



Nuclei™ N100 系列 IDE

使用说明

——使用 SEGGER Embedded Studio

版权声明

版权所有 © 2018–2020 芯来科技（Nuclei System Technology）有限公司。保留所有权利。

Nuclei™是芯来科技公司拥有的商标。本文件使用的所有其他商标为各持有公司所有。

本文件包含芯来科技公司的机密信息。使用此版权声明为预防作用，并不意味着公布或披露。未经芯来科技公司书面许可，不得以任何形式将本文的全部或部分信息进行复制、传播、转录、存储在检索系统中或翻译成任何语言。

本文文件描述的产品将不断发展和完善；此处的信息由芯来科技提供，但不做任何担保。

本文件仅用于帮助读者使用该产品。对于因采用本文件的任何信息或错误使用产品造成的任何损失或损害，芯来科技概不负责。

联系我们

若您有任何疑问，请通过电子邮件 support@nucleisys.com 联系芯来科技。

修订历史

版本号	修订日期	修订的章节	修订的内容
1.0	2020/02/04	N/A	1. 初始版本

目录

版权声明.....	2
联系我们.....	2
修订历史.....	1
图片清单.....	3
1. SEGGER EMBEDDED STUDIO 简介与安装.....	5
2. 创建项目	6
2.1. 概述.....	6
2.2. 从已有项目直接导入创建新项目	6
2.3. 无模板手动创建项目	9
2.3.1. 手动创建项目.....	9
2.3.2. 添加项目的源文件和 BSP.....	12
2.3.3. 配置项目的编译和链接选项.....	14
2.3.4. 配置包含路径文件.....	20
3. 编译项目	21
3.1. 在 SES 中编译 DEMO_IRQC 项目	21
4. 下载和运行项目	23
4.1. 根据调试器类型设置 GDB SERVER.....	23
4.1.1. 通过蜂鸟调试器下载程序至开发板.....	23
4.1.2. 通过 J-Link 下载程序至开发板.....	26
4.2. 根据调试器类型为 PRINTF 设置打印输出方式.....	28
4.2.1. 通过串口打印输出.....	28
4.2.2. 通过 RTT 打印输出.....	32
4.3. 下载程序至开发板	34
5. 调试项目	37

图片清单

图 2-1 位于 GITHUB 上面的项目包.....	7
图 2-2 项目包详细内容	7
图 2-3 N100-EXAMPLES 详细内容.....	7
图 2-4 显示项目的文件结构	8
图 2-5 切换编译下载模式.....	9
图 2-6 新建 PROJECT.....	10
图 2-7 工程名和路径.....	11
图 2-8 选择目标设备	11
图 2-9 添加默认文件	12
图 2-10 向工程添加文件夹.....	13
图 2-11 向工程添加文件	13
图 2-12 SES 新建工程的工程结构.....	14
图 2-13 打开工程设置.....	15
图 2-14 修改工程类型.....	15
图 2-15 修改工具链路径.....	16
图 2-16 修改编译连接指令.....	17
图 2-17 打开使用连接脚本选项	18
图 2-18 链接脚本路径设置.....	18
图 2-19 根据编译链接模式保留文件	19
图 2-20 移除工程中文件	19
图 2-21 工程头文件路径.....	20
图 3-1 通过菜单栏 BUILD 选项编译	21
图 3-2 编译成功.....	22
图 4-1 蜂鸟调试器.....	23
图 4-2 用蜂鸟调试器连接硬件.....	24
图 4-3 打开工程设置页面	25
图 4-4 使用 GDB 调试.....	25
图 4-5 使用 OPENOCD 连接.....	26
图 4-6 J-LINK 引脚图.....	27
图 4-7 J-LINK 硬件连接图	27
图 4-8 修改工程设置为使用 J-LINK.....	28
图 4-9 打开 SES 串口工具	30
图 4-10 打开串口设置弹窗.....	30
图 4-11 设置波特率和串口号	31

图 4-12 连接串口.....	31
图 4-13 DEMO_IRQC 打印输出.....	32
图 4-14 新建工程保留默认文件夹.....	33
图 4-15 输出重定向到 RTT.....	33
图 4-16 J-LINK 输出到控制台.....	34
图 4-17 连接 GDB.....	35
图 4-18 下载 ELF 文件.....	36
图 4-19 关闭 GDB SERVER.....	36
图 5-1 进入调试模式.....	37

1. SEGGER Embedded Studio 简介与安装

SEGGER Embedded Studio（以下简称 SES）是 SEGGER 公司推出的一款嵌入式开发的集成开发环境，具有开发与编译界面专业，调试功能强大（配备知名的 J-Link 仿真器），非商业使用免费，跨平台兼容和配置灵活等特点。

有关 SES 的详细安装步骤，以及如何为其设置 Nuclei 配套的工具链，请参阅芯来科技官网下载页面（<http://www.nucleisys.com/download.php>）下载《Nuclei_SES_IDE_Installation.pdf》

芯来科技定制了专用的 FPGA 评估板（蜂鸟 FPGA 评估板，HBird Eval Kit）。使用配套 SoC 原型（包含 N100 系列处理器内核）可以被整体实现在 HBird Eval Kit 上成为 SoC FPGA 原型开发板。芯来科技还定制了专用的 JTAG 调试器（蜂鸟调试器，HBird Debugger Kit），用于在 FPGA 评估板上对 N100 系列进行调试。有关芯来科技定制的专用 JTAG 调试器（HBird Debugger Kit）和专用 FPGA 评估板（HBird Eval Kit）的详细介绍请参见单独文档《Nuclei_N100 系列配套 FPGA 实现》。

本文将使用 SES 为 IDE，在蜂鸟 FPGA 评估板（和蜂鸟调试器）上进行嵌入式软件的开发。

2. 创建项目

2.1. 概述

在 SES 中新建项目有两种方式：

■从已有项目直接导入创建新项目：

- 这是最常见的方式，譬如，用户 A 可以将已有项目的文件夹直接进行打包保存，然后进行分享传播，用户 B 可以在另外的电脑上直接导入该项目，从而以此为基础创建新的项目，在此基础上直接使用或者开发修改。

■无模板手动创建项目：

- 这是最繁琐的方式，该方法除了创建项目之外，还需要手动设置各种选项和路径。由于该方式比较繁琐，所以在实际工作中较少使用，但是通过该方式的详细讲解，用户可以详细了解如何配置各中选项和路径。

下文将对这两种方式分别介绍。

2.2. 从已有项目直接导入创建新项目

本节将介绍如何使用 SES 从已有项目直接导入创建新项目，本文以 demo_irqc 为例，项目包存放在（https://github.com/riscv-mcu/n100_ses_project），下载如图 2-1 红框标注的压缩包。

该项目包是以蜂鸟 FPGA 评估板为载体，构建的参考项目工程。有关参考项目的详细内容请参见《Nuclei_N100 系列配套 SoC 介绍》与《Nuclei_N100 系列 SDK 使用说明》。

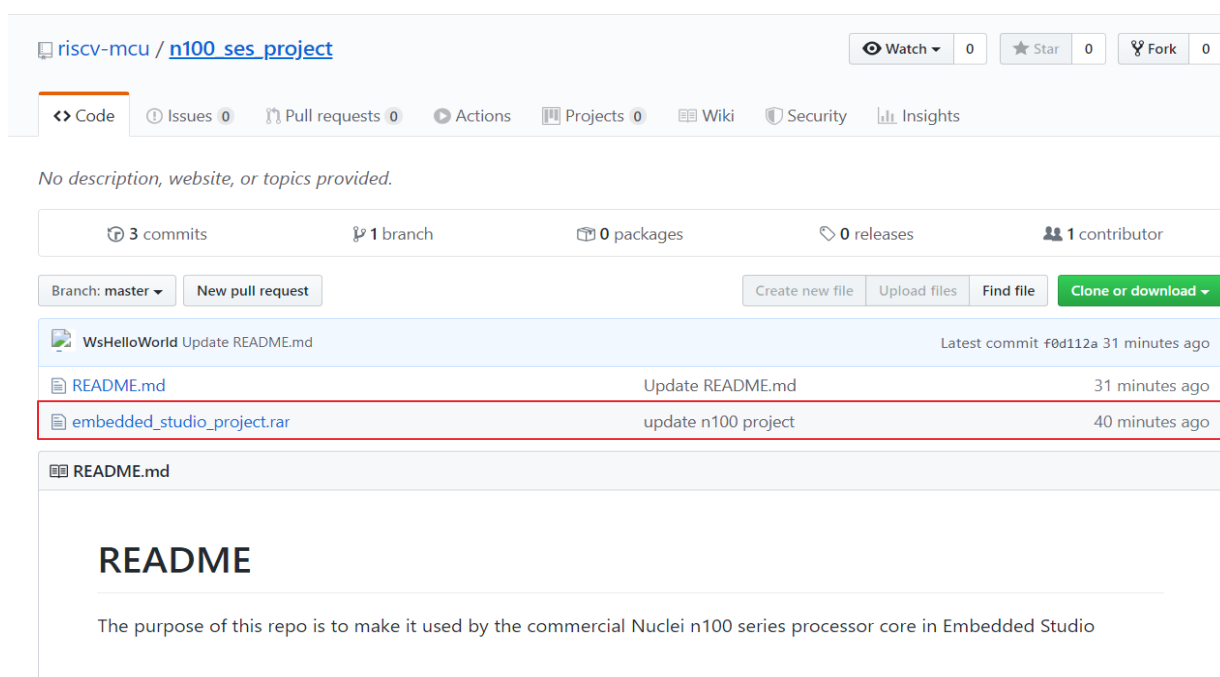


图 2-1 位于 github 上面的项目包

将压缩包 embedded_studio_project 解压后，内容如图 2-2 所示。

名称	修改日期	类型	大小
n100-examples	2020/2/2 12:09	文件夹	
n100-sdk	2020/1/30 17:51	文件夹	

图 2-2 项目包详细内容

打开 n100-examples，内容如图 2-3，只需要双击红框标注的文件即可打开 SES 并导入项目，操作正确会出现图 2-4 界面，项目的文件结构如红框标注部分。

名称	修改日期	类型	大小
n100-examples.emProject	2020/2/2 11:12	EMPROJECT 文件	15 KB
n100-examples.emSession	2020/2/3 22:11	EMSESSION 文件	12 KB

图 2-3 N100-examples 详细内容

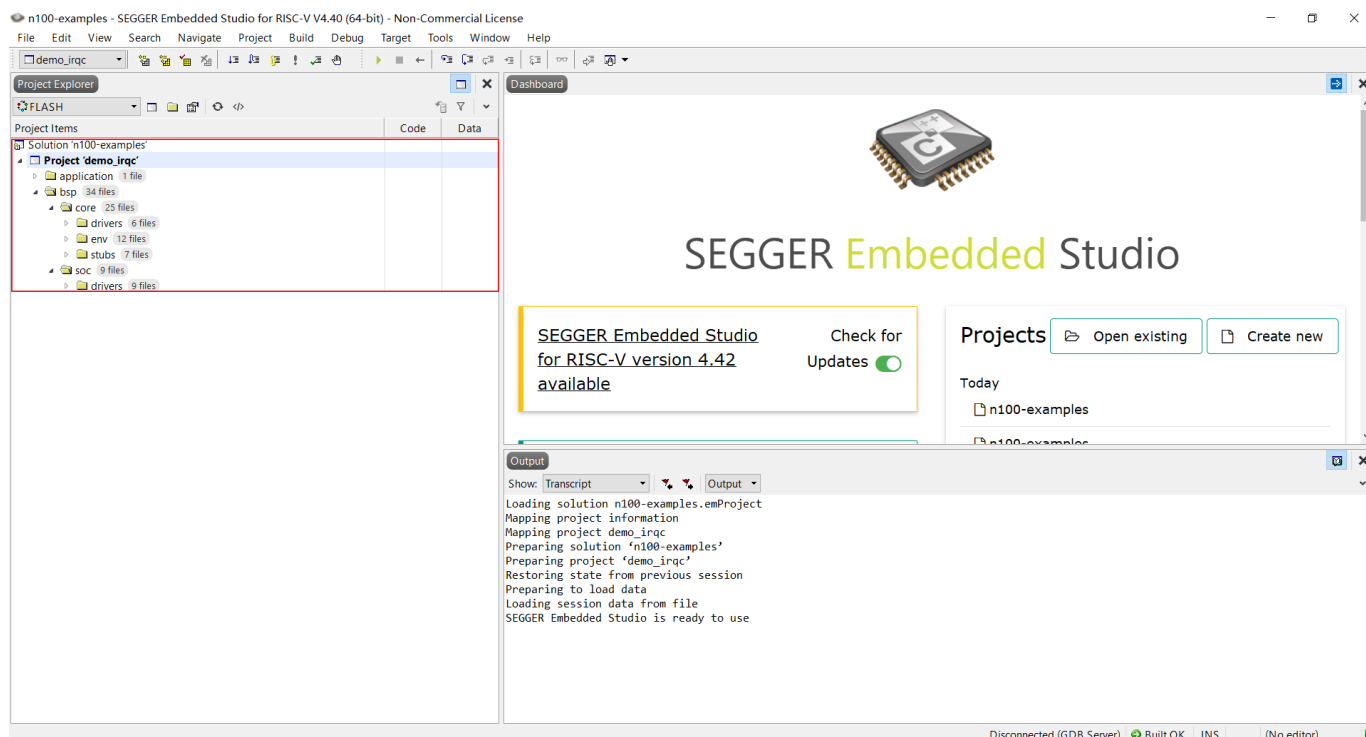


图 2-4 显示项目的文件结构

参考项目支持两种编译下载模式，分别是 **ILM**（编译使得程序从 **ILM** 中运行）和 **FLASH** 模式（编译使得程序从 **Flash** 上载至 **ILM** 中运行）。有关 **ILM** 和 **FLASH** 模式的差别请参见《Nuclei_N100 系列 SDK 使用说明》。

导入的参考项目工程已经对两种编译下载模式预先做好设置，如图 2-5 红框标注位置，可以直接在两种下载模式中切换。

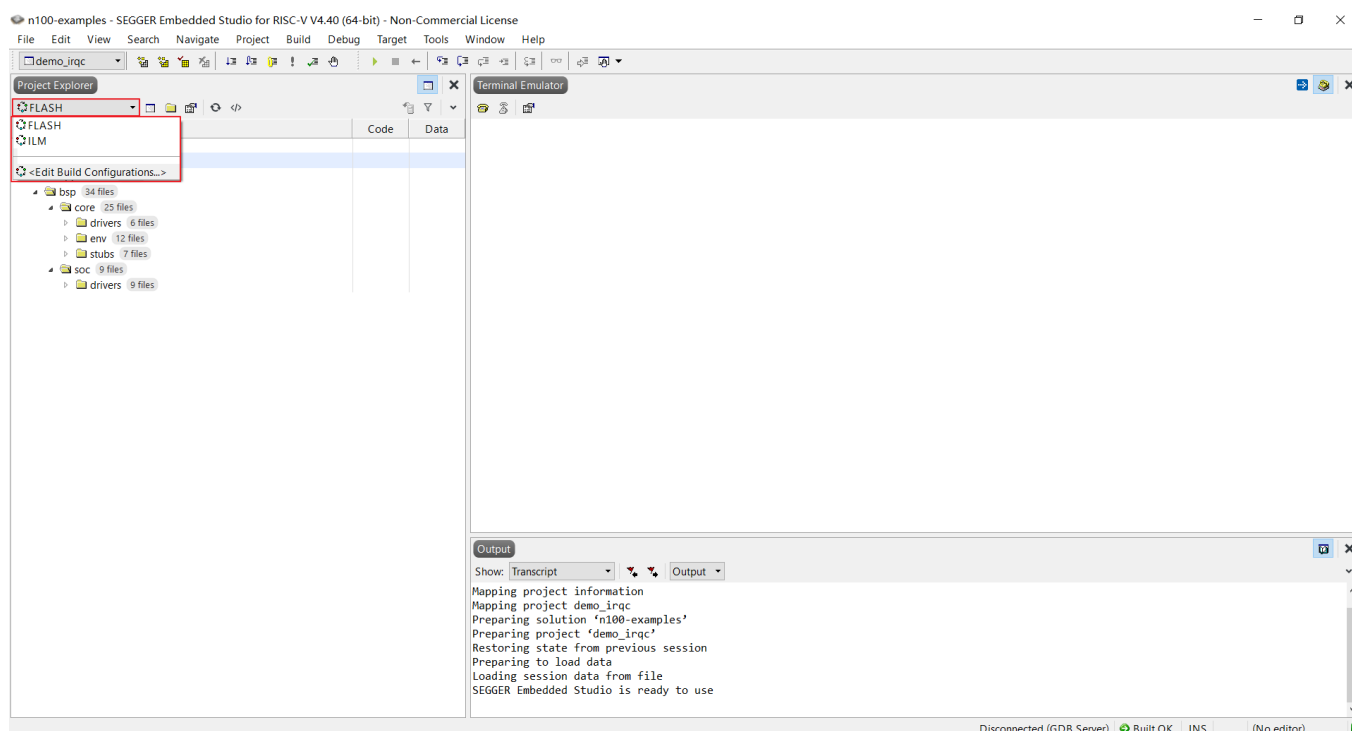


图 2-5 切换编译下载模式

2.3. 无模板手动创建项目

本节将介绍如何使用手动方式在 SES 创建一个用户自定义的 `demo_irqc` 项目。该方法在创建项目之外，需要手动设置各种选项和路径。

如 2.1 节中所述，由于该方式比较繁琐，所以在实际工作中较少使用，本文仅通过该方式的详细讲解，帮助用户了解如何配置各中选项和路径。

对于快速上手的用户，可以直接忽略此章节。

2.3.1. 手动创建项目

■在菜单栏中选择“File-->New Project”，如图 2-6。

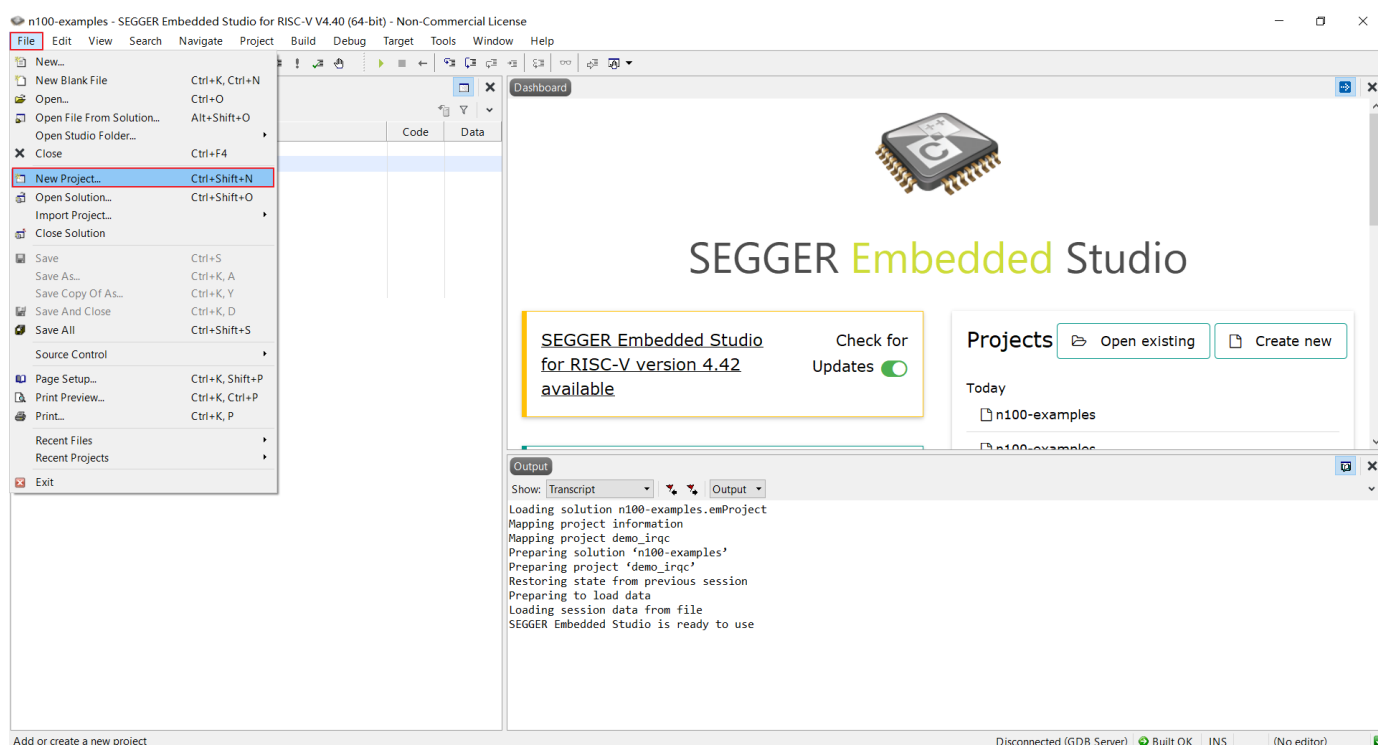


图 2-6 新建 project

■ 点击后弹窗如图 2-7，选择第一项，输入工程名并且选择文件夹路径，点击 next。

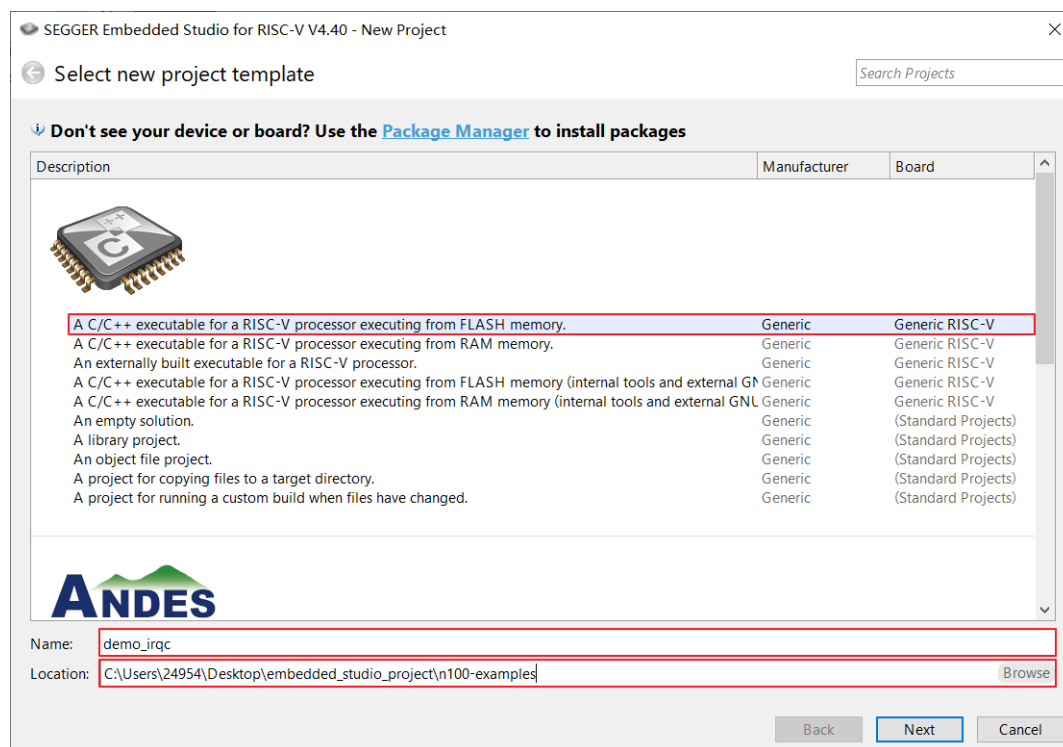


图 2-7 工程名和路径

■选择目标设备为 N101，如图 2-8，点击 next。

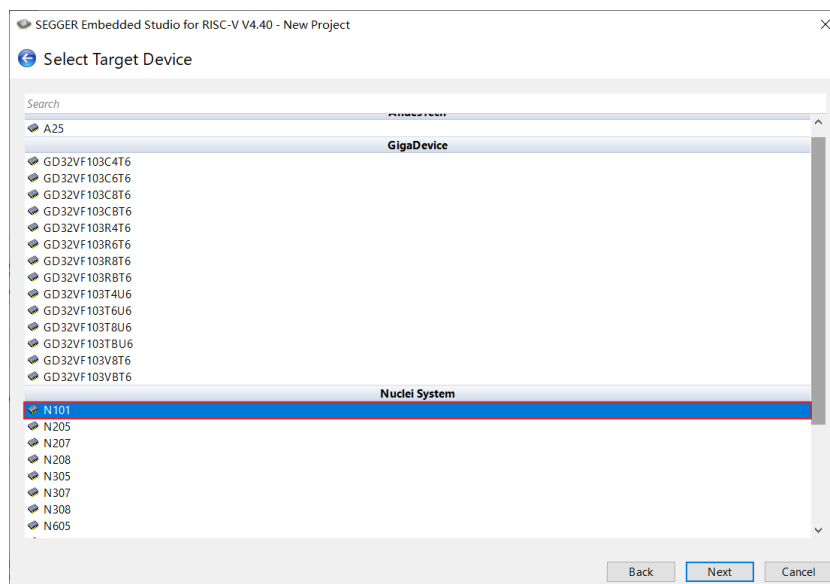


图 2-8 选择目标设备

- 设置添加默认文件，如图 2-9，此步骤需要取消勾选所有文件，点击 **next**。
- 新的页面不需要修改，直接点击 **Finish** 完成新建。

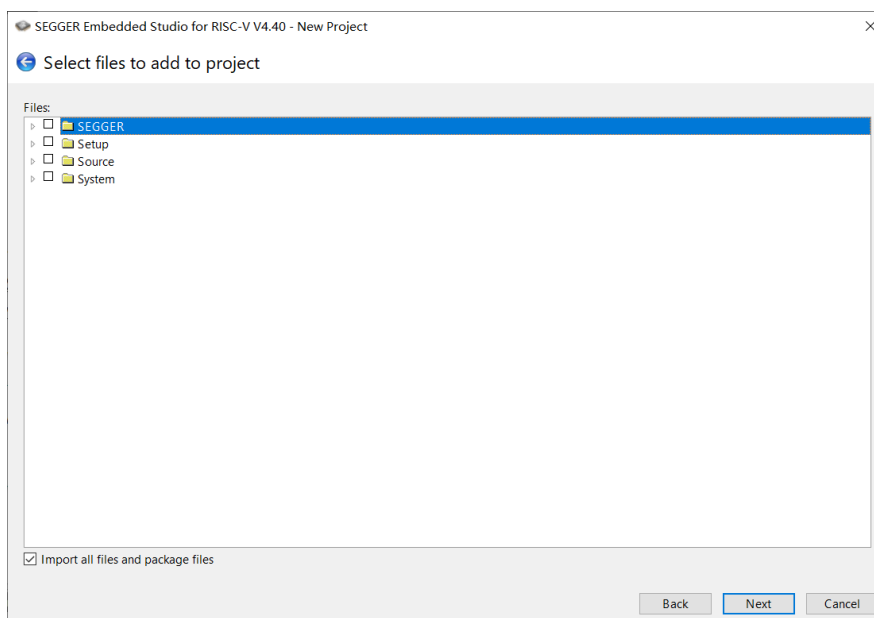


图 2-9 添加默认文件

2.3.2. 添加项目的源文件和 BSP

- 在上一节新建的工程处右击打开右键菜单，选择 **New Folder**，如图 2-10 可以添加文件夹。
- 在新建好的文件夹处右击，右键菜单中选择 **Add Existing File** 可以向工程添加文件，如图 2-11。为了方便管理，请新建两个文件夹，分别命名为 **application** 和 **bsp**，其中 **application** 用来存放应用程序，**bsp** 用来存放板级支持包。请根据 2.2 节下载的项目包中 **bsp** 实际文件结构新建文件夹以及添加文件，最终工程目录如图 2-12。

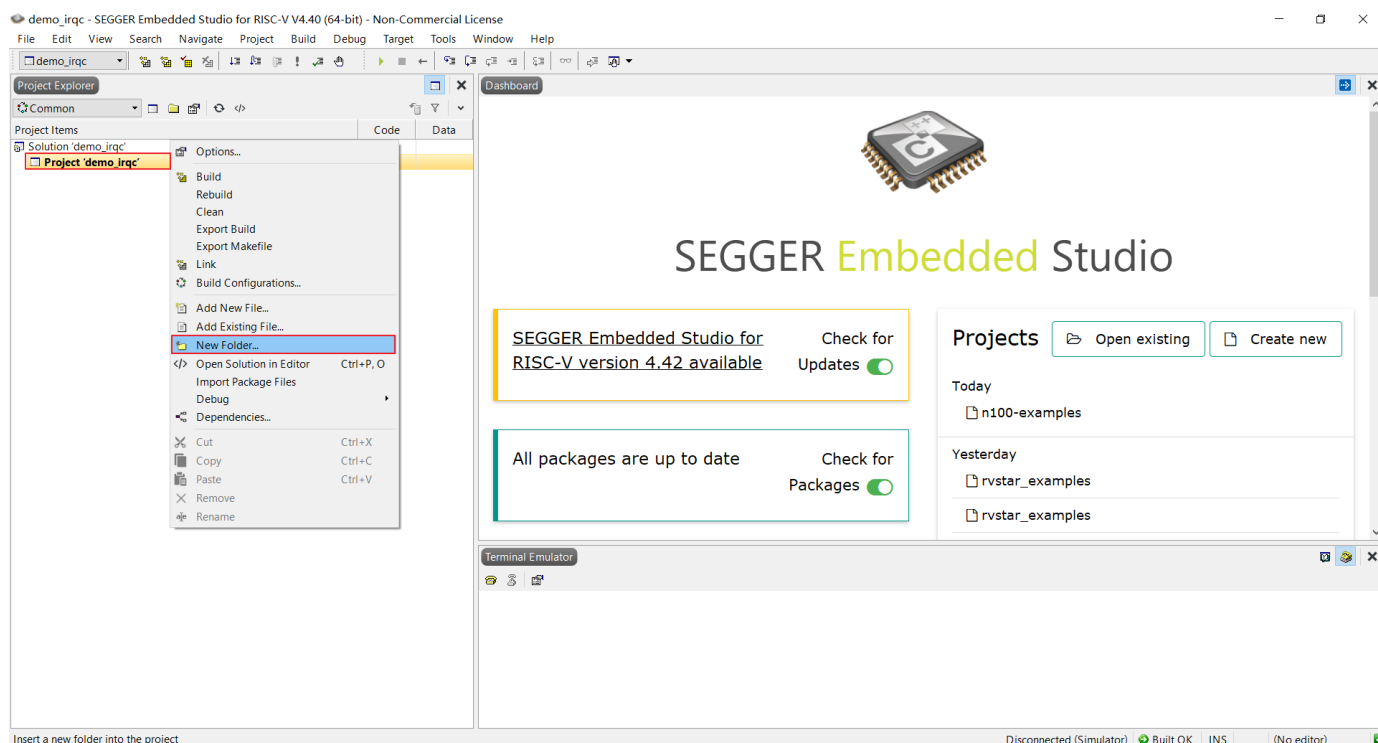


图 2-10 向工程添加文件夹

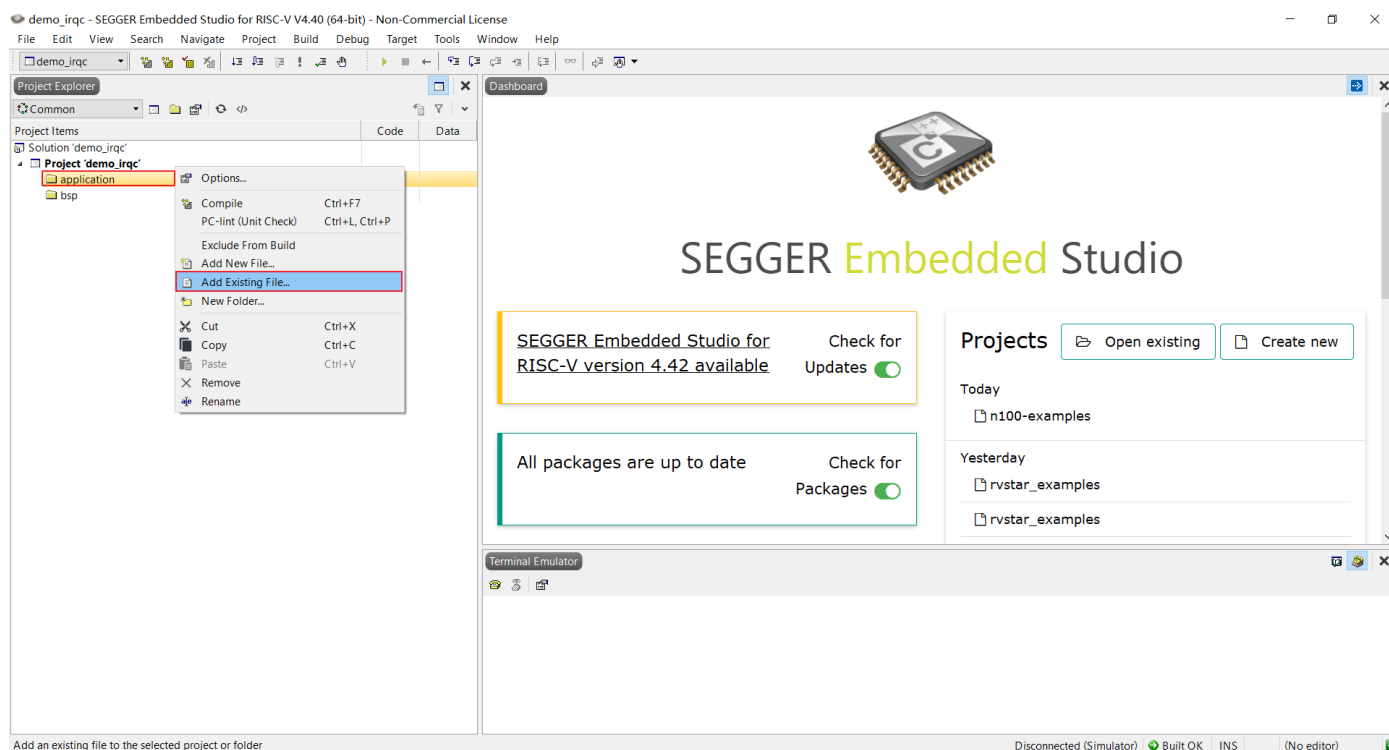


图 2-11 向工程添加文件

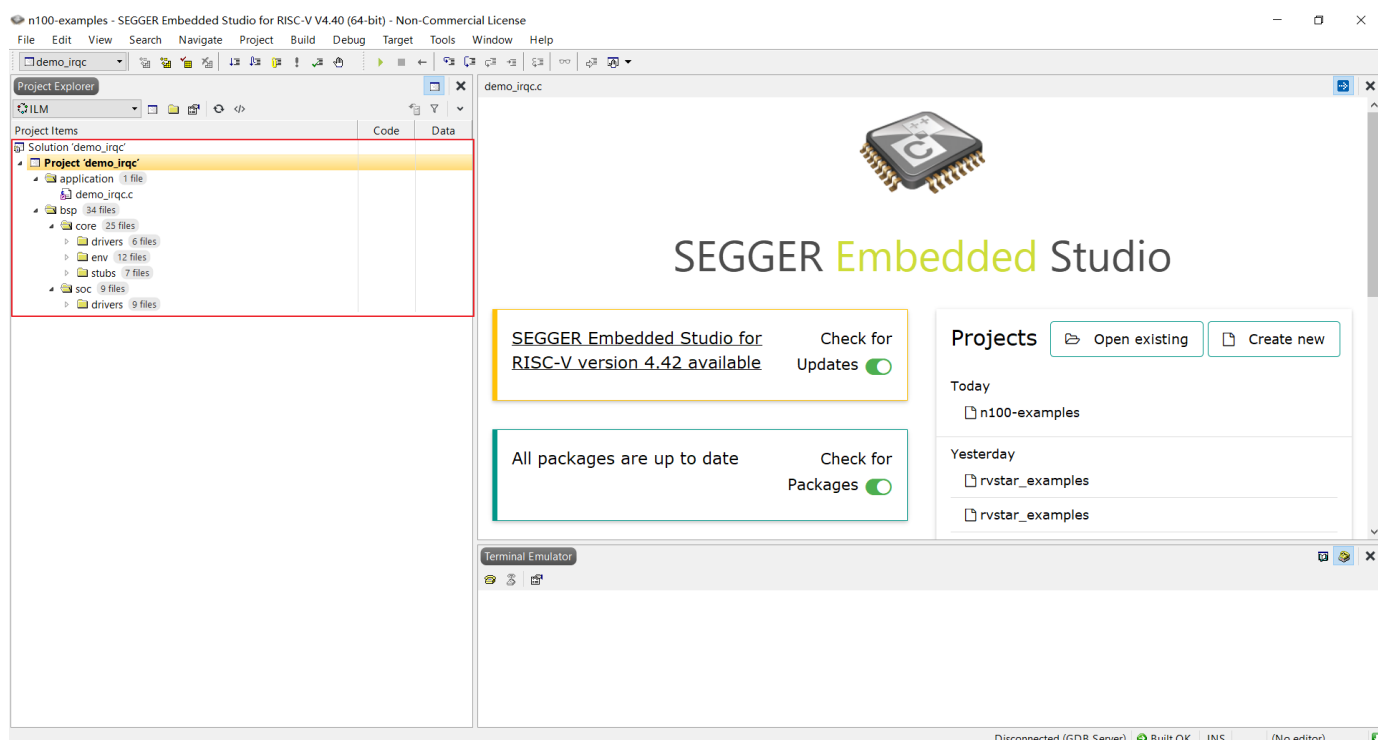


图 2-12 SES 新建工程的工程结构

2.3.3.配置项目的编译和链接选项

参考项目支持两种编译下载模式，分别是 ILM（编译使得程序从 ILM 中运行）和 FLASH 模式（编译使得程序从 Flash 上载至 ILM 中运行）。有关 ILM 和 FLASH 模式的差别请参见《Nuclei_N100 系列 SDK 使用说明》。以 ILM 模式为例，其设置过程如下所示。

- 在菜单栏选择“Project-->Options”打开工程设置弹窗，如图 2-13。
- 在 Build 栏目下修改 Project Type 为 Externally Built Executable，如图 2-14，点击弹窗的 OK 按钮保存设置。

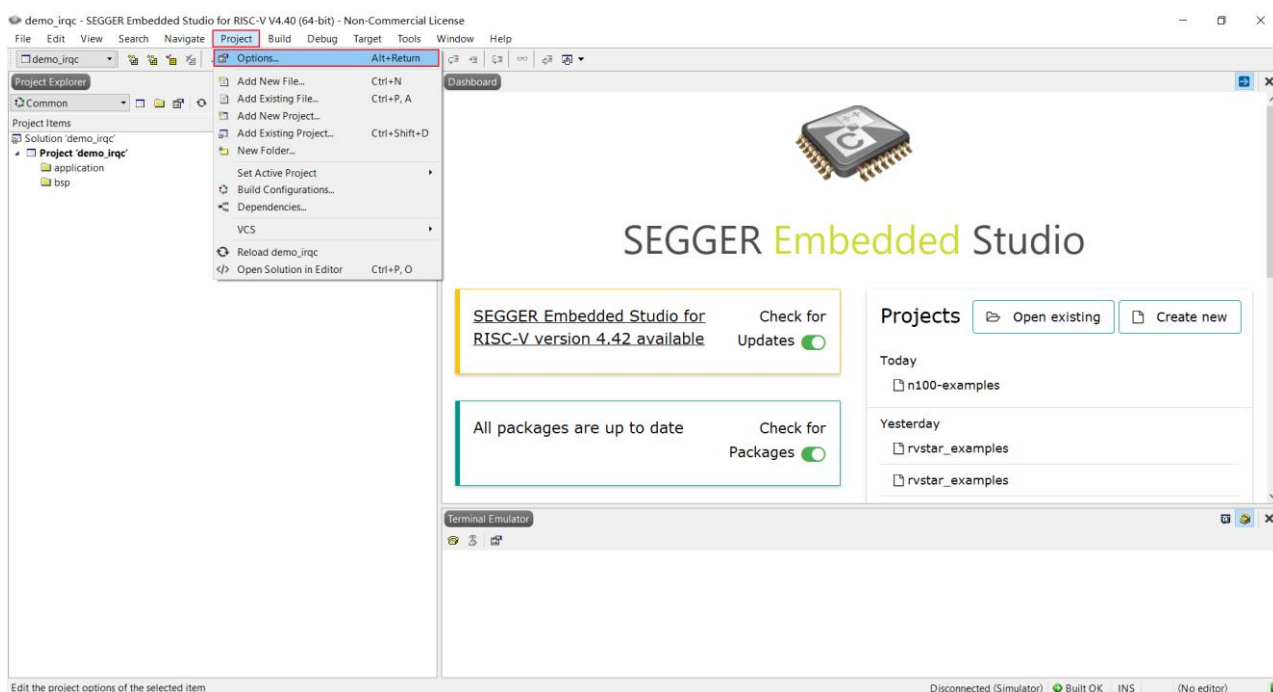


图 2-13 打开工程设置

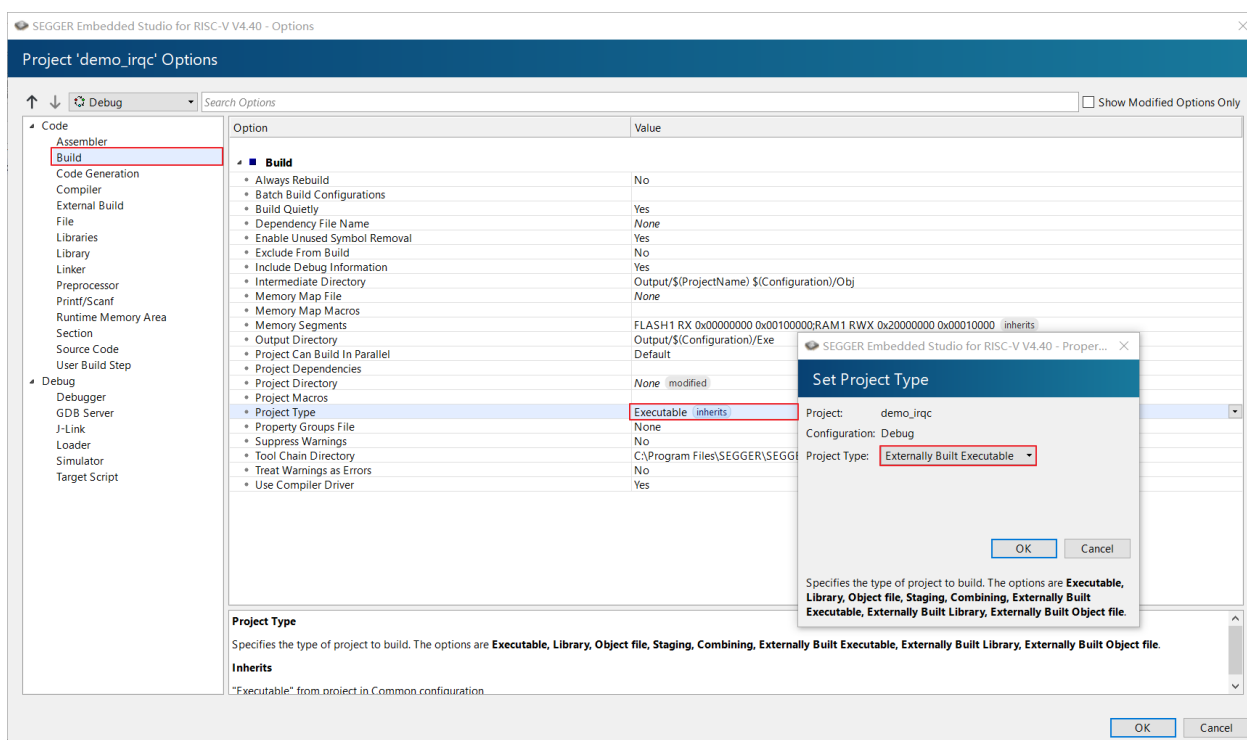


图 2-14 修改工程类型

- 修改工程类型后重新在菜单栏选择“Project-->Options”打开工程设置弹窗，修改 Build 栏目下 Tool Chain Directory 为\$(StudioDir)/Nuclei_Toolchain/gcc/bin 如图 2-15。

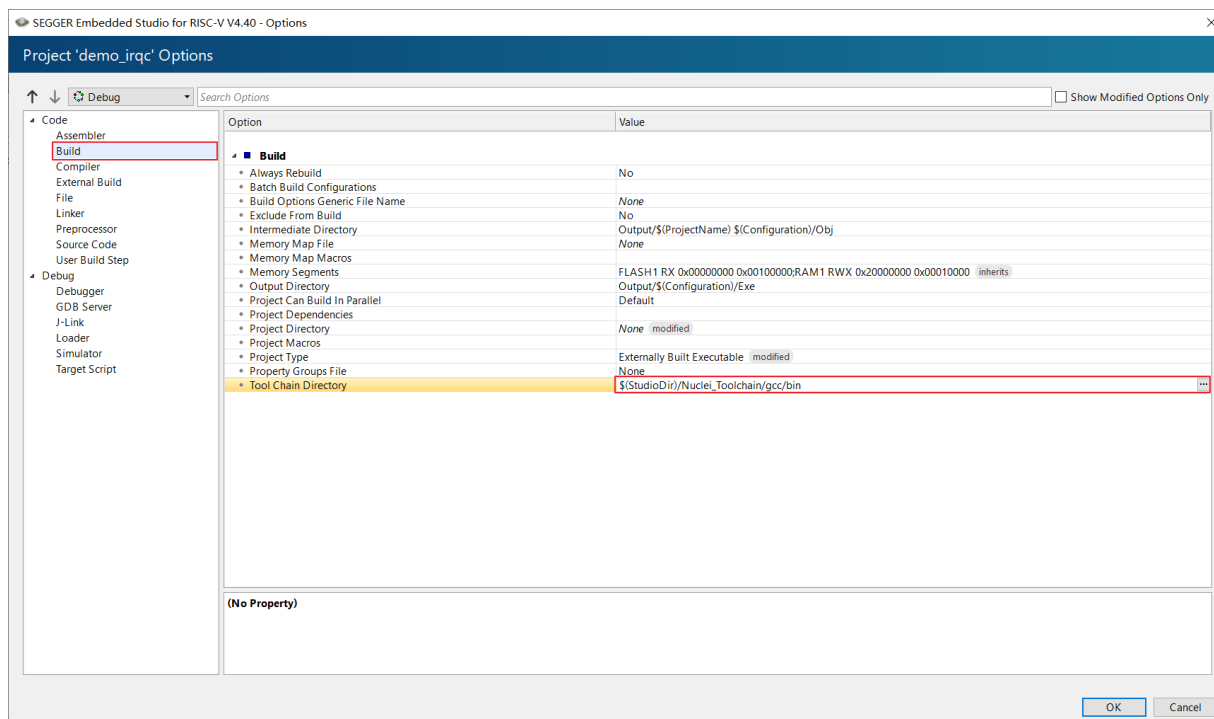


图 2-15 修改工具链路径

- 修改编译指令，如图 2-16，根据工程的实际需要，在 External Build 栏目下填入工程的 GCC 编译和链接指令。

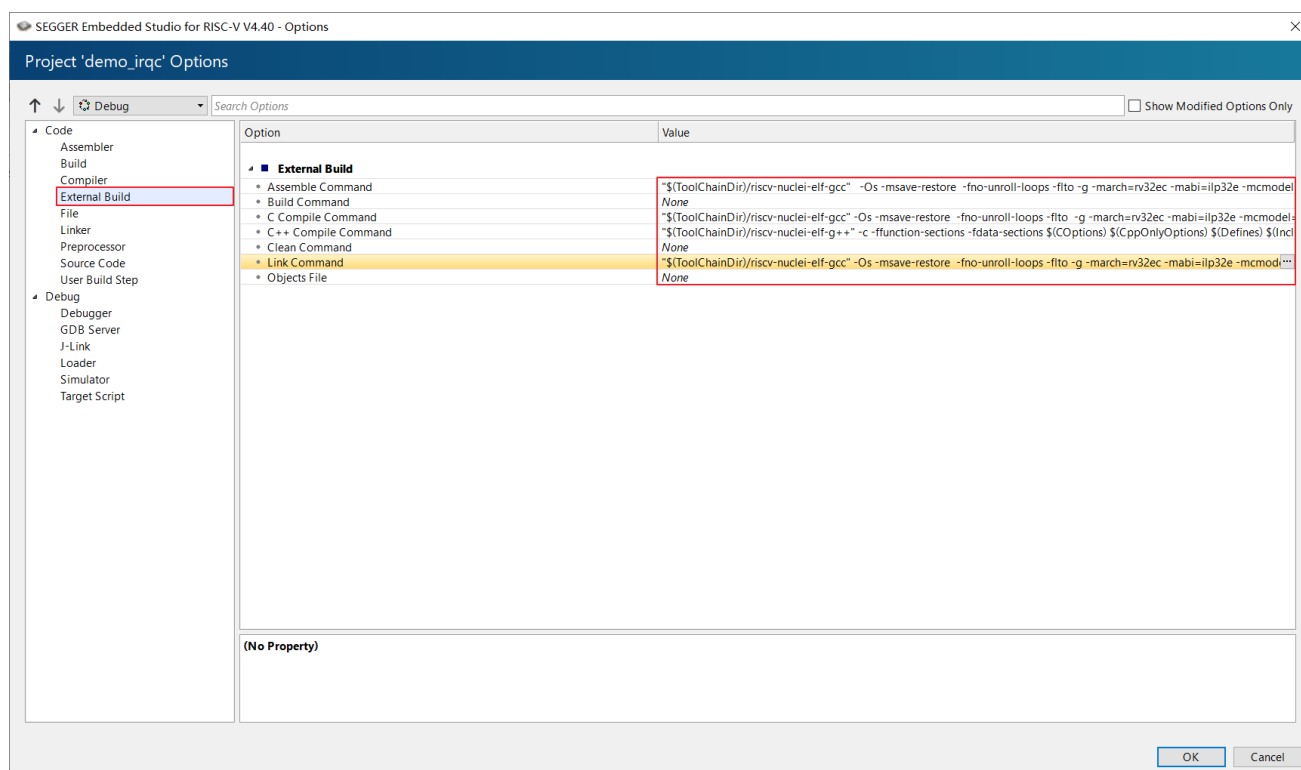


图 2-16 修改编译连接指令

■修改 Linker 栏目下的 Use Manual Linker Script 为 yes，如图 2-17。打开使用连接脚本选项后会增加一个选项，如图 2-18，在这一选项中输入链接脚本路径，此处应当选择下载模式对应的链接脚本。注意：

- 如果使用 FLASH 模式编译链接（需选择链接脚本为 link_flash.lds），在图 2-19 红框中需要将 vtable.S 移除工程，保留 vtable_ilm.S。
- 使用 ILM 模式编译链接（需选择链接脚本为 link_ilm.lds），在图 2-19 红框中需要将 vtable_ilm.S 移除工程，保留 vtable.S。
- 文件移除方式如图 2-20，在要移除的文件处右击，弹出的右键菜单中选择 Excluded From Build，文件会变为浅色，并且编译工程时不会编译链接此文件。

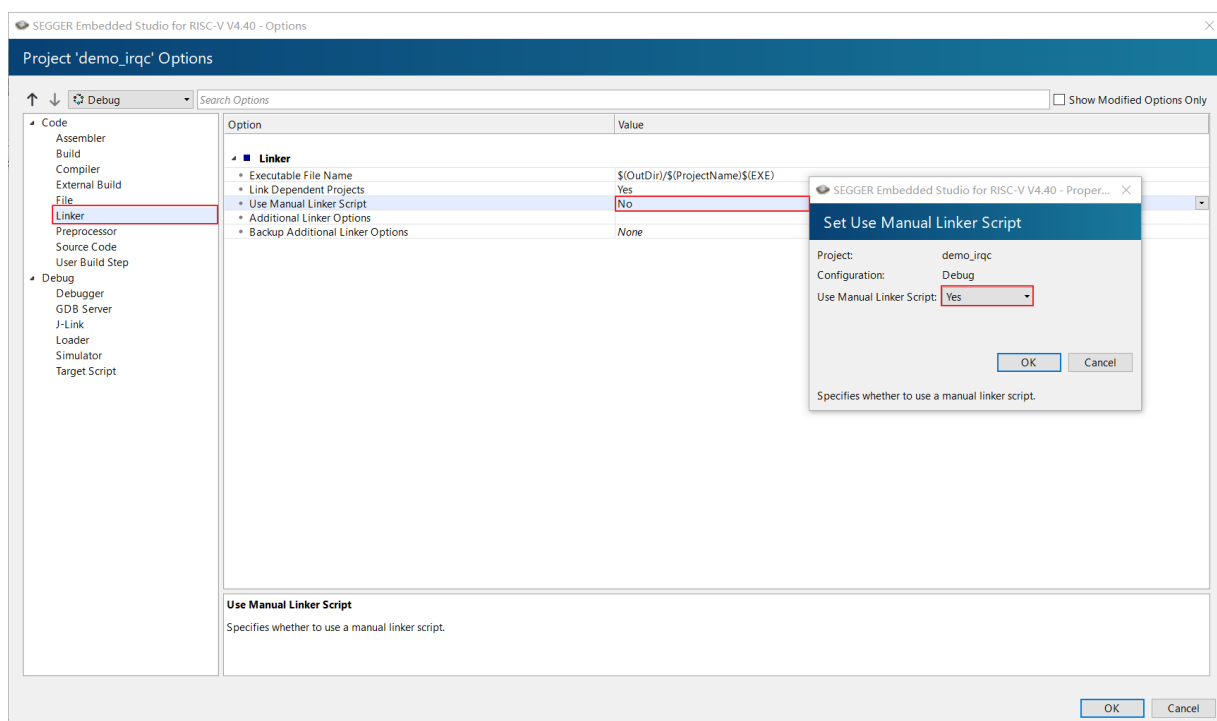


图 2-17 打开使用连接脚本选项

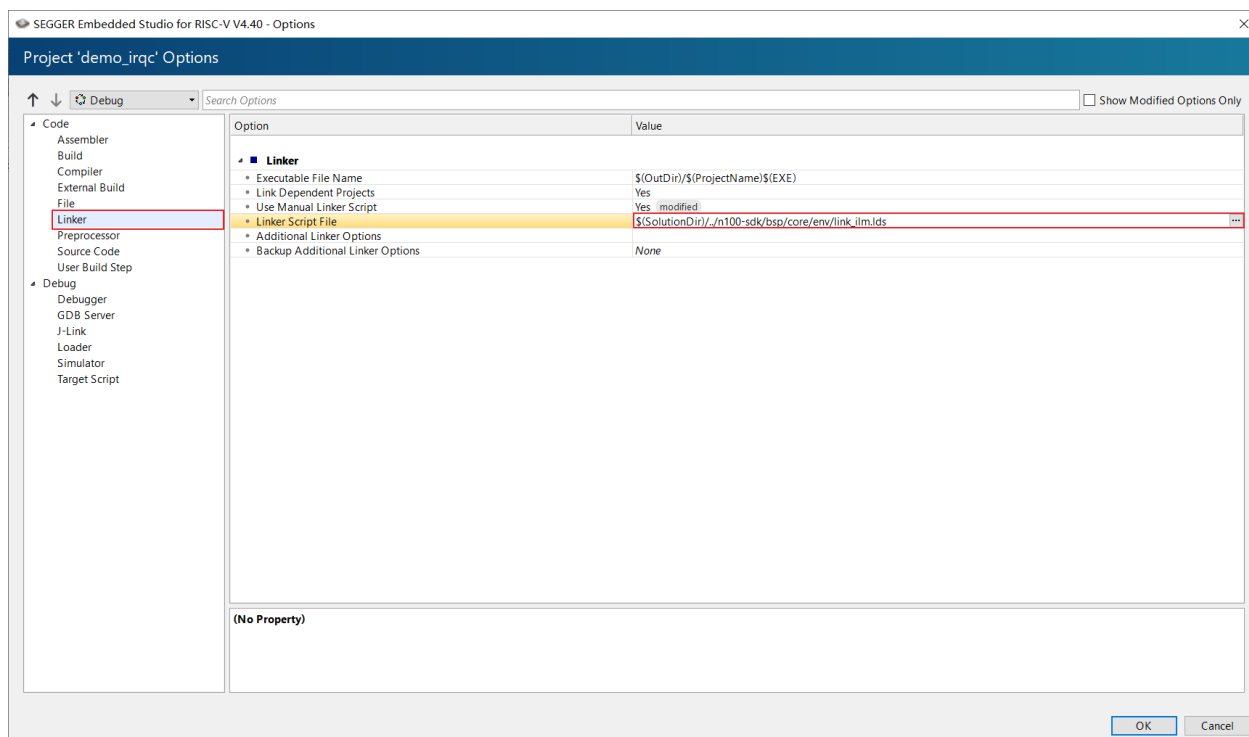


图 2-18 链接脚本路径设置

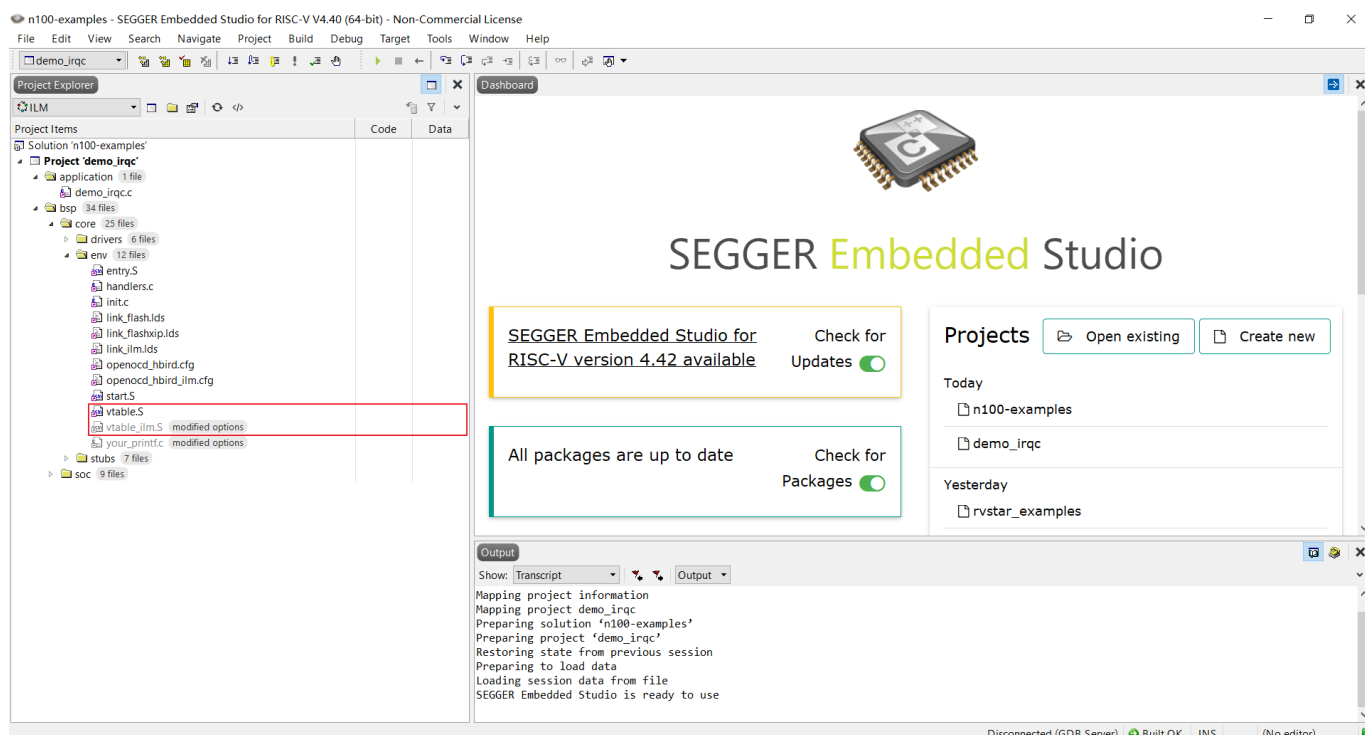


图 2-19 根据编译链接模式保留文件

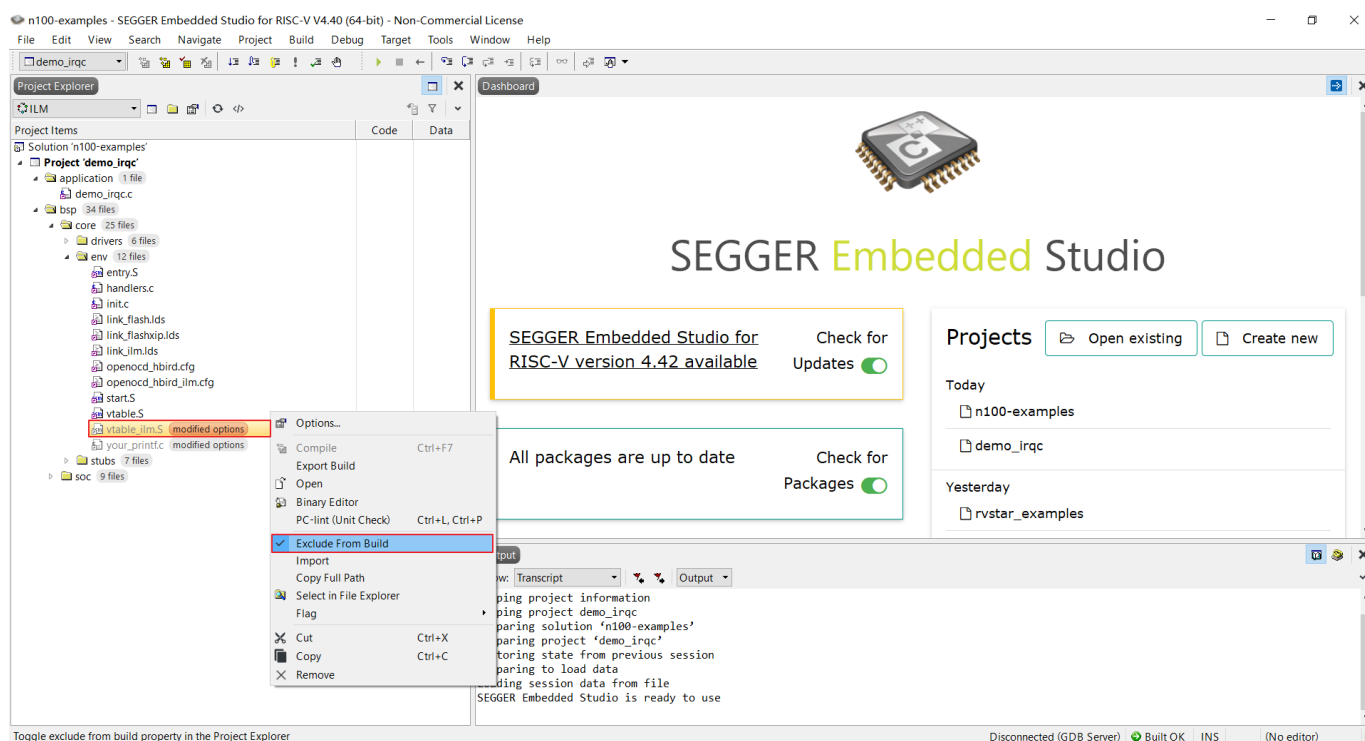


图 2-20 移除工程中文件

2.3.4.配置包含路径文件

在菜单栏选择“Project-->Options”打开工程设置弹窗，如图 2-21，在 Preprocessor 选项下 User Include Directories 内输入工程需要的头文件路径，包括 bsp 头文件路径和应用程序头文件路径。

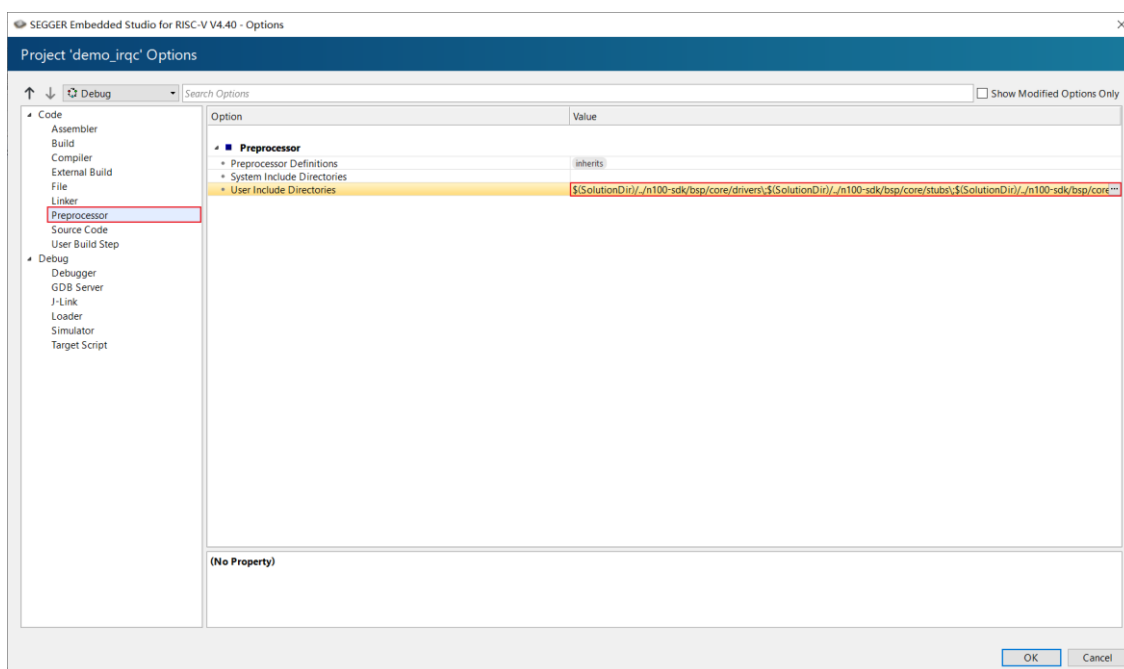


图 2-21 工程头文件路径

3. 编译项目

3.1. 在 SES 中编译 demo_irqc 项目

本节以 2.2 节中所述导入的工程 demo_irqc 为例，介绍在 SES 中如何编译项目，生成二进制文件（默认为 elf 格式）。

编译模式选择好了（假设选择 ILM 模式），键盘直接按 F7 或者点击菜单栏选项的 Build 下第一个选项，如图 3-1，即可编译当前工程，编译成功后输出如图 3-2 所示。

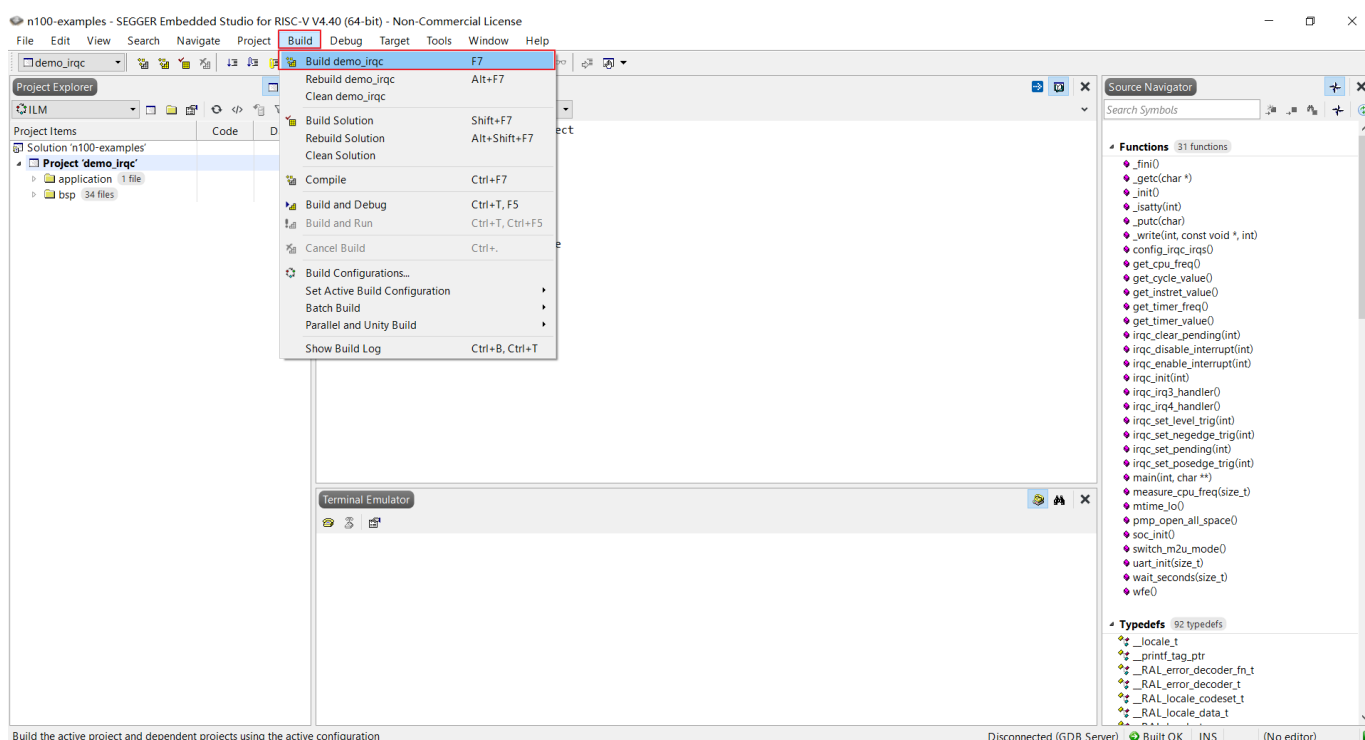


图 3-1 通过菜单栏 Build 选项编译

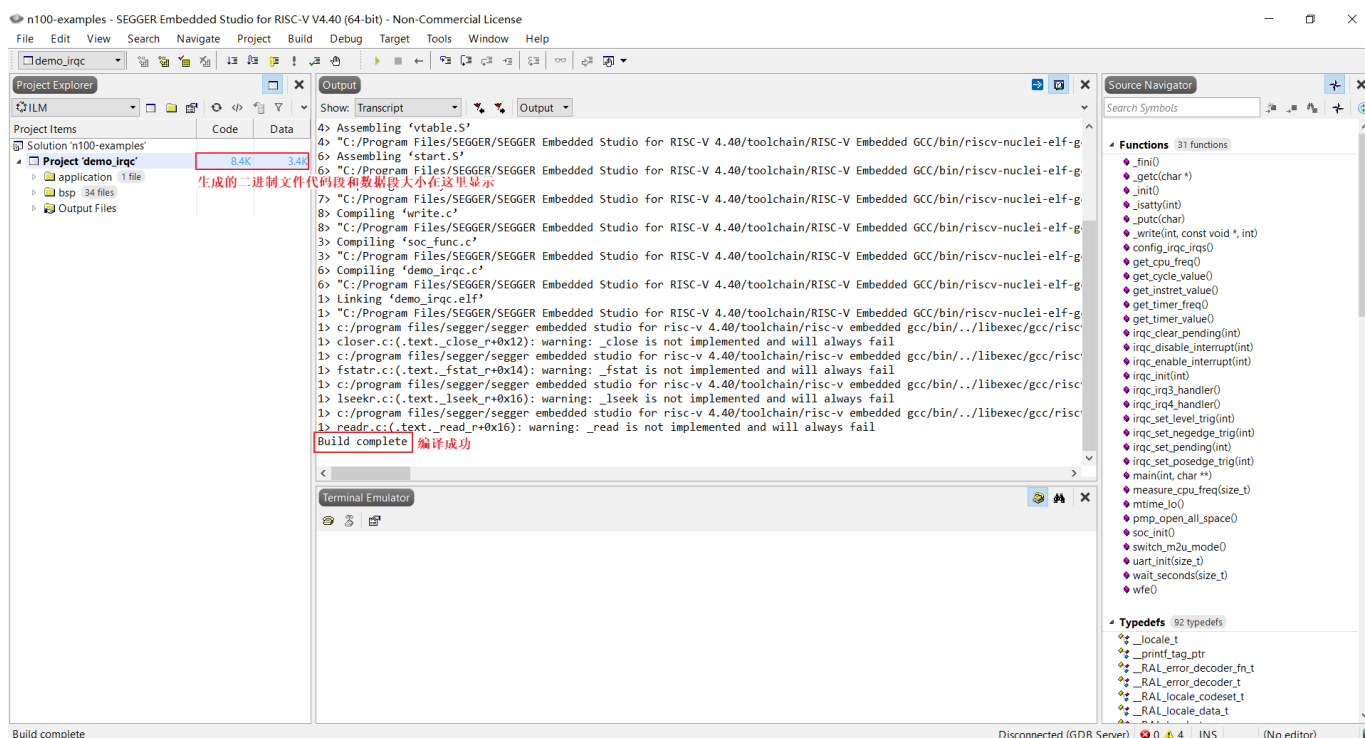


图 3-2 编译成功

4. 下载和运行项目

4.1. 根据调试器类型设置 GDB Server

SES 既支持其原生的 J-Link 调试器进行调试，也支持通过 OpenOCD 使用蜂鸟调试器进行调试。

在下载程序之前，需要根据所使用的的调试器，针对性的设置 GDB Server，下文将对这两种方式分别介绍。

4.1.1.通过蜂鸟调试器下载程序至开发板

蜂鸟调试器专为芯来科技处理器内核 IP 的 SoC 原型及 MCU 芯片的开发和调试而设计，如图 4-1，其一端为 A 型 USB 接口便于直连 PC 机，另一端为 10PIN 牛角插座，可直连蜂鸟 FPGA 评估板。同时支持标准的四线 JTAG、两线 JTAG 调试协议，并支持两线串口。



图 4-1 蜂鸟调试器

由于蜂鸟调试器是基于 U 盘与主机 PC 连接，因此需要在 PC 上安装驱动。关于如何为蜂鸟调试器安装驱动，和如何将蜂鸟调试器与 FPGA 评估板进行连接，请参见参见单独文档《Nuclei_N100

系列配套 FPGA 实现》。

最终硬件连接如图 4-2，正确连接后打开开关就可以连接到 FPGA 评估板。

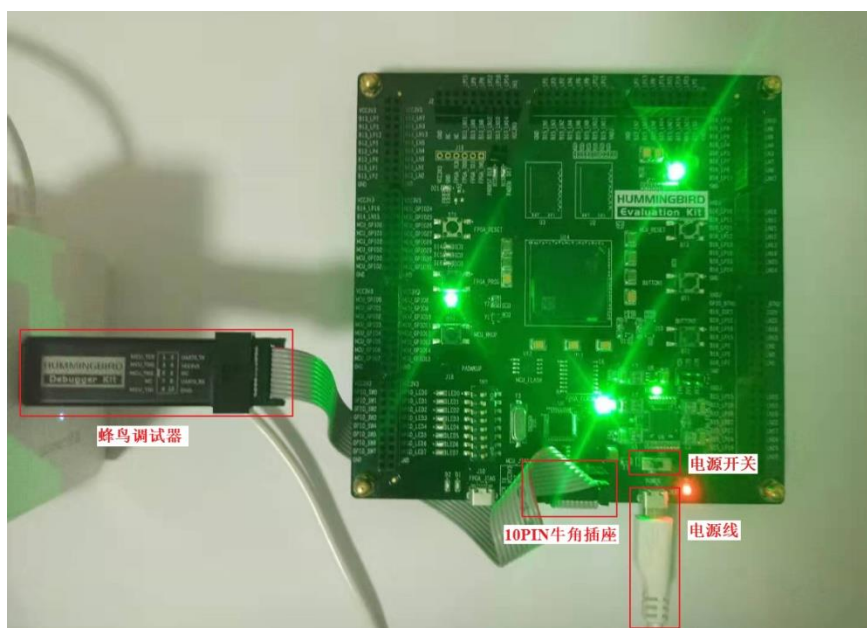


图 4-2 用蜂鸟调试器连接硬件

为蜂鸟调试器设置 GDB Server 的步骤如下。

- 点击菜单栏的 Project 选项下的 Options，如图 4-3。
- 在 Debugger 栏目下 Target Connection 选项切换为 GDB Server，如图 4-4。

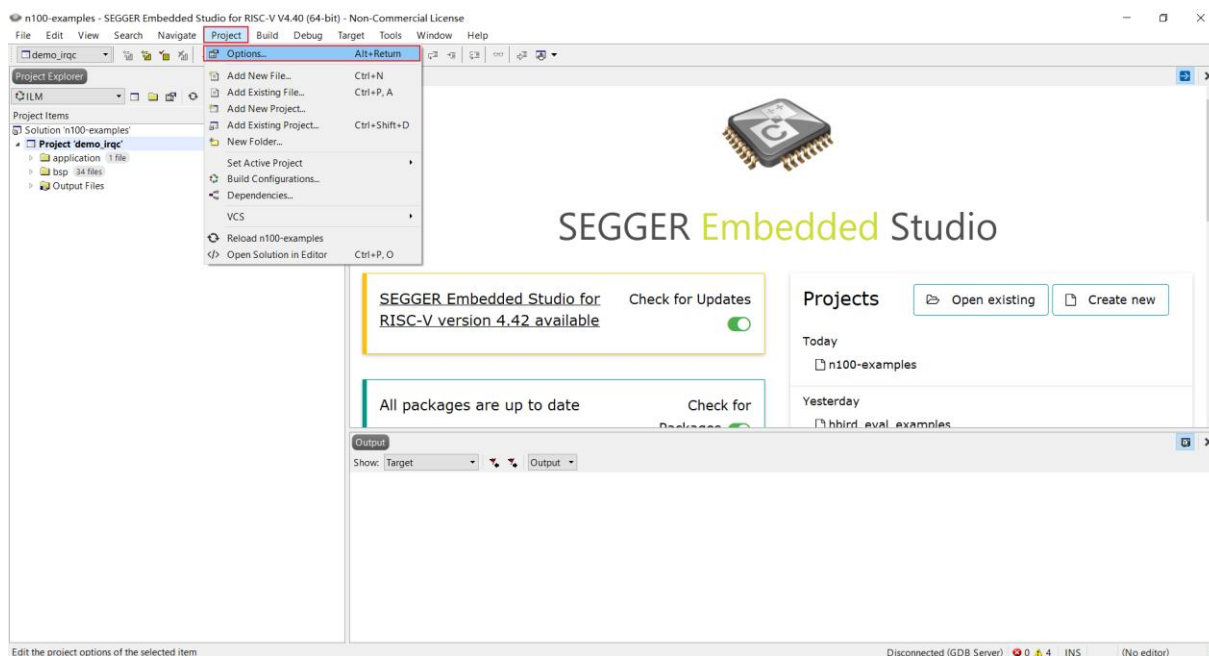


图 4-3 打开工程设置页面

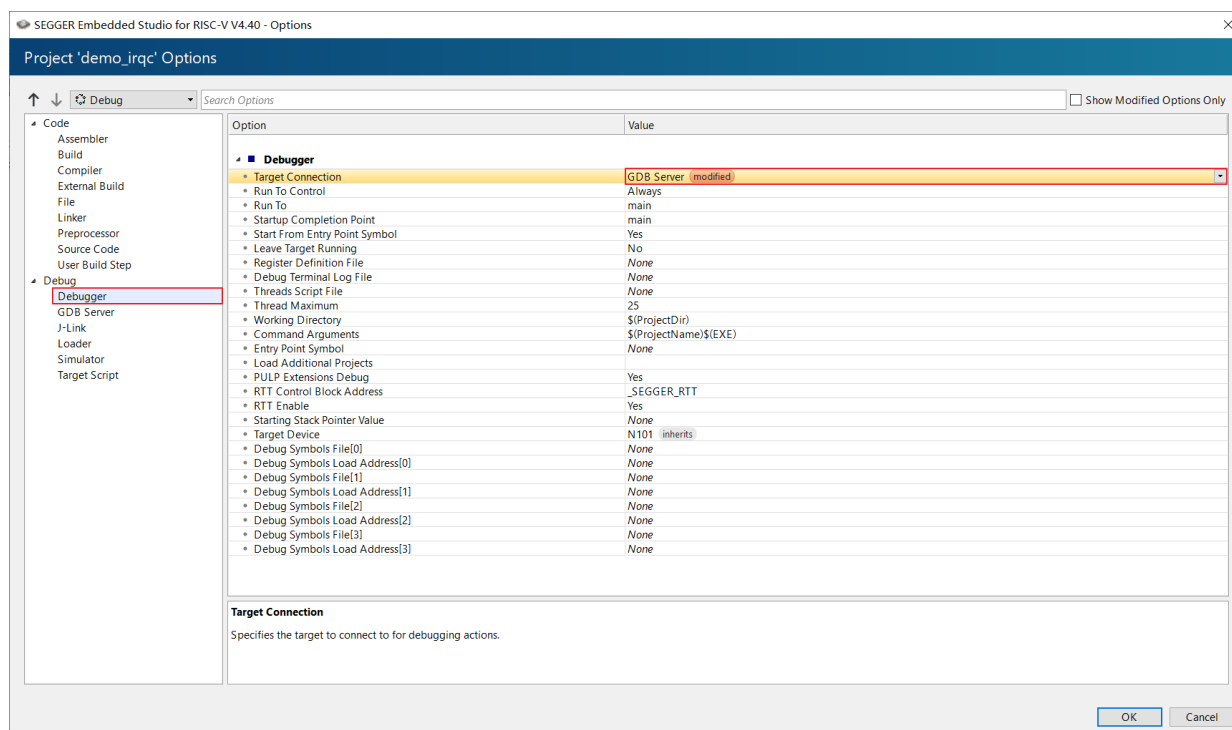


图 4-4 使用 GDB 调试

■如图 4-5，在 GDB Server 选项下需要修改三个设置项目：

- 修改 Type 为 OpenOCD；
- 修改 GDB Server Command Line 为：
"\$\$(StudioDir)/Nuclei_Toolchain/openocd/bin/openocd" -f 并且加上 OpenOCD 的设置文件路径，此处选应当择对应下载模式的设置文件。
- 修改 Auto Start GDB Server 为 yes。

■以上修改完成，点击 OK 保存工程设置。

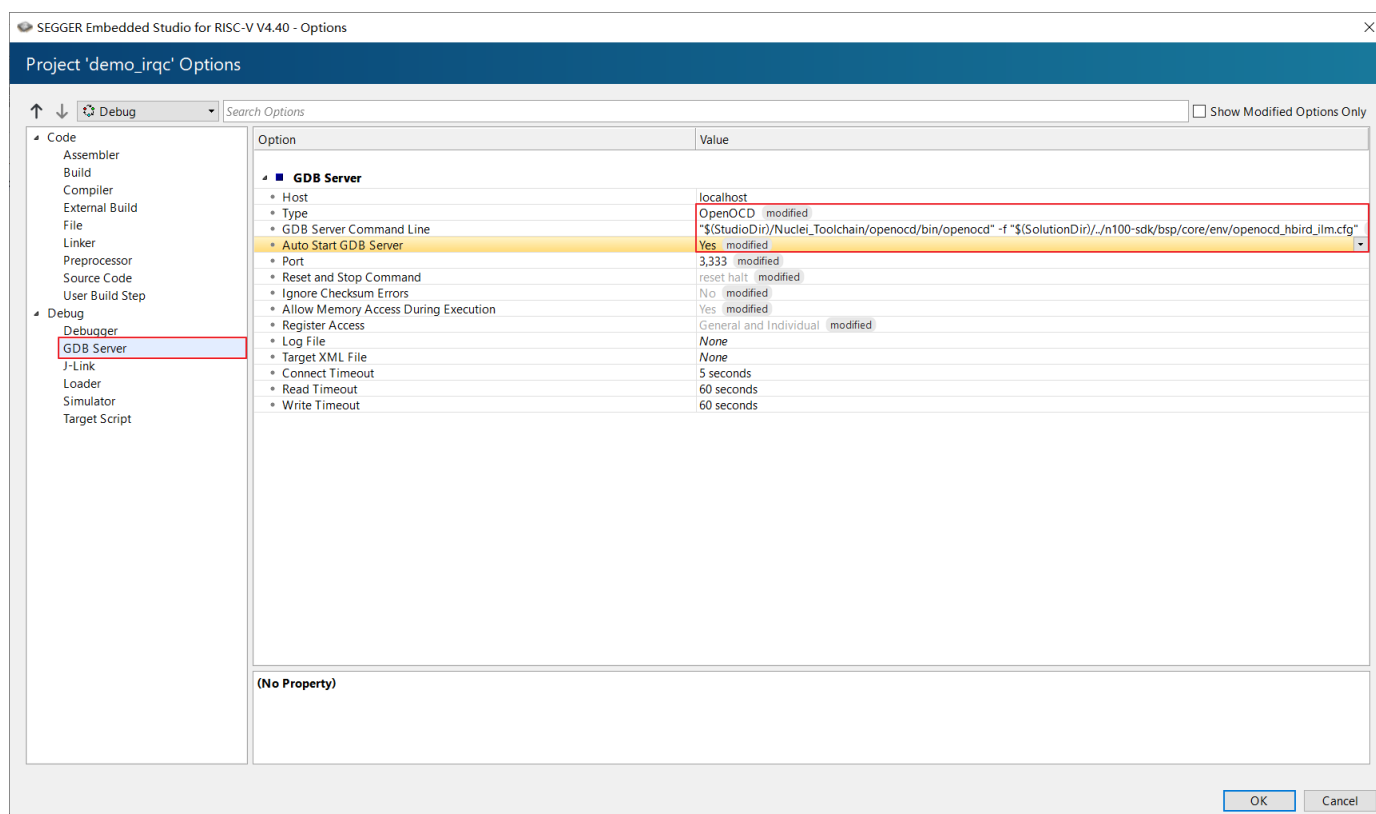


图 4-5 使用 OpenOCD 连接

4.1.2.通过 J-Link 下载程序至开发板

FPGA 评估板也支持通过 J-Link 连接。注意：当使用 J-Link 进行下载时，仅能够支持 ILM 模

式，关于此问题的更多详情请联系芯来科技。

将 FPGA 评估板与 J-Link 进行连接，请至少准备 5 根双母头杜邦线和一根公母头杜邦线。图 4-6 是 J-Link 的引脚图，红框标注为需要连接的引脚。FPGA 评估板的引脚图在 10PIN 牛角插座旁，J-Link 的 1 脚先不连，其他引脚首先进行连接。连接完成后用公母头将 J-Link 的 1 脚连接到评估板上 VCC3V3 的插孔中，最终 J-Link 硬件连接如图 4-7 所示，连接正确后可以打开电源开关。

VTref	1	2	NC
nTRST	3	4	GND
TDI	5	6	GND
TMS	7	8	GND
TCK	9	10	GND
RTCK	11	12	GND
TDO	13	14	*
RESET	15	16	*
DBGREQ	17	18	*
5V-Supply	19	20	*

图 4-6 J-Link 引脚图

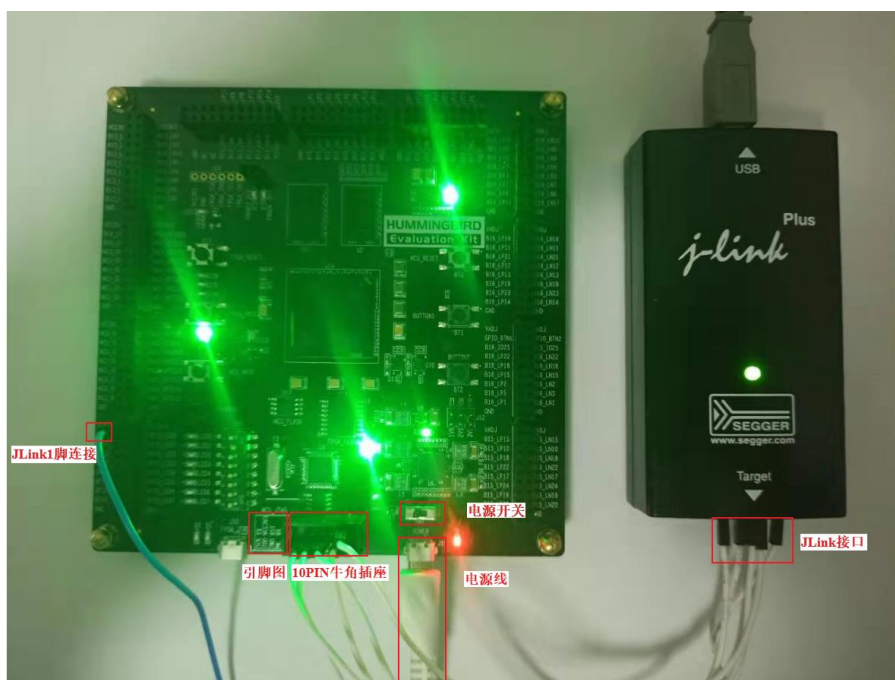


图 4-7 J-Link 硬件连接图

为 J-Link 设置 GDB Server 的步骤如下：

- 点击菜单栏的 Project 选项下的 Options，如图 4-3。
- 在 Debugger 栏目下 Target Connection 选项切换为 GDB Server，如图 4-4。
- 选择 GDB Server 栏目下的 Type 选项，修改为 J-Link，如图 4-8。

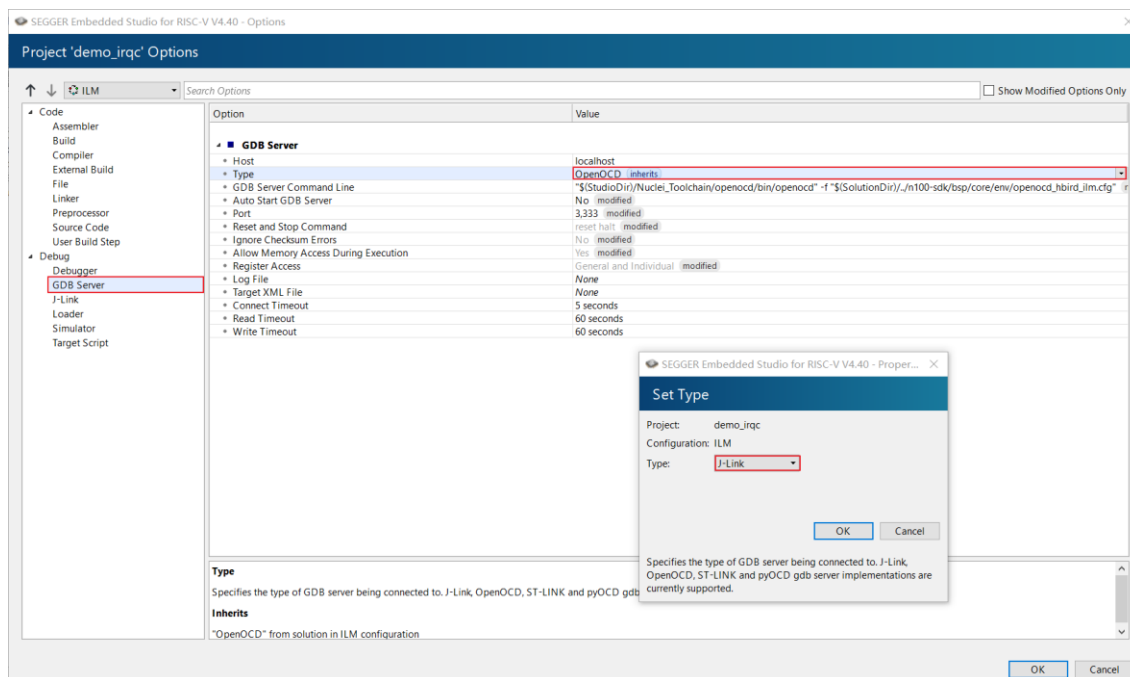


图 4-8 修改工程设置为使用 J-Link

4.2. 根据调试器类型为 printf 设置打印输出方式

运行时使用 printf 函数可以高效地帮助开发者确认程序运行情况，由于嵌入式系统往往没有配备显示屏，因此需要将嵌入式系统中的 printf 函数重定向打印至主机的显示屏。在本参考项目中，既支持其原生的 J-Link 调试器的 RTT 功能输出 printf，也支持通过蜂鸟调试器的 UART 串口功能输出 printf。

4.2.1. 通过蜂鸟调试器串口打印输出

嵌入式系统常用 SoC 的 UART 口连接主机 PC 的 COM 口（或者将 UART 转换为 USB 后连接主机 PC 的 USB 口）进行调试，这样便可以将嵌入式系统中的 `printf` 函数重定向打印至主机的显示屏。

蜂鸟调试器自带串口功能，可以通过 SES 自带的串口工具读取打印内容并显示。设置步骤如下：

- 连接蜂鸟调试器后，如图 4-9，在菜单栏选择 “Tools-->Terminal Emulator-->Terminal Emulator” 打开串口工具。
- 蜂鸟调试器如果已经正确安装了驱动，则可以设置连接的 COM 口，如图 4-10，在菜单栏选择 “Tools-->Terminal Emulator-->Properties” 可以打开串口设置弹窗。
- 如图 4-11，设置 Baud Rate 为 115200，在 port 选项位置双击，选择蜂鸟调试器对应的串口号，完成串口选择。
- 如图 4-12，点击电话图标连接串口。

经过上述设置，以 `demo_irqc` 为例，当程序被下载至评估板后，运行过程中如果使用到了 `printf` 函数，则可以在 SES 串口上看到如图 4-13 输出。

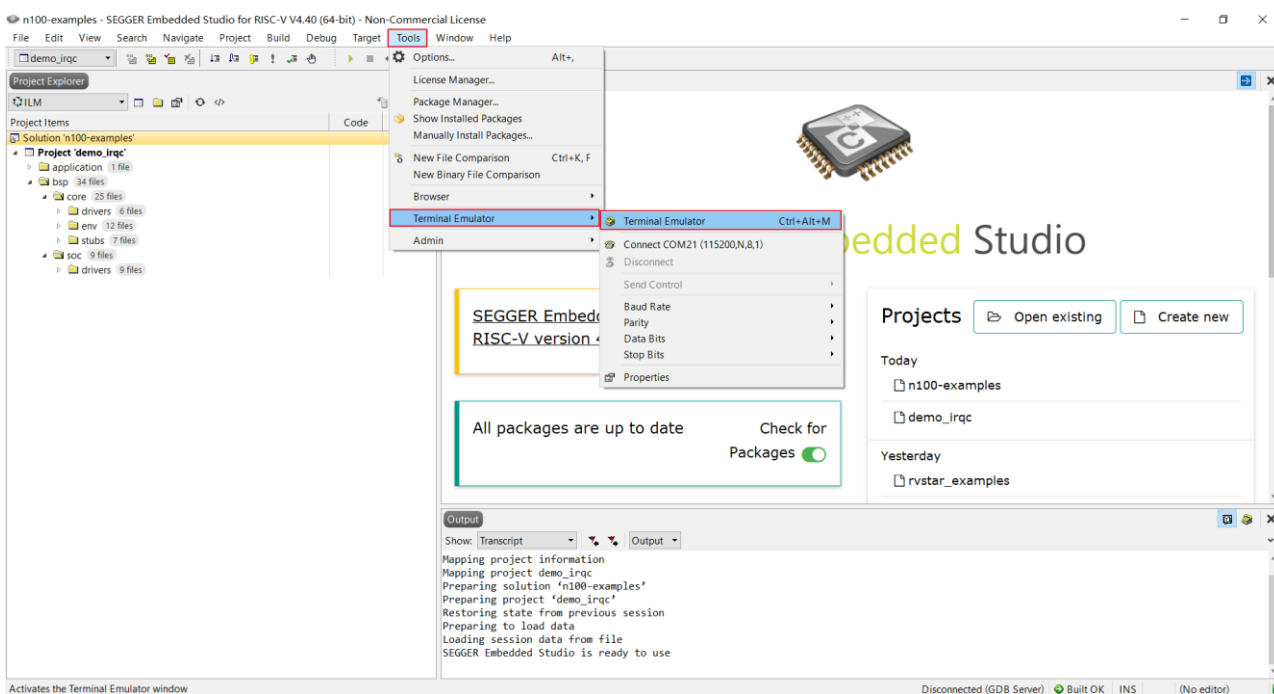


图 4-9 打开 SES 串口工具

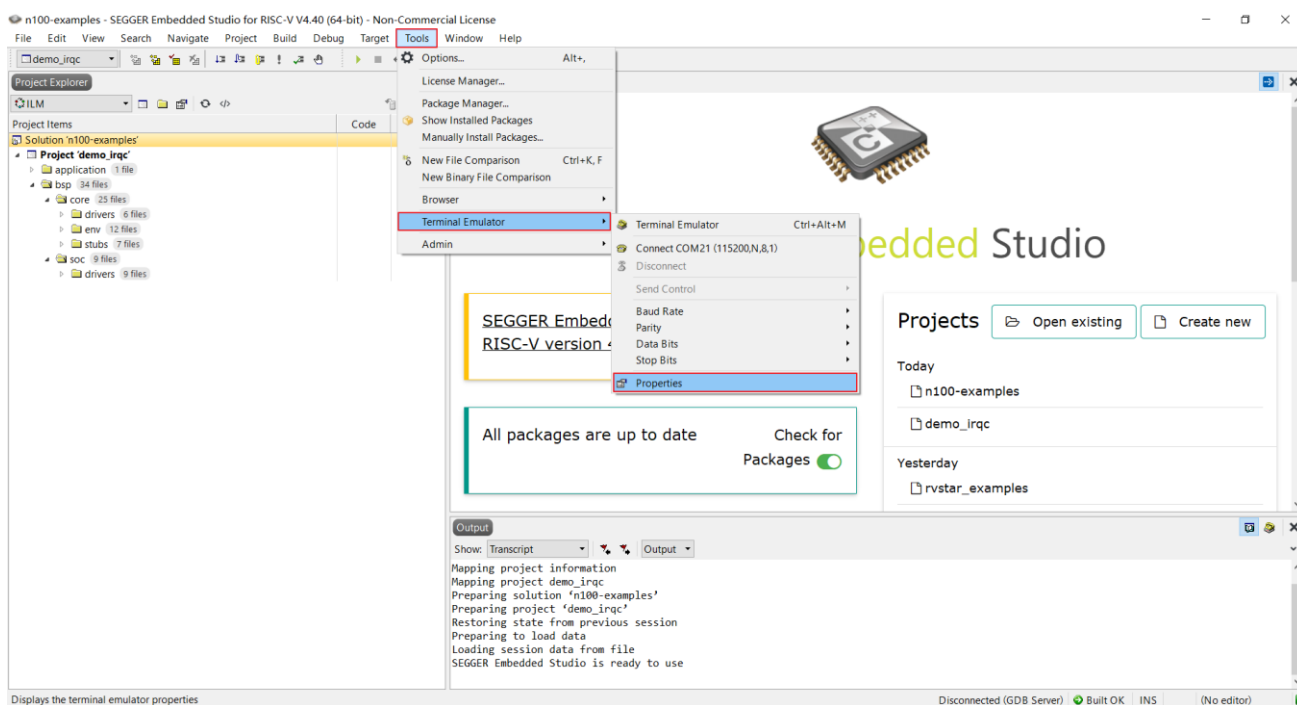


图 4-10 打开串口设置弹窗

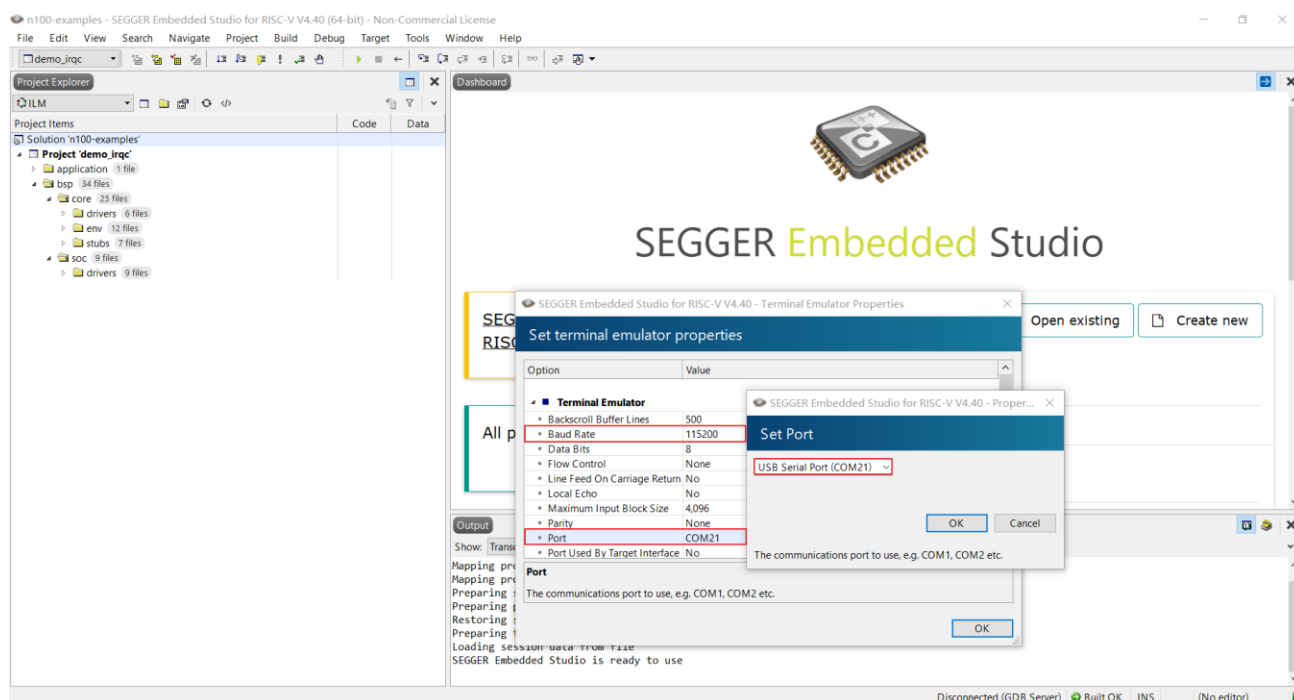
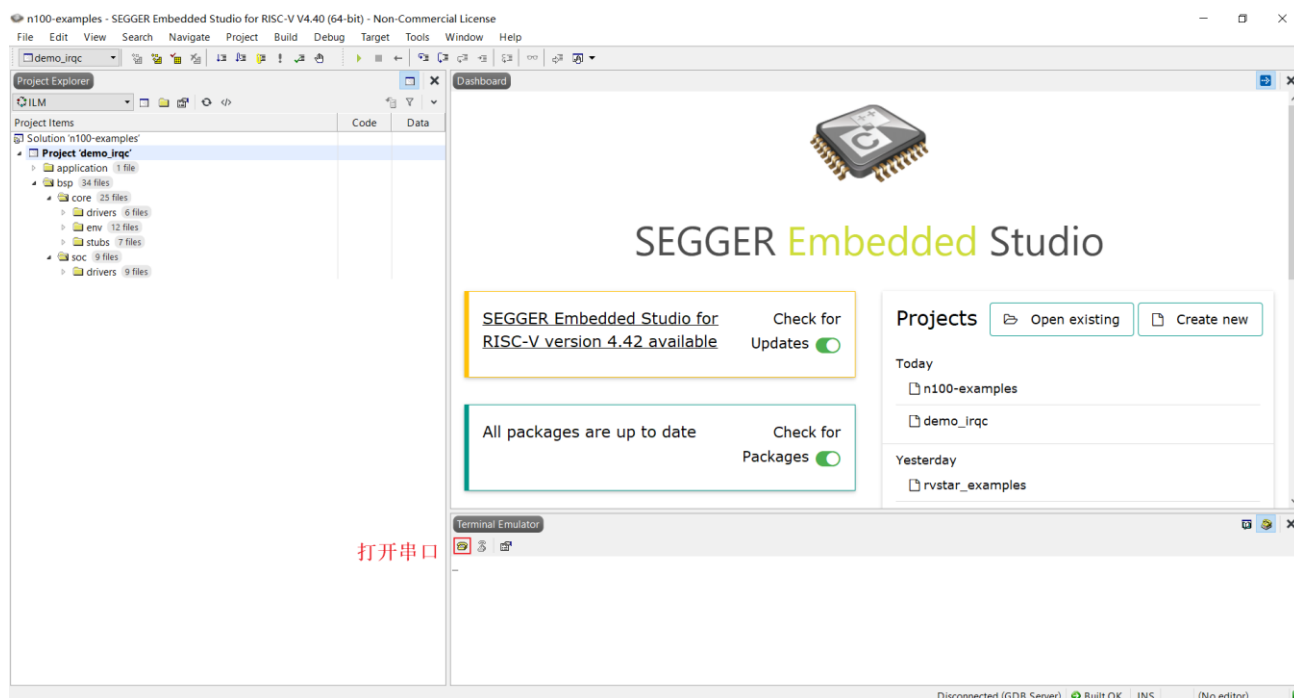
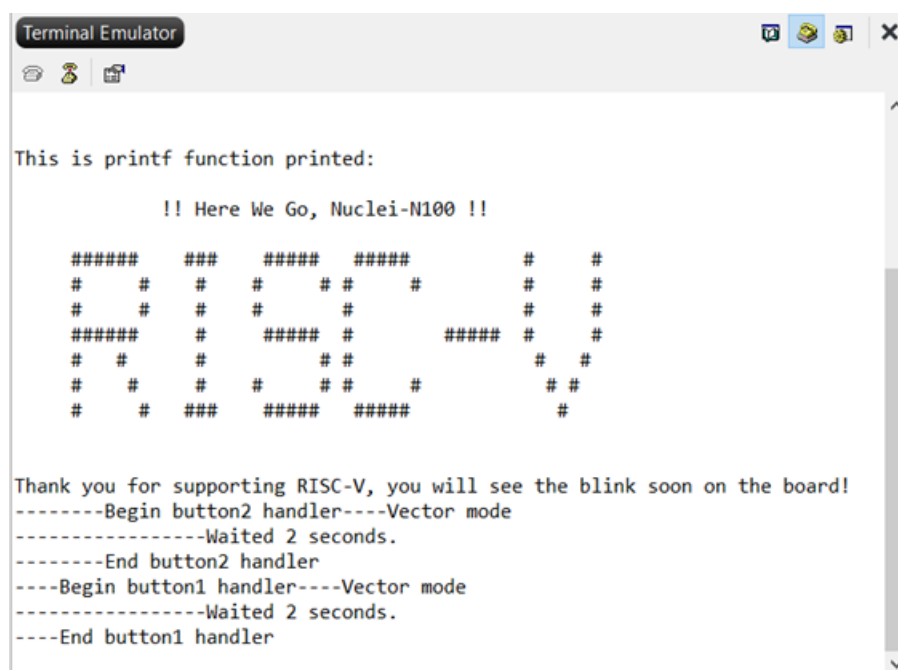


图 4-11 设置波特率和串口号



打开串口

图 4-12 连接串口



```

Terminal Emulator

This is printf function printed:

    !! Here We Go, Nuclei-N100 !!

#####  ###  #####  #####  #  #
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #
#####  #  #####  #  #####  #  #
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #
#  #  ###  #####  #####  #

Thank you for supporting RISC-V, you will see the blink soon on the board!
-----Begin button2 handler----Vector mode
-----Waited 2 seconds.
-----End button2 handler
----Begin button1 handler----Vector mode
-----Waited 2 seconds.
----End button1 handler
    
```

图 4-13 demo_irqc 打印输出

4.2.2.通过 RTT 打印输出

如果使用 J-Link，则 J-Link 自带 RTT 功能也可以重定向 printf 的打印输出（不必占用 SoC 的 UART 输出），设置步骤如下：

- 任意新建一个工程，在添加默认文件夹的时候选中 SEGGER 文件夹，如图 4-14。
- 将 SEGGER 文件夹拖到当前工程下。且右击图 4-15 中红框标示的 write 文件和 isatty 文件，打开右键菜单，选择 Excluded From Build。
- 重新编译工程。

经过上述设置，以 demo_irqc 为例，当程序被下载至评估板后，运行过程中如果使用到了 printf 函数，则会自动打开输出控制台，使用 J-Link 输出如图 4-16。

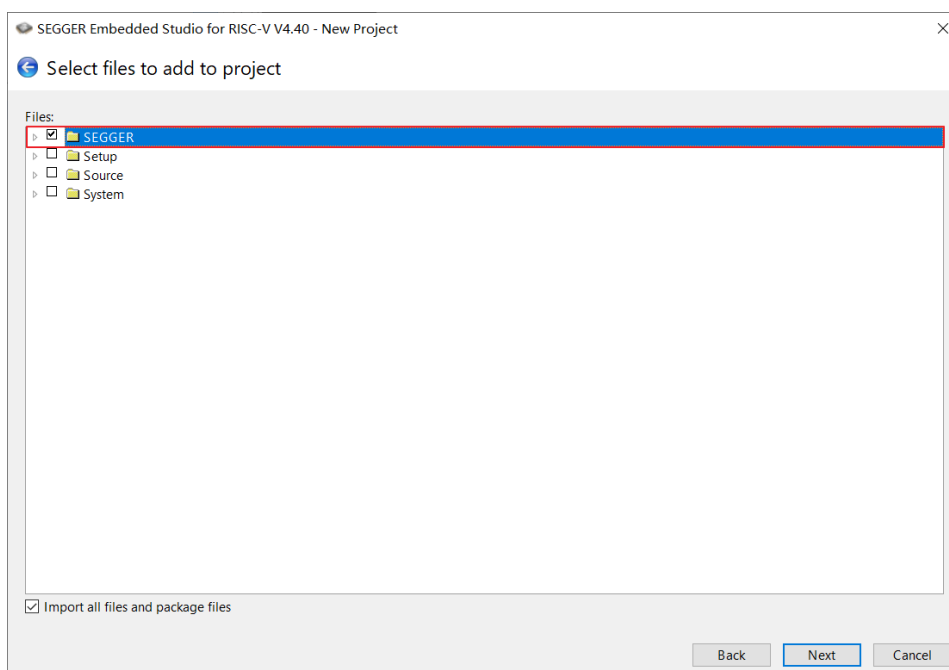


图 4-14 新建工程保留默认文件夹

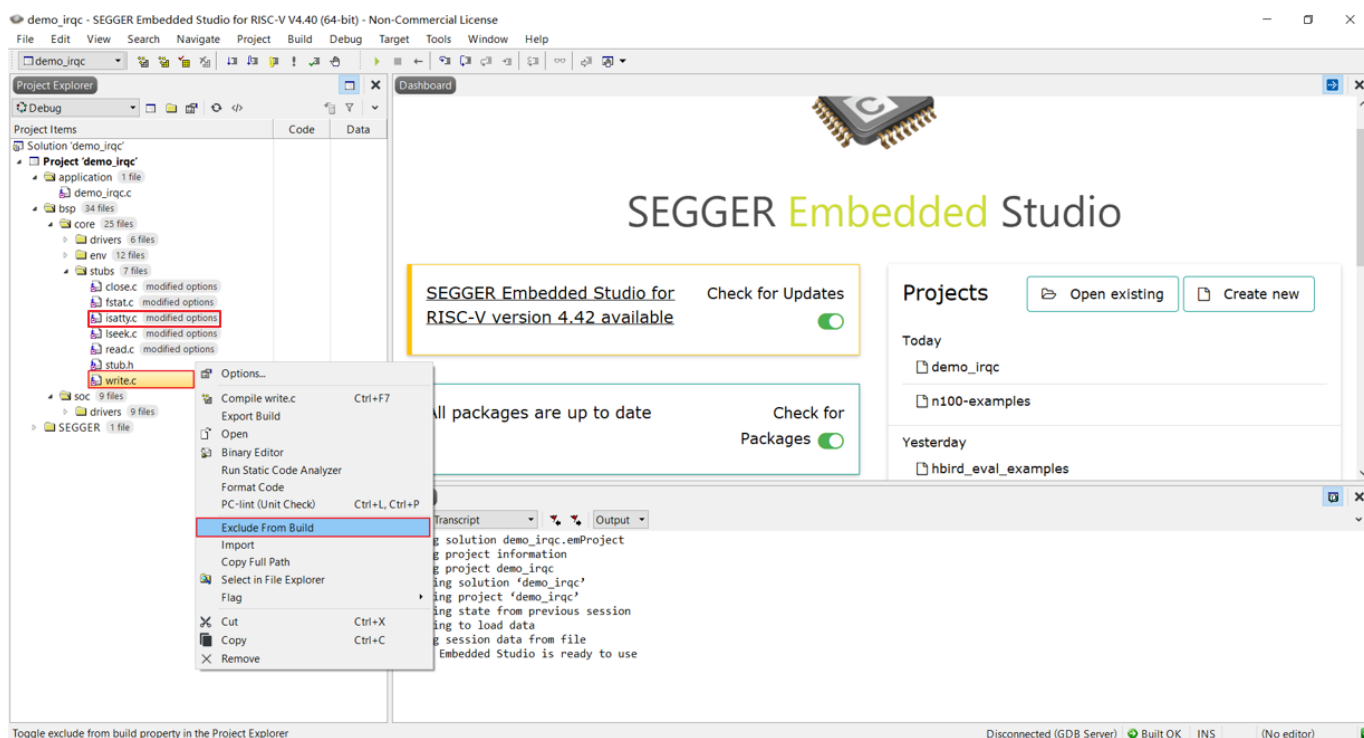


图 4-15 输出重定向到 RTT

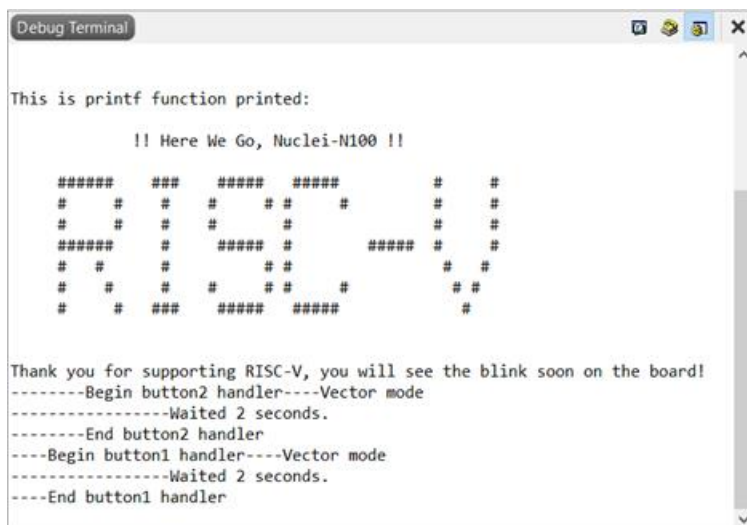


图 4-16 J-Link 输出到控制台

4.3. 下载程序至开发板

上述设置完成之后，便可以将程序下载至开发板中进行运行。步骤如下：

- 在 SES 中菜单栏选择 Target 项目下的 Connect GDB Server 选项，如图 4-17 所示。
- 然后选择 Target 项目下的 DownloadFile，选择 elf 文件，如图 4-18，找到编译生成的 elf 文件（默认在 Output 文件夹中），双击即可下载到 FPGA 评估板中。
- 将程序下载至 FPGA 评估板之后，可以进入调试模式对其进行运行和调试。有关如何调试，请参见第 5 章了解更多详情。
- 在运行过程中，如果使用到了 printf 函数，则可以将输出打印到 PC 上。以 demo_irqc 为例，可以看到如图 4-13 输出（设置为蜂鸟调试器串口输出）或如图 4-16 输出（设置为用 RTT 输出）。
- 下载后如果不需要继续调试或者不需要再次下载，则可以断开 GDB Server。在菜单栏选择“Target-->Disconnect GDB Server”即可断开连接。
- 注意：断开 GDB Server 连接后，在 FPGA 评估板上按下 MCU_RESET 按键后，CPU Core

会从 Flash 里面开始重新执行。这是由于配套的原型 SoC 中，CPU Core 的复位地址为 QSPIo Flash 的起始地址。请参见《Nuclei_N100 系列配套 SoC 介绍》了解更多详情。

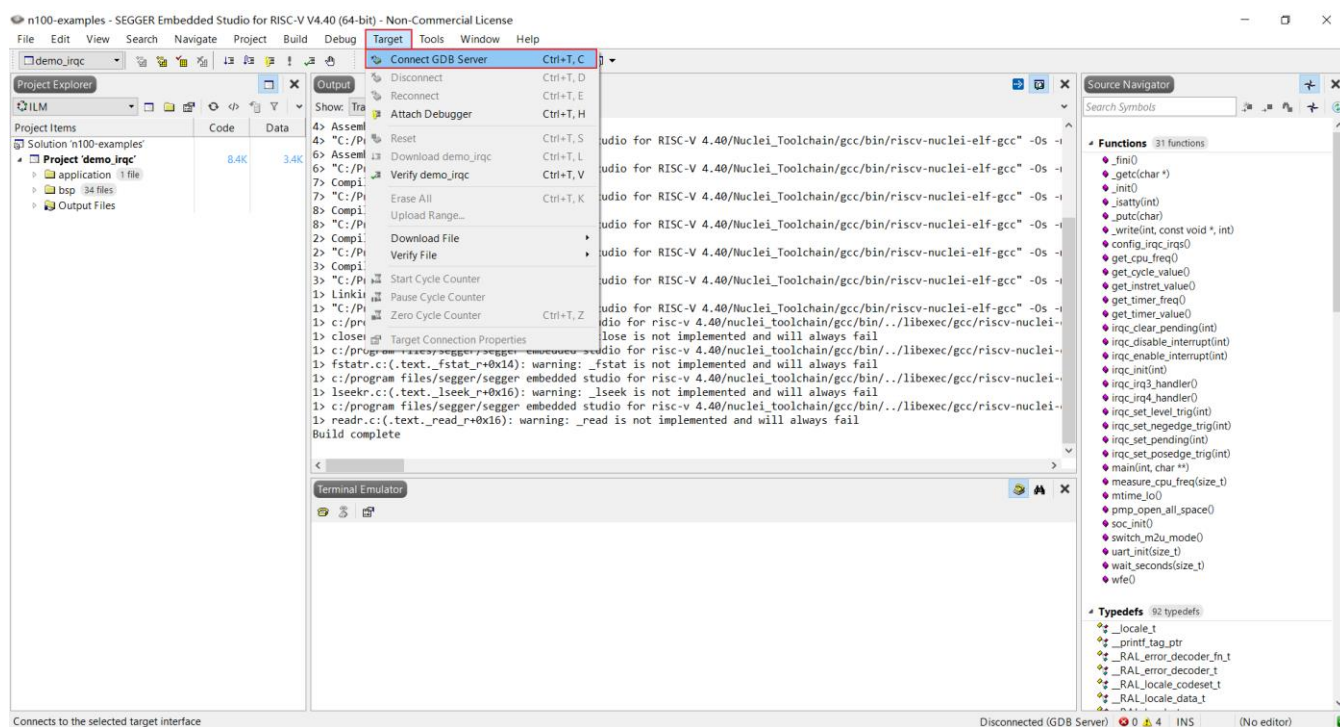


图 4-17 连接 GDB

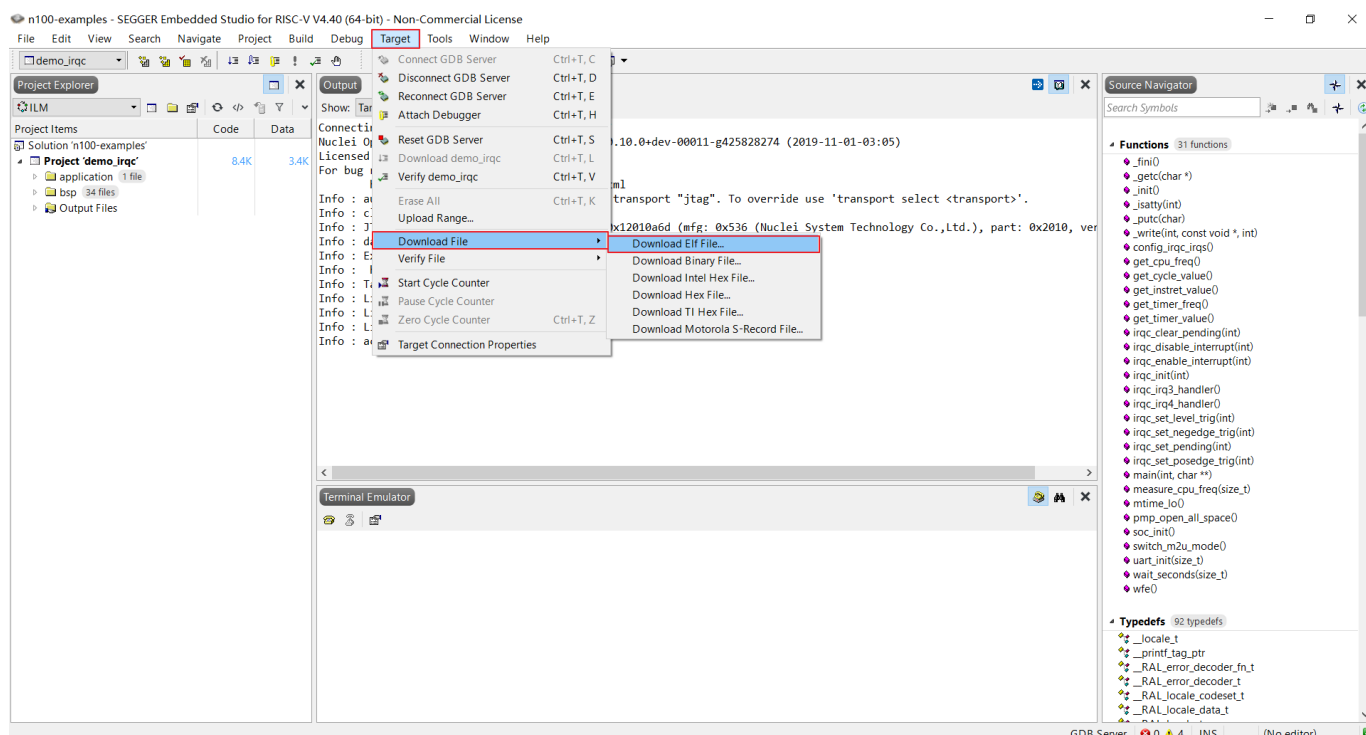


图 4-18 下载 elf 文件

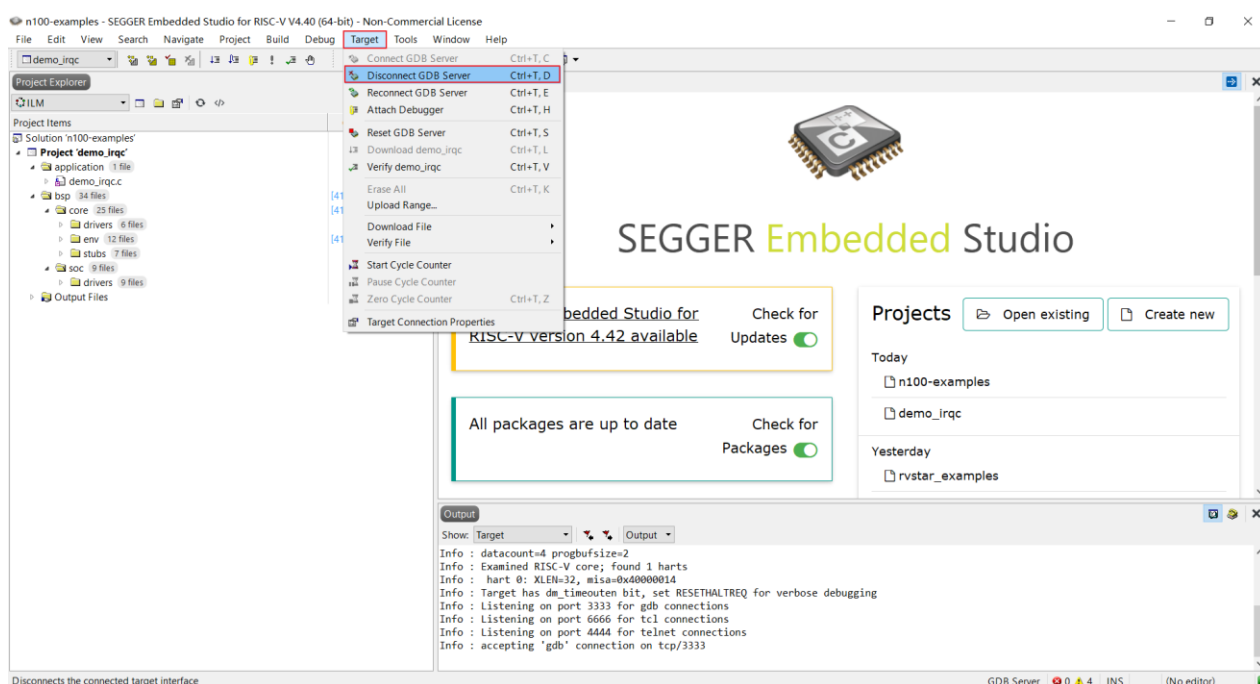


图 4-19 关闭 GDB Server

5. 调试项目

程序下载至评估板之后便可以进行调试。进入调试模式直接按 F5 或选择菜单栏的 Debug 选项的 GO 选项，成功进入调试模式的界面如图 5-1 所示。

SES 的调试功能很多且很强大，本文在此不做展开赘述，各功能的详细使用请参考如下页面：

■SEGGER WIKI（https://wiki.segger.com/Embedded_Studio）

■SES 用户手册（<https://www.segger.com/downloads/embedded-studio/>）

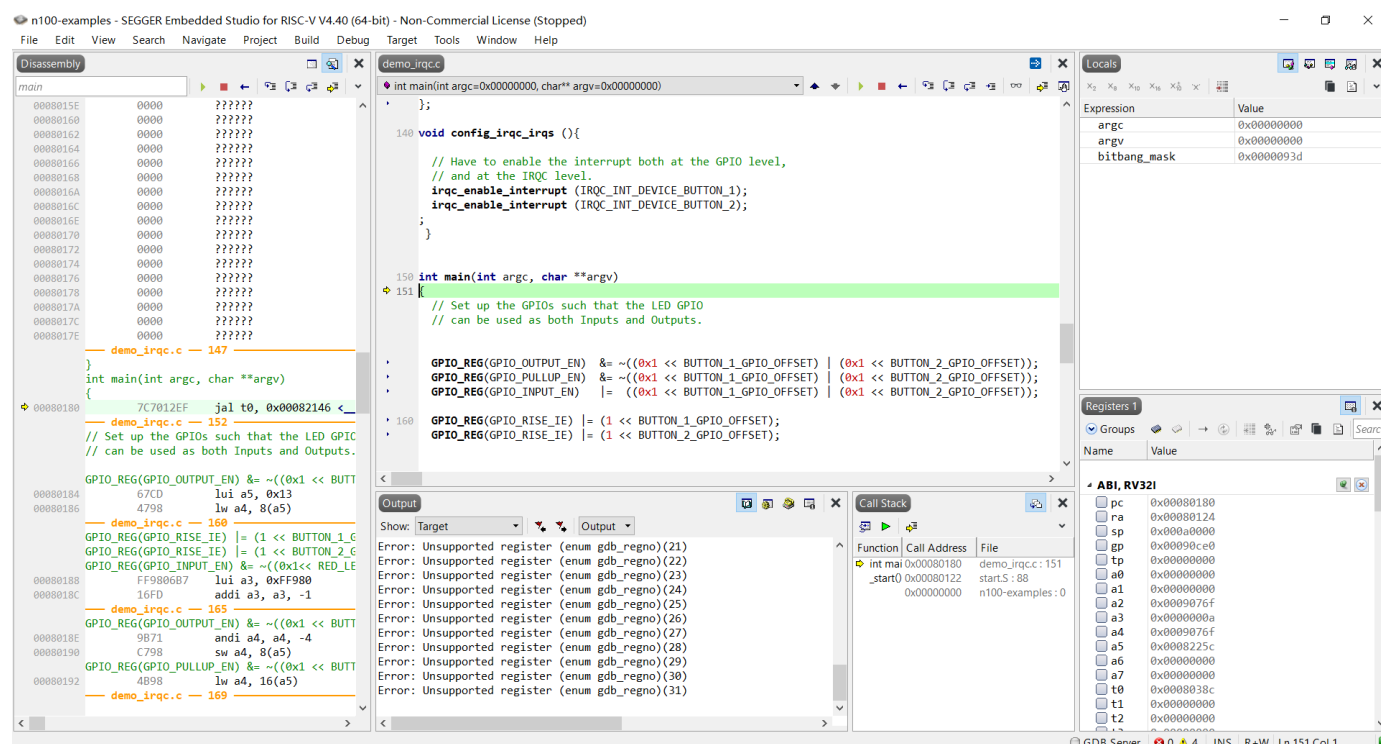


图 5-1 进入调试模式