

TJ33 光机使用说明 V1. 0

一、基本性能

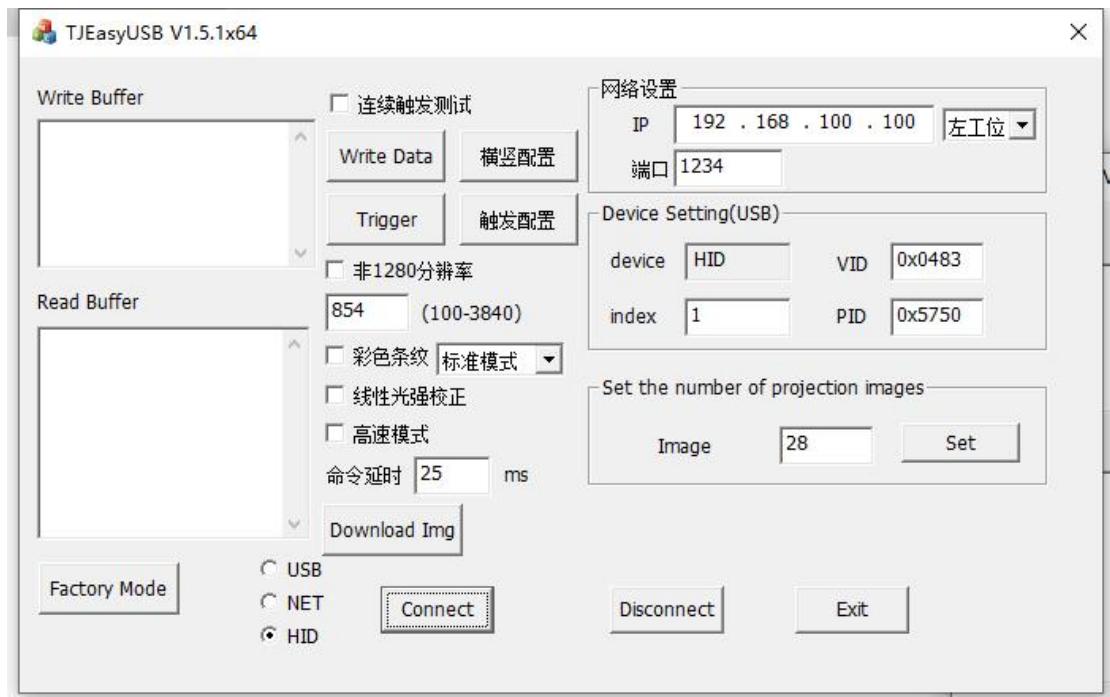
1. 光机分辨率: 1280*800; (TI0.45 " WXGA DMD); 光机帧率: 60Hz
2. 透射比: 1.2:1, 外观尺寸: 139*83*62mm 净重 881g
3. 具有三路触发信号输出, 可用于硬触发相机, 触发脉冲为 12V 高电平脉冲。线序参考文档末尾的图片;
4. 可通过 USB 连接 PC, 控制图像输出, 下载条纹的功能;
5. 可下载用户条纹数据, 最多 100 幅;
6. 具有 LED 亮度调节及开关功能。
7. 电源输入为 19V/8A。
8. 光机内置 USB3.0 hub, 可同时外接两个相机。

特别注明: 本光机需连接 USB 并装好驱动后才可正常工作。USB 设备为 HID 设备, 驱动会在连上后会自动搜索安装, 并无特定驱动。

设备 vid pid 为 0483 5750。

二、命令使用

1. 打开 TJEeasyUSB demo，选择 HID 设备，点击 connect 后，左侧按钮变黑后即可进行控制。



若无法连接，请检查 usb 连接是否可靠。

2. 在 Write Buffer 框内输入指令，点击 Write Data 即可下发指令。

光机在执行命令后会返回指令，返回指令可在 Read Buffer 框内看到。

3. Trigger 为测试触发用按键，实际等同于指令“T”；

Download Img 按键为下载条纹按键，具体操作参考后续条纹下载。

Factory Mode 及 Set the number of projection images 为测试用，用户无需考虑。

POD Setting 中，PID VID 已写入硬件中，无法修改。

具体控制指令：

指令代码	指令描述
S0	输出黑图像
S1	输出白图像
S2	输出十字图像
S3	输出棋盘格图像
S6	图像 1
S7	图像 2
S8	设置开机默认图案, 例如 S8 2, 则为开机默认输出十字
S9 %d	设置图像翻转: 0: 不翻转 ; 1: X 翻转; 2: Y 翻转 ; 3: XY 翻转。 默认为不翻转。该配置会自动保存, 断电后仍有效。
FE	擦除存储图片的 FLASH
FW %d %d %d	图像数据下载 (下载方法见后)
Ff %d %d %d %d %d %d %d %d	图像数据高速下载 (下载方法见后)
MA %d %d %d %d	光机参数配置指令: 参数 1: 图像重复帧数 (0-255) 参数 2: 保存条纹数量 (0-100) 参数 3: 捕获脉冲起始帧数 (0/1) 参数 4: 起始图像数(1-100) 具体参数配置参考下文 光机参数配置说明
Ma	查询光机参数配置。
MB %d	保存条纹数量, 等同于 MA 中参数 2, 仅下条纹时使用。
MS	将光机参数保存在机器内部, 断电后任然有效。
Ms	将条纹方向配置保存在机器内部, 断电后仍然有效。
MF %d %d %d %d %d	保存的横条纹的数量 2。 配置方法如下: 共写入 5 个数据,

	<p>第一个参数只可配置为 0 1 2 3, 0 代表 0-31 幅条纹的横竖信息, 1 代表 32-63 幅条纹的横竖信息, 2 代表 64-95 幅条纹的横竖信息, 3 代表 96-127 幅条纹的横竖信息。</p> <p>后四个参数配置范围为 (0-255), 分别代表 32 幅图片的横竖数据。每一张图片通过 1bit 来表示, 0 代表竖条纹, 1 代表横条纹。</p> <p>例如, 共 8 张图片, 需要以 横 竖 竖 横 竖 横 竖 竖 的顺序投出, 则写入的参数为 00101001=41。命令配置为 MF 0 41 0 0 0。例如, 共 64 张图片, 需要以前 32 幅为竖, 后 32 幅为横的顺序投出, 则命令配置需要配置两次,</p> <p>1: MF 1 255 255 255 255 2: MF 0 0 0 0 0。</p> <p>共可支持 128 张图片的横竖条纹配置。</p>
B %d	<p>触发模式选择:</p> <p>0: 普通触发模式, 在收到 “T” 指令后直接按配置投射一组条纹。</p> <p>1: 循环触发模式, 在收到 “T” 指令后循环投射当前组条纹。若需停止, 请将触发模式切换回模式 0。</p> <p>2: 单帧触发模式, 在收到 “T” 指令后, 投射一张条纹, 并一直保持, 直至收到 “N” 指令, 切换到下一张条纹。</p> <p>注: 在使用 0 1 模式时, 会读取通过 “MS” 指令保存在机器内部的光机参数, 若不需要使用该参数, 可以通过在选择完模式后重新使用 “MA” 指令配置参数, 再进行触发。</p>
N	切换到下一张条纹, 需要配合 B2 模式使用。
T	<p>条纹连续输出一次。</p> <p>(会加载前一次的参数配置, 若需修改可通过 MA 指令进行配置, 再通过 MS 指令进行保存)</p>
LD %d	<p>光机上电后开关灯配置:</p> <p>0: 默认上电开灯 1: 默认上电关灯 2: 上电后默认普通模式 3: 上电后默认高亮模式 (配置后自动保存)</p>
LA %d	<p>自定义光机亮度。</p> <p>亮度调节值为 0-255。(默认为 30)</p> <p>当亮度值大于 75 时需加强散热, 否则可能造成 LED 的永久性损坏</p>
La %d %d %d	<p>自定义分别调节 RGB 三通道 led 亮度。三个参数分别为 R 通道 led 亮度; G 通道 led 亮度; B 通道 led 亮度。Led 参数调节范围参考 LA 指令。</p>
LE %d %d %d	<p>自定义分别调节 RGB 三通道 led 亮度, 并且断电后保存。(仅白光下有效)</p> <p>三个参数分别为 R 通道 led 亮度; G 通道 led 亮度; B 通道 led 亮度。Led 参数调节范围参考 LA 指令。</p>

LL	关闭 LED 灯。
LN	开启 LED 灯。
LC	设置 led 为高亮模式（注：高亮模式默认 5 分钟后自动切换成普通模式，若需继续使用高亮模式需要自行切换。在高亮模式下，led 关闭后，计时自动清零，在下次打开 led 时重新开始计时。）
Lc	设置 led 为普通模式。
LB	切换投影光源为纯蓝光，并且断电后保存。
LG	切换投影光源为纯绿光，并且断电后保存。
LR	切换投影光源为纯红光，并且断电后保存。
LW	切换投影光源为白光，并且断电后保存。
LO %d	设置高亮模式持续时间。持续时间为（参数 1*30）s。 假设设置为 LO 2，则代表高亮模式 60s 后自动切换成普通模式。
pe	清除用户数据。
pw %d %d	写入存储数据： 1: 写入的空间地址（0-1023） 2: 写入的数据（0-255） 注：新数据可直接写入，但需注意使用寿命，一般参考写入寿命为 10w 次。
pr %d	读取该空间地址内的数据。
r	软重启光机。
v	查询光机固件版本。

三、光机参数配置说明

光机参数主要包含以下几项：图像重复帧数，保存条纹数量，捕获脉冲起始帧数，起始图像数。

1. 图像重复帧数指光机投射条纹时重复投射的数量。该参数决定实际条纹投射的帧率。

实际投射帧率计算公式如下：

$$\text{实际投射帧率} = \frac{\text{光机帧率}}{1 + \text{图像重复帧数}}$$

当光机帧率为 60fps 时，配置图像重复帧率为 1，则实际投射帧率为 $60\text{fps} / (1+1) = 30\text{fps}$ 。

2. 保存条纹数量，指的是存储在光机中条纹的数量。该参数同时决定连续触发时，产生的触发脉冲的数量。（若配置为 15，则代表储存的条纹数为 16 张，连续触发产生的脉冲也为 16 个）

3. 捕获脉冲起始帧数，该参数只可配置为 0 或 1。

该参数在使用全局曝光相机时，只需配置成 0 即可，在使用部分特殊相机或部分行曝相机时需配置成 1

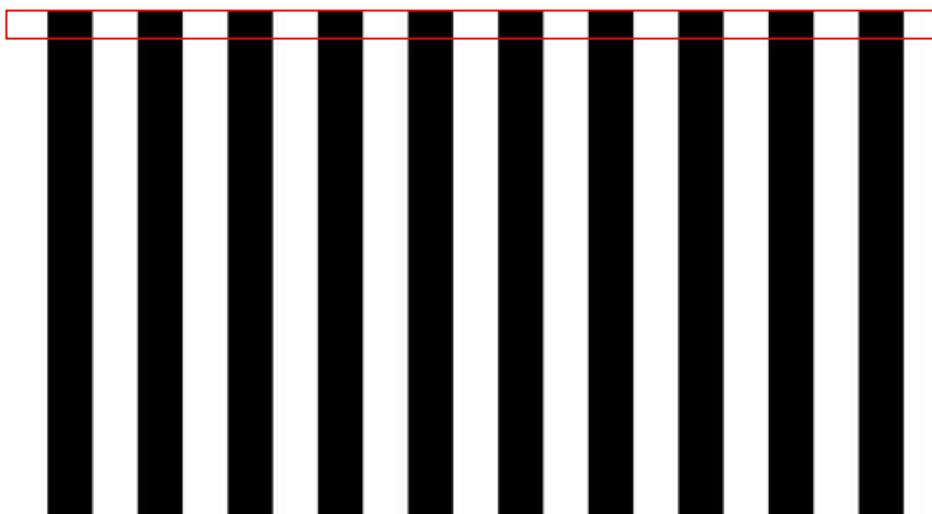
4. 图像起始数指的是从用户下载的条纹中第几幅条纹开始投射。默认为 0。配置为 1 时，则从用户下载的条纹中的第二幅开始触发。

注：通过 MB 配置的条纹数不会自动保存，断电后失效。设置过 MA 后需要通过 MS 指令来储存配置，断电后任会生效。

四、条纹投射原理说明

1. 竖条纹：

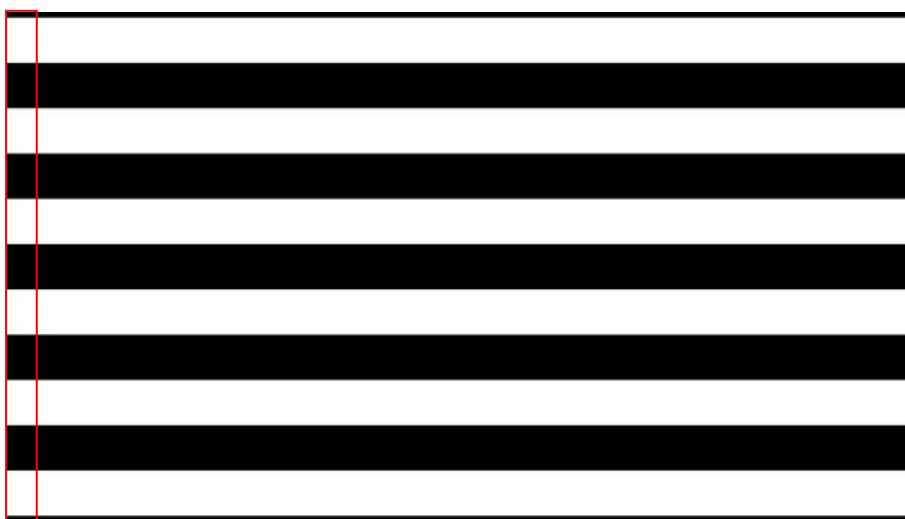
以如下图为例：



实际存储和投射只取一行 1280 个像素，在投射时，剩下 1280*799 像素按从上到下复制得来。

2. 横条纹：

以如下图为例：



实际存储和投射只取一列 800 个像素，在投射时，剩下 1279*800 个像素按从左到右复制得来。

五 条纹下载方法

1. 使用 demo 写入方法：

可以直接使用我们提供的 TJEasyUSB 来快速写入条纹数据。

点击 demo 的 Download Img 按钮，会出现提示是否下载默认条纹数据，选是，则下载默认条纹数据，否则下载用户自定义条纹数据。加载文件完成后即可自动下载，等待完成即可。

关于条纹数据，一副图片一取一行 840 个数据，按照 16 进制的形式保存，多幅条纹间无分隔符。

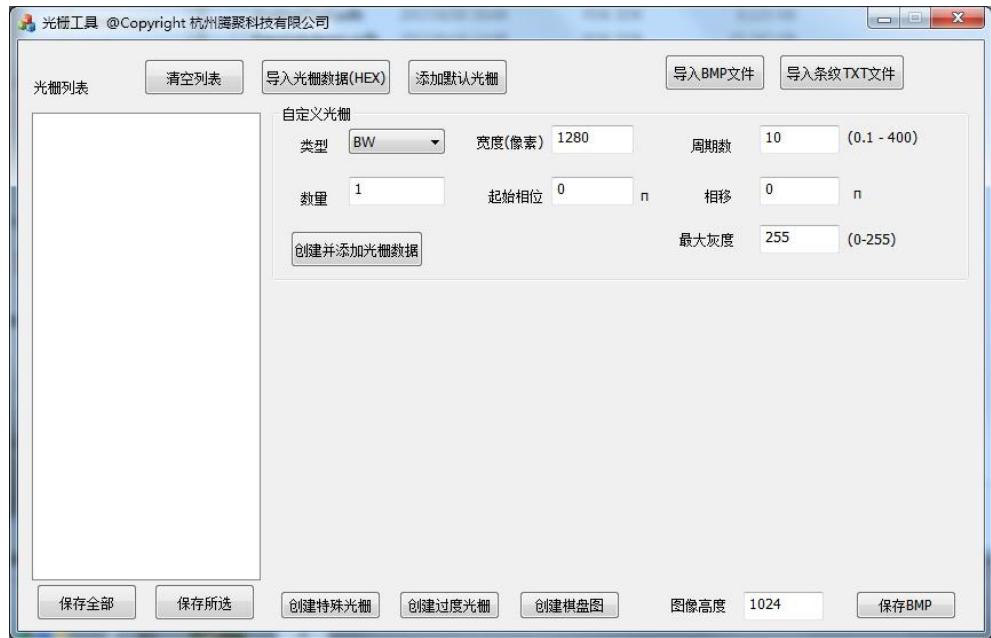
条纹数据格式参考：

OFFSET	H	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	ASCII
00000000		00	06	18	35	58	80	A7	C7	E7	F9	FF	E6	CA	A6	7F	..%.5X.....	
00000010		58	34	18	06	06	19	35	59	80	A8	CB	E7	F9	FF	FF	X4.....5Y.....	
00000020		E6	CA	A6	7F	57	34	18	06	07	19	36	59	81	A8	CC	..%-W4.....6Y.....	
00000030		E8	F9	FF	FB	E6	C9	A5	7E	56	33	17	06	07	01	3A	36	..%-VS.....6
00000040		5A	82	A9	CC	E8	F9	FF	E8	E5	C9	A5	7D	53	17	05	Z.....1V3.....	
00000050		00	07	1A	37	5B	82	A9	CD	E8	FB	FF	E5	C8	A4	7D	..%-7I.....?J.....	
00000060		55	32	17	05	00	07	1A	37	5B	83	AC	CD	E9	FA	FF	F8	U2.....?-7I.....?J.....
00000070		E5	C8	A3	7C	55	32	16	05	00	07	1B	38	5C	83	AB	CE	..%-U2.....8Y.....
00000080		E9	FA	FF	F7	E4	C7	A3	7B	54	31	16	05	00	08	1B	38	..%-T1.....8
00000090		5C	84	AB	CE	E9	FA	FF	F7	E4	C7	A3	7B	53	31	16	05	..%-S1.....
000000A0		00	08	1B	39	55	8D	AC	CF	EA	FF	F7	E3	C6	A2	7A	[..?9].....z	
000000B0		S3	30	15	05	00	08	1C	39	55	8E	AC	CF	EA	FF	FF	S0.....9.....	
000000C0		E3	C3	A1	79	52	30	15	04	00	08	1C	3A	5E	86	AD	00	..%-YR0.....^A.....
000000D0		EA	FB	FF	E7	C5	C0	79	52	32	14	04	00	09	1D	3A	00	..%-YR.....?A.....
000000E0		F5	87	AE	DO	EB	FB	FF	E6	E2	C4	A0	78	51	12	04	14	..%-XQ.....
000000F0		00	09	1D	3B	87	AE	7D	11	EB	FB	FF	E6	C4	9F	78	..%-J.....	
00000100		51	24	14	00	09	1D	3B	60	88	AF	D1	EB	FB	FF	F6	Q.....	
00000110		E1	C3	F9	77	50	24	13	04	00	09	1C	3C	61	88	AF	D2	..%-WP.....?A.....
00000120		EC	FB	FF	E6	C1	C9	76	4F	2D	13	04	00	09	1C	3C	..%-V0.....<A.....	
00000130		61	89	BD	D6	FB	FF	E5	C1	92	76	4F	2D	13	04	a.....	..%-V0.....<A.....	
00000140		00	01	1F	3D	62	8A	BD	D2	EC	FC	FF	F5	EC	C0	7D	55	..%-b.....?u
00000150		4E	2C	12	03	00	01	1F	3E	62	8A	B1	D3	EC	FC	FF	F5	N.....>b.....>A.....
00000160		E0	C1	9C	74	4C	12	03	00	01	1F	3E	63	8B	B2	D3	..%-TN.....>C.....	
00000170		ED	FF	FE	F5	DC	C1	9C	74	4D	2B	12	03	01	20	3F	..%-CM+.....?.....	
00000180		64	82	B2	D2	ED	FF	FE	F4	DC	90	73	4D	2B	12	03	d.....?M+.....?.....	
00000190		01	08	20	3F	64	82	B3	D4	EE	FC	F4	DC	90	73	..?-d.....?.....		
000001A0		4C	2A	11	03	01	21	40	65	8D	B3	D5	EE	FC	FE	F4	L*.....?@.....	
000001B0		DE	BF	9A	72	4B	2A	11	03	01	21	40	65	8D	B4	D5	..%-R*.....!@.....	
000001C0		EC	FF	FE	FE	FB	9F	71	4B	29	11	03	01	2B	41	..?-gK.....?A.....		
000001D0		66	82	B4	D4	FF	FC	FF	FS	DD	B9	71	4B	29	10	02	f.....?gJ.....	
000001E0		01	22	41	67	8F	B5	D6	EF	FD	FF	FS	DD	B9	70	..%-Ag.....?P.....		
000001F0		4A	29	10	02	01	22	42	67	8F	B6	D7	EF	FD	FF	F3	..%-Bg.....?.....	
00000200		DC	B7	9F	49	28	10	02	01	23	42	68	90	B6	D7	..?-OI.....?Bh.....		
00000210		E1	FF	FE	F3	DC	B7	9F	49	28	02	02	01	2D	23	43	..?-OI.....?C.....	
00000220		69	81	B7	D2	FF	FE	F2	DC	B6	9E	48	27	02	02	1	..?-nH.....?.....	
00000230		01	04	24	43	69	B1	7D	82	FB	FE	F2	DC	B6	95	6E	..%-SC1.....?n.....	
00000240		47	27	0F	02	01	24	44	6A	92	BB	D8	FB	FE	FD	FF	G.....?SD1.....	
00000250		DB	B5	9D	65	47	26	02	01	25	45	6A	92	BB	D9	09	..%-mG6.....?E.....	
00000260		F1	FD	FE	F2	DA	94	6C	46	26	02	01	25	45	6E	92	..%-1F6.....?E.....	
00000270		6B	93	B9	D9	21	F1	FD	FE	DA	94	6C	46	25	02	K.....	..%-1F%.....	
00000280		02	05	24	46	6C	94	BA	DA	F1	FD	FE	DA	B9	93	65	..%-F1.....?k.....	
00000290		45	25	02	01	02	06	24	46	6C	94	BA	DA	F2	FE	FD	F1	..%-F1.....?k.....
000002A0		D9	B2	96	4A	25	02	01	02	06	24	47	6D	95	BB	DB	..%-JE8.....?6m.....	
000002B0		F2	FE	FD	FB	D8	BB	92	6A	24	44	2D	02	01	27	47	..%-JD5.....?G.....	
000002C0		65	95	BB	D8	FB	FE	FD	B7	94	69	43	24	02	01	n.....	..%-iCS.....	
000002D0		02	0F	27	48	6E	96	BC	DC	F2	FE	FD	B8	D7	91	69	..%-Hn.....?.....1	
000002E0		62	20	21	05	02	06	24	44	2D	02	01	27	47	..%-JD5.....?G.....			

相移条纹数据格式参考

格雷码条纹数据格式参考

也可使用我们提供的 GratingTool 的 demo 来生成条纹数据。



直接按顺序导入 bmp 或 txt 文件，点击右下角保存全部即可生成下载所需的条纹数据文件，也可使用右侧自定义光栅来生成条纹。注： bmp 需要横向为 1280 像素，位深度为 8bit 的 bmp 图片， txt 则为一副图片一取其中一行 1280 个数据。

关于横条纹。

若需使用横条纹，则生成条纹数据时与竖条纹略有不同。在使用 GratingTool 转换时，需要勾选横条纹图，再导入 bmp 文件即可， bmp 要求 1280*800 位深度为 8bit 的 bmp 图片。若需导入 TXT，则需要取条纹的一列 800 像素，然后在 800 个数据之后填充 0 或 255 直到 1280 个数据即可。

2. 上位机写入方法：

1. 写入总共多少幅图像， MB %d
2. 写入擦除命令:FE， 等待回复 F0， 如果回复 F1 则重新执行

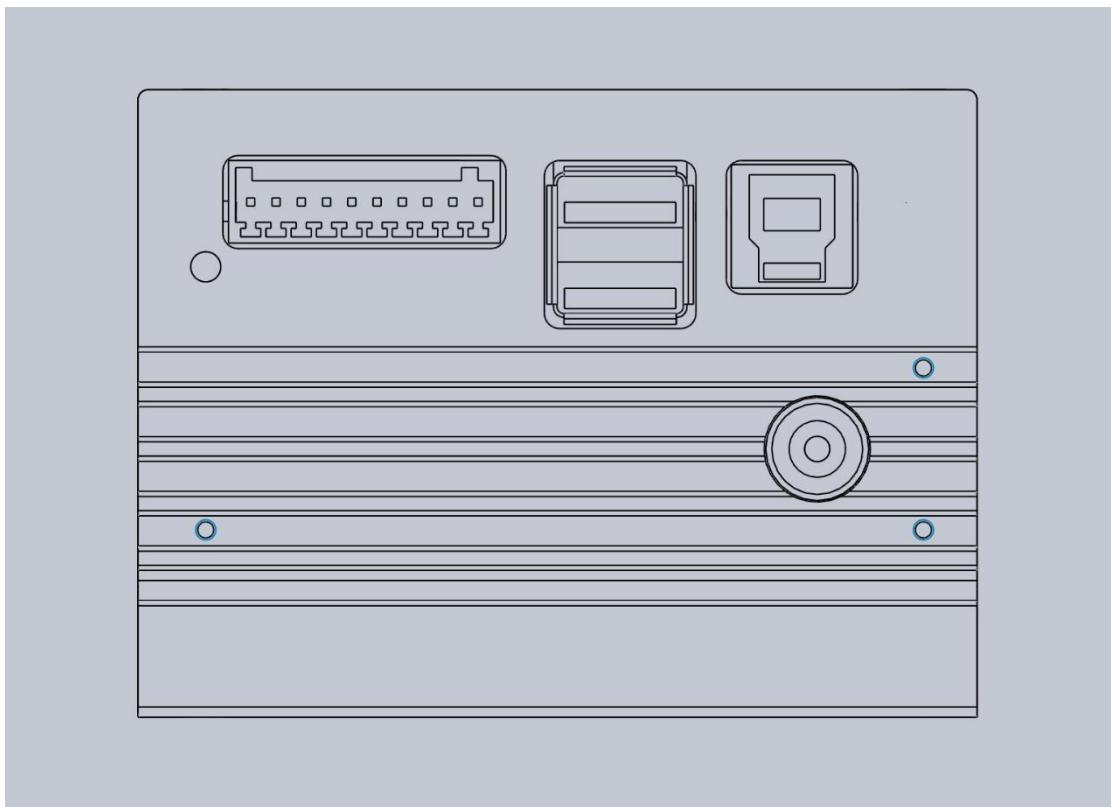
3. 写入图像代码，参考程序如下：

```
for (i=0;i<15;i++)  
    for (j=0;j<1280;j++)  
    {  
        senddata.Format("FW%d %d", i*1280+j, imdata);  
        memcpy(Buffer, senddata, 64);  
        WriteData(&dd, Buffer, 64, &dwRtSize);  
        if ((j%256)==255)  
        {  
            ReadData(&dd, buf, 64, &dwRtSize);  
            sx.Format("%s", buf);  
            SetDlgItemText(IDC_EDIT2, sx);  
        }  
    }  
}
```

说明：一共写入 15 幅单行图像，每行 1280 像素，imdata 为像素的数据，每写入 256 个数据需要读取一次下位机返回值。

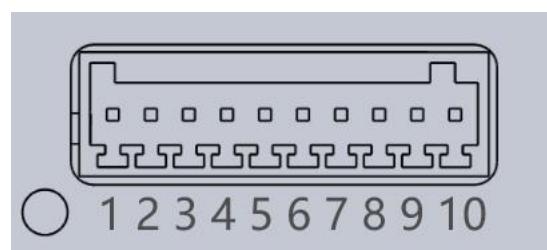
五、触发线序参考：

如下图所示，为光机后方视图：



从左至右依次为相机触发接口，usb3.0 typeA 口，usb3.0 上行接口以及电源供电接口。

触发接口线序定义如下图：



Pin1	Pin2	Pin3	Pin4	Pin5	Pin6	Pin7	Pin8	Pin9	Pin10
GND	Trig	P12V	GND	Trig	P12V	GND	Trig	P12V	GND

六、与相机连接说明：

以海康相机 6pin 触发线为例，海康 6pin 触发线定义如下：

管脚	信号	I/O 类型	I/O 信号源	说明	配套线缆颜色
1	12V	--		+12V 直流电源	橙色
2	Opt-Iso In	输入	line0 信号线	光耦隔离输入	黄色
3	GPIO	输入或输出	line2 信号线	可配置成输入或输出	紫色
4	Opt-Iso Out	输出	line1 信号线	光耦隔离输出	蓝色
5	I/O Ground	输入或输出	Line0、line1 信号地	信号地	绿色
6	Gnd	输入或输出	Line2 信号地	电源地	灰色

表1-25 管脚信号定义

其中 1, 6 为相机供电，可与光机的 P12V 以及 GND 连接。

相机外部触发信号，一般采用 Line0，光耦隔离输入，故选用 2, 5 作为触发接线。将 2, line0 信号线（黄色）与光机的 Trig 相接，将 5, line0 信号地（绿色）与光机的 GND 相接。

仅供参考，不同相机线序颜色定义不同，需根据实际进行调整。