皮皮灰精选数据结构应用题......3
历年 408 真题应用题汇编......27

灰灰考研
2025 年计算机考研
应用题必刷 100 题

【灰灰考研】2025年408应用题
考点分析与预测-数据结构部分

年份	题号	数据类型	具体题目
2025预测	算法题方面：单链表的双指针应用已经有5年未曾考过【09、12、15、19】 纵观往年命题趋势，单链表的应用算法隔3、4年一考，25年考察单链表的几率极大！ 详细命题可查看《算法必背100题》中的链表部分！ 整体而言，图、二叉树、顺序表和单链表是历年考试的重点，尤其是图和二叉树的相关问题。算法题和应用题都注重算法的实际应用，如排序、查找、遍历等。近年来，题目趋向于综合考查多种数据结构和算法，备考时应重点复习这些数据结构的相关算法及应用，并多做综合题目的练习。 41算法题： 侧重于图的遍历（如拓扑序列、邻接矩阵表示）、二叉树的性质判定（如二叉搜索树）、顺序表和单链表的算法应用（如排序、逆置、删除操作）。 偶尔涉及特殊算法，如哈夫曼树的构造等。 42应用题： 图的邻接矩阵表示及相关问题（如关键路径、最小生成树）是常考点。 顺序表和单链表的算法应用（如排序、插入、删除操作）也频繁出现。 散列表的构造及性能分析（如装填因子、查找长度）同样重要。 还包括哈夫曼树的构造与前缀编码等特定数据结构的应用。		
2024	41算法题	图	图的遍历，判断是否有唯一的拓扑序列
	42应用题	散列表	装填因子，构造散列表，计算查找长度
2023	41算法题	图	图的遍历，采用邻接矩阵
	42应用题	排序	归并排序
2022	41算法题	二叉树	判定一棵采用这种方式存储的二叉树是否为二叉搜索树【二解】
	42应用题	顺序表	取top问题，空间换时间或堆栈
2021	41算法题	图	判定图中节点度，图以邻接矩阵表示
	42应用题	顺序表	排序算法阅读题
2020	41算法题	顺序表	三元组最小距离【可暴力】
	42应用题	哈夫曼树	哈夫曼树构造与前缀编码
2019	41算法题	单链表	逆置算法应用
	42应用题	队列	链表的插入操作
2018	41算法题	顺序表	计数排序算法应用，空间换时间【可暴力】
	42应用题	图	最小生成树Prim算法和Kruskal算法
2017	41算法题	二叉树	深度优先搜索
	42应用题	图	最小生成树的性质与Prim算法
2016	41应用题	二叉树	树中顶点与边的关系
	42算法题	顺序表	核心算法思想快速排序【可暴力】
2015	41算法题	单链表	链表的删除操作，空间换时间
	42应用题	图	图的邻接矩阵表示，平方、幂的定义
2014	41算法题	二叉树	考查二叉树的带权路径长度，可以使用先序遍历或层次遍历
2013	41算法题	顺序表	计数排序算法应用，空间换时间【可暴力】
	42应用题	顺序表、二叉树	平均查找长度概念
2012	41应用题	顺序表、哈夫曼树	哈夫曼树（最佳归并树）思想的启发
	42算法题	单链表	双指针的应用
2011	41应用题	图	图的邻接矩阵表示、关键路径的计算
	42算法题	顺序表	分治法应用【可暴力】-top难度
2010	41应用题	散列表	构造散列表，计算查找长度
	42算法题	顺序表	数组逆置
2009	41应用题	图	最短路径算法
	42算法题	单链表	双指针的应用

皮皮灰精选数据结构应用题

1. 一个算法所需时间由下述递归方程表示，试求出该算法的时间复杂度的级别（或阶)。

$$T(n)=\begin{cases}1 & n=1\\ 2T(n/2)+n & n>1\end{cases}$$

式中，n 是问题的规模，为简单起见，设 n 是 2 的整数幂。

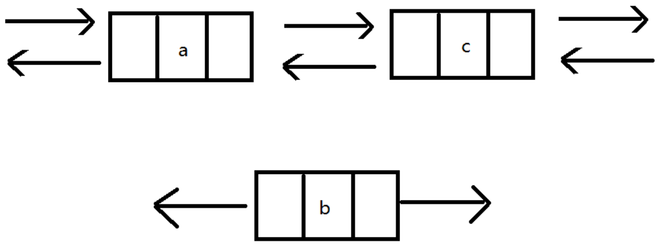
2. 求一个数组 A 中连续相同数字的和等于 s 的最长子数组长度，例如 A={1,1,2,1,1,1,2,1}，s=3，则所求子数组长度为 3，要求算法时间复杂度不超过 O(n)，空间复杂度不超过 O(1)

   a）描述算法思想

   b）伪代码实现

3. 假设线性表 L 用带头节点的单链表存储，且至少有两个节点，每个节点的数据域为整型值。编写算法判断该链表中每一个节点的值是否等于其后续两个节点值之和，若满足上述要求，返回 1 并输出最大值；否则，返回 0 并输出最小值。

4. 在节点 a，节点 c 之间插入节点 b，画出指针的变化，并写出插入操作的代码片段。



5. 已知一个顺序表 A 共有 n 个元素（a_0，a_1，......，a_{n-2}，a_{n-1}），存放于一个一维数组 d 的前 n 个数组单元中，请写一个函数将次顺序表原地逆置，即数组的前 n 个单元内容置换为（a_{n-1}，a_{n-2}，......，a_1，a_0），并分析时间复杂度。

6. 已知带头节点的单链表 A，要求设计算法生成一个新的链表 B，使得 B 中含所有 A 中的元素，且次序不变，但是不包含 A 中重复的元素，如 A 中元素为（1,7,7,3.5.3.1），则 B 中的元素一次为（1,7,3,5）。

7. 长度为 2025 的顺序表：

（1）第 i 个位置删除和插入元素，需要移动多少个元素。

（2）插入与删除，平均需要移动多少个元素。

8. 设单链表的表头指针为 h，节点结构由 data 和 next 两个域构成，其中 data 域为字符型。写出算法 dc(h,n)，判断该链表的前 n 个字符是否中心对称。

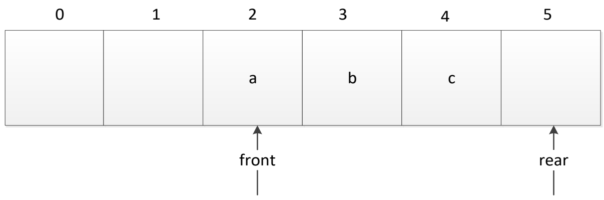
9. 对于（）{ } []，用栈来验证括号的匹配

（1）说明用栈括号匹配的原理

（2）能检测出来的括号匹配的问题

（3）描述栈的变化

10. 已知循环队列的最大长度为 6，队列中已有 3 个元素，队列头元素时 a，队列尾元素是 c，如下图所示。依次进行三步操作：d 入队列；e 入队列；一个元素出队。



（1）画出“d 入队列”后的循环队列；
（2）画出“e 入队列”后的循环队列；
（3）画出“一个元素出队列”后的循环队列。

11. 整数 1 到 n 从小到大依次进栈，期间可以出栈。请设计算法判定给定的 1 到 n 的整数序列是否是正确的出栈序列。如果是返回 true，否则返回 false。

```
bool Judge(int a[],int n)
```

12. 数组 A[1……8,-2……6,0……6]以行序为主序存储，设第一个元素首地址为 78，每一个元素的长度为 4，试求元素 A[4,2,3]的存储首地址。

13. 三对角矩阵元素地址的计算：求三对角矩阵（行优先存储）A[1…100,1…100]中的第 66 行第 65 列元素在一维数组 B[1…258]中的位置。

14. 给定一个模式串 abcabca，在 KMP 算法中，其 nextval[]的顺序是什么？（数组下标从 1 开始）

15. 试求出 KMP 算法中模式串 s="abcaabbcabcaabdab"的 next 函数及 nextval 函数值。

16. 利用广义表的 head 和 tail 运算，把原子 student 从下列广义表中分离出来：

（1）L1=(solder,teacher,student,worker,farmer);

（2）L2=(solder,(teacher,student),worker,farmer)。

17. 给定一个主串和一个模式串，编程计算该模式串在主串汇总出现的次数。例如下列三个测试数据分别会输出 1 3 0

BAPC	BAPC
AZA	AZAZAZA
VERDI	AVERDXIVYERDIAN

18. 前序序列：ABED；中序序列：EBAD。要求画出二叉树，并且画出后序遍历的线索树

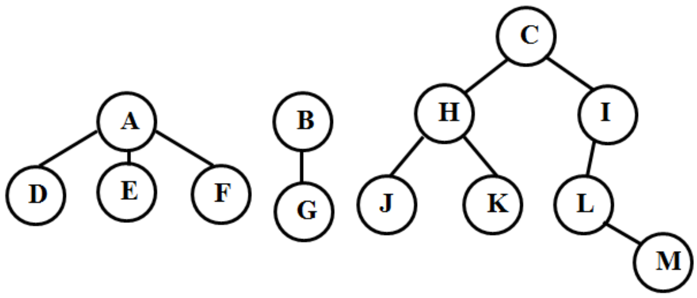
19. 已知二叉树的前序遍历序列为 ABCEFDGH，中序遍历序列为 AECFBGDH，试画出该二叉树，并求出它的后序遍历序列。

20. 12 个权值为 3、4、6、8、12、15、18、22、25、33、36、58。画出哈夫曼树并设计编码。

21. 已知一棵二叉树，其先序序列为：ABDEGMNCFH，中序序列为：DBMGNEACHF，请画出这棵二叉树（给出过程），并给出其后序序列。

22. 一个指令集合{I1,I2,I3...}，对应给出了每个指令对应的发生概率为0.03,0.03,0.04,0.05,0.15，0.3,0.4，画出哈夫曼树，并写出哈夫曼编码。

23. a)64 个节点的完全二叉树有多少个叶子节点？
b)将下列三棵树组成的森林转换为二叉树



24. 度为 K 的树，1 个 n1,2 个 n2...k 个 nk,求叶子节点个数。

25. 对于二叉树 T，其先根的次序为（G,B,Q,A,C,P,D,E,R）。中根的次序序列为（Q,B,C,A,G,P,E,D,R）,请画出这课二叉树的树形结果图示。

26. 给出一个顺序存储的二叉树，ABC0D0E00FG000H,0 为空

（1）画出这个二叉树

（2）求前中后序结果

深度为 K 的完全二叉树最少的节点个数_______

二叉树叶子节点 50 个，求最少的总节点_______

给出二叉树的前序序列 ABCDE，树深度不超过 3，问可能的形态有几种？

27. 已知一棵度为 k 的树中有 n1 个度为 1 的节点，n2 个度为 2 的节点，……，nk 个度为 k 的节点，则该树中有多少个叶子节点？

28. 证明：一棵二叉树中的节点的度或为 0 或为 2，则二叉树的支数为 2(n0-1)，其中 n0 是度为 0 的节点的个数。

29. 证明：对任何一棵二叉树，根为第一层，其第 i 层最多有 2^(i-1)个节点（i≥1)。

30. 设一棵树 T 中边的集合为{（A，B)，(A，C），（A，I），（B，D)，(B，E)，(E，F)，(C，G)，(G，H)，(I，J)，(I，K)}，按要求回答下面的问题：

（1） 请用图的形式表示该树。

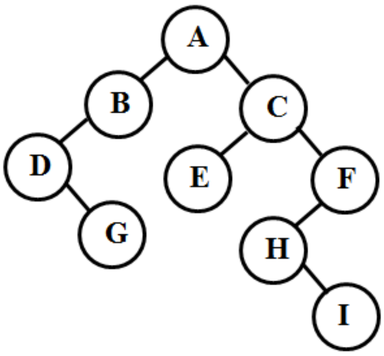
（2） 请写出该树用孩子兄弟表示法时所对应的存储结构定义，并画出该树对应的存储结构。

（3） 基于（2）中所定义的存储结构，对其进行深度遍历，请写出其深度遍历的结果。

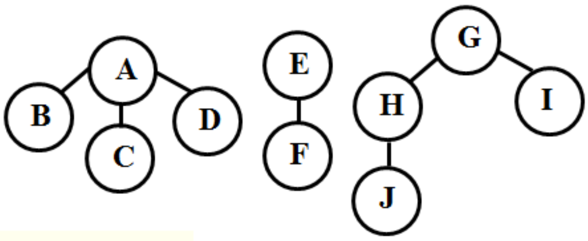
（4） 该树转换成相应的二叉树，并以图的形式表示。

（5） 对（4）中的二叉树进行后序遍历，写出其后序遍历结果。

31. （1）对于 n 个节点的二叉树遍历的时间复杂度是？
（2）一个二叉树如图，给出二叉树的前序、中序、后序遍历序列。



32. 将下图所示的森林转换成一棵二叉树，并画出这棵二叉树的顺序存储结构。



33. （1）为一个家谱管理程序设计一种数据结构，以一个四代人，11 个家庭成员为例，（A 有 3 个孩子 A1,A2,A3；A1 有两个孩子 A11,A12；A2 无子，A3 有三个孩子 A31,A32,A33；A11 有 1 个孩子 A111；A32 有 1 个孩子 A321；其余尚无子），画出家谱示意图，给出所设计的存储结构示意图，并给出在该存储结构上输出第 k 代所有人员的算法思想。

34. 设有 8 个字符（a，b，c，d，e，f，g，h），其权值为（48,15,20,12,6,61,8,10），给出进行 Huffman 编码所用的数据结构和求解过程数据结构中数据的最后结果。

35. 设二叉树 T，用二叉链表结构存储。编写函数，对于每个元素值为 x 的节点，删去以它为根的子树，并释放相应的空间。要求先给出算法思想，再写出相应代码。

36. 设在一棵度数为 3 的树中，度数为 3 的节点数有 2 个，度数为 2 的节点数有 1 个，度数为 1 的节点数有 2 个，那么度数为 0 的节点数有________个。

针对二叉树，回答以下问题：

（1）具有 n 个节点的二叉树的最小深度是多少？最大深度是多少？（4 分）

（2）具有 n 个节点的完全二叉树中有多少个叶子节点？有多少个度为 2 的节点？（4 分）

（3）具有 n0 个叶子节点的完全二叉树中共有多少个节点？（4 分）

37. （1）如果一棵树有 n1 个度为 1 的节点，有 n2 个度为 2 的节点，……，有 nm 个度为 m 的节点。试推导有多少个度为 0 的节点。

（2）假设二叉树 T 中至多有一个节点的数据域值为 x，编写一个算法，拆开以该节点为根的子树，使原二叉树分成两棵二叉树。

a．写出算法的基本设计思想；

b．根据设计思想，采用类 C/C++语言描述算法，关键之处给出注释。

（3）下面给出一棵树的双亲表示法的顺序存储结构。

下标	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Data	R	A	B	C	D	E	F	G	H	K
Parent	-1	0	0	0	1	1	3	6	6	6

a．画出该树的示意图

b．写出该树的先序序列和后序序列

c．将该树转换为对应的二叉树

d．写出转换后的二叉树的先序和后序序列

e．画出上述二叉树的先序线索二叉树的示意图

二叉树采用二叉链表进行存储（如下所示），每个节点包含数据域 Data，左孩子指针域 left 和右孩子指针域 right。请设计非递归算法统计二叉树的高度。

```
Typedef struct BitNode{
      TElemType data;
      struct BitNode *left, *right;
} *BiTree ;
```

38. （1）对于一棵具有 n 个节点的完全二叉树，若节点按层序编号，对于任意节点 i（1≤i≤n），若___________则节点无左孩子，若___________则节点无右孩子。

（2)已知二叉树的前序遍历结果是 ABDGHCEIF,中序遍历结果是 GDHBAEICF,完成以下内容：

a．请画出上述遍历结果所对应的二叉树；

b．请画出该二叉树的顺序存储表示；

c．请写出该二叉树的后序遍历和层序遍历结果。

39. （1）对于有向图，广度优先搜索是否可以实现从一个源点到其他各点的最短路径，请说明原因。

（2）BFS 求最短路径能否用于带权图？

40. 一带权连通图含有五个顶点，采用邻接矩阵存储方式，并且邻接矩阵采用三元组表示，每个三元组的格式为：（顶点 1 的行号，顶点 2 的列号，边权重）。已知邻接矩阵含有 16 个非零元素，依次为（1,2,7）、（1,3,5）、（1,4，9）、（2,1,7）、（2,3,8）、（2,4,5）、（2,5,4）、（3,1,5）、（3,2,8）、（3,4,6）、（4,1,9）、（4,2,5）、（4,3,6）、（4,5,2）、（5,2,4）、（5,4,2）。

（1）请画出此连通图

（2）使用 Kruskal 方法，画出求该连通图最小生成树的具体过程。

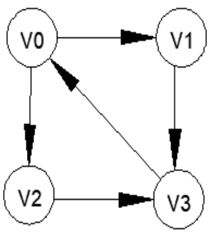
（3）使用 Prim 方法，画出求该连通图最小生成树的具体过程。

41. 有向图 G 如图所示：

(1)求该有向图的邻接矩阵 A

(2)求 A^2，并说明 A^2 中非零元素代表什么

(3)推广至 A 的 m 次方，说明 A 的 m 次方中非零元素代表什么

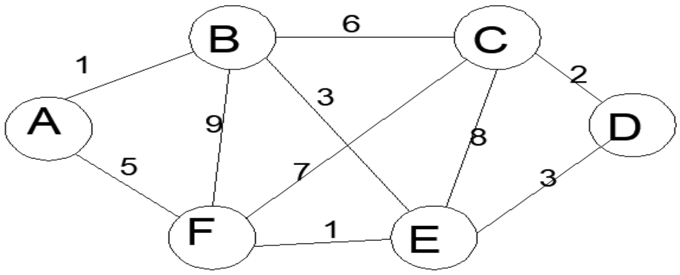


42. 全源最短路径问题采用 Floyd 算法进行求解。下面给出了一个由 4 个顶点构成的有向图邻接矩阵 Dist[4][4]和路径矩阵 Path[4][4]。约定 Dist 中用∞表示不能到达，Path 中用-1 表示没有前驱的情况。请计算并给出每一次迭代的结果。(请将答案誊写在答题纸上)

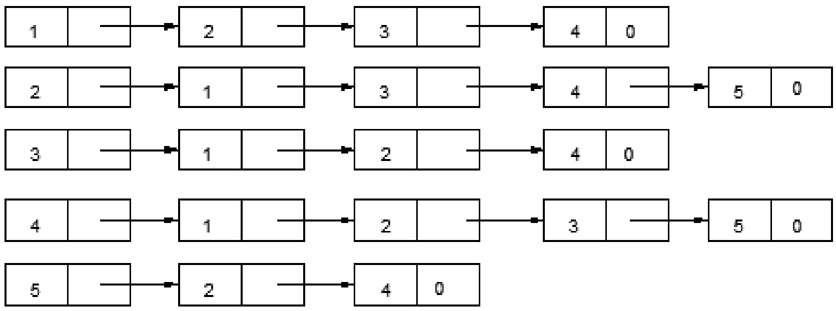
	$Dist^{(-1)}$				$Dist^{(0)}$				$Dist^{(1)}$				$Dist^{(2)}$				$Dist^{(3)}$			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
0	0	1	4	∞																
1	∞	0	2	5																
2	∞	∞	0	1																
3	2	∞	∞	0																

	$Path^{(-1)}$				$Path^{(0)}$				$Path^{(1)}$				$Path^{(2)}$				$Path^{(3)}$			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
0	-1	0	0	-1																
1	-1	-1	1	1																
2	-1	-1	-1	2																
3	3	-1	-1	-1																

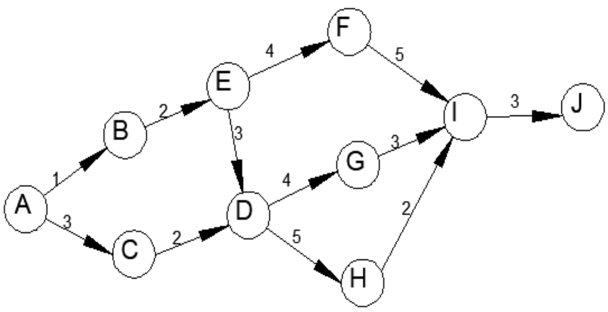
43. 对于图所示网络（1）请给出其采用邻接表存储图示；（2）请采用 Kruskal 算法原理构造该网络的最小生成树，要求画出构造过程中每步得到的生成图的变化状态图示。（12 分）



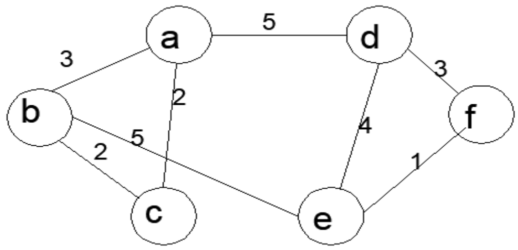
44. 已知某图的邻接表如下图所示，画出该图的深度优先生成树。



45. 给以下 AOE 网，求关键路径和 A 到其他点的最短路径。



46. 有如下无向带权图：



（1） 描述 Kruskal 算法的基本思想以及时间复杂度。

（2） 使用 Kruskal 算法计算上图的最小生成树 MST，开始时所有的节点单独属于一个等价类，给出每一步节点的等价类划分以及求得的最小生成树的边。

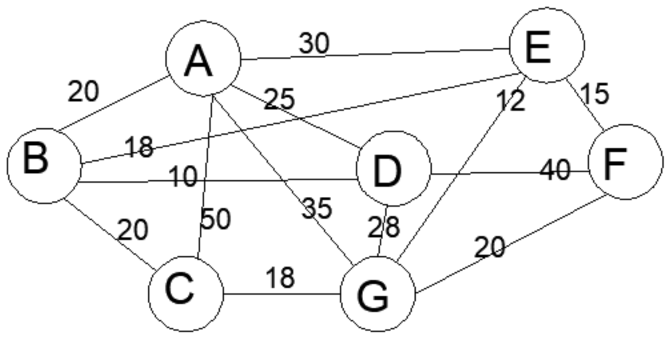
47. 某无向图如下图所示，请按要求回答下面的问题：

（1）请写出该无向图邻接表的存储结构定义（4 分）

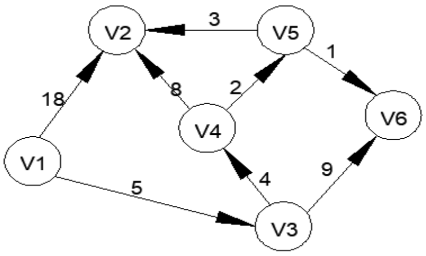
（2）请画出该无向图的邻接表存储结构（6 分）

（3）根据（2）中的存储结构对其进行深度遍历和广度遍历，写出其遍历结果。

（4）采用 Kruskal 算法求该无向图的最小生成树。要求写出其求解过程。并用文字描述该算法的实现过程（6 分）



48. 试用 Dijkstra 算法，求下图中从 V1 到其余各顶点的最短路径，给出求解过程中的每一步的状态。



49. 已知图 G=（V,E），V=（V_1,V_2,V_3,V_4,V_5,V_6），

E={$\langle V_1,V_2\rangle,\langle V_1,V_4\rangle,\langle V_1,V_6\rangle,\langle V_2,V_3\rangle,\langle V_2,V_5\rangle,\langle V_4,V_3\rangle,\langle V_5,V_4\rangle,\langle V_6,V_3\rangle,\langle V_6,V_4\rangle,\langle V_6,V_5\rangle$}

（1） 请画出上述描述所对应的图，指出该图是有向图还是无向图；

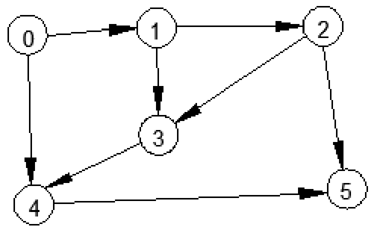
（2） 请画出该图的正邻接表存储表示；

（3） 如果以V_1为起始点，请写出该图的深度优先遍历的顶点顺序

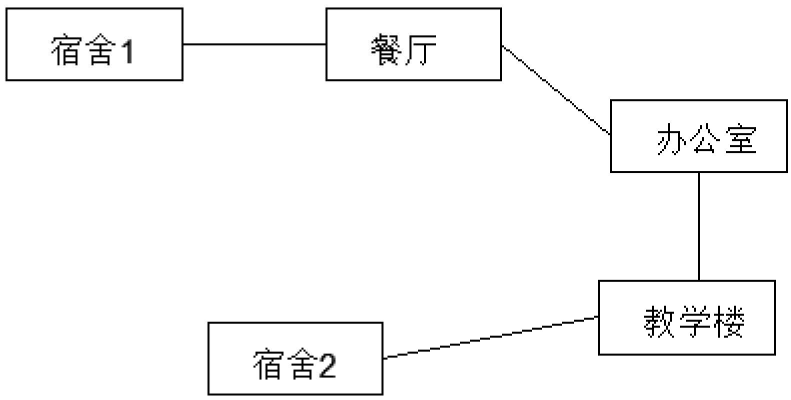
50. （1）写出基于邻接表存储的连通图深度优先遍历算法程序

（2）分析你设计的算法的复杂度

（3）根据下图写出邻接表，并根据你的邻接表从节点 0 出发的深度优先遍历序列



51.



供水问题。现需要在供水管网规划中选择一个蓄水池作为全校供水源点，以满足全校供水需求。

（1） 该问题可用图模型来建模，请给出该问题的图模型及供水问题描述；

（2） 设计一种存储结构来表示该模型（C/C++），画出上述的存储结构

（3） 基于上述数据结构，用 C/C++写一个函数，判断从某个特定蓄水池开始供水，是否能将水送到所有的蓄水池；

（4） 用自然语言描述一个算法思想，可以提高效率（算法的渐进复杂度）的解决供水问题。

52. 给定一个序列：38 66 95 52* 72 15 31 52

（1）将该序列调整为大根堆。

（2）对其进行归并排序。

（3）堆的空间复杂度为多少？

（4）堆排序与归并排序哪个更加稳定？

（5）两个排序最差情况的时间复杂度是多少？

53. （1）快速排序，堆排序，归并排序的空间复杂度从优到劣的顺序是什么？

（2） n个关键字，只要求得到排序后的前$k(n >> k)$个最小值，问在希尔排序，快速排序，插入排序、堆排序……这些排序算法中选哪个好，为什么？

（3）给定一个序列{12、32、16、25、17、8、29、16}，只要排序后的前两个数，用你之前选择的排序算法进行排序；

54. （1）有n个各不相同的m位十进制数正整数，n>>10000, m<6。问什么样的排序时间复杂度最优，为什么？

（2）给定{327,228,522,927,847,545,228,125,478,369}按上述最优的算法按递增的顺序排序，写出每一趟过程。

55. 对关键字序列{10　7　18　31　15　9　22　26}，用下列排序算法进行递增排序 ，写出第一趟排序结束后的序列。

（1）冒泡排序。

（2）快速排序（以第一个记录为支点）。

（3）基数排序（基数为 10）。

56. 序列(29　18　25　47　58　12　51　10)，对此序列建大根堆，并画出其删除根节点后的堆结构。

57. 对于下列七种排序算法：冒泡排序、插入排序、选择排序、基数排序、堆排序、归并排序、快速排序。请给出：

（1）在最佳情况下，哪些算法是 $O(n^2)$,哪些算法是 $O(n\log_2 n)$，哪些算法是 $O(n)$？

（2）在最差情况下，哪些算法是 $O(n^2)$,哪些算法是 $O(n\log_2 n)$，哪些算法是 $O(n)$？

（3）在平均情况下，哪些算法是 $O(n^2)$,哪些算法是 $O(n\log_2 n)$，哪些算法是 $O(n)$？

58. 对给定长度为 32 的顺序表进行二路归并排序，完成排序后，整个排序过程需要调用归并函数 Merge 的次数是多少？

59. 假设待排序的 n 个元素存放在数据 a[1],……,a[n]中，利用堆排序算法对 n 个元素进行升序排序。

（1）请描述堆排序算法的步骤。

（2）写出堆排序的代码。

60. 设有 1000 个元素组成的无序序列，希望用最快的速度挑选出其中前 10 个（仅挑前 10 个）最大元素，以下几种排序方法中哪一种最合适？分析各排序算法, 给出原因？

（1）简单选择排序　（2）冒泡排序　（3）堆排序　（4）归并排序

61. 假设给定一个长度为 n 的数组，并且数组中每个值的位置距离排序后该值的位置不超过 k（小于或等于 k），k<=n。

比如数组[2　3　1　4　6　5　7　9　8],每个值的位置距离其排序后的位置不超过 2。

设计一个最坏时间复杂度为 O(n log k)的排序算法，以伪代码的形式给出，并解释程序。

62. 对于 B-树和平衡二叉树，哪个检索的效率更高，简要描述一下理由。

63. 回答有关概念

(1)平均查找长度

(2)顺序查找原理

(3)哈希表的原理与其他查找的区别

(4)一个好的哈希表的主要要求是什么

64. 设散列表的地址范围为 0-17，散列函数为 H(K)=K mod 16，K 为关键字，用线性表探测法处理冲突，输入关键字序列(10,24,32,17,31,46,47,40,63,49)构造散列表，试回答下列问题：

(1)画出散列表示意图。

(2)若查找关键字 63，需要依次与哪些关键字比较？

(3)若查找关键字 60，需要依次与哪些关键字比较？

65. 输入数据序列为(10, 30, 40, 20, 15, 25)，请按输入序构造平衡二叉树。给出每添加一个节点后平衡二叉树的调整结果。

66. 已知输入关键字序列为(13, 14, 15, 16, 17, 5, 4, 3, 2, 1)，根据哈希函数建立哈希表，采用公共溢出区法解决冲突。已知哈希函数为 Hash(key) = key MOD 11，哈希表长为 11，溢出表长为 5。请画出哈希表和溢出表，并计算查找成功时(等概率情况下)的平均查找长度 ASL。

67. 选取哈希函数 H(key)=key mod 7，用链地址法解决冲突，试用 0-6 的散列地址空间对关键字序列(31,23,17,27,19,11,13,91,61,41)构造哈希表，并计算在等概率下成功查找的平均查找长度。

68. 在散列表中，处理冲突的方法有哪几种？如果经常需要进行插入和删除操作，最好使用哪种方法？

69. 依次将节点 44,21,18,97,110,26,107,55 插入到初始状态为空的平衡二叉排序树中，使得在每次插入后保持该树仍然是平衡二叉树，请一次画出每次插入后所形成的平衡二叉排序树。

70. AVL 树本来平衡，然后查找 K 失败，插入 K 后一定会使得树高度增加吗？为什么？

71. 有 3 扇关闭着的门，其中 2 扇门后面各有一只羊，另一扇门后面有一辆车。
参与者：一个游戏者和一个主持人。主持人事先知道各扇门后的物品，而游戏者不知道。
游戏目的：游戏者选择到车。

游戏过程：

1、游戏者随机选定一扇门；

2、在不打开此扇门的情况下，主持人打开另一扇有羊的门。

3、此时面对剩下 2 扇门，游戏者有一次更改上次选择的机会。

问：（画出判定树）游戏者是否应该改变上次的选择，以使选到车的概率较大？

72. 设散列表长度为 11，散列函数 Hash(k)=k%11，若输入序列为{22,41,53,46,30,13,1,67}，解决溢出的方法为线性开型寻址散列

(1)请构造该散列表

(2)搜索元素 30 和元素 67 所需要的比较次数是多少？

73. 含有 n 个内部节点的 m 序(阶)B-树至少包含多少个关键字？叙述 B-树的用途。

74. 什么是哈希函数？什么是哈希查找？如何解决冲突？分析影响哈希查找算法性能的因素。

75. 什么是二叉查找树？什么是 AVL 树？将{50,40,30,60,70,10,20,80}关键字依次插入一棵初始为空的 AVL 树，画出最后所得的 AVL 树。

76. 已知输入数据序列为(58,68,42,10,88,32,70,52,55,46)，给出建立 3 阶 B-树示意图，再给出删除 55，70 后的 B-树。

77. 设有一组关键字{19,01,23,14,55,68,11,82,36}，用哈希函数 H(key)=key%11，采用线性探测再散列的方法处理冲突，试在 0-14 的散列地址空间中对该序列构造哈希表，写出该哈希表，并求查找成功时的平均查找长度。

历年 408 真题应用题汇编

2024-42.将关键字数列20.3.11.18.9.14.7.依次存储到初始为空长度为11的散列表HT中，散列函数H（key）=（key×3）%11，H（key）计算出的初始散列地址为HO。发生冲突时探查地址序列是H，H2H，....其中Hk=（HO+K^2）%11。K=1.2.3....

（1）画出所构造的HT并计算HT的装填因子。

（2）画出在HT查找关键字14的关键字比较序列。

（3）在 HT 中查找关键字 8，确认查找失败时散列地址是多少

【皮皮灰】

（1）填装因子7/11。

装填因子等于散列表中已经被填充的位置的数量除以散列

散列地址	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
关键字	11		14	7		20	9			3	18		
冲突次数	1		3	2		1	2			1	1		

（2）

计算 14 的散列地址：H（14）=（14*3）%11=42%11=9。

关键字 3，此时产生哈希冲突。

二次探查，计算下一个散列地址：H1=（H0+1*1）%11=（9+1）%11=10

关键字 18，再次遇到哈希冲突。

下一个散列地址：H2 =（H0+2*2）%11=（9+4）%11=2，找到关键字 14

（3）

H（8）=（8*3）%11 = 24%11=2，索引为 2 的位置 关键字 18 冲突

二次探查，计算下一个散列地址：H1=（H0+1*1）%11=（2+1）%11=3。

索引为 3 的位置 关键字 7 冲突

H2= (HO+2*2) %11= (2+4) %11=6

索引为 6 的位置 关键字 9 冲突

H3= (H0+3*3) %11= (2+9) %11=0.

索引为 0 的位置 关键字 11 冲突

H4= (H0+4*4) %11= (2+16) %11=7, 索引为空，散列地址是 7。

2023-42.[灰灰考研]【10 分】

对含有 n(n>0)个记录的文件进行外部排序，采用置换-选择排序生成初始归并段时需要使用一个工作区，工作区中能保存 m 个记录，请回答下列问题，

（1）若文件中含有 19 个记录,其关键字依次是 51,94,37,92,14,63，15,99,48,56,23,60,31,17,43,8,90,166,100,则当 m=4 时,可生成几个初始归并段?各是什么?

（2）对任意 m（n>>m>0）生成的第一个初试归并段长度最大值 max，最小值 min 分别是？

42.[答案要点]

(1) 皮皮灰答案：

第一步

输入 51，94，37，92

输出 37,14 放入，51，94，14，92，初始段文件 37

输出 51,63 放入，63，94，14，92，初始段文件 37，51

输出 63,15 放入，15，94，14，92，初始段文件 37，51，63

输出 92,99 放入，15，94，14，99，初始段文件 37，51，63，92

输出 94,48 放入，15，48，14，99，初始段文件 37，51，63，92，94

输出 99 当选不出 MINIMAX 值时，表示一个归并段已经生成初始段文件 37，51，63，92，94，99

第一个初试归并段 37，51，63，92，94，99

第二个初始归并段 14，15，23，31，48，56，60，90，166

第三个初始归并段8,17,43,100

一共 3 个段

（2）对任意 m（n>>m>0）生成的第一个初试归并段长度 max，min 分别是？

max 最大长度是 n，min 最小长度是 m

2022-42.（10分）现有n（n>100000）个数保存在一维数组M中，需要查找M中最小的10个数。请回答下列问题。

（1）设计一个完成上述查找任务的算法，要求平均情况下的比较次数尽可能少，简述其算法思想（不需要程序实现）。

（2）说明你所设计的算法平均情况下的时间复杂度和空间复杂度。

【皮皮灰解法一】定义含10个元素的数组A，元素值均为该数组类型能表示的最大数MAX。

for M中的每个元素。

if（s<A[9]）丢弃A[9]并将s按升序插入A中

当数据全部扫描完毕，数组A中保存的就是最小的10个数

【皮皮灰解法二】使用堆排序，因为堆排序在每一趟排序结束后都会得到一个数字落在最终位置上，而且这个位置处于整个序列的一端，即得到的是最大值或最小值。不需要将所有的顺序都得出来，只需要排序 k 趟，就可以得到前 k 个最小的数字；而别的算法则需要将 n 个数字的序列 都排出来才可以得到前 k 个最小的数字。

建堆时间复杂度为O(n)。

堆排序时间复杂度为O(nlogn)，空间复杂度O(1)。

2021-42.【8 分】已知某排序算法如下

```
void cmpCountSort（int a[],int b[],int n）
{      int i,j,*count；
       count=new int[n]；
       for（ i=0；i<n；i++）count[i]=0；
       for（i=0；i<n-1；i++）{
              for（j=i+1；j<n；j++）{
                     if（a[i]<a[j]）count[j]++；
                      else            count[i]++；
       for（int i=0；i<n；i++）
              b[count[i]]=a[i]；
delete count；
}
```

(1)若有 int a[]={25,-10,25,10,11,19}, b[6],则调用 cmpCountSort(a,b,6) 后数组 b 中的内容是什么？

(2)若 a 中含有 n 个元素，则算法执行过程中，元素之间的比较次数是多少？

(3)该算法是否稳定？若是，则说明理由，否则，修改为稳定排序算法。

(1)b[ ]={-10,10,11,19 ,25 ,25}

(2)比较次数 n*（n-1）/2

(3)不稳定,ai 小于 aj 时 aj 计数增加,所以取等时是 ai 增加,i 小于 j 所以相等时较小的 i 的计数值更大,在数组的更后面,题目里面的那个 25 你跑一下就知道了,排序后原本在前面的 25 在后面的 25 后面。修改就是加个等于号就行。

需要将程序中的 if 语句修改如下：

```
if（a[i]<= a[j]）count[j]++；          else    count[i]++；
```

2020-42 若任一个字符的编码都不是其他字符编码的前缀，则称这种编码具有前缀特性。现有某字符集（字符个数≥2）的不等长编码，每个字符的编码均为二进制的 0，1 序列，最长为 L 位，且具有前缀特性。请回答下列问题：

（1）哪种数据结构适宜保存上述具有前缀特性的不等长编码？

（2）基于你所设计的数据结构，简述从 0/1 串到字符串的译码过程

（3）简述判定某字符集的不等长编码是否具有前缀特性的过程

【皮皮解析】考点：前缀编码，赫夫曼(Huffman)树

二叉树或赫夫曼树

普通的二叉树也可以设计前缀编码，赫夫曼树会使总长最小，是对前者的优化。

将所有的字符信息存储到二叉树的叶子结点上，且约定左分支表示字符'0'，右分支表示字符'1'，则可将根节点到叶子结点的路径上分支字符组成的字符串作为该叶子结点字符的编码。从根节点出发将 0/1 串沿着分支探查下去，遇到带有信息的叶子结点即为一个字符，然后再从根节点出发，以此类推直至 0/1 串全部译码为字符串。

只需判定存储有字符信息的节点是否全部为叶子结点即可。若存储有某个字符信息的节点非叶子结点，即有子节点，那么它的 0/1 编码一定是它孩子节点 0/1 编码的前缀，违反了前缀特性。

2019-42.（10 分）请设计一个队列，要求满足：①初始时队列为空；②入队时，允许增加队列占

用空间；③出队后，出队元素所占用的空间可重复使用，即整个队列所占用的空间只增不减；④入队操作和出队操作的时间复杂度始终保持为 O（1）。请回答下列问题：

（l）该队列应该选择链式存储结构，还是顺序存储结构？

（2）画出队列的初始状态，并给出判断队空和队满的条件

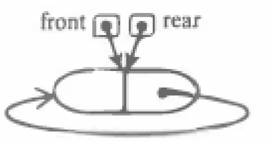
（3）画出第一个元素入队后的队列状态。

（4）给出入队操作和出队操作的基本过程。

【答案要点】

（l）采用链式存储结构（两段式单向循环链表），队头指针为 front，队尾指针为 rear。

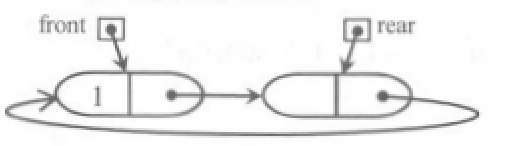
（2）初始时，创建只有一个空闲结点的两段式单向循环链表，头指针 front 与尾指针 rear 均指向空闲结点。如下图所示。



队空的判定条件：front==rear。

队满的判定条件：front==rear->next。

（3）插人第一个元素后的队列状态：

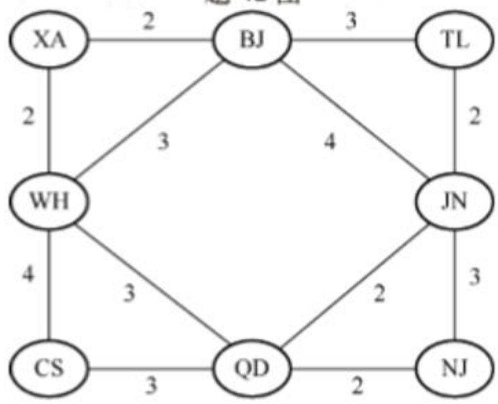


（4）操作的基本过程：

入队操作
若（front==rear->next）　　　　//队满 　　则在 rear 后面插入一个新的空闲结点； 入队元素保存到 rear 所指结点中；rear=rear->next；返回。
出队操作
若（front==rear）　　　　//队空 　　则出队失败，返回； 取 front 所指结点中的元素 e；fromt=front->next；返回 e。

2018-42．(12 分)拟建设一个光通信骨干网络连通 BJ、CS、XA、QD、JN、NJ、TL 和 WH 等 8 个 城市，题 42 图中无向边上的权值表示两个城市间备选光缆的铺设费用。

题 42 图



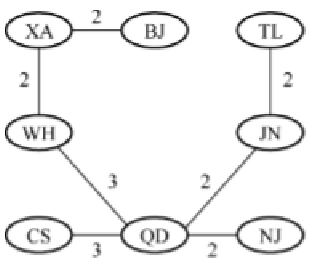
请回答下列问题。

（1）仅从铺设费用角度出发，给出所有可能的最经济的光缆铺设方案（用带权图表示），并计算相应方案的总费用。

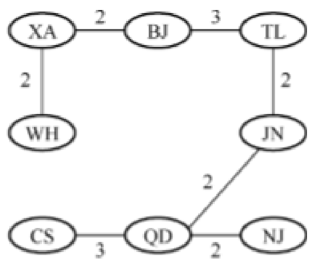
（2）题 42 图可采用图的哪一种存储结构？给出求解问题（1）所使用的算法名称

【答案要点】

（1）为了求解最经济的方案，可以把问题抽象为求无向带权图的最小生成树。可以采用手动 prim 算法或 kruskal 算法作图。注意本题最小生成树有两种构造，如下图所示。



方案1



方案2

方案的总费用为 16。

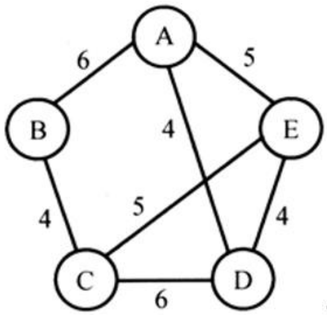
（2）存储题中的图可以采用邻接矩阵（或邻接表）。构造最小生成树采用 Prim 算法（或 kruskal 算法）。

2017-42. (8 分)使用 Prim(普里姆)算法求带权连通图的最小(代价)生成树(MST)。请回答下列问题。

(1)对下列图 G，从顶点 A 开始求 G 的 MST，依次给出按算法选出的边。

(2) 图 G 的 MST 是唯一的吗?

(3) 对任意的带权连通图，满足什么条件时，其 MST 是唯一的?



【答案要点】

(1)依次选出的边为：

(A，D)，(D，E)，(C，E)，(B，C)(4 分)

【评分说明】每正确选对一条边且次序正确，给 1 分。若考生选择的边正确，但次序不完全正确，酌情给分。

(2) 图 G 的 MST 是唯一的。(2 分)

(3) 当带权连通图的任意一个环中所包含的边的权值均不相同时，其 MST 是唯一的。(2 分)

【评分说明】

①若考生答案中给出的是其他充分条件，例如“带权连通图的所有边的权值均不相同”，同样给分。

②若考生给出的充分条件对图的顶点数和边数做了某些限制，例如，限制了图中顶点的个数(顶点个数少于 3 个)、限制了图的形状(图中没有环)等，则最高给 1 分。

③答案部分正确，酌情给分。

2016-41．(8 分)如果一棵非空 k(k≥2)叉树 T 中每个非叶结点都有 k 个孩子，则称 T 为正则后 k 树。请回答下列问题并给出推导过程。

（1）若T有m个非叶结点，则T中的叶结点有多少个?

（2）若T的高度为h(单结点的树h=1)，则T的结点数最多为多少个?最少为多少个?

【答案要点】

(1)根据定义，正则 k 叉树中仅含有两类结点：叶结点(个数记为 n_0)和度为 k 的分支结点(个数记为 n_k)。树 T 中的结点总数 $n=n_0+n_k=n_0+m$。树中所含的边数 e=n-1，这些边均为 m 个度为 k 的结点发出的，即 e=m×k 。整理得 $n_0+m=m\times k+1$ ，故 $n_0=(k-1)\times m+1$ 。(3 分)

(2)高度为 h 的正则 k 叉树 T 中，含最多结点的树形为：除第 h 层外，第 1 到第 h-1 层的结点都是度为 k 的分支结点，而第 h 层均为叶结点，即树是“满”树。此时第 j(1≤j≤h)层结点数为 k^{j-1}，结点总数 M_1 为：

$$M_1=\sum_{j=1}^{h}k^{j-1}=\frac{k^h-1}{k-1} \qquad (3分)$$

含最少结点的正则 k 叉树的树形为：第 1 层只有根结点，第 2 到第 h-1 层仅含 1 个分支结点和 k-1 个叶结点，第 h 层有 k 个叶结点。即除根外第 2 到第 h 层中每层的结点数均为 k，故 T 中所含结点总数 M_2 为：

$$M_2=1+(h-1)\times k \qquad (2分)$$

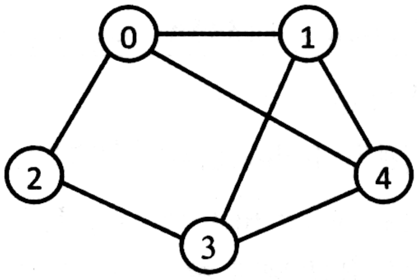
【评分说明】

①参考答案仅给出一种推导过程，若考生采用其他推导方法且正确，同样给分。

②若考生仅给出结果，但没有推导过程，则(1)、(2)的最高得分分别是 2 分和 3 分。若推导过程或答案不完全正确，酌情给分。

2015-42. (8 分)已知含有 5 个顶点的图 G 如下图所示。请回答下列问题。

(1) 写出图 G 的邻接矩阵 A(行、列下标均从 0 开始)。



(2) 求A^2，矩阵A^2中位于 0 行 3 列元素值的含义是什么?

(3) 若已知具有 n(n≥2)个顶点的图的邻接矩阵为 B，则 Bm(2≤m≤n)中非零元素的含义是什么?

(1) 图 G 的邻接矩阵 A 如下：

$$A=\begin{bmatrix}0&1&1&0&1\\1&0&0&1&1\\1&0&0&1&0\\0&1&1&0&1\\1&1&0&1&0\end{bmatrix}$$

(2) A^2如下：

$$A^2=\begin{bmatrix}3&1&0&3&1\\1&3&2&1&2\\0&2&2&0&2\\3&1&0&3&1\\1&2&2&1&3\end{bmatrix}$$

0行3列的元素值3表示从顶点0到顶点3之间长度为2的路径共有3条。

(3) B^m($2\le m\le n$)中位于i行j列($0\le i$，$j\le n-1$)的非零元素的含义是：图中从顶点i到顶点j长度为m的路径条数。

【评分说明】

①若考生给出的邻接矩阵A中，结点与行、列的对应次序与本参考答案不完全一致，只要正确，同样给分。问题(2)中，考生所给的答案中顶点编号要与其所给的邻接矩阵相对应。

②若考生给出的矩阵A及A^2部分正确，酌情给分。

③若考生分别说明矩阵B^2、B^3、…、B^n中非零元素的含义，同样给分。

④若考生给出的B^n($2\le m\le n$)中非零元素的含义部分正确，酌情给分。

2013-42.（10 分）设包含 4 个数据元素的集合 S={"do"，"for"，"repeat"，"while"}，各元素的查找概率依次为：p1=0.35，p2=0.15，p3=0.15，p4=0.35。将 S 保存在一个长度为 4 的顺序表中，采用折半查找法，查找成功时的平均查找长度为 2.2。请回答：

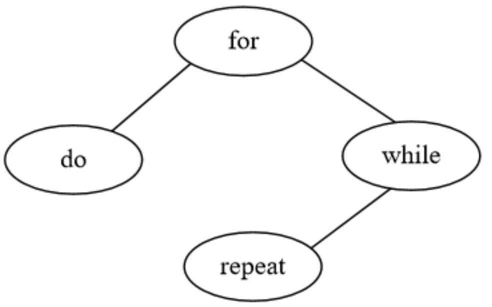
（1）若采用顺序存储结构保存 S，且要求平均查找长度更短，则元素应如何排列？应使用何种查找方法？查找成功时的平均查找长度是多少？

（2）若采用链式存储结构保存 S，且要求平均查找长度更短，则元素应如何排列？应使用何种查找方法？查找成功时的平均查找长度是多少？

（1）采用顺序存储结构，数据元素按其查找概率降序排列。（2 分）采用顺序查找方法。（1 分）查找成功时的平均查找长度=0.35×1+0.35×2+0.15×3+0.15×4=2.1。（2 分）

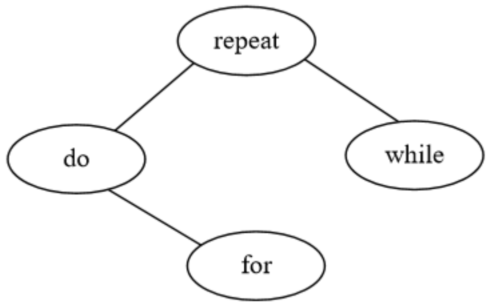
（2）【答案一】采用链式存储结构，数据元素按其查找概率降序排列，构成单链表。（2 分）采用顺序查找方法。（1 分）查找成功时的平均查找长度=0.35×1+0.35×2+0.15×3+0.15×4=2.1。（2 分）

【答案二】采用二叉链表存储结构，构造二叉排序树，元素存储方式见下图。（2 分）



二叉排序树 1

或



二叉排序树 2

查找成功时的平均查找长度=0.15×1+0.35×2+0.35×2+0.15×3=2.0。（2 分）

2012-41．设有 6 个有序表 A、B、C、D、E、F，分别含有 10、35、40、50、60 和 200 个数据元素，各表中元素按升序排列。要求通过 5 次两两合并，将 6 个表最终合并成 1 个升序表，并在最坏情况下比较的总次数达到最小。请问答下列问题。

1）给出完整的合并过程，并求出最坏情况下比较的总次数。

2）根据你的合并过程，描述 N（N≥2）个不等长升序表的合并策略，并说明理由。

本题同时对多个知识点进行了综合考查。对有序表进行两两合并考查了归并排序中的 Merge()函数；对合并过程的设计考查了哈夫曼树和最佳归并树。外部排序属于大纲新增考点。

1）对于长度分别为 m，n 的两个有序表的合并，最坏情况下是一直比较到两个表尾元素，比较次数为 m+n-1 次。故，最坏情况的比较次数依赖于表长，为了缩短总的比较次数，根据哈夫曼树（最佳归并树）思想的启发，可采用如图所示的合并顺序。

根据上图中的哈夫曼树，6 个序列的合并过程为：

第 1 次合并：表 A 与表 B 合并，生成含有 45 个元素的表 AB；

第 2 次合并：表 AB 与表 C 合并，生成含有 85 个元素的表 ABC；

第 3 次合并：表 D 与表 E 合并，生成含有 110 个元素的表 DE；

第 4 次合并：表 ABC 与表 DE 合并，生成含有 195 个元素的表 ABCDE；第 5 次合并：表 ABCDE 与表 F 合并，生成含有 395 个元素的最终表。

由上述分析可知，最坏情况下的比较次数为：第 1 次合并，最多比较次数=10+35-1=44；第 2 次合并，最多比较次数=45+40-1=84；第 3 次合并，最多比较次数=50+60-1=109；第 4 次合并，最多比较次数=85+110-1=194；第 5 次合并，最多比较次数=195+200-1=394。故比较总次数最多为：44+84+109+194+394=825。

2）各表的合并策略是：在对多个有序表进行两两合并时，若表长不同，则最坏情况下总的比较次数依赖于表的合并次序。可以借用哈夫曼树的构造思想，依次选择最短的两个表进行合并，可以获得最坏

情况下最佳的合并效率。

【1）2）评分说明】

①对于用类似哈夫曼树（或最佳归并树）思想进行合并，过程描述正确，给 5 分。按其他策略进行合并，过程描述正确，给 3 分。

②正确算出与合并过程一致的总比较次数，给 2 分。若计算过程正确，但结果错误，可给 1 分。

③考生只要说明采用的是类似哈夫曼树（或最佳归并树）的构造方法作为合并策略，即可给 3 分。如果采用其他策略，只要能够完成合并，给 2 分。

2011-41.（8 分）已知有 6 个顶点（顶点编号为 0～5）的有向带权图 G，其邻接矩阵 A 为上三角矩阵，按行为主序（行优先）保存在如下的一维数组中。

4　6　∞　∞　∞　5　∞　∞　∞　4　3　∞　∞　3　3

要求：

（1）写出图 G 的邻接矩阵 A。

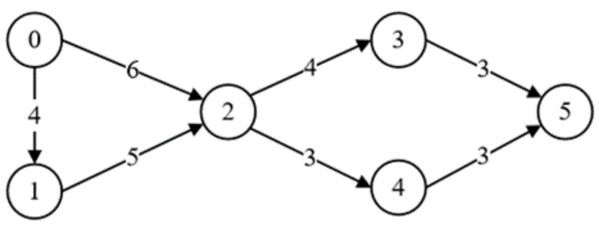
（2）画出有向带权图 G。

（3）求图 G 的关键路径，并计算该关键路径的长度。

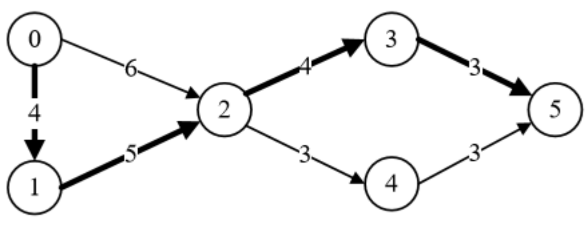
（1）图 G 的邻接矩阵 A 如下所示：

$$A=\begin{pmatrix} 0 & 4 & 6 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 0 & 5 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 0 & 4 & 3 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 0 & \infty & 3 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & 0 & 3 \\ \infty & \infty & \infty & \infty & \infty & 0 \end{pmatrix}$$

（2）有向带权图 G 如下图所示：



（3）关键路径为 01235（如下图所示粗线表示），长度为 4+5+4+3



2010-41.（10 分）将关键字序列（7、8、30、11、18、9、14）散列存储到散列表中。散列表的存储空间是一个下标从 0 开始的一维数组，散列函数为：H(key)=(keyx3)MOD7，处理冲突采用线性探测再散列法，要求装填（载）因子为 0.7。

(1)请画出所构造的散列表。

(2)分别计算等概率情况下查找成功和查找不成功的平均查找长度。

解答：

(1)由装载因子 0.7，数据总数为 7，得一维数组大小为 7/0.7=10，数组下标为 0~9。所构造的散列函数值如下所示：

key	7	8	30	11	18	9	14
H(key)	0	3	6	5	5	6	0

采用线性探测再散列法处理冲突，所构造的散列表为：

地址	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
关键字	7	14		8		11	30	18	9	

(2)查找成功时，是根据每个元素查找次数来计算平均长度，在等概率的情况下，各关键字的查找次数为：

key	7	8	30	11	18	9	14
次数	1	1	1	1	3	3	2

故，ASL 成功=查找次数/元素个数=(1+2+1+1+1+3+3)/7=12/7

这里要特别防止惯性思维。查找失败时，是根据查找失败位置计算平均次数，根据散列函数 MOD7，初始只可能在 0-6 的位置。等概率情况下，查找 0-6 位置查找失败的查找次数为：

H(key)	0	1	2	3	4	5	6
次数	3	2	1	2	1	5	4

故，ASL 不成功=查找次数/散列后的地址个数=(3+2+1+2+1+5+4)/7=18/7

2009-41.（10 分）带权图（权值非负，表示边连接的两顶点间的距离）的最短路径问题是找出从初始顶点到目标顶点之间的一条最短路径。假设从初始顶点到目标顶点之间存在路径，现有一种解决该问题的方法：

①设最短路径初始时仅包含初始顶点，令当前顶点 u 为初始顶点；

②选择离 u 最近且尚未在最短路径中的一个顶点 v，加入到最短路径中，修改当前顶点 u=v；

③重复步骤②，直到 u 是目标顶点时为止。

请问上述方法能否求得最短路径？若该方法可行，请证明之；否则，请举例说明。

该方法不一定能（或不能）求得最短路径。例如，对于下图所示的带权图，如果按照题中的原则，从 A 到 C 的最短路径是 A->B->C，事实上其最短路径是 A->D->C。