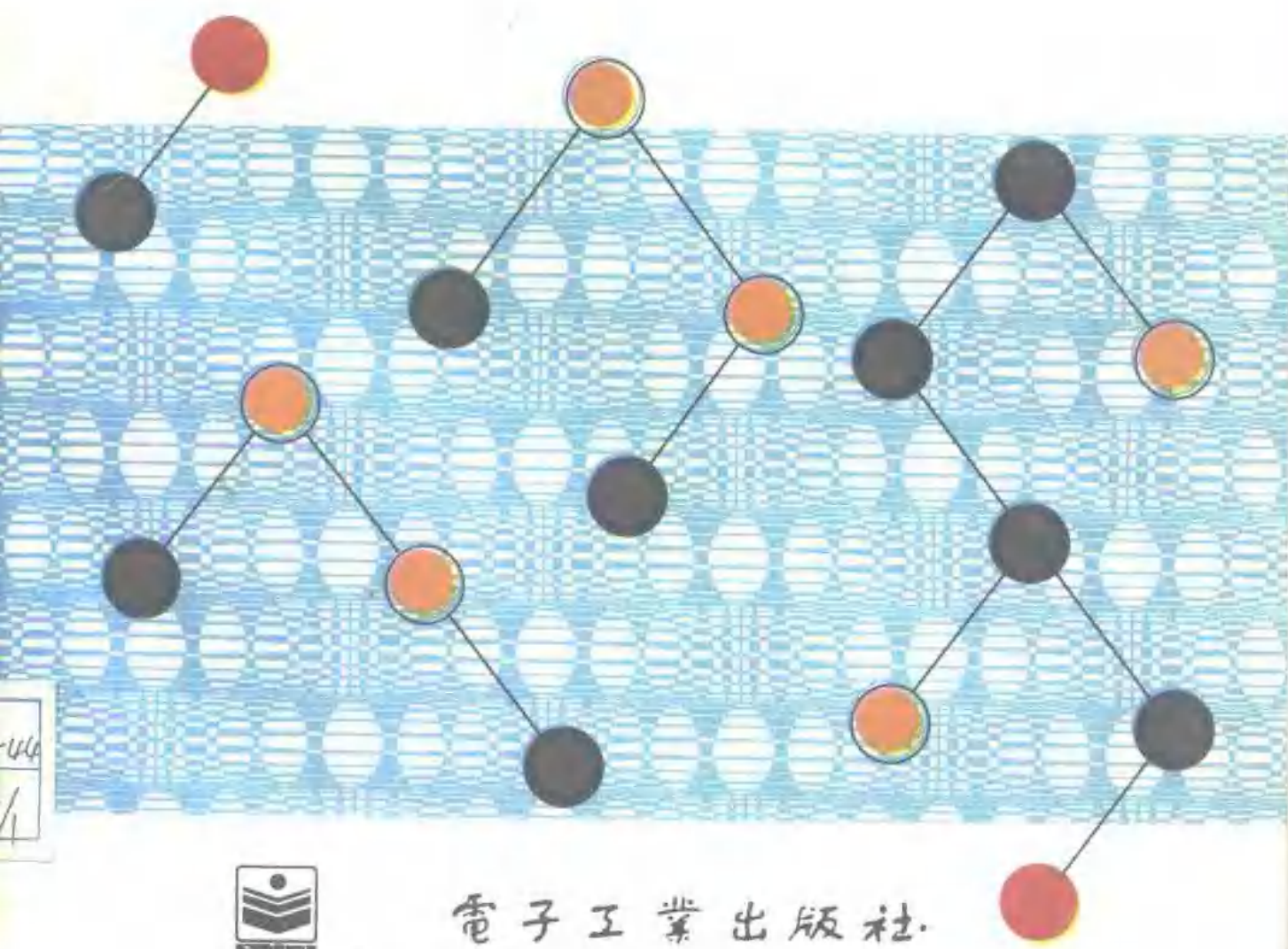


高等学校教材

数据结构与算法

习题解析

黄水松 董红斌 编



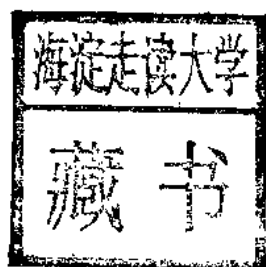
电子工业出版社

TP311.12-44
HSS/1

高等学校教材

数据结构与算法习题解析

黄水松 董红斌 编



电子工业出版社

034546

内 容 简 介

本书是为配合各类计算机专业《数据结构与算法》课程教学而编写的,全书共收集430余道习题,其中基础知识方面的习题有260余道,算法设计方面的160余道,大部分题目都作了解析,未作解析的题目给出了答案。每个题目按其主要内容归入相应章节,这些章节的划分与当前各种版本的《数据结构与算法》教材相吻合。

全书内容丰富、涉及面广、题型多样,包括了《数据结构与算法》的主要题目,具有很强的适用性,可供各类学习、讲授《数据结构与算法》课程的读者参阅。

JS275.64

数据结构与算法习题解析

黄水松 董红斌 编

责任编辑:陈礼琰(特约) 张凤鹏

*

电子工业出版社出版(北京万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

中国科学院印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:20.75 字数:501千字

1996年8月第1版 1996年8月第1次印刷

印数:4000册 定价:26.00元

ISBN 7-5055-3549-9/TP·1441

前 言

《数据结构与算法》是计算机专业的必修、主干课程之一,它旨在使读者学习分析研究计算机加工的数据对象的特性,学会数据的组织方法,以便选择合适的数据的逻辑结构和存储结构,以及相应的运算(操作),把现实世界中的问题转化为在计算机内部的表示和处理,这是一个良好的程序设计技能进一步训练的过程。在整个教学活动中,解题能力和技巧的训练是一个重要的环节。为了帮助学习这门课程的读者学好和巩固知识,我们特地编写本书。

作者在长期讲授《数据结构与算法》这门课程中体会到,读者对书本中的知识的理解和掌握并不困难,其原因之一是书中有一些内容与我们日常生活中的现象很接近,如:顺序表、队列、某些查找和排序方法等等,但如何利用这些基本知识和方法解答一些问题、以及对问题的求解进行算法设计时就感到难以下手。实践证明,在理解课程内容与能够较好地解答习题之间存在着明显差距,而算法设计完成的质量与基本的程序设计的素质的培养是密切相关的。要想巩固课堂上所学的基本概念、原理和方法,牢固地掌握所学的基本知识、基本技能,达到融会贯通、举一反三的目的,就必须多做、多练、多见(见多识广),有条件的读者应尽可能多地上机实践,将本书中的一些算法作适当改变就可以成为能够运行的程序。经过循序渐进地训练,就可以掌握许多程序设计的技巧和方法。

本书收集、整理和编写了 430 余道习题,这些习题内容丰富、涉及面广、难易适当,很有实用价值。这些题目有的是本科生的试题和考研究生的试题、有的则是“水平考试”的试题,等等。为了帮助学《数据结构与算法》这门课程的读者,给他们一点启发,达到掌握相关知识和开阔视野的目的,因此,大部分题目都作了解析,未作解析的题目也给出了答案。

全部习题按其主要内容归入相应章节,这些章节与目前各类《数据结构与算法》教材的划分相适应。每章分为基础知识和算法设计两个部分,对于基础知识方面的习题有判断、选择填空、问答和证明四种题型,算法用类 PASCAL 语言描述。

本书完稿之后,武汉大学计算机科学系刘良观教授仔细审阅了全部内容,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

可能由于多种原因,书中还难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

•
编者

目 录

第一章 数据结构与算法基础.....	(1)
第二章 线性表.....	(8)
2.1 基础知识	(8)
2.2 算法设计.....	(16)
第三章 栈和队列	(52)
3.1 基础知识.....	(52)
3.2 算法设计.....	(59)
第四章 字符串	(74)
4.1 基础知识.....	(74)
4.2 算法设计.....	(77)
第五章 数组与广义表	(93)
5.1 基础知识.....	(93)
5.2 算法设计	(104)
第六章 树和二叉树.....	(135)
6.1 基础知识	(135)
6.2 算法设计	(158)
第七章 图.....	(184)
7.1 基础知识	(184)
7.2 算法设计	(203)
第八章 查找.....	(223)
8.1 基础知识	(223)
8.2 算法设计	(245)
第九章 内部排序.....	(261)
9.1 基础知识	(261)
9.2 算法设计	(274)
第十章 外部排序.....	(297)
第十一章 文件.....	(302)
11.1 基础知识.....	(302)
11.2 算法设计.....	(307)
第十二章 综合与应用.....	(315)
参考文献.....	(324)

第一章 数据结构与算法基础

1. 判断题

- (1) 数据元素是数据的最小单位。
- (2) 数据结构是带有结构的数据元素的集合。
- (3) 数据结构、数据元素、数据项在计算机中的映象(或表示)分别称为**存储结构**、**结点**、**数据域**。
- (4) 数据项是数据的基本单位。
- (5) 数据的逻辑结构是指各数据元素之间的逻辑关系,是用户按使用需要而建立的。
- (6) 数据的物理结构是指数据在计算机内实际的存储形式。
- (7) 算法和程序没有区别,所以在数据结构中二者是通用的。

解答

(1) 这个叙述是错误的。数据元素是数据的基本单位,通常它是由若干个数据项组成,数据项才是数据的最小单位。

(2) 正确。若把数据结构进行形式化描述,可以从逻辑上认为数据结构 DS 是数据元素的集合 D 和 D 上关系的集合 R 所构成的二元组:

$$DS = (D, R)$$

这里关系集合 R 被用作结构的定义手段。

(3) 正确。数据元素的映象——结点中可能会包含指针域(除了数据域之外)以表示数据元素间的结构关系。

(4) 错误。数据元素才是数据的基本单位。

(5) 正确。

(6) 正确。

(7) 错误。二者是有区别的,程序不一定能满足动态有穷。例如,操作系统是一个程序,当它不受外界的干预或破坏时,这个程序永远不会终止。

2. 数据结构是研究数据的 和 以及它们之间的相互关系,并对这种结构定义相应的 ,设计出相应的 ,而确保经过这些运算后所得到的新结构是 结构类型。

供选择的答案

- A、B: ①理想结构 ②抽象结构
 ③物理结构 ④逻辑结构
C、D、E: ①运算 ②算法 ③结构

④规则 ⑤现在的 ⑥原来的

答案:

A:③ B:④ C:① D:② E:⑥

3. 从供选择的答案中选取正确答案填入下面叙述中的□内:

□A□是描述客观事物的数、字符以及所有能输入到计算机中并被计算机程序加工处理的符号的集合。

□B□是数据的基本单位,即数据集中的个体。有时一个□B□由若干个□C□组成,在这种情况下,称□B□为记录。□C□是数据的最小单位。而由记录所组成的线性表为□D□。

□E□是具有相同特性的数据元素的集合,是数据的子集。

□F□是带有结构特性数据元素的集合。

被计算机加工的数据元素不是孤立无关的,它们彼此之间一般存在着某种联系。通常将数据元素间的这种联系关系称为□G□。

算法的计算量的大小称为计算的□H□。

供选择的答案

A~F:①数据元素	②符号
③记录	④文件
⑤数据	⑥数据项
⑦数据对象	⑧关键字 ⑨数据结构
G:①规则	②集合
③结构	④运算
H:①现实性	②难度
③复杂性	④效率

答案:

A:⑤ B:①
C:⑥ D:④
E:⑦ F:⑨
G:③ H:③

4. 叙述算法的定义及其重要特性。

答

算法是特定问题求解步骤的一种描述,它是指令的有限序列,其中每一条指令表示一个或多个操作。

算法的重要特性

①有穷性。一个算法必须(对任何合法的输入值)在执行有穷步之后结束,且每一步都可在有穷时间内完成。

②确定性。算法中每一条指令必须有确切的含义,不会产生二义性。并且在任何条件下,算法只有唯一的一条执行路径,即对于相同的输入只能得到相同的输出。

③可行性。这是指算法中描述的操作都是可以通过已经实现的基本运算执行有限次来实现的。

④输入。一个算法有零个或多个输入,这些输入取自于特定的对象的集合。

⑤输出。一个算法有一个或多个输出,这些输出是同输入有某个特定关系的量。

5. 选择解决某种问题的最佳数据结构的标准是什么?

答

通常有二条标准:第一条是所需的存储空间量;第二条是算法所需要的时间。

对于算法所需要的时间又涉及以下几点:

①程序运行时所需输入的数据总量;

②对源程序进行编译所需的时间;

③计算机执行每条指令所需的时间;

④程序中的指令重复执行的次数。

第④点是数据结构中讨论算法时的重点。

6. 分析以下各程序段,并用大“O”记号表示执行时间为 n (正整数)的函数。

(1) $i:=1$ $k:=0$;

WHILE ($i \leq n-1$) DO

BEGIN

$k:=k+10*i$; $i:=i+1$

END;

(2) $i:=1$; $k:=0$; $n:=100$;

REPEAT

$k:=k+10*i$; $i:=i+1$

UNTIL not ($i=n$);

(3) $i:=1$; $j:=0$;

WHILE ($i+j \leq n$) DO

 IF ($i > j$) THEN $j:=j+1$

 ELSE $i:=i+1$;

(4) $x:=n$; $\{n > 1\}$

$y:=0$;

WHILE ($x \geq (y+1) * (y+1)$) DO

$y:=y+1$;

```

(5) m:=91;    n:=100;
    WHILE (n>0) DO
        IF (m>0) THEN BEGIN
            m:=m-10;    n:=n-1
        END
        ELSE m:=m+1;
(6) FOR i:=1 TO n DO
    FOR j:=1 TO i DO
        FOR k:=1 TO j DO
            x:=x+1;

```

解答

(1) $T(n)=O(n)$ (2) $T(n)=O(1)$
 (3) $T(n)=O(n)$ (4) $T(n)=O(\sqrt{n})$
 (5) $T(n)=O(n)$ (6) $T(n)=O(n^3)$
 7. 利用大“O”记号将以下过程的最坏情况运行时间表示为 n 的函数。
 PROCEDURE ds0101 (n:integer);

```

    VAR i,j,k:integer;
    BEGIN
    ①  FOR i:=1 TO n DO
    ②      FOR j:=1 TO n DO
            BEGIN
    ③          c[i,j]:=0
    ④          FOR k:=1 TO n DO
    ⑤              c[i,j]:=c[i,j]+a[i,k]*b[k,j]
            END
    END;

```

解答

为了说明问题在有关语句前面加上了序号,它们各自执行的次数为

- ①: $n+1$
- ②: $n(n+1)$
- ③: n^2
- ④: $n^2(n+1)$
- ⑤: n^3

所以,全部执行次数为

$$n+1+n(n+1)+n^2+n^2(n+1)+n^3=2n^3+3n^2+2n+1$$

用大“O”表示为 n 的函数记为 $O(n^3)$ 。

8. 设有 $T_1(n)$ 和 $T_2(n)$ 两个函数, 当 n 等于或大于某一整数 n_0 时, 恒有 $T_1(n) \geq T_2(n)$ 。试求此 n_0 值, 若

- (1) $T_1(n) = n^2$, $T_2(n) = 10n$;
- (2) $T_1(n) = 2^n$, $T_2(n) = 2n^4$;
- (3) $T_1(n) = n^2$, $T_2(n) = 50n \log_2 n$ 。

解答

(1) PROGRAM ds0102(OUTPUT);

VAR n:integer;

BEGIN

n:=1;

WHILE n*n<10*n DO

n:=n+1;

WRITELN ('no=',n)

END.

(2) PROGRAM ds0103(OUTPUT);

VAR n:integer;

BEGIN

n:=1;

WHILE trunc(exp(n*ln(2)))<2*n*n*n DO

n:=n+1;

WRITELN ('no=',n)

END.

(3) PROGRAM ds0104(OUTPUT);

VAR n:integer;

BEGIN

n:=1;

WHILE n*n<50*n*ln(n)/ln(2) DO

n:=n+1;

WRITELN ('no=',n)

END.

9. 根据大 O 表示法的概念, 证明大 O 表示法的加法规则。

解答

加法规则: 若两个程序段的时间代价分别为 $T_1(n) = O(f_1(n))$ 和 $T_2(n) = O(f_2(n))$, 那么两个程序段连在一起的时间代价为

$$T(n) = T_1(n) + T_2(n) = O(\max(f_1(n), f_2(n)))$$

这个式子很容易证明,因为

$$T_1(n)=O(f_1(n)), T_2(n)=O(f_2(n))$$

则存在常数 n_0 和 c , 使得当 $n \geq n_0$ 时有

$$T_1(n)+T_2(n) \leq c \max(f_1(n), f_2(n))$$

例如, $T_1(n)=O(n^2), T_2(n)=O(n^3)$

若令 $n_0=1$, 对所有 $n \geq n_0$, 都有

$$n^2+n^3 \leq n^3+n^3=2n^3$$

当取 $c=2$ 时, 则有

$$T(n) \leq cn^3$$

取

$$T(n)=O(n^3)$$

所以得

$$T(n)=T_1(n)+T_2(n)=O(\max(f_1(n), f_2(n)))$$

10. 将数量级 $O(1), O(n), O(n^2), O(n^3), O(n \log_2 n), O(\log_2 n), O(2^n)$ 按增长率由小到大排序。

解答

这 7 种类型的增长率按从小到大的顺序为 $O(1), O(\log_2 n), O(n), O(n \log_2 n), O(n^2), O(n^3), O(2^n)$ 。

其中 $O(1)$ 为常量型, $O(n)$ 为线性型, $O(n^2)$ 为平方型, $O(n^3)$ 为立方型, $O(\log_2 n)$ 为对数型, $O(2^n)$ 为指数型。

11. 已知输入 x, y, z 三个不相等的整数, 试设计一个算法, 使这三个数按从小到大的顺序输出, 并考虑所用算法的比较次数和元素的移动次数。

解答

```
PROCEDURE ds0105;
  VAR x,y,z,t:integer;
  BEGIN
    READ(x,y,z);
    IF x>y THEN BEGIN
      t:=x; x:=y; y:=t
    END;
    IF y>z THEN BEGIN
      t:=z; z:=y
    END;
    IF x<t THEN y:=t
    ELSE BEGIN
      y:=x; x:=t
    END;
    WRITE(x,y,z)
  END;
```

需进行 3 次比较, 在最坏情况下需移动 7 次。

12. 向一维数组中第 i 个元素前插入一新的元素。

解答

```
PROGRAM ds0106(INPUT,OUTPUT);
  TYPE
    atype=ARRAY[1..10] OF real;
  VAR n,i,j:integer; x:real;
      list:atype;
  PROCEDURE inset (VAR list:atype;n,i:integer;x:real);
  BE GIN
    FOR j:=n DOWNT0 i DO
      list[j+1]:=list[j];
    list[j]:=x;
    n:=n+1
  END;
  BEGIN
    READ(x,n,i);
    inset(list,n,i,x);
    WRITE('tern=',i,',','list['',i,'']=','list[i]:6:2)
  END.
```

13. 试用 PASCAL 语言编写在输入 20 个数中找出最小或最大数的程序。

解答

```
PROGRAM ds0107(INPUT,OUTPUT);
  const n=20;
  VAR i,j,max,min:integer;
      A:ARRAY [1..n] OF integer;
  BEGIN
    FOR j:=1 TO n DO
      READ(A[j]);
    min:=A[1]; max:=A[1]; i:=2;
    WHILE i<=n DO
      BEGIN
        IF A[i]>max THEN max:=A[i];
        IF A[i]<min THEN min:=A[i];
        i:=i+1
      END;
    WRITELN(min,max)
  END.
```

第二章 线 性 表

2.1 基础知识

1. 判断题

- (1)顺序存储的线性表可以随机存取。
- (2)顺序存储的线性表的插入和删除操作不需要付出很大的代价,因为平均每次操作只有近一半的元素需要移动。
- (3)由于顺序存储要求连续的存储区域,所以在存储管理上不够灵活。
- (4)线性表中的元素可以是各种各样的,但同一线性表中的数据元素具有相同的特性,因此是属于同一数据对象。
- (5)在线性表的顺序存储结构中,逻辑上相邻的两个元素但在物理位置上并不一定紧邻。
- (6)在线性表的链式存储结构中,逻辑上相邻的元素在物理位置上不一定相邻。
- (7)在单链表中,任何两个元素的存储位置之间都有固定的联系,因为可以从头结点进行查找任何一个元素。
- (8)线性表的链式存储结构优于顺序存储结构。
- (9)在线性表的顺序存储结构中,插入和删除元素时,移动元素的个数与该元素的位置有关。
- (10)线性表的链式存储结构的特点是用一组任意的存储单元存储线性表的数据元素。
- (11)在单链表中,要取得某个元素,只要知道该元素的指针即可,因此,单链表是随机存取的存储结构。
- (12)顺序存储结构属于静态结构,链式结构属于动态结构。
- (13)顺序存储方式只能用于存储线性结构。
- (14)顺序存储方式的优点是存储密度大,且插入、删除运算效率高。
- (15)链表的每个结点中都恰好包含一个指针。

答案

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| (1)✓ | (2)× | (3)✓ | (4)✓ |
| (5)× | (6)✓ | (7)× | (8)× |
| (9)✓ | (10)✓ | (11)× | (12)✓ |
| (13)× | (14)× | (15)× | |

2. 线性表是 A。

供选择的答案

- ①一个有限序列,可以为空;
- ②一个有限序列,不能为空;
- ③一个无限序列,可以为空;
- ④一个无限序列,不能为空。

答案

A: ①

3. 对顺序存储的线性表,设其长度为 n ,在任何位置上插入或删除操作都是等概率的。插入一个元素时大约要移动表中的 个元素,删除一个元素时大约要移动表中的 个元素。

供选择的答案

- ① $\frac{n}{2}$
- ② $\frac{n+1}{2}$
- ③ $\frac{n-1}{2}$
- ④ n
- ⑤ $n+1$
- ⑥ $n-1$

答案

A: ① B: ③

4. 线性表采用链式存储时,其地址 。

供选择的答案

- ①必须是连续的;
- ②部分地址必须是连续的;
- ③一定是不连续的;
- ④连续与否均可以。

解答

链式存储结构是用一组任意的存储单元依次存储线性表中的各元素,这组存储单元可以是连续的,也可以是不连续的。根据这一定义,正确的答案应为第 4 个。

答案

A: ④

5. 设单链表中指针 p 指着结点 M ,指针 f 指着将要插入的新结点 X ,问:

- (1) X 插在链表中两个数据元素 M 和 N 之间时,只要先修改 后修改 即可;
- (2) 当 X 插在链表中最后一个结点 M 之后时,只要先修改 后修改 即可。

供选择的答案

A、B: ① $p \rightarrow \text{link} := f$

- ② $p \uparrow . \text{link} := p \uparrow . \text{link} \uparrow . \text{link}$
 ③ $p \uparrow . \text{link} := f \uparrow . \text{link}$
 ④ $f \uparrow . \text{link} := p \uparrow . \text{link}$
 ⑤ $f \uparrow . \text{link} := \text{NIL}$
 ⑥ $f \uparrow . \text{link} := P$
 C、D: ① $f \uparrow . \text{link} := P$
 ② $f \uparrow . \text{link} := P \uparrow . \text{link}$
 ③ $p \uparrow . \text{link} := f$
 ④ $p \uparrow . \text{link} := f \uparrow . \text{link}$
 ⑤ $f := \text{NIL}$

答案

A: ④ B: ① C: ② D: ③

6. 设单链表中指针 p 指着结点 A , 若要删除 A 之后的结点(若存在), 则需修改指针的操作为 A。

供选择的答案

- ① $p \uparrow . \text{link} := (p \uparrow . \text{link}) \uparrow . \text{link}$
 ② $p := p \uparrow . \text{link}$
 ③ $p := (p \uparrow . \text{link}) \uparrow . \text{link}$
 ④ $p \uparrow . \text{link} := p$

答案

A: ①

7. 设指针 p 指着双向链表中的结点 B , A 为 B 的前驱结点, 指针 f 指着将要插入的新结点 X . X 插在两个结点 A 和 B 之间, 此时需要修改指针的操作依次为 A、B、C、D。

供选择的答案

- ① $(p \uparrow . \text{llink}) \uparrow . \text{rlink} := f$
 ② $p \uparrow . \text{llink} := f$
 ③ $f \uparrow . \text{rlink} := P$
 ④ $f \uparrow . \text{llink} := p \uparrow . \text{llink}$

答案

A: ④ B: ③ C: ① D: ②

注 A 与 B 可互换。

8. 在双向链表存储结构中

(1) 删除 p 所指的结点时需修改指针 A;

(2)删除 p 所指的结点的前驱结点(若存在)时需修改指针 **B**;

(3)删除 p 所指的结点的后继结点(若 p 的后继的后继存在)时需修改指针 **C**。

供选择的答案

- ① $(p \uparrow . \text{link}) \uparrow . \text{rlink} := p \uparrow . \text{rlink}$
 $(p \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{link} := p \uparrow . \text{link}$
- ② $p \uparrow . \text{link} := (p \uparrow . \text{link}) \uparrow . \text{link}$
 $((p \uparrow . \text{link}) \uparrow . \text{link}) \uparrow . \text{rlink} := p$
- ③ $((p \uparrow . \text{link}) \uparrow . \text{link}) \uparrow . \text{rlink} := p$
 $p \uparrow . \text{link} := (p \uparrow . \text{link}) \uparrow . \text{link}$
- ④ $((p \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{link} := p$
 $p \uparrow . \text{rlink} := (p \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{rlink}$
- ⑤ $p \uparrow . \text{rlink} := (p \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{rlink}$
 $((p \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{link} := p$

答案

A: ① B: ③ C: ④

9. 在双向循环链表中,在 p 所指的结点之后插入指针 f 所指的结点,其操作是

A。

供选择的答案

- ① $p \uparrow . \text{rlink} := f;$ $f \uparrow . \text{link} := p;$
 $(p \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{link} := f;$ $f \uparrow . \text{rlink} := p \uparrow . \text{rlink};$
- ② $p \uparrow . \text{rlink} := f;$ $(p \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{link} := f;$
 $f \uparrow . \text{link} := p;$ $f \uparrow . \text{rlink} := p \uparrow . \text{rlink};$
- ③ $f \uparrow . \text{link} := p;$ $f \uparrow . \text{rlink} := p \uparrow . \text{rlink};$
 $p \uparrow . \text{rlink} := f;$ $(p \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{link} := f;$
- ④ $f \uparrow . \text{link} := p;$ $f \uparrow . \text{rlink} := p \uparrow . \text{rlink};$
 $(p \uparrow . \text{rlink}) \uparrow . \text{link} := f;$ $p \uparrow . \text{rlink} := f;$

答案

A: ④

10. 根据线性表的链式存储结构,每个结点所含指针的个数,链表分为 **A** 和

B;而根据指针的连接方式,链表又可分为 **C** 和 **D**。

供选择的答案

- ①单链表;
- ②循环链表;

- ③普通链表;
- ④多重链表;
- ⑤有头结点链表;
- ⑥无头结点链表。

答案

A:① B:④ C:② D:③

11. 从供选择的答案中选取正确答案填入下列叙述中的 内。

线性表的表元存储方式有 A 和链接两种。试指出下面各表中使用的是哪种存储方式;表 2.1.1 是 B 存储方式;表 2.1.2 是 C 存储方式;表 2.1.3 是 D 存储方式;表 2.1.4 是 E 存储方式。

表左的 S 指向起始表元。

表 2.1.1

表元编号	货号	数量	表元间联系
1	618	40	2
2	205	2	3
3	103	15	4
4	501	20	5
5	781	17	6
6	910	24	0

表 2.1.2

表元编号	货号	数量	表元间联系
1	618	40	5
2	205	2	1
3	103	15	4
4	501	20	0
5	781	17	6
6	910	24	3

表 2.1.3

表元编号	货号	数量	表元间联系
1	618	40	5
2	205	2	1
3	103	15	4
4	501	20	2
5	781	17	6
6	910	4	3