计算机专业导论

战德臣

哈尔滨工业大学　教授.博士生导师

教育部大学计算机课程教学指导委员会委员

Research Center on Intelligent Computing for Enterprises & Services, Harbin Institute of Technology

第5讲 由机器语言到高级语言：程序编写与编译

战德臣

哈尔滨工业大学　教授.博士生导师

教育部大学计算机课程教学指导委员会委员

Research Center on Intelligent Computing for Enterprises & Services, Harbin Institute of Technology

本讲学习什么?

---由机器语言到高级语言：程序编写与编译

战德臣

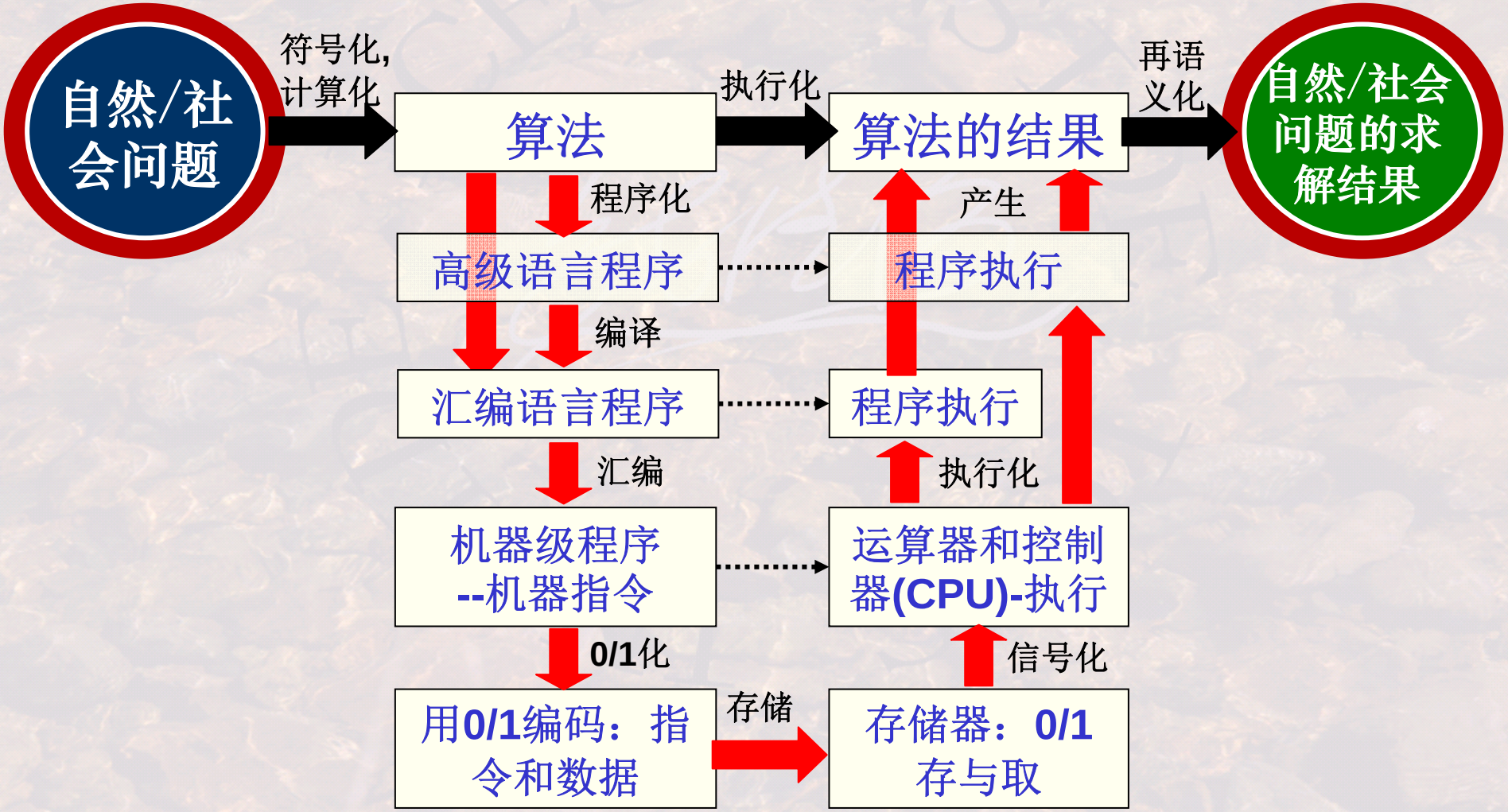
哈尔滨工业大学　教授.博士生导师

教育部大学计算机课程教学指导委员会委员

Research Center on Intelligent Computing for Enterprises & Services, Harbin Institute of Technology

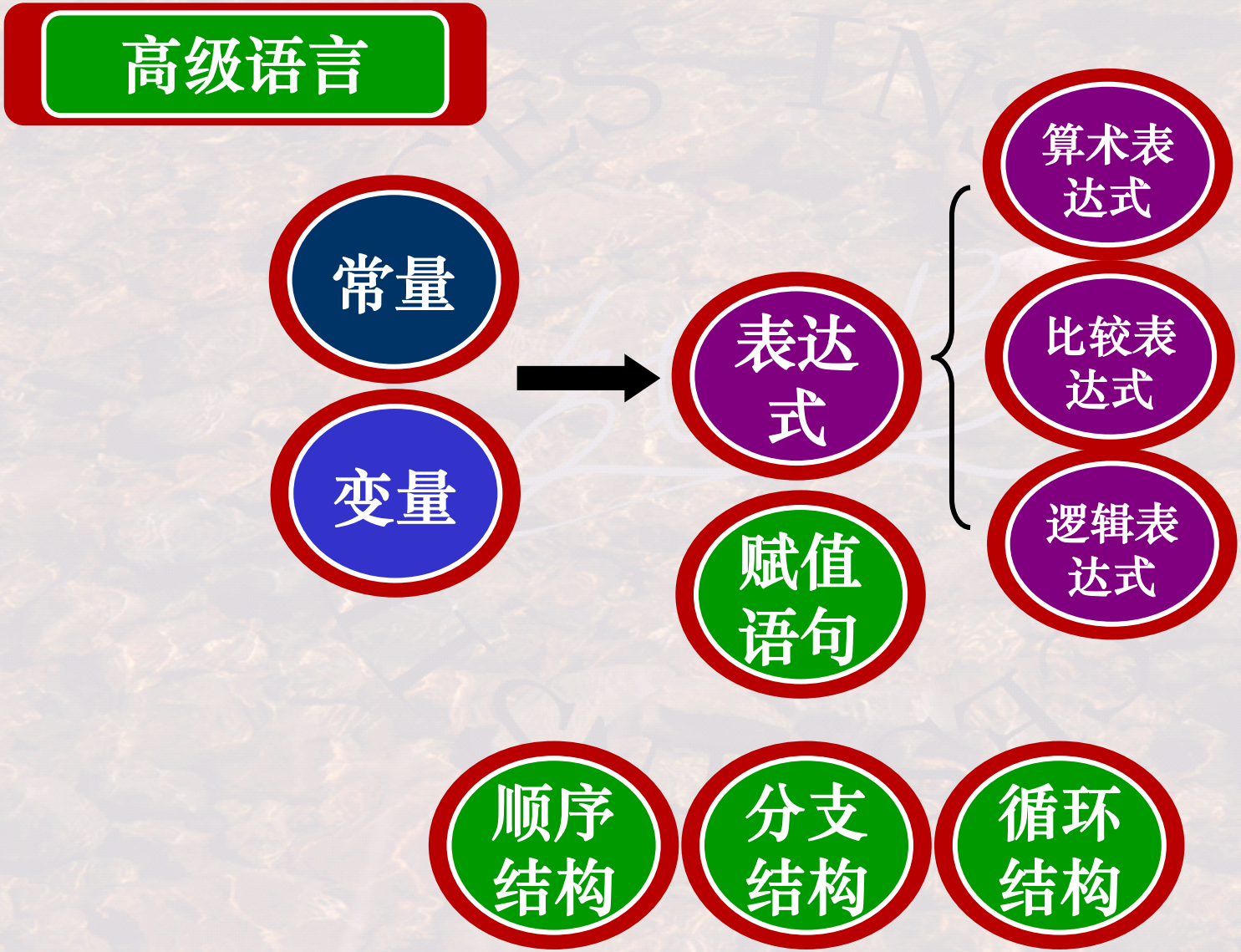
战德臣 教授

用高级语言进行问题求解



由机器语言到高级语言
本讲学习的基本思路?

战德臣 教授



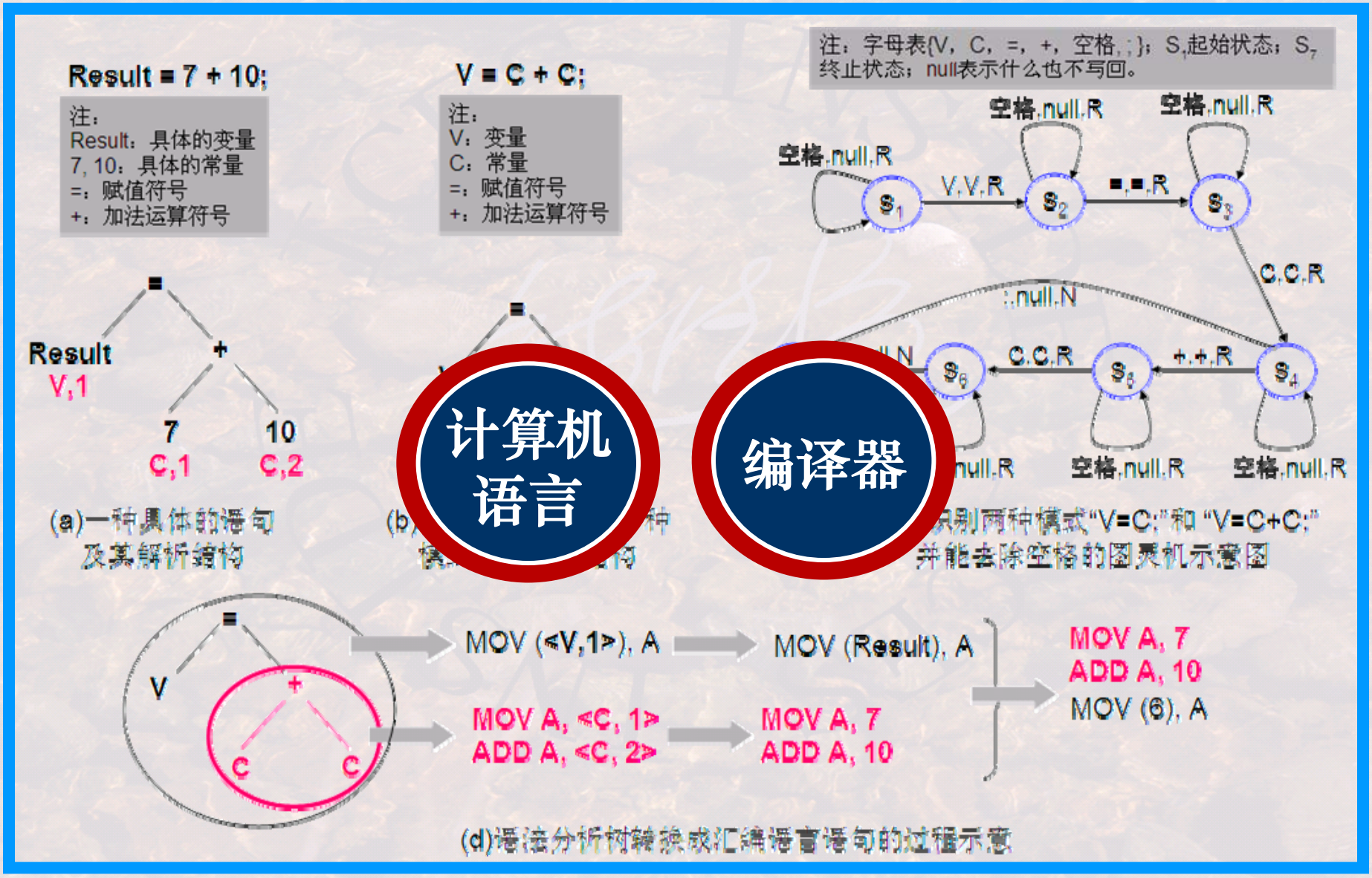
由机器语言到高级语言

本讲学习的基本思路?

战德臣 教授

由机器语言到高级语言
本讲学习的基本思路?

战德臣 教授



由机器语言到高级语言

战德臣

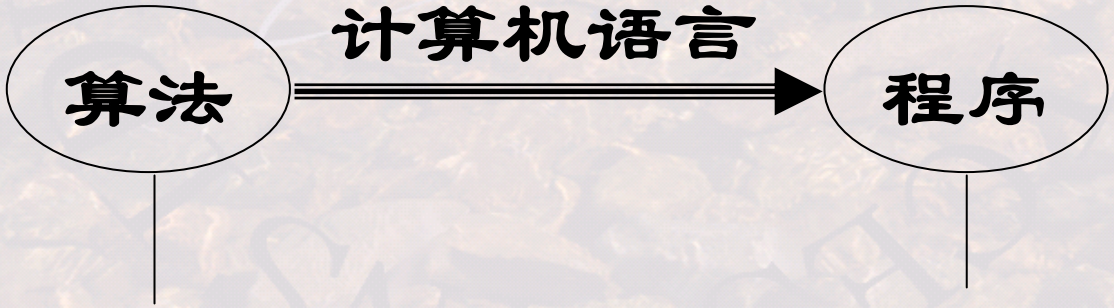
哈尔滨工业大学　教授.博士生导师

教育部大学计算机课程教学指导委员会委员

Research Center on Intelligent Computing for Enterprises & Services, Harbin Institute of Technology

算法、计算机语言与计算机程序

步骤书写的规范、语法规则、标准的集合
是人和计算机都能理解的语言



解决问题
的步骤

计算机能够理解与
执行的解决问题的步骤

ICES 战德臣 教授

计算机语言---机器语言

指令系统

指令系统： CPU用二进制和编码提供的可以解释并执行的命令的集合。

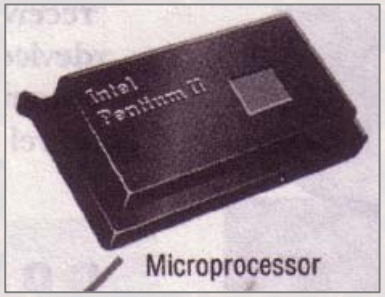
操作码	地址码
100001	10 00000111
100010	11 00001010

机器语言

机器语言： 用二进制和编码方式提供的指令系统所编写程序的语言被称为机器语言

所有程序都需转换成机器语言程序，计算机才能执行

问：用机器语言编写程序存在什么问题呢？



计算7+10并存储的程序

100001 10
00000111

100010 10
00001010

100101 11
00000110

111101 00

战德臣 教授

计算机语言---汇编语言

◆用符号编写程序 ==➔ 翻译 ==➔ 机器语言程序

◆人们提供了用助记符编写程序的规范/标准。同时开发了一个翻译程序，实现了将符号程序自动转换成机器语言程序的功能。

操作码　　地址码

100001　1000000111

↓

MOV　A, 7

计算7+10并存储的程序

```
MOV  A,  7
ADD  A,  10
MOV  (6),  A
HLT
```

◆汇编语言：是用助记符号编写程序的语言。

◆汇编语言源程序：是用汇编语言编出的程序。

◆汇编程序：是将汇编语言源程序翻译成机器语言程序的程序。

战德臣 教授

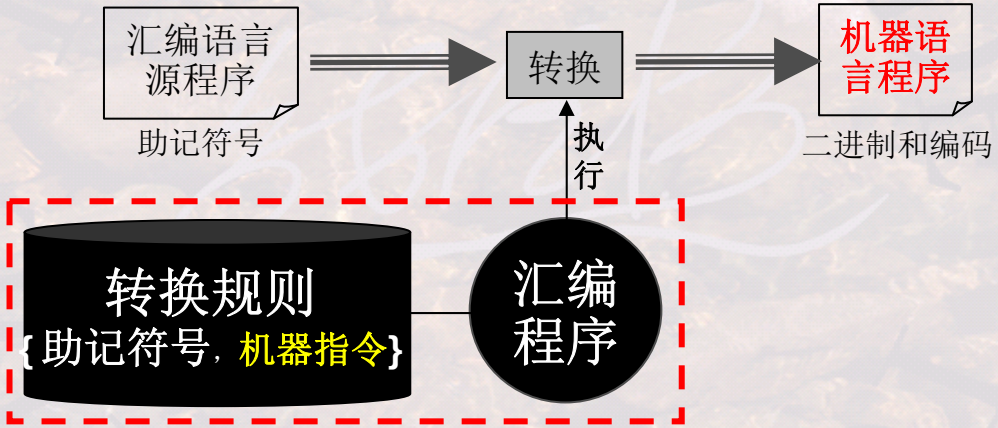
计算机语言---汇编语言---汇编程序(编译器)

◆汇编语言程序处理过程

汇编语言

用助记符号书写程序的规范、语法规则、标准的集合

是人和计算机都能理解的语言



机器语言

机器指令的集合

是计算机能够理解并执行，但人理解困难的语言

编制

```
MOV  A, 7
ADD  A, 10
MOV  (6), A
HLT
```

完成7+10并存储的汇编语言程序

由汇编程序自动转换

```
10000110
00000111
10001011
00001010
10010111
00000110
11110100
```

执行

完成7+10并存储的机器语言程序

战德臣 教授

计算机语言---高级语言

◆人们提供了类似于自然语言方式、以语句为单位书写程序的规范/标准。并开发了一个翻译程序，实现了将语句程序自动翻译成机器语言程序的功能。

计算7+10并存储的程序

```
Result = 7+10;
Return
```

◆高级语言：是用类似自然语言的语句编写程序的语言。

◆高级语言源程序：是用高级语言编出的程序。

◆编译程序：是将高级语言源程序翻译成机器语言程序的程序。

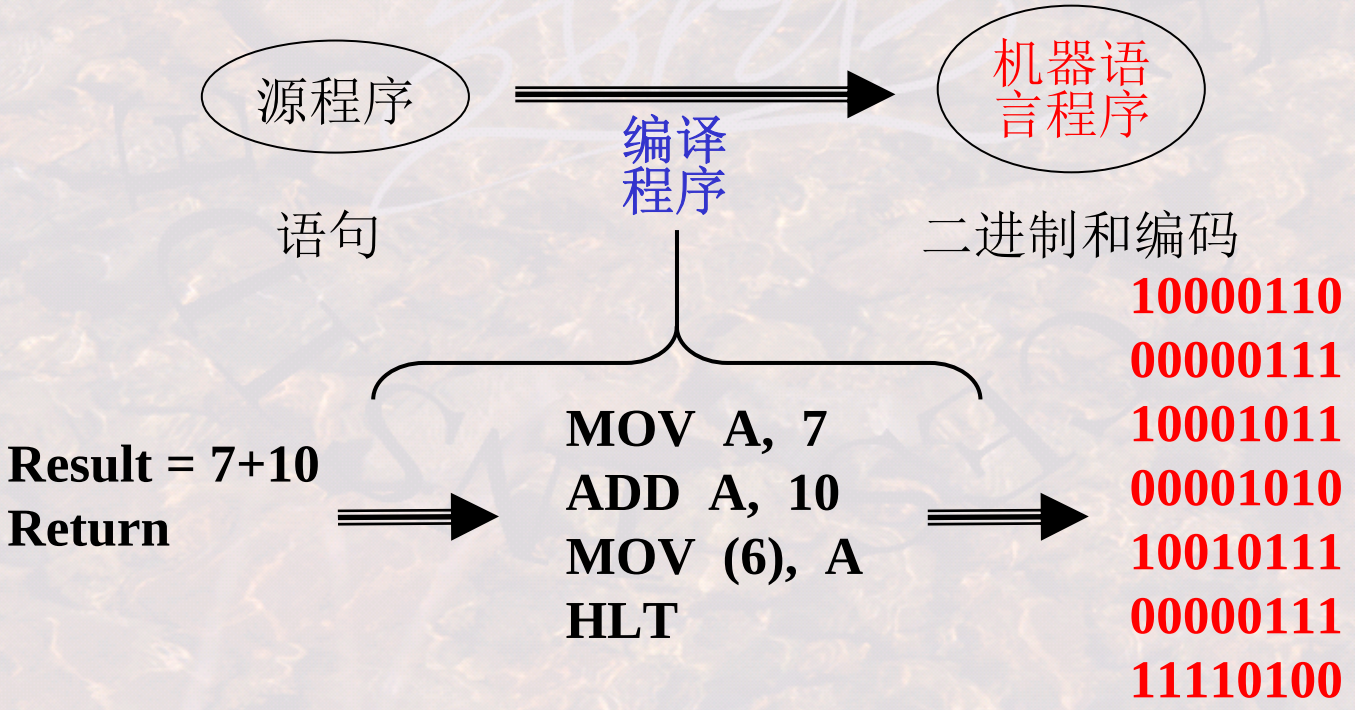
由机器语言到高级语言
(6)高级语言和汇编语言的差别在哪里？

战德臣 教授

◆高级语言：机器无关性；一条高级语言语句往往可由若干条机器语言语句实现且不具有对应性

◆汇编语言：机器相关性；汇编语言语句和机器语言语句有对应性

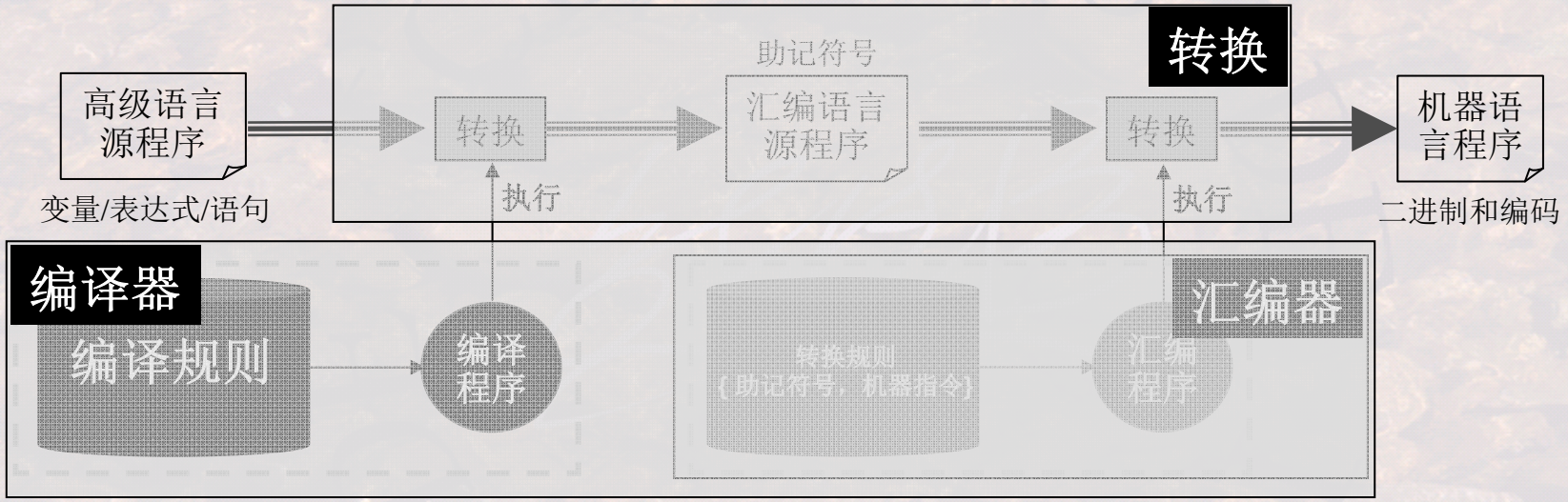
高级语言程序处理过程示意



由机器语言到高级语言
(6)编译器如何实现呢?

战德臣 教授

高级语言编译器



编制

Result = 7+10
Return

自动转换

转换

MOV A, 7
ADD A, 10
MOV (6), A
HLT

自动转换

10000110
00000111
10001011
00001010
10010111
00000110
11110100

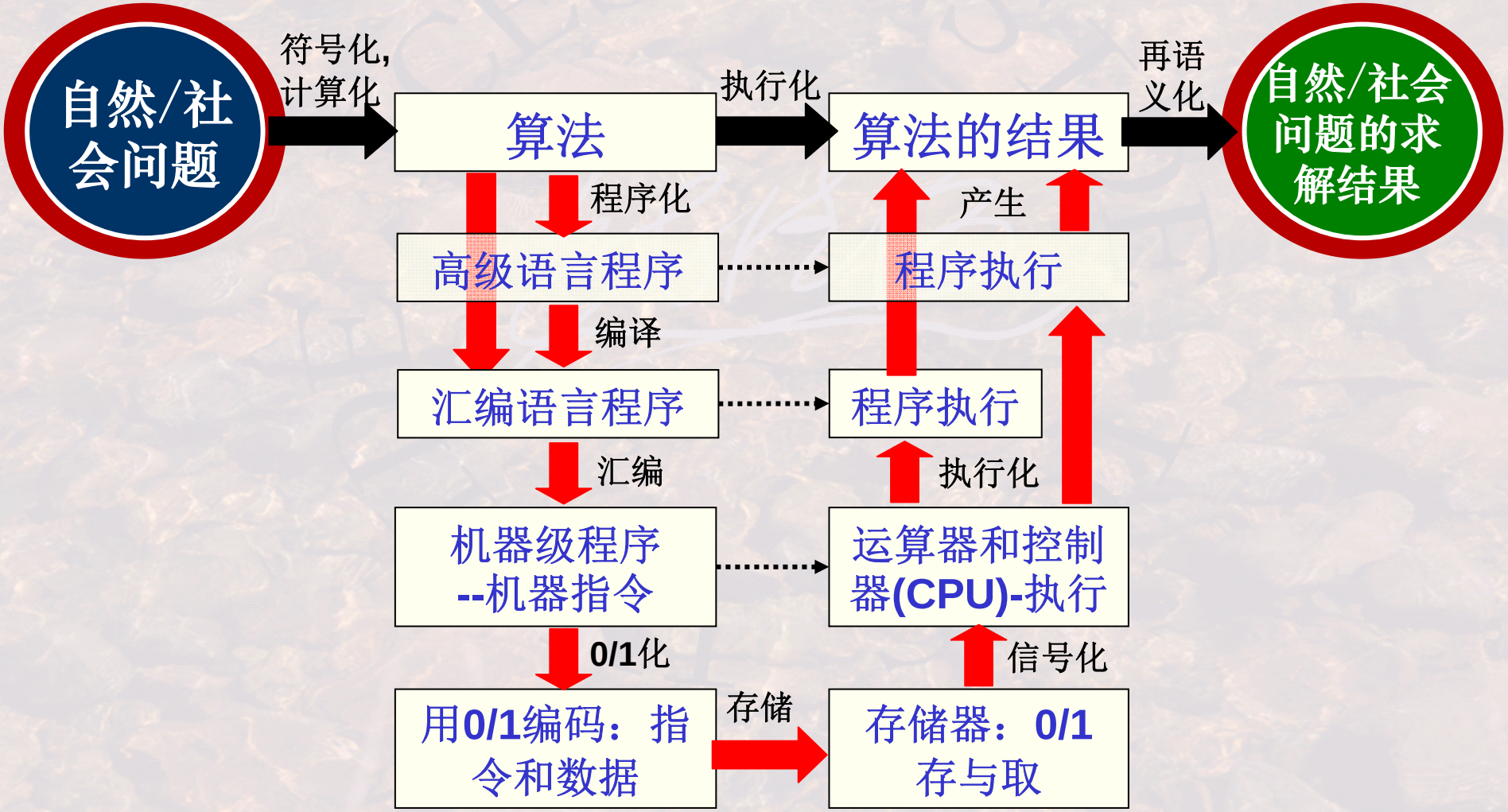
执行

高级语言

机器语言

ICES 战德臣 教授

用高级语言进行问题求解



高级语言(程序)的基本构成要素

战德臣

哈尔滨工业大学　教授.博士生导师

教育部大学计算机课程教学指导委员会委员

Research Center on Intelligent Computing for Enterprises & Services, Harbin Institute of Technology

战德臣 教授

认识计算机语言程序

变量

常量

保留字

```
K = 0;
For  I =1 to 100 Step 1
{    If  I<=50 && I > 30
     { K =  K+I; }
}
```

语句

表达式

“保留字”为编译器识别和处理语句而确定的一些特定符号

战德臣 教授

常量、变量与表达式

A1 + (B2 – x1 + 76) * 3

(+ A1 (* (+ (- B2 x1) 76) 3)

◆算术表达式示例。算术表达式的结果是一数值;

A1 + (B2 – x1 + 76) * 3

(B2 + yy4) / L3 – xx3

◆比较表达式示例。比较表达式的计算结果是逻辑“真”或“假”;

Grade < 90

Grade >= 70

N4 < A1 + B2 + 20 //注:A1+B2+20为算术表达式,计算完后再与N4的值进行比较

◆逻辑表达式示例。逻辑表达式的计算结果是逻辑“真”或“假”;

(x1 >= A1) && (B2 <> y2)

◆将表达式的计算结果赋值给一变量:赋值语句

M = X>Y+50;

M = (X>Y) AND (X<Y);

K = K + (5 * K);

战德臣 教授

语句与程序控制

◆顺序结构

```
G5 = 1;
G6 = 2;
G7 = 3;
G8 = 4;
G9 = 5;
G9 = G9 + G8;
G9 = G9 + G7;
G9 = G9 + G6;
G9 = G9 + G5;
```

程序执行示例

```
G5 = 1;
G6 = 2;
G7 = 3;
G8 = 4;
G9 = 5;
G9 = G9 + G8;
G9 = G9 + G7;
G9 = G9 + G6;
G9 = G9 + G5;
```

G5	1
G6	2
G7	3
G8	4
G9	14

战德臣 教授

语句与程序控制

◆分支结构

IF 条件表达式 {
(条件为真时运行的)程序语句序列1 }
ELSE {
(条件为假时运行的)程序语句序列2 }

```
If  D1>D2
{    D1=D1-5;   }
Else
{   D1=D1+10;  }
```

```
Y = 50;
Z = 80;
X = 30;
X = Z + Y;
If  Y > Z   {
      X = X - Y;  }
Else {
      X= X - Z;   }
X = X + Y;
If  X > Z  {  X = Y; }
X = X - Z;
If  X>Y
{ X = X - Y;   }
```

高级语言(程序)的基本构成要素
(4)分支结构?

战德臣 教授

语句与程序控制

X	30
Y	50
Z	80

```
Y = 50;
Z = 80;
X = 30;
X = Z + Y;
If  Y > Z   {
      X = X - Y;  }
Else {
      X= X - Z;   }
X = X + Y;
If  X > Z  {  X = Y; }
X = X - Z;
If  X>Y
{ X = X - Y;   }
```

战德臣 教授

语句与程序控制

循环结构

◆循环结构(有界循环结构)

For (计数器变量 = 起始值 To 结束值 [增量表达式])
{ 循环体的程序语句序列 }
Next [计数器变量]

```
Sum=0;
For  I = 1 to 5 Step 1
{  Sum = Sum + I;  }
Next I
//继续其他语句
```

```
Sum=0;
For  I =1 to 10000 Step 2
{ Sum = Sum + I; }
Next I
```

Sum [06]
I [6]

战德臣 教授

语句与程序控制

循环结构

◆循环结构(条件循环结构)

Do

{ 循环体的程序语句序列 }

While (条件表达式);

X	1
Y	2
Sum	11

```
X=1;
Y=2;
Sum=0;
Do {
    Sum = X+Y;
    X=X+1;
    Y=Y+1;
} While (Sum<=10)
//其他语句
```

战德臣 教授

语句与程序控制

循环结构

◆循环结构(条件循环结构)

Do

{ 循环体的程序语句序列 }

While (条件表达式);

X	1 2
Y	2 3
Sum	0

```
X=1;
Y=2;
Sum=0;
Do {
    Sum = X+Y;
    X=X+1;
    Y=Y+1;
} While (Sum<0)
//其他语句
```

战德臣 教授

语句与程序控制

循环结构

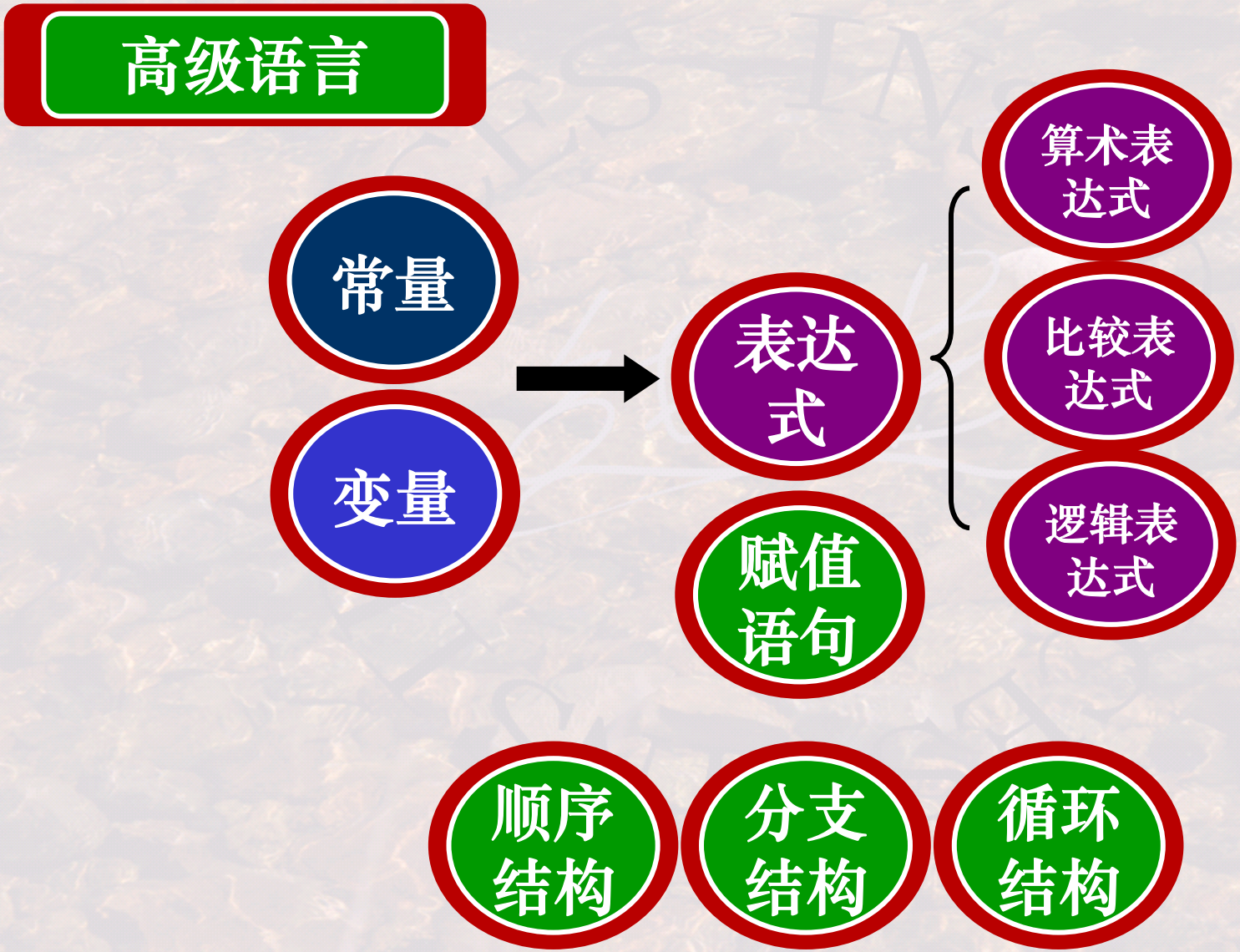
◆循环结构(条件循环结构)

While (条件表达式)

Do { 循环体的程序语句序列 }

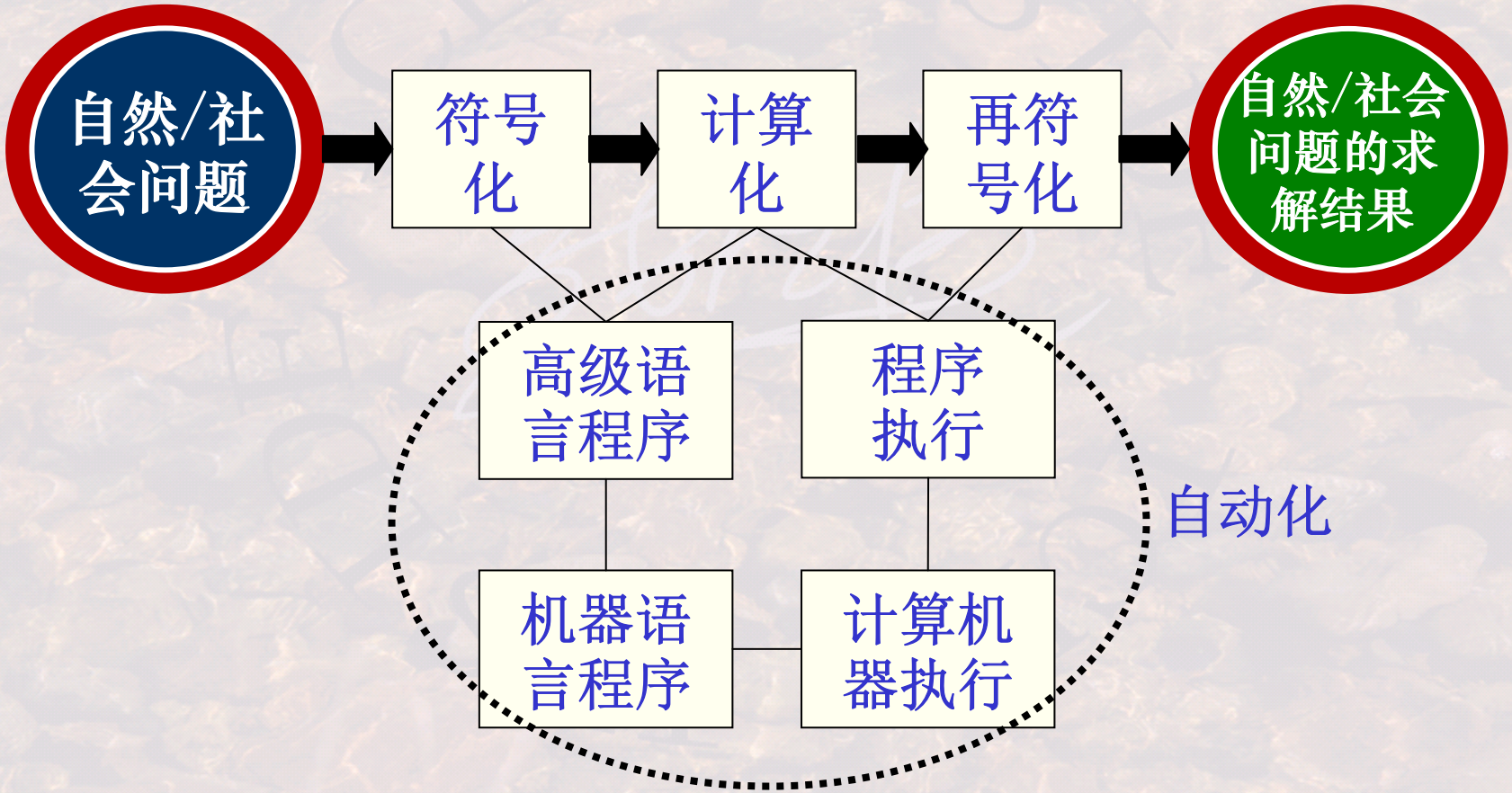

```
X=1;
Y=2;
Sum=0;
While (Sum<0)
   Do {
      Sum = X+Y;
      X=X+1;
      Y=Y+1;
       }
<其他语句>
```

高级语言(程序)的基本构成要素
(6)小结?



高级语言(程序)的基本构成要素
(6)小结?

战德臣 教授



用高级语言构造程序

战德臣

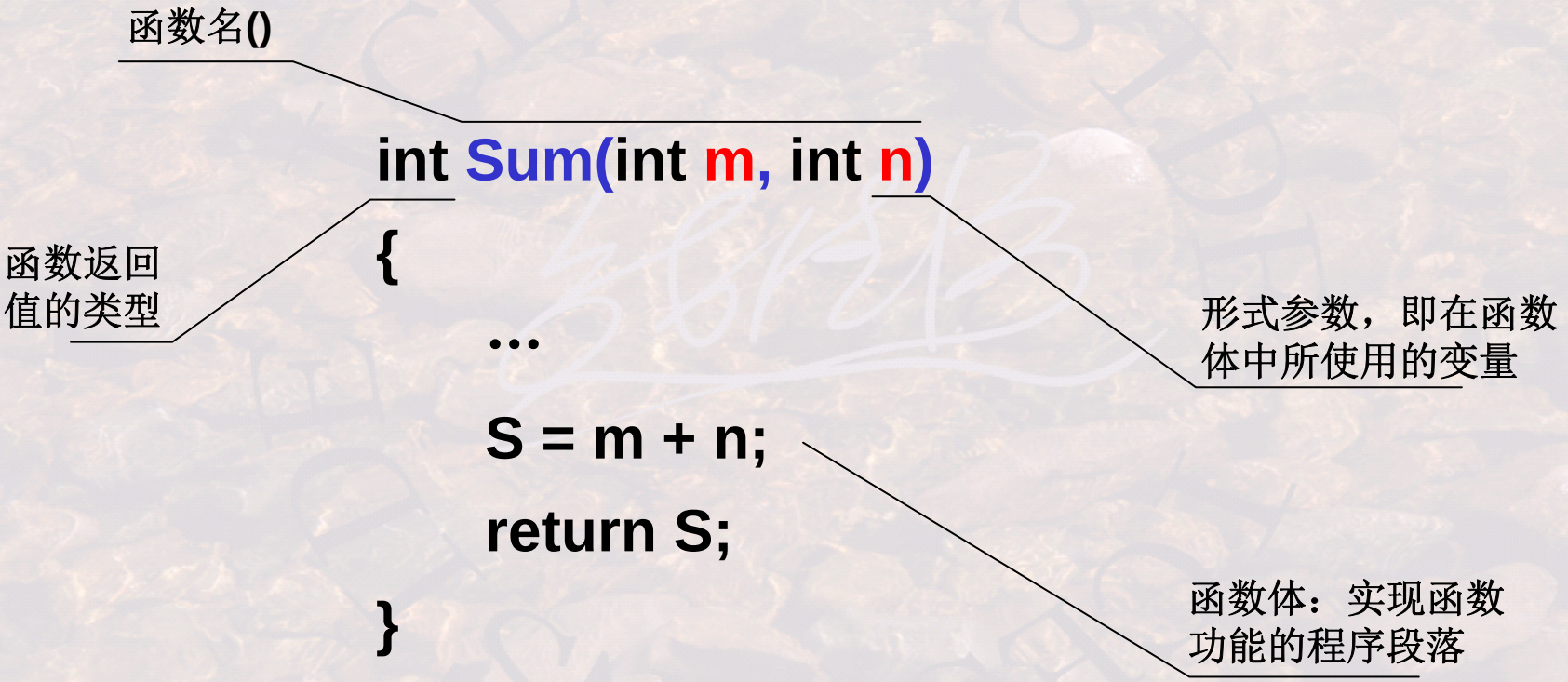
哈尔滨工业大学　教授.博士生导师

教育部大学计算机课程教学指导委员会委员

Research Center on Intelligent Computing for Enterprises & Services, Harbin Institute of Technology

战德臣 教授

函数

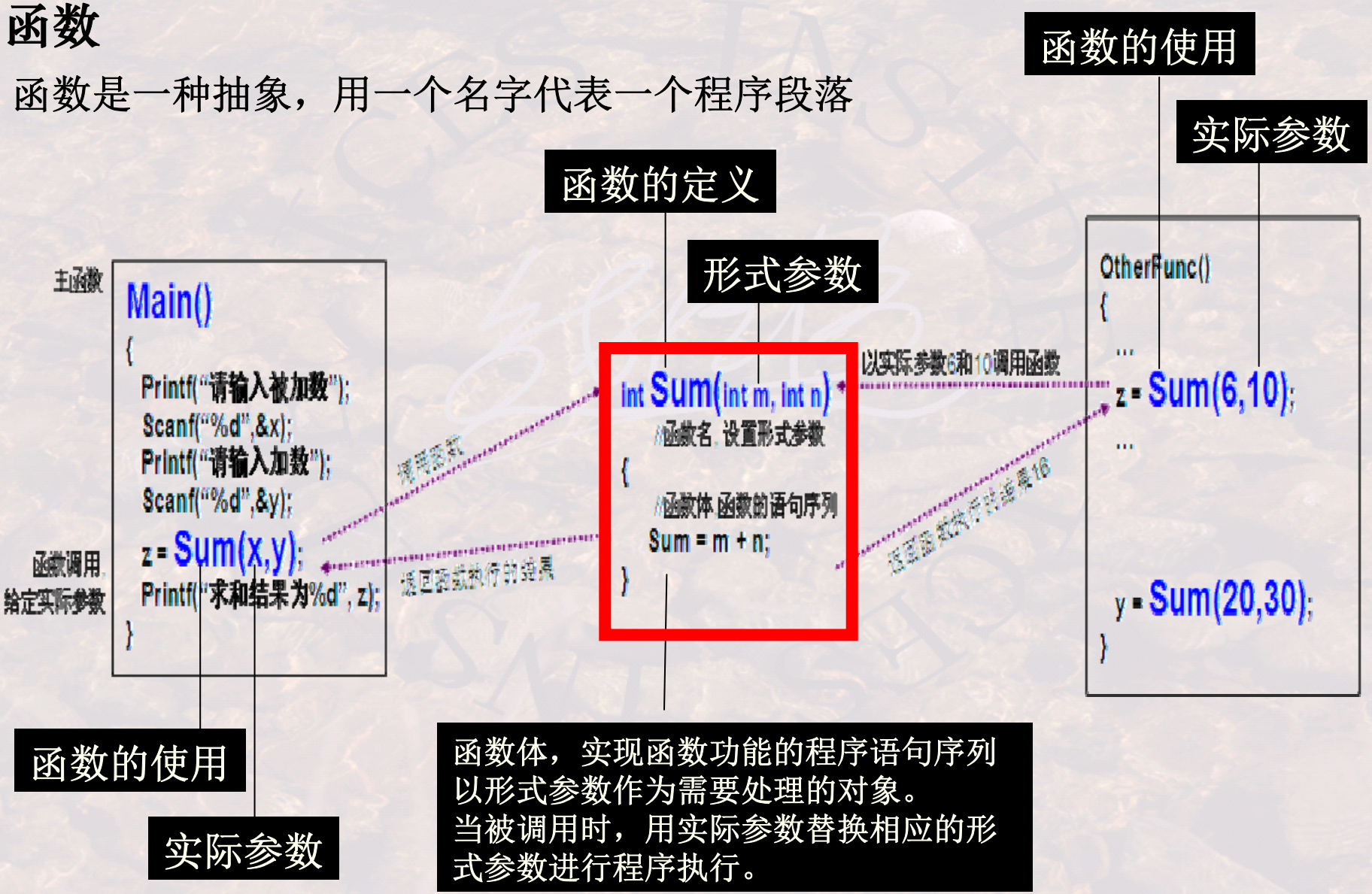


数学上的函数只是一个符号表达，而计算机程序中的函数则是一段可以执行的程序

战德臣 教授

函数

函数是一种抽象，用一个名字代表一个程序段落



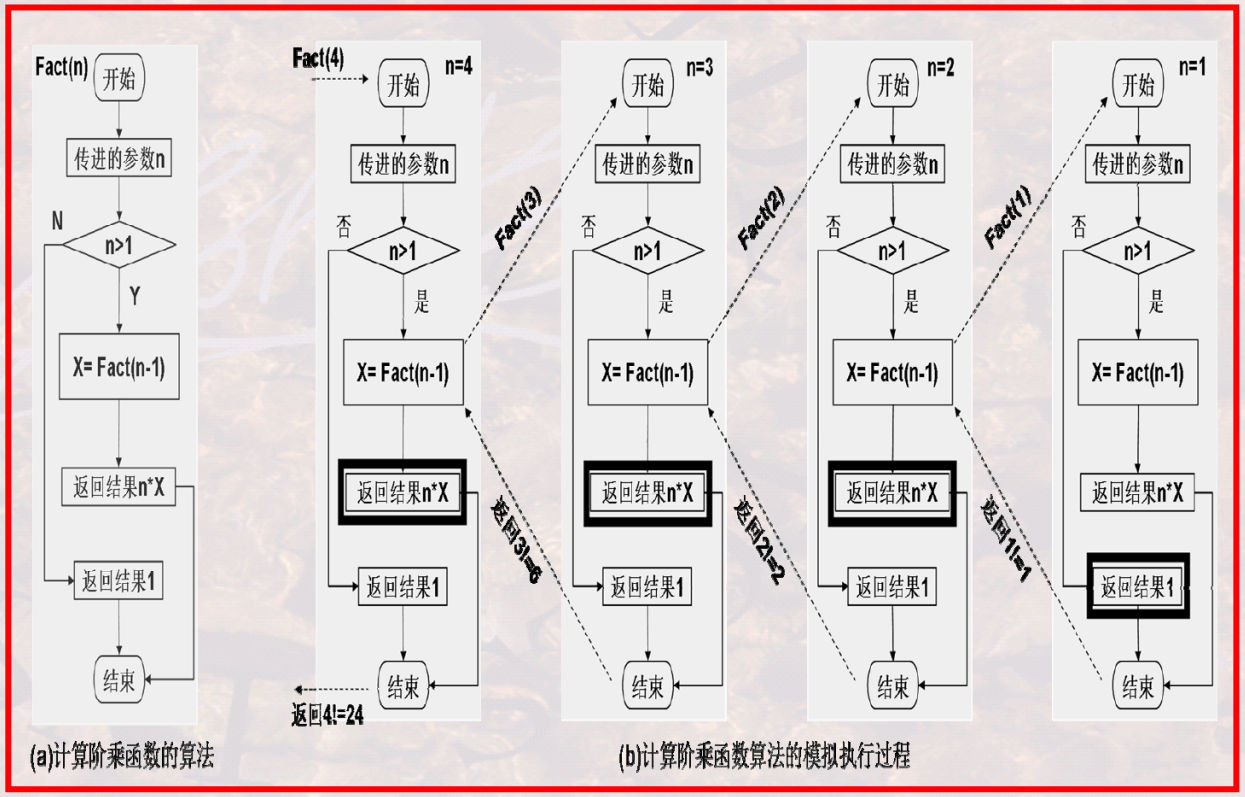
系统提供的可以使用的函数类别

- **数学运算函数**，如三角函数、指数与对数函数、开方函数等；例如sin(α)，Log(x)等；
- **数据转换函数**，如字母大小写变换、数值型数字和字符型数字相互转换等；
- **字符串操作函数**，如取子串、计算字符串长度等；例如，Len("abcd")；
- **输入输出函数**，如输入输出数值、字符、字符串等；例如，Printf(…),Scanf(…)等；
- **文件操作函数**，如文件的打开、读取、写入、关闭等；
- **其它函数**，如取系统日期、绘制图形等。

战德臣 教授

程序示例：阶乘的递归程序如下示意

```
long int Fact(int n)
{    long int x;
     If (n > 1)
     { x = Fact(n-1);
     /*递归调用*/
        return n*x;   }
     else return 1;
    /*递归基础*/
}
```



战德臣 教授

程序示例：阶乘的迭代程序如下示意

$$n! = \begin{cases} 1 & \text{当} n \le 1 \text{时} \\ n \times (n-1) \times \ldots \times 1 & \text{当} n > 1 \text{时} \end{cases}$$

```
long int Fact(int n)
{    int  counter;
     long product = 1;
     for  counter = 1 to n step 1
     { product = product * counter;   }
      /*迭代*/
     return product;
}
```

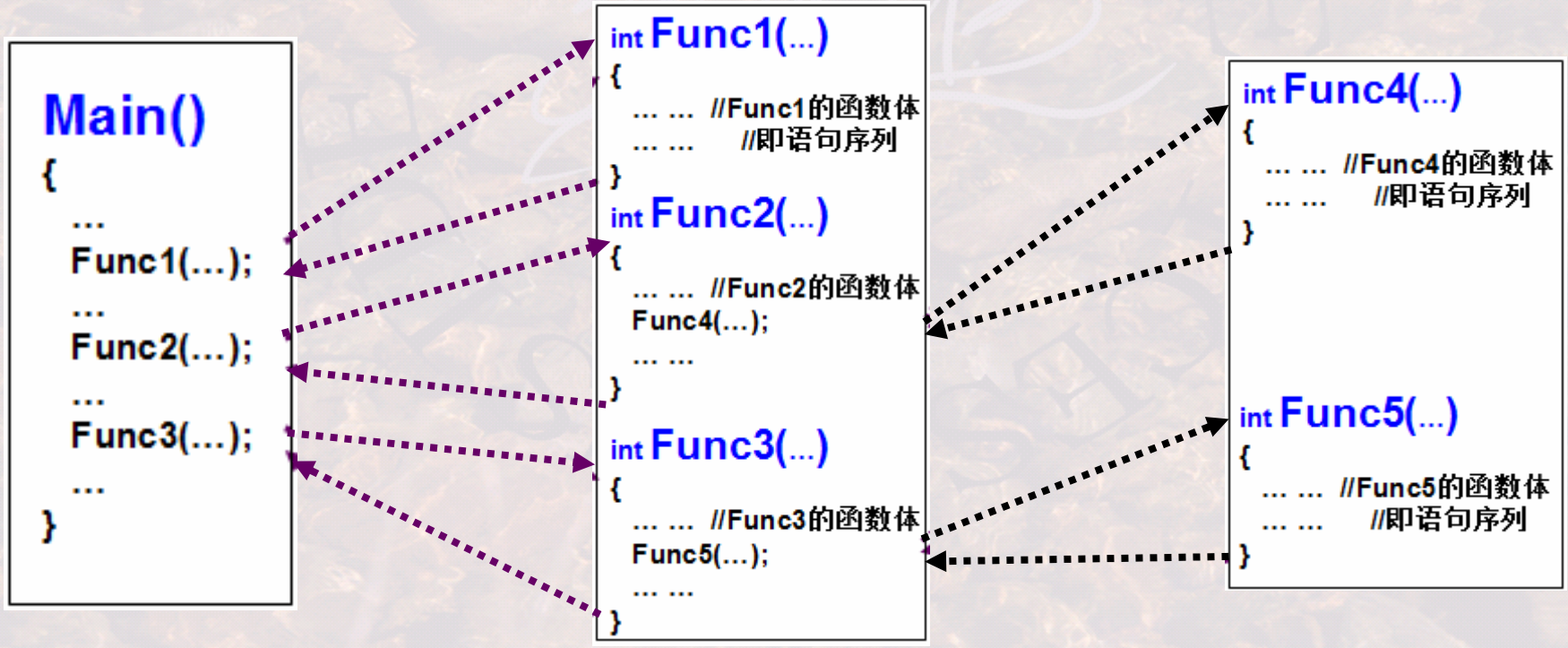
	Product	Counter
初始值	1	
循环第1次	1	1
循环第2次	1	2
循环第3次	2	3
循环第4次	6	4
循环第5次	24	5
循环第6次	120	6

ICES 战德臣 教授

传统程序构造及其表达方法----由粗到细

为控制复杂性，先以函数来代替琐碎的细节，着重考虑函数之间的关系，以及如何解决问题

在前一阶段考虑清楚后或编制完成后，再编写其中的每一个函数。而函数的处理同样采取这种思路



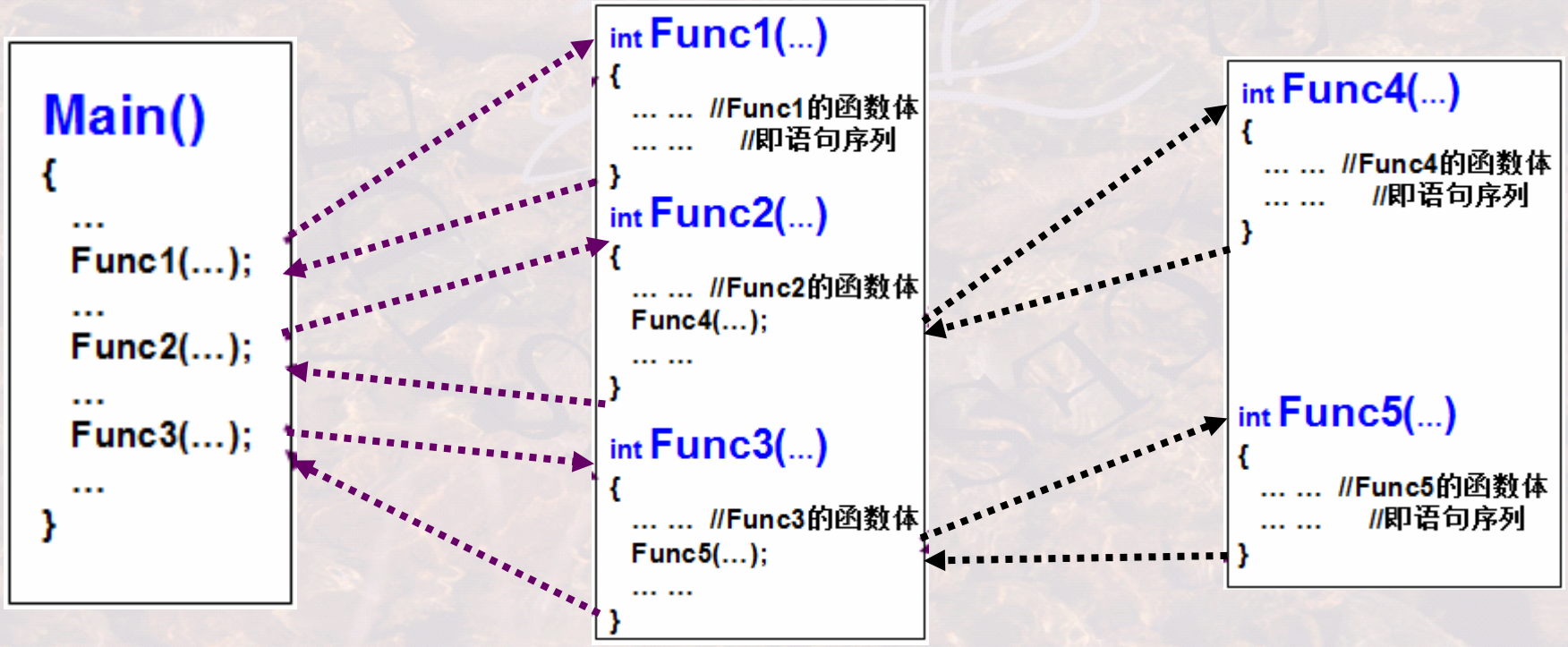
用高级语言构造程序
(4)程序是构造的，不是编的?

战德臣 教授

传统程序构造及其表达方法----也可以由细到粗

首先编写一些基础性的函数，并确定其正确后，再处理上一层次的问题。

上一层次的函数依据下层函数来编写，确认正确后再转至更上层问题处理



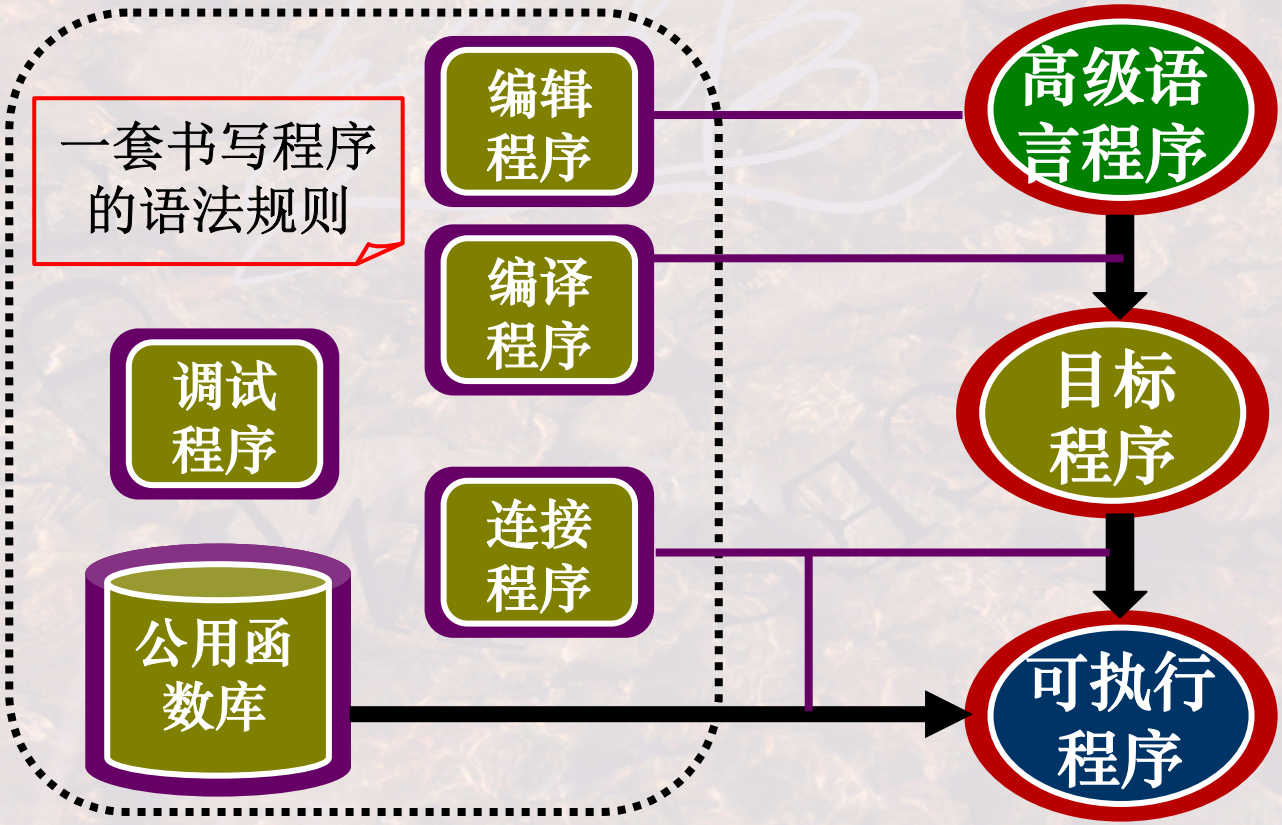
战德臣 教授

程序开发环境

◆程序是算法的一种机器相容(Compatible)的表示，是利用计算机程序设计语言对算法描述的结果，是可以在计算机上执行的算法。

◆程序设计过程：编辑源程序➔编译➔链接➔执行。

计算机语言程序设计环境：编辑、编译、连接、调试、运行一体化平台



高级语言(程序)的基本构成要素
(6)小结?

战德臣 教授

计算机语言与编译器
--一种抽象-自动化机制示例

战德臣

哈尔滨工业大学　教授.博士生导师

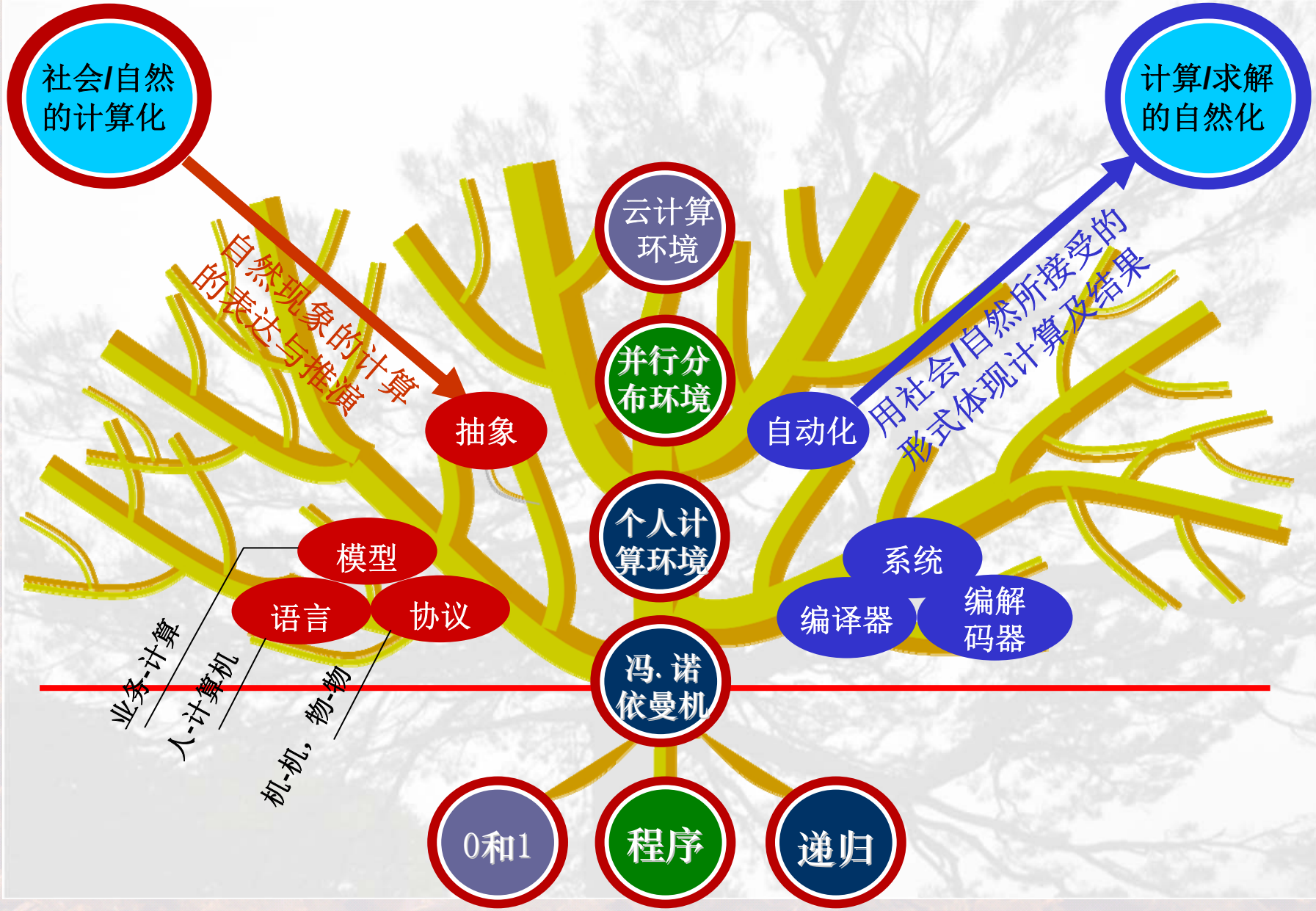
教育部大学计算机课程教学指导委员会委员

Research Center on Intelligent Computing for Enterprises & Services, Harbin Institute of Technology

计算机语言与编译器--一种抽象-自动化机制示例

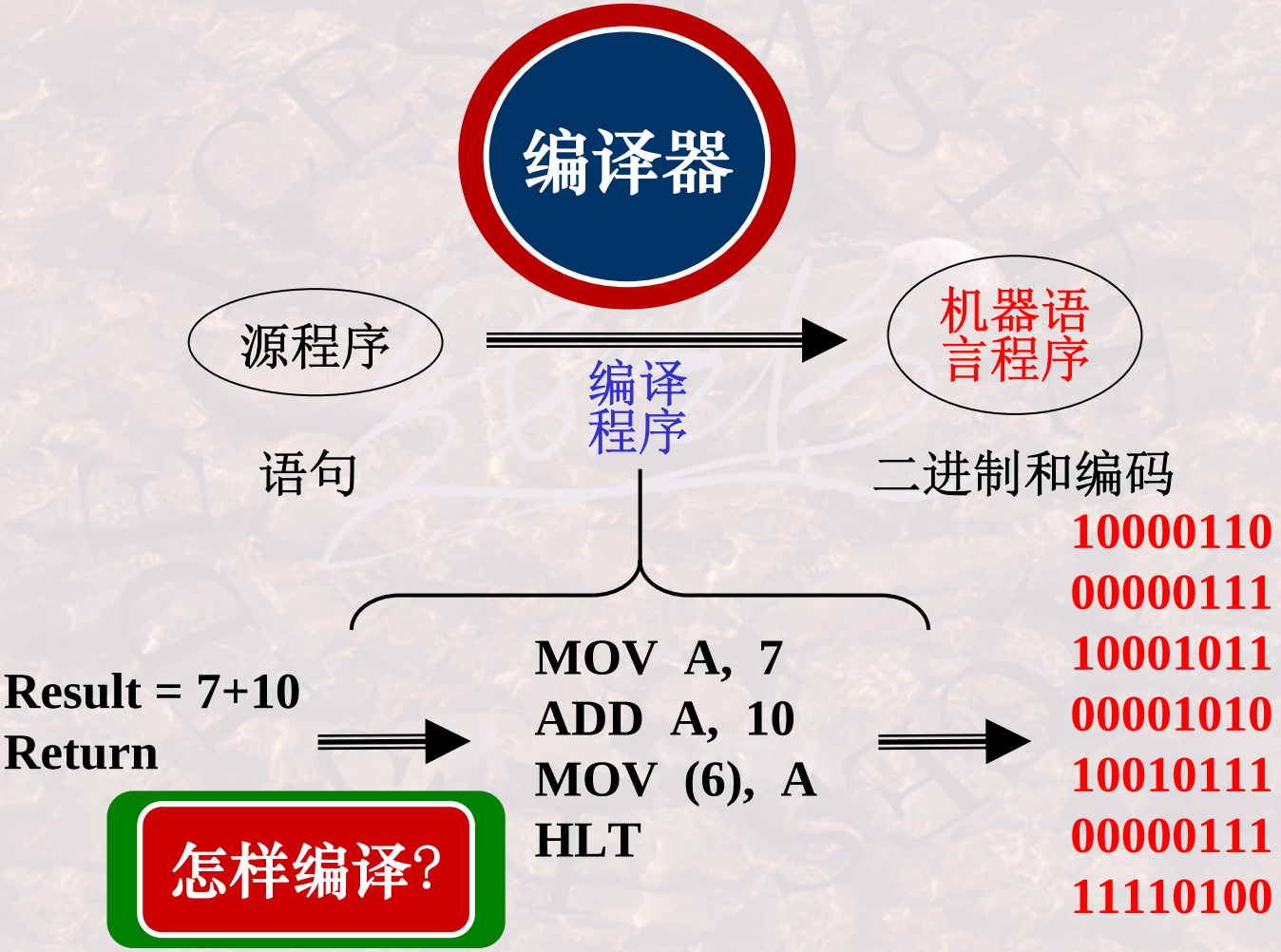
(1)你记得计算之树中的不同抽象层次吗?

战德臣 教授



计算机语言与编译器--一种抽象-自动化机制示例
(2)为什么高级语言程序需要编译?

战德臣 教授



战德臣 教授

由“具体的” 运算式到“模式”运算式

```
Result = 7 + 10;
Sum = 8 + 15;
K = 100 + 105;
... ...
```

→ `V = C + C;`

注：
Result：具体的变量
7, 10：具体的

变化的部分

注：
V：变量
C：常量

= 赋值符号
+ 加法运算符号
; 语句结束符

不变的部分
(保留字)

= 赋值符号
+ 加法运算符号
; 语句结束符

战德臣 教授

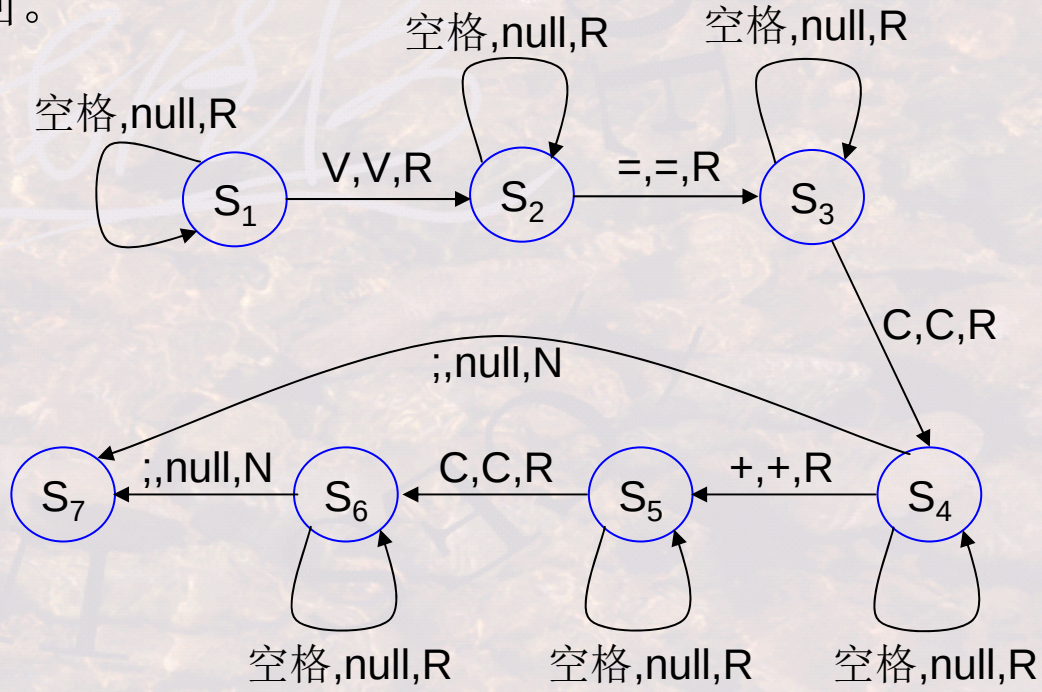
“模式”运算式的识别及常量、变量的标识

V = C + C;

注：字母表{V，C，=，+，空格, ; }；S_1起始状态；S_7终止状态；null表示什么也不写回。

Result = 7 + 10;

(V, 1) = (C, 1) + (C, 2);

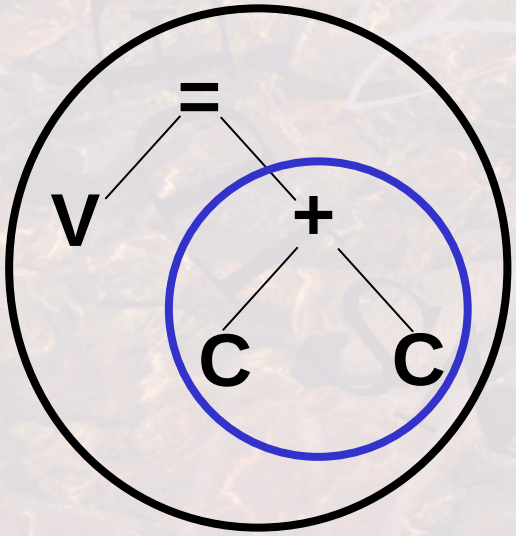


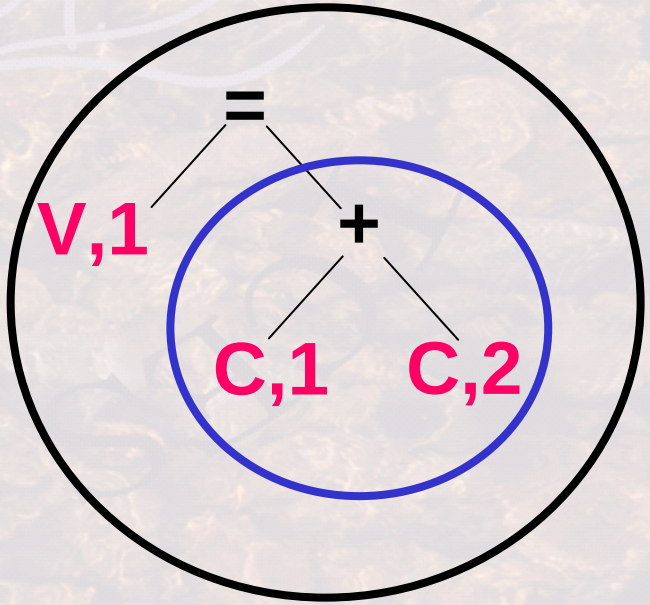
(c)能识别两种模式“V=C;”和 “V=C+C;”并能去除空格的图灵机示意图

战德臣 教授

复杂模式转换为简单模式及其组合

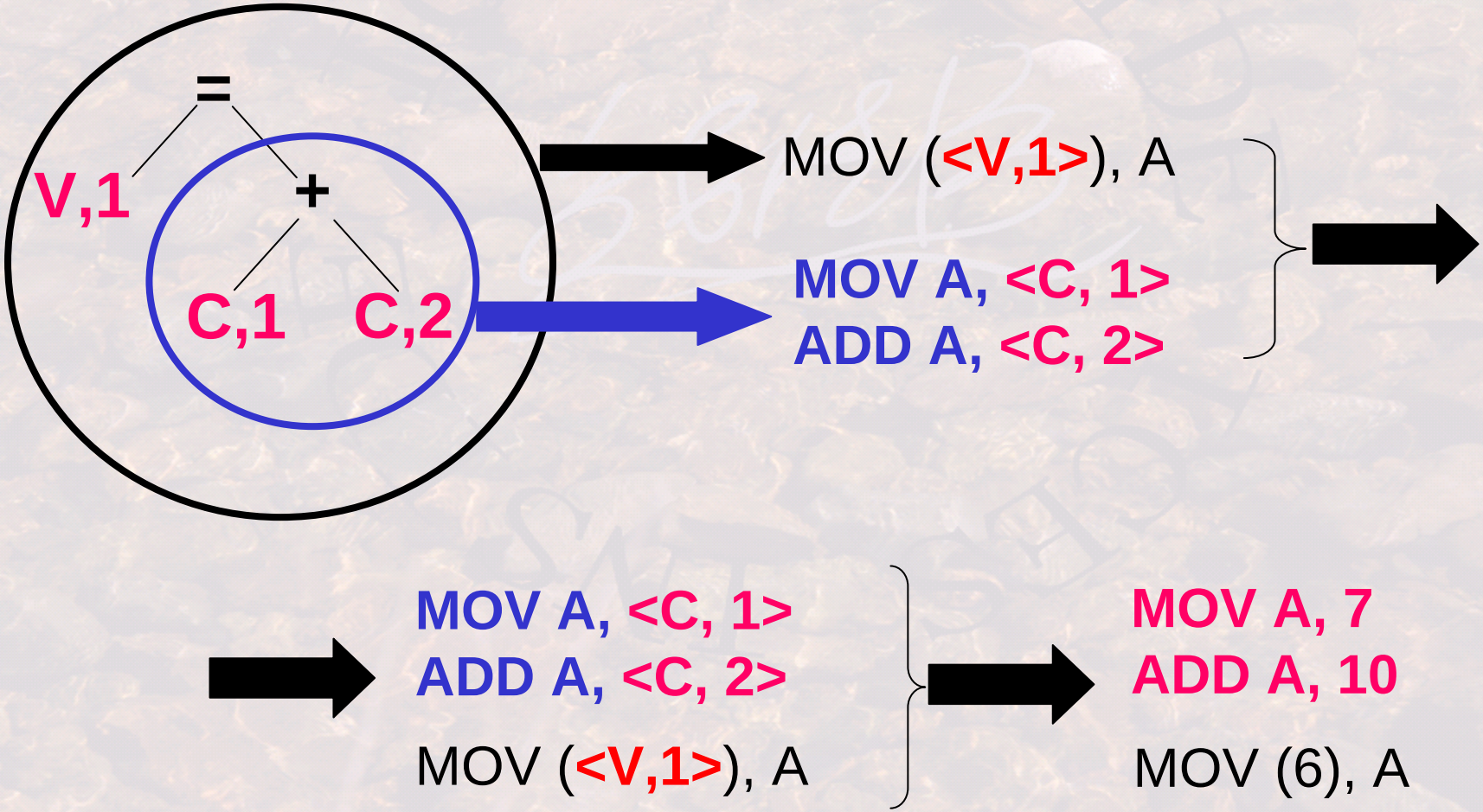
```
V = C + C;
```





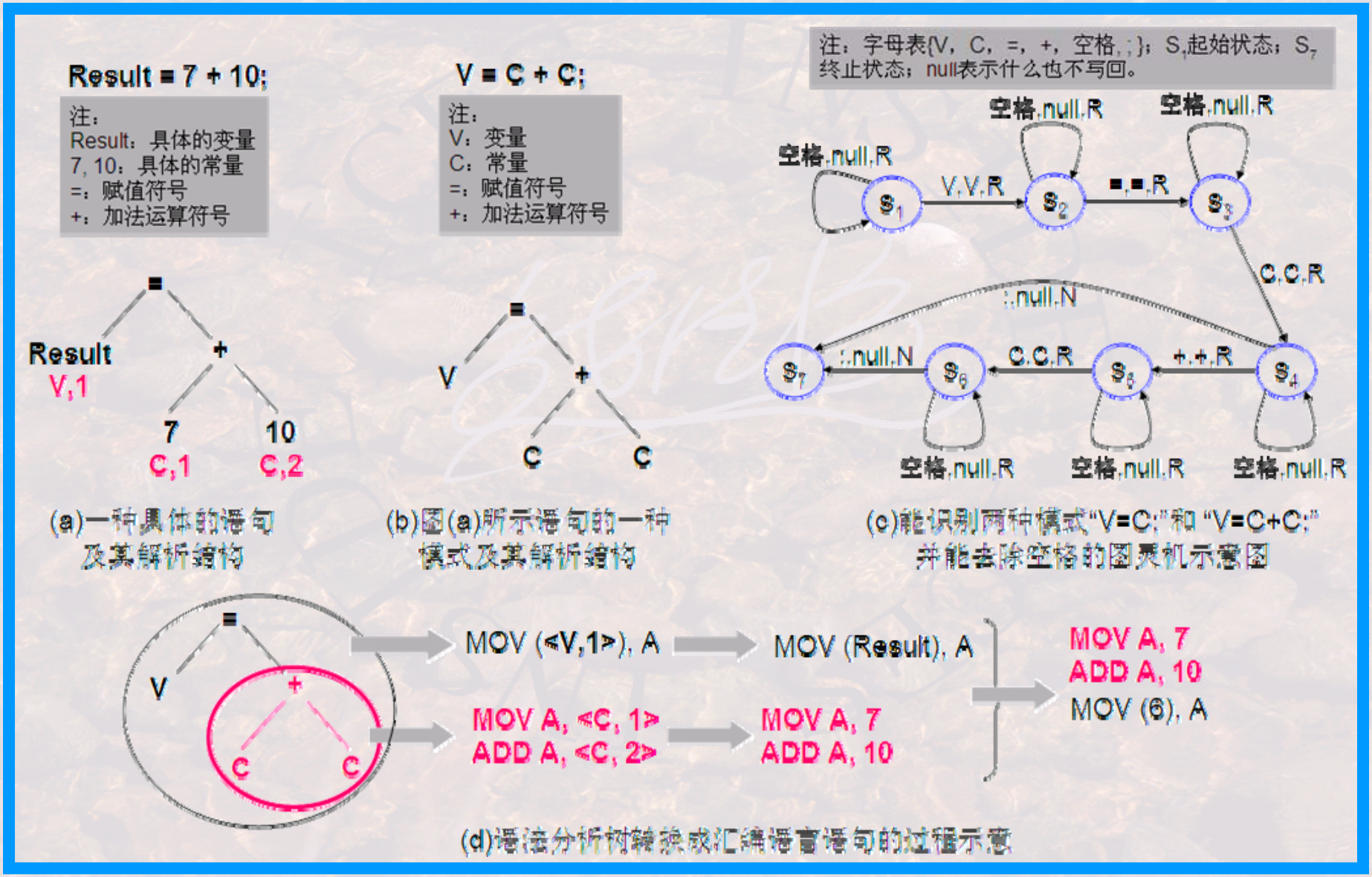
战德臣 教授

将简单模式转换成汇编语言语句序列，用常量值和变量地址进行替换，组合次序调整，得到最后的汇编语言程序



计算机语言与编译器--一种抽象-自动化机制示例
(7)小结

战德臣 教授



计算机语言与编译器--一种抽象-自动化机制示例
(7)小结

战德臣 教授

计算机语言的发展

战德臣

哈尔滨工业大学　教授.博士生导师

教育部大学计算机课程教学指导委员会委员

Research Center on Intelligent Computing for Enterprises & Services, Harbin Institute of Technology

战德臣 教授

用高级语言编写程序

符号化　语句化　结构化

```
K = 0;
For  I =1 to 100 Step 1
{    If  I<=50 && I > 30
     { K =  K+I; }
}
```

高级语言源程序

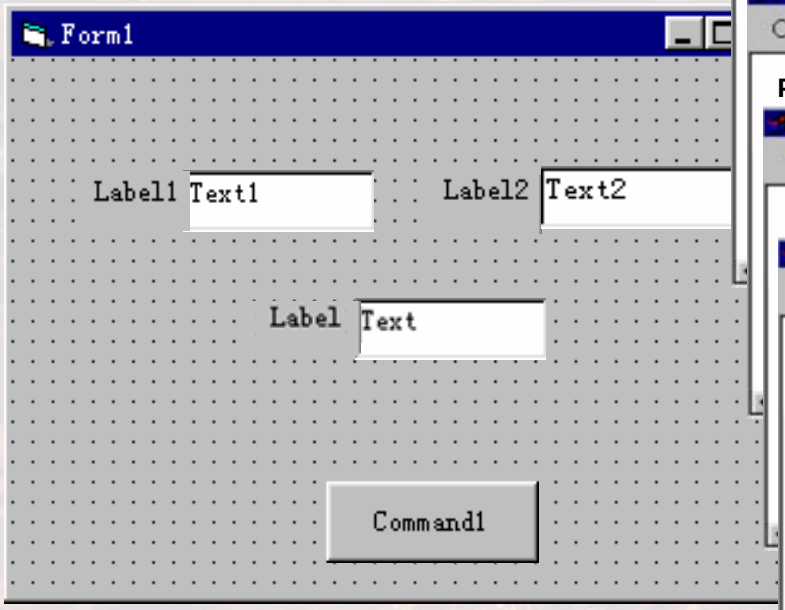
→ 编译化 → 机器语言程序

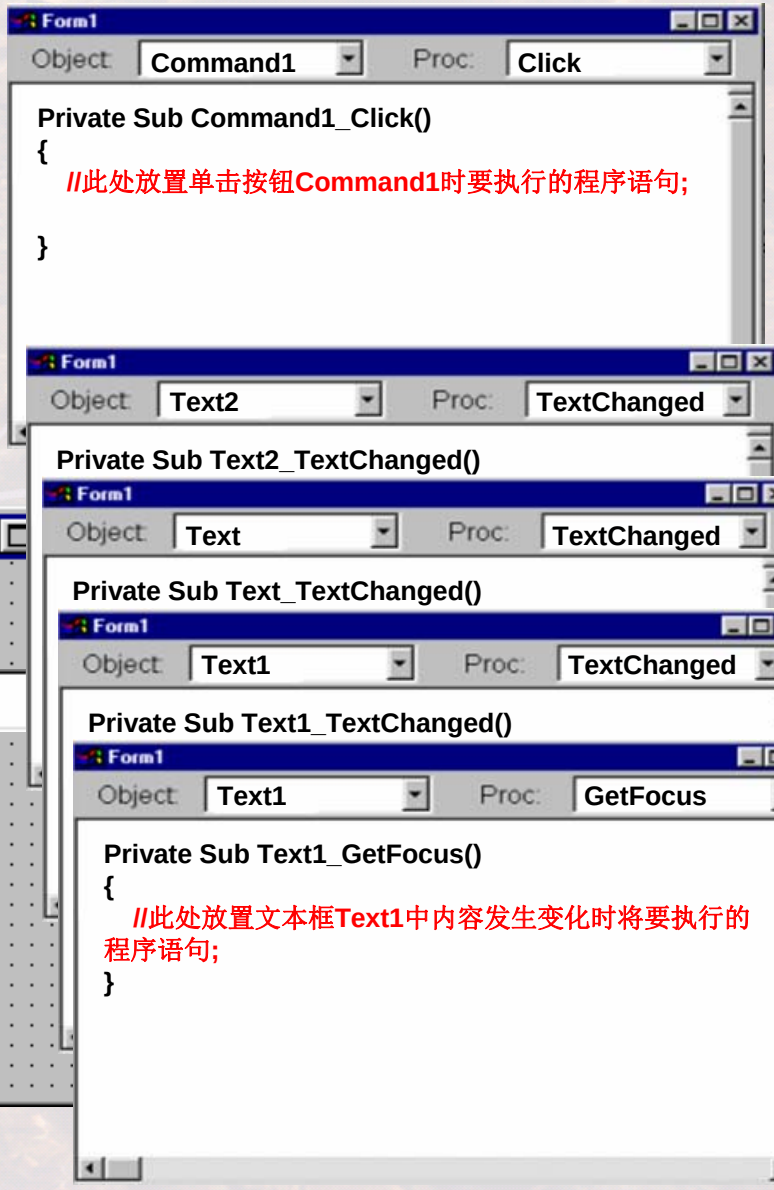
计算机语言的发展
(1)如何更方便地编写程序?

战德臣 教授

面向对象的程序设计语言与可视化构造语言

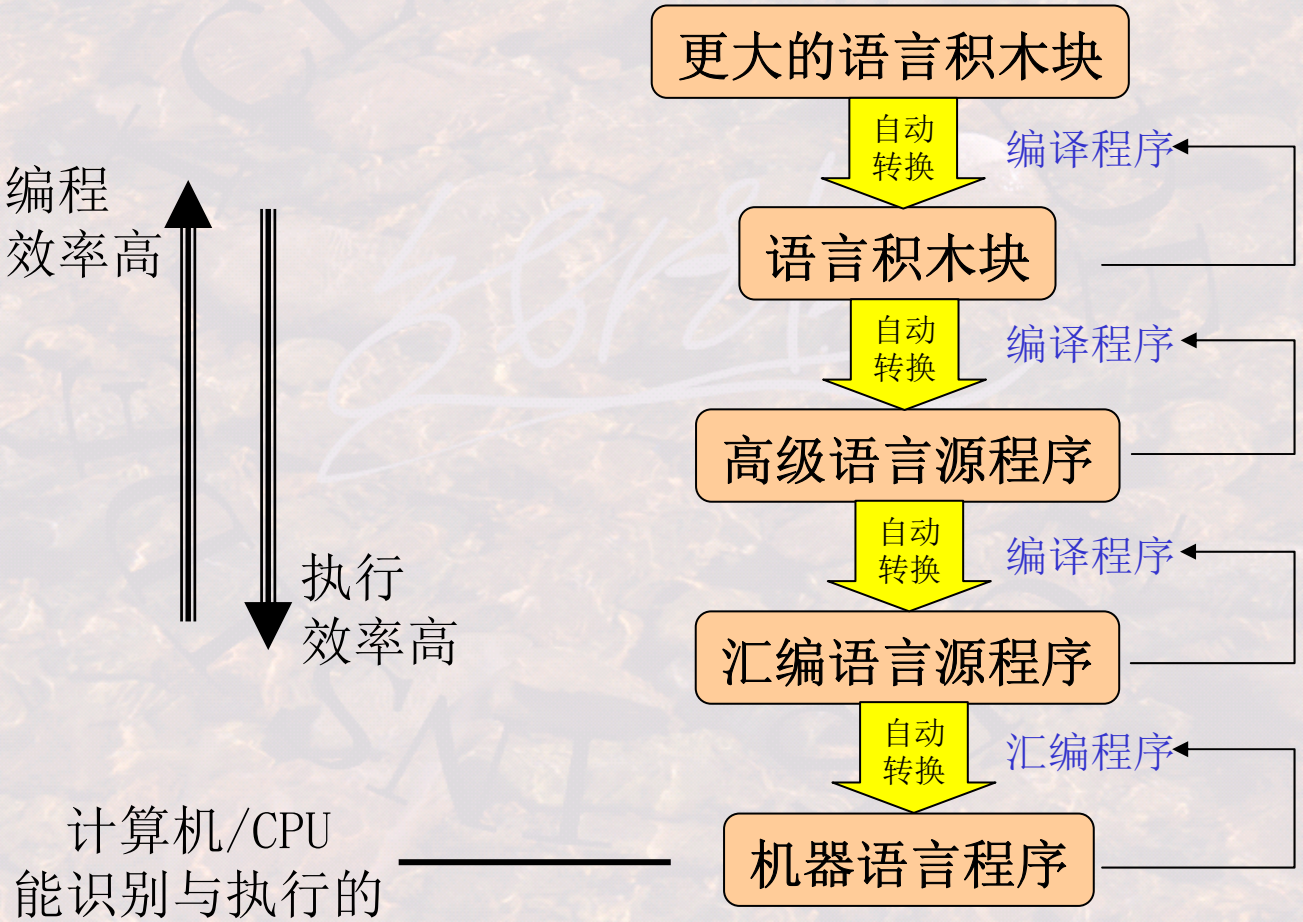
----像堆积木一样构造程序





战德臣 教授

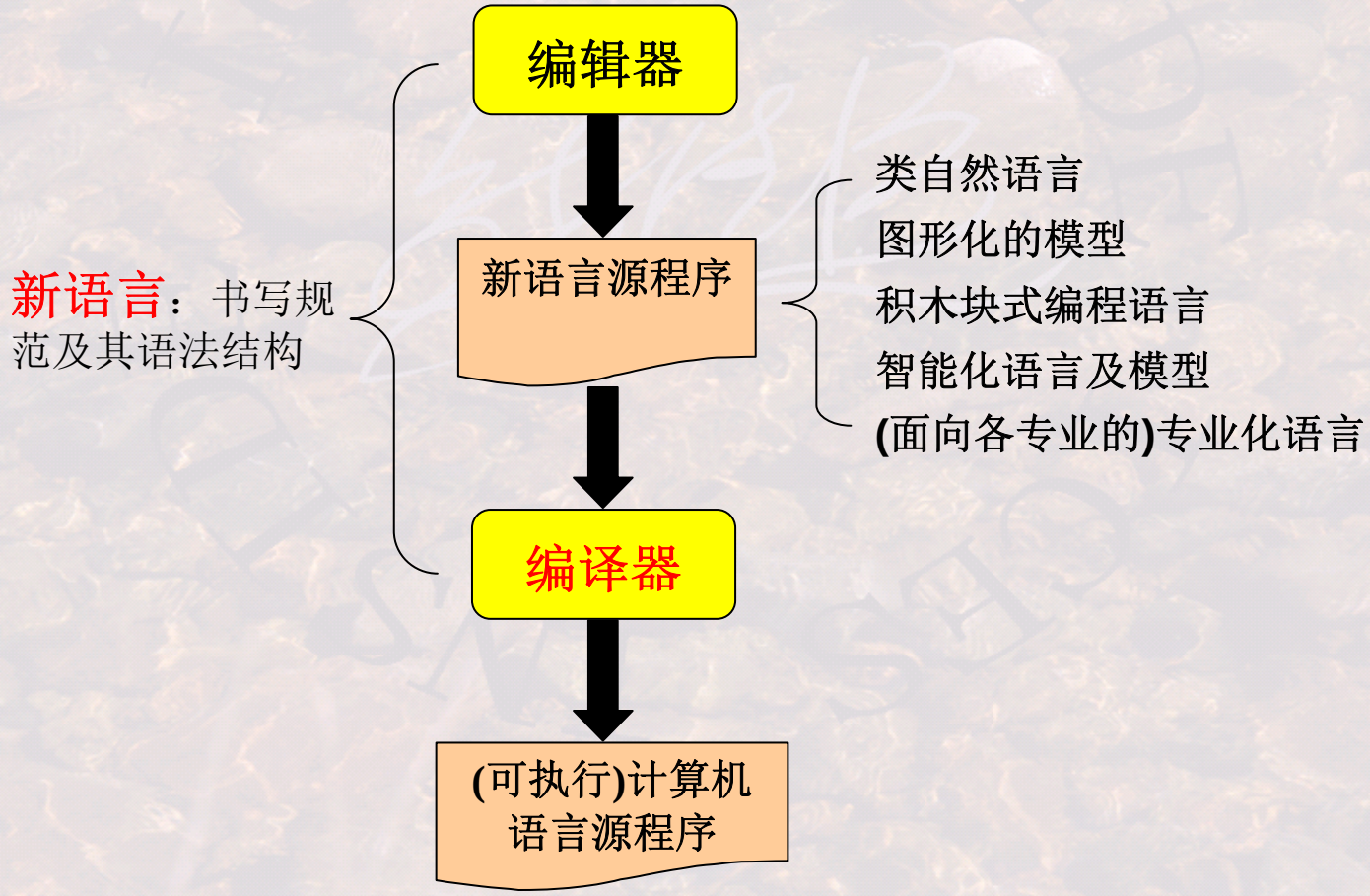
计算机语言发展的基本思维



计算机语言的发展
(3)能否提出新语言?

战德臣 教授

不仅要用语言，还要发明新语言



计算机语言的发展
(3)能否提出新语言?

战德臣 教授

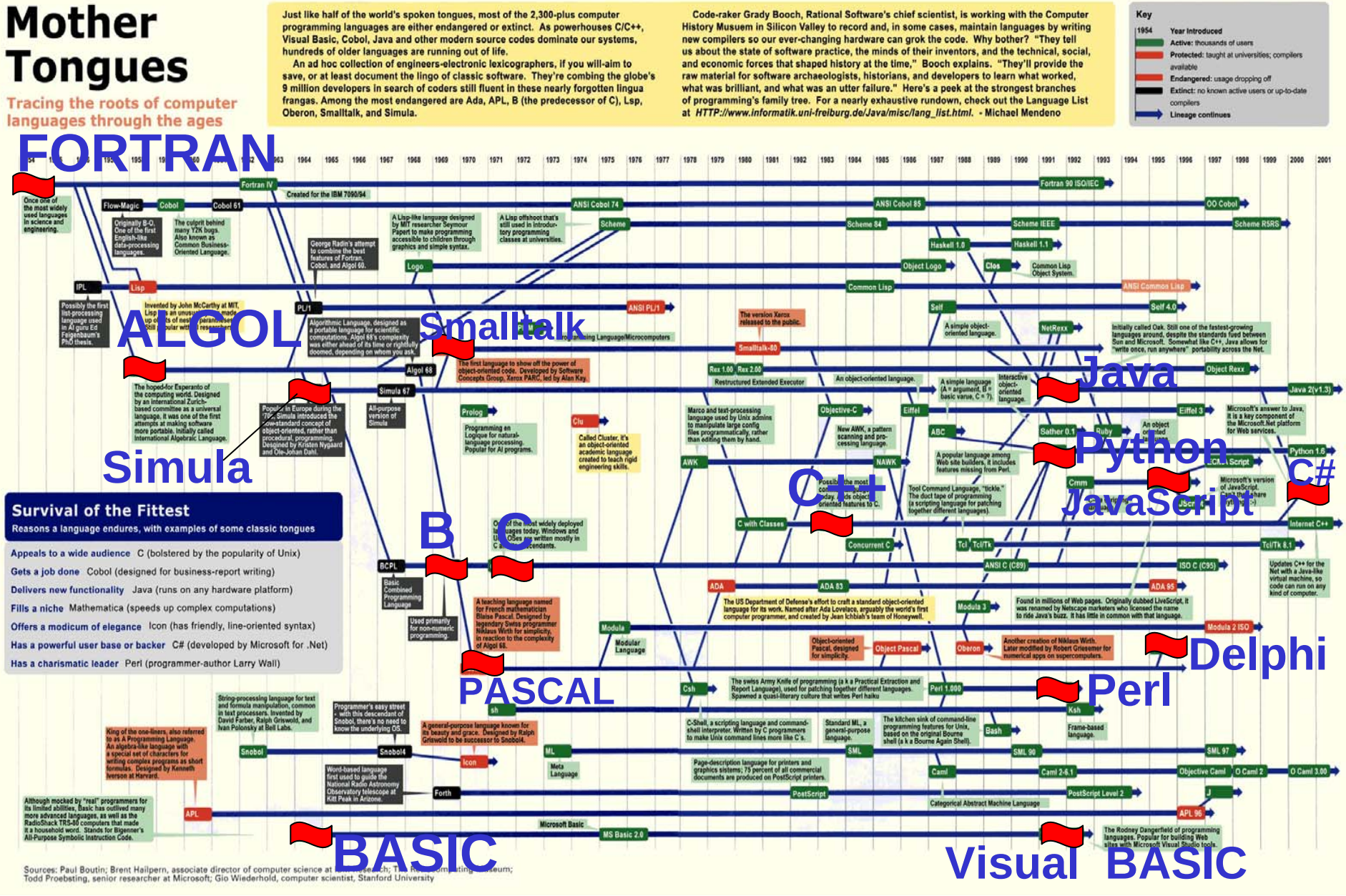
计算机技术是伴随着计算机语言的不断发展而发展起来的

◆因计算机语言获得图灵奖的

- **1966 A.J. Perlis:** 编程技术和编译架构
- **1972 E.W. Dijkstra: ALGOL语言**
- **1974 Donald E. Knuth:** 程序语言
- **1977 John Backus :** 高级语言, **Fortran**
- **1979 Kenneth E. Iverson:** 编程语言, **APL**
- **1980 C. Antony R. Hoare:** 编程语言
- **1981 Edgar F. Codd:** 关系数据库语言
- **1984 Niklaus Wirth:** 开发了**EULER**、 **ALGOL-W**、 **MODULA**和**PASCAL**一系列崭新的计算语言。
- **1987 John Cocke:** 编译器
- **2001 Ole-Johan Dahl**、**Kristen Nygaard:** 面向对象编程,**SIMULA I** 和 **SIMULA 67**中。
- **2003 Alan Kay :**面向对象语言，**Smalltalk**
- **2005 Peter Naur:Algol60**程序语言。
- **2006 Fran Allen:** 编译器

计算机语言的发展
(3)能否提出新语言?

战德臣 教授



计算机语言的发展
(3)能否提出新语言?

战德臣 教授