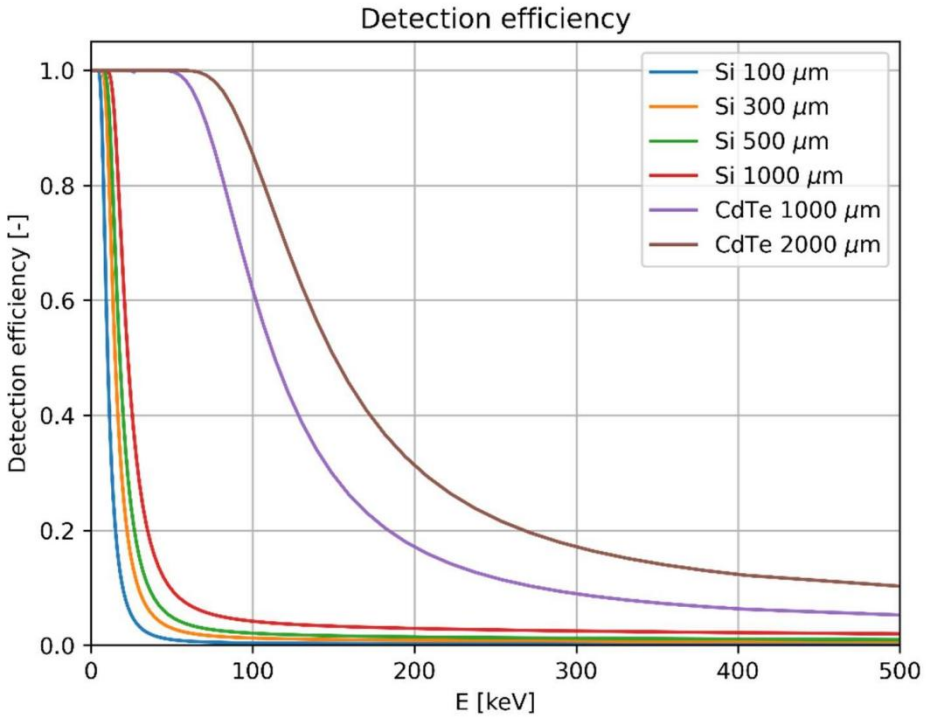
T_{dev} = 22 °C

参数	Si				CdTe		单位	说明
厚度	100	300	500	1000[1]	1000	2000[1]	µm	
校准能量阈值[2]	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	keV	
ToT模式下的能量分辨率（σ @60 keV）	1.2 – 2.6	1.3 – 2.7	1.4 – 3.5	1.7 – 3.6	2.8 – 5.4	2.9 – 8.3	keV	适用于标准校准
ToT模式下的能量分辨率（σ 为122 keV）					3.4 – 6,0	4.5 – 9.9	keV	适用于标准校准
X射线典型可检测能量范围	3.0 - 60				5.0 - 500		keV	参见下表
有效像素	> 99.5%				> 99.5%			
像素尺寸[3]	55 x 55						µm²	

[1]定制产品

[2] 采用高端校准和/或芯片级别可实现更优性能。如需更多信息，请联系 sales@top-unistar.com

[3] 边缘尺寸为55×110 µm²，角落尺寸为110×110 µm²



基本原理、测量类型与工作模式

电离辐射粒子与传感器材料相互作用产生电荷。该电荷被电场捕获并传输至像素前置放大器，在此被放大并整形为三角形电压脉冲。该脉冲的幅度与持续时间与粒子在像素内沉积的能量成正比。当特定像素的电压脉冲幅度超过预设阈值时，称为“事件（event）或“命中（hit）。

每个像素包含3个数字计数器（10位、14位和4位），根据测量类型和模式的不同，计数器的使用方式也不同。共有 4 种可测量并存储在每个像素计数器中的参数，可通过工作模式进行选择。

工作模式:

事件数（Number of events）：

曝光时间内像素中的事件（击中）数量（该模式主要适用于帧类型读出）。

过阈时间（ToT）Time-over-Threshold (ToT)）：

放大器输出信号超过能量阈值的 40MHz 时钟信号周期数（步长 25ns）。通过像素级校准函数，可将 ToT 转换为 keV（千电子伏特）能量值。像素级校准系数为每个像素独有，存储于设备附带的配置文件中，并会随设备交付。仅当探测器其他参数（尤其是阈值）与配置文件中提供的数值一致时，能量校准才有效。

到达时间（Time-of-Arrival (ToA)）：

从曝光开始到像素记录到事件（即像素内脉冲超过阈值）的 40MHz 时钟信号周期数（步长 25ns），量程为 409.6µs。读出电子设备的现场可编程门阵列（FPGA）中额外增加了 16 位计数器，使总量程扩展至 26.8 秒。已添加了额外计数器以实现超过 26.8 秒的扫描

快速到达时间（Fast-Time-of-Arrival (FToA) ）：

探测事件与下一个时钟信号之间的时间差，测量步长为 1.5625ns，量程为 4 位。结合 ToA 与 FToA，可通过以下公式精确测量事件探测的纳秒级时间：

$$\text{Time [ns]} = \text{ToA}*25 - \text{FToA}*1.5625$$

测量类型：

帧类型测量　在曝光时间内，设备不会发送任何数据。所有测量的事件都累积在像素的计数器中。事件计数器递增，ToT被整合到所有事件的iToT计数器中。测量数据在的曝光时间结束后读取所有具有非零内容的像素。在读出过程中无法进行测量。PIXet Pro中的测量类型：帧（Frames），积分（Integral）。

像素类型测量　在曝光时间内，所有命中像素的信息会立即并持续读取。如果命中率低于最大值（见性能特性表中的fp），则几乎没有死时间。PIXet Pro中的测量类型：像素（Pixels）。

有时这种模式被称为数据驱动模式或基于事件的模式

工作模式和测量类型的组合（罕见使用的情况以灰色背景显示）：

类型	模式	范围	说明
帧（曝光结束后读取所有像素）	ToA+ToT	18 bit + 10 bit	每次曝光输出2帧图像： ToA = 像素中首个事件到达时间，ToA与FToA[1]合并 ToT = 阈值时间，即校准加载并开启时的能量（单位：keV）
	ToA	18 bit	每次曝光输出1帧图像： ToA = 像素中首个事件的到达时间，ToA与FToA[1]的组合
	Event+iToT	10 bit + 14 bit	每次曝光输出2帧图像： 事件数 = 像素中的事件数量 iToT = 阈值时间积分值，即当校准加载并开启时，像素内所有事件的能量（单位：keV）
像素（仅读取像素在曝光期间连续命中）	ToA+ToT	18 bit + 10 bit	数据流包含每个像素每个事件的4个值：位置、到达时间（ToT）、到达时间（ToA）以及首次到达时间（FToA[1]）（适用于.t3*数据格式）
	ToA	18 bit	数据流包含每个像素每个事件的3个值：位置、到达时间（ToA）和到达时间1（FToA[1]，适用于.t3*数据格式）
	Only ToT	10 bit	数据流包含每个像素每个事件的2个值：位置和ToT（适用于.t3*数据格式）

[1] 软件会自动合并ToA与FToA。对于像素类型测量，若以.t3pa文件形式保存，则ToA和FToA将作为独立条目存储。

设备描述



+5 伏直流电源接口

主电源（通过标准 5.5/2.1 毫米桶形接口供电）。需在插入 USB 接口后再连接此电源。

USB 3.0 接口

接口类型为微型 B 型，支持标准 USB 3.0 超高速传输。

数字输入 / 输出接口

数字输入 / 输出接口的信号用于同步场景，具体说明请参考《TPX3 同步指南》。请注意：输入引脚不支持 +5V 电压兼容；引脚 2（+5V）可作为外部电路的供电端，其电源直接取自 + 5 伏直流接口，且配备肖特基二极管进行保护（最大承载电流 0.5 安）；引脚的输入 / 输出方向由引脚 9（方向选择）的极性决定。

APXMD3-Xxx170704版本对照表

引脚	名称	信号类型	引脚	名称	信号类型
1	接地(GND)		2	+5 V电源	
3	预留引脚	CMOS 0-2.5 V	4	预留引脚	CMOS 0-2.5V
5	预留引脚	CMOS 0-2.5 V	6	预留引脚	CMOS 0-2.5V
7	空脚(NC)	-	8	预留引脚	CMOS 0-3.3V
9	空脚(NC)	-	10	预留引脚	CMOS 0-3.3V

APXT3M-Xxx180119版本对照表

引脚	名称	信号类型	引脚	名称	信号类型
1	接地(GND)		2	+5 V电源	
3	时钟正极 (CLK p)	LVDS (2,5 V)	4	时钟负极 (CLK n)	LVDS (2.5 V)
5	使能信号 2（E2）	CMOS 0-2,5 V	6	使能信号 1	CMOS 0-2.5 V
7	触发输出（Trigger out）	CMOS 0-2,5 V	8	触发输入	CMOS 0-2.5 V
9	方向选择（Dir select）	CMOS 0-2,5 V	10	接地(GND)	

APXT3M-Xxx200128与APXT3M-Xxx201030版本对照表

引脚	名称	信号类型	引脚	名称	信号类型
1	接地(GND)		2	+5 V电源	
3	主禁用	CMOS 0-2,5 V/5 V	4	时钟负极 (CLK n)	LVDS (2.5 V)
5	时钟正极 (CLK p)	LVDS (2,5 V)	6	T0 / Sh-set	CMOS 0-2.5 V
7	选通正极（Th/Sh p）	LVDS (2,5 V)	8	Th/Sh n	LVDS (2.5 V)
9	就绪	CMOS 0-2,5 V	10	T0 / sh - CMOS	CMOS 0-2.5 V

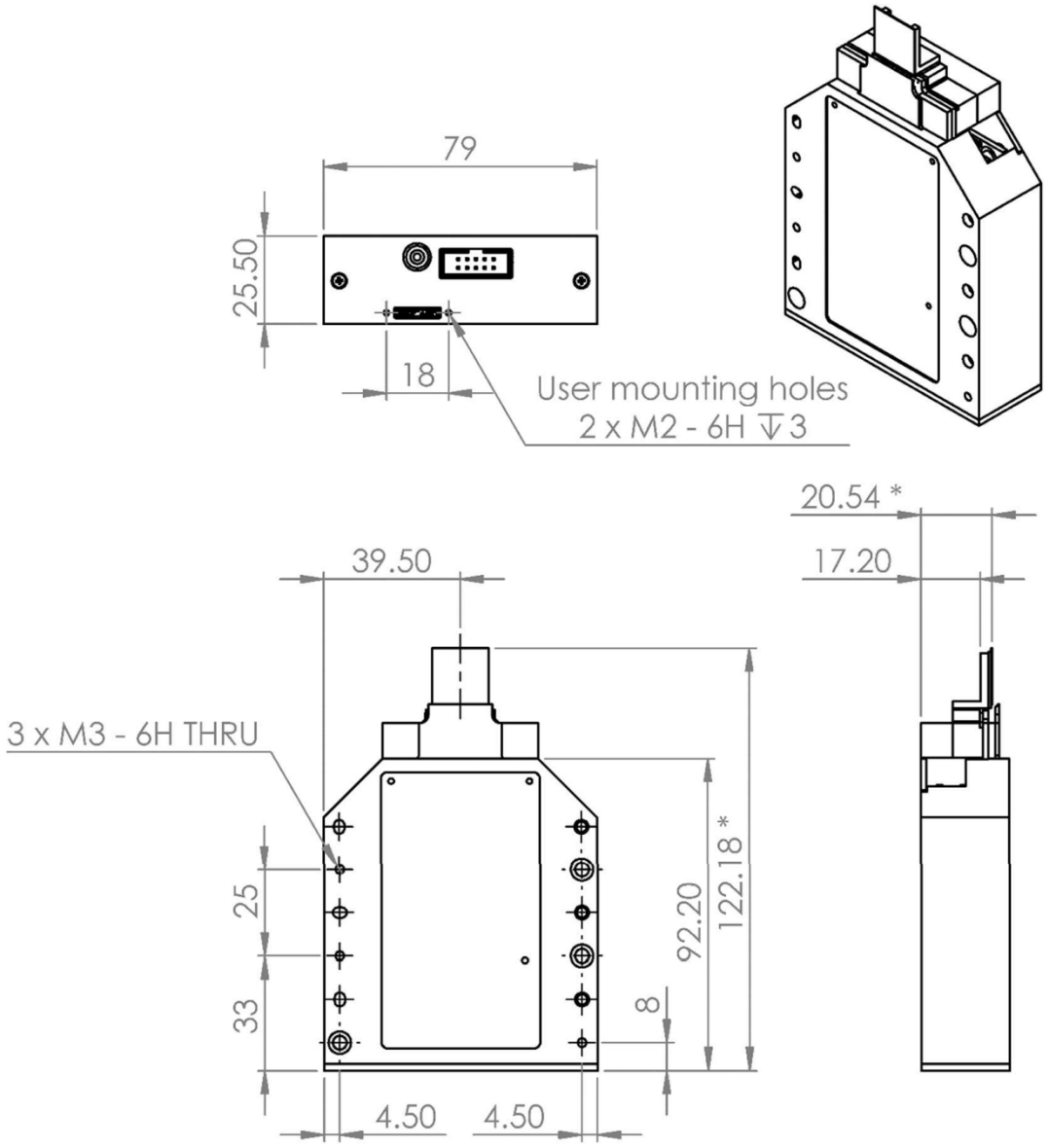
认证证书

ADVAPIX MAGIC已通过认证机构(Electrotechnical testing institute EZÚ)的测试，符合以下标准：

标准编号	标准名称
EN 61010-1:2010	测量、控制和实验室用电气设备安全要求
EN 61326-1:13	测量、控制和实验室用电气设备 —电磁兼容性（EMC）要求

机械尺寸

未配备防护罩时禁止操作！

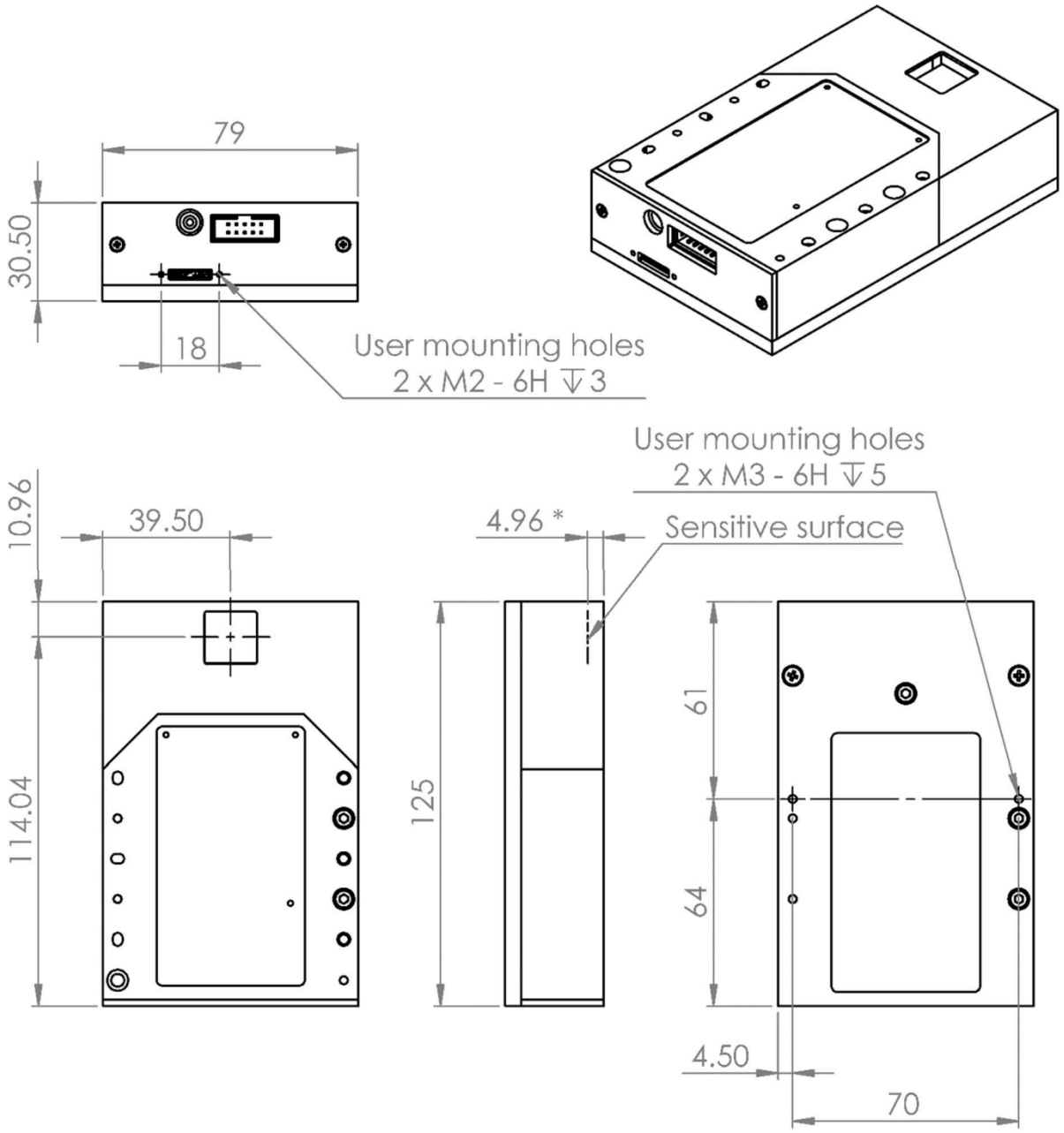


所有尺寸单位均为毫米（mm）。

* 灵敏面距离箱体顶部的距离视传感器厚度而定。

在移除保护盖及未带保护盖操作**ADVAPIX MAGIC**时，必须格外谨慎。传感器及线键合的机械损伤不在保修范围内。

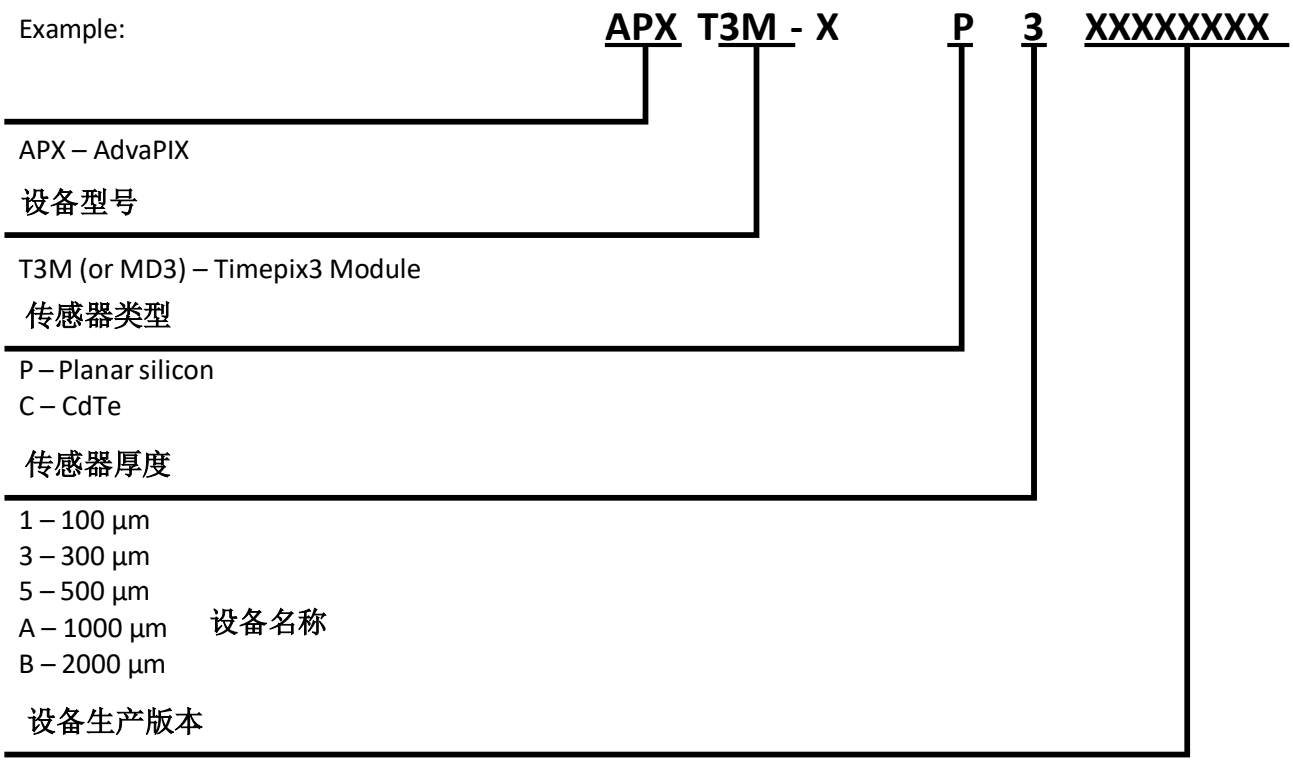
含防护外壳



所有尺寸单位均为毫米（mm）。

* 灵敏面距离箱体顶部的距离视传感器厚度而定。

型号代码


Example:
APX T3M - X P 3 XXXXXXXX
APX – AdvaPIX
设备型号
T3M (or MD3) – Timepix3 Module
传感器类型
P – Planar silicon
C – CdTe
传感器厚度
1 – 100 µm
3 – 300 µm
5 – 500 µm
A – 1000 µm
B – 2000 µm
设备名称
设备生产版本

安全使用说明



请勿触碰传感器表面！

为避免您的 ADVAPIX MAGIC发生故障或损坏，请遵守以下规定：

- 请勿将设备暴露在水或潮湿环境中。
- 请勿拆解设备，否则引线键合连接可能会受到不可逆损坏。
- 请勿将任何物体插入传感器窗口。
- 最大USB线长为2米。
- 该装置需进行热稳定处理。建议温度为22摄氏度。
- 为获得最佳性能，需直接连接主机设备。通过USB集线器连接可能对设备性能和稳定性产生负面影响。
- 若以非本文件所述方式使用本产品，其提供的保护作用可能受损

废弃处置



请勿将这些器械作为未分类的市政垃圾处理。
请使用单独的收集设施，并联系器械采购供应商。
请确保废弃电子废物得到妥善回收，以减少对环境的影响。

发布历史

日期（年/月/日）	变更内容	变更人
17/11/02	新增型号编码，更新数据表版本	
18/02/08	同步至 180119 版本	
19/04/16	修正同步电压参数	
19/07/22	重大修订：新增预期应用场景、模式与类型说明、击中率测量内容	
19/07/29	新增 EMC 认证编号	
19/12/04	补充传感器参数、探测效率信息	
20/05/19	版本更新；调整机械尺寸；修改同步参数	
20/11/11	新增 USB 接口的安装孔位	
22/06/06	补充真空兼容性说明；更新传感器参数	
23/10/03	更新参数	
24/02/15	数据表修订	J. Baborák
24/07/02	更新文档图形样式，新增 USB 集线器使用警告	J. Baborák, P. Bloudek
24/07/22	格式微调	J. Baborák
25/03/17	重量错误修正	J. Baborák
26/03/02	文档的新图形风格，品牌重塑	P. Bloudek
26/4/10	汉化、排版及校对	Leo,Cavan Huang

请联系我们

北京众星联恒科技有限公司
北京市海淀区上地信息路1号1-2号楼B栋
电话：+86-10-86467571 邮箱:sales@top-unistar.com

众星联恒 Top Unistar
Explore the unknown