

21

高等学校计算机类“十二五”规划教材

《数据结构教程》习题解析 与算法上机实现

◎主 编 胡元义
◎副主编 雷西玲 罗作民 宁耀斌
孙旭霞 陈 曦

SHUJUJIEGOUJIAOCHENGXITIJIE
YUSUANFA SHANGJISHIXIAN



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

《数据结构教程》

习题解析与算法上机实现

主 编 胡元义
副主编 雷西玲 罗作民 宁耀斌
孙旭霞 陈 曦

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是与作者编写的《数据结构教程》(西安电子科技大学出版社, 2012年8月出版)配套使用的辅助教材, 从实践角度对数据结构内容进行了完善和补充。全书对《数据结构教程》中的习题进行了深入浅出的解析, 还针对《数据结构教程》中出现的算法和部分习题的算法调试实现了近80个上机程序并涵盖了数据结构的所有内容, 这对深入掌握和灵活运用数据结构知识, 拓展解题和编程的思维与方法以及提高实际动手能力都有很大的帮助。

本书是一本数据结构算法实现资料, 可以配合目前各类数据结构(C语言)教材使用, 起到衔接教学与实践的作用。此外, 本书也可作为考研资料以及计算机应用人员的实用资料和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

《数据结构教程》习题解析与算法上机实现/胡元义主编.

—西安: 西安电子科技大学出版社, 2012.9

高等学校计算机类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2925-4

I. ①数… II. ①胡… III. ①数据结构—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP311.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 212074 号

策 划 胡华霖

责任编辑 胡华霖 戚文艳

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2012年9月第1版 2012年9月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 18.5

字 数 437千字

印 数 1~3000册

定 价 32.00元

ISBN 978-7-5606-2925-4 / TP·1377

XDUP 3217001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

前 言

数据结构是计算机及相关专业的主干课程之一，其目的是让读者学习、分析和研究数据对象的特性及数据的组织方法，以便选择合适的逻辑结构和存储结构，设计相应的运算操作，把现实世界中的问题转化为计算机内部的表示与处理的方法。在信息科学领域，尤其是在系统软件和应用软件的设计和应用中要用到各种数据结构，因此，掌握数据结构对提高软件设计能力和程序编制水平有很大的帮助。

本书分为两篇。

第一篇为习题解析，共 9 章，分别为《数据结构教程》中各章的习题解析。该篇可在学习数据结构课程时同步使用，以帮助学生加深对数据结构的知识有一个比较全面、深入和系统的认识，达到使理论转化为能力的目的。习题解析部分是作者在多年讲授数据结构课程基础上归纳总结编写而成的，大多取自历年的考研试题。为了便于正确理解有关数据结构的概念，掌握解题思路、方法和技巧，各章的习题大多给出了详尽的解题过程，对有代表性的习题，也进行了详细的分析、归纳和说明。此外，针对某些难题，书中还给出了一些新的解题思路和方法。通过习题解析，引导学生由基本概念出发寻找求解数据结构问题普遍的思路和方法，并由此深化对理论知识的理解，达到举一反三、提高分析问题与解决问题能力的目的。由于习题许多都选自历届考研试题，因此本书也可作为考研复习资料。

第二篇为算法上机实现，对《数据结构教程》中出现的算法和部分习题算法给出了近 80 个上机实现程序并涵盖了数据结构的所有内容，这对深入掌握和灵活运用数据结构知识，拓展编程的思维和方法以及提高实际动手能力都有很大的帮助。数据结构课程对理论与实践的要求都相当高，并且内容多、难度大，虽然大多数数据结构教材都强调了实践的重要性，但缺乏供实践练习的材料和环节，很多教材对算法的描述也只是概述性的伪代码，而无法直接上机实现，学生很难将这些算法转化为实现程序。本篇对《数据结构教程》中所有的算法都给出了上机实现程序和详细的程序注释，阅读起来一目了然，能够很快地掌握算法的精髓和实现手段，使得学生对数据结构知识的实践与应用有一个比较全面、深入和系统的认识，达到理论与实践相结合的目的。通过上机实践，可以开拓学生的视野，培养创新能力。此外，本篇给出的上机程序突出了数据结构内容的全面性、完整性、实用性以及程序设计的新颖性等特点，是一本难得的实用计算机资料。对于各章的算法习题，其完整的实现程序见作者于西安电子科技大学出版社出版的《数据结构实践教程(第二版)》一书。

由于作者水平所限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

作 者

2012 年 1 月

目 录

第一篇 习题解析

第 1 章 绪论习题解析	2
第 2 章 线性表习题解析	8
第 3 章 栈和队列习题解析	16
第 4 章 串习题解析	26
第 5 章 数组与广义表习题解析	35
第 6 章 树与二叉树习题解析	47
第 7 章 图习题解析	65
第 8 章 查找习题解析	86
第 9 章 排序习题解析	105

第二篇 算法上机实现

第 10 章 线性表算法上机实现	124
10.1 顺序表基本运算	124
10.2 在表头插入生成单链表	126
10.3 在表尾插入生成单链表	127
10.4 单链表基本运算	129
10.5 双向链表基本运算	132
10.6 静态链表	136
10.7 例 2.1 算法实现	139
10.8 例 2.2 算法实现	140
10.9 例 2.3 算法实现	142
10.10 例 2.4 算法实现	144
10.11 例 2.5 算法实现	146
第 11 章 栈和队列算法上机实现	148
11.1 顺序栈基本运算	148
11.2 链栈基本运算	150
11.3 循环队列基本运算	152
11.4 链队列基本运算	154
11.5 例 3.1 算法实现	156

11.6 例 3.5 算法实现.....	159
第 12 章 串算法上机实现.....	163
12.1 顺序串基本运算.....	163
12.2 生成链串与求串长、串连接运算.....	165
12.3 链串中求子串运算.....	167
12.4 链串中串插入运算.....	169
12.5 串的简单模式匹配.....	171
12.6 串的回溯 KMP 匹配.....	172
第 13 章 数组与广义表算法上机实现.....	175
13.1 矩阵转置.....	175
13.2 矩阵的快速转置.....	178
13.3 稀疏矩阵的十字链表存储.....	180
13.4 生成广义表及求广义表长度和深度运算.....	183
第 14 章 树与二叉树算法上机实现.....	190
14.1 二叉树的遍历.....	190
14.2 二叉树的非递归遍历.....	192
14.3 另一种后序非递归遍历二叉树的方法.....	195
14.4 按层次遍历二叉树.....	197
14.5 由二叉树的遍历序列恢复二叉树.....	200
14.6 二叉树遍历的应用.....	202
14.7 中序线索二叉树.....	205
14.8 哈夫曼树及哈夫曼编码.....	208
14.9 例 6.4 算法实现.....	212
第 15 章 图算法上机实现.....	214
15.1 建立无向图的邻接矩阵.....	214
15.2 图的深度优先搜索.....	216
15.3 图的广度优先搜索.....	218
15.4 图的连通性.....	222
15.5 深度优先生成树.....	225
15.6 广度优先生成树.....	227
15.7 最小生成树的 Prim 算法.....	231
15.8 最小生成树的 Kruskal 算法.....	233
15.9 单源点最短路径的 Dijkstra 算法.....	235
15.10 每一对顶点间最短路径的 Floyd 算法.....	237
15.11 拓扑排序.....	239
15.12 关键路径.....	242
第 16 章 查找算法上机实现.....	249
16.1 顺序查找.....	249

16.2	折半(二分)查找	250
16.3	分块查找	251
16.4	二叉排序树建立、结点的查找和删除	253
16.5	平衡二叉树的建立、结点的查找和删除	257
16.6	哈希(Hash)查找	264
第 17 章	排序算法上机实现	268
17.1	插入排序	268
17.2	折半插入排序	269
17.3	希尔(Shell)排序	270
17.4	冒泡排序	272
17.5	双向冒泡排序	274
17.6	快速排序	275
17.7	选择排序	277
17.8	堆排序	278
17.9	归并排序的递归算法实现	280
17.10	归并排序的非递归算法实现	281
17.11	基数排序	283
参考文献	287

第一篇

习题解析

第 1 章 绪论习题解析

1. 单项选择题

(1) 研究数据结构就是研究_____。

- A. 数据的逻辑结构
- B. 数据的存储结构
- C. 数据的逻辑结构和存储结构
- D. 数据的逻辑结构、存储结构及其数据在运算上的实现

(2) 下面关于算法的说法，错误的是_____。

- A. 算法最终必须由计算机程序实现
- B. 为解决某问题的算法和为该问题编写的程序含义是相同的
- C. 算法的可行性是指指令不能有二义性
- D. 以上三种说法

(3) 数据的_____包括集合、线性、树和图 4 种基本类型。

- A. 存储结构
- B. 逻辑结构
- C. 基本运算
- D. 算法描述

(4) 数据的存储结构包括顺序、链接、散列和_____4 种基本类型。

- A. 向量
- B. 数组
- C. 集合
- D. 索引

(5) 关于逻辑结构，以下说法错误的是_____。

- A. 逻辑结构与数据元素本身的形式和内容无关
- B. 逻辑结构与数据元素的相对位置有关
- C. 逻辑结构与所含结点的个数无关
- D. 一些表面上很不相同的数据可以有相同的逻辑结构

(6) 根据数据元素之间关系的不同特性，以下 4 类基本逻辑结构反映了 4 类基本数据的组织形式。下面解释中错误的是_____。

- A. 集合中任何两个结点之间都有逻辑关系，但组织形式松散
- B. 线性结构中结点按逻辑关系依次排列成一条“锁链”
- C. 树形结构具有分支、层次的特点，其形态有点像自然界中的树
- D. 图状结构中各结构点按逻辑关系互相缠绕，任何两个结点都可以邻接

(7) 下面程序的时间复杂度为_____。

```
for(i=0;i<m;i++)  
    for(j=0;j<n;j++)  
        A[i][j]=i*j;
```

- A. $O(m^2)$
- B. $O(n^2)$
- C. $O(m \times n)$
- D. $O(m + n)$

【解析】

(1) 数据结构包括逻辑结构、存储结构及数据在运算上的实现这三部分内容。故选 D。

(2) 程序中的语句最终都要转化(编译)成计算机的可执行指令,而算法则无此限制,即算法可以采用自然语言、流程图等形式描述。为解决某问题的算法和为该问题编写的程序含义不一定相同,因为这个程序可能不满足有穷性(出现死循环)。此外,算法的可行性是指每一条指令都应在有限时间内完成。因此, A、B、C 项都是错误的, 故选 D。

(3) 选 B。

(4) 选 D。

(5) 数据的逻辑结构是对数据之间关系的描述,与数据元素之间的相对位置无关; 故选项 B 错, 即选 B。

(6) 集合结构的数据元素之间除了“属于同一集合”的联系之外没有其他关系; 故选项 A 错, 即选 A。

(7) 程序段由两重 for 循环组成; 外层 for 循环执行 m 次, 内层 for 循环执行 n 次, 即循环体赋值语句共执行了 $m \times n$ 次, 故选 C。

2. 多项选择题

(1) 数据元素是_____。

A. 数据集合中的一个个体

B. 数据的基本单位

C. 数据的最小单位

D. 一个结点

E. 一个记录

(2) 数据结构被形式地定义为 (K, R) , 其中 K 是 ① 的有限集, R 是 K 上的 ② 有限集。

A. 算法

B. 数据元素

C. 数据操作

D. 逻辑结构

E. 操作

F. 映像

G. 存储

H. 关系

(3) 线性结构的顺序存储结构是一种 ① 的存储结构, 线性结构的链式存储结构是一种 ② 的存储结构。

A. 随机存取

B. 顺序存取

C. 索引存取

D. 散列存取

E. 随机存取和索引存取

(4) 算法分析的目的是 ①, 算法分析的两个主要方面是 ②。

① A. 找出数据结构的合理性

B. 研究算法中输入和输出关系

C. 分析算法的效率以求改进

D. 分析算法的易懂性和文档性

② E. 空间复杂度和时间复杂度

F. 正确性和简单性

G. 可读性和文档性

H. 数据复杂性和程序复杂性

(5) 算法指的是 ①, 它必须具备输入、输出、② 等五个特性。

① A. 计算方法

B. 排序方法

- C. 解决问题的有限运算序列 D. 调度方法
② E. 可执行性、可移植性和可扩充性 F. 可行性、确定性和有穷性
G. 确定性、有穷性和稳定性 H. 易读性、稳定性和安全性

【解析】

(1) 数据元素是数据集合中的一个“个体”，是数据的基本单位，在有些情况下数据元素也称为元素、结点、顶点和记录等。故选 A、B、D、E。

(2) 选：① B；② H。

(3) 顺序存储结构是一种随机存取结构；链式存储结构是一种顺序(一个结点一个结点的顺序查找)存取结构，故选：① A；② B。

(4) 算法分析的目的是考察算法的时间和空间效率，以求改进算法或对不同的算法进行比较。因此选：① C；② E。

(5) 选：① C；② F。

3. 填空题

(1) 一个数据结构在计算机中的_____称为存储结构。

(2) 对于给定的 n 个元素，可以构造出的逻辑结构有_____、_____、_____和_____4 种。

(3) 数据是描述客观事物的数、字符以及所有_____计算机中并被计算机程序所_____的符号集合。

(4) 线性结构中的元素之间存在_____关系，树形结构中元素之间存在_____关系，图形结构中的元素之间存在_____关系，而集合结构中的元素之间不存在_____关系。

(5) 数据结构研究数据的_____和_____以及它们之间的相互关系，并对这种结构定义相应的_____且设计出相应的_____。

(6) 数据的_____结构与数据元素本身的内容和形式无关。

(7) 一个算法的时空性能是指该算法的_____和_____；前者是算法包含的_____，后者是算法需要的_____。

【解析】

(1) 数据的存储结构是数据结构在计算机中的实现方法，包括数据结构中数据元素的表示以及数据元素之间关系的表示。因此填：表示。

(2) 根据数据元素之间关系的不同特性，可以划分为集合结构、线性结构、树形结构和图结构。故填：集合结构 线性结构 树形结构 图结构。

(3) 应填：能够输入到 处理。

(4) 应填：一对一 一对多 多对多 逻辑。

(5) 应填：逻辑结构 存储结构 运算 算法。

(6) 应填：逻辑。

(7) 应填：时间性能(或时间效率) 空间性能(或空间效率) 计算量 存储量。

4. 判断题

(1) 顺序存储方式只能用于存储线性结构。

- (2) 数据元素是数据的最小单位。
- (3) 算法可以用不同的语言描述，如果用 C 语言编写一个程序则该程序就是算法。
- (4) 数据结构是带有结构的数据元素的集合。
- (5) 数据的逻辑结构是指各数据元素之间的逻辑关系，是用户根据需要而建立的。
- (6) 数据结构、数据元素、数据项在计算机中的表示(映像)分别称为存储结构、结点、数据域。

【解析】

- (1) 错。顺序存储方式也可用来存储树形结构，如完全二叉树的数组存储和堆排序时堆的数组存储。
- (2) 错。数据元素是数据的基本单位，数据元素可以由数据项组成，数据项是数据的最小单位。
- (3) 错。算法用计算机语言描述，其表现为一个程序但不等于程序，因为程序有时不一定满足有穷性。
- (4) 正确。数据结构可以看做是相互之间存在着某种特定关系的数据元素集合。
- (5) 正确。
- (6) 正确。数据元素的映像——结点可能除了数据域之外还包含指针域来表示数据元素之间的结构关系。

5. 名词解释

- (1) 数据 (2) 数据元素 (3) 数据项
(4) 数据结构 (5) 逻辑结构 (6) 存储结构

【解析】

- (1) 数据：是人们利用文字符号、数学符号以及其他规定的符号对现实世界的事物及其活动所做的抽象描述。从计算机的角度看，数据是计算机程序所加工处理的描述客观事物的表示。
- (2) 数据元素：是数据的基本单位，是数据集合中的一个“个体”。
- (3) 数据项：是具有独立含义的数据最小单位。一个数据元素可以由一个或多个数据项组成。
- (4) 数据结构：指数据以及数据之间相互的联系，可以看做是相互之间存在着某种特定关系的数据元素的集合。
- (5) 逻辑结构：是对数据元素之间逻辑关系的描述，可以看做是从具体问题中抽象出来的数学模型，与数据元素的存储无关。
- (6) 存储结构：是数据结构在计算机中的实现方法，包括数据结构中元素的表示及元素之间关系的表示。

6. 写出下面程序段的时间复杂度。

```
y=0;
while((y+1)*(y+1)<=n)
    y=y+1;
```

【解析】

设循环体共执行 $T(n)$ 次，每循环一次循环变量 y 加 1，最终 $T(n) = y$ ，即

$$(T(n) + 1)^2 \leq n$$

所以

$$T(n) = O(n^{1/2})$$

7. 对下面程序段：

```
for(i=1; i<=n; i++)
    for(j=1; j<=i; j++)
        for(k=1; k<=j; k++)
            s=s+1;
```

试分析每一条语句执行的次数及时间复杂度。

【解析】

(1) 对第一层 for 语句：判断需执行 $n+1$ 次，而进入循环体(即第二层 for 语句)共 n 次。

(2) 对第二层 for 语句：由于循环终值 i 受第一层 for 语句 i 值每次变化(改变)的制约，其判断次数和进入次数如下：

$$\text{判断次数： } 2+3+\dots+n+n+1 = \frac{n}{2}(n+3)$$

$$\text{进入次数： } 1+2+\dots+n-1+n = \frac{n}{2}(n+1)$$

(3) 对于第三层 for 语句：其执行次数同时受第一层 for 语句的 i 值和第二层 for 语句的 j 值控制，其进入次数如图 1-1 所示。

	i=1	2	3	4	...	n
j=1	1	1	1	1	...	1
j=2		2	2	2	...	2
j=3			3	3	...	3
j=4				4	...	4
...					...	
j=n-1					n-1	n-1
j=n						n

图 1-1 第三层 for 语句进入循环体的次数

因此，第三层 for 语句进入循环体，也就是赋值语句 $s = s + 1$ 的执行次数为(按列计算)：

$$\begin{aligned} & 1+(1+2)+(1+2+3)+\dots+(1+2+\dots+n-1+n) \\ &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n i(i+1) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n i^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n i \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{n}{6}(n+1)(2n+1) + \frac{n}{2}(n+1) \right] \\ &= \frac{1}{6} n(n+1)(n+2) \end{aligned}$$

而第三层 for 语句判断的次数为:

$$\begin{aligned} & 2 + (2+3) + (2+3+4) + \cdots + (2+3+\cdots+n+n+1) \\ &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n i(i+3) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n i^2 + \frac{3}{2} \sum_{i=1}^n i \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{n}{6}(n+1)(2n+1) + \frac{3}{2}n(n+1) \right] \\ &= \frac{1}{6}n(n+1)(n+5) \end{aligned}$$

所以, 第一个 for 语句执行 $n+1$ 次, 其时间复杂度为 $O(n)$; 第二个 for 语句执行 $\frac{n}{2}(n+3)$ 次, 其时间复杂度为 $O(n^2)$; 第三个 for 语句执行 $\frac{1}{6}n(n+1)(n+5)$ 次, 其时间复杂度为 $O(n^3)$; 语句 $s=s+1$ 执行 $\frac{1}{6}n(n+1)(n+2)$ 次, 其时间复杂度为 $O(n^3)$ 。

第 2 章 线性表习题解析

1. 单项选择题

(1) 线性表 $L = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, 下列说法正确的是_____。

- A. 每个元素都有一个直接前驱和一个直接后继
- B. 线性表中至少要有有一个元素
- C. 表中所有元素的排列顺序必须是由小到大或者由大到小
- D. 除第一个和最后一个元素外, 其余每个元素都有且仅有一个直接前驱和一个直接后继

(2) 对单链表存储结构, 以下说法错误的是_____。

- A. 数据域用于存储线性表的一个数据元素
- B. 指针域用于指向本结点的直接后继结点
- C. 所有数据通过指针的链接而组成单链表
- D. NULL 称为空指针, 它不指向任何结点只起标识作用

(3) 对一个长度为 n 的顺序表, 在第 i 个元素 ($1 \leq i \leq n+1$) 之前插入一个新元素时需向右移动_____个元素。

- A. $n-i$
- B. $n-i+1$
- C. $n-i-1$
- D. i

(4) 线性表采用链式存储时, 其地址_____。

- A. 必须连续
- B. 部分地址必须连续
- C. 一定不连续
- D. 连续与否均可

(5) 用链表表示线性表的优点是_____。

- A. 便于随机存取
- B. 存储空间比顺序存储方式少
- C. 便于插入和删除
- D. 数据元素的存储顺序与逻辑顺序相同

(6) 下面关于线性表叙述错误的是_____。

- A. 线性表采用顺序存储, 必须占用一段地址连续的单元
- B. 线性表采用顺序存储, 便于进行插入和删除操作
- C. 线性表采用链式存储, 不必占用一段地址连续的单元
- D. 线性表采用链式存储, 便于进行插入和删除操作

(7) 对长度为 n 且顺序存储的线性表, 在任何位置上操作都是等概率的情况下, 插入一个元素平均需要移动表中的_____元素。

- A. $\frac{n}{2}$
- B. $\frac{n+1}{2}$
- C. $\frac{n-1}{2}$
- D. n

(8) 在某线性表中最常用的操作是在最后一个元素之后插入一个新元素或者删除第一个元素, 则最好采用_____。

(2) 便于插入和删除操作的是_____。

- A. 静态链表 B. 单链表 C. 双向链表 D. 循环链表 E. 顺序表

(3) 从表中任一结点出发都能扫描整个表的是_____。

- A. 静态链表 B. 单链表 C. 顺序表 D. 双向链表 E. 循环链表

【解析】

(1) 由单项选择题(7)可知①应选 E；而删除一个元素所需移动元素的平均次数为：

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{n} (n-i) = \frac{n-1}{2}, \text{ 故②应选 A.}$$

(2) 除顺序表外，其余均易于进行插入和删除操作，故选 A、B、C、D。

(3) 选 D、E。

3. 填空题

(1) 在单链表中设置头结点的作用是_____。

(2) 设单链表的结点结构为(data, next), next 为指针域。已知指针 px 指向单链表中 data 为 x 的结点，指针 py 指向 data 为 y 的新结点；若将结点 y 插入到结点 x 之后，则需要执行以下语句_____；
_____。

(3) 在两个结点之间插入一个新结点时，双向链表需要修改的指针共有_____个，单链表则为_____个。

(4) 顺序存储结构使线性表中逻辑上相邻的数据元素在物理位置上也相邻。因此，这种表便于_____访问，是一种_____结构。

(5) 对一个线性表分别进行遍历和逆置运算，其最好的时间复杂度量级分别为_____和_____。

(6) 在一循环链表中，表尾结点指针域的值与表头指针的值_____。

(7) 求顺序表和单链表长度的时间复杂度量级分别为_____和_____。

(8) 在一个不带头结点的单链表中，在表头插入或删除与在其他位置上插入或删除其操作过程_____。

(9) 在线性表的顺序存储中，元素之间的逻辑关系是通过_____决定的；在线性表的链式存储中，元素之间的逻辑关系是通过_____决定的。

(10) 单链表表示法的基本思想是用_____表示结点的逻辑关系。

【解析】

(1) 应填：使单链表的操作在各种情况下统一。

(2) 应填：py->next=px->next px->next=py。

(3) 对于双向链表，在两个结点之间插入一个新结点时，首先需修改待插新结点的前驱指针和后继指针，以防“断链”。接下来先修改后一个结点的前驱指针，然后再修改前一个结点的后继指针。因此需要修改的指针有 4 个。对单链表则只需修改两个结点中前一个结点的后继指针(单链表只有后继指针)和待插新结点的后继指针；即需要修改的指针有 2 个。因此填：4 2。

(4) 应填：随机 随机存取。