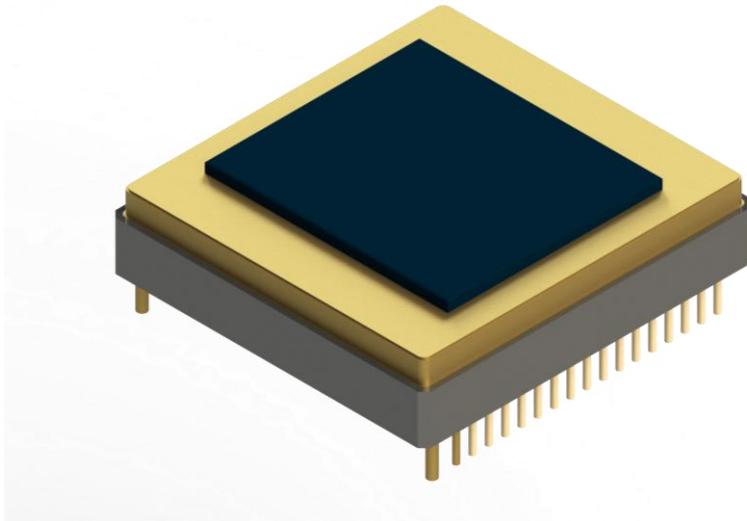


640 短波焦平面探测器使用说明

(适用探测器型号: ZXRC-SW640-F15-XX-YF2 陶瓷封装系列)

V1.1



中芯热成科技(北京)有限责任公司

北京市北京经济技术开发区(通州)经海七路10号院5号楼

1. 简介

640×512 CQDs 焦平面探测器主要组成部分包括高效能 CQDs 感光层、带有开窗功能的读出电路 (ROIC)、以及一块半导体热电冷却片 (TEC)。它采用了陶瓷类型的封装技术。此探测器运用了尖端的红外量子点薄膜作为感光材料，能够提供高性价比短波探测器方案。本手册专门介绍探测波段在 800 至 1700 微米范围内的产品使用相关信息。

2. 探测主要参数

2.1 光电技术指标

640×512 CQDs 面阵探测器主要技术指标如下表所示：

指标名称	典型值
光谱响应范围(nm) ^{*1}	800 - 1700
峰值量子效率(%)	40%
峰值比探测率(cm·Hz ^{1/2} /W)	1×10 ¹¹
有效像元率(%)	99.9%
响应非均匀性(%)	8%
曝光方式	全局曝光 (global shutter)
读出方式	ITR \ IWR
读出速率(MHz)	10
读出通道数	4
全画幅帧频(Hz) ^{*2}	120
动态范围(dB)	≥55
半导体制冷片	内置

^{*1} 焦平面温度为室温 25°C；

^{*2} 读出通道数为 4 通道读出，读出方式为 IWR，读出速率为 10MHz；

2.2 机械技术指标

指标名称	典型值
长×宽×高(mm)	26×24.5×9.37
像元中心距(μm)	15
像元尺寸(μm)	15×15
感光面积(mm)	9.6×7.68

2.3 使用场景与能耗技术指标

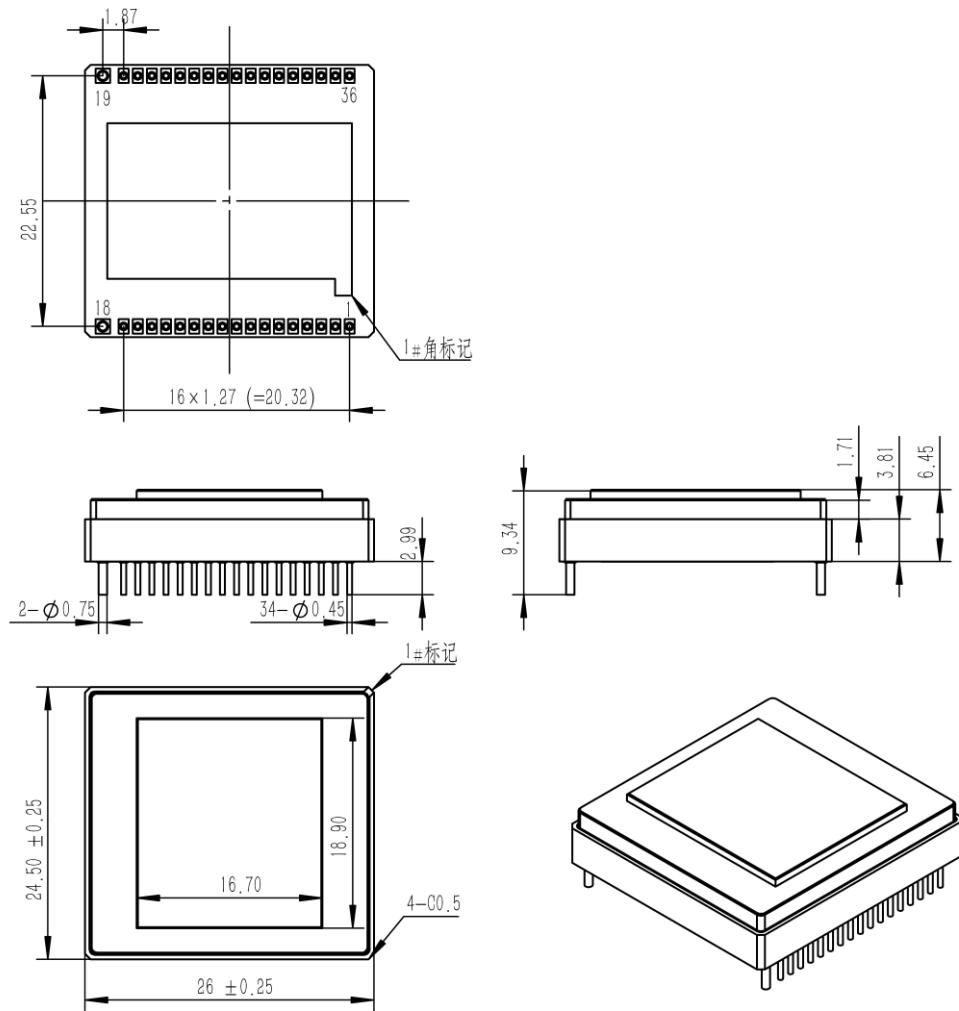
指标名称	典型值
工作温度(°C)	-40~+70
存储温度(°C)	-40~+70
功率 ^{*1} (μm)	≤80mW
温度循环、震动测试标准	GJB 548B-2005

^{*1} 未开启 TEC，环境温度为室温 25°C，读出通道为 4 通道，读出方式为 ITR

3. 封装说明

该款探测器采用陶瓷封装形式，充常压高纯氮气作为保护气，窗口使用的蓝宝石材质窗口片，探测器内外环境整体密封。探测器外形尺寸为 $26\text{mm(L)} \times 24.5\text{mm(W)} \times 9.37\text{mm(H)}$ 。管壳上包含有 36 根针脚从底部引出，采用双边单排形状，其中左右两端顶端引脚为 2 根 $\phi 0.76\text{mm}$ 引脚，其余 34 根引脚为 $\phi 0.45\text{mm}$ 。引脚的主要功用为探测器的电源与时序信号输入、探测器的光电信号输出、指示信号输出、TEC 电压输入和温度传感器的电学引出。

探测器机械图纸如下图所示：

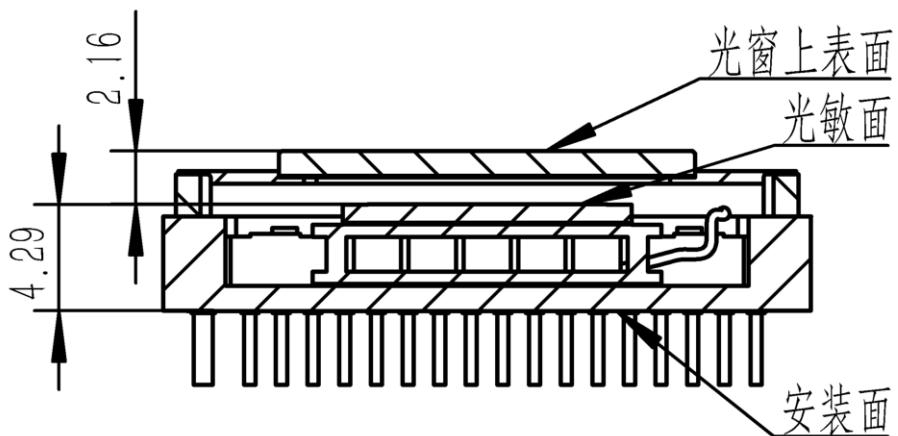


4. 光学参数

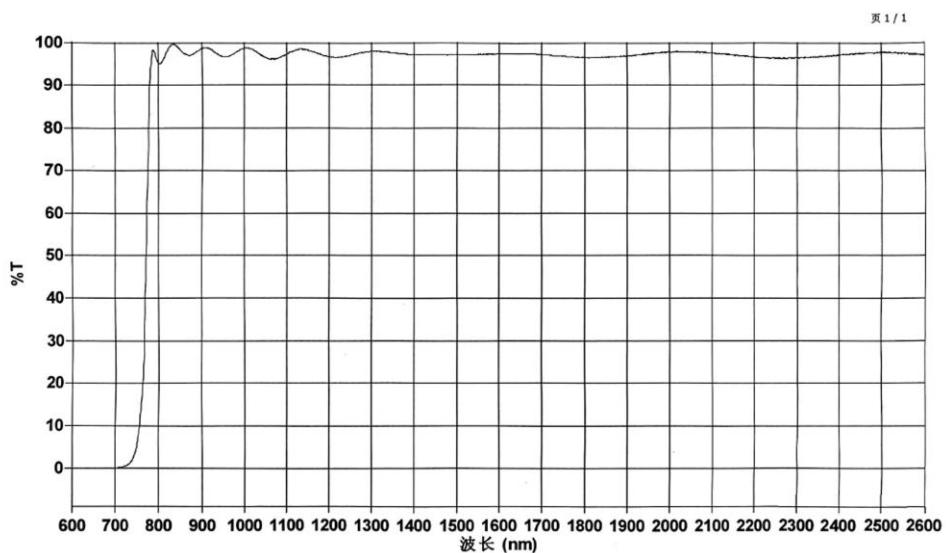
4.1 光学结构

该款探测器内置 640×512 阵列规模的 CQDs 胶体量子点焦平面，像元中心距 $15\mu\text{m}$ ，形状为正方形，感光尺寸为 $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$ 。探测器感光面与封装管壳结构的上表面设计距离为

$2.16 \pm 0.15\text{mm}$, 与窗口下表面设计距离值为 $4.29 \pm 0.15\text{mm}$ 。窗口材料为蓝宝石, 表面镀膜为 800nm 前截止膜。感光面中心位于探测器中心, 相对位置偏移 $\leq 0.05\text{mm}$, 相对旋转 \leq 角度 0.5° 。探测器中心于光窗中心重合。



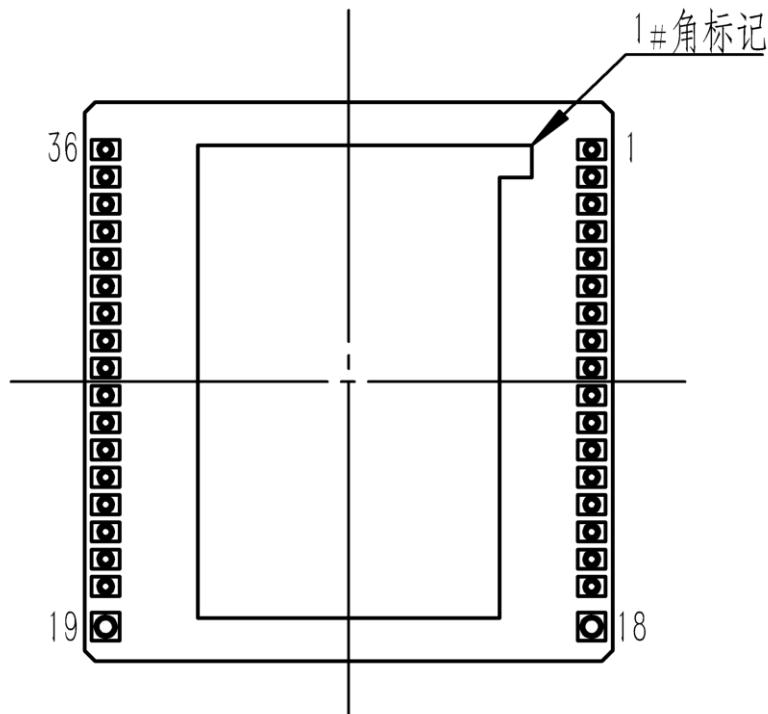
4.2 光窗透过率



该款探测器光窗采用多层增透镀膜, 800-2500nm 光谱范围任意波长的透光率 $\geq 92\%$, 平均透光率 $\geq 95\%$, 波长 $<730\text{nm}$ 的范围内透光截止, 透光率 $<2\%$ 。表面干涉光圈数 ≤ 20 。

5. 电学特性

5.1 探测器管脚示意图



进行 PIN 脚布局对照时, 需注意上图示意位置为探测器底面面向使用者 (PGA 插针网格阵列封装接口面向使用者) 并将封装管壳 1#标记处于右上角时 PIN 脚位置布局。

5.2 探测器管脚说明

管脚编号	管脚名称	Input/Output	管脚定义	类型
1	-	-	-	-
2	TEC+	Input	制冷片正极	Analog
3	GPOL	Input	探测器偏置调整	Analog
4	VDDA	Input	模拟电源	Power
5	VR	Input	复位电压	Analog
6	VSSA	Input	模拟地	Ground
7	OUT1	Output	探测器输出引脚 1	Analog
8	OUT2	Output	探测器输出引脚 2	Analog
9	OUT3	Output	探测器输出引脚 3	Analog
10	OUT4	Output	探测器输出引脚 4	Analog
11	IBP	Input	探测器偏置调整	Analog
12	VDDO	Input	输出电源	Power
13	VSSO	Input	输出地	Ground
14	SUBPV	Input	探测器公共端偏置	Ground
15	VAB	Input	溢出保护偏置电压	Analog

16	NTC1	Input	NTC 测温电阻引脚 1	Analog
17	NTC2	Input	NTC 测温电阻引脚 2	Analog
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-
21	WINDOW_ENA	Input	任意开窗使能	Digital
22	VDDL	Input	数字电源	Power
23	ERROR	Output	开窗数据提示	Digital
24	DATAVALID	Output	探测器读出同步	Digital
25	UPROW	Input	图像旋转控制	Digital
26	UPCOL	Input	图像旋转控制	Digital
27	SIZEB	Input	窗口开窗控制	Digital
28	SIZEA	Input	窗口开窗控制	Digital
29	INT	Input	积分控制	Digital
30	MC	Input	主时钟	Digital
31	SERCLR	Input	串行寄存器复位	Digital
32	SERDAT	Input	窗口坐标输入接口	Digital
33	ITR	Input	曝光读出方式选择	Digital
34	VSSL	Input	数字地	Ground
35	TEC-	Input	制冷片负极	Analog
36	-	-	-	-

5.3 偏置电压要求

对探测器所需偏置电压的电学要求主要包括输入值范围、典型值、冗余量、最大电流和探测器对于输入扰动的抑制能力。

名称	偏置形式	输入范围 (V)	典型值 (V)	冗余量 (V)	最大电流 (mA)	对输入扰动的抑制能力
VDDA	固定	-	3.3	± 0.05	<20	-80dB
VDDO	固定	3.3-4.0	3.6	± 0.05	<50	-55dB
VDDL	固定	-	3.3	± 0.3	<30	-80dB
GPOL	可调	0.4-1.2	-	± 0.05	<2	0dB
VR	固定	-	3.0	± 0.05	<23	0dB
VSSA	固定	电学地	-	-	-	-
VSSL	固定	电学地	-	-	-	-
VSSO	固定	电学地	-	-	-	-
SUBPV	固定	-	0	± 0.05	*1	0dB
VAB	可调	0.7-1.2	*3	± 0.05	<2	0dB
IBP*2	固定	-	内部产生	--	-	-

*1 由探测器阵列光生电流总和决定。

*2 在探测器外需接一个典型值为 $20\text{k}\Omega$ 的电阻到地。(电阻调节范围 $10\text{k}\Omega\sim 30\text{k}\Omega$)。

*3 典型值与探测光生电流水平相关, 一般设置为可调, 也可与 GPOL 相连。

5.4 脉冲电压要求

名称	低电平 (V)		高电平 (V)	
	典型值	要求范围	典型值	要求范围
MC	0	<0.6	3.3	>2.6
INT	0	<0.6	3.3	>2.6
SIZEA*	0	<0.6	3.3	>2.6
SIZEB*	0	<0.6	3.3	>2.6
UPCOL*	0	<0.6	3.3	>2.6
UPROW*	0	<0.6	3.3	>2.6
ITR*	0	<0.6	3.3	>2.6
SERDAT*	0	<0.6	3.3	>2.6
SERCLR*	0	<0.6	3.3	>2.6
WINDOW_ENA*	0	<0.6	3.3	>2.6

*可选脉冲电压。

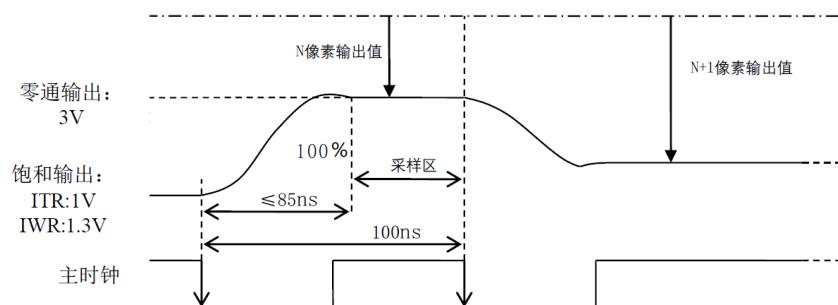
5.5 输出信号特性

读出电路输出包括 4 路探测器模拟输出 (OUT1/2/3/4), 2 个数字输出 (DATAVALID 和 ERROR)。

关于模拟输出引脚, 探测器通过快照方式实现探测器曝光, 即像素阵列同时开始积分, 并同时结束积分。积分时间可根据需要调整。可实现先积分再读出时序 (ITR)、边积分边读出时序 IWR) 以满足不同的应用需要。

读出时 OUT1/2/3/4 的模拟输出可驱动的最大负载等效为以并连方式连接的一个不小于 $100\text{k}\Omega$ 的电阻和一个不大于 15pF 的电容。像素按照主时钟频率向外读出, 模拟输出电压范围与电源电压、VAB 等偏置条件相关。

下图为 OUT1/2/3/4 输出引脚的模拟输出特性, 其中负载 $R \geq 100\text{k}\Omega$ 、 $C \leq 15\text{pF}$ 。



其中零通输出为无光条件下探测器的输出值, 本款探测器在无光条件下的输出为 3V。当探测器收到光激发产生的饱和输出为 ITR mode 满阱电荷存储量 5.3Me^- , 输出电压摆幅 2V, 能够输出到 1V; IWR mode 满阱电荷存储量 4.6Me^- , 输出电压摆幅 1.7V, 能够输出到

1.3V。

探测器有四个输出抽头。每一个输出抽头对应一个多路器。单抽头最大读出速率为 10MHz。输出模拟信号的建立时间约为 80ns，稳定时间约为 15ns (@10MHz，最大负载条件)。

DATAVALID 和 ERROR 的数字输出可驱动的最大负载等效为以并连方式连接的一个不小于 10kΩ 的电阻和一个不大于 80pF 的电容。

输出引脚的幅值如下图所示：

名称	低电平典型值 (V)	高电平典型值 (V)
OUT1/2/3/4	1	3
DATAVALID	0	3.3
ERROR	0	3.3

5.6 探测器组件最小接口

当探测器以默认方式（最小电接口）工作时，电学接口包括：

- 1) 11 个偏置电压 (5.3 节中的偏置电压);
- 2) 两个输入脉冲电压 INT 和 MC;
- 3) 四个模拟输出 OUT1/2/3/4;
- 4) IBP 接 20kΩ 电阻到地;

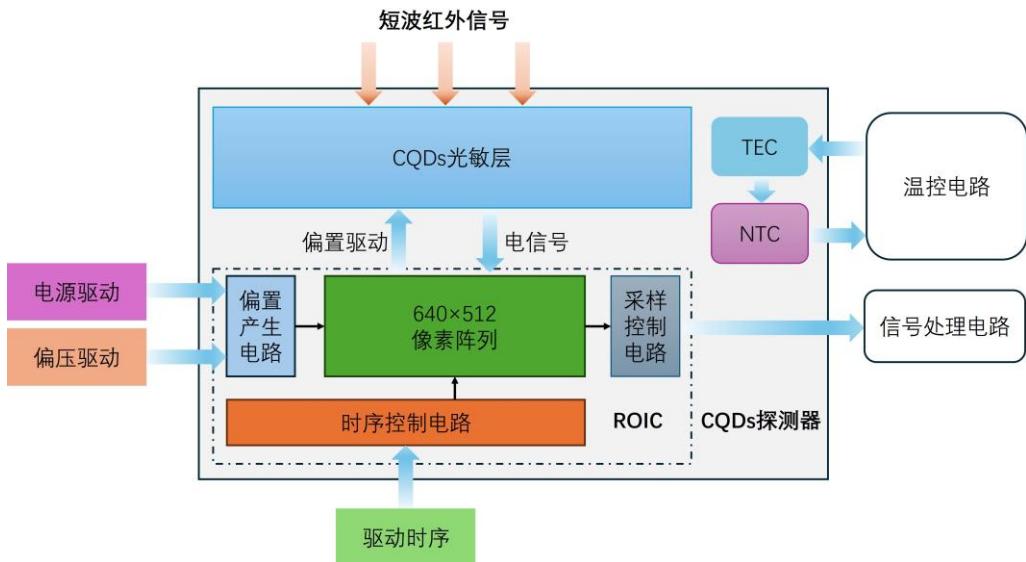
5.7 电气输入注意事项：

电源驱动输入会直接影响到探测器的整体噪声，因此需要对直流输入的电源进行纹波控制。

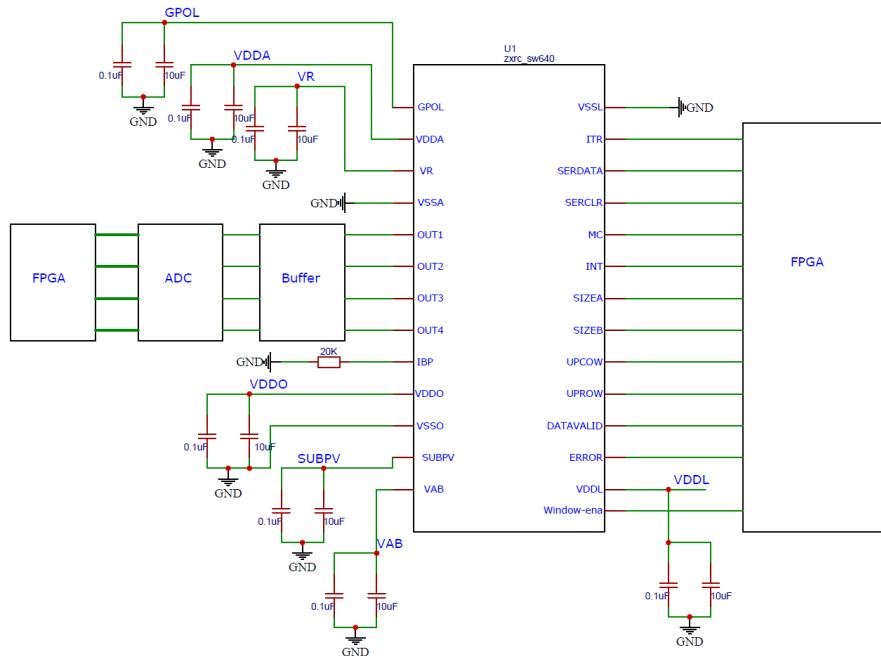
对于电源电压与偏置电压波纹与噪声要求：

- 1) VDDA: <50mV;
- 2) VDDO: <50mV;
- 3) VDDL: <300mV;
- 4) GPOL: <50mV;
- 5) VR: <50mV;

5.8 探测器工作原理及连接方式示意图



5.9 典型应用电路



6. 探测器架构及时序说明

6.1 时序产生电路

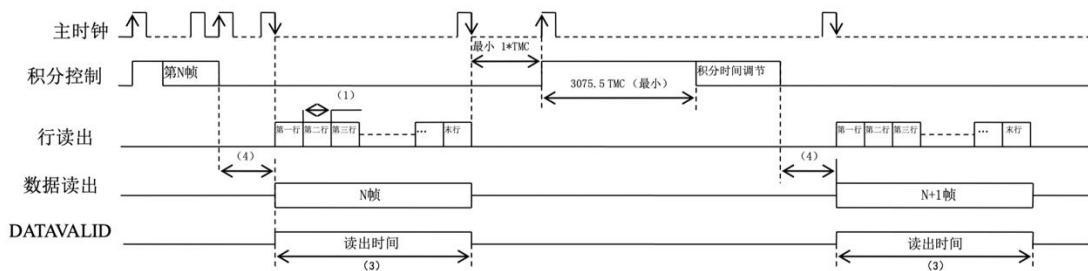
时序产生电路利用外部输入时钟和偏置电压产生探测器工作所需的时序脉冲电压。探测器以主时钟 (MC) 作为同步基准，时序产生电路基于主时钟产生时序脉冲，主时钟的变化将引发时序脉冲变化。探测器工作所必需的外部输入时钟包括主时钟 (MC) 和积分控制时

钟 (INT)。

主时钟占空比为 50%，最大频率为 10MHz。主时钟是电路内部异步计数器的同步时钟，同时也是像素寻址和读出的同步时钟。

积分控制时钟 (INT) 控制探测器曝光积分和信号读出。INT 高电平时间内，探测器注入 MOS 管导通，光生电流存储到积分电容上。INT 上升沿(对应 MC 上升沿)后的 3075.5TMC 周期内，探测器对积分电容复位，在这之后才开始有效的光生信号积分。因此 INT 最短高电平脉冲宽度为 3076.5TMC (此时有效积分时间为 1TMC)。在此基础上，INT 高电平脉冲宽度可根据应用需要任意改变。INT 下降沿 (对应 MC 上升沿) 到来后，注入 MOS 管关断而结束信号积分。(改变 INT 后须进行非均匀性校正以确保图像质量)

6.2 ITR 模式 (ITR=1)



(1): 一行上的像素数×TMC/4 行数×TMC/4

(2): 3115.5×TMC+ (1)

(3): 一行上的像素数×每帧的像素

(4): 2.5×TMC+ (1)

(5): 40×TMC+ (1)

积分结束后，探测器开始窗口中第一行像素的传输和采样，在这之后，通过乒乓结构实现阵列像素信号的连续输出。阵列像素信号读出的同时，输出同步信号 DATAVALID 转换为高电平，用于外部电路采样同步。阵列像素信号读出完成后，DATAVALID 转换为低电平。在开始下一帧积分之前，DATAVALID 的下降沿和 INT 的上升沿之间至少要间隔 1 个主时钟。

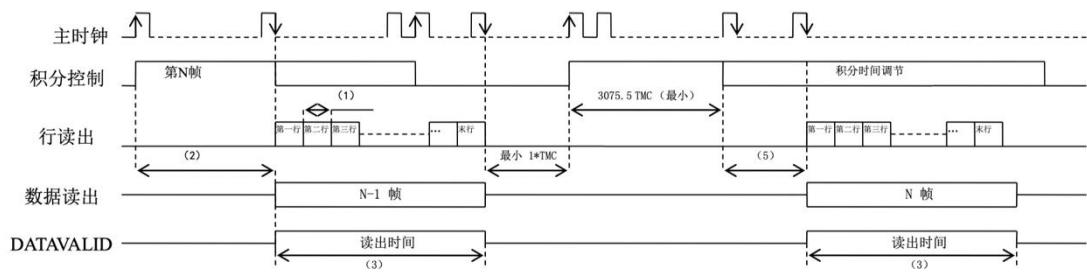
读出方式	第 1 行信号转移周期	每一行读出时间	阵列读出时间
ITR	2.5MC+(1/4×SIZE-C)×MC	(1/4×SIZE-C)×MC	1/4×SIZE-C×SIZE-R

*SIZE-R 表示一帧图像中每一列的像素个数 (≤ 512)，SIZE-C 表示一帧图像中每一行的像素个数 (≤ 640)

ITR 模式下，最小帧周期=INT 高电平宽度+2.5TMC+(1/4×SIZE-R)×MC+(1/4×SIZE-

$C \times \text{SIZE-R} \times \text{MC} + 1 \text{TMC}$ 。

6.3 IWR 模式 (ITR=0)



(1): 一行上的像素数 $\times \text{TMC}/4$ 行数 $\times \text{TMC}/4$

(2): $3115.5 \times \text{TMC} + (1)$

(3): 一行上的像素数 \times 每帧的像素

(4): $2.5 \times \text{TMC} + (1)$

(5): $40 \times \text{TMC} + (1)$

积分结束后，探测器开始窗口中第一行像素的传输和采样，在这之后，通过乒乓结构实现阵列像素信号的连续输出。阵列像素信号读出的同时，输出同步信号 DATAVALID 转换为高电平，用于外部电路采样同步。阵列像素信号读出完成后，DATAVALID 转换为低电平。在开始下一帧积分之前，DATAVALID 的下降沿和 INT 的上升沿之间至少间隔 1 个主时钟。

读出方式	第 1 行信号转移周期	每一行读出时间	阵列读出时间
IWR	第 N+1 帧 INT 上升沿的 3115.5TMC 后，开始第 N 帧第一行信号传输	$(1/4 \times \text{SIZE-C}) \times \text{MC}$	$1/4 \times \text{SIZE-C} \times \text{SIZE-R}$

*SIZE-R 表示一帧图像中每一列的像素个数 (≤ 512)，SIZE-C 表示一帧图像中每一行的像素个数 (≤ 640)

IWR 下，最小帧周期为 (积分时间+1TMC) 和 $(3115.5 + 1/4 \times \text{SIZE-R} + 1/4 \times \text{SIZE-R} \times \text{SIZE-C} + 1) \times \text{MC}$ 的较大值。

6.4 图像窗口控制

通过外部输入 SIZEA 和 SIZEB 可实现 3 种固定窗口格式可选，以及任意开窗功能。

由于改变 SIZEA 和 SIZEB 对积分的像素或选择读出像素的数字电路部分有一瞬时冲击，因此只能在 DATAVALID 的下降沿和 INT 的上升沿之间改变上述输入。

SIZEA	SIZEB	图像规格
1	1	640×512 (默认)
1	0	中心区域 640×480
0	1	中心区域 512×512

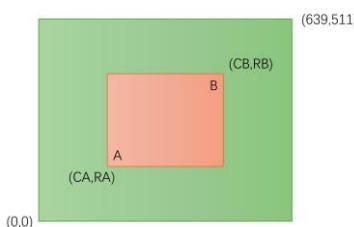
0	0	640×512 内的任意开窗
---	---	----------------

6.5 任意开窗

通过外部输入 SIZEA、SIZEB、WINDOW_ENA 和串口即可实现任意开窗功能。串口包括数据输入接口 SERDAT 和串行寄存器复位时钟 SERCLR。WINDOW_ENA 默认为低电平。WINDOW_ENA 为高电平时，开窗功能有效。

开窗阵列窗口通过读出起始点 A 和终止点 B 的坐标地址来定义，如图 3 所示。最小窗口尺寸为 132 列×1 行。可实现的窗口行宽度为 $132+4\times n$ ($0 \leq n \leq 127$)。

读出起始点坐标为 (CA,RA)，分别为该点在列向和行向的逻辑地址。读出终止点坐标为 (CB,RB)。



对 A 点和 B 点坐标有如下要求：

$$CA=4\times C_{min} \quad C_{min}+32 \leq C_{max}$$

$$RA=R_{min} \quad 0 \leq R_{min} \leq 511$$

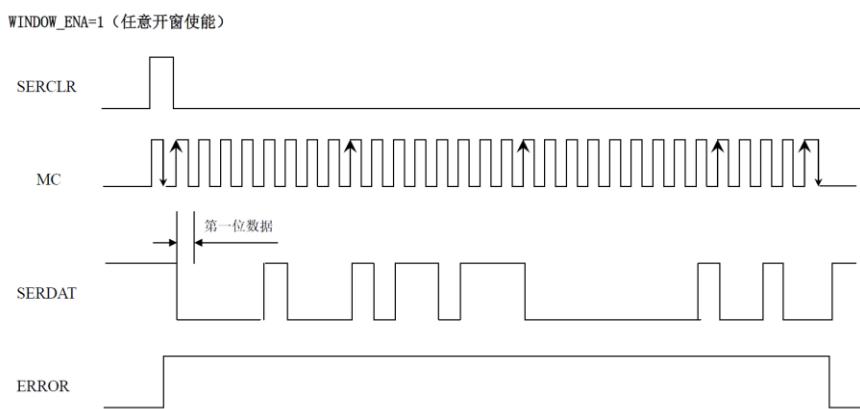
$$CB=4\times C_{max}-1 \quad C_{max} \leq 160$$

$$RB=R_{max} \quad R_{min} \leq R_{max} \leq 511$$

A 点和 B 点坐标通过 SERDAT 接口输入。坐标数据以特定的顺序传输：Rmin (9Bits)、Rmax (9Bits)、Cmin (8Bits)、Cmax (8Bits)。每个坐标数据以最高权值位开始，最小权值位结束。窗口坐标数据包含 $R_{min}<8>$, ..., $C_{max}<0>$ ，共 34 位。

SERCLR 高电平时串行寄存器复位，因此 SERDAT 须在 SERCLR 下降沿后开始传输。

任意开窗工作模式时序见下图。



WINDOW_ENA=1 (任意开窗使能)

SERDAT 在 DATAVALID 下降沿和 INT 的下一个上升沿之间载入。

载入顺序: Rmin<8>... Rmin<0>, Rmax<8>... Rmax<0>, Cmin<7>... Cmin<0>, Cmax<7>... Cmax<0>。

窗口数据通过 SERDAT 传输至第一级串行寄存器, 如果窗口坐标数据满足要求(ERROR 输出为低电平), 输入数据将在 DATAVALID 下降沿和 INT 上升沿之间载入第二级并行寄存器。探测器上电初始, 为保证探测器正常工作, 第二级并行寄存器会自动加载 640×512 的窗口坐标数据。

正确的开窗控制通过以下步骤完成:

- 1) 窗口坐标数据通过 SERDAT 端口输入。
- 2) 窗口坐标数据输入后, 坐标数据经内部电路判断正确 (ERROR 转换为低电平)。如果坐标数据不满足要求或者位数错误 (ERROR 在传输完成后保持高电平), 则需要重新输入窗口坐标。
- 3) 在 DATAVALID 下降沿到来后, 输入坐标数据自动载入第二级并行寄存器。
- 4) 窗口坐标数据可以在一帧中的任何时间输入。如果坐标数据满足要求, 则在当前帧读出完成后, 开窗窗口将自动应用到下一个帧周期。

6.6 图像旋转

通过 UPROW 和 UPCOL, 探测器可实现图像旋转功能。应用该功能时, 像素与输出抽头的对应关系不会改变, 仅改变像素读出的先后顺序。

UPCOL	UPROW	像素读出起始
1	1	(CA,RA) 到 (CB,RB)
0	0	(CB,RB) 到 (CA,RA)
1	0	(CA,RA) 到 (CB,RA)
0	1	(CB,RA) 到 (CA,RB)

7. 热学参数

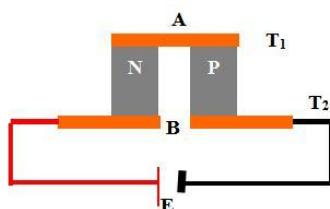
7.1 热电致冷器特性

本探测器能够在室温下工作。但是为保证探测器输出信号质量防止温漂过大, 本款探测器内置 TEC 制冷片对探测器芯片进行控温。

如图所示的是一个最简单、最基本的 TEC 器件, 由 N、P 两种类型的半导体温差电材料经电导率较高的导流片串联构成。当电流流过回路时, 将在接头 A 处发生吸热, 而在接

头 B 处放热，使得 $T_2 > T_1$ ，因而在 A、B 两端建立温差 $\Delta T = T_2 - T_1$ 。因此在使用探测器内置的 TEC 制冷片时，一定要注意 TEC 的引脚正负及电压方向和电流流向，防止 TEC 工作在发热区，对探测器造成不可逆的伤害。

在本探测器中，TEC 制冷片的冷面与探测器芯片相连，TEC 的发热面与探测器外壳底面相连，所以在使用时，需要对探测器外壳底面进行散热处理。控温时使用 PID 控制原理，使用测温电阻作为测量元件，TEC 制冷片作为执行机构，对整个探测器温度进行控制，防止过大的温漂。TEC 由于制冷量的问题并没有稳定的功耗，根据通过器件的电压电流情况进行功耗计算。



性能指标	数值
最大温差电流 $I_{max}(A)$	1.8
最大温差电压 $V_{max}(V)$	8.6
最大温差 $\Delta T_{max}(^{\circ}C)$ -Th=27°C	68.0
最大产冷量 $Q_{max}(W)$ -Th=27°C	9.0
最大温差 $\Delta T_{max}(^{\circ}C)$ -Th=50°C	75.0
最大产冷量 $Q_{max}(W)$ -Th=50°C	10.0

7.2 温度传感器特性

本探测器内置测温电阻，类型为 NTC 热敏电阻，阻值 10K，电阻 B 值为 $3950 \pm 1\%$ ，测试范围为：-50 到 125°C。NTC1 与 NTC2 引脚为测温电阻接出接口，没有极性要求。

测温电阻与温度的典型值对应关系如下表所示：

温度 (°C)	阻值 (kΩ)	温度 (°C)	阻值 (kΩ)
-20	99.102	30	8.048
-15	74.183	35	6.518
-10	56.071	40	5.311
-5	42.774	45	4.353
0	32.919	50	3.588
5	25.547	55	2.973
10	19.987	60	2.476
15	15.752	65	2.072
20	12.507	70	1.742
25	10	75	1.471

7.3 注意事项

- 1) 建议采取连接电阻较小的方式接通 TEC;
- 2) 在开启 TEC 前, 请确保温度传感器功能正常、散热面与散热器接触良好, 散热面积符合规定要求, 同时散热器应处于正常工作状态; 不建议在散热器未安装或未工作的情况下使用 TEC;
- 3) 首次开启 TEC 时, 请从 0A 或 0V 开始逐步增加电流或电压, 并持续监控温度变化, 直到达标设定的目标温度。
- 4) 探测器性能容易受到温度影响, 建议使用探测器前先对探测器开启温控, 等待探测器温度稳定后, 再对探测器进行驱动成像;
- 5) 建议在散热良好的环境下使用探测器和 TEC 温控元件;

8. 客户支持

详细技术问题或商务需求请与我们联系:

地址: 北京市北京经济技术开发区(通州)经海七路 10 号院 5 号楼 1 层

联系电话: 史经理:15910422846/ 金经理:18800150019/ 高经理:18500918016

网址: <http://www.zxrckj.com/>

9. 声明

本探测器 (ZXRC-SW640-F15-XX 系列) 使用说明的解释权归中芯热成科技(北京)有限责任公司所有, 因产品迭代升级导致的部分参数更新恕不另行通知。若有参数变化产生的疑问请及时联系中芯热成科技(北京)有限责任公司的工程技术人员进行确认。

用户在使用本探测器之前应确保已详细并充分阅读了解本探测器的使用说明, 应严格按照本探测器说明书进行使用。如用户未能严格按照本说明书使用本探测器可能会引起财产损失和人身伤害。对用户不当的使用和操作本产品而造成的财产损失和人身伤害, 本公司不承担任何的法律责任。

具体服务原则依据产品附带的保修卡或中芯热成科技(北京)有限责任公司官网质保政策实行保修服务。

10. 文档更新表

日期	内容	人员	版本
20241113	文档建立	张硕	V1.0
20250105	更正了 5.3 偏置电压要求 VAB 和 IBP 备注错误	毕成	V1.1