

第一讲



2021秋-编译原理-1

☆ 课程概述



该二维码7天内(9月21日前)有效, 重新进入将更新

编译原理

Principles and Practice of Compiler Construction

腾讯会议 ID: 505 9660 2480

链接: <https://meeting.tencent.com/dm/nhFLJX3EAfIl?rs=25>

◇ 有关信息

◇ 编译程序（系统）概述

◇ 教学内容预览

- ◇ 课程信息
- ◇ 课程中的地位
- ◇ 教学目的要求
- ◇ 相关课程
- ◇ 教师信息
- ◇ 助教信息
- ◇ 主要参考教材
- ◇ 参考阅读书目
- ◇ 书面作业
- ◇ 实验计划
- ◇ 考核计划
- ◇ 答疑与交流

✧ 课名	编译原理
✧ 类别	必修
✧ 时间	21-09-15 至 20-12-29 每周三下午 1:30-3:05
✧ 教室	三教 3300
✧ 班级	计 2019 年级
✧ 时数	32-2

◇ 计算机专业主干课

- 编译程序（系统）是计算机系统的核心支撑软件
- 贯穿程序语言、运行时系统、体系结构
- 联系计算机科学和计算机系统的典范

◇ 专业工作者必备的基本技能

- 编译原理的知识影响到专业人员的素质
- 大量专业工作与编译技术相关

高级语言实现，软硬件协同设计与优化，硬件综合，二进制翻译，智能编辑器，面向领域的语言以及业务逻辑语言的实现，软件静态分析，逆向工程，调试器，模型驱动的开发，程序验证，…

教学目的要求

- ✧ 掌握编译程序/系统设计的基本原理
- ✧ 掌握“常见”语言机制的实现技术
- ✧ 经历开发一个小型编译程序的主要阶段
- ✧ 自学并使用自动构造工具
- ✧ 加深对计算机系统的理解
- ✧ 会将所学知识灵活应用

原理 + 技术 + 工具

◇ 先修课程

- 《高级语言程序设计》（Python, C/C++, ...）
- 《数据结构》
- 《形式语言与自动机》

◇ 其它相关课程

- 《计算机系统结构》，《操作系统》，
《汇编语言》，《计算机原理》，
《计算机系统入门》，
《编译原理专题实践》

...

教师信息



清华大学

《编译原理》

- ✧ 姓名 王生原
- ✧ 单位 计算机系软件技术研究所
- ✧ 电话 62794240 (O) 13366102912
- ✧ 办公室 东主楼 10 区209
- ✧ 电子信箱 wwssyy@tsinghua.edu.cn
- ✧ 研究领域
 - 程序设计语言理论与实现
 - 并发系统设计(模型与语义)
 - 程序验证 (可信编译器)

教师信息



清华大学

《编译原理》

- ◇ 姓名 陈渝
- ◇ 单位 计算机系软件技术研究所
- ◇ 电话 62789205 (O) 13911178569
- ◇ 办公室 FIT 3-106
- ◇ 电子信箱 yuchen@tsinghua.edu.cn
- ◇ 研究领域
 - 操作系统
 - 系统程序分析与验证
 - 系统软硬件协同设计与优化

教师信息

- ◇ 姓名 姚海龙
- ◇ 单位 计算机系软件技术研究所
- ◇ 电话 62795403 (O) 13581598529
- ◇ 办公室 东主楼 8 区406
- ◇ 电子信箱 hailongyao@tsinghua.edu.cn
- ◇ 研究领域
 - 新型芯片综合与编译优化
 - 集成电路设计EDA
 - 微流控生物芯片设计自动化

助教信息

✧ 姓名	谢兴宇
✧ 单位	软件学院
✧ 电话	17810264533
✧ 上机作业	语言规范制定和测试用例设计
✧ 答疑地点	东主楼 10 区 209
✧ 网上答疑	清华网络学堂
✧ 电子信箱	xiexy21@mails.tsinghua.edu.cn

助教信息

✧ 姓名	刘润达
✧ 单位	计算机系
✧ 电话	18630718678
✧ 上机作业	负责 C++ 框架前端
✧ 答疑地点	东主楼 10 区 209
✧ 网上答疑	清华网络学堂
✧ 电子信箱	liurd18@mails.tsinghua.edu.cn

助教信息

✧ 姓名	唐适之
✧ 单位	计算机系
✧ 电话	18810202232
✧ 上机作业	负责 C++ 框架中端
✧ 答疑地点	东主楼 10 区 209
✧ 网上答疑	清华网络学堂
✧ 电子信箱	tsz19@mails.tsinghua.edu.cn

助教信息

- ✧ 姓名 曾军
- ✧ 单位 计算机系
- ✧ 电话 13121011966
- ✧ 上机作业 负责 C++ 框架后端
- ✧ 答疑地点 东主楼 10 区 209
- ✧ 网上答疑 清华网络学堂
- ✧ 电子信箱 zengj20@mails.tsinghua.edu.cn

助教信息

✧ 姓名	周智
✧ 单位	计算机系
✧ 电话	17620439846
✧ 上机作业	负责 Python 框架前端
✧ 答疑地点	东主楼 10 区 209
✧ 网上答疑	清华网络学堂
✧ 电子信箱	zhou-z19@mails.tsinghua.edu.cn

助教信息

- ✧ 姓名 陈之杨
- ✧ 单位 计算机系
- ✧ 电话 18810331828
- ✧ PA 辅导 负责 Python 框架中端
- ✧ 答疑地点 东主楼 10 区 209
- ✧ 网上答疑 清华网络学堂
- ✧ 电子信箱 chenzhiy21@mails.tsinghua.edu.cn

助教信息

✧ 姓名	杨耀良
✧ 单位	计算机系
✧ 电话	13925641080
✧ PA 辅导	负责 Python 框架后端
✧ 答疑地点	东主楼 10 区 209
✧ 网上答疑	清华网络学堂
✧ 电子信箱	yang-yl18@mails.tsinghua.edu.cn

✧ Compilers: Principles, Techniques, and Tools

Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman,
Addison Wesley, 2007

(龙书)

✧ Crafting a Compiler

Charles N. Fischer, Ronald K. Cytron, Richard J. LeBlanc, Jr., 2010.
清华大学出版社影印, 2010

✧ 本课程讲稿

课后从网络学堂下载

参 考 阅 读 书 目

- ✧ Modern Compiler Implementation in Java
Modern Compiler Implementation in C
Andrew W.Appel, Maia Ginsburg, Cambridge University Press,
人民邮电出版社影印, 2005 (虎书)
- ✧ Advanced Compiler Design and Implementation
Steven S. Muchnick, 1997. 机械工业出版社影印, 2003 (鲸书)
- ✧ The Theory of Parsing, Translation, and Compiling
Alfred V. Aho, Jefferey D. Ullman, Volume 1 & Volume 2
Prentice-Hall Series in Automatic Computation, 1972
- ✧ Engineering a Compiler
Keith Cooper, Linda Torczon, Morgan Kaufmann, 2003
- ✧ 内地
陈火旺等 (国防科大版) 陈意云等 (中国科技大学版)
王生原等 (人民邮电版) 王生原等 (清华大学第三版)

◇ 原理部分书面作业

- 随堂布置
- 登记完成情况
- 部分批阅

◇ 基础实验项目

— 实现一个小型语言 MiniDecaf (C的小子集)

- 目标

通过渐进式开发来逐步完成一个完整编译器

掌握实现一个编译器的完整开发过程

- 过程

6个阶段 (12 个 step)

- 编程语言

两个框架二选一: C++ / Python

如果你想用其他语言重写框架, 请与助教联系

☆ 基础实验项目

- 实现一个小型语言 MiniDecaf (C 的小子集)
 - stage0: 一个完整编译器
 - step0: 环境配置, 熟悉实验框架
 - step1: 仅一个 return 的 main 函数

◇ 基础实验项目

- 实现一个小型语言 MiniDecaf (C 的小子集)
 - stage1: 常量表达式
 - step2: 一元算术运算
 - step3: 二元算术运算
 - step4: 比较和逻辑表达式

☆ 基础实验项目

- 实现一个小型语言 MiniDecaf (C 的小子集)
 - stage2: 变量和语句
 - step5: 局部变量和赋值
 - step6: if 语句和条件表达式

☆ 基础实验项目

- 实现一个小型语言 MiniDecaf (C 的小子集)
 - stage3: 作用域与控制语句
 - step7: 作用域和块语句
 - step8: 循环语句

◇ 基础实验项目

- 实现一个小型语言 MiniDecaf (C 的小子集)
 - stage4: 函数和全局变量
 - step9: 函数
 - step10: 全局变量

✧ 基础实验项目

- 实现一个小型语言 MiniDecaf (C 的小子集)
 - stage6: 指针和数组
 - step11: 指针
 - step12: 数组

◇ 基础实验项目

— 基础实验项目分为基础关卡和升级关卡

— 基础关卡（4个，必做）

stage1、stage2、stage3、一个手工词法语法分析器

— 升级关卡（2个，选做）

stage4、stage5

完成升级关卡可以减少期末考试占总评比例

☆ 成绩分布 (100)

- 原理部分书面作业 + 出勤 (雨课堂) (10%)
- 基本实验成绩 (必做, 40%)
 - 共 4 个基础关卡 (每个10%, 代码8%, 文档2%)
- 升级实验成绩 (选做, 20%)
 - 共 2 个升级关卡 (每个10%, 代码8%, 文档2%)
- 期末考试
 - 没有完成升级关卡 期末考试占 50%
 - 完成了 1 个升级关卡 期末考试占 40%
 - 完成了 2 个升级关卡 期末考试占 30%

◇ 通过网络

- 清华网络学堂（课程讨论区）
问题探讨
- 电子邮件
- 微信群

◇ 面对面（老师答疑可预约）

- 助教固定答疑时间（节假日除外）
待定
- 地点

东主楼 10 区 209 室

编译程序（系统）概述



清华大学

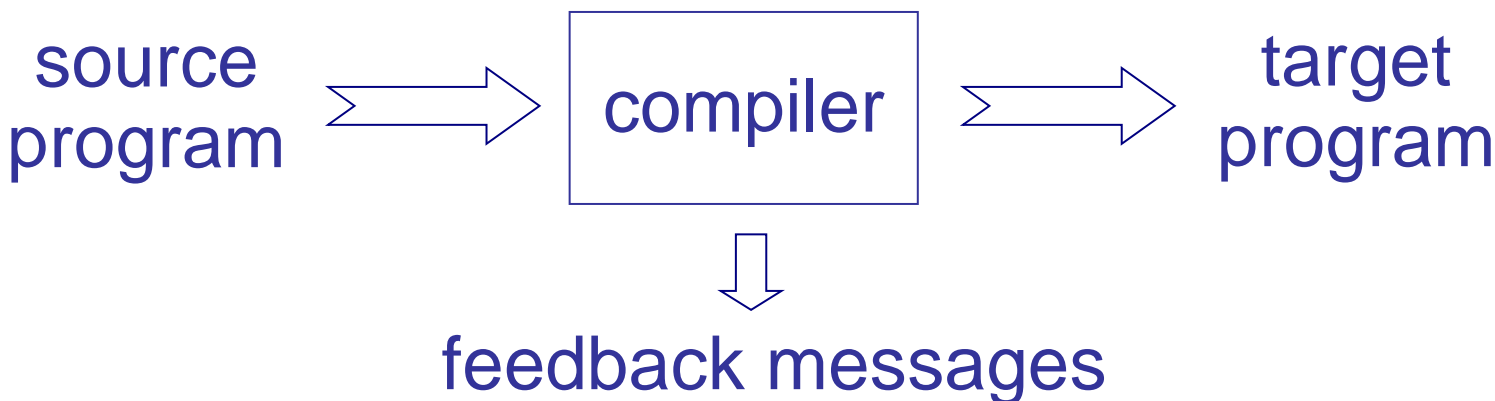
《编译原理》

- ◇ 什么是编译程序
- ◇ 编译程序的逻辑结构
- ◇ 编译程序的组织
- ◇ 编译程序的伙伴程序
- ◇ 编译程序与 T 型图

什么是编译程序

☆ 从基本功能来看，编译程序 (Compiler) 是一种翻译程序 (Translator)

- 将语言A的程序翻译为语言B的程序
- 称语言A为源语言 (Source Language)
- 称语言B为目标语言 (Target Language)



什么是编译程序



清华大学

《编译原理》

◇ 编译程序是较为复杂的翻译程序

— 需要对源程序进行分析 (Analysis)

识别源程序的语法结构信息，理解源程序的语义信息，
反馈相应的出错信息

— 根据分析结果及目标信息进行综合 (Synthesis)

生成语义上等价于源程序的目标程序

◇ 较为简单的翻译程序如：

— 预处理程序 (Preprocessor)

— 汇编程序 (Assembler)

什么是编译程序

☆ 编译程序通常是从较高级语言的程序翻译至较低级语言的程序，如

C 代码 → a C compiler → 汇编代码

C++ 代码 → a C++ compiler → 汇编代码

C++ 代码 → another C++ compiler → C代码

Java 代码 → a Java compiler → Bytecode代码

◇ 传统的编译程序

- 源语言通常为高级语言 (*High-Level Programming Languages*)

Fortran, Algol, C, Pascal, Ada, C++, Java, Lisp, Prolog, Python...

- 目标语言通常为机器级语言 (*Machine-Level Languages*) 或较低级的虚拟机语言

汇编语言 (*Assembly Languages*)

机器语言 (*Machine Languages*)

Bytecode (*Java 虚拟机语言*)

◇ 编程语言的主要范型 (*Paradigms*)

– 命令式语言 (*Imperative Languages*)

描述问题如何实现 (*how it to be done*)

程序具有状态,通过语句改变程序状态

Fortran, Algol, C, C++, Pascal, Basic, Java, C#, ...

– 陈述式 (或声明式) 语言 (*Declarative Languages*)

描述问题做什么 (*what it to be done*)

程序无状态 (对纯的陈述式语言而言)

函数式 (*Functional*) : *Lisp, Scheme, Haskell, ML, Caml, ...*

逻辑型 (*Logic*) : *Prolog, ...*

✧ 编程语言的主要范型 (*Paradigms*)

— 面向对象语言 (*Object-Oriented Languages*)

基于对象 (*object-based*, 类, 对象及对象间交互)

面向对象 (*object-oriented*, 类, 对象, 对象间交互, 继承及多态)

如: *Smalltalk*, *Simula67*, *Java*, *C++*, *C#*, ...

— 并发/并行/分布式语言

(*Concurrent / Parallel / Distributed Languages*)

Ada, *Java*, *Modula-3*, *Linda*, *HPF*, *OpenMP*, *MPI*, *CUDA*, ...

进程/线程/任务间通信: 基于共享内存 (*memory/variable-sharing*, 如 *OpenMP*, *Java*), 基于消息传递 (*message passing*, 如 *MPI*), 基于远方过程调用 (*remote procedure/method call*, 如 *Ada*, *Java*), 基于数据并行 (*data parallel*, 如 *HPF*)

◇ 编程语言的主要范型 (*Paradigms*)

— 其他

同步语言(*Synchronous Languages*) : 面向实时控制, 时钟周期同步, 含时钟 (*clock*) 和时态(*temporal*)算子, 如 *Signal, Lustre...*

数据库语言(*database language*): *SQL, ...*

脚本语言(*Scripting Languages*) : 解释型语言, 显式的 *glue together* 算子, 如 *Perl, PHP, Python, Javascript...*

— 趋势: 多范型融合

Java (低版本: 并发, 命令式面向对象; 高版本: 新增函数式)

Rust (混合范型: 并发, 面向对象, 命令式, 函数式)

◇ 编译架构 (*Compiler Infrastructure*)

— 共享的编译程序研究/开发平台

SUIF (Stanford)

Zephyr (Virginia and Princeton)

IMPACT, LLVM (UIUC)

GCC (GNU Compiler Collection)

Open64 (SGI, 中科院计算所, Intel, HP, Delaware, 清华, ...)

方舟编译器 (华为, <https://www.openarkcompiler.cn>)

— 多源语言多目标机体系结构

如 GCC 有 C, C++, Objective C, Fortran, Ada, and Java , ...

等诸多前端, 以及支持30多类体系结构、上百种平台的后端

— 多级中间表示

如 Open64 的中间表示语言 WHIRL 分5个级别

◇ 编译程序逻辑结构上至少包含两大阶段

— 分析 (Analysis) 阶段

理解源程序，挖掘源程序的语义

— 综合 (Synthesis) 阶段

生成与源程序语义上等价的目标程序

◇ 编译程序的前端、中端和后端

— 前端 (*Front End*)

实现主要的分析任务

通常以第一次生成中间代码为标志

— 后端 (*Back End*)

实现主要的综合任务（目标代码生成和优化）

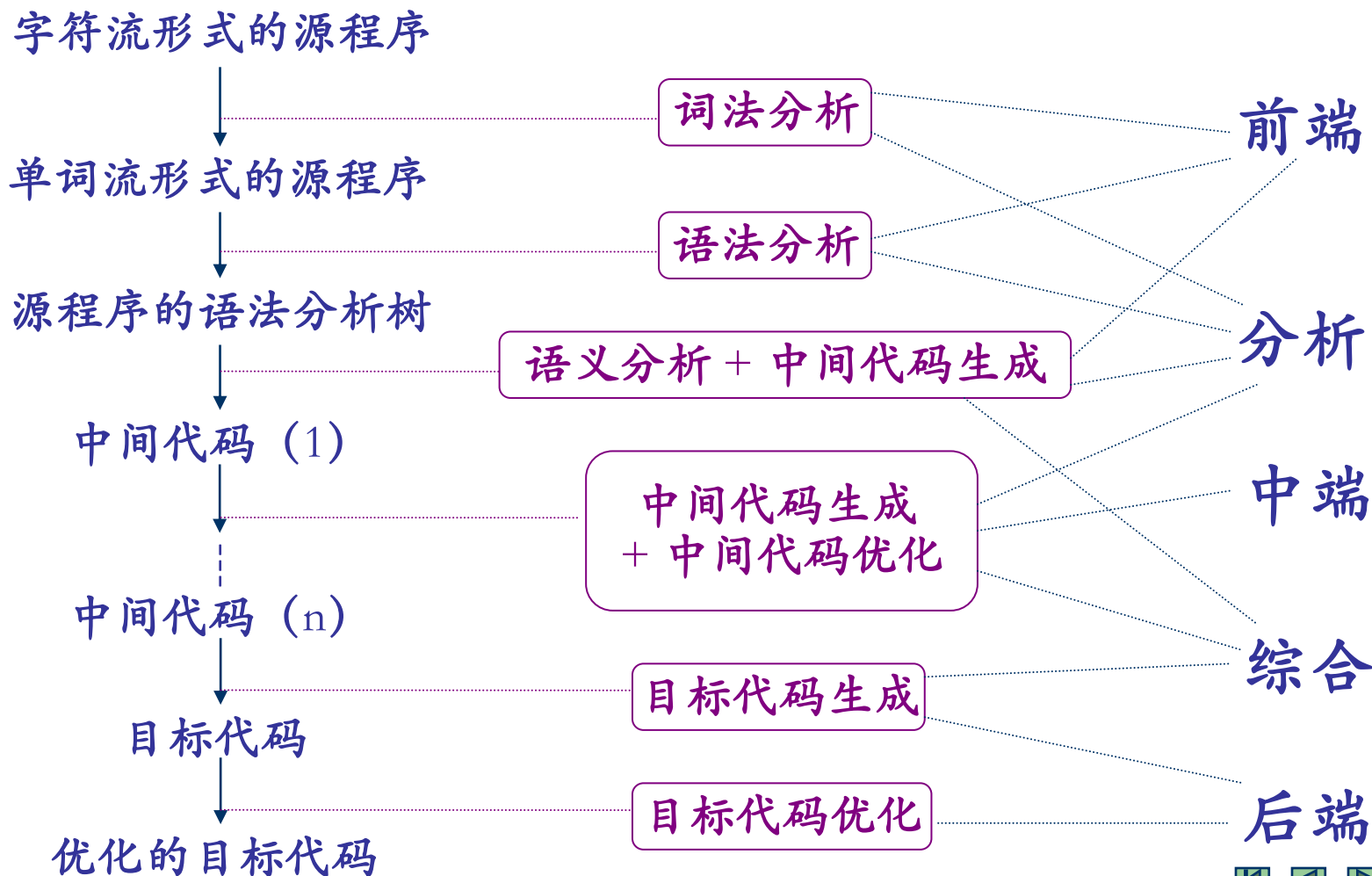
通常以从最后一级中间代码生成目标代码为标志

— 中端 (*Middle End*)

实现各级中间代码上的操作（中间代码生成与优化）

编译程序的逻辑结构

◇ 典型编译程序的逻辑过程



◇ 词法分析

- 扫描源程序字符流，识别出有词法意义的单词，返回单词的类别和单词的值，或词法错误信息

```
int main() {  
    int a = 2021;  
    return a;  
}
```



单词类别

单词值

保留字 int

标识符

分隔符 (

分隔符)

分隔符 {

保留字 int

标识符

操作符 =

整数型常量

分隔符 ;

保留字 return

标识符

分隔符 ;

分隔符 }

main

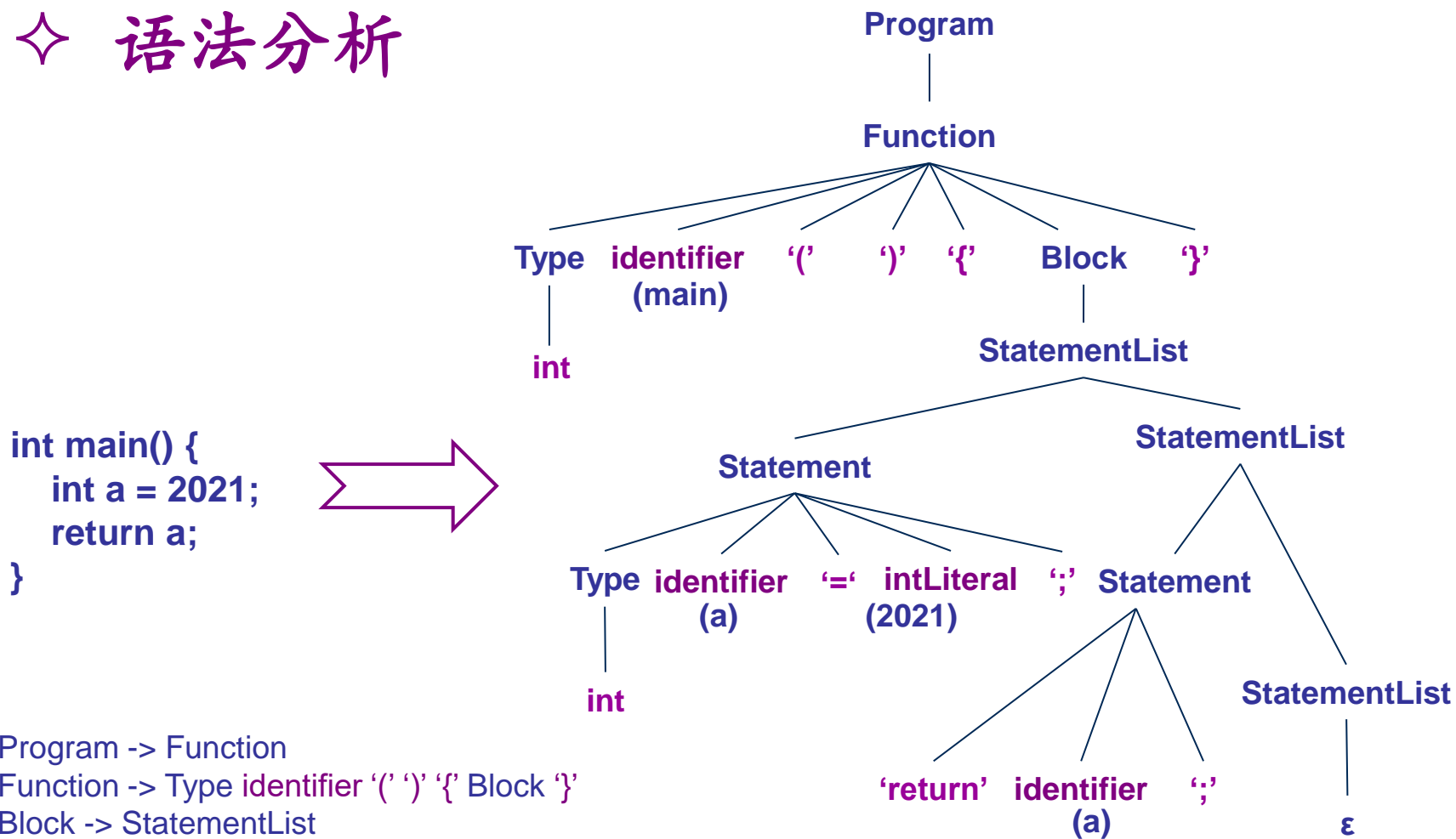
a

2021

a

编译程序的逻辑结构

☆ 语法分析



Program -> Function

Function -> Type identifier '(' ')' '{' Block '}'

Block -> StatementList

StatementList -> Statement StatementList | ε

Statement -> Type identifier '=' intLiteral ';' | 'return' identifier ';' |

.....

☆ 语义分析

- 对语法分析后的程序进行语义分析,不符合语义规则时给出语义错误信息

```
int main() {  
    int a = 2021;  
    a[1] = 2021;  
  
    return b;  
}
```

Error: subscripted value is not array

Error: using undefined variable 'b'

◇ 符号表

- 收集每个名字的各种属性用于语义分析及后续各阶段

全局作用域符号表

名称	类别	子符号表指针
main	function	

```
int main() {  
    int a = 2021;  
    return a;  
}
```



名称	类别	子符号表指针
a	variable	NULL

main 函数作用域符号表

☆ 出错处理

— 检查错误

报告出错信息 (*error reporting*)

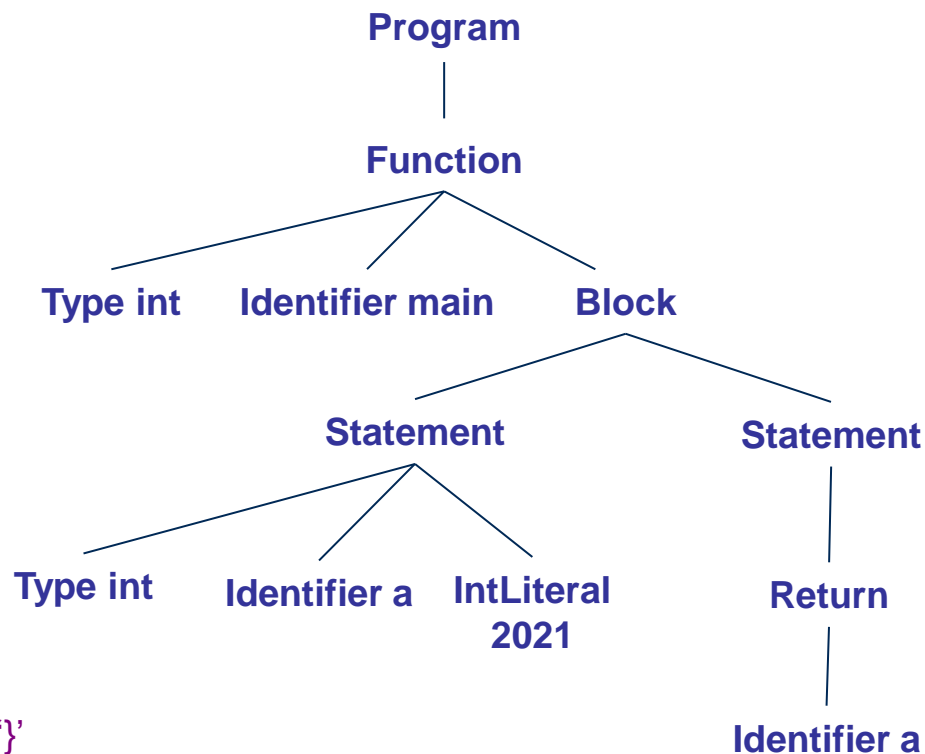
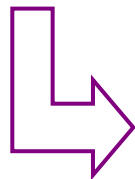
— 排错

恢复编译工作 (*error recovery*)

◇ 中间代码生成

— 抽象语法树 AST

```
int main() {  
    int a = 2021;  
    return a;  
}
```



Program -> Function

Function -> Type identifier '(' ')' '{' Block '}'

Block -> StatementList

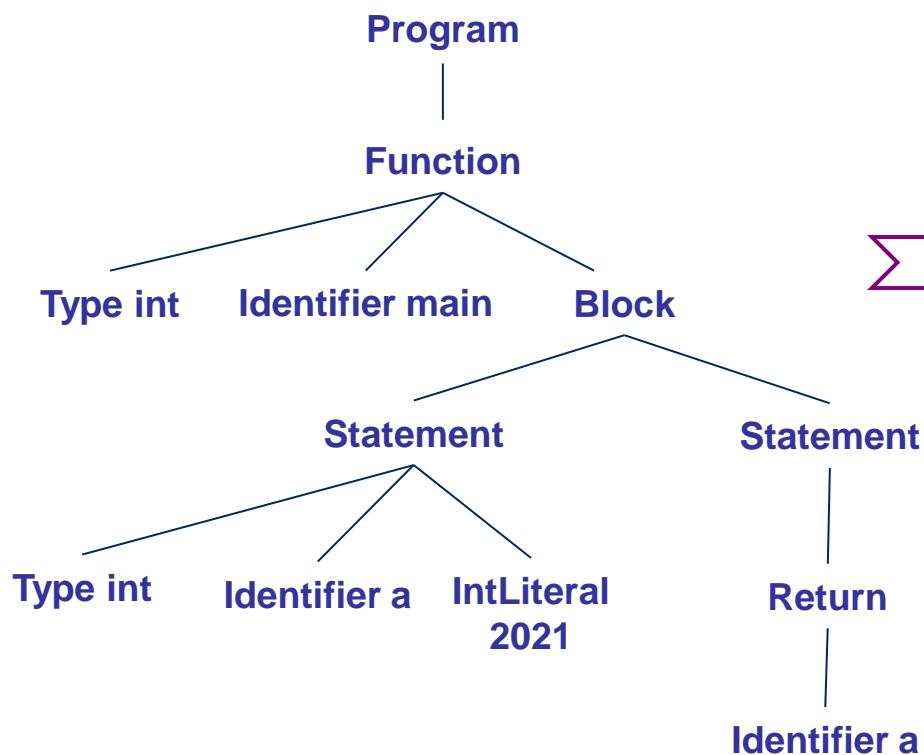
StatementList -> Statement StatementList | ϵ

Statement -> Type identifier '=' intLiteral ';' | 'return' identifier ';'

.....

◇ 中间代码生成

— 三地址码 TAC



main:

_T0 = 2021

_T1 = _T0

return _T1

◇ 目标代码生成

— 生成目标机代码

RISC-V 汇编码

main:

_T0 = 2021

_T1 = _T0

return _T1



.text

.globl main

main:

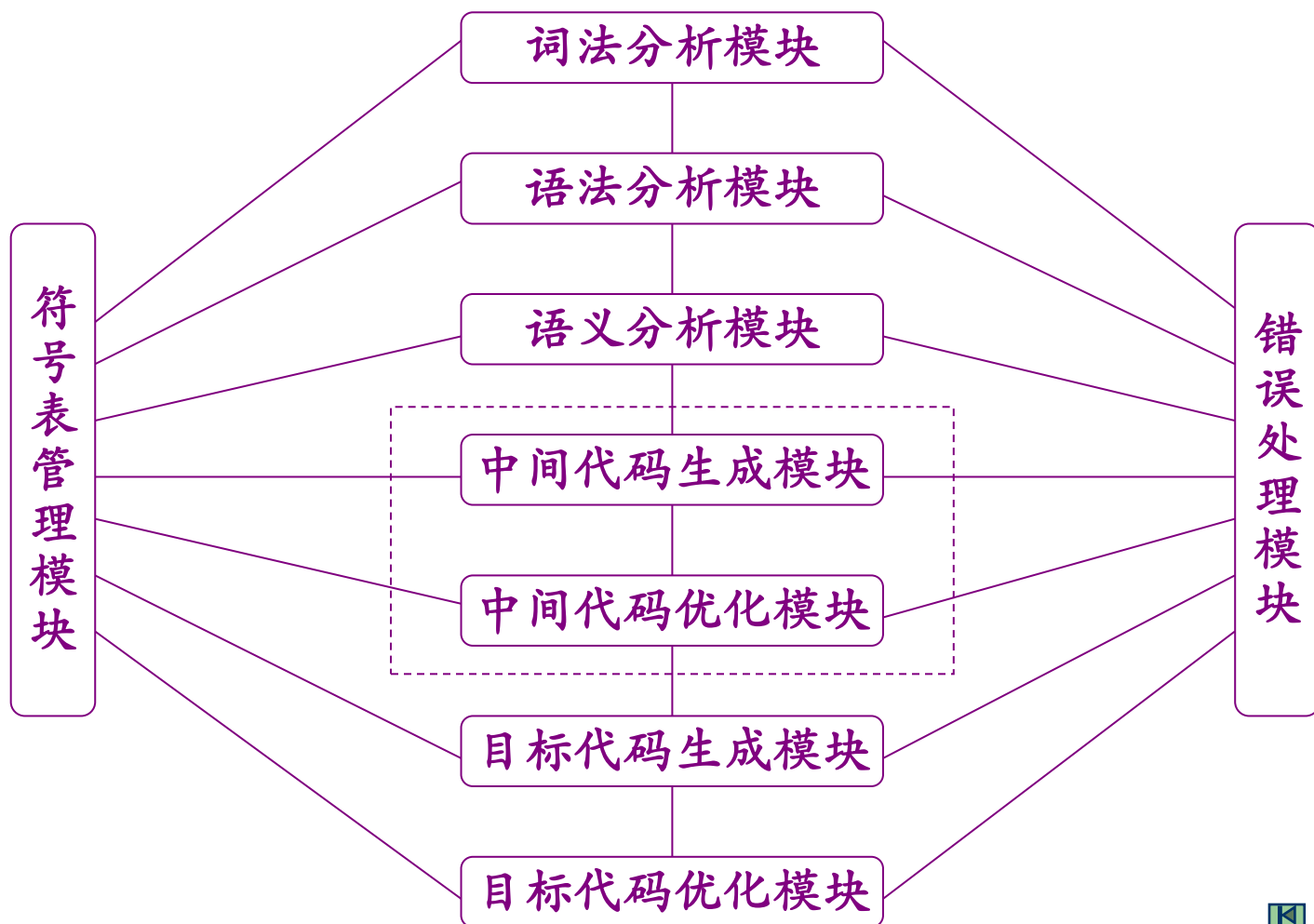
li t0, 2021

mv t1, t0

mv a0, t1

ret

☆ 小结: 典型编译程序的主要逻辑模块



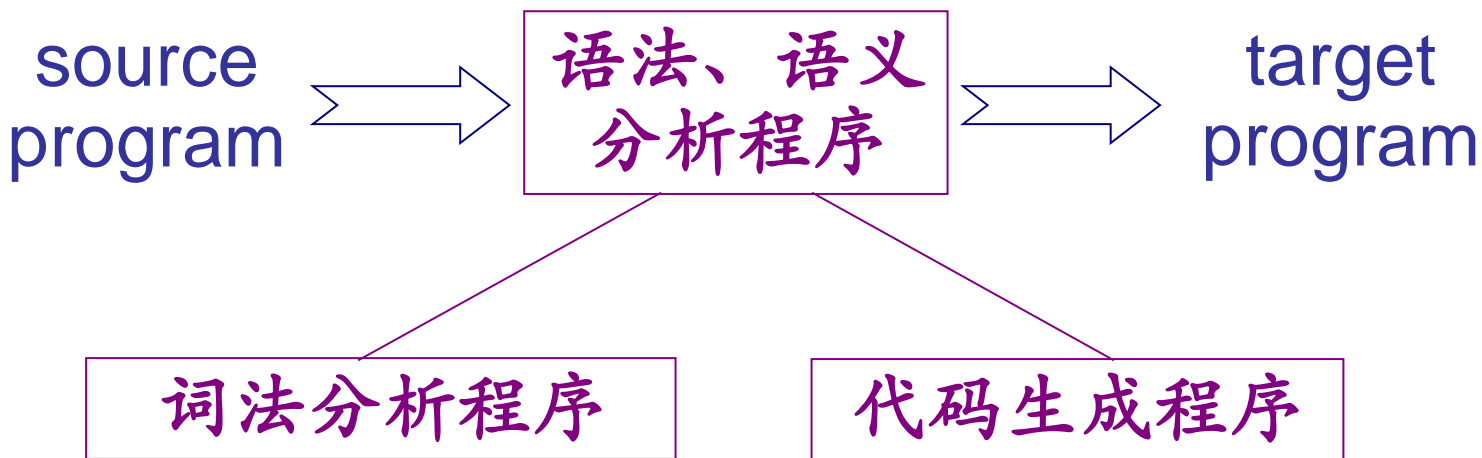
◇ 编译程序的遍 (*Passes / Phases*)

- 对一种代码形式从头到尾扫描一遍
- 将一个代码空间变换到另一个代码空间
- 代码空间 = 代码 + 符号表 + 其他有用信息

◇ 编译程序的组织取决于各遍的组织

- 单遍编译程序, 多遍编译程序
- 多个遍之间有逻辑上的先后关系
- 多个遍的实现可采用顺序结构或并发结构 (后者不常用)

☆ 例：一个以语法、语义分析程序为中心的
单遍编译程序组织



编译程序的伙伴程序



清华大学

《编译原理》

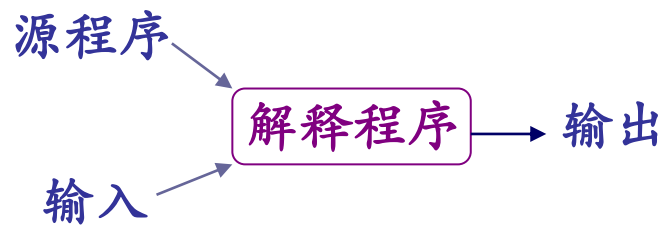
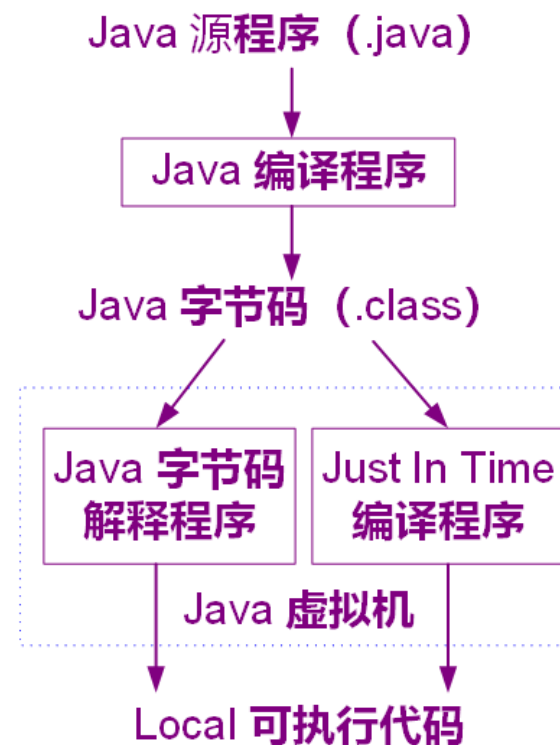
◇ 解释程序 (*Interpreter*)

- 不产生目标程序文件
- 不区别翻译阶段和执行阶段
- 翻译源程序的每条语句后直接执行
- 程序执行期间一直有解释程序守候
- 常用于实现虚拟机

◇ 比较编译程序和解释程序

源程序 → 编译程序 → 目标程序

输入 → 目标程序 → 输出



◇ 预处理程序 (*Preprocessor*)

— 支持宏定义 (*Macro definition*)

如C源程序中 `#define` 行的处理

— 支持文件包含 (*File inclusion*)

如C源程序中 `#include` 行的处理

— 支持其他更复杂的源程序扩展信息

◇ 预处理程序和编译程序的关系



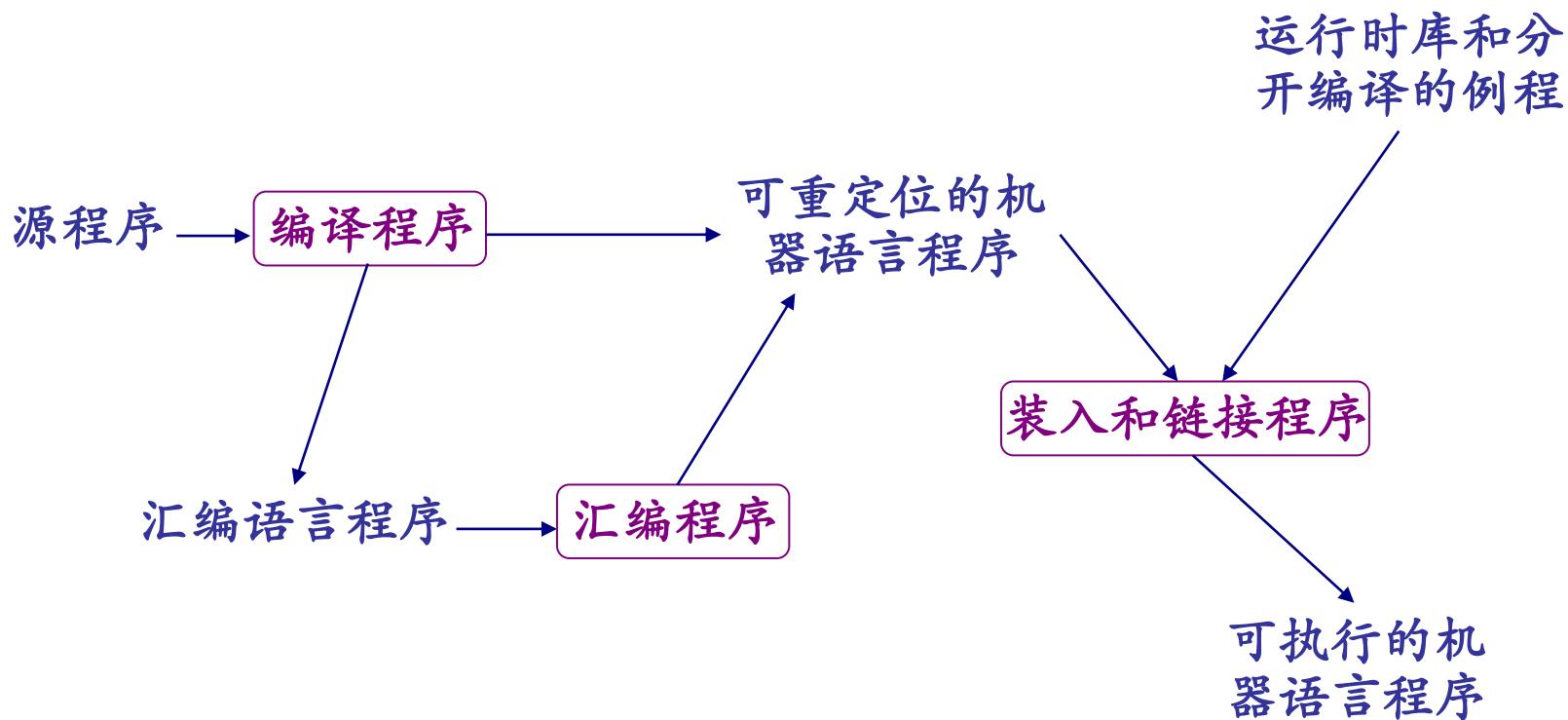
✧ 汇编程序 (Assembler)

- 翻译汇编语言程序至可重定位的 (Relocatable) 机器语言程序

✧ 装入和链接程序 (Loader and Link-editor)

- 装入程序对可重定位机器语言程序进行修改
将相对地址变换为机器绝对地址
- 链接程序合并多个可重定位机器语言程序文件到同一个程序
- 装入和链接程序产生最终可执行的机器语言程序

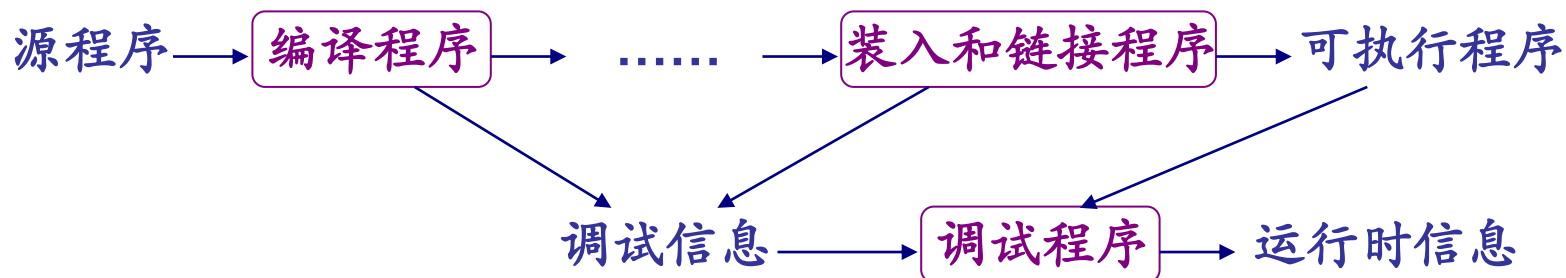
☆ 编译程序、汇编程序及装入和链接程序之间的典型关系



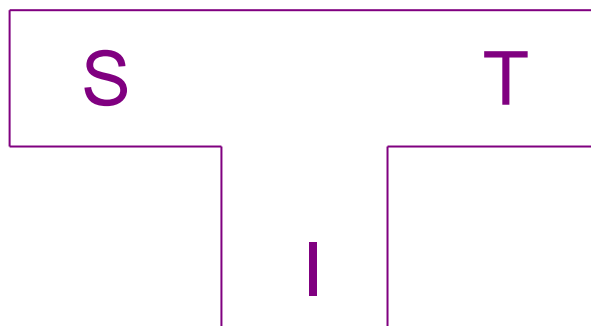
☆ 调试程序 (Debugger)

- 反馈目标程序运行时信息
- 将目标程序运行时信息与源程序关联
- 断点管理、单步跟踪、读/写目标机状态等功能

☆ 调试程序和编译程序的关系



◇ T-型图 （表示一个编译程序）



S：编译程序所实现的源语言

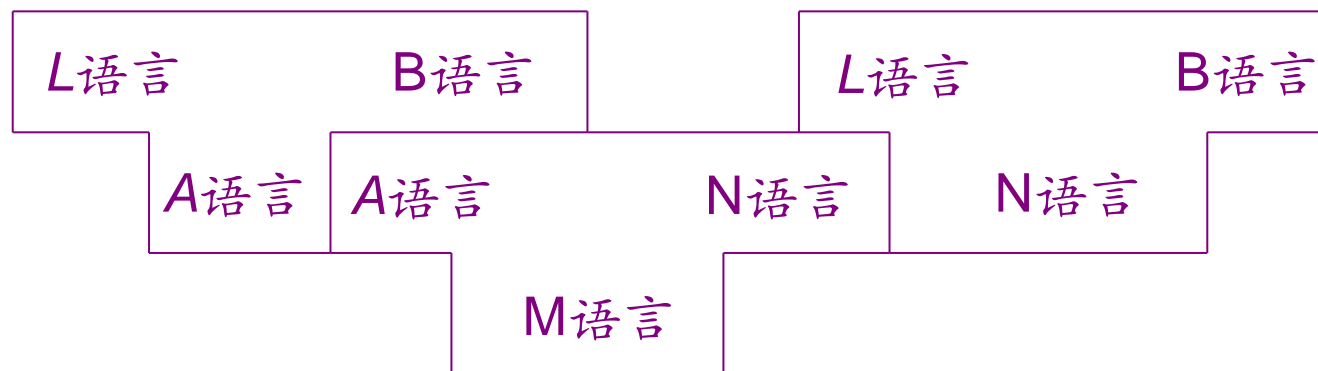
T：目标语言

I：编译程序的实现语言

☆ 例：MiniDecaf 项目中编译程序 T-型图



◇ T-型图的叠加



✧ (M 机器上运行的)本地编译器



✧ (M 机器上运行的)交叉编译器



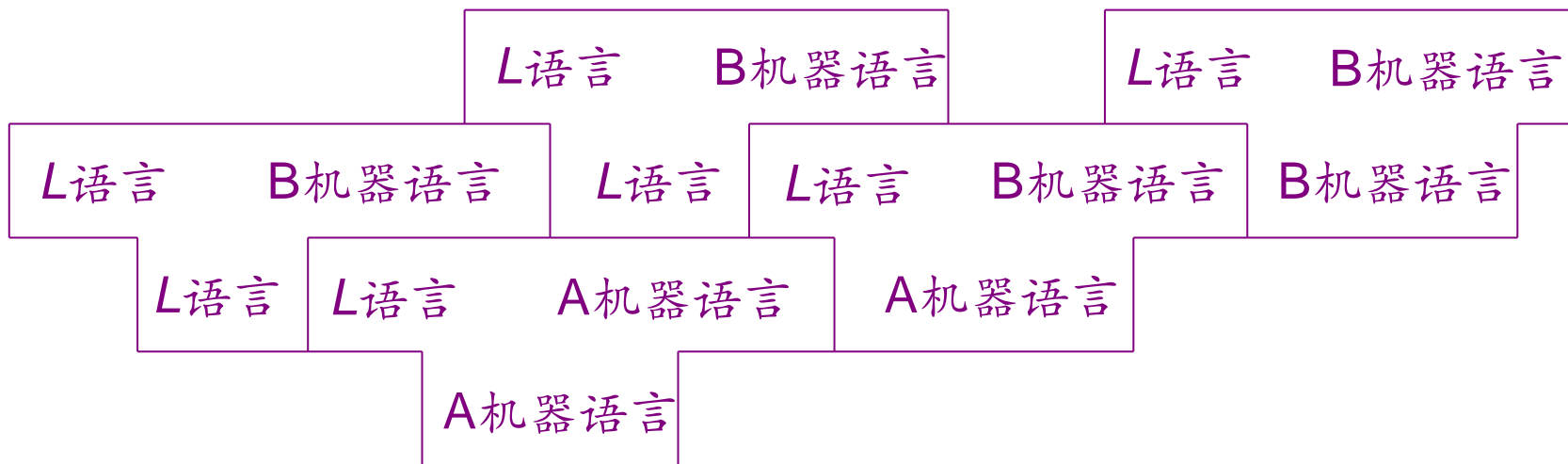
◇ 用已有的语言 L_1 实现新的语言 L_2



步骤:

- (1) 用 L_1 语言编写 L_2 语言到 M 机器语言的编译程序
- (2) 将该 L_2 语言编译程序用 L_1 语言编译程序进行编译

◇ 编译程序的移植



将机器 A 上的语言 L 移植到机器 B，步骤：(1) 用 L 语言编写 L 语言到 B 机器语言的编译程序 X；(2) 用 L 编译程序对 X 进行编译，产生一个能在机器 A 上运行的产生 B 机器代码的编译程序 Y（交叉编译程序）；(3) 再用 Y 对 X 进行编译，得到可以在机器 B 上运行的 L 语言编译程序

◇ 教学形式

— 课内学习和课外学习内容互补

原理 + 技术 + 工具

课内

课外

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

基本概念
逻辑结构
组织方式
伙伴程序
生成环境
2 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

实验项目简介
2 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

词法分析基础
1 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

强调作用
域及其组
织方式

1 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

自顶向下语法分析

3 学时

自底向上语法分析

5 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

基于属性文法和翻译模式进行语义计算的基本原理及实现技术

3 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

以类型检
查程序设
计为重点

2 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

以常用语言
机制的实现
技术为主线

3 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

存储布局,
存储分配策略,
活动记录,
过程实现,
面向对象程序
存储组织,
.....

3 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

以简单但完整的指令选择、寄存器分配过程为主线

2.5 学时

◇ 教学内容

— 课堂教学内容及课时计划

- 编译程序/系统概述
- 实验相关内容简介
- 词法分析
- 符号表组织
- 语法分析
- 语法制导的语义计算基础
- 语义分析
- 中间代码生成
- 运行时存储组织
- 目标代码生成
- 代码优化

以基本块内的简单优化方法、控制流数据流分析基础等代码生成和优化相关的基本知识为主线，辅以优化技术的综述

2.5 学时

✧ 教学内容（实践部分）

– MiniDecaf 项目

- 词法和语法分析

产生抽象语法树

- 静态语义分析

遍历抽象语法树构造符号表、实现静态语义分析

- 中间代码生成

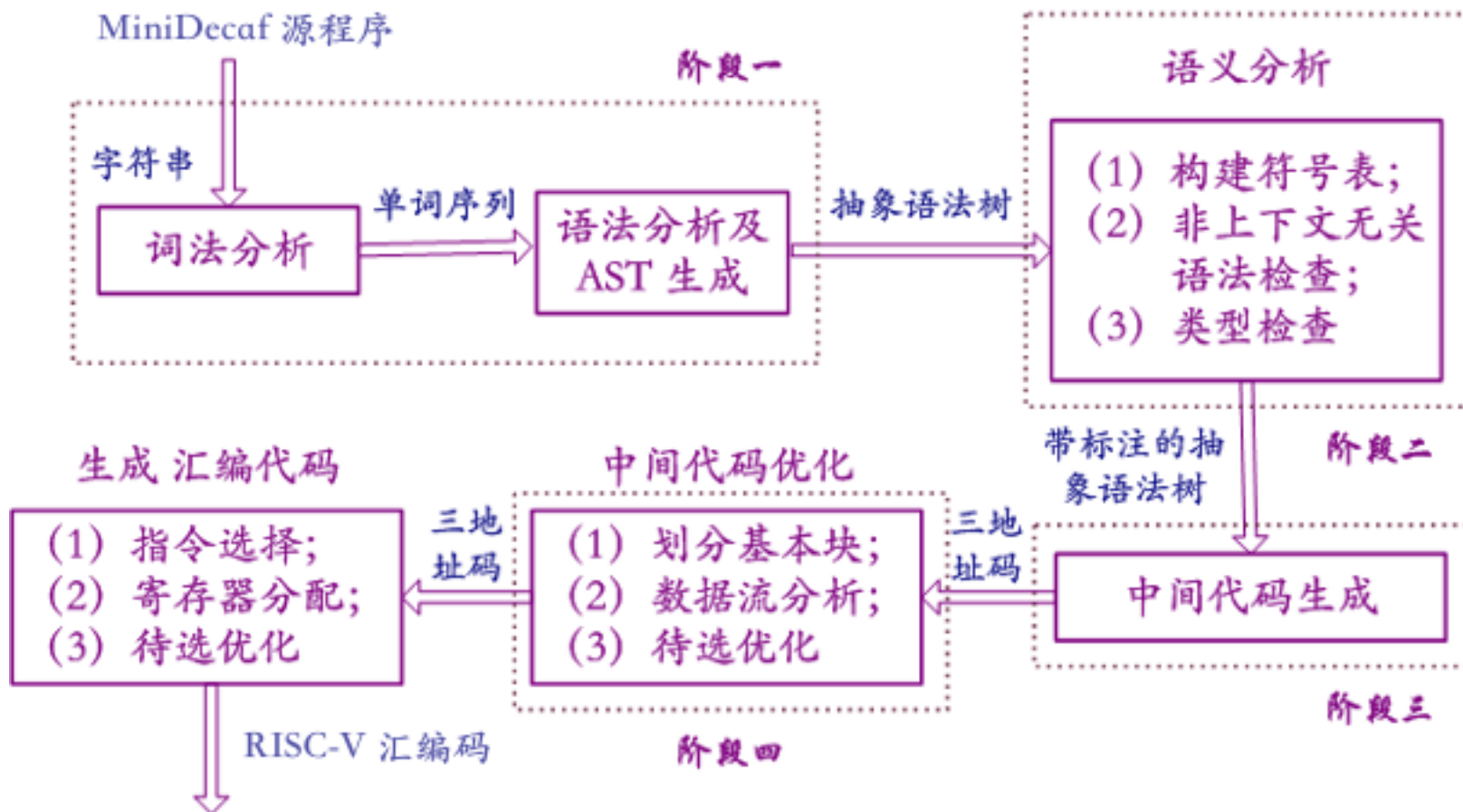
生成中间表示

- 数据流分析及优化

实验框架提供相关代码，供同学思考学习

- 目标代码生成

◇ 课堂教学内容与实践框架的关联



汇编、链接、装入、执行

课后作业

1. 学习或复习 《形式语言与自动机》
2. 准备实验相关工具与开发环境
3. 查阅有关 Lex & Yacc 的技术文档

That's all for today.

Thank You