

中国大恒（集团）有限公司北京图像视觉技术分公司

DH-HV5051Ux-M/ML 系列数字摄像机

使用说明书

版本：V2.0

2011-12-6



本手册中所提及的其它软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。

中国大恒（集团）有限公司北京图像视觉技术分公司保留对任何产品及相关文件进行修改或改进的权利。本手册的内容若有任何修改，恕不另行通知。

© 2011 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

销售热线：010-82828878-8025/8026/8031/8017

支持信箱：support@daheng-image.com

支持热线：010-82828878-8006



前言

首先感谢您选用大恒图像系列数字摄像机产品。大恒图像公司 USB 接口数字摄像机是一系列较为成熟的产品，DH-HV5051Ux-M/ML 系列是该系列的最新成员，具有高分辨率、高精度、高清晰度、低噪声等特点。摄像机采用 USB2.0 标准接口，安装、使用方便，适用于医疗、科研、教育、公安、安防、办公自动化以及部分工业检测等领域。

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机是微型摄像机，对于安装空间有限的用户，它们将会是一个不错的选择。本手册详细介绍了 DH-HV5051Ux-M/ML 系列 USB 接口数字摄像机的功能、安装和使用，用于客户熟悉该产品的操作和应用。

在使用 DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机前请仔细阅读此说明书。

使用前请检查产品包装：

标准部件	数量
DH-HV5051Ux-M/ML 数字摄像机（不含镜头）	1
摄像机配套光盘	1

选配件
台式机用 USB2.0 接口卡
笔记本电脑用 USB2.0 接口卡
USB2.0 中继线
工业接插头（DH-HV5051Ux-M 系列）

如缺少上述标准部件或需要选择其它配件请联系当地销售商。

产品保修期：壹年。



目录

1	概述	1
1.1	性能规格	1
1.2	光谱响应	2
1.2.1	滤色片	2
1.3	传输带宽	3
1.4	工作环境	3
2	摄像机外形	4
2.1	机械参数	4
2.1.1	DH-HV5051Ux-M 系列	4
2.1.2	DH-HV5051Ux-ML 系列	5
2.2	前面板	6
2.2.1	镜头接口	6
2.3	后面板	7
2.3.1	USB 2.0 接口	7
2.3.2	I/O 接口	8
3	开始使用摄像机	11
3.1	连接摄像机到计算机	11
3.2	Windows 软件安装	11
3.3	演示程序	14
3.3.1	界面	14
3.3.2	摄像机信息	15
3.3.3	采集图像	15
3.3.4	参数设置	15
3.3.5	插件管理	16
3.3.6	保存摄像机设置和图像	20
4	摄像机功能实现	21
4.1	曝光控制	21
4.1.1	行曝光 (ERS)	21
4.1.2	模拟帧曝光 (GRR)	22
4.2	采集控制	23
4.2.1	单帧采集	23
4.2.2	连续采集	24
4.2.3	触发采集	25
4.3	视频模式	31
4.3.1	Full 模式	31



4.3.2	Skipping 模式	31
4.3.3	Binning 模式	32
4.4	采集速度级别	33
4.5	数据格式	34
4.5.1	Raw 数据	34
4.5.2	BAYER 颜色转换	34
4.6	曝光时间	36
4.6.1	手动曝光	36
4.6.2	自动曝光	37
4.7	增益	38
4.7.1	手动增益	38
4.7.2	自动增益	39
4.8	ADC 转换级别	40
4.9	白平衡	41
4.9.1	自动白平衡	41
4.9.2	手动白平衡	42
4.10	颜色校正	43
4.11	黑电平控制	44
4.11.1	黑电平校准	44
4.11.2	黑电平调整	44
4.12	消隐控制	45
4.13	图像镜像	45
4.14	用户保险箱	45
5	附录	46
5.1	常见问题	46
5.2	帧率和曝光时间计算方法	47
5.2.1	速度系数的计算	48
5.2.2	行周期计算	48
5.2.3	曝光时间计算	48
5.2.4	预置帧周期计算	48
5.2.5	帧周期计算	49
5.2.6	帧率计算	50
5.2.7	光源控制信号的宽度计算	50
5.2.8	曝光延迟计算	51
5.3	航空插头安装	52
6	版本说明	53

1 概述

1.1 性能规格

规格	DH-HV5051UC-M		DH- HV5051UM-M		DH- HV5051UC-ML		DH- HV5051UC-ML	
分辨率	2592×1944							
传感器类型	CMOS							
光学尺寸	1/2.5 inch							
像素尺寸	2.2μm × 2.2μm							
模数转换精度	12bit							
像素深度	8bit、12bit							
数字增益	×1、×0.5、×0.25、×0.125、×0.0625							
曝光方式	ERS、GRR							
快门时间	6μs ¹ ~ 1s							
全分辨率下最大帧率	8fps（全分辨率）							
数据接口	USB2.0 标准接口							
灵敏度 (550nm 光源)	1.4V/Lux-s							
动态范围	70.1dB							
同步方式	外触发、软触发				软触发			
外触发接口	光隔离				无			
光源控制接口	TTL				无			
外触发和光源控制线	同轴电缆				无			
工作温度	0 ~ 60℃							
工作湿度	10 ~ 80%							
额定功率	<1W							
镜头接口	C/CS							
机械尺寸	38 × 38 × 30mm（不含接圈）							
重量	80±5g							
用户自定义保险箱	支持							
采集速度	支持							
操作系统	windows 2K/XP/Win7 (32bit/64bit) 操作系统							
软件接口	大恒数字摄像机应用接口库							
图像数据格式	RGB Bayer (彩色)		Mono8 (黑白)		RGB Bayer (彩色)		Mono8 (黑白)	
信噪比	44dB							
清晰度	>1180 线							

表 1-1 DH-HV5051Ux-M/ML 摄像机性能规格

¹ 最小值与图像窗口大小、视频模式、采集速度级别、水平消隐等参数有关

1.2 光谱响应

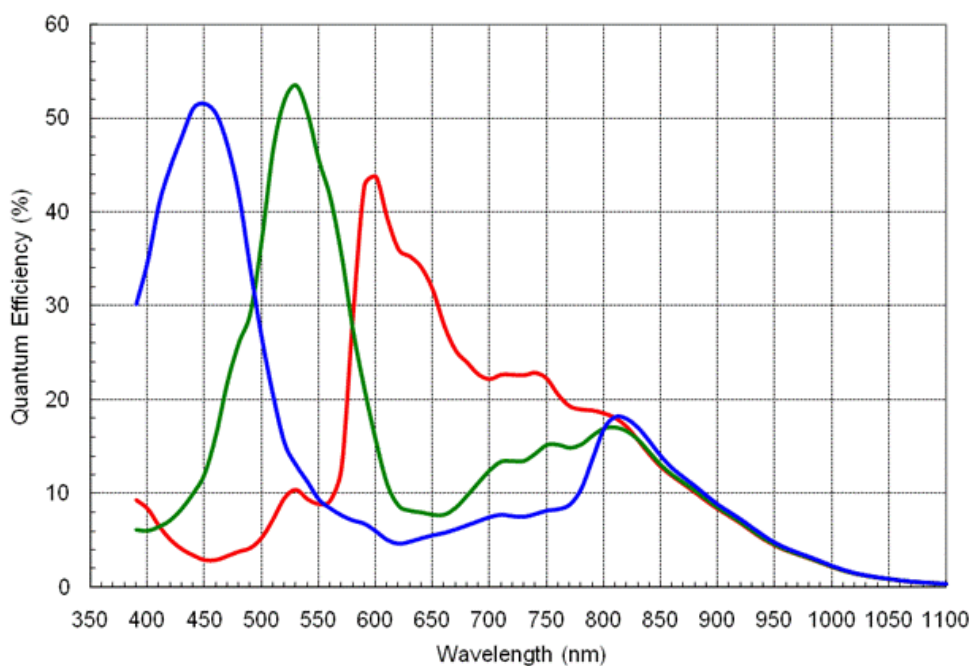


图 1-1 DH-HV5051UC-M/ML 摄像机光谱曲线

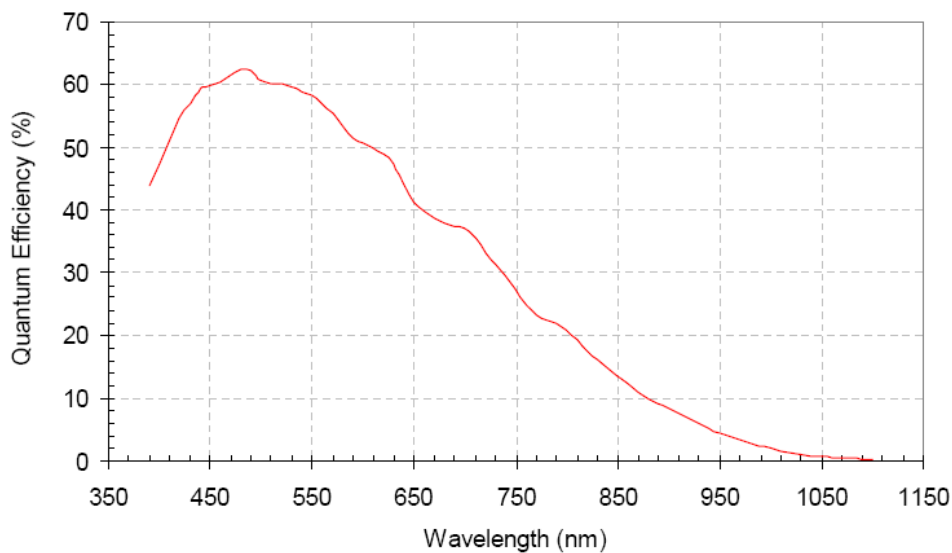


图 1-2 DH-HV5051UM-M/ML 摄像机光谱曲线

1.2.1 滤色片

DH-HV5051Ux-M/ML 系列 USB 接口摄像机中的彩色型号都加装了可见光滤色片。该滤色片的截止波长为 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，可以去掉此滤色片。

1.3 传输带宽

USB 摄像机在使用过程中有时会受到传输带宽的影响，导致出现错图、丢帧、甚至死机等现象，尤其多只摄像机同时在一个 USB 网络中使用时，这些现象会显得尤为突出。为解决以上问题必须降低每只摄像机的传输带宽，虽然这会导致摄像机的采集帧率降低，曝光时间最小单位值会变大，图像质量可能也会有所下降，但可以保证摄像机的工作稳定性。调整传输带宽一般有 2 种方法：

- 降低时钟速率，这会使摄像机的采集帧率降低；
- 加大水平消隐时间长度 R_{HB} ，这种方式可以进行微调，调节范围也更大，也可和上述方法同时使用。

1.4 工作环境

USB 摄像机正常工作时，环境温度范围应该是 $0^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ 。环境温度超过 60°C 后，应当增加散热装置，例如在摄像机的安装底座上加散热片，或者用风扇以改善通风。

USB 摄像机正常工作时，环境的相对湿度应该是 $10\% \sim 80\%$ 。

2 摄像机外形

2.1 机械参数

本节中所有尺寸单位：毫米（mm）。

2.1.1 DH-HV5051Ux-M 系列

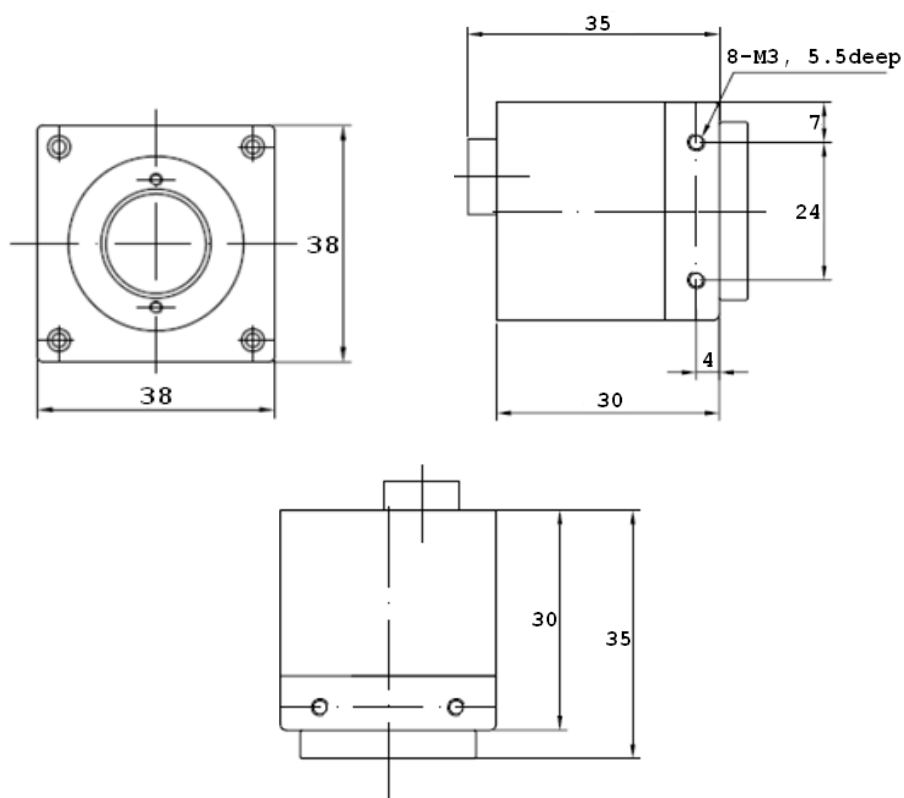


图 2-1 DH-HV5051Ux-M 系列摄像机三视图

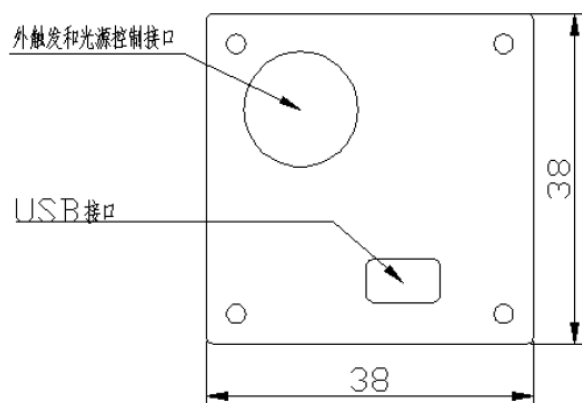


图 2-2 DH-HV5051Ux-M 系列摄像机背板图

2.1.2 DH-HV5051Ux-ML 系列

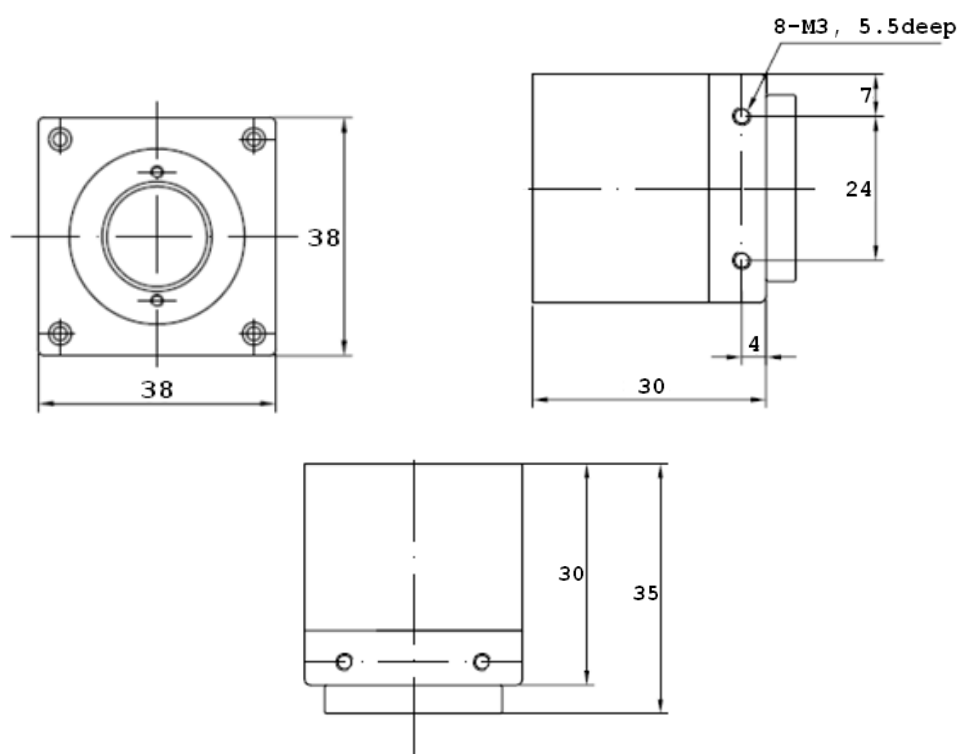


图 2-3 DH-HV5051Ux-ML 系列摄像机三视图

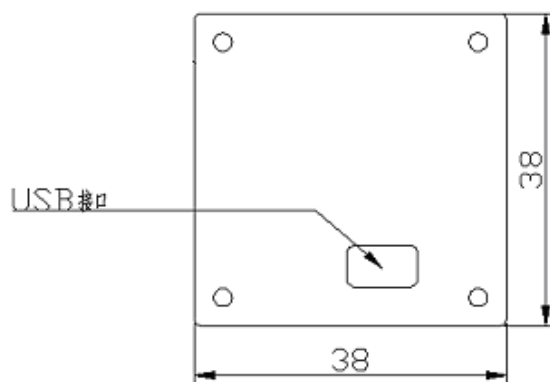


图 2-4 DH-HV5051Ux-ML 系列摄像机背板图

2.2 前面板

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机的前面板如图 2-5 所示，有如下接口：

镜头接口：C 或 CS 镜头安装接口

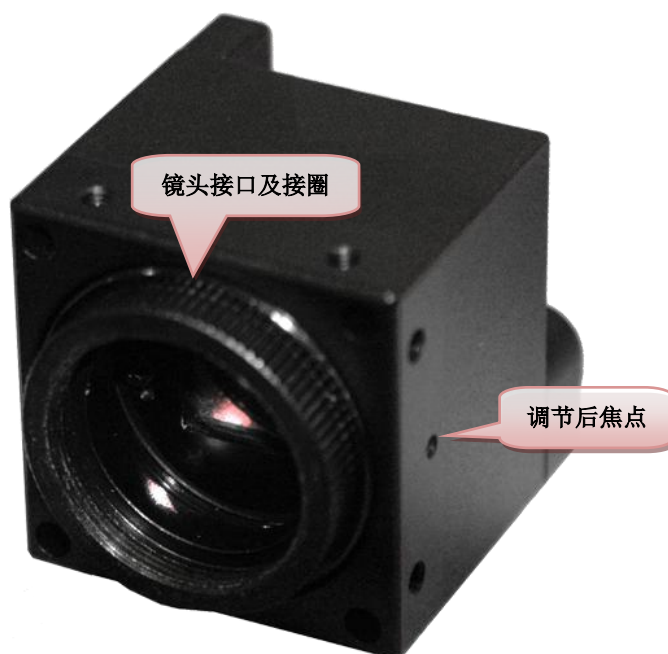


图 2-5 DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机的前面板

2.2.1 镜头接口

2.2.1.1 C 和 CS 接口

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机可安装 C 接口或 CS 接口镜头。这两种接口的螺纹部分相同，但两者从镜头到感光表面的距离不同。C 接口从镜头安装基准面到焦点的距离是 17.526mm；CS 接口从镜头安装基准面到焦点的距离是 12.5mm。为此，摄像机配置有 5mm 的镜头接圈，使用 C 接口镜头时，需安装此接圈，否则不能清晰成像；使用 CS 接口镜头时，则要将此接圈卸下。

2.2.1.2 镜头最大螺纹长度

DH-HV5051UC-M/ML 系列彩色摄像机安装了近红外滤光片，选择镜头时请注意：对于 C 接口镜头，连接螺纹的最大长度为 12mm，如果镜头螺纹超过了 12mm，会损坏滤光片；对于 CS 接口镜头，此限制为 7mm。

2.2.1.3 调节后焦点

每一台摄像机出厂前都经过仔细的调整来精确校准后焦点，以确保镜头能够在从最小工作距离到无穷远的拍摄范围内都能够精确对焦。但是，如果您使用专用（近焦）光学镜片或者非标准镜头，就需要重新调整后焦点。

调节后焦点的大致方法如下：见图 2-5，拧松摄像机前面板外侧的一字螺丝，将镜头的光圈开到最大（F 数，如 1.4），然后将镜头的焦距分别设置为无限远（如接近地平线的物体）、最小工作距离和中间距离（如 1m 或 2m），调节后焦圈直到能够清晰成像。此过程需要多次反复调节，到远近物体均能精确聚焦为止。



非特殊情况下，请尽量不要自行调节后焦点，否则可能导致镜头完全无法聚焦。

2.3 后面板

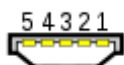
DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机的后面板有如下接口：

USB2.0 接口： 用于同 PC 进行连接进行数据传输和为摄像机供电；

7Pin 航空插头： 设备输入/输出控制接口（仅 DH-HV5051Ux-M）

2.3.1 USB 2.0 接口

DH-HV5051Ux-M 系列摄像机采用 Mini USB 接口。和标准 USB 相比，MINI USB 增加了第 4 针为 ID，可以悬空亦可连接到第 5 针。



PIN	功能	颜色
1	V _{BUS} (4.4-5.25 V)	红
2	D-	白
3	D+	绿
4	ID	
5	接地	黑



图 2-6 Mini USB 接口 - 电缆端

2.3.2 I/O 接口

DH-HV 系列 USB 接口数字摄像机的触发信号分正电压驱动和负电压驱动两种，在软件接口函数和演示程序中描述的 High 和 Low，都是以正电压驱动为准，当采用负电压驱动时，则极性正好相反。

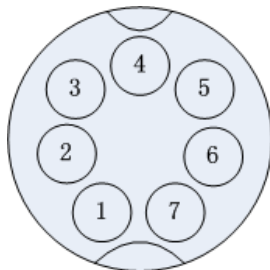


图 2-7 I/O 连接器 - 插头焊接端

DH-HV5051Ux-M 系列摄像机采用工业专用接插件作为 I/O 接口，其定义如下：

Pin1: 保留

Pin2: 保留

Pin3: 光源控制输出，Strobe

Pin4: 外部电源，ExtVCC

Pin5: 未连接，保留

Pin6: 外触发输入 1，Trigger+

Pin7: 外触发输入 2，Trigger-

2.3.2.1 输入信号

摄像机提供一路输入信号，输入信号通过摄像机的航空插头接入摄像机。如下面的原理图所示，输入信号经过光耦隔离。输入信号的电压范围要求在 6V~24V 之间。目前只有 DH-HV5051UX-M 支持外触发。

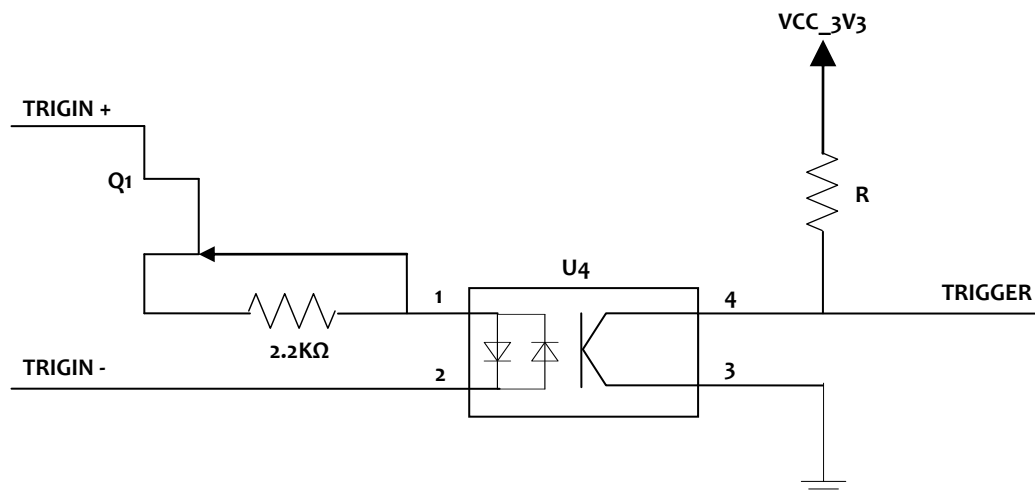


图 2-8 摄像机输入电路

外部电路连接方式：

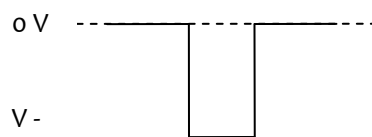
外触发信号为光隔离方式，有 2 种连接方法：

方法 1：正电平驱动，Trigger+接信号，Trigger-接外部地线，信号要求 0~V+间变化；

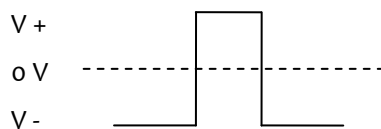
方法 2：负电平驱动，Trigger+接外部地线，Trigger-接信号，信号要求 0~V-间变化。



(a) 正确的输入信号



(b) 正确的输入信



(c) 错误的输入信号

图 2-9 输入信号要求

2.3.2.2 输出信号

摄像机有一路输出信号，输出信号通过摄像机后面航空插头输出。输出信号采用了光耦隔离，VCC 的最小值是 5V，最大值是 24V。输出信号的电流最大值为 50mA。

在摄像机的输出端，当三极管导通时输出信号为逻辑 1，当三极管截止时输出信号为逻辑 0。

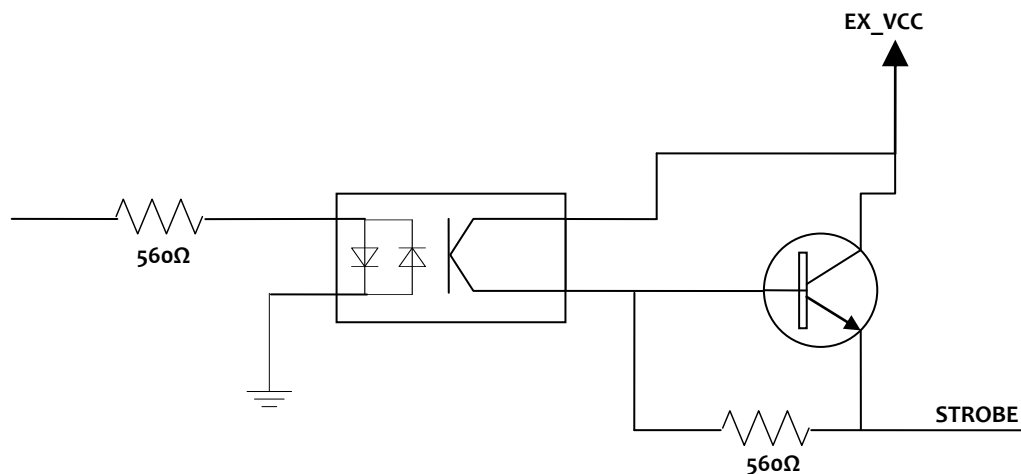


图 2-10 摄像机输出电路

外部光源连接方式：

外部光源控制为光隔离方式，连接有两种方式，同相方式和反相方式。信号的幅度及电流大小由用户的外接电源和电阻决定。

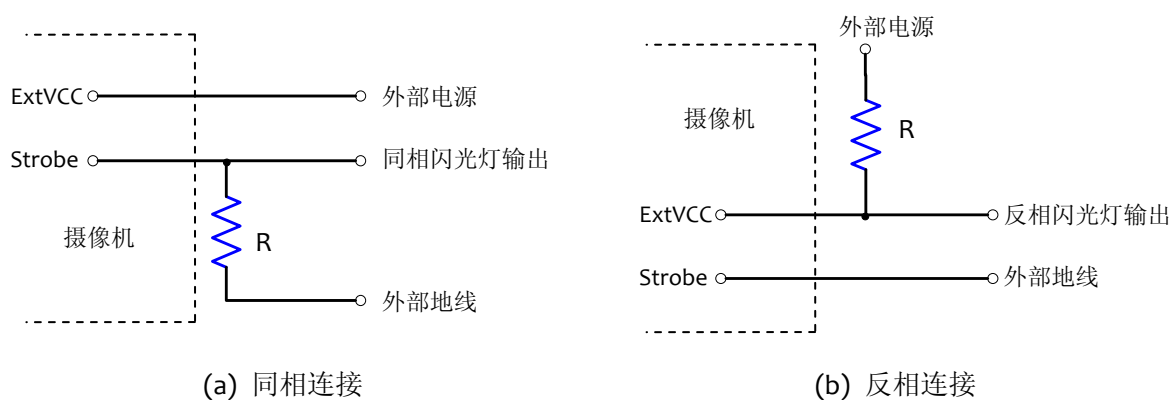


图 2-11 输出信号连接方法

3 开始使用摄像机

3.1 连接摄像机到计算机

使用 Mini USB2.0 数据线将摄像机和计算机的 USB2.0 接口相连。

3.2 Windows 软件安装

放入软件安装光盘（随摄像机提供），此时会自动弹出安装界面，如图 3-1 所示：

您也可以打开摄像机附带的光盘目录，双击“Setup.exe”开始安装。

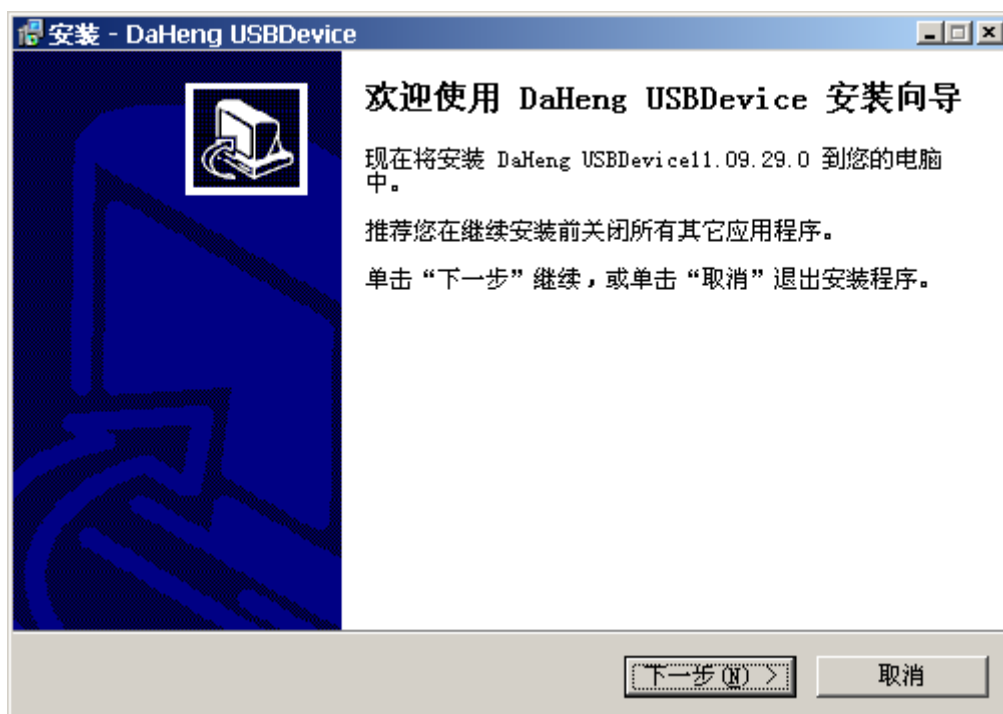


图 3-1 安装向导

点击“下一步”将弹出“License 界面”，请选择“我同意此协议(A)”，如图 3-2 所示，否则将不能进行下一步。



图 3-2 许可协议

点击“下一步”，选择程序的安装路径，如图 3-3 所示。

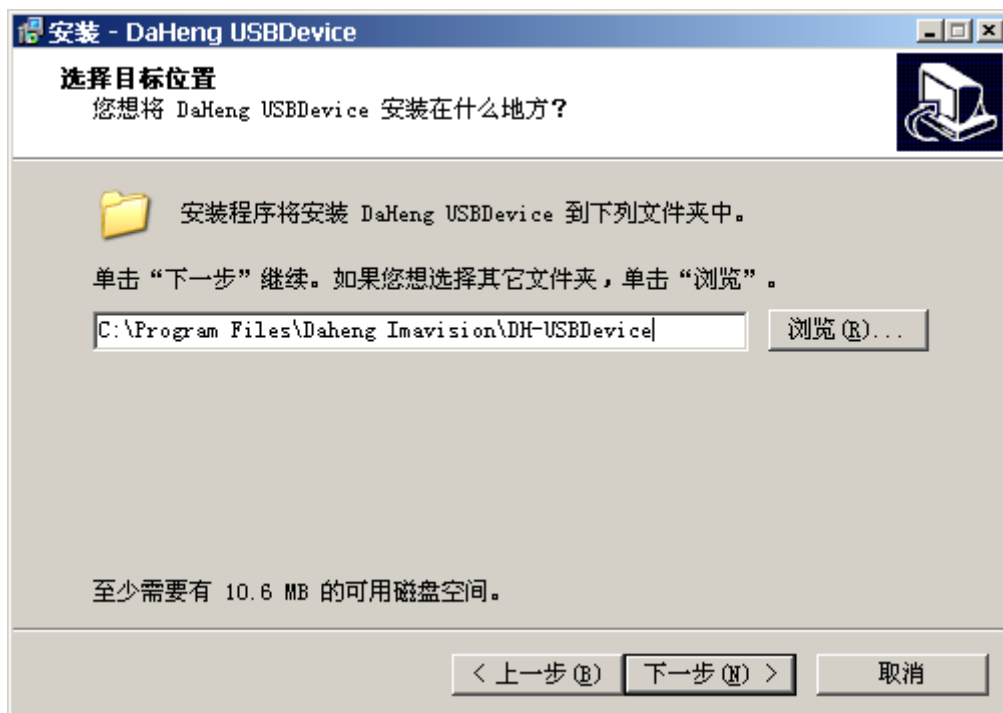


图 3-3 选择软件安装路径

点击“下一步”将出现组件选择界面如图 3-4 所示，按照实际所需选择相应的组件即可。

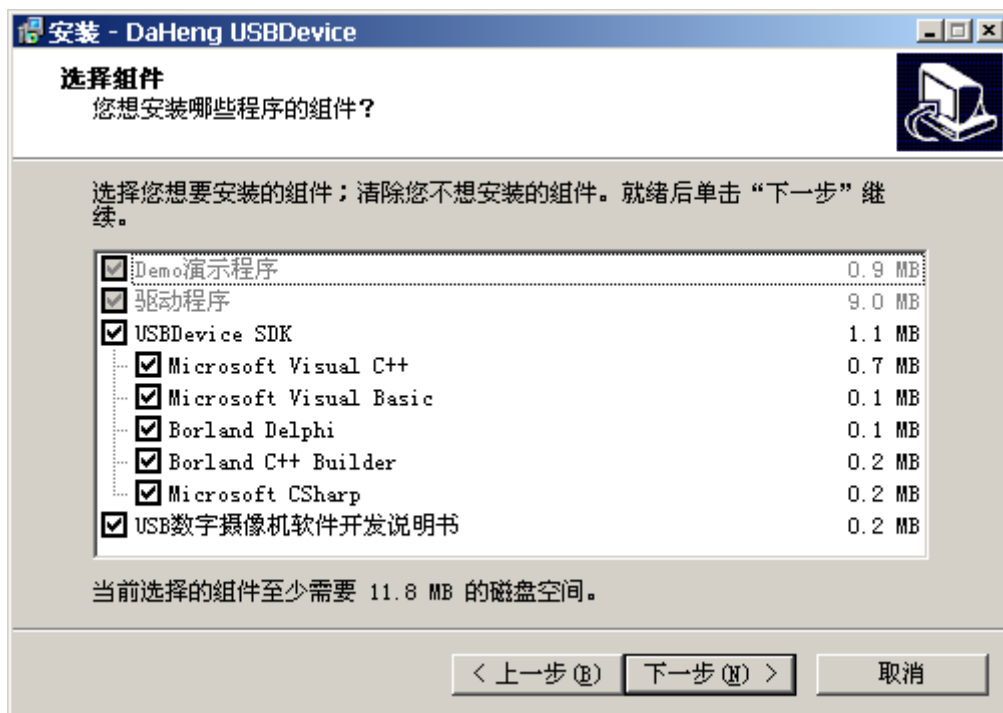


图 3-4 选择安装组件

以下根据提示安装即可。

软件安装完成之后，可在 [开始] ⇒ [所有程序] 菜单中看到新安装的程序快捷方式。如果选择了在桌面上建立图标，也会在桌面上发现演示程序和驱动更新程序的图标，如图 3-5 所示。



图 3-5 安装完成后的桌面快捷图标

3.3 演示程序

3.3.1 界面



图 3-6 演示程序主界面

演示程序界面如图 3-6 所示，主要由以下几部分组成：

- **控制菜单：**提供摄像机采集控制、图像显示、插件管理器和帮助信息等；
- **快捷工具栏：**图像采集控制按钮，快速实现一台或多台摄像机图像的采集、停止、软触发等功能；
- **设备列表：**显示当前系统中连接的摄像机，双击名称选中该摄像机，即可控制摄像机采集和设置参数；
- **摄像机信息及属性栏：**显示当前选中摄像机的信息和属性；
- **图像显示窗口：**显示摄像机采集的图像，既可单独显示一台摄像机的图像，也可以同时显示多台摄像机的图像；
- **状态栏：**显示当前选中摄像机的工作状态，包括 AOI、灰度、帧率等。

您可以通过演示程序，实现摄像机的所有基本操作和大部分高级功能。

3.3.2 摄像机信息




摄像机信息	
型号	HV5051UC
厂商	Daheng Imavision
序列号	EW0005001011
产品版本	34
CPLD版本	2.23
摄像机名	HV5051UC-1

图 3-7 摄像机信息

可通过演示程序界面左侧的“属性”面板获取当前使用的摄像机信息。

3.3.3 采集图像

通过演示程序提供的快捷键工具栏可以完成图像采集和触发等功能。

- ：开始连续或触发采集图像
- ：采集单帧图像
- ：停止连续或触发采集图像

3.3.4 参数设置


属性面板	功能
<div> <div>视频格式</div> <div> <div>视频模式</div> <div>采集速度级别</div> </div> <div> <div>mode 0 (2592 * 1944, full)</div> <div>18</div> </div> </div>	设置摄像机的视频模式和采集速度级别，参见 4.3 视频模式和 4.4 采集速度级别。
<div> <div>数据格式</div> <div> <div>数据格式</div> </div> <div> <div>Raw8</div> </div> </div>	设置摄像机的数据格式，参见 4.5 数据格式。
<div> <div>快门控制</div> <div> <div>速度单位</div> <div>快门速度</div> <div>自动模式</div> </div> <div> <div>ms</div> <div>20</div> <div>Disable</div> </div> </div>	设置摄像机的快门控制，参见 4.6 曝光时间。
<div> <div>采集方式</div> <div> <div>采集方式</div> <div>外触发信号极性</div> <div>闪光灯信号极性</div> </div> <div> <div>Continuation</div> <div>High</div> <div>High</div> </div> </div>	设置摄像机的采集方式，参见 4.2 采集控制。
<div> <div>增益控制</div> <div> <div>增益调节</div> <div>自动模式</div> </div> <div> <div>8</div> <div>Disable</div> </div> </div>	设置摄像机的增益控制，参见 4.7 增益。
<div> <div>AD控制</div> <div> <div>转换级别</div> <div>黑电平允许</div> <div>黑电平调节</div> </div> <div> <div>ADC Level 2</div> <div>Disable</div> <div>0</div> </div> </div>	设置摄像机的 AD 控制，调节摄像机的黑电平，参见 4.8 ADC 转换级别和 4.11.2 黑电平调整。

<div> <div>消隐控制</div> <div> <div>水平方向</div> <div>0</div> </div> <div> <div>垂直方向</div> <div>0</div> </div> </div>	设置摄像机的水平和垂直消隐值，参见 4.12 消隐控制。
<div> <div>图像镜像</div> <div> <div>图像镜像</div> <div>Disable</div> </div> </div>	设置摄像机是否进行图像镜像功能，参见 4.13 图像镜像。
<div> <div>图像质量</div> <div> <div>自动白平衡</div> <div>Off</div> </div> <div> <div>颜色校正</div> <div>Off</div> </div> </div>	设置摄像机的图像质量调节功能，参见 4.9 白平衡和 4.10 颜色校正。

表 3-1 摄像机参数说明

3.3.5 插件管理

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机提供多个插件，插件可以设置摄像机的高级功能。

点击  按钮或使用“插件”⇒“插件管理器”菜单打开插件管理器。弹出如图 3-8 界面：

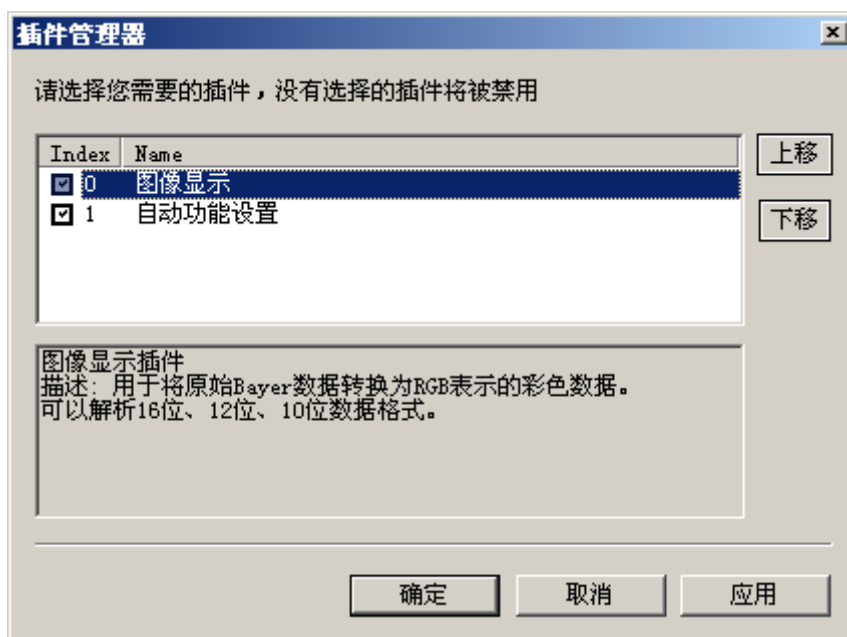


图 3-8 插件管理器

将您需要的插件选中，在演示程序的菜单“插件管理器”中，便会出现您所选择的插件，没有选择的插件将被禁用。



“图像显示”插件必须被选中，否则在采集图像的同时将不会显示图像。

3.3.5.1 图像显示插件

点击“插件管理器”⇒“图像显示”菜单打开如图 3-9 所示窗口：



图 3-9 图像显示插件

图像显示插件用于调整摄像机的显示图像属性及彩色摄像机的颜色等相关参数，以获得满意的图像效果。可调整的参数如下：

- ① **彩色/黑白模式：**设置摄像机的彩色或黑白模式，该模式应与摄像机的型号一致。
- ② **Bayer 类型：**设置彩色摄像机的 Bayer 转换格式。DH-HV5051UC-M/ML 摄像机采用的 Bayer 格式为 GRBG。关于 Bayer 转换，请参考 4.5.2 BAYER 颜色转换。
- ③ **白平衡：**设置彩色摄像机的软件白平衡系数，该系数用于 Bayer 转换后的彩色图像颜色调节。关于白平衡，请参考 4.9 白平衡。

直接拖动 R 和 B 滑动条即可进行调节，您也可以直接在右侧的文本框中输入需要的数值，点击回车即可应用。

在左侧的图像框中直接点击鼠标并拖动选择白平衡测试区域（AOI），释放鼠标完成选取；点击“白平衡”按钮，插件根据当前 AOI 内的图像颜色自动调整白平衡系数并应用至整个图像。

软件白平衡系数调节范围：10~500（%）。默认值：R：100；B：100。点击“重置”按钮可恢复默认值。



如果已将自动白平衡功能打开（属性⇒图像质量⇒自动白平衡⇒On），则此插件中的白平衡系数必须为默认值，否则会导致图像严重偏色。

④ **Gamma²**: 设置彩色摄像机的 Gamma 值。

要调节 Gamma 值, 选中“开启”使调节有效。直接拖动滑动条即可进行调节, 您也可以直接在右侧的文本框中输入需要的数值, 该设置会被自动应用。

Gamma 调节范围: 10 ~ 500。默认值: 100 (100% = 1), 即图像亮度不变。点击“重置”按钮可恢复默认值。

⑤ **亮度**: 调节摄像机传输到主机内的图像整体亮度。

要调节亮度值, 选中“开启”使调节有效。直接拖动滑动条即可进行调节, 您也可以直接在右侧的文本框中输入需要的数值, 该设置会被自动应用。

亮度调节范围: -150~150, 当数值<0 时, 降低图像的亮度; 数值=0, 表示图像亮度不变; 数值>0, 增强图像的亮度。默认值: 0.0。点击“重置”按钮可恢复默认值。

⑥ **对比度**: 调节摄像机传输到主机内的图像整体对比度。

要调节对比度值, 选中“开启”使调节有效。直接拖动滑动条即可进行调节, 您也可以直接在右侧的文本框中输入需要的数值, 该设置会被自动应用。

对比度调节范围: -50~100, 当数值<0 时, 降低图像的对比度; 数值=0, 表示图像对比度不变; 数值>0, 增强图像的对比度。默认值: 0。点击“重置”按钮可恢复默认值。

⑦ **锐化**: 调节摄像机传输到主机内的彩色图像锐化程度。

要调节锐化值, 选中“开启”使调节有效。直接拖动滑动条即可进行调节, 您也可以直接在右侧的文本框中输入需要的数值, 该设置会被自动应用。

锐化调节范围: 0.0~5.0, 默认值: 0。点击“重置”按钮可恢复默认值。

⑧ **光照**: 设置彩色摄像机的光照补偿。

适当的光照条件可以帮助摄像机获得最佳的颜色效果, 但由于不同的光照条件的光谱特性不同, 拍出的照片常常会偏色, 光照补偿可以改善图像中光照的非均匀性, 从而提高图像的质量。

选中“补偿”使调节有效。可根据情况选择需要进行的补偿方式: 日光、荧光、白炽。默认值: 日光。



该插件调整的参数仅应用于 PC 端 (计算机) 的图像数据, 不影响摄像机采集的原始数据。

仅在“彩色”复选框 (①) 选中时, 功能②、③、④、⑦、⑧可用, 否则只有功能⑤、⑥是可用的。

如果摄像机处于“自动白平衡”或“颜色调节”有效状态时, 功能①、②、⑤、⑥、⑦可用, 功能③、④、⑧不可用。

² Gamma 表示亮度与输入电压的非线性关系, 通常可以用一个简单的函数来表示: $\text{Output} = \text{Input}^{\text{Gamma}}$ 。一般图像相关的输入/输出设备都存在 Gamma 曲线及 Gamma 校正。Gamma 小于 1, Gamma 曲线上凸, 图像亮度增强; Gamma 等于 1, 图像亮度不变; Gamma 大于 1, Gamma 曲线下凹, 图像亮度减弱。

3.3.5.2 自动功能设置插件

点击“插件”⇒“自动功能设置”菜单，打开如图 3-10 所示窗口：



图 3-10 自动功能设置插件



使用自动功能前，必须先将快门和增益的自动功能开关设置为 Enable，否则该插件设置无效。



图 3-11 自动曝光和自动增益有效

自动功能设置插件提供以下功能：

① 设置感兴趣区域 AOI：

在左侧的图像预览区中直接点击鼠标并拖动选择自动功能测试区域（感兴趣区域 AOI），释放鼠标完成选取；或直接在 AOI 中输入测试区域的起始坐标（X,Y）和宽高（W,H），点击回车即可应用。



注意鼠标在图像预览区内的操作会使程序自动进行区域灰度统计，过小或不恰当的区域有可能导致图像的亮度异常。此时将 AOI 设置为整个图像区域即可。

② 设置期望灰度值:

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机采用 8 位图像输出 (0~255), 为避免由于目标灰度设置过低导致自动调节失败, 因此目标灰度值的范围限制为 20~255。

插件默认对全局进行灰度统计。用户也可以设定 AOI, 实时计算平均灰度值。一旦计算结果与目标灰度值不一致, 则自动对摄像机的曝光和增益参数进行调整, 直到计算的平均灰度和目标灰度值一致。

可拖动滑动条来选择目标灰度值或在文本框中直接输入需要的目标灰度值, 点击回车即可应用。

③ 光照环境:

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机提供几种光照环境可供用户选择, 用户可根据实际使用情况来选择合适的光照环境。

- a) 直流电或自然光
- b) 50HZ 交流电
- c) 60HZ 交流电

程序默认为直流电或自然光模式。

④ 设置自动增益范围:

限制摄像机在自动调节时的增益范围, 如果外界光线足够充分, 为保证拍摄的图像不会出现大量噪声, 此范围不宜设置的过大。


在文本框中输入调节的最小增益值和最大增益值, 点击回车即可应用。

⑤ 设置自动曝光范围:

限制摄像机在自动调节时的曝光时间范围, 如果外界光线足够充分, 为保证拍摄的运动物体不会出现模糊, 此范围不宜设置的过大。

在文本框中输入调节的最小时间值和最大时间值, 点击回车即可应用。

3.3.6 保存摄像机设置和图像

- 点击菜单“文件”⇒“保存摄像机设置(D)...”, 将当前使用的摄像机基础参数保存至本地硬盘, 保存的文件格式为 CFG。
- 点击  按钮, 将当前显示的图像保存至本地硬盘, 保存的文件格式为 BMP。

4 摄像机功能实现

4.1 曝光控制

DH-HV5051Ux-M/ML 摄像机提供两种不同的曝光方式：行曝光（ERS）和模拟帧曝光（GRR）。

4.1.1 行曝光（ERS）

行曝光（ERS）方式的全称为 *Electronic Rolling Shutter*，也称滚动曝光。这是 HV 系列摄像机的基本曝光方式。所谓行曝光是指图像是按行的顺序，逐行顺序进行曝光，相邻两行像素的曝光时间的开始和结束相差一个行时间（这里的行时间由图像窗口宽度、水平消隐和传输速率共同决定，详见 5.2 帧率和曝光时间计算）。

ERS 的基本模式可以用一个平行四边形表示，见图 4-1：

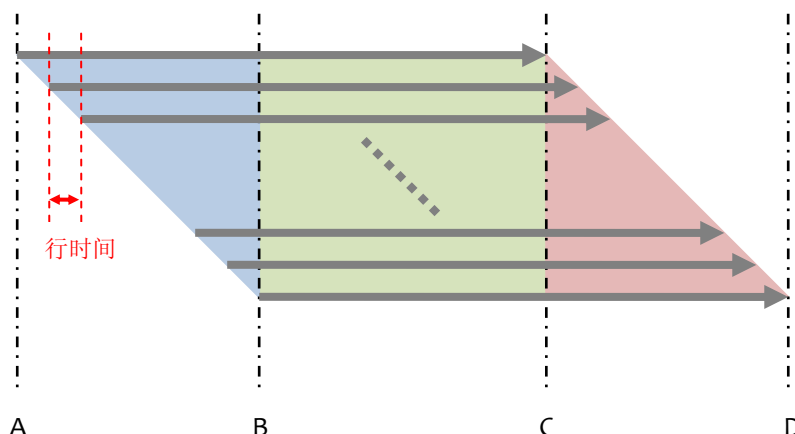


图 4-1 行曝光

图中：

A：第一行曝光开始时间；

B：最后一行曝光开始时间；

C：第一行曝光结束时间；

D：最后一行曝光结束时间；

A~D 段：整帧图像所有行完成曝光占用的时间；

B~C 段：整帧图像所有行同时曝光占用的时间；

A~C 段：设置的曝光时间；

C~D 段：约等于预置帧周期（预置帧周期：当曝光时间最小，采用连续扫描方式时的最小帧周期，它由软件设置的图像窗口大小决定），由图像窗口大小和视频模式决定，一般大于几十毫秒，从时间长度来说 A~B 段=C~D 段。

从图 4-1 中不难看出，ERS 曝光方式的特点是：

- 每一行的曝光开始时间不同；
- 每一行的曝光结束时间不同；
- 每一行的曝光时间长度相同。

因此，使用 ERS 方式拍摄的图像，在外界光源稳定的情况下，可以拍摄到亮度均匀的图像。但是由于每一行的曝光开始和结束时间不同，拍摄快速运动的对象会出现变形，见图 4-3(a)。

4.1.2 模拟帧曝光（GRR）

GRR 是 *Global Reset Release* 的缩写，表示**模拟帧曝光**，也称全局复位曝光。这种方式实现了类似于帧曝光方式的所有像素同时开始曝光，但和一般的 CCD 摄像机相比，这种帧曝光是有条件的。

GRR 曝光方式在 ERS（图 4-1）的基础上将 B 点提前至 A 点，使传感器上的所有行在接到触发信号后都同时进行复位后曝光，见图 4-2。

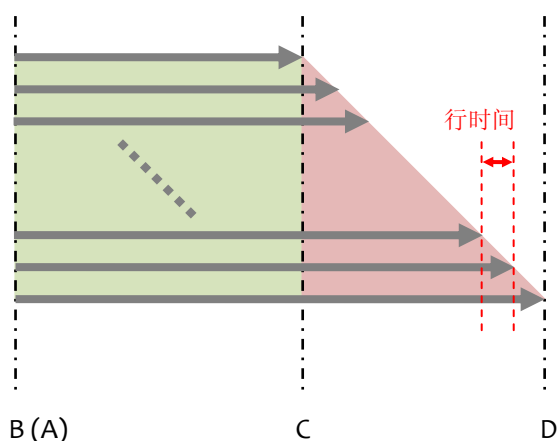


图 4-2 模拟帧曝光

图中：

B (A)：所有行曝光开始时间；

C：第一行曝光结束时间；

D：最后一行曝光结束时间；

B (A)~D 段：整帧图像所有行完成曝光占用的时间；

B (A)~C 段：设置的曝光时间，也是 GRR 方式中整帧图像所有行同时曝光占用的时间；

C~D 段：约等于预置帧周期，由图像窗口大小和视频模式决定，一般大于几十毫秒。

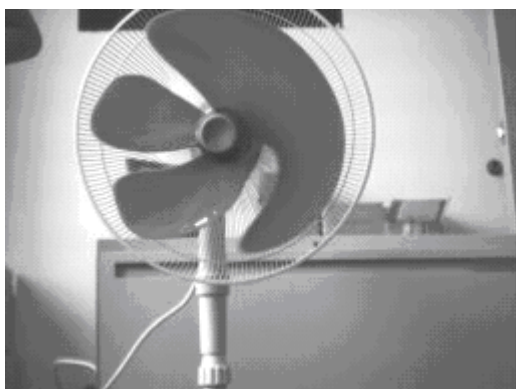
GRR 曝光方式的特点是：

- 每一行的曝光开始时间相同；
- 每一行的曝光结束时间不同；
- 每一行的曝光时间长度不同。

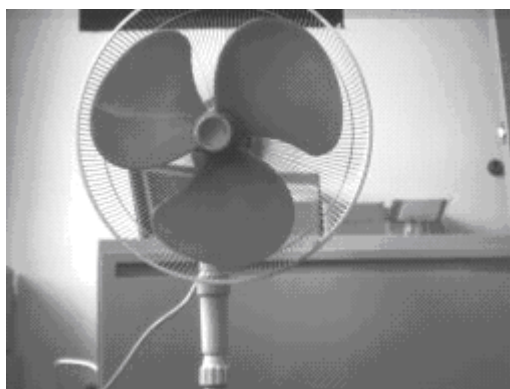
使用 GRR 方式拍摄的图像，可以避免物体出现变形的现象，但由于每一行的曝光时间不同，会导致图像出现自上至下逐渐变亮的效果。为了采集亮度均匀的图像，应尽量降低 C ~ D 段的光照。推荐使用以下方法：

- ◆ 尽量降低环境光照并采用辅助可控光源；
- ◆ 为摄像机增加遮光罩或机械快门，用来降低环境光的干扰；

通过这些方法使传感器上的所有行在同一时刻结束曝光，可达到最佳的图像效果，见图 4-3(b)。



(a) 行曝光



(b) 模拟帧曝光配合闪光灯


图 4-3 两种曝光方式的拍摄测试效果

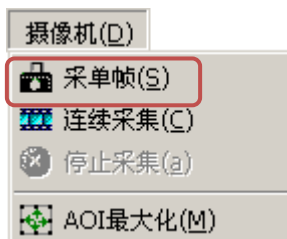
4.2 采集控制

4.2.1 单帧采集

摄像机仅采集并输出一帧图像，通过 USB 数据线将图像传输至 PC。

单帧采集图像

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击菜单 **摄像机⇒采单帧**，或点击工具栏中的  按钮，摄像机采集一帧图像并输出，然后自动停止。

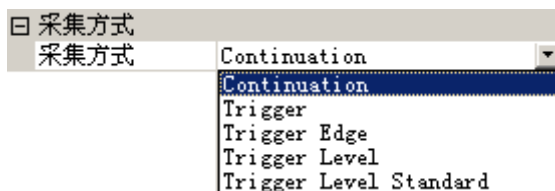



4.2.2 连续采集


摄像机自动地连续采集并输出图像，通过 USB 数据线将图像传输至 PC。

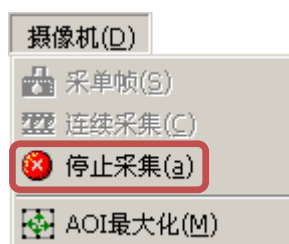
连续采集图像

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中**采集方式**⇒**采集方式**，从下拉菜单中选择 **Continuation**。



点击菜单 **摄像机**⇒**连续采集**，或点击工具栏中的  按钮，摄像机开始连续采集。

点击菜单 **摄像机**⇒**停止采集**，或点击工具栏中的  按钮，摄像机停止连续采集。

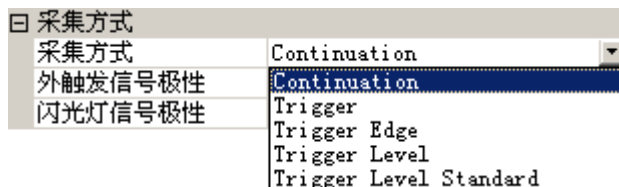


连续模式是最基本的曝光模式，此模式不支持整帧同时曝光，各种 DH-HV 系列摄像机均支持此模式。

4.2.3 触发采集

摄像机平时不采集或输出图像，通过响应一个外部信号（上升沿触发或下降沿触发可选）、电平触发信号或软触发信号后，开始曝光、采集并输出一帧图像。

DH-HV5051Ux 系列摄像机提供多种触发方式：标准触发 (Trigger)、边缘触发 (Trigger Edge)、电平触发 (Trigger Level)和标准电平触发 (Trigger Level Standard)。



为避免误操作导致摄像机损坏，请在连接外部信号之前断开摄像机的电源。

4.2.3.1 标准触发模式

摄像机提供的标准触发模式为上升（下降）沿有效，采用行曝光（ERS）模式，支持外部信号触发和软件触发，对于抓拍静态物体效果较好。

其工作方式为：摄像机检测到外部触发信号的有效沿（由用户设定）时开始首行曝光（见图 4-1），所有行曝光时间取决于用户设定的值。触发信号极性可设，可以是上升沿或下降沿。此方式支持软触发。

当用户设置的曝光时间小于一个预置帧周期时，摄像机不提供外部光源控制信号。时序如图 4-4 所示（触发信号上升沿有效）：

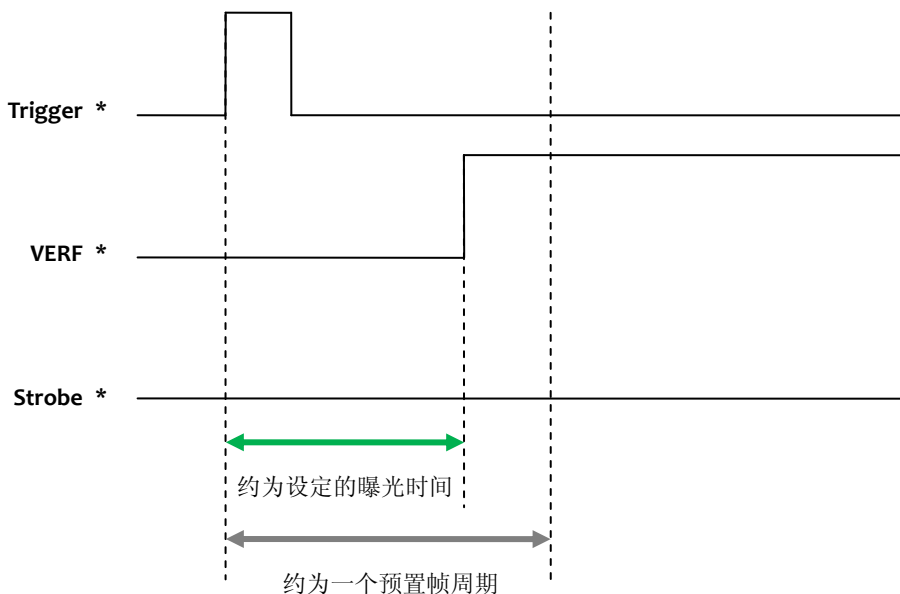


图 4-4 标准触发控制时序图（曝光时间<预置帧周期）

* 图中 Trigger 表示触发信号，VERF 表示输出图像数据有效，Strobe 表示闪光灯输出，下同。

当用户设置的曝光时间大于一个预置帧周期时，摄像机会输出一个光源控制信号（Strobe 信号）。为了得到较好的图像，环境光源应尽量暗，并且使用人工可控光源，必要时可加装光源隔离罩，以保证仅在 Strobe 有效时提供光照，这样就能保证获取的图像仅由人工可控光源的亮度决定。光源控制输出相对触发信号有一定的延迟，延迟时间约为一个预置帧周期。

时序如图 4-5 所示（触发信号上升沿有效）：

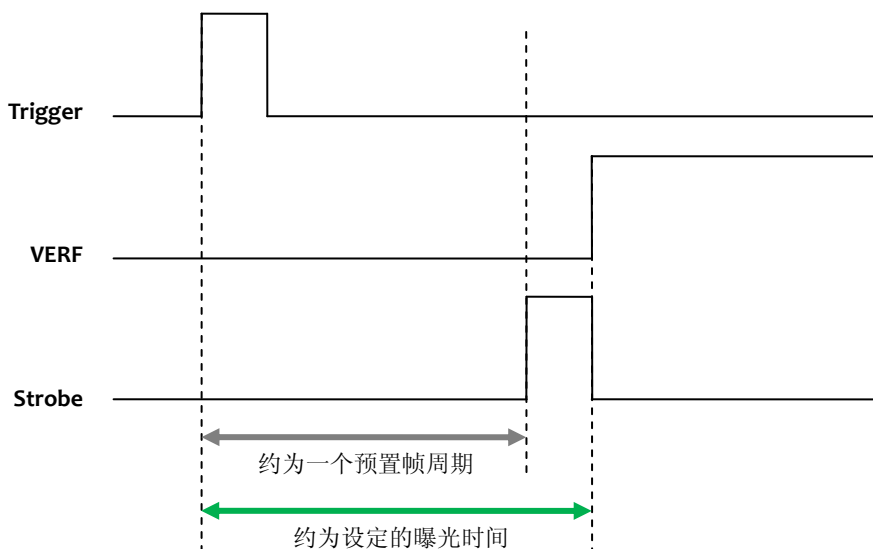


图 4-5 标准触发控制时序图（曝光时间>预置帧周期）

此模式是所有 DH-HV 系列 USB 接口数字摄像机都支持的一种触发模式。

4.2.3.2 边缘触发模式

摄像机提供的边缘触发方式为上升（下降）沿有效，采用模拟帧曝光（GRR）模式，支持外部信号触发和软件触发，适合拍摄静态或动态的物体，需配合独立的可控光源一起使用。

其工作方式为：摄像机在外触发输入信号有效沿后开始帧曝光，实际曝光时间长度取决于用户通过软件设定的值。触发信号极性可设，可以是上升沿或下降沿。

此模式要求在室内使用，确保仅在 **Strobe** 有效时提供光源。只有当 R_{EXP} （曝光时间寄存器值，该值与软件中曝光时间的关系详见 5.2 帧率和曝光时间计算）大于 R_{VB} 时才提供闪光灯信号。光源控制输出相对触发信号的延迟时间约为 $R_{VB} \times t_{Row} + 2000 \times 2t_{PCLK}$ 。

时序如图 4-6 所示（触发信号上升沿有效）：

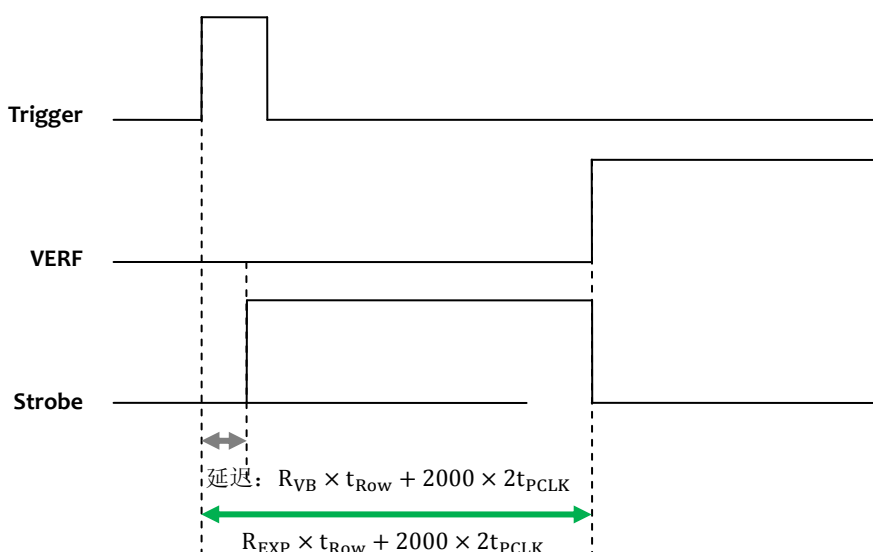


图 4-6 边缘触发控制时序图

目前可以支持此模式的摄像机包括：

- DH-HV31xxUC、DH-HV31xxUC-M
- DH-HV5051Ux-M

4.2.3.3 电平触发模式

摄像机提供的电平触发方式为高（低）电平有效，采用模拟帧曝光（GRR）模式，支持外部信号触发，不支持软件触发，适合拍摄静态或动态的物体，建议配合独立的可控光源一起使用。

其工作方式为：摄像机在外触发输入信号有效沿后开始帧曝光，实际曝光时间长度取决于用户提供的触发有效电平宽度。触发信号极性可设，可以是高电平有效或低电平有效。

此模式要求在室内使用，确保仅在 **Strobe** 有效时提供光源。只有当 R_{EXP} （曝光时间寄存器值，该值与软件中曝光时间的关系详见 5.2 帧率和曝光时间计算）大于 R_{VB} ，且触发有效电平宽度大于 $R_{VB} \times t_{Row} + 2000 \times 2t_{PCLK}$ 时才提供闪光灯信号。光源控制输出相对触发信号的延迟时间约为 $R_{VB} \times t_{Row} + 2000 \times 2t_{PCLK}$ 。

时序如图 4-7 所示（触发信号上升沿有效）：

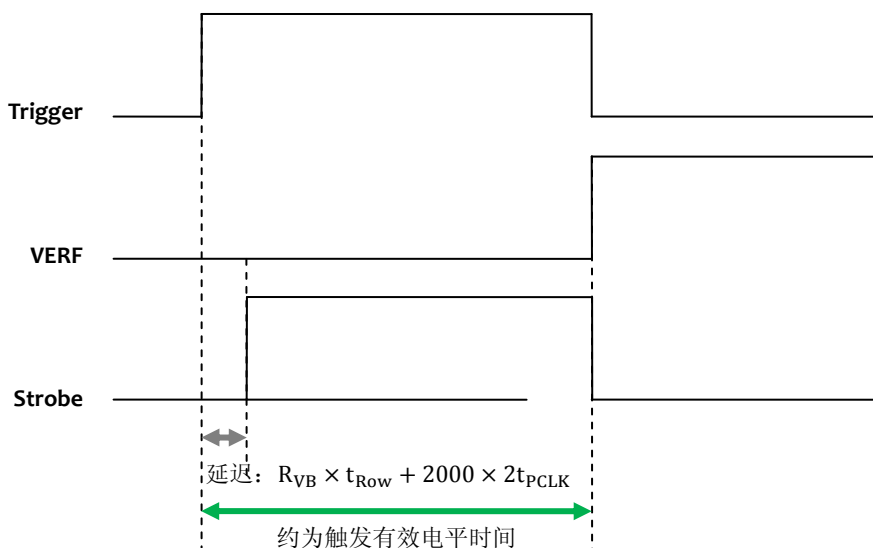


图 4-7 电平触发控制时序图

目前可以支持此模式的摄像机包括：

- DH-HV31xxUC、DH-HV31xxUC-M
- DH-HV5051Ux-M

4.2.3.4 标准电平触发模式

摄像机提供的电平触发方式为高（低）电平有效，采用行曝光（ERS）模式，支持外部信号触发，不支持软件触发，对于抓拍静态物体效果较好。

其工作方式为：摄像机在外触发输入信号有效沿后开始帧曝光，实际曝光时间长度取决于用户提供的触发有效电平宽度。触发信号极性可设，可以是高电平有效或低电平有效。

此模式要求在室内使用，确保仅在 **Strobe** 有效时提供光源。只有当设置的曝光时间和触发电平宽度均大于一个预置帧周期时才提供闪光灯信号。光源控制输出相对触发信号的延迟时间约为一个预置帧周期。

时序如图 4-8 所示（触发信号上升沿有效）：

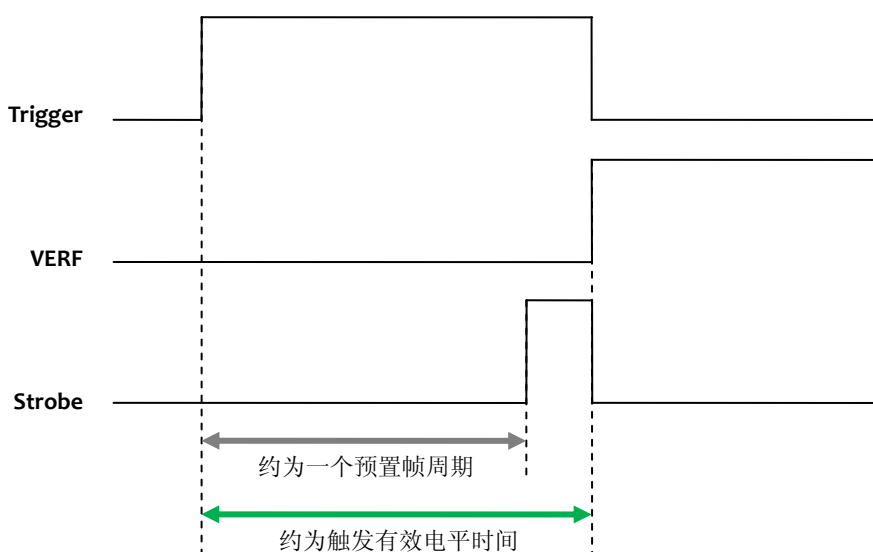


图 4-8 标准电平触发控制时序图（曝光时间大于预置帧周期）

目前可以支持此模式的摄像机包括：

- DH-HV5051Ux-M

综上所述，用户可以参考下表来选择最适合的采集方式：

采集类型	采集方式	曝光方式	触发有效
Continuation	连续	ERS	无
Trigger	触发	ERS	边缘（上升沿/下降沿）或 软触发
Trigger_Edge	触发	GRR	边缘（上升沿/下降沿）或 软触发
Trigger_Level	触发	GRR	电平（高/低）
Trigger_Level_Standard	触发	ERS	电平（高/低）

表 4-1 各种采集方式的对比

HV_SNAP_MODE 类型	闪光灯信号输出条件	闪光灯延迟
Continuation	无	无
Trigger	$R_{EXP} > \text{预置帧周期}$	约一个预置帧周期
Trigger_Edge	$R_{EXP} > R_{VB}$	$R_{VB} \times t_{Row} + 2000 \times 2t_{PCLK}$
Trigger_Level	$R_{EXP} > R_{VB}$ 且 电平宽度 $> R_{VB} \times t_{Row} + 2000 \times 2t_{PCLK}$	$R_{VB} \times t_{Row} + 2000 \times 2t_{PCLK}$
Trigger_Level_Standard	$R_{EXP} > \text{预置帧周期}$ 且 电平宽度 $> \text{预置帧周期}$	约一个预置帧周期

表 4-2 各种采集方式的闪光灯控制

缩写	含义
t_{Row}	行周期，即行时间，由图像窗口宽度、水平消隐和传输速率共同决定
t_{PCLK}	像素时钟周期
R_{VB}	场消隐（垂直消隐）
R_{EXP}	曝光时间寄存器值，计算方法见 5.2.3 曝光时间计算

表 4-3 参数表

在视频模式为 mode0，采集速度级别为 15，水平消隐与垂直消隐均为 0 的测试条件下，测试闪光灯延迟时间如下：

HV_SNAP_MODE 类型	闪光灯延迟
Trigger	约 143ms
Trigger_Edge	约 1.98ms
Trigger_Level	约 1.98ms
Trigger_Level_Standard	约 143ms

表 4-4 各触发模式下闪光灯延迟的测试值

4.3 视频模式

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机提供多种采集模式：Full 模式 (Mode0)、Skipping 模式 (Mode1、Mode2、Mode3) 和 Binning 模式 (Mode4、Mode5、Mode6)。

设置视频模式

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中 **视频格式**⇒**视频模式**，从下拉菜单中选择 Mode 0 ~ Mode 6。

视频格式	
视频模式	mode 0 (2592 * 1944, full)
采集速度级别	mode 0 (2592 * 1944, full)
	mode 1 (1024 * 768, skipping)
	mode 2 (800 * 600, skipping)
	mode 3 (640 * 480, skipping)
	mode 4 (1024 * 768, binning)
	mode 5 (800 * 600, binning)
	mode 6 (640 * 480, binning)

4.3.1 Full 模式

Full 模式中 (Mode 0)，摄像机的输出分辨率为最大分辨率 (2592×1944)。

此时，采用 Raw8 数据格式传输图像，可达到最大帧率。

4.3.2 Skipping 模式

Skipping 模式采用抽取整行或整列的方法，在不影响拍摄视野的情况下降低输出图像分辨率。这种模式可有效提高摄像机的帧率，适合在预览实时图像时使用。

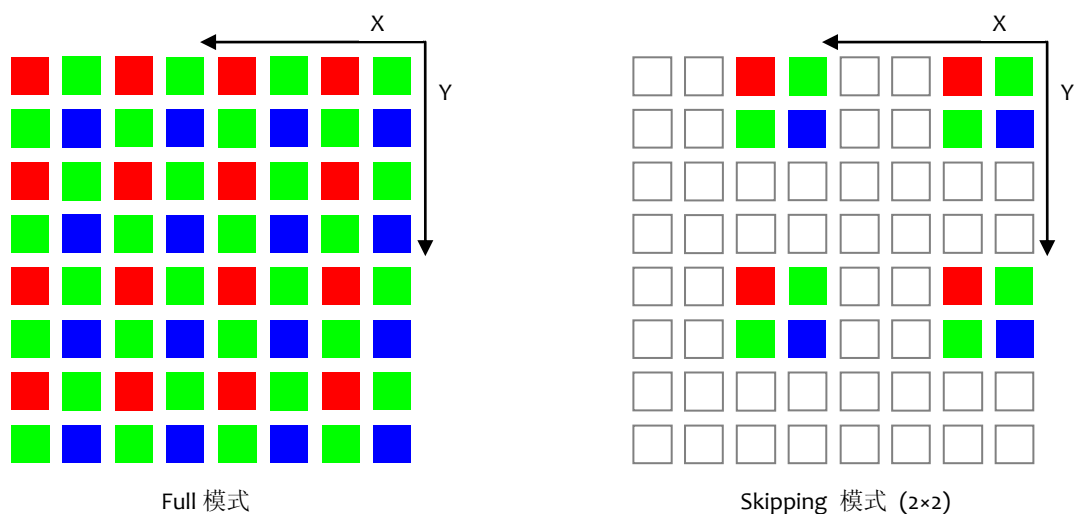


图 4-9 彩色摄像机的 2×2 Skipping 模式（黑白摄像机的抽取方式相同）

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机提供三种固定的 skipping 分辨率模式：

- Mode 1: 1024 × 768 (2×2 skipping)
- Mode 2: 800 × 600 (2×2 skipping)
- Mode 3: 640 × 480 (4×4 skipping)

4.3.3 Binning 模式

Binning 是将相邻的同色像元中的感应电荷进行累加，作为一个像素读出。Binning 的优点是能将几个像素联合起来作为一个像素使用，提高传感器的灵敏度和输出速度、降低图像的噪声，特别适合在低光照的环境中使用。

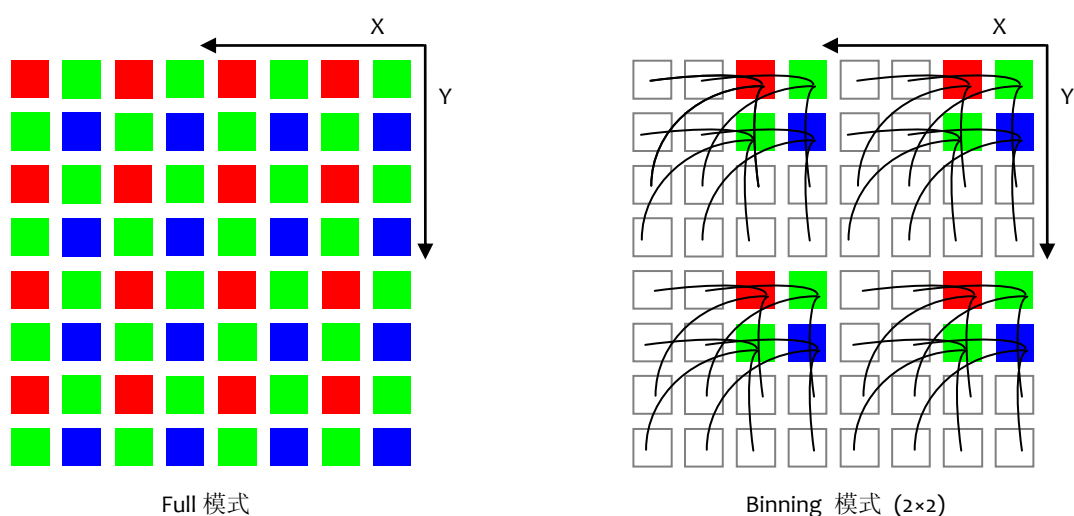


图 4-10 彩色摄像机的 2×2 Binning 模式（黑白摄像机的累加方式相同）

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机提供三种固定的 Binning 分辨率模式：

- Mode 4: 1024 × 768 (2×2 binning)
- Mode 5: 800 × 600 (2×2 binning)
- Mode 6: 640 × 480 (4×4 binning)

4.4 采集速度级别

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机增加了速度多级调节功能，从而使摄像机的适应性更强，不同的电脑可以达到不同的采集帧率。这样，即使电脑的配置较低，也可通过降低采集速度达到稳定工作，而配置较高的电脑可以达到较高的帧率。

同时，当前摄像机的分辨率和消隐也会影响采集的帧率。经测试，各种分辨率模式下的最大采集帧率见表 4-5：

视频模式	图像尺寸	采集速度级别	帧率	备注
Mode 0 (full)	2592×1944	18	8.7	通过适当增大水平消隐(大约 20 左右，不同电脑可能有所不同)，可以使速度级别调至 19，帧率最高可达 9.4
Mode 1 (skipping)	1024×768	22	58	
Mode 2 (skipping)	800×600	22	84	
Mode 3 (skipping)	640×480	22	115	
Mode 4 (binning)	1024×768	22	44	
Mode 5 (binning)	800×600	22	61	
Mode 6 (binning)	640×480	22	51	

表 4-5 DH-HV5051Ux-M/ML 摄像机在各视频模式下的最大采集速度

测试环境		
摄像机 参数	曝光时间	1ms
	水平消隐	0
	垂直消隐	0
	数据格式	Raw8
	自动调节功能	OFF
计算机 配置	CPU	Intel® Core™2 Quad Q9300 2.50GHz
	物理内存	3GB
	OS	Windows XP SP3
	显卡	ATI Radeon 系列

表 4-6 最大采集速度的测试条件



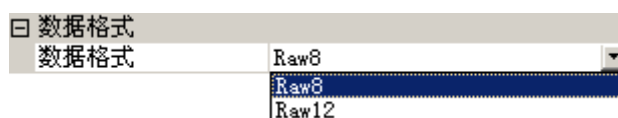
由于 PC 的性能有所不同，所以实际能达到的速度可能有所降低。

4.5 数据格式

摄像机的数据格式是指摄像机在进行图像传输时采用的数据编码格式。DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机提供两种数据格式：原始数据格式 Raw 8 和 Raw 12。

设置数据格式

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中 **视频格式**⇒**数据格式**，从下拉菜单中选择 Raw 8 或 Raw 12。



4.5.1 Raw 数据

RAW 数据格式是 CMOS 或者 CCD 图像传感器将捕捉到的光源信号转化为数字信号的原始数据格式，这种转换没有经过任何压缩。RAW 8 表示输出的图像数据深度为 8bit，RAW 12 表示输出的图像数据深度为 12bit。

在 DH-HV5051Ux-M/ML 摄像机中，RAW12 数据以 16bit 格式输出，其中低 12 位为有效数据，排列格式如图 4-11：

X	X	X	X	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Byte 1								Byte 0							

图 4-11 RAW12 排列格式

4.5.2 BAYER 颜色转换

对 RAW 格式的图像数据进行处理或者显示时，需要将其通过插值滤波转换为 24 位的 RGB 真彩色图像数据。每个像素点的 R、G、B 三原色的数值是根据该像素点及其周围若干点的三色数值进行 Bayer 插值计算而来，这种转换方式就是 Bayer 转换。采用 Bayer 转换的图像传感器，每个像素点只对应 RGB 三种之一的像元，RGB 三种像元按一定的规律排列，其数据格式如图 4-12 所示：

	0	1	2	3	4	5	...
0	R	G	R	G	R	G	...
1	G	B	G	B	G	B	...
2	R	G	R	G	R	G	...
3	G	B	G	B	G	B	...
4	R	G	R	G	R	G	...
5	G	B	G	B	G	B	...
...	...						

图 4-12 RAW 格式数据

其中一种简单的转换过程如图 4-13 所示（以 2x2 矩阵为例）：

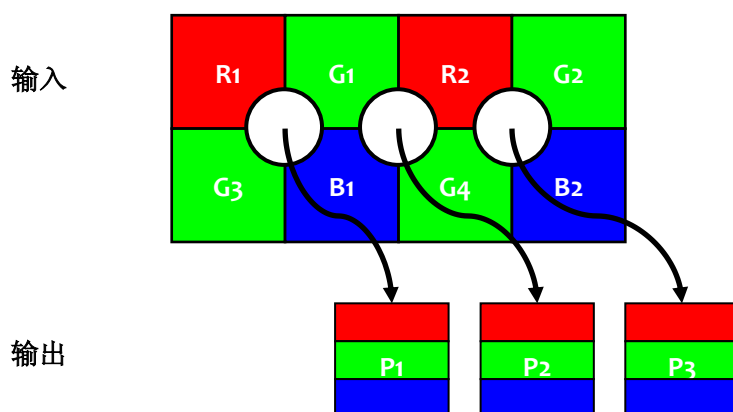


图 4-13 Bayer 转换（2x2 矩阵）

像素 1 (P1)	像素 2 (P2)	像素 3 (P3)
$P1_{Red} = R1$	$P2_{Red} = R2$	$P3_{Red} = R2$
$P1_{Green} = \frac{G1 + G3}{2}$	$P2_{Green} = \frac{G1 + G4}{2}$	$P3_{Green} = \frac{G2 + G4}{2}$
$P1_{Blue} = B1$	$P2_{Blue} = B1$	$P3_{Blue} = B2$

图 4-14 Bayer 转换算法（2x2 矩阵）

4.6 曝光时间

曝光时间，即快门速度，是指从传感器的快门打开到关闭的时间间隔，在这一段时间内，被摄物可以在 CMOS 靶面上留下影像。

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机使用行曝光 CMOS，曝光时间可调。当外部光源为日光或直流光源时，DH-HV5051Ux-M/ML 系列 USB 接口摄像机对曝光时间无特殊要求；当外部光源为交流光源时，曝光时间需与外部光源同步（50Hz 光源条件下曝光时间必须是 1/100s 的整倍数，60Hz 光源条件下曝光时间必须是 1/120s 的整倍数），才能保证较好的图像质量。可以通过演示程序或接口函数来设定与外部光源同步的曝光时间。

4.6.1 手动曝光

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机支持用户手动调节曝光时间。

设置曝光时间：

快门控制	
速度单位	ms
快门速度	20
自动模式	Disable

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中**快门控制⇒速度单位**，从下拉菜单中选择 μ s 或 ms。

快门控制	
速度单位	ms
快门速度	15
自动模式	ms

打开演示程序，点击左侧属性面板中**快门控制⇒快门速度**，拖动滑动条选择时间或直接在文本框中输入需要的数值。

快门控制	
速度单位	ms
快门速度	20



快门速度最小值是变化的，与图像窗口大小、视频模式、采集速度级别、水平消隐等参数有关最大范围：1 μ s - 1s。

在全分辨率下，采集速度级别为 15，水平消隐为 0 时的范围：63 μ s - 1s。

4.6.2 自动曝光

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机针对实际应用的特点，设计了自动曝光调节功能，可以适应不同的光线变化而无需人工干预。用户只需根据环境条件设置调节的最大值和最小值，以及期望的平均灰度，即可实现自动调节。

设置自动曝光：

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中**快门控制**⇒**自动模式**，从下拉菜单中选择 Enable 或 Disable。

快门控制	
速度单位	ms
快门速度	20
自动模式	Enable
	Disable
	Enable

如果选择了 Enable，则自动功能设置插件中的设置自动曝光范围有效，如图 4-15 所示：

打开**自动功能设置** 插件，设置自动功能的测试区域和期望灰度。

- 在左侧的图像框中直接点击鼠标并拖动选择自动功能测试区域，释放鼠标完成；或直接在 AOI 中输入测试区域的起始坐标 (X, Y) 和宽高 (W, H)。
- 在右侧期望灰度值中使用滑动条，或直接在文本框中输入预期的灰度值。
- 要改变当前的自动曝光设置，直接在自动曝光范围的文本框中输入需要的最小值和最大值。



图 4-15 自动增益参数设置

设置完成后点击“确定”，保存当前设置。

4.7 增益

增益主要用来定义信号的放大倍数，增益越大细节越清晰，但噪声也越大，增益越小细节越模糊，噪声也越小。

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机的增益为模拟增益，增益又分为红通道增益、绿通道增益和蓝通道增益，出厂时红、绿、蓝通道增益设定为 1（设置值为 8），用户可以通过计算机调整。计算公式如下：

放大倍数范围	增量	设置值范围
1.5 ~ 11.8125	0.1875	0x8 ~ 0x3F

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机提供手动调节增益和自动调节增益两种方式，您可以根据实际使用情况进行选择。

4.7.1 手动增益

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机支持用户手动调节增益。

设置全局增益：

增益控制	
增益调节	8
自动模式	Disable

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中**增益控制**⇒**增益调节**，拖动滑动条选择时间或直接在文本框中输入需要的数值，调节全局增益。可设置的范围为：8~63。

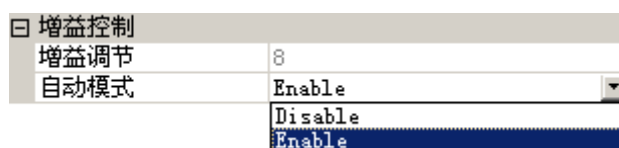
增益控制	
增益调节	8
自动模式	<input type="checkbox"/>

4.7.2 自动增益

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机针对用户实际使用的特点，设计了自动增益调节功能，可以适应不同的光线变化而无需人工干预。用户只需要根据环境条件设置调节的最大值和最小值，以及期望的平均灰度，即可实现自动调节。

设置自动增益：

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中 **增益控制**⇒**自动模式**，从下拉菜单中选择 Enable 或 Disable。



如果选择了 Enable，则自动功能设置插件中的设置自动增益范围有效，如图 4-16 所示：

打开 **自动功能设置** 插件，设置自动功能的测试区域和期望灰度。

- 在左侧的图像框中直接点击鼠标并拖动选择自动功能测试区域，释放鼠标完成；或直接在 AOI 中输入测试区域的起始坐标 (X,Y) 和宽高 (W,H)。
- 在右侧期望灰度值中使用滑动条，或直接在文本框中输入预期的灰度值。
- 要改变当前的自动增益设置，直接在自动增益范围的文本框中输入需要的最小值和最大值。



图 4-16 自动曝光参数设置

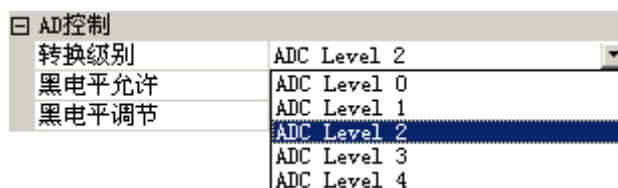
设置完成后点击“确定”，保存当前设置到摄像机。

4.8 ADC 转换级别

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机提供了 ADC 转换级别，即硬件数字增益，可以由计算机控制选择。

设置摄像机的 ADC 转换级别：

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中 **AD 控制**⇒**转换级别**，从下拉菜单中选择需要的 ADC Level。



其中：

- ADC Level 0: 原始亮度×1
- ADC Level 1: 原始亮度÷2
- ADC Level 2: 原始亮度÷4
- ADC Level 3: 原始亮度÷8
- ADC Level 4: 原始亮度÷16

因此，在摄像机输出的图像数据中：

每个通道的增益 = 数字增益 (ADC_Level) × 当前通道的模拟增益

4.9 白平衡

在各种不同的色温下，目标物的色彩会产生变化。其中，白色物体变化得最为明显：在室内钨丝灯光这样低色温的照射下，白色物体看起来会带有橘黄色色调，在这样的光照条件下拍摄出来的景物就会偏黄；但如果是在蔚蓝天空这样高色温的照射下，则会带有蓝色色调。在这样的光照条件下拍摄出来的景物会偏蓝。为了尽可能减少外来光线对目标颜色造成的影响，在不同的色温条件下都能还原出被摄目标本来的色彩，需要进行色彩校正，以达成正确的色彩平衡，称为白平衡调整。

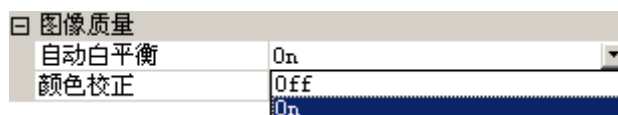
DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机中提供白平衡调整功能，摄像机能够根据当前环境色温自动改变当前红蓝通道的白平衡系数（或者由用户手动改变红蓝通道的白平衡系数）从而调整图像的色彩平衡。DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机为用户提供了较为灵活的白平衡功能使用方式，可以选择手动或自动模式；在手动模式下，用户还可以进行单次白平衡校正。

4.9.1 自动白平衡

当用户选择自动白平衡模式后，摄像机将会根据环境色温自动计算红蓝通道的白平衡系数，从而调整图像的色彩平衡，在这个过程中白平衡系数会根据色温的变化实时更新，而完全不需要用户去干预，从而使图像保持一个比较好的色彩效果。

设置自动白平衡：

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中**图像质量**⇒**自动白平衡**，从下拉菜单中选择 off 或 on。



如果自动白平衡开关为 On，则摄像机可自动进行白平衡调整。

4.9.2 手动白平衡

摄像机的演示软件提供了一种手动调整白平衡系数的方法，为 R、B 颜色通道各设置一个系数，通过原始数据和系数的计算获得新的 R、B 值并赋值给原像素。

设置手动白平衡：

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中 **图像质量**⇒**自动白平衡**，从下拉菜单中选择 **off**。

打开 **图像显示** 插件，如图 4-17 所示，设置软件白平衡功能的测试区域 AOI。在左侧的图像框中直接点击鼠标并拖动选择 AOI，释放鼠标完成选取。默认情况下，AOI 为整个图像区域。



图 4-17 图像显示插件

直接拖动 R 和 B 滑动条即可进行调节，您也可以直接在右侧的文本框中输入需要的数值，点击回车即可应用。

点击“白平衡”按钮，插件根据当前 AOI 内的图像颜色自动调整白平衡系数并应用至整个图像。点击“重置”按钮可恢复默认值。



注意程序会根据鼠标在图像预览区内的操作自动进行区域灰度统计，过小或不恰当的区域有可能导致图像的亮度异常。此时将 AOI 设置为整个图像区域即可。

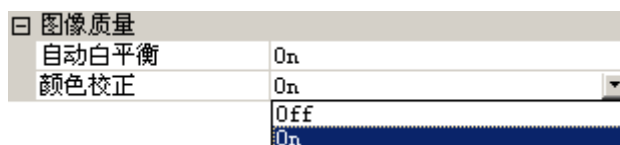
如果您已将自动白平衡功能打开（属性⇒图像质量⇒自动白平衡⇒On），则此插件中的白平衡系数必须为默认值，否则会导致图像严重偏色。

4.10 颜色校正

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机提供颜色校正功能，该功能可以提高图像的色彩还原度，使摄像机拍摄的图像效果更接近人眼的视觉感受。

设置颜色校正功能：

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中 **图像质量**⇒**颜色校正**，从下拉菜单中选择 On。



此时，摄像机将会自动调整图像的颜色。

颜色校正功能可与自动白平衡功能同时使用，即在进行颜色校正的同时，可进行自动白平衡调整。



(a) 颜色校正前



(b) 颜色校正后

图 4-18 图像颜色校正效果
(快门速度: 30ms; 增益: 8; ADC Level 2)

4.11 黑电平控制

黑电平是定义图像数据为 0 时对应的信号电平，调节黑电平不影响信号的放大倍数，而仅仅是对信号进行上下平移。如果向上调节黑电平，图像将变暗，如果向下调节黑电平图像将变亮。DH-HV 系列摄像机黑电平为 0 时，对应 0V 以下的电平都转换为图像数据 0，0V 以上的电平则按照增益定义的放大倍数转换，最大数值为 255。

4.11.1 黑电平校准

DH-HV5051Ux-M/ML 系列 USB 接口数字摄像机都带有黑电平自动校准功能，当用户需要调整黑电平时，自动校准功能将自动屏蔽。

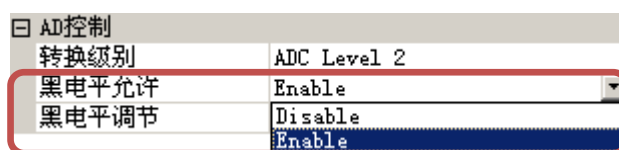
如果屏蔽自动黑电平校准功能在有些场合使用将出现一些问题，特别是使用黑白摄像机时，屏蔽自动黑电平校准功能将使图像产生细密的网格，此时必须利用彩色摄像机的白平衡功能进行处理才能消除网格，但这会使图像清晰度下降。

4.11.2 黑电平调整

黑电平调整是在屏蔽黑电平自动校准功能后才能进行的，DH-HV5051Ux-M/ML 系列 USB 接口数字摄像机都支持此功能。

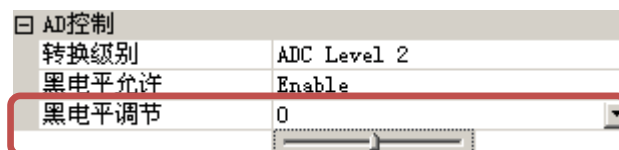
设置黑电平调节：

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中 **AD 控制**⇒**黑电平允许**，从下拉菜单中选择 Enable。



当黑电平允许为使能（Enable）时，才能进行黑电平调节。

打开演示程序，点击左侧属性面板中 **AD 控制**⇒**黑电平调节**，然后在黑电平调节栏中，拖动滑动条选择黑电平或直接在文本框中输入需要的数值即可。黑电平调节的范围为：-255 ~ 255。



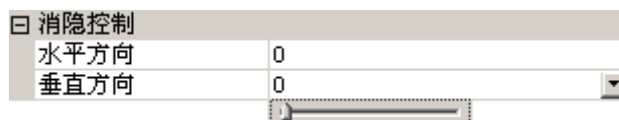
默认情况下，黑电平调节为 0。

4.12 消隐控制

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机支持消隐控制，可分别调整水平消隐和垂直消隐。

消隐控制：

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中 **消隐控制**⇒**水平方向**，拖动滑动条选择水平方向的消隐值或直接输入需要的数值即可。垂直方向操作方法相同。



水平消隐调节的范围：-450 ~ 3645。

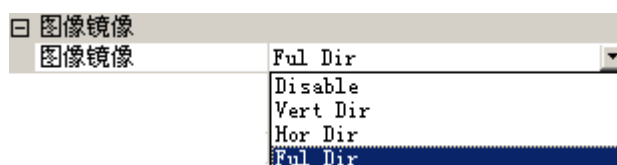
垂直消隐调节的范围：-17 ~ 2022。

4.13 图像镜像

DH-HV5051Ux-M/ML 系列摄像机支持图像镜像功能，可分别进行水平镜像或者垂直镜像，也可以同时进行水平镜像和垂直镜像。

图像镜像设置：

打开演示程序，选中要使用的摄像机，点击左侧属性面板中 **图像镜像**⇒**图像镜像**，从下拉菜单中选择 Disable (无镜像)、Vert Dir (垂直镜像)、Hor Dir (水平镜像)或 Ful Dir (同时水平和垂直镜像)。



4.14 用户保险箱

用户保险箱是为保护自有知识产权的应用而专门设置的。保险箱是用户自定义的，当保险箱打开时，可以被当作普通参数区使用；当保险箱关闭后，则必须使用密钥打开。用户可以通过保险箱与自己的软件更紧密的联系在一起，从而提高解密难度，保护自有知识产权。产品出厂时保险箱是打开的。

具体使用方法请与技术支持联系（support@daheng-image.com）。



特别声明：使用保险箱仅能提高一些解密难度，不能确保不被破解，因此大恒公司不对用户因保险箱破解导致的损失承担任何法律责任。

5 附录

5.1 常见问题

1. 摄像机工作时经常停止工作，但在重新开始采集命令后又恢复正常

解决办法：

- a) 降低采集速度级别
- b) 加大水平消隐长度
- c) 检查使用环境、电缆和主机性能
- d) 推荐使用主机底板自带 USB 口
- e) 驱动提供了报告错误接口，出现错误后点击继续采集即可

2. 帧率不能达到标称值

解决办法：

- a) 更换主机，选用 USB 性能更好的主机
- b) 尽量避免使用 USB 接口卡
- c) 避免使用主机前面板的 USB 接口
- d) 与技术支持联系，获取支持

3. 全分辨率下能否将帧率提到 9 帧/秒？

解决办法：

- a) 帧率可以达到 9 帧，请与技术支持联系

4. 多摄像机同时使用时丢帧严重

解决办法：

- a) 采用降低采集速度级别或加大水平消隐长度，此方式会严重降低帧率
- b) 采用多卡，即摄像机分别连接到不同的接口卡上，以分担 USB 占用带宽

5.2 帧率和曝光时间计算方法



寄存器或相关类型变量均以 R 加下标表示，时间变量及一些常量均以 T 加下标表示。

本节中的公式使用以下参数：

缩写	含义
R_W	图像窗口水平宽度 (分辨率)，最大值：2592
R_V	图像窗口垂直高度 (分辨率)，最大值：1944
R_{VB}	垂直消隐设置值，默认值：0，最小值：-17
HB	水平消隐参数 + 450，缺省值：450
HB_{min}	水平消隐最小值，其取值与视频模式有关，详见表 5-2
T_{ROW}	行周期，即行时间，由图像窗口宽度、水平消隐和传输速率共同决定，单位：ms
T_{PF}	预置帧周期，单位：ms
T_{FRAME}	帧周期，单位：ms
T_{INT}	曝光时间，接口函数或演示程序中设定的曝光时间，单位：ms
$T_{trigger}$	外触发信号有效电平的宽度
T_W	摄像机输出的光源控制信号脉冲宽度
R_{EXP}	曝光时间寄存器值，最小值：1，在已知曝光时间的前提下，可由曝光时间公式反推得出，计算方法见“5.2.3 曝光时间计算”
F_{MAX}	摄像机最大帧率，单位：fps
F_W	用户提供的触发信号频率
S	速度系数，为传感器的时钟频率，单位：H
SO	$208 \times (Row_Bin + 1) + 98 + 1 - 94$
Row_Bin	取值与视频模式有关，详见表 5-2

表 5-1 参数表

视频模式	HB_{min} 值	Row_Bin
mode0 (2592×1944)	450	0
mode1 (1024×768)	450	0
mode2 (800×600)	450	0
mode3 (640×480)	776	0
mode4 (1024×768)	776	1
mode5 (800×600)	776	1
mode6 (640×480)	1458	3

表 5-2 各视频模式下的 HB_{min} 和 Row_Bin 值

5.2.1 速度系数的计算

速度系数的取值与采集速度级别(Speed_Level)有关。

- 8 位 (Raw8) 输出模式下:

$$S = \frac{48 \times 15 \times 1000}{[(0x9d - \text{Speed_Level}) \& 0x7f] + 1}$$

- 12 位 (Raw8) 输出模式下:

$$S = \frac{48 \times 15 \times 500}{[(0x9d - \text{Speed_Level}) \& 0x7f] + 1}$$

5.2.2 行周期计算

DH-HV5051Ux-M/ML 系列的行周期 (T_{ROW}):

$$T_{\text{ROW}} = 2 \times \frac{1}{S} \times \max \left\{ \left[\frac{R_W}{2} + \max(\text{HB}, \text{HB}_{\min}) \right], [41 + 346 \times (\text{Row_Bin} + 1) + 99] \right\}$$

$$T_{\text{ROW}} = \max \left(\frac{R_W + R_{\text{HB}} + 234}{S}, \frac{553}{S} \right)$$

5.2.3 曝光时间计算

$$T_{\text{INT}} = R_{\text{EXP}} \times T_{\text{ROW}} - \frac{50 \times 2}{S}$$

上述公式的主要用途就是通过接口函数或演示程序中设定的曝光时间反推出曝光时间寄存器 R_{EXP} 的值, R_{EXP} 的值为整数。



对于 HV5051Ux 系列摄像机, 只有在连续采集模式和 Trigger 模式下摄像机的曝光时间与 T_{INT} 一致。

5.2.4 预置帧周期计算

不考虑曝光时间影响时的帧周期, 基本等于图像传输时间, 它的时间不受曝光时间寄存器影响。

$$T_{\text{PF}} = [R_V + \max(R_{\text{VB}} + 26, \text{VB}_{\min})] \times T_{\text{ROW}}$$

5.2.5 帧周期计算

- Continuation 模式:

计算方法: 设定的曝光时间与预置帧周期中的较大值。

$$T_{\text{FRAME}} = \max \left\{ \left[R_V + \max(R_{VB} + 26, VB_{\min}) \right] \times T_{\text{ROW}}, R_{\text{EXP}} \times T_{\text{ROW}} \right\}$$

- Trigger 模式:

计算方法: 设定的曝光时间+预置帧周期

$$T_{\text{FRAME}} = \left[R_V + \max(R_{VB} + 26, VB_{\min}) + R_{\text{EXP}} \right] \times T_{\text{ROW}}$$

- Trigger_edge 模式:

计算方法: 设定的曝光时间+预置帧周期

$$T_{\text{FRAME}} = \left[R_V + \max(R_{VB} + 26, VB_{\min}) + R_{\text{EXP}} \right] \times T_{\text{ROW}} + \frac{4000}{S}$$

- Trigger_level 模式:

计算方法: 外触发信号有效电平宽度+预置帧周期

$$T_{\text{FRAME}} = \left[R_V + \max(R_{VB} + 26, VB_{\min}) \right] \times T_{\text{ROW}} + T_{\text{trigger}}$$

- Trigger_level_standard 模式:

计算方法: 外触发信号有效电平宽度+预置帧周期

$$T_{\text{FRAME}} = \left[R_V + \max(R_{VB} + 26, VB_{\min}) \right] \times T_{\text{ROW}} + T_{\text{trigger}}$$

5.2.6 帧率计算

- 连续采集模式：

计算方法：设定的曝光时间和预置帧周期两者中，较大者的倒数。

当 $R_{EXP} < R_V + \max(R_{VB} + 26, VB_{min})$ 时：

$$F_{MAX} = \frac{1}{[R_V + \max(R_{VB} + 26, VB_{min})] \times T_{ROW}}$$

当 $R_{EXP} \geq R_V + \max(R_{VB} + 26, VB_{min})$ 时：

$$F_{MAX} = \frac{1}{R_{EXP} \times T_{ROW}}$$

- 触发采集模式：

计算方法：

当 $F_W \leq F_{MAX}$ 或 $F_{MAX} = N \times F_W$ (N 为整数) 时，最大帧率为：

$$F_{MAX} \text{ 或 } F_{MAX}/N$$

否则，最大帧率为：

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

5.2.7 光源控制信号的宽度计算

- ERS 曝光模式 (Trigger 或 Trigger_level_standard 模式) 下，仅当设置的曝光时间寄存器 $\geq (R_V + R_{VB} + 26) \times T_{ROW}$ 时，才有光源控制信号 (Strobe) 输出。

计算方法：设置的曝光时间 - 预置帧周期。

$$T_W = (R_{EXP} - R_V - R_{VB} - 26) \times T_{ROW}$$

- GRR 曝光模式 (Trigger_edge 或 Trigger_level 模式) 下，仅当设置的曝光时间寄存器 $\geq (R_{VB} + 26) \times T_{ROW}$ 时，才有光源控制信号 (Strobe) 输出。

计算方法：设置的曝光时间 - 垂直消隐时间。

$$T_W = (R_{EXP} - R_{VB} - 26) \times T_{ROW}$$

5.2.8 曝光延迟计算

曝光延迟指由外触发到曝光的延时 (单位: μs), 对时序控制不是太苛刻的用户可以忽略此延时。

- ERS 曝光模式 (Trigger 或 Trigger_level_standard 模式) 下, 触发极性为 High 时, 外触发到首行开始曝光的延时为:

$$T = 8.5 + 8 \times T_{\text{ROW}}$$

- ERS 曝光模式 (Trigger 或 Trigger_level_standard 模式) 下, 触发极性为 Low 时, 外触发到首行开始曝光的延时为:

$$T = 14.5 + 8 \times T_{\text{ROW}}$$

- GRR 曝光模式 (Trigger_edge 或 Trigger_level 模式) 下, 触发极性为 High 时, 外触发到开始帧曝光的延时为 $8.5\mu\text{s}$;
- GRR 曝光模式 (Trigger_edge 或 Trigger_level 模式) 下, 触发极性为 Low 时, 外触发到开始帧曝光的延时为 $14.5\mu\text{s}$ 。

所有摄像机的外触发信号通过器件时有一个延迟时间, 受 CPLD 程序滤波影响, 当触发极性为 High 时, 其典型值为 $8.5\mu\text{s}$; 当触发极性为 Low 时, 其典型值为 $14.5\mu\text{s}$ 。考虑到摄像机之间有所差异, 浮动范围为 $\pm 0.5\mu\text{s}$ 。

5.3 航空插头安装

屏蔽系列

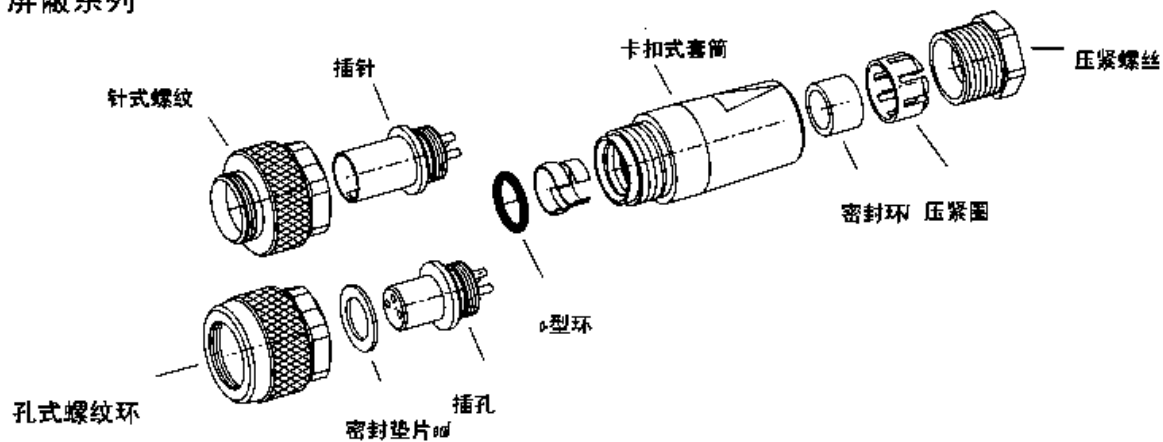


图 5-1 航空插头 - 屏蔽系列

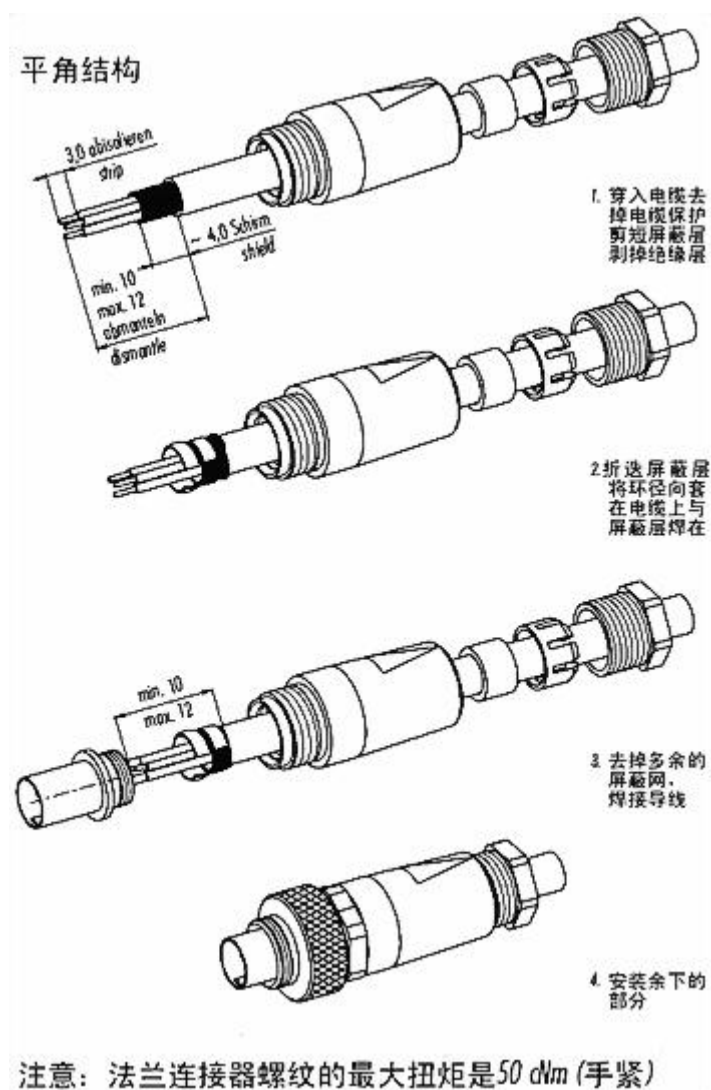


图 5-2 航空插头 - 平角结构

6 版本说明

序号	修订版本号	所做改动	发布日期
1.	V1.0	初始发布	2011-7-28
2.	V1.1	调整文档架构和格式	2011-8-22
3.	V1.2	增加摄像机信噪比和清晰度的测量值	2011-9-29
4.	V1.3	增加外触发相关功能说明，修改“摄像机的机械参数”	2011-10-13
5.	V1.4	增加“帧率和曝光时间计算”，修改行周期公式 HB 的说明	2011-10-19
6.	V1.5	修改产品性能中快门时间的范围、HV5051Ux-ML 摄像机机械参数背面图	2011-11-29
7.	V1.6	修改可编程触发帧曝光模式和可编程电平触发帧曝光模式部分	2011-11-30
8.	V2.0	1) 调整目录结构和格式； 2) 增加“摄像机光谱响应”及“工作环境”的说明； 3) 增加“镜头接口”和“USB 接口”的说明； 4) 增加“摄像机安装”和“使用操作”的说明； 5) 增加“曝光控制”、“视频模式”、“采集速度级别”、“数据格式”、“曝光时间”、“增益”、“白平衡”、“颜色校正”和“消隐控制”的说明；	2011-12-6