

计算机组成原理与系统结构

第六章 指令系统

<http://jpkc.hdu.edu.cn/computer/zcyl/dzkjdx/>





第六章 指令系统

6.1

指令格式

6.2

寻址方式

6.3

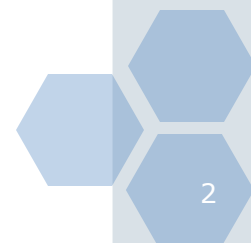
指令类型

6.4

指令系统

本章小结

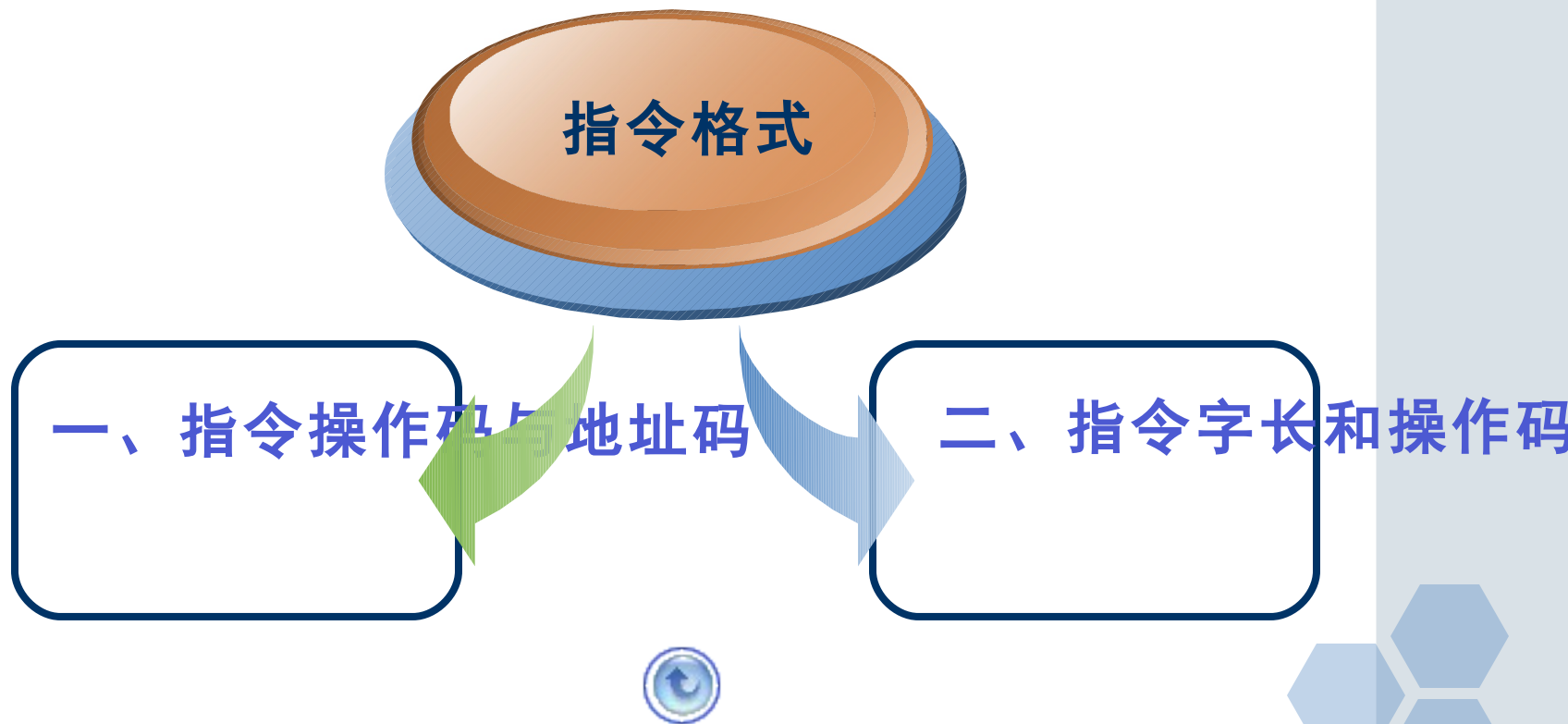
练习





6.1 指令格式

机器指令是指能被计算机硬件识别并执行的 0、1 代码。
指令系统是一台计算机中所有机器指令的集合，它体现了计算机的性能。





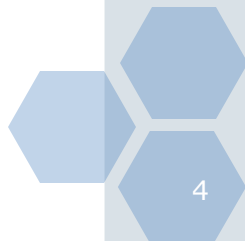
一、指令操作码与地址码

指令是由操作码和地址码两部分组成的：

操作码字段（OP）	地址码字段（A）
-----------	----------

1. **操作码**：用来指明该指令所要完成的操作，如加法、减法、传送、移位、转移等等。

- 位数反映了机器的操作种类，也即机器允许的指令条数，如果操作码有 n 位二进制数，则最多可表示 2^n 种指令。





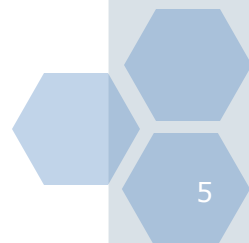
一、指令操作码与地址码

指令是由操作码和地址码两部分组成的：

操作码字段（OP）	地址码字段（A）
-----------	----------

2. **地址码**：用来寻找运算所需要的操作数（源操作数和目的操作数）。

- 地址码包括：源操作数地址、目的操作数地址和下一条指令的地址。
- 地址含义：主存的地址、寄存器地址或者 I/O 设备地址。





一、指令操作码与地址码





1、操作码

- **操作码长度固定：**将操作码集中放在指令字的一个字段内。

这种格式便于硬件设计，指令译码时间短，广泛应用于字长较长的、大中型计算机和超级小型计算机以及 RISC（Reduced Instruction Set Computer）中。如 IBM 370 和 VAX-11 系列机，操作码长度均为 8 位。

- **操作码长度不固定：**指令操作码分散在指令字的不同字段中。

这种格式可有效地压缩操作码的平均长度，在字长较短的微机中被广泛采用。如 PDP-11，Intel 8086/80386 等。





2、地址码

(1) 三地址指令:

- $(A1) \text{ OP } (A2) \rightarrow A_3$



(2) 二地址指令:

- $(A1) \text{ OP } (A2) \rightarrow A1$

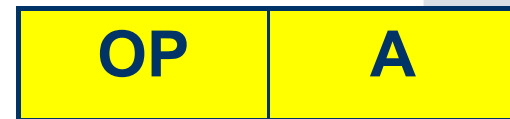


- A1 : 目的操作数

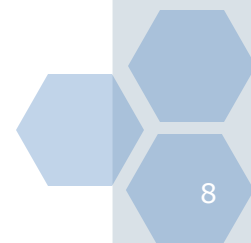
- A2 : 源操作数

(3) 单地址指令:

- $(ACC) \text{ OP } (A) \rightarrow ACC$
- $\text{OP } (A) \rightarrow A$



单目操作: 如 NEG、INC 等
指令





2、地址码

(4) 零地址指令

- 不涉及操作数：如 NOP、HLT 指令
- 操作数隐含：如 PUSH、POP 指令



对于寄存器类型的操作数，地址 A 指寄存器编号。





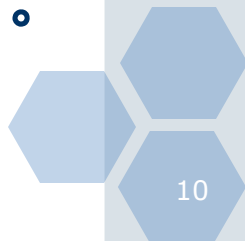
3、操作数类型

1. 按照指令处理的操作数存放位置分：

- 存储器类型：操作数存放在主存中，A 为其地址信息
- 寄存器类型：操作数存放在 CPU 的通用寄存器中，A 为寄存器号
- 立即数类型：操作数存放在指令（地址字段）中

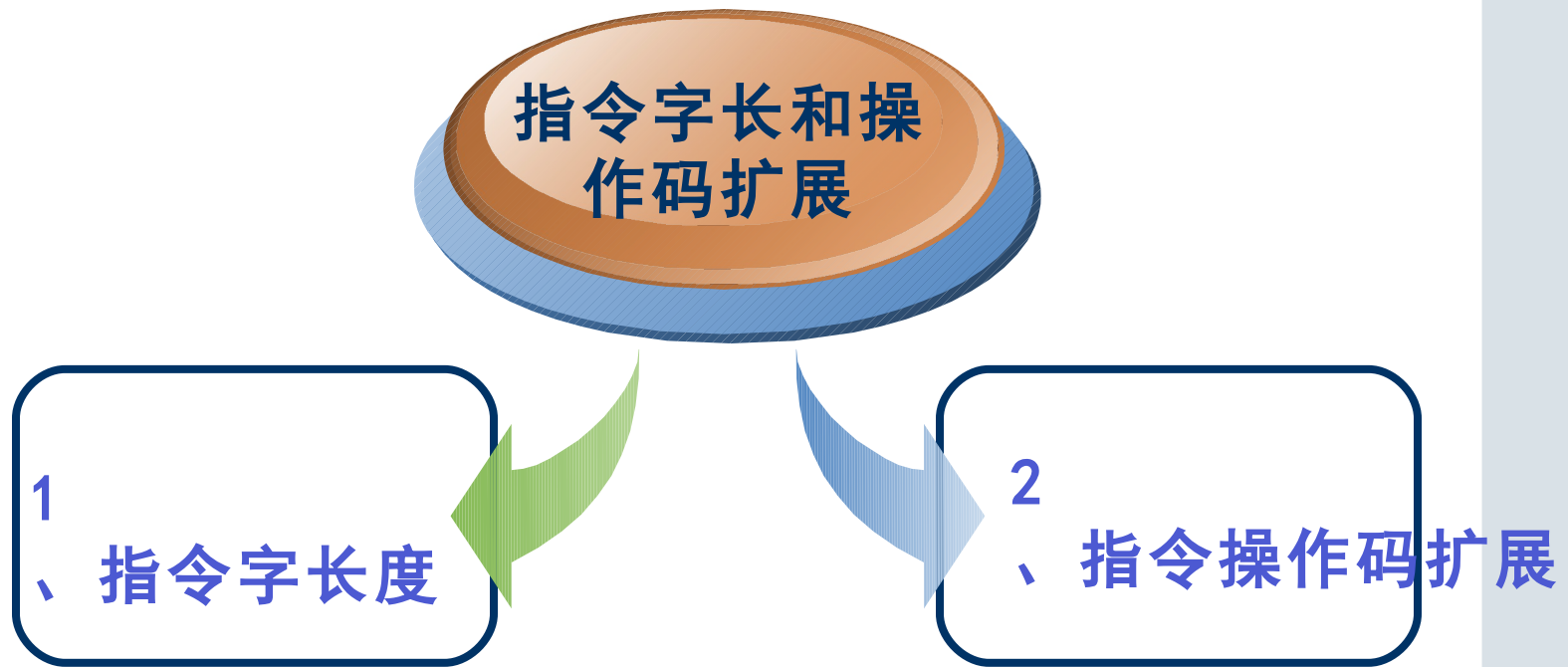
2. 按照指令处理的操作数性质分：

- 地址（addresses）：存储器地址，是无符号整数。
- 数字（numbers）：整数、浮点数、十进制数。
- 字符（characters）
- 逻辑数据：真假两种状态





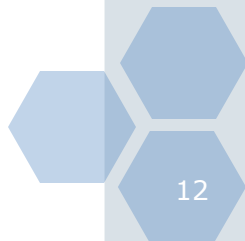
二、指令字长和操作码扩展





1、指令字长度

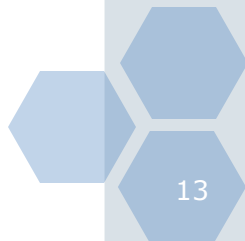
- 机器指令是用二进制机器字来表示的，表示一条指令的机器字，就称为**指令字**。一条指令中所包含的二进制码的位数，称为指令字长度或**指令字长**。它主要取决于操作码的长度、操作数地址的长度和操作数地址的个数。不同机器的指令字长是不相同的。
- 按指令长度固定与否可以分为：
 - ①**固定指令字长的指令**：所有指令的字长均相等，一般等于机器字长。
 - ②**可变指令字长的指令**：指令字长不固定，通常取字节的整数倍。





1、指令字长度

- 按照指令字长与机器字长的关系分类：
 - ①短格式指令：指令字长小于或等于机器字长。
 - ②长格式指令：指令字长大于机器字长。
 - ③一个机器的指令系统中，短格式指令和长格式指令可以并存，通常将最常用的指令设计成短格式指令，可以节省存储空间、提高指令的执行速度。





2、指令操作码扩展

- **固定操作码长度**的格式和**可变操作码长度**格式
- 在设计操作码不固定的指令系统时，应安排指令使用频度高的指令占用短的操作码，对使用频度低的指令可占用较长的操作码，这样可以**缩短经常使用的指令的译码时间**。
- 采用**扩展操作码技术**，使操作码的长度随地址数的减少而增加，即不同地址数的指令可以具有不同长度的操作码，从而可以有效地**缩短**指令字长。指令操作码扩展技术是一种重要的指令优化技术，它可以缩短指令的平均长度，增加指令字所能表示的操作信息。但指令操作码扩展技术需要更多的硬件支持，它的指令译码更加复杂，使控制器设计难度增大。



举例

4 位操作码 ,15 条三地址指令

OP	A_1	A_2	A_3
0000	A_1	A_2	A_3
:	:	:	:
1110	A_1	A_2	A_3

8 位操作码 ,15 条二地址指令

1111	0000	A_2	A_3
:	:	:	:
1111	1110	A_2	A_3

12 位操作码 ,15 条一地址指令

1111	1111	0000	A_3
:	:	:	:
1111	1111	1110	A_3

16 位操作码

1111	1111	1111	0000
:	:	:	:
1111	1111	1111	1111

