



校园网  
xiaoyuan.com

校园网推荐使用教材  
新视野教育专用教材

National Computer Rank Examination

# 全国计算机等级考试

## 二级公共基础

新视野IT培训教学研究组 编



中国地质大学出版社

ZHONG GUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

校园网推荐使用教材

新视野教育专用教材

# 全国计算机等级考试

## 二级公共基础

新视野 IT 培训教学 研究组 编



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

## 内 容 简 介

本书根据教育部考试中心最新发布的《全国计算机等级考试考试大纲》，由多位知名一线教师的教学讲义整理而成。主要内容有：数据结构与算法、程序设计基础、软件工程基础和数据库设计基础。在编写过程中，一方面通过大量的考试试题讲解了等级考试中知识细节，这些细节不仅能够使读者更准确地把握考试重点，而且使考生在整个学习过程中少走弯路；另一方面配有同步练习，使读者在学习的过程中巩固所学知识点，大大提高了学习效率。

本书完全针对准备参加全国计算机等级考试的考生，同时也可以作为普通高校、大专院校、成人高等教育以及相关培训班的练习题和考试题使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

全国计算机等级考试二级公共基础/新视野 IT 培训教学研究组编. —武汉：中国地质大学出版社，2009.8

ISBN 978-7-5625-2399-4

- I. 全...
- II. 新...
- III. 电子计算机-水平考试-自学参考资料
- IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 140324 号

全国计算机等级考试二级公共基础

新视野 IT 培训教学研究组 编

责任编辑：谌福兴 方菊 策划组稿：谌福兴 方菊 张晓红 责任校对：戴 莹

出版发行：中国地质大学出版社（武汉市洪山区鲁磨路 388 号） 邮编：430074

电话：(027) 67883511 传真：67883580 E-mail: cbb@cug.edu.cn

经销：全国新华书店 <http://www.cugp.cn>

开本：787mm×1092mm 1/16

字数：180 千字 印张：6.875

版次：2009 年 8 月第 1 版

印数：2009 年 8 月第 1 次印刷

印刷：武汉市江城印务有限公司

印数：1—5 000 册

ISBN 978-7-5625-2399-4

定价：26.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

## 本书编委会

主 编：马国泽

副主编：肖枫云

编委会委员（按姓氏笔画排序）：

丁 龙 丁志卫 马国泽 王绍屈 王 宪

何卫明 肖枫云 杜仁超 张 鹏 陈 钰

周 星 唐良坤 黄 媛 温润良 蒋金良

谭立超

# 前 言

新视野教育成立于1999年，是全国规模最大、学员人数最多的计算机等级考试培训机构。到目前为止，累计培训学员人数超过50万人次，每年新增学员近10万名。目前在全国23个省、市、自治区设有分公司或控股子公司，全兼职工作人员近8000人。

校园网(www.xiaoyuan.com)是新视野教育旗下SNS网站。校园网是以解决用户对于学习、生活、娱乐、交友、创业所有网络社会生活所必需的需求链为总体目标。校园网平台的出现将对“网聚人的力量”作出更高层次的诠释。校园网不同于传统的SNS网站，是架构于WEB桌面操作系统之上的WEB开放型应用平台，同时整合现有的核心品牌服务，以学习、创业、娱乐为主线，逐步渗透到用户网络生活与现实生活完美结合的方方面面，为用户提供更为专业、更为全面的互联网应用平台。

本书是全国计算机等级考试系列教材之一。全国计算机等级考试(National Computer Rank Examination, 简称NCRE)是由教育部考试中心主办，是计算机类考试中规模最大、考试人数最多的考试。全国每年有超过1000万考生参加NCRE考试，是继高考、英语等级考试之后的全国第三大考试。NCRE证书已经成为许多单位招聘员工的一个必要条件，具有相当的含金量。

本书是在新视野教育第五版教材讲义的基础上改编而来，是在新视野教育10年教学经验的基础上，由多位知名一线教师的教学讲义整理而成。全书依据教育部考试中心最新发布的《全国计算机等级考试考试大纲》编写。在编写过程中，结合最新大纲和数十套历年考试试卷，对经典考题进行了深入剖析，汇集了历年考试的重点、难点，使读者在整个学习过程中少走弯路，

大大提高了学习效率。

本书在编写的过程中，得到了广大学员和教师的大力支持。许多高校的领导和等级考试主管部门的一线老师对本书亦提出了许多宝贵意见，在此一并表示衷心的感谢。由于我们水平有限，加之时间仓促，书中难免有许多不足之处，我们真诚希望得到广大学员和教师的批评指正。

中国最大的校园门户网站 [www.xiaoyuan.com](http://www.xiaoyuan.com) 为读者提供全方位的技术支持。如对本书有任何意见或建议，请发送邮件到 [ncre@xiaoyuan.com](mailto:ncre@xiaoyuan.com)，或登陆网站 [www.xiaoyuan.com](http://www.xiaoyuan.com) 留言。

# 目 录

第一章 数据结构与算法	1
第一节 算 法	1
一、什么是算法	1
二、算法的复杂度	2
第二节 数据结构的基本概念	4
一、数据结构	4
二、线性结构与非线性结构	5
第三节 线性表及其顺序存储结构	7
一、线性表的基本概念	7
二、线性表的顺序存储结构	7
第四节 线性链表	8
一、链表	8
二、线性链表	8
三、双向链表	9
四、循环链表	10
第五节 栈及其基本运算	10
一、栈的基本概念	10
二、栈的存储结构	11
三、栈的基本运算	11
第六节 队列及其基本运算	12
一、队列的基本概念	12
二、队列的存储结构	12
三、队列的基本运算	13
第七节 树与二叉树	13
一、树的基本概念	13
二、二叉树及其基本性质	15
三、满二叉树与完全二叉树	15
四、二叉树的存储结构	16
五、二叉树的遍历	17
第八节 查找与排序技术	19
一、查找技术	19
二、排序技术	20
课后总复习	22

<b>第二章 程序设计基础</b> .....	28
第一节 程序设计方法与风格 .....	28
第二节 结构化程序设计 .....	30
一、结构化程序设计的原则 .....	30
二、结构化程序的基本结构及其特点 .....	31
三、结构化程序设计原则和方法的应用 .....	34
第三节 面向对象程序设计 .....	34
一、面向对象方法的特点 .....	34
二、面向对象方法的基本概念 .....	35
课后总复习 .....	39
<b>第三章 软件工程基础</b> .....	41
第一节 软件工程基本概念 .....	41
一、软件定义及其特点 .....	41
二、软件危机与软件工程 .....	43
三、软件工程过程与软件生命周期 .....	44
四、软件工程的目标与原则 .....	45
五、软件开发工具与软件开发环境 .....	46
第二节 软件分析及其方法 .....	47
一、需求分析 .....	47
二、结构化分析方法 .....	48
三、软件需求规格说明书 .....	50
第三节 软件设计及其方法 .....	51
一、软件设计的基本概念 .....	51
二、结构化设计方法 .....	54
第四节 软件测试 .....	59
一、软件测试的目标 .....	59
二、软件测试的内容 .....	59
三、软件测试的准则 .....	59
四、软件测试方法 .....	60
五、软件测试的实施 .....	64
第五节 程序的调试 .....	67
一、基本概念 .....	67
二、软件调试方法 .....	68
课后总复习 .....	69
<b>第四章 数据库设计基础</b> .....	73
第一节 数据库系统的基本概念 .....	73
一、基本概念 .....	73
二、数据管理的发展 .....	76
三、数据库系统的发展 .....	77
四、数据库系统的基本特点 .....	78



---

五、数据库系统的内部结构体系 .....	79
第二节 数据模型 .....	80
一、数据模型的基本概念 .....	80
二、E-R模型 .....	81
三、层次模型 .....	84
四、网状模型 .....	85
五、关系模型 .....	86
第三节 关系代数 .....	88
第四节 数据库设计与管理 .....	91
一、数据库设计概述 .....	91
二、数据库设计的需求分析 .....	92
三、数据库概念设计 .....	93
四、数据库的逻辑设计 .....	94
五、物理结构设计 .....	95
六、数据库管理 .....	95
课后总复习 .....	96

# 第一章 数据结构与算法

## 第一节 算 法

### 一、什么是算法

有的学者认为，算法是程序的灵魂。实际上，对于算法的研究已经有数千年的历史了。计算机的出现，使得用机器自动解题的梦想成为现实，人们可以将算法编写成程序交给计算机执行，使许多原来认为不可能完成的算法变得实际可行。

所谓算法是指一组有穷的指令集，是解题方案的准确而完整的描述。通俗地说，算法就是计算机解题的过程。

#### (一) 算法的基本特征

一般来说，算法应具有以下几个特征。

- (1) 确定性：算法的每一步都必须有确切的定义。
- (2) 有穷性：一个算法必须在执行有穷步后结束，即算法必须能够终止。
- (3) 可行性：算法原则上能够精确地执行，甚至人们只用笔和纸做有限次运算即可完成。
- (4) 拥有足够的情报：要使所设计的算法有效，就必须拥有足够的情报。

#### (二) 算法的组成要素

通常，一个算法由对数据对象的运算和操作以及其控制结构两部分组成。

##### 1. 对数据对象的运算和操作

对数据对象的运算和操作主要包括算术运算、逻辑运算、关系运算以及数据传输操作，如表 1-1 所示。

表 1-1 4 类基本的运算和操作

运 算 类 型	操 作	例 子
算术运算	+、-、×、÷	$a+b$ 、 $3-1$ ...
逻辑运算	与 (&)、或 (  )、非 (!)	!1、 $1  0$ 、 $1&1$ ...
关系运算	>、<、=、≠	$a>b$ 、 $a=c$ 、 $b\neq c$ ...
数据传输	赋值、输入、输出	$a=0$ 、 $b=3$ ...

##### 2. 算法的控制结构

一个算法所实现的功能不仅与其选用的操作有关，而且还与各操作之间的执行顺序相关。算法中各操作之间的执行顺序称为算法的控制结构。算法一般是由顺序、选择(又称分支)、循环(又称重复) 3 种基本结构组合而成。

描述算法的工具具有传统的流程图、N-S 结构化流程图、算法描述语言等。

### (三) 算法设计的基本方法

#### 1. 列举法

列举法是指针对待解决的问题，列举所有可能的情况，并用问题中给定的条件来检验哪些是必需的，哪些是不需要的。其特点是原理比较简单。但当列举的可能情况较多时，执行列举算法的工作量将会很大。

#### 2. 归纳法

归纳法是从特殊到一般的抽象过程。通过分析少量的特殊情况，找出一般的关系。归纳法比列举法更能反映问题的本质，并且可以解决无限列举量的情况，但是归纳法不容易实现。

#### 3. 递推

递推实际上也属于归纳法。不过它是指从已知的初始条件出发，逐次推出所要求的各中间结构和最后结果。

#### 4. 递归

递归分为直接递归与间接递归两种。如果一个算法 A 显式地调用自己则称为直接递归。如果算法 A 调用另一个算法 B，而算法 B 又调用算法 A，则称为间接递归调用。

#### 5. 减半递推技术

所谓减半递推技术是指把规模较大、较复杂的问题，分成几个规模较小、较简单的问题。

## 二、算法的复杂度

算法的复杂度是算法效率的度量，是评价算法优劣的重要依据。一个算法的复杂度高低体现在运行该算法所需要的计算机资源的多少，所需的资源越多，就说明该算法的复杂度越高；反之，所需的资源越少，则该算法的复杂度越低。计算机的资源，最重要的是时间和空间（即存储器）资源。

因此，算法复杂度包括算法的时间复杂度和算法的空间复杂度。

### (一) 算法的时间复杂度

算法的时间复杂度是指执行算法所需要的计算工作量。

值得注意的是，算法程序执行的具体时间和算法的计算工作量并不是一致的。算法程序执行的具体时间受到所使用的计算机、程序设计语言以及算法实现过程中的许多细节的影响。而算法的时间复杂度与这些因素无关。

算法的计算工作量是用算法所执行的基本运算次数来度量的，而算法所执行的基本运算次数是问题规模（通常用整数  $n$ ）的函数，即

$$\text{算法的工作量} = f(n)$$

其中  $n$  为问题的规模。

所谓问题的规模就是问题的计算量的大小。如  $1+2$ ，这是规模比较小的问题，但  $1+2+3+\dots+10000$ ，这就是规模比较大的问题。

例如，在下列 3 个程序段中：

①  $\{x++;s=0\}$

②  $\text{for}(i=1;i \leq n;i++)$

$\{x++;s+=x;\}$  /\*一个简单的 for 循环，循环体内操作执行了  $n$  次\*/

```
③for (i=1;i<=n;i++)
    for(j=1;j<=n;j++)
        {x++;s+=x;}/*嵌套的双层 for 循环, 循环体内操作执行了 n²次*/
```

①中, 基本运算“x++”只执行一次。重复执行次数分别为 1;

②中, 由于有一个循环, 所以基本运算“x++”执行了 n 次;

③中, 嵌套的双层循环, 所以基本运算“x++”执行了  $n^2$  次。

则这 3 个程序段的时间复杂度分别为  $O(1)$ 、 $O(n)$  和  $O(n^2)$ 。

在具体分析一个算法的工作量时, 在同一个问题规模下, 算法所执行的基本运算次数还与特定的输入有关。即输入不同时, 算法所执行的基本运算次数不同。例如, 使用简单插入排序算法, 对输入序列进行从大到小排序。输入序列为:

a.1 2 3 4 5

b.1 3 2 5 4

c.5 4 3 2 1

我们不难看出, 序列 a 所需的计算工作量最少, 因为它已经是非递减顺序排列, 而序列 c 将耗费的基本运算次数最多, 因为它完全是递减顺序排列的。

在这种情况下, 可以用以下两种方法来分析算法的工作量。

(1) 平均性态;

(2) 最坏情况复杂性。

**请思考: 算法的复杂度是以什么来度量的?**

## (二) 算法的空间复杂度

算法的空间复杂度是指执行这个算法所需要的内存空间。

算法执行期间所需的存储空间包括 3 个部分:

(1) 输入数据多占的存储空间;

(2) 程序本身所占的存储空间;

(3) 算法执行过程中所需要的额外空间。

其中, 额外空间包括算法程序执行过程中的工作单元, 以及某种数据结构所需要的附加存储空间。

如果额外空间量相对于问题规模 (即输入数据所占的存储空间) 来说是常数, 即额外空间量不随问题规模的变化而变化, 则称该算法是原地 (in place) 工作的。

为了降低算法的空间复杂度, 主要应减少数据所占的存储空间以及额外空间, 通常采用压缩存储技术。

## 习 题

1. 算法的时间复杂度取决于 ( )

A) 问题的规模

B) 待处理的数据的初态

C) 问题的难度

D) A 和 B

2. 下列叙述中正确的是 ( )

A) 算法的时间复杂度是指算法程序的需要的的时间。

B) 算法的时间复杂度是指算法程序的长度。

C) 算法的时间复杂度是指算法执行过程中所需要的基本运算次数。

D) 算法的时间复杂度是指算法程序中的指令条数。

## 第二节 数据结构的基本概念

数据处理是计算机应用的一个很重要的领域。所谓数据处理，是指对数据集中的各元素以各种方式进行操作，包括插入、删除、查找、更改等，也包括对数据元素进行分析。在进行数据处理时，实际需要处理的数据元素一般很多，而这些大量的数据元素都需要存放在计算机中。因此，在计算机中如何组织存放大量的数据元素，以便提高数据处理的效率，并且节省计算机的存储空间，便成了进行数据处理的关键问题。

通过本节的学习，可以了解什么是数据结构，它们是如何用图形表示的，以及线性结构与非线性结构的区别。

### 一、数据结构

在讲数据结构的概念之前，我们先弄清楚几个概念。

**数据：**数据是客观事物的符号表示。对于计算机而言，数据是能输入到计算机中并被计算机程序识别和处理的符号的总称，如文档、声音、视频等。

**数据元素：**数据元素是数据的基本单位。如一张学生成绩表中，单个学生的成绩就是其中的一个数据元素。

**数据对象：**数据对象是性质相同的数据元素的集合。如，一个班级的成绩表可以看作一个数据对象。

所谓数据结构是指由某一数据对象及该对象中所有数据成员之间的关系组成的集合。成员之间的关系有很多种，最常见的是前后件关系（或称直接前驱与直接后继关系）。

例如，在考虑学历的顺序关系时，“小学”是“初中”的前件（即直接前驱，下同），而“初中”是“小学”的后件（即直接后继，下同）。同样，“初中”是“高中”的前件，“高中”是“初中”的后件；“高中”是“大学”的前件，“大学”是“高中”的后件。

又例如，在考虑军队军衔的上下级关系时，“连长”是“排长”的前件，“排长”是“连长”的后件，“排长”是“班长”的前件，“班长”是“排长”的后件。同样地，“班长”是“战士”的前件，“战士”是“班长”的后件。

前后件关系是数据元素之间最基本的关系。

综上所述，数据结构是指相互有关联的数据元素的集合。换句话说，如果各个数据元素之间是有关联的，我们就说，这个数据元素的集合是有“结构”的。

数据结构的两个要素——“数据”和“结构”是紧密联系在一起，“数据”是有结构的数据，而不是无关联的、松散的数据；而“结构”就是数据元素间的关系，是由数据的特性所决定的。

依据视点不同，数据结构可分为数据的逻辑结构和数据的存储结构两种。

#### （一）数据的逻辑结构

数据的逻辑结构，是从实际出发，为实现特定的功能所建立的数据结构，用来描述数据元素之间的逻辑关系，它是面向问题的。数据的逻辑结构由某一数据对象及该对象中所有数据成员之间的关系（前后件关系）组成。即一个数据结构可以表示成  $Data\_Structure = (D, R)$ ，其中  $Data\_Structure$  表示数据结构， $D$  是数据元素的集合， $R$  是  $D$  上的关系，它反映了  $D$  中各数据元素之间的前后件关系。例如，假设  $a$  与  $b$  是  $D$  中的两个数据，则二元组  $(a, b)$  表示  $a$  是  $b$  的前件， $b$

是  $a$  的后件。这样，在  $D$  中的每两个元素之间的关系都可以用这种二元组来表示。

例：学历的数据结构可以表示成

$\text{Data\_Structure} = (D, R)$

$D = \{ \text{小学、初中、高中、大学} \}$

$R = \{ (\text{小学, 初中}), (\text{初中, 高中}), (\text{高中, 大学}) \}$

数据的逻辑结构还可以直观地用图形表示。在数据结构的图形表示中，对于数据集合  $D$  中的每一个数据元素用中间标有元素值的方框表示，一般称之为数据结点，并简称为结点；数据结构中除了根结点与终端结点外的其他结点一般称为内部结点。为了进一步表示各数据元素之间的前后件关系，对于关系  $R$  中的每一个二元组，用一条有向线段从前件结点指向后件结点。

例如，学历的数据结构可以用如图 1-1 所示的图形来表示。

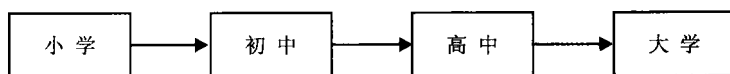


图 1-1 学历数据结构的图形表示

## (二) 数据的存储结构

数据的存储结构也称为数据的物理结构，是指数据在计算机中存放的方式，是面向计算机的。它包括数据元素的存储方式和关系的存储方式。

通常，一种数据的逻辑结构根据需要可以表示成多种存储结构，常用的存储结构有顺序、链接、索引等存储结构。采用不同的存储结构，其数据处理的效率是不同的。

## 二、线性结构与非线性结构

如果在一个数据结构中一个数据元素都没有，则称该数据结构为空的数据结构。在一个空的数据结构中插入一个新的元素后就变为非空；在只有一个数据元素的数据结构中，将该元素删除后就变为空的数据结构。

根据数据元素之间关系的不同特征，一般将数据结构分为两大类型：线性结构与非线性结构。

如果一个非空的数据结构满足下列两个条件：

- (1) 有且只有一个根结点；
- (2) 每一个结点最多有一个前件，也最多有一个后件。

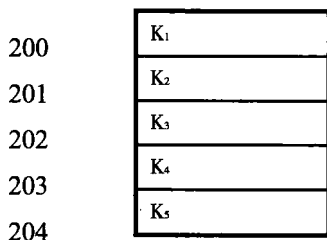
则称该数据结构为线性结构。线性结构又称线性表。

由此可见，在线性结构中，各数据元素之间的前后件关系是很简单的。图 1-1 中的学历数据结构属于线性结构。

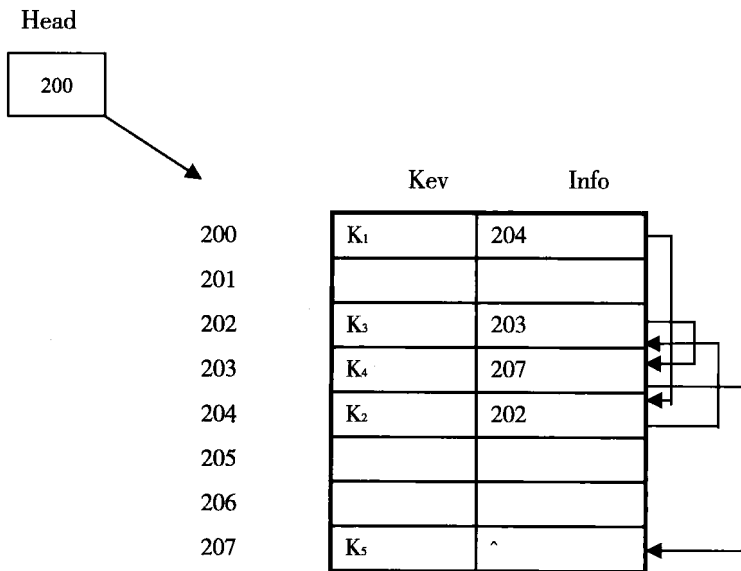
如果一个数据结构不是线性结构，则称之为非线性结构。显然，在非线性结构中，各数据元素之间的前后件关系要比线性结构复杂。下面介绍一种最常用的非线性结构：链式结构。

链式存储结构就是在每个结点中至少包含一个指针域，用指针来体现数据元素之间逻辑上的联系。

例如，线性表  $(K_1, K_2, K_3, K_4, K_5)$  可以用链式存储，如图 1-2 (b) 所示。从图中可以看到，结点之间的逻辑关系是通过指针来体现的。如结点  $K_3$  的存放单元并不紧跟在结点  $K_2$  的后面，但  $K_2$  中有一个指针指示  $K_3$  的存放地址。



(a) 顺序存储的线性表



(b) 链式存储的线性表

图 1-2 线性表

请思考：在哪一类存储结构中，数据的逻辑结构与物理结构一致？

空的数据结构由于没有数据元素，所以有特殊性。一个空的数据结构究竟是属于线性结构还是属于非线性结构，要根据对该结构进行的运算而定。如果对该数据结构的运算是按线性结构的规则来处理的，则属于线性结构；否则属于非线性结构。

习 题

- 数据的存储结构是指 ( )
  - A) 存储在外存中的数据
  - B) 数据所占的存储空间量
  - C) 数据在计算机中的顺序存储方式
  - D) 数据的逻辑结构在计算机中的表示
- 在数据结构中，与所使用的计算机无关的数据结构是 ( )
  - A) 逻辑
  - B) 存储
  - C) 逻辑与存储
  - D) 物理

### 第三节 线性表及其顺序存储结构

#### 一、线性表的基本概念

线性表是一种最简单且最常见的线性数据结构。一个线性表是若干个数据元素的有限序列。在非空线性表中,存在唯一的一个开始元素和一个末尾元素,除了这两个元素外,其他的元素都有且只有一个前件和一个后件。图 1-3 给出了两个线性表的示例。

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

学号	姓名	外语	政治	C 语言
S061001	张三	85	54	92
S061002	李四	92	84	64
S061003	王五	87	74	73
S061004				
...				

(a)
(b)

图 1-3 线性表示例

在图 1-3 (a) 中开始元素为 1, 末尾元素为 7。元素 3 的直接前驱为 2, 直接后继为 4。

开始元素为第一条记录, 末尾元素为最后一条记录。李四的成绩记录的前件为张三的成绩记录, 后件为王五的成绩记录。

#### 二、线性表的顺序存储结构

线性表的顺序存储指的是用一组地址连续的存储单元依次存放线性表中的各个元素。这种存储结构的特点是逻辑关系相邻的结点物理位置上也相邻。其具有以下两个基本特点:

- (1) 线性表中所有元素所占的存储空间是连续的;
- (2) 线性表中各数据元素在存储空间中是按逻辑顺序依次存放的。

在程序语言中,通常定义一个一维数组表示线性表的顺序存储空间。

用顺序存储结构存储的线性表称为顺序表。顺序表的基本操作有查找、插入和删除。

**插入:** 在长度为  $n$  的顺序表的第  $i$  个位置上插入一个值为  $x$  的新表项, 就要先把第  $i$  个元素 (包括第  $i$  个元素) 之后的所有元素依次向后移动一个表项位置, 然后再将  $x$  插入第  $i$  个位置。插入后, 顺序表的长度加 1。

**删除:** 为了删除顺序表中的第  $i$  个表项, 则必须把第  $i$  个元素 (不包括第  $i$  个元素) 之后的所有元素依次向前移动一个表项位置, 把第  $i$  个表项覆盖掉。在做完删除操作后, 顺序表的长度减 1。

在此, 还必须强调一点: 在一个线性结构中插入或删除任何一个结点后, 还应该是线性结构, 否则, 原数据结构不是线性结构。

**例题 1:** 下列叙述中正确的是

- A) 数据的逻辑结构与存储结构必定是一一对应的。



- B) 由于计算机存储空间是向量式的存储结构，因此，数据的存储结构一定是线性结构。
- C) 程序设计语言中的数组一般是顺序存储结构，因此，利用数组只能处理线性结构。
- D) 以上 3 种说法都不对。

答案为 D。本题为 2007 年 9 月考试第 6 题。选项 A，数据的逻辑结构与存储结构可以一一对应，也可以不一一对应；选项 B，数据的存储结构有顺序、链接、索引等多种存储结构；选项 C，数组也可以用来处理其他结构，只是这种方法不常用；故答案选 D。

## 第四节 线性链表

线性表的顺序存储结构具有简单、操作方便等优点。但在对其做插入或删除操作时，需要移动大量的元素。因此，对于大的线性表，特别是元素变动频繁的大线性表不宜采用顺序存储结构，而是通常采用链式存储结构。在链式存储结构中，存储数据结构的存储空间可以不连续，各数据结点的存储顺序与数据元素之间的逻辑关系可以不一致。链式存储方式既可用于表示线性结构，也可用于表示非线性结构。

### 一、链表

链表是一种常见的重要的数据结构。与顺序表不同，它是动态地进行存储分配的一种结构，因而它的长度是不固定的，是可以扩充的。链表中每一个元素称为“结点”，每个结点都由两个部分组成：一为数据部分，称为数据域；二为下一个结点的地址，称为指针域，从而可以表示数据元素之间的前后件关系。

### 二、线性链表

线性表的链式存储结构称为线性链表，是一种最简单的链表表示。每一个数据元素占用一个结点 (Node)。每一个结点由两个域组成：一个为数据域 data；另一个为指向该链表中下一个结点的指针域 link。如图 1-4 所示。



图 1-4 链表中的结点

例：线性集合 $(a_0, a_1, a_2, a_3)$ 的单链表结构如图 1-5 所示。指针 first 指向单链表的第一个结点的地址，last 指向最后一个结点的地址。最后一个结点因为没有后继结点，所以 link 域中放一个空指针 NULL (在图中用符号  $\wedge$  表示)。

单链表的基本运算有插入和删除。在单链表中进行插入和删除运算，只需要修改链中结点指针的值，不需要移动表中的元素，因而能高效地实现插入和删除运算。

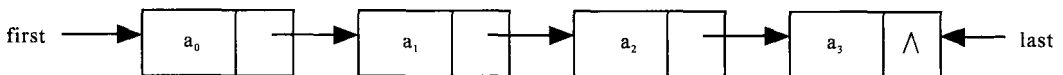


图 1-5 单链表的结构