

INTRODUCTION TO RISC-V

RISC-V入门教程

ISA | 汇编指令 | 系统编程 | 组成原理 | 嵌入式应用

课程简介

主讲 邢建国



中国开放指令生态 (RISC-V) 联盟 | 浙江中心
China RICS-V Alliance | Zhejiang Center



浙江图灵算力研究院
ZHEJIANG TURING INSTITUTE





课程简介



- **为什么学习RISC-V**
- **课程目标**
- **课程特色**
- **课程主要内容**
- **本课程的前置要求**

■ 为什么学习RISC-V

➤ 开源与免费



➤ 与传统的闭源指令集架构相比，RISC-V允许任何人免费使用、修改和分发，这为开发者提供了极大的灵活性和创新空间，降低了开发成本，从而促进技术的快速迭代和普及。

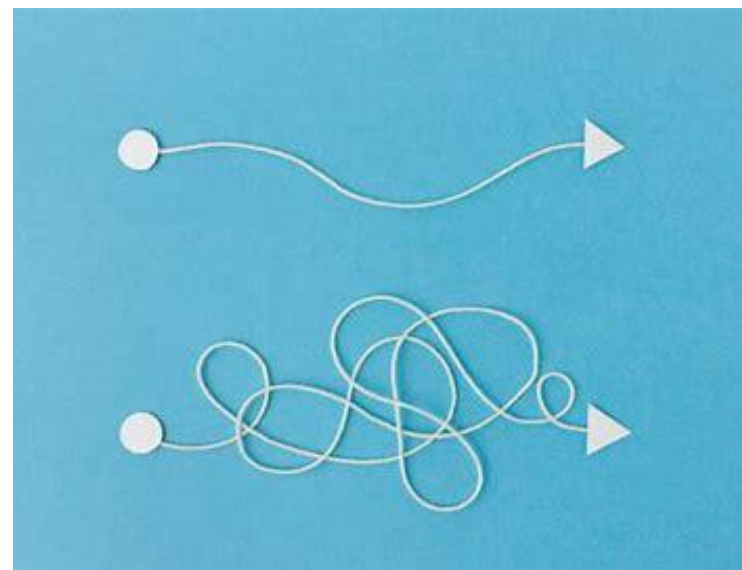


➤ 开源模式使得RISC-V能够在全球范围内被广泛采用，降低了进入芯片行业的门槛，为打破x86和ARM的垄断提供了机会。

■ 为什么学习RISC-V

➤ 简洁高效的设计

- RISC-V指令集架构设计简洁，具有较少的指令数量和规整的格式。
- 这种简洁性使得处理器的硬件实现更加简单高效，能够提高处理器的性能和能效比。
- 简洁的指令集也有利于编译器的优化，提高代码的执行效率。



■ 为什么学习RISC-V

➤ 模块化与可扩展性

➤ RISC-V具有良好的可扩展性，可以根据不同的应用需求进行定制和扩展。

➤ 开发者可以根据具体的应用场景添加特定的指令集扩展，以满足高性能计算、人工智能、物联网等领域的特殊需求

➤ 使用RISC-V技术的芯片设计者可以开发出很简单的RISC-V CPU，特别是在嵌入式和物联网等领域对功耗和代码体积有较高限制的应用场景。



■ 为什么学习RISC-V

➤ 全球合作与生态系统

➤ RISC-V的发展得到了全球范围内的支持，形成了一个强大的社区。RISC-V基金会致力于制定芯片架构标准和建立生态系统，其成员包括多家知名企业和高校。

➤ 这种全球合作促进了硬件生态系统的成熟，使得RISC-V硬件生态日趋完善。

AKEANA

Alibaba Cloud

ANDES TECHNOLOGY

北京开物芯片研究院

成为资本 CHENGWU CAPITAL

Google

HUAWEI

ICT

Imagination

ISCAS

MINISTRY OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION
BRAIL

intel

NVIDIA

openchip

Phytium 飞腾

Qualcomm

RIOS

Rivos

ZTE

SEAGATE

SiFive

希姆计算
XINXIN COMPUTING

SYNOPSYS

Tencent
腾讯

10x ENGINEERS

ACL Digital

AheadComputing

AMD

ANALOG DEVICES

ANT

antmicro

ARDUINO

Aril

ARTERIS

ASHLING

asic
design to order

AXELERA

axiomise

Baylibre

ESWIN

中科昊冠
HAAWKING

芯脑

vcere 微核芯

bluespec

ARMADILLO

BREKER

cadence

Canonical
Ubuntu

CAST

CEVA

群芯微
MANSORE

ChipFlow

■ 为什么学习RISC-V

➤ 国内企业逐渐发力

➤ RISC-V人才缺口大

企业	芯片型号	RISC-V CPU IP
上海先楫半导体科技 有限公司	HPM6000 系列	晶心科技 Andes D45
芯昇科技有限公司	CM32M43xR	芯来 N308
凌思微电子（厦门） 有限公司	LE503x	平头哥 E902/E906
深圳市爱普特微电子 有限公司	APT32F706	平头哥 C906、E902
赛昉科技	惊鸿 7110	SiFive U74
北京晶视智能科技有限公司	CR182x	平头哥 C906
成都启英泰伦科技有限公司	CI1122	芯来 N307
博流智能科技（南京） 有限公司	BL606P	平头哥 C906、E907
武汉飞思灵微电子科技 有限公司	轩辕 1030M	芯来 UX600 系列
方寸电子科技有限公司	T690	芯来 UX608、UX608-Lite

■ 为什么学习RISC-V

➤ 市场潜力与产业影响

- RISC-V的应用场景广泛，涵盖高性能计算、人工智能、物联网、机器学习、图形图像处理、密码学、多媒体等多个领域。
- RISC-V的推广还有助于打破现有的市场垄断格局，尤其是在面对传统封闭架构如x86和ARM时，能够提供一种低成本且功能强大的替代方案，促进全球半导体产业的多元化发展



■ 为什么学习RISC-V

➤ 教育与研究价值

- RISC-V作为一个开放且易于理解的平台，非常适合用于教育和研究。
- 帮助学生深入理解计算机体系结构的基本原理，并通过实际操作来加深对现代计算技术的理解。
- 为科研工作者提供了处理器优化、高性能计算、异构计算、计算机安全等的研究平台。



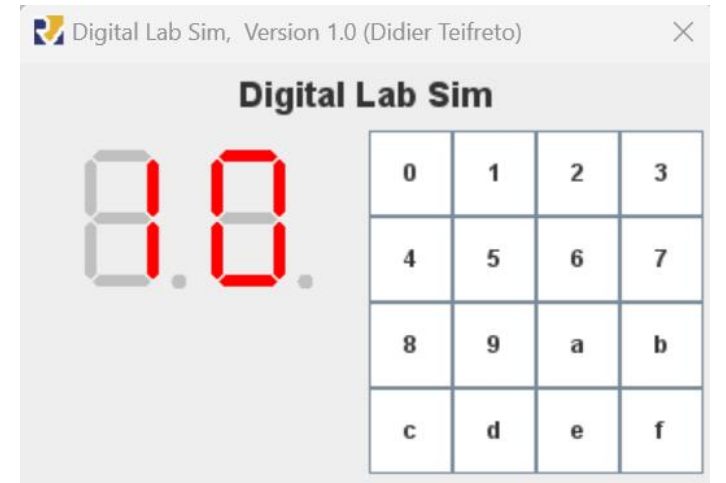
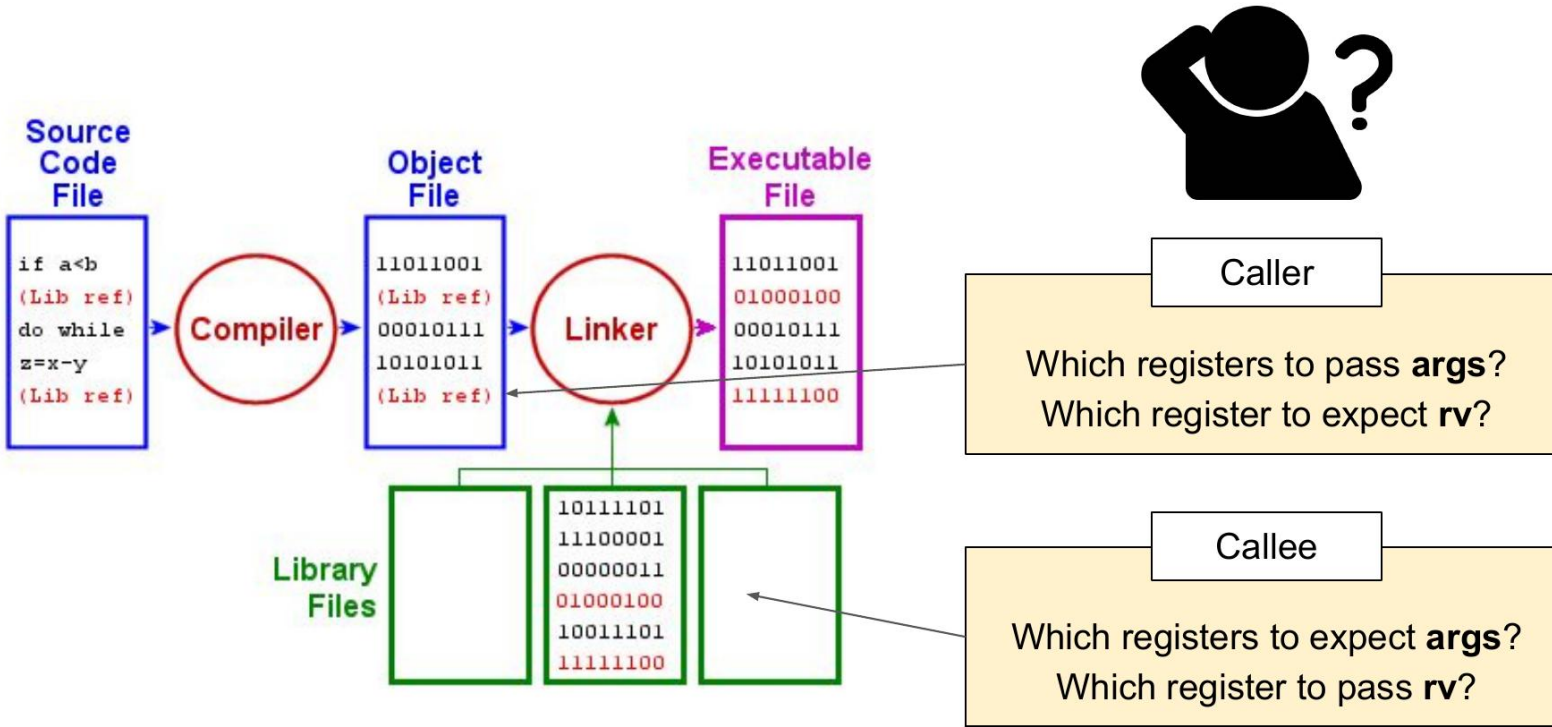
■ 课程目的

- 了解RISC-V架构的特点和优势
- 掌握RISC-V指令集
- 掌握RISC-V汇编语言编程
- 能够设计简单的RISC-V处理器
- 了解RISC-V外设接口的设计和使用
- 初步具备嵌入式系统开发能力



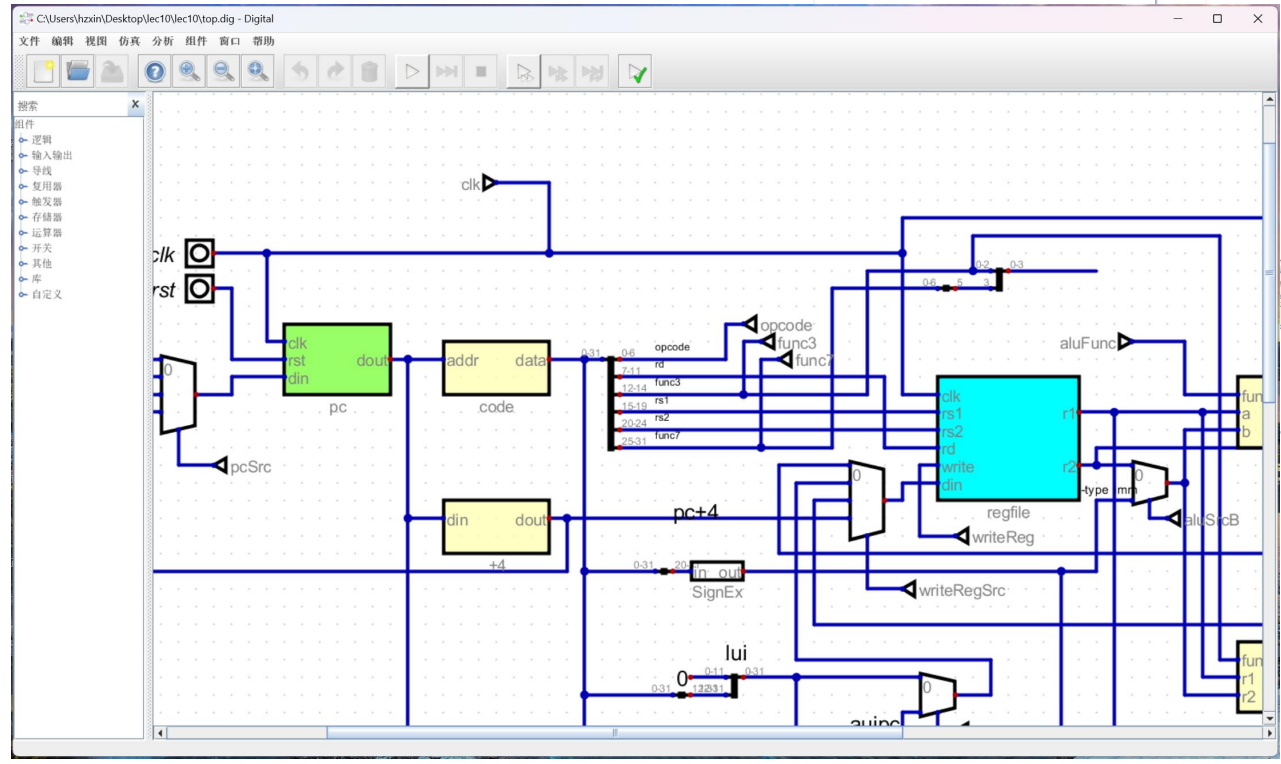
■ 教学方法和特点

➤ 理论与实操相结合



■ 教学方法和特点

- 无需硬件
- 简单易用的可视化实验平台



The screenshot displays a software development environment with the following elements:

- Assembly Code:**

```
fact.asm  
28 .text  
29     j main  
30  
31 fact:  
32     beq n, x0, fact_0  
  
push(ra)  
push(n)  
  
addi n, n, -1  
call fact  
  
pop(n)  
mul r, r, n
```
- Digital Lab Sim Window:** Shows a 7-segment display with the value "8.8." and a numeric keypad with buttons for digits 0-9 and letters a-f.
- Registers Panel:** A table listing registers and their values.

Name	Number	Value
ustatus	0	0x00000000
fflags	1	0x00000000
frm	2	0x00000000
feor	3	0x00000000
nie	4	0x00000000
utvec	5	0x00000000
useratch	64	0x00000000
usepc	65	0x00000000
ucause	66	0x00000000
utval	67	0x00000000
nip	68	0x00000000
cyclea	3072	0x00000000
timea	3073	0x00000000
instret	3074	0x00000000
cycleh	3200	0x00000000
timeh	3201	0x00000000
instreth	3202	0x00000000

■ 教学方法和特点

➤ 丰富的配套练习

将下列十进制数转化为 8 位二进制补码整数。

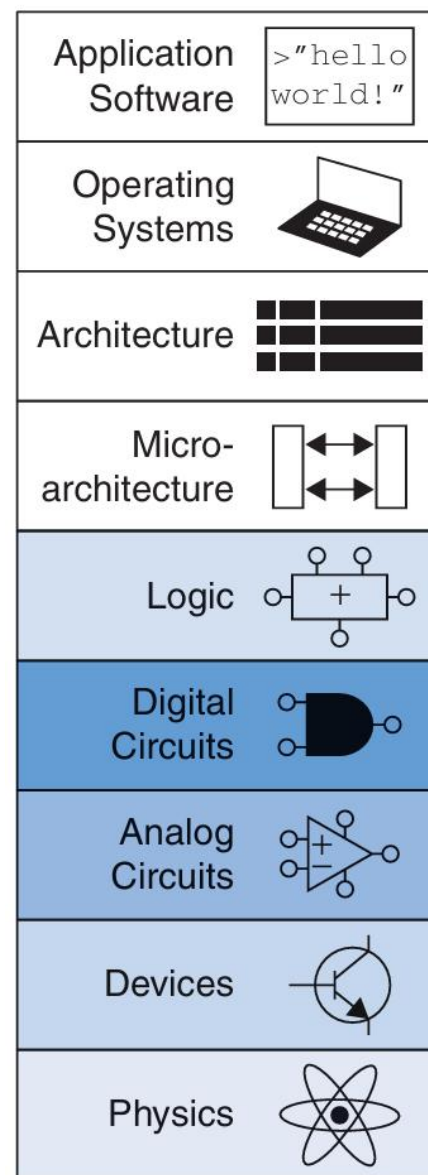
- 1) -86
- 2) 85
- 3) -127
- 4) 127

如下程序将造成无限循环，请找出原因。

```
                jal      SubA
                j        end
#
SubA:           jal      SubB
                ret
#
SubB:           addi     x11, x0, 48
                ret
#
end:            .....
```

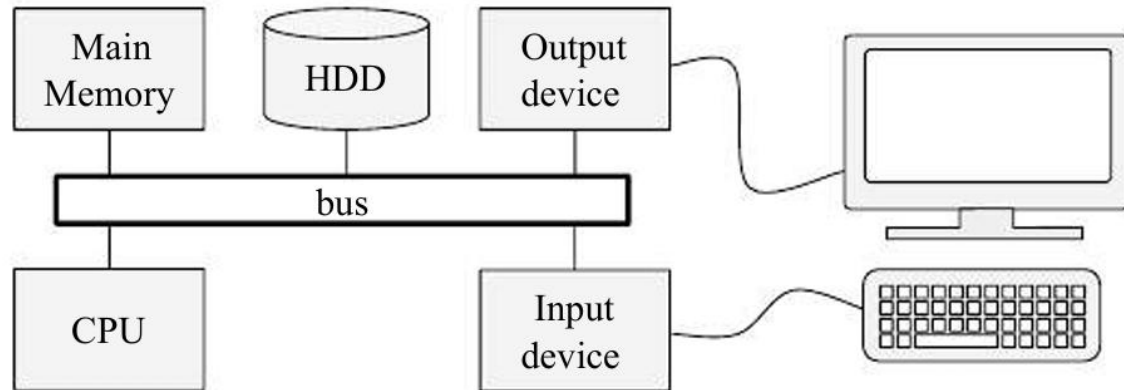
■ 课程主要内容

- 计算机系统概述
- RISC-V体系结构
- RISC-V汇编语言编程
- RISC-V处理器设计
- RISC-V嵌入式系统开发
- 项目实践



■ 课程主要内容

- 一、我们将从计算机的基本原理开始，包括计算机的组成、工作原理以及它们是如何执行指令的。这是理解任何计算机架构，包括RISC-V的基础。



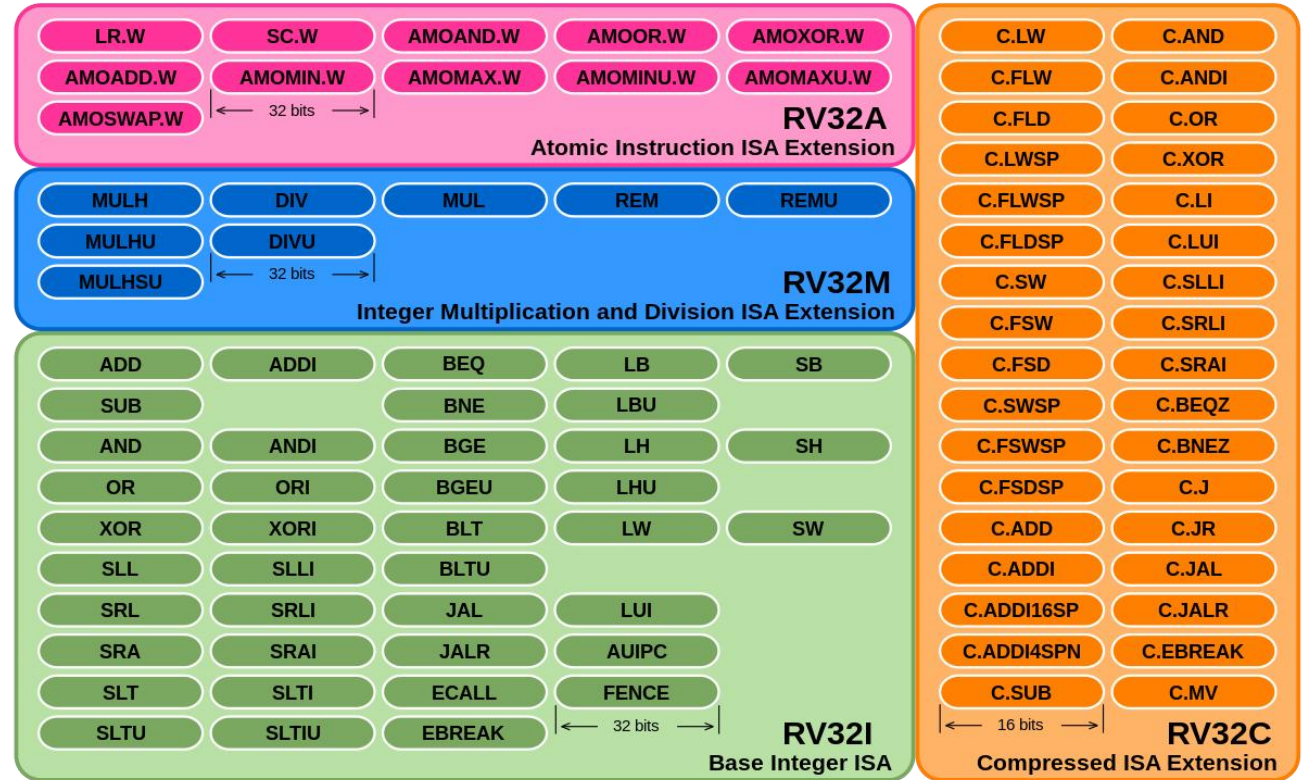
Assembly language (RV32I)	Memory words	Address

	00010011 ₂	8000
	00000101 ₂	8001
	00010101 ₂	8002
	00000000 ₂	8003
loop:	10010011 ₂	8004
addi a0, a0, 1	10000101 ₂	8005
addi a1, a1, -1	11110101 ₂	8006
beq a0, a1, loop	11111111 ₂	8007
	11100011 ₂	8008
	00001100 ₂	8009
	10110101 ₂	800A
	11111110 ₂	800B

课程主要内容

- 二、我们介绍RISC-V体系结构，探讨它的历史、设计哲学以及为何它在当今的技术领域中如此重要。

RV32IMAC



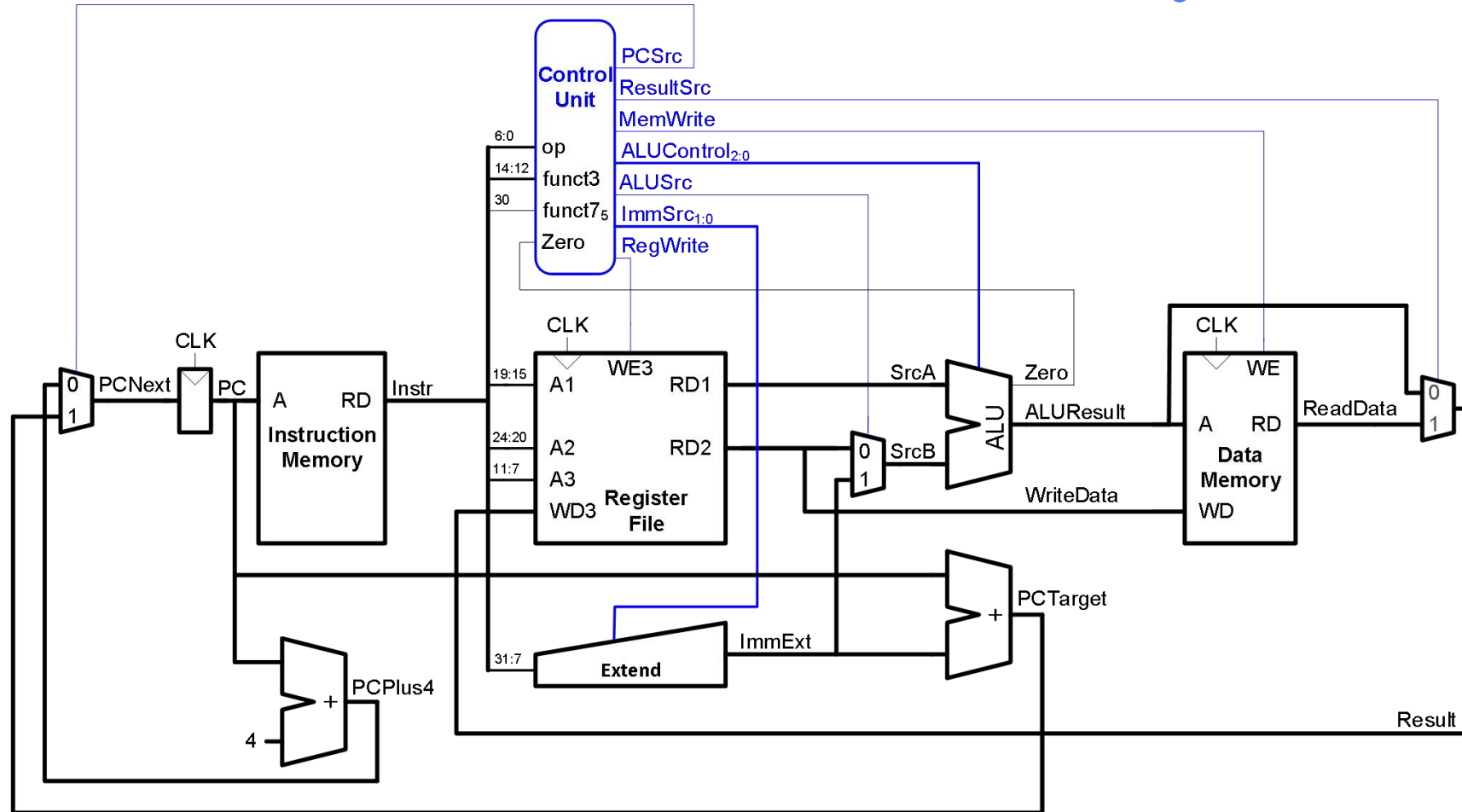
■ 课程主要内容

- **三、我们将学习RISC-V汇编语言编程，这是与RISC-V处理器沟通的低级语言。通过编写和理解汇编代码，我们将更好地理解RISC-V的工作方式。**

```
1  .text
2  .align      2
3  main:
4  addi sp,sp,-16
5  li    a0,10
6  sw    ra,12(sp)
7  jal   func
8  lw    ra,12(sp)
9  addi a0,a0,1
10 addi sp,sp,16
11 ret
```

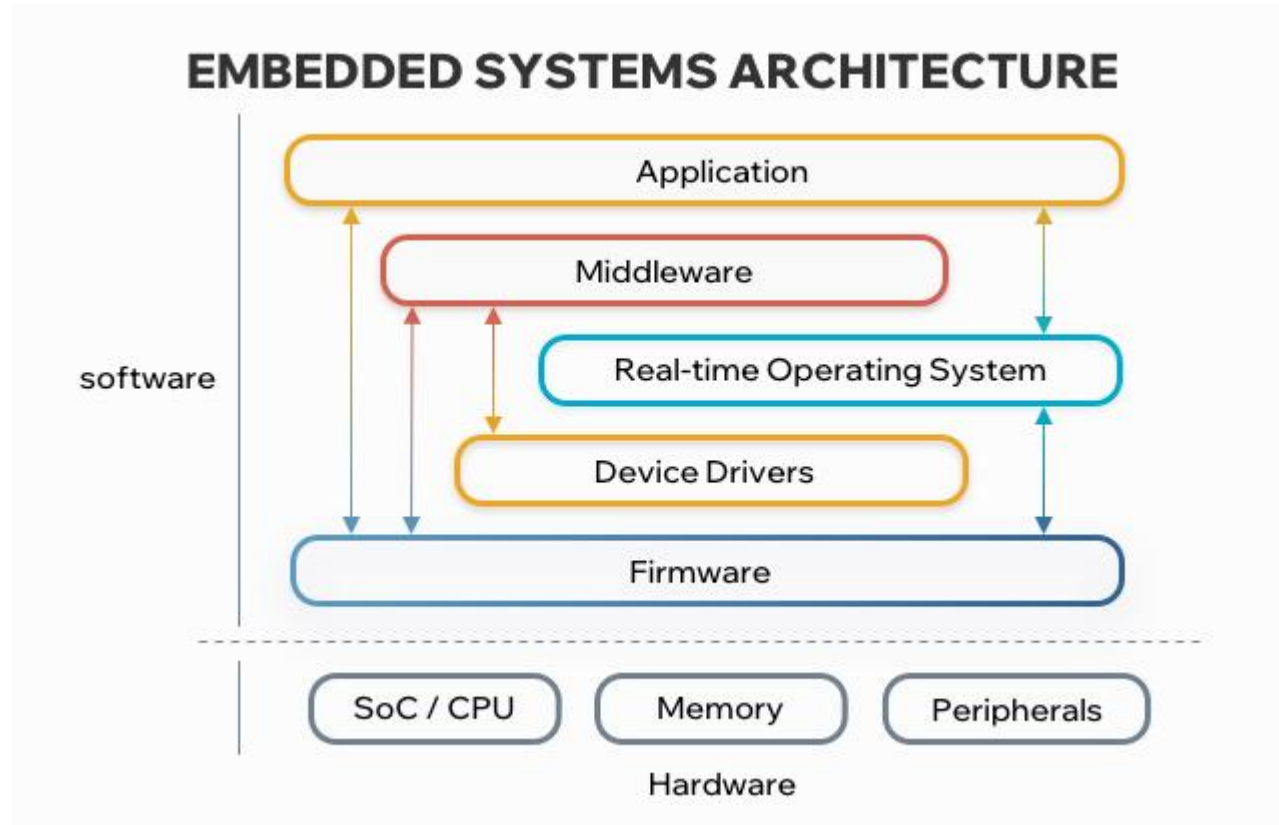
■ 课程主要内容

- 四、我们将进入RISC-V处理器的核心部分，探讨如何从零开始设计单周期RISC-V处理器和5级整数流水线处理器。



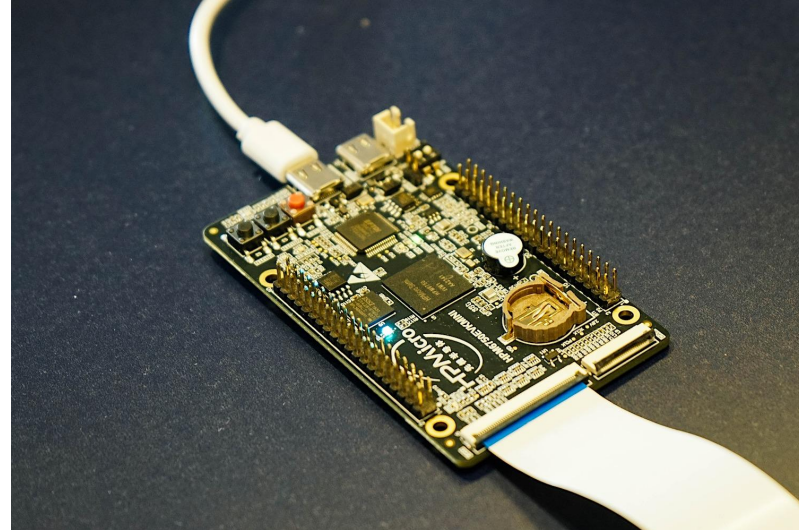
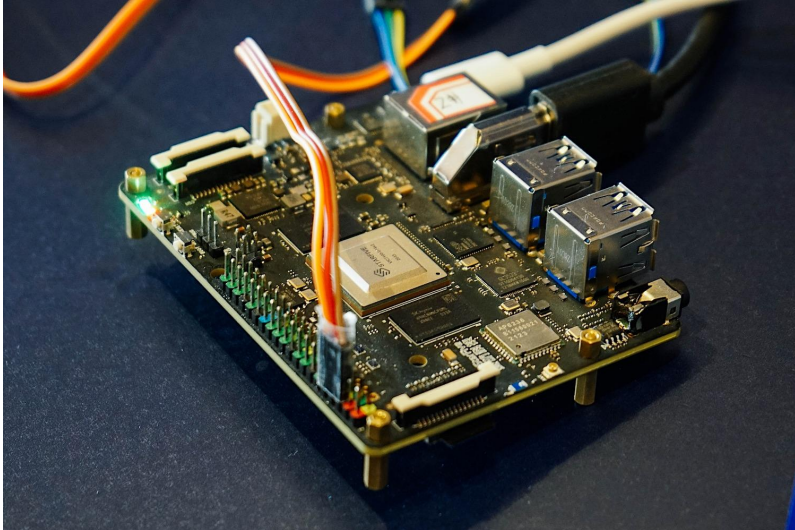
■ 课程主要内容

- 五、我们还会探讨RISC-V在嵌入式系统中的应用，学习如何为嵌入式系统编写操作系统、驱动以及应用程序。



■ 课程主要内容

- 六、我们将通过一系列实战项目，将所学知识应用于实际问题中，这将有助于巩固理论知识，提高实践技能。



■ 先修课程

- C语言程序设计 (*****)
- 数字逻辑 (*)
- 计算机组成 (*)
- 操作系统 (*)



深入RISC-V架构
掌握未来计算技术

拥抱RISC-V
共筑开源硬件梦

让未来更近，让计算更自由