

《编译原理》课程教学大纲

课程英文名	Principle of Compiler				
课程代码	A0512090	课程类别	专业课	课程性质	专业必修
学 分	3		总学时数	48	
开课学院	计算机学院		开课基层教学组织	软件基础理论课程组	
面向专业	计算机科学与技术、智能计算与数据科学(计算机科学与技术)		开课学期	第 5/6 学期	

注：课程类别是指学科基础课/专业课/实践环节/通识公共课/公共基础课/其他；

课程性质是指通识必修/通识选修/学科必修/专业必修/专业选修/实践必修/实践选修。

一、课程目标

《编译原理》是计算机科学与技术及其相关专业的一门重要专业基础课和专业核心课，在专业课程体系中起到衔接软硬件课程内容的作用，能加深和提高学生对算法和软件开发的理解能力。课程主要通过系统地讲述编译系统的结构、工作流程及编译程序各组成部分的设计原理和实现技术。在此基础上，使学生深入理解程序语言的基本理论和编译原理，具备具有分析、设计和维护中小型编译程序的能力，并提高对高级程序设计语言的理解能力、程序设计与应用能力。在掌握编译程序的基本原理和构造体系，了解编译技术的新趋势，同时结合当前国内 IT 领域的发展现状，增强学生对技术强国的认知，培养相应的家国情怀，激发其使命感和责任心。

通过理论教学和实践活动，达到以下课程目标：

课程目标 1：能够运用形式语言理论，利用形式化的方法识别和描述程序语言中的各个要素，如单词、语句等。

课程目标 2：能够运用有限状态自动机理论，利用有限状态自动机的确定化、最小化等算法，能够为给定的词法模式设计对应的自动机模型，并能给出具体实现程序。

课程目标 3：能够在给定的文法条件下，使用自顶向下分析方法或自底向上分析方法进行给定句子的生成或识别，并具备判断各种分析方法的适用范围的能力。

课程目标 4：能够使用语法制导翻译技术进行语义分析的能力，具备设计简单的语法制导定义和翻译模式的能力。

课程目标 5：能够基于代码优化原理，具备程序块划分和程序流图分析的能力。

课程目标 6：具备基本的科学素养和创新意识，在课程实践的过程中，及时了解编译程序设计的国内外新技术和发展趋势，及时掌握国家相关方面的科技战略需求，树立强烈的爱国主义使命感与责任心。

二、课程目标与毕业要求对应关系

根据专业培养方案中毕业要求指标点的分解、课程与毕业要求的对应关系表，《编译原理》支撑计算机科学与技术专业毕业要求(1)的指标点 1-2，毕业要求(2)的指标点 2-1，毕业要求 3 的指标点 3-1，课程目标与毕业要求、指标点的对应关系如表 1 所示。

表 1 课程目标与计算机科学与技术毕业要求对应关系

毕业要求	指标点	课程目标及支撑权重
毕业要求 1：工程知识： 掌握数学、自然科学、工程基础、计算机专业领域的知识，并能应用于计算机领域复杂工程问题的解决方案中。	1-2 掌握计算机科学核心知识与理论，能够针对计算机领域复杂工程问题建立模型，并利用模型解决问题。	目标 1:0.3 目标 2:0.3 目标 3:0.3 目标 5:0.1
毕业要求 2：问题分析： 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，以及科学思维方法，对计算机领域的复杂工程问题进行识别、表达和分析，并通过文献查阅与研究获得有效结论。	2-1 能够应用数学、自然科学、工程科学和计算科学的基本原理识别、表达计算机领域的复杂工程问题。	目标 2:0.2 目标 3:0.3 目标 4:0.3 目标 5:0.1 目标 6:0.1
毕业要求 3：设计/开发解决方案： 能够设计计算机领域复杂工程问题的解决方案，设计与开发满足特定需求的软硬件系统、算法或部件，在设计中考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，并体现一定的创新意识。	3-1 具备计算思维和程序设计能力，能够针对计算机复杂系统设计与开发满足特定需求的模块或算法。	目标 2:0.3 目标 2:0.4 目标 4:0.2 目标 6:0.1

本课程的课程目标对智能计算与数据科学(计算机科学与技术)专业毕业要求指标点的支撑情况如表 2 所示。

表 2 课程目标与智能计算与数据科学(计算机科学与技术)毕业要求对应关系

毕业要求	指标点	课程目标及支撑权重
毕业要求 1：工程知识： 能够掌握数学、自然科学、工程基础、计算机软硬件知识、人工智能、智能计算和数据科学的基础理论及专业知识，并应用在人工智能、智能计算和大数据专业领域及其他相关交叉领域的复杂工程问题的解决方案中。	1-2 掌握计算机科学核心知识与理论，能够针对计算机领域复杂工程问题建立模型，并利用模型解决问题。	目标 1:0.3 目标 2:0.3 目标 3:0.3 目标 5:0.1
毕业要求 2：问题分析： 能够应用数学、自然科学、工程科学、人工智能、智能计算和大数据的基本原理，对人工智能和大数据专业领域及其他相关交叉领域的复杂工程问题进行识别、表达、分析和抽象建模，并通过文献查阅与研究获得有效结论。	2-1 能够应用数学、自然科学、工程科学和计算科学的基本原理识别、表达计算机领域的复杂工程问题。	目标 2:0.2 目标 3:0.3 目标 4:0.3 目标 5:0.1 目标 6:0.1
毕业要求 3：设计/开发解决方案： 能够设计人工智能、智能计算和大数据	3-1 具备计算思维和程序设计能力，能够针对计算机复杂系统设	目标 2:0.3 目标 2:0.4

专业领域及其他相关交叉领域复杂工程问题的解决方案，能够设计与开发满足特定需求的计算机软硬件系统、模型或算法，在设计中考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，并体现一定的创新意识。	计与开发满足特定需求的模块或算法。	目标 4:0.2 目标 6:0.1
--	-------------------	----------------------

三、课程目标与教学内容和方法的对应关系

《编译原理》的课程目标与教学内容、教学方法的对应关系如表 3 所示。

表 3 课程目标与教学内容、教学方法的对应关系

教学内容	教学方法	课程目标					
		1	2	3	4	5	6
1. 编译程序概述	课堂讲授、课外自学、课后实践	●					●
2. 文法和语言	课堂讲授、课堂练习	●	●	●			
3. 词法分析	课堂讲授、课堂练习、课后实践		●				●
4. 语法分析	课堂讲授、课堂练习、课后实践			●			●
5. 语法制导翻译	课堂讲授、课后实践、课外自学				●		●
6. 中间代码生成	课堂讲授、课外自学、文献查阅				●		●
7. 运行时刻环境的组织管理	课堂讲授、课外自学、课后实践					●	
8. 代码生成	课堂教授、课外自学					●	
9. 代码优化	课堂讲授、文献查阅					●	

课程教学的详细内容与要求如下：

1. 编译程序概述

(1) 教学内容：

- 课程研究的对象，编译程序、解释程序的基本概念；
- 编译程序的基本过程；
- 编译程序的逻辑结构和组织方式；
- 编译技术的发展历程

(2) 教学重点：编译和解释程序各自特点比较、编译程序的逻辑结构、编译程序的组织。

(3) 教学难点：编译程序的组织。

(4) 教学要求：能够清楚区分解释程序和编译程序的区别，并能分析两种翻译程序的优缺点和适用范围，能够分辨程序编译过程中每个阶段所要完成的工作，通过一个具体语句的分析，能够初步认识编译的各个逻辑阶段的输入和输出。

思政融合点 1：指导学生课后通过查阅文献，了解国内编译技术的相关研究成果，特别是有关华为方舟编译器的相关信息，撰写相关调查报告，引发学生的家国情怀。在后续课程内容学习中，结合学习内容逐步展开相关讨论。

思政融合点 2：通过本章学习，引导学生认识到编译技术是一种人文社会科学与自然科学交叉的领域，通过人文和科学问题的类比分析，提高学生对人文精神和科学精神的思考，引导学生认识到人

文与科学的统一与辩证关系。

2. 文法和语言

(1) 教学内容:

- 形式语言的基本概念和术语;
- 文法和语言的形式定义;
- 句型分析;
- 文法和语言的乔姆斯基层次体系;
- 二义性的辨别;

(2) 教学重点: 文法和语言之间的关系、句型分析、二义性判别。

(3) 教学难点: 句型分析。

(4) 教学要求: 能够清楚解释有关语言、文法等相关的基本概念; 能根据给定的具体文法, 通过推导运算, 找出该文法所描述的语言特点, 并能以形式化的方式表达出来; 能够针对给定的句型, 通过分析该句型的推导序列, 推理得到句型的短语列表、直接短语和句柄等重要信息; 具备判断一个文法是否二义性的能力; 能够分辨出乔姆斯基不同层次语言的描述能力及其对应的自动机模型。思政融合点 3: 结合形式语言理论的相关知识点, 引导学生提前调研自然语言的语法理论、计算理论相关扩展知识, 培养学生类比思维能力, 掌握科学理论的发展规律, 提高专业学习能力和学习效率。通过编译理论基础的学习, 引导学生树立正确的学习方向, 激发爱国主义热情, 为实现信息产业的底层基础设施“中国造”而努力。

3. 词法分析

(1) 教学内容:

- 词法分析程序的设计原理和方面;
- 单词的描述方式(正规表达式)
- 单词的识别方式(有限状态自动机)
- 有限状态自动机、正规表达式和 3 型文法直接的等价性

(2) 教学重点: 正规表达式、非确定性有限自动机(NFA)到确定性有限自动机(DFA)的转换算法(子集法)、DFA 的最小化算法(求同、求异法), 从正规表达式构造 NFA。

(3) 教学难点: 子集法、求同法。

(4) 教学要求: 能够从正规表达式推导出具体语言形式; 对于给定的自动机模型, 能够判断出具体的自动机类型; 能够从给定的语言描述构造对应的正规表达式, 并能从正规表达式利用算法构造出对应的 NFA, 然后能利用子集法进行确定化, 再最终得到最小化的 DFA。具备利用代码实现本章涉及到的几个重要算法的能力; 能够完整实现一个简单语言的词法分析模块。

4. 语法分析

(1) 教学内容:

- 语法分析器的功能;
- 自顶向下分析方法

- 递归下降子程序法
- 预测分析方法;
- LL(1)文法及其分析判断
- 自底向上分析方法
 - 移进-归约策略的基本机制
 - LR 分析器的基本结构
 - LR(0)文法的构成和判断
 - SLR(1)文法的构成和判断
 - LR(1)文法

(2) 教学重点: LL(1)文法的判断及其分析方法、LL(1)预测分析表的构造、LR(0)项目集族的构造算法、LR(0)和SLR(1)分析表构造方法。

(3) 教学难点: LL(1)文法分析过程、移进-归约策略的基本原理、有效项目集的求解算法

(4) 教学要求: 能够清楚说明自顶向下分析方法的缺陷，并能利用各种算法来判断具体文法是否属于 LL(1)文法，具备用程序代码实现这一判断过程的能力；对于给定的文法，能够通过课程的具体算法，推演出句柄识别的过程，进而构造具体的 LR(0)或 SLR(1)分析表；能够结合自己的专业学习过程，把本章中学习到的各种冲突解决方法引申到其他实际问题中去

思政融合点 2: 综合编译程序中词法分析、语法分析的具体理论和方法，挖掘其中的科学思维要素，培养学生的演绎和归纳思维能力，提高学生的辩证思维和创新思维能力。

思政融合点 4: 综合编译程序中词法分析、语法分析的具体理论和方法，挖掘其中的科学思维要素，培养学生的演绎和归纳思维能力，提高学生的辩证思维和创新思维能力。

5. 语法制导翻译

(1) 教学内容:

- 语义分析的基本任务；
- 语法制导翻译的基本思想；
- 属性的计算顺序
- S 属性定义和 L 属性定义
- 翻译模式的设计原则

(2) 教学重点: 语法制导翻译的基本思想、S 属性定义的自底向上计算、L 属性定义与翻译模式

(3) 教学难点: 用深度优先遍历算法实现 L 属性定义的计算。

(4) 教学要求: 能够区分综合属性和继承属性的特点；具备阅读给定语法制导定义和翻译模式的能力；对于给定的语法制导定义，能够设计简单的翻译模式完成语义的标注。

6. 中间代码生成

(1) 教学内容:

- 中间代码的各种形式

- 类型检查的实现
- 说明语句的翻译
- 各种语法单位的翻译。

(2) 教学重点：中间代码的具体形式、类型检查的翻译形式、说明语句的翻译、布尔表达式和控制语句的翻译

(3) 教学难点：类型体系的描述、说明语句和符号表的关联、布尔表达式的翻译形式。

(4) 教学要求：能够把具体的源语言表达式转换为三地址代码形式；能够利用语法制导翻译技术分析类型一致性检查的原理；具备设计简单布尔表达式翻译模式的能力

7. 运行时刻关键的组织管理和符号表

(1) 教学内容：

- 过程的活动记录；
- 参数传递方式及其实现
- 存储空间结构和分配策略
- 简单栈式分配方法的实现
- 带嵌套结构语言的栈式分配实现
- 符号表的基本组织

(2) 教学重点：过程的活动记录、静态存储分配策略和动态分配策略的基本思想、活动记录和运行时栈的组织。

(3) 教学难点：活动记录和运行时栈的组织。

(4) 教学要求：能够用过程的活动记录和运行时栈的组织原理，分析自己熟悉的语言里非局部数据的访问机制。

8. 代码生成

(1) 教学内容：

- 目标代码的表示形式
- 简单代码生成器
- 寄存器分配、DAG

(2) 教学重点：简单代码生成器算法，寄存器分配策略

(3) 教学难点：寄存器分配策略

(4) 教学要求：能够用代码生成器算法和简单寄存器分配策略，转换简单的三地址代码块。

9. 代码优化

(1) 教学内容：

- 优化的基本概念
- 局部优化
- 基本块
- 控制流分析和循环查找算法

- 下次引用信息
- 循环优化

(2) 教学重点：局部优化、循环查找、控制流图

(3) 教学难点：循环查找、下次引用信息

(4) 教学要求：能够对一段三地址代码进行基本块划分；在一个基本块内进行变量的下次引用信息的构造。

思政融合点 5：结合课程所学的编译器开发的完整流程，总结计算机专业人才特需的抽象思维方法与逻辑思维能力训练的重要性，进一步引导学生树立科学的态度和探索的精神。

四、实践环节及要求

考虑到有配套课程《编译原理课程实践》，本课程课内不再安排上机实践，课外学生可自行选择完成部分原理算法模拟实验。

五、与其它课程的联系

先修课程：程序设计基础；数据结构；离散数学；计算机组成原理

后续课程：无

六、学时分配

总学时 48 学时，均为讲课学时。如表 4 所示。

表 4 学时分配表

教学内容	讲课时数	实验时数	实践学时	课内上机时数	课外上机时数	自学时数	习题课	讨论时数
1、编译程序概述	3					≥ 2		
2、文法和语言	6					≥ 4		
3、词法分析	6				6	≥ 4		
4、语法分析	9				6	≥ 6		
5、语法制导翻译	6				6	≥ 2		
6、语义分析与中间代码生成	6				2	≥ 4		
7、运行时刻环境的组织管理和符号表	6					≥ 2		
8、代码生成	3					≥ 1		
9、代码优化	3					≥ 1		
合计	48			0	20	≥ 26		
总计	课内 48 学时+课外自习 26 学时							

七、课程目标达成途径及学生成绩评定方法

1. 课程目标达成途径

课程目标的达成途径如表 5 所示。

表 5 课程目标与达成途径

课程目标	达成途径
(1)	以引导式、启发式和总结式教学方法为主，通过重点/难点内容讲解、课后作业、布置学生文献查阅、进行随堂提问等模式，帮助学生充分理解文法理论的相关概念，让学生重点掌握文法如何描述语言。
(2)	以引导式、启发式和总结式教学方法为主，通过重点/难点内容讲解、课后作业、布置学生文献查阅、进行随堂提问等模式，结合上机实验，帮助学生充分理解词法分析器的功能、输入/输出。通过自动机具体算法演示和实现，使学生掌握如何用正规表达式、有限状态自动机描述和识别单词，然后考虑如何依据这些描述进行系统实现。
(3)	以引导式、启发式和总结式教学方法为主，通过重点/难点内容讲解、课后作业、布置学生文献查阅、进行随堂提问等模式，结合上机实验，讲授自顶向下分析和自底向上分析的基本思想，以算法思想为切入点，采用分而治之的策略讲述各个抽象概念，达到提高学生算法分析和思维的能力。
(4)	以引导式、启发式和总结式教学方法为主，通过重点/难点内容讲解、课后作业、布置学生文献查阅、进行随堂提问等模式，结合上机实验，以“语法制导”为核心，使学生理解“属性”的意义，通过中间代码生成促进学生领会“语法制导”的要旨，掌握语义计算与语法分析的关系。
(5)	以引导式、启发式和总结式教学方法为主，通过重点/难点内容讲解、布置学生文献查阅、进行随堂提问等模式，让学生了解基本优化方法和目标代码生成的具体条件，鼓励学生结合已有程序语言知识，了解运行时刻环境组织相关知识。
(6)	通过课堂讲授、课后自学、文献查阅、课堂讨论、分析对比、总结报告等各种方式，让学生对当代计算机的编译技术现状与发展趋势有所了解，建立终生学习的意识；同时，进一步了解目前国内相关先进技术与取得的成就，从而建立强烈的民族自豪感与家国情怀。

2.学生成绩评定方法

该课程为考试课程，考试方式为闭卷。该课程采用形成性评价与终结性评价相结合的评价方法，学期总评成绩由两部分构成：平时成绩，占比 40%；期末考试成绩，占比 60%。各部分的具体评价环节、关联课程目标、评价依据及方法和在总成绩中的占比，如表 6 所示

表 6 课程考核与成绩评定方法

考核项目	考核内容	考核关联的课程目标	考核依据与方法	占总评成绩的比重
平时成绩	课程思政实践	(6)	关于编译技术的发展历程，通过文献查阅，课后报告，课堂讨论等形式，考查学生对我国相关技术领域情况的了解程度及其科学思维能力情况。	5%
	作业及课堂表现	(1)(2)(3)(4)(5)(6)	作业：以是否提交、提交是否及时、作业质量做评价依据；作业质量按 A、B、C、D、E 五级评分（可再细分），未及时提交的作业评估分降一档处理，期末根据评价等级转换为相应得分。 课堂表现：根据课堂提问和讨论情况给分	35%
期末成绩	闭卷考试	(1)(2)(3)(4)(5)	考试成绩	60%

总评成绩	(1)(2)(3)(4)(5)(6)	=平时成绩*40% +期末成绩*60%	100%
------	--------------------	---------------------	------

表 7 考核内容详细评分标准

考核内容	评分标准			
	90-100	75-90	60-75	<60
课程思政实践	报告条理清晰，文字流畅，字数 ≥ 4000 ，参考文献数量 ≥ 8 且相关性强；内容完整且材料丰富，体现强烈的使命感、责任心与民族自豪感	报告条理清楚，字数 ≥ 3000 ，参考文献数量 ≥ 5 且相关性较好；内容完整，材料不够丰富，能体现学生的使命感、责任心与民族自豪感	报告有一定条理，字数 ≥ 1000 ，参考文献数量 ≥ 2 且基本相关；内容基本完整但材料较少，能体现学生的使命感与民族自豪感	报告字数 <1000 ，参考文献数量 <2 ；内容少，或有抄袭现象，体现不出学生的使命感与民族自豪感
	思政融合点作业：根据每次思政相关作业评分标准据实评价			
课后作业	按照作业题目评分标准据实评价			
课堂参与	学习通课堂测试、课堂练习、回答问题等据实评价；或参与回答次数在教学班前15%	学习通课堂测试、课堂练习、回答问题等据实评价；或参与回答次数在教学班前50%	学习通课堂测试、课堂练习、回答问题等据实评价；或参与回答次数在教学班前85%	学习通课堂测试、课堂练习、回答问题等据实评价；或参与回答次数在教学班后15%
在线测试	课程网站单元测试成绩平均分			
期末闭卷考试	按照期末试卷评分标准据实评价			

八、 教学资源

表 8 课程的基本教学资源

资源类型	资源
教材	谌志群, 王荣波, 黄孝喜.《编译器设计原理》, 西安电子科技大学, 2020.6
参考书籍或文献	(1) 丁文魁, 杜淑敏 编著.《编译原理和技术》, 电子工业出版社, 2009.12 (2) 陈火旺, 刘春林等.《程序设计语言编译原理》(第3版), 国防工业出版社, 2006.3 (3) 张素琴, 吕映芝等.《编译原理》(第二版), 清华大学出版社, 2005.2 (4) Terence Parr.《编程语言实现模式》, 华中科技大学出版社, 2012.4 (5) Keith D. Cooper, Linda Torczon.《编译器设计》(第2版), 人民邮电出版社, 2013.1 (6) 布莱恩特, 奥哈拉伦.《深入理解计算机系统》, 机械工业出版社, 2011.1 (7) 费希尔, 赛特朗, 莱比兰克[美]著, 郭耀译.《编译器构造》, 清华大学出版社, 2012.5 (8) 斯科特[美]著, 韩江译.《程序设计语言——实践之路》(第3版), 电子工业出版社, 2012.7 (9) Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman著, 赵建华, 郑滔, 戴新宇译.《编译原理》(第2版: 本科教学版), 机械工业出版社, 2009.5
教学文档	课件、电子书、实验指导书等

九、 课程目标达成度定量评价

在课程结束后，需要对每一个课程目标（含思政课程目标）进行达成度的定量评价，用以实现课程的持续改进。

课程目标达成度的定量评价算法：

- 1、 使用教学活动（如课程思政实践、课后作业、课堂练习、实验验收、课堂讨论、互动、阅读报告等等）成绩或期末考试部分题目得分率作为评价项目，来对某个课程目标进行达成度的定量评价；
- 2、 为保证考核的全面性和可靠性，要求对每一个课程目标的评价项目选择超过两种；
- 3、 根据施教情况，评价项目可以由教师自行扩展，权重比例可以由教师自行设计；
- 4、 对某一个课程目标有支撑的各评价项目权重之和为 1；
- 5、 使用所有学生（含不及格）的平均成绩计算。

本课程的课程目标达成度的定量评价算法建议如表 9 所示，教师可根据授课方式及考核内容适当调整：

表 9. 课程目标达成度定量评价方法

课程目标	课程目标达成度评价方式
课程目标 1： 能够运用形式语言理论，利用形式化的方法识别和描述程序语言中的各个要素，如单词、语句等。	课后作业：0.2 课堂表现：0.2 期末考试：0.6
课程目标 2： 能够运用有限状态自动机理论，利用有限状态自动机的确定化、最小化等算法，能够为给定的词法模式设计对应的自动机模型，并能给出具体实现程序。	课后作业：0.2 课堂表现：0.3 期末考试：0.5
课程目标 3： 能够在给定的文法条件下，使用自顶向下分析方法或自底向上分析方法进行给定句子的生成或识别，并具备判断各种分析方法的适用范围的能力。	课后作业：0.4 课堂表现：0.2 期末考试：0.4
课程目标 4： 能够使用语法制导翻译技术进行语义分析的能力，具备设计简单的语法制导定义和翻译模式的能力。	课后作业：0.2 课堂表现：0.2 期末考试：0.6
课程目标 5： 能够基于代码优化原理，具备程序块划分和程序流图分析的能力。	课后作业：0.3 课堂表现：0.2 期末考试：0.5
课程目标 6： 具备基本的科学素养和创新意识，在课程实践的过程中，及时了解编译程序设计的国内外新技术和发展趋势，及时掌握国家相关方面的科技战略需求，树立强烈的爱国主义使命感与责任心。	课程思政实践：0.5 课后作业：0.1 课堂互动：0.2 在线讨论：0.2

十、说明

本课程大纲主要用于规范计算机科学与技术和智能计算与数据科学(计算机科学与技术)专业的《编译原理》课程的教学目标、教学内容、教学方法、教学要求以及考核评价方法等，承担该课程

的教师必须遵照本大纲安排授课计划、实施教学过程，完成学生各个阶段与各方面的学习成果考核与评价；在学期末，需对课程目标和课程支撑的毕业要求指标点进行达成度评价。

本课程大纲自 2021 级开始执行，生效之日原先版本均不再使用。

十一、 编制与审核

表 7 大纲编制与审核信息

工作内容	责任部门或机构	负责人	完成时间
编制	软件基础理论课程组	黄孝喜	2022.3
审核	软件基础理论课程组	周丽	2022.3
审定	计算机学院教学工作委员会	章复嘉	2022.5