计算机专业
考研辅导丛书

数据结构联考
辅导教程（2011版）

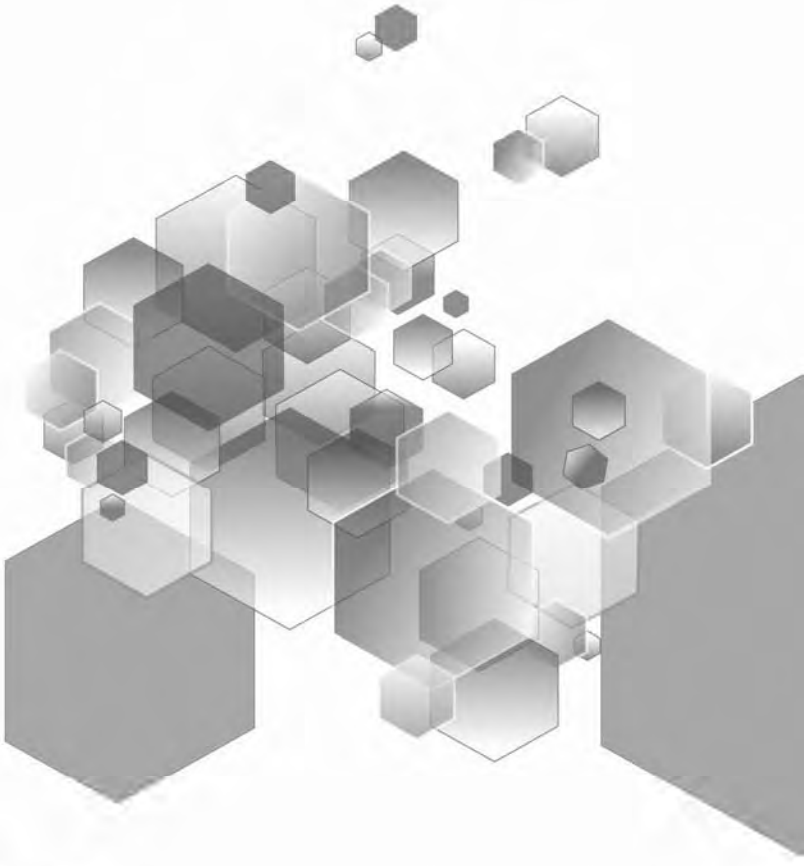
李春葆 尹为民 蒋晶珏 编著

深入内涵·全面掌握·灵活应用

- **透解联考大纲** 诠释考纲中重点、难点和疑点
- **知识点各个攻克** 按等级分析每道题的难易程度、复习重点
- **剖析解题技巧** 分析教学过程中广为采用的用例、往年部分著名高校的考研试题、2009年和2010年两年的考研真题

清华大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com



计算机专业
考研辅导丛书

数据结构联考
辅导教程（2011版）

李春葆 尹为民 蒋晶珏 编著

清华大学出版社
北　京

内 容 简 介

本书针对全国计算机学科专业考研大纲的数据结构部分进行知识点梳理、疑点诠释、难点辅导、全面复习；通过大量例题的各种求解方法，力求帮助提高考生分析与解决问题的能力。

全书内容丰富，所有考纲中的知识点都标识了难度和重要性，精选大量教学中广为采用的用例、历年名校考研试题以及近两年考研真题进行剖析详解，所有例题都标识了难度，以供考生参阅。

编者参加了近两年全国联考阅卷工作，对于考生存在的一些问题，在写作上力求具有指导性和针对性。

本书可作为考生参加计算机专业研究生入学考试的复习用书，也可以作为计算机专业的学生学习数据结构课程的辅导用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售
版权所有，侵权必究　侵权举报电话：010-62782989　13701121933

图书在版编目（CIP）数据

数据结构联考辅导教程：2011 版/李春葆，尹为民，蒋晶珏编著.－北京：清华大学出版社，2010.8
（计算机专业考研辅导丛书）
ISBN 978-7-302-23193-6
I. ①数… II. ①李…②尹…③蒋… III. ①数据结构－研究生－入学考试－自学参考资料 IV.①TP311.12
中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 122537 号

责任编辑：夏非彼　张　楠
责任校对：闫秀华
责任印制：
出版发行：清华大学出版社　　**地　址**：北京清华大学学研大厦 A 座
http://www.tup.com.cn　　**邮　编**：100084
社 总 机：010-62770175　　**邮　购**：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 刷 者：
装 订 者：
经　销：全国新华书店
开　本：190×260　　**印　张**：22.25　　**字　数**：570 千字
版　次：　　**印　次**：
印　数：
定　价：

产品编号：

丛书序

全国计算机专业研究生入学统一考试于 2009 年开始实施，随后《全国硕士研究生入学统一考试计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础综合考试大纲》2009 年和 2010 年两个版本相继发布，其对考试科目、考试范围、考试要求、考试形式和试卷结构进行了系统规定。

针对 2011 年的计算机专业联考，我们组织专家和一线教师对两版考纲进行了深入剖析，并在对自身教学经验进行认真总结、提炼之后，推出了这套“计算机专业考研辅导丛书”，一共 5 本：

- 计算机学科专业基础综合联考辅导教程（2011 版）
- 数据结构联考辅导教程（2011 版）
- 计算机组成原理联考辅导教程（2011 版）
- 操作系统联考辅导教程（2011 版）
- 计算机网络联考辅导教程（2011 版）

本丛书具有如下特色。

精准剖析考纲内容

深入研讨考研命题的方向和动态，结合近两年出题情况，总结出计算机学科各专业的复习要求。丛书以考纲知识点为中心，汇总了各知识点近两年全国考研题的出题情况，对每个知识点进行了深入地归纳和整理，具有知识面广和综合性强等特点。

把握知识间的内在联系，拓展创新思维

把握知识点之间的关系，将掌握的知识变“活”。通过对知识点分解，找出贯穿于各知识之间的内在联系，并配上相关的例题，阐明如何利用这些内在联系解决问题，从而做到不仅授人以“鱼”，更注重授人以“渔”。

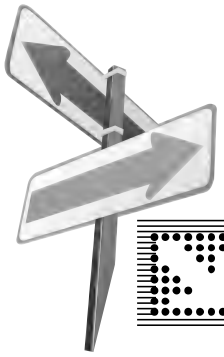
全面复习，形成知识体系

本丛书以各门考研课程的权威教材为依托，对教材进行了全面、深入地剖析和提炼。在考研复习中，往往一个微小的知识漏洞，就可能造成无法弥补的损失，因此复习必须扎实全面。丛书以基本知识点归纳和例题分析为框架，构建了一个完备的知识体系，为考生全程领跑。

以典型例题分析带动能力培养

本丛书以典型题目的分析为突破口，注重点拨解题思路，强化各知识点的灵活运用，从而启发解题灵感。在单项选择题部分主要涵盖各门课程的核心知识点，在综合应用题部分重点强化各门课程知识点的交叉。不仅所有例题给出了参考答案，大部分还给出了详细透彻的分析过程，便于读者在解题过程中举一反三，触类旁通，进而提高分析问题和解决问题的能力。

本套丛书由长期坚持在教学第一线的教师编写，其中多位教师参加了近两年的全国考研阅卷工作，在编写中体现了他（她）们的教学经验和评卷见解，希望能够有助于考生提高考研成绩和培养综合分析能力。



前 言

数据结构课程是计算机专业的核心课程，主要讨论数据组织和数据处理方法。数据结构的考点较多，算法设计理论性较强，掌握起来比较困难。作为计算机专业基础综合试题的一部分，在总分 150 的试卷中占 45 分，在全国联考后，对考试范围做了进一步规范，不包含外排序和文件内容。

迄今为止，全国计算机专业联考大纲出了两版，就数据结构部分而言，2010 版与 2009 版相差不大（主要删除了“等价类问题”和“图基本应用的复杂度分析”，增加了“B+树的基本概念”），预计近几年也不会有大的变化。

联考大纲中指定数据结构的考查目标是：理解数据结构的基本概念，掌握数据的逻辑结构、存储结构及其差异，以及各种基本操作的实现。在掌握基本的数据处理原理和方法的基础上，能够对算法进行基本的时间复杂度与空间复杂度的分析。能够选择合适的数据结构和方法进行问题求解，具备采用 C/C++或 Java 语言设计和实现算法的能力。

近两年的出题情况是：2009 年单项选择题共 10 题（20 分），综合应用题 2 题（10+15=25 分）；2010 年单项选择题共 11 题（22 分），综合应用题 2 题（10+13=23 分）。两年出题的题型几乎相同。

编者结合联考大纲和数据结构课程的特点，并总结近两年参加全国联考阅卷中考生出现的各种问题编写了本书，在编写过程中主要参考了《数据结构（C 语言版）》（严蔚敏、吴伟民编著，清华大学出版社，1997）和《数据结构教程（第 3 版）》（李春葆等编著，清华大学出版社，2009）两书，也参阅了多本较有影响的数据结构教材和教学辅导书。

本书的特点如下：

- 对联考大纲进行深入剖析。不仅挖掘考纲中各知识点的内涵和解题技巧，还以★～★★★★★的方式给出了每个知识点的难易程度和重要性（在考研中出现的可能性）。

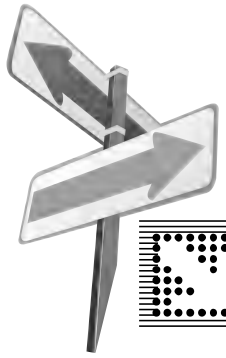
- 收集大量的例题并予以解析。不仅有数据结构在教学过程中广为采用的用例，还包括往年部分著名高校的考研试题，也将 2009 年和 2010 年两年的考研题按知识点分布归纳其中。并按★～★★★★★等级给出每道题的难易程度。根据全国考研题的题型，所有例题仅分为单项选择题和综合应用题。

除本书列出的作者外，参加编写的人员还有安杨、喻丹丹、余云霞、董尚燕、伍春香、喻卫、杨波、苏亮、黄明辉、陈钉、程洁等老师。

在编写过程中，编者结合多年的数据结构课程的教学经验和考研辅导中考生提出的问题，力求能够全面、透彻地解析各个考点，但由于水平所限，书中若有不当和错误之处，敬请读者指正。

编　者

2010 年 6 月



目 录

第 1 章　绪论 …… 1

1.1　数据结构的基本概念 …… 2
1.1.1　知识点归纳 …… 2
1.1.2　例题解析 …… 4
1.2　算法及其分析 …… 7
1.2.1　知识点归纳 …… 7
1.2.2　例题解析 …… 8
1.3　递归算法设计 …… 12
1.3.1　知识点归纳 …… 12
1.3.2　例题解析 …… 13

第 2 章　线性表 …… 17

2.1　线性表的定义 …… 18
2.1.1　知识点归纳 …… 18
2.1.2　例题解析 …… 18
2.2　顺序表 …… 19
2.2.1　知识点归纳 …… 19
2.2.2　例题解析 …… 20
2.3　单链表 …… 27
2.3.1　知识点归纳 …… 27
2.3.2　例题解析 …… 32
2.4　双链表 …… 51
2.4.1　知识点归纳 …… 51
2.4.2　例题解析 …… 54
2.5　循环链表 …… 57
2.5.1　知识点归纳 …… 57
2.5.2　例题解析 …… 59

2.6 有序表 …… 64
2.6.1 知识点归纳 …… 64
2.6.2 例题解析 …… 66

第 3 章 栈、队列和数组 …… 73

3.1 栈 …… 74
3.1.1 知识点归纳 …… 74
3.1.2 例题解析 …… 78
3.2 队列 …… 87
3.2.1 知识点归纳 …… 87
3.2.2 例题解析 …… 90
3.3 数组和稀疏矩阵 …… 98
3.3.1 知识点归纳 …… 98
3.3.2 例题解析 …… 101

第 4 章 树与二叉树 …… 104

4.1 树的概念 …… 106
4.1.1 知识点归纳 …… 106
4.1.2 例题解析 …… 109
4.2 二叉树的概念 …… 112
4.2.1 知识点归纳 …… 112
4.2.2 例题解析 …… 115
4.3 二叉树的遍历 …… 123
4.3.1 知识点归纳 …… 123
4.3.2 例题解析 …… 132
4.4 二叉树的构造 …… 171
4.4.1 知识点归纳 …… 171
4.4.2 例题解析 …… 173
4.5 树和二叉树的相互转换 …… 177
4.5.1 知识点归纳 …… 177
4.5.2 例题解析 …… 178
4.6 线索二叉树 …… 181
4.6.1 知识点归纳 …… 181
4.6.2 例题解析 …… 182
4.7 二叉排序树 …… 186
4.7.1 知识点归纳 …… 186
4.7.2 例题解析 …… 188
4.8 平衡二叉树 …… 197
4.8.1 知识点归纳 …… 197

4.8.2 例题解析 …… 201
4.9 哈夫曼树 …… 208
4.9.1 知识点归纳 …… 208
4.9.2 例题解析 …… 210

第 5 章 图 …… 212

5.1 图的基本概念 …… 214
5.1.1 知识点归纳 …… 214
5.1.2 例题解析 …… 216
5.2 图的存储结构 …… 219
5.2.1 知识点归纳 …… 219
5.2.2 例题解析 …… 221
5.3 图的遍历 …… 230
5.3.1 知识点归纳 …… 230
5.3.2 例题解析 …… 234
5.4 最小生成树 …… 253
5.4.1 知识点归纳 …… 253
5.4.2 例题解析 …… 254
5.5 最短路径 …… 257
5.5.1 知识点归纳 …… 257
5.5.2 例题解析 …… 261
5.6 拓扑排序 …… 265
5.6.1 知识点归纳 …… 265
5.6.2 例题解析 …… 266
5.7 关键路径 …… 268
5.7.1 知识点归纳 …… 268
5.7.2 例题解析 …… 270

第 6 章 查找 …… 273

6.1 查找的基本概念 …… 274
6.1.1 知识点归纳 …… 274
6.1.2 例题解析 …… 275
6.2 线性表 …… 276
6.2.1 知识点归纳 …… 276
6.2.2 例题解析 …… 279
6.3 B-树 …… 283
6.3.1 知识点归纳 …… 283
6.3.2 例题解析 …… 287
6.4 B+树 …… 292

6.4.1 知识点归纳 …… 292
6.4.2 例题解析 …… 294
6.5 哈希表 …… 296
6.5.1 知识点归纳 …… 296
6.5.2 例题解析 …… 299

第 7 章 内部排序 …… 306

7.1 排序的基本概念 …… 308
7.1.1 知识点归纳 …… 308
7.1.2 例题解析 …… 309
7.2 插入排序 …… 310
7.2.1 知识点归纳 …… 310
7.2.2 例题解析 …… 313
7.3 交换排序 …… 317
7.3.1 知识点归纳 …… 317
7.3.2 例题解析 …… 321
7.4 选择排序 …… 328
7.4.1 知识点归纳 …… 328
7.4.2 例题解析 …… 332
7.5 归并排序 …… 338
7.5.1 知识点归纳 …… 338
7.5.2 例题解析 …… 340
7.6 基数排序 …… 342
7.6.1 知识点归纳 …… 342
7.6.2 例题解析 …… 344

参考文献 …… 346

第1章 绪 论

考研大纲

本章没有出现在考研大纲中，但是把握这些内容有助于对整个课程知识的理解。复习要求如下：

- 掌握数据结构的基本概念，包括数据的逻辑结构和存储结构，对于后面的名词要能区分哪些是属于逻辑结构，哪些属于物理结构。
- 掌握算法时间和空间复杂度的分析方法。
- 理解递归算法的设计过程，掌握单链表、二叉树等递归数据结构的递归算法设计方法。

近两年全国考研题本章出题情况

年份	单项选择题/分	综合应用题/分	小计/分
2009 年	0 题	0 题	0
2010 年	0 题	0 题	0

1.1 数据结构的基本概念

难　度：★★
重要性：★★★

1.1.1 知识点归纳

1．数据

数据是指能输入到计算机中并能被计算机程序处理的符号的总称。例如，1～100 的整数和所有大写字母都是数据。

2．数据元素

数据元素是数据的基本单位，作为一个整体进行处理。

注意

在数据结构课程中，通常将数据元素简称为元素，将元素和节点混用。实际上是有区别的，数据元素是逻辑概念，在设计存储结构时，数据元素映射成元素或节点，如顺序存储结构中，一个数据元素直接映射成一个元素，在链式存储结构中，一个数据元素映射成一个节点，一个节点除了包含数据元素外，还用指针表示逻辑关系。

3．数据项

数据项是构成数据元素的不可分割的最小单位。数据元素可以由若干个数据项组成。例如，学生记录就是一个数据元素，它由学号、姓名、性别等数据项组成。

4．数据对象

数据对象是具有相同性质的数据元素的集合，它是数据的子集。

5．数据结构

数据结构是相互之间存在着某种关系的数据元素的集合，包括以下 3 个方面。

（1）数据的逻辑结构

数据的逻辑结构是指数据元素之间逻辑关系的整体，它与数据的存储结构无关，是独立于计算机的。注意，在数据结构课程中讨论的逻辑关系仅指数据元素之间的相邻关系或

邻接关系。

可以采用多种方式描述数据的逻辑结构，例如，树可以采用树形表示、文氏图表示等描述其逻辑结构。

二元组是一种通用的逻辑结构表示方式，它直接表示数据元素集合和数据元素之间的关系。二元组 DS=(D,R)，其中 D 是数据元素的有限集，R 是 D 上关系的有限集。例如，有如下数据 A，即一个矩阵：

$$A=\begin{bmatrix}2 & 6 & 3 & 1\\ 8 & 12 & 7 & 4\\ 5 & 10 & 9 & 11\end{bmatrix}$$

可以用二元组表示为：

A=(D,R)
D={2,6,3,1,8,12,7,4,5,10,9,11}
R={r1,r2}

其中 r1 表示行关系，r2 表示列关系：

r1={<2,6>,<6,3>,<3,1>,<8,12>,<12,7>,<7,4>,<5,10>,<10,9>,<9,11>}
r2={<2,8>,<8,5>,<6,12>,<12,10>,<3,7>,<7,9>,<1,4>,<4,11>}

（2）数据的存储结构（物理结构）

数据的存储结构是逻辑结构用计算机语言的实现（亦称为映象），它是依赖于计算机语言的。设计一个逻辑结构对应的存储结构时，不仅要存储逻辑结构中的每一个数据元素，还要正确地表示逻辑结构中数据元素之间的逻辑关系。

例如，上述数据 A 可用一个 C 语言中的二维数组 B 来存储，其存储结构为：

```
int B[3][4]={{2,6,3,1},{8,12,7,4},{5,10,9,11}};
```

这种存储结构设计之所以是正确的，是因为 B 不仅存储了 A 中所有的数据元素，而且保存了 A 中所有元素之间的行、列关系。

（3）施加在数据上的运算

施加在数据上的运算包括运算定义和实现，运算定义是针对逻辑结构的，指出运算的功能；运算实现是针对存储结构的，指出运算的具体操作步骤。

例如，上述数据 A 上的一个运算为 add(A,&s)，其功能为求 A 的所有元素之和。若数据 A 采用二维数组 B 存储，其运算实现如下：

```
void add(int B[3][4],int &s)    //s 为 B 中所有数据元素之和
{
    int i,j;
    s=0;
    for (i=0;i<3;i++)
```

```
        for (j=0;j<4;j++)
            s+=B[i][j];
}
```

6．逻辑结构分类

根据数据元素之间的逻辑关系将逻辑结构分为以下 4 种类型。

- 集合：数据元素之间没有任何关系。
- 线性结构：数据元素之间存在一对一的线性关系。
- 树形结构：数据元素之间存在一对多的层次关系。
- 图形结构：数据元素之间存在多对多的任意关系。

7．存储结构分类

根据数据元素在内存中的组织形式将存储结构分为以下 4 种类型。

- 顺序存储结构：把逻辑上相邻的元素存储在物理位置上相邻的存储单元里，即直接映射。
- 链式存储结构：不要求逻辑上相邻的元素在物理位置上亦相邻，元素之间的逻辑关系由附加的指针字段表示。
- 索引存储结构：在存储元素信息的同时，还建立附加的索引表。索引表中的每一项称为索引项，索引项的一般形式是：(关键字，地址)，关键字唯一标识一个元素，地址作为指向元素的指针。
- 散列（或哈希）存储结构：根据元素的关键字通过哈希函数直接计算出该元素的存储地址。

8．抽象数据类型

抽象数据类型是指一个数学模型以及定义在该模型上的一组操作，通常用(数据对象,数据关系,基本操作集)这样的三元组来表示。可以用抽象数据类型定义一个完整的数据结构。

1.1.2 例题解析

一、单项选择题

1．数据结构是具有_____的数据元素的集合。【★】

A. 性质相同　　B. 特定关系

C. 相同运算　　D. 数据项

解：数据结构由数据元素集合和数据元素关系两部分组成，本题答案为 B。

2．下列说法中，不正确的是_____。【★】

A. 数据元素是数据的基本单位　　B. 数据项是数据中不可分割的最小可标识单位

C. 数据可由若干个数据元素构成　　D. 数据项可由若干个数据元素构成

解：数据元素可由若干个数据项构成，本题答案为 D。

3．数据的存储结构是指_____。【★】

A. 数组类型　　B. 指针类型

C. 数据之间的逻辑关系　　D. 数据之间的物理关系

解：本题答案为 D。

4．在存储数据时，通常不仅要存储各数据元素的值，而且还要存储_____。【★】

A. 数据的处理方法　　B. 数据元素的类型

C. 数据元素之间的关系　　D. 数据的存储方法

解：在存储数据时，需要存储数据元素的值和数据元素之间的关系。本题答案为 C。

5．在计算机的存储器中表示时，各元素的物理地址和逻辑地址的相对顺序相同并且是连续的，称之为_____。【★】

A. 逻辑结构　　B. 顺序存储结构

C. 链式存储结构　　D. 以上都对

解：由顺序存储结构的特点可知本题答案为 B。

6．下面术语中，与数据的存储结构无关的是_____。【★★】

A. 环形队列　　B. 栈

C. 散列表　　D. 单链表

解：只有栈是逻辑结构，其他选项都是存储结构。本题答案为 B。

7．下列各项中属于逻辑结构的是_____。【★★】

A. 哈希表　　B. 有序表

C. 单链表　　D. 顺序表

解：只有有序表属于逻辑结构，其他选项都属于存储结构。本题答案为 B。

8．对于数据结构，以下叙述中不正确的是_____。【★★】

A. 相同的逻辑结构，对应的存储结构也必相同

B. 数据结构由逻辑结构、存储结构和基本运算三方面组成

C. 数据存储结构就是数据逻辑结构在存储器中的实现

D. 对数据基本运算的实现与存储结构有关

解：同一逻辑结构，可以设计多种对应的存储结构，基本运算的实现与存储结构有关。本题答案为 A。

9．对于数据结构，以下叙述中不正确的是_____。【★★】

A. 数据的逻辑结构与数据元素本身的形式和内容无关
B. 数据的逻辑结构是数据的各数据项之间的逻辑关系
C. 数据元素是数据的基本单位
D. 数据项是数据的最小单位

解：数据的逻辑结构是数据的各数据元素之间的逻辑关系。本题答案为 B。

10. 可以用_____定义一个完整的数据结构。【★★】

A. 数据元素　　B. 数据对象
C. 数据关系　　D. 抽象数据类型

解：抽象数据类型描述了数据的逻辑结构和抽象运算，构成了一个完整的数据结构定义。本题答案为 D。

11．可以用_____、数据关系和基本操作集定义一个完整的抽象数据类型。【★★】

A. 数据元素　　B. 数据对象
C. 原子类型　　D. 存储结构

解：抽象数据类型可用(数据对象,数据关系,基本操作集)三元组来表示。本题答案为 B。

二、综合应用题

12．举一个数据结构的例子，叙述其逻辑结构、存储结构、运算三个方面的内容。【★★★】

解：例如有一张学生成绩表，如表 1.1 所示，记录了一个班的学生各门课的成绩。这个表就是一个数据结构。每个记录（包括学号，姓名，成绩）就是一个节点，对于整个表来说，只有一个开始节点（其前面无记录）和一个终端节点（其后面无记录），其他的节点则各有一个也只有一个前趋和后继节点（它的前面和后面均有且仅有一个记录）。这几个关系就确定了这个表的逻辑结构。

表 1.1　学生成绩表

学号	姓名	成绩
1	王华	90
2	李明	84
…	…	…

那么怎样把这个表中的数据存储到计算机里呢？如何用高级语言表示各节点之间的关系呢？是用一片连续的内存单元来存放这些记录（如用数组表示），还是随机存放各节点数据再用指针进行链接呢？这就是存储结构的问题。例如，若用链式存储方式，节点的数据类型定义如下：

```
struct node
{   int no;                    //存放学号的数据域
    char name[10];             //存放姓名的数据域
    int score;                 //存放成绩的数据域
    struct node *next;         //指向下一个节点的指针
}
```