

SWORD

XD-LAB-IMG-006

Lab6: 图像处理滤波器实验

3: 局部二值化

Joseph Xu

2019-2-14

修改记录

版本号.	作者	描述	修改日期
1.0	Joseph Xu	初稿	2018-5-10
1.2	Joseph Xu	文档图片微调	2019-2-14

审核记录

姓名	职务	签字	日期

	标题	XD-LAB-IMG-006	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3			
作者	Joseph Xu	2019/2/14	1.2	1 of 20

目录

修改记录	1
审核记录	1
1. 实验简介	5
1.1 概述	5
1.2 实验目标	5
1.3 实验条件	5
1.4 实验原理	6
2. 局部二值化实验流程	8
2.1 操作步骤	8
3. 局部二值化实验结果	20

XINGDENG	标题 Lab6: 图像处理滤波器实验 3	文档编号 XD-LAB-IMG-006	版本 1.2	页 2 of 20
作者 Joseph Xu	修改日期 2019/2/14	公开		

图目录

图 1-1 实验连接示意图.....	6
图 1-2 局部二值化连接示意图.....	6
图 1-3 ThresholdLocal IP	7
图 2-1 复制一个实验 4 副本.....	8
图 2-2 重命名实验目录.....	9
图 2-3 启动 Vivado.....	9
图 2-4 打开工程.....	10
图 2-5 实验初始视图.....	10
图 2-6 添加局部二值化 IP.....	11
图 2-7 断开 MeanFilter IP 的 out_data 端口	11
图 2-8 断开端口后视图.....	12
图 2-9 配置 ThresholdLocal IP	13
图 2-10 连接端口.....	14
图 2-11 Concat IP 设置	14
图 2-12 端口连接检查.....	15
图 2-13 保存设计.....	15
图 2-14 创建实验顶层 Wrapper 文件	15
图 2-15 自动更新顶层文件.....	16
图 2-16 Generate Bitstream.....	16
图 2-17 点击 Yes 确认生成 bit 文件.....	16
图 2-18 打开 Hardware Manager	16
图 2-19 硬件连接对应位置.....	17
图 2-20 实际硬件连接.....	18
图 2-21 Open target	18
图 2-22 Program Device	19
图 2-23 烧写目标器件.....	19
图 2-24 编程进度条.....	19
图 3-1 局部二值化显示结果.....	20

XINGDENG	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	3 of 20
作者	修改日期			
Joseph Xu	2019/2/14		公开	

表目录

表 1-1 ThresholdLocal IP 端口列表	7
------------------------------------	---

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	4 of 20
作者	修改日期			
Joseph Xu	2019/2/14		公开	

1. 实验简介

该实验通过一定尺寸的滑动窗口对图像进行局部二值化。

- **对于初学者，整个实验预计耗时 1 小时。**
- **对于进阶者，整个实验预计耗时 10 分钟。**

1.1 概述

局部二值化有别于全局二值化，它并非利用一个全局的阈值作用于整张图像，而是对每一个单独的像素都使用一个单独的阈值，这属于自适应二值化的一种，这个阈值通常来源于局部滤波器的输出。不同局部滤波器给出的阈值会产生非常不同的效果，而无论是哪一种阈值，最终的目的都是给出一个比较清晰而明确的边缘，通常这个效果比较容易达到，所以局部二值化是一个不错的边缘检测算子。

1.2 实验目标

本实验的目标为 SWORD4.0 能够对 HDMI 输入的图像画面进行局部二值化后在显示器上输出的视频画面。

1.3 实验条件

类别	名称	数量	说明
硬件	SWORD4.0	1	
	HDMI 信号源	1	如笔记本 HDMI 输出/台式计算机 HDMI 输出/带 HDMI 输出的视频机顶盒
	带 HDMI 接口的显示器	1	
	HDMI 视频线	2	
软件	Vivado Design Suite	1	版本: 2014.4
	视频接口 IP 库	1	FPGA-Image-Library.zip*

*注：FPGA-Image-Library 为戴天宇开发的一个开源图像处理 IP 库，该 IP 库遵循 LGPL，
详情请见：<http://fil.dtysky.moe>

	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	5 of 20
作者	修改日期			
	Joseph Xu	2019/2/14	公开	

1.4 实验原理

该实验的连接方式如下图所示：

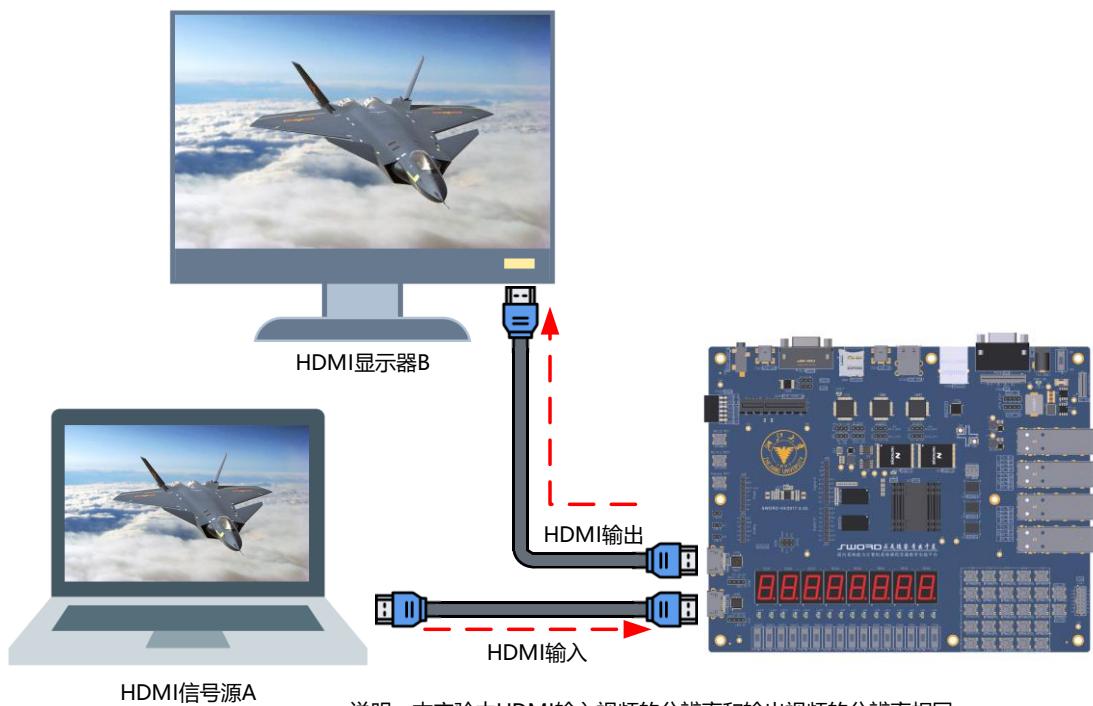


图 1-1 实验连接示意图

实验利用了 1 个 IP 来实现局部二值化：ThresholdLocal。实验 IP 连接示意图如下图所示：

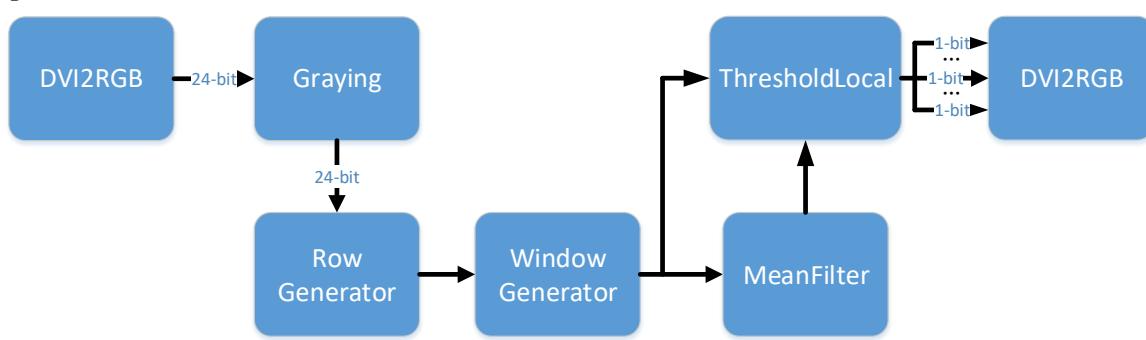


图 1-2 局部二值化连接示意图

而 ThresholdLocal 这个 IP 的作用是局部二值化滤波器。

标题	文档编号	版本	页
Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	6 of 20
作者	修改日期		
Joseph Xu	2019/2/14		公开

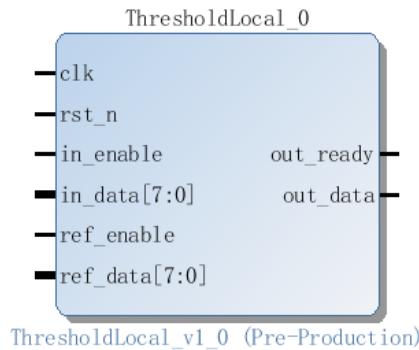


图 1-3 ThresholdLocal IP

该 IP 的端口信号定义如下表所示：

表 1-1 ThresholdLocal IP 端口列表

信号名	方向	宽度	含义
clk	输入	1	Clock.
rst_n	输入	1	复位，低有效。
in_enable	输入	1	输入数据使能，在流水线模式下，它是另一个复位信号，在请求响应模式下，只有在它有效的时候 in_data 才会被真正地改变。
in_data	输入	color_width * in_window_width * in_window_width - 1 : 0	输入数据，必须和 in_enable 同步输入。
ref_enable	输入	1	阈值数据使能。
ref_data	输入	color_width - 1 : 0	阈值数据，必须和 ref_enable 同步输入。
out_ready	输出	1	输出数据有效，在两种模式下，这个信号都会在 out_data 可以被读取的时候有效。
out_data	输出	color_width - 1 : 0	输出数据，将会和 out_ready 同步输出。

XINGDENG	标题		文档编号		版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3		XD-LAB-IMG-006	1.2	7 of 20	
作者		修改日期				
Joseph Xu		2019/2/14				公开

2. 局部二值化实验流程

本章将详细描述如何在 Vivado 2014.4 的环境下完成实验。请耐心阅读，仔细按照图示和文字说明进行操作。

2.1 操作步骤

- 1 由于本实验是在实验 4 的基础上进行扩展，所以我们先将之前的实验部分复制 1 份，具体做法为在 D:\ImageLabs 文件夹下，将鼠标左键选中 lab4，然后按住 Ctrl 键不放，并拖拽到空白处，这样得到一个 lab4 的副本，如下图所示：

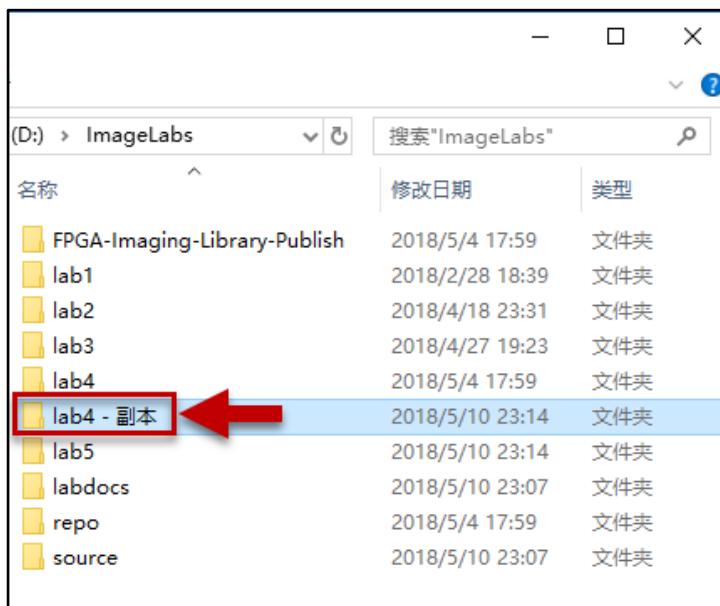


图 2-1 复制一个实验 4 副本

然后将 lab4 的副本重命名为 lab6，如下图所示，至此我们就可以在 lab6 文件夹里开始我们的实验内容：

XINGDENG	标题 Lab6: 图像处理滤波器实验 3	文档编号 XD-LAB-IMG-006	版本 1.2	页 8 of 20
	作者 Joseph Xu	修改日期 2019/2/14		公开

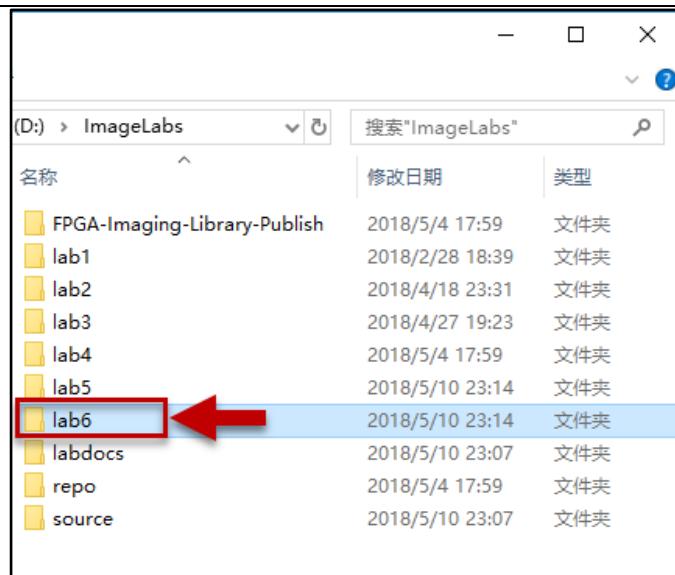


图 2-2 重命名实验目录

2 接着启动 Vivado 2014.4, 在启动界面选择 Open Project, 如下图所示:

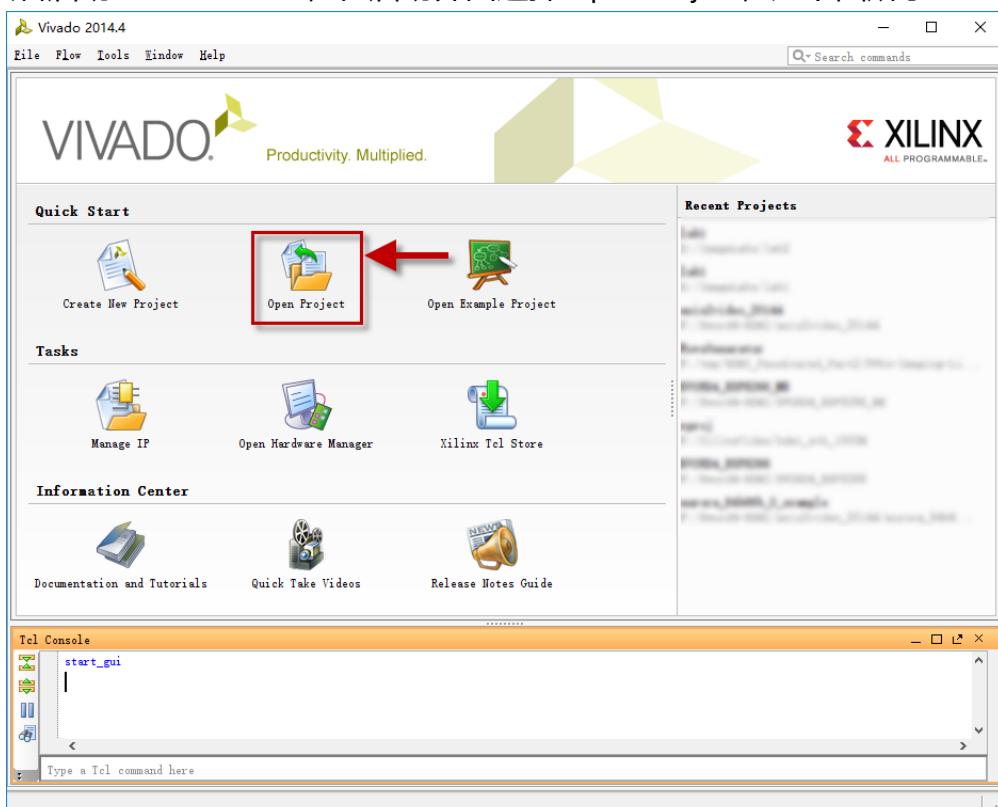


图 2-3 启动 Vivado

3 然后在选择对话框中, 找到之前的 lab6(即 D:\ImageLabs\lab6), 然后选择 lab1.xpr 文件, 点击 OK, 打开工程, 整个过程如下图所示:

XINGDENG	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	9 of 20
作者	修改日期			
Joseph Xu	2019/2/14		公开	

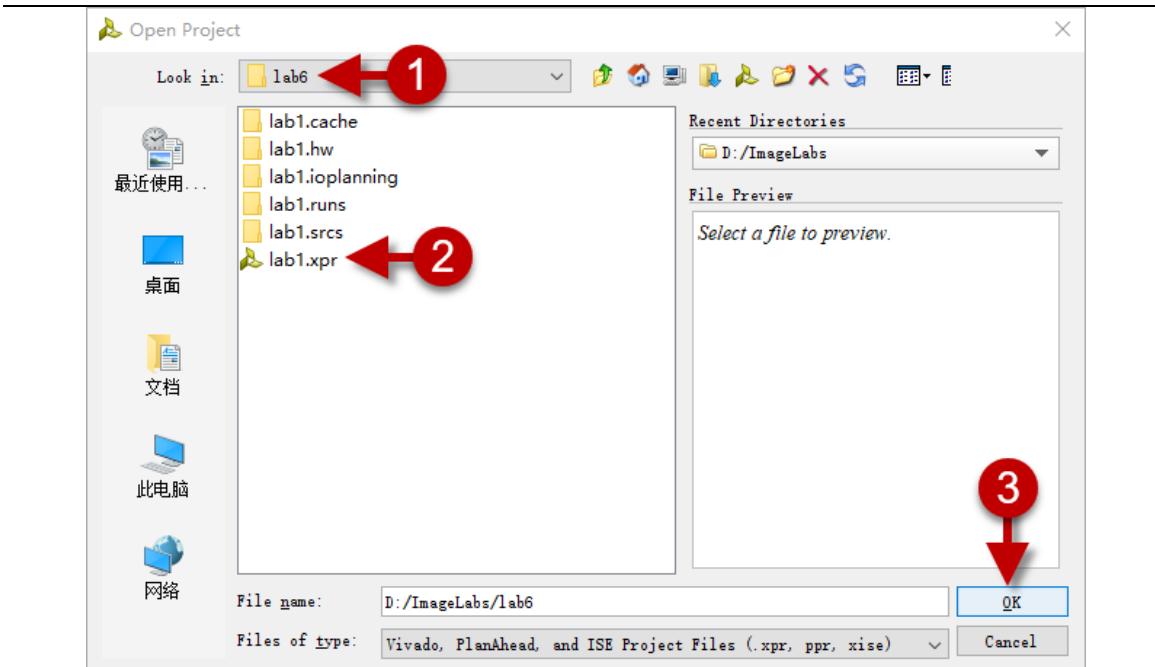


图 2-4 打开工程

- 4 然后在 Vivado 的主界面，点击 Open Block Design，这时会在主界面右边区域看到之前实验 4 的 IP 结构，如下图所示：

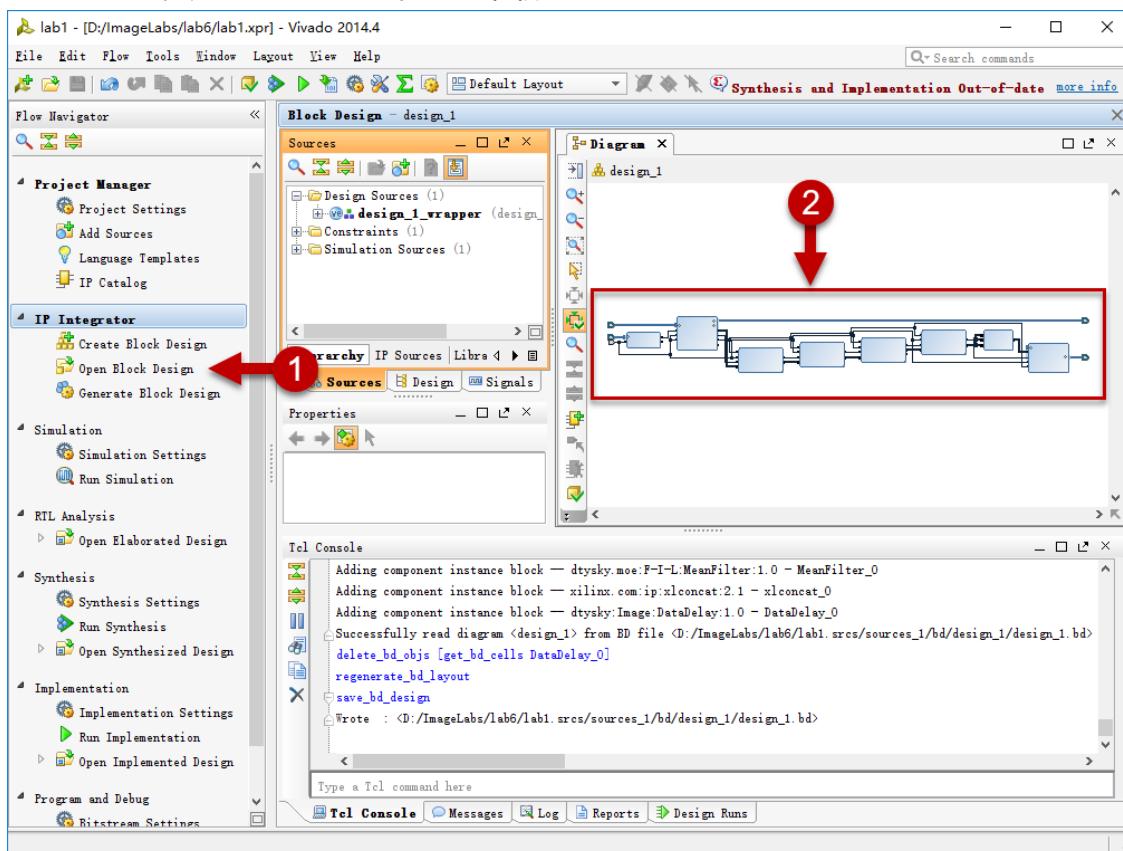


图 2-5 实验初始视图

- 5 在此基础上，我们开始添加 IP，点击左边栏的 Add IP 图标，然后在弹出的搜索框中，输入 local，这时能看到搜索结果中有个 ThresholdLocal 的 IP，双击它进行

标题	文档编号	版本	页
Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	10 of 20
作者	修改日期		
Joseph Xu	2019/2/14		公开

添加，整个过程如下图所示：

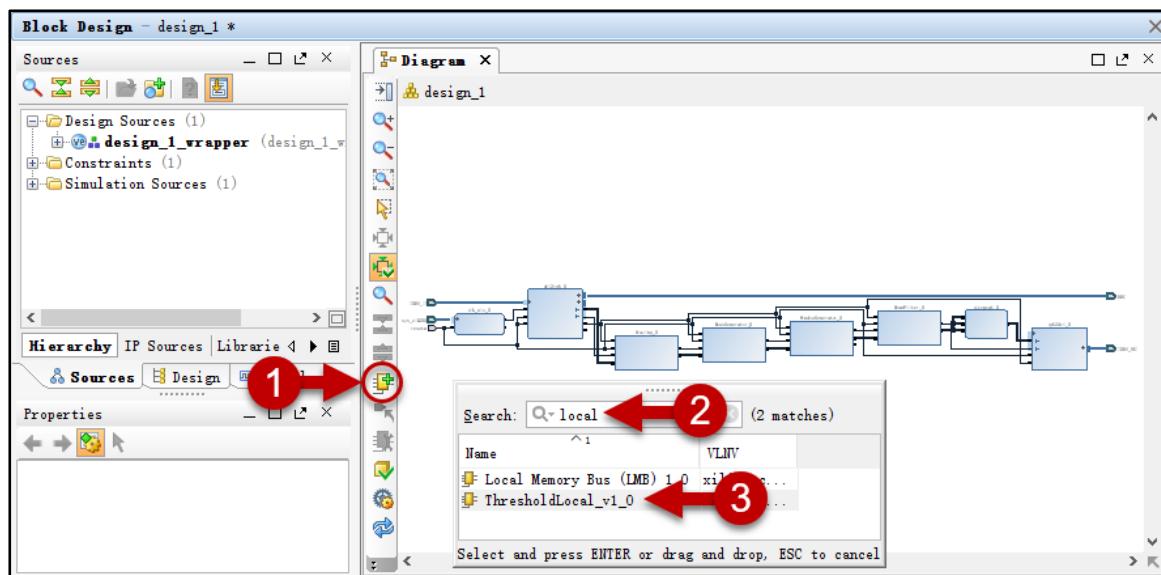


图 2-6 添加局部二值化 IP

6 由于我们要将局部二值化的作为结果显示，因此在模块化设计视图中，我们需要现将之前的数据流先断开，为此我们先用鼠标左键选中 MeanFilter IP 的 out_data 端口，此时会看到该信号高亮为浅黄色（**注意一定不要选中整个 IP**），然后鼠标右键单击，在弹出菜单中选择 Disconnect Pin，整个过程如下图所示：

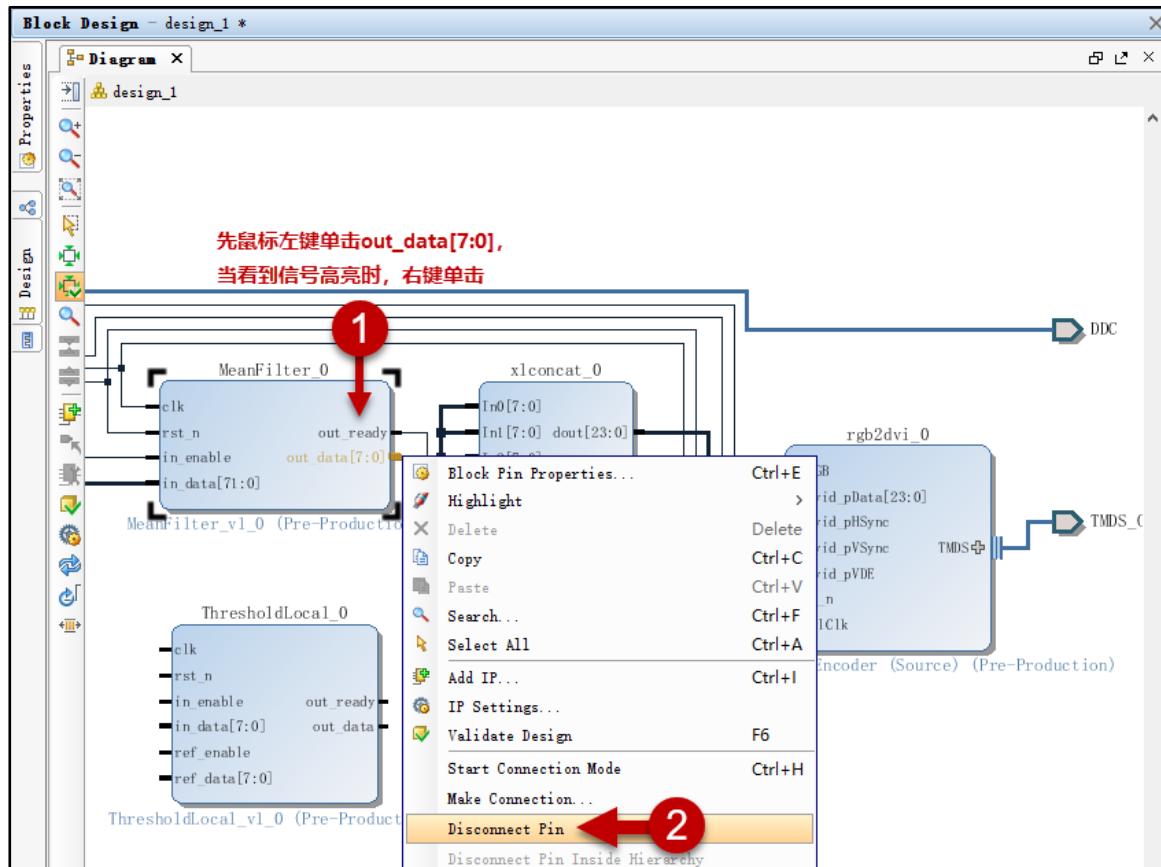


图 2-7 断开 MeanFilter IP 的 out_data 端口

标题	文档编号	版本	页
Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	11 of 20
作者	修改日期		
Joseph Xu	2019/2/14	公开	

然后按照同样的方法断开 MeanFilter IP 的 out_ready 端口，断开后的 IP 视图如下图所示：

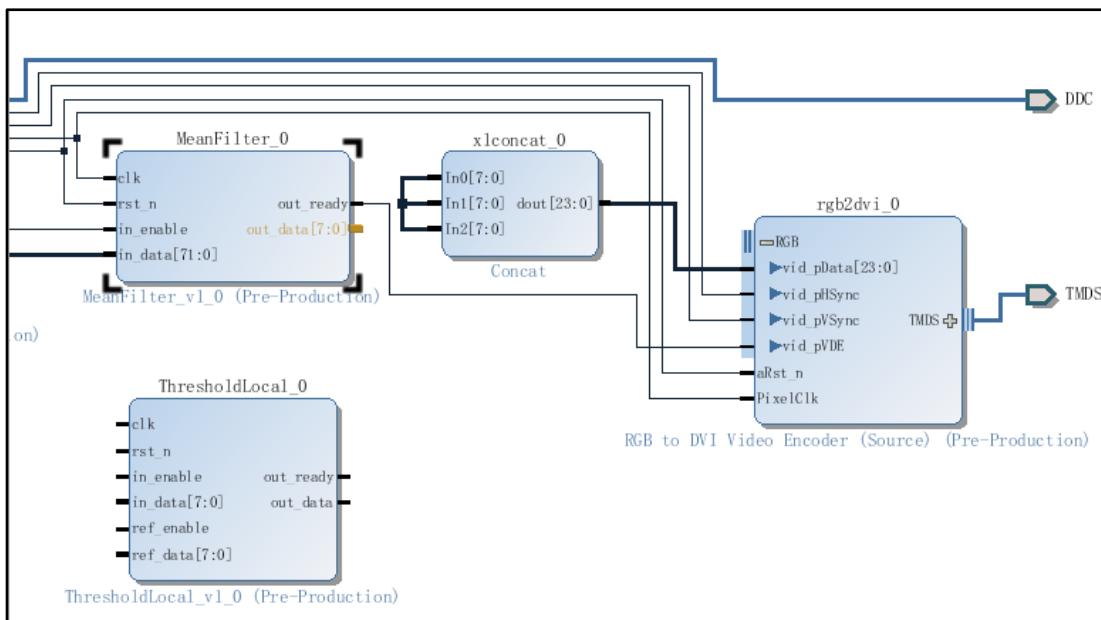


图 2-8 断开端口后视图

7 双击 ThresholdLocal 这个 IP 进行如下配置：

- Work Mode: Pipeline
- In Window Width: 3
- Color Width: 8
- Max Delay: 8

确认无误后，点击 OK 确定，整个过程如下图所示：

XINGDENG	标题		文档编号		版本	
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3		XD-LAB-IMG-006		1.2	12 of 20
作者		修改日期				
Joseph Xu		2019/2/14				公开

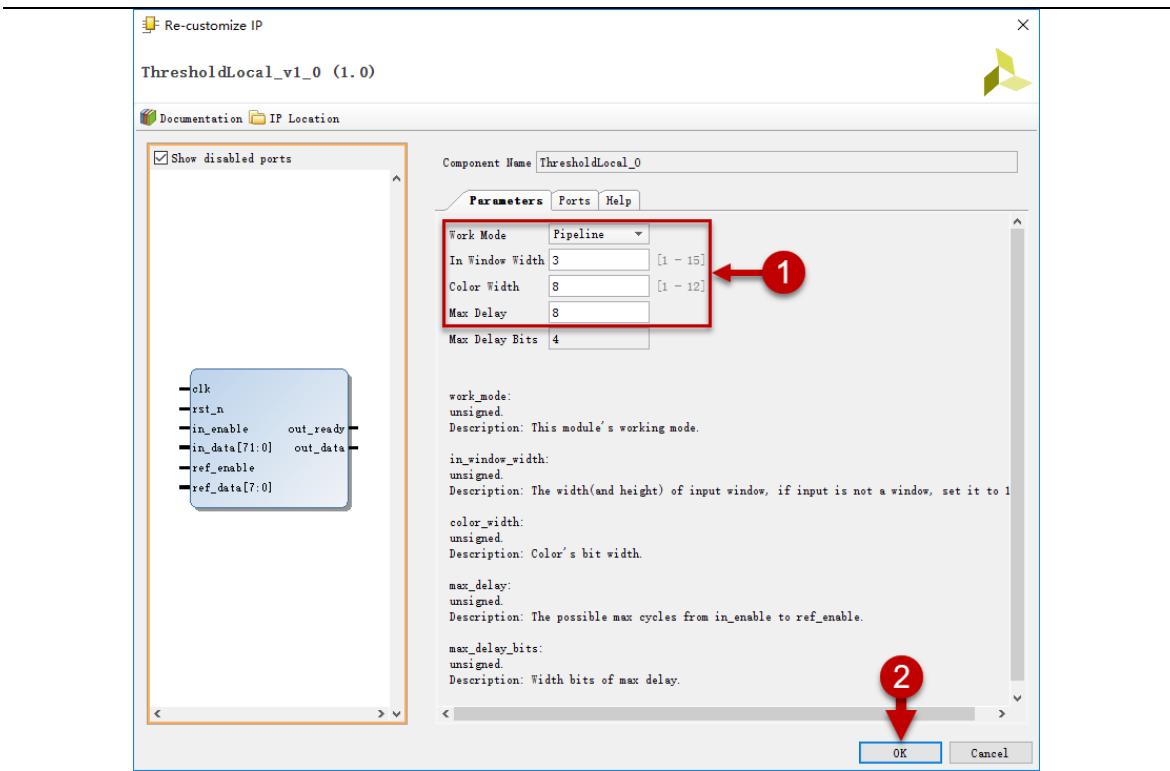


图 2-9 配置 ThresholdLocal IP

- 8 上述 IP 配置好后，我们将 ThresholdLocal 这个 IP 接在 WindowGenerator 之后，同时将均值滤波后的结果作为局部二值化的参考输入。

我们将按照如下方式先对 ThresholdLocal IP 进行部分连接：

```

ThresholdLocal_0:clk → dvi2rgb_0:PixelClk
ThresholdLocal_0:rst_n → clk_wiz_0:resetn
ThresholdLocal_0:in_enable → WindowGenerator_0:out_ready
ThresholdLocal_0:in_data[71:0] → WindowGenerator_0:out_data[71:0]
ThresholdLocal_0:ref_enable → MeanFilter_0:out_ready
ThresholdLocal_0:ref_data[7:0] → MeanFilter_0:out_data[7:0]
ThresholdLocal_0:out_ready → dvi2rgb_0:vid_pVDE

```

连接的操作如下图所示，鼠标光标移动到对应端口，然后点击不放并拖拽到与之对应的连接端口上，如果符合连接规则，端口会自动显示绿色的勾。

XINGDENG	标题 Lab6: 图像处理滤波器实验 3	文档编号 XD-LAB-IMG-006	版本 1.2	页 13 of 20
作者 Joseph Xu	修改日期 2019/2/14	公开		

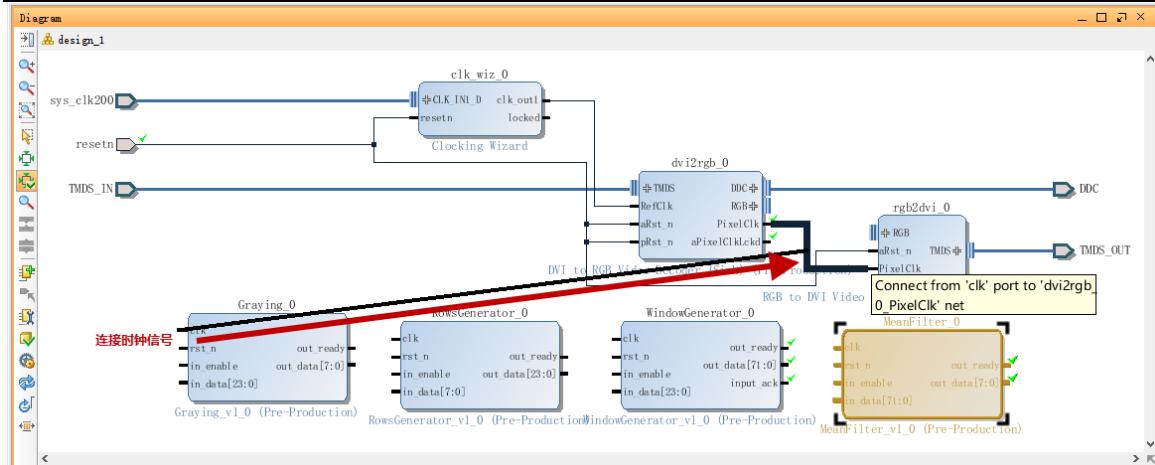


图 2-10 连接端口

- 9 双击 xlconcat_0 IP 进行配置，在配置窗口中，将 Number of Ports 改为 24，然后将下面的每个输入端口模式都改为 Manual，Width 设置为 1，完成设置后点 OK 继续，如下图所示：

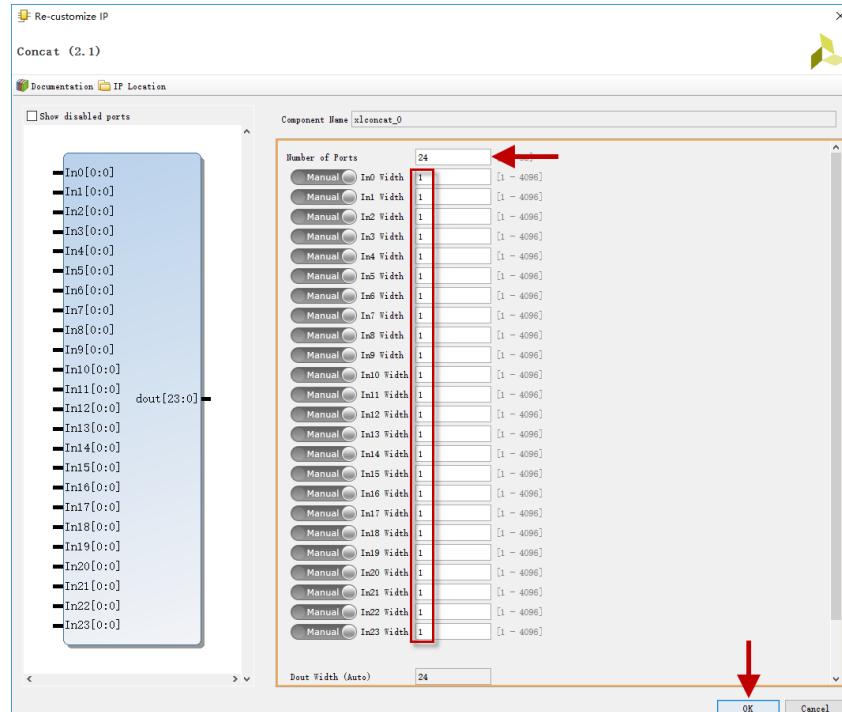


图 2-11 Concat IP 设置

完成配置后进行 IP 的连接，连接后的效果如下图所示，请仔细检查各 IP 的端口连接是否正确，为了方便核对，下图各种连接的高亮色图以示区别：

提示：下图仅作为检查连接使用，读者完全不必也按照图示颜色进行标注！！！

XINGDENG	标题 Lab6: 图像处理滤波器实验 3	文档编号 XD-LAB-IMG-006	版本 1.2	页 14 of 20
作者 Joseph Xu	修改日期 2019/2/14	公开		

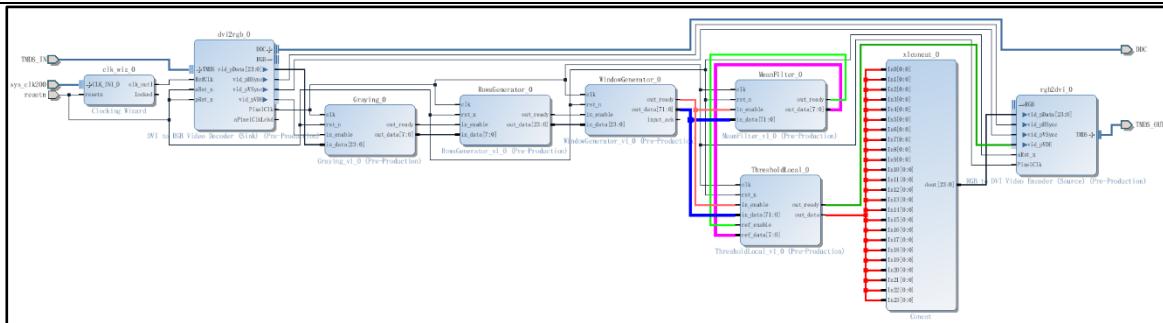


图 2-12 端口连接检查

10 连接检查无误后，即可保存 IP 模块化设计，在 Vivado 主界面点击保存图标，如下图所示：

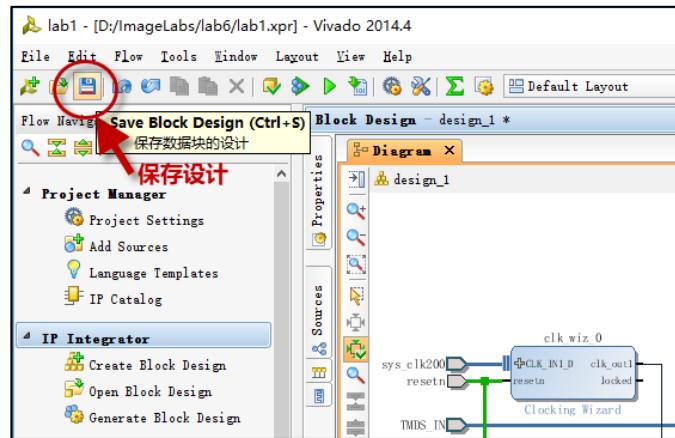


图 2-13 保存设计

接着在 Source 子窗口中展开 design_1_wrapper，选中 design_1.bd，鼠标右键单击，在弹出的菜单中选择 Create HDL Wrapper，整个过程如下图所示：

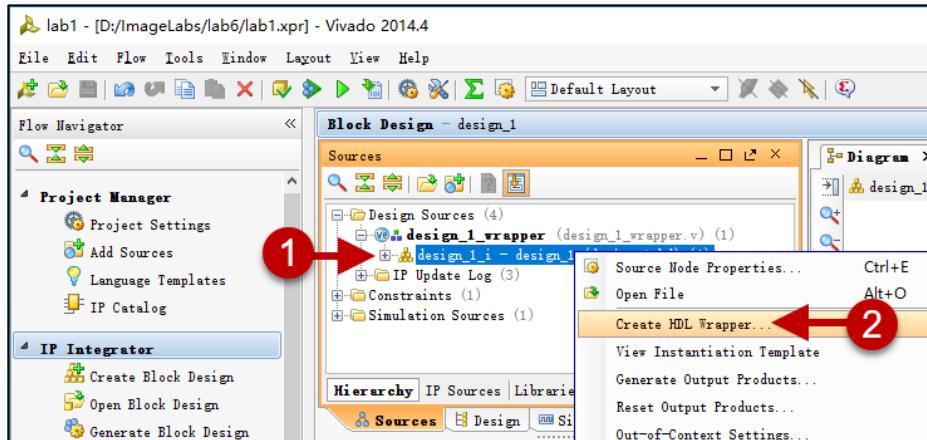


图 2-14 创建实验顶层 Wrapper 文件

接着在弹出的对话框中，保持默认的选项不变，即选择 Let Vivado manage wrapper and auto-update，然后点击 OK，如下图所示：

标题	文档编号	版本	页
Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	15 of 20
作者	修改日期		
Joseph Xu	2019/2/14		公开

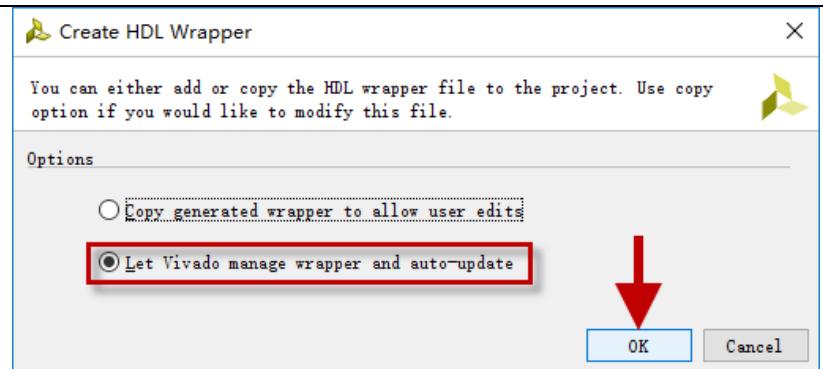


图 2-15 自动更新顶层文件

在 Vivado 主界面点击 Generate Bitstream，生成 bit 文件，如下图所示：



图 2-16 Generate Bitstream

在弹出的提示框中直接点 Yes 确认并继续，如下图所示：

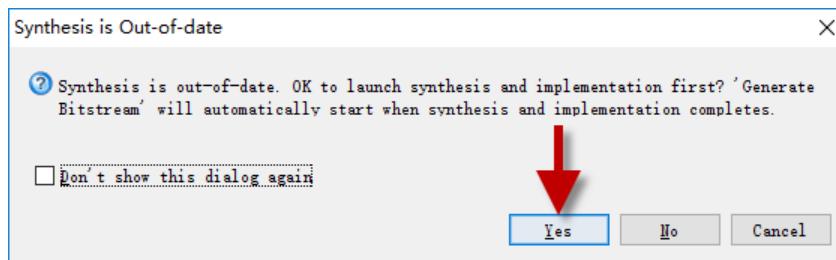


图 2-17 点击 Yes 确认生成 bit 文件

大约经过 10 分钟后，Vivado 会弹出 Bitstream Generation Completed 的提示框，表示 bit 文件完成，选择 Open Hardware Manager，然后点击 OK，如下图所示：

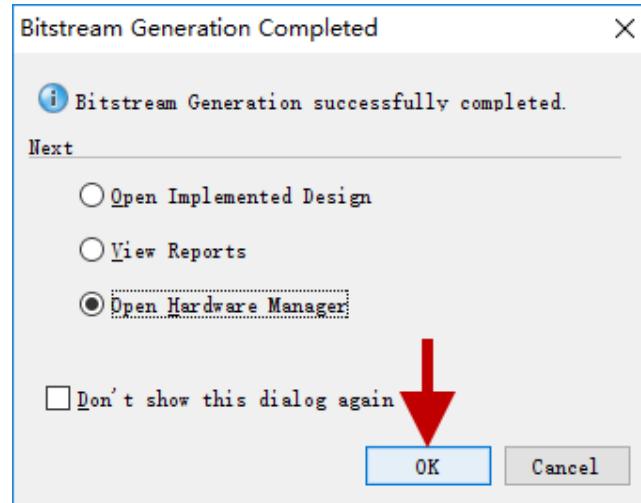


图 2-18 打开 Hardware Manager

接着我们需要对 SWORD4.0 硬件平台进行连接，根据下图示意依次进行如下

XINGDENG	标题 Lab6: 图像处理滤波器实验 3	文档编号 XD-LAB-IMG-006	版本 1.2	页 16 of 20
	作者 Joseph Xu	修改日期 2019/2/14		公开

操作：

- 1) 将电源线接上 SWORD4.0，注意此时 SWORD4.0 的开关不要打开；
- 2) 将下载器模块插到 SWORD4.0 的 CN7-JTAG 处，并将下载器的 USB 端口连到电脑；
- 3) 用一根 HDMI 线将 SWORD4.0 和 HDMI 信号源连接上；
- 4) 用一根 HDMI 线将 SWORD4.0 和 HDMI 显示器连接上；
- 5) 打开电源开关

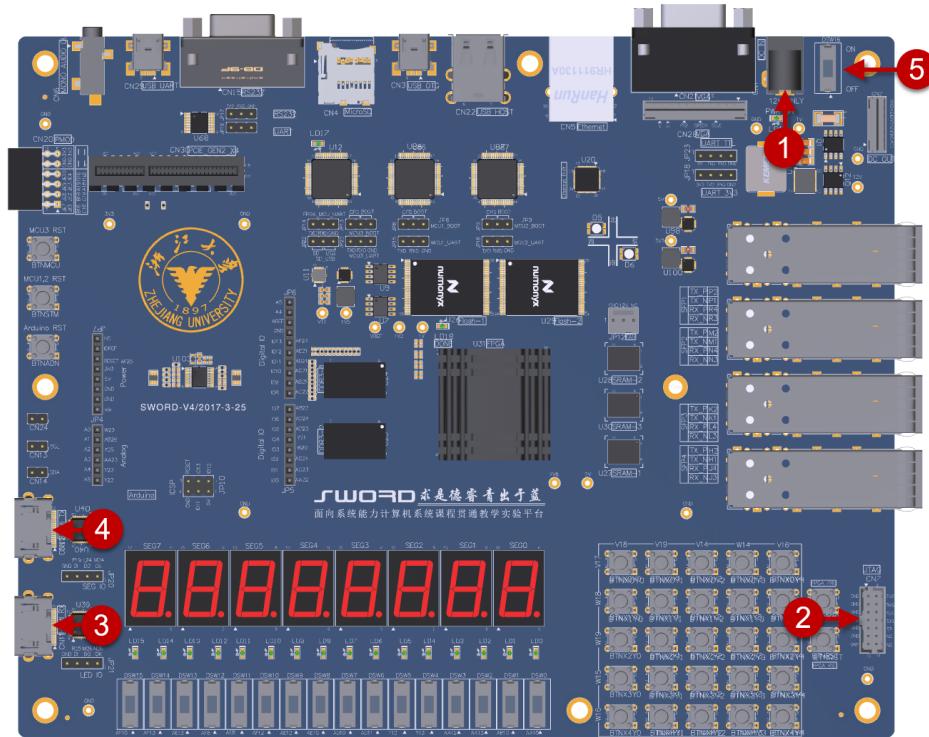


图 2-19 硬件连接对应位置

连接好后的效果如下图所示：

标题	文档编号	版本	页
Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	17 of 20
作者	修改日期		
Joseph Xu	2019/2/14	公开	



图 2-20 实际硬件连接

11 接着在 Hardware Manager 界面下，点击 Open target，在随之弹出的菜单中选择 Auto Connect，整个过程如下图所示：

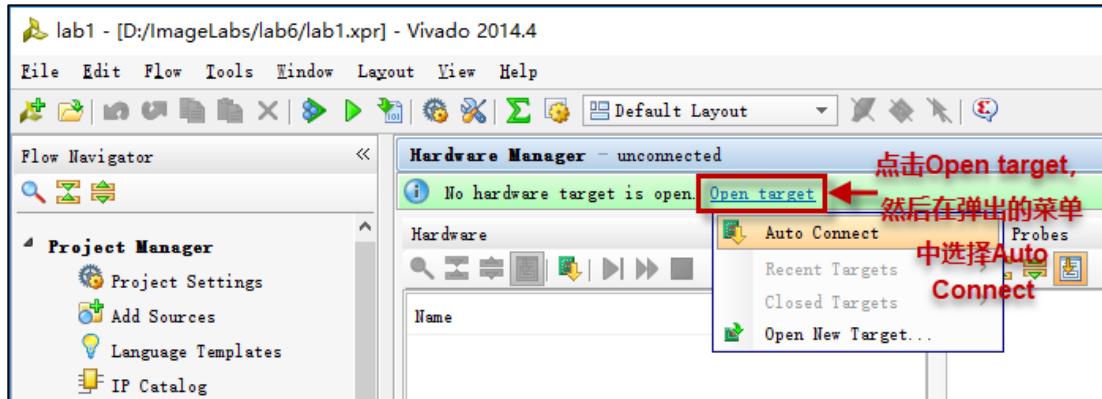


图 2-21 Open target

接着 Hardware Manager 会自动连接下载器并扫描 JTAG，一切正常的话，会显示出扫描到的目标器件：xc7k325t，鼠标右键单击目标器件，在弹出的窗口中选择 Program Device，整个过程如下图所示：

XINGDENG	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	18 of 20
作者	Joseph Xu	修改日期		
		2019/2/14	公开	

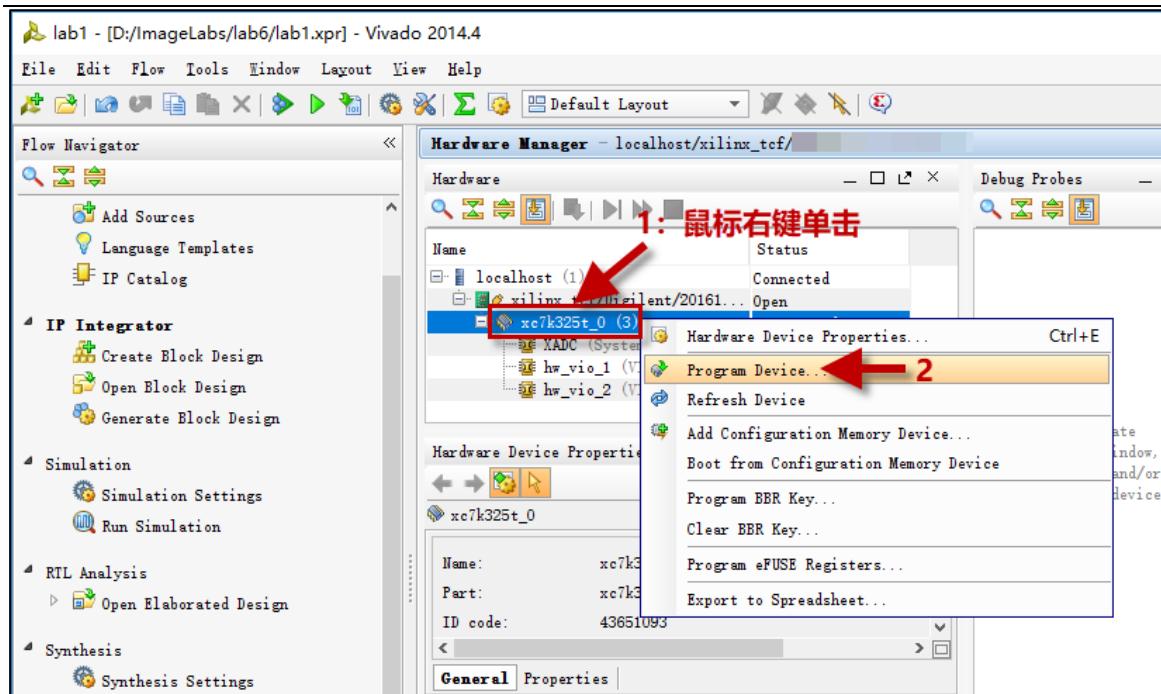


图 2-22 Program Device

在弹出的对话框中，保持默认设置，直接点击 Program，如下图所示：

提示：如果 Debug probe file 这一栏有输入，可忽略之。

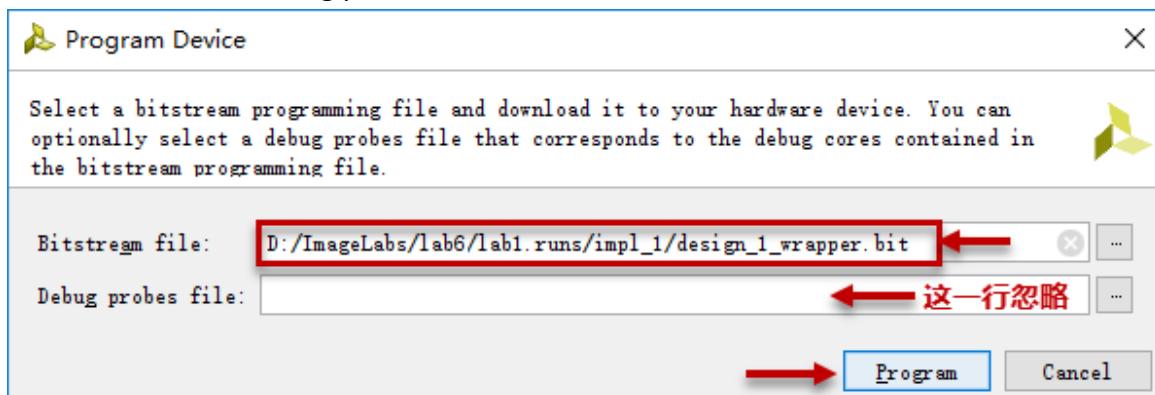


图 2-23 烧写目标器件

随着如下图所示进度条显示 100%，即表示目标器件烧写完毕。即可进入实验现象观察阶段。

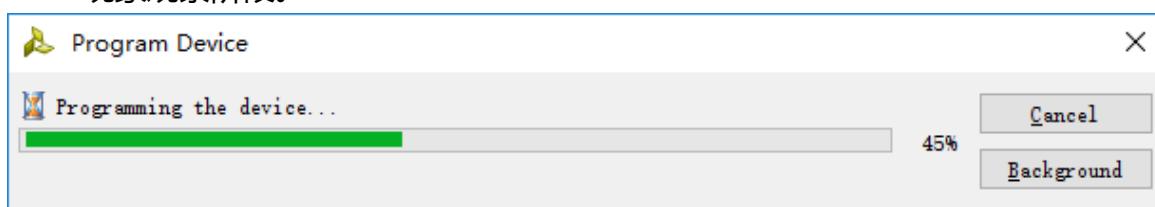


图 2-24 编程进度条

XINGDENG	标题 Lab6: 图像处理滤波器实验 3	文档编号 XD-LAB-IMG-006	版本 1.2	页 19 of 20
作者 Joseph Xu	修改日期 2019/2/14	公开		

3. 局部二值化实验结果

我们将连接 HDMI 输入端口的 HDMI 线在信号源端重新插拔一次，以便让信号源设备重新检测（Detect）一下接收设备，一切正常的话，我们即可在 HDMI 显示器上看到经过局部二值化滤波后的显示画面。

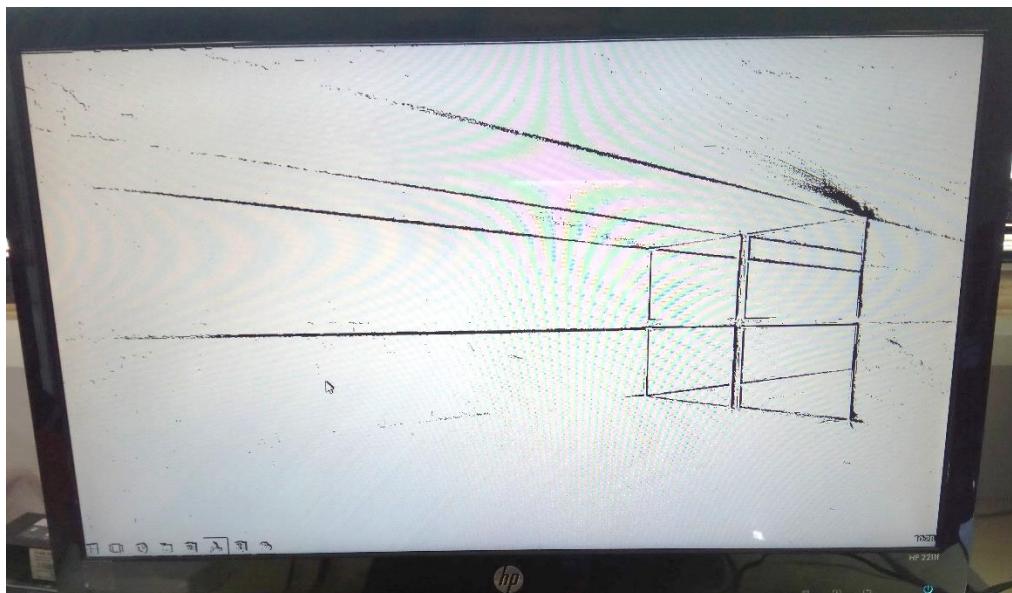


图 3-1 局部二值化显示结果

XINGDENG	标题	文档编号	版本	页
	Lab6: 图像处理滤波器实验 3	XD-LAB-IMG-006	1.2	20 of 20
作者	修改日期			
Joseph Xu	2019/2/14			公开