实验 1 基于 Quartus II，设计一个计算机系统

实验内容：

1） 系统硬件组成包含 Nios CPU、on_chip_ram 和 JTAG UART 三个模块；
2）编写 C 语言程序“hello_world_small”；
3）调试运行。

实验目的：

1) 掌握 Quartus II 的基本使用方法；
2) 学会使用 Quartus II 来设计一个计算机系统；
3) 结合课本知识，进一步加深对计算机系统组成的认识。

成果要求：

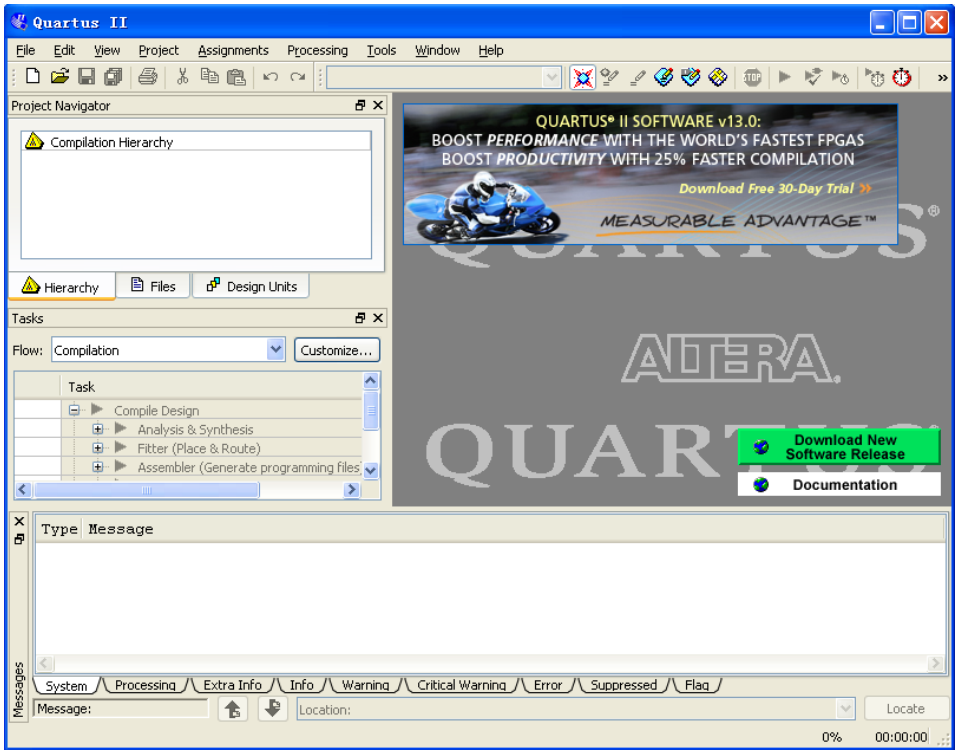
1) 报告设计过程、结果（原理图、仿真结果、源代码）、出现的典型问题及解决过程，要求结果体现个人设计思路，实验按照本文档应该能够很容易就完成，希望大家都自己动手。
2) 实验报告请按照课程提供的“实验报告模版”来撰写。

实验环境

1) 下载安装 10.0_quartus_free_windows_rev2.exe
2) 下载安装 10.0_nios2eds_windows_rev2.exe
3) 如果在我们提供的 FTP 上下载的版本不能正确安装，请大家到 Alter 官方网站上下载，下载时需要注册用户，但是免费的。提示：使用迅雷下载会相当快！

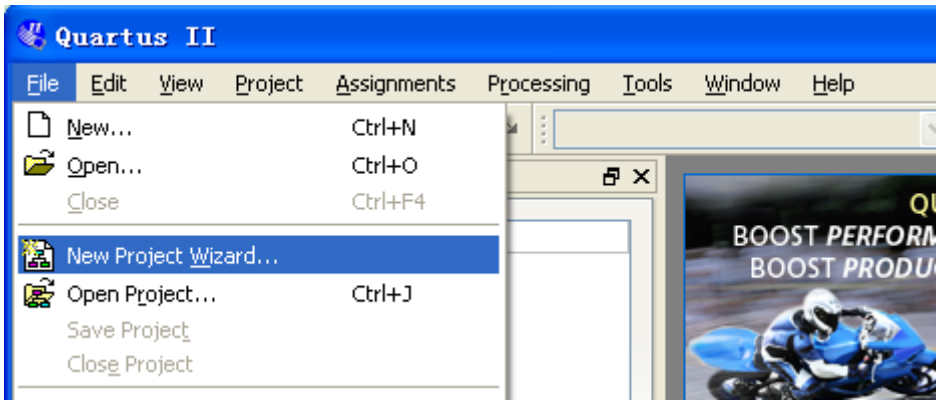
实验流程：

1. 运行 Quartus II 10.0(以下简称 Q2)，得到如下图所示的程序界面。

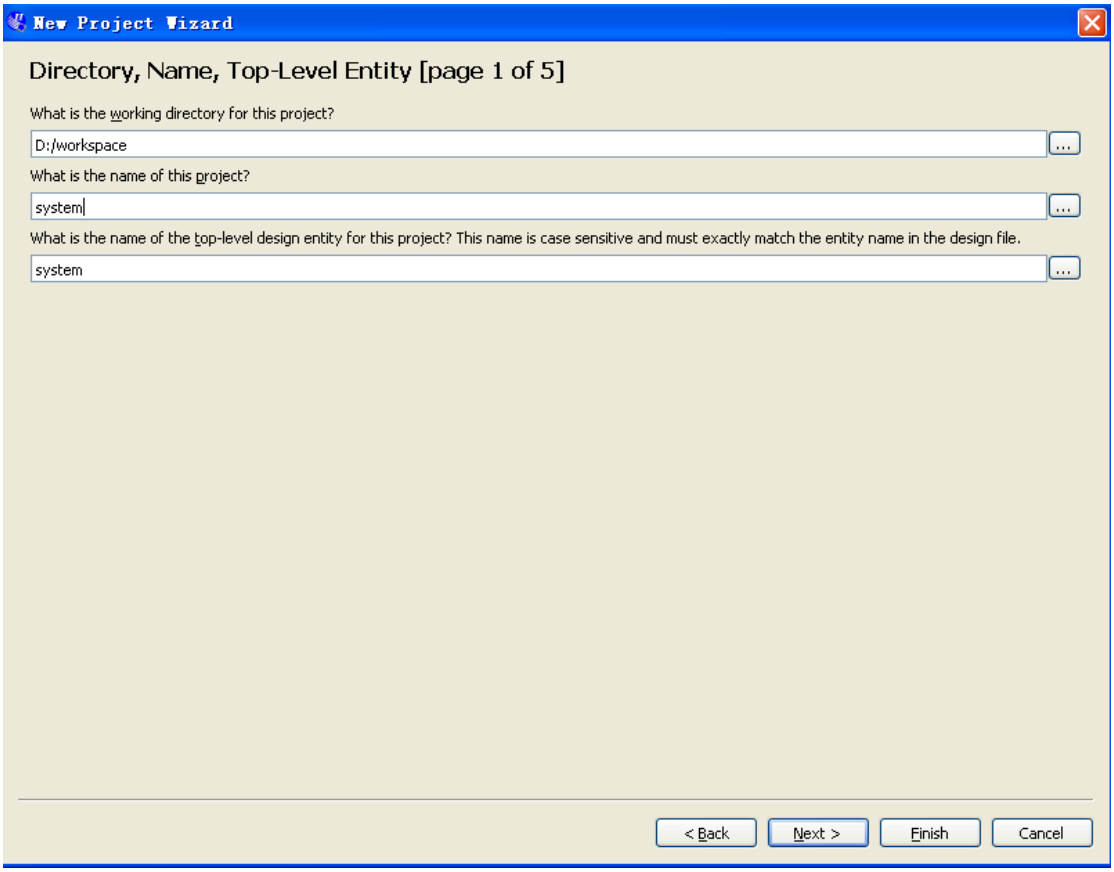


2. 新建工程

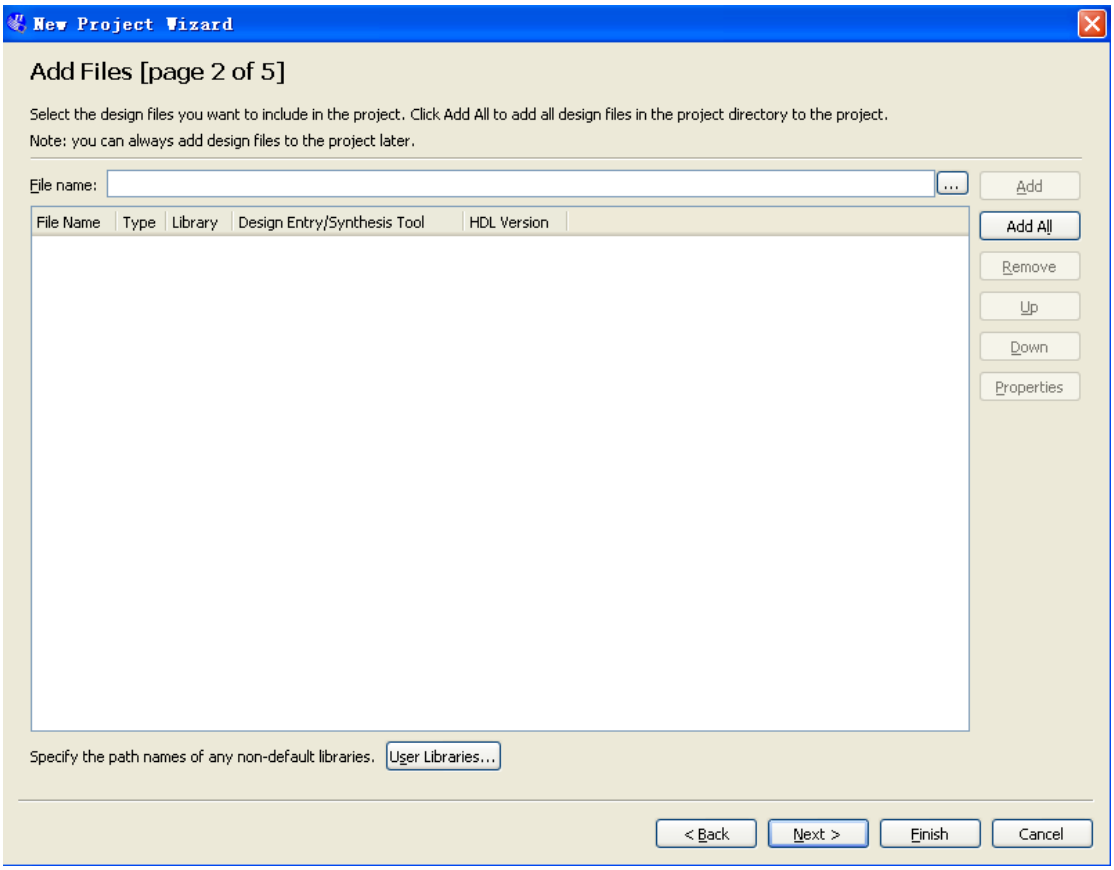
1) 运行 Q2，建立工程，File->New Project Wizad，如下图



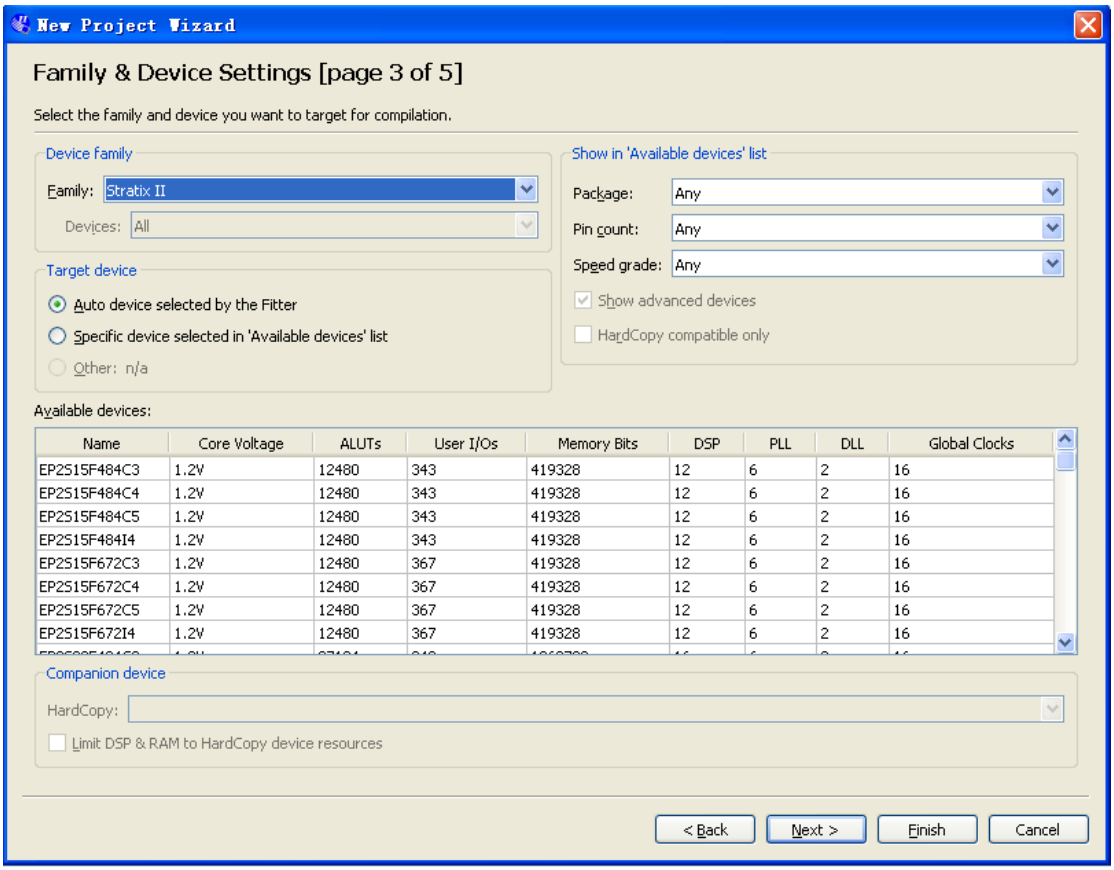
2) 在弹出的对话框中点击 Next，出现如下图所示的对话框。选择工作目录 D:/workspace，也可以使用你自己设定的文件夹。工程必须有一个名字，通常情况下，与顶层设计实体的名字相同。如下图所示，选择 system 作为工程名和顶层实体名。单击 Next。如果工作目录(D:/workspace)没有创建，则 Quartus II 会弹出一个对话框，询问是否新建所需的文件夹，选择 Yes。因为我已经创建好 D:/workspace 了，所以没有出现该对话框。



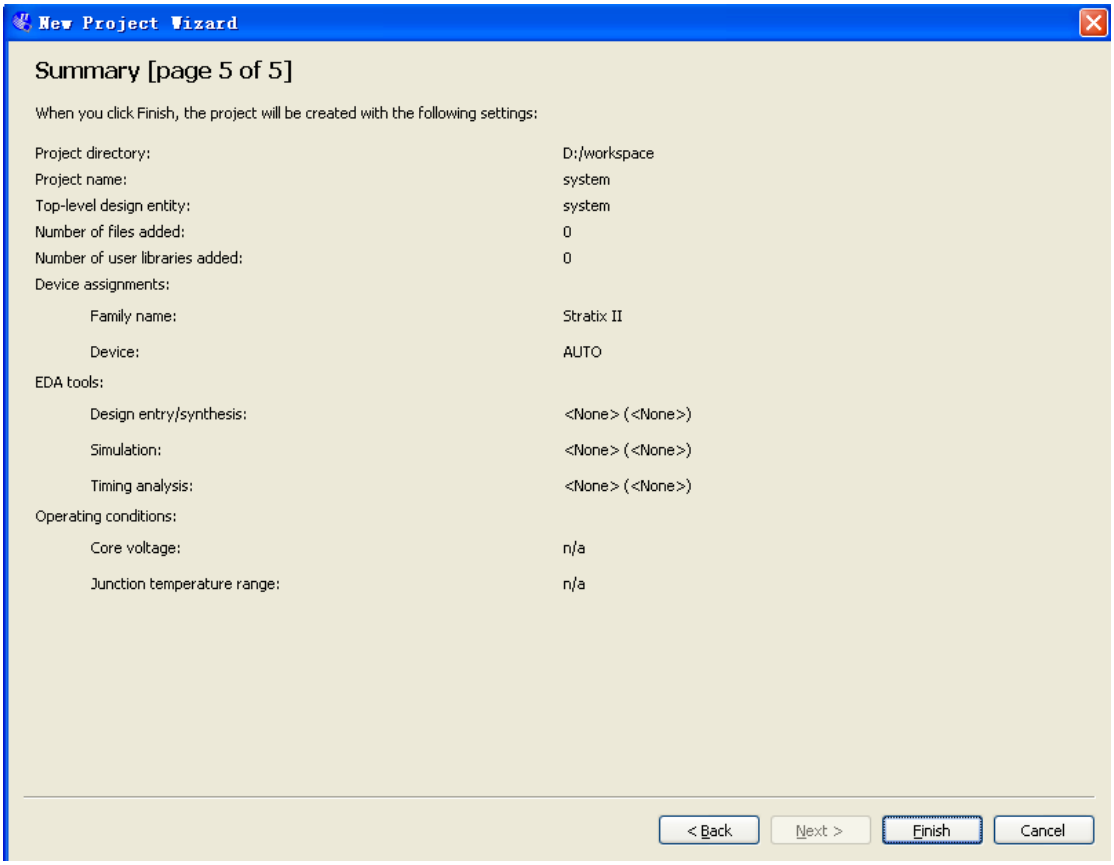
3) 完成上图中工作目录等的填写后，单击 Next，得到如下图所示的对话框。



4) 如果没有已经存在的设计文件，点击 Next，则打开如下图所示的对话框。



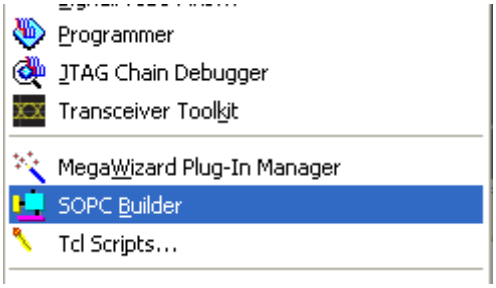
5) 点击 Next，最终得到如下图。



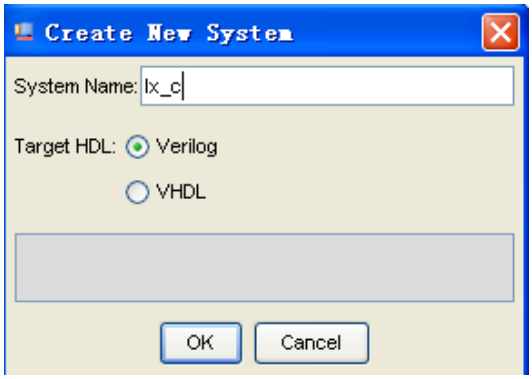
6) 点击 Finish，完成工程的创建。

其中需要注意的是，由于我们仅仅设计供仿真调试的系统，则在如上的第 4）步骤中 fpga 器件可以选择为 Auto device selected by the Filter.

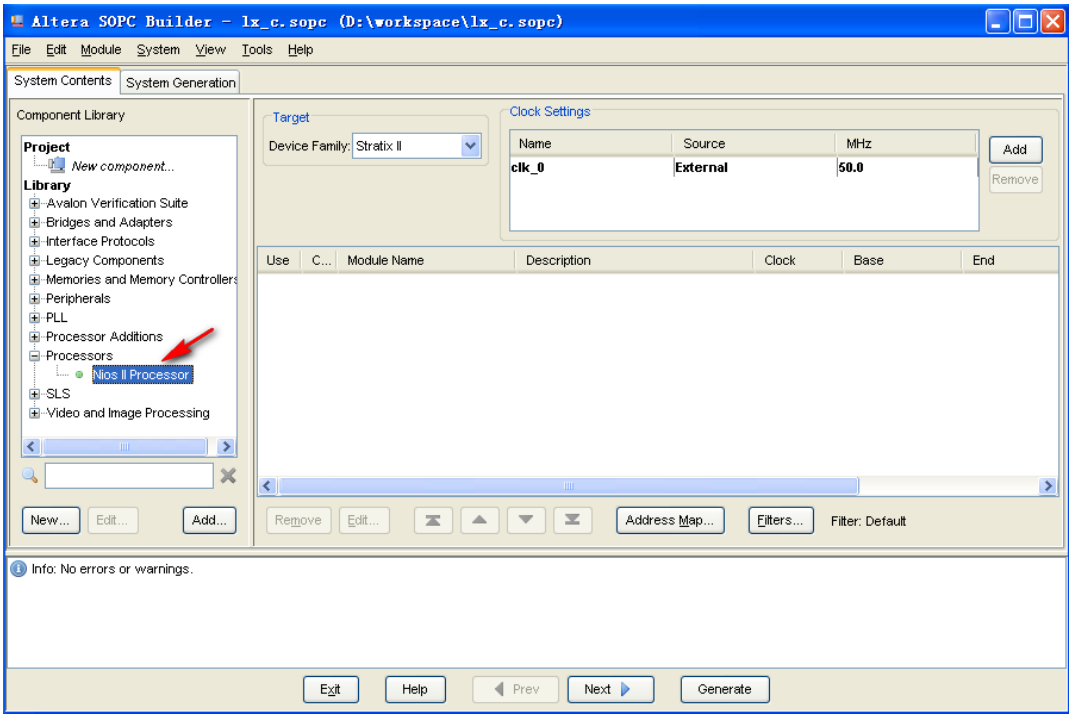
3. 用 SOPC Builder 定制 Nios II 处理器及其外设。打开 Tools->SOPC Builder，



要求指定系统名字，本例中我们输入 lx_c，



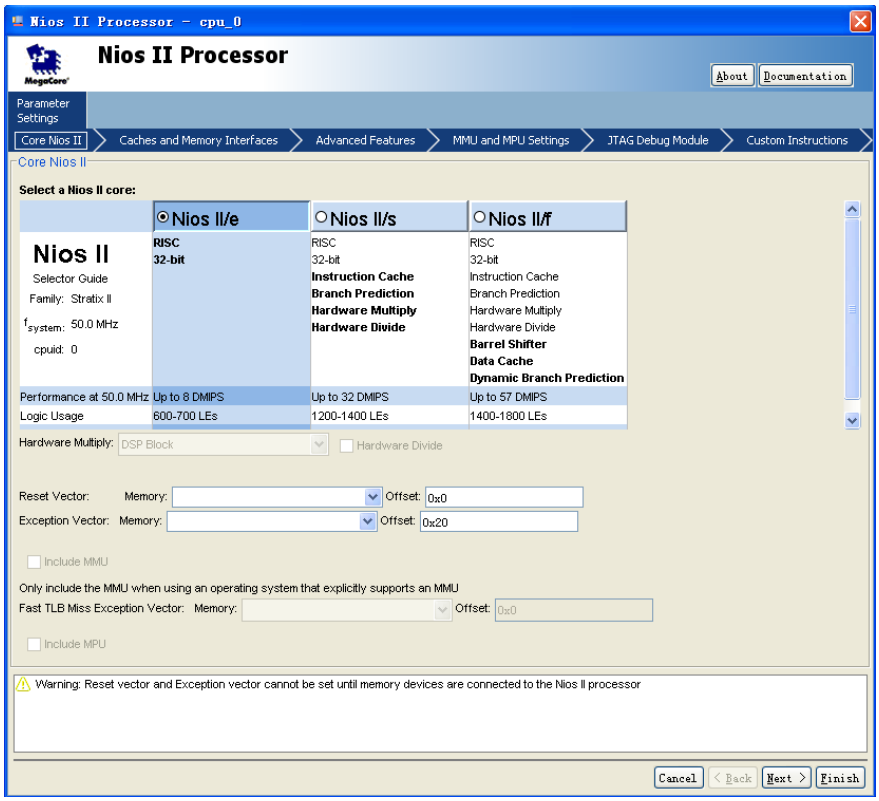
点击 OK，进入 SOPC 定制界面。



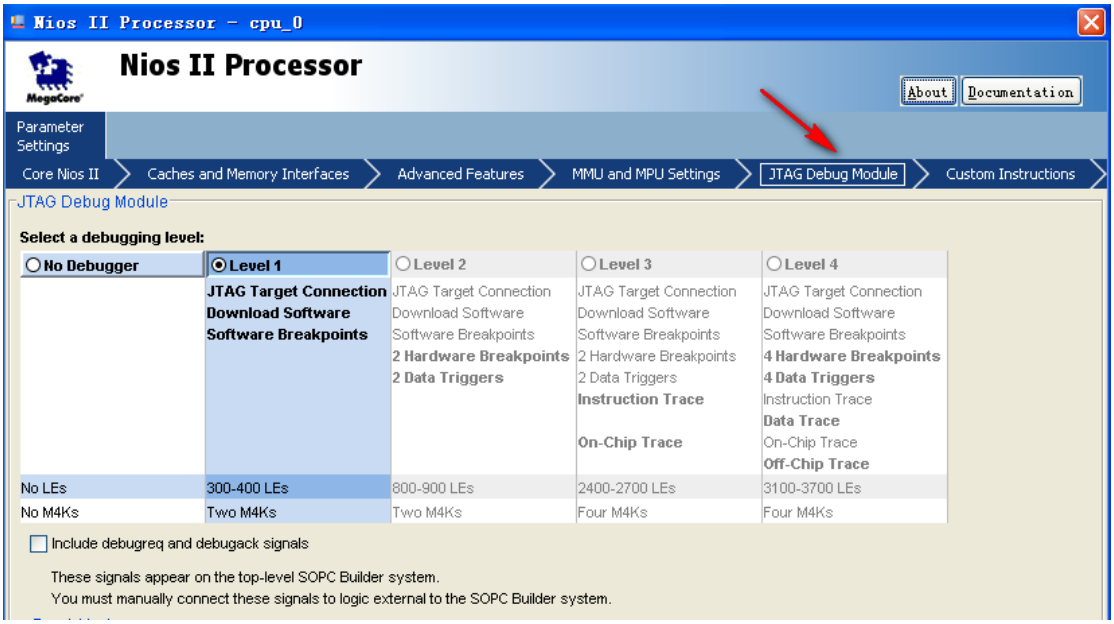
在 SOPC 定制界面的左边，我们可以看到有很多功能模块，这些功能模块，用户可以按照需要添加到所设计的系统中。

首先，我们需要一个 CPU，在上图左边的选项框中，展开 Processors 选项，然后左键双

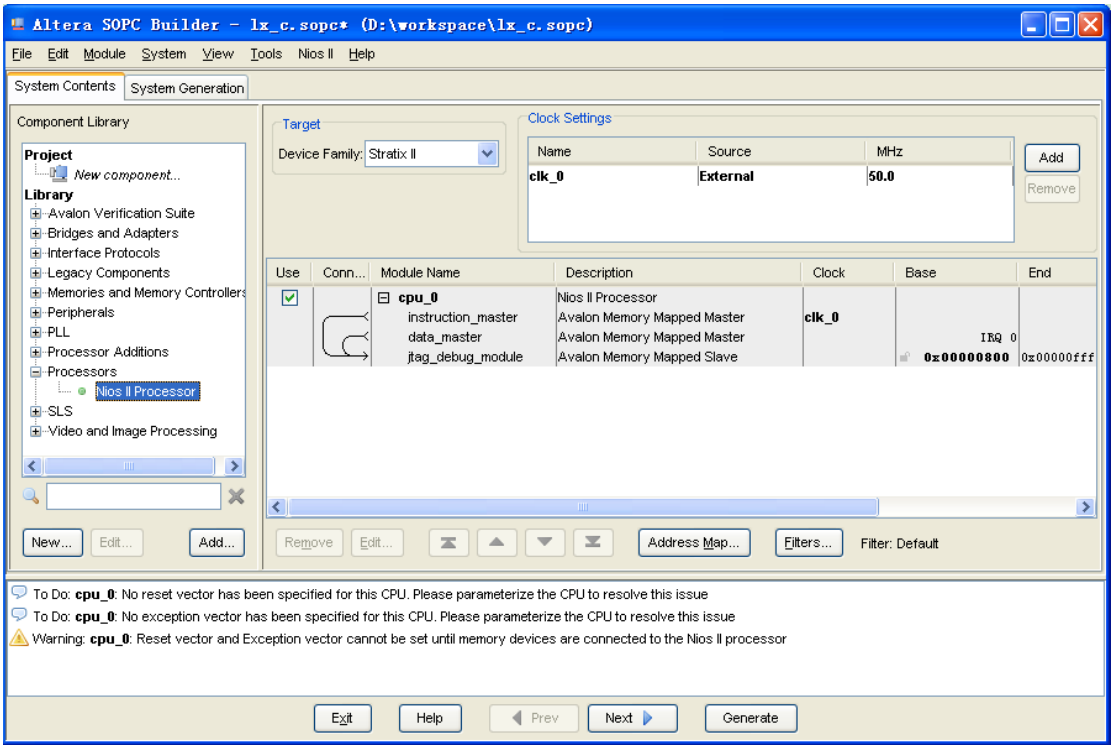
击 Nios II Processor，弹出 Nios II Processor 对话框，我们选择一个经济型的 CPU 核，即 Nios II/e，如下图所示：



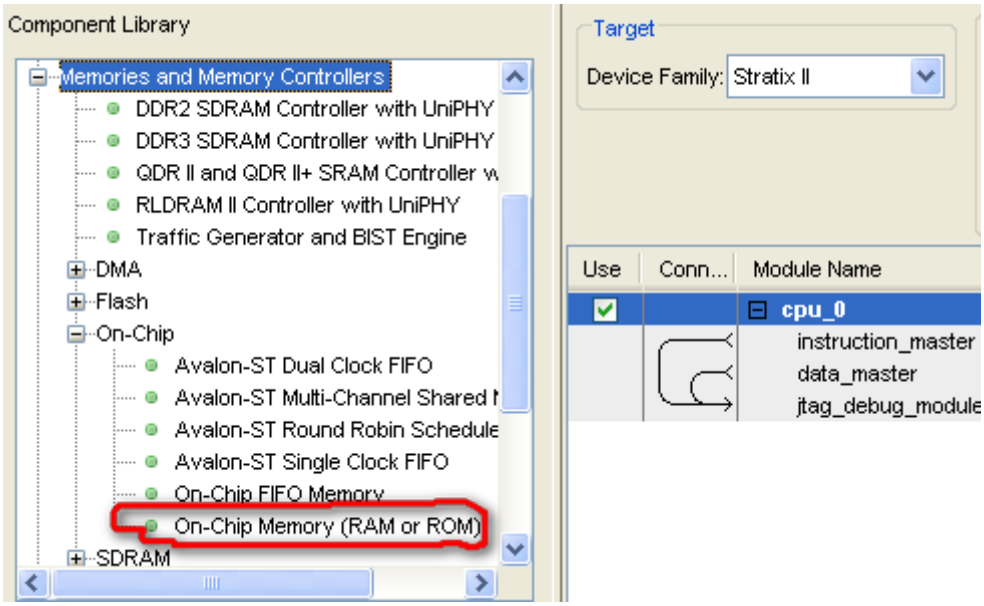
点击 JTAG Debug Module 标签页，选择第一级调试支持 Level 1：



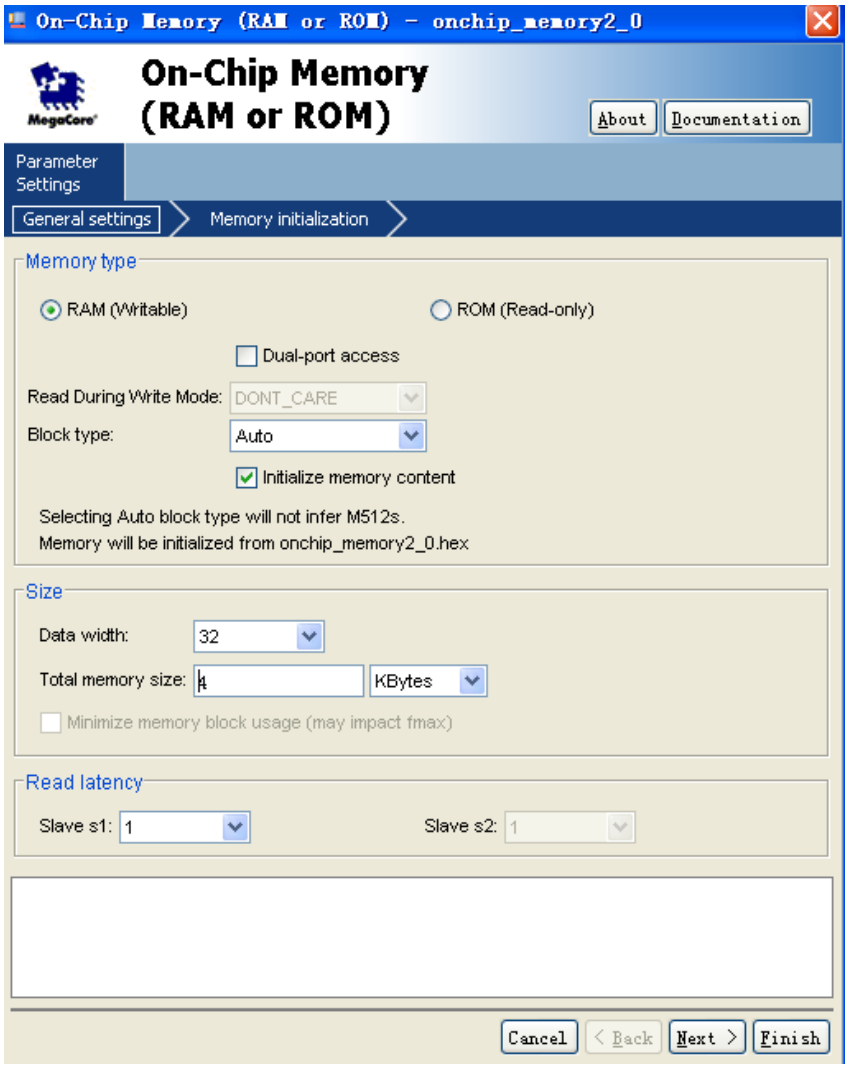
点击 Finish 完成 Nios II CPU 的配置工作。项目中会增加一个 Nios II 处理器，名字为 cpu_0，为了简便起见，没有将它改名。改名的方法是：右键->ReName，输入名字后回车。如下图：



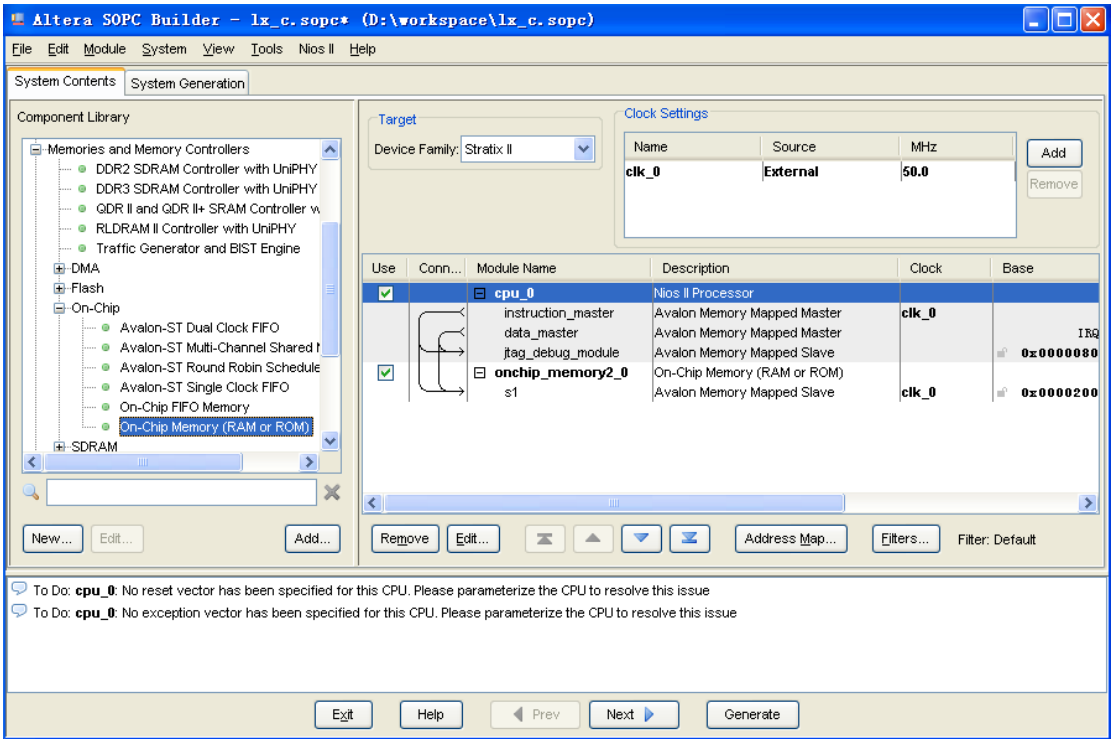
将上图中左边选项框内的 Memories and Memory Controllers 展开，如下图：



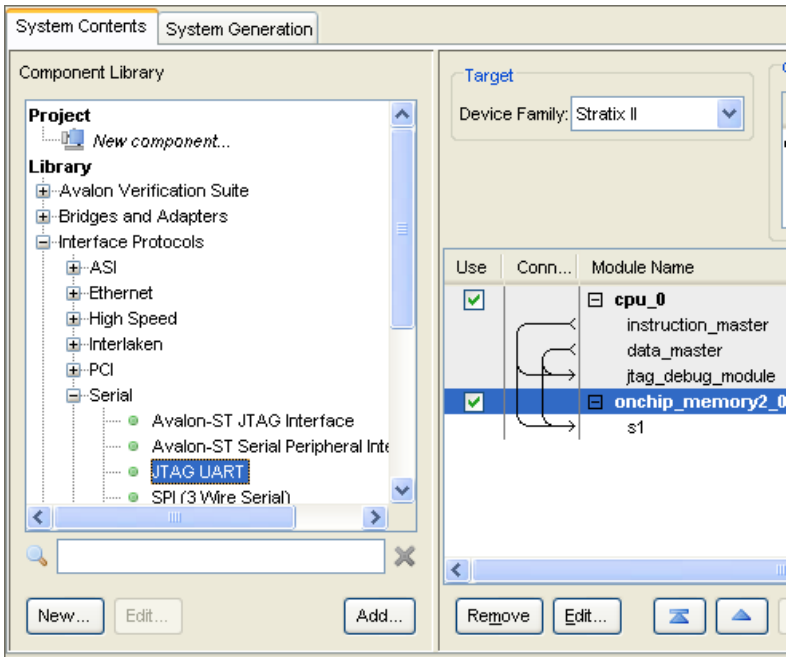
左键双击 On-Chip Memory (RAM or ROM)，为系统添加 RAM。Memory Type 选择 RAM；Data Width 选择 32bits，Total Memory Size 可以选择为 4K bytes，如下图所示：



点击 Finish 确认，返回 SOPC Builder 界面：

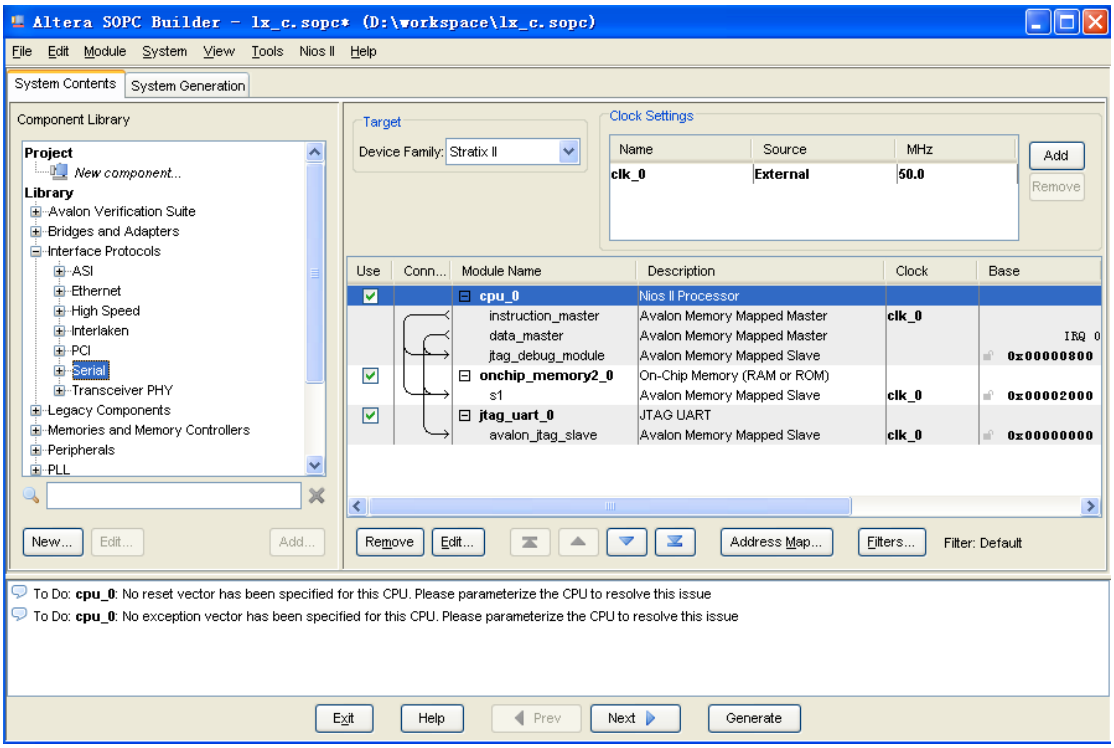


将上图左边选项框中的 Interface Protocols 展开，再展开 Serial，选中 JTAG UART，如下图所示：

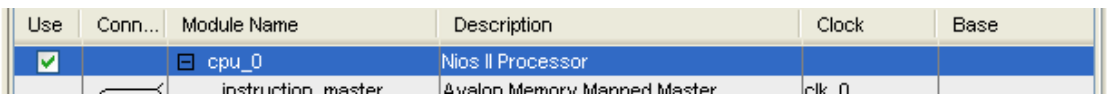


左键双击 JTAG UART，在弹出的对话框中做如下图所示的配置：

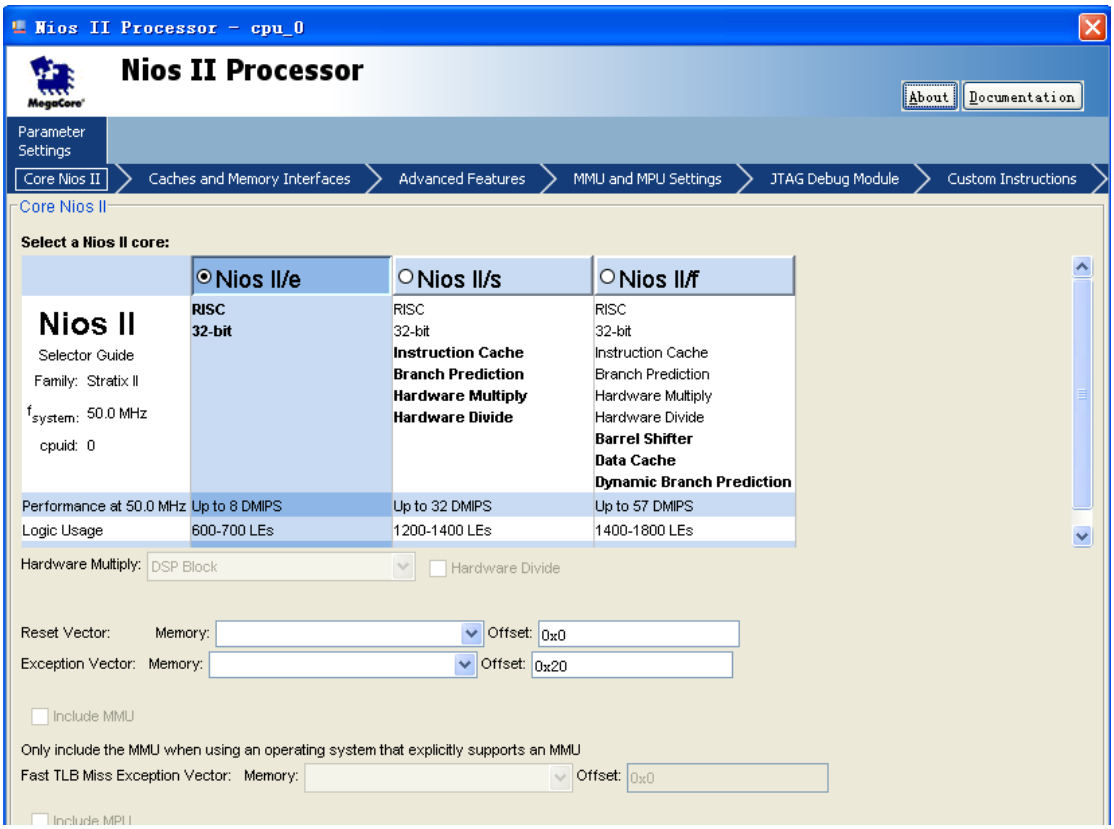
然后点击 Finish，返回 SOPC Builder 界面：



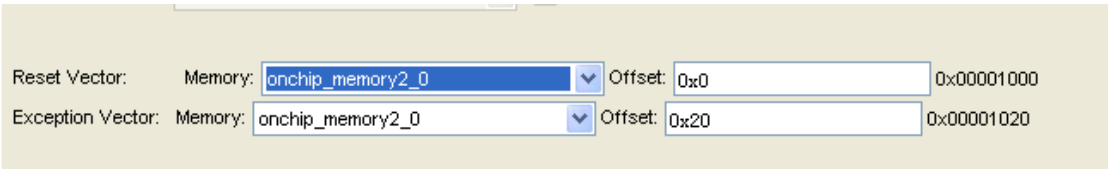
然后左键双击 cpu_0 选项条，如下图：



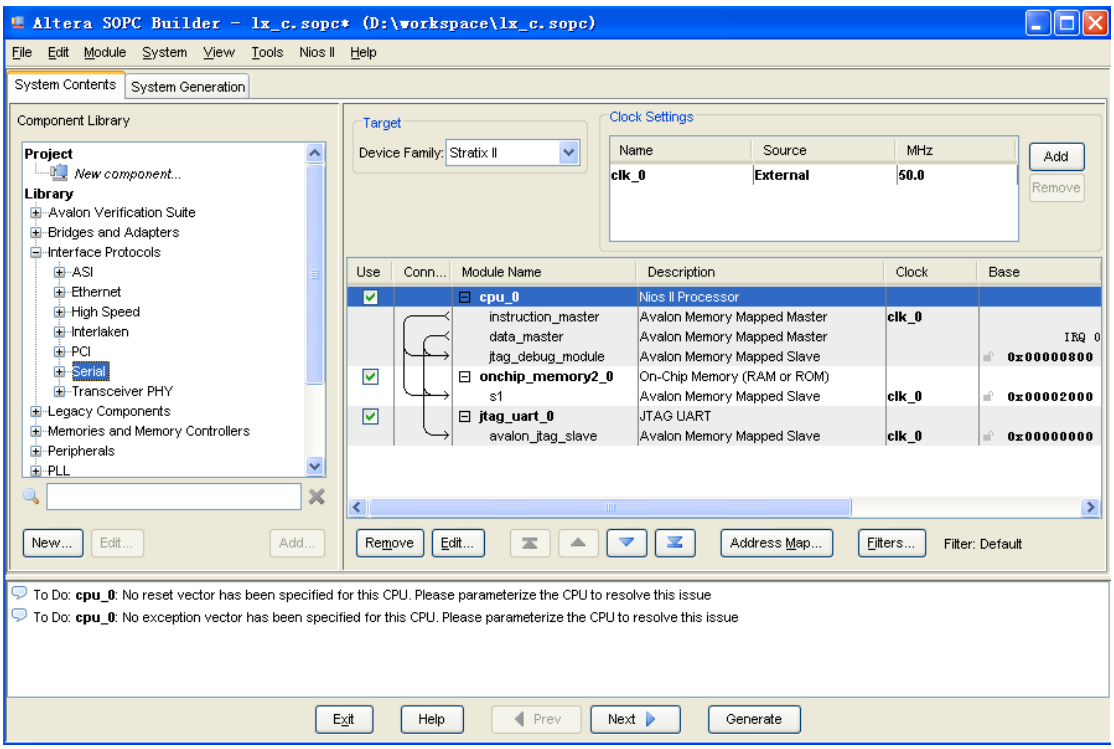
得到 Nios II Processor 的配置界面，如下图：



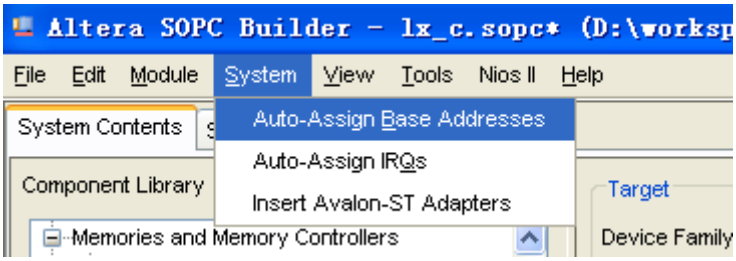
对上图中的 Reset Vector 和 Exception Vector 进行如下图所示的配置：



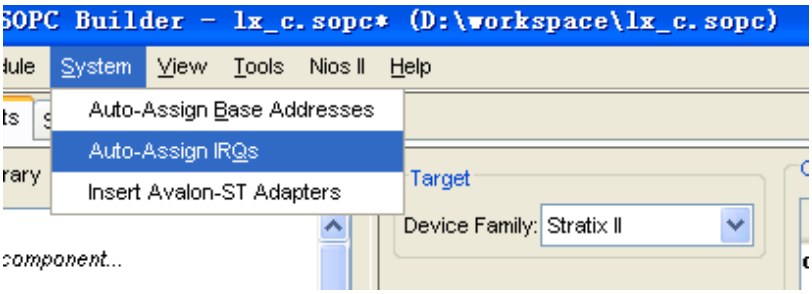
点击 Finish 确认，返回 SOPC Builder 界面。



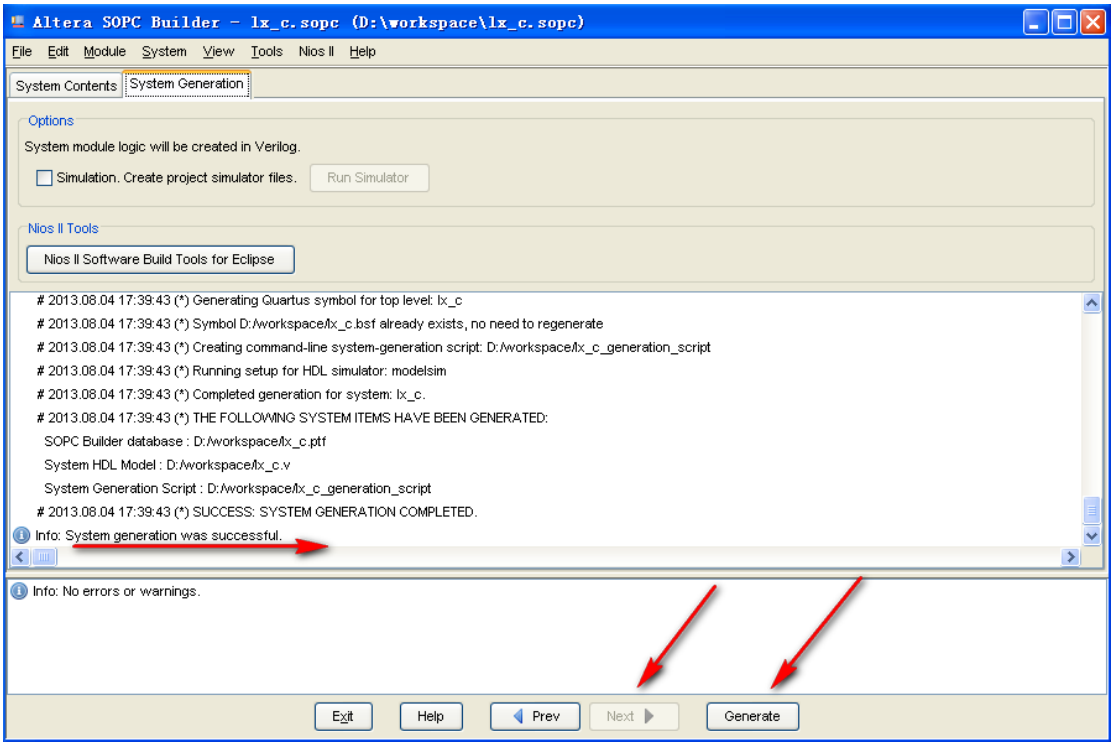
然后，选择 System->Auto-Assign Base Addresses，让系统自动分配基地址，如下图：



同理，选中 System->Auto-Assign IRQs，让系统自动分配中断，如下图：



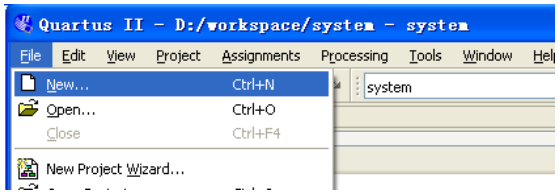
做完如上的配置后，点击 SOPC Builder 界面中的 Next，然后点击 Generate，并在弹出的对话框中选择 Save，生成系统。如果成功创建，则如下图所示：



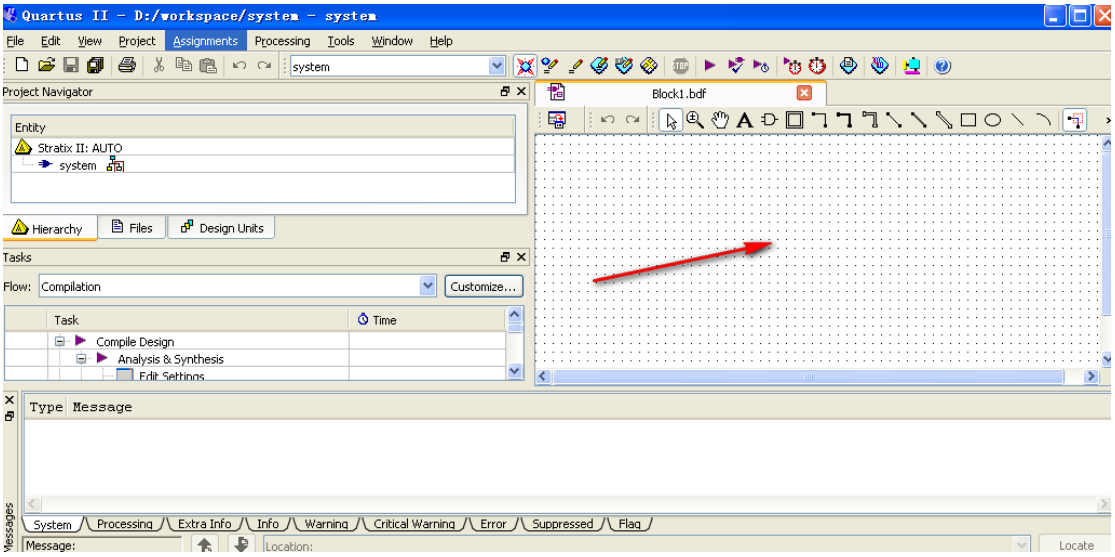
点击 Exit 退出 SOPC Builder.

4. 在 Quartus II 工程中添加上述 Nios II 系统。

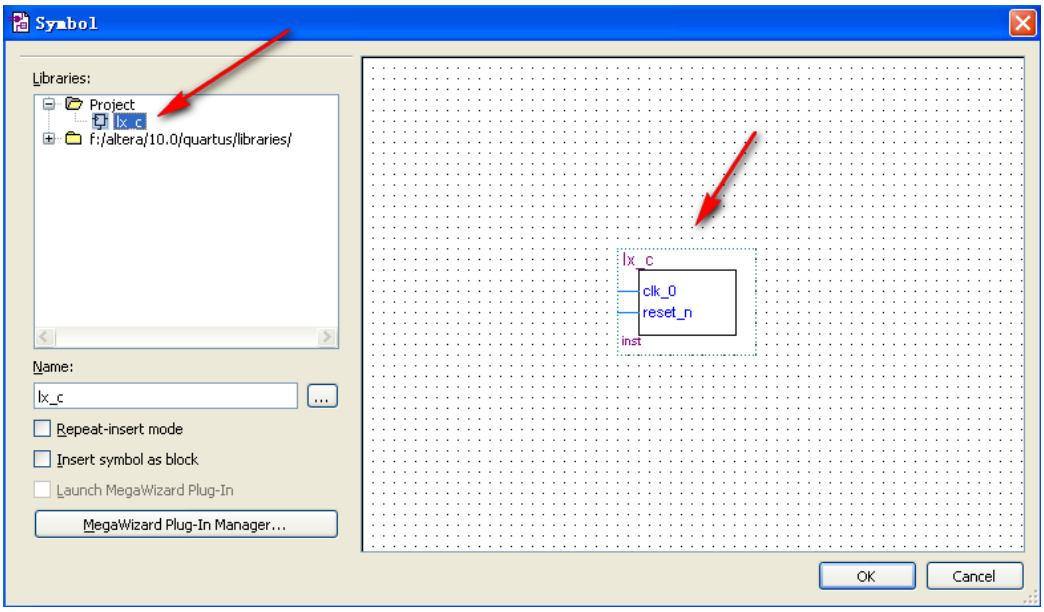
选中 Quartus II 的 File->New，如下图所示：



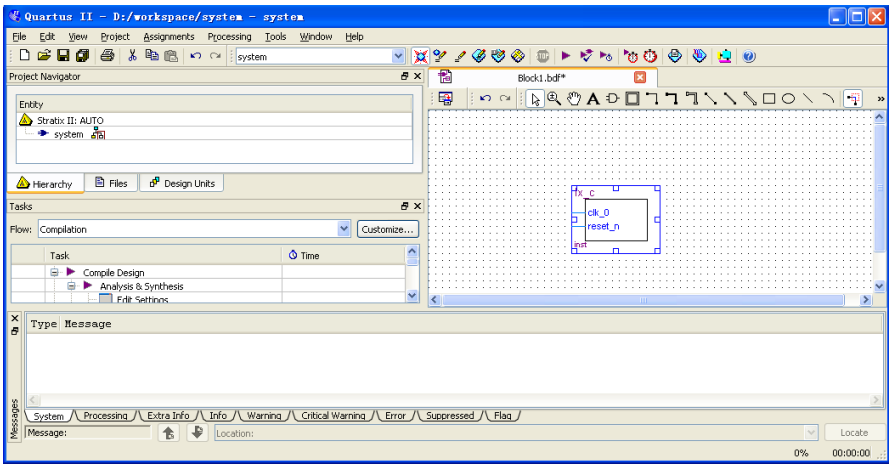
在弹出的对话框中，点击 Block Diagram/Schematic File，得到如下图：



在上图箭头所指的空白区域左键双击，得到如下图所示的对话框：

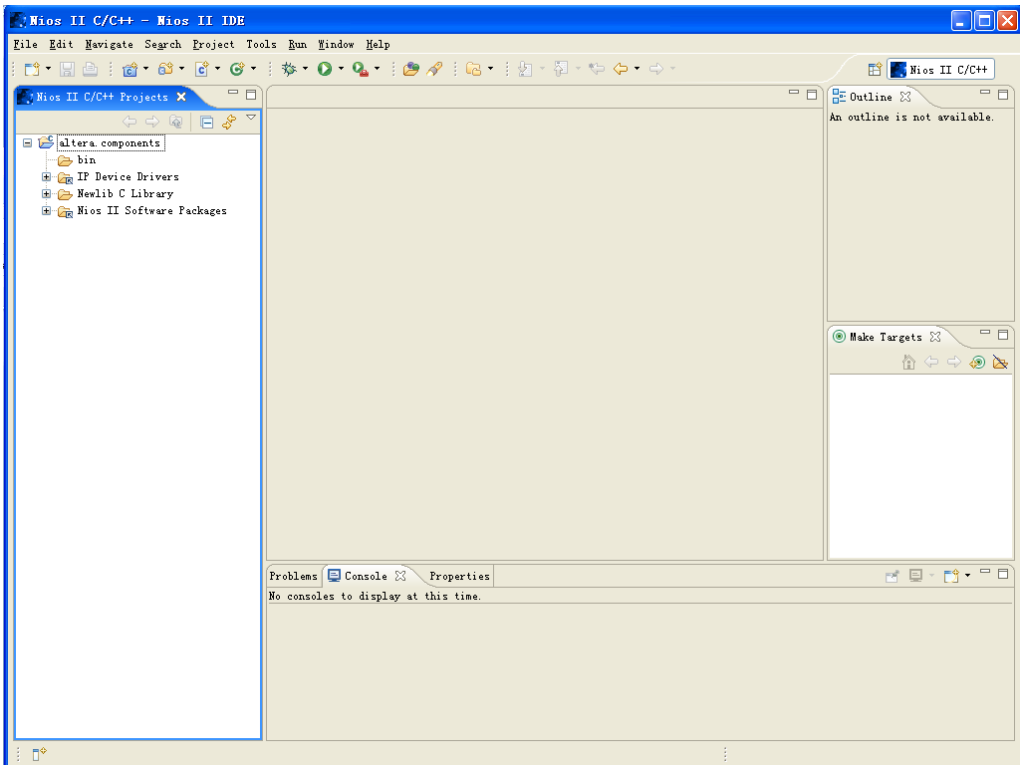


将上图中的 Project 展开，选中 lx_c，然后点击 OK，将 lx_c 拖放到刚才双击左键的空白区域，如得到如下图：

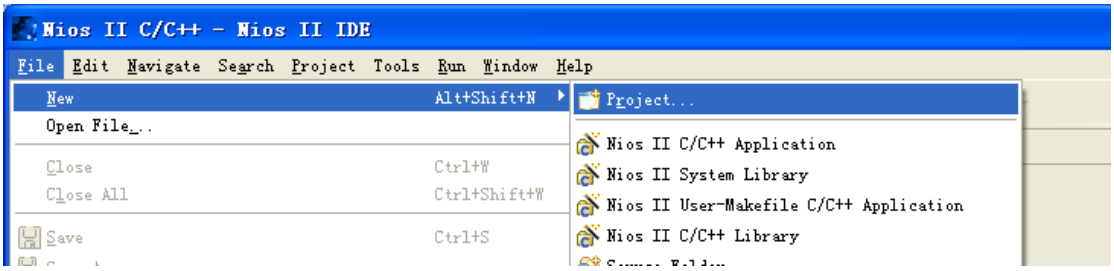


Ctrl+S 保存文件，文件名和顶层模块名相同，为 system.bdf，并保存 system.bdf 到工程目录 D:\workspace 下。

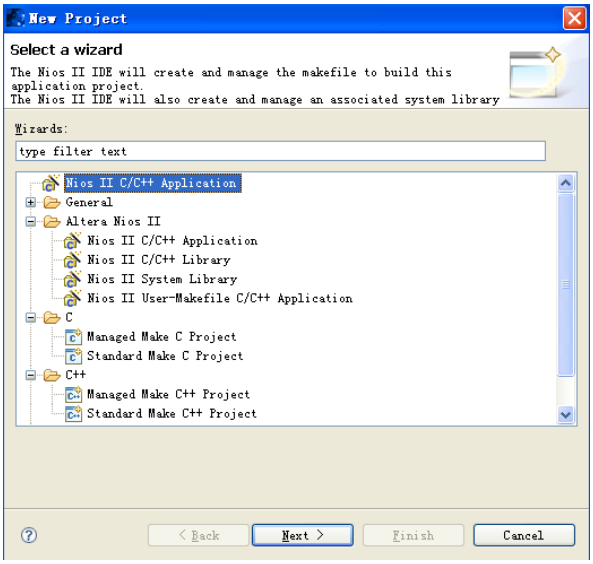
运行 Nios II IDE 10.0，如下图：



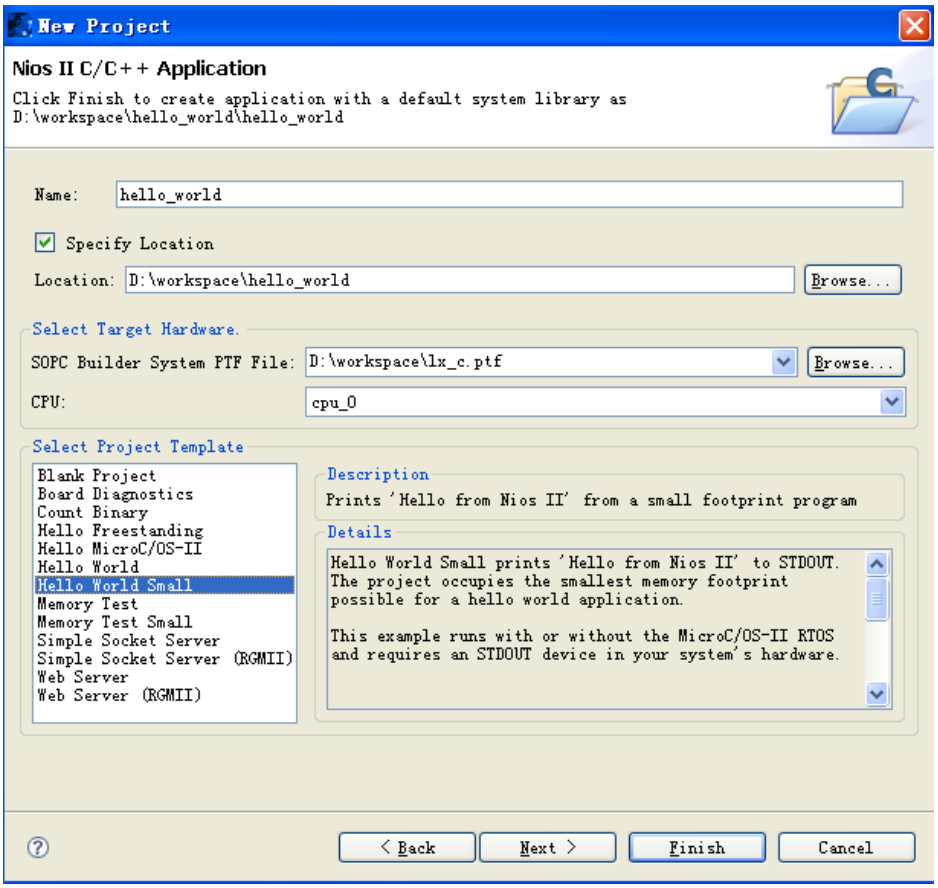
点击 File->New0->Project，如下图所示：



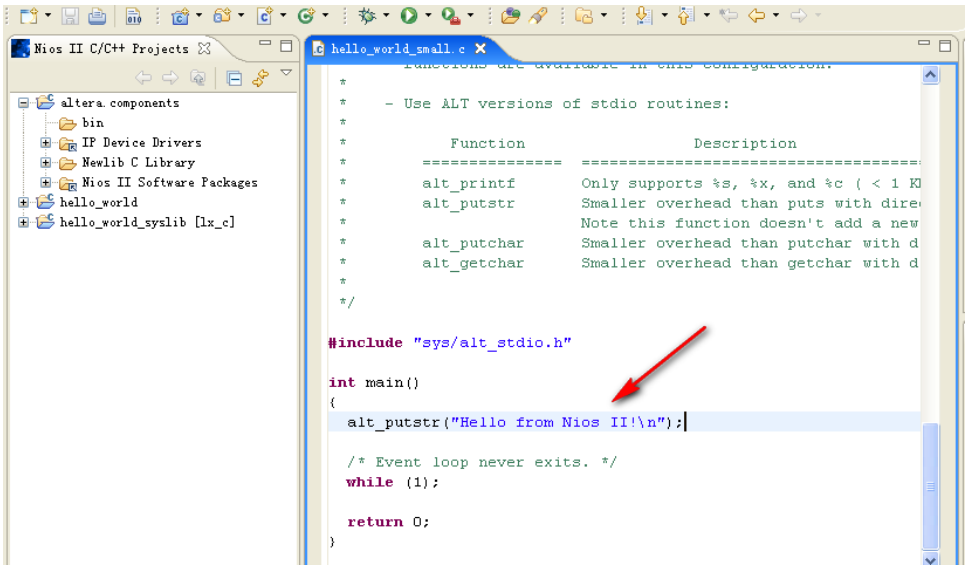
在弹出的对话框中选择 Nios II C/C++ Application，然后点击 Next，如下图：



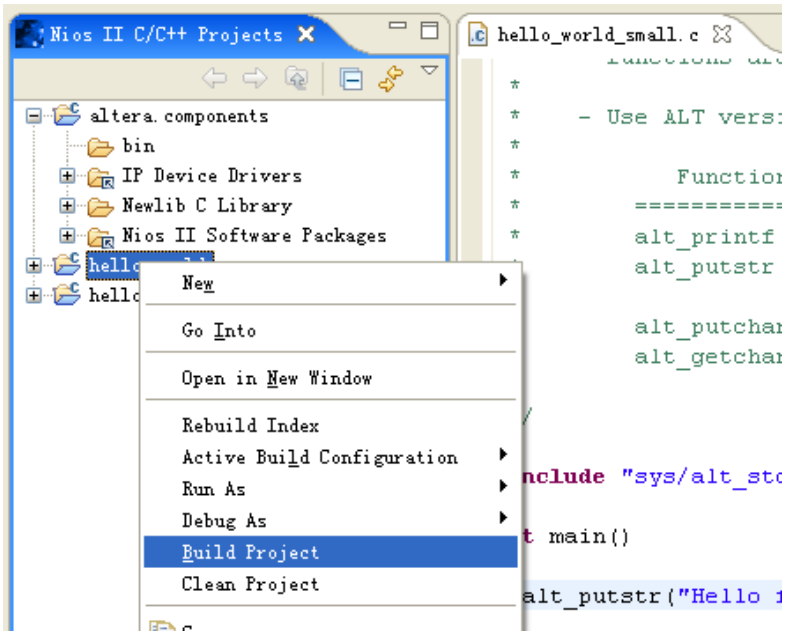
点击 Next 后，弹出如下图所示的对话框，其中将该文件取名 hello_world，并需要将该文件保存到 Quartus II 刚才创建的工程所在的目录中，也就是 D:\workspace，同时在 D:\workspace 目录中找到刚才我们用 Quartus II 创建的 lx_c.ptf 文件，也就是指定该 c 程序的目标 cpu，并选中 Hello World Small 模版，如下图所示：



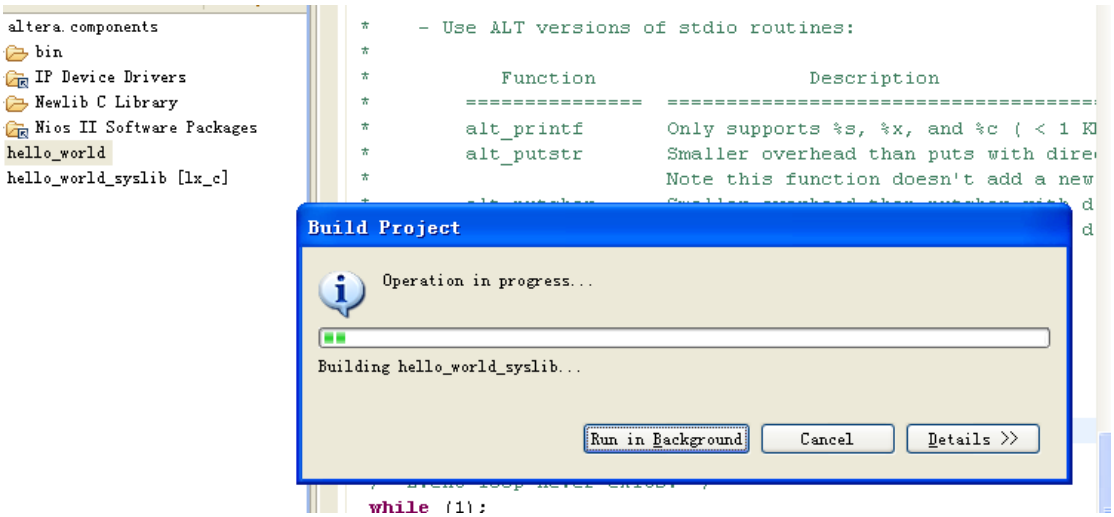
作如上图所示的配置后，点击 Finish，弹出如下图所示的对话框：



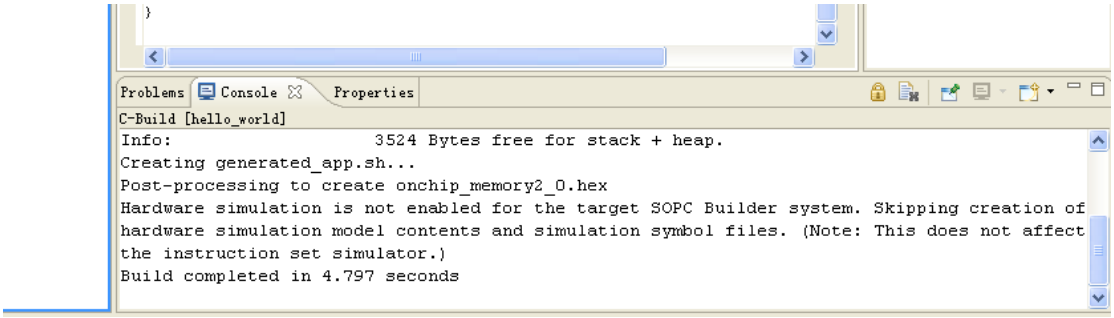
其中，箭头处的内容是可以修改的。接下来，在左面选项卡中选择 hello_world，并单击鼠标右键，在弹出的菜单选项中选择 Build Project，如下图所示：



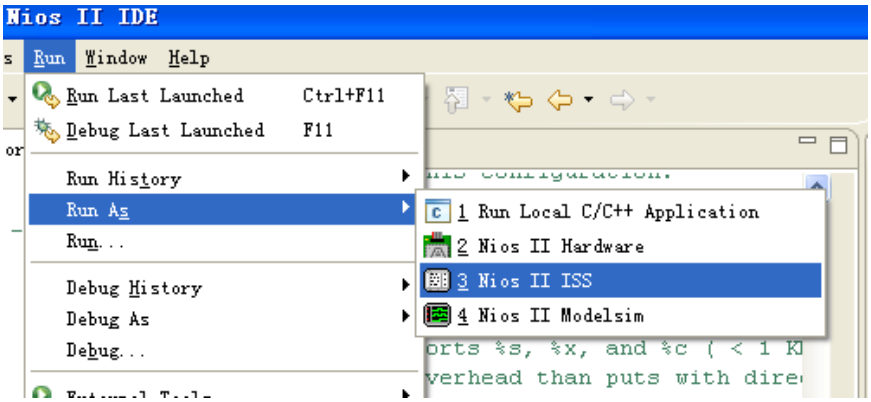
左键单击 Build Project，在弹出的对话框中显示正在进行编译，如下图所示：



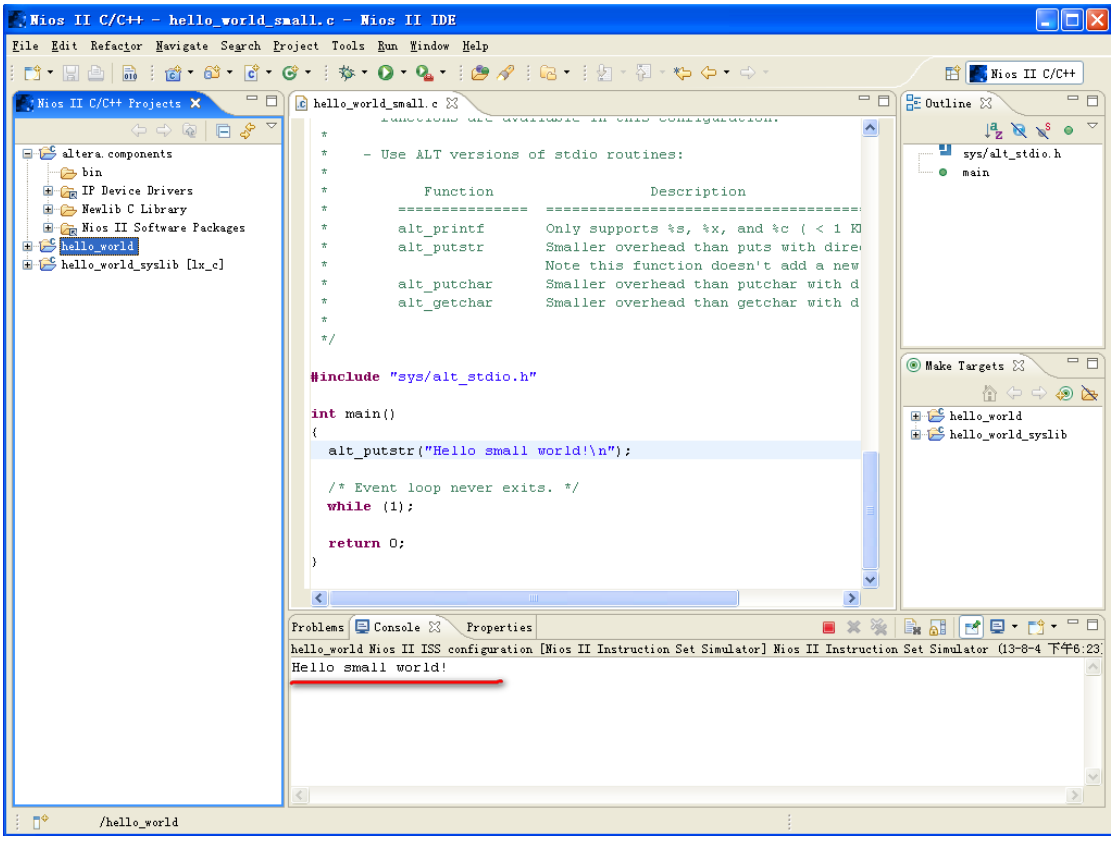
编译成功，则显示出如下图所示的内容：



成功编译后，选中菜单 Run->Run As->3 Nios II ISS，并单击 3 Nios II ISS，开始运行，如下图所示：



如果正确运行，则得到如下图所示的结果：



这样，就完成了本实验。