

National Computer Rank Examination

全国计算机等级考试专用**辅导丛书**

全国计算机等级考试 专用辅导教程

二级C++

希赛教育等考学院 殷建民 主编

2013无纸化考试版

- ◆紧扣最新考试大纲，透彻精讲大纲规定考点
- ◆突出重点与难点，深入分析例题，讲练结合
- ◆提供最新真题解析，摸清考试规律，掌握实考难度

访问希赛教育等考学院 (www.educity.cn/ncre/) 可获惊喜大礼!

- ◆海量模拟试题在线测试
- ◆模拟测试软件免费下载
- ◆配套学习资料倾情奉送
- ◆众考生与教师在线交流



 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

013025895

TP3-44
177
V2-3 2013

National Computer Rank Examination

全国计算机等级考试专用辅导丛书

全国计算机等级考试 专用辅导教程

二级 C++



希赛教育等考学院 殷建民 主编

2013无纸化考试版

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry



北航

C1633072

TP3-44
177
V2-3
2013

内 容 简 介

本书由希赛教育等考学院组织编写,作为全国计算机等级考试二级 C++ 的辅导和培训指定教程。书中内容紧扣教育部考试中心新推出的考试大纲,通过对历年试题进行科学分析、研究、总结、提炼而成。书中内容全面实用,涵盖了考试大纲规定的所有知识点,对考试大纲规定的内容有重点地进行了细化和深化。阅读本书,就相当于阅读了一本详细的、带有注释的考试大纲。准备考试的人员可通过阅读本书掌握考试大纲规定的知识,掌握考试重点和难点,熟悉内容的分布。

本书适合参加全国计算机等级考试的人员及广大计算机爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

全国计算机等级考试专用辅导教程:2013 无纸化考试版. 二级 C++/殷建民主编.—北京:电子工业出版社, 2013.1

(全国计算机等级考试专用辅导丛书)

ISBN 978-7-121-19229-6

I. ①全… II. ①殷… III. ①电子计算机—水平考试—自学参考资料②C 语言—程序设计—水平考试—自学参考资料 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 298788 号

策划编辑:牛 勇

责任编辑:葛 娜

特约编辑:赵树刚

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19 字数:487 千字

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

定 价:39.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

全国计算机等级考试（NCRE）由教育部考试中心主办，面向社会，用于考查非计算机专业人员计算机应用知识与能力。考试客观、公正，得到了社会的广泛认可。

本书根据全国计算机等级考试二级 C++ 的最新考试大纲编写而成，在组织和写作上倾注了作者们的许多精力和心血，相信能够提高考试通过率，有效地为“考试过关”提供帮助。考生可通过阅读本书，快速掌握考试所涉及的知识点，全面梳理和系统学习考试大纲中的内容。

重要通知，考生必读

根据教育部 2012 年 12 月颁发的教试中心函[2012]211 号文件规定，从 2013 年上半年开始，计算机等级考试中的二级 C++ 语言采取无纸化考试，在无纸化考试中，传统考试的笔试部分被移植到计算机上完成，考核内容和要求不变。无纸化考试时间为 120 分钟，满分 100 分，其中选择题 40 分，上机操作题 60 分。总分达到 60 分，可以获得合格证书。

作者权威，阵容强大

希赛教育（www.educity.cn）专业从事人才培养、教育产品开发和教育图书出版，在职业教育方面具有很高的权威性，特别是在在线教育方面名列前茅。希赛教育的远程教育模式得到了国家教育部门的认可和推广。

希赛教育等考学院（www.educity.cn/ncre/）是国内进行计算机等级考试在线教育的著名大型教育机构，在该领域取得了很好的效果。希赛教育等考学院组织大纲制订者和阅卷组成员已编写了数十本考试辅导教材，内容涵盖了计算机等级考试的主要科目，并组织权威专家和辅导名师录制了众多考试培训视频教程，持续对历年考试进行跟踪研究和比较研究，定期编写权威的全真模拟试题。希赛教育的计算机等级考试培训采用统一教材、统一视频、统一认证教师的形式，采取线下培训与线上辅导相结合的方式，确保学员在通过考试的前提下能真正学到有用的知识。

本书由希赛教育等考学院殷建民主编，参加编写工作的还有胡钊源、张友生、桂阳、王勇、何玉云、左水林、谢顺、邓旭光、胡光超、刘洋波、李雄等。参加编写的人员来自大学教学一线和企业研发团队，具有丰富的教学和辅导经验，对等级考试有深入的研究，具有极强的应试技巧、理论知识、实践经验和责任心。

在线测试，心中有数

上学吧在线考试中心（exam.shangxueba.com）为考生准备了在线测试，其中有数十套全真模拟试题和考前密卷，考生可选择任何一套进行测试。测试完毕，系统自动判卷，立即给出分数。对于考生做错的地方，系统会自动记忆，待考生第二次参加测试时，可选择“试题复习”。这样，系统就会自动把考生原来做错的试题显示出来，供考生重新测试，以加强记忆。

因此，读者可利用上学吧在线考试中心的在线测试系统检查自己的实际水平，加强考前训练，做到心中有数，考试不慌。

诸多帮助，诚挚致谢

在本书出版之际，要特别感谢教育部考试中心计算机等级考试办公室的命题专家们，编者在本书中引用了部分考试原题，使本书能够尽量方便读者的阅读。在本书的编写过程中，参考了许多相关的文献和书籍，编者在此对这些参考文献的作者表示感谢。

感谢电子工业出版社牛勇老师，他在本书的策划、写作大纲的确定，以及编辑、出版等方面，付出了辛勤的劳动，给予了我们很多的支持和帮助。

感谢参加希赛教育计算机等级考试辅导和培训的学员，正是他们的想法汇成了本书的原动力，他们的意见使本书更加贴近读者。

由于编者水平有限，且本书涉及的内容很广，书中难免存在错漏和不妥之处，编者诚恳地期望各位专家和读者不吝指正。对此，我们将十分感激！

欢迎与我们交流，电子邮箱：master@csai.cn。

希赛教育等考学院

目 录

第 1 章 算法和数据结构	1
1.1 算法与数据结构概述	1
1.1.1 算法的概念	1
1.1.2 算法的复杂度	3
1.1.3 数据结构的定义	3
1.1.4 数据结构的表示	4
1.1.5 线性结构与非线性结构	4
1.2 线性表	5
1.2.1 线性表概述	5
1.2.2 线性表的顺序存储	5
1.3 栈和队列	7
1.3.1 栈的定义与操作	7
1.3.2 队列的定义与操作	8
1.4 线性链表	9
1.4.1 线性表的链式存储	9
1.4.2 双向链表的结构及其基本运算	10
1.5 树与二叉树	11
1.5.1 树的定义	11
1.5.2 二叉树的定义及其性质	12
1.5.3 二叉树的遍历	13
1.6 查找技术	15
1.6.1 顺序查找	15
1.6.2 二分法查找	16
1.7 排序技术	16
1.8 本章习题	19
第 2 章 程序设计	22
2.1 程序设计的方法与风格	22
2.2 结构化程序设计	23
2.3 面向对象的程序设计	24
2.3.1 面向对象的特点	24
2.3.2 类和实例	25
2.3.3 消息	26
2.4 本章习题	26
第 3 章 软件工程基础	28
3.1 软件工程基本概念	28

3.1.1 软件的含义	28
3.1.2 软件工程概念	29
3.2 结构化分析方法	30
3.2.1 结构化分析方法	30
3.2.2 软件需求规格说明书	32
3.3 结构化设计方法	33
3.3.1 软件设计的基本内容	33
3.3.2 结构化设计	35
3.3.3 概要设计	35
3.3.4 详细设计	37
3.4 软件测试	37
3.4.1 软件测试概述	38
3.4.2 软件测试技术	38
3.5 程序的调试	40
3.5.1 步骤与方法	40
3.5.2 静态调试	41
3.5.3 动态调试	42
3.6 本章习题	43
第 4 章 数据库设计基础	45
4.1 数据库的基本概念	45
4.1.1 数据和信息	45
4.1.2 数据处理、数据库与数据库管理系统	46
4.1.3 数据库系统的发展	47
4.1.4 数据库系统的内部结构体系	48
4.2 数据模型	50
4.2.1 数据模型概述	50
4.2.2 E-R 模型	51
4.2.3 关系模型	53
4.2.4 数据操作	54
4.2.5 关系中的数据约束	54
4.3 关系代数	55
4.4 数据库设计	56
4.5 本章习题	57
第 5 章 C++语言概述	59
5.1 面向对象的程序设计	59
本节考点：面向对象程序设计的 3 个特征	59
5.2 C++语言的基本符号与词汇	60
5.2.1 考点 1：C++语言的基本符号	60

5.2.2	考点 2: C++语言的 5 种词汇	60
5.2.3	考点 3: 关键字	60
5.2.4	考点 4: 标识符	61
5.2.5	考点 5: 字面常量	62
5.2.6	考点 6: 运算符	62
5.2.7	考点 7: 标点符号	62
5.3	C++程序的基本框架	62
5.3.1	考点 1: 结构化程序设计框架	63
5.3.2	考点 2: 面向对象程序设计框架	63
5.4	Visual C++ 6.0 集成开发环境	64
5.4.1	考点 1: 集成开发环境与项目	64
5.4.2	考点 2: 标准 C++程序编写步骤	65
5.4.3	考点 3: 标准 C++程序修改步骤	65
5.4.4	考点 4: 基本调试功能	65
5.5	本章习题	66
第 6 章	数据类型、表达式与基本运算	68
6.1	C++数据类型及其定义方法	68
6.1.1	考点 1: 基本类型	68
6.1.2	考点 2: 基本类型的派生类型	69
6.2	C++常量的定义	69
6.2.1	考点 1: 字面常量	69
6.2.2	考点 2: 符号常量	71
6.3	C++变量的定义与使用方法	72
6.3.1	考点 1: 变量的定义	72
6.3.2	考点 2: 变量的使用方式	72
6.4	运算符和表达式	73
6.4.1	考点 1: 运算符和表达式的概念	73
6.4.2	考点 2: 赋值运算	73
6.4.3	考点 3: 算术运算符和算术表达式	74
6.4.4	考点 4: 关系运算符和关系表达式	74
6.4.5	考点 5: 逻辑运算符和逻辑表达式	75
6.4.6	考点 6: 位运算	75
6.4.7	考点 7: 其他运算	75
6.4.8	考点 8: 优先级和结合性	76
6.5	本章习题	77
第 7 章	C++的基本语句	79
7.1	C++的基本语句	79
7.1.1	考点 1: 声明语句	80

7.1.2	考点 2：表达式语句	80
7.1.3	考点 3：基本输入/输出语句	80
7.1.4	考点 4：复合语句和空语句	81
7.2	if 语句	81
7.2.1	考点 1：基本 if 语句	81
7.2.2	考点 2：if...else 语句	82
7.3	switch 语句	82
7.4	for 语句	83
7.5	while 语句	84
7.6	do...while 语句	85
7.7	转向语句	85
7.7.1	考点 1：break 语句	85
7.7.2	考点 2：continue 语句	86
7.7.3	考点 3：return 语句	86
7.7.4	考点 4：goto 语句	87
7.8	选择语句和循环语句的各种嵌套	87
7.8.1	考点 1：选择语句的嵌套	87
7.8.2	考点 2：循环语句的嵌套	88
7.8.3	考点 3：混合嵌套	88
7.9	本章习题	88
第 8 章	数组、指针与引用	91
8.1	一维数组	91
8.1.1	考点 1：数组的定义	91
8.1.2	考点 2：数组的初始化	92
8.1.3	考点 3：数组的访问和 multidimensional 数组	93
8.2	字符串与字符数组	94
8.2.1	考点 1：字符串的定义和存储	94
8.2.2	考点 2：字符数组及输入/输出	95
8.3	常用字符串函数	97
8.3.1	考点 1：strlen 和 strcpy	97
8.3.2	考点 2：strcat 和 strcmp	98
8.3.3	考点 3：strstr 和其他	98
8.4	指针和指针变量	100
8.4.1	考点 1：基本概念	100
8.4.2	考点 2：指针与数组	101
8.5	引 用	103
	本节考点：基本概念和使用方法	103
8.6	本章习题	104

第9章 函数	107
9.1 函数的定义方法和调用方法	107
9.1.1 考点1: 函数的定义	107
9.1.2 考点2: 函数的调用	108
9.2 函数原型和返回类型	109
本节考点: 函数的声明	109
9.3 形式参数与实际参数	110
9.3.1 考点1: 基本概念和传值	110
9.3.2 考点2: 传地址和传引用	111
9.4 变量的作用域	113
本节考点: 存储类型的基本知识	113
9.5 递归函数	115
本节考点: 用递归解决问题	115
9.6 内联函数	117
本节考点: 内联函数和宏	117
9.7 带有默认参数值的函数	118
本节考点: 默认参数值的定义和使用	118
9.8 函数的重载	119
本节考点: 函数重载的定义和使用	119
9.9 本章习题	120
第10章 类与对象	124
10.1 类	124
10.1.1 考点1: 类的定义	124
10.1.2 考点2: 类成员的访问权限	125
10.1.3 考点3: 类与结构	126
10.1.4 考点4: 数据成员的定义	126
10.1.5 考点5: 成员函数的定义	126
10.2 对象	127
10.2.1 考点1: 对象的定义	127
10.2.2 考点2: 对象成员的访问	127
10.3 构造函数与析构函数	128
10.3.1 考点1: 构造函数和析构函数的定义	128
10.3.2 考点2: 重载构造函数	131
10.3.3 考点3: 复制构造函数	131
10.4 静态成员	132
10.4.1 考点1: 静态数据成员	132
10.4.2 考点2: 静态数据成员初始化	133
10.4.3 考点3: 静态成员函数	134
10.5 常对象与常成员	134

10.5.1	考点 1：常对象	134
10.5.2	考点 2：常对象成员	134
10.5.3	考点 3：常数据成员	135
10.5.4	考点 4：常成员函数	135
10.6	this 指针的使用	137
10.6.1	考点 1：this 指针的定义	137
10.6.2	考点 2：友元函数与 this 指针	137
10.7	友元函数和友元类	138
10.7.1	考点 1：友元函数的定义	138
10.7.2	考点 2：友元类	138
10.8	对象数组与成员对象	139
10.8.1	考点 1：对象数组	139
10.8.2	考点 2：成员对象	140
10.9	本章习题	141
第 11 章	类的继承和派生	156
11.1	继承与派生	156
11.1.1	考点 1：继承与派生的基本概念	156
11.1.2	考点 2：派生类的定义	157
11.1.3	考点 3：派生类的构成	157
11.2	派生类对基类成员的访问	158
11.2.1	考点 1：派生类对基类成员的访问权限	158
11.2.2	考点 2：派生类中基类成员的权限	159
11.3	派生类的构造函数与析构函数	162
11.3.1	考点 1：派生类中的构造函数	162
11.3.2	考点 2：派生类的析构函数	164
11.4	虚基类	165
11.4.1	考点 1：继承的二义性	165
11.4.2	考点 2：虚基类的定义	166
11.4.3	考点 3：虚基类的构造函数	166
11.5	本章习题	167
第 12 章	多态性	180
12.1	虚函数机制	180
12.1.1	考点 1：多态性的概念	180
12.1.2	考点 2：虚函数的概念	180
12.1.3	考点 3：纯虚函数与抽象类	181
12.2	基类指针与派生类指针	182
	本节考点：指针与重定义成员函数的访问	182
12.3	运算符重载	185

12.3.1 考点 1: 运算符重载的概念	185
12.3.2 考点 2: 运算符重载的定义	186
12.3.3 考点 3: 典型的运算符重载	187
12.4 本章习题	192
第 13 章 模板	202
13.1 函数模板	202
13.1.1 考点 1: 函数模板的概念和声明	202
13.1.2 考点 2: 模板函数	203
13.1.3 考点 3: 函数模板的实例化	203
13.1.4 考点 4: 模板实参的省略	204
13.2 类模板	205
13.2.1 考点 1: 类模板的概念和声明	205
13.2.2 考点 2: 类模板的实例化	207
13.3 本章习题	207
第 14 章 输入、输出流	210
14.1 C++流	210
14.1.1 考点 1: C++流的概念和 I/O 类库	210
14.1.2 考点 2: 预定义流对象	211
14.1.3 考点 3: 提取运算符“>>”和插入运算符“<<”	211
14.1.4 考点 4: 预定义流对象的使用 (cin、cout)	212
14.2 格式控制数据的输入/输出	212
14.2.1 考点 1: 默认的输入/输出格式	212
14.2.2 考点 2: 格式控制标志	213
14.2.3 考点 3: 格式控制函数	213
14.2.4 考点 4: 操作符	214
14.3 文件的 I/O 操作	216
14.3.1 考点 1: 文件流的建立、打开和关闭	216
14.3.2 考点 2: 文件流状态的判别	218
14.3.3 考点 3: 文件流的定位	218
14.3.4 考点 4: 特殊的文件流	219
14.3.5 考点 5: 文件流的无格式输入、输出	219
14.4 本章习题	220
第 15 章 操作题模拟试题及解析	224
15.1 操作题模拟试题一	224
15.2 操作题模拟试题二	226
15.3 操作题模拟试题三	228
15.4 操作题模拟试题四	231
15.5 操作题模拟试题五	233

15.6 操作题模拟试题一参考答案及解析	235
15.7 操作题模拟试题二参考答案及解析	236
15.8 操作题模拟试题三参考答案及解析	237
15.9 操作题模拟试题四参考答案及解析	237
15.10 操作题模拟试题五参考答案及解析	238
附录 A 习题参考答案与解析	240
附录 B 2012 年 3 月笔试试卷、参考答案及解析	267
附录 C 2012 年 9 月笔试试卷、参考答案及解析	280

第 1 章 算法和数据结构

本章主要介绍算法、线性表、栈和队列、二叉树的概念，还介绍了几种常见的排序技术。结合计算机等级考试的要求，具体如表 1-1 所示。

表 1-1 考试要求

考试知识点	重要性
算法，线性表基本概念	★
栈和队列	★★★
树和二叉树	★★★★★
查找技术	★
排序技术	★★★★

1.1 算法与数据结构概述

本节的主要考点集中在算法与数据结构的基本概念上，包括算法的基本特征、复杂度，以及数据结构的表示等。

1.1.1 算法的概念

算法（Algorithm）是一系列解决问题的清晰指令，也就是说，能够对有一定规范的输入，在有限时间内获得所要求的输出。如果一个算法有缺陷或不适合某个问题，执行这个算法将不会解决这个问题。不同的算法可能用不同的时间、空间和效率来完成同样的任务。

1. 算法的基本特征

- （1）有穷性：一个算法必须保证执行有限步骤之后结束。
- （2）确定性：算法的每一步骤必须有确切的定义。
- （3）可行性：算法原则上能够精确地运行，而且人们用笔和纸做有限次运算后即可完成。

2. 算法的基本要素

- （1）算法中对数据的运算和操作：每个算法实际上是按解题要求从环境能执行的所有操作中选择合适的操作所组成的一组指令序列。

计算机可以执行的基本操作是以指令的形式描述的。一个计算机系统能执行的所有指令的集合，称为该计算机系统的指令系统。计算机程序就是按解题要求从计算机指令系统中选择合适的指令所组成的指令序列。在一般的计算机系统中，基本的运算和操作有以下 4 类。

- ① 算术运算：主要包括加、减、乘、除等运算。
- ② 逻辑运算：主要包括与、或、非等运算。
- ③ 关系运算：主要包括大于、小于、等于、不等于等运算。
- ④ 数据传输：主要包括赋值、输入、输出等操作。

(2) 算法的控制结构：一个算法的功能不仅仅取决于所选用的操作，而且还与各操作之间的执行顺序有关。算法中各操作之间的执行顺序称为算法的控制结构。

3. 算法设计的基本方法

计算机算法不同于人工处理的方法，下面是工程中常用的几种算法设计，在实际应用时，各种算法之间往往存在着一定的联系。

(1) 递推法：利用问题本身所具有的一种递推关系求问题解的一种方法。它把问题分成若干步，找出相邻几步的关系，从而达到目的。

(2) 递归法：一个过程。函数不断引用自身，直到引用的对象已知。

(3) 穷举搜索法：对可能是解的众多候选解按某种顺序逐一进行枚举和检验，并从中找出那些符合要求的候选解作为问题的解。

(4) 贪婪法：一种不追求最优解、只希望得到较为满意解的方法。贪婪法一般可以快速得到满意的解，因为它节省了为找最优解要穷尽所有可能而必须耗费的大量时间。贪婪法常以当前情况为基础做最优选择，而不考虑各种可能的整体情况，所以贪婪法不要回溯。

(5) 分治法：把一个复杂的问题分成两个或更多相同或相似的子问题，再把子问题分成更小的子问题，直到最后的子问题可以简单地直接求解，原问题的解即子问题的解的合并。

(6) 动态规划法：一种在数学和计算机科学中使用的、用于求解包含重叠子问题的最优化问题的方法。其基本思想是，将原问题分解为相似的子问题，在求解的过程中通过子问题的解求出原问题的解。动态规划的思想是多种算法的基础，被广泛应用于计算机科学和工程领域。

(7) 迭代法：数值分析中通过从一个初始估计出发、寻找一系列近似解来解决问题（一般是解方程或者解方程组）的过程，为实现这一过程所使用的方法统称为迭代法。

4. 良好的算法设计的要求

一个好的算法应达到如下目标。

(1) 正确性 (Correctness)：算法的计算结果必须是正确的。

(2) 可读性 (Readability)：有助于用户对算法的理解；不易理解的程序容易隐藏较多的错误，难以调试和修改。

(3) 健壮性 (Robustness)：当输入数据非法时，算法也能适当地做出反应或进行处理，而不会产生莫名其妙的输出结果。

(4) 效率与低存储量需求：程序执行时，对于同一个问题如果有多个算法可以解决，执行时间短的算法效率高；存储量需求指算法执行过程中所需要的最大存储空间。

1.1.2 算法的复杂度

算法复杂度分为空间复杂度和时间复杂度。

1. 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。同一个算法用不同的语言实现，或者用不同的编译程序进行编译，或者在不同的计算机上运行，效率均不同。

2. 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。一个算法所占用的存储空间包括算法程序所占的存储空间、输入的初始数据所占的存储空间，以及算法执行中所需要的额外空间。

【例题 1】算法的时间复杂度是指（ ）。(2010 年 3 月)

- A. 算法的执行时间
- B. 算法所处理的数据量
- C. 算法程序中的语句或指令条数
- D. 算法在执行过程中所需要的基本运算次数

例题分析

由以上定义得知，此题选 D。

1.1.3 数据结构的定义

数据结构 (Data Structure) 是指相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合。

数据 (Data) 是对客观事物的符号表示，在计算机科学中是指所有能输入到计算机中并被计算机程序处理的符号的总称。

数据元素 (Data Element) 是数据的基本单位，在计算机程序中通常作为一个整体进行考虑和处理。

在一般情况下，在具有相同特征的数据元素集合中，各个数据元素之间存在某种关系 (即连续)，这种关系反映了该集合中的数据元素所固有的一种结构。在数据处理领域中，通常把数据元素之间这种固有的关系简单地用前后件关系 (或直接前驱与直接后继关系) 来描述。

一般来说，数据元素之间的任何关系都可以用前后件关系来描述。

1. 数据的逻辑结构

数据结构是指反映数据元素之间的关系的的数据元素集合的表示。通俗地说，数据结构是指带有结构的数据元素的集合。所谓结构实际上就是指数据元素之间的前后件关系。

一个数据结构应包含以下两方面信息。

(1) 表示数据元素的信息。

(2) 表示各数据元素之间的前后件关系。

数据的逻辑结构是对数据元素之间的逻辑关系的描述。它可以用一个数据元素的集合和在此集合中定义的若干关系来表示。用 D 表示数据元素的集合，用 R 表示数据元素之间的前后件关系，即一个数据结构可以表示为 $B=(D, R)$ ，这是一个二元关系的表达方式。

2. 数据的存储结构

数据的逻辑结构在计算机存储空间中的存放形式，称为数据的存储结构（也称为数据的物理结构）。

由于数据元素在计算机存储空间中的位置关系可能与逻辑关系不同，因此，为了表示存放在计算机存储空间中的各数据元素之间的逻辑关系（即前后件关系），在数据的存储结构中，不仅要存放各数据元素的信息，还需要存放各数据元素之间的前后件关系的信息。

一种数据的逻辑结构根据需要可以表示成多种存储结构，常用的结构有顺序、链接、索引等存储结构，而采用不同的存储结构，其数据处理的效率也是不同的。因此，在进行数据处理时，选择合适的存储结构是很重要的。

1.1.4 数据结构的表示

数据结构除了用二元关系表示外，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，一般称为数据节点，并简称为节点；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节点指向后件节点。

在数据结构中，没有前件的节点称为根节点；没有后件的节点称为终端节点（也称为叶节点）。

一个数据结构中的节点可能是动态变化的。根据需要或在处理过程中，可以在一个数据结构中增加一个新节点（称为插入运算），也可以删除数据结构中的某个节点（称为删除运算）。插入与删除是对数据结构的两种基本运算。除此之外，对数据结构的运算还有查找、分类、合并、分解、复制和修改等。

1.1.5 线性结构与非线性结构

根据数据结构中各数据元素之间前后件关系的复杂程度，一般将数据结构分为两大类型：线性结构与非线性结构。

线性结构满足如下条件。

(1) 有且只有一个根节点。

(2) 每一个节点最多有一个前件，也最多有一个后件。

如果一个数据结构不是线性结构，则称为非线性结构。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。线性结构与非线性结构都可以是空的数据结构。对于空的数据结构，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。