



# 大恒图像系列数字摄像机

## SVx1Fx 系列摄像机使用说明书

版 本：V1.2.2

发布日期：2010.04.27

---

本手册中所提及的其它硬件产品的商标与名称，都属于相应公司所有。

本手册的版权属于中国大恒（集团）有限公司北京图像视觉技术分公司所有。未得到本公司的正式许可，任何组织或个人均不得以任何手段和形式对本手册内容进行复制或传播。

本手册的内容若有任何修改，恕不另行通知。

© 2010 中国大恒（集团）有限公司北京图像视觉技术分公司版权所有

网站：<http://www.daheng-image.com>

销售信箱：[sales@daheng-image.com](mailto:sales@daheng-image.com)

销售热线：010-82828878

支持信箱：[support@daheng-image.com](mailto:support@daheng-image.com)

支持热线：010-82828878

---

## 前 言

SVx1Fx 系列数字摄像机采用逐行扫描 CCD，具有体积小、重量轻、高分辨率、高精度、高清晰度、低噪声、色彩还原好等特点。摄像机采用了 IEEE-1394 标准接口，安装、使用方便，适用于工业生产、医疗、科研、教育、公安、交通、安防、办公自动化等领域。

尽管 IEEE-1394 和 USB 使用的都是串行接口，传输频率不相上下，且都支持热插拔，但两种技术之间还是存在较显著的区别，有各自的适用领域。USB 传输过程中需要 CPU 对数据传输进行控制，对主机的 CPU 占用率较高，因此比较适合于桌面应用的高清晰度、高分辨率图像的传输；IEEE-1394 几乎不需要 CPU 进行干预，因此更适合于多路图像同时传输或实时处理。

本手册详细介绍了 SVx1Fx 系列摄像机的功能，使用前请仔细阅读此说明书。

本手册适用于 SVx1Fx 系列中 8 个型号的摄像机，分别是：SV401FM、SV401FC、SV1411FM、SV1411FC、SV1421FM、SV1421FC、SV2001FM、SV2001FC。

---

# 目 录

1. 概述.....	1
1.1. 性能规格.....	1
1.2. 黑白像机光谱响应曲线.....	2
1.3. 彩色像机光谱响应曲线.....	4
1.4. 功能概述.....	6
1.5. 环境要求.....	8
1.6. 使用注意.....	8
2. 摄像机接口.....	9
2.1. 概述.....	9
2.2. 管脚定义.....	10
2.3. 电源.....	11
2.4. 像机输入端口.....	11
2.4.1. 滤波器.....	12
2.5. 像机输出端口.....	13
2.5.1. 典型输出电路.....	14
2.6. 电缆要求.....	15
2.6.1. IEEE1394 电缆.....	15
2.6.2. I/O电缆.....	15
2.7. 滤光片.....	15
3. 摄像机功能.....	16
3.1. 曝光时间.....	16
3.2. 曝光控制.....	16
3.3. 软触发.....	16
3.4. 触发时序.....	16
3.5. 交叠与非交叠式曝光.....	18
3.6. 帧率和帧周期.....	19
3.6.1. 帧周期.....	19
3.6.2. 帧率.....	19
3.7. 包长调节帧率.....	21
3.8. 延时曝光.....	21
3.9. 测试图像.....	21
3.10. 输入和输出端口.....	22
3.11. 增益.....	22
3.12. 查找表 (LUT).....	23
3.13. 16 位数据格式.....	24
3.14. 像机参数的保存与启用.....	25
3.15. 参数保存.....	25

---

3.16.	参数启用.....	26
3.17.	心跳功能.....	26
4.	外形尺寸.....	27
4.1.	摄像机安装尺寸.....	27
4.2.	镜头最大螺纹长度.....	28
5.	修改历史.....	29

# 1. 概述

## 1.1. 性能规格

规格	DH-SV401Fx	DH-SV1411Fx	DH-SV1421Fx	DH-SV2001Fx
传感器	1/2 英寸	2/3 英寸	1/2 英寸	1/1.8 英寸
	逐行扫描 CCD			
分辨率	780×582	1392×1040	1392×1040	1628×1236
像素尺寸	8.3μm×8.3μm	6.45μm×6.45μm	4.65μm×4.65μm	4.40μm×4.40μm
最大帧率	50 帧/秒	15 帧/秒	15 帧/秒	14 帧/秒
数据接口	IEEE-1394a			
图像数据格式	FM (黑白)			
	Mono8 (DCAM Mono8)			
	Mono16 (DCAM Mono16)			
	FC (彩色)			
	Bayer RG8 (DCAM Raw8)			
	Bayer RG16 (DCAM Raw16)			
模/数转换精度	12 位			
像素输出深度	8/12 位			
包长可调	112~4096	356~4096	356~4096	492~4096
增益可调	0~36dB			
查找表	4K×8bit			
快门速度可调	1/50000s ~ 1s			
同步方式	外触发 (可编程曝光、电平曝光) 软触发			
功耗	额定功率: 3.0W@12V 最大功率: 4.5W@12V			
可支持系统	Windows2000/XP、Linux			
镜头接口	C、CS			
工作温度	0 ~ 50℃			
工作湿度	20% ~ 80%			
重量	350g			
其他	闪光灯控制信号输出; 可通过调节包长改变帧率; 触发后延迟曝光; 测试图像输出; 双电源供电; 内置用户自定义数据区, 支持用户二次开发等。			

表 1-1

## 1.2. 黑白像机光谱响应曲线

下面是SVx1Fx 黑白像机的光谱响应曲线，所有图都不考虑镜头和光源的特性。

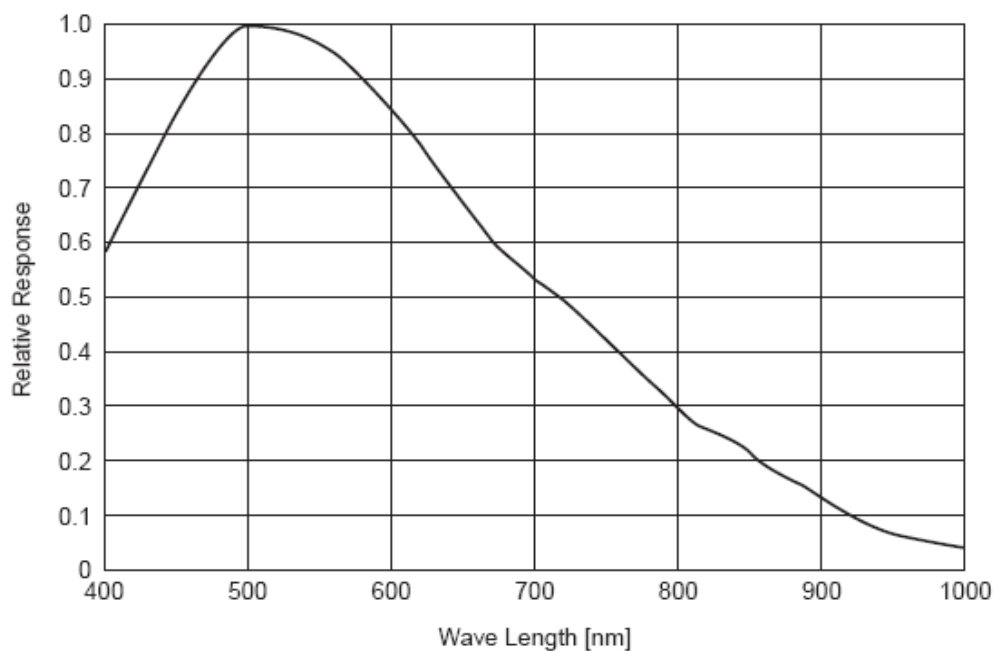


图 1-1 DH-SV401FM 光谱响应曲线

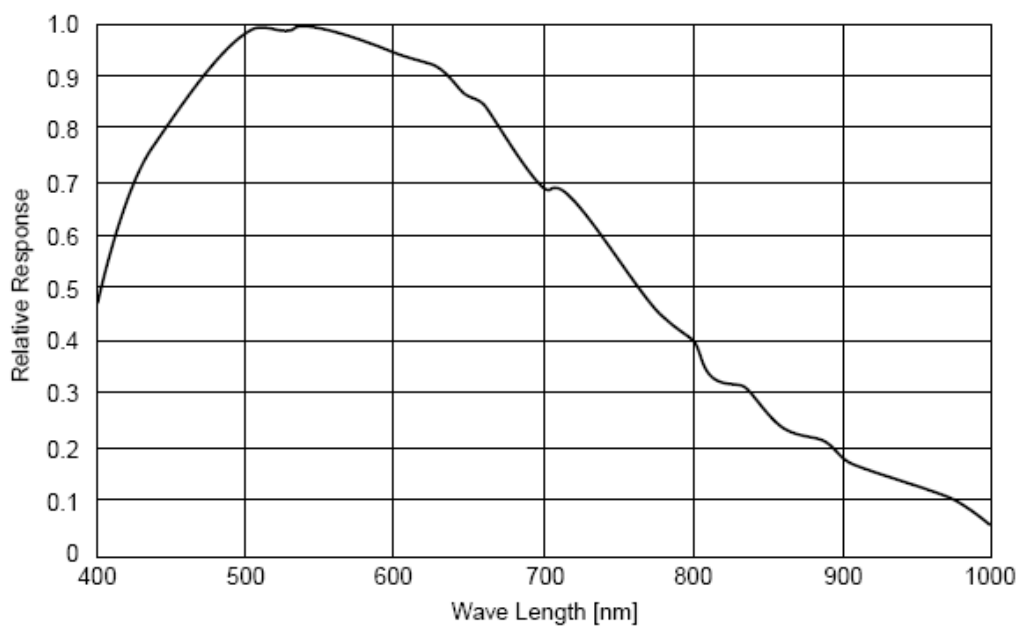


图 1-2 DH-SV1411FM 光谱响应曲线

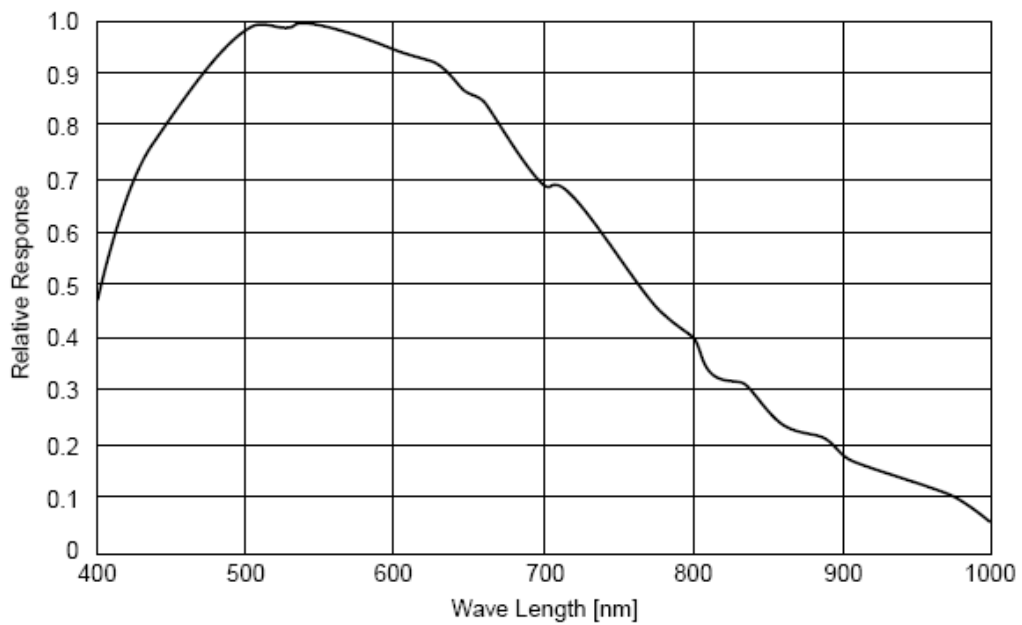


图 1-3 DH-SV1421FM 光谱响应曲线

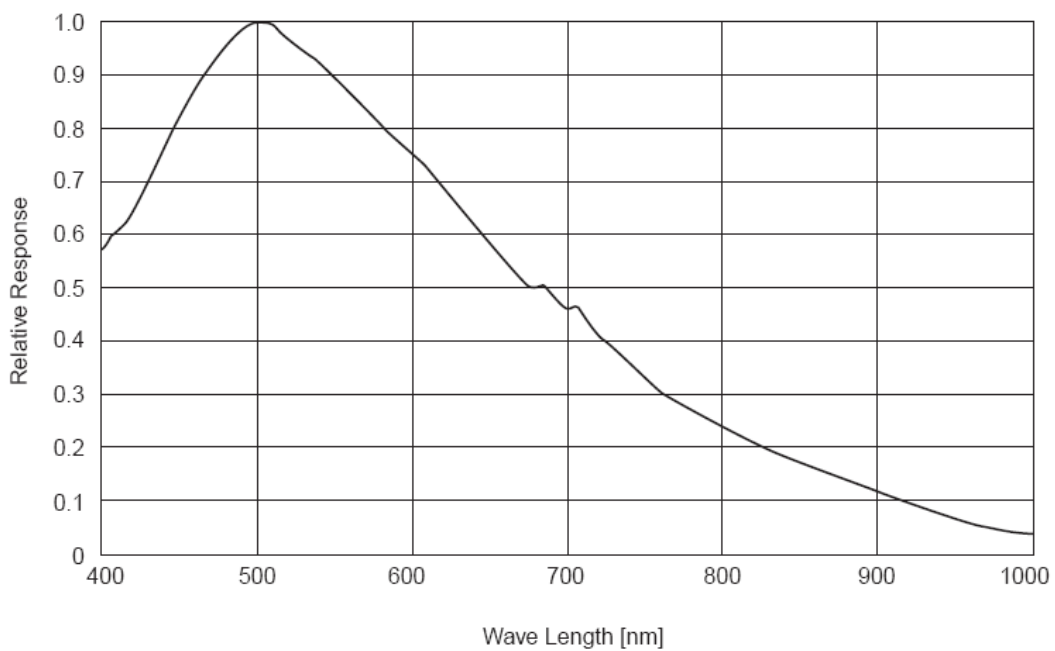


图 1-4 DH-SV2001FM 光谱响应曲线



### 1.3. 彩色像机光谱响应曲线

下面是 SVx1Fx 彩色像机的光谱响应曲线，所有图都不考虑镜头和光源的特性。

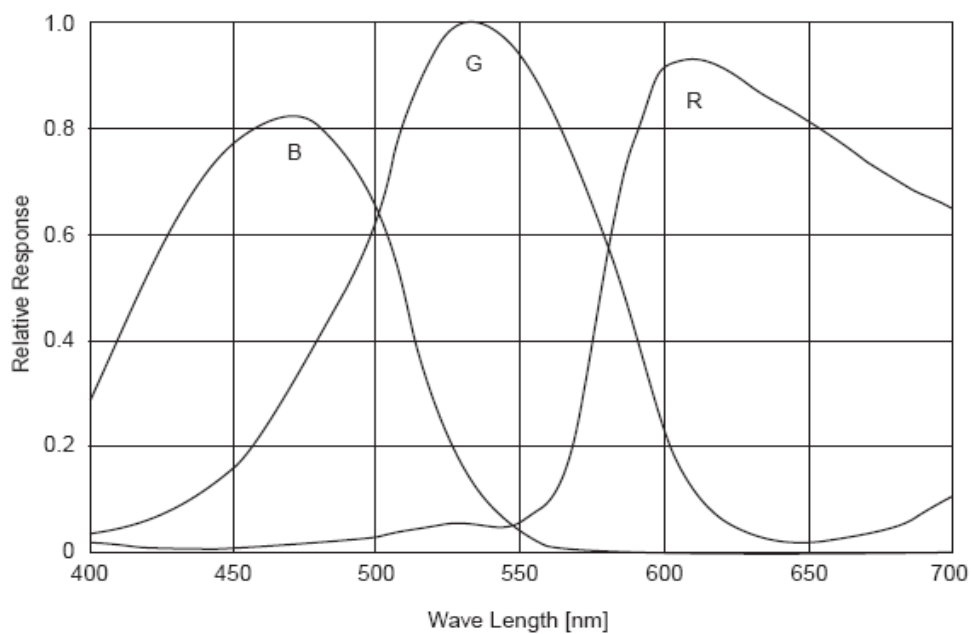


图 1-5 DH-SV401FC 光谱响应曲线

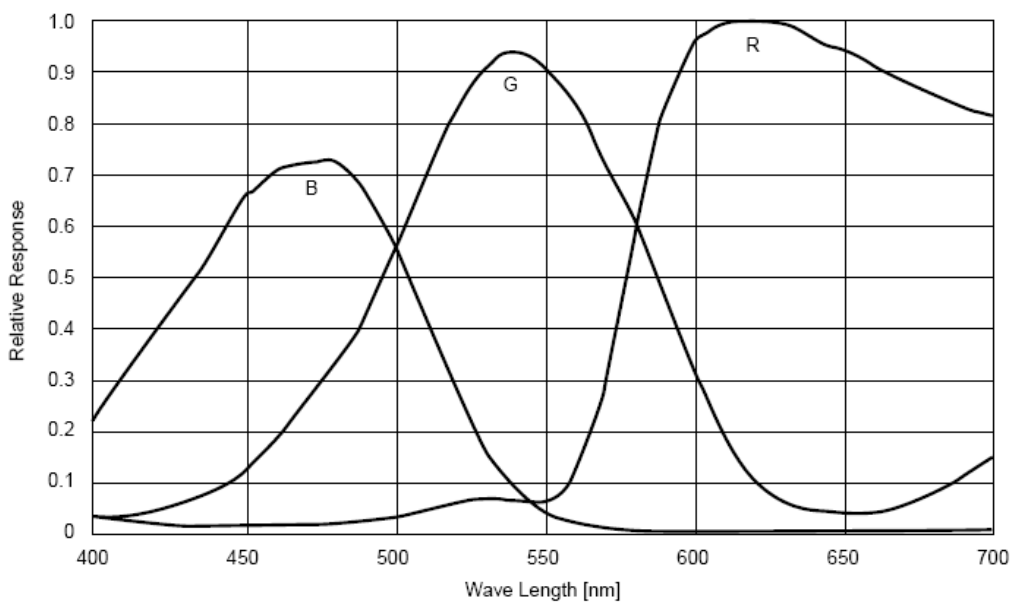


图 1-6 DH-SV1411FC 光谱响应曲线

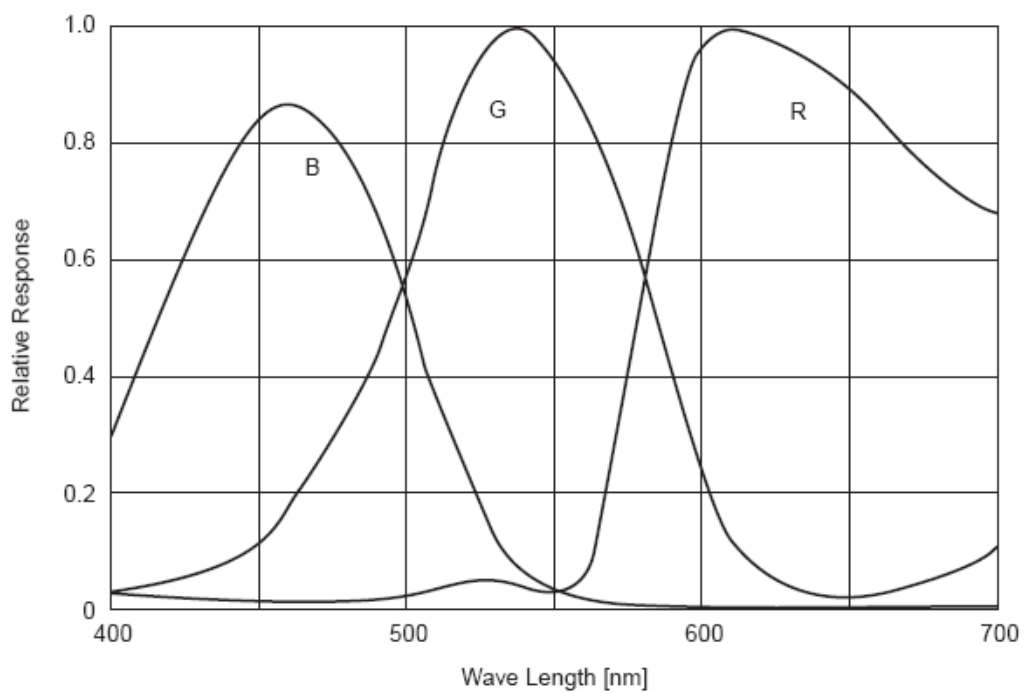


图 1-7 DH-SV1421FC 谱响应曲线

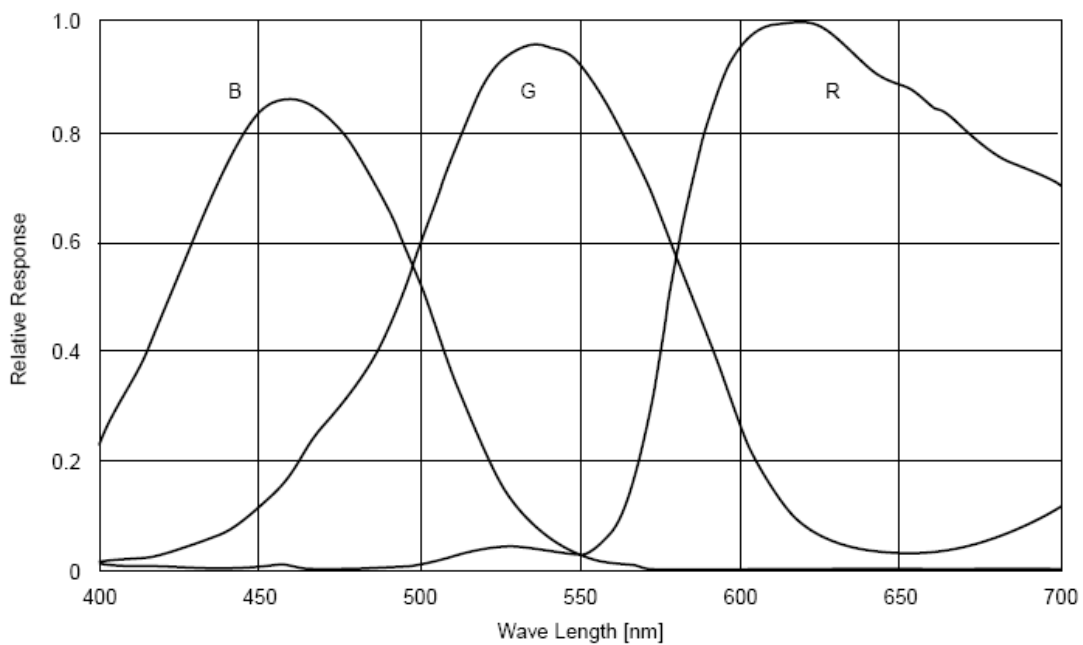


图 1-8 DH-SV2001FC 光谱响应曲线

## 1.4. 功能概述

序号	功能名称	功能简单描述
1	连续采集	摄像机自动地连续采集图像，并将采集到的图像数据传输给主机。
2	可编程曝光（外触发）	在可编程曝光模式下，摄像机检测到外部触发信号发生电平跳变（具体是上升沿触发还是下降沿触发取决于“外触发极性选择”选项的“high”和“low”）后开始曝光，采集一帧图像，传输给主机。
3	电平曝光(外触发)	在电平曝光模式下，检测到触发脉冲有效沿后摄像机进入曝光状态，直至触发脉冲有效电平结束，摄像机输出一帧图像，传输给主机。
4	外触发极性选择	用户通过更改极性选择“high”和“low”，可以选择使用上升沿触发或下降沿触发。
5	采单帧	在连续采集模式下，可通过采单帧命令采集一帧图像，并传输给主机。
6	闪光灯控制信号极性选择	用户通过更改极性选择，选择输出的曝光有效信号是高有效（high）或者低有效（low）。
7	软触发采集	用户通过软件发送触发命令，触发摄像机采集图像。
8	帧冻结	用户可以通过帧冻结命令(on)，控制摄像机不再采图，只是传输摄像机内部存储的图像。
9	包长调节帧率	用户可以通过调节包长从而调整 1394 总线上的传输带宽，摄像机根据包长的调节改变自身的帧率。
10	曝光时间调节	可以设置摄像机的曝光时间的长度（取值范围为 20us~1s）。
11	曝光时间单位调节	设置曝光时间的单位，分为 ms 和 us。
12	增益控制	改变图像的增益，可调范围为 0~36dB。

序号	功能名称	功能简单描述
13	单通道增益控制, 红通道和蓝通道	改变红颜色的增益和蓝颜色的增益。调节这两个通道可以调节白平衡, 使显示的图像色彩最接近于所采图像的真实色彩。
14	查找表 (LUT)	可根据应用需要对 4096 灰度等级进行线性或非线性变换, 输出 256 灰度等级
15	亮度调节	调节亮度可以偏移图像的整体灰度。和增益不同, 调节亮度不改变亮暗像素的灰度差。
16	图像开窗口功能(AOI)	用户可以根据关心的区域改变图像采集的窗口, 同时像机也根据图像采集的有效窗口的高度改变帧率。
17	触发后曝光延迟可设	触发信号到来之后, 摄像机经过一段时间的延迟之后才开始曝光, 这一段时间用户可以根据应用情况的需要自己设定。
18	摄像机测试图像输出	Disabled: 真实图像; Testimage1: 灰度值按帧数增加 1 Testimage2: 滚动的斜条纹 Testimage3: 静止的斜条纹
19	闪光灯开关	用户可以通过这个开关打开或关闭闪光灯信号输出。当为“on”时, 打开闪光灯输出; 当为“off”时, 关闭闪光灯输出。
20	传输延时	通过设置传输延时, 让多个像机分时占用 1394 总线, 实现多机传输的功能。
21	用户自定义 I/O	3 路可编程光耦隔离输入 3 路可编程光耦隔离输出
22	心跳功能	摄像机内置心跳功能, 用于检测自身工作状态, 当摄像机工作发生异常时可自主判断并分级别予以处理, 最大程度的让无人值守机尽快回复正常工作。

表 1-2

---

## 1.5. 环境要求

摄像机正常工作时，环境温度范围应该是  $0^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 。温度超过  $50^{\circ}\text{C}$  后，应当加散热装置，例如在像机的安装底座上加散热片，或者用风扇以改善通风。

摄像机正常工作时，环境的相对湿度应该是  $20\%\sim 80\%$ 。

## 1.6. 使用注意

IEEE1394 虽然支持热插拔，但在带电的情况下，由于静电放电（ESD），1394 物理端口可能会被损坏，所以带电插拔像机时，最好让像机机壳和 PC 机壳共地，或者直接将 PC 关机后再插拔像机。

## 2. 摄像机接口

### 2.1. 概述

在 SVx1Fx 系列像机的背面，有两个接口，一个是标准的 IEEE-1394 插座，同主机进行数据交换；一个是 HR 插座，是像机的 I/O 和电源。还有两个 LED 灯，状态指示灯（红灯）亮表示 1394 已连接；工作指示灯（绿灯）闪表示主机和像机之间正在传输数据。

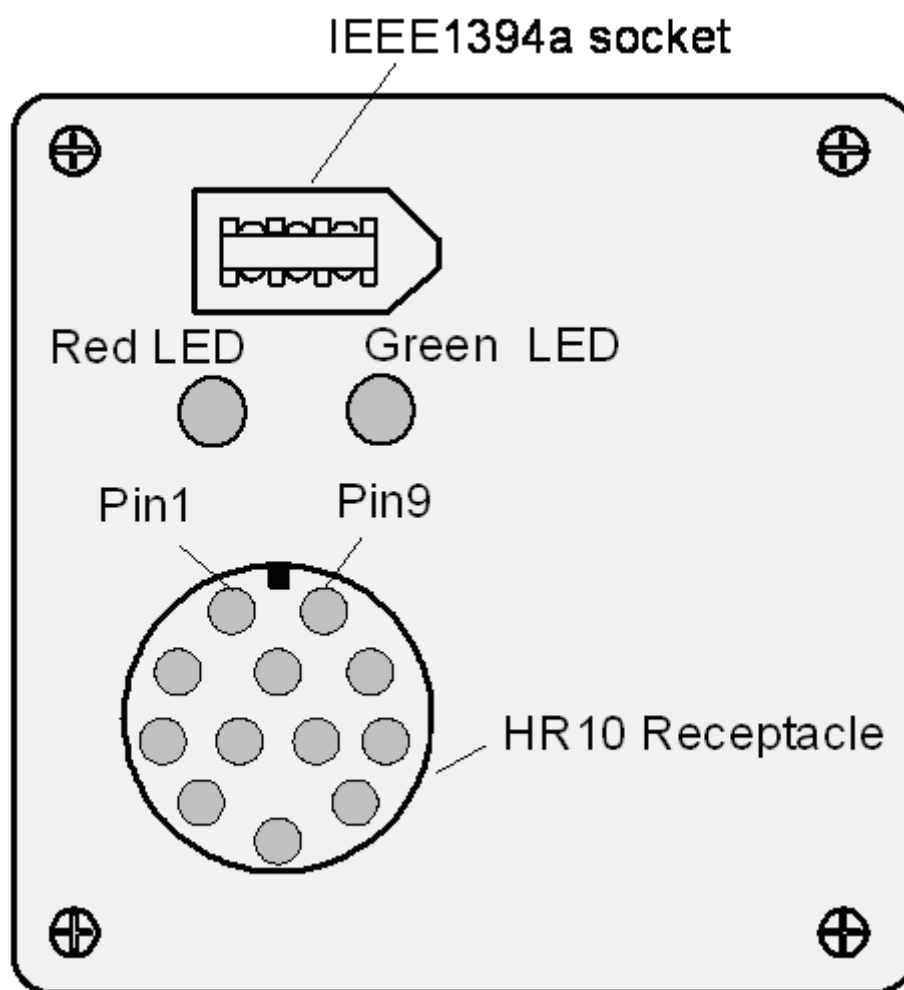


图 2-1

其中，1394 接口的管脚分布如图 2-2 所示：

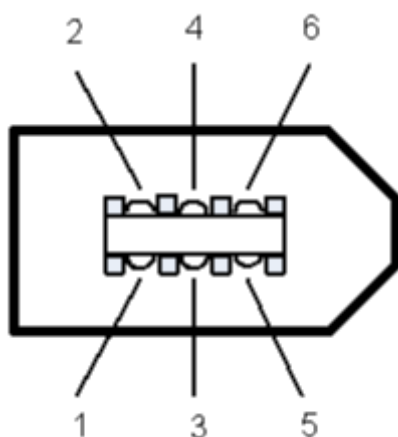


图 2-2

其中，HR插座的管脚分布如图 2-3 所示：

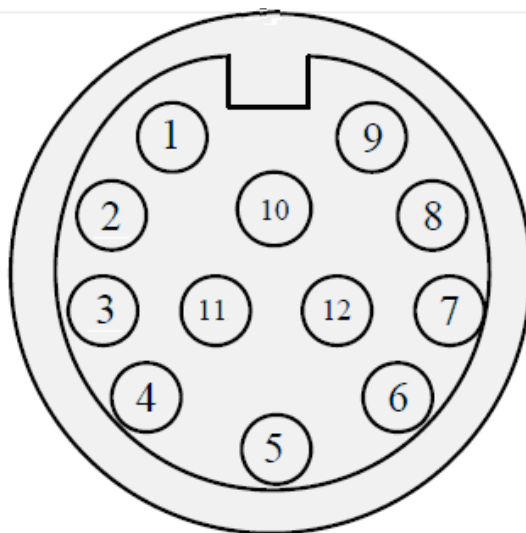


图 2-3

## 2.2. 管脚定义

1394 接口的信号定义：

管脚	信号	管脚	信号
1	电源	4	TPB+
2	GND	5	TPA-
3	TPB-	6	TPA+

表 2-1

HR 插座管脚信号定义:

管脚	信号	I/O 类型	说明
1	Output2	输出	像机输出信号 2
2	Input2	输入	像机输入信号 2
3	EX_VCC	输入	用户电源, 5-24V DC
4	RXD	保留	保留
5	+12V	输入	像机电源
6	TGND	输入	用户地
7	Output0	输出	像机输出信号 0
8	Input0	输入	像机输入信号 0
9	Output1	输出	像机输出信号 1
10	Input1	输入	像机输入信号 1
11	GND	输入	像机地
12	TXD	保留	保留

表 2-2

## 2.3. 电源

SVx1Fx 系列摄像机输入电源必须用直流电源, 范围是+9V~+24V。它有两种供电方式: 1394 总线供电或 HR 插座外接电源供电, 两个电源在像机内部是隔离的。当两个电源同时连接时, 实际供电的是电压较高的电源。

## 2.4. 像机输入端口

图 2-4 是触发输入的原理图, 每路输入信号是用光耦隔离的。像机提供 3 个输入端口, 用户可根据需要定义其中一个为触发信号输入口。像机默认的触发源为input0。

使用 Input0 为触发源时, 触发电平范围 0V ~ +5V; 当使用 Input1 或 Input2 为触发源时, 触发电平范围 0V ~ +12V; 当触发电平范围为 0V ~ +24V, 需要外接约 2KΩ 的限流电阻。更精确的外接电阻和触发电平的关系, 可以用下面的公式计算, 使光耦工作在典型电流 10mA 下。

$$R = 100 \times (V_{in} - 0.7) - R_0, \quad \text{其中:}$$

$V_{in}$  是外接触发信号电平;

$R_0$  是像机内部串入的电阻, 例如, 对 Input0, 是 100Ω; 对 Input1, Input2 是 560Ω。

$R$  是外部需要串接的电阻。

在正常工作温度条件下 (0°C ~ +50°C), 光耦的极限工作电流为 50mA, 典型工作电流为 10mA。超过了极限工作电流, 光耦可能会烧坏。



当触发脉冲为负电平时，计算方法同上。

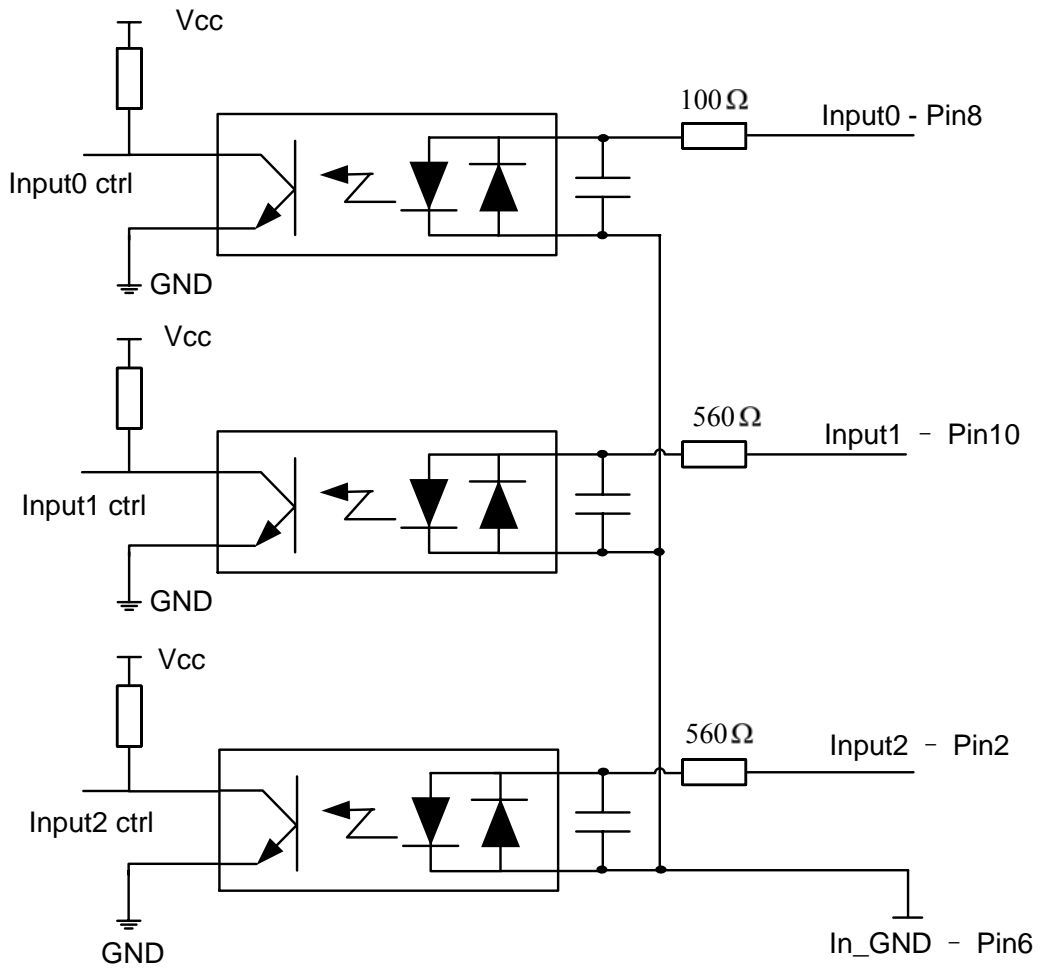


图 2-4

### 2.4.1. 滤波器

为了去除干扰信号可能引起的误触发，输入信号经过光耦后，再经过一个数字滤波器，滤波宽度用户可设，如图 2-5。经过滤波后，干扰脉冲或毛刺被滤掉。

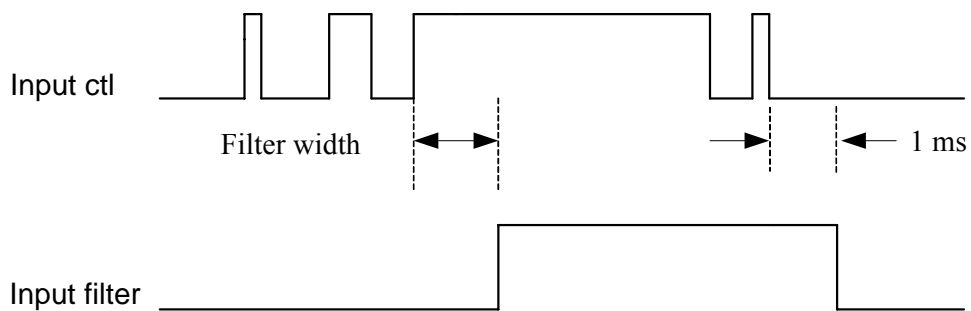


图 2-5 滤波器

Input ctrl 是经过光耦的信号，Input filter 是经过数字滤波器的信号，Filter width 是滤波

宽度，0~2000us 可设，默认 10us。在 Input ctl 的上升沿，小于 Filter width 宽度的信号被滤掉。

Input ctl 下降沿滤波宽度固定为 1ms，用户不可设。

## 2.5. 像机输出端口

图 2-6 是像机输出端口原理图，像机提供了 3 个输出端口。每个端口输出都有光耦隔离，可以输出触发允许信号（Trigger ready）、触发有效信号（Strobe）、积分信号（Integration）、用户定义信号（User set）。通过写相应的寄存器，每个端口都可以配置为上述 4 个信号中的某一个。像机默认的输出是：output0 为触发有效信号，output1 为触发允许信号，output2 为积分信号。

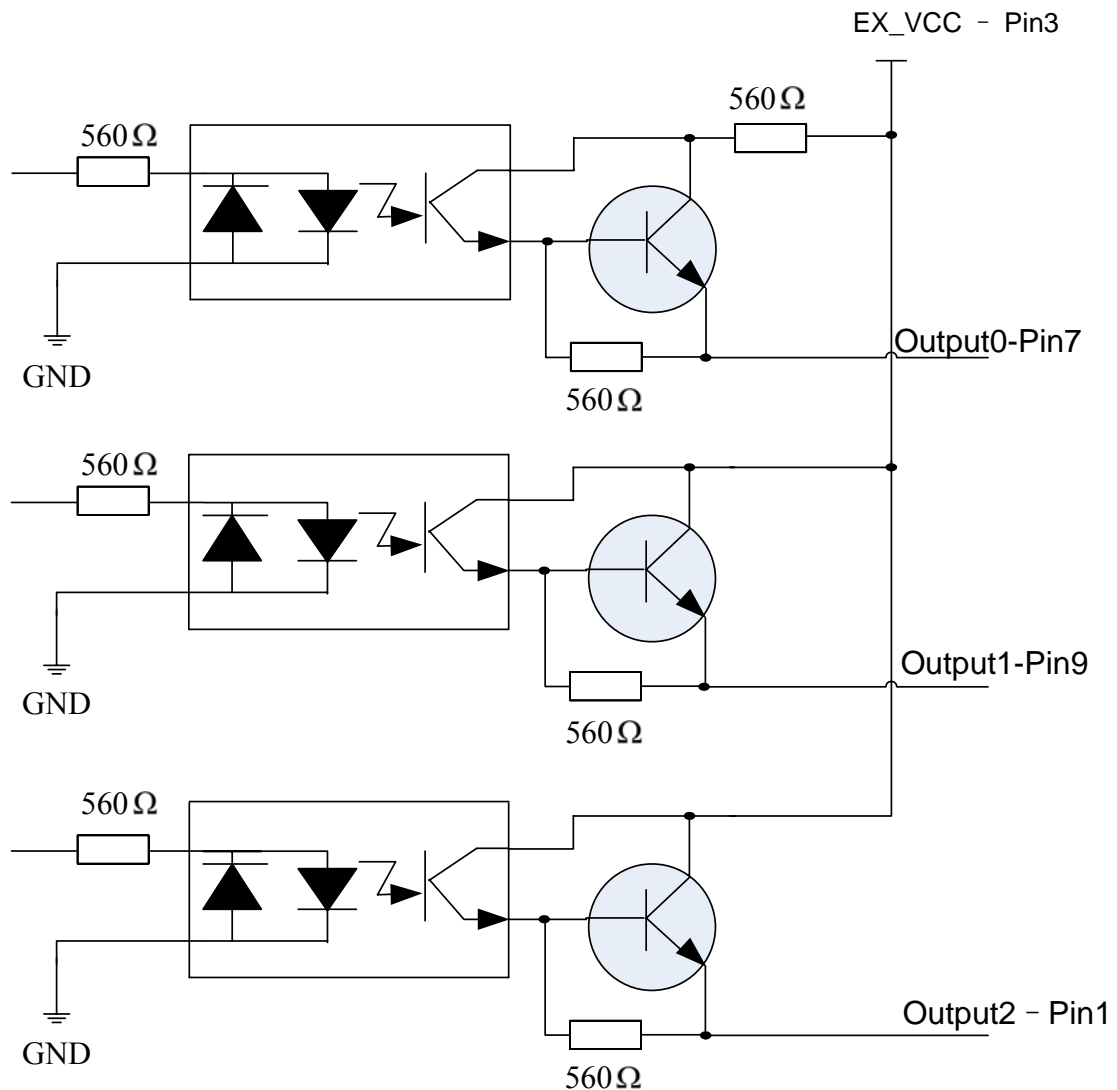


图 2-6

## 2.5.1. 典型输出电路

图 2-7 是一个输出应用的例子，可用于控制闪光灯等负载。EX\_VCC是+5V~+24V的直流电源。当EX\_VCC取+12V时，输出端的下拉电阻应该为 1K $\Omega$ 左右；当EX\_VCC取+24V时，输出端的下拉电阻应该为 2.2K $\Omega$ 左右，将输出电流控制在 10mA左右。

在正常工作温度条件下（0 $^{\circ}$ C ~ +50 $^{\circ}$ C），端口的极限电流是 50mA。超过了极限工作电流，输出三极管和光耦可能会烧坏。

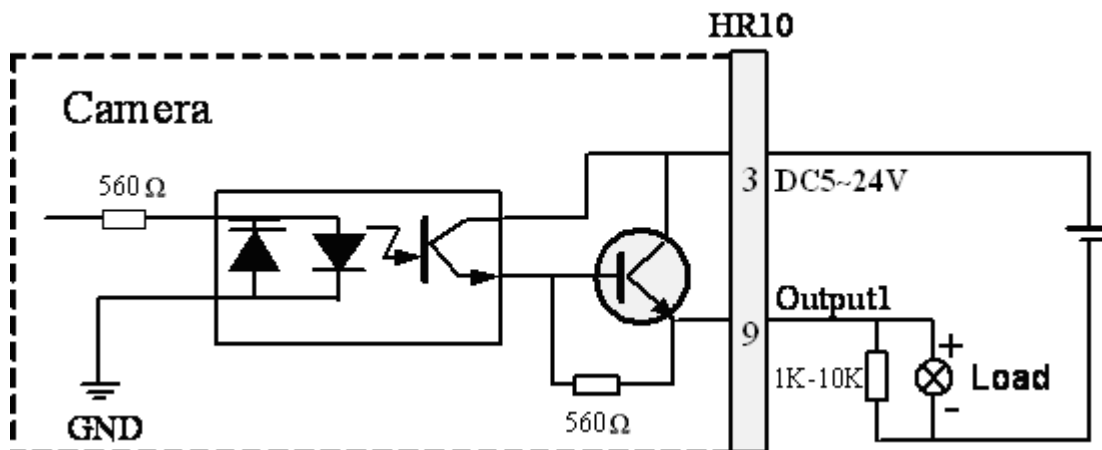


图 2-7

图 2-8 是另外一个输出应用的例子。对于一些有上拉输入的闪光灯，可以使用下图的输出电路，EX\_VCC（pin3）接闪光灯的输入正端，Output2 接闪光灯的负端。

在正常工作温度条件下（0 $^{\circ}$ C ~ +50 $^{\circ}$ C），端口的极限电流是 50mA。超过了极限工作电流，输出三极管和光耦可能会烧坏。

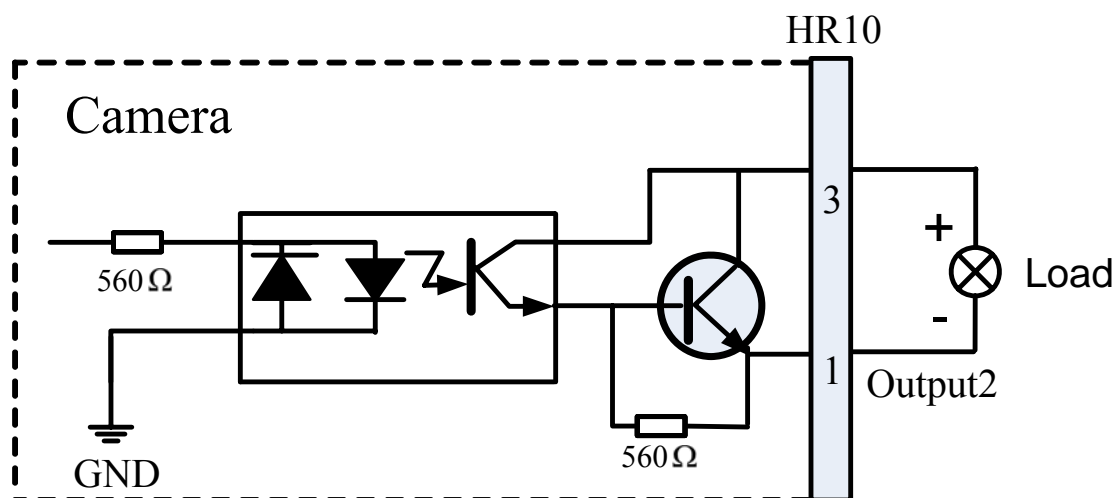


图 2-8

## 2.6. 电缆要求

### 2.6.1. IEEE1394 电缆

按照 IEEE1394a 标准，像机和主机连接的 1394 电缆最长为 4.5m。

### 2.6.2. I/O 电缆

I/O电缆的最大长度为 10m，和像机触发插座相配合的插头型号是HR10A-10TR-12PE，推荐I/O电缆按图 2-9 来定义。

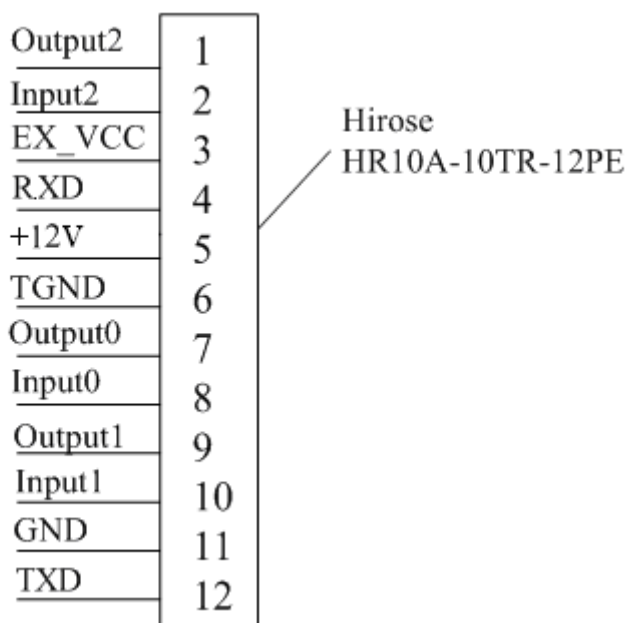


图 2-9 I/O 电缆管脚分布定义

## 2.7. 滤光片

SVx1Fx 系列彩色像机安装了红外滤光片，其截止频率为 700nm，减小了不可见光部分对图像的影响。当需要近红外响应时，可以去掉此滤光片。

由于SVx1Fx系列彩色像机安装了红外滤光片，选择镜头时请注意，如果镜头螺纹过长，会损坏滤光片，详细的说明请看 4.2 部分。

---

## 3. 摄像机功能

### 3.1. 曝光时间

当外部光源为日光及直流光源时，像机对曝光时间无特殊要求；当外部光源为交流光源时，要求曝光时间与外部光源的周期相关，如 50Hz 光源条件下曝光时间必须是 1/100s 的整倍数，才能保证较好的图像质量。通过设定摄像机的曝光时间来确定与外部光源同步的曝光时间。

SVx1Fx 像机支持的最小曝光时间是 20us，最长曝光时间 1s，有两种曝光时间单位：us 和 ms。

SVx1Fx 像机使用了帧曝光 CCD，适合拍摄运动物体。

### 3.2. 曝光控制

SVx1Fx 像机支持两种外触发曝光方式：可编程曝光和电平曝光。

可编程曝光模式：像机检测到外触发信号的有效沿（由用户设定）时开始曝光，曝光时间取决于寄存器内部用户设定的值。触发信号极性可设，可以是上升沿或下降沿，由用户通过寄存器设定。

电平触发曝光模式：像机检测到外触发信号是一个有效电平（由用户设定）时开始曝光，曝光时间是由外触发信号的高电平宽度或低电平宽度决定的。触发信号极性可设，可以是高电平或低电平，由用户通过寄存器设定。

### 3.3. 软触发

除上述的两种外部触发模式外，SVx1Fx 像机还支持软触发。用户设置软触发使能时，主机可以通过 1394 总线发送命令触发摄像机采集和传输图像，曝光时间由相应寄存器设定。更详细资料请参考 SDK 相关开发文档。

### 3.4. 触发时序

图 3-1 为外触发时序图，假设输入、输出端口的极性都为默认值，高有效，输出端口为下拉输出，同图 2-7。

(1) Trigger Ready: 触发使能信号，高有效，极性不可设。当 Trigger Ready 为高时，表明像机可以接受外触发信号。像机被触发后开始曝光，这时 Trigger Ready 变低，不再接受外触发信号，当曝光完成以后 Trigger Ready 变高，允许下一帧触发。

(2) Trigger: 外触发信号，极性可设，图中为上升沿有效，像机检测到一个上升沿后

开始曝光。如果像机设置为电平触发模式，高电平有效，像机检测到高电平后开始曝光。

(3) **Strobe**: 触发有效信号，极性可设，图中为高有效。从像机收到触发信号到触发有效信号为高，有一个延时，叫触发延时 (Trigger delay)，这个延时是随机的，当像机工作在交叠曝光下，延时是 0—60us；当像机工作在非交叠曝光下，延时是 0—5us。交叠和非交叠曝光的详细说明，请参看 3.5 部分。

触发有效信号的宽度是曝光延时和积分信号宽度之和。

(4) **Integration**: 积分信号，极性可设，图中为高有效。积分信号有效后，CCD 开始积累电荷，像机开始了真正的曝光，积分信号的宽度就是曝光时间。

从触发有效信号为高到积分信号为高，有一个延时，叫曝光延时 (Exposure delay)，可以由相应的寄存器设置，像机默认是 1us。对于一些延时比较大的闪光灯，通过设置曝光延时值，可以精细调节积分信号对触发有效信号的相位延时，使像机和闪光灯同步。

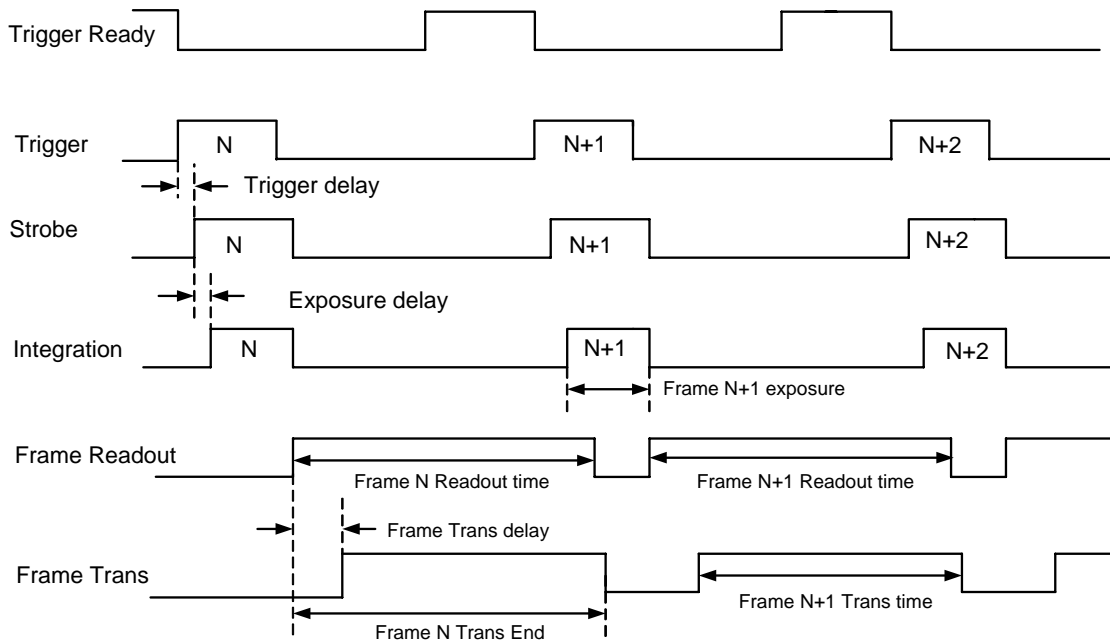


图 3-1

(5) **Frame Readout**: 帧读出信号，高有效，曝光结束后变高，是图像数据从 CCD 阵列读出到像机帧存中所需的时间。帧读出时间可以用下面的公式计算：

$\text{Frame Readout Time} = \text{AOI height} \times C_1$ , AOI height 是图像的高度， $C_1$  是一个常数，和像机型号有关，可以参考下表。

	SV401Fx	SV1411Fx	SV1421Fx	SV2001Fx
$C_1$ (us)	31.47	60	60	53.33

表 3-1

(6) **Frame Trans**: 帧传输信号，高有效，是图像数据通过 1394 总线从像机帧存传输

到主机所需的时间。帧传输时间可以用下面的公式计算：

$$\text{Frame Trans Time} = \text{packets} * 125\mu\text{s}$$

packets是传输一帧图像所需的包数，具体计算参看 3.6.2 部分。

(7) Frame Trans delay: 传输延时，是指帧读出信号 Frame Readout 和帧传输信号 Frame Trans 间的延时。传输延时由两部分组成，一个是像机固有的延时，一个是用户设置的延时，实际延时是固有延时和用户设置延时之和。像机默认的用户设置延时是 0us。

用户设置的传输延时只有在触发模式下有效。

(8) Frame Trans end: 帧传输结束时间，是指像机从曝光结束到主机收到一帧图像所需的时间。帧传输结束时间可以用下面的公式计算：

当 Frame Readout Time > Frame Trans Time 时，传输结束时间：

$$\text{Frame Trans end} = \text{Frame Readout Time} + 250\mu\text{s};$$

当 Frame Readout Time < Frame Trans Time 时，传输结束时间：

$$\text{Frame Trans end} = \text{Frame Trans Time} + 250\mu\text{s};$$

上面计算传输结束时间时，没有包含用户设置的传输延时，如果用户设置了传输延时，那么帧传输结束时间是上面计算值再加用户设置的延时值。

### 3.5. 交叠与非交叠式曝光

像机获取一帧图像由两个阶段组成：曝光，读出。像机被触发后，开始曝光，曝光完成后，CCD阵列中的数据马上被读出到像机帧存中。非交叠式曝光是指当前帧图像曝光、读出完成以后，才允许下一帧图像开始曝光，如图 3-2 所示，第N帧图读出结束后，经过一个时间间隔（阴影部分），第N+1 帧图像开始曝光，这两个事件没有重叠的部分。

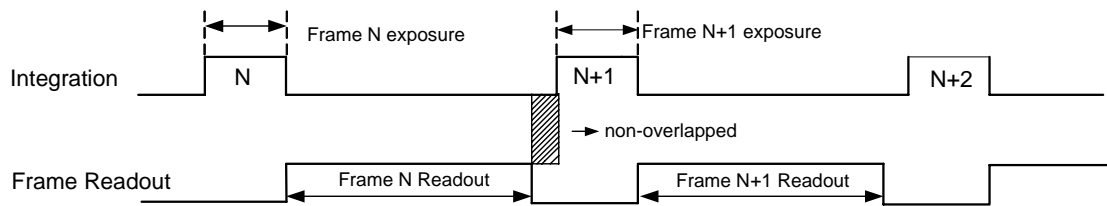


图 3-2 非交叠式曝光

交叠式曝光是指当前帧图像曝光完成以后，正在读出的同时，下一帧图像已经开始曝光了，如图 3-3 所示，第N帧图像读出的同时，第N+1 帧图像已经开始曝光，这两个事件有重叠的时刻（阴影部分）。

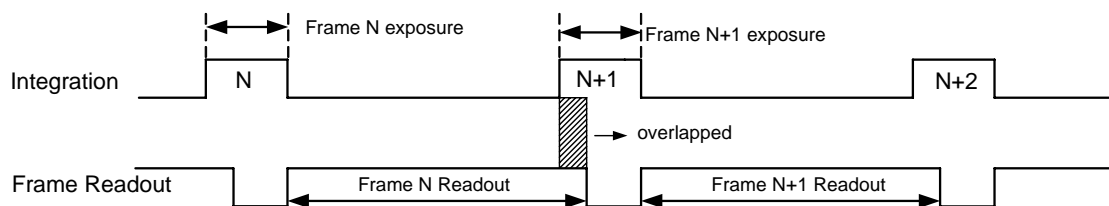


图 3-3 交叠式曝光

和非交叠式相比，交叠式曝光能使像机工作在更高的帧率。在交叠式曝光下，曝光的精度是 60us，在非交叠曝光下，像机的曝光精度是 5us。像机工作在交叠曝光还是非交叠曝光，可以用下面的公式计算得到：

交叠式曝光：帧周期 ≤ Frame Readout + exposure；

非交叠式曝光：帧周期 > Frame Readout + exposure；

帧周期的计算可以参看 3.6.1 部分；Frame Readout Time 是帧读出时间，计算可以参看 3.4 部分；exposure 是曝光时间，由用户设置。

## 3.6. 帧率和帧周期

### 3.6.1. 帧周期

帧周期可以用下面的公式计算：

$$\text{帧周期} = \frac{1}{\text{帧率}}$$

### 3.6.2. 帧率

1、连续模式下，帧率计算如下：

像机的最高帧率是下面 3 个因素共同决定的：

(1) 帧读出时间，即 Frame Readout。图像高度越小，读出所需的时间越小，则帧率越高。

(2) 帧传输时间，即 Frame Trans。1394 传输所需的时间越小，帧率越高。

(3) 曝光时间。曝光时间越小，帧率越高。

像机最终的帧率由上面帧率最低的因素决定，具体可由下面的公式计算。

(1) 由帧读出时间决定的帧率：

$$\text{fps} = \frac{1}{\text{AOI height} \times C_1 + \text{top} \times C_2 + C_3}$$

其中，AOI height 是图像高度；top 图像垂直方向起始位置；C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub> 是常数，和像机型号有关，计算时可以参照下表。

	SV401Fx	SV1411Fx	SV1421Fx	SV2001Fx
C <sub>1</sub> (us)	31.47	60	60	53.33
C <sub>2</sub> (us)	1.97	15	6	3.33
C <sub>3</sub> (us)	1526	3825	3825	5006

表 3-2



(2) 由传输时间决定的帧率:

$$\text{fps} = \frac{1}{\text{packets} \times 125\text{us} + \text{Trans Delay}}$$

其中, packets 是传输每帧图像所需的包数; Trans Delay 是用户设定传输延时。

包数 packets 计算公式为:

$$\text{packets} = \frac{\text{AOI height} \times \text{AOI width}}{\text{packet size}};$$

其中, AOI height 是图像的高度; AOI width 是图像的宽度; packet size 是包长;

如果传输的是 12 位图像, 包数应再乘以 2, 即

$$\text{packets} = \frac{\text{AOI height} \times \text{AOI width}}{\text{packet size}} \times 2$$

注意, 由于 DCAM 结构的限制, 传输一帧图像允许的最大包数是 4095。在分辨率不变的情况下, 降低包长, 意味着传输的包数增加了。如果包长降到足够低, 包数超过 4095 时, 图像数据的传输将会出错。

(3) 由曝光时间决定的帧率:

$$\text{fps} = \frac{1}{\text{exposure}}$$

其中, exposure 是曝光时间。

通过计算, 3 个公式中最低的帧率是像机的最终帧率。

2、触发模式下, 帧率计算如下:

在触发模式下, 摄像机的最高帧率等于同等情况下连续采集模式下的帧率, 但是由于触发信号频率和触发信号到来时机的不同, 可能造成触发模式下的帧率小于同等情况下连续采集模式下的帧率。

设触发信号频率为:  $F_W$ , 触发模式下摄像机最大帧率为:  $F_{MAX}$ ,  $F_{MAX}$  等于同等情况下连续采集模式下的帧率。

在触发模式下, 摄像机的最大帧率为

$$\frac{F_W}{\text{INT}\left(\frac{F_W}{F_{MAX}}\right) + 1}$$

由上面公式可知, 当  $F_W < F_{MAX}$  时, 摄像机的最大帧率为  $F_W$ , 当  $F_W > F_{MAX}$  时, 摄像机的最大帧率小于  $F_W$ 。

---

## 3.7. 包长调节帧率

一帧图像从CCD阵列读出到像机帧存以后，图像数据被打包发送到主机，由 3.6.2 部分可知，减小包长以后，传输每一帧图像所需的包数增加了，传输时间相应变长，当包长降到足够低的时候，像机的帧率降低。

IEEE1394a允许的最大包长是 4096Bytes。当 1394 总线上只有一个像机时，可以把包长设为 4096，这样从触发到主机收到一帧图像，所需的时间最短。当 1394 总线上需要接多只像机时，可以减小每只像机的包长，让多个像机共享总线 4096Bytes带宽，解决带宽不足而影响多机同时使用的问题。减小包长后 1394 总线上多只像机虽然可以同时使用，但对每只像机来说，最大帧率可能会降低，从触发到主机收到一帧图像的时间变长了，具体的计算请参考 3.4 部分。

## 3.8. 延时曝光

一些延时比较大的闪光灯，在像机的触发有效以后延时一段时间后才开始闪光，这种情况下，可以设置曝光延时寄存器，使像机和闪光灯同步。摄像机接收到触发信号后，触发有效信号为高（低），经过用户设置的延迟时间后，像机的积分信号 Integration 有效，像机开始曝光。如果曝光延时寄存器的值和闪光灯的延迟值接近或相等，那么像机开始曝光的时刻也是闪光灯开始点亮的时刻，这时像机和闪光灯就可以很好的同步。曝光延迟范围为 1—4095us，像机默认值是 1us。

## 3.9. 测试图像

SVx1Fx 像机提供了 3 个测试图，可用于像机基本功能和 1394 传输的诊断。

测试图是像机的数字逻辑产生的，所以在测试图模式下，像机的增益、亮度等参数不再有效。

在 demo 的属性面板中选择“测试图像”开关可以看到相应的测试图像。具体说明如下：

Disabled: 真实图像；

Testimage1: 测试图的灰度值随着帧数递增 1，灰度值到 255 后自动清为 0。

Testimage2: 滚动的斜条纹，如图 3-4 所示。

Testimage3: 静止的斜条纹。

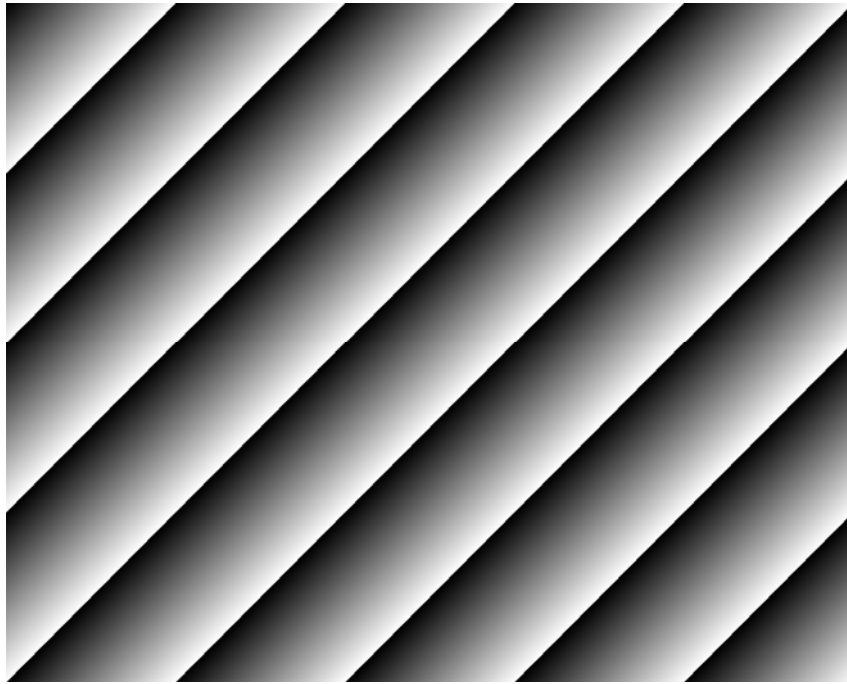


图 3-4 测试图

### 3.10. 输入和输出端口

像机提供了 3 个输入端口：input0、input1、input2，用户可以设置其中一个为触发源。更详细的说明请参考 2.4 部分。

像机提供了 3 个输出端口，output0、output1、output2，每个端口可以输出 4 种信号中的某一种，用户可以根据自己的需要配置像机输出的信号。更详细的说明请参考 2.5 部分。

### 3.11. 增益

SVx1Fx像机的增益可调，如图 3-5 所示，增加像机的增益，曲线的斜率增大，像素的灰度值被放大一个倍数。例如，增益 0dB 时，如果像机输出的灰度值是 127，那么增益设为 6dB 后，放大了 2 倍，灰度值变为 254。这里的增益是指 CCD 模拟信号经 AD 放大时的倍数，没有包含查找表的因素。

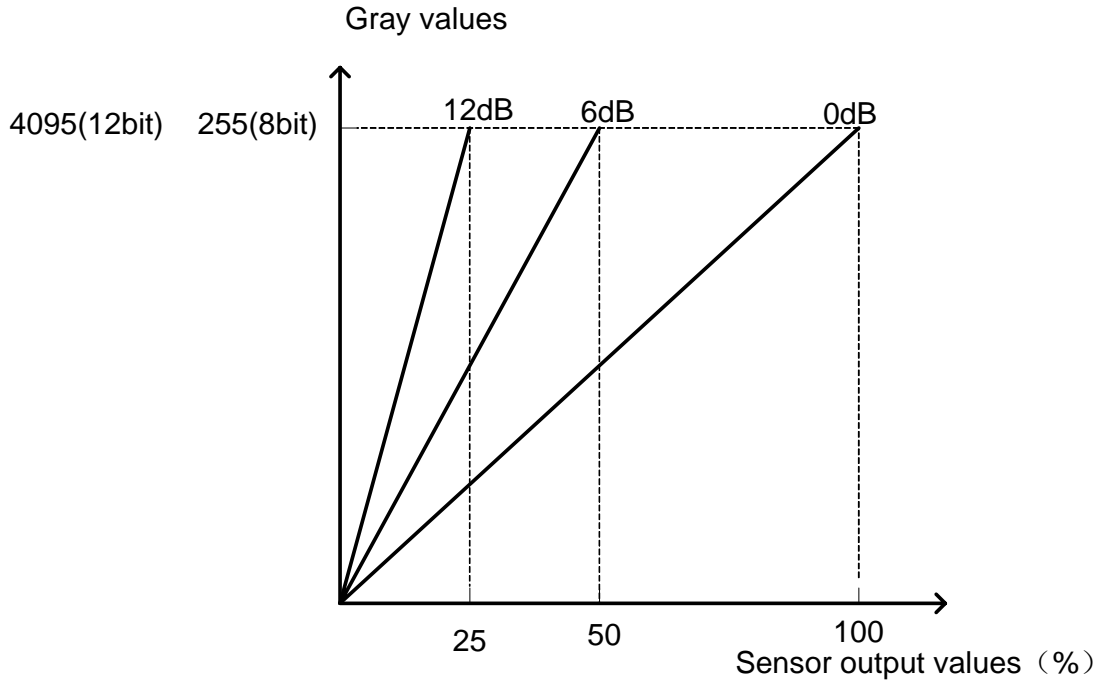


图 3-5 摄像机增益曲线

像机的增益在 0—1023 范围内可调，增益（dB）和十进制值（DN）的关系可以用下面的公式计算：

$$Gain_{dB} = 20 \log_{10} \left( \frac{658 + DN}{658 - DN} \right) - 0.4, \quad 0 \leq DN \leq 511$$

$$Gain_{dB} = 0.0354 \times DN - 0.04, \quad 512 \leq DN \leq 1023$$

### 3.12. 查找表（LUT）

CCD读出的模拟信号经ADC转换后，深度是 12bit，如果像机输出的数据深度是 8bit，需要把 12bit转换为 8bit。像机内部有一个 4096×8bit查找表（LUT），可以完成这种 12bit到 8bit的映射。SV像机提供 5 个线性LUT，如图 3-6 所示，从lut4-11 到lut0-7，曲线的斜率以 2 的倍数递增，像素的灰度值也以 2 的倍数递增。

当像机输出数据格式为 Mono16 和 Bayer RG16 时，每个像素数据用 16 位、2 个字节表示，然而只有低 12 位是有效的，高字节的高 4 位全部为 0。12bit 数据 ADC 转换后直接输出，没有经过 LUT。

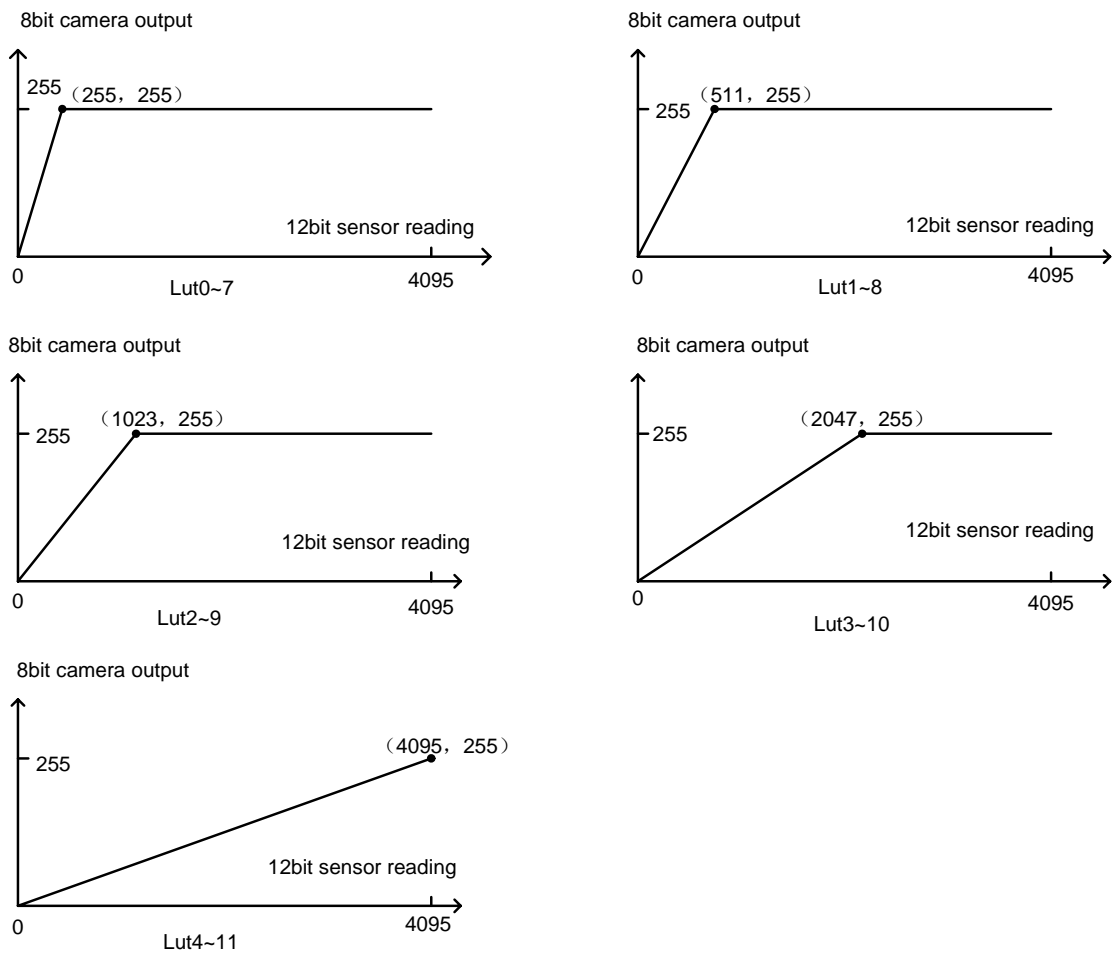


图 3-6 8bit 输出时的查找表

注意：查找表的横坐标和纵坐标并不是按实际的比例来画的。

### 3.13. 16 位数据格式

像机输出的数据格式为 Mono16 和 Bayer RG16 时，有大端（big endian）和小端（little endian）两种模式可以选择，默认是大端模式。

大端模式是指 1394 总线发送图像数据中，每个像素位宽共 16 位，2 个字节，第 n 个像素的高字节（HB）先被发送，然后低字节（LB）再发送，如图 3-7。

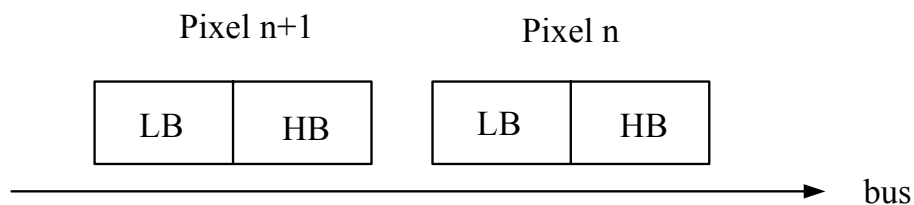


图 3-7

小端模式和大端模式相反，每个像素先发送低字节（LB），然后发送高字节（HB），如图 3-8。

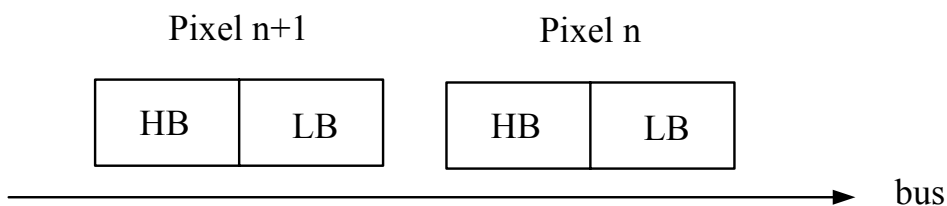


图 3-8

在x86 体系中，如果像机输出为大端模式，在主机内存中数据是按大端模式排列的，如图 3-9。

0x000	Pixel n HB
0x001	Pixel n LB
0x002	Pixel n+1 HB
0x003	Pixel n+1 LB

图 3-9

### 3.14. 像机参数的保存与启用

### 3.15. 参数保存

SVx1Fx 像机的工作参数，如曝光时间、增益等，可以保存在像机内部的 Flash 存储器中，这样像机断电后，参数不会丢失。

如下图所示，Flash 存储器有 4 个存储区，Factory setting 区保存的是像机的出厂设置参数，即默认参数，只读；Memory CH1—CH3 这 3 个区可以保存用户设置的参数，可读、可写。

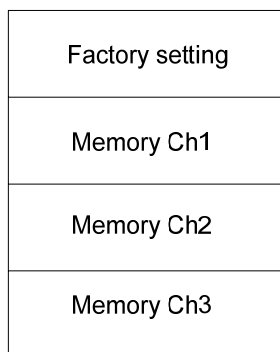


图 3-10

当用户需要保存像机参数时，打开演示程序中的插件，如下图，把调试好的参数保存到相应的储存区。

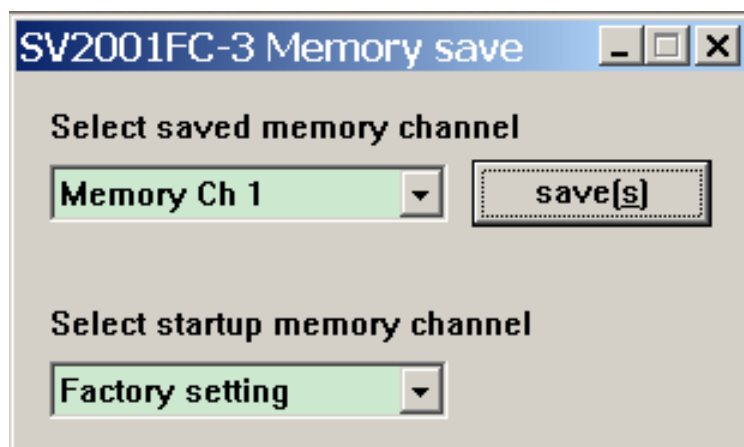


图 3-11

需要注意的是，有 3 个参数不能保存：查找表、BE/LE 以及滤波时间。

### 3.16. 参数启用

像机上电后，会从 4 个储存区中的 1 个区读取参数。用户可以指定像机从那个存储区读取参数，如上图所示。

### 3.17. 心跳功能

当相机遇到外界干扰（静电干扰或电磁干扰）造成相机无法正常工作，用户可以通过心跳功能检测到相机是否仍然可控，如果不可控对相机进行复位控制。注意如果相机复位相机将按照用户事先保存好的启动参数组启动相机。如果此时相机仍然不可控，用户可通过在软件开发中添加回调，来获取该状态，以便做进一步处理，回调方法详细查看软件开发说明书。

## 4. 外形尺寸

### 4.1. 摄像机安装尺寸

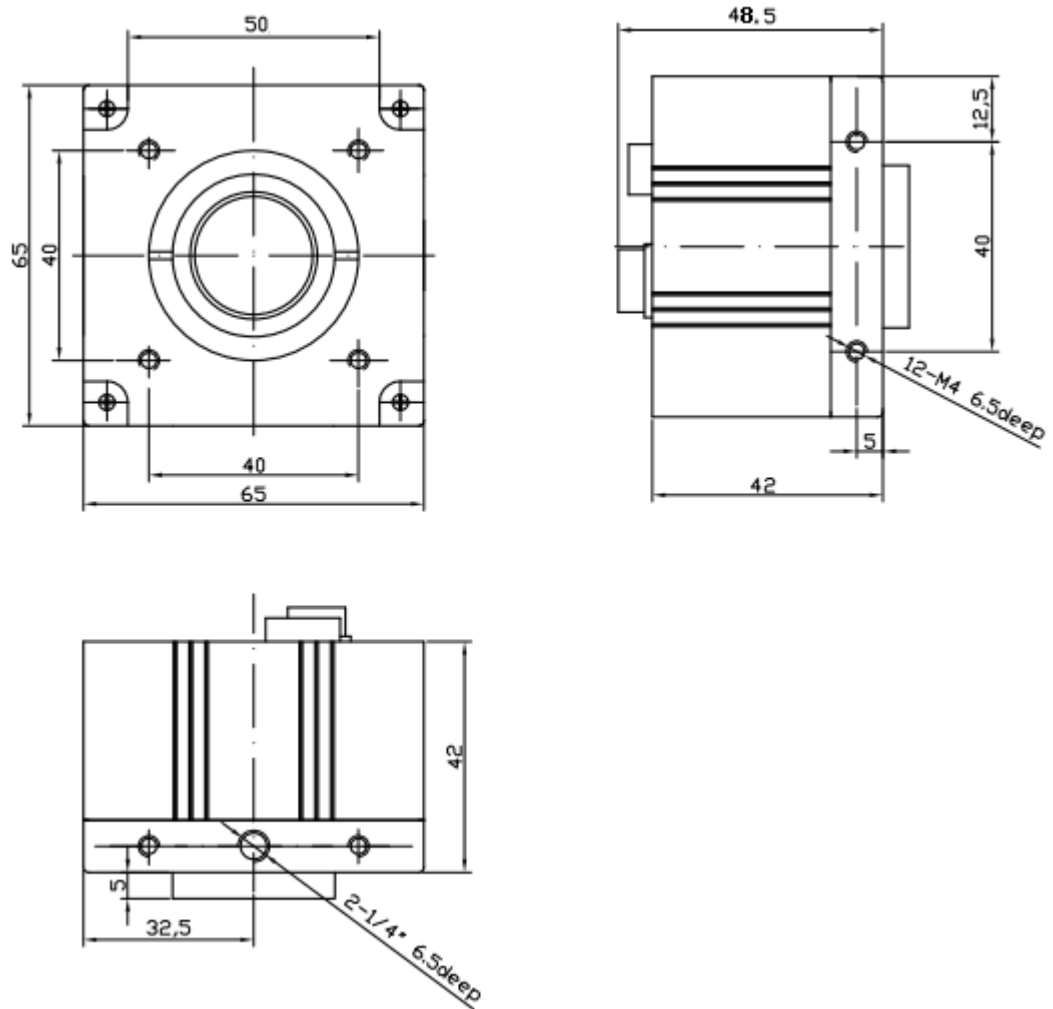


图 4-1 外形尺寸

上图是 SVx1Fx 像机的外形尺寸，单位为 mm。



## 4.2. 镜头最大螺纹长度

SVx1Fx 彩色像机安装了红外滤色片，选择镜头时应当注意。对于 C 口镜头，连接螺纹的最大长度为 11mm，如果超过了 11mm，滤色片会被损坏。

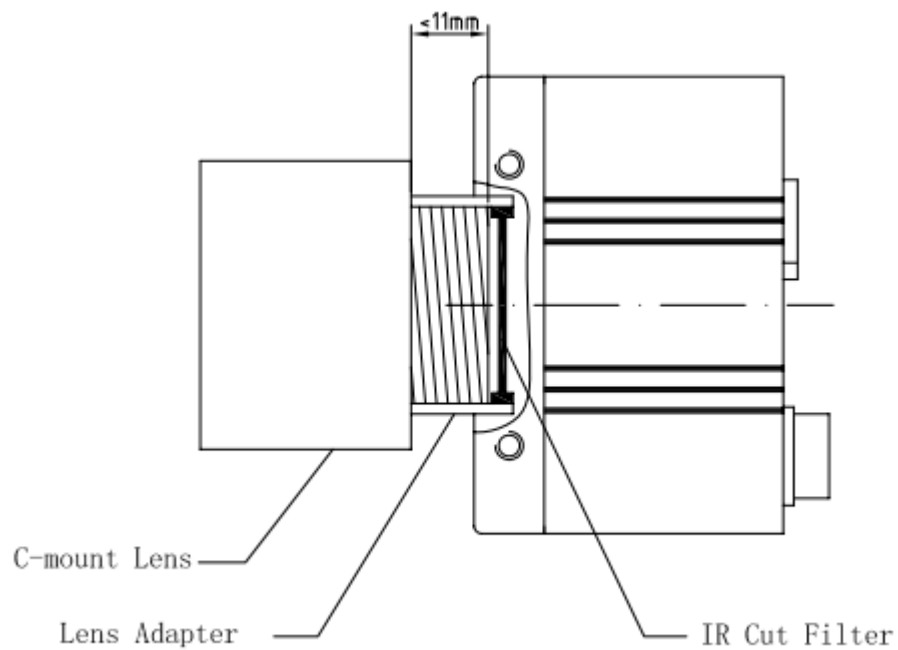


图 4-2 镜头螺纹尺寸图

---

## 5. 修改历史

版本	日期	修改
V1.0.0	2007.10.27	初始发布
V1.1.0	2008.04.16	修改了曝光时间范围； 增加了负电平触发的描述等； 增加了输入信号滤波功能； 增加了 16bit 图模式选择功能；
V1.1.0	2008.05.30	HR 插座的管脚定义“12V”改为 “EX_Power”；
V1.2.0	2008.09.08	增加了 3.15、3.16 部分：像机参数保存、 启用功能
V1.2.1	2008.10.21	增加了 3.17 部分：像机复位标志功能。
V1.2.2	2010.04.27	就目前 SVx1Fx 的 8 款相机做了改动